

# *Idraulica*

PUBBLICAZIONE PERIODICA DI INFORMAZIONE TECNICO-PROFESSIONALE

**CALEFFI**  
Hydronic Solutions

**64**

luglio 2023

**Pompe di calore  
aria-acqua:  
efficienza e retrofit  
degli impianti**



# THE CALEFFI GREEN



**È IL NOSTRO IMPEGNO SOSTENIBILE.**  
**UN PENSIERO, UN MODO DI ESSERE E DI AGIRE.**  
**È IL NOSTRO CONTRIBUTO CONCRETO**  
**NELLA TRANSIZIONE ECOLOGICA E SOCIALE.**

Costruiamo un futuro più responsabile  
per soddisfare le esigenze delle **PERSONE** di oggi e di domani  
anche attraverso **PRODOTTI** che fanno risparmiare risorse  
e hanno come obiettivo un comfort più sostenibile.

Per dare il clima giusto alla vita e avere  
un impatto positivo sull'**AMBIENTE**.





# EDITORIALE

## LA SVOLTA ENERGETICA

Il settore idraulico è nel mio DNA da sempre. Mio padre era un idraulico e lo sono anch'io. Dopo la specializzazione in riscaldamento e ventilazione e la laurea in Business Administration, sono entrato a far parte di una delle principali aziende tedesche produttrici di valvole in qualità di tecnico di supporto, diventando Business Director nell'area export. Da 21 anni lavoro in Caleffi come responsabile OEM (Original Equipment Manufacturer) e mi occupo della gestione dei costruttori di generatori di calore e dello sviluppo di soluzioni e componentistica personalizzate.

Grazie alla mia lunga esperienza nel settore, posso dire con cognizione di causa che stiamo vivendo un'epoca davvero eccezionale! Ricorda a tratti l'atmosfera elettrizzante della corsa all'oro.

La svolta energetica in Europa e il boom delle energie rinnovabili, in particolare l'impiego delle pompe di calore come generatori termici, stanno superando infatti ogni previsione.



E nei prossimi anni si stima che verranno investiti milioni, se non miliardi, per riuscire a soddisfare la domanda prevista.

Caleffi, in qualità di produttore e fornitore di componenti, è parte attiva e integrante di questa transizione come lo siete voi, progettisti e installatori. Tutti ci siamo impegnando al massimo. Noi nel fornire tempestivamente al mercato i prodotti necessari in questo momento di grande richiesta, voi nel progettare e installare con grande professionalità. Anche i governi fanno la loro parte, supportando i cittadini con legislazioni e incentivi ad hoc.

Molte, a mio parere, sono le similitudini tra lo sviluppo del mercato delle pompe di calore di oggi e il boom delle valvole termostatiche a cui assistemmo anni fa con il diffondersi della gestione separata degli ambienti. Anche in quel caso si parlò di risparmio energetico, ma soprattutto di risparmio economico dovuto alla riduzione dei costi energetici.

Il propulsore di allora erano le prime crisi petrolifere, oggi purtroppo lo sono i conflitti internazionali. Ambiente e clima, per quanto indiscussi beneficiari di entrambi gli scenari, non ne sono i principali fattori scatenanti.

Nel caso delle valvole termostatiche il risparmio economico è stato immediatamente evidente, a fronte di un investimento contenuto. Nel caso delle pompe di calore invece il risparmio sarà percepito solo in un secondo momento, nonostante un investimento significativo.

È quindi evidente che le aspettative per il nostro settore siano grandi. Enormi.

Dobbiamo essere sul pezzo. Come produttori, progettisti e installatori, è nostro dovere promuovere insieme questa svolta energetica con tutto il nostro impegno, pronti a dare un contributo importante alla tutela del Pianeta.

Thomas Heising

*Direttore Vendite OEM Caleffi*

Direttore responsabile:

Mattia Tomasoni

Responsabile di Redazione:

Fabrizio Guidetti

Hanno collaborato

a questo numero:

Alessia Soldarini

Domenico Mazzetti

Mattia Tomasoni

Renzo Planca

Simone Parenzan

Thomas Heising

Idraulica

Pubblicazione registrata

presso

il Tribunale di Novara

al n. 26/91 in data 28/9/91

Editore:

La Terra Promessa Onlus -

Novara

Stampa:

La Terra Promessa Onlus -

Novara

Copyright Idraulica Caleffi.

Tutti i diritti sono riservati.

Nessuna parte della

pubblicazione può essere

riprodotta o diffusa

senza il permesso scritto

dell'Editore.

CALEFFI S.P.A.

S.R. 229, N. 25

28010

Fontaneto d'Agogna (NO)

TEL. 0322-8491

FAX 0322-863305

info@caleffi.com

www.caleffi.com

## SOMMARIO

- 5** POMPE DI CALORE ARIA-ACQUA: EFFICIENZA E RETROFIT DEGLI IMPIANTI
- 6** L'EFFICIENZA DEGLI IMPIANTI
- 6** FATTORI CHE INFLUENZANO LE DISPERSIONI DELL'EDIFICIO
- 10** FATTORI CHE INFLUENZANO L'EFFICIENZA DEGLI IMPIANTI
- 18** UTILIZZO DEI RADIATORI NEGLI IMPIANTI A POMPA DI CALORE
- 20** DA CALDAIA A POMPA DI CALORE
- 20** LA CALDAIA A GAS
- 21** 2029: LA FINE DELLE CALDAIE A COMBUSTIBILI FOSSILI?
- 22** LA POMPA DI CALORE
- 32** LA PROTEZIONE DELLA POMPA DI CALORE
- 33** IL GLICOLE NEGLI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE
- 35** DISPOSITIVI ESSENZIALI NEI CIRCUITI DEGLI IMPIANTI A POMPA DI CALORE
- 40** SEPARATORE IDRAULICO INERZIALE SERIE 5485
- 41** EFFICIENTAMENTO ENERGETICO SINGOLA ABITAZIONE - ESEMPI PRATICI
- 46** DAL PROGETTO ALLA REALIZZAZIONE



# POMPE DI CALORE ARIA-ACQUA: EFFICIENZA E RETROFIT DEGLI IMPIANTI

Le misure adottate dagli Stati membri dell'Unione Europea (come ad esempio i Bonus Fiscali rivolti all'Edilizia per l'Italia) e la Direttiva EPBD ("Energy Performance of Building Directive") hanno come obiettivo la riqualificazione del parco immobiliare dell'intera UE.

In questo preciso momento storico uno degli interventi più diffusi per migliorare le prestazioni energetiche degli edifici è la sostituzione della caldaia (che sia ancora tradizionale o già a condensazione) con la pompa di calore.

L'utilizzo della pompa di calore diventa così centrale nonostante la sua tecnologia sia nota da molti anni. Nell'**Idraulica 33** (dicembre 2007) trattavamo proprio questo argomento. In quel periodo l'utilizzo della pompa di calore serviva a rispettare l'obbligo di utilizzare energie alternative per "coprire almeno il 50 % del fabbisogno annuo dell'energia primaria richiesta per la produzione di acqua calda sanitaria (come da D.Lgs. n. 192)".

Qualche anno dopo, l'**Idraulica 38** era incentrata solo sugli impianti a PDC

geotermici. Il motivo per cui a distanza di pochi anni siamo tornati ad occuparci di questi impianti era dovuto alla grande evoluzione che nel frattempo avevano avuto i loro principali componenti.

Nel 2012 entra in vigore il D.Lgs. 28 che obbliga a coprire il 20 % del fabbisogno termico totale - e non più solo dell'energia primaria richiesta per la produzione di acqua calda sanitaria - che aumenterà poi, nel 2017, al 50 %. Tali valori, molto più elevati di quelli richiesti fino a quel momento, portano ad utilizzare soluzioni che prevedono l'uso di due fonti d'energia, in particolare caldaie e pompe di calore aria-acqua. Le soluzioni ibride, raccontate da Caleffi nell'**Idraulica 41**, cominciano a rappresentare un passo importante verso il più efficiente uso delle risorse disponibili.

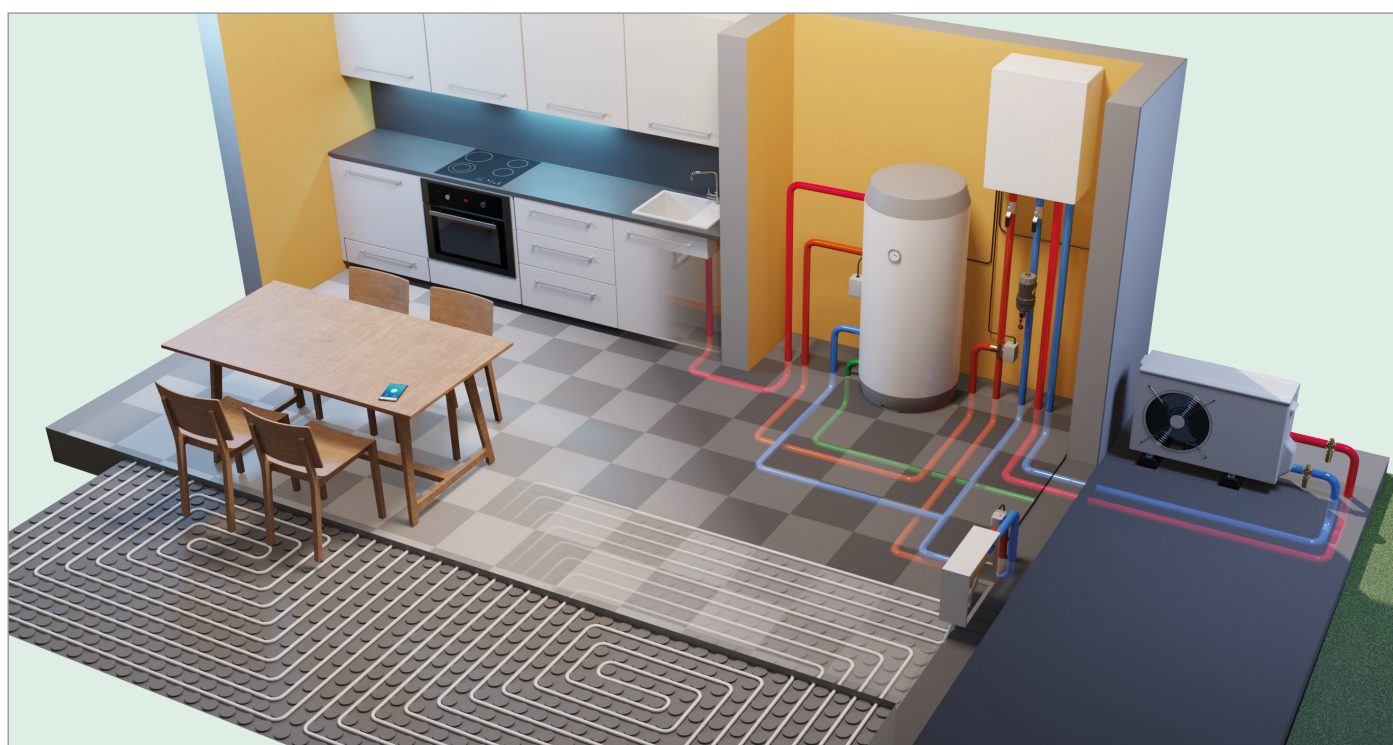
Infine, a dicembre 2021, con l'**Idraulica 61**, affrontiamo nuovamente il tema delle PDC poiché, in seguito alla "Renovation wave", si punta al profondo rinnovamento energetico di ben 35 milioni di edifici entro il 2030 in Europa. In questo numero ci siamo occupati soprattutto dei vantaggi e

svantaggi delle differenti tipologie di pompe di calore e abbiamo cercato di rispondere alla domanda "Ma quando è davvero conveniente installare una pompa di calore?".

Nella prima parte di questo **nuovo numero di Idraulica** ci soffermeremo, sui fattori che influenzano le dispersioni dell'edificio e l'efficienza degli impianti. Presenteremo alcuni accorgimenti da adottare per massimizzare il rendimento degli impianti con PDC aria-acqua ed illustreremo le principali differenze di prestazione.

Il retrofit di un impianto da caldaia a PDC sarà oggetto della seconda parte della rivista, in cui presenteremo due esempi concreti, utili a sottolineare i componenti essenziali quali valvola di by-pass, accumulo inerziale, filtro defangatore magnetico.

Infine, nella terza parte, tratteremo l'efficientamento energetico di una villetta unifamiliare, tipologia molto comune nel patrimonio edilizio italiano ed oggetto in questi anni di riqualificazione energetica.



# L'EFFICIENZA DEGLI IMPIANTI

Ing. Mattia Tomasoni

Durante il periodo invernale, il comfort termico all'interno di un edificio è dato dal mantenimento della temperatura negli ambienti entro di un certo range (18–20 °C).

Tale temperatura può essere mantenuta se il bilancio tra il calore immesso e quello disperso risulta in equilibrio. Infatti, ad immissioni di calore inferiori alle dispersioni corrisponde un abbassamento della temperatura interna.

Un fattore spesso poco considerato nei calcoli energetici è l'impianto, non tanto per la tipologia dei suoi componenti principali come il generatore, la distribuzione e l'emissione, bensì per come è effettivamente dimensionato e regolato.

Per semplicità di calcolo e standardizzazione delle procedure i software utilizzati per la determinazione dei consumi energetici degli edifici, e quindi delle relative classi energetiche, non entrano nel merito di aspetti progettuali di dettaglio e soprattutto di corretta gestione degli impianti. Questi approcci di calcolo spesso portano a scostamenti, anche importanti, tra i consumi energetici calcolati e quelli reali degli edifici.

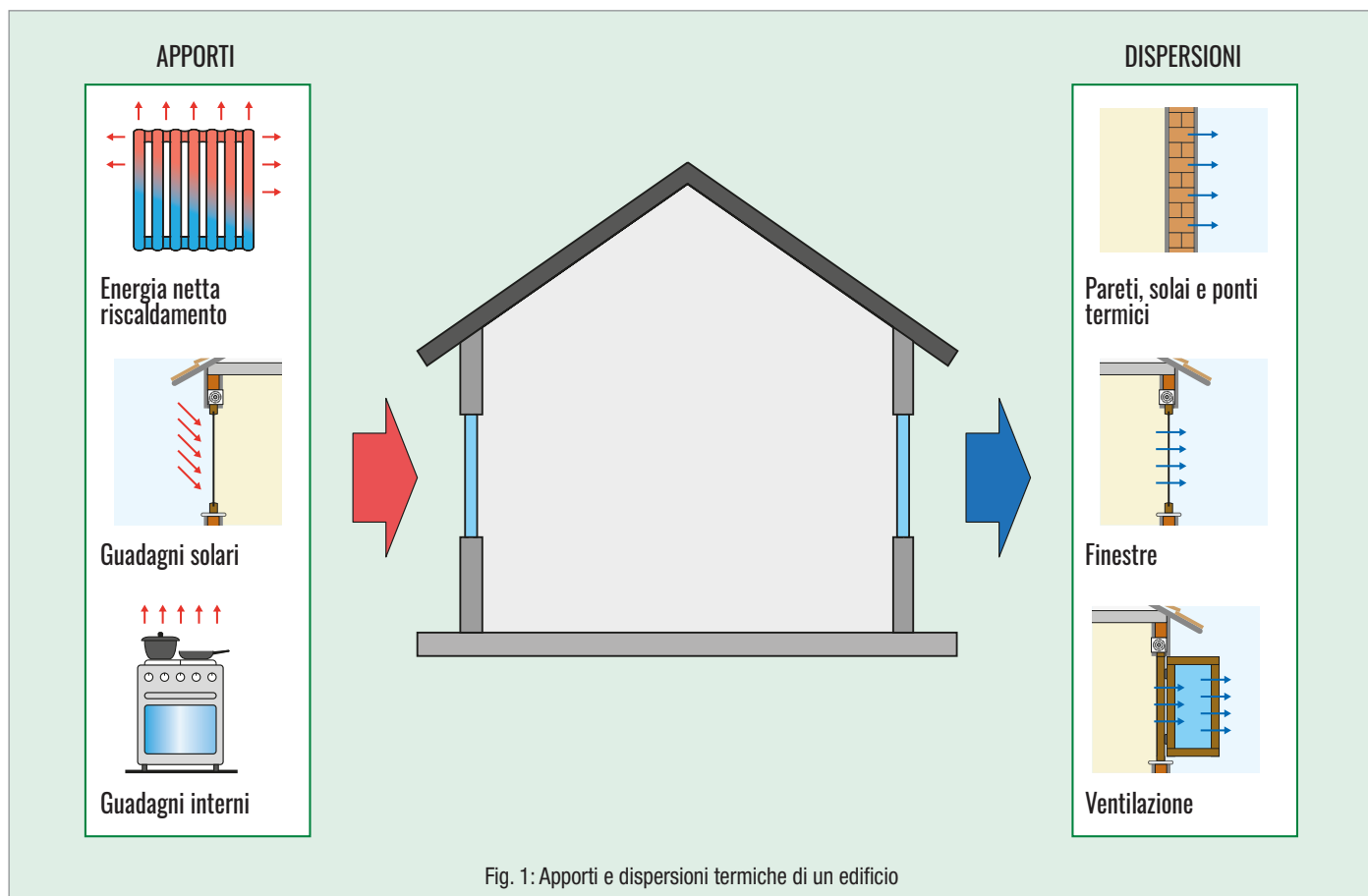
## FATTORI CHE INFLUENZANO LE DISPERSIONI DELL'EDIFICIO

Le dispersioni di un edificio riscaldato sono influenzate essenzialmente da:

- dispersioni attraverso l'involucro opaco (muri, tetti, pavimenti verso gli ambienti freddi o l'esterno);
- dispersioni attraverso gli elementi finestrati;
- dispersioni per ventilazione (naturale o forzata);

Le immissioni di calore (o guadagni interni) sono invece date da:

- calore disperso dagli apparecchi illuminanti e dagli elettrodomestici;
- calore ceduto dagli occupanti (guadagni interni);
- calore immesso per irraggiamento attraverso le superfici finestrate (guadagni solari);
- calore immesso dai sistemi di climatizzazione ambiente.



## METODI DI CALCOLO DELLE DISPERSIONI

Per calcolare la massima potenza necessaria al riscaldamento si possono adottare due metodologie:

1. **Calcolo statico**
2. **Calcolo dinamico**

Il calcolo statico consiste nel “fare una fotografia” dell’edificio nelle condizioni di massima dispersione. In altre parole, si considera una temperatura minima di progetto esterna ed in base a quella si calcolano le dispersioni dell’edificio. In funzione di questo valore viene calcolata la potenza termica massima dell’impianto. In questo caso non è possibile considerare gli apporti termici gratuiti degli impianti elettrici, affollamento o irraggiamento in quanto fortemente discontinui.

Il calcolo dinamico, diversamente da quello statico, considera il bilancio termico dell’edificio nel suo sviluppo temporale. In altre parole, si considera la capacità che ha un edificio di accumulare e cedere calore al suo interno andando così a smorzare gli effetti che gli apporti e le dispersioni termiche provocano agli ambienti interni.

Ad esempio, se un edificio è stato riscaldato e ha accumulato calore all’interno delle murature e degli arredi, un aumento

delle dispersioni provocherà una cessione di calore verso l’aria interna andando a smorzare il suo calo termico.

In sintesi, il metodo statico si limita all’analisi di un singolo istante mentre il metodo dinamico considera l’intero svolgimento del fenomeno. Per questo motivo il primo, che ha comunque il vantaggio di essere molto più semplice, è limitato rispetto al secondo.

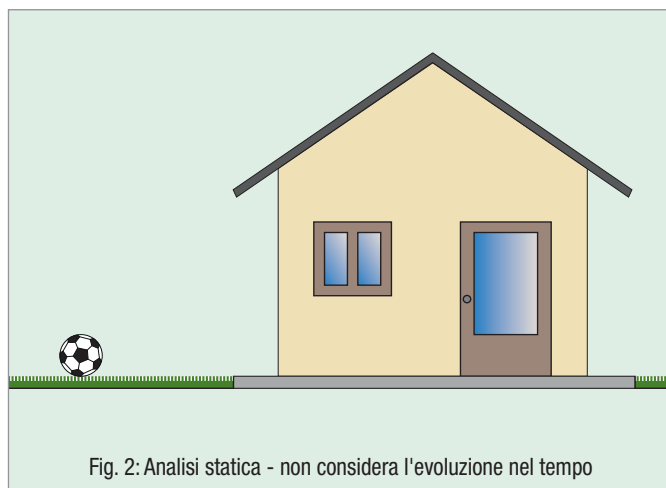


Fig. 2: Analisi statica - non considera l'evoluzione nel tempo

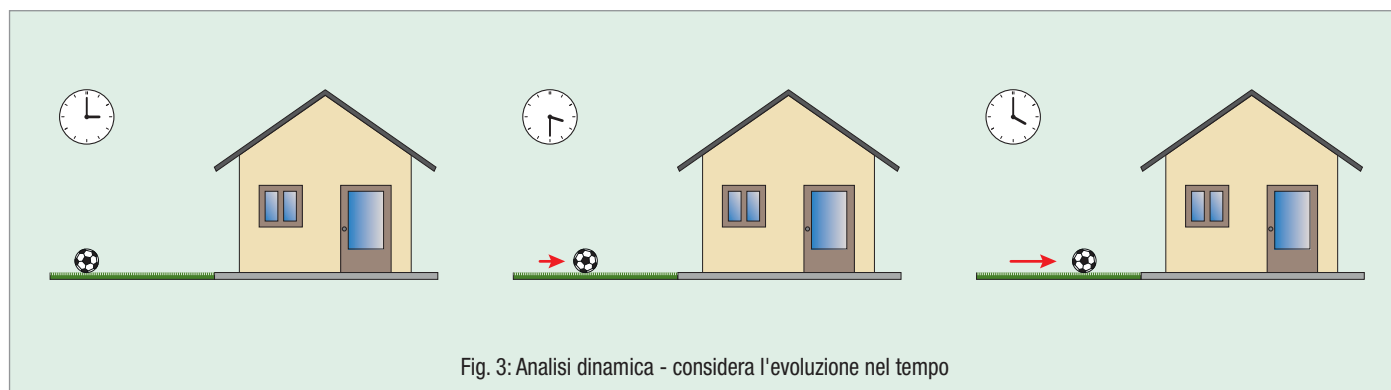


Fig. 3: Analisi dinamica - considera l'evoluzione nel tempo

L’analisi statica può essere paragonata alla fotografia di una palla su un prato (Fig. 2). Essa ci dice la posizione della palla all’istante dello scatto, ma nulla ci dice sul suo eventuale spostamento. Dall’analisi dei fotogrammi precedenti allo scatto sarebbe invece facile prevedere lo spostamento della palla: questo è l’obiettivo dell’analisi dinamica (Fig. 3).

Tornando alle dispersioni dell’edificio, un’analisi dinamica, a fronte di una maggiore complessità di calcolo, può essere vantaggiosa in quanto può dare informazioni utili rispetto al modo in cui l’inerzia dell’edificio influenza la variazione della temperatura interna.

Questo è utile soprattutto:

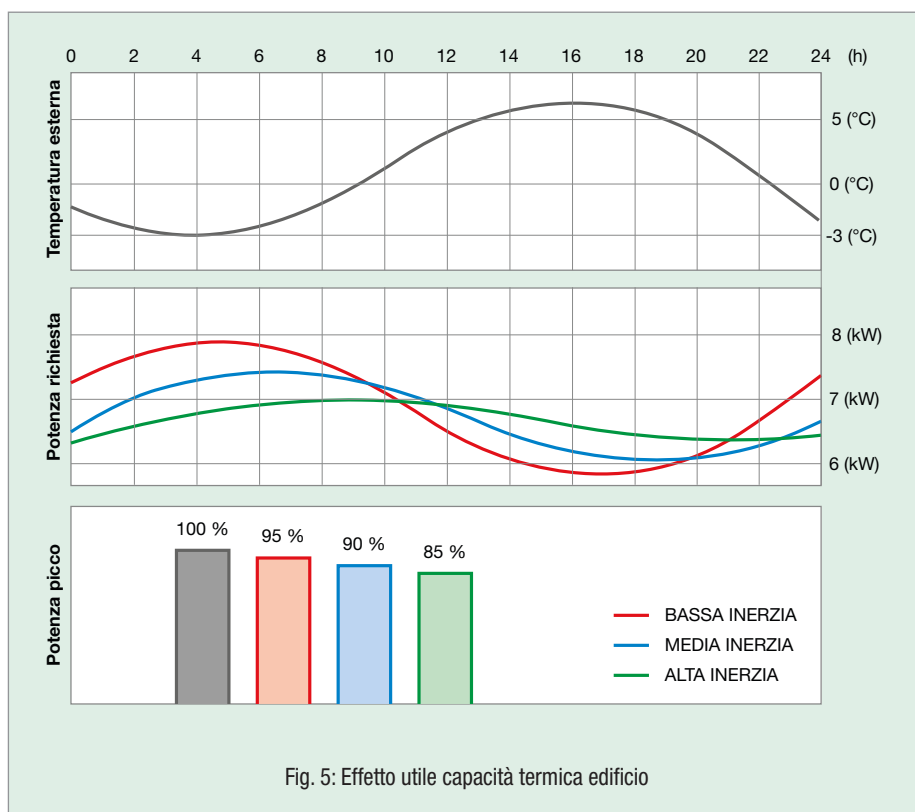
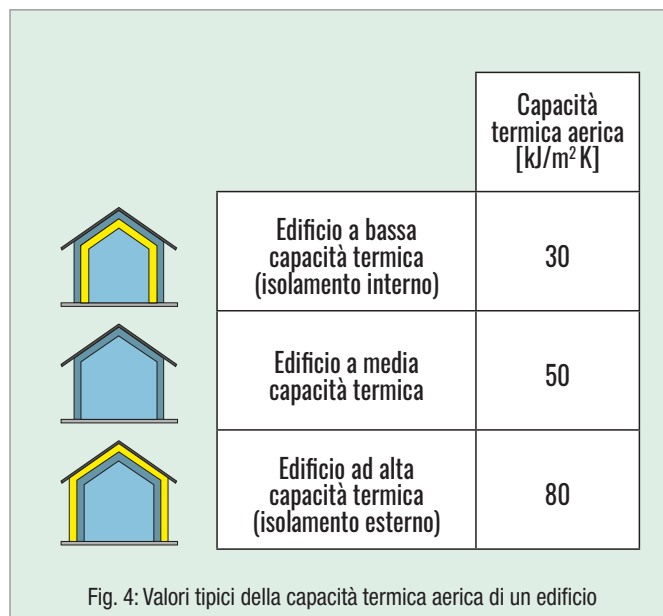
1. nel calcolo della potenza di picco dell’edificio;
2. nel calcolo del fattore di accumulo, ossia nella stima di quanto l’edificio può essere utilizzato come “accumulo termico”.



