



Le pompe di calore:

- Il decalogo per una corretta progettazione e installazione
- Integrazione con i terminali a bassa temperatura

Per. Ind. Massimiliano Sedrani
Formazione tecnica Innova

STØNE

La pompa di calore
che mancava

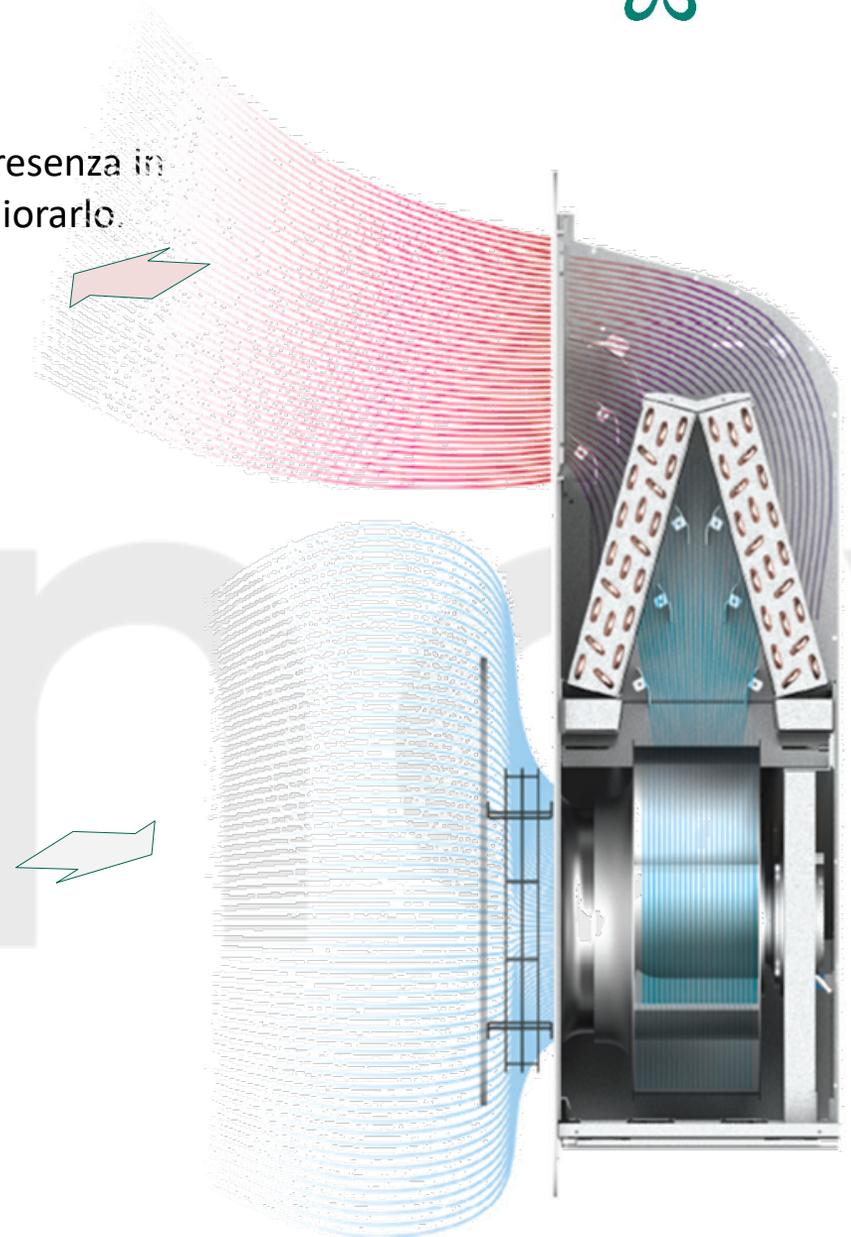


Design ed integrazione con l'edificio

Un approccio nuovo di progettazione

STØNE di Innova è una soluzione ad altissima tecnologia in grado di minimizzare la presenza in esterno ed inserirsi ottimamente in ogni ambiente – addirittura, contribuendo a migliorarlo.

- Aspirazione dell'aria frontale; Ventilatore plug fan **inverter**
- Batterie di scambio all'interno del mobile: **maggior pulizia**
- Flusso aria di mandata verticale o orizzontale permette di dirigere il flusso aria e quindi il rumore verso dove non dà fastidio evitando il ricircolo d'aria.
- Modulazione della potenza con **compressore Inverter**
- **Rumore contenuto**
- Sbrinamenti più rapidi e ridotti: **maggiore efficienza**
- L'unità può essere **installata aderente al muro o ad incasso** con accesso frontale per la manutenzione
- Gas R32, classe **A+++**



Pompe di Calore
STØNE



Pompe di calore
STØNE



Pompe di Calore
STONE



Pompe di Calore
STØNE

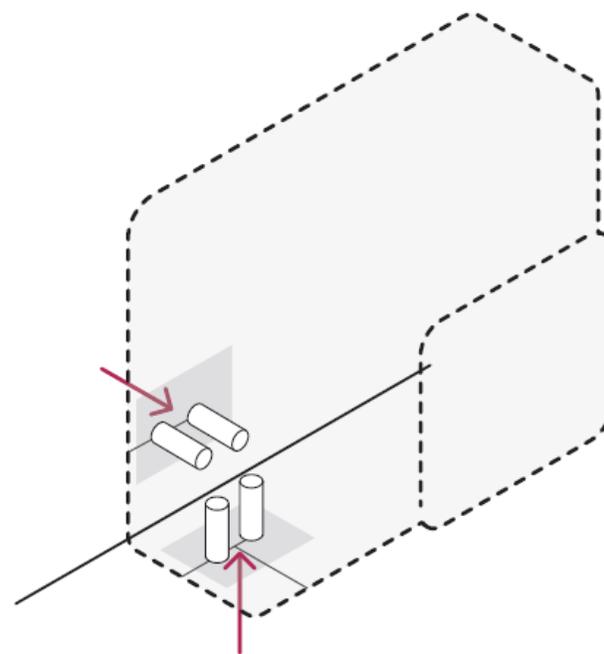


Pompe di Calore **STONE**



Fissaggio a parete

Connessioni all'impianto invisibili



A vista,
con mandata verticale.

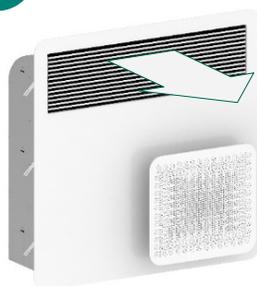


Scelta sulla direzionalità del flusso aria

H A vista con mandata orizzontale.



IN



Ad incasso

V



A vista con mandata verticale.



Alcuni punti fondamentali per il corretto funzionamento della pompa di calore, per la massima resa e il maggior risparmio energetico:

1. La pompa di calore a ciclo di compressione del vapore è una macchina termodinamica che lavora tanto meglio quanto più bassa è la differenza di temperatura tra l'ambiente esterno e l'ambiente/acqua da riscaldare.
2. con la pompa di calore si deve scambiare calore in modo ottimale all'esterno, rispettando gli spazi di areazione raccomandati
3. Per le pompe di calore aria-acqua è molto importante, per il corretto funzionamento e per lavorare in modo efficiente ed economico, rispettare scrupolosamente le indicazioni di posa delle tubazioni frigorifere tra unità esterna ed unità interna.
4. Si deve evitare di rincorrere l'alta temperatura con la pompa di calore, ma si deve adeguare l'impianto alle temperature di lavoro più basse ideali per la pompa di calore (inferiori a 45 °C).
5. Per la corretta scelta della pompa di calore riferirsi ad un calcolo termico dell'edificio, tenendo conto dei fattori di correzione dovuti al tipo di impianto interno e alla località di installazione

Alcuni punti fondamentali per il corretto funzionamento della pompa di calore, per la massima resa e il maggior risparmio energetico:

6. Garantire sempre un adeguato contenuto d'acqua nell'impianto di riscaldamento, provvedendo, se necessario, all'installazione di un serbatoio inerziale.
7. Non produrre mai l'acqua calda sanitaria mediante l'impiego di bollitori tradizionali, idonei solo per fonti di alimentazione ad alta temperatura (caldaie tradizionali), bensì mediante bollitori con produttore istantaneo immerso ad ampia superficie.
8. Fare attenzione al volume di accumulo ACS e temperatura di esercizio
9. Alimentare i terminali con la portata corretta.
10. Valutare correttamente il tipo di contratto elettrico.

La tariffazione è un problema superato dalla nuova tariffa TD, ma deve essere scelta correttamente la potenza e il tipo di alimentazione (monofase o trifase)



Le pompe di calore:

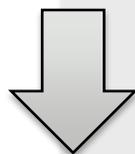
- CAPITOLO 1

Decalogo pompe di calore

Regola n. 1 - principio

La pompa di calore a ciclo di compressione del vapore è una macchina termodinamica che lavora tanto meglio quanto più bassa è la differenza di temperatura tra l'ambiente esterno e l'ambiente/acqua da riscaldare.

$$COP_{TH} = \frac{T_c}{T_c - T_e}$$



$$COP_{TH} = \frac{273,15 + 35}{35 - (-10)} = 6,85$$

Esempio 1

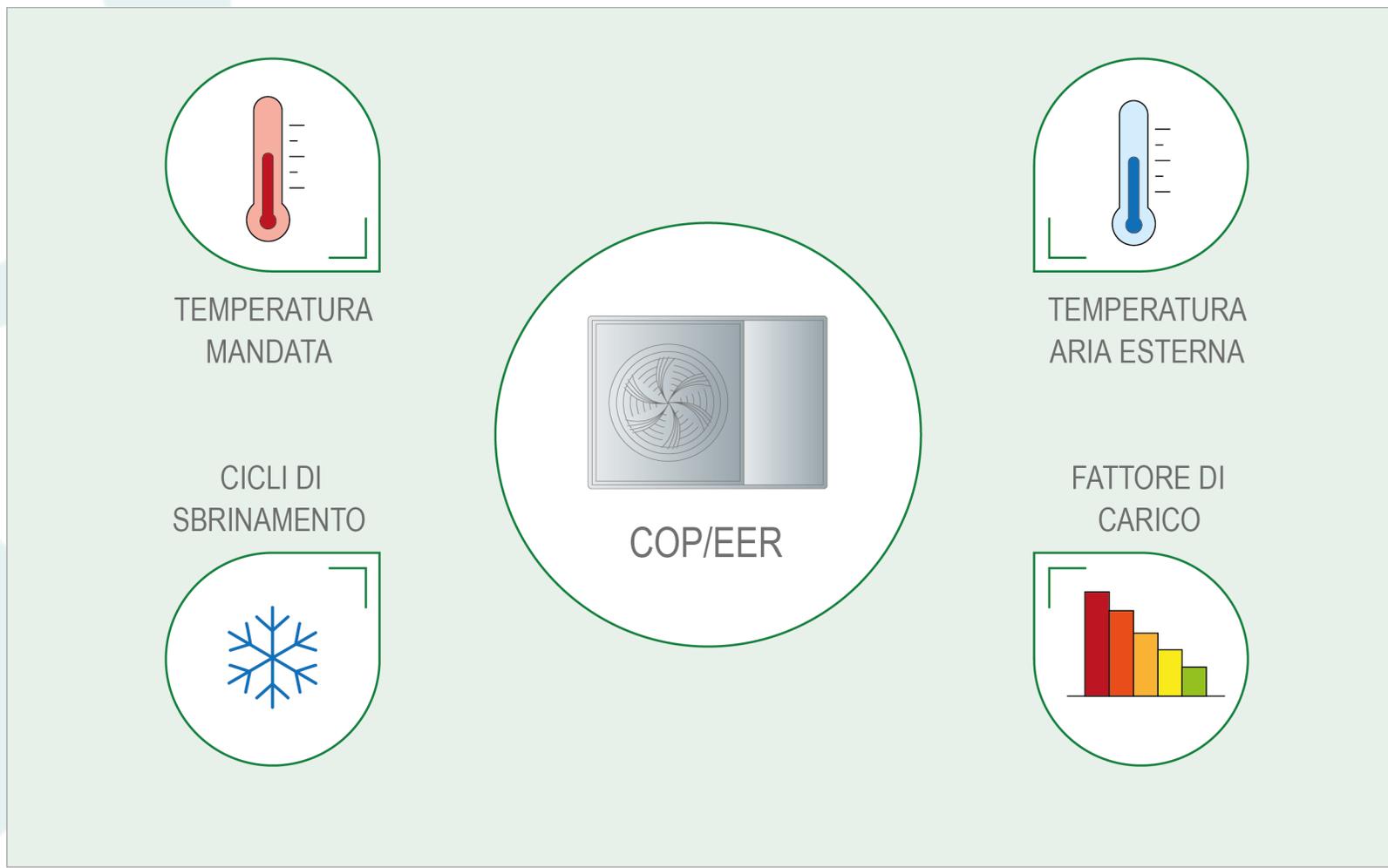
$$COP_{TH} = \frac{273,15 + 52}{52 - (-10)} = 5,24$$

Esempio 2

Decalogo pompe di calore

Regola n. 1 - principio

Per tutte le pompe di calore a ciclo di compressione del vapore i fattori che influenzano l'efficienza sono i seguenti:



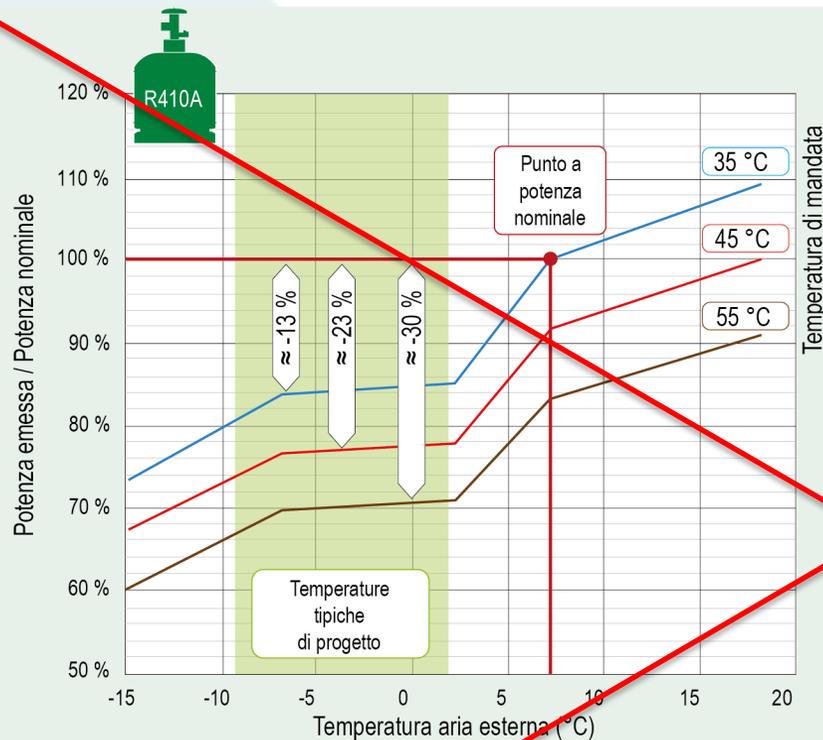
Decalogo pompe di calore

Regola n. 1 - principio

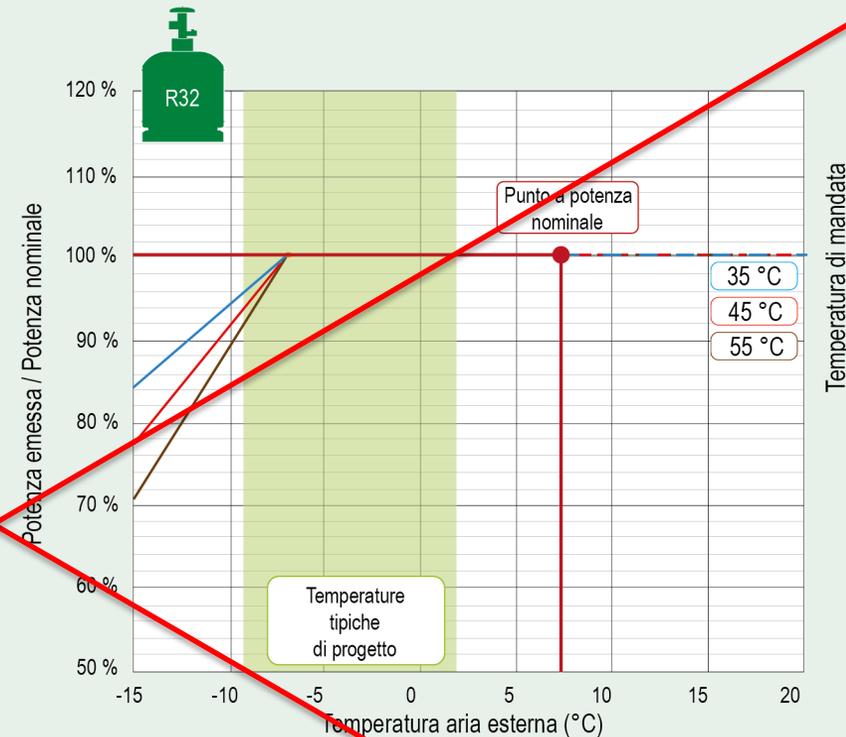
- Temperatura di mandata: influisce sull'assorbimento elettrico, il COP diminuisce con l'aumentare della temperatura di mandata
- Cicli di sbrinamento: influiscono sulla resa termica, il COP orario/giornaliero diminuisce con il crescendo dei cicli di sbrinamento
- Temperatura aria esterna: influisce sulla resa termica, il COP diminuisce con il diminuire della temperatura esterna
- Fattore di carico: influisce sull'efficienza di scambio all'evaporatore (unità esterna), il COP aumenta con la riduzione del fattore di carico (valido solo per pompa di calore con compressore e ventilatore a velocità variabile)

Decalogo pompe di calore

Regola n. 1 - principio



La potenza emessa dalle PDC caricate con gas R410A risulta alquanto influenzata sia dalla temperatura dell'aria esterna sia dalla temperatura dell'acqua di mandata. Si evidenzia una diminuzione di potenza che varia dal 15 al 30 %, risultando consistente anche nel range delle temperature tipiche di progetto.



Le PDC caricate con gas R32 presentano invece un potenza emessa poco condizionata sia dalla temperatura della sorgente fredda esterna sia di quella calda lato impianto. La potenza termica generata da queste PDC rimane pressoché costante fino a temperature dell'aria tra i -5 e i -7 °C.



Le pompe di calore:

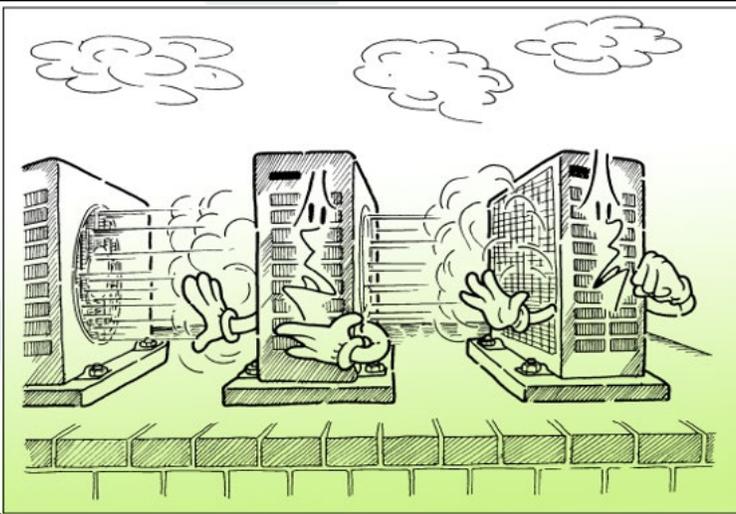
- CAPITOLO 2

Decalogo pompe di calore

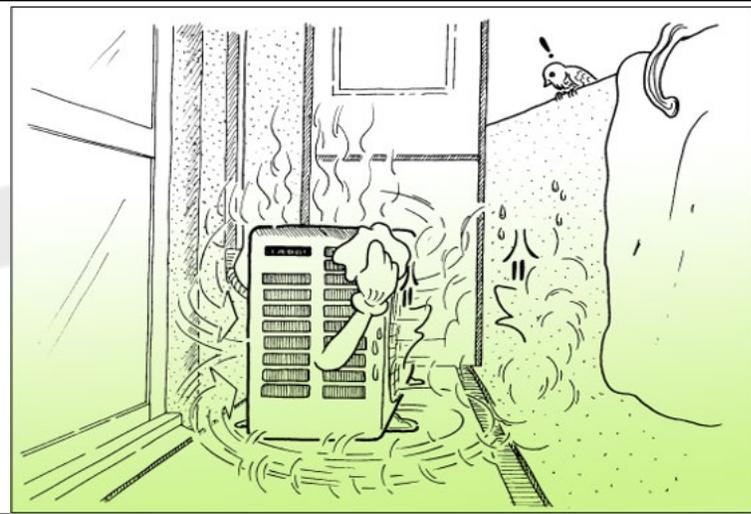
Regola n. 2

Con la pompa di calore si deve scambiare calore in modo ottimale all'esterno, rispettando gli spazi di areazione raccomandati.

Installazione multipla con posizionamento delle unità esterne troppo vicine tra loro e in sequenza



L'installazione in locali ristretti con evacuazione ridotta del calore prodotto



Decalogo pompe di calore

Regola n. 2

Con la pompa di calore si deve scambiare calore in modo ottimale all'esterno, rispettando gli spazi di areazione raccomandati.



Decalogo pompe di calore

Regola n. 2

Con la pompa di calore si deve scambiare calore in modo ottimale all'esterno, rispettando gli spazi di areazione raccomandati.



