

Sistemi ibridi nella climatizzazione ambientale.

Che cosa sono?

Livio Mazzarella, Politecnico di Milano,
Presidente della Commissione
Rapporti internazionali di AiCARR

SISTEMI IBRIDI, SISTEMI IBRIDI INTEGRATI, sistemi ibridi preassemblati, gruppi ibridi preassemblati, impianti ibridi, e così via dicendo: sono termini che ultimamente si incontrano sempre più spesso nelle offerte commerciali dei produttori di macchine, componenti e sistemi per la climatizzazione ambientale. Non è però sempre chiaro a cosa attenga l'attributo ibrido, né se l'oggetto cui si associa sia l'impianto o una sua parte o solo un suo componente.

Cosa vuol dire "ibrido"?

In generale, in campo tecnico, il termine ibrido si riferisce alla copresenza di tecnologie diverse che servono allo stesso scopo o funzione. Se si esegue un'indagine sui prodotti e sui sistemi alla quale è associata tale terminologia nel campo della climatizzazione ambientale, si scopre che per la stragrande maggioranza questa corrisponde a sistemi a pompa di calore accoppiati con altri generatori termici, utilizzando lo stesso o altri vettori energetici rispetto a quello che alimenta la pompa di calore. Ma vi sono anche casi in cui l'attributo ibrido è riferito al fatto che la pompa di calore sia in grado

di fornire direttamente aria calda, tramite un'unità interna a espansione diretta e acqua calda, sia per il riscaldamento ambientale che per la produzione di acqua calda sanitaria, tramite un modulo idronico alimentato dal fluido frigorigeno. Inoltre, c'è confusione tra sistemi, impianti e componenti.

Fare chiarezza sui termini: sistema, impianto, apparato e apparecchio

Per arrivare a una corretta e chiara definizione dei sistemi ibridi, nelle sue varie declinazioni, occorre chiarire prima alcuni concetti fondamentali, tra cui la nozione di sistema, impianto, apparato e apparecchio.

Nel linguaggio tecnologico (Vocabolario Treccani), **sistema** (system) è "un insieme di elementi che siano tra loro interdipendenti per ottenere un determinato scopo funzionale", **impianto** (plant) è "l'insieme dei macchinari e delle attrezzature che, impiegati in maniera coordinata, sono necessari per la produzione di determinati servizi"; **apparato** (equipment) è l'"apparecchio, o insieme di apparecchi, di macchine, di congegni che, in un determinato impianto, servono a un certo scopo",

e **apparecchio** (appliance) è il "complesso di elementi di varia natura, meccanici, elettrici, ecc., coordinati in modo da costituire un dispositivo atto a un determinato scopo".

Dalle definizioni date si deduce che il concetto di sistema è astratto e quindi applicabile a ciò che un impianto, un apparato e un apparecchio rappresentano, cioè un insieme coordinato di elementi finalizzati alla fornitura di uno specifico servizio. Di contro, esiste un chiaro rapporto gerarchico tra gli ultimi tre termini citati: l'impianto è costituito anche da apparati che sono a loro volta costituiti o coincidenti con apparecchi (Figura 1a). Inoltre, anche se si volesse evitare il termine sistema, occorrerebbe limitare il campo, aggiungendo una informazione fondamentale: la parte dell'impianto di climatizzazione ambientale oggetto del nostro

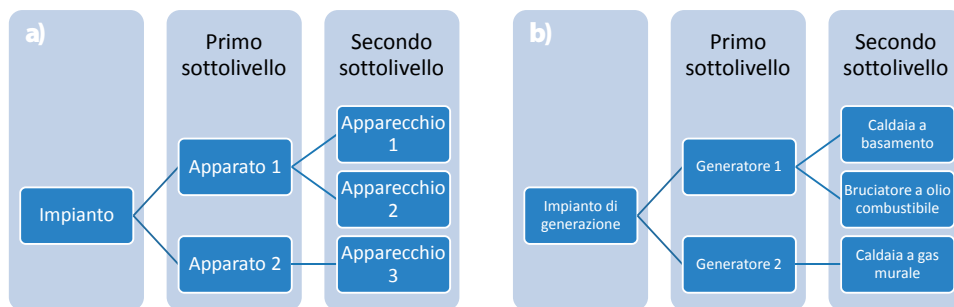


Figura 1 – a) Suddivisione semantica dell’impianto in componenti; b) Esempio di suddivisione di un impianto di generazione