## LA POTENZA DI PICCO

Le dispersioni dell'edificio nelle condizioni di temperatura esterna peggiori vengono utilizzate per definire la potenza massima, o di picco, del generatore di calore. Questo dimensionamento è alla base del calcolo statico; il calcolo dinamico, invece, considera l'evolversi della temperatura interna al variare della temperatura esterna in base alla capacità che possiede l'abitazione di accumulare calore e cioè la sua capacità termica.

Generalmente la capacità termica è espressa come la quantità di calore che un corpo è in grado di accumulare o cedere al variare di un grado centigrado; per i materiali si misura per unità di massa. Per le abitazioni, per le quali è più immediato conoscere la superficie disperdente, è espressa per unità di superficie ed è detta capacità termica aerica e la sua unità di misura è  $[kJ/m^2 K]$ .



Maggiore è la capacità termica di un edificio, maggiore sarà la sua capacità di accumulare e cedere calore al variare della temperatura esterna smorzandone gli effetti. In altre parole, la capacità termica funziona da ammortizzatore termico.

L'effetto utile che si può sfruttare nel calcolo della potenza di picco è riassunto in Fig. 5 dove si è simulato l'effetto della potenza necessaria a riscaldare l'edificio al variare della capacità termica.

Il dimensionamento della potenza di picco su un modello dinamico risulta notevolmente utile nei sistemi a pompa di calore. A differenza delle caldaie, questi generatori hanno una resa molto diversa al variare del carico rispetto a quello nominale. Una pompa di calore sovradimensionata rispetto alle reali necessità avrà un rendimento minore con relativi maggiori costi di gestione, costi che devono anche essere sommati al maggior costo di acquisto di un generatore di taglia più grande.

## CALCOLO DEL FATTORE DI ACCUMULO

Come accennato in precedenza, è possibile sfruttare gli edifici ad elevata inerzia termica come veri e propri accumulatori di energia.

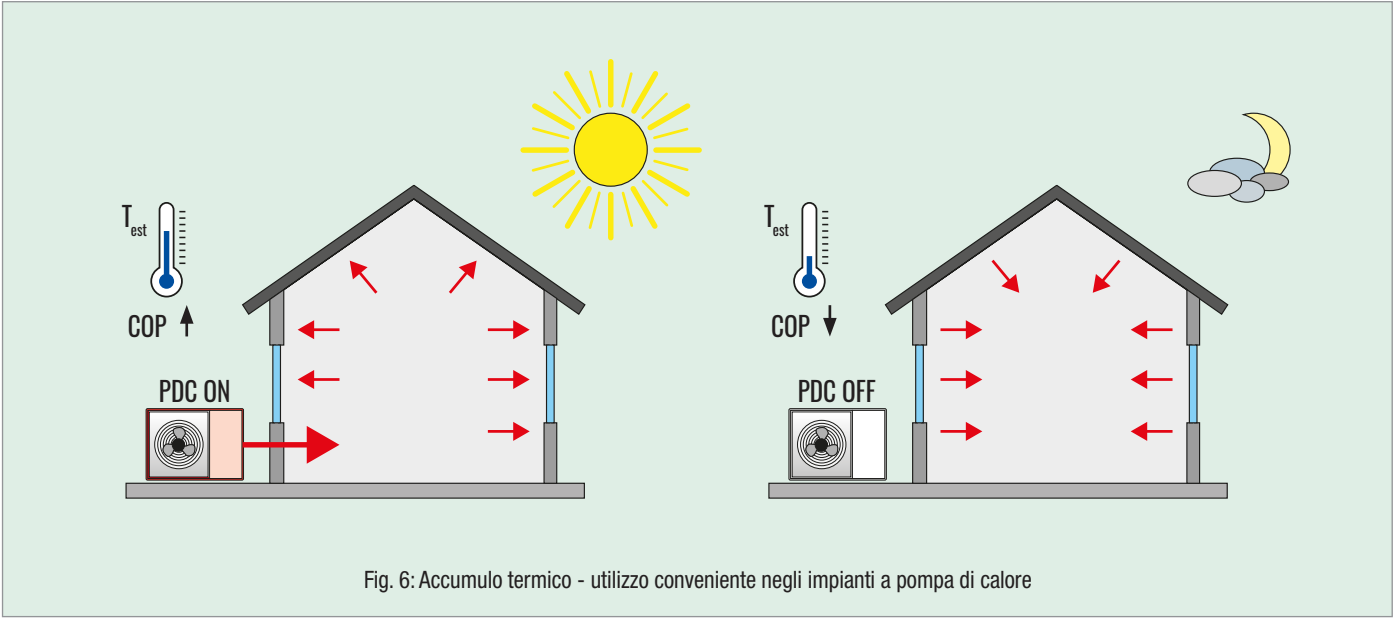
Gli apporti gratuiti di calore, quali ad esempio l'irraggiamento solare, che si generano durante il normale utilizzo dell'abitazione, possono essere accumulati durante le ore diurne e convenientemente sfruttati durante le ore serali quando le temperature esterne calano.

Al contrario, in un edificio a bassa inerzia termica, l'irraggiamento solare può provocare una sovratemperatura degli ambienti durante le ore diurne e un repentino calo delle temperature, non appena questo apporto viene a mancare. Il calo di tempe-

ratura necessita di una compensazione da parte dell'impianto di riscaldamento con consumi conseguentemente maggiori, rispetto al caso di un edificio ad alta inerzia termica.

L'elevata inerzia termica può essere convenientemente sfruttata per migliorare l'efficienza degli impianti a pompa di calore, il cui rendimento è fortemente influenzato dalla temperatura dell'aria esterna. I rendimenti possono essere migliorati facendo funzionare il più possibile questi generatori durante le ore diurne, in ragione delle maggiori temperature esterne, permettendo l'accumulo di calore e il successivo rilascio durante le ore notturne.

Se, oltre all'impianto a pompa di calore, l'edificio è dotato di impianto fotovoltaico la strategia di gestione appena illustrata è maggiormente efficace.



|                              | METODO STATICO |             |  | METODO DINAMICO |  |       |
|------------------------------|----------------|-------------|--|-----------------|--|-------|
| Velocità di calcolo          | RAPIDA         |             |  |                 |  | LENTA |
| Calcolo potenza di picco     |                | ACCETTABILE |  | ACCURATA        |  |       |
| Valutazione apporti gratuiti |                | ACCETTABILE |  | ACCURATA        |  |       |

Tabella 1: Comparazione metodo statico e metodo dinamico

## FATTORI CHE INFLUENZANO L'EFFICIENZA DEGLI IMPIANTI

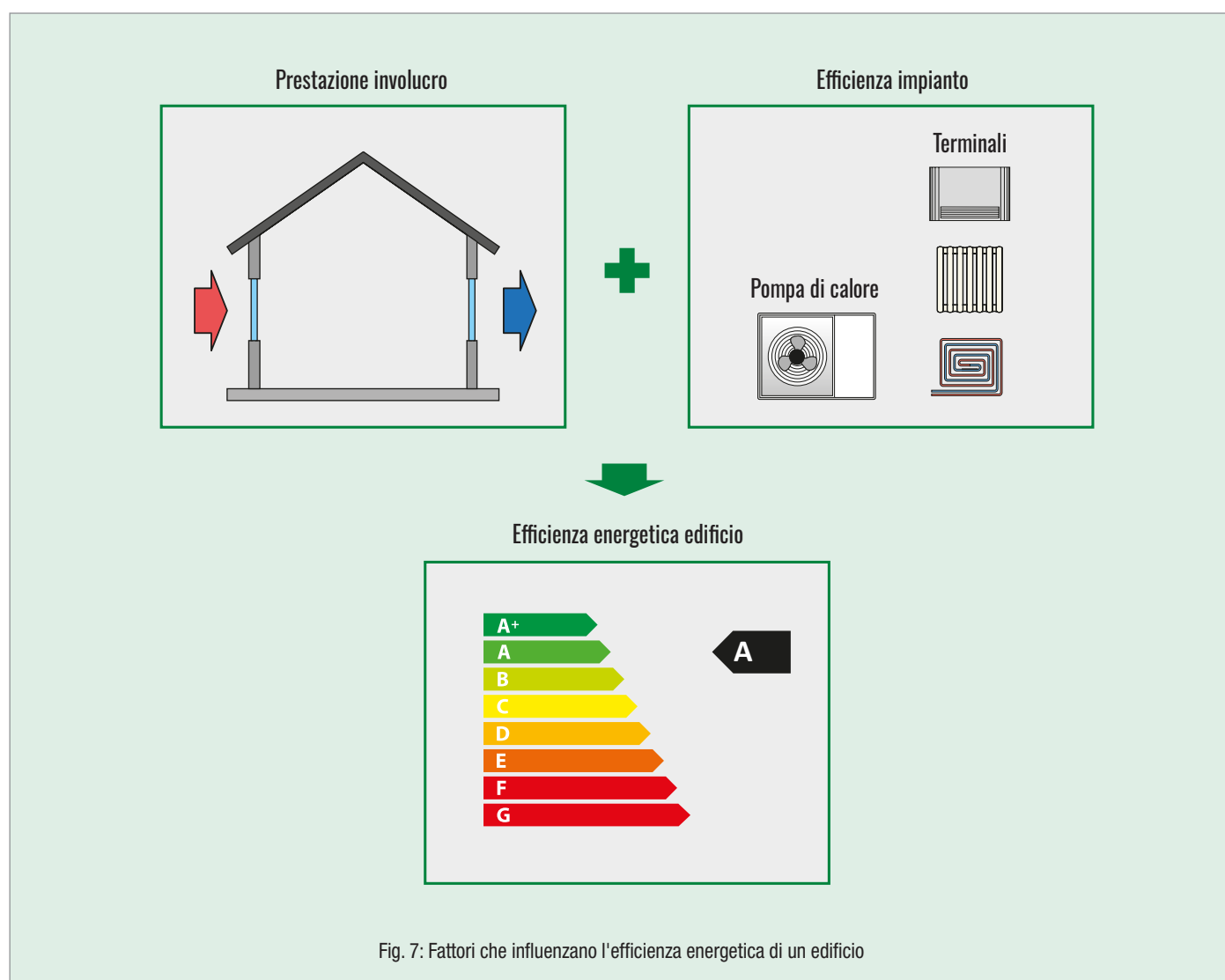
I fattori che influenzano il consumo energetico degli edifici sono due:

**1. la prestazione dell'involucro:** determinata da quanto calore riesce a trattenere e accumulare, da quanto sfrutta l'irraggiamento solare e dalla sua tenuta all'aria;

**2. la tipologia e l'efficienza degli impianti:** ovvero con quale efficienza gli impianti trasformano e trasferiscono calore dalle fonti primarie all'interno degli edifici.

Il primo aspetto è stato accennato nel capitolo precedente facendo particolare riferimento alla capacità degli involucri di accumulare calore e come questo fattore possa essere convenientemente sfruttato per dimensionare e migliorare l'efficienza degli impianti.

Il secondo punto, che svilupperemo nei paragrafi seguenti, evidenzia che esistono fondamentali differenze tra la variazione di efficienza che può avere un generatore tradizionale (come la caldaia a gas), rispetto ad una pompa di calore aria-acqua. In particolare, vedremo come una regolazione non corretta o un dimensionamento errato abbiano effetti molto più rilevanti sui generatori a pompa di calore rispetto agli impianti tradizionali.

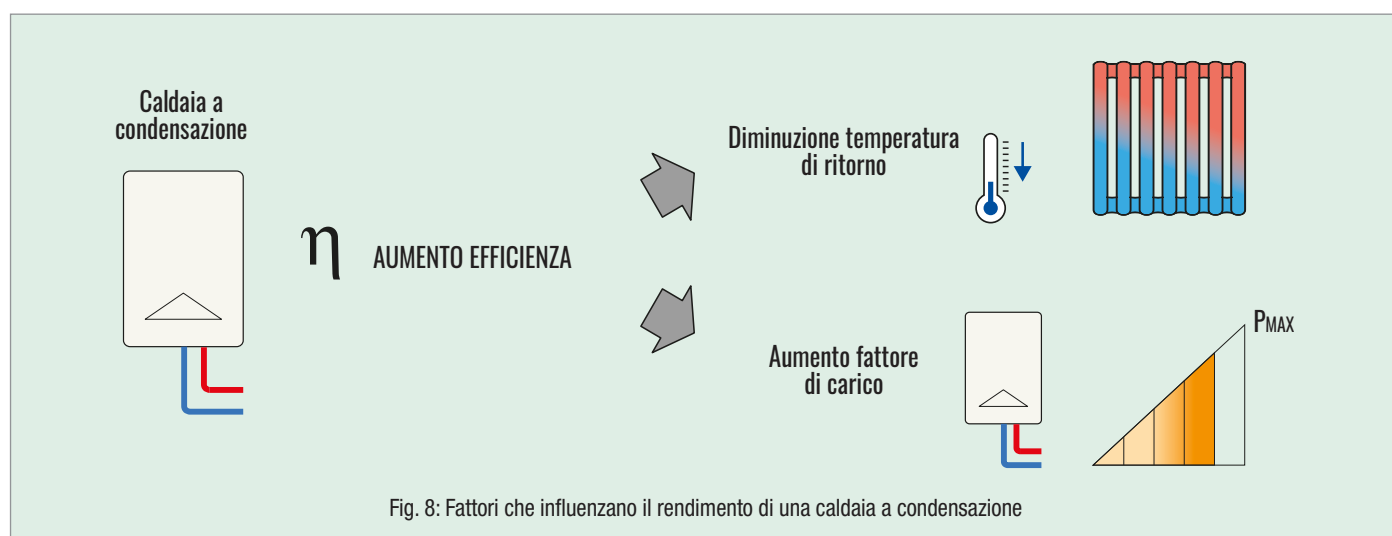




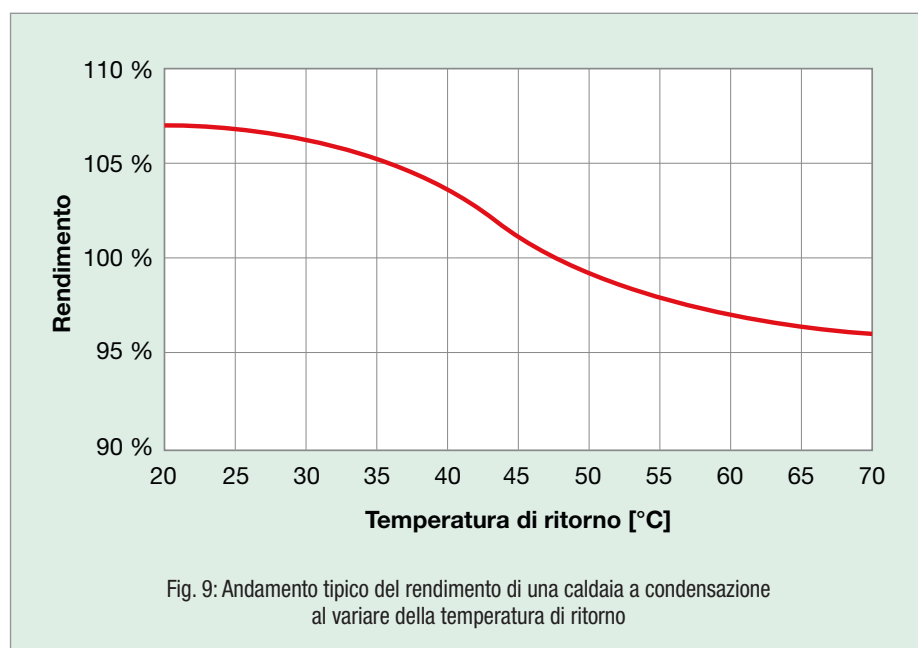
## IL RENDIMENTO DELLE CALDAIE A CONDENSAZIONE

I generatori di calore a combustione, tra cui anche le caldaie a gas, sono tra i primi ad essere stati sviluppati ed utilizzati. Per questo motivo possiedono una maturità tecnologica che garantisce rendimenti ormai molto elevati e stabili, ampi campi di modulazione uniti ad un'elevata affidabilità. Nello specifico, il rendimento di un generatore a gas a condensazione è influenzato in modo significativo da due fattori principali:

- la temperatura di ritorno;
- la percentuale di carico.



Nelle caldaie a condensazione la temperatura di ritorno condiziona la quantità di vapore condensato dal generatore e di conseguenza, la quota di calore latente recuperabile. È noto che per aumentare il rendimento di queste macchine è necessario progettare impianti con la temperatura di ritorno il più bassa possibile. Tuttavia, se analizziamo l'andamento delle curve di rendimento al variare della temperatura di ritorno, come quella riportata in Fig. 9, possiamo notare come il rendimento possa variare in un range di circa 10 punti percentuali rispetto al massimo ottenibile.



Se con la stessa ottica si analizza come varia il rendimento rispetto alla variazione di carico (vedi Tab. 2) si intuisce come questo fattore, per i generatori di tipo domestico, abbia un'incidenza di massimo 2-3 punti percentuali.

Altro aspetto molto importante è il campo di modulazione di questi generatori che risulta molto ampio con potenze minime erogabili inferiori al 10 % di quella nominale.

| $T_{\text{ritorno}}$ | $\eta$ [%]<br>alla P. MIN | $\eta$ [%]<br>alla P. MAX |
|----------------------|---------------------------|---------------------------|
| 60 °C                | 95,5                      | 97,5                      |
| 40 °C                | 107                       | 107,5                     |

Tab. 2: Variazione tipica del rendimento di una caldaia a condensazione al variare della potenza emessa

Le caldaie a gas sono quindi macchine che variano la loro resa, al variare delle temperature di ritorno e del carico, in un intervallo del 12-15 %.

## ACCORGIMENTI PER MASSIMIZZARE IL RENDIMENTO DEGLI IMPIANTI CON CALDAIE A CONDENSAZIONE

Come per tutti gli impianti, gli accorgimenti necessari per massimizzare il rendimento, si possono dividere in due categorie:

- interventi di tipo progettuale, che comportano la corretta scelta del generatore e degli impianti di distribuzione ed emissione;
- interventi di tipo gestionale, che implicano la corretta regolazione e modalità di utilizzo degli impianti.

### ACCORGIMENTI PROGETTUALI

Per gli impianti dotati di caldaia a condensazione gli interventi progettuali consistono nel dimensionare il generatore con una potenza adeguata al carico, evitando inutili sovradimensionamenti. È necessario, inoltre, fare particolare attenzione alla corretta scelta del sistema di distribuzione e di emissione in modo da minimizzare la temperatura di ritorno in caldaia. Scelte progettuali che soddisfano questa condizione possono essere:

- adottare sistemi radianti operanti a bassa temperatura;
- progettare impianti a radiatori che presentano basse temperature medie (50–55 °C);
- dimensionare impianti a radiatori operanti con alti salti termici;
- adottare valvole termostatiche sui radiatori.

### ACCORGIMENTI DI GESTIONE

Gli interventi a livello di regolazione che garantiscono la miglior resa per questi tipi di generatore di calore sono:

- regolare con temperatura di mandata di tipo climatico;
- regolare la temperatura e la portata corretta sul circuito primario dei pannelli radianti;
- regolare correttamente le valvole termostatiche sul minimo valore che garantisce il comfort termico;
- bilanciare correttamente le reti di distribuzione.

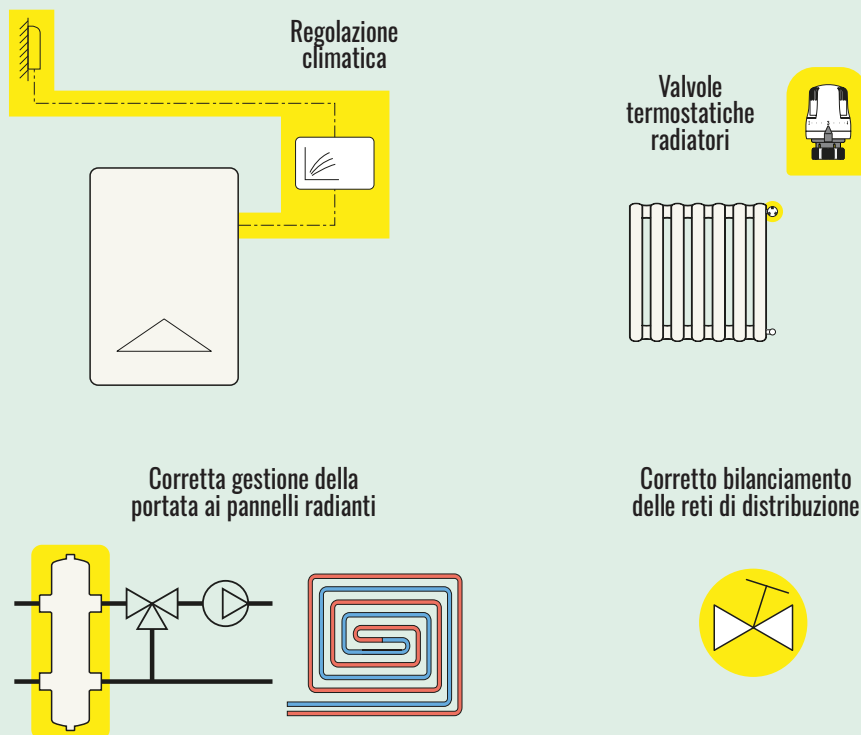


Fig. 10: Fattori che aumentano il rendimento di una caldaia a condensazione

## IL RENDIMENTO DELLE POMPE DI CALORE ARIA-ACQUA

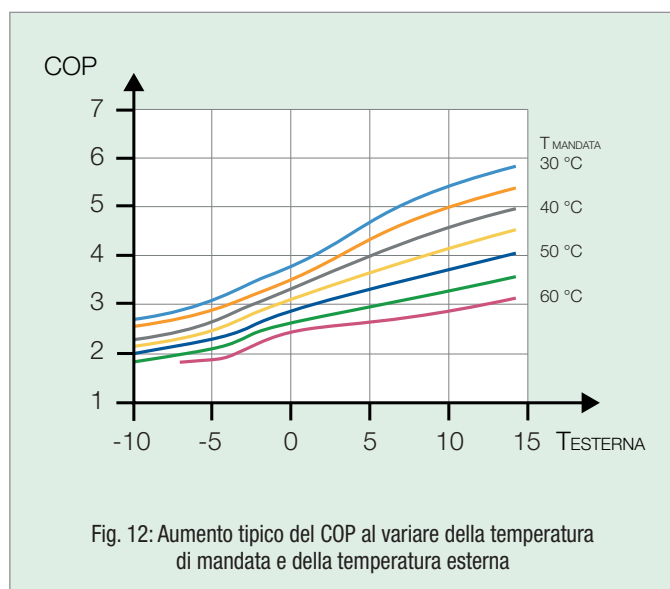
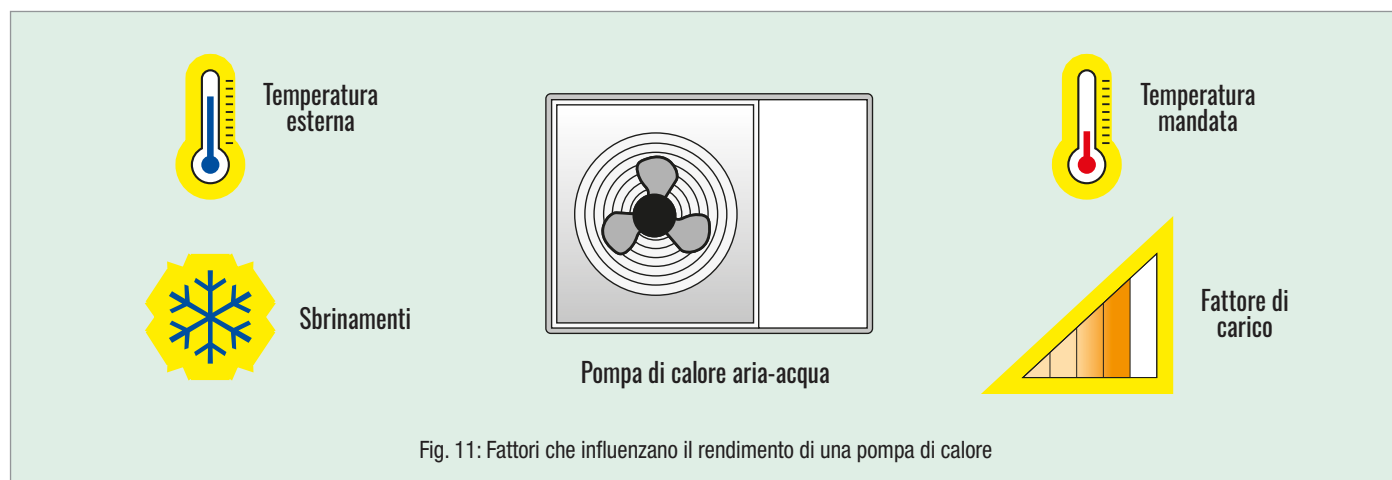
Il rendimento delle pompe di calore aria-acqua è influenzato in modo preponderante da 4 fattori:

1. temperatura aria esterna;
2. temperatura di mandata;

3. sbrinamenti;

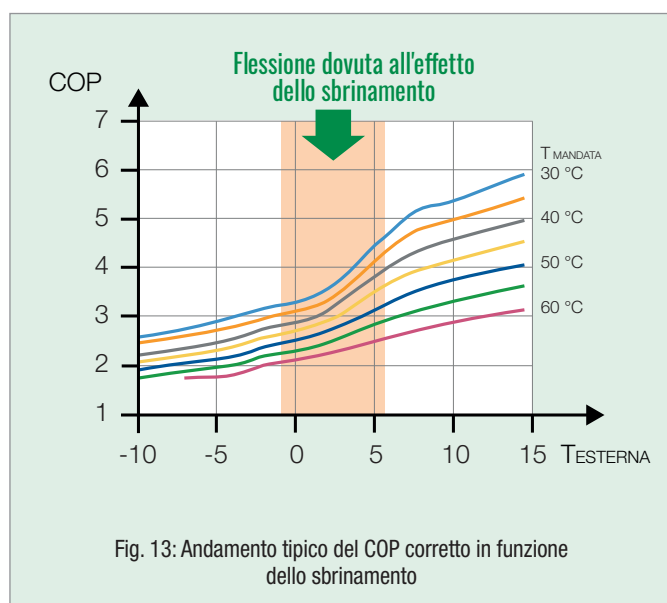
4. fattore di carico.

I primi due fattori, che sono anche detti temperatura della sorgente calda e della sorgente fredda, influenzano direttamente il COP della pompa di calore e hanno andamenti come riportato nel grafico di Fig. 12.