Decalogo pompe di calore

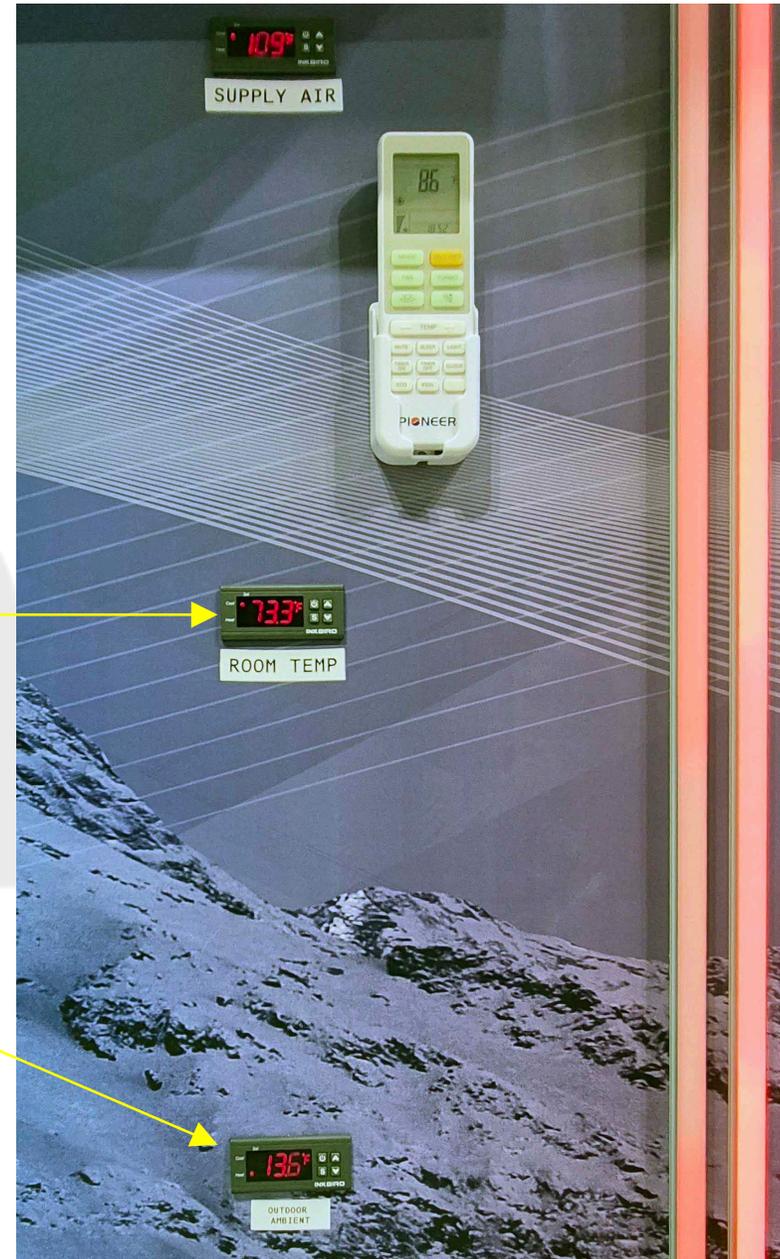
Regola n. 2

Con la pompa di calore si deve scambiare calore in modo ottimale all'esterno, rispettando gli spazi di areazione raccomandati.



Regola n. 2

Installazione dell'unità esterna: spazi di rispetto

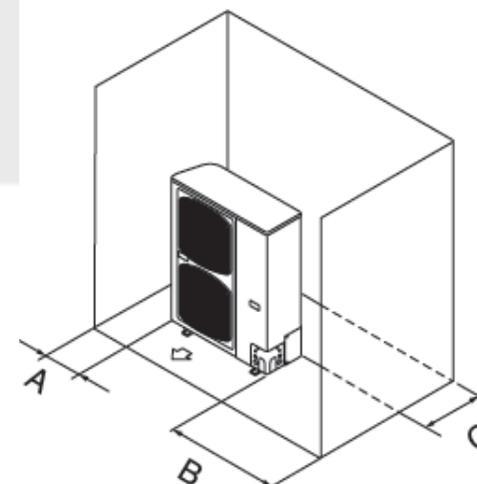
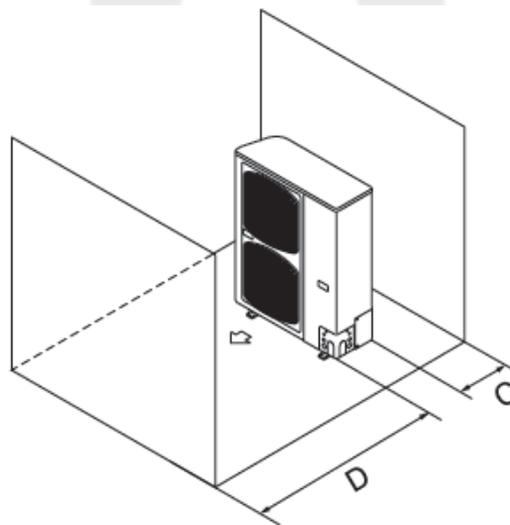
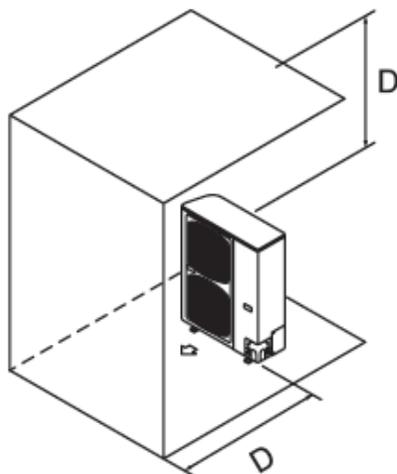
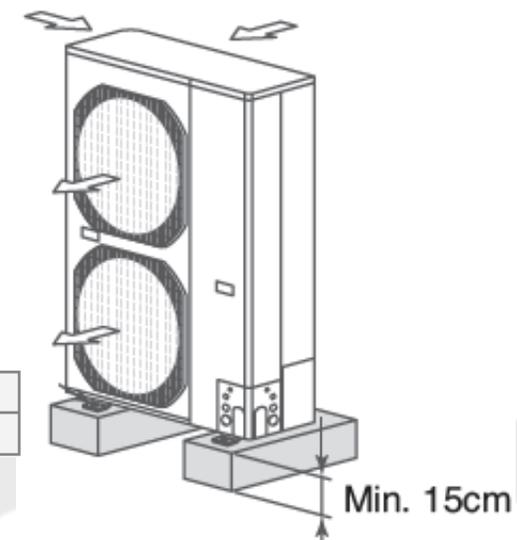


Regola n. 2

Installazione dell'unità esterna

Lasciare, attorno all'apparecchio, uno spazio libero sufficiente, tale da evitare il ricircolo e da facilitare le operazioni di manutenzione.

	A	B	C	D
cm	≥ 15	≥ 25	≥ 20	≥ 50





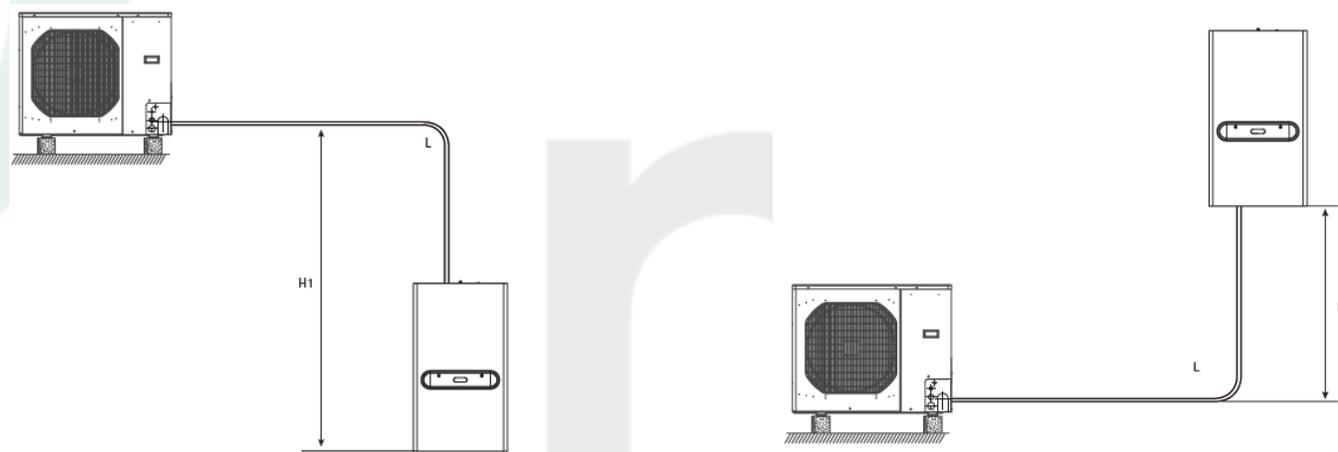
Le pompe di calore:

- CAPITOLO 3

Decalogo pompe di calore

Regola n. 3 - Circuito frigo per macchine splittate

Per le pompe di calore aria-acqua e molto importante, per il corretto funzionamento e per lavorare in modo efficiente ed economico, rispettare scrupolosamente le indicazioni di posa delle tubazioni frigorifere tra unità esterna ed unità interna.



Massimo sviluppo in lunghezza consentito / Maximum allowed length development	L	m	50 (30m per modello 24 / 30m for model 24)
Limite di differenza di elevazione tra le 2 unità se l'unità esterna è posizionata più in alto / Elevation difference limit between 2 units if the outdoor unit is placed higher	H1	m	30
Limite di differenza di elevazione tra le 2 unità se l'unità esterna è posizionata più in basso / Elevation difference limit between 2 units if the outdoor unit is placed lower	H2	m	15
Lunghezza dei tubi di collegamento 3/8" e 5/8" senza carica complementare di gas / Length of 3/8" and 5/8" connection pipes without additional gas load		m	2 ÷ 30
Carica complementare di R410A per metro di tubo fra 30 e 50 m / Additional R410A load per pipe meter between 30 and 50 m		g/m	40



Le pompe di calore:

- CAPITOLO 4

Decalogo pompe di calore

Regola n. 4 - Temperatura di mandata - considerazioni sull'efficienza

- La moderazione della temperatura di mandata è alla base del funzionamento efficiente della pompa di calore a compressione di vapore.

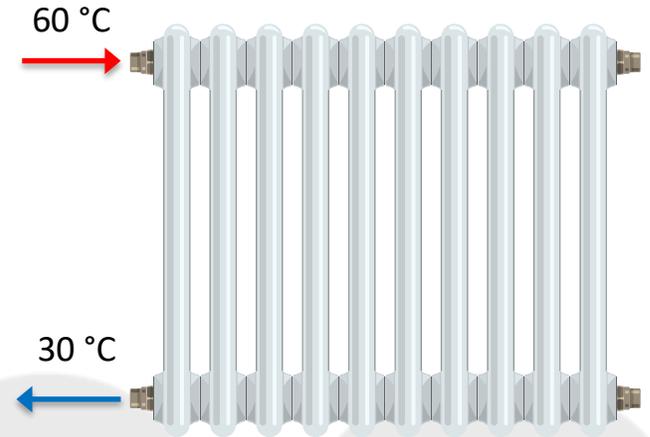
	T. a	30			35			40			45			50			55		
mod.	T. ae	PH	PA	COP															
9	-20	3,21	1,64	1,96	3,11	1,85	1,68	3,02	2,11	1,43	2,92	2,40	1,21	2,81	2,75	1,02	2,71	2,65	1,02
	-15	3,75	1,55	2,41	3,64	1,75	2,08	3,53	1,99	1,77	3,41	2,27	1,50	3,29	2,60	1,26	3,17	2,98	1,06
	-7	5,00	1,49	3,37	4,86	1,67	2,90	4,71	1,91	2,47	4,55	2,18	2,09	4,39	2,49	1,76	4,23	2,85	1,48
	-2	6,03	1,49	4,04	5,85	1,68	3,48	5,68	1,91	2,97	5,48	2,18	2,51	5,29	2,50	2,12	5,10	2,86	1,78
	0	6,49	1,50	4,32	6,30	1,69	3,72	6,12	1,93	3,17	5,91	2,20	2,68	5,69	2,52	2,26	5,49	2,89	1,90
	2	6,98	1,52	4,59	6,78	1,71	3,96	6,58	1,95	3,37	6,35	2,23	2,85	6,13	2,55	2,40	5,91	2,92	2,02
	7	8,34	1,59	5,25	8,10	1,79	4,52	7,86	2,04	3,85	7,59	2,33	3,26	7,32	2,67	2,75	7,06	3,05	2,31
	12	9,88	1,69	5,84	9,59	1,91	5,03	9,31	2,17	4,28	8,99	2,48	3,63	8,67	2,84	3,05	8,37	3,25	2,57
	15	10,90	1,77	6,15	10,58	2,00	5,30	10,27	2,28	4,51	9,92	2,60	3,82	9,57	2,97	3,22	9,23	3,41	2,71
	20	12,74	1,93	6,59	12,37	2,18	5,68	12,01	2,48	4,83	11,59	2,83	4,09	11,18	3,24	3,45	10,78	3,72	2,90

- Come si può vedere dalla tabella sopra, una mandata di 10 °C in più comporta il 40% di assorbimento elettrico in più e il 40% di riduzione del COP, con conseguente proporzionale maggior consumo.
- Considerando le condizioni più favorevoli si può assumere un maggior consumo del 3% per ogni grado di mandata in più!!
- Questo principio è valido per tutte le PDC con tutti i tipi di gas, R290 compreso!

Decalogo pompe di calore

Regola n. 4 - Temperatura di mandata - prerogative delle macchine "HT"

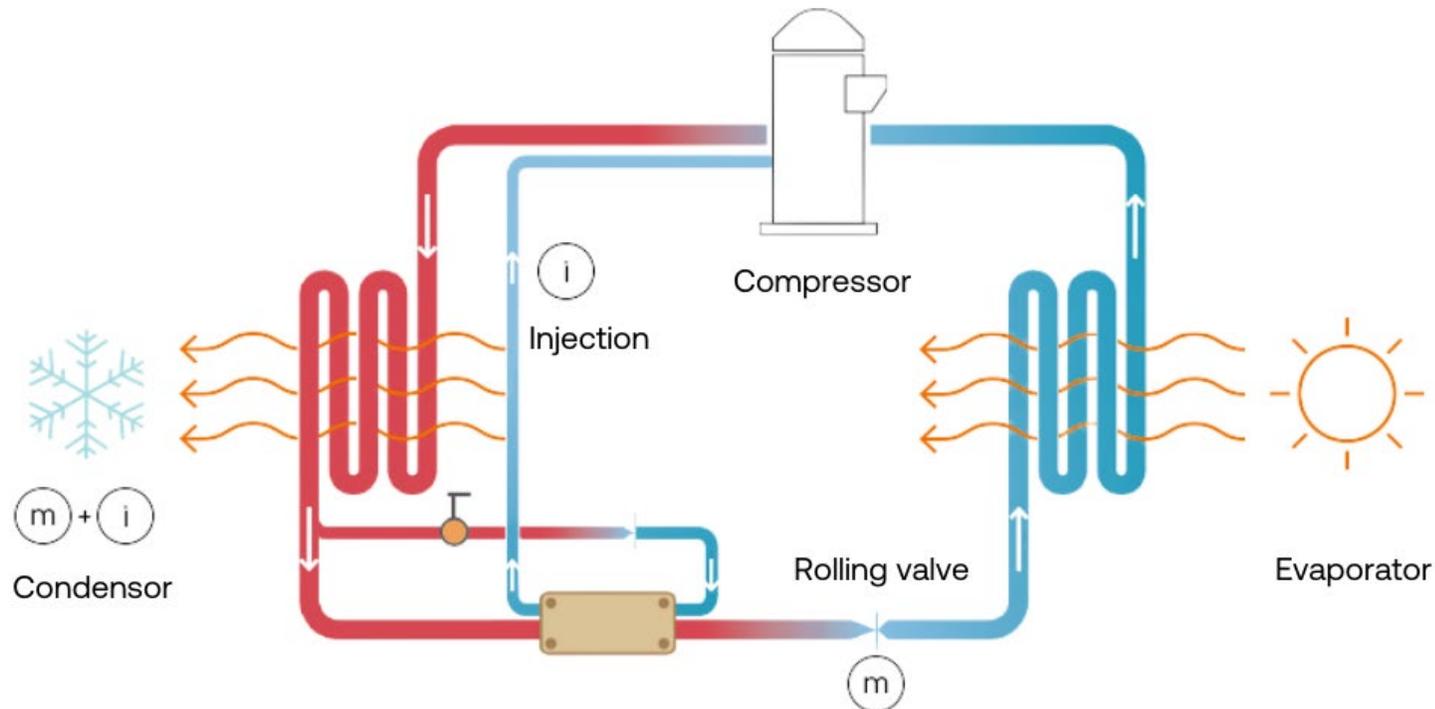
- la richiesta di PDC ad alta temperatura, nonché di sistemi ibridi, deriva prevalentemente dalla necessità di rialimentare impianti esistenti con vecchi terminali, quali i radiatori (dopo ci torneremo)
- Il fatto che le PDC possano raggiungere una mandata di 70 °C non significa che questo porti vantaggi o sia più conveniente.
- l'unico vantaggio delle PDC in R290 è di tipo ambientale, da non confondere con le prestazioni, che a parità di dimensioni degli scambiatori sono circa uguali alle macchine con R410a ed R32
- in generale per non spendere più che con la caldaia non bisogna lavorare oltre i 55 °C
- per avere risparmi economici sensibili che giustifichino l'investimento del passaggio a PDC, considerando i soli riscaldamento e ACS, non bisogna lavorare a temperature superiori ai 45 °C, tranne per l'ACS
- Se la stessa PDC lavora anche in regime estivo si giustifica in ogni caso.



Decalogo pompe di calore

Regola n. 4 - Temperatura di mandata - prerogative delle macchine "HT"

1. Le PDC che raggiungono valori elevati di temperatura di mandata non devono essere scelte per la loro convenienza economica, né tantomeno per l'opportunità tecnica di lavorare ad alta temperatura;
2. le macchine con iniezione di vapore (v. sotto) sono in grado di garantire una temperatura di mandata più alta anche in condizioni esterne gravose (es. 55 °C a -15 °C esterni)
3. lo fanno grazie ad un circuito aggiuntivo che inietta gas caldo in aspirazione al compressore



Decalogo pompe di calore

Regola n. 4 - Temperatura di mandata - CONCLUSIONI

- i. Le PDC con refrigeranti come l'R290 (propano) e le PDC con iniezione di vapore, che consentono di raggiungere alte temperature lo fanno in ogni caso a scapito dell'efficienza
- ii. le macchine con iniezione di vapore (circuito EVI) e compressore scroll hanno normalmente una efficienza in raffrescamento più bassa di quelle dotate di compressore twin rotary
- iii. DEVE ESSERE ADEGUATO L'IMPIANTO PER LAVORARE A MEDIO-BASSA TEMPERATURA ANZICHE' INSEGUIRE CON LA PDC UNA TEMPERATURA DI ESERCIZIO PIU' ALTA
- iv. QUASI MAI E' NECESSARIO LAVORARE A TEMPERATURE "ELEVATE", NEMMENO SU IMPIANTI ESISTENTI (in seguito vedremo come)

Decalogo pompe di calore

Regola n. 4 - Temperatura di mandata - es. di applicazione di PDC "HT"



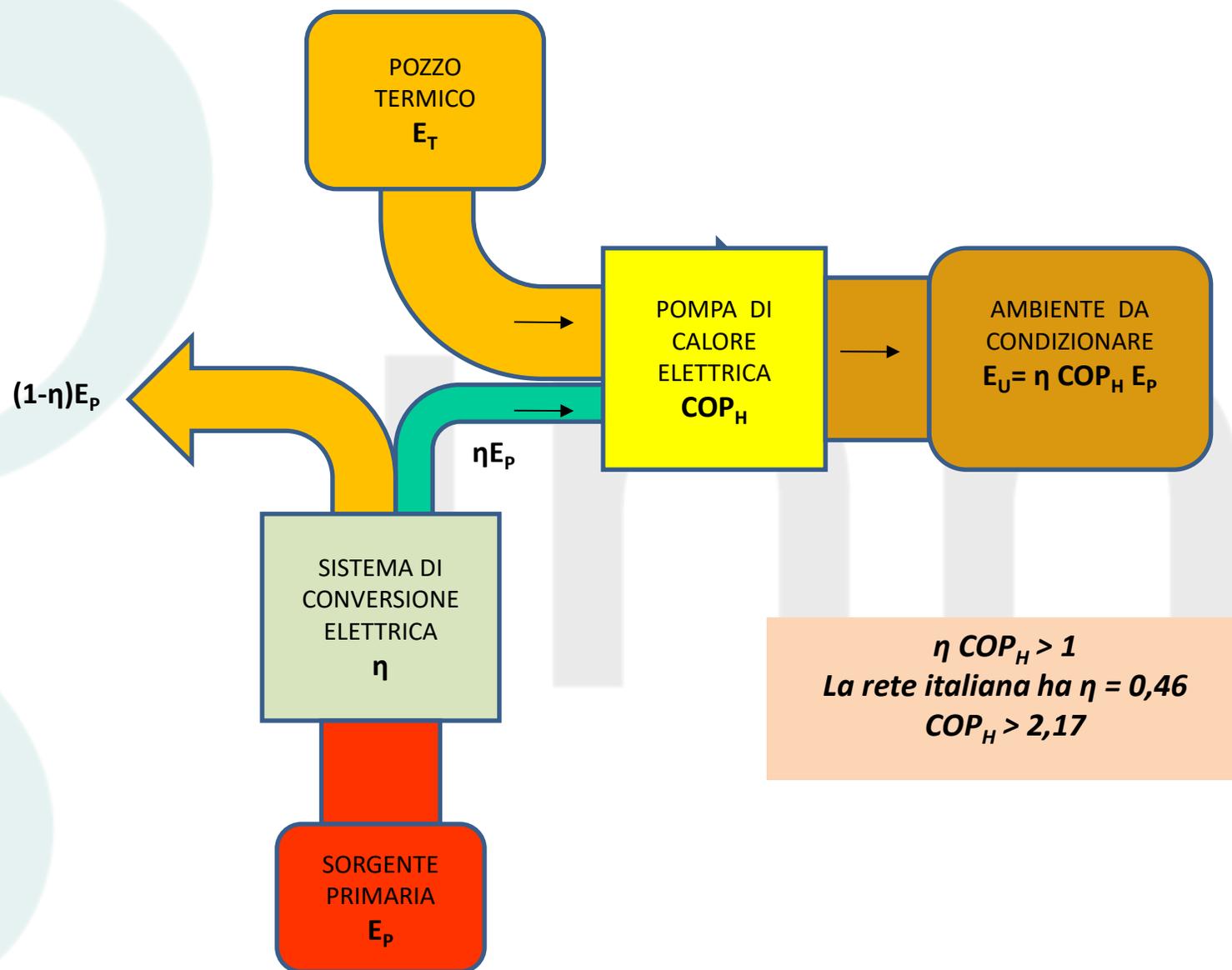
Decalogo pompe di calore

Regola n. 4 - La T di mandata e i parametri per il confronto tra generatori

- Per valutare il concreto risparmio energetico nel paragone con caldaie sia tradizionali che a condensazione, è necessario considerare che la pompa di calore è ordinariamente azionata da un motore elettrico;
- il rendimento del sistema elettrico nazionale (dato 2016) è pari a 0,46 pertanto il COP di pareggio, riferito all'energia primaria, è pari a 2,17;
- Pertanto il REP (Rapporto di Energia Primaria), ovvero il rapporto tra l'energia termica resa e l'energia primaria utilizzata, per le pompe di calore risulta pari a 2,17

Decalogo pompe di calore

Regola n. 4 - La T di mandata e i parametri per il confronto tra generatori



Decalogo pompe di calore

Regola n. 4 - La T di mandata e i parametri per il confronto tra generatori

- Le normative europee, recepite anche in Italia, considerano il fattore di conversione gas naturale/energia elettrica pari a 2,5;
- Ciò significa che una pompa di calore sarà più conveniente del miglior generatore di calore alimentato a gas naturale quando lavora con COP superiori a 2,5.
- considerati i costi dell'energia elettrica pari a 0,30 €/kWh e del metano pari a 0,9 €/m³, il pareggio economico tra il miglior sistema tradizionale a combustione e la pompa di calore si ha per COP pari a 2,6

Decalogo pompe di calore

Regola n. 4 - la T di mandata - considerazioni energetiche

- Per capire il significato energetico della pompa di calore occorre distinguere due diversi ma altrettanto importanti punti di vista.
- Dal punto di vista del risparmio di risorse energetiche primarie (petrolio, gas, carbone, uranio) la pompa di calore utilizzata per il riscaldamento domestico è un fatto molto positivo ed è praticamente sempre conveniente in quanto consente rese globali migliori rispetto ai sistemi tradizionali.
- È noto che il riscaldamento effettuato per mezzo di resistenze elettriche non è un'applicazione economica dell'energia primaria, poiché avviene con una resa globale non superiore al 40%.