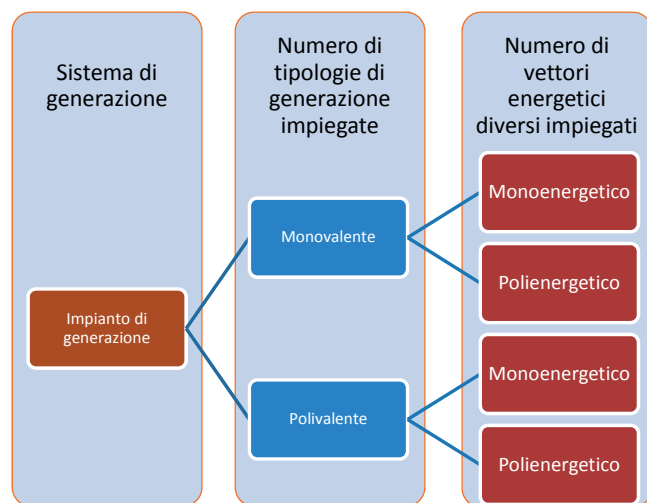


Figura 2 – Classificazione degli impianti di generazione termica in funzione della quantità di tipologie di generazione e di vettori energetici impiegati

interesse. Infatti un impianto di climatizzazione potrebbe essere considerato ibrido rispetto a sue diverse parti e/o funzioni, purché implementi in parallelo tecnologie diverse. Ad esempio, un impianto misto aria-acqua potrebbe essere considerato ibrido, in quanto mette insieme due tecnologie diverse, quella aeraulica e quella idronica, per distribuire e consegnare il fluido termovettore ai terminali d’impianto, così come i ventilconvettori che distribuiscono aria primaria, oltre che trattare localmente l’aria, potrebbero essere a buon titolo nominati ibridi. Nel nostro caso invece, il termine sistema ibrido viene utilizzato per indicare la parte dell’impianto di climatizzazione ambientale che soprintende alla generazione di energia termica, cioè l’impianto di generazione, sottintendendo nel seguito l’energia termica. Un esempio di suddivisione

semantica di tale impianto in apparati e apparecchi è riportato in Figura 1b.

Il sistema ibrido è quindi un impianto di generazione, un apparato o un apparecchio? Senza voler generare ulteriore confusione, direi tutti e tre, cercando di fare chiarezza in Figura 1.

Cosa ci dice la normativa tecnica?

La normativa tecnica del settore ci aiuta a fare chiarezza solo relativamente, giacché l’unico riferimento esplicito a qualcosa di ibrido è la norma UNI-EN 12309-7 che tratta “Apparecchi a gas ad assorbimento per il riscaldamento e/o raffreddamento con una portata termica non maggiore di 70 kW – Parte 7: Disposizioni specifiche per apparecchi ibridi”. In tale norma si trova la seguente definizione: “gli apparecchi di riscaldamento di cui alla presente norma europea sono di tipo ibrido, uno o più assemblaggi racchiusi in un unico contenitore che combinano una pompa di calore ad assorbimento, a fuoco diretto o indiretto, per il carico di base, e una caldaia a condensazione, per il carico di punta, con un unico sistema di scarico, cavo di alimentazione elettrica e interfaccia

uomo-macchina per l’utente finale”. Cioè è riferita ad apparecchi.

In realtà, anche la UNI-TS 11300-4 introduce, ma in modo indiretto, una classificazione degli impianti di generazione che contiene chiaramente anche gli impianti ibridi. Infatti, nella sezione riguardante le caldaie a biomassa si trovano le seguenti definizioni:

- **sistemi di generazione monovalenti:** quando tutta l’energia termica utile richiesta dall’edificio è fornita solo da uno o più generatori di calore a biomasse;
 - **sistemi di generazione bivalenti o polivalenti:** quando l’energia termica utile richiesta dall’edificio è fornita da almeno un generatore a biomasse e da uno o più generatori i cui consumi siano riconducibili a fonti non rinnovabili (combustibili fossili e energia elettrica).
- e definisce gli impianti alimentati da pompa di calore:
- **monovalenti** quando tutto il fabbisogno termico stagionale è coperto dalla pompa di calore;
 - **bivalenti monoenergetici** quando una quota del fabbisogno termico stagionale è coperto dalla pompa di calore e una quota di integrazione è fornita da un generatore ausiliario che utilizza lo stesso vettore energetico della pompa di calore;
 - **bivalenti e bienergetici** quando il fabbisogno termico stagionale è coperto dalla pompa di calore e da un generatore ausiliario che utilizza un vettore energetico diverso da quello utilizzato dalla pompa di calore.