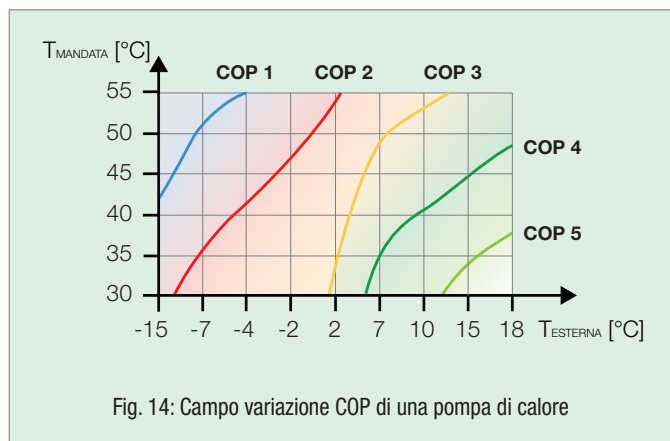


Lo sbrinamento è necessario alle pompe di calore per liberare gli scambiatori dell'evaporatore da eventuali formazioni di ghiaccio (brina) che si possono formare dal congelamento del vapore acqueo contenuto nell'aria. Tale fenomeno dipende dalla temperatura e dall'umidità relativa dell'aria e presenta un picco in corrispondenza di aria con umidità relativa superiore all'80 % e una temperatura di 3-4 °C (condizioni di formazione della nebbia).

Il processo di sbrinamento penalizza il rendimento delle pompe di calore in quanto per scongelare le batterie di scambio deve sottrarre calore utile prodotto, con conseguente dispendio energetico. I produttori mettono a disposizione curve di COP corrette con un flesso in corrispondenza delle condizioni di aria esterna favorevoli alla formazione della brina (vedi Fig. 13).



Se si analizza l'andamento del COP di una pompa di calore si può vedere come questo vari da un minimo di 1,5 ad un massimo di 5. Una lettura semplice di questa variabilità è visibile dal grafico di Fig 14.



In merito al fattore di carico è necessario distinguere due tipologie di pompa di calore aria-acqua in cui il peso di questo fattore ha un effetto diverso sul rendimento:

- pompe di calore on-off: macchine che emettono una potenza costante e modulano il carico attraverso cicli di accensione e spegnimento;
- pompe di calore modulanti (a inverter): generatori che possono variare la potenza emessa, modificando la velocità di rotazione del ventilatore che convoglia l'aria sull'evaporatore e la velocità di rotazione del compressore.

Nelle macchine a compressione, come le pompe di calore, ogni ciclo di accensione comporta delle piccole perdite energetiche le cui cause sono da ricercare nei seguenti aspetti:

- maggior potenza di avviamento del motore elettrico dovuta alle correnti di spunto;
- spostamento della carica di refrigerante dal lato a bassa pressione a quello ad alta pressione;
- transitorio termico per il raggiungimento della temperatura dell'evaporatore e del condensatore.

Le perdite di avvio del ciclo hanno maggior peso sul rendimento globale tanto più sono frequenti i cicli di accensione e spegnimento: per questo il motivo il rendimento delle macchine on/off cala al diminuire del fattore di carico.

Le macchine modulanti possono variare la potenza senza cicli di accensione e spegnimento e presentano una diminuzione molto meno marcata del rendimento rispetto alla diminuzione del fattore di carico.

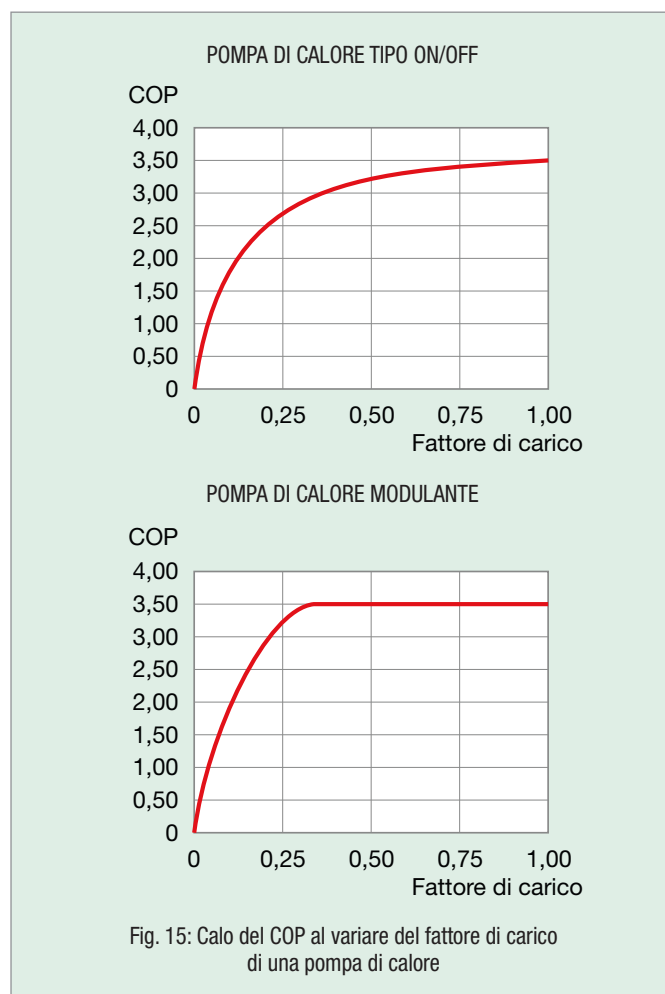
Le pompe di calore possono modulare la potenza sino a rapporti che possono raggiungere 1/3 o 1/4 della potenza massima. Questo limite è dato dai seguenti motivi:

- i motori elettrici, per evitare surriscaldamenti, non possono ruotare al di sotto di una frequenza minima;
- i compressori presentano la necessità di mantenere una velocità di rotazione minima per garantire una adeguata lubrificazione.

Ne consegue che anche le macchine modulanti sono caratterizzate da ciclo di accensione e spegnimento, con un calo di rendimento al di sotto di un certo fattore di carico.

Andamenti tipici del calo di rendimento in funzione della variazione del fattore di carico, sia per macchine on-off sia modulanti, sono riportati in Fig. 15.

Attualmente la quasi totalità dei produttori delle pompe di calore aria-acqua propone macchine di tipo modulante.





## ACCORGIMENTI PER MASSIMIZZARE IL RENDIMENTO DEGLI IMPIANTI CON POMPA DI CALORE ARIA ACQUA

Per massimizzare il rendimento delle pompe di calore aria-acqua possono essere adottati accorgimenti sia di tipo progettuale, sia sulla loro corretta gestione.

### ACCORGIMENTI PROGETTUALI

Nel primo caso si agisce sui fattori che possono essere controllati dal progettista: il fattore di carico e la temperatura di mandata. Per quanto riguarda il fattore di carico è fondamentale che la pompa di calore sia dimensionata in modo corretto evitando il più possibile sovradimensionamenti, ben più penalizzanti rispetto agli impianti dotati di caldaie a gas. Per le pompe di calore aria-acqua è spesso conveniente un dimensionamento della potenza leggermente inferiore al carico di picco di calcolo statico (vedi Idraulica 61).

Le accortezze progettuali che permettono di minimizzare la temperatura di mandata sono quelle di prevedere impianti con la temperatura operante il più bassa possibile. Per questo motivo l'impianto di emissione migliore per un generatore a pompa di calore risulta quello radiante. Inoltre, è conveniente adottare alcuni accorgimenti, quali l'adozione di interassi inferiori ed evitare circuiti a temperatura maggiore per i termoarredi di integrazione.

Nel caso di pompe di calore accoppiate ad impianti a radiatori, tipico delle ristrutturazioni, è necessario verificare che la massima temperatura erogabile dal generatore sia sufficiente a garantire la potenza di progetto ai caloriferi. Ove non si raggiungesse questo obiettivo, bisognerebbe aumentare il numero di radiatori o, in alternativa, aumentare la potenza dei radiatori esistenti tramite l'aggiunta di nuovi elementi. Quest'ultimo accorgimento risulta in ogni caso utile poiché consente di ridurre la temperatura di mandata dei radiatori.

Un altro aspetto spesso sottovalutato in fase di progettazione degli impianti a radiatori con pompe di calore è quello della distribuzione: a differenza di quanto avviene con gli impianti dotati di caldaia a condensazione, negli impianti a pompa di calore è necessario minimizzare il più possibile il salto termico dei radiatori al fine di ottenere una maggior temperatura media operante del radiatore. Ad esempio, un impianto a radiatori progettato con temperatura di mandata di 50 °C ed un salto termico di 10 °C, avrà una temperatura media dei radiatori pari a 45 °C; lo stesso impianto potrebbe essere progettato con salto termico di 4 °C riducendo la temperatura di mandata a 47 °C con un vantaggio per l'efficienza della pompa di calore.

### ACCORGIMENTI DI GESTIONE

La regolazione e la gestione degli impianti a pompa di calore, vista l'estrema variabilità di COP di queste macchine, ricoprono un ruolo altrettanto importante quanto una corretta progettazione.

Al pari della progettazione la regolazione permette di agire e ottimizzare i parametri relativi alla temperatura di mandata e al fattore di carico, ma anche come vedremo, di ottimizzare parzialmente fattori apparentemente indipendenti dal controllo progettuale, come la temperatura esterna e lo sbrinamento.

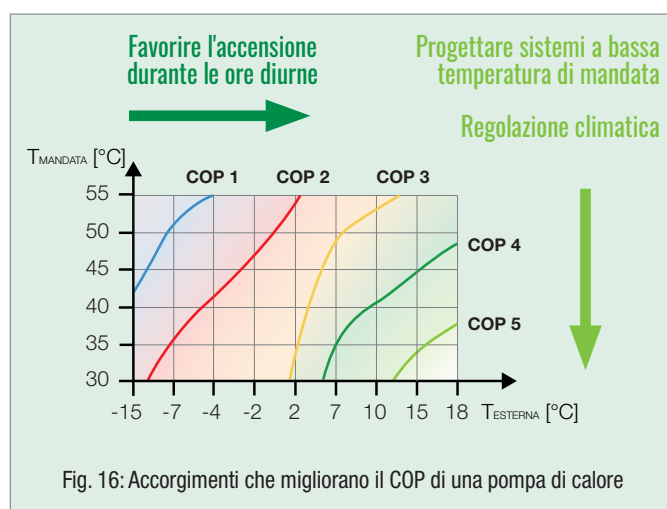


Fig. 16: Accorgimenti che migliorano il COP di una pompa di calore

Per ottimizzare la temperatura di mandata di una PDC si possono attuare le seguenti strategie di regolazione:

1. adottare una regolazione di tipo climatico e regolare i terminali a portata costante e temperatura variabile;
2. in presenza separatori idraulici regolare le portate in modo che la portata del circuito primario sia sempre maggiore del secondario.

Per massimizzare il fattore di carico è opportuno modulare la temperatura in modo che i termostati ambiente rimangano in richiesta di calore per il maggior tempo possibile evitando continui pendolamenti acceso-spento. Un'ulteriore strategia risulta quella di impostare delle fasce orarie di utilizzo della macchina soprattutto nelle stagioni con clima più mite, in modo che la pompa di calore lavori in modo continuativo per una certa fascia oraria e rimanga completamente spenta per il resto della giornata.

Per massimizzare il fattore relativo alla temperatura esterna e allo sbrinamento, è consigliabile evitare il più possibile il funzionamento nelle ore notturne e delle prime ore del mattino quando le temperature esterne sono più rigide e l'umidità relativa più alta. Ovviamente questa strategia è tanto più attuabile quanto minore è il carico richiesto dall'abitazione e laddove le abitazioni abbiano una buona capacità di accumulare calore (vedi pag. 9).

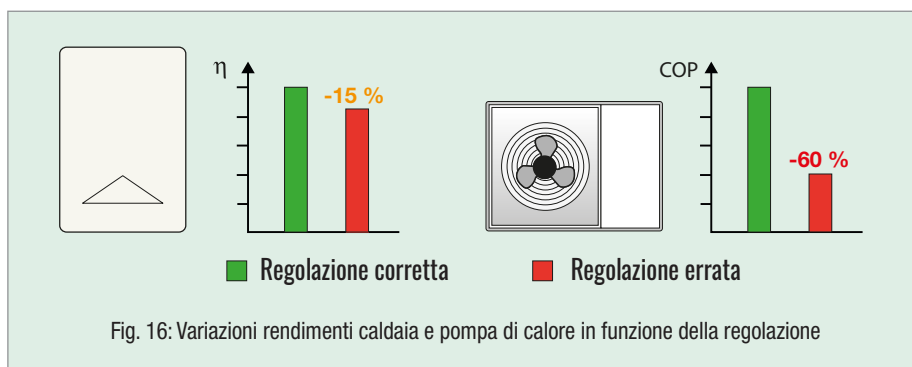
## DIFFERENZE PRINCIPALI TRA LE PRESTAZIONI DI UN IMPIANTO CON CALDAIA A GAS E UN IMPIANTO A POMPA DI CALORE ARIA-ACQUA

Come visto nei paragrafi precedenti il rendimento degli impianti dipende in modo significativo anche da una corretta progettazione e regolazione. Tuttavia, esistono profonde differenze tra gli impianti che presentano una caldaia a gas a condensazione, rispetto a quelli alimentati da una pompa di calore aria-acqua. Tale differenza risiede nell'ampia variabilità di rendimento che le pompe di calore presentano rispetto alle caldaie.

Infatti, una caldaia a gas mal progettata e gestita, potrà avere un rendimento inferiore, al massimo, del 15 % di una sua omologa ben dimensionata e regolata.

Tale differenza di rendimento si configura come uno spreco netto di energia e andrebbe evitata, ma è di un'entità meno importante rispetto a quella che si può generare sugli impianti a pompa di calore.

Infatti, in questi impianti la variabilità di rendimento di una pompa di calore aria-acqua mal progettata e gestita può essere anche di 2 o 3 volte inferiore rispetto alla stessa macchina opportunamente selezionata e regolata. È infatti questo il motivo per il quale gli edifici dotati di impianti a pompa di calore risultano spesso avere consumi ben più elevati rispetto ai dati riportati nelle classificazioni energetiche, creando disagio e contestazioni da parte degli utenti finali.



## I GAS REFRIGERANTI: R410A - R32 - R290

Nel numero 61 di Idraulica è stata fatta una panoramica dell'evoluzione delle caratteristiche e delle problematiche legate ai gas refrigeranti utilizzati nelle pompe di calore. Riprendiamo alcuni concetti per approfondire le caratteristiche del gas che si sta affermando nelle nuove macchine in uscita sul mercato, il propano comunemente noto come R290.

I gas fluorurati (HFC) sono stati proposti dai legislatori come sostituti delle sostanze che riducono lo strato di ozono, nei primi anni '80.

Il settore della refrigerazione, del condizionamento dell'aria e delle pompe di calore è il principale emettitore di gas fluorati, che rappresentano oltre il 90 % delle emissioni totali nell'UE.

Questo settore sta crescendo in modo esponenziale: il numero totale di unità di condizionamento, refrigerazione e pompe di calore dovrebbe aumentare a livello globale da 1,6 miliardi a 5,6 miliardi nel 2050. Nella sola Europa il numero totale di unità a pompa di calore è destinato a raddoppiare entro il 2025.

Per valutare gli impatti dei diversi gas ad effetto serra sul riscaldamento globale si utilizza il valore del Global Warming Potential (GWP), un numero adimensionale che misura il contributo all'effetto serra del refrigerante rispetto a quello di una sostanza di riferimento (CO<sub>2</sub>).

| REFRIGERANTE            | DENSITÀ<br>(kg/m <sup>3</sup> a 25 °C) | TIPOLOGIA | GLOBAL<br>WARMING<br>POTENTIAL |
|-------------------------|----------------------------------------|-----------|--------------------------------|
| R744 (CO <sub>2</sub> ) | 1,8                                    | Naturale  | 1                              |
| R410A                   | 1061                                   | HFC       | 2088                           |
| R32                     | 961                                    | HFC       | 675                            |
| R290                    | 493                                    | Naturale  | 3                              |

Tab 3: Caratteristiche gas refrigeranti

Anche se innocui per lo strato di ozono, i gas fluorurati hanno un effetto serra molto maggiore della CO<sub>2</sub>, in particolare un kg di R410A immesso in atmosfera ha lo stesso contributo all'effetto serra di 2,088 tonnellate di CO<sub>2</sub>.

Il Regolamento Europeo 517/2014 impone un drastico calo nell'emissione di gas a effetto serra, con un target di riduzione del 79 % entro il 2030 (utilizzando come riferimento la media di emissioni nel periodo 2009-2012). Per raggiungere questo ambizioso obiettivo sono state individuate diverse modalità d'intervento tra cui la riduzione progressiva degli HFC, espressa in Tonnellate di CO<sub>2</sub> equivalente, immessi nel territorio dell'Unione Europea.

Per questi motivi negli ultimi anni le case produttrici si stanno orientando verso l'utilizzo di un refrigerante naturale, il gas propano (comunemente noto con la sigla R290) che ha un GWP quasi prossimo a quello della CO<sub>2</sub>.

Rispetto agli HFC largamente utilizzati il propano è infiammabile. La classificazione dei gas refrigeranti in base al livello di sicurezza è definito nella norma ISO817:2014 e riportato in Fig. 17.

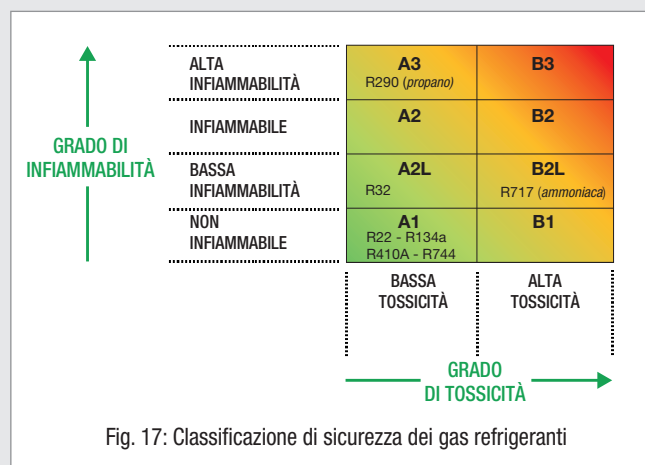


Fig. 17: Classificazione di sicurezza dei gas refrigeranti

La potenza emessa dalle PDC caricate con gas R410A risulta influenzata sia dalla temperatura dell'aria esterna sia dalla temperatura dell'acqua di mandata.

Le PDC caricate con gas R32 presentano invece una 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.

L'R290 ha il vantaggio di avere la potenza emessa poco influenzata dalla temperatura di mandata che può essere portata in condizioni ottimali fino a 65°C.

Come per R410A risulta invece soggetto a variazioni più evidenti della potenza in rapporto alla temperatura esterna.

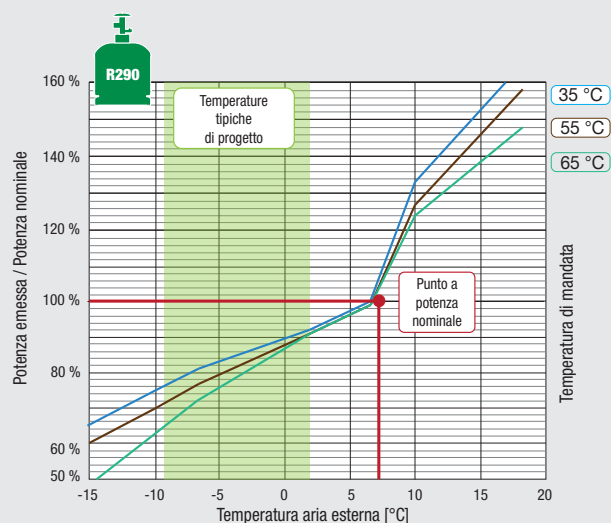
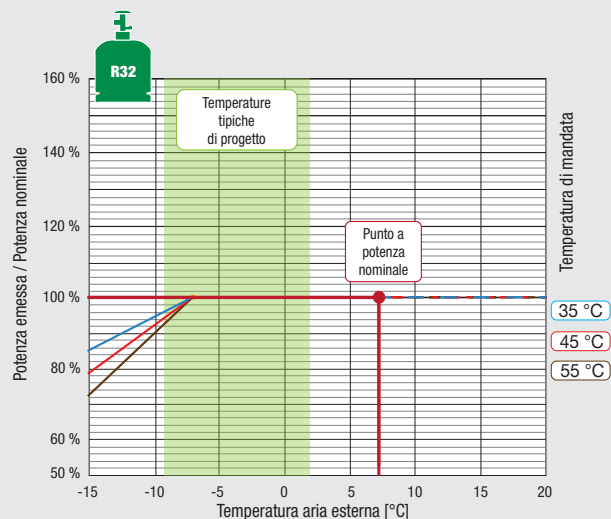
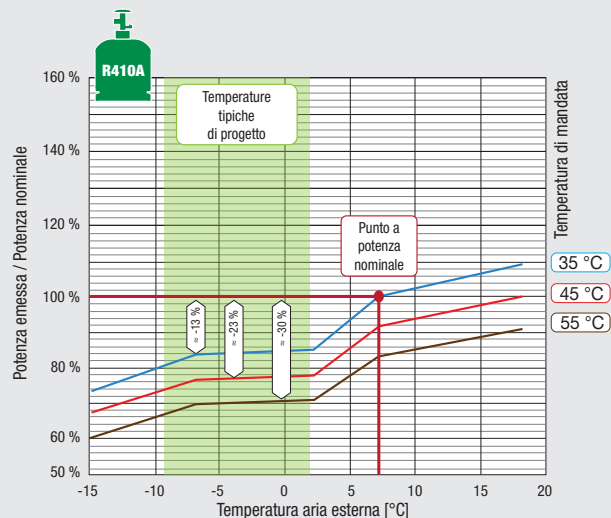


Fig. 18: Andamento potenza emessa pompa di calore per i tre gas refrigeranti

# UTILIZZO DEI RADIATORI NEGLI IMPIANTI A POMPA DI COLORE

Gli impianti di riscaldamento con pompe di calore funzionano generalmente con temperature medie del fluido scaldante inferiori rispetto agli impianti alimentati con caldaie. In caso di riqualificazione di un impianto termico dotato di radiatori, che prevede la sostituzione di un generatore da caldaia a pompa di calore, questo calo di temperatura comporta una diminuzione di potenza emessa dai corpi scaldanti che deve essere correttamente valutato dal progettista.

Tale valutazione può essere fatta calcolando la potenza emessa da ogni singolo radiatore (tramite la Formula 1) oppure calcolando la temperatura media del fluido (metodo alternativo proposto, Formula 2).

Se si utilizza la Formula 1 il procedimento è iterativo: occorre calcolare la potenza emessa da ogni singolo radiatore dell'impianto stimando di volta in volta una temperatura media differente, fino ad ottenere la potenza richiesta.

$$Q = B \cdot (T_m - T_a)^n \quad (\text{Formula 1})$$

dove: **Q** = potenza termica del radiatore, [W]

**B** = costante caratteristica del radiatore, [W/°C<sup>n</sup>]

**T<sub>m</sub>** = temperatura media del fluido scaldante, [°C]

**T<sub>a</sub>** = temperatura ambiente, [°C]

**n** = esponente specifico del radiatore

Per applicare il metodo alternativo proposto (Formula 2), invece, è necessario conoscere i dati progettuali dei radiatori (Potenza del singolo elemento, coefficiente "n",  $\Delta T_{nom}$ , e numero di elementi) o effettuare in caso contrario un rilievo dei radiatori installati. Dalla Formula 1, attraverso la seguente trasformazione, si ricava la Formula 2 utile per calcolare la temperatura media del fluido scaldante minima necessaria per riscaldare un locale. Ripetendo il calcolo per tutti gli ambienti, la temperatura media minima di progetto sarà la maggiore tra quelle calcolate per ogni singolo locale.

$$Q = B \cdot (T_m - T_a)^n \rightarrow \frac{Q_{nom}}{Q} = \frac{B (T_{m, nom} - T_a)^n}{B (T_m - T_a)^n} \rightarrow \left( \frac{Q_{nom}}{Q} \right)^{1/n} = \frac{\Delta T_{nom}}{T_m - T_a} \rightarrow$$
$$T_m = \left( \frac{Q_{nom}}{Q} \right)^{-1/n} \cdot \Delta T_{nom} + 20 \quad (\text{Formula 2})$$

## ESEMPIO

Si calcoli la temperatura media minima di progetto di un locale avente dispersioni pari a 800 W riscaldato da un radiatore tubolare a 3 colonne con 20 elementi di altezza 650.

### Dati:

$$Q_{loc} = 800 \text{ W}$$

Per il radiatore si possono assumere i seguenti dati

$$Q_{el} = 65,2 \text{ W}; n = 1,29; \Delta T_{nom} = 50 \text{ °C}; nr. el. = 20$$

Dai dati del radiatore si calcola la potenza nominale del radiatore, ad una temperatura media del fluido pari a 70°C (temperatura ambiente pari a 20 °C con un  $\Delta t_{nom}$  di 50 °C)

$$Q_{nom} = Q_{el} \cdot nr. el. = 65,2 \cdot 20 = 1304 \text{ W}$$

Per cui per l'ambiente e il radiatore considerato risulta una temperatura media minima di progetto pari a:

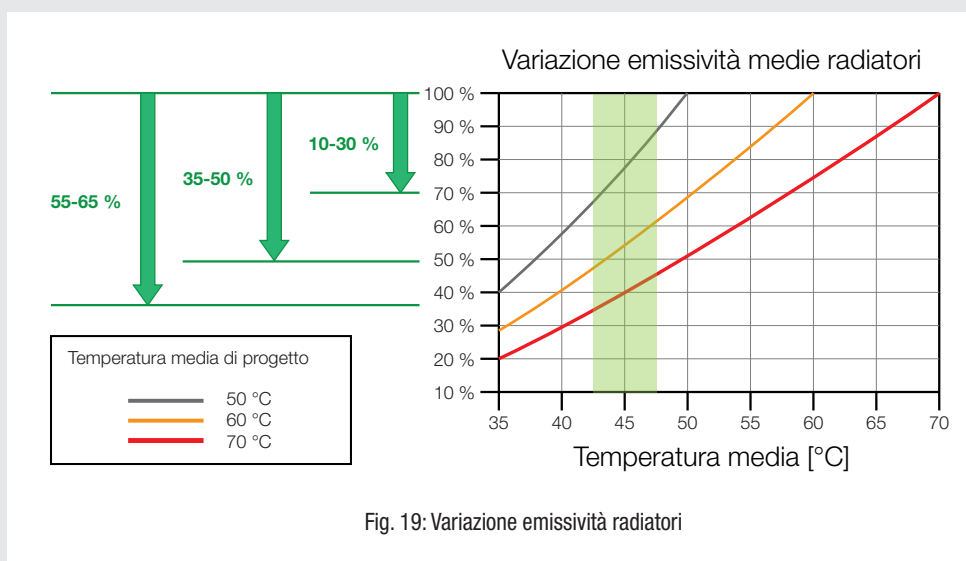
$$T_m = (1304/800)^{(1/1,29)} \cdot 50 + 20 = 54,2 \text{ °C}$$

Il metodo del calcolo della temperatura media minima di progetto risulta anche facilmente verificabile empiricamente in quanto è abbastanza semplice recuperare le temperature di lavoro effettive degli impianti esistenti. Queste temperature possono essere rilevate da una misura diretta della temperatura della mandata e del ritorno nelle condizioni di massimo carico. Risulta quindi immediato ricavare la temperatura media di lavoro di un dato impianto. Questa è necessariamente superiore alla temperatura minima di progetto.

