

## SEZIONE III - GAHP-GS

### INDICE

<b>1</b>	<b>GENERALITÀ E CARATTERISTICHE TECNICHE .....</b>	<b>3</b>
1.1	DATI TECNICI .....	6
1.2	DIMENSIONI .....	9
<b>2</b>	<b>DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEI SISTEMI GAHP-GS .....</b>	<b>11</b>
2.1	PARAMETRI DI PROGETTO .....	11
2.2	TABELLE PARAMETRI DI PROGETTO .....	12
2.3	BASI TEORICHE PER IL CALCOLO DEGLI IMPIANTI GAHP-GS .....	15
2.4	SCELTA DELLA VERSIONE LT O HT .....	17
<b>3</b>	<b>PROGETTAZIONE SISTEMI GEOTERMICI AD ANELLO CHIUSO .....</b>	<b>18</b>
3.1	GENERALITÀ SUI SISTEMI GEOTERMICI AD ANELLO CHIUSO .....	18
3.2	TIPOLOGIE DI SISTEMI GEOTERMICI AD ANELLO CHIUSO .....	19
3.3	CALCOLI DI PROGETTO DEGLI SCAMBIATORI A TERRENO .....	20
3.4	RIDUZIONE DELLE DIMENSIONI DEL SISTEMA GEOTERMICO .....	20
3.5	AMPLIAMENTO DELLE POSSIBILITÀ DI REALIZZAZIONE .....	21
<b>4</b>	<b>PROGETTAZIONE IMPIANTISTICA .....</b>	<b>22</b>
4.1	CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE .....	22
4.2	INAIL (ex I.S.P.E.S.L.) .....	25
4.3	CARATTERISTICHE DELL'ACQUA DI ALIMENTAZIONE IMPIANTO .....	26
4.4	CRITERI DI INSTALLAZIONE .....	29
4.5	COLLOCAZIONE DELL'UNITÀ GAHP-GS .....	31
4.6	COMPONENTI DA PREVEDERE PER L'IMPIANTO IDRAULICO .....	34
<b>5</b>	<b>PROGETTAZIONE ELETTRICA .....</b>	<b>35</b>
5.1	COLLEGAMENTI ALL'UNITÀ GAHP-GS .....	35
5.2	COLLEGAMENTI DEL SISTEMA DI CONTROLLO FUNZIONAMENTO .....	35
<b>6</b>	<b>SISTEMA DI REGOLAZIONE .....</b>	<b>36</b>
6.1	PANNELLO DIGITALE DI CONTROLLO (DDC) .....	36
6.2	CONTROLLO E REGOLAZIONE DEL SISTEMA GAHP-GS .....	37
6.3	GESTIONE SONDA CLIMATICA ESTERNA – CURVE CLIMATICHE .....	37
6.4	GESTIONE DELLA FUNZIONE “TEMPERATURA SCORREVOLE” .....	39
6.5	CONTROLLO E REGOLAZIONE DELLA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA .....	40
6.6	CONTROLLO E REGOLAZIONE DI SISTEMI DI CLIMATIZZAZIONE MISTI .....	41

6.7	MODBUS .....	41
<b>7</b>	<b>SCHEMI IMPIANTI .....</b>	<b>43</b>
7.1	IMPIANTO RISCALDAMENTO CON SISTEMA GEOTERMICO SINGOLA GAHP-GS.....	43
7.2	IMPIANTO RISCALDAMENTO CON SISTEMA GEOTERMICO CON PIÙ GAHP-GS - circolatore comune .....	45
7.3	IMPIANTO RISCALDAMENTO CON SISTEMA GEOTERMICO CON PIÙ GAHP-GS – circolatori indipendenti .....	47
7.4	IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE CON SISTEMA GEOTERMICO SINGOLA GAHP-GS .....	49
7.5	IMPIANTO CLIMATIZZAZIONE CON SISTEMA GEOTERMICO CON PIÙ GAHP-GS – circolatori indipendenti .....	51
7.6	IMPIANTO CLIMATIZZAZIONE CON SISTEMA GEOTERMICO CON PIÙ GAHP-GS – circolatore comune .....	53
7.7	IMPIANTO CLIMATIZZAZIONE/RISCALDAMENTO AUSILIARI CON SISTEMA GEOTERMICO CON PIÙ GAHP-GS - circolatori indipendenti .....	55
7.8	IMPIANTO CLIMATIZZAZIONE/RISCALDAMENTO AUSILIARI CON SISTEMA GEOTERMICO CON PIÙ GAHP-GS - circolatore comune.....	57

