

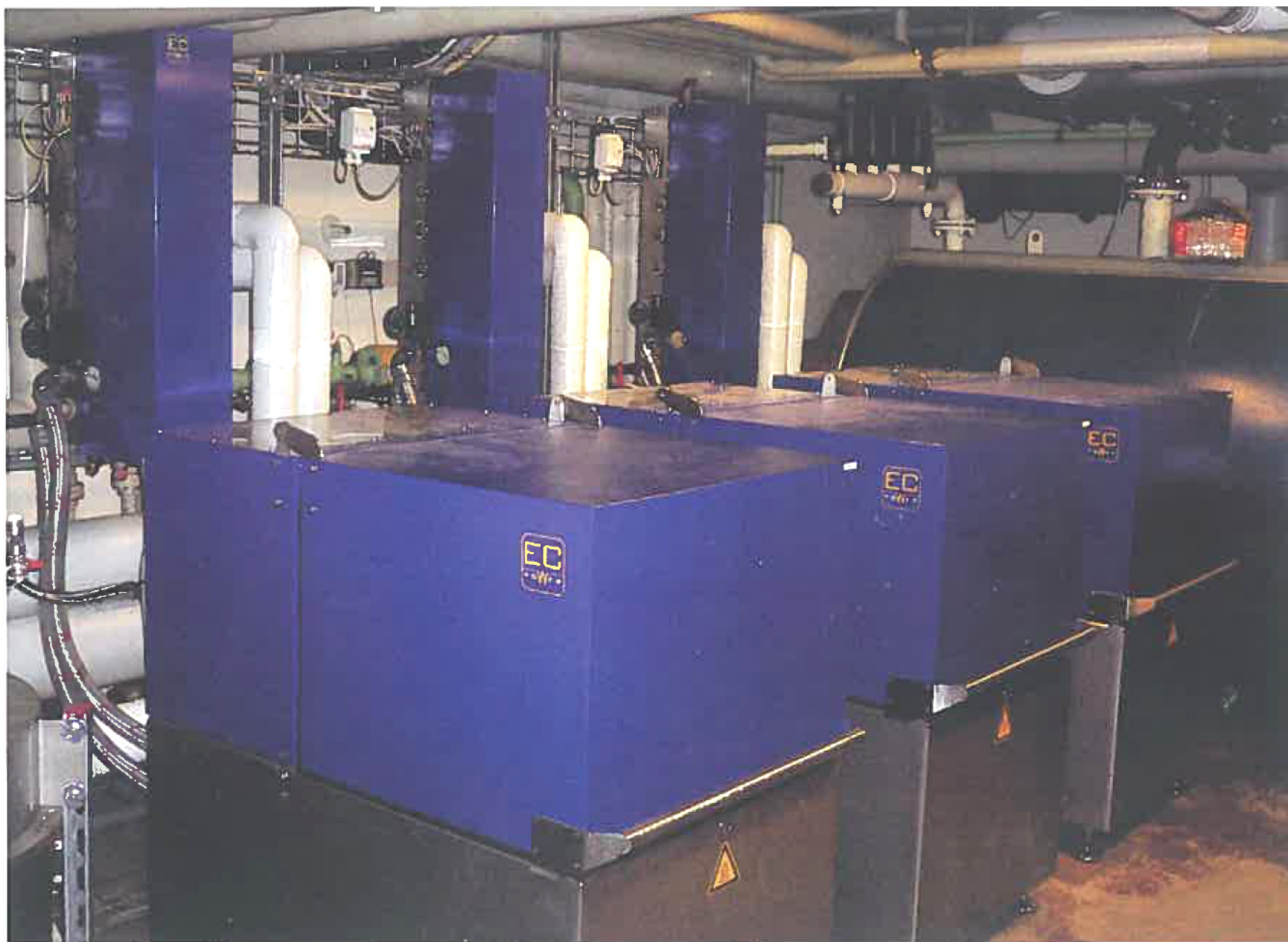
# EC Power / Sistema di micro cogenerazione modulante

## 1.0 Introduzione

Un cogeneratore, come è noto, genera simultaneamente energia elettrica e termica. La tecnologia cogenerativa produce consistenti riduzioni delle emissioni di CO<sub>2</sub> e significative limitazioni dei costi di esercizio, qualora questi vengano comparati con quelli relativi a generazione energetica convenzionale separata. Ciò in quanto la produzione contemporanea di energia elettrica ed energia termica risulta assai più efficiente.

Questo rapporto illustra le caratteristiche e il funzionamento del sistema di micro cogenerazione modulante sviluppato dalla società danese EC Power.

La figura sottostante mostra un impianto che adotta tre unità EC Power. A pieno carico la potenza elettrica erogabile dello stesso è di 45 kW, quella termica di 90 kW.



## **Caratteristiche peculiari del sistema EC Power**

### ***Capacità di generazione***

Una singola unità EC Power è classificata come micro-cogeneratore, poiché produce meno di 50 kW elettrici. La stessa può generare contemporaneamente fino a 15 kW elettrici e 30 kW termici, risulta di concezione modulare e può essere combinata in più unità allo scopo di soddisfare maggiori richieste di potenza; ad esempio risulta proponibile l'adozione di 5 unità per generare una potenza elettrica di 75 kW e termica di 150 kW.

### ***Modulazione di potenza***

Il cogeneratore può operare sia in modalità elettrico segue, che in quello termico segue. Nel primo caso la potenza elettrica generata può essere modulata in funzione della domanda, con una riduzione fino al 40% di quella di targa, con valori compresi quindi fra i 6 kW e i 15 kW. La modulazione avviene istantaneamente, garantendo in tal modo che l'energia prodotta non ecceda mai quella richiesta. Il calore cogenerato deve in ogni caso trovare un conveniente utilizzo in loco. Nel secondo caso la domanda termica detta la modulazione e l'eccedenza elettrica, ovverosia non utilizzabile direttamente, deve essere riversata in rete.

### ***Livello di rumorosità***

Il livello di rumorosità del cogeneratore è di soli 49 dB(A) alla distanza di 1 metro (al pari di quello riscontrabile durante una comune conversazione di ufficio).

### ***Manutenzione***

Il cogeneratore utilizza un motore industriale Toyota, con intervalli di manutenzione ordinaria di 8.500 ore e straordinaria di 50.000 ore.

### ***Regolazione e controllo***

Ciascuna unità opera automaticamente regolata dal pannello di controllo, che provvede anche ad una visualizzazione a schermo delle condizioni operative. Non è necessaria alcuna interazione con un sistema di BMS (Building Management System).

È anche possibile un monitoraggio dei parametri operativi via internet (tramite il modulo integrato GSM).

### ***Riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>***

Relativamente ai sistemi tradizionali di produzione di energia elettrica da centrale e termica da caldaia, il cogeneratore riduce le emissioni di CO<sub>2</sub> per via della maggiore efficienza nell'uso del combustibile impiegato.

Il valore medio di emissione di CO<sub>2</sub> per ogni kWh di elettricità fornita da una centrale elettrica è di 0.5 kg. Una caldaia alimentata a gas emette 0.2 kg di CO<sub>2</sub> per ogni kW termico prodotto. Il cogeneratore considerato permette una riduzione del 27% delle emissioni a parità di energia complessiva prodotta.