Decalogo pompe di calore

Regola n. 4 - limiti di convenienza caldaia Vs. PDC

Tipologia caldaia	Rendimento termico	COP equivalente PDC
Caldaia normale	0,75 ÷ 0,88	1,63 ÷ 1,91
Caldaia alta efficienza	0,9 ÷ 0,93	1,95 ÷ 2,02
Caldaia a condensazione	0,93 ÷ 1,06	2,02 ÷ 2,3

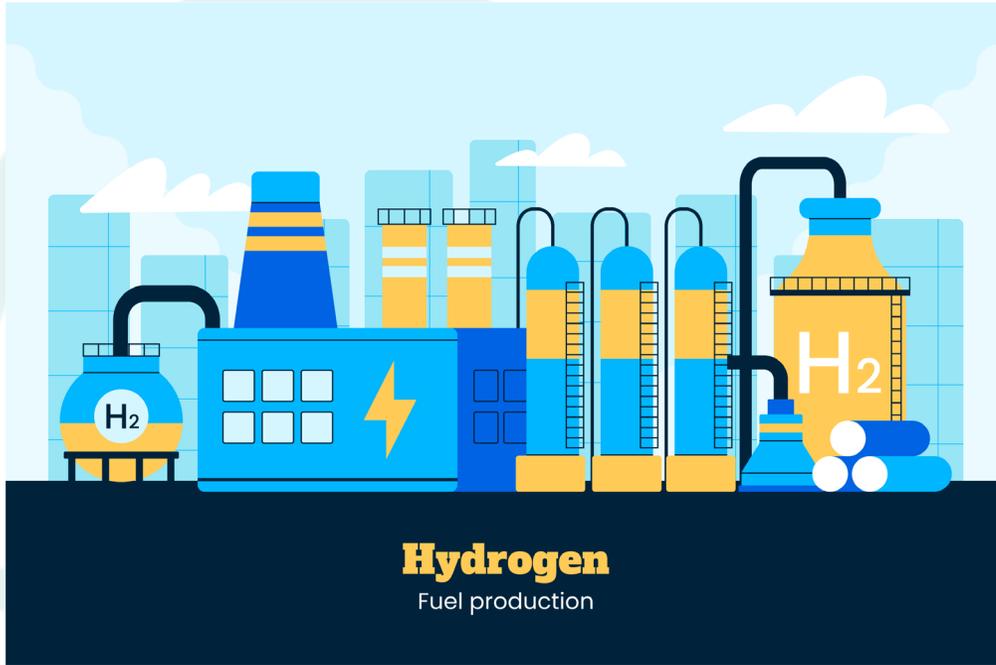
Decalogo pompe di calore

Regola n. 4 - considerazioni sull'idrogeno

- L'idrogeno, sebbene in ritardo con i programmi di sviluppo dettati dall'UE, è considerato da molti il carburante e il combustibile del futuro.
- Qualche produttore di caldaie si è orientato verso la produzione di generatori di calore alimentati ad idrogeno o miscele gas naturale-idrogeno.
- L'approccio con il quale si propongono induce a pensare che la caldaia possa essere paragonata ad una pompa di calore o addirittura di efficienza superiore con minor impatto ambientale...
- NIENTE DI PIU' SBAGLIATO...

Decalogo pompe di calore

Regola n. 4 - considerazioni sull'idrogeno



- L'idrogeno viene ricavato dall'idrolisi dell'acqua, processo più "pulito" e con reperibilità inesauribile della fonte primaria
- in questa disamina escludiamo gli altri processi di produzione energivori e/o non sostenibili dal punto di vista ambientale, quali: estrazione da idrocarburi o sintesi biologica

- sono necessari 45 kWh di energia elettrica per ogni kg di idrogeno prodotto
- il potere calorifico dell'idrogeno è pari a 39 kWh/kg
- se l'energia elettrica è prodotta da fonti fossili o miste, il rendimento di produzione, ad es. in Italia allo stato attuale, è inferiore al 45%

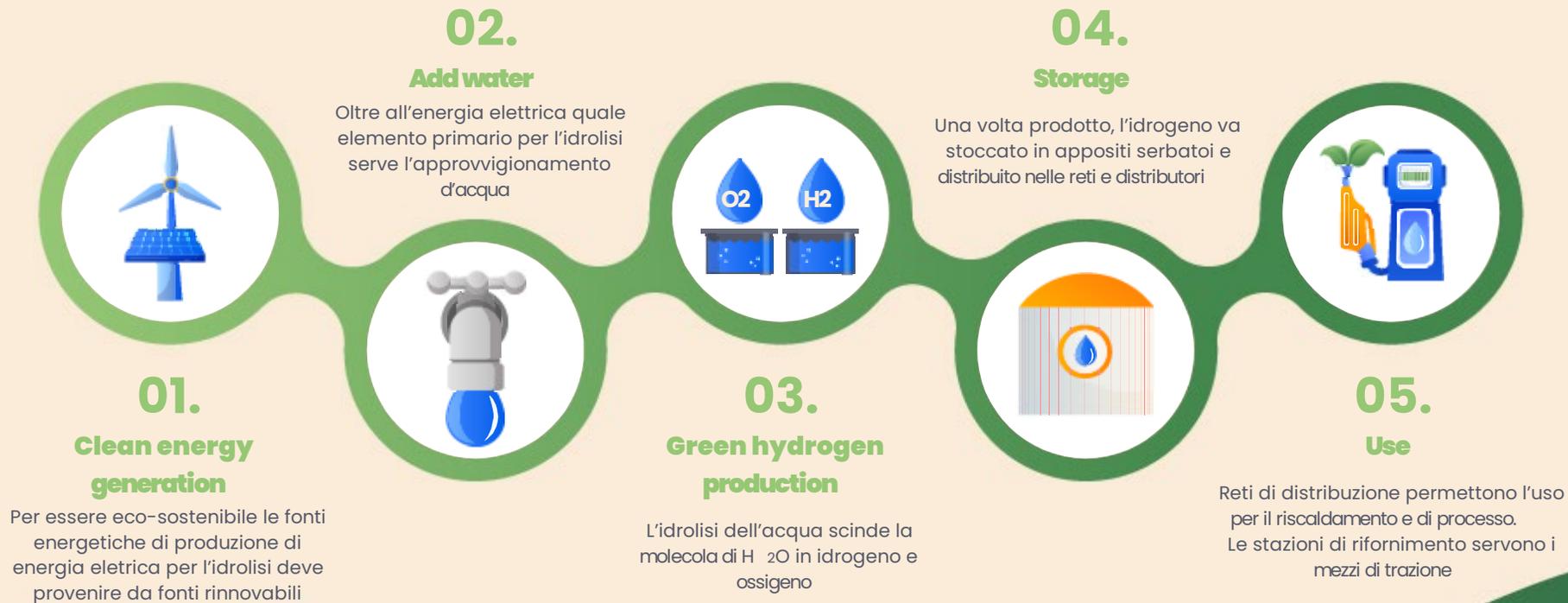
Decalogo pompe di calore

Regola n. 4 - considerazioni sull'idrogeno

Green Hydrogen

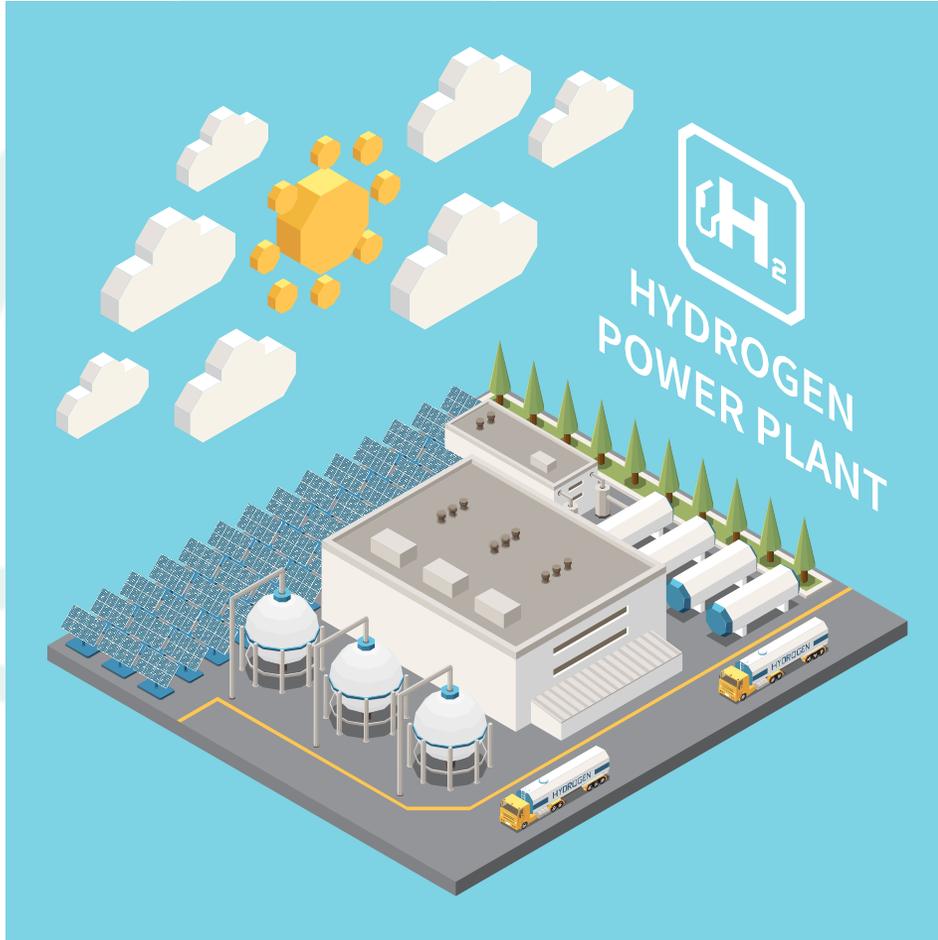
HOW IS IT PRODUCED ?

Per produrre idrogeno in modo eco-sostenibile e con reperibilità "infinita" si ricorre all'idrolisi dell'acqua



Decalogo pompe di calore

Regola n. 4 - considerazioni sull'idrogeno



- L'unico modo di rendere il processo di combustione pulito è quello di avere un impianto con idrolisi alimentata da fonti di energia elettrica rinnovabile
- In questo modo le caldaie ad idrogeno avranno un impatto ambientale prossimo allo zero
- Le PDC, utilizzando direttamente l'energia elettrica rinnovabile, avranno, con lo stesso impatto ambientale, un resa all'impianto pari a 'n' volte superiore alla caldaia, dove 'n' è il COP stagionale

Conclusione:

LA PDC AVRA' UN'EFFICIENZA MAGGIORE DEI GENERATORI A COMBUSTIONE IN OGNI CASO

Decalogo pompe di calore

Regola n. 4 - confronto PDC Vs. PDC - la corretta lettura dei dati

- La lettura dei dati delle pompe di calore è più complicato rispetto al passato, ed i comparativi sono difficili da elaborare, sia per i tecnici che, soprattutto, per gli operatori commerciali che normalmente hanno meno nozioni tecniche
- Le difficoltà derivano dallo sviluppo di macchine con compressori inverter.
- Il dato di potenza con compressori on-off è facilmente comparabile grazie alla frequenza fissa di lavoro, uguale per tutti i produttori
- Con i compressori a frequenza variabile i produttori hanno la facoltà di riportare il dato alla frequenza preferita, compatibilmente con le impostazioni di marketing
- la normativa (es. EN 14511 ed EN 14825) danno il metodo di misurazione, ma non impongono la misura ad una frequenza predeterminata.

Decalogo pompe di calore

Regola n. 4 - confronto PDC Vs. PDC - esempi di riporto del dato

- La lettura dei dati delle pompe di calore è più complicato rispetto al passato, ed i comparativi sono difficili da elaborare, sia per i tecnici che, soprattutto, per gli operatori commerciali che normalmente hanno meno nozioni tecniche
- Le difficoltà derivano dallo sviluppo di macchine con compressori inverter.
- Il dato di potenza con compressori on-off è facilmente comparabile grazie alla frequenza fissa di lavoro, uguale per tutti i produttori
- Con i compressori a frequenza variabile i produttori hanno la facoltà di riportare il dato alla frequenza preferita, compatibilmente con le impostazioni di marketing
- la normativa (es. EN 14511 ed EN 14825) danno il metodo di misurazione, ma non impongono la misura ad una frequenza predeterminata.

Decalogo pompe di calore

Regola n. 4 - confronto PDC Vs. PDC - esempi di riporto del dato

CARATTERISTICHE TECNICHE

POMPA DI CALORE ARIA/ACQUA INVERTER SPLIT		40 S LINK	50 S LINK	70 S LINK	90 S T LINK 180	110 S T LINK 180	90 S T LINK 300	110 S T LINK 300
Potenza termica riscaldamento min/max (T aria 7 °C, T acqua 35/30 °C)	kW	1,5/5,7	1,5/7,1	2,6/11	3,9/14	3,9/16,7	3,9/14	3,9/16,7
Potenza termica riscaldamento min/max (T aria 7 °C, T acqua 45/40)	kW	1,4/5,5	1,4/6,8	2,4/10,5	3,7/13,3	3,7/15,9	3,7/13,3	3,7/15,9
Potenza termica raffrescamento min/max (T aria 35 °C, T acqua 18/23 °C)	kW	6,85	8,52	12,02	13,63	16,64	13,63	16,64
PERFORMANCE IN POMPA DI CALORE - RISCALDAMENTO								
Potenza termica nominale (T aria 7 °C, T acqua 35/30 °C) secondo EN 14511	kW	3,5	4,4	6,4	8,65	10,6	8,65	10,6
Potenza assorbita nominale (T aria 7 °C, T acqua 35/30 °C) secondo EN 14511	kW	0,69	0,88	1,28	1,65	2,06	1,65	2,06
Cop nominale (T aria 7 °C, T acqua 35/30) secondo EN 14511		5,11	5,02	5	5,25	5,15	5,25	5,15
Potenza termica nominale (T aria 7 °C, T acqua 45/40 °C) secondo EN 14511	kW	3,25	4,12	6,0	8,20	9,95	8,20	9,95
Potenza assorbita nominale (T aria 7 °C, T acqua 45/40 °C) secondo EN 14511	kW	0,87	1,11	1,62	2,01	2,56	2,01	2,56
Cop nominale (T aria 7 °C, T acqua 45/40 °C) secondo EN 14511		3,76	3,71	3,70	4,08	3,89	4,08	3,89
Potenza termica nominale (T aria -7 °C, T acqua 35/30 °C) secondo EN 14511	kW	4,09	5	7	9,1	11	9,1	11
Potenza assorbita nominale (T aria -7 °C, T acqua 35/30 °C) secondo EN 14511	kW	1,25	1,64	2,21	2,70	3,37	2,70	3,37
Cop nominale (T aria -7 °C, T acqua 35/30 °C) secondo EN 14511		3,27	3,06	3,17	3,37	3,26	3,37	3,26
T mandata min/max	°C	20 / 60	20 / 60	20 / 60	20 / 60	20 / 60	20 / 60	20 / 60
T aria max/min per funzionamento in pompa di calore	°C	-20 / 35	-20 / 35	-20 / 35	-20 / 35	-20 / 35	-20 / 35	-20 / 35
PERFORMANCE IN POMPA DI CALORE - RAFFRESCAMENTO								
Potenza termica nominale (T aria 35 °C, T acqua 18/23) secondo EN 14511	kW	4,8	5,87	7,5	10,55	12,5	10,55	12,5
Potenza assorbita nominale (T aria 35 °C, T acqua 18/23 °C) secondo EN 14511	kW	0,9	1,2	1,5	2,17	2,74	2,17	2,74
EER nominale (T aria 35 °C, T acqua 18/23) secondo EN 14511		5,35	4,89	5	4,86	4,56	4,86	4,56
Potenza termica nominale (T aria 35 °C, T acqua 7/12) secondo EN 14511	kW	4	5,05	7,2	9,05	11	9,05	11
Potenza assorbita nominale (T aria 35 °C, T acqua 7/12 °C) secondo EN 14511	kW	1,17	1,6	2,29	2,87	3,75	2,87	3,75
EER nominale (T aria 35 °C, T acqua 7/12) secondo EN 14511		3,42	3,16	3,14	3,15	2,93	3,15	2,93
T mandata min/max	°C	5 / 22	5 / 22	5 / 22	5 / 22	5 / 22	5 / 22	5 / 22
T aria max/min in pompa di calore	°C	43 / 10	43 / 10	43 / 10	43 / 10	43 / 10	43 / 10	43 / 10
PERFORMANCE IN POMPA DI CALORE - ACQUA CALDA SANITARIA								
COP (T aria 7 °C, T acqua ingresso 10 °C) (EN 16147)		2,6	2,6	2,6	2,56	2,56	3,06	3,06
T set point		53	53	52	51	51	51	51
Profilo di prelievo (EN 16147)		XL	XL	XL	XL	XL	XXL	XXL
Litraggio bollitore integrato	l	180	180	180	180	180	300	300
Tempo di riscaldamento (Tset=52 °C)	h:min	01:40	01:48	01:30	01:27	01:27	01:52	01:50
Potenza assorbita in stand-by	W	12	12	12	18	18	18	18
Quantità acqua miscelata a 40 °C (V40)	l	241	241	247	251	251	434	434

Esempio 1: illustrazione del campo di lavoro con riporto del dato nominale a frequenza ridotta per evidenziare un alto COP

Decalogo pompe di calore

Regola n. 4 - confronto PDC Vs. PDC - esempi di riporto del dato

Tipo AWB/AWB-AC	201.B04	201.B07	201.B10	201.B13
Potenza sonora dell'unità esterna alla potenzialità utile (misurazione in base a EN 12102/EN ISO 9614-2)				
Spettro di potenza sonora ponderato				
- Con A7 ^{±3} K/W55 ^{±5} K dB(A)	60	62	62	63
- Con A7 ^{±3} K/W55 ^{±5} K nel funzionamento notturno dB(A)	58	58	60	60
Classe energetica secondo la normativa EU 811/2013				
Riscaldamento, condizioni climatiche medie				
- Utilizzo a bassa temperatura (W35)	A ⁺⁺	A ⁺⁺	A ⁺⁺	A ⁺⁺
- Utilizzo a media temperatura (W55)	A ⁺	A ⁺	A ⁺	A ⁺

Apparecchi da 400 V

Tipo AWB/AWB-AC	201.C10	201.C13	201.C16
Dati di resa riscaldamento secondo EN 14511			
(A2/W35)			
Potenzialità utile kW	7,50	9,06	11,3
Numero di giri ventilatore giri/min	600	690	690
Potenza elettrica assorbita kW	1,76	2,42	3,10
Coefficiente di rendimento ϵ (COP)	4,27	3,72	3,66
Regolazione della potenza kW	da 2,73 a 10,92	da 3,30 a 12,29	da 4,6 a 15,3
Dati di resa riscaldamento secondo EN 14511			
(A7/W35, salto termico 5 K)			
Potenzialità utile kW	10,16	12,07	15,5
Numero di giri ventilatore giri/min	600	690	690
Portata volumetrica dell'aria m ³ /h	3456	4217	4217
Potenza elettrica assorbita kW	2,00	2,57	3,80
Coefficiente di rendimento ϵ (COP)	5,08	4,69	4,11
Regolazione della potenza kW	da 5,20 a 15,00	da 6,20 a 16,50	da 6,4 a 19,5
Dati di resa riscaldamento secondo EN 14511			
(A-7/W35)			
Potenzialità utile kW	9,57	10,65	13,3
Potenza elettrica assorbita kW	3,11	3,67	5,10
Coefficiente di rendimento ϵ (COP)	3,08	2,91	2,59
Regolazione della potenza kW	da 2,40 a 9,57	da 2,90 a 10,70	da 3,57 a 13,30
Dati di resa raffreddamento secondo EN 14511			
(A35/W7, salto termico 5 K)			
Potenzialità nominale di raffreddamento kW	9,14	10,75	11,85
Numero di giri ventilatore giri/min	600	690	690
Potenza elettrica assorbita kW	3,37	4,15	5,58
Coefficiente di rendimento EER	2,71	2,59	2,17
Regolazione della potenza kW	da 1,96 a 9,85	da 2,14 a 11,45	da 5,0 a 11,86

Esempio 2: i dati di potenza vengono riportati a frequenze diverse senza specificarlo.