**NOTE IMPORTANTI:**

- Attenersi sempre alle normative locali o nazionali in vigore per lo specifico caso in esame.
- Nell'ottica di miglioramento continuo che da sempre guida la filosofia aziendale le caratteristiche estetiche e dimensionali, i dati tecnici, le dotazioni e gli accessori possono essere soggetti a variazione, anche senza preavviso.
- Tutti i contenuti del presente manuale hanno carattere di indicazione tecnica. Non sono quindi da intendersi quali indicazioni esecutive e in nessun caso Robur S.p.A. potrà essere responsabile qualora queste indicazioni siano adottate senza il previo parere favorevole di un progettista abilitato, su cui ricade per legge la responsabilità delle scelte progettuali.

# 1 GENERALITÀ E CARATTERISTICHE TECNICHE

Con il termine **GAHP-GS** si intende la pompa di calore ad assorbimento, ad altissima efficienza e con ciclo termodinamico acqua-ammoniaca ( $\text{NH}_3 - \text{H}_2\text{O}$ ), dotata di recuperatore del calore di condensazione dei fumi, atta a produrre acqua calda in impianti di riscaldamento idronici, utilizzando il terreno in qualità di fonte energetica rinnovabile (sorgente fredda).

L'unità GAHP-GS è altresì impiegabile in impianti ove sia richiesta la produzione contemporanea di potenza termica e di potenza frigorifera a temperatura negativa (ad esempio raffreddamento celle frigorifere e riscaldamento fluidi), o comunque in tutti gli impianti in cui almeno in estate sia richiesta contemporaneamente alla potenza termica per un servizio ausiliario (post riscaldamento unità di trattamento aria, riscaldamento acqua piscina, pre-riscaldamento acqua calda sanitaria, ecc...) anche potenza frigorifera per l'impianto di condizionamento.

L'unità GAHP-GS è in grado di produrre potenza termica ad altissima efficienza, prelevando dal terreno od anche dall'acqua di un vaso di limitata profondità (basse temperature dell'acqua lacustre invernale) la porzione di energia necessaria a raggiungere tali prestazioni termiche.

I componenti elettromeccanici che costituiscono tutte le apparecchiature in pompa di calore ad assorbimento GAHP-GS si riducono al bruciatore e alla pompa delle soluzioni. Questa particolarità dei sistemi ad assorbimento acqua-ammoniaca permette un abbassamento dei consumi di energia elettrica e consente una netta riduzione delle operazioni di manutenzione sui componenti che possono essere soggetti ad usura.

Il circuito ermetico utilizzato dall'unità GAHP-GS, certificato secondo la Direttiva PED sulle attrezzature in pressione, non abbisogna di rabbocchi periodici durante l'intero ciclo di vita del prodotto, diversamente dai cicli a compressione.

Le pompe di calore GAHP-GS sono prodotte nelle versioni HT e LT a seconda della massima temperatura di mandata richiesta dall'impianto. La massima temperatura di mandata all'impianto per le unità LT è pari a 55°C, mentre la massima temperatura di ritorno è 45°C. Per funzionamento continuo (quindi escludendo i transitori di avvio e arresto) va considerata una temperatura minima di ritorno dall'impianto di 20°C, mentre la minima temperatura di mandata è 30°C. La massima temperatura di mandata all'impianto per le unità HT è pari a 65°C, mentre la massima temperatura di ritorno è 55°C. Per funzionamento continuo (quindi escludendo i transitori di avvio e arresto) va considerata una temperatura minima di ritorno dall'impianto di 30°C, mentre la minima temperatura di mandata è 40°C. Per entrambe le versioni le temperature minima e massima ammissibili per l'aria esterna sono rispettivamente -15°C e +45°C (versione da esterno) e 0°C e +45°C (versione da interno). La versione GAHP-GS LT è quindi ottimizzata per impianti di nuova concezione con pannelli radianti o fancoils alimentati con acqua a temperatura minore o uguale a 50°C. La versione GAHP-GS HT è invece ottimizzata per impianti di riscaldamento a temperatura medio-alta e può servire anche impianti esistenti a radiatori; se ne consiglia quindi l'utilizzo in impianti con temperature comprese tra i 50°C e i 65°C ("retrofit").