Inoltre, in caso di impianto ben regolato, come ad esempio gli impianti dotati di valvole termostatiche, la temperatura media di lavoro risulterà prossima a quella di progetto e potrebbe essere utilizzata come valore di prima approssimazione in luogo di quella calcolata.

Qualora la temperatura media minima di progetto risultasse maggiore di quella raggiungibile dalla pompa di calore sarà necessario effettuare degli interventi correttivi.

Una valutazione dell'entità di questi effetti correttivi è rappresentata dal grafico in Fig. 19 dove è riportata la variazione di potenza emessa dai radiatori in funzione della temperatura media dell'impianto. Nel grafico è evidenziata una fascia in corrispondenza delle temperature medie del fluido scaldante tipicamente raggiungibili dagli impianti a pompa di calore.

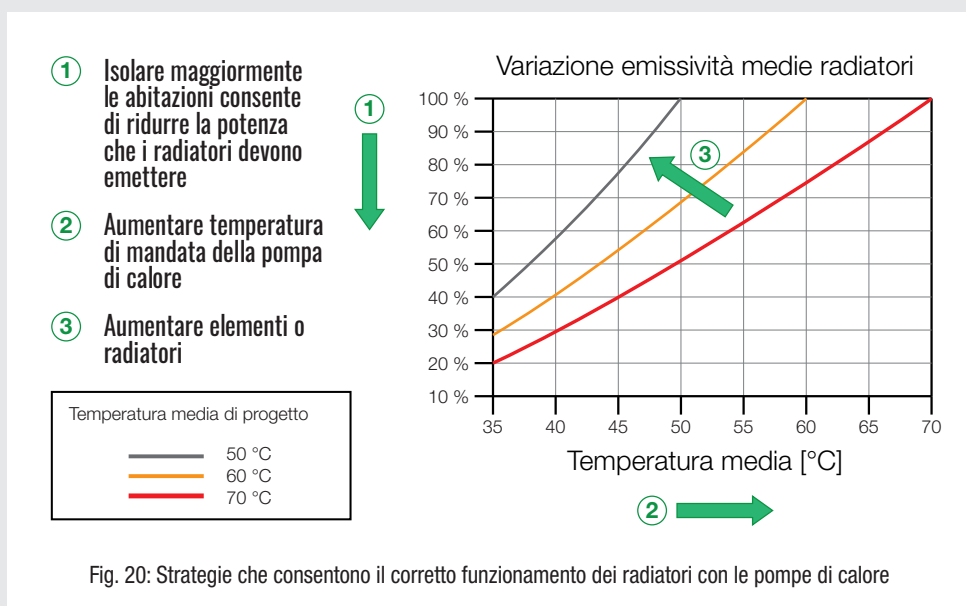


Come è facilmente intuibile, minore è la differenza tra la temperatura minima di progetto dell'impianto, e quella sviluppabile dalla pompa di calore, minore sarà la potenza da integrare rispetto a quella emessa dall'impianto.

Per poter correggere la situazione si possono adottare le seguenti strategie:

- 1. Aumentare la capacità di emissione dei radiatori** tramite l'aggiunta di elementi o di nuovi radiatori; questo intervento in genere è fattibile solo in caso di piccole correzioni di energia in quanto, negli impianti esistenti, i vincoli dati dagli attacchi e dagli spazi architettonici consentono l'eventuale aggiunta di pochi elementi ai radiatori esistenti. L'aggiunta di nuovi radiatori è in genere poco utilizzata in quanto comporta opere murarie e l'occupazione di spazi architettonici sulle pareti. In genere questa opzione è sfruttata solo per alcuni ambienti nel caso risultassero particolarmente sfavoriti rispetto al resto dei locali.
- 2. Isolare maggiormente le abitazioni;** questo intervento diminuisce la potenza necessaria per il riscaldamento e, come visto nell'esempio, la temperatura media minima di progetto dell'impianto. E' un intervento molto utile dal punto di vista energetico, anche perché la diminuzione della temperatura di mandata aumenta l'efficienza delle pompe di calore. Tuttavia, è un intervento molto invasivo e costoso e non sempre realizzabile.
- 3. Installare pompe di calore dotate di una tecnologia che permetta di innalzare le temperature di lavoro;** sul mercato si stanno diffondendo tecnologie che permettono alle pompe di calore di raggiungere temperature sempre maggiori come quelle che utilizzano gas R290. Tale soluzione è semplice da implementare ma è sempre opportuno considerare attentamente i costi di conduzione di tali impianti in quanto innalzare la temperatura di mandata di una pompa di calore comporta, inevitabilmente, un calo della sua efficienza.

Le tre strategie sopra descritte si possono ripercorrere sul grafico riportato in Fig. 20.





# DA CALDAIA A POMPA DI CALORE

Domenico Mazzetti e Simone Parenzan

In questa parte della rivista esamineremo due casi specifici di trasformazione di un impianto tramite la sostituzione di caldaia a gas con pompa di calore. Verranno messe in evidenza le differenze sostanziali e i componenti necessari per poter far funzionare un impianto a pompa di calore in modo corretto ed efficiente.

## LA CALDAIA A GAS

La caldaia a gas rappresenta una tecnologia matura, frutto dell'evoluzione tecnica basata su produzioni industriali di vasta scala, presenti sul mercato da diversi decenni. La versione a condensazione è l'ultimo tassello dello sviluppo e ha portato ad un risparmio potenziale intorno al 10 % rispetto alle cosiddette caldaie "tradizionali".

Gran parte degli elementi funzionali necessari per il corretto funzionamento dell'impianto sono compresi nel generatore; questo permette di semplificare sia l'impianto di distribuzione e regolazione del riscaldamento sia quello di produzione dell'acqua calda sanitaria.

Per spiegare il funzionamento e i componenti fondamentali verrà utilizzato uno schema (fig. 21) che ha uno scopo puramente indicativo.

## GENERAZIONE DELL'ACQUA CALDA PER IL RISCALDAMENTO

### LATO IMPIANTO

L'acqua del circuito chiuso viene riscaldata nella camera di combustione e inviata all'impianto tramite la pompa di circolazione (1). Questi circolatori hanno generalmente prevalenze tra i 4 e gli 8 metri di colonna d'acqua e da diversi anni sono di tipo elettronico in grado quindi di funzionare in diverse modalità, a giri fissi come i circolatori tradizionali, a prevalenza costante o in modalità proporzionale.

In alcuni modelli è presente una valvola di by-pass (5) in grado di limitare la prevalenza che il circolatore trasmette all'impianto.

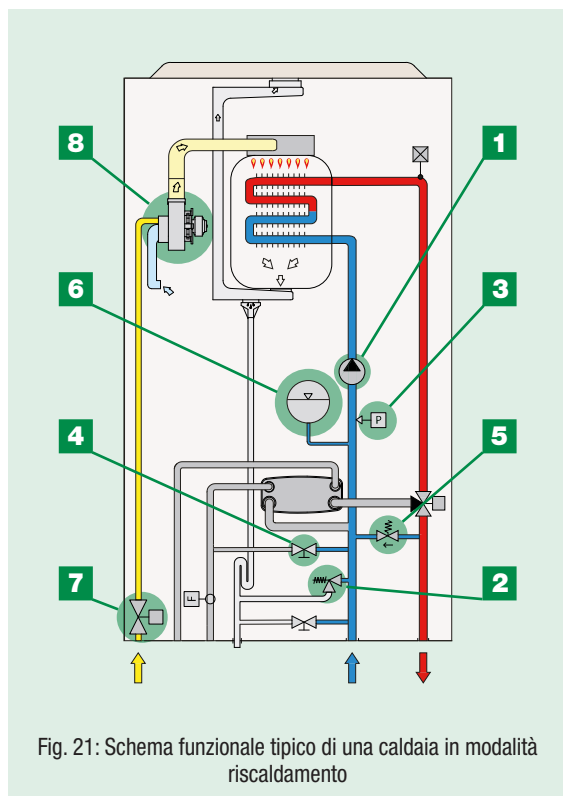


Fig. 21: Schema funzionale tipico di una caldaia in modalità riscaldamento

La caldaia è dotata di tutti gli organi di sicurezza necessari a salvaguardare il suo funzionamento e l'impianto:

- un vaso di espansione (6) da 10-12 litri, per compensare l'aumento di volume dell'acqua durante il riscaldamento;
- una valvola di sicurezza (2) tarata a 3 bar, per scaricare la pressione nell'impianto in caso raggiunga valori eccessivi;
- un pressostato di minima (3) che blocca il funzionamento dell'apparecchio in caso la pressione sia sotto un livello limite ed evita così problemi alla pompa di circolazione;
- un rubinetto di carico ad azionamento manuale (4) collegato all'ingresso dell'acqua sanitaria che permette di ristabilire il valore di pressione ottimale dell'impianto.

### LATO GAS - COMBUSTIONE

L'immissione del gas e la sua modulazione avvengono tramite l'elettrovalvola gas (7), questo elemento permette di interrompere il flusso al bruciatore in caso di avaria e di modulare la fiamma in base alla richiesta effettiva.

Il funzionamento del ventilatore (8) è controllato da un pressostato sui fumi di scarico che controlla la pressione differenziale e quindi l'effettiva evacuazione degli stessi nella canna fumaria.

## GENERAZIONE ACQUA CALDA SANITARIA

La generazione dell'acqua calda sanitaria viene comandata da un flussostato (9) presente sulla linea dell'acqua. La chiusura del contatto attiva una valvola a tre vie che devia l'acqua tecnica all'interno di uno scambiatore a piastre (11). In questo modo tutto il calore viene trasmesso all'acqua per utilizzo sanitario.

La potenza della caldaia (20-24 kW) può essere trasferita interamente ed in modo istantaneo a questa funzione, evitando così nella maggior parte dei casi di installare un accumulo di acqua calda sanitaria.

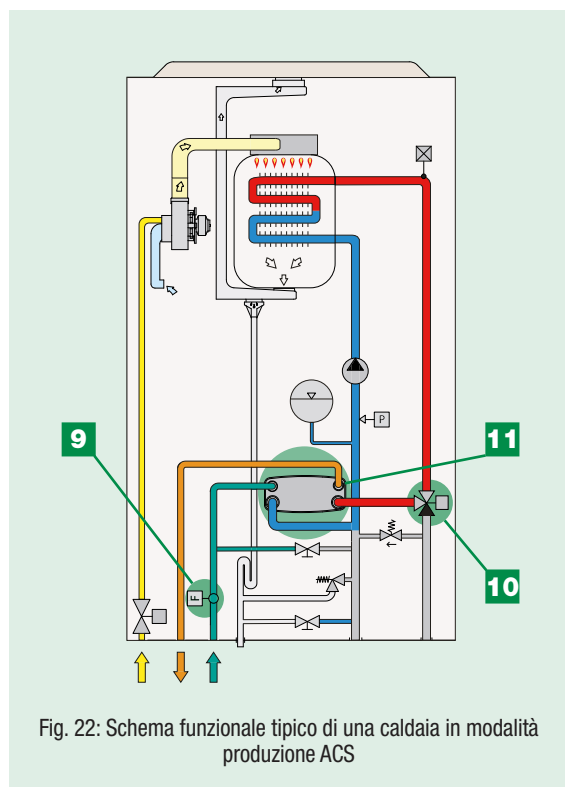


Fig. 22: Schema funzionale tipico di una caldaia in modalità produzione ACS

## 2029: LA FINE DELLE CALDAIE A COMBUSTIBILI FOSSILI?

In Europa le apparecchiature per la climatizzazione e la generazione di acqua calda sanitaria sono i maggiori consumatori di energia nei settori residenziale e commerciale. Rappresentano circa la metà del consumo di energia primaria per la maggior parte prodotta tramite combustibili fossili come indicato dalla Commissione Europea nella statistica per l'anno 2020 (Fig. 23).

Diversi studi pubblicati dall'Agenzia Internazionale dell'Energia (IEA) "Net zero by 2050" e dal Centro Comune di Ricerca (JRC) "EU Challenges of Reduction Fossil Fuel Use in Buildings" suggeriscono come uno degli strumenti per raggiungere la neutralità climatica la necessità di **interrompere la produzione e la vendita di caldaie a combustibili fossili**.

IEA suggerisce a partire dal 2025 mentre secondo JRC dovrebbe avvenire in due fasi, 2025 per le caldaie alimentate con idrocarburi liquidi e 2030 per le caldaie alimentate a gas.

Queste linee guida, non immediatamente operative, sono state incluse nel RepowerEU, il piano varato dalla Commissione europea per rendere i Paesi membri indipendenti dal gas russo prima del 2030.

Il 2029 è la data prevista entro la quale dovrebbe terminare la loro vendita sul mercato. Insieme a questo, l'altra indicazione è di prevedere un'etichettatura energetica più sfavorevole (e, quindi, penalizzante per la vendita) e il taglio di tutte le forme di incentivazione per questi apparecchi, reindirizzandole su altre tecnologie.

Il rischio che per le caldaie a combustibili fossili si arrivi, nel giro di pochi anni, un divieto di commercializzazione è estremamente alto.

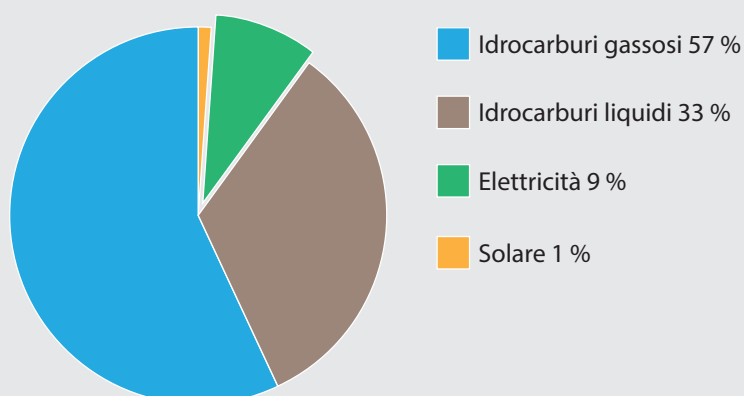


Fig. 23: Suddivisione fonti energia primaria per la climatizzazione

# LA POMPA DI CALORE

## POMPE DI CALORE MONOBLOCCO

Le pompe di calore più diffuse sul mercato sono comunemente chiamate MONOBLOCCO. In questa tipologia di macchine sia gli elementi del ciclo gas, sia i componenti del circuito idraulico sono integrati in un'unica unità.

La generazione del calore avviene tramite un ciclo frigorifero inverso in cui sono presenti due scambiatori, lo scambiatore aria-gas (A) dotato di uno o più ventilatori e lo scambiatore gas-acqua (B) di solito a piastre saldobrasate. Sono presenti a completamento del circuito frigorifero un compressore con inverter (C) e la valvola di laminazione (D).

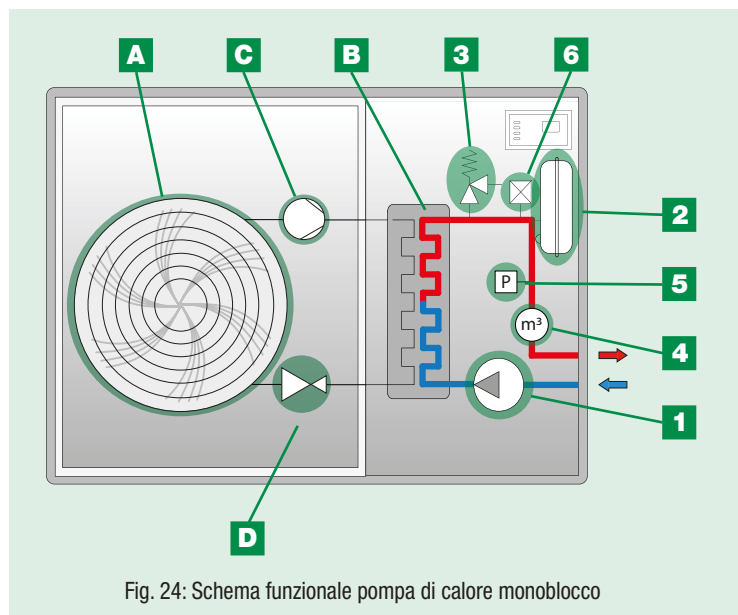


Fig. 24: Schema funzionale pompa di calore monoblocco

Sul lato idronico la pompa di calore è dotata di un circolatore (1) con prevalenze intorno ai 10 metri, un vaso di espansione (2), una valvola di sicurezza tarata a 2,5-3 bar (3), un misuratore di portata (4), un sensore di pressione (5) ed una valvola sfogo aria (6).

La pompa di circolazione ha una prevalenza generalmente più alta rispetto a quella delle semplici caldaie murali.

Il vaso di espansione all'interno delle pompe di calore ha un volume di solito pari a 8-10 litri; potrebbe essere necessario prevedere un secondo vaso per garantire un'espansione corretta per tutto l'impianto.

Il misuratore di portata ha diverse funzionalità; una delle principali è quella di verificare sempre che la portata minima sia garantita nelle varie fasi di funzionamento per poter dissipare il calore prodotto dal circuito gas nelle fasi di spegnimento della macchina oppure quando sono necessari dei cicli di sbrinamento.

Il sensore di pressione acqua ha la stessa funzione del pressostato di minima delle caldaie, ossia controllare che il circuito non scenda al di sotto di un valore limite.

### VASO DI ESPANSIONE, VALVOLA DI SICUREZZA E VALVOLA SFOGO ARIA PER IL CIRCUITO DI CLIMATIZZAZIONE

Come riportato nel numero di Idraulica 61, il volume del vaso di espansione incluso nella macchina (2) potrebbe non essere sufficiente per compensare l'aumento di valore di tutto l'impianto. E' necessario quindi calcolare accuratamente il volume effettivo e verificare che il vaso di espansione contenuto nella macchina risulti adeguato. Occorre prevedere l'aggiunta di un vaso di espansione nel caso questa verifica risulti negativa.

La valvola sfogo aria (6) è montata sulla parte più alta del circuito idronico all'interno della macchina, lo stesso posizionamento viene utilizzato per la valvola di sicurezza (3).

### VASO DI ESPANSIONE E VALVOLA DI SICUREZZA PER IL CIRCUITO SANITARIO

Al contrario della generazione istantanea tipica delle caldaie murali, la generazione ad accumulo richiede la presenza di uno specifico vaso di espansione e valvola di sicurezza.

Questi due elementi non sono presenti nelle macchine standard ma solo in quelle con accumulo integrato e devono essere dimensionati sulla base del volume dell'accumulo e della pressione massima ammissibile nell'impianto sanitario (Fig.25).

La serpentina di scambio dell'accumulo sanitario è maggiorata a causa del livello di temperatura delle pompe di calore. È buona norma prevedere nel punto più alto del serpentino una valvola di sfogo aria o un rubinetto di spurgo per favorire il primo riempimento del circuito.

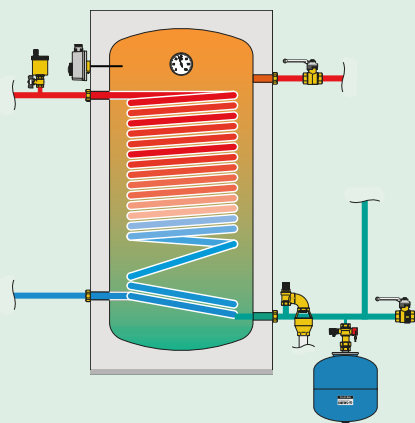


Fig. 25:  
Accumulo sanitario con vaso di espansione  
e valvola di sicurezza

## POMPE DI CALORE SPLITTATE

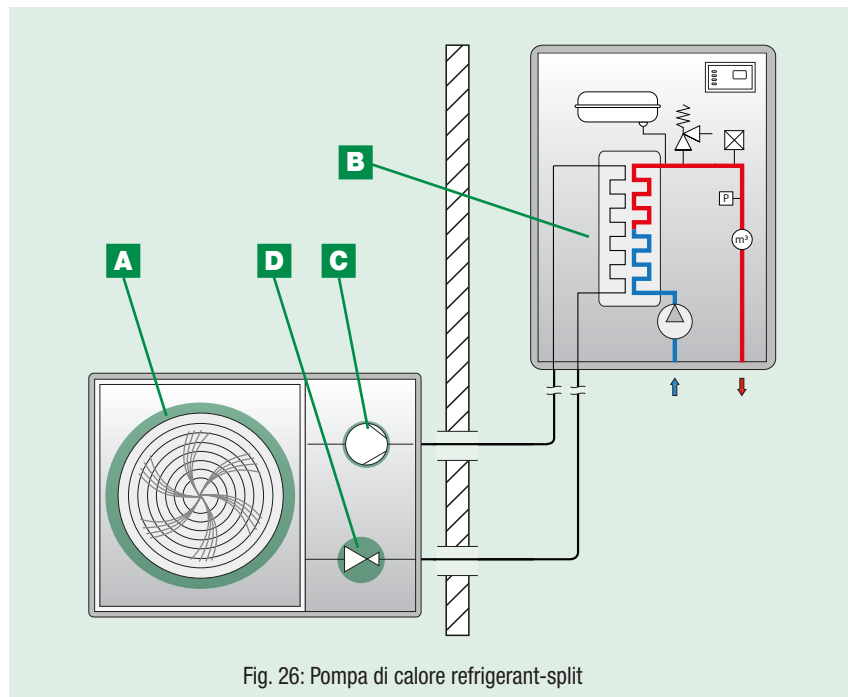


Fig. 26: Pompa di calore refrigerant-split

I costruttori forniscono precise informazioni sul posizionamento dei due elementi quali la distanza massima e i dislivelli ammissibili.

Dopo il collegamento delle tubazioni per il refrigerante il tecnico crea il vuoto nelle tubazioni e lascia l'impianto in queste condizioni per un certo lasso di tempo in modo da verificarne la tenuta e la bontà dei collegamenti. La fase successiva consiste nel riempimento di refrigerante del circuito gas già contenuto all'interno dell'unità esterna.

Il vantaggio della refrigerant-split è l'assenza di tubazioni idroniche poste all'esterno, non si ha quindi il rischio gelo e rottura dei componenti. Gli svantaggi consistono nell'installazione che deve essere effettuata da installatori specializzati muniti di patentino F-GAS e nella distanza massima imposta tra le due unità.

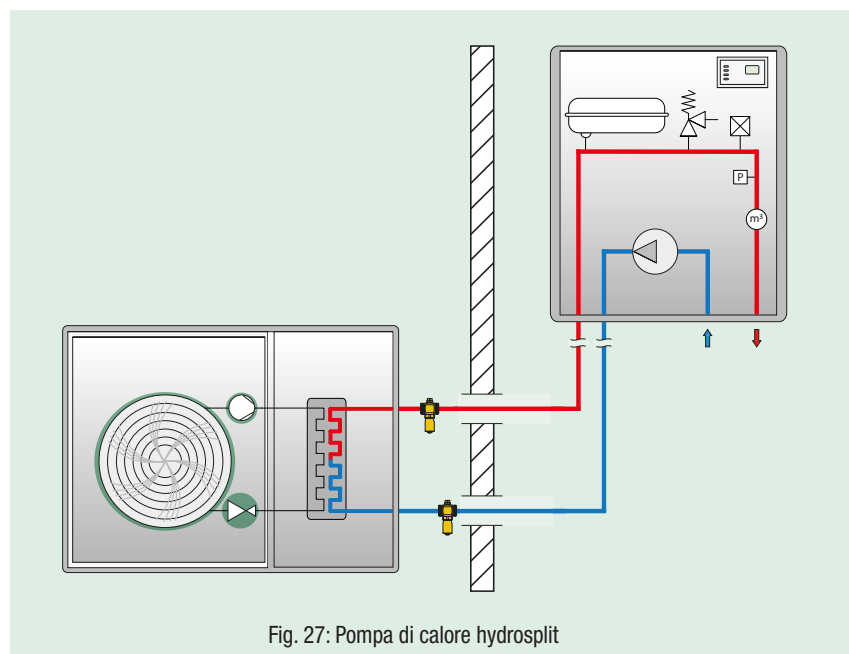


Fig. 27: Pompa di calore hydrosplit

La seconda tipologia di pompe di calore sono le cosiddette SPLITTATE può essere suddivisa in due sotto famiglie.

### REFRIGERANT-SPLIT

Il circuito gas è suddiviso: scambiatore aria-gas con relativo ventilatore (A), compressore (C), e valvola di laminazione (D), sono contenuti nell'unità esterna.

Lo scambiatore gas-acqua (B), e tutta la componentistica idronica (del tutto assimilabile a quella contenuta nella versione monoblocco) sono contenuti nell'unità interna. Ovviamente l'unità esterna deve essere installata all'aperto in modo da poter scambiare calore con l'aria esterna, l'unità interna deve essere installata in un locale/vano tecnico all'interno dell'abitazione.

### HYDROSPLIT

In questa tipologia tutti gli elementi del circuito gas sono contenuti all'interno dell'unità esterna fino allo scambiatore gas-acqua, mentre gli elementi del circuito idronico sono contenuti nell'unità interna.

Questa versione ha il vantaggio di aver tutto il circuito gas pronto e sigillato, e viene meno la necessità che venga installata da un tecnico dotato di patentino. Dall'altro lato ha lo svantaggio di avere delle linee idroniche posizionate all'esterno e dunque soggette al gelo.

## SCHEMA 1: IMPIANTO A RADIATORI, CALDAIA A GAS

L'impianto preso ad esempio è dotato di caldaia a gas (a condensazione o tradizionale), sistema di emissione a radiatori e valvole termostatiche.

### Distribuzione 1

L'impianto di climatizzazione è suddiviso in due zone principali, una per piano. Ogni zona è dotata di un termostato di piano che comanda una valvola di zona che controlla tutto il circuito.

All'interno della singola zona la distribuzione del fluido termovettore avviene tramite un collettore di piano. Per limitare la temperatura di alcuni ambienti si utilizzano i comandi termostatici montati su ogni radiatore e tarati ad una temperatura inferiore rispetto a quanto impostato sul termostato.

La pompa di circolazione della caldaia è sufficiente ad alimentare tutto l'impianto.