Un lettore non esperto potrebbe interpretare che la PDC proposta sia insensibile alla variazione delle condizioni esterne

Decalogo pompe di calore

Regola n. 4 - confronto PDC Vs. PDC - esempi di riporto del dato

Unità esterna Split		Capacità	5kW 1Φ	7kW 1Φ	9kW 1Φ
		Modello	HU051.U42	HU071.U42	HU091.U42
Capacità nominale	Riscaldamento (A7/W35)	kW	5,001	7,02	9,03
	Riscaldamento (A2/W50)	kW	3,64	5,08	6,54
	Riscaldamento (A-2/W50)	kW	3,59	5,02	6,46
	Riscaldamento (A-7/W35)	kW	4,08	5,71	7,34
	Raffrescamento (A35/W18)	kW	5,00	7,00	9,00
Potenza assorbita nominale	Riscaldamento (A7/W35)	kW	1,07	1,59	2,06
	Riscaldamento (A2/W50)	kW	1,38	2,04	2,54
	Riscaldamento (A-2/W50)	kW	1,44	2,11	2,64
	Riscaldamento (A-7/W35)	kW	1,40	2,06	2,58
	Raffrescamento (A35/W18)	kW	1,35	2,05	2,65
COP	Riscaldamento (A7/W35)		4,68	4,39	4,38
	Riscaldamento (A2/W50)		2,64	2,49	2,57
	Riscaldamento (A-2/W50)		2,49	2,38	2,45
	Riscaldamento (A-7/W35)		2,91	2,77	2,84
EER	Raffrescamento (A35/W18)		3,70	3,41	3,40
Dimensioni	L*A*P	mm	950 x 834 x 330	950 x 834 x 330	950 x 834 x 330

Esempio 3: i dati di potenza vengono riportati a frequenze diverse senza specificarlo.

Un lettore non esperto potrebbe interpretare che la PDC proposta sia insensibile alla variazione delle condizioni esterne

Decalogo pompe di calore

Regola n. 4 - confronto PDC Vs. PDC - esempi di riporto del dato

Specifiche

MODELLO	UNITÀ ESTERNA		RD060PHXEA	RD070PHXEA	RD080PHXEA	RD110PHXEA	RD140PHXEA	RD160PHXEB
Modulo idronico da abbinare			NH080PHXEA	NH080PHXEA	NH080PHXEA	NH160PHXEA	NH160PHXEA	NH160PHXEA
Riscaldamento (Aria/Acqua)	Capacità nominale ⁽¹⁾	kW	6,0	7,0	8,0	11,0	14,0	16,0
	Assorbimento nominale ⁽¹⁾	kW	1,3	1,59	1,92	2,42	3,21	3,9
	COP ⁽¹⁾	-	4,6	4,4	4,15	4,55	4,36	4,1
	Capacità (A 2°C / W 35°C) ⁽²⁾	kW	5,35	6,24	7,13	8,48	9,85	11,58
	COP (A 2°C / W 35°C) ⁽²⁾	-	3,18	3,07	2,77	3,22	2,91	2,85
	Capacità (A -7°C / W 35°C) ⁽³⁾	kW	5,2	6,2	7	9,1	9,5	9,6
	COP (A -7°C / W 35°C) ⁽³⁾	-	2,36	2,48	2,41	2,46	2,32	2,13
Raffreddamento (Aria/Acqua)	Capacità nominale ⁽¹⁾	kW	7,0	7,5	8,0	11,3	14,2	15,5
	Assorbimento nominale ⁽¹⁾	kW	1,94	2,2	2,54	2,9	3,94	4,7
	EER ⁽¹⁾	-	3,6	3,4	3,15	3,9	3,6	3,3
	ESEER ⁽¹⁾	-	5,2	5,5	4,9	5,96	5,66	5,5
Classi di efficienza energetica	Riscaldamento (35°C)		A++	A++	A++	A++	A++	A++
	Riscaldamento (55°C)		A+	A+	A+	A+	A+	A+

Esempio 4: i dati di potenza vengono riportati a frequenze diverse senza specificarlo.

Un lettore non esperto potrebbe interpretare che la PDC proposta sia insensibile alla variazione delle condizioni esterne

Decalogo pompe di calore

Regola n. 4 - confronto PDC Vs. PDC - esempi di riporto del dato

CARATTERISTICHE TECNICHE Valide sia per la versione Monoblocco che Split			S/S ³ Phase			S Plus / S ³ Phase Plus			M / M ³ Phase			
ME			Min.	Nom.	Max	Min.	Nom.	Max	Min.	Nom.	Max	
Riscaldamento	Air 7°C Water 30/35°C	Potenza termica	kw	2,70	4,98	10,00	3,44	6,18	12,48	4,36	8,66	16,58
			COP	5,20	5,50	4,78	5,15	5,47	4,57	5,17	5,48	4,67
	Air 2°C Water 30/35°C	Potenza termica	kw	2,21	3,96	7,59	2,72	4,91	9,45	3,84	7,69	14,93
			COP	4,37	4,57	3,92	4,41	4,52	3,86	4,34	4,60	3,92
	Air -7°C Water 35°C	Potenza termica	kw	1,34	2,70	6,40	1,68	3,35	7,97	2,48	5,94	11,76
			COP	2,78	3,30	3,01	2,73	3,26	2,57	3,04	3,50	3,00
	Air -15°C Water 35°C	Potenza termica	kw	-	2,15	4,85	-	2,80	6,00	1,60	3,99	7,90
			COP	-	2,86	2,71	-	2,84	2,50	2,59	2,98	2,55
	Air 7°C Water 55°C	Potenza termica	kw	2,14	4,35	9,87	2,69	5,45	12,32	4,02	7,72	13,37
			COP	3,24	3,49	3,12	3,15	3,23	2,60	3,33	3,53	2,98
	Air 2°C Water 55°C	Potenza termica	kw	1,78	3,41	7,39	2,24	4,27	9,44	3,54	6,98	12,04
			COP	2,75	2,91	2,55	2,50	2,49	2,24	2,80	2,96	2,59
Air -10°C Water 55°C	Potenza termica	kw	-	2,17	5,66	-	2,91	7,04	1,98	4,53	8,31	
		COP	-	2,04	1,88	-	1,99	1,81	1,74	2,00	1,82	
Raffrescamento	Air 35°C Water 7°C	Potenza frigorifera	kw	1,81	3,83	7,40	2,26	5,07	8,35	3,00	7,00	12,90
			EER	2,59	3,27	2,92	2,47	3,11	2,81	2,75	3,44	3,15
	Air 35°C Water 18°C	Potenza frigorifera	kw	2,61	5,46	8,30	3,26	7,25	8,70	4,00	9,30	13,50
			EER	3,90	4,70	4,20	3,70	4,50	4,00	4,09	4,85	4,58

Esempio 5: i dati di potenza vengono riportati identici a tutte le temperature esterne.

Essendo una macchina con EVI il produttore vuole rafforzare il messaggio di marketing per giustificare la differenza di costo

Decalogo pompe di calore

Regola n. 4 - confronto PDC Vs. PDC - esempi di riporto del dato

		9 kW	12 kW
Kit		KIT-WXC09H3E5	KIT-WXC12H6E5
Capacità in riscaldamento (A +7°C, W 35°C)	kW	9,00	12,00
COP (A +7°C, W 35°C)		4,84	4,74
Capacità in riscaldamento (A +7°C, W 55°C)	kW	9,00	12,00
COP (A +7°C, W 55°C)		2,94	2,88
Capacità in riscaldamento (A +2°C, W 35°C)	kW	9,00	12,00
COP (A +2°C, W 35°C)		3,59	3,44
Capacità in riscaldamento (A +2°C, W 55°C)	kW	9,00	12,00
COP (A +2°C, W 55°C)		2,21	2,19
Capacità in riscaldamento (A -7°C, W 35°C)	kW	9,00	12,00
COP (A -7°C, W 35°C)		2,85	2,72
Capacità in riscaldamento (A -7°C, W 55°C)	kW	9,00	12,00
COP (A -7°C, W 55°C)		2,02	1,92
Capacità in raffreddamento (A 35°C, W 7°C)	kW	7,00	10,00
EER (A 35°C, W 7°C)		3,17	2,81
Capacità in raffreddamento (A 35°C, W 18°C)	kW	7,00	10,00
EER (A 35°C, W 18°C)		5,19	5,13

Esempio 6:

- Macchina con circuito EVI
- I dati di potenza vengono riportati uguali a tutte le temperature esterne
- il produttore vuole rafforzare il messaggio di marketing per giustificare la differenza di costo

Decalogo pompe di calore

Regola n. 4 - confronto PDC Vs. PDC - esempi di riporto del dato

Tabella rese riscaldamento nominali

Taglia	Tw	30			35			40			45			50			55		
	Ta	P _H	P _I	COP _{P_H}	P _H	P _I	COP _{P_H}	P _H	P _I	COP _{P_H}	P _H	P _I	COP _{P_H}	P _H	P _I	COP _{P_H}	P _H	P _I	COP _{P_H}
5	-20	2,41	0,94	2,56	2,40	1,01	2,39	2,39	1,07	2,24	2,38	1,13	2,10	2,36	1,19	1,98	2,33	1,25	1,86
	-15	2,81	0,99	2,83	2,79	1,07	2,62	2,77	1,14	2,44	2,75	1,21	2,27	2,73	1,28	2,13	2,70	1,35	1,99
	-7	3,33	1,04	3,19	3,31	1,14	2,91	3,29	1,23	2,67	3,26	1,32	2,46	3,22	1,41	2,28	3,18	1,50	2,12
	-2	3,70	1,06	3,49	3,67	1,17	3,14	3,64	1,27	2,85	3,60	1,38	2,61	3,56	1,48	2,40	3,51	1,59	2,21
	0	3,92	1,06	3,70	3,89	1,17	3,32	3,86	1,29	3,00	3,82	1,40	2,73	3,77	1,51	2,50	3,72	1,62	2,30
	2	4,25	1,06	4,02	4,21	1,18	3,58	4,17	1,30	3,22	4,13	1,41	2,92	4,08	1,53	2,66	4,02	1,65	2,44
	7	5,55	1,03	5,37	5,51	1,17	4,71	5,45	1,31	4,16	5,38	1,44	3,73	5,31	1,58	3,37	5,23	1,71	3,06
	12	6,33	0,98	6,43	6,26	1,14	5,49	6,19	1,30	4,78	6,12	1,45	4,22	6,03	1,60	3,77	5,92	1,75	3,38
	15	6,83	0,94	7,27	6,76	1,11	6,10	6,68	1,28	5,24	6,59	1,44	4,57	6,49	1,60	4,05	6,38	1,77	3,61

Dati da bollettino tecnico Innova; vengono riportati i dati ad una frequenza nominale con un buon rapporto potenza-efficienza

Decalogo pompe di calore

Regola n. 4 - confronto PDC Vs. PDC - esempi di riporto del dato

Tabella rese riscaldamento massime

	Tw	30			35			40			45			50			55		
Taglia	Ta	P _H	P _I	COP _{P_H}	P _H	P _I	COP _{P_H}	P _H	P _I	COP _{P_H}	P _H	P _I	COP _{P_H}	P _H	P _I	COP _{P_H}	P _H	P _I	COP _{P_H}
5	-20	3,56	1,43	2,50	3,55	1,52	2,34	3,53	1,61	2,19	1,70	3,51	2,06	3,48	1,79	1,94	3,45	1,88	1,83
	-15	4,19	1,52	2,76	4,17	1,63	2,56	4,14	1,74	2,38	1,84	4,11	2,23	4,07	1,95	2,09	4,03	2,06	1,96
	-7	5,14	1,64	3,14	5,11	1,78	2,88	5,07	1,92	2,65	2,05	5,03	2,45	4,98	2,19	2,27	4,91	2,32	2,12
	-2	5,65	1,68	3,35	5,61	1,85	3,04	5,56	2,01	2,77	2,16	5,51	2,54	5,44	2,32	2,35	5,37	2,48	2,17
	0	5,88	1,70	3,47	5,84	1,87	3,13	5,79	2,04	2,84	2,20	5,73	2,60	5,66	2,37	2,39	5,58	2,53	2,20
	2	6,18	1,70	3,63	6,13	1,88	3,26	6,08	2,06	2,95	2,24	6,01	2,69	5,94	2,41	2,46	5,85	2,59	2,26
	7	7,61	1,70	4,49	7,55	1,90	3,96	7,47	2,11	3,54	2,31	7,38	3,19	7,28	2,51	2,90	7,17	2,71	2,65
	12	9,52	1,65	5,76	9,43	1,89	4,99	9,33	2,12	4,40	2,35	9,21	3,91	9,08	2,58	3,52	8,93	2,81	3,18
	15	10,30	1,61	6,41	10,19	1,86	5,48	10,07	2,11	4,77	2,36	9,94	4,21	9,79	2,61	3,75	9,62	2,85	3,37

Dati da bollettino tecnico Innova; vengono riportati i dati a frequenza massima ai fini della scelta della taglia alla temperatura invernale di progetto



Le pompe di calore:

- CAPITOLO 5

Decalogo pompe di calore

Regola n. 5 - Importanza del calcolo dell'edificio

- A. Le pompe di calore non vanno dimensionate senza considerare correttamente il carico dell'edificio, sia in regime invernale che estivo
- B. una pompa di calore sottodimensionata comporta mancanza di comfort
- C. una pompa di calore sovradimensionata comporta eccessivi consumi, bassa efficienza e mancanza di comfort causato da eccessivi ON-OFF
- D. siamo costretti a scegliere la macchina per il regime più gravoso che, almeno per gli edifici isolati, si sta sbilanciando verso il regime estivo



Decalogo pompe di calore

Regola n. 5 - Importanza del calcolo dell'edificio - Compensare lo sbilanciamento

- A. Se la potenza è più alta in regime invernale (es. zona F) è il problema minore, poiché si sceglie la taglia adeguata per il raffrescamento e si prevede un kit resistenze ausiliarie per i momenti di punta in fase invernale
- B. se la potenza è più alta in regime estivo la PDC risulterà sovradimensionata per il regime invernale
- C. il rimedio al punto B. è un adeguato serbatoio inerziale, tanto più grande quanto più sbilanciati sono i due regimi di lavoro
- D. Altre soluzioni sono disponibili in funzione di livelli di potenza in gioco e differenze di potenza nei due regimi
- E. Come vedremo, il serbatoio inerziale è raccomandabile per altri importanti aspetti



Decalogo pompe di calore

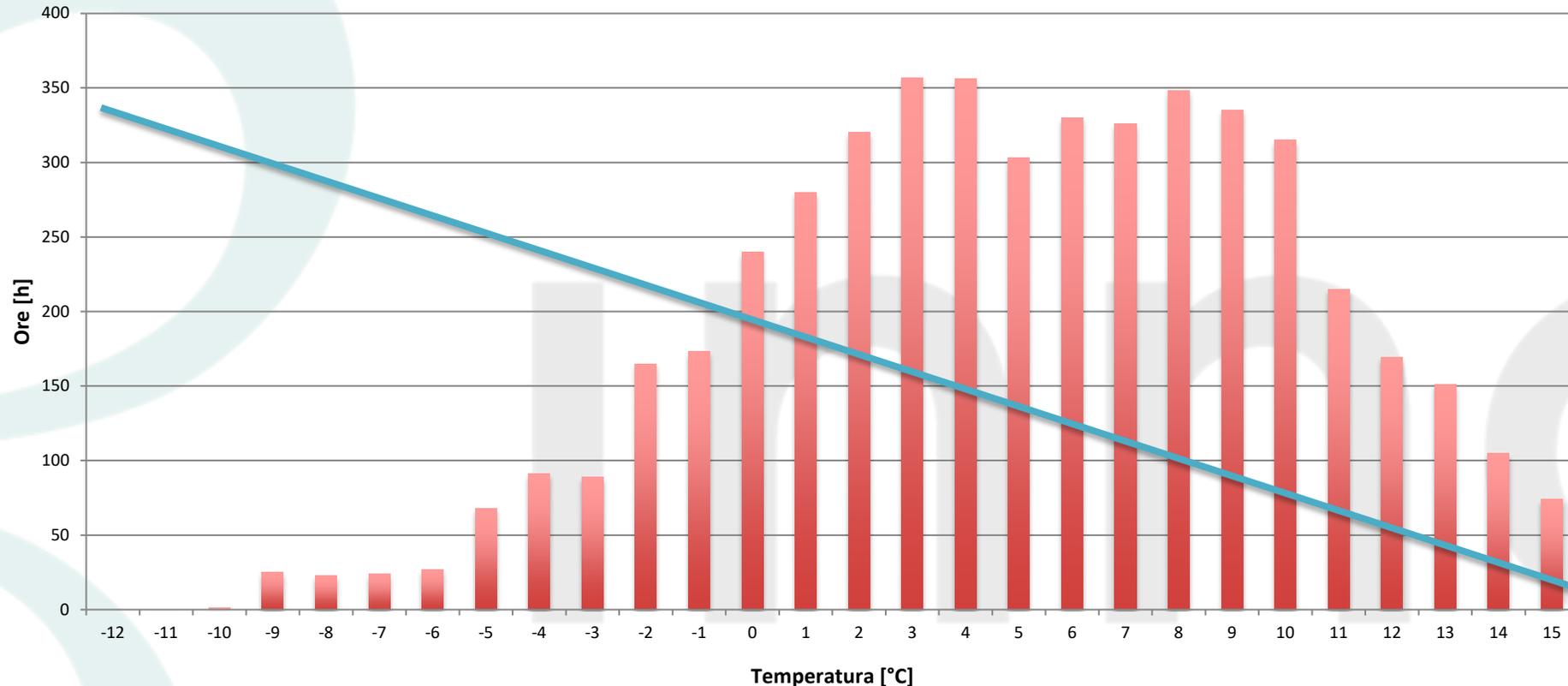
Regola n. 5 - SCOP

- Il COP Stagionale (SCOP) è quello che determina i consumi reali (le bollette pagate dagli utenti).
- Il calcolo si effettua secondo la normativa EN14825 (cui fa riferimento la UNI TS 11300/4).
- Il metodo di calcolo determina il valore di SCOP di una determinata pompa di calore per un determinato profilo di fabbisogno di potenza.
- In sintesi: la stagione di riscaldamento viene suddivisa in quantità di ore (bins) con differenti temperature esterne e di mandata, e per ogni temperatura esterna viene determinato il fabbisogno di potenza.

Decalogo pompe di calore

Regola n. 5 - "nuovo" concetto di dimensionamento

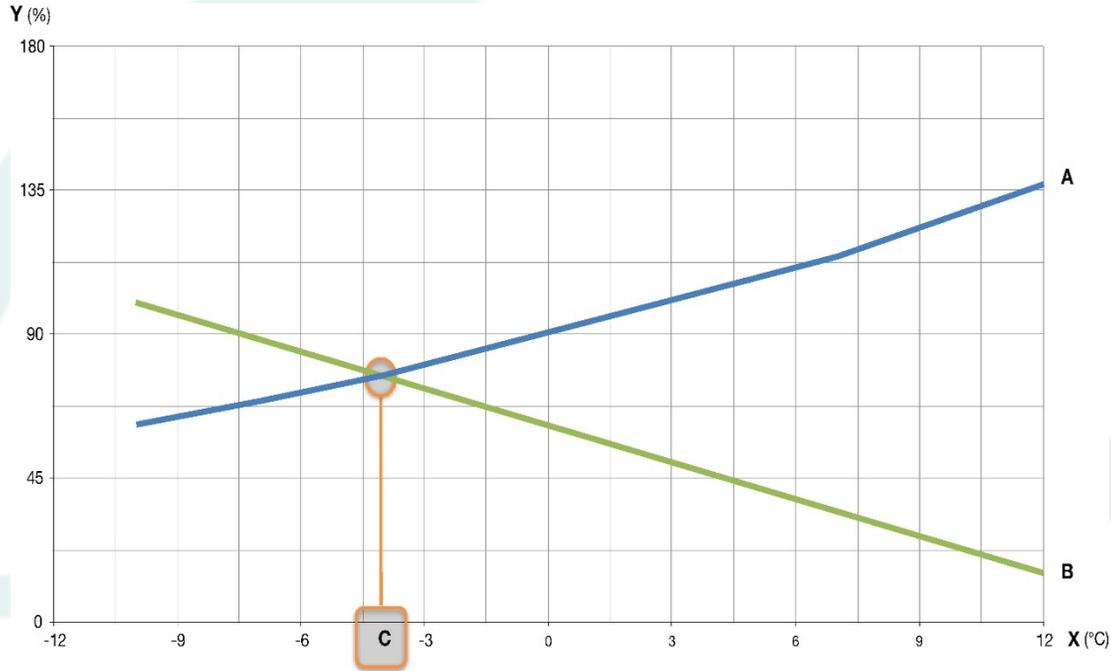
Strasbourg - Average (A)



- La norma UNI EN 14825 stabilisce di provare le macchine in modo che soddisfino il fabbisogno dell'edificio nella maggior parte delle ore dell'anno senza l'ausilio di fonti integrative
- E' stato introdotto il concetto dei BIN per la valutazione del rendimento stagionale (SCOP).