La pompa di calore GAHP-GS è un'unità che può essere posizionata sia all'esterno (nel qual caso va ordinata la versione da esterno) che all'interno degli edifici e può quindi essere efficacemente impiegata in edifici ad uso residenziale, commerciale, industriale, terziario, alberghiero e in edifici pubblici (scuole, ospedali, musei, luoghi di culto, centri ricreativi e/o sportivi, ecc), per la realizzazione di impianti idronici costituiti da terminali di scambio quali: pannelli radianti da parete, soffitto o pavimento, ventilconvettori, scambiatori di calore d'ogni tipo e geometria, radiatori tradizionali opportunamente dimensionati.

L'unità GAHP-GS sfrutta il recupero del calore di condensazione dei fumi, innalzando ulteriormente il valore già elevato di efficienza, permettendo inoltre di sfruttare canne fumarie tradizionali in polipropilene, le quali sfruttando l'alta prevalenza disponibile (fino a 80 Pa) possono raggiungere distanze ragguardevoli senza particolari problemi.

## Principali vantaggi

**Minori perforazioni geotermiche:** rispetto alle migliori pompe di calore geotermiche elettriche, consentono una riduzione media dello sviluppo delle sonde geotermiche fino al 40% con netta diminuzione dei costi di realizzazione dell'impianto. Il valore effettivo della riduzione dipende dalla conformazione del terreno e dalle condizioni di utilizzo della pompa di calore geotermica. Per valutazioni di tipo analitico è necessario interpellare società specializzate nella realizzazione di sistemi di scambio geotermico.

**Elevatissima efficienza energetica:** è possibile raggiungere, in condizioni nominali, efficienze pari al 200% nel caso di utilizzo contemporaneo delle potenze termiche e frigorifere disponibili, oppure del 150% nel caso di utilizzo di fonti rinnovabili d'energia per produrre la sola potenza termica (dati testati da VDE e DVGW-Forschungsstelle). Tali vantaggi si traducono in una drastica riduzione dei consumi energetici primari. Grazie a questi valori di efficienza è possibile ottenere passaggi di qualificazione energetica dei sistemi edificio-impianto, da cui un congruo aumento di valore economico immobiliare della struttura.

**Ridotti consumi di energia elettrica:** utilizzando direttamente energia primaria (combustione del gas metano o GPL) per il funzionamento dell'apparecchio, si ottiene la riduzione del fabbisogno di energia elettrica del 90% (0,47 kW elettrici per 37,6 kW di potenza termica o 12,1 kW di potenza frigorifera).

**Evita l'aumento della potenza elettrica installata:** visto il limitato impegno elettrico della singola unità (470 W), consente di realizzare impianti in pompa di calore senza influenzare in modo sensibile l'impegno elettrico complessivo dell'impianto. Ciò si traduce nella possibilità di realizzare impianti elettrici più semplici e di mantenere invariato il contratto di fornitura dell'energia elettrica. Tale vantaggio inoltre consente di realizzare gli eventuali sistemi di continuità con generatori d'emergenza di dimensioni più contenute. Infine è anche possibile rendere elettricamente indipendente l'apparecchio con sistemi solari fotovoltaici di più contenute dimensioni rispetto ad altri sistemi in pompa di calore.

**Funzionamento stabile anche a temperature esterne estreme:** anche a -15°C esterni le unità GAHP-GS garantiscono efficienze che dipendono esclusivamente dalle condizioni di esercizio dell'impianto, quindi possono essere favorevolmente utilizzate anche in aree geografiche particolarmente fredde, senza necessità di centrali termiche e sistemi di back-up composti da caldaie o resistenze elettriche.

**Compatibilità con sistemi ad accumulo in ghiaccio:** il sistema ad assorbimento ben si presta alla realizzazione di impianti ad accumulo in ghiaccio.