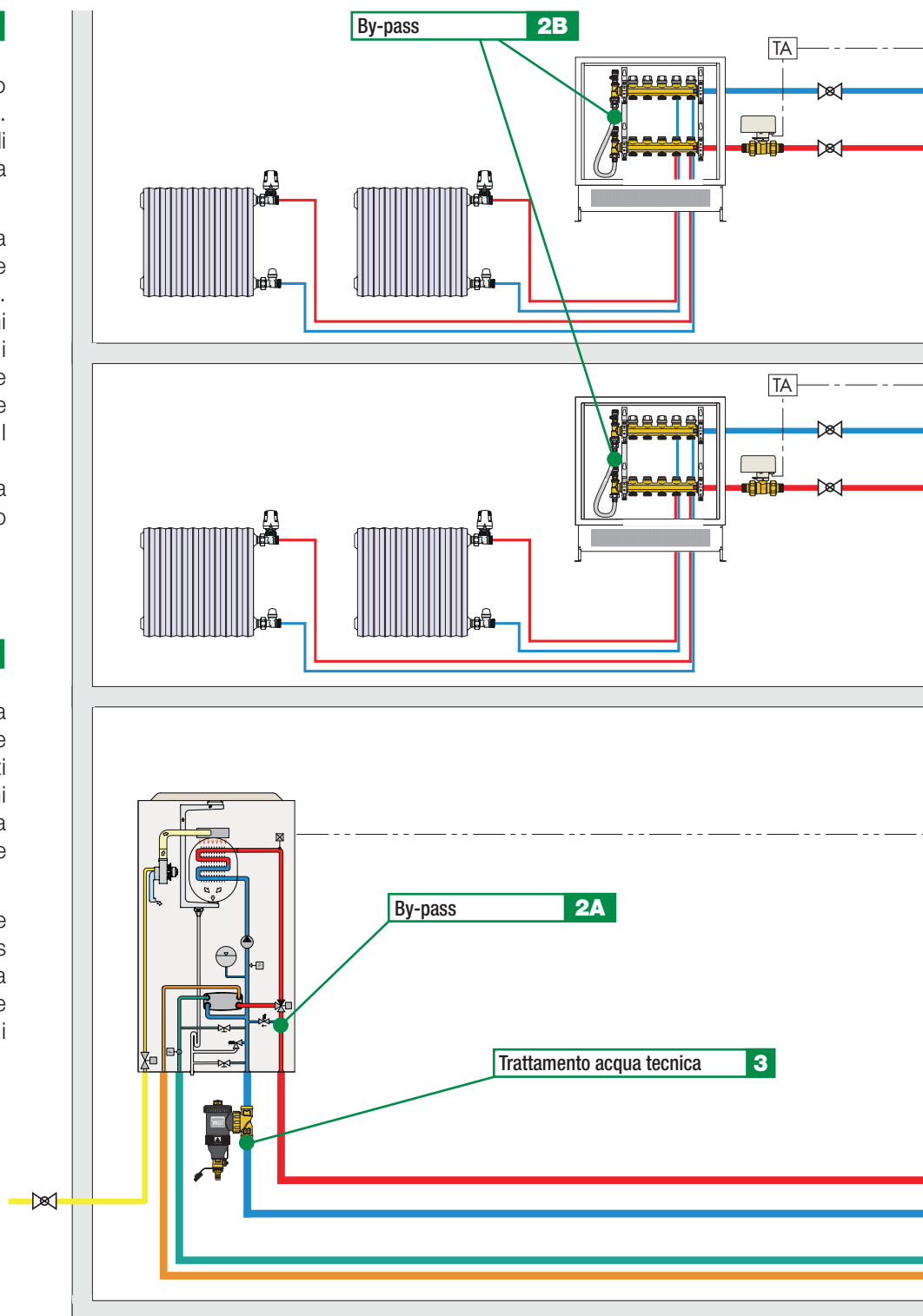
### By-pass

2A

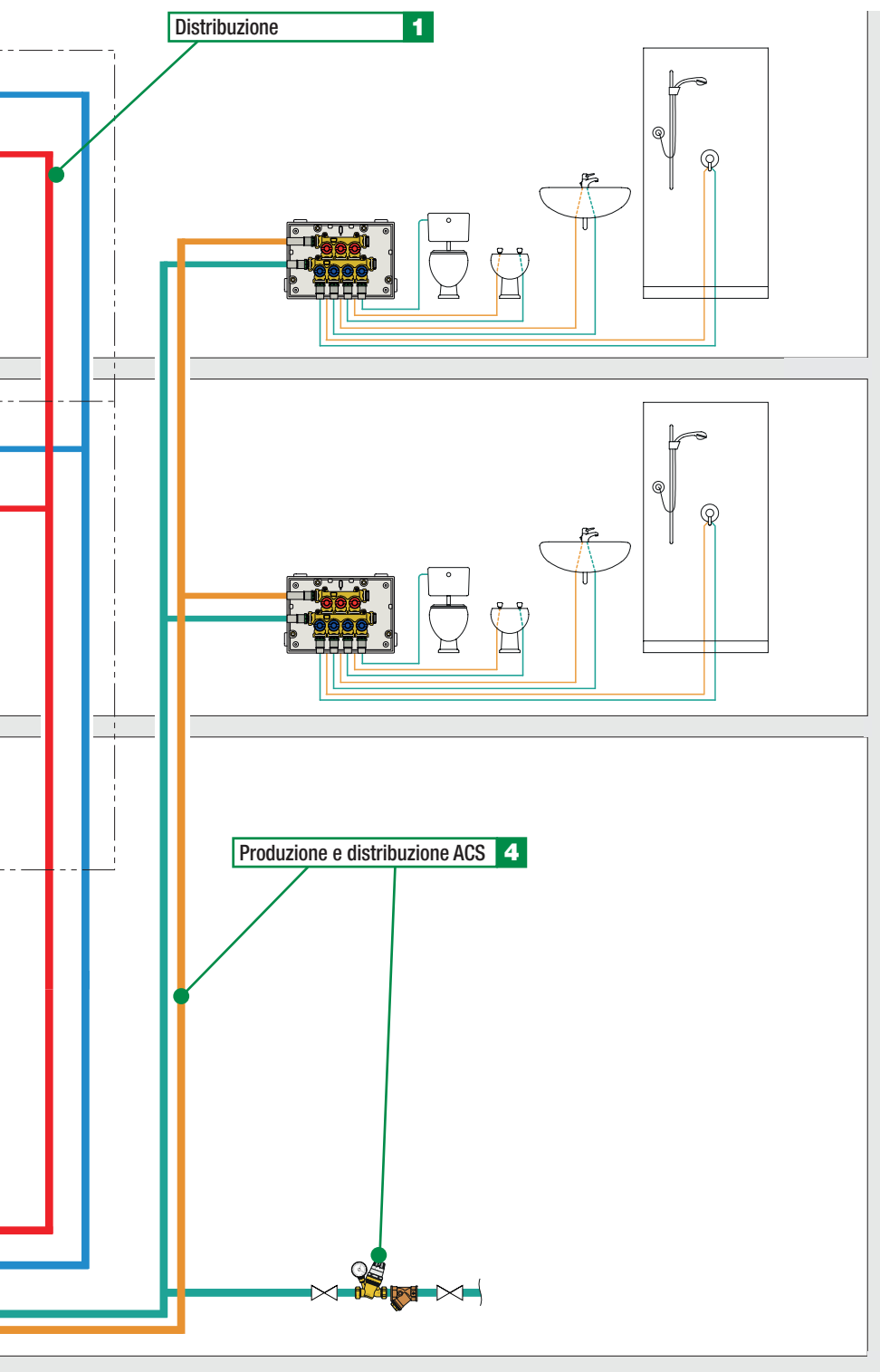
2B

Nel caso di chiusura simultanea di diverse valvole termostatiche dovuto all'apporto di calore da fonti esterne, potrebbero crearsi problemi di rumorosità sulla valvole dovuti alla prevalenza eccessiva del circolatore che si scarica sulle valvole in chiusura.

Il problema si può evitare tramite l'utilizzo di una valvola di by-pass (2A) (o valvola di sfioro) integrata nella caldaia, oppure montata direttamente sui collettori tramite appositi kit di by-pass (B) a taratura fissa (25 kPa).







### Trattamento acqua tecnica 3

Il trattamento dell'acqua del circuito chiuso prevede, secondo la norma UNI 8065, l'utilizzo di un filtro o di un defangatore magnetico per proteggere la caldaia e l'aggiunta di inibitori di corrosione.

### Produzione e distribuzione ACS 4

La produzione dell'acqua calda sanitaria è istantanea; la priorità di intervento è comandata da un flussostato nella caldaia attivato dalla richiesta di acqua calda da parte delle utenze.

La componentistica necessaria sulla linea di adduzione dell'acqua fredda dalla rete, consiste in un semplice filtro a Y (oppure filtri autopulenti) ed un riduttore di pressione per proteggere l'impianto e regolare la pressione.

La distribuzione è realizzata con una colonna montante cui è collegato un collettore per ogni piano che permette l'intercettazione generale o dei singoli circuiti.

In alternativa all'utilizzo dei collettori si può optare per la classica distribuzione in derivazione in cui le varie utenze si staccano in sequenza dalla linea di distribuzione principale.

Fig. 28: Schema impianto a radiatori con caldaia a gas

## RETROFIT SCHEMA 1: IMPIANTO A RADIATORI, POMPA DI CALORE

La trasformazione dell'impianto sostituendo il generatore a gas (caldaia) con uno elettrico (pompa di calore) comporta una configurazione più complessa del circuito idraulico, potrebbe nascere l'esigenza di aumentare il numero di elementi dei radiatori presenti.

### Pompa di calore - Valvola di by-pass 1 4

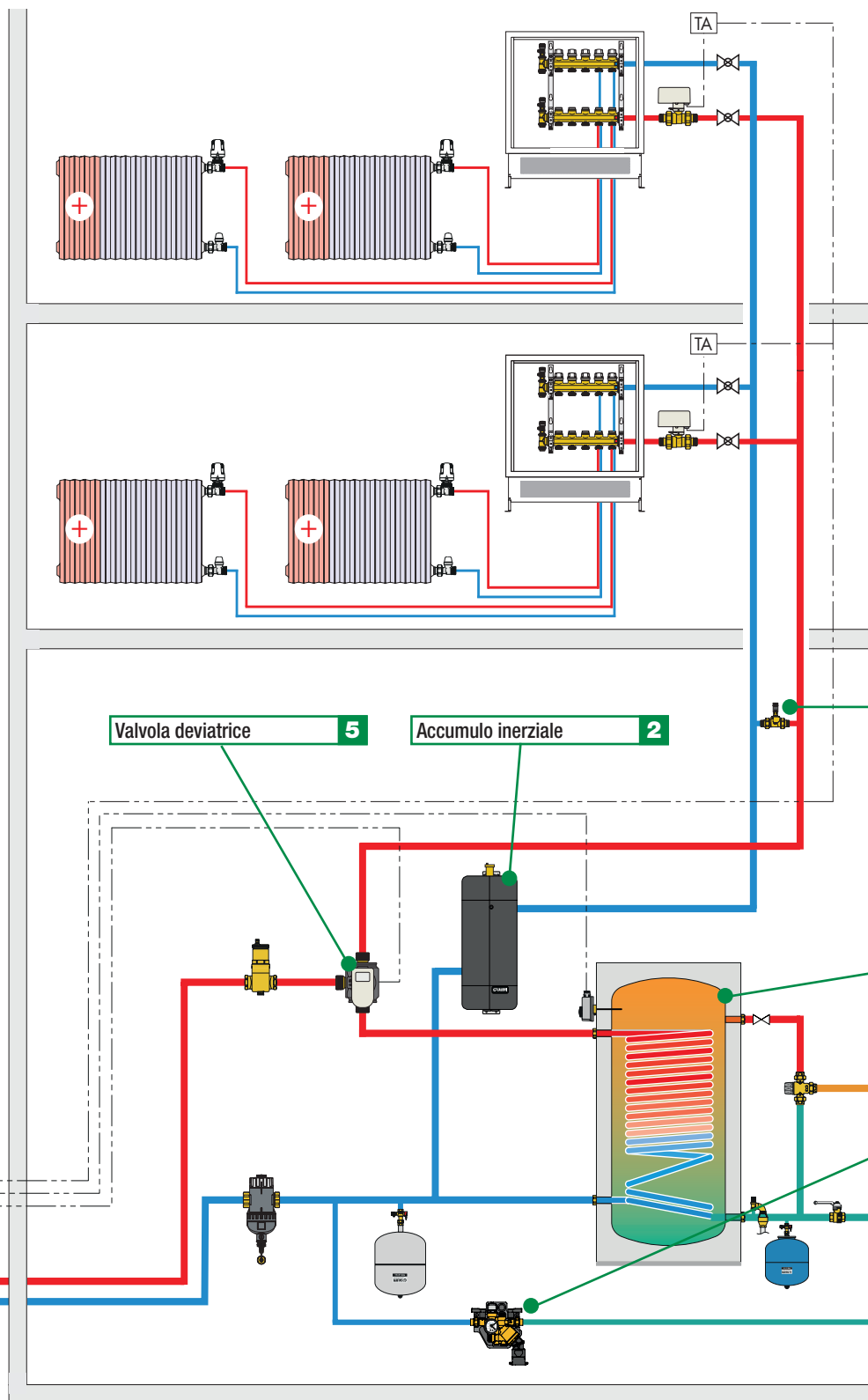
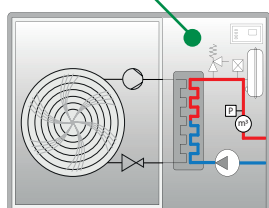
La pompa di calore è comandata dai termostati di piano come la caldaia nell'impianto originale.

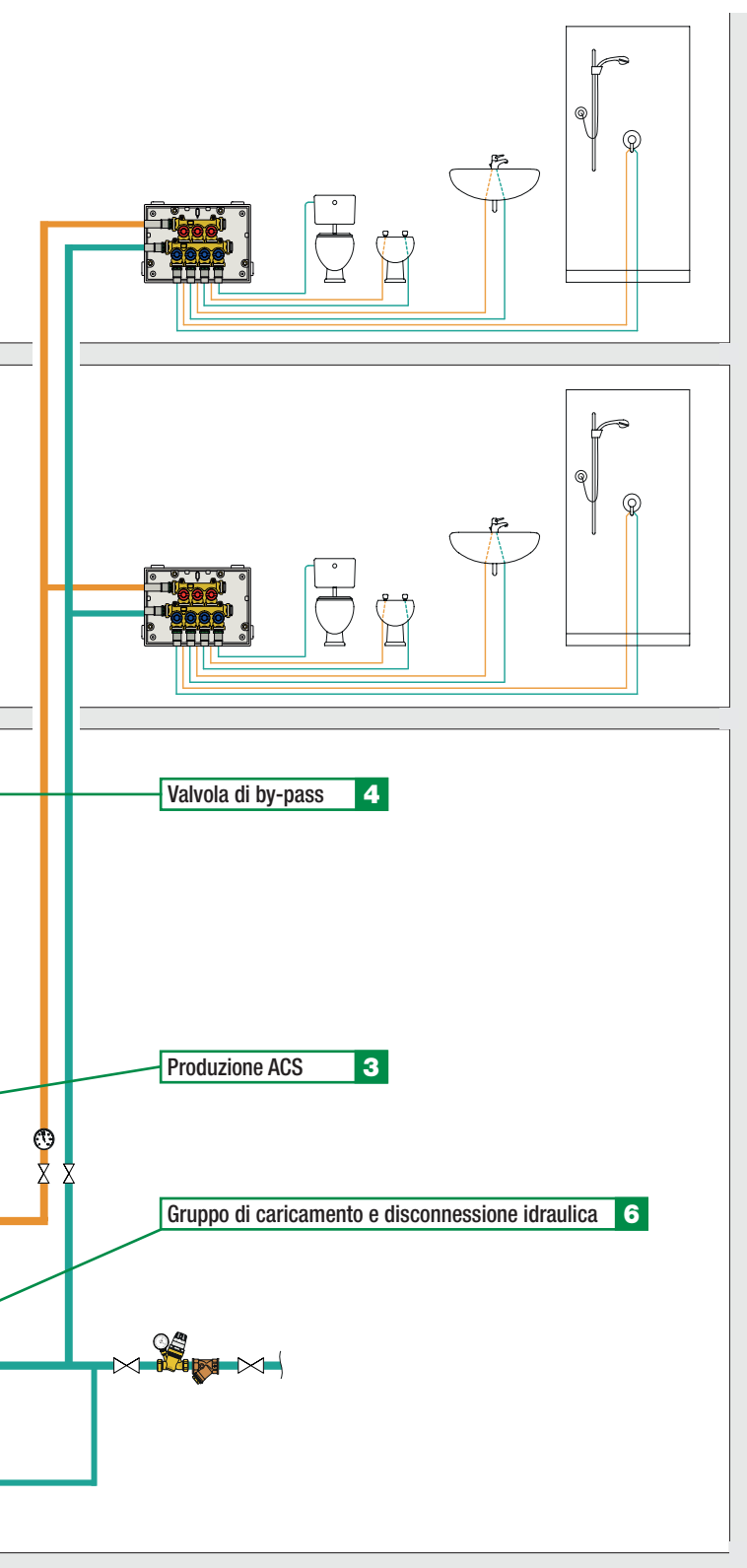
Nel caso in esame la pompa di circolazione della PDC di solito ha portata e prevalenza sufficienti e non risulta necessaria l'aggiunta di un circuito secondario.

Dopo il comando di spegnimento dei termostati, la pompa di calore deve mantenere attiva la circolazione per smaltire il calore ancora presente nel compressore; in particolari condizioni può avere la necessità di attivare un ciclo di sbrinamento dello scambiatore (defrosting) in determinate condizioni ambientali esterne (temperatura aria da 5 a -15 °C e UR dal 65 % al 100 %). In questi casi la macchina richiede una portata d'acqua specifica che verrebbe meno se le valvole di zona del circuito secondario fossero chiuse.

Le metodologie per ovviare a queste situazioni sono due: (A) l'utilizzo di un separatore idraulico che comporta una o più pompe di rilancio sul circuito secondario (B) l'utilizzo di una valvola di by-pass (o valvola di sfioro) installata tra la linea di mandata e quella di ritorno e tarata in modo tale da poter by-passare la portata minima richiesta.

### Pompa di calore 1





## Accumulo inerziale

2

L'energia termica necessaria alle funzionalità ausiliarie della PDC può essere prelevata direttamente dall'impianto. La presenza di elementi quali valvole di zona potrebbe limitarne la disponibilità. E' consigliabile installare un accumulo inerziale sulla linea di mandata o su quella di ritorno.

## Produzione ACS - Valvola deviatrice

3

5

La generazione dell'acqua sanitaria deve avvenire tramite accumulo; una pompa di calore non ha la potenza termica per poter supportare una produzione di acqua calda sanitaria istantanea.

Il circuito deve essere provvisto di una valvola deviatrice a tre vie per gestire la priorità sanitaria.

La valvola deviatrice può essere a sfera o ad otturatore configurata in modo tale che durante la deviazione una via rimanga sempre aperta. In caso contrario la pompa di calore potrebbe andare in allarme in quanto la circolazione dell'acqua non dovrebbe mai essere arrestata. Il tempo di deviazione è sempre piuttosto rapido.

Tale priorità viene gestita con un termostato installato sull'accumulo.

Sono necessari tutti gli accessori per gestire il volume d'acqua sanitaria, quindi un vaso di espansione ed una valvola di sicurezza per proteggere l'impianto, delle valvole di ritegno per evitare circolazioni non corrette ed un miscelatore termostatico per regolare la temperatura di distribuzione dell'acqua calda.

Rimane inalterata la parte di circuito in ingresso all'impianto con filtro e riduttore di pressione.

## Gruppo di caricamento e disconnessione idraulica

6

Approfondimento a pagina 31.

Fig. 29: Schema impianto a radiatori con pompa di calore

## SCHEMA 2: IMPIANTO A PANNELLI RADIANTI, CALDAIA A GAS

Il classico impianto con caldaia a gas (a condensazione o tradizionale) e terminali a pannelli radianti prevede portate più elevate rispetto ad un impianto a radiatori. Spesso il solo circolatore di caldaia non riesce a soddisfare tali valori.

### Distribuzione 1

Il circuito idraulico è suddiviso in primario e secondario. La caldaia fa circolare il fluido nel circuito primario fino ad un separatore idraulico integrato ad un collettore collegato ad un collettore collegato alle due colonne montanti. Ciascun ramo del circuito secondario è provvisto di gruppo di regolazione della temperatura a punto fisso meccanico o elettronico.

La pompa di circolazione di ogni singolo gruppo è comandata dai termostati di piano.

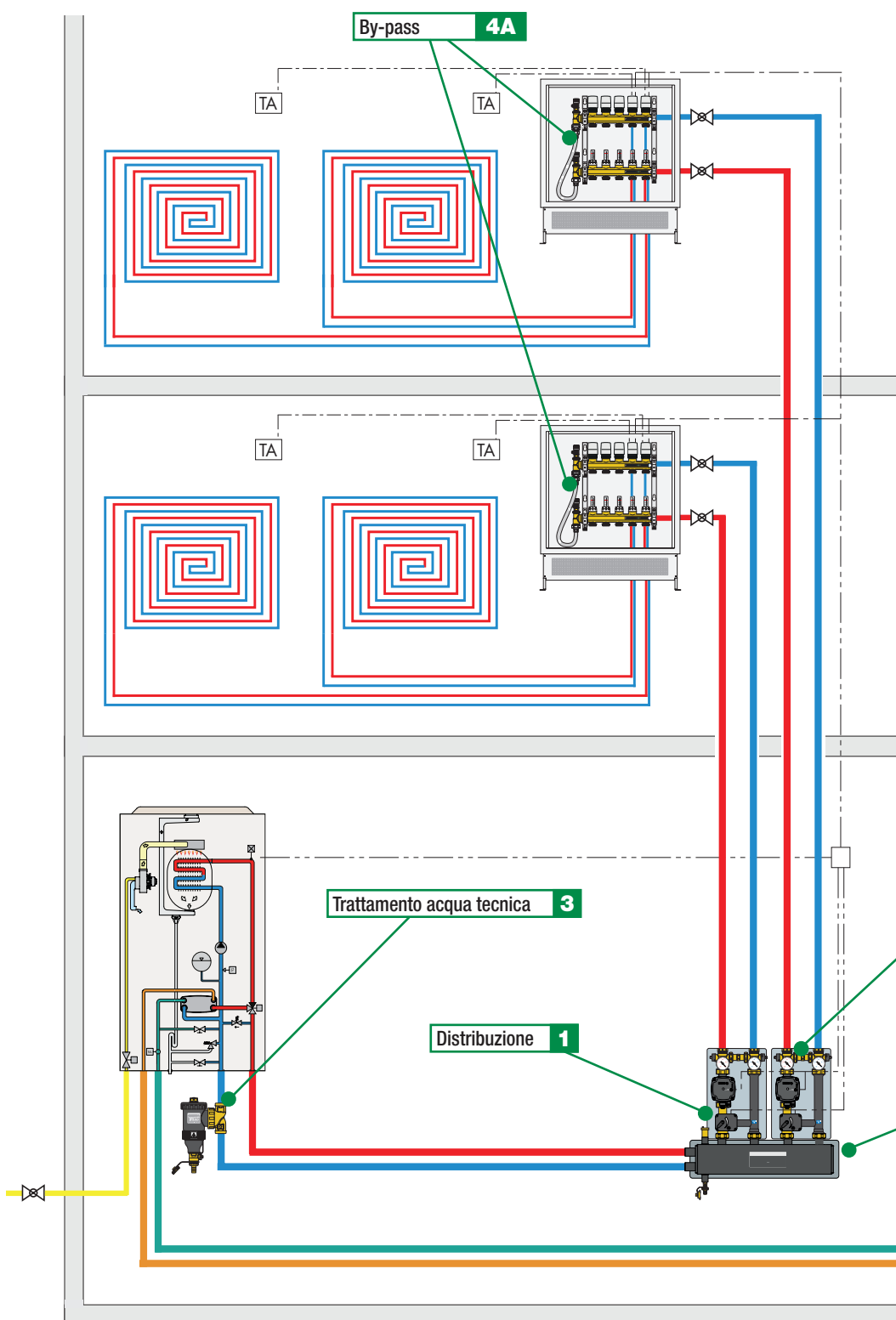
L'attivazione per ogni singola zona avviene sui collettori di piano tramite comandi elettrotermici abbinati ad ogni circuito radiante.

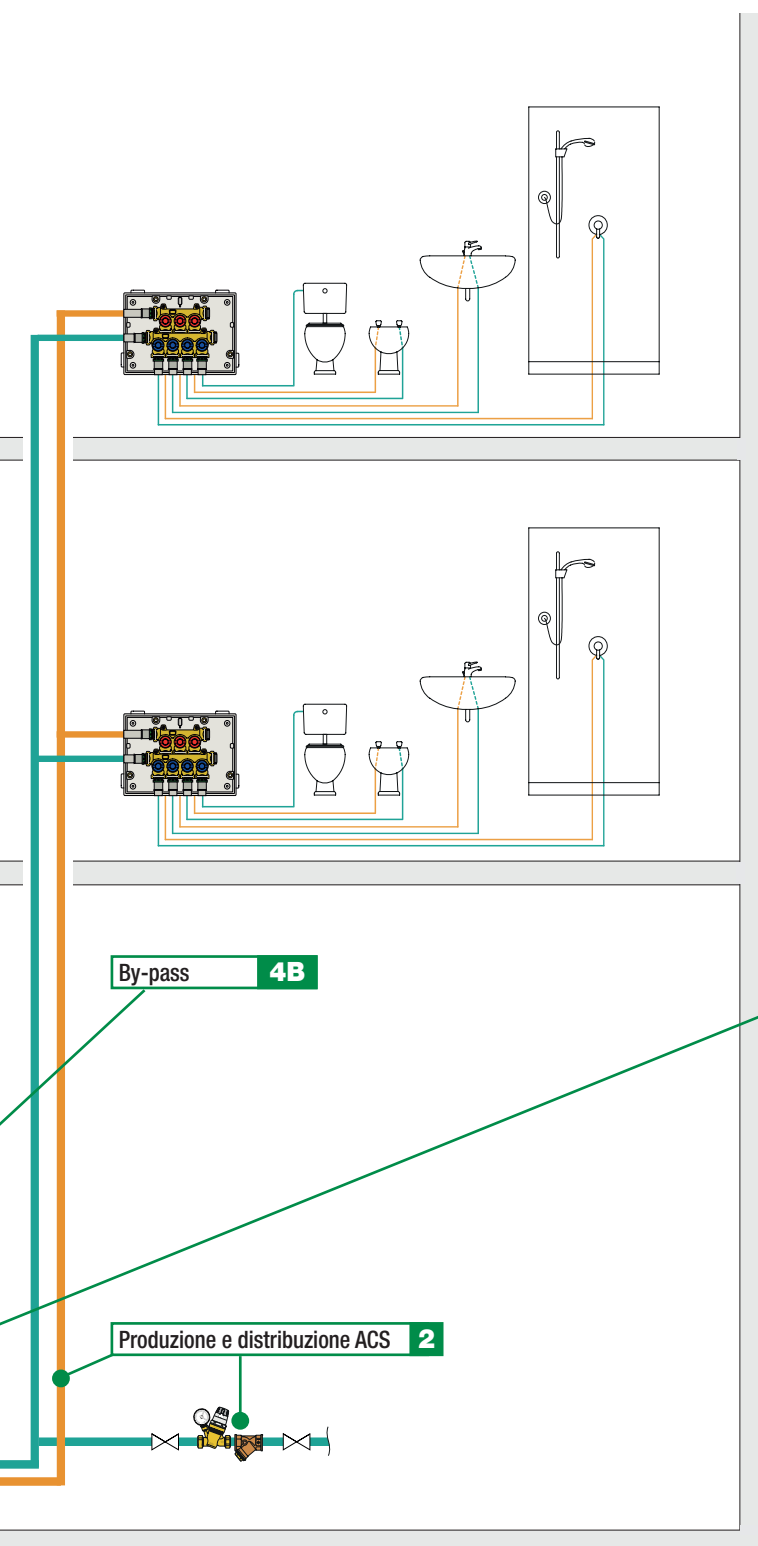
### Produzione e distribuzione ACS 2

La produzione dell'acqua calda sanitaria avviene in modo istantaneo attraverso la caldaia, in modalità di priorità comandata da un flussostato. Oltre ai componenti presenti all'interno della caldaia occorre installare un filtro in ingresso dall'acquedotto ed un riduttore di pressione per proteggere l'impianto e regolare la pressione.