Decalogo pompe di calore

Regola n. 5 - "nuovo" concetto di dimensionamento

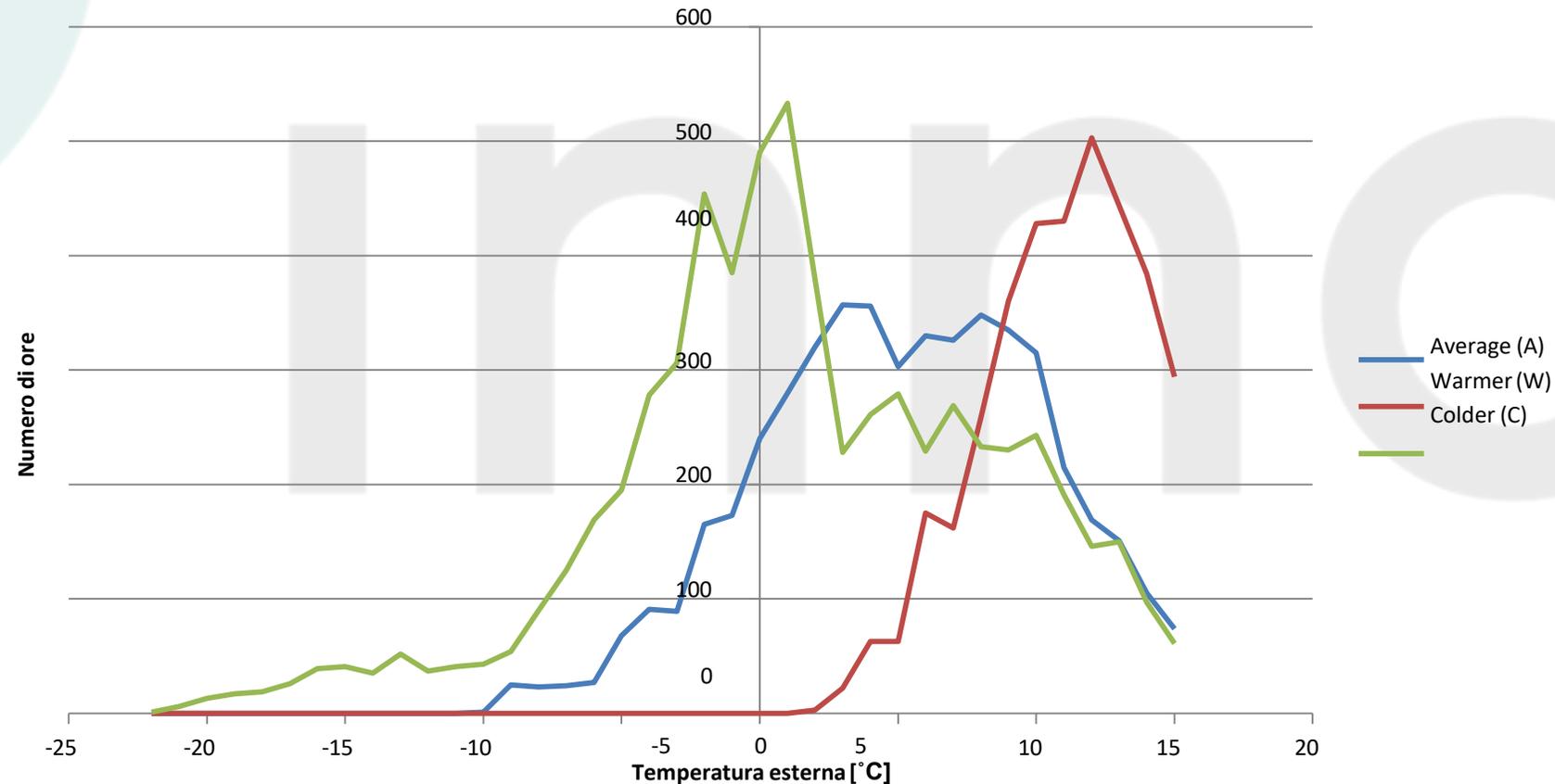


- La condizione che stabilisce l'intervento della fonte integrativa/alternativa è la temperatura bivalente, stabilita da Innova con il valore di -4 °C per il clima medio (punto **C** del grafico).
- La temperatura limite di funzionamento TOL per il clima medio è -10 °C .
- Le pompe di calore Innova sono certificate anche per i climi caldi (temperatura limite $+2\text{ °C}$) e per i climi freddi (temperatura limite -22 °C)
- Nel grafico vediamo un esempio di andamento del fabbisogno dell'edificio (linea **B**), che diminuisce con l'aumentare della temperatura esterna.
- La linea **A** rappresenta l'andamento della resa di una pompa di calore aria-acqua a frequenza costante.
- Le pompe di calore INNOVA, con l'ausilio del compressore DC inverter di ultima generazione e dell'efficacia della regolazione Innova, sono in grado di seguire l'andamento del fabbisogno dell'edificio diminuendo la frequenza di lavoro al diminuire del carico.

Decalogo pompe di calore

Regola n. 5 - "nuovo" concetto di dimensionamento

Per mettere a confronto macchine diverse, vengono definiti tre profili climatici standard (Medio, Caldo, Freddo) con cui calcolare il valore di SCOP per la classificazione delle etichette energetiche obbligatorie dal 26 settembre 2015 per generatori di calore ≤ 70 kW secondo la Direttiva 125/2009 ErP (Eco Design).



Fonte: Calculation of SCOP for heat pumps according to EN 14825 – Pia Rasmussen – Danish Technological Institute



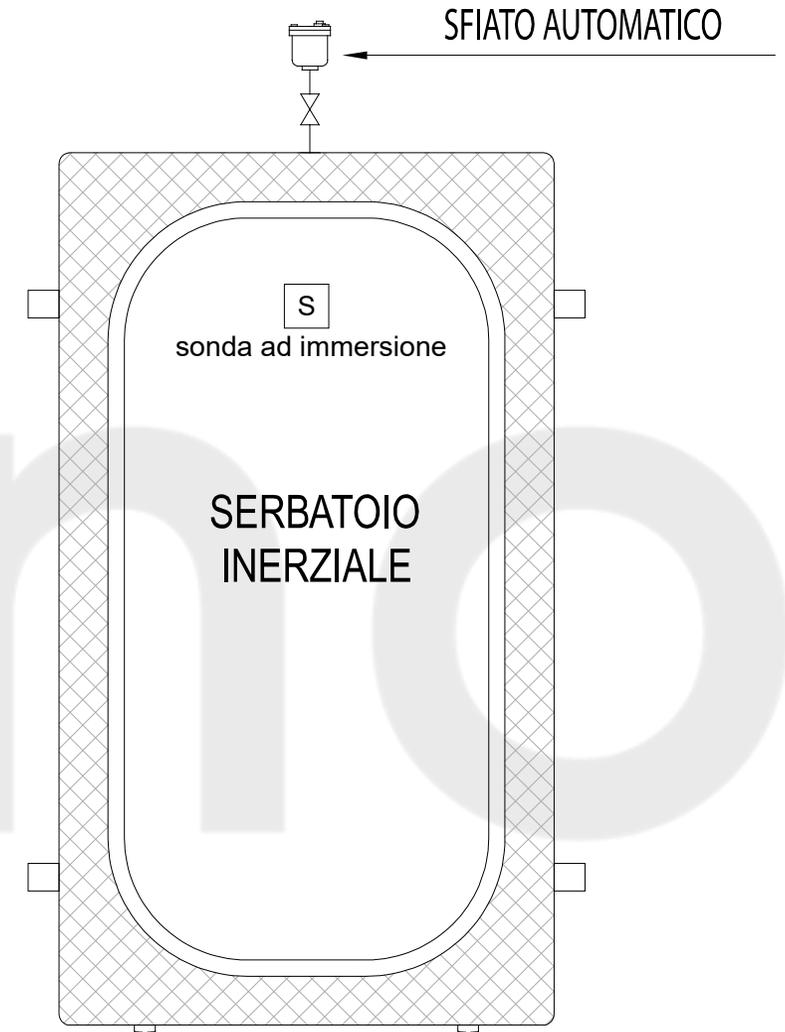
Le pompe di calore:

- CAPITOLO 6

Decalogo pompe di calore

Regola n. 6 - Volume d'acqua impianto - minimo per pompa di calore

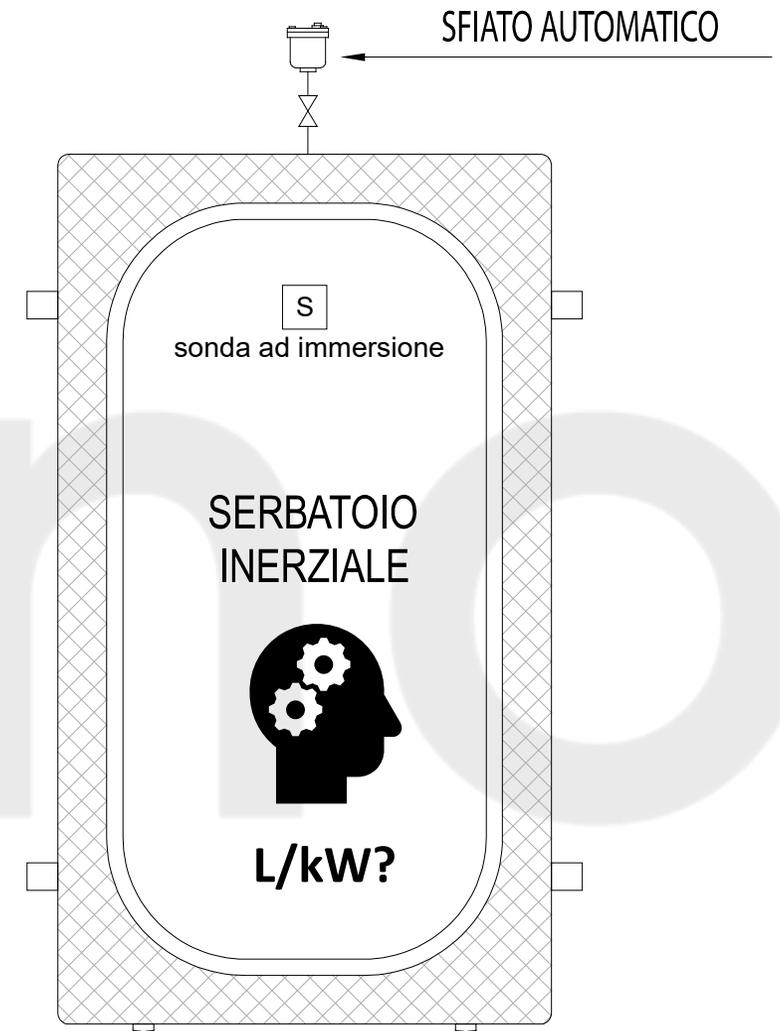
- A. Per il corretto funzionamento della PDC bisogna rispettare il contenuto minimo d'acqua di impianto riportata nei cataloghi e bollettini tecnici
- B. Normalmente per PDC con compressore inverter di ultima generazione il quantitativo è di circa 4-5 L/kW (con compressori on-off era di circa 20 L/kW)
- C. questo volume deve essere disponibile considerando la peggior condizione di esercizio (apertura parziale dei circuiti dell'impianto)
- D. purtroppo questi dati forniti dai produttori si occupano della sola tutela della pompa di calore, che viene confusa con i fabbisogni dell'impianto



Decalogo pompe di calore

Regola n. 6 - Volume d'acqua impianto - corretto per impianto

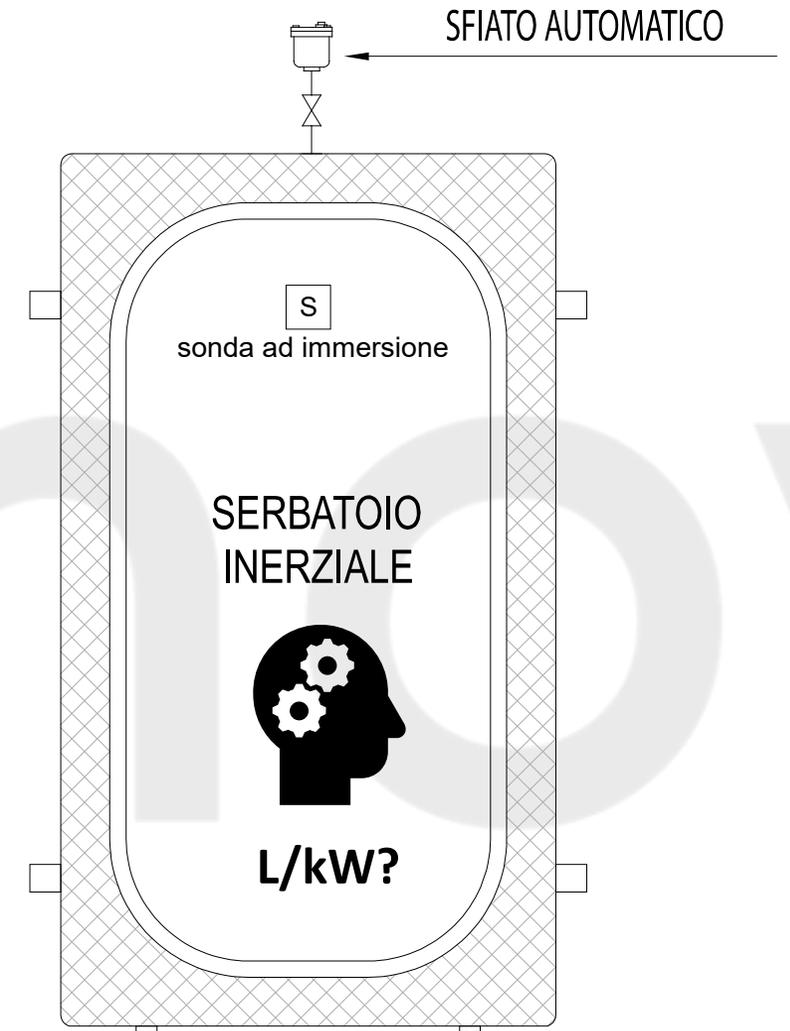
- E. Con le indicazioni precedenti i produttori si tutelano da guasti della PDC, ma non si preoccupano, con questo dato, del comfort ambientale e dell'efficienza del sistema macchina-impianto
- F. le PDC, per quanto siano modulanti, non possono variare la frequenza in tempo reale per questioni tecniche (ritorno dell'olio)
- G. questo comporta il possibile spegnimento della macchina per raggiungimento set-point anche in condizioni di carico parziale superiore al minimo di modulazione della macchina
- H. l'unico modo per evitarlo è dare alla macchina il tempo di ridurre la frequenza



Decalogo pompe di calore

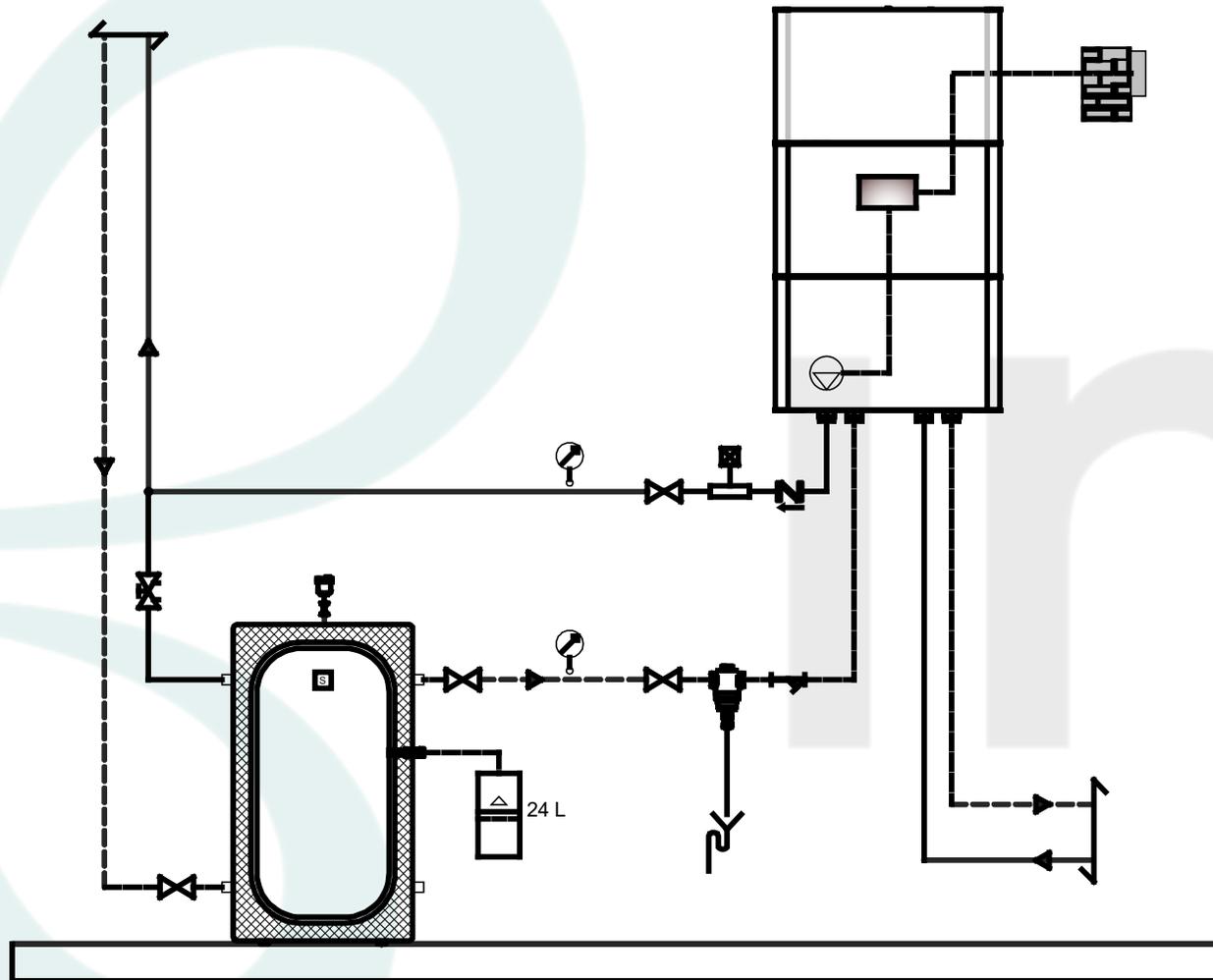
Regola n. 6 - Volume d'acqua impianto - corretto per impianto

- I. questo si traduce in aumento del volume d'acqua nell'impianto
- J. l'esperienza ci riporta, per ragioni legate all'impianto, ad un volume ideale di 20 L/kW
- K. sebbene sembra una raccomandazione contro tendenza, tale provvedimento porta i seguenti principali vantaggi, legati al fatto che la macchina rimane accesa in modo continuativo modulando:
 - risparmio energetico dovuto alla riduzione degli on-off
 - temperatura di lavoro costante, importante in funzionamento invernale e soprattutto in funzionamento estivo (l'acqua a 7-8 °C costanti ai fancoils significa maggior resa e soprattutto maggior deumidificazione)
 - continuità di funzionamento in impianto durante la produzione di ACS



Decalogo pompe di calore

Regola n. 6 - Serbatoi inerziali - schemi di connessione

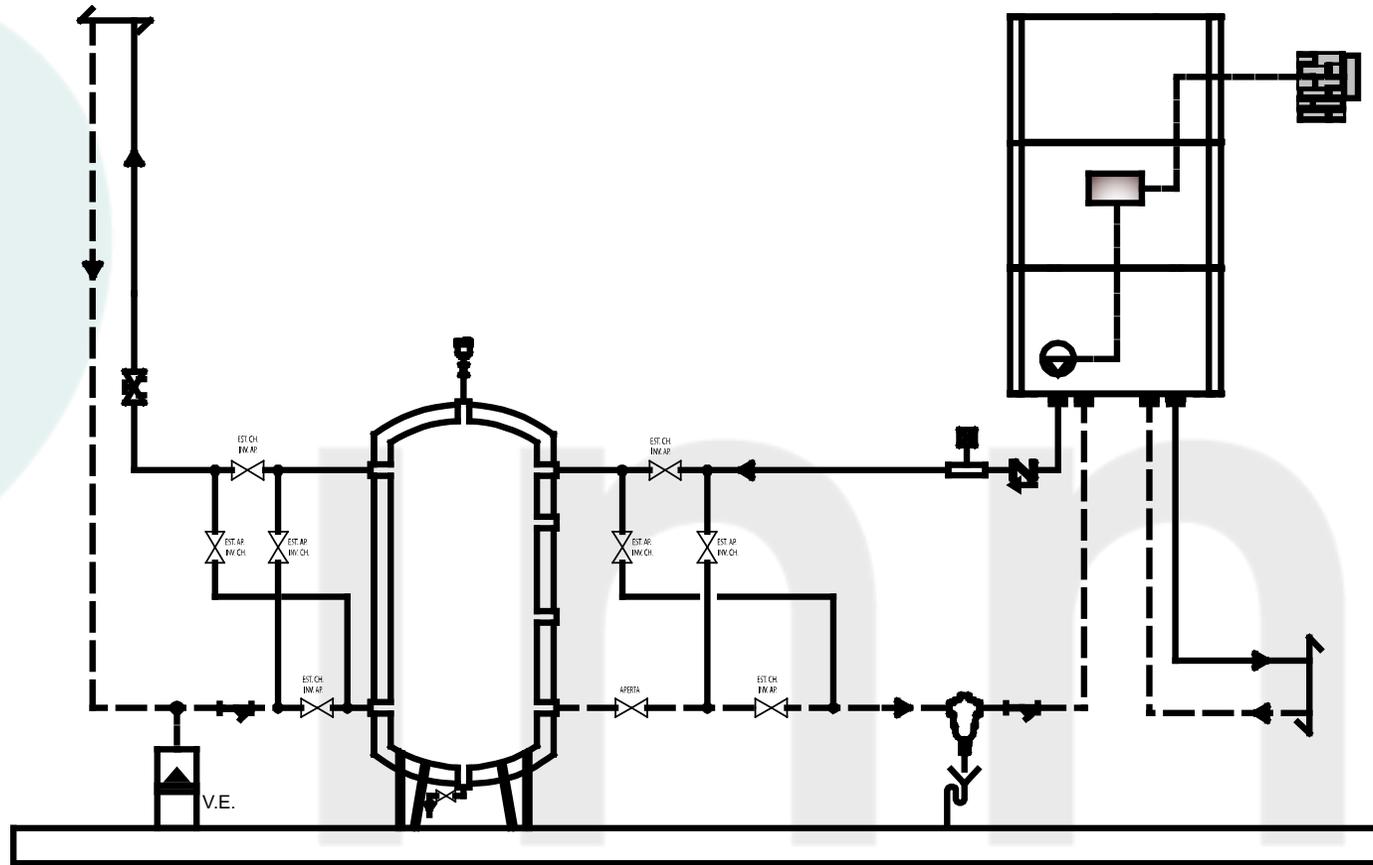


CONNESSIONE A TRE TUBI

- è un'evoluzione della pura connessione in serie sul ritorno
- viene aggiunto un by-pass per consentire la separazione tra circuito primario e secondario, con relativi vantaggi
- Nota: se si lavora solo con la pompa di circolazione primaria il by-pass non è necessario