La stessa UNI-TS introduce anche la definizione di sistema combinato, in riferimento a una classificazione degli impianti di generazione di energia termica rispetto al servizio reso, come nel caso di caldaie, pompe di calore e impianti solari termici con produzione combinata di energia termica per il riscaldamento e l’acqua calda sanitaria. In ambito commerciale, a volte, con questo termine si fa riferimento all’impiego di più combustibili (vettori energetici) da parte dello stesso generatore (apparecchio/apparato), ad esempio caldaie combinate a gassificazione di legna, pellet, olio combustibile extra leggero; attribuzione già inclusa nelle definizioni precedenti (monoenergetico, polienergetico) e che quindi va limitata alla eventuale molteplicità di servizi resi.

Si può mettere ordine tra tali definizioni, che effettivamente possono indurre confusione, generalizzandole nel seguente modo (figura 2):

- un sistema di generazione termica è classificabile attraverso le seguenti caratteristiche del suo impianto:
 - a) numero delle diverse modalità di produzione dell’energia termica presenti,
 - b) numero dei diversi vettori energetici impiegati, con esclusione dell’energia elettrica per l’alimentazione degli ausiliari;

WHAT IS A HYBRID SYSTEM?

In recent years, there is much talk of hybrid systems. Although the term is more widespread there is still much confusion, especially at the level of terms and related concepts. This paper attempts to provide clarity, offering some definitions that clarify some issues. Starting from the analysis of the concept of ‘hybrid’ and ‘system’, and using some of the definitions given by the technical rules, the paper try to classify the energy generation plants based on the mode of operation and to clarify some open questions.

Keywords: hybrid systems, definitions, concepts

c) numero delle funzioni assolte o dei servizi forniti.

Il sistema si definisce:

- **monoenergetico**, se utilizza in uno o più generatori di calore un solo vettore energetico;
- **polienergetico**, se utilizza in uno o più generatori di calore vettori energetici diversi;
- **monovalente**, se dotato di uno o più generatori di calore tutti con identico metodo di generazione;
- **polivalente**, se dotato di più generatori di calore con diversi metodi di generazione;
- **semplice**, se produce energia termica per un solo servizio, ad esempio riscaldamento ambientale o produzione di ACS;
- **combinato**, se produce energia termica per più servizi.

In Figura 2 è riportata una classificazione degli impianti di generazione termica in funzione della quantità di tipologie di generazione e di vettori energetici impiegati; in Figura 3 sono riportate le tipologie funzionali dell'impianto in funzione del tipo di servizio reso. In Figura 4 è infine riportato un esempio di un impianto di generazione di energia termica classificato come polivalente polienergetico combinato.

Tale classificazione, derivata in parte dalla UNI-TS 11300-4 dove è definita per gli impianti, è applicabile con le dovute cautele anche agli apparati e agli apparecchi. Un esempio pratico è proprio la pompa di calore ad assorbimento ibrida, oggetto della citata norma UNI-EN 12309-7, che risulta essere un apparecchio polivalente (ciclo ad assorbimento e combustione diretta per le modalità di produzione dell'energia termica) polienergetico (poiché usa gas per attivare entrambi le modalità, ma in modalità pompa di calore parte dell'energia fornita è estratta dall'ambiente esterno e quindi è o aerotermica o idrotermica, cioè per definizione rinnovabile).

Analizzare le modalità di funzionamento

Quindi un sistema ibrido nel campo del condizionamento ambientale è un sistema di generazione di energia termica polivalente, cioè che utilizza tecnologie diverse per la produzione di energia termica, indipendentemente dall'essere polienergetico e/o combinato. Inoltre, il termine ibrido si può riferire tanto a un impianto quanto a un apparato o apparecchio e quindi sarebbe buona norma specificare sempre a cosa ci si riferisce. Infine, tale tipologia di sistema è fortemente caratterizzato dalle sue modalità di funzionamento più di quanto non lo siano i sistemi monovalenti.

In generale, seguendo le UNI-TS 11300-4, le modalità di funzionamento di un impianto di generazione vanno distinte in funzione del fatto che esso sia monovalente o polivalente (Figura 5). Dato che un impianto ibrido è un impianto polivalente, esaminiamo solo le modalità di funzionamento di quello polivalente.