### Trattamento acqua tecnica 3

Il trattamento dell'acqua del circuito chiuso prevede, secondo la norma UNI 8065, l'utilizzo di un filtro o di un defangatore magnetico per proteggere la caldaia e l'aggiunta di inibitori di corrosione.





#### By-pass

4A

4B

Non è necessaria una valvola di by-pass sul circuito primario in quanto è presente un separatore idraulico. Nel circuito secondario, in caso di funzionamento a carichi parziali, è buona norma prevedere un by-pass per evitare prevalenze troppo elevate nelle zone che rimangono aperte.

Il by-pass a taratura fissa (25 kPa) può essere integrato all'interno del collettore a fine linea (4A), oppure, può essere installato dopo ogni pompa del circuito secondario all'interno dei singoli gruppi (4B).

#### Circuito primario e circuito secondario

5

La suddivisione in due circuiti distinti si rende necessaria generalmente perché la portata che il circolatore di caldaia può fornire non è sufficiente ad alimentare due zone di impianto a pannelli radianti.

La temperatura di mandata del circuito primario è impostata ad un valore più elevato rispetto a quanto richiesto dai terminali di emissione. La temperatura di mandata del circuito secondario è tuttavia in linea con valore richiesto dagli impianti a pannelli radianti, grazie alle valvole miscelatrici montate sui gruppi pompa.

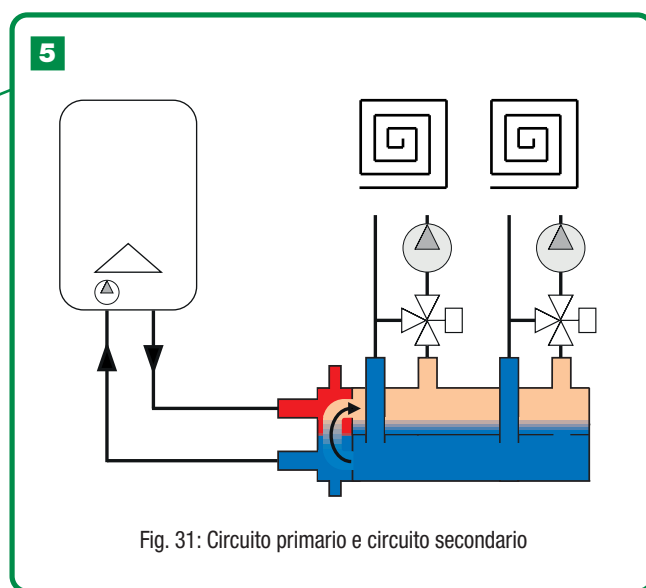


Fig. 31: Circuito primario e circuito secondario

Fig. 30: Schema impianto a pannelli radianti con caldaia a gas

## RETROFIT SCHEMA 2: IMPIANTO A PANNELLI RADIANTI, POMPA DI CALORE

La sostituzione della caldaia a gas con una pompa di calore permette di mantenere il circuito primario e secondario come nella configurazione originale.

### Separatore idraulico inerziale

1

Il gruppo separatore-collettore deve essere sostituito da due componenti distinti: un separatore idraulico inerziale ed un collettore. Il separatore ha il vantaggio di avere il volume d'acqua minimo richiesto per il funzionamento del generatore e svolge la funzione di by-pass sul circuito primario.

In questo tipo di impianto è importante che la portata del primario sia superiore alla somma delle portate dei circuiti secondari.

### By-pass

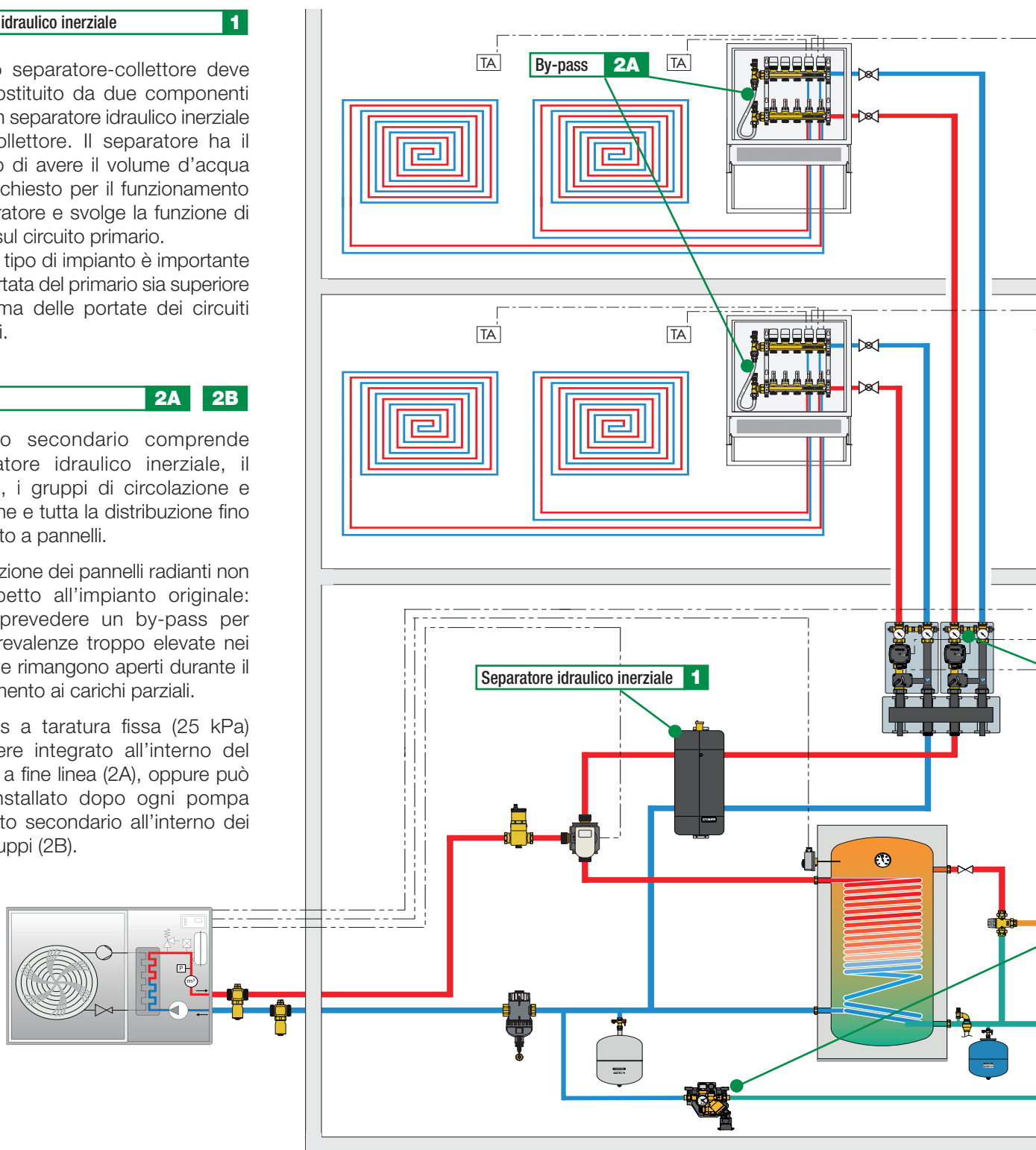
2A

2B

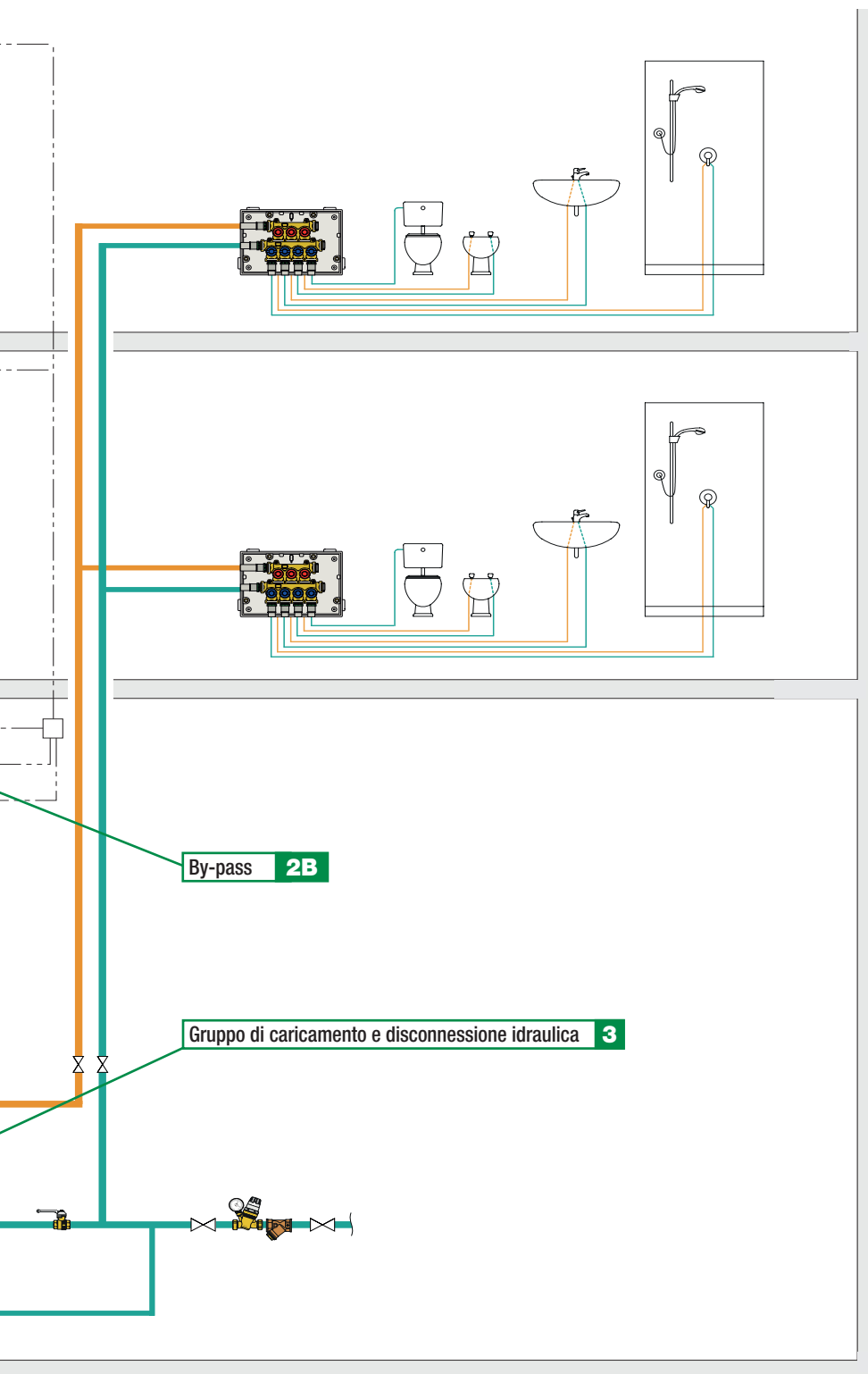
Il circuito secondario comprende il separatore idraulico inerziale, il collettore, i gruppi di circolazione e regolazione e tutta la distribuzione fino all'impianto a pannelli.

La regolazione dei pannelli radianti non varia rispetto all'impianto originale: occorre prevedere un by-pass per evitare prevalenze troppo elevate nei circuiti che rimangono aperti durante il funzionamento ai carichi parziali.

Il by-pass a taratura fissa (25 kPa) può essere integrato all'interno del collettore a fine linea (2A), oppure può essere installato dopo ogni pompa del circuito secondario all'interno dei singoli gruppi (2B).







### Gruppo di caricamento e disconnessione 3

Il gruppo di caricamento e disconnessione idraulica svolge due azioni combinate necessarie per il funzionamento dell'impianto:

1. mantiene la pressione dell'impianto ad un livello ottimale (gruppo di caricamento) per il funzionamento (di solito 1,5 bar);
2. evita il ritorno dell'acqua dell'impianto all'interno del circuito sanitario (disconnessione idraulica). L'utilizzo del disconnettore idraulico è regolamentato dalla norma di riferimento EN 1717:2000 "Protezione contro l'inquinamento dell'acqua potabile negli impianti idraulici e requisiti generali dei dispositivi atti a prevenire l'inquinamento da riflusso". Questa norma classifica le acque contenute negli impianti in funzione del grado di pericolosità per la salute umana in cinque categorie. L'acqua contenuta nell'impianto termico nei casi più comuni può ricadere nella categoria 3 ("Fluido che presenta un certo rischio per la salute dovuto alla presenza di sostanze nocive"), oppure nella categoria 4 ("Fluido che presenta un rischio per la salute dovuto alla presenza di una o più sostanze tossiche"). In base a questa classificazione, nei circuiti di distribuzione dell'acqua si devono inserire idonei dispositivi antiriflusso.

Fig. 32: Schema impianto a pannelli radianti con PDC

## LA PROTEZIONE DELLA POMPA DI CALORE

La protezione del generatore serve per garantire l'integrità e l'efficienza della macchina. In questa sezione presentiamo le valvole antigelo, per la protezione del generatore dal rischio gelo, e i filtri defangatori magnetici, per la separazione delle impurità.

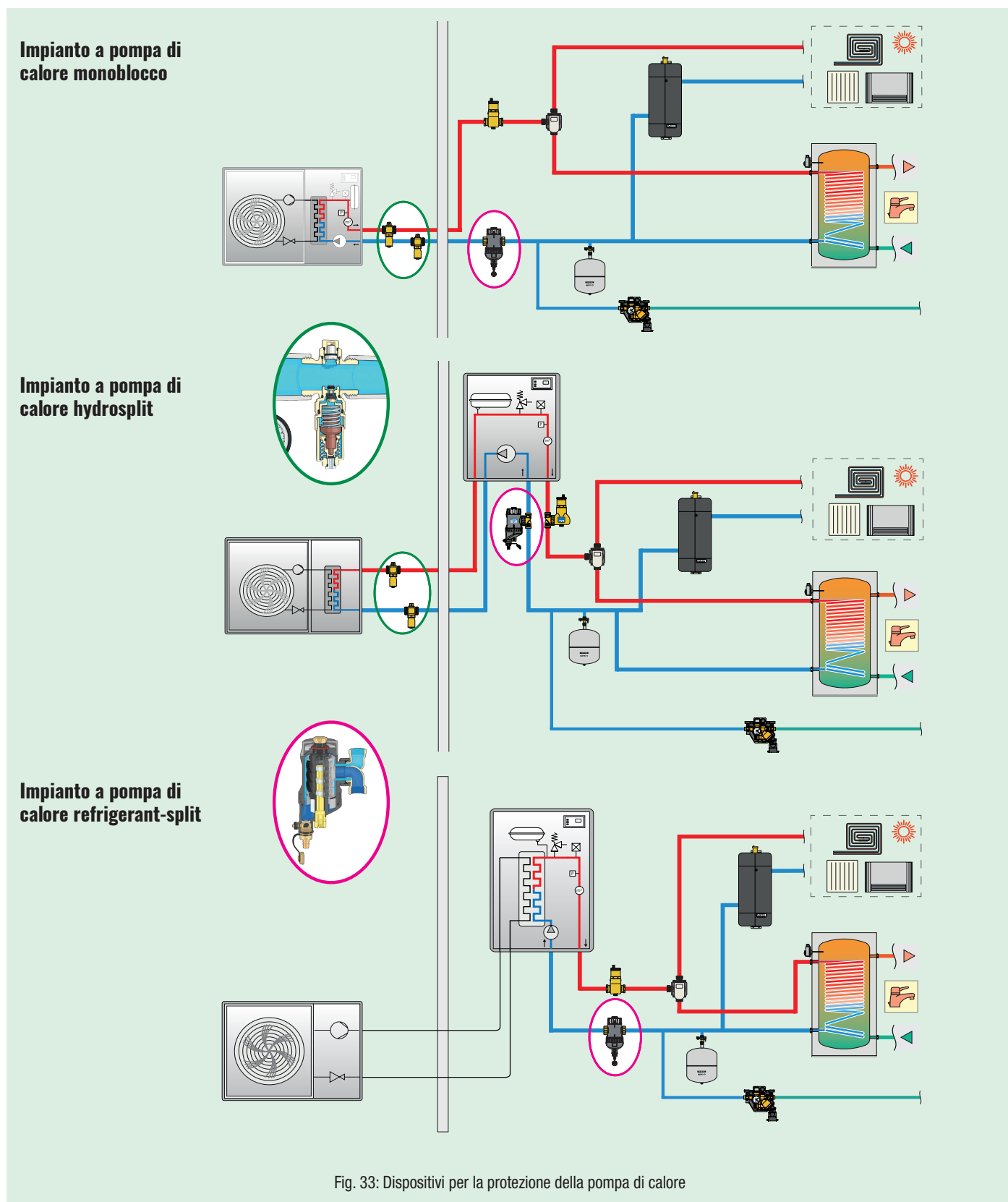


Fig. 33: Dispositivi per la protezione della pompa di calore

## DISPOSITIVI PER LA PROTEZIONE DAL GELO

Negli impianti monoblocco e hydrosplit il circuito idraulico ha un tratto esterno che collega la pompa di calore al resto dell'impianto. Questo tratto, anche se breve e ben coibentato, in particolari condizioni quali temperature sotto zero e blackout elettrico può essere sottoposto al rischio di gelo.

Il verificarsi della combinazione gelo-blackout potrebbe portare a danni ingenti soprattutto allo scambiatore di calore gas/acqua della macchina.

I costruttori richiedono l'aggiunta di glicole nell'acqua dell'impianto oppure l'utilizzo di specifiche valvole antigelo.

Utilizzare il glicole risulta economicamente oneroso e presenta una serie di svantaggi esplicitati nell'approfondimento "Il glicole negli impianti di climatizzazione".

La valvola antigelo è un sistema meccanico di protezione alternativo all'utilizzo del glicole. Quando in mancanza di alimentazione elettrica la macchina non può provvedere alla

funzione di protezione antigelo e la temperatura nelle tubazioni scende al di sotto di un determinato valore (3 °C) la valvola si apre e comincia a gocciolare. Lo scopo non è quello di scaricare l'impianto ma di mantenere l'acqua del circuito in movimento per evitare la formazione di ghiaccio.

Con il gruppo di riempimento mantenuto aperto (scelta non frequente) la pressione dell'impianto rimane costante e quindi lo scarico è favorito dalla differenza di pressione tra l'impianto e l'atmosfera.

Se il gruppo di riempimento è chiuso all'apertura della valvola la pressione si equalizza con quella atmosferica, da questo momento lo scarico dell'acqua è reso possibile dalla presenza di una valvola rompivuoto che permette l'ingresso dell'aria nella tubazione. Al ripristino dell'alimentazione elettrica la macchina si riavvia; nel caso in cui il gruppo di caricamento risulti aperto la pressione dell'impianto è corretta e quindi la pompa di calore può riprendere a funzionare. In caso contrario il pressostato di minima della macchina bloccherà il funzionamento e quindi si renderà necessario un intervento di riempimento.

## IL GLICOLE NEGLI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE

Il glicole è un additivo chimico utilizzato negli impianti a circuito chiuso per evitare la formazione di ghiaccio e i danni che ne possono conseguire.

Viene miscelato in una certa percentuale sul volume d'acqua totale dell'impianto, in questo modo abbassa la temperatura di congelamento della miscela ottenuta.

| GLICOLE PROPILENICO/ETILENICO | PUNTO DI CONGELAMENTO |
|-------------------------------|-----------------------|
| 0 %                           | 0 °C                  |
| 10 %                          | -3 °C                 |
| 20 %                          | -7 °C                 |
| 30 %                          | -15 °C                |
| 40 %                          | -27 °C                |

Tab.4: Punto di congelamento in funzione della % di glicole nell'impianto

Il glicole presenta numerosi svantaggi tra i quali:

- elevati costi di acquisto e manutenzione;
- la percentuale di glicole nell'impianto deve essere verificata periodicamente: una concentrazione non corretta può causare malfunzionamenti e gravi problematiche;
- con il tempo il glicole perde le sue caratteristiche e va sostituito, questo comporta problematiche di smaltimento in quanto è un additivo inquinante.

Uno svantaggio non trascurabile è legato alle prestazioni dell'impianto in presenza di miscela acqua-glicole: rispetto all'utilizzo della sola acqua come fluido termovettore diminuisce la capacità di scambio termico, aumenta la portata necessaria per avere le stesse prestazioni e aumentano le perdite di carico.

| Minima concentrazione di glicole monopropilenico [%] | 10      | 10 < G < 20 | 20 < G < 30 | 30 < G < 45 |
|------------------------------------------------------|---------|-------------|-------------|-------------|
| Perdita di carico                                    | + 8 %   | + 14 %      | + 27 %      | + 60 %      |
| Portata d'acqua                                      | + 0,5 % | + 3 %       | + 6 %       | + 13 %      |
| Potenza termodinamica                                | - 1 %   | - 2 %       | - 4 %       | - 9 %       |

Tab. 5: Riduzione performance con miscela acqua-glicole

Tutto questo si traduce in un aumento dei consumi energetici dell'impianto con relativo aumento dei costi.

## DISPOSITIVI PER LA SEPARAZIONE DELLE IMPURITÀ

I diversi componenti che costituiscono un impianto di climatizzazione sono esposti all'azione usurante delle impurità che circolano nel fluido termovettore.

Se non vengono opportunamente eliminate, possono causare blocchi e grippaggi delle pompe, minor resa degli scambiatori di calore, funzionamento irregolare delle valvole e insufficiente scambio termico.



Fig. 34: Danni causati dalle impurità

Lo scambiatore di una pompa di calore, dovendo lavorare con dei salti termici ridotti, è molto più sensibile ad un calo di prestazioni rispetto ad uno scambiatore a piastre usato nella caldaia.

Un calo di rendimento dovuto ad accumuli di impurità si può compensare aumentando la temperatura dell'acqua di mandata; con una pompa di calore questa strategia non è applicabile e la diminuzione di resa può causare un aumento elevato dei consumi.

La pompa di calore necessita di un grado di protezione molto elevato: tutte le impurità devono essere fermate al primo passaggio. L'utilizzo di un prodotto combinato filtro e defangatore con effetto magnetico è preferibile rispetto ai tradizionali filtri a Y oppure ai semplici defangatori. Maggiore è l'azione filtrante del filtro defangatore magnetico più a lungo verrà mantenuta elevata l'efficienza degli impianti a pompa di calore.

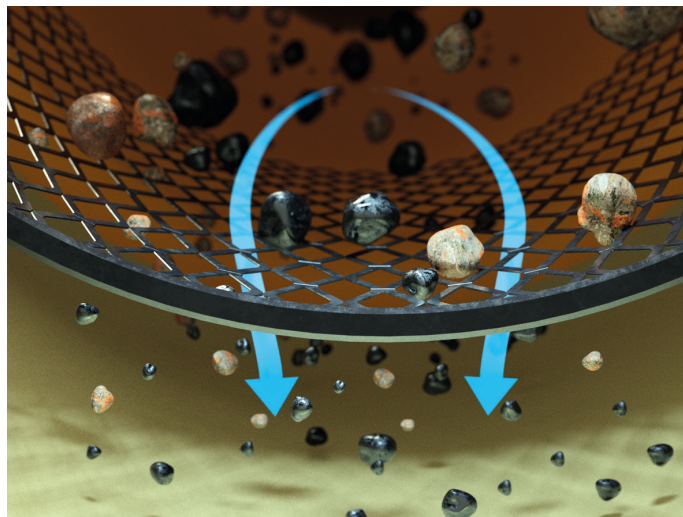


Fig. 35: Maglia filtro tradizionale

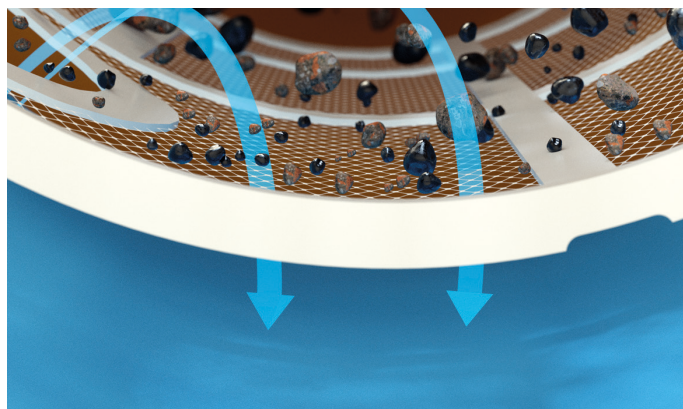


Fig. 36: Maglia filtro-defangatore (CALEFFI XF)

# DISPOSITIVI ESSENZIALI NEI CIRCUITI DEGLI IMPIANTI A POMPA DI CALORE

## VALVOLA DI BY-PASS

Negli impianti a pompa di calore occorre sempre garantire la circolazione di una portata d'acqua minima. Se l'impianto è diviso in circuito primario e secondario, tale portata è assicurata dal separatore idraulico. Negli altri casi di norma viene utilizzata una valvola di by-pass (o valvola di sfioro) installata in fondo alla linea prima delle possibili intercettazioni (valvole di zona) comandate dai termostati. La valvola deve essere installata dopo l'accumulo inerziale per poter sfruttare sempre l'energia termica stoccata necessaria al funzionamento della macchina.