### ***Plug and Play***

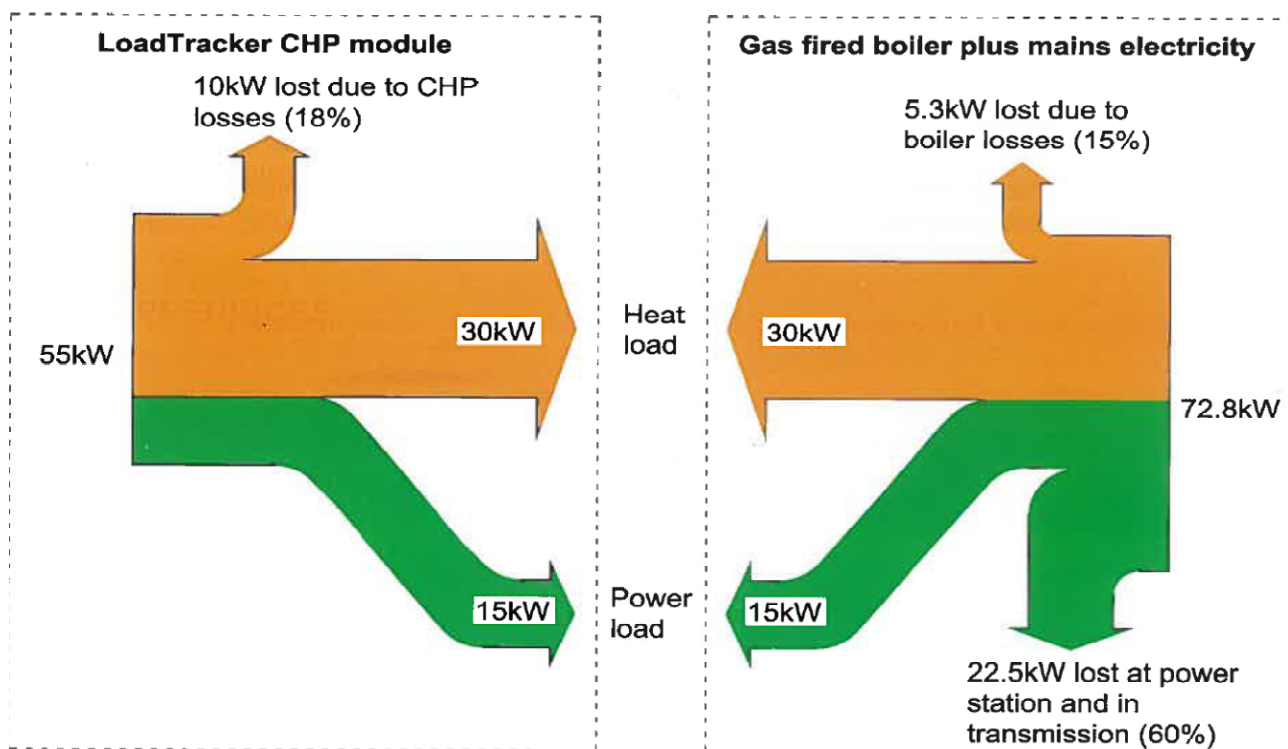
La proposta tecnologica in esame, costituita da una unità di cogenerazione, da una centralina di distribuzione e da un pannello di controllo, può essere praticamente considerata un impianto completo del tipo "Plug and Play"; ovverosia un impianto prefabbricato da montare e da utilizzare tal quale per soddisfare automaticamente le proprie esigenze.

## 2.0 Energia, costi, riduzione emissioni di CO<sub>2</sub>

I diagrammi di Sankey, appresso illustrati, evidenziano i valori energetici caratteristici di un singolo cogeneratore EC Power e quelli di un corrispondente sistema di approvvigionamento elettrico da rete e termico da caldaia convenzionale. Per un loro confronto vengono fissati i seguenti valori:

- emissioni di CO<sub>2</sub>:  
 per il gas naturale 0,198 kg / kWh  
 per energia elettrica da rete 0,517 kg / kWh  
 per l'energia elettrica cogenerata 0,529 kg / kWh

- rendimento di caldaia: 85%



	Cogeneratore EC Power	Caldaia a gas + elettricità da rete
Energia immessa (kWh)	55.0	72.8
Emissioni CO <sub>2</sub> (kg)	$(55 \times 0.198) + (15 \times 0.517) - (15 \times 0.529) = 10.71$	$(35.3 \times 0.198) + (15 \times 0.517) = 14.74$
Riduzione emissioni CO <sub>2</sub> = 27.4 %		

Tabella 1 – Confronto fra i valori di approvvigionamento di energia da un cogeneratore EC Power e da un sistema convenzionale caldaia a gas e di elettricità da rete

### Efficienza di cogenerazione

L'esempio precedente valuta il calore cogenerato approssimativamente due volte quello elettrico. In realtà il rapporto fra calore ed energia elettrica varia in funzione della modulazione operata dal cogeneratore. La tabella 2 riporta i dati relativi alla modulazione minima e massima.

	Energia elettrica generata			
	Valore minimo 40%		Valore massimo 100%	
Energia elettrica (kW)	6.0		15.2	
Energia termica (kW)	17.0		30.0	
Rapporto termico / elettrico	2.83		1.97	
	PCI	PCS	PCI	PCS
Consumo gas (kW)	26.0	28.6	50.0	55.0
Rendimento elettrico (%)	23.1	21.0	30.4	27.6
Rendimento termico (%)	65.4	59.4	60.4	54.5
Rendimento complessivo (%)	88.5	80.4	90.4	82.1
PCI – Potere Calorifico Inferiore PCS – Potere Calorifico Superiore				
Il Potere Calorifico Inferiore è pari al Potere Calorifico Superiore meno il latente di vaporizzazione dell'acqua che si produce nella combustione. Le società erogatrici del gas indicano nelle proprie documentazioni il PCS.				

Tabella 2 – Efficienza di un cogeneratore EC Power

Come si può rilevare dalla tabella, a pieno carico il rapporto calore energia elettrica prodotta è pari a 1.97; allorché l'unità moduli al valore minimo di 6 kW (equivalente al 40% del valore di targa) il rapporto passa 2.83.

Poiché l'energia elettrica risulta di maggior pregio rispetto a quella termica, va sottolineata l'importanza che il cogeneratore operi il più possibile a pieno carico.

In ogni caso la sua efficienza complessiva rimane compresa, con riferimento al potere calorifico superiore (PCS) fra l'80 e l'82 %.

### Risparmio energetico conseguibile

Cogeneratori caratterizzati da potenza elettrica non modulabile sono usualmente utilizzati per coprire il carico di base dell'utenza. Tali apparecchiature consentono pertanto di ridurre la domanda energetica solo marginalmente, poiché contribuiscono a soddisfare solo parte del carico; un tipico esempio è illustrato dalla figura 1.

Per contro, il modulo EC Power potendo modulare la potenza prodotta può generare maggiori risparmi energetici. In una installazione a più unità, i cogeneratori azionati in cascata possono soddisfare automaticamente una domanda variabile. Questa modalità operativa è illustrata nella figura 2.

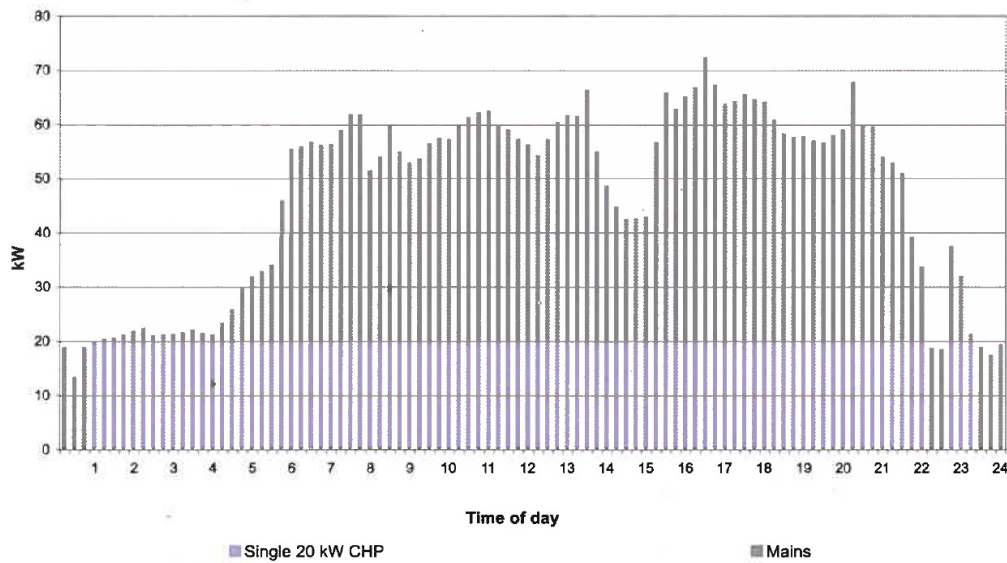


Figura 1 – Generazione elettrica effettuata da cogeneratore a valore costante atta a coprire il carico base

La figura 1 riporta il diagramma di carico giornaliero di un piccolo centro sportivo. La produzione di un cogeneratore convenzionale di 20 kW, dimensionato per coprire la domanda di base, è evidenziato in colore blu. In questo scenario il cogeneratore provvede al 39% del consumo elettrico complessivo. Il risparmio in termini di energia e di emissioni caratteristiche di questa soluzione è perciò limitato.