Altri vantaggi comuni a tutte le unità GAHP sono: grande affidabilità grazie alle poche parti in movimento; manutenzione e installazione semplici, simili alle caldaie a gas; nessuna necessità di rabbocchi di refrigerante e nessun onere per il controllo di eventuali perdite dello stesso (come ribadito dalla direttiva europea 842/2006, recepita in Italia dal DPR 43/2012); nessun consumo d'acqua in quanto non necessitano di torri evaporative (nessun problema con la legionella); nessun uso di refrigeranti tossici, dannosi all'ambiente o alla fascia dell'ozono.

**Voce di capitolato****POMPA DI CALORE AD ASSORBIMENTO SOLUZIONE-ACQUA GAHP-GS LT PER IMPIANTI GEOTERMICI**

Unità ad assorbimento acqua-ammoniaca alimentata a gas in pompa di calore soluzione-acqua a condensazione per produzione alternata o contemporanea di acqua calda fino alla temperatura in mandata di 55°C e di acqua refrigerata anche a temperature negative, per applicazioni geotermiche, idonea per installazione interna o esterna (solo per la versione da esterno), con condensazione ed evaporazione ad acqua, funzionante a metano o GPL, composta da un circuito termofrigorifero ermetico in acciaio al carbonio, scambiatore di calore con funzione di evaporatore realizzato a fascio tubiero in acciaio al titanio, scambiatore di calore con funzione di condensatore/assorbitore realizzato a fascio tubiero in acciaio al titanio, sistema di recupero del calore di condensazione lato fumi, dotata di termostato limite - valvola di sicurezza sovrappressione - pressostato e termostato fumi - bruciatore premiscelato multigas in acciaio inox - scheda elettronica con microprocessore per il controllo di tutte le funzioni - misuratore di portata - flussostato acqua - centralina controllo fiamma - valvola gas - pannellatura in lamiera zincata verniciata - condotti evacuazione fumi e scarico condensa in polipropilene.

Portata termica nominale (al bruciatore) 25,70 kW

Potenza termica nominale (B0W50) 37,70 kW

Potenza frigorifera nominale (B0W50) 12,40 kW

Tensione alimentazione 230 V 1N - 50 Hz

Assorbimento elettrico 0,47 kW

Peso in funzionamento 300 kg

Diametro attacchi acqua (uscita e ingresso) 1 ¼" F

Diametro attacco gas ¾" F

Ingombri: larghezza/profondità (848 mm x 690 mm), altezza 1278 mm

**Voce di capitolato****POMPA DI CALORE AD ASSORBIMENTO SOLUZIONE-ACQUA GAHP-GS HT PER IMPIANTI GEOTERMICI**

Unità ad assorbimento acqua-ammoniaca alimentata a gas in pompa di calore soluzione-acqua a condensazione per produzione alternata o contemporanea di acqua calda fino alla temperatura in mandata di 65°C e di acqua refrigerata anche a temperature negative, per applicazioni geotermiche, idonea per installazione interna o esterna (solo per la versione da esterno), con condensazione ed evaporazione ad acqua, funzionante a metano o GPL, composta da un circuito termofrigorifero ermetico in acciaio al carbonio, scambiatore di calore con funzione di evaporatore realizzato a fascio tubiero in acciaio al titanio, scambiatore di calore con funzione di condensatore/assorbitore realizzato a fascio tubiero in acciaio al titanio, sistema di recupero del calore di condensazione lato fumi, dotata di termostato limite - valvola di sicurezza sovrappressione - pressostato e termostato fumi - bruciatore premiscelato multigas in acciaio inox - scheda elettronica con microprocessore per il controllo di tutte le funzioni - misuratore di portata - flussostato acqua - centralina controllo fiamma - valvola gas - pannellatura in lamiera zincata verniciata - condotti evacuazione fumi e scarico condensa in polipropilene.