Decalogo pompe di calore

Regola n. 6 - Serbatoi inerziali - schemi di connessione



CONNESSIONE A 4 TUBI

- L'utilizzo è duplice: serbatoio inerziale e compensatore idraulico
- Raccomandato l'impiego di valvole di commutazione per invertire la stratificazione tra regime invernale ed estivo



Le pompe di calore:

- CAPITOLO 7

Decalogo pompe di calore

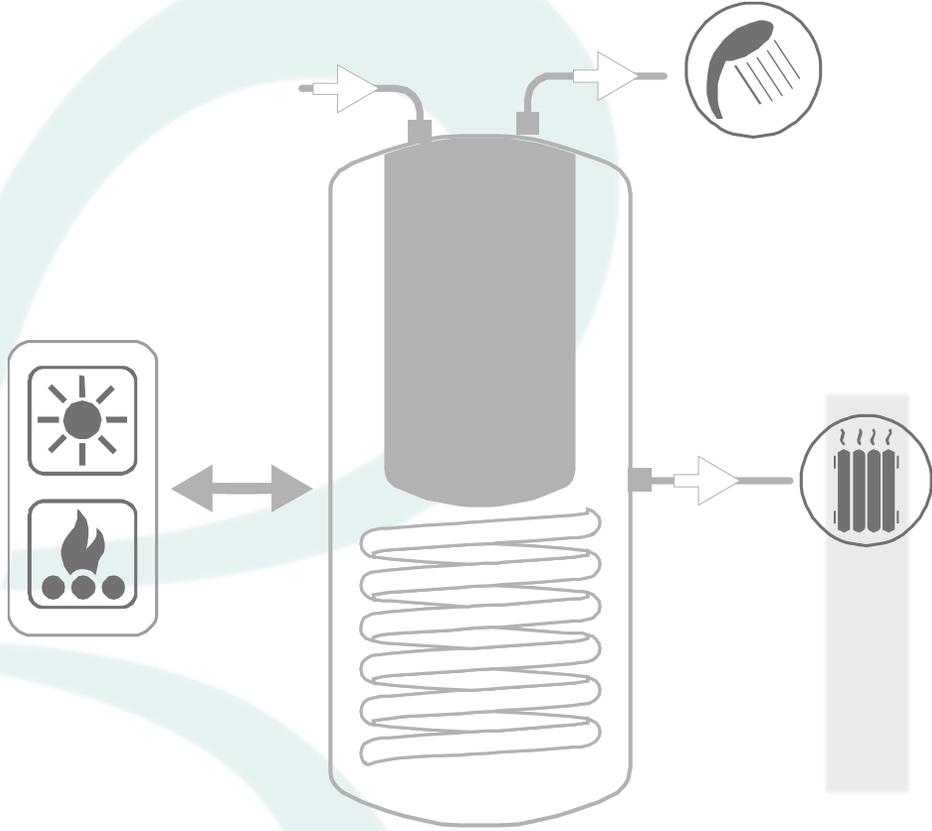
Regola n. 7 - Produzione ACS - regole generali per una maggior efficienza



- La produzione ACS incide molto sul coefficiente di prestazione stagionale globale, soprattutto in edifici isolati dove in percentuale l'incidenza del riscaldamento crolla.
- Per garantirne la riuscita è necessario lavorare con una temperatura di mandata più bassa possibile anche durante la produzione di acqua calda.
- Il modo migliore per raggiungere l'obiettivo è quello di lavorare con il bollitore cedendo calore direttamente all'acqua primaria del bollitore stesso (volume tecnico).
- Vediamo di seguito una carrellata di modalità di lavoro dei bollitori.

Decalogo pompe di calore

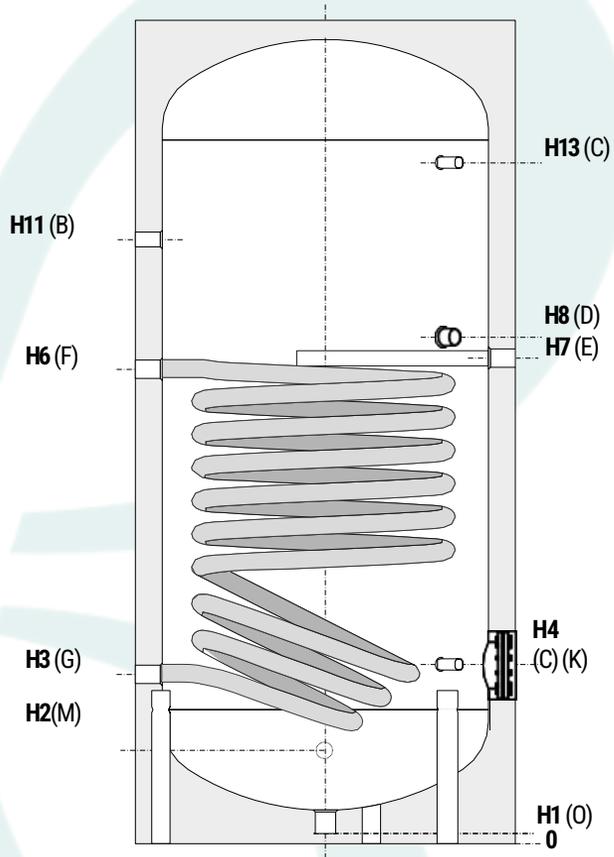
Regola n. 7 - Produzione ACS - Bollitore Tank in Tank e ad intercapedine



- L'acqua calda è contenuta in un contenitore immerso nell'accumulo principale che viene riscaldato da uno o più generatori
- E' un bollitore concepito per lavorare con generatori ad alta temperatura.
- Il tipo di scambio termico è statico.
- Richiede elevati ΔT per portare in temperatura il contenitore ACS
- Richiede cicli anti legionella
- Le stesse indicazioni valgono per quelli ad intercapedine
- Da evitare con le pompe di calore

Decalogo pompe di calore

Regola n. 7 - Produzione ACS - Bollitore in accumulo a serpentino



A	Uscita acqua calda sanitaria 1"1/4 Gas
B	Connessione per ricircolo
C	Connessione per strumentazione 1/2" Gas F
D	Connessione per integrazione elettrica 1/2" Gas F
E	Connessione per anodo di magnesio 1"1/4 Gas F
F	Ingresso scambiatore inferiore 1"1/4 Gas F
G	Uscita scambiatore inferiore 1"1/4 Gas F
K	Flangia di ispezione
M	Ingresso acqua sanitaria
O	Scarico 1" 1/4 F

- L'acqua calda è contenuta nell'accumulo principale che viene riscaldato da uno o più generatori
- Il tipo di scambio termico è convettivo, con moto generato dalla differenza di temperatura tra acqua del serpentino e acqua del bollitore.
- Richiede elevati ΔT per portare in temperatura il contenitore ACS con scambiatori di superficie inferiore a 2 m²
- Richiede cicli antilegionella
- Da evitare con le pompe di calore

Decalogo pompe di calore

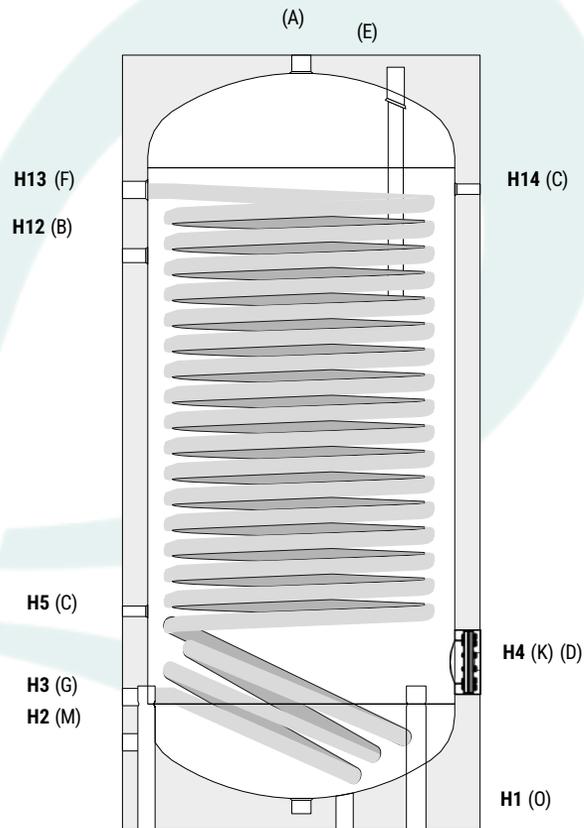
Regola n. 7 - Produzione ACS - considerazione sui bollitori tradizionali

- Con i due tipi di bollitori illustrati la pompa di calore deve lavorare con mandata molto più elevata dell'acqua accumulata, a causa del tipo di scambio che richiede l'innescò del moto convettivo naturale, tanto più rapido quanto più alto è il ΔT tra serpentino primario e accumulo di ACS;
- ipotizzando 10 K di ΔT l'acqua deve uscire dallo scambiatore della PDC a 55 °C se vogliamo l'accumulo a 45 °C; con ΔT inferiori avrei tempi di ripristino molto lunghi!
- per la pompa di calore significa lavorare con un COP equivalente all'efficienza di una caldaia a condensazione già a 45 °C in accumulo

	T. a	30			35			40			45			50			55		
mod.	T. ae	PH	PA	COP	PH	PA	COP	PH	PA	COP	PH	PA	COP	PH	PA	COP	PH	PA	COP
9	-20	3,21	1,64	1,96	3,11	1,85	1,68	3,02	2,11	1,43	2,92	2,40	1,21	2,81	2,75	1,02	2,71	2,65	1,02
	-15	3,75	1,55	2,41	3,64	1,75	2,08	3,53	1,99	1,77	3,41	2,27	1,50	3,29	2,60	1,26	3,17	2,98	1,06
	-7	5,00	1,49	3,37	4,86	1,67	2,90	4,71	1,91	2,47	4,55	2,18	2,09	4,39	2,49	1,76	4,23	2,85	1,48
	-2	6,03	1,49	4,04	5,85	1,68	3,48	5,68	1,91	2,97	5,48	2,18	2,51	5,29	2,50	2,12	5,10	2,86	1,78
	0	6,49	1,50	4,32	6,30	1,69	3,72	6,12	1,93	3,17	5,91	2,20	2,68	5,69	2,52	2,26	5,49	2,89	1,90
	2	6,98	1,52	4,59	6,78	1,71	3,96	6,58	1,95	3,37	6,35	2,23	2,85	6,13	2,55	2,40	5,91	2,92	2,02
	7	8,34	1,59	5,25	8,10	1,79	4,52	7,86	2,04	3,85	7,59	2,33	3,26	7,32	2,67	2,75	7,06	3,05	2,31
	12	9,88	1,69	5,84	9,59	1,91	5,03	9,31	2,17	4,28	8,99	2,48	3,63	8,67	2,84	3,05	8,37	3,25	2,57
	15	10,90	1,77	6,15	10,58	2,00	5,30	10,27	2,28	4,51	9,92	2,60	3,82	9,57	2,97	3,22	9,23	3,41	2,71
20	12,74	1,93	6,59	12,37	2,18	5,68	12,01	2,48	4,83	11,59	2,83	4,09	11,18	3,24	3,45	10,78	3,72	2,90	

Decalogo pompe di calore

Regola n. 7 - Produzione ACS - Bollitore in accumulo a serpentino maggiorato

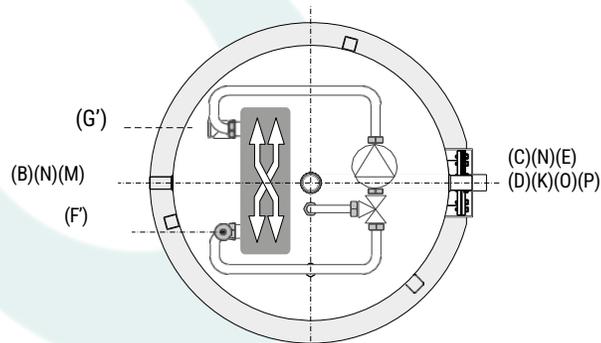
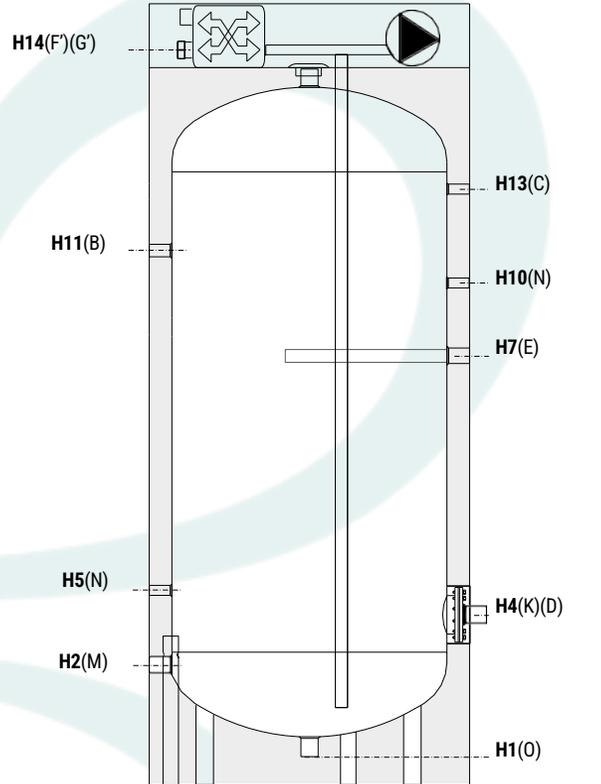


A	Uscita acqua calda sanitaria
B	Connessione per ricircolo
C	Connessione per strumentazione 1/2" Gas F
D	Connessione per integrazione elettrica
E	Connessione per anodo di magnesio 1"1/4 Gas F
F	Ingresso circuito primario 1"1/4 Gas F
G	Uscita circuito primario 1"1/4 Gas F
K	Flangia di ispezione
M	Ingresso acqua sanitaria
O	Scario 1"1/4 Gas F (per modello 800)
P	Scario per > 500 L 3/4" Gas F

- L'acqua calda è contenuta nell'accumulo principale che viene riscaldato da uno o più generatori
- Il tipo di scambio termico è convettivo, con moto generato dalla differenza di temperatura tra acqua del serpentino e acqua del bollitore.
- Con superfici di serpentino adeguate, maggiori di 2 m², richiede ΔT moderati per portare in temperatura il contenitore ACS
- Richiede cicli antilegionella
- Ammissibile con pompe di calore; raccomandato se le superfici di scambio sono maggiori di 3 m²

Decalogo pompe di calore

Regola n. 7 - Produzione ACS - Istantanea con scambiatore esterno

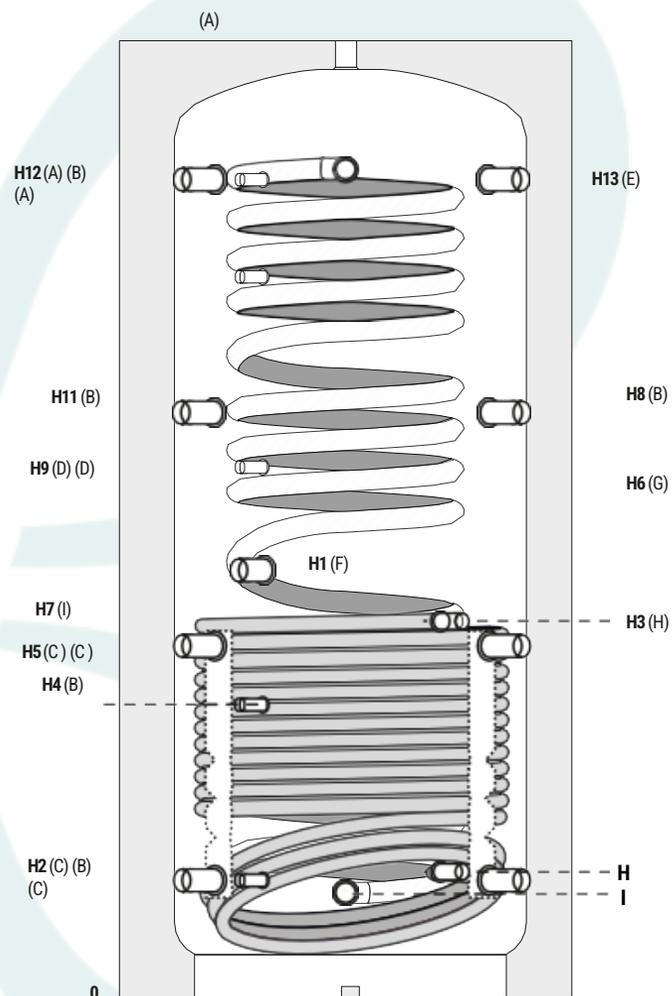


A	Uscita acqua calda sanitaria 1"1/4 Gas
B	Connessione per ricircolo 1" Gas
C.	Connessione per Termometro 1/2" Gas
F	
D.	Connessione per integrazione elettrica
E	Connessione per anodo di magnesio
E	1"1/4 Gas F
F'	Ingresso circuito primario
G'	Uscita circuito primario
K	Flangia di ispezione
M	Ingresso acqua sanitaria 1" Gas
N	Connessione per strumentazione 1/2" Gas
O	Scarico
P	Scarico (solo su modelli > 500)

- L'acqua calda viene prodotta istantaneamente mediante apposito scambiatore a piastre posizionato esternamente ad un serbatoio di acqua tecnica
- Il tipo di scambio termico è convettivo, con moto generato da un circolatore aggiuntivo.
- Non richiede alti ΔT tra il primario della PDC e il serbatoio d'acqua tecnica
- Non richiede cicli antilegionella
- Raccomandato l'abbinamento con le pompe di calore

Decalogo pompe di calore

Regola n. 7 - Produzione ACS - Istantanea con scambiatore immerso Pipe in tank



A	Mandata riscaldamento/dal generatore/sfiato 1"1/2 Gas F
B	Sonda 1/2" Gas F
C	Ritorno riscaldamento/al generatore.
D	Mandata riscaldamento/dal generatore 1"1/2 Gas F
E	Uscita acqua calda sanitaria 1" Gas
F	Ingresso acqua sanitaria 1" Gas M
G	Ingresso scambiatore fisso 1" Gas F
	Uscita scambiatore fisso 1" Gas
	Connessione per integrazione elettrica 1"1/2 Gas

- L'acqua calda viene prodotta istantaneamente mediante apposito scambiatore a piastre posizionato esternamente ad un serbatoio di acqua tecnica
- Il tipo di scambio termico è convettivo, con moto generato da un circolatore aggiuntivo.
- Non richiede alti ΔT tra il primario della PDC e il serbatoio d'acqua tecnica
- Non richiede cicli antilegionella
- Raccomandato l'abbinamento con le pompe di calore

Decalogo pompe di calore

Regola n. 7 - Produzione ACS - considerazioni di efficienza

- Con gli ultimi serbatoi illustrati i volumi d'acqua erogabili e la velocità di ripristino sono le maggiori qualità immediatamente riscontrabili dall'utente, senza ricorrere a temperature di mantenimento elevate (solitamente non superiori a 45-46 °C).
- avendo un accumulo generoso e un serpentino di produzione adeguato la temperatura di mandata dallo scambiatore della PDC sarà molto vicino al volume d'acqua tecnica;
- per la pompa di calore significa il 40% di consumo energetico in più durante la produzione di acqua calda (es. $3,26 : 2,31 = 1,41$)
- il tempo di ripristino sarà molto più rapido grazie al moto convettivo forzato all'interno del serbatoio

	T. a	30			35			40			45			50			55		
mod.	T. ae	PH	PA	COP															
9	-20	3,21	1,64	1,96	3,11	1,85	1,68	3,02	2,11	1,43	2,92	2,40	1,21	2,81	2,75	1,02	2,71	2,65	1,02
	-15	3,75	1,55	2,41	3,64	1,75	2,08	3,53	1,99	1,77	3,41	2,27	1,50	3,29	2,60	1,26	3,17	2,98	1,06
	-7	5,00	1,49	3,37	4,86	1,67	2,90	4,71	1,91	2,47	4,55	2,18	2,09	4,39	2,49	1,76	4,23	2,85	1,48
	-2	6,03	1,49	4,04	5,85	1,68	3,48	5,68	1,91	2,97	5,48	2,18	2,51	5,29	2,50	2,12	5,10	2,86	1,78
	0	6,49	1,50	4,32	6,30	1,69	3,72	6,12	1,93	3,17	5,91	2,20	2,68	5,69	2,52	2,26	5,49	2,89	1,90
	2	6,98	1,52	4,59	6,78	1,71	3,96	6,58	1,95	3,37	6,35	2,23	2,85	6,13	2,55	2,40	5,91	2,92	2,02
	7	8,34	1,59	5,25	8,10	1,79	4,52	7,86	2,04	3,85	7,59	2,33	3,26	7,32	2,67	2,75	7,06	3,05	2,31
	12	9,88	1,69	5,84	9,59	1,91	5,03	9,31	2,17	4,28	8,99	2,48	2,62	8,67	2,84	3,05	8,37	3,25	2,57
	15	10,90	1,77	6,15	10,58	2,00	5,30	10,27	2,28	4,51	9,92	2,60	3,82	9,57	2,97	3,22	9,23	3,41	2,71
	20	12,74	1,93	6,59	12,37	2,18	5,68	12,01	2,48	4,83	11,59	2,83	4,09	11,18	3,24	3,45	10,78	3,72	2,90