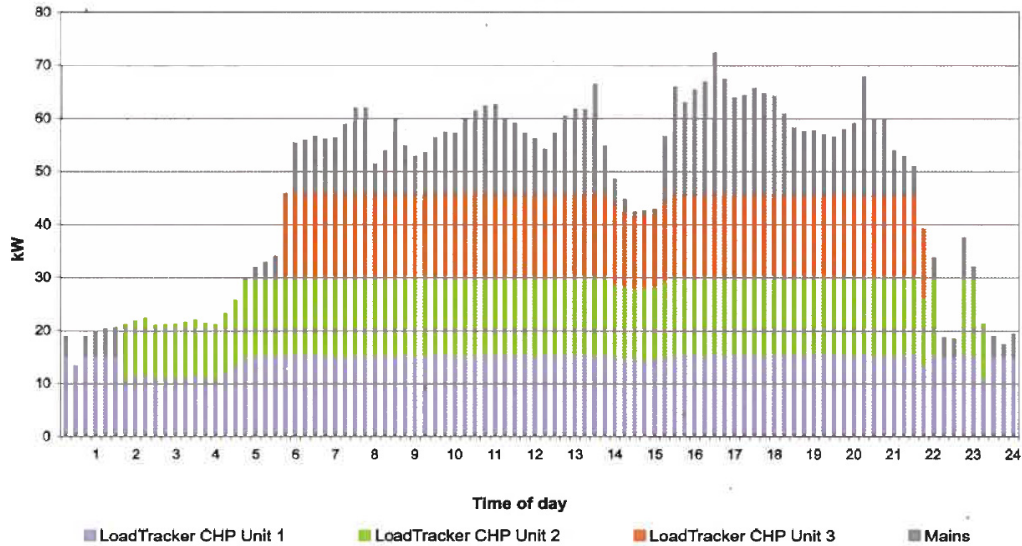


Figura 2 - Generazione elettrica effettuata da 3 unità di cogeneratori modulanti EC Power

La figura 2 mostra la produzione elettrica conseguita dalla stessa utenza mediante l'uso di 3 unità EC Power, capaci di soddisfare l'80% della domanda. Va ancora una volta sottolineato che, in ogni caso, affinché un sistema di cogenerazione risulti proficuo, scontata la produzione di energia elettrica, deve verificarsi un contemporaneo utilizzo del calore cogenerato.

### 3.0 Il funzionamento del sistema EC Power (CHP Operation)

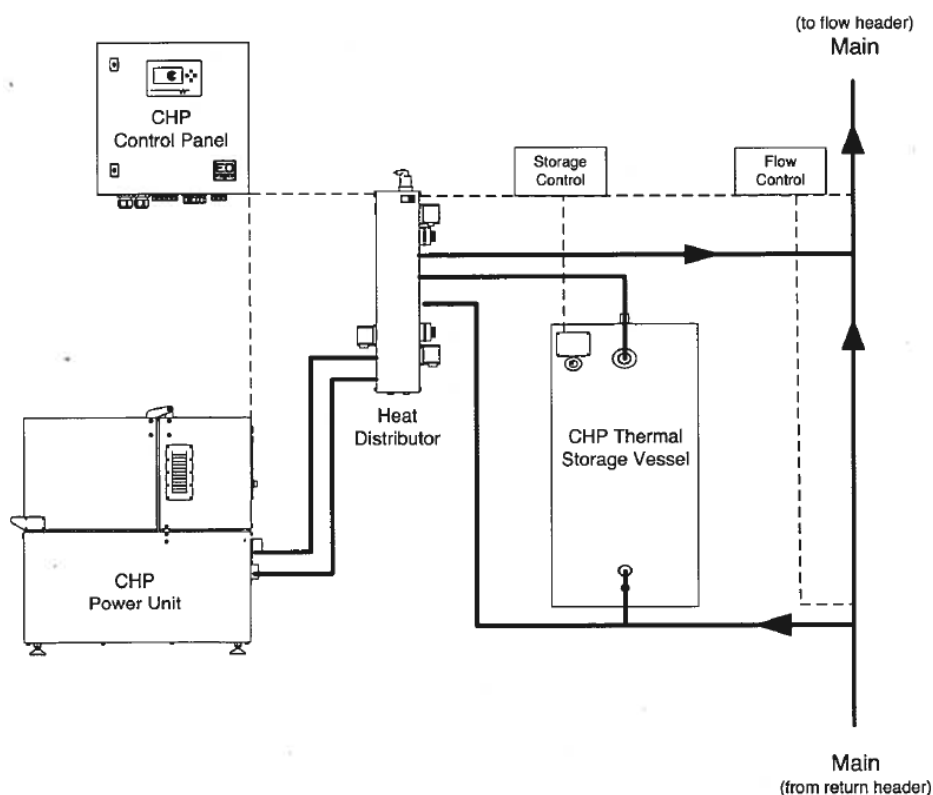


Figura 3 – Installazioni di unità singola EC Power

Ciascun sistema EC Power è costituito da un cogeneratore (Power Unit), un distributore di calore (Heat Distributor), uno o più serbatoi di accumulo (Thermal Vessel), sensori termici e un pannello di controllo e regolazione (Control Panel). Le funzioni di ciascuno di questi componenti sono illustrate nei paragrafi seguenti.

#### **Cogeneratore (Power Unit)**

Il cogeneratore comprende un motore a combustione interna, un generatore elettrico, un sistema di recupero termico ed un'apparecchiatura di controllo e regolazione; il tutto racchiuso in un contenitore acusticamente isolato.

Un motore industriale Toyota aziona un generatore elettrico, che produce energia elettrica con potenza compresa fra i 6 e i 15 kW. In questo intervallo il generatore modula automaticamente, in funzione della richiesta elettrica, la potenza erogata. L'energia generata è utilizzata normalmente dall'utenza. Il generatore elettrico adottato è di tipo asincrono ed opera in parallelo alla rete.

#### **Distributore di calore (Heat Distributor)**

Il distributore di calore è interposto fra il cogeneratore e la rete di utenza (riscaldamento ambientale e produzione di acqua calda sanitaria). La figura 4 ne illustra i principali componenti e la figura 5, ne mostra uno schema costruttivo semplificato.

Un sistema ad acqua a circuito chiuso estrae calore dal motore, dal generatore elettrico e dai gas di scarico.

Il calore utile è quindi trasferito attraverso uno scambiatore di calore a piastre al distributore di calore e può poi essere immesso nella rete di utenza.

Il distributore di calore controlla automaticamente, sia la temperatura di mandata al sistema di utenza, sia la temperatura di ritorno al sistema di raffreddamento del motore.

La temperatura dell'acqua di mandata può essere impostata fra i 40 e i 85 °C, indipendentemente dalla temperatura dell'acqua di ritorno.

Mantenendo fissa la temperatura di erogazione ai valori di progetto, si riduce la frequenza di azionamento delle caldaie ausiliarie. Poiché l'eccedenza di calore prodotta è sempre accumulata a 80-85°C, la capacità di raccolta è ottimizzata.

Il distributore di calore è disponibile in due versioni, con due differenti scambiatori di calore:

- il Q40 opera con temperatura di ritorno dell'acqua fino a 70 °C
- il Q50 opera, per limitati periodi di tempo, con temperature dell'acqua di ritorno fino a 75 °C.