### TARATURA DELLA VALVOLA DI BY-PASS

Nella valvola di by-pass regolando la compressione della molla (A), si modifica l'equilibrio delle forze agenti sull'otturatore (B), modificando la pressione di intervento della valvola.

L'otturatore si apre attivando il circuito di by-pass solo quando è sottoposto ad una pressione differenziale che genera una spinta superiore a quella della molla di contrasto. In questo modo si consente il passaggio (by-pass) di una quota di fluido termovettore dal circuito di mandata a quello di ritorno.

Il dimensionamento, a livello progettuale, viene fatto selezionando una taratura della valvola che abbia una pressione differenziale di poco superiore a quella del circuito quasi totalmente chiuso.

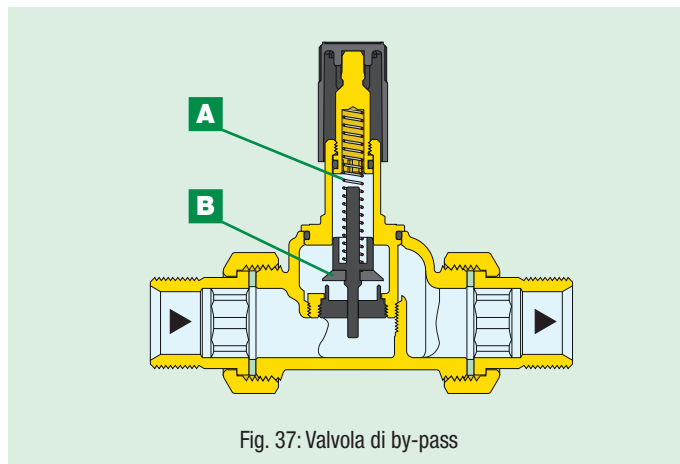


Fig. 37: Valvola di by-pass

Nel caso pratico la taratura può avvenire seguendo i seguenti passi.

1. con la pompa di calore spenta, chiudere tutti i circuiti secondari;
2. regolare la valvola di by-pass al valore minimo di taratura;
3. avviare la pompa di calore e verificare la portata del circuito tramite l'elettronica a bordo macchina o apposito flussimetro installato in linea;
4. aumentare la taratura della valvola fino ad ottenere la portata "minima" necessaria indicata dal costruttore della macchina;
5. aprire tutti i circuiti secondari.

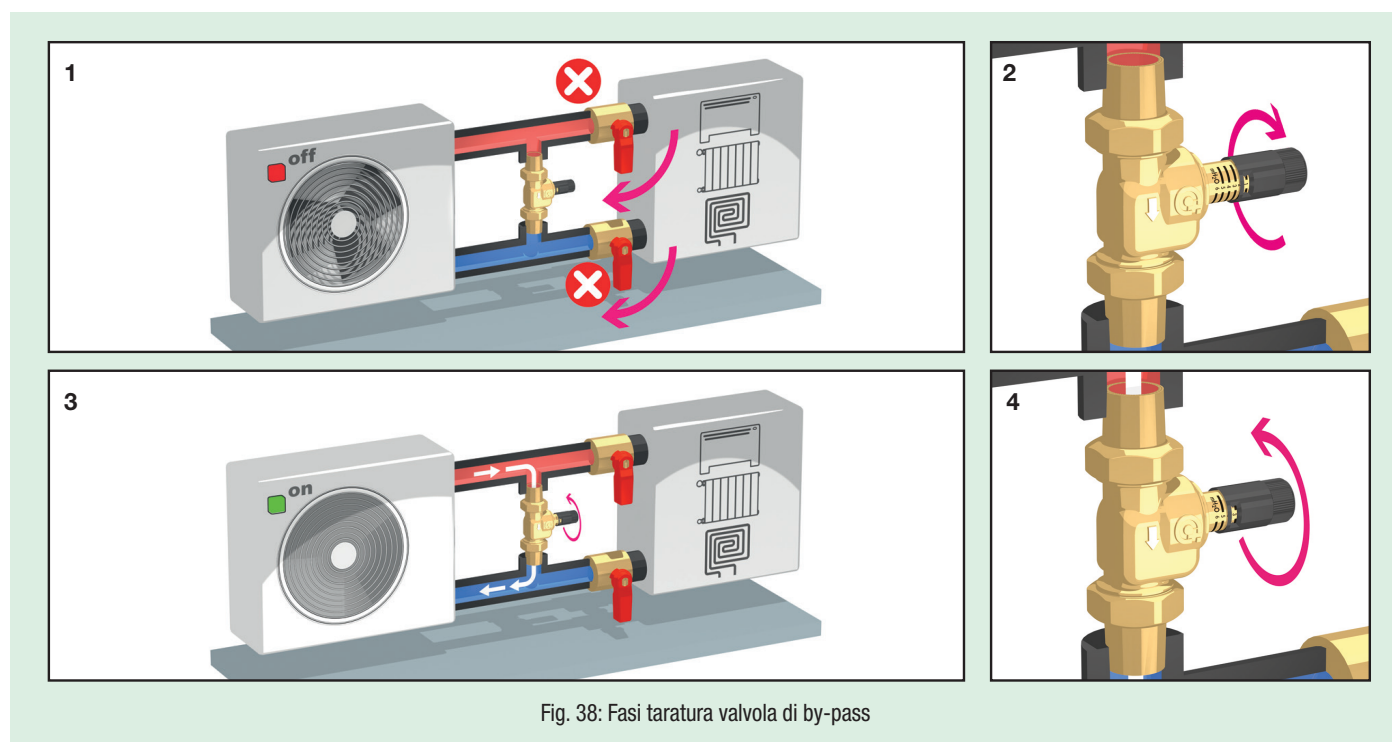


Fig. 38: Fasi taratura valvola di by-pass

## ACCUMULO INERZIALE

Dopo il comando di spegnimento dei termostati, la PDC ha la necessità di mantenere attiva la circolazione per smaltire il calore ancora presente nel compressore della macchina. In altre situazioni viene attivato un ciclo di sbrinamento dello scambiatore (defrosting) in particolari condizioni ambientali esterne.

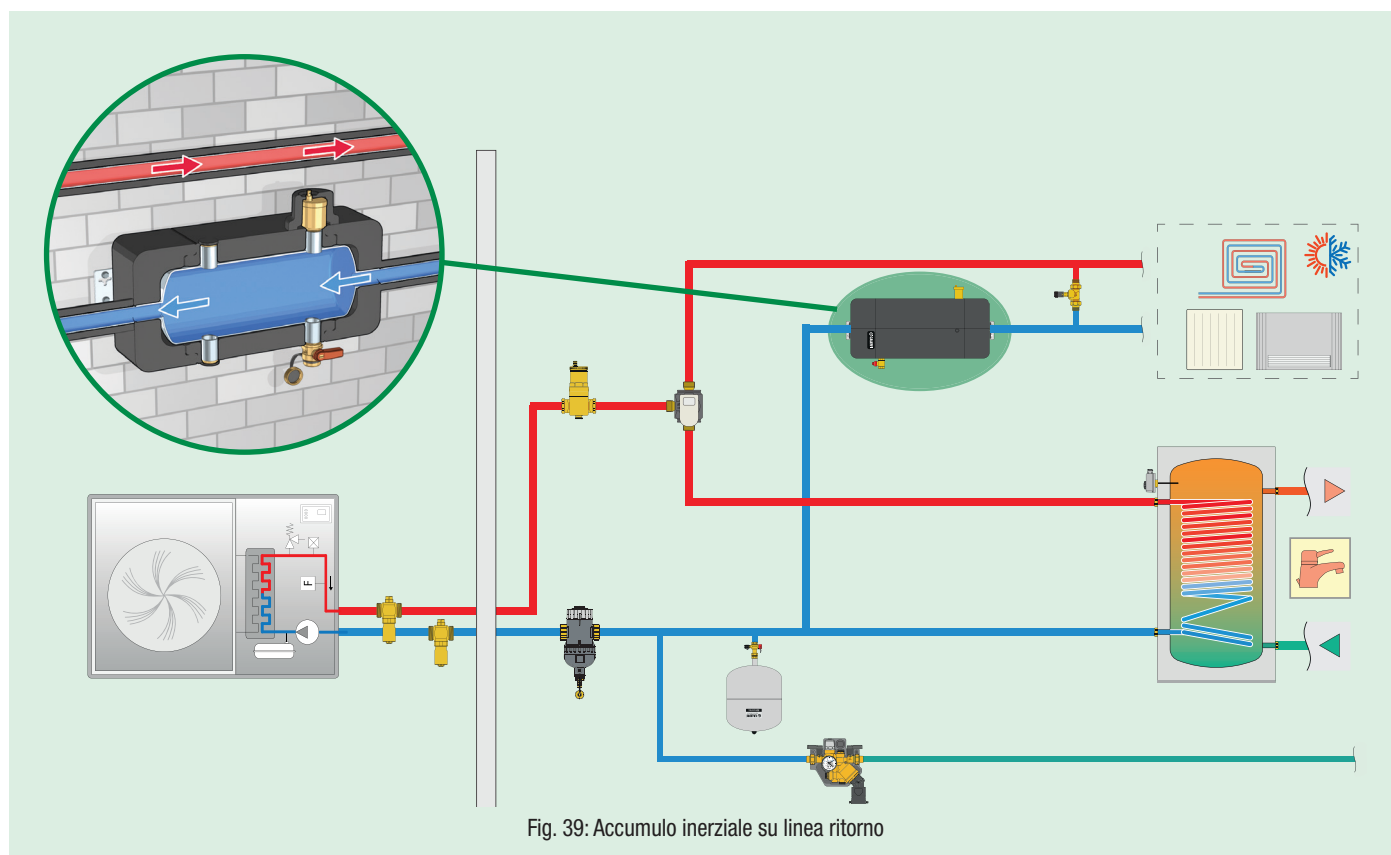
In questi casi la macchina richiede una quantità di energia termica sempre disponibile e una portata d'acqua specifica che verrebbe meno in caso di valvole di zona del circuito secondario chiuse.

Per garantire l'energia termica necessaria può essere utilizzato un accumulo inerziale installato in linea sull'impianto. In questa configurazione per avere la portata minima è necessaria la presenza di una valvola di by-pass tra la mandata e il ritorno. L'alternativa è quella di avere un volume integrato direttamente nel separatore che garantisca anche la portata minima necessaria.

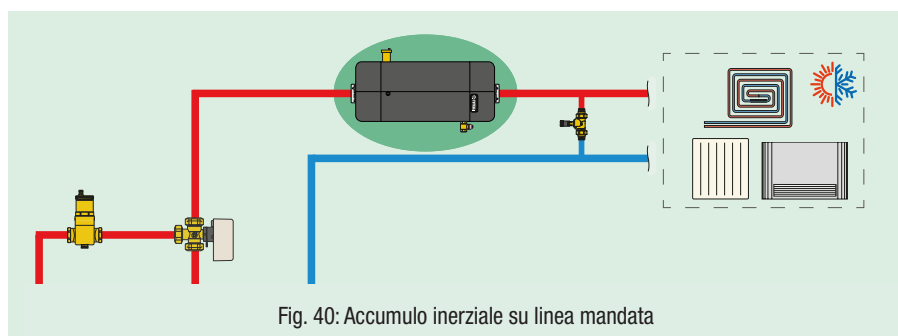
### ACCUMULO INERZIALE IN LINEA

L'accumulo inerziale installato in linea può essere integrato sul ritorno o sulla mandata dell'impianto.

Nel primo caso si garantisce una temperatura stabile di ritorno alla PDC e si hanno dispersioni termiche inferiori in quanto il volume è ad una temperatura più bassa.



Nell'installazione in mandata si ha il vantaggio di garantire una temperatura più stabile al sistema di emissione.





## SEPARATORE IDRAULICO INERZIALE

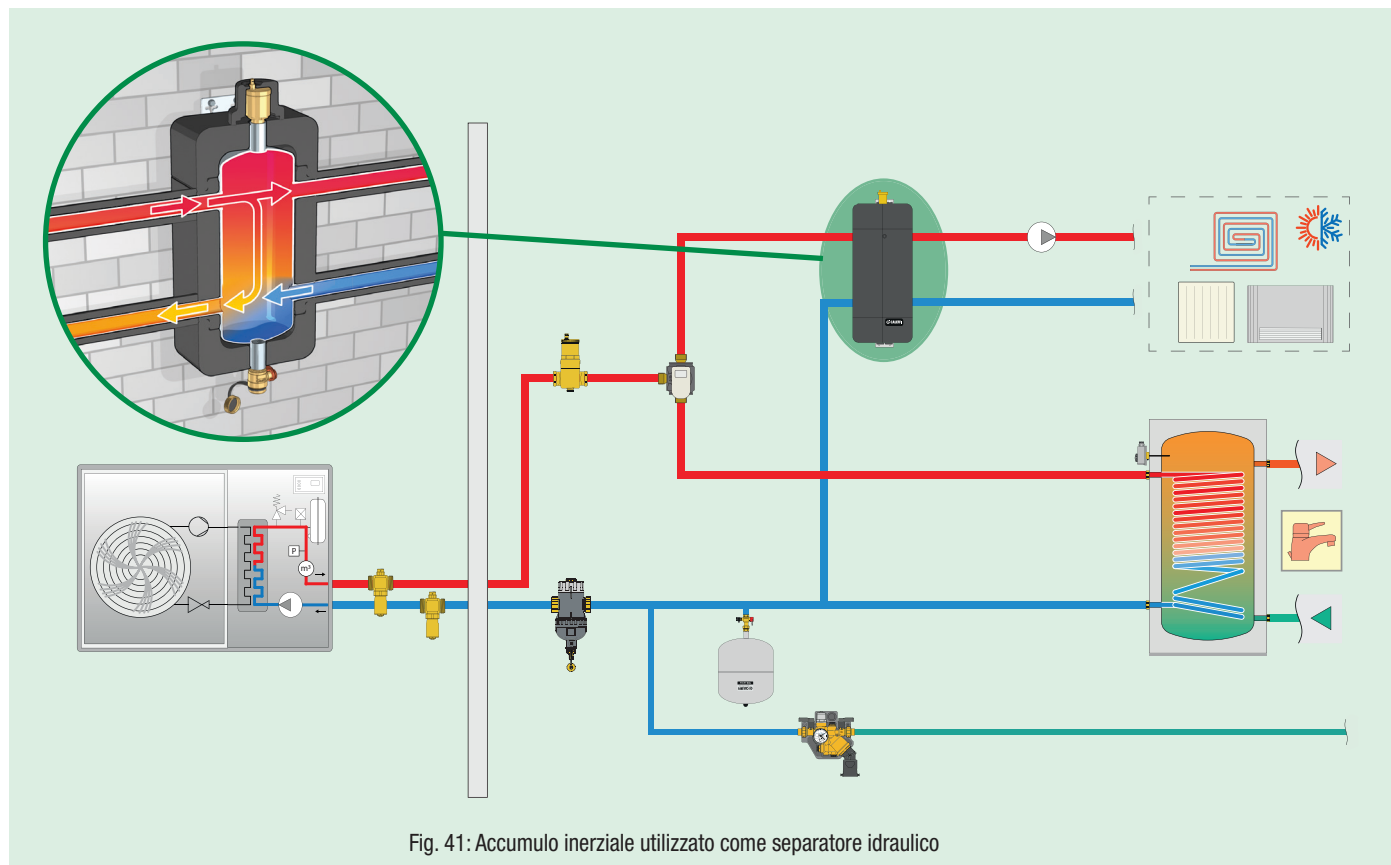


Fig. 41: Accumulo inerziale utilizzato come separatore idraulico

## DIMENSIONAMENTO

Il dimensionamento del volume di acqua tecnica necessario, nella pratica progettuale comune, tendeva a essere sovrastimato rispetto alla reale necessità (valore tipico utilizzato 100 l in impianti fino a 15 kW). In realtà il volume disponibile deve essere proporzionale rispetto alla potenza della macchina secondo una regola specifica definita dai costruttori delle pompe di calore. Con l'evoluzione delle macchine, il relativo miglioramento delle prestazioni e l'utilizzo dei nuovi gas refrigeranti il volume richiesto si è progressivamente ridotto.

La richiesta dei costruttori prevede **per ogni kW termico di potenza della macchina un volume minimo disponibile compreso tra i 2 e i 6 litri di acqua dell'impianto.**

| lt/kWt | Potenza pompa di calore [kWt] |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|--------|-------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|        | 5                             | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 2      | 10                            | 10 | 15 | 15 | 20 | 20 | 20 | 25 | 25 | 30 | 30 |
| 3      | 15                            | 20 | 20 | 25 | 25 | 30 | 35 | 35 | 40 | 40 | 45 |
| 4      | 20                            | 25 | 30 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 50 | 55 | 60 |
| 5      | 25                            | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 |
| 6      | 30                            | 35 | 40 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 80 | 85 | 90 |

Tab. 6: Volume minimo di acqua sempre disponibile per la pompa di calore richiesto dai produttori

## VALVOLA DEVIATRICE

La valvola a tre vie deviatrice ha la funzione di priorità per la produzione di acqua calda sanitaria ad accumulo. Viene comandata direttamente dalla pompa di calore in base al segnale in arrivo da un termostato posizionato sul bollitore stesso.

In assenza di richiesta dal bollitore sanitario la valvola è posizionata in modo da mettere in collegamento la macchina con il circuito di climatizzazione (Fig. 42). La pompa di calore è accesa se il termostato ambiente richiede apporto di calore all'impianto.

Nel caso di richiesta di produzione di acqua calda sanitaria la valvola ruota in modo da collegare il circuito della pompa di calore con la serpentina di scambio dell'accumulo. Se il termostato del riscaldamento sta richiedendo calore la richiesta del sanitario è prioritaria e quindi l'apporto di calore agli ambienti viene interrotto.

La pompa di circolazione della macchina di solito non viene arrestata. Per questo motivo è necessario che la via centrale sia sempre collegata con una via aperta e che la circolazione di fluido termovettore non si interrompa mai. Nella fig. 43 si vede come la configurazione dell'organo di deviazione, in questo caso una sfera, metta in comunicazione le tre vie durante la fase transitoria. Il tempo di rotazione richiesto in generale è basso.

Alla fine della rotazione la pompa di calore è collegata con il serpentino sanitario e può iniziare la produzione di acqua calda. La macchina innalza la temperatura di mandata in modo automatico fino a valori che possono superare i 50-60 °C (Fig. 44).

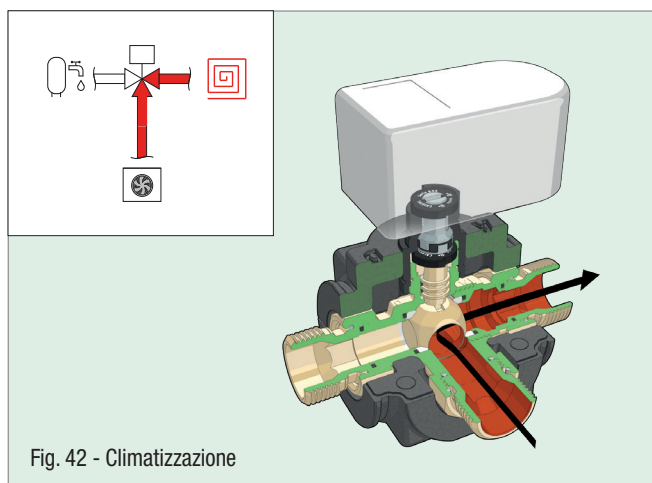


Fig. 42 - Climatizzazione

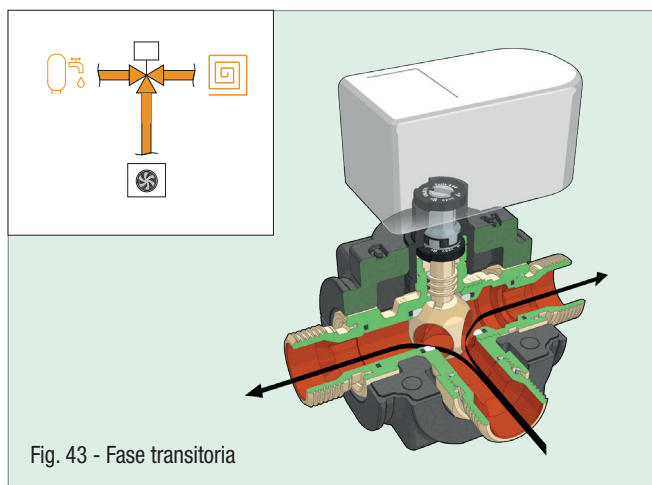


Fig. 43 - Fase transitoria

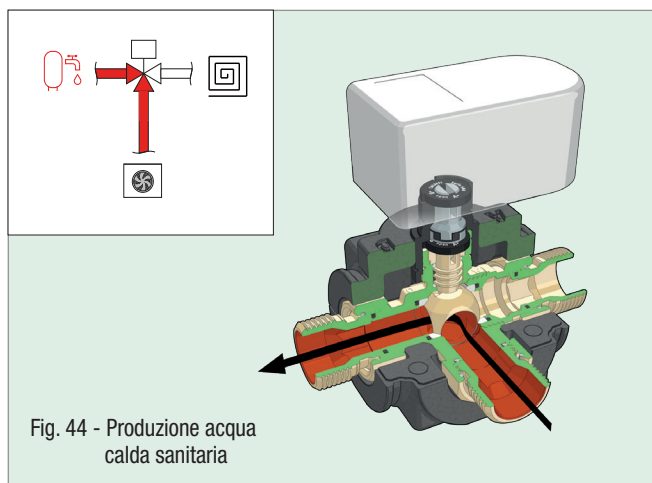


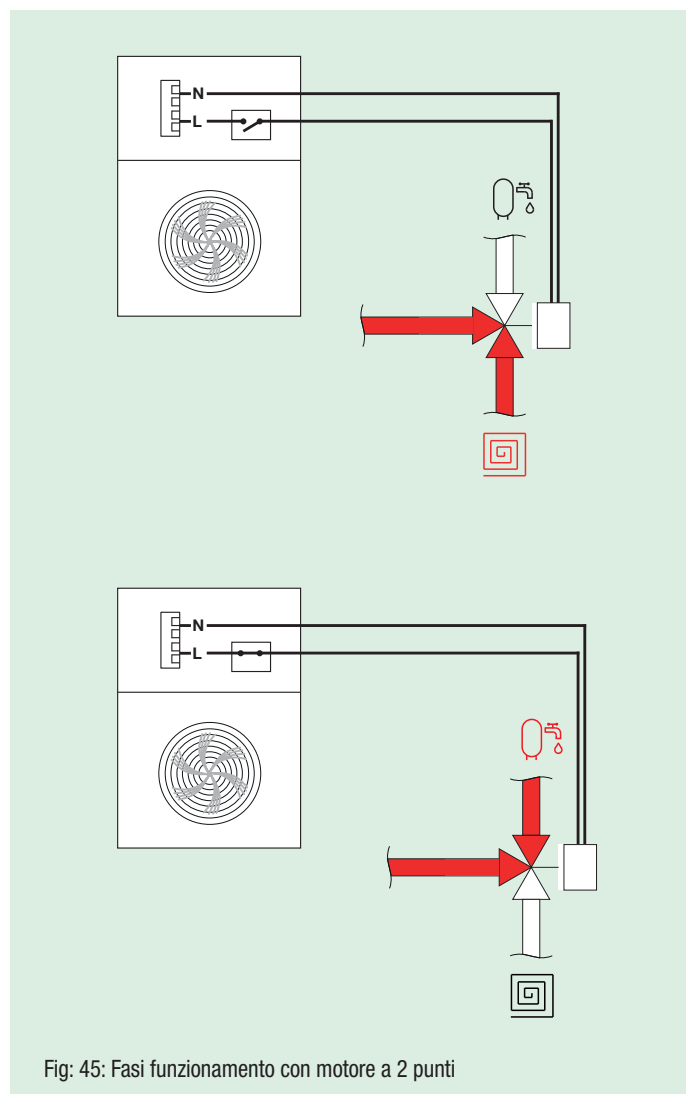
Fig. 44 - Produzione acqua calda sanitaria

Il motore della valvola deviatrice può essere azionato da un comando a 2 punti oppure a 3 punti.

### COMANDO A 2 PUNTI

In caso di comando a 2 punti la valvola può essere a ritorno a molla oppure a scarica di condensatore.

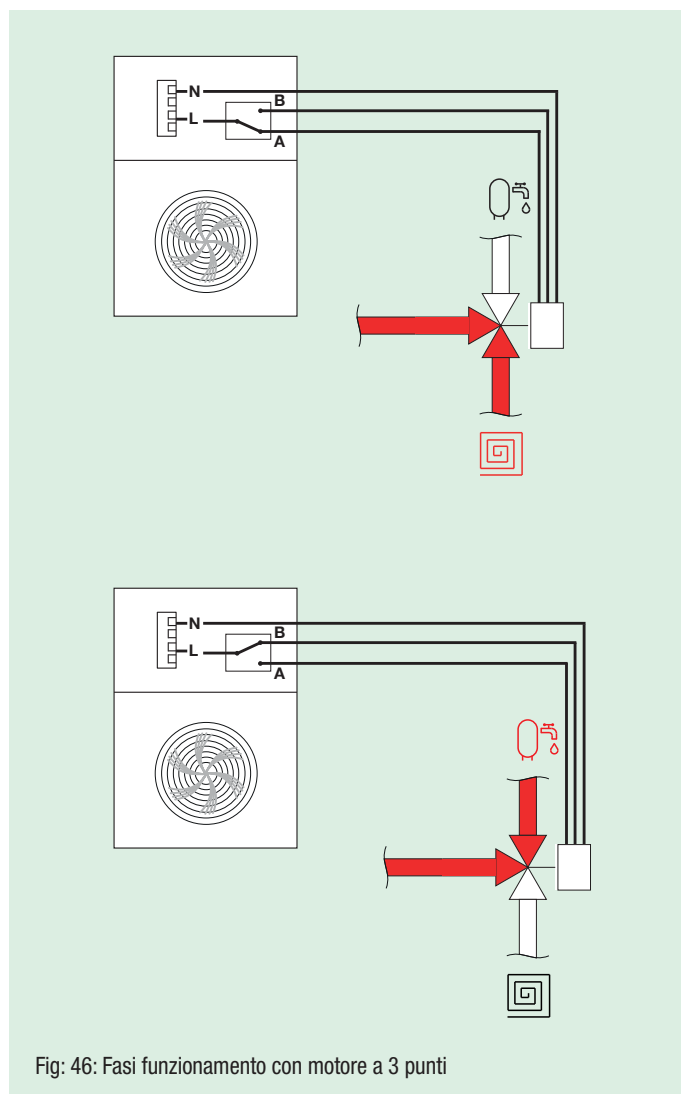
Nel primo caso, al raggiungimento della temperatura di set viene tolta l'alimentazione e la valvola si riporta meccanicamente in modalità climatizzazione; nel secondo caso, quando l'attuatore non è più alimentato il motore dotato di un condensatore sfrutta l'energia accumulata dallo stesso per riportare la valvola nella condizione iniziale (Fig. 45).