Decalogo pompe di calore

Regola n. 7 - Produzione ACS - considerazioni tecnico-commerciali



- Il maggior volume richiesto dalla soluzione in acqua tecnica si ripaga abbondantemente in termini di efficienza e velocità di ripristino



- la velocità di ripristino consente minori pause di lavoro del lato impianto



- Impostando correttamente i valori di isteresi si possono limitare le partenze della PDC per ACS ad 1-2 al giorno (di cui una di notte)



- Non si rende tecnicamente necessario il ricorso a PDC dedicate al sanitario



- Con un'unica PDC più efficiente si risparmiano anche costi di installazione e manutenzione, nonché spazi



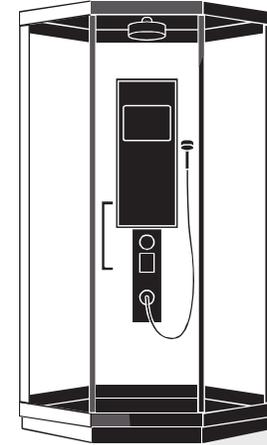
Le pompe di calore:

- CAPITOLO 8

Decalogo pompe di calore

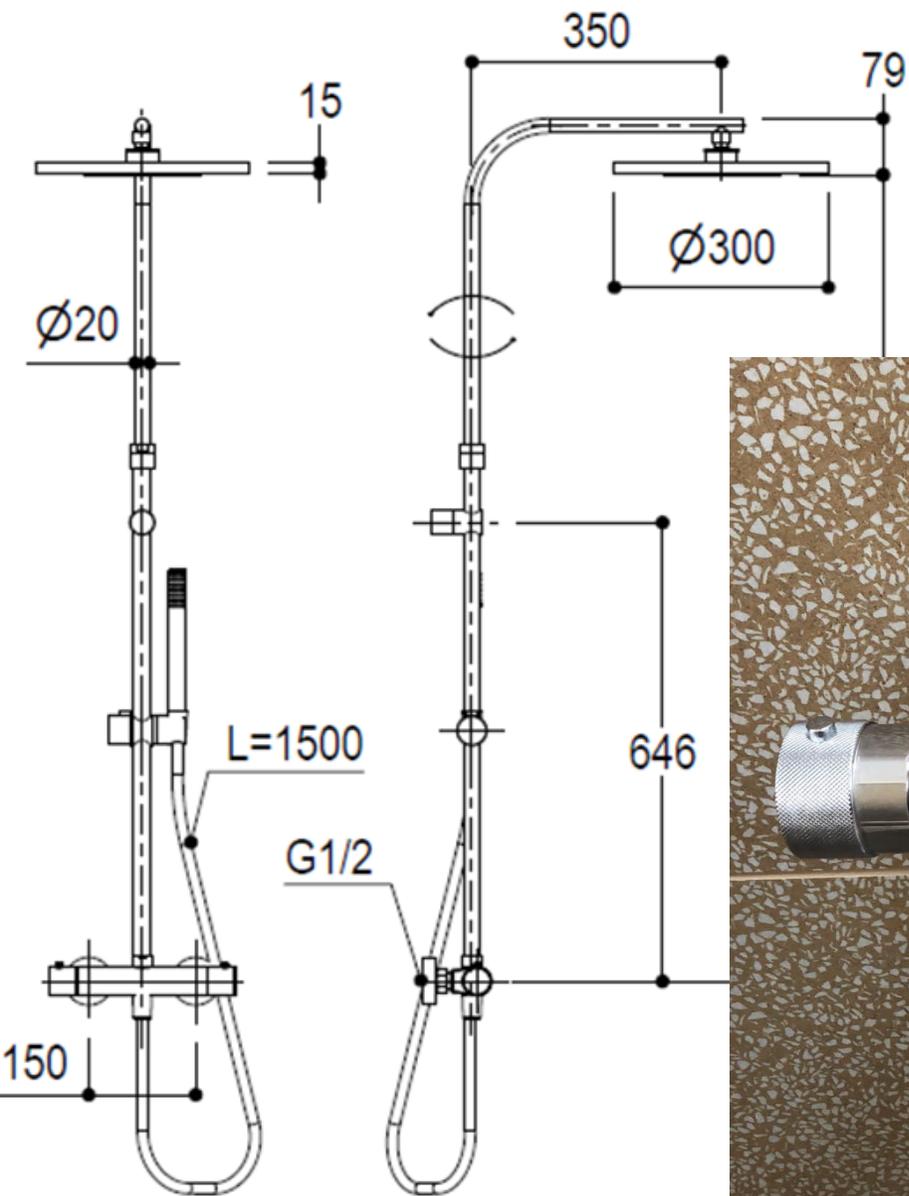
Regola n. 8 - Volume accumulo ACS e temperatura

- Su edifici isolati (e non solo) l'argomento a cui fare attenzione è la produzione ACS, non più il riscaldamento
- in ordine di importanza, salvo località montane, si considerano, in ordine di priorità:
 - ✓ 1- ACS
 - ✓ 2- Raffrescamento
 - ✓ 3- Riscaldamento;
- Primo dato di ingresso da chiedere al committente: tipo rubinetteria ed utilizzi
- Docce ad alta portata e vasche richiedono la massima attenzione, sia per i consumi che per la fattibilità tecnica



Decalogo pompe di calore

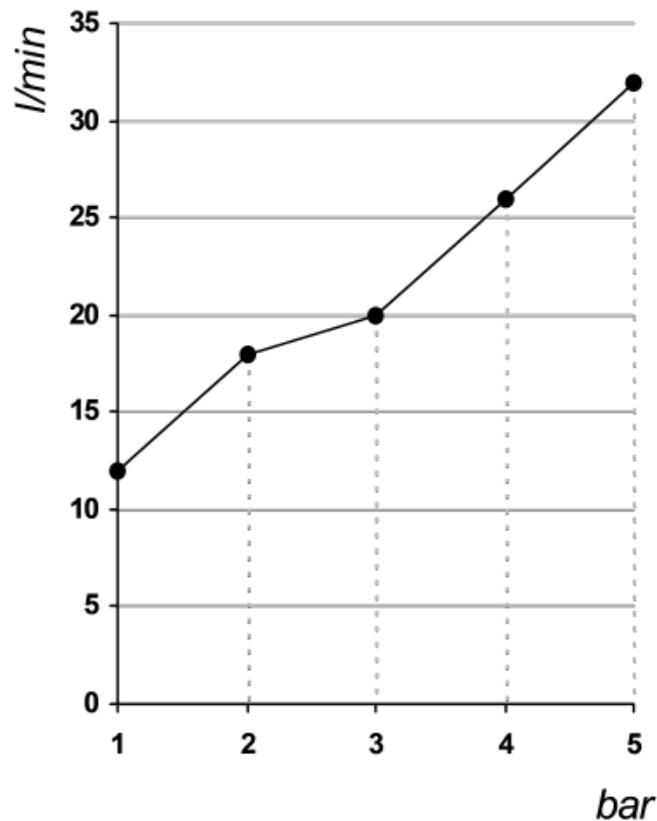
Verifica preliminare esigenze dell'utente; miscelatori termostatici



Decalogo pompe di calore

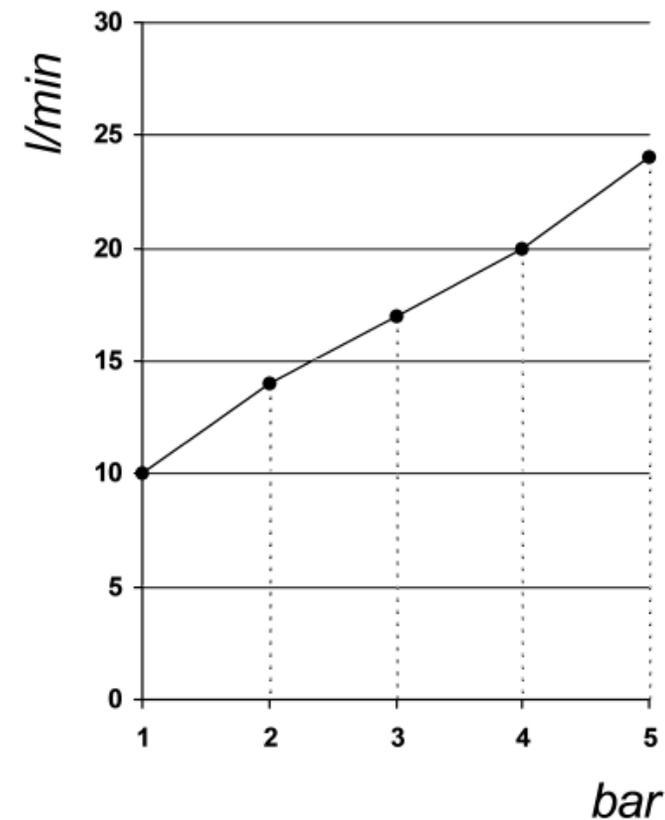
Portate richieste
e relative conseguenze

Soffione / Shower head



bar	1	2	3	4	5
l/min	12	18	20	26	32

Doccetta / Hand shower

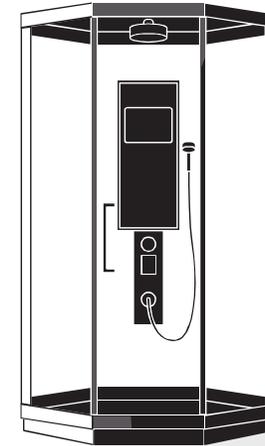


bar	1	2	3	4	5
l/min	10	14	17	20	24

Decalogo pompe di calore

Regola n. 8 - Volume accumulo ACS - vantaggi economici

- Una doccia da 60 L richiede un'energia di 2 kWh circa (acquedotto a 10 °C, utilizzo a 38 °C)
- Considerando diversi volumi di bollitori, in regime statico senza contributo della PDC, significa che:
 - ✓ in un bollitore da 200 L devo avere una temperatura di stoccaggio di almeno 48 °C
 - ✓ in un bollitore da 500 L si può partire da 42,5 °C
 - ✓ in un bollitore da 800 L da 41,5 °C;
- DA 48 °C a 41,5 °C ho una differenza di consumo del 20% (3-3,5% di maggior consumo per ogni grado in più)
- Con il contributo della PDC si possono "guadagnare" 2÷5 °C secondo la potenza della macchina



Decalogo pompe di calore

Regola n. 8 - Volume accumulo ACS - vantaggi economici

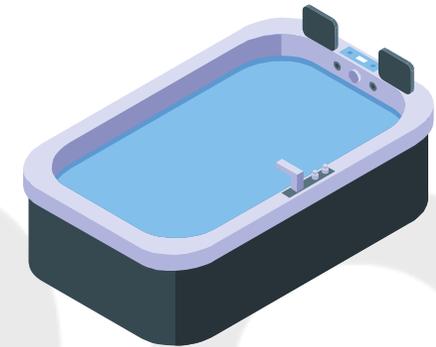
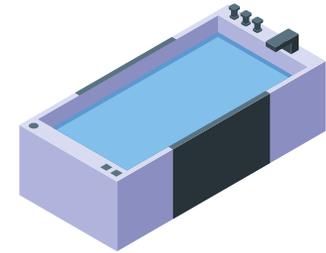
- la condizione peggiore si ha con le vasche
- Considerando una vasca da 150 L o una doccia da 25 L/min per 7 min (4,9 kWh), in regime statico senza contributo della PDC, significa che:
 - ✓ in un bollitore da 200 L devo avere una temperatura di stoccaggio di almeno 60 °C
 - ✓ in un bollitore da 500 L si può partire da 47,5 °C
 - ✓ in un bollitore da 800 L da 44,3 °C;
- DA 60 °C a 44,3 °C ho una differenza di consumo del 50%!
- Con il contributo della PDC si possono "guadagnare" 2÷5 °C secondo la potenza della macchina



Decalogo pompe di calore

Regola n. 8 - Volume accumulo ACS - opportunità tecniche

- considerando i dati precedenti si evince che con una vasca da 150 L siamo al limite dell'utilizzo con serbatoio da 200 L
- Con la PDC con bollitore integrato (3in1 e Støne T1) non è possibile andare oltre tale limite salvo lavorare con le resistenze, modalità energivora da impiegare in caso di emergenza e/o incompienze durante la progettazione
- aumentando il volume dei bollitori/serbatoi si possono soddisfare utilizzi quali: docce ad alta portata, vasche doppie e mini piscine
- Queste utenze non sono compatibili con gli scaldacqua in pompa di calore e il ripristino dura qualche ora.



Decalogo pompe di calore

Regola n. 8 - Volume accumulo ACS - conclusioni

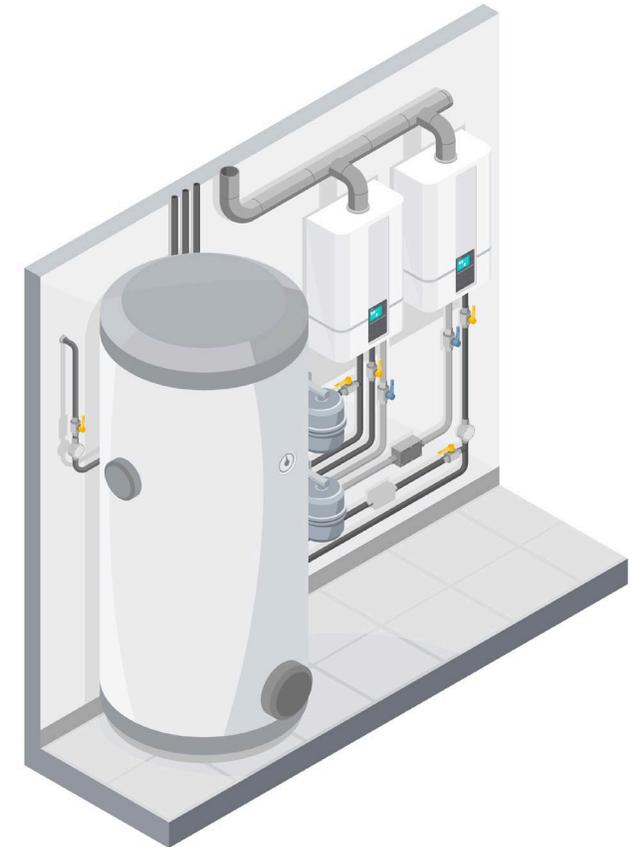
• considerando i dati precedenti si evince che con una vasca da 150 L siamo al limite dell'utilizzo con serbatoio da 200 L

• Con le PDC 3in1 e Støne T1 è possibile andare oltre tale limite solo con resistenze, modalità energivora da impiegare in caso di emergenza e/o incomprensioni durante la progettazione

• aumentando il volume dei bollitori/serbatoi si possono soddisfare utilizzi quali: docce ad alta portata, vasche doppie e mini piscine

• Queste utenze non sono compatibili con gli scaldi acqua in pompa di calore e il ripristino dura qualche ora

• Il vano tecnico si rende necessario





Le pompe di calore:

- CAPITOLO 9

Decalogo pompe di calore

Regola n. 9 - La portata d'acqua ai terminali - Perché è importante?

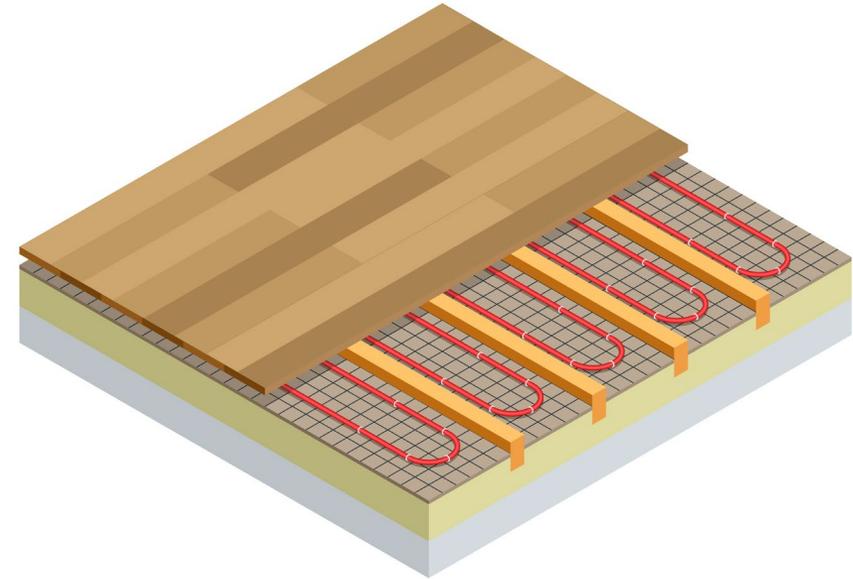
Esaminiamo i tre terminali più frequenti: radiante, convettivo con radiatori e convettivo forzato con fancoils. Cominciamo con il radiante

Con l'impianto radiante la pompa di calore è sempre conveniente in quanto la temperatura di mandata è sempre molto bassa

Il range di lavoro è compreso tra 24 °C ed è sempre inferiore a 40 °C: per norma non si può superare la temperatura superficiale al pavimento di 29 °C

La portata ai singoli circuiti varia da poche decine di L/h fino al massimo di 100 L/h (impianti residenziali)

Nessuna attenzione particolare richiesta



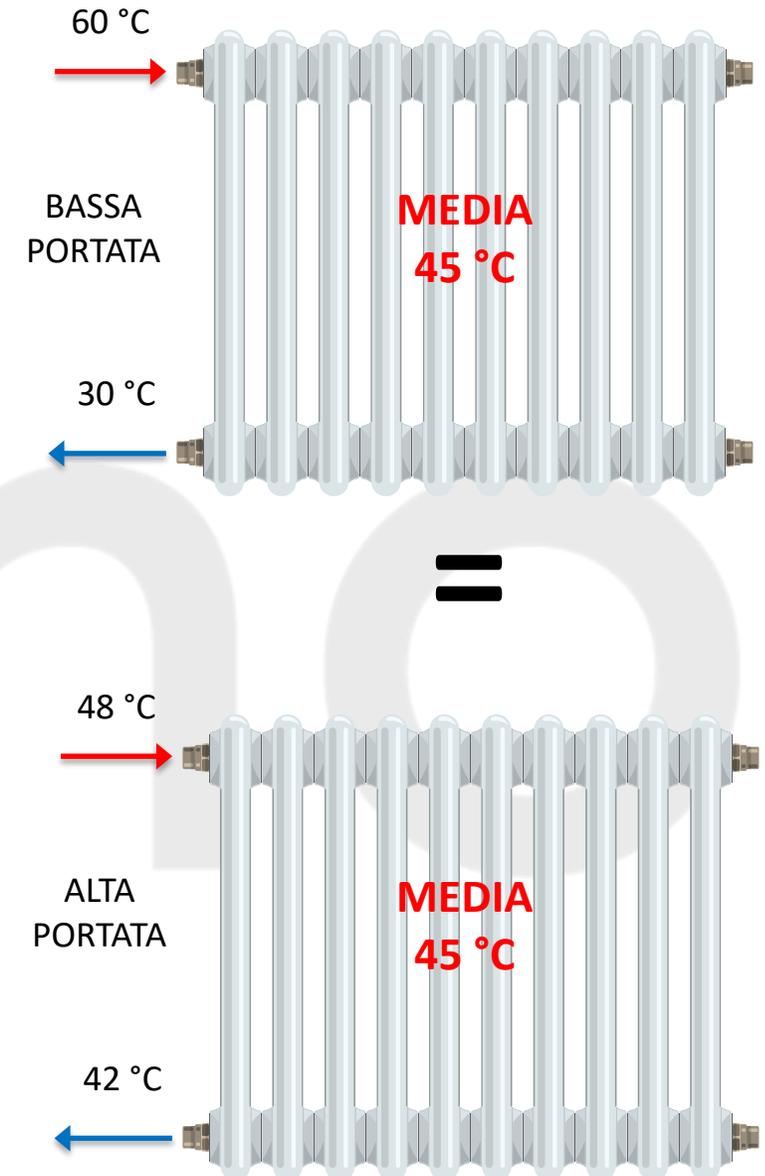
Decalogo pompe di calore

Regola n. 9 - La portata d'acqua ai terminali - Perché è importante?

Con i radiatori l'analisi si complica e si può intervenire in più modi:

1. sostituire il radiatore con un fancoil: a parità di temperatura di mandata e dimensioni, il fancoil ha una potenza maggiore
2. Se non si può/vuole sostituire, lo si deve far lavorare a condizioni diverse, ricordando che la resa dello stesso è proporzionale al ΔT tra la sua temperatura superficiale media e la temperatura dell'aria ambiente.

La stessa temperatura media si può ottenere con mandata/ritorno acqua ad alto ΔT (es. 60/30 °C) e bassa portata (es. 80 L/h), o con basso ΔT sull'acqua (es. 48/42 °C) e alta portata (es. 500 L/h)



Decalogo pompe di calore

Regola n. 9 - La portata d'acqua ai terminali - Perché è importante?