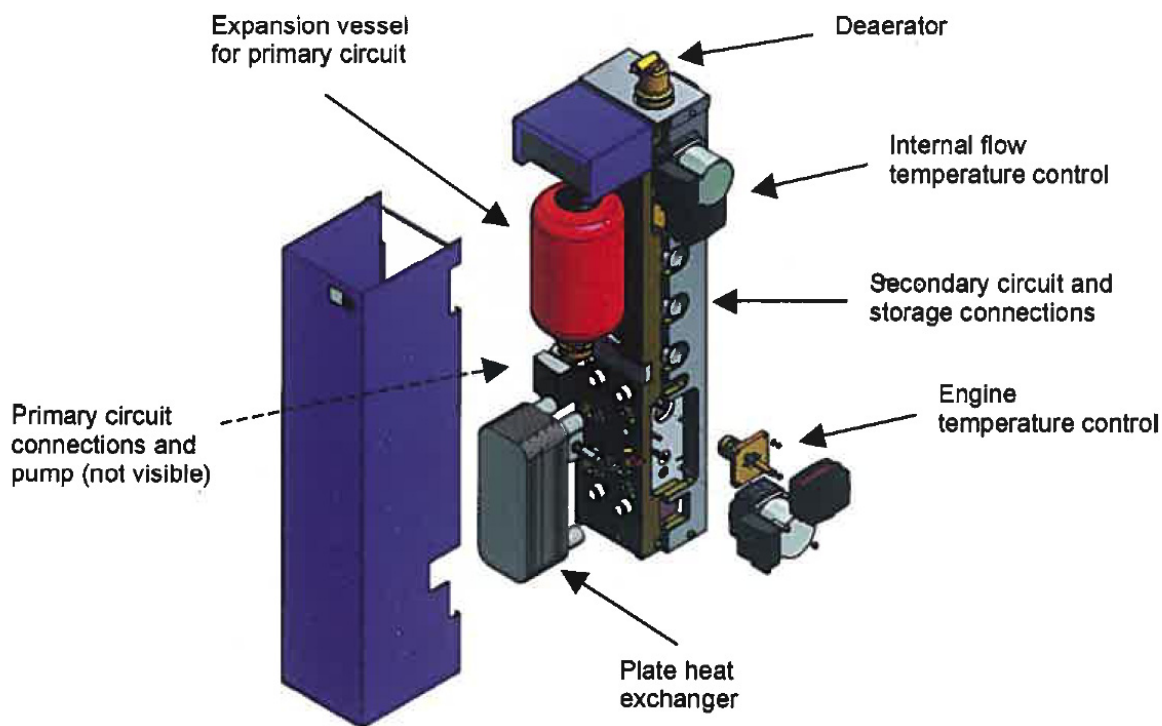


Figura 4 – Componenti del distributore di calore

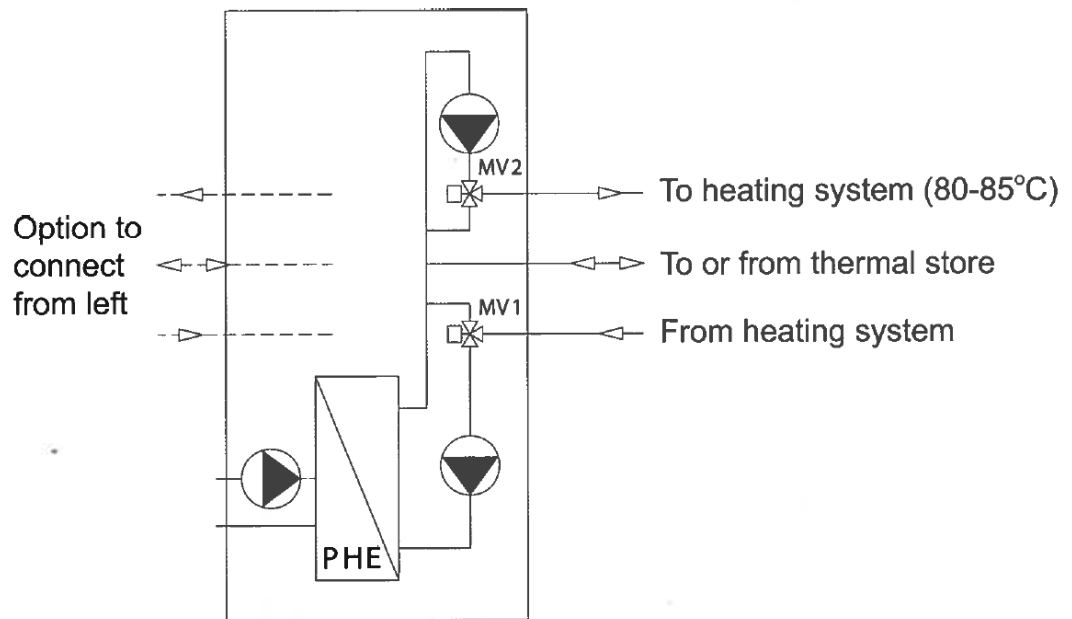


Figura 5 – Connessioni del distributore di calore

Le principali funzioni di regolazione e controllo del distributore di calore sono le seguenti.

- La valvola motorizzata MV1 miscela una porzione dell'acqua proveniente dallo scambiatore di calore con l'acqua di ritorno dal sistema di riscaldamento.  
La miscelazione risulterà tale da assicurare il livello di temperatura richiesto.  
In altri termini se l'acqua di ritorno dal sistema di riscaldamento risulta a temperatura troppo bassa, sarà richiesta una maggiore miscelazione allo scopo di riportare la temperatura ai più alti livelli richiesti, prefissati.
- La valvola motorizzata MV2 aziona la pompa di erogazione al sistema di riscaldamento, allorché si verifichi una domanda.  
In assenza di domanda la valvola viene commutata sul by pass con conseguente azzeramento di portata all'utenza.
- In presenza di domanda elettrica, con contemporanea domanda ridotta per riscaldamento, l'azionamento contemporaneo delle valvole MV1 e MV2 forzerà l'acqua calda all'accumulo.  
Al contrario allorché si verifichi una domanda di riscaldamento, l'acqua calda verrà prelevata dall'accumulo e mandata al sistema di utenza.

#### **Accumulo termico (Thermal Store)**

Il serbatoio di accumulo raccoglie l'acqua calda nella quantità richiesta dal sistema di riscaldamento. L'accumulo è dotato di diffusori interni allo scopo di mantenere una stratificazione dell'acqua alle più alte temperature di mandata fornite dal distributore di calore del cogeneratore e a quelle più basse di ritorno dall'utenza termica. In tal modo la capacità di accumulo termico del serbatoio viene massimizzata.



Altri benefici conseguibili con l'accumulo termico sono i seguenti:

- Rende possibile l'operatività del cogeneratore durante i periodi di bassa domanda di calore. Ciò riduce la frequenza di attivazione del motore.
- Soddisfa per un breve periodo una domanda di calore maggiore di quella massima erogabile dal cogeneratore. Ciò incrementa l'operatività del cogeneratore e riduce l'attivazione delle caldaie di sostegno.
- Per contro permette, per limitati periodi di tempo, il soddisfacimento di una domanda di calore più bassa di quella minima erogabile del cogeneratore. Ne risulta, pertanto una maggiore operatività del cogeneratore, con una contemporanea riduzione dell'azionamento delle caldaie di supporto.
- Consente una maggiore operatività del cogeneratore a pieno carico (in alternativa a carichi parziali). Ciò significa un'efficienza operativa maggiore.
- Permette, infine, un'ottimizzazione temporale dell'operatività del cogeneratore; il sistema può operare durante i periodi di alta tariffa elettrica, in assenza di domanda termica locale, dirottando il calore al serbatoio di accumulo.

La capacità di stoccaggio termico si incrementa in relazione al differenziale di temperatura tra la mandata e il ritorno dell'acqua al sistema di riscaldamento. Risultano consigliabili sistemi a portate variabili con differenziali di temperature fra i 20 °C e i 30 °C.

La proporzione di acqua, a determinate temperature di mandata e di ritorno nei serbatoi di accumulo, varia in funzione delle condizioni operative del sistema di riscaldamento. Allorché il cogeneratore produce più calore di quello richiesto dall'utenza, l'acqua calda è immessa nel serbatoio di accumulo. Per contro quando il cogeneratore produce meno calore di quello richiesto dall'utenza, l'acqua calda è prelevata dall'accumulo.

Uno strato orizzontale di separazione è idealmente presente all'interno del serbatoio di accumulo fra l'acqua calda erogata dal distributore di calore e l'acqua più fredda di ritorno dall'utenza. Lo strato di separazione costituisce un elemento essenziale del sistema di regolazione del cogeneratore, poiché lo stesso si sposta verticalmente nel serbatoio e la sua posizione è monitorata dalle sonde termiche posizionate su un lato del serbatoio; la rilevazione è poi trasmessa al pannello di controllo del cogeneratore ed è utilizzata per l'avvio e l'arresto del motore.

Allorché il serbatoio di accumulo è saturo di acqua calda e non è richiesto calore dall'utenza, il cogeneratore rimane disattivato (stand by mode). Ciò si verifica anche in caso di richiesta elettrica. Non appena si riattiva la domanda termica, l'acqua calda accumulata viene prelevata dalla parte più alta del serbatoio e mandata all'utenza. Man mano che il serbatoio si svuota, la superficie di separazione si sposta verso l'alto fino a generare da parte delle sonde termiche un segnale di riavvio del motore.

Il sistema di regolazione ricava i segnali dai sensori posizionati opportunamente sul serbatoio, apprende l'andamento del carico e ottimizza la regolazione, anticipando i previsti cambiamenti di domanda. Ciascun serbatoio è provvisto di un minimo di 4 sonde termiche; quelli di grandi dimensioni sono dotati di 8/12 sonde per una più accurata azione di regolazione. Tutti i sensori sono connessi al pannello di controllo del cogeneratore con cavo Q-Network.

I segnali di avvio e di fermo ricavati dalle sonde possono essere usati per controllare le pompe di calore e le caldaie convenzionali di sostegno. In ogni caso, la regolazione agisce con priorità sul cogeneratore.

Allo scopo di massimizzarne l'utilizzo, il serbatoio di accumulo deve essere configurato per ottimizzare la stratificazione dell'acqua più calda di mandata da quella più fredda di ritorno. Per questo motivo sono preferiti i serbatoi che si sviluppano prevalentemente in altezza; sono indicate due sole tubazioni di connessione posizionate lateralmente e dotate all'interno di diffusori. Ciò contribuisce a minimizzare la turbolenza e ad evitare la miscelazione dell'acqua all'interno del serbatoio. Le raccomandazioni suggerite in merito sono illustrate nella figura 6.