### COMANDO A 3 PUNTI

Il comando a 3 punti ha le seguenti fasi di funzionamento:

- se alimentato il contatto A, il motore devia la valvola verso il circuito di climatizzazione;
- se alimentato il contatto B, il motore devia la valvola verso il bollitore sanitario;
- se i contatti non sono alimentati, il motore rimane fermo nella sua ultima posizione, quindi anche la valvola.



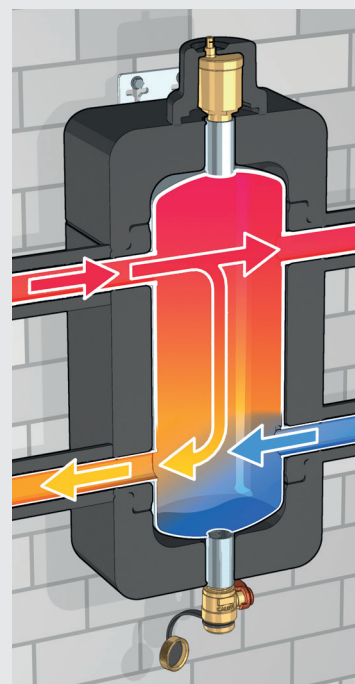
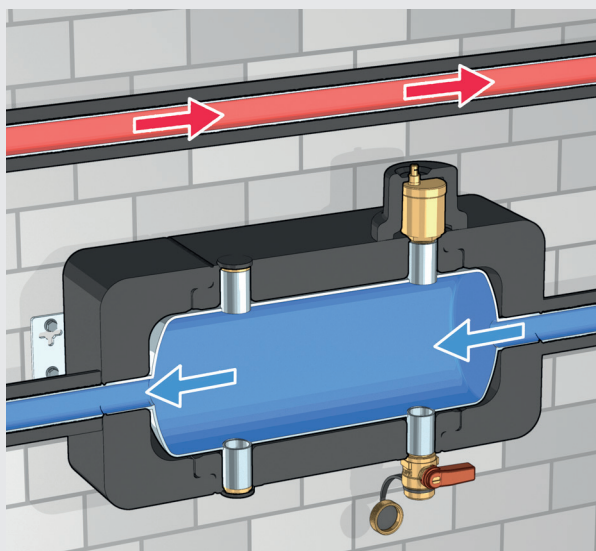


- Unisce la funzione di separatore idraulico e volume inerziale
- Corpo in acciaio inox
- Coibentazione adatta per impianti di riscaldamento e raffrescamento
- Flessibilità di installazione grazie a 6 attacchi uguali
- Possibilità di utilizzo come accumulo inerziale in linea

Il separatore idraulico inerziale in acciaio INOX per impianti a pompa di calore ha una **duplice funzione**: quella di **separazione idraulica** e quella di **accumulo inerziale**.

La separazione idraulica **serve a rendere fra loro indipendenti le portate del circuito primario** (quello della pompa di calore) **e del circuito secondario** (verso i terminali). Il volume del separatore idraulico inerziale **serve invece a garantire il contenuto minimo di acqua nell'impianto** per il corretto funzionamento della pompa di calore.

Questa serie è **progettata per l'installazione a parete** sia **in verticale** sia **in orizzontale** e per il funzionamento **in caldo-freddo**.



### Materiale acciaio INOX AISI 304

Il separatore idraulico inerziale Serie 5485 grazie alla sua elevata qualità, rispetto alle tipologie tradizionali in acciaio al carbonio, contribuisce a mantenere l'impianto termico pulito.

Diminuiscono quindi le problematiche relative alle impurità generate dalla corrosione e, di conseguenza, i costi di manutenzione dell'intero impianto

### Dimensionamento

Il separatore idraulico viene dimensionato con riferimento al valore di portata massima consigliata all'imbocco. Il valore scelto deve essere il maggiore tra la somma delle portate del circuito primario e la somma delle portate del circuito secondario.

Il volume del separatore idraulico inerziale dipende invece dal volume minimo di acqua richiesto dal produttore della pompa di calore, per garantire il corretto funzionamento della macchina anche nelle fasi di sbrinamento. Generalmente, con le pompe di calore più recenti, si può assumere un valore medio calcolato in base alla potenza della macchina che varia da 2,5 a 3,5 litri/kWt.

| Volume | Connessioni | Portata massima | Potenza nominale PDC |
|--------|-------------|-----------------|----------------------|
| 15 l   | 1"          | 3,5 m³/h        | 3-5 kWt              |
| 20 l   | 1"          | 3,5 m³/h        |                      |
| 25 l   | 1"          | 3,5 m³/h        | 6-8 kWt              |
| 30 l   | 1"          | 3,5 m³/h        | 9-12 kWt             |
| 50 l   | 1 1/4"      | 5,5 m³/h        | 13-25 kWt            |

# EFFICIENTAMENTO ENERGETICO SINGOLA ABITAZIONE – ESEMPI PRATICI

In questa ultima sezione della rivista vengono presentati alcuni casi pratici di riqualificazione di una villetta unifamiliare.

Per il caso preso ad esempio si è considerata una struttura portante in muratura di laterizio non isolata e un generatore costituito da una caldaia a gas tradizionale.

Questa è una situazione molto comune di patrimonio edilizio che necessita di una riqualificazione energetica.

All'interno di questa tipologia si è fatta distinzione rispetto ai due sistemi di emissione più diffusi in ambito residenziale: gli impianti a radiatori e gli impianti a pannelli radianti.

Per ognuna di queste due categorie si sono analizzati diversi interventi di riqualificazione come:

- sostituzione del generatore di calore, considerando sia il caso di sostituzione con caldaia a condensazione sia la sostituzione con pompa di calore aria acqua. In quest'ultimo caso si sono simulate temperature di mandata all'impianto coerenti con la tipologia di emissione ed isolamento ipotizzati.
- modifica del sistema di regolazione, adattandolo alla tipologia di emissione. Ad esempio, considerando una regolazione con valvole termostatiche e climatica per gli impianti a radiatori ed una climatica per i pannelli radianti.
- inserimento di isolamento termico della struttura edilizia considerando un isolamento dei componenti opachi: murature verticali e copertura. Si è ipotizzato questo intervento essendo quello con il maggior rapporto tra spesa e beneficio.
- installazione di impianto fotovoltaico. Questa tipologia è stata considerata solamente in accoppiamento ad un generatore di calore per poterne sfruttare i benefici anche sugli impianti termici.

Gli interventi considerati sono stati scelti con l'ottica di una riqualificazione energetica che possa essere realizzata mantenendo l'abitabilità delle abitazioni.

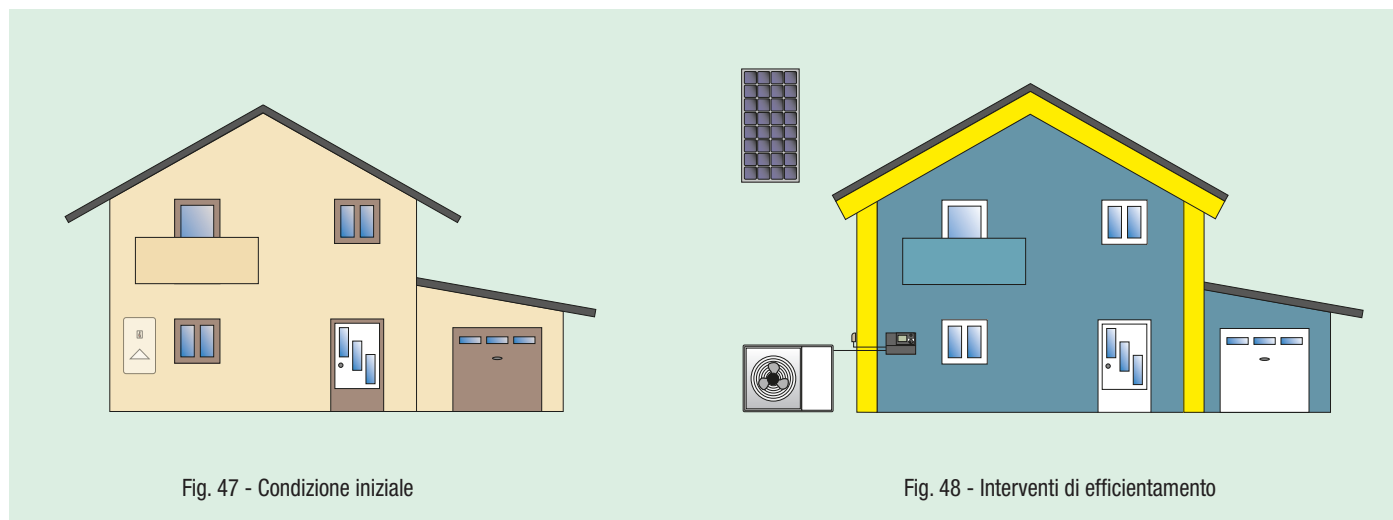


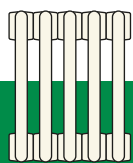
Fig. 47 - Condizione iniziale

Fig. 48 - Interventi di efficientamento

In particolare, il risparmio economico, che risente in modo significativo del prezzo delle fonti energetiche (gas naturale ed elettricità), è stato suddiviso in tre valori:

- un valore nominale, che tiene conto di un impianto ottimamente regolato ma senza alcun accorgimento di gestione specifico come l'attivazione preferenziale delle pompe di calore nelle ore diurne;
- un valore minimo, che rappresenta il risparmio (o in alcuni casi la maggior spesa) ottenibile con un impianto mal regolato e gestito;
- un valore massimo, che è indice del risparmio ottenibile con impianti ben regolati e gestiti.

Questa suddivisione, come evidenziato nelle tabelle delle pagine seguenti, mette in evidenza l'importanza della regolazione e della gestione degli impianti nelle riqualificazioni energetiche; è infatti esperienza comune che a risparmi energetici di classe molte volte non corrispondano equivalenti risparmi economici.



## INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO SU EDIFICIO UNIFAMILIARE

Valori riferiti ad una villetta singola con superficie pari a 135 m<sup>2</sup> – superficie disperdente 420 m<sup>2</sup> –

| Tipologia di intervento  |                                |                                                   |                     | Variazione grandezze/consumi |             |                     |
|--------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------|------------------------------|-------------|---------------------|
| ISOLAMENTO STRUTTURA     | GENERATORE DI CALORE           | REGOLAZIONE IMPIANTO                              | FOTOVOLTAICO        | POTENZA GENERATORE           | CONSUMO GAS | CONSUMO ELETTRICITÀ |
| <br>Nessun isolamento    | <br>Caldaia tradizionale a gas | <br>Termostato ON/OFF                             | <br>No fotovoltaico | <br>0 %                      | <br>0 %     | <br>0 %             |
| <br>Nessun isolamento    | <br>Caldaia a condensazione    | <br>Valvole termostatiche<br>Centralina climatica | <br>No fotovoltaico | 0 %                          | -11 %       | 0 %                 |
| <br>Isolamento struttura | <br>Caldaia a condensazione    | <br>Valvole termostatiche<br>Centralina climatica | <br>No fotovoltaico | -36 %                        | -48 %       | 31 %                |
| <br>Nessun isolamento    | <br>Pompa di calore            | <br>Termostati ambiente<br>Centralina climatica   | <br>No fotovoltaico | 0 %                          | -100 %      | 2964 %              |
| <br>Isolamento struttura | <br>Pompa di calore            | <br>Termostati ambiente<br>Centralina climatica   | <br>No fotovoltaico | -36 %                        | -100 %      | 1302 %              |
| <br>Nessun isolamento    | <br>Pompa di calore            | <br>Termostati ambiente<br>Centralina climatica   | <br>Fotovoltaico    | 0 %                          | -100 %      | -2153 %             |
| <br>Isolamento struttura | <br>Pompa di calore            | <br>Termostati ambiente<br>Centralina climatica   | <br>Fotovoltaico    | -36 %                        | -100 %      | 638 %               |



## CON IMPIANTO A RADIATORI E CALDAIA TRADIZIONALE A GAS

struttura in muratura tradizionale, copertura in laterocemento – serramenti in legno con doppio vetro

### Risparmio energetico

ENERGIA PRIMARIA

CLASSE ENERGETICA

kWh/m<sup>2</sup>/anno

0 %



F

### Risparmio economico

MINIMO

NOMINALE

MASSIMO



0 %



0 %



0 %

10 %

F

1,3%

10,3 %

14,4 %

48 %

D

40,0 %

45,5 %

19,0 %

61 %

C

-48,5 %

7,2 %

25,7 %

82 %

A3

32,1 %

57,5 %

66,0 %

72 %

A1

-9,2 %

31,7 %

52,2 %

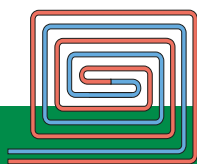
91 %

A4

64,2 %

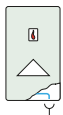
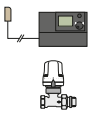
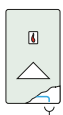
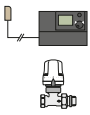
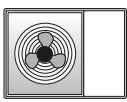
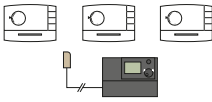
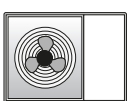
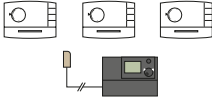
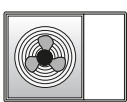
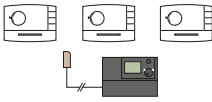
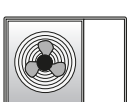
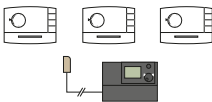
31,7 %

84,4 %



## INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO SU EDIFICIO UNIFAMILIARE CON

Valori riferiti ad una villetta singola con superficie pari a 135 m<sup>2</sup> – superficie disperdente 420 m<sup>2</sup> –

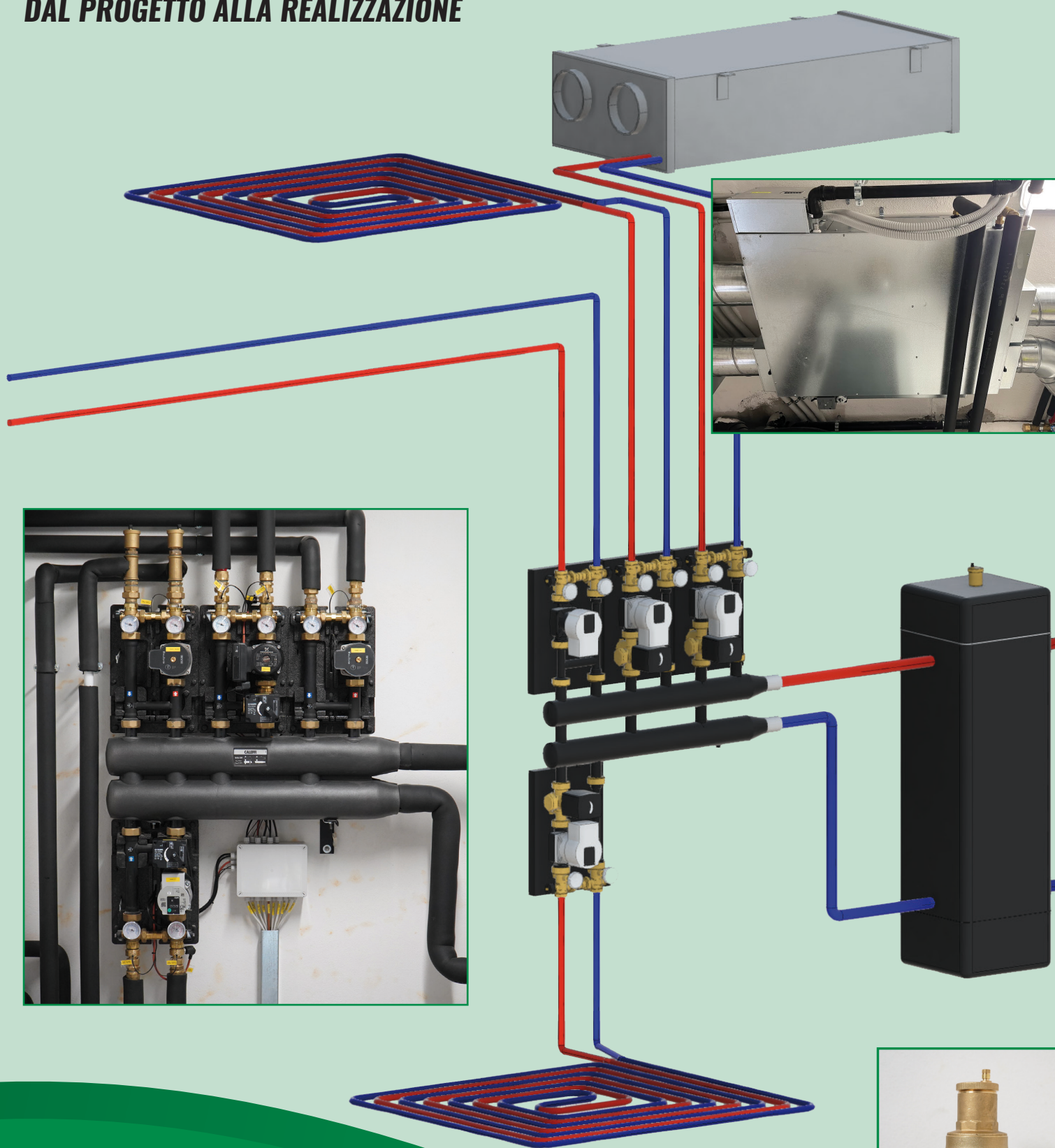
| Tipologia di intervento                                                                                     |                                                                                                                 |                                                                                                                                      |                                                                                                        | Variazione grandezze/consumi                                                               |                                                                                            |                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| ISOLAMENTO STRUTTURA                                                                                        | GENERATORE DI CALORE                                                                                            | REGOLAZIONE IMPIANTO                                                                                                                 | FOTOVOLTAICO                                                                                           | POTENZA GENERATORE                                                                         | CONSUMO GAS                                                                                | CONSUMO ELETTRICITÀ                                                                        |
| <br>Nessun isolamento      | <br>Caldaia tradizionale a gas | <br>Termostato ON/OFF                               | <br>No fotovoltaico  | <br>0 % | <br>0 % | <br>0 % |
| <br>Nessun isolamento     | <br>Caldaia a condensazione   | <br>Valvole termostatiche<br>Centralina climatica  | <br>No fotovoltaico  | 0 %                                                                                        | -9 %                                                                                       | 0 %                                                                                        |
| <br>Isolamento struttura | <br>Caldaia a condensazione  | <br>Valvole termostatiche<br>Centralina climatica | <br>No fotovoltaico | -38 %                                                                                      | -48 %                                                                                      | 88 %                                                                                       |
| <br>Nessun isolamento    | <br>Pompa di calore          | <br>Termostati ambiente<br>Centralina climatica   | <br>No fotovoltaico | 0 %                                                                                        | -100 %                                                                                     | 2615 %                                                                                     |
| <br>Isolamento struttura | <br>Pompa di calore          | <br>Termostati ambiente<br>Centralina climatica   | <br>No fotovoltaico | -38 %                                                                                      | -100 %                                                                                     | 884 %                                                                                      |
| <br>Nessun isolamento    | <br>Pompa di calore          | <br>Termostati ambiente<br>Centralina climatica   | <br>Fotovoltaico    | 0 %                                                                                        | -100 %                                                                                     | 1806 %                                                                                     |
| <br>Isolamento struttura | <br>Pompa di calore          | <br>Termostati ambiente<br>Centralina climatica   | <br>Fotovoltaico    | -38 %                                                                                      | -100 %                                                                                     | 456 %                                                                                      |

# IMPIANTO A PANNELLI RADIANTI E CALDAIA TRADIZIONALE A GAS

struttura in muratura tradizionale, copertura in laterocemento – serramenti in legno con doppio vetro

| Risparmio energetico                             |                                                                                                | Risparmio economico                                                                              |                                                                                                   |                                                                                                    |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ENERGIA PRIMARIA                                 | CLASSE ENERGETICA                                                                              | MINIMO                                                                                           | NOMINALE                                                                                          | MASSIMO                                                                                            |
| <div>kWh/m<sup>2</sup>/anno</div> <div>0 %</div> |  <div>F</div> |  <div>0 %</div> |  <div>0 %</div> |  <div>0 %</div> |
| 9 %                                              | F                                                                                              | 5,9%                                                                                             | 12,9 %                                                                                            | 11,4 %                                                                                             |
| 48 %                                             | D                                                                                              | 46,1 %                                                                                           | 50,1%                                                                                             | 14,0 %                                                                                             |
| 61 %                                             | B                                                                                              | -16,5 %                                                                                          | 14,5 %                                                                                            | 28,3 %                                                                                             |
| 85 %                                             | A3                                                                                             | 55,0 %                                                                                           | 67,0 %                                                                                            | 72,3 %                                                                                             |
| 72 %                                             | A1                                                                                             | 16,9 %                                                                                           | 39,0 %                                                                                            | 55,2 %                                                                                             |
| 91 %                                             | A4                                                                                             | 72,6 %                                                                                           | 79,9 %                                                                                            | 85,2 %                                                                                             |

## DAL PROGETTO ALLA REALIZZAZIONE



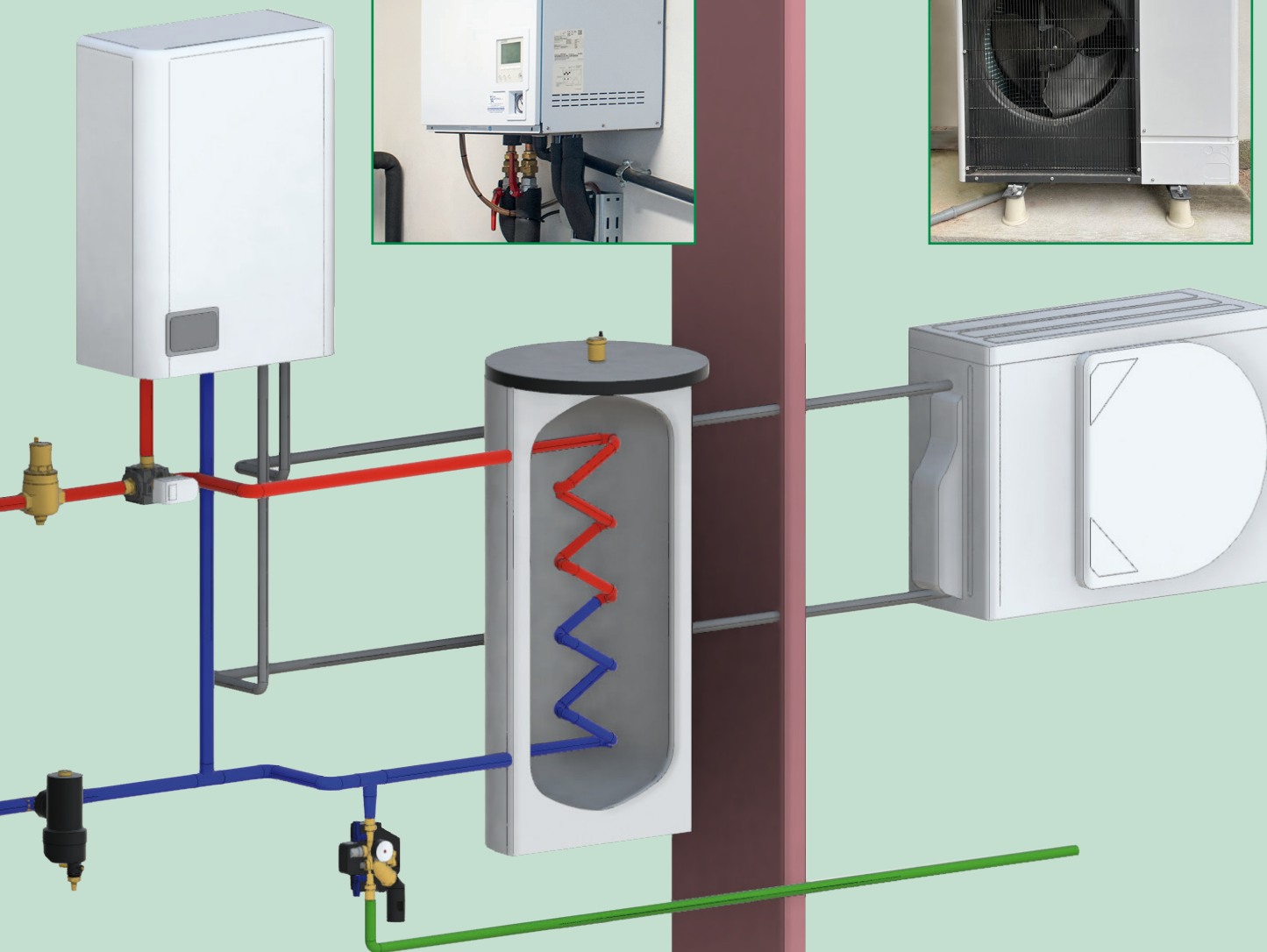
L'intervento di riqualificazione in oggetto ha riguardato l'impianto di una casa indipendente posta su due livelli.

L'impianto originale realizzato nei primi anni 2000 aveva come generatore una caldaia a gas da 29 kW, l'emissione avveniva tramite radiatori in ghisa dotati di valvole monotubo.

A livello generale sono stati sostituiti i serramenti, è stato installato un cappotto esterno con isolamento delle solette ed un impianto fotovoltaico da 9 kWp e batterie da 20 kWh.

L'impianto termico è stato trasformato con un generatore a pompa di calore refrigerant split da 14 kW, emissione tramite impianto a pannelli radianti e accumulo sanitario da 400 l.

L'impianto è dotato di VMC con integrazione dalla pompa di calore. La classe energetica dell'edificio è passata da F ad A4.





COMPONENTI PER UNA

**GREEN  
EVOLUTION**



SPECIFICI PER  
**POMPE  
DI CALORE**  
SUPPORTING ENERGY TRANSITION

Le pompe di calore stanno cambiando il mercato idrotermosanitario in ottica green. Abbiamo sviluppato una gamma completa di prodotti per il **corretto funzionamento, l'efficienza e la sicurezza dei nuovi impianti di climatizzazione**: valvola di zona serie 6445, by-pass serie 518, filtro defangatore magnetico CALEFFI XF, separatore idraulico inerziale serie 5485 e valvola antigelo iStop®. **GARANTITO CALEFFI.**