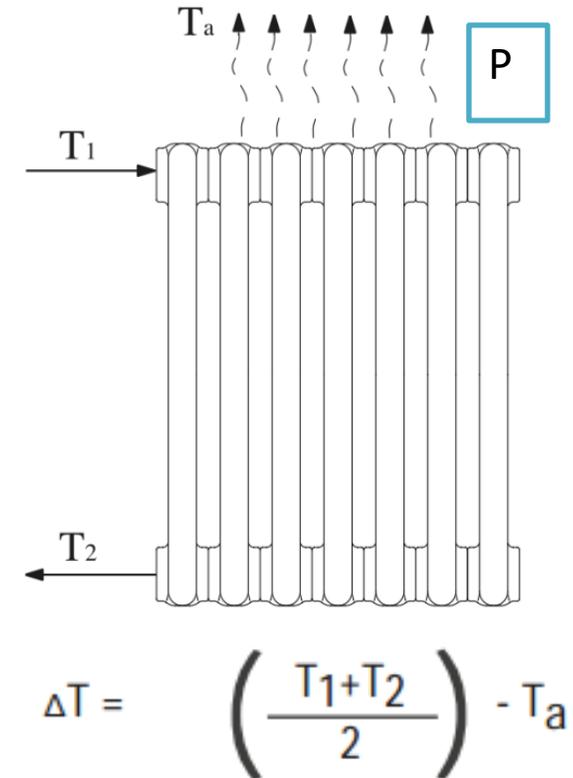
P : Potenza fornita

K : costante

Δt : differenza di temperatura tra la media del radiatore e la temperatura ambiente

n: esponente curva caratt. radiatore

$$P = K \times \Delta t^n = K \times (T_{mr} - T_a)^n$$



Modello	Profondità	Altezza	Interasse	Larghezza	Diametro connessioni	Contenuto d'acqua	Potenza $\Delta T 50K$	Esponente	Coefficiente
	(C) mm	(B) mm	(A) mm	(D) mm	pollici	litri/elem.	W/elem.	n	K_m
500/80	80	550	500	80	3/4"	0,20	105	1,3100	0,6245
500/100	97	550	500	80	3/4"	0,22	112	1,3012	0,6894



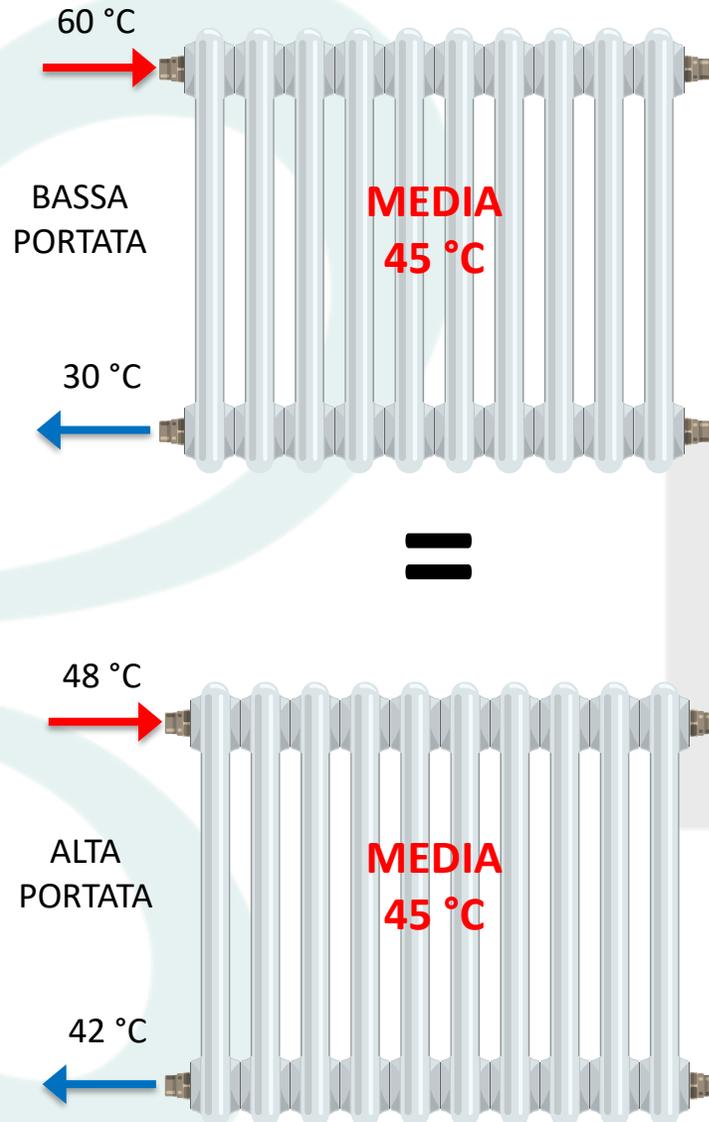
Pressione massima di esercizio: 1600 kPa (16 bar)

Equazione caratteristica dal modello $\Phi = K_m \Delta T^n$ (riferimento EN 442-1)

I valori di potenza termica pubblicati, espressi a $\Delta T=50 K$, sono conformi alla norma europea EN 442-2.

Decalogo pompe di calore

Regola n. 9 - La portata d'acqua ai terminali - Perché è importante?



• a parità di temperatura media il radiatore ha la stessa resa termica

• aumentando la portata si può abbassare la temperatura di mandata senza perdere resa

• si può lavorare con la pompa di calore a temperature normali

• NON si rendono necessarie PDC ad alta temperatura o sistemi ibridi

• L'efficienza del sistema rimane alta anche senza cambiare il terminale, semplicemente agendo sulla portata d'acqua (circolatore)

Decalogo pompe di calore

Regola n. 9 - La portata d'acqua ai terminali - Perché è importante?

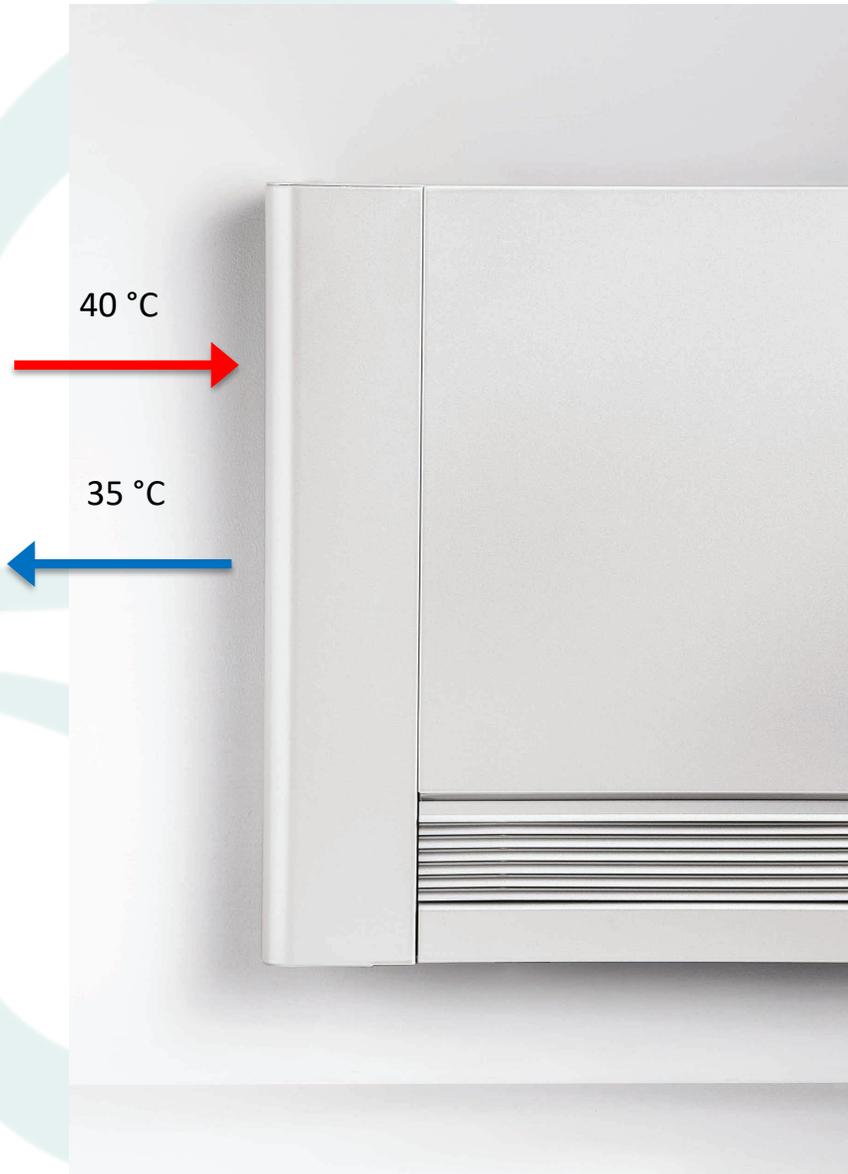
Con i fancoils abbiamo il massimo della flessibilità:

- a) possiamo riscaldare in inverno e raffrescare in estate
- b) i fancoils tipo "SLIM FIT" di Innova nascono già dal 2011 con motore DC Brushless e regolazione di velocità dell'aria automatica per il mantenimento confortevole della temperatura ambiente senza accensioni e spegnimenti continui
- c) i fancoils concepiti per il residenziale e terziario, per lavorare a bassa temperatura, stanno rivoluzionando il concetto di questo terminale, per i seguenti motivi:



Decalogo pompe di calore

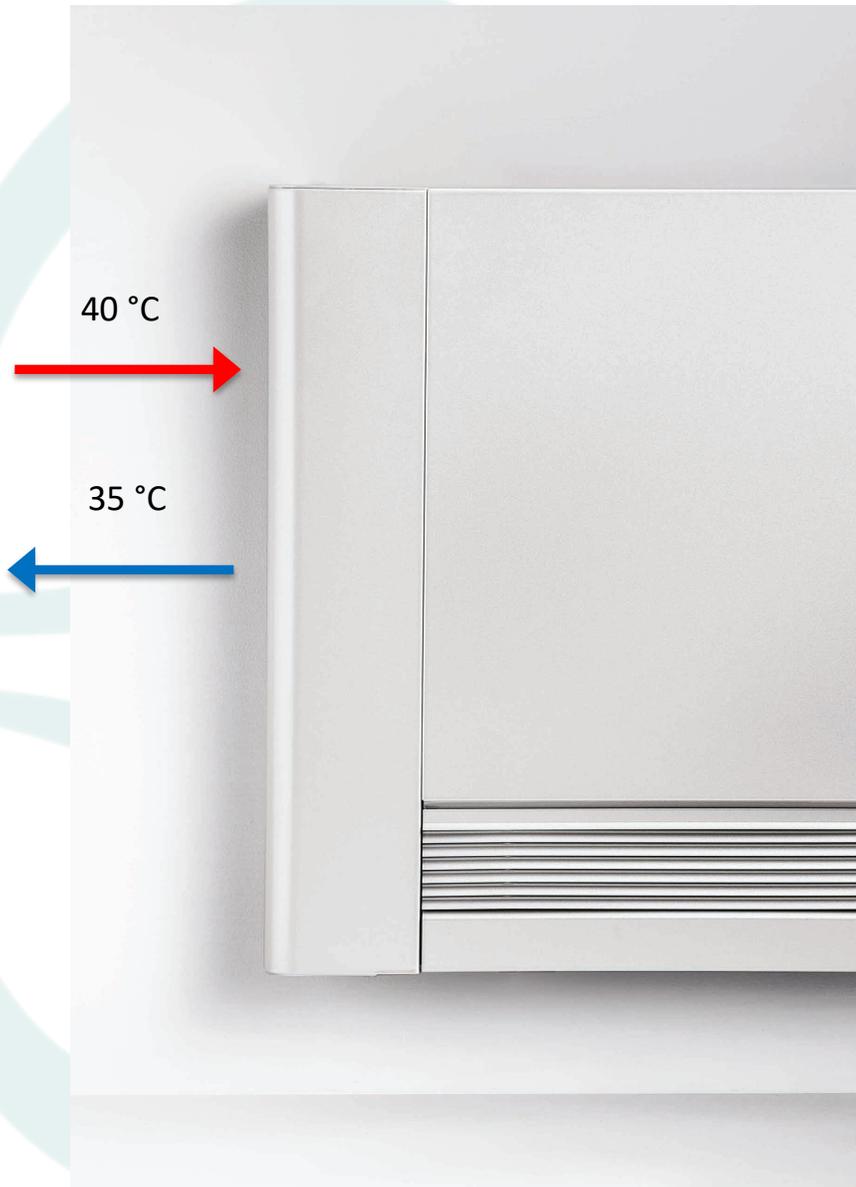
Regola n. 9 - La portata d'acqua ai terminali - Perché è importante?



1. la velocità dell'aria è molto bassa, annullando gli sgradevoli movimenti d'aria tipici del fancoil classico
2. sono caratterizzati da una rumorosità molto bassa (alle velocità minima e notturna sono pressoché impercettibili)
3. la velocità di ventilazione si regola in automatico per mantenere costante la temperatura ambiente al variare dei carichi
4. possono essere alimentati da pompe di calore mantenendo alta l'efficienza grazie alla temperatura minima di alimentazione pari a 30 °C
5. le temperature IN/OUT ideali sono 40/35 °C

Decalogo pompe di calore

Regola n. 9 - La portata d'acqua ai terminali - Perché è importante?



- garantendo le portate nominali in caldo e freddo avremo le rese corrette



- avendo le rese nominali non si rendono necessari eccessivi sovradimensionamenti



- la velocità di ventilazione si abbasserà ottimizzando comfort e rumorosità (sia in caldo che in freddo)



- in raffrescamento avremo una deumidificazione ottimale (con temperatura IN non oltre 7-8 °C)



- il comfort invernale sarà anche migliore del radiante, grazie alla velocità di risposta



- Il comfort estivo sarà migliore delle unità ad espansione diretta

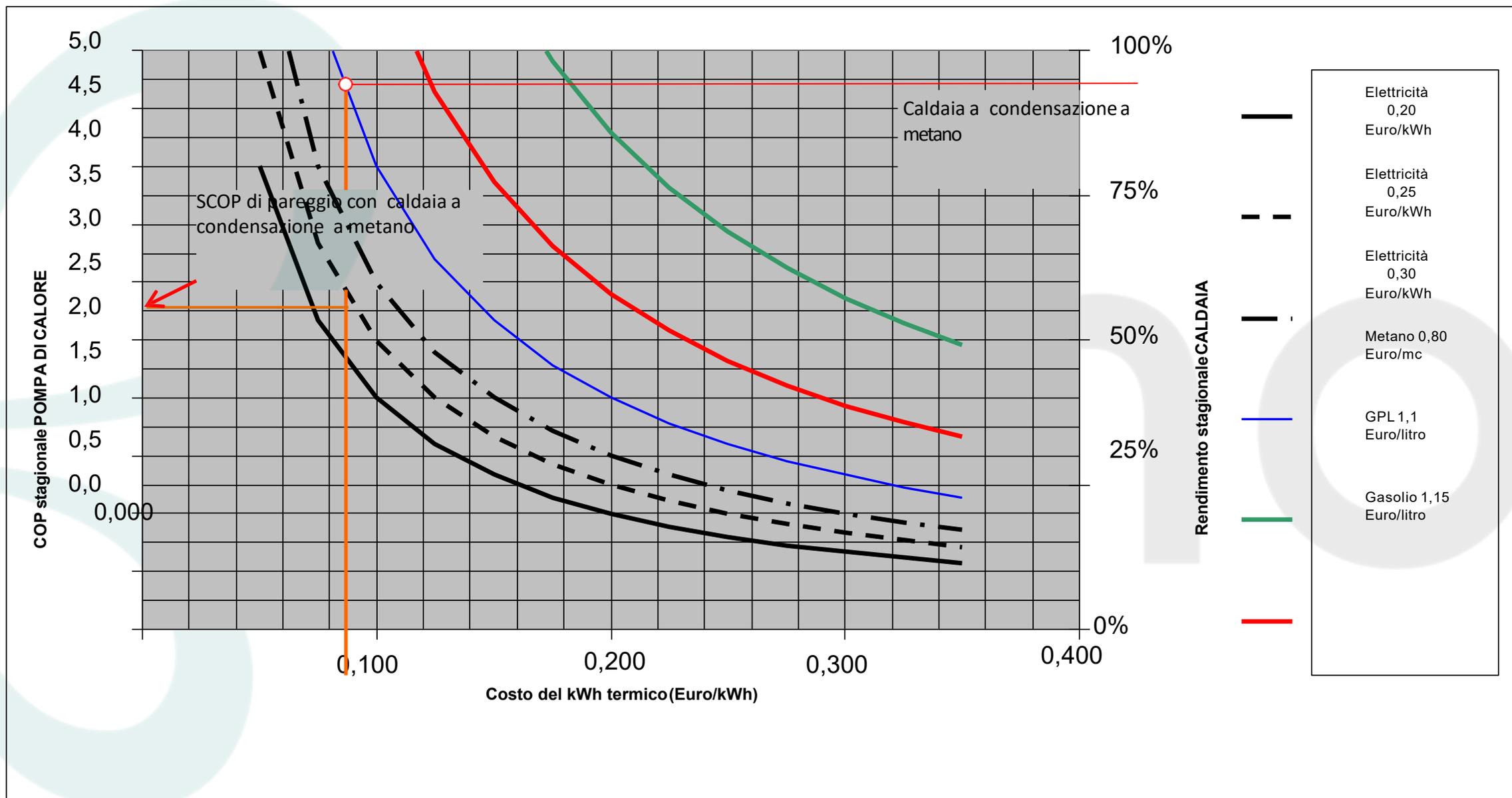


Le pompe di calore:

- CAPITOLO 10

Decalogo pompe di calore

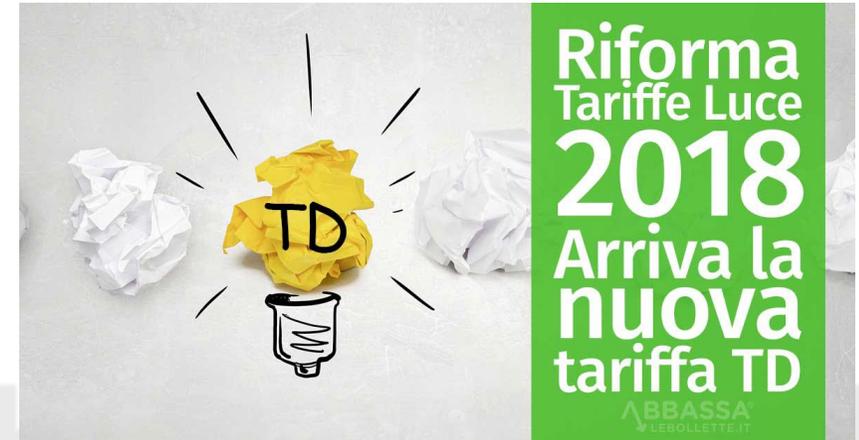
Regola n. 10 - Il contratto elettrico - I costi del kWh termico



Decalogo pompe di calore

Regola n. 10 - Il contratto elettrico - La tariffa TD

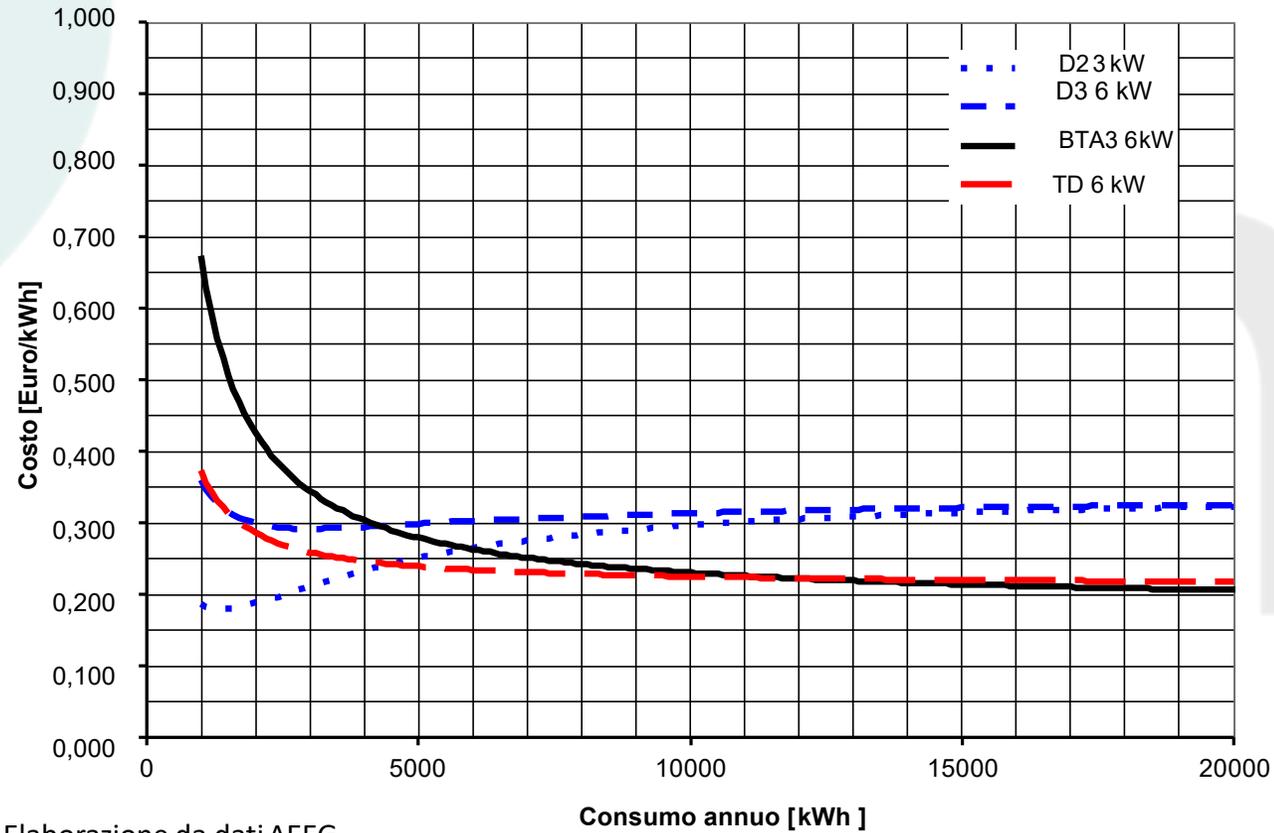
- Dal 1° gennaio 2017 è stata introdotta un'importante novità nella struttura delle tariffe luce domestiche che si è completata il 1/01/2018 con l'introduzione della nuova tariffa TD, che sostituisce i precedenti profili tariffari
- Il nuovo profilo tariffario favorisce chi realizza consumi più elevati
- La società e la sua evoluzione hanno evidenziato i limiti della progressività precedente che anziché agevolare le famiglie numerose e le pompe di calore, le danneggiava
- Il sistema ha messo a nudo anche la contraddizione di incentivare con sgravi l'installazione di pompe di calore, per poi punirne l'uso con la bolletta energetica



Decalogo pompe di calore

Regola n. 10 - Il contratto elettrico - La tariffa TD

Costi medi energia elettrica in funzione di consumo e contratto (inclusa IVA 10%)



Elaborazione da dati AEEG

Grazie per l'attenzione