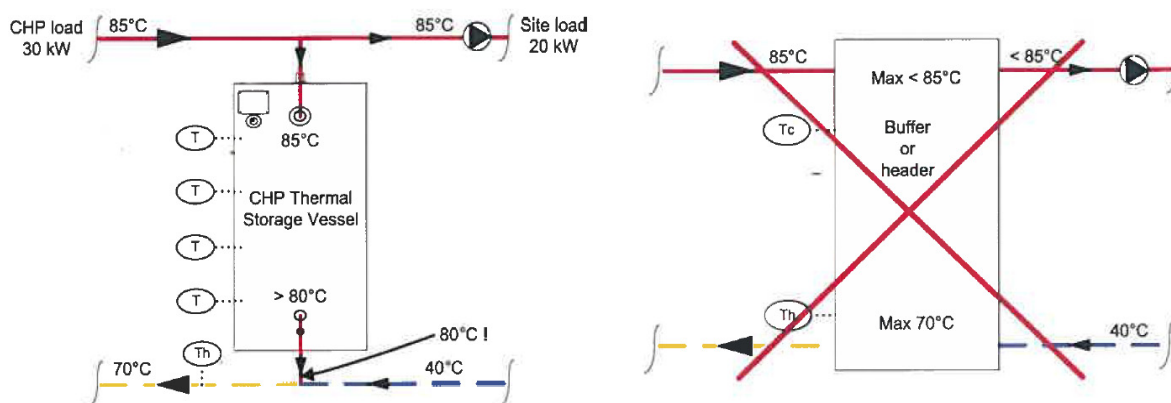


Figura 6 – Connessioni nel serbatoio di accumulo

La capacità di stoccaggio minima richiesta per utenze con bassi picchi di domanda è di 470 litri per singolo cogeneratore. Per utilizzi caratterizzati da alti picchi di richiesta, è consigliabile l'adozione di una capacità unitaria di accumulo di 1000 litri.

In impianti con due o più cogeneratori, i serbatoi di accumulo multipli adottati devono essere connessi in serie.

### Pannello di controllo (Control Panel)

Ciascun cogeneratore è dotato di un pannello di controllo che permette di regolare automaticamente le produzioni elettriche e termiche. Il sistema segue le fluttuazioni di domanda ciclica giornaliera e stagionale. La risposta, dinamica, è concepita per massimizzare le ore di funzionamento.

Il pannello di controllo incorpora un relè di monitoraggio e di protezione.

I dati di prestazione di ciascuna unità possono essere visionati sul monitor del pannello di controllo. In aggiunta risulta possibile, utilizzando una SIM card, il monitoraggio remoto via web.



La disponibilità di queste informazioni è offerta dalla società di service dell'apparecchiatura.

#### **4.0 Dimensionamento dell'impianto (CHP Sizing)**

Il dimensionamento dell'impianto di cogenerazione risulta particolarmente facilitato con l'adozione delle unità modulari EC Power. Non necessita essere in possesso dei precisi dati di consumo elettrico e termico, normalmente richiesti per impianti di grande capacità.

Per le valutazioni di risparmio energetico conseguibili in un impianto esistente è richiesta la sola conoscenza dei consumi registrati di energia elettrica e di gas. Ciò può essere facilmente ottenibile dalla lettura dei contatori dedicati e dai bollettini di pagamento relativi. Le rilevazioni mensili registrate dai contatori risultano sufficientemente accurate per l'elaborazione di un profilo di consumo annuale. In mancanza di questi, l'andamento annuo può essere simulato sulla base della tipologia dell'edificio considerato e della sua ubicazione.

Per i nuovi immobili, allo scopo di rendere possibile un dimensionamento dell'impianto è richiesta una stima teorica dei carichi elettrici e termici previsti. I fattori stagionali debbono essere presi in considerazione; mentre il consumo di acqua calda sanitaria può essere considerato costante durante tutto l'arco dell'anno, il riscaldamento ambientale dovrà essere conteggiato, ovviamente, solo nel periodo invernale.

I sistemi EC Power possono essere adottati in un grande numero di installazioni, ma non considerati validi per qualsiasi progetto. La loro scelta deve essere accertata per ogni singolo caso. Lo studio di fattibilità deve prendere in esame anticipatamente i costi complessivi, il ritorno dell'investimento richiesto e la riduzione possibile di CO<sub>2</sub>. Lo stesso deve fornire precise indicazioni per quanto riguarda la potenza da installare ed il volume dell'accumulo da adottare; ciò allo scopo di massimizzare l'utilizzo nel tempo del sistema.

#### **5.0 Progettazione del sistema di riscaldamento con l'adozione del CHP**

Allo scopo di ottenere le migliori prestazioni dall'adozione del cogeneratore, deve essere prestata un'accurata attenzione alla sua integrazione nel circuito di riscaldamento. Gli obiettivi chiave di tale integrazione risultano i seguenti.

- Il cogeneratore deve sempre operare preferenzialmente rispetto alle caldaie
- Allorché le caldaie sono in servizio, le stesse non debbono prevenire l'operatività del cogeneratore al massimo livello di prestazione
- Il calore recuperato dal cogeneratore deve essere sempre utilizzato
- Il cogeneratore deve generare comunque calore anche in condizioni di parziale richiesta dello stesso
- Il sistema di riscaldamento dell'edificio deve essere progettato in modo tale che le temperature di ritorno non risultino tali da mettere fuori servizio il cogeneratore.

Il sistema EC Power può essere inserito nell'impianto di riscaldamento, sia in serie, che in parallelo con le caldaie. In entrambi i casi i principi essenziali di progettazione debbono risultare i seguenti.

- Il differenziale di temperatura di progetto del sistema di riscaldamento (temperatura di mandata dell'acqua meno quella di ritorno) deve risultare di 20 °C o più. Ciò massimizza il recupero di calore dal cogeneratore e la capacità di stoccaggio termico (riducendo quindi la dimensione dell'accumulo). Detto differenziale è importante per la rilevazione dello strato interno di separazione nell'accumulo. In tal modo rendendo possibile il controllo dell'intero sistema (vedi quanto indicato precedentemente alla voce accumulo termico).

In aggiunta la progettazione dei circuiti secondari deve assicurare che la temperatura di ritorno dell'acqua non possa aumentare in condizioni di carico parziale. I circuiti secondari con portata costante e valvole deviatrici a 3 e 4 vie devono essere evitati. Ciò in quanto una portata deviata non transita per l'unità terminale di erogazione del calore e aumenta la temperatura di ritorno.

Ovunque sia possibile, i circuiti secondari debbono essere progettati a portata variabile. Questa soluzione richiede valvole di controllo della temperatura a 2 vie posizionate a ridosso dell'unità terminale, con conseguenti riduzioni delle portate ai carichi parziali e risparmi dell'energia di pompaggio. Tale soluzione assicura che le temperature di ritorno non possano eccedere il valore di progetto a pieno carico.

Va notato che la capacità di sistemi a portata variabile di provvedere a ridotte temperature di ritorno può mancare se acqua in quantità eccessiva circola nei by-pass fissi o controllati. I by-pass sono spesso inseriti in sistemi a portata variabile allo scopo di garantire almeno una portata minima attraverso le pompe. Un'ulteriore ragione è data dalla necessità di mantenere in circolo composti chimici per il trattamento dell'acqua in tutte le estremità del circuito in condizioni di carico parziale. La quantità d'acqua dirottata attraverso il by-pass nelle tubazioni di ritorno deve essere minimizzata; di massima non deve eccedere il 5% della portata di progetto prevista per ogni condizione operativa.

- Circuiti a temperatura costante erogano acqua alle unità terminali a temperatura costante in ogni condizione operativa. Gli stessi si adottano correntemente in impianti a fan coil e da centrali di trattamento aria. Detti sistemi sono comunque utilizzabili in impianti a portata variabile. In condizioni di carico parziale sia le portate, che le temperature di ritorno vengono ridotte rispetto al valore di progetto.

- I circuiti a temperatura variabile permettono una modulazione della temperatura di mandata al circuito di riscaldamento. Questo tipo di circuito è comunemente adottato per sistemi a radiatori dove la temperatura di mandata è regolata in funzione delle temperature dell'aria esterna. Tale regolazione è effettuata nel nostro caso dal modulo "Weather Compensator". I circuiti a temperatura variabile sono usualmente basati su portate variabili. Per esempio le valvole termostatiche sui radiatori attuano una regolazione della portata allo scopo di individuare la temperatura desiderata e portate ridotte limitano le temperature di ritorno in condizioni di carico parziale.

- I bollitori di acqua calda non sono compatibili con i sistemi che richiedono un ampio differenziale di temperatura fra la mandata e il ritorno e sono perciò sconsigliabili in applicazioni di cogenerazione EC Power. Allo scopo di mantenere l'acqua calda in accumulo a 60°C, la temperatura di ritorno dell'acqua cogenerata deve risultare maggiore di questo valore, rendendo quindi impossibile mantenere un differenziale di temperatura almeno di 20°C al di sotto della sua temperatura di mandata.