Portata termica nominale (al bruciatore) 25,70 kW

Potenza termica nominale (B0W50) 37,60 kW

Potenza frigorifera nominale 12,10 kW

Tensione alimentazione 230 V 1N - 50 Hz

Assorbimento elettrico 0,47 kW

Peso in funzionamento 300 kg

Diametro attacchi acqua (uscita e ingresso) 1 ¼" F

Diametro attacco gas ¾" F

Ingombri: larghezza/profondità (848 mm x 690 mm), altezza 1278 mm

## 1.1 DATI TECNICI

CARATTERISTICHE TECNICHE GAHP-GS				
PRESTAZIONI NOMINALI AL CONDENSATORE (B0/W50)		Unità Misura	GAHP-GS LT	GAHP-GS HT
TEMPERATURA ACQUA USCITA		°C	50	
POTENZA TERMICA <sup>(1)</sup>		kW	37,7	37,6
G.U.E. (Efficienza di Utilizzo del Gas) <sup>(1)</sup>		%	150	149
PORTATA ACQUA UTENZA ( $\Delta t=10^{\circ}\text{C}$ )		l/h	3250	3170
PERDITA DI CARICO INTERNA ALLA PORTATA NOMINALE <sup>(2)</sup> - LATO CONDENSATORE		bar	0,49	
PRESTAZIONI NOMINALI ALL'EVAPORATORE (B0/W50)				
TEMPERATURA ACQUA INGRESSO		°C	0	
POTENZA RECUPERATA DAL TERRENO <sup>(1)</sup>		kW	12,4	12,1
PORTATA ACQUA UTENZA ( $\Delta t=5^{\circ}\text{C}$ )		l/h	3020	
PERDITA DI CARICO INTERNA ALLA PORTATA NOMINALE <sup>(2)</sup> - LATO EVAPORATORE		bar	0,51	
LIMITI OPERATIVI CONDENSATORE				
PORTATA ACQUA UTENZA		massima l/h	4000	
		minima l/h	1400	
TEMPERATURA ACQUA INGRESSO		massima °C	45	55
		minima <sup>(3)</sup> °C	20	30
TEMPERATURA ACQUA USCITA		massima °C	55	65
LIMITI OPERATIVI EVAPORATORE				
PORTATA ACQUA UTENZA		massima l/h	4000	
		minima l/h	2000	
TEMPERATURA ACQUA INGRESSO		massima <sup>(4)</sup> °C	45	
TEMPERATURA ACQUA USCITA		minima °C	-10	-5
CARATTERISTICHE DEL BRUCIATORE				
PORTATA TERMICA AL BRUCIATORE (1013 mbar - 15°C)		nominale kW	25,7	
		reale kW	25,2	
CONSUMO GAS NATURALE G20 <sup>(5)</sup> (1013 mbar - 15°C)		nominale m <sup>3</sup> /h	2,72	
		reale m <sup>3</sup> /h	2,67	
CONSUMO GAS G.P.L. G30/G31 <sup>(6)</sup> (1013 mbar - 15°C)		nominale kg/h	2,03/2,00	
		reale kg/h	1,99/1,96	
DATI DI INSTALLAZIONE				
TEMPERATURE ARIA ESTERNA (campo di funzionamento)		massima °C	45	
		minima (versione da interno) °C	0	
		minima (versione da esterno) °C	-15	
TENSIONE ALIMENTAZIONE ELETTRICA			230 V 1N - 50 Hz	
TIPO DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA			MONOFASE	
GRADO DI PROTEZIONE ELETTRICA			IPX5D	
POTENZA ELETTRICA ASSORBITA <sup>(7)</sup>		nominale kW	0,47	
PRESSIONE DI ALIMENTAZIONE RETE GAS		NATURALE G20 mbar	17 ÷ 25	
		G.P.L. G30/G31 mbar	25 ÷ 35	
DIAMETRO ATTACCO GAS		"	¾" F	
PRESSIONE MASSIMA DI ESERCIZIO		bar	4	
CONTENUTO D'ACQUA ALL'INTERNO DELL'APPARECCHIO		lato caldo l	4	
		lato freddo l	3	
DIAMETRO ATTACCHI ACQUA (USCITA / INGRESSO)		"	1" ¼ F	
TIPO DI INSTALLAZIONE <sup>(8)</sup>			C13, C33, C43, C53, C63, C83, B23P, B33	
PORTATA FUMI		NATURALE G20 kg/h	42	
		G.P.L. G30/G31 kg/h	43/48	
TEMPERATURA FUMI		NATURALE G20 °C	65	
		G.P.L. G30 °C	65	
		G.P.L. G31 °C	65	
PREVALENZA RESIDUA FUMI		Pa	80	
PERCENTUALE ANIDRIDE CARBONICA NEI FUMI		NATURALE G20 %	9,1	
		G.P.L. G30 %	10,4	
		G.P.L. G31 %	9,1	
CLASSE DI EMISSIONE NO <sub>x</sub>			5	
EMISSIONE NO <sub>x</sub> (media ponderata secondo EN 1020)		ppm	25	
EMISSIONE CO		ppm	36	
DIAMETRO TUBO EVACUAZIONE FUMI		mm	80	
PORTATA ACQUA DI CONDENSAZIONE		massima l/h	4,0	
LIVELLO PRESSIONE SONORA A 10 METRI <sup>(9)</sup>		massima dB(A)	39	
PESO IN FUNZIONAMENTO		kg	300	
DIMENSIONI <sup>(10)</sup>		larghezza mm	848	
		profondità mm	690	
		altezza mm	1278	