In un sistema polivalente, dove più tecnologie concorrono al soddisfacimento della stessa richiesta di energia termica, la funzione del sistema di controllo è centrale per definire la migliore combinazione possibile nell'impiego temporale e nella quota di carico assegnata a tali tecnologie. Il sistema di controllo, sulla base di una serie di parametri significativi quali temperatura esterna e valore di set point della temperatura dell'ambiente interno, temperatura di mandata e ritorno del fluido termovettore all'utenza, temperature all'ingresso e all'uscita degli scambiatori della pompa di calore, costi economici dei diversi vettori energetici e quant'altro possa essere utile, deve preoccuparsi di decidere quando e come attivare/disattivare le diverse tecnologie, ad esempio la pompa di calore o la caldaia, per massimizzare l'obiettivo predefinito, che potrebbe essere la minimizzazione dell'impiego di energia primaria non rinnovabile o quella del costo complessivo di esercizio. Nel fare tutto ciò deve inoltre considerare i limiti caratteristici di operabilità delle diverse tecnologie e le loro efficienze di conversione.

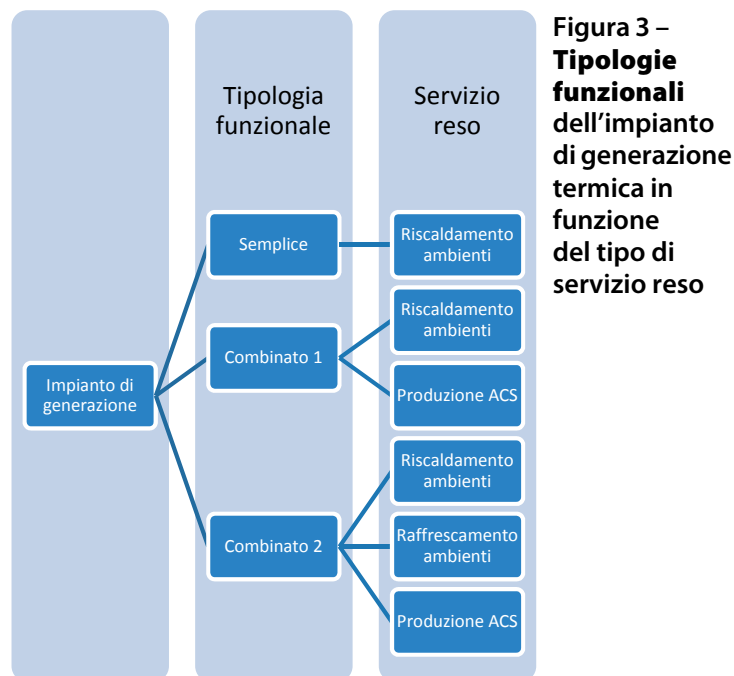


Figura 3 – Tipologie funzionali dell'impianto di generazione termica in funzione del tipo di servizio reso

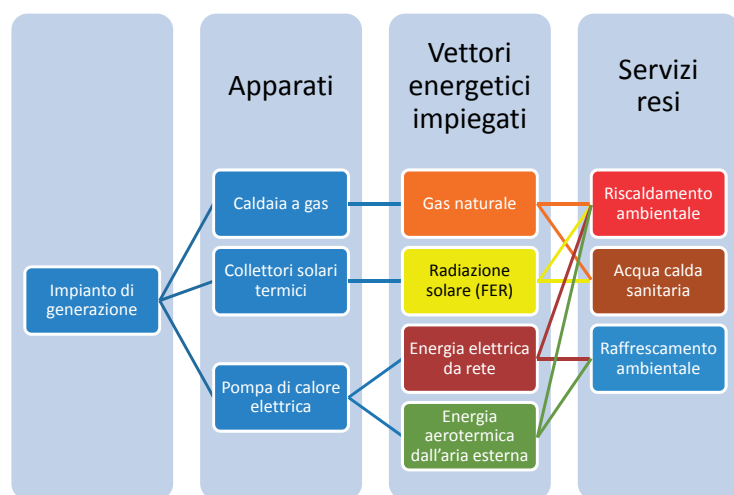
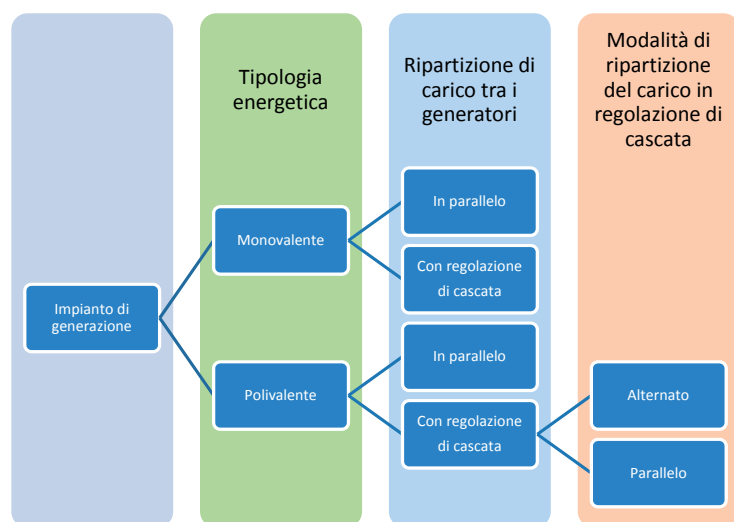


Figura 4 – Esempio di impianto di generazione polivalente polienergetico combinato

Figura 5 – Modalità di funzionamento di un impianto monovalente con più generatori e un impianto polivalente



In generale, la logica di funzionamento preferibile è quella con regolazione di cascata con definizione delle priorità di intervento, in modo da ottimizzare il fabbisogno di energia primaria non rinnovabile, tenendo conto dei vettori energetici, dei rendimenti e delle caratteristiche dei singoli generatori o delle tecnologie di produzione. In tale ottica, occorre lasciare precedenza alla copertura del carico,

cioè alla richiesta di energia termica, alle tecnologie che impiegano fonti energetiche non rinnovabili aleatorie, quali radiazione solare e vento, poi a quelle che impiegano fonti energetiche non aleatorie, biomasse, biogas e pompe di calore, ad apparati cogenerativi, se presenti, e infine a tecnologie utilizzando fonti fossili. È altresì possibile comporre diversamente tali interventi in modo da minimizzare il costo di esercizio, il cui minimo non è detto corrisponda al minimo impiego di energia primaria non rinnovabile. In ogni caso, ogni singola tecnologia non può produrre più di quanto sia possibile alle specifiche condizioni ambientali in cui si trova ad operare: in altri termini, ogni tecnologia non può operare con un fattore di carico maggiore dell'unità ed è buona norma non dimensionare il sistema in modo da poter coprire il carico nominale con tutte le tecnologie in modo separato, cosa sicuramente diseconomica.

Il caso di sistema ibrido più diffuso e emblematico da questo punto di vista è quello dell'impianto o apparato polivalente polienergetico costituito da una pompa di calore a compressione di vapore aria-acqua e da una caldaia a gas, che è più precisamente bivalente polienergetico in quanto utilizza energia elettrica, gas e energia aerotermica rinnovabile. In tale caso, evitando di utilizzare il concetto di temperatura bivalente introdotto dalla UNI-TS 11300-4 che è assolutamente fuorviante, la pompa di calore normalmente lavora con precedenza sulla caldaia fintanto che, in funzione delle condizioni della sorgente fredda, l'aria esterna, e della potenza richiesta dall'utenza, la potenza termica massima erogabile non risulta essere inferiore alla richiesta. In corrispondenza di tale evento si possono avere le seguenti diverse modalità di funzionamento:

1. funzionamento alternato: la pompa di calore viene disattivata e viene attivata la caldaia che fornisce tutta la potenza termica richiesta;

2. funzionamento parallelo: la pompa di calore non viene disattivata, va alla massima potenza possibile e viene attivata la caldaia che fornisce la quota residua di potenza termica richiesta; oppure, in funzione dei vari parametri citati, il sistema di regolazione attribuisce quale frazione di carico va coperta dalle due tecnologie.

In conclusione

La tendenza odierna nel campo dei sistemi ibridi così definiti, proprio per la complessità della logica di controllo che occorre implementare e il corretto dimensionamento delle diverse tecnologie concorrenti, è quella di fornire al mercato sistemi ibridi preassemblati. Tali sistemi sono apparati che racchiudono in un solo contenitore tutti gli elementi di base dell'impianto di generazione: generatori di tecnologie diverse, accumulatori termici, scambiatori, circolatori, vasi di espansione, sistemi di sicurezza e in particolare il sistema di controllo integrato. In questo caso il lavoro del progettista si limita alla scelta delle caratteristiche tecniche e della potenzialità da installare, mentre l'installatore deve solo posizionare e collegare l'apparato ai sistemi di alimentazione e distribuzione.

Un'alternativa, sempre alla luce della semplificazione progettuale e di installazione, è quella fornita da alcuni produttori tramite l'immissione sul mercato di apparecchi specifici assemblabili tra loro in loco e gestibili da un unico sistema di controllo, in modo da costituire un unico sistema ibrido realizzato secondo le esigenze del caso. ■