Per evitare questo, l'acqua calda sanitaria deve essere prodotta istantaneamente per mezzo di scambiatori di calore a piastre. Dette unità possono essere connesse al circuito di riscaldamento a

temperatura costante, potendo in tal modo, durante l'erogazione, diminuire la temperatura di ritorno anche di 25 °C.

### Connessione in serie

La figura 7 mostra un diagramma schematico di un tipico sistema di riscaldamento che adotta un cogeneratore EC Power installato in serie alle caldaie.

Nella descrizione seguente si definiscono circuiti primari quelli relativi ai generatori di calore posizionati a monte dei collettori di mandata e di ritorno alle utenze; i rimanenti, a valle, secondari. Per le connessioni debbono essere previsti collettori separati. Il cogeneratore deve essere connesso fra il collettore di ritorno e quello di mandata come illustrato nella figura 7. Separando la portata sulla connessione di ritorno del secondario, si evita che l'acqua calda prodotta dalle caldaie si mischi con l'acqua fredda di ritorno prima che questa raggiunga il cogeneratore. La pompa di cui è dotato il cogeneratore (inserita nel distributore di calore) preleva l'acqua di ritorno a bassa temperatura e la rinvia a temperatura più alta nella stessa tubazione prima che questa arrivi alle caldaie.

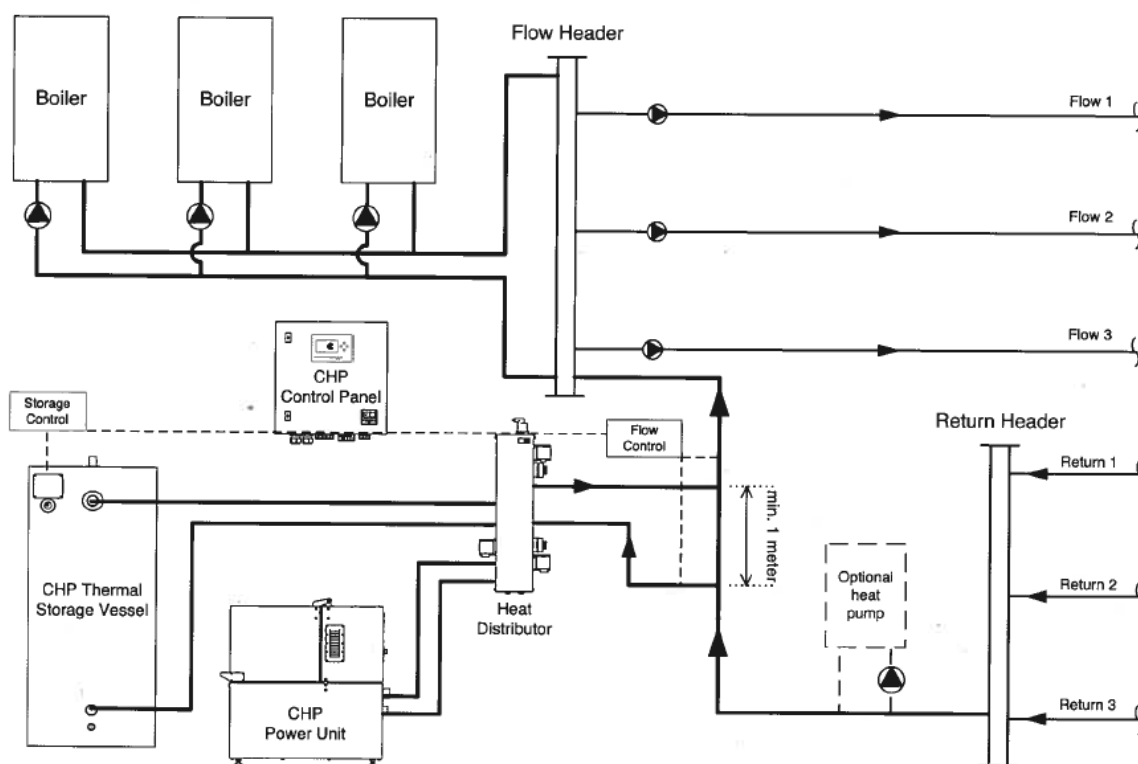


Figura 7 – Sistema di riscaldamento con singole unità EC Power connesse in serie alle caldaie

Qualora il cogeneratore sia in grado di soddisfare la domanda termica, l'acqua calda alla temperatura desiderata verrà erogata al circuito secondario direttamente dal cogeneratore e non sarà richiesto l'azionamento delle caldaie ausiliarie. Ciò si tradurrà in un minore utilizzo delle caldaie e in una conseguente riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>. Qualora viceversa la domanda non possa

essere soddisfatta dal cogeneratore la temperatura di mandata dell'acqua risulti perciò inferiore a quella prefissata, verranno attivate le caldaie ausiliarie. Queste saranno regolate dai sensori di temperatura posizionati sulle condutture di ritorno a valle della connessione di mandata del cogeneratore.

In installazioni con un singolo cogeneratore la temperature di mandata è governata dalla valvola a tre vie (Q-Network ) di cui è dotato il distributore di calore

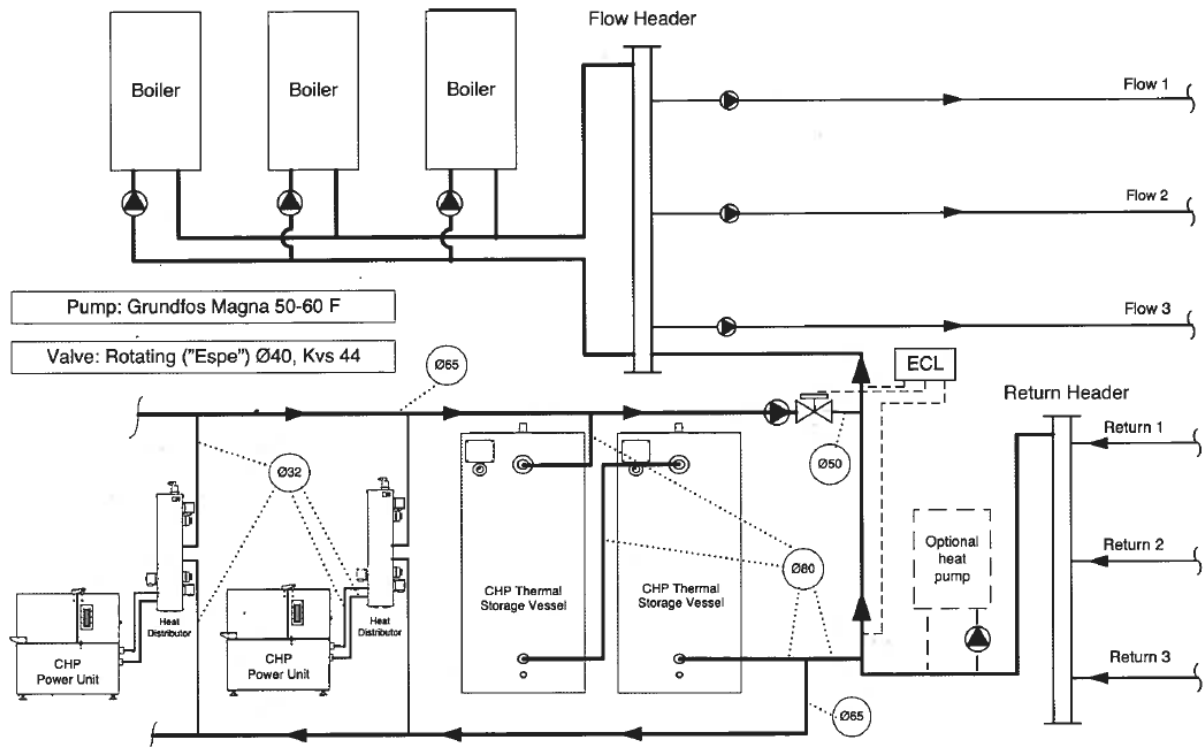


Figura 8 – Sistema di riscaldamento con unità multiple EC Power connesse in serie alle caldaie

Installazioni con più unità di cogenerazione possono essere installate in serie alle caldaie (solo i cogeneratori sono posizionati in parallelo tra di loro). I principi di progetto rimangono fondamentalmente simili a quelli adottati per una singola unità. La principale eccezione è costituita dal controllo della temperatura di mandata, per il quale è richiesto il posizionamento di una valvola a due vie, di una pompa e di una centralina ECL sulla condotta di mandata.

### Connessioni in parallelo

La figura 9 mostra un diagramma di un sistema di riscaldamento che utilizza un cogeneratore installato in parallelo ad una caldaia. Questo schema è raccomandato nei sistemi in cui le temperature dell'acqua di ritorno sono basse (preferibilmente sotto i 50 °C) ed il cogeneratore può provvedere alla più parte del carico termico.