Tabella III-1 - Caratteristiche tecniche: serie GAHP-GS

- (1) Come da norma EN12309-2 valutata su portata termica reale. Per condizioni di funzionamento diverse da quelle nominali fare riferimento alla Sezione 1
- (2) Per portate diverse da quella nominale fare riferimento ai valori riportati in Tabella III-2 a pagina 8 (lato condensatore) ovvero ai valori riportati in Tabella III-3 a pagina 8 (lato evaporatore). I dati per il lato evaporatore fanno riferimento ad acqua al 32% di glicole aggiunto. Per percentuali diverse fare riferimento alla Tabella III-19 a pagina 31
- (3) Temperature minime di ritorno consigliate per funzionamento continuo, escludendo i transitori. Temperatura minima di ritorno in condizioni di transitorio 2°C
- (4) Per temperature in ingresso all'evaporatore superiori a 25°C l'unità non funziona in regime permanente a potenza piena, ma cicla in ON/OFF per riportare la temperatura in ingresso all'evaporatore sotto i 25°C
- (5) PCI 34,02 MJ/m<sup>3</sup> (1013 mbar – 15 °C)
- (6) PCI 46,34 MJ/kg (1013 mbar – 15 °C)
- (7) ± 10% in funzione della tensione di alimentazione e della tolleranza sull'assorbimento dei motori elettrici
- (8) Installazione di tipo B possibile unicamente con versione da esterno
- (9) Valore massimo in campo libero, frontalmente, fattore di direzionalità 2
- (10) Dimensioni di ingombro senza condotti di scarico fumi. Fare riferimento ai disegni di Figura III-1 a pagina 9 e Figura III-2 a pagina 10

## Tabelle perdite di carico

PERDITE DI CARICO SINGOLA GAHP-GS (versioni LT e HT) - LATO CONDENSATORE								
PORTATA ACQUA	TEMPERATURE FLUIDO TERMOVETTORE IN USCITA (T <sub>hm</sub> ) DALLA GAHP-GS							
	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C	65°C
[l/h]	[bar]	[bar]	[bar]	[bar]	[bar]	[bar]	[bar]	[bar]
1400	0,13	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,10
1500	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11
1600	0,16	0,15	0,15	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13
1700	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14
1800	0,20	0,19	0,18	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16
1900	0,21	0,21	0,20	0,20	0,19	0,18	0,18	0,17
2000	0,23	0,23	0,22	0,21	0,21	0,20	0,19	0,19
2100	0,25	0,25	0,24	0,23	0,23	0,22	0,21	0,20
2200	0,28	0,27	0,26	0,25	0,25	0,24	0,23	0,22
2300	0,30	0,29	0,28	0,27	0,27	0,26	0,25	0,24
2400	0,32	0,31	0,30	0,29	0,29	0,28	0,27	0,26
2500	0,35	0,33	0,32	0,32	0,31	0,30	0,29	0,27
2600	0,37	0,36	0,35	0,34	0,33	0,32	0,31	0,29
2700	0,40	0,38	0,37	0,36	0,35	0,34	0,33	0,31
2800	0,42	0,41	0,40	0,39	0,38	0,36	0,35	0,34
2900	0,45	0,44	0,42	0,41	0,40	0,39	0,37	0,36
3000	0,48	0,46	0,45	0,44	0,43	0,41	0,40	0,38
3100	0,51	0,49	0,48	0,46	0,45	0,44	0,42	0,40
3200	0,54	0,52	0,50	0,49	0,48	0,46	0,45	0,43
3300	0,57	0,55	0,53	0,52	0,51	0,49	0,47	0,45
3400	0,60	0,58	0,56	0,55	0,54	0,52	0,50	0,48
3500	0,63	0,61	0,59	0,58	0,57	0,54	0,52	0,50
3600	0,67	0,65	0,62	0,61	0,60	0,57	0,55	0,53
3700	0,70	0,68	0,66	0,64	0,63	0,60	0,58	0,56
3800	0,74	0,71	0,69	0,67	0,66	0,63	0,61	0,58
3900	0,77	0,75	0,72	0,71	0,69	0,66	0,64	0,61
4000	0,81	0,78	0,76	0,74	0,72	0,70	0,67	0,64

Tabella III-2 - Tabella delle perdite di carico singola unità GAHP-GS: lato condensatore

PERDITE DI CARICO SINGOLA GAHP-GS (versioni LT e HT) - LATO EVAPORATORE													
PORTATA ACQUA	TEMPERATURE FLUIDO TERMOVETTORE IN USCITA (T <sub>cm</sub> ) DALLA GAHP-GS												
	-5°C	-4°C	-3°C	-2°C	-1°C	0°C	1°C	2°C	3°C	4°C	5°C	6°C	7°C
[l/h]	[bar]	[bar]	[bar]	[bar]	[bar]	[bar]	[bar]	[bar]	[bar]	[bar]	[bar]	[bar]	[bar]
2000	0,30	0,30	0,29	0,29	0,29	0,28	0,27	0,27	0,27	0,27	0,26	0,26	0,26
2100	0,32	0,32	0,32	0,31	0,31	0,30	0,30	0,29	0,29	0,29	0,29	0,28	0,28
2200	0,35	0,35	0,34	0,34	0,33	0,32	0,32	0,32	0,32	0,31	0,31	0,31	0,30
2300	0,37	0,37	0,37	0,36	0,36	0,35	0,35	0,34	0,34	0,34	0,33	0,33	0,33
2400	0,40	0,40	0,39	0,39	0,38	0,38	0,37	0,37	0,36	0,36	0,36	0,35	0,35
2500	0,43	0,42	0,42	0,41	0,41	0,40	0,40	0,39	0,39	0,39	0,38	0,38	0,38
2600	0,45	0,45	0,44	0,44	0,44	0,43	0,43	0,42	0,42	0,41	0,41	0,41	0,40
2700	0,48	0,48	0,47	0,47	0,46	0,46	0,45	0,45	0,45	0,44	0,44	0,43	0,43
2800	0,51	0,51	0,50	0,50	0,49	0,49	0,48	0,48	0,48	0,47	0,47	0,46	0,46
2900	0,54	0,54	0,53	0,52	0,52	0,52	0,51	0,51	0,50	0,50	0,49	0,49	0,48
3000	0,57	0,57	0,56	0,55	0,55	0,54	0,54	0,53	0,53	0,52	0,52	0,51	0,51
3100	0,60	0,60	0,59	0,59	0,58	0,57	0,57	0,56	0,56	0,55	0,55	0,54	0,54
3200	0,64	0,63	0,62	0,62	0,61	0,61	0,60	0,59	0,59	0,58	0,58	0,57	0,57
3300	0,67	0,66	0,66	0,65	0,64	0,64	0,63	0,63	0,62	0,61	0,61	0,60	0,59
3400	0,70	0,70	0,69	0,68	0,67	0,67	0,66	0,66	0,65	0,64	0,64	0,63	0,62
3500	0,74	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	0,70	0,69	0,68	0,68	0,67	0,66	0,66
3600	0,77	0,77	0,76	0,75	0,74	0,74	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	0,69	0,69
3700	0,81	0,80	0,79	0,78	0,78	0,77	0,76	0,76	0,75	0,74	0,73	0,73	0,72
3800	0,85	0,84	0,83	0,82	0,81	0,81	0,80	0,79	0,78	0,78	0,77	0,76	0,75
3900	0,88	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,81	0,80	0,79	0,79
4000	0,92	0,91	0,90	0,90	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,85	0,84	0,83	0,82

Tabella III-3 - Tabella delle perdite di carico singola unità GAHP-GS: lato evaporatore

## 1.2 DIMENSIONI