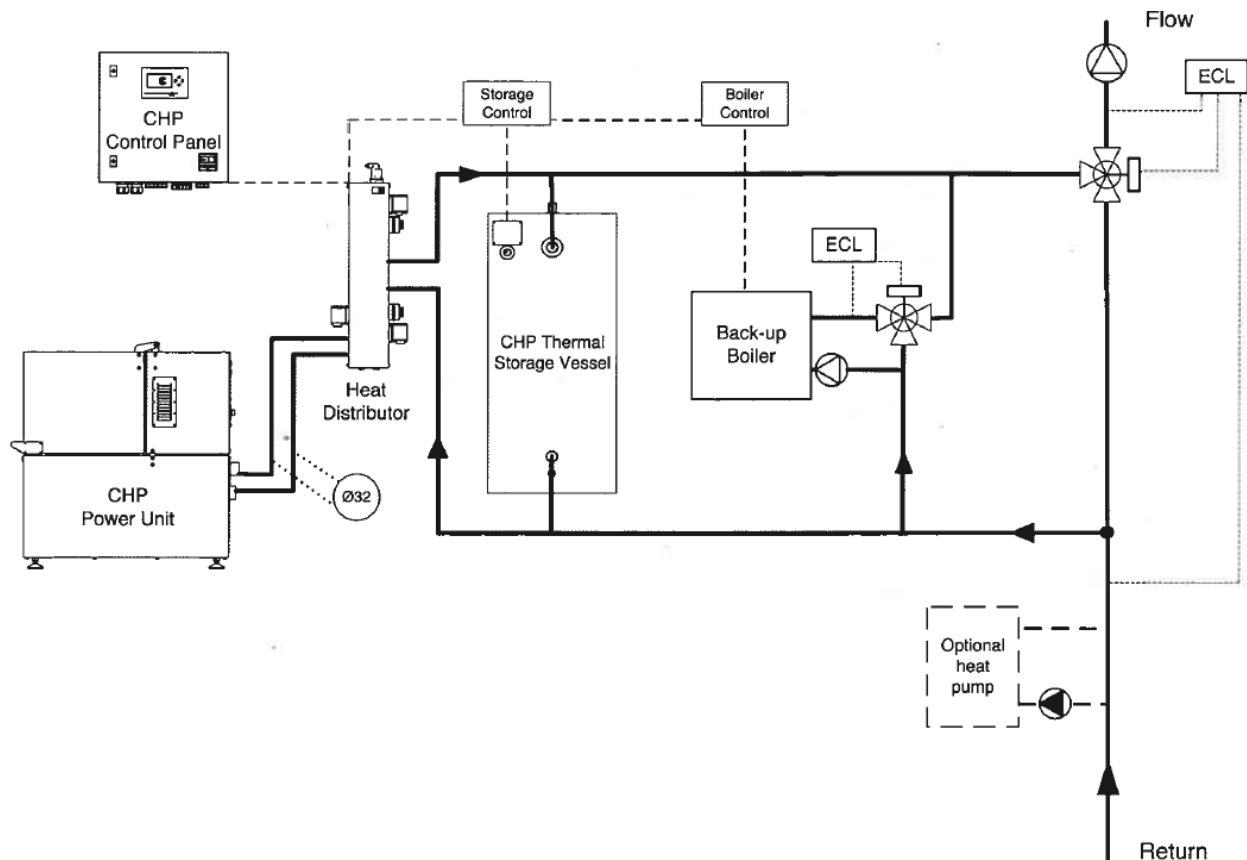


Figura 9 – Sistema di riscaldamento con singola unità EC Power connesse in parallelo alle caldaie

In questa configurazione è importante che il cogeneratore sia azionato prioritariamente rispetto alla caldaia. Per questo motivo la caldaia necessita essere azionata dal pannello di controllo del cogeneratore, il quale rimane in tal modo la fonte primaria di calore e solamente allorchè la domanda termica ecceda la capacità del cogeneratore viene chiamata in servizio la caldaia di sostegno. L'avviamento di questa è generato dalla funzione relativa del Q-Network. Nel caso siano utilizzate più caldaie, le stesse debbono essere azionate in cascata. La prima caldaia sarà attivata dal pannello di controllo del cogeneratore e a sua volta dovrà azionare in sequenza le altre unità.

Siccome l'acqua in mandata dalla caldaia può essere deviata al serbatoio di accumulo, la sua temperatura deve essere mantenuta al valore desiderato di 80 °C. Ciò è conseguito per mezzo di una valvola a controllo modulante a 3 vie sul circuito di caldaia. La temperatura di mandata all'utenza è parimenti controllata da una valvola a 3 vie sulla condotta di mandata.

La stessa configurazione impiantistica può essere adottata in installazioni con più cogeneratori, caldaie e pompe di calore.

L'operatività dei serbatoi di accumulo è gestita dal Q-Network Storage Control, che utilizza allo scopo una serie di sonde termiche posizionate verticalmente sulla parete del serbatoio. Il serbatoio è stato concepito per mantenere uno strato di separazione fra l'acqua di ritorno più fredda al fondo e l'acqua calda di mandata in cima. Siccome questo strato intermedio si muove verticalmente all'interno del serbatoio, la sua posizione è monitorata dalle sonde. L'informativa è interpretata in termini di domanda termica dell'utenza dal pannello di controllo del cogeneratore. Produce i segnali di attivazione e disattivazione di tutte le apparecchiature di generazione di caldo, di cui è dotato l'impianto.

In assenza di domanda termica, con serbatoio d'acqua accumulata, il cogeneratore è tenuto in attesa (stand-by). Ciò anche in caso di domanda elettrica. Allorché si presenta una domanda termica, la sequenza degli eventi risulta la seguente: in un primo tempo l'acqua calda è estratta dalla parte superiore del serbatoio di accumulo. Con l'erogazione del calore, lo strato di separazione all'interno del serbatoio si sposta verso l'alto. Allorché le sonde rilevano un sufficiente cambio di posizione dello strato di separazione, il pannello di controllo trasmette un segnale di avvio al cogeneratore.

Se la domanda termica continua ad essere maggiore della capacità del cogeneratore, il serbatoio di accumulo scarica più calore e lo strato di separazione si muove ulteriormente verso l'alto. È generato allora un segnale di avvio della pompa di calore (se questa è stata specificata come parte dell'impianto).

Se la domanda di calore non è ulteriormente soddisfatta, calore addizionale è scaricato dall'accumulo e lo strato di separazione si muove quasi fino alla sommità del serbatoio. Un segnale di avvio è allora trasmesso alla caldaia ausiliaria.

Allorché la domanda termica è soddisfatta, il calore della caldaia torna a rifornire il serbatoio di accumulo e lo strato di separazione si sposta di nuovo verso il basso del serbatoio. Poiché il cambio di posizione è rilevato dalle sonde, segnali di fermo sono inviati conseguentemente alla caldaia e alla pompa di calore. Solamente allorché l'accumulatore termico è completamente carico di acqua calda ed il sensore posizionato nel distributore di calore registra una alta temperatura di ritorno, il cogeneratore sarà arrestato e messo in attesa di funzionamento.

Il cogeneratore "impara" l'andamento del carico e il suo sistema di controllo e regolazione ottimizza le scelte delle sonde termiche con l'attivazione di istruzioni di avvio e di fermo.

Questa rivalutazione e regolazione costante assicura che l'efficienza operativa e la capacità di accumulo siano massimizzate.

### **Cogeneratore e pompe di calore**

Pompe di calore possono essere comprese in un impianto di cogenerazione. La generazione elettrica operata dal cogeneratore può essere utilizzata per l'alimentazione delle pompe di calore, con conseguenti vantaggi di costo operativi. La combinazione del cogeneratore e della pompa di calore risulta proficua in installazioni di bassa domanda elettrica e di alto consumo termico.

La selezione del numero di unità di cogenerazione e di pompe di calore deve basarsi sui profili di domanda termica ed elettrica. Una o più pompe di calore possono essere connesse sul ritorno, in modo tale da preriscaldare l'acqua di ritorno. L'inserimento delle pompe di calore negli impianti, sia in serie che in parallelo è illustrato nelle figura 7,8,9. In ogni caso le pompe di calore debbono essere regolate dal pannello di controllo del cogeneratore.

Le stesse debbono essere considerate in impianti nei quali la temperatura di ritorno dell'acqua è inferiore ai 50 °C. Allo scopo di ottenere le migliori prestazioni le temperature in gioco debbono risultare di 70 °C in mandata e di 40 °C in ritorno. Relativamente alla distribuzione di riscaldamento convenzionale basata sugli 80 °C di mandata e 70 °C in ritorno, i sistemi progettati con 70°C in mandata e 40 °C in ritorno debbono utilizzare unità terminali di maggiori dimensioni e più ridotte tubazioni di distribuzione.

Temperature ridotte risultano indicate per immobili dotati di sistemi di riscaldamento a pannelli radianti o di radiatori dimensionati per basse temperature di alimentazione.



## Installazione

### Connessioni elettriche

Il cogeneratore è dotato un generatore elettrico asincrono, eccitato dalla rete. Ciò significa che il sistema è concepito per operare in parallelo alla rete ed è eccitato dalla potenza reattiva da questa ricavata.

Il cogeneratore non può operare in isola e quindi, nell'eventualità di black out cesserà di essere attivo. Un relè di monitoraggio e di protezione (meeting G59/2 requirements) risulta in dotazione del pannello di controllo.

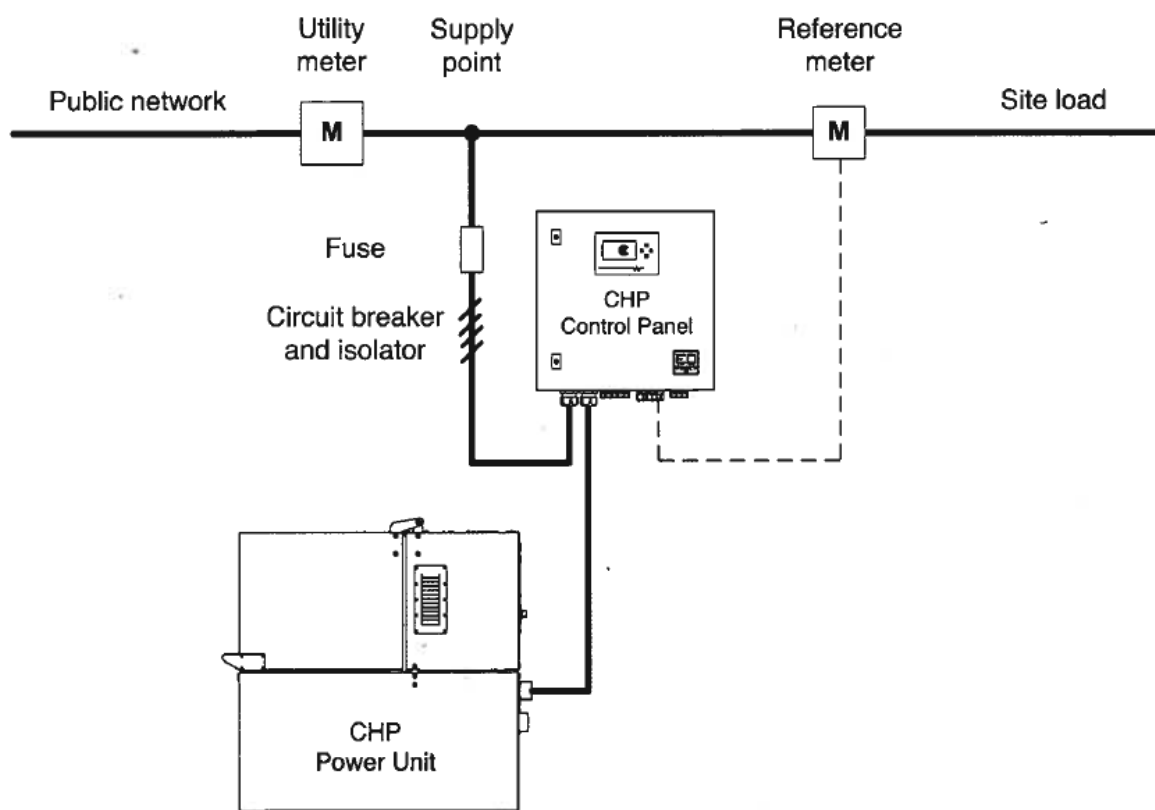


Figura 10 – Connessioni elettriche dell'unità di cogenerazione EC Power

Il cogeneratore richiede una connessione trifase a 400 Volt. La connessione va effettuata sulla conduttura principale (main distribution board) appena dopo il contatore. In aggiunta va installato un contatore addizionale di rilevazione dopo il punto di connessione e prima di ogni utenza. Questo (reference meter) è deputato a rilevare la domanda e a modulare la produzione del cogeneratore in funzione di questa.

Il cavo di connessione alla rete dal pannello di controllo deve fondersi ad un minimo di 50 A ed a un massimo di 63A (gl/gG melting fuse).

Le installazioni nelle quali la domanda elettrica ecceda sempre la capacità del cogeneratore non richiedono una modulazione della potenza prodotta. In questo caso non è necessario il reference meter.

In tutti quei casi in cui risulta conveniente, l'eccedenza elettrica prodotta può essere riversata in rete. Questa opzione richiede l'installazione di un apposito contatore e la sottoscrizione di un particolare contratto stipulato con l'azienda elettrica locale.

### **Connessione gas**

Il cogeneratore può operare con gas naturale, GPL o biogas. Le connessioni gas debbono essere eseguite in osservanza delle regolamentazioni di sicurezza vigenti.

Il consumo di gas varia da 28 a 55 kW (valori riferiti al potere calorifico superiore) che equivale a 2,6-5.0 mc/h di gas naturale. Pressioni di rete fra i 5 ed i 65 mbar possono essere accettati. L'unità di cogenerazione è fornita di un tubo flessibile da 20 mm con connessione filettata femmina.

### **Scarico fumi**

La temperatura dei fumi smaltiti del cogeneratore risulta usualmente sotto i 120 °C.

La contropressione non deve eccedere 1 kPa. In normale operatività, il cogeneratore va fuori servizio se la contropressione eccede i 2 kPa. La contropressione va comunque tenuta al di sotto di 1 kPa per assicurare un ragionevole margine di sicurezza.

Per l'evacuazione dei fumi sono raccomandati condotti a doppia parete di alluminio.

Per la relativa bassa temperatura dei fumi può verificarsi, talvolta, una condensazione del vapor d'acqua in essi contenuta. Deve essere perciò previsto un adeguato collettore di condensa per prevenire difficoltà operative.

Non esistono restrizioni sulla lunghezza dei condotti di evacuazione fumi, purchè la contropressione sia mantenuta entro i limiti prescritti.

Installazioni con più unità di cogenerazione possono utilizzare sistemi di smaltimento fumi comuni.

Comunque è sconsigliato accomunarli a quelli previsti per le caldaie.

In ogni caso dovranno essere osservate le prescrizioni di sicurezza previste per legge.

<b>Modello</b>		<b>XRGI 15G -TO</b>
<b>Potenza erogata / assorbita</b>		
Potenza meccanica @ 1535 rpm	kW	16,5
Potenza elettrica	kW	15,2
Potenza termica	kW	30
Rendimento elettrico massimo		30% +/- 0,5%
Rendimento elettrico ai carichi parziali		> 27% per > 9 kW
Consumo carburante	kW	26-50
<b>Componenti il sistema</b>		
<b>Cofano motore / generatore elettrico</b>		
Dimensioni esterne (compresi attacchi idraulici)	mm	1250 x 750 x 1110
Isolamento	mm	50 (lana minerale)
<b>Motore</b>		
Motore		Toyota Industries
Raffreddamento		Acqua
Numero cilindri	n	4
Cilindrata	cm <sup>3</sup>	2237
Carburante		NG,L,LL,H,GPL
Emissioni CO	mg/m <sup>3</sup> @ 5 % O <sub>2</sub>	46 (carico parziale)/89 (pieno carico)*
Emissioni NO <sub>x</sub>	mg/m <sup>3</sup> @ 5 % O <sub>2</sub>	49 (carico parziale)/314 (pieno carico)*
Rumorosità massima	dB (A)	49
<b>Generatore elettrico</b>		
Generatore		Asincrono
Tensione di linea	V	400/3 fasi
Intensità di corrente a pieno carico	A	27
Intensità di corrente del generatore	A	27
Raffreddamento		Acqua
Cos φ		0,8
<b>Centralina di distribuzione calore</b>		
Dimensioni esterne	mm	1005 x 370 x 342
<b>Pannello di controllo</b>		
Dimensioni esterne	mm	210 x 600 x 600
Alimentazione elettrica		3 fasi / N / Terra / 400V
Intensità di corrente massima fusibili / sezione cavi di connessione		63 A / 16 mm <sup>2</sup> Cu
Temperatura di lavoro esterna massima	°C	40
* Valori certificati da TÜV SÜD, secondo normativa DVGW		

Tabella 3 - Specifiche tecniche del sistema di micro-cogenerazione modulante EC Power

Per ulteriori informazioni contattare:

**Micol S.r.l.**

Viale Monte Santo 8

20124 Milano MI

Tel: 02 4548 1331

Email: [info@micolenergia.it](mailto:info@micolenergia.it)

[www.micolenergia.it](http://www.micolenergia.it)

Milano, dicembre 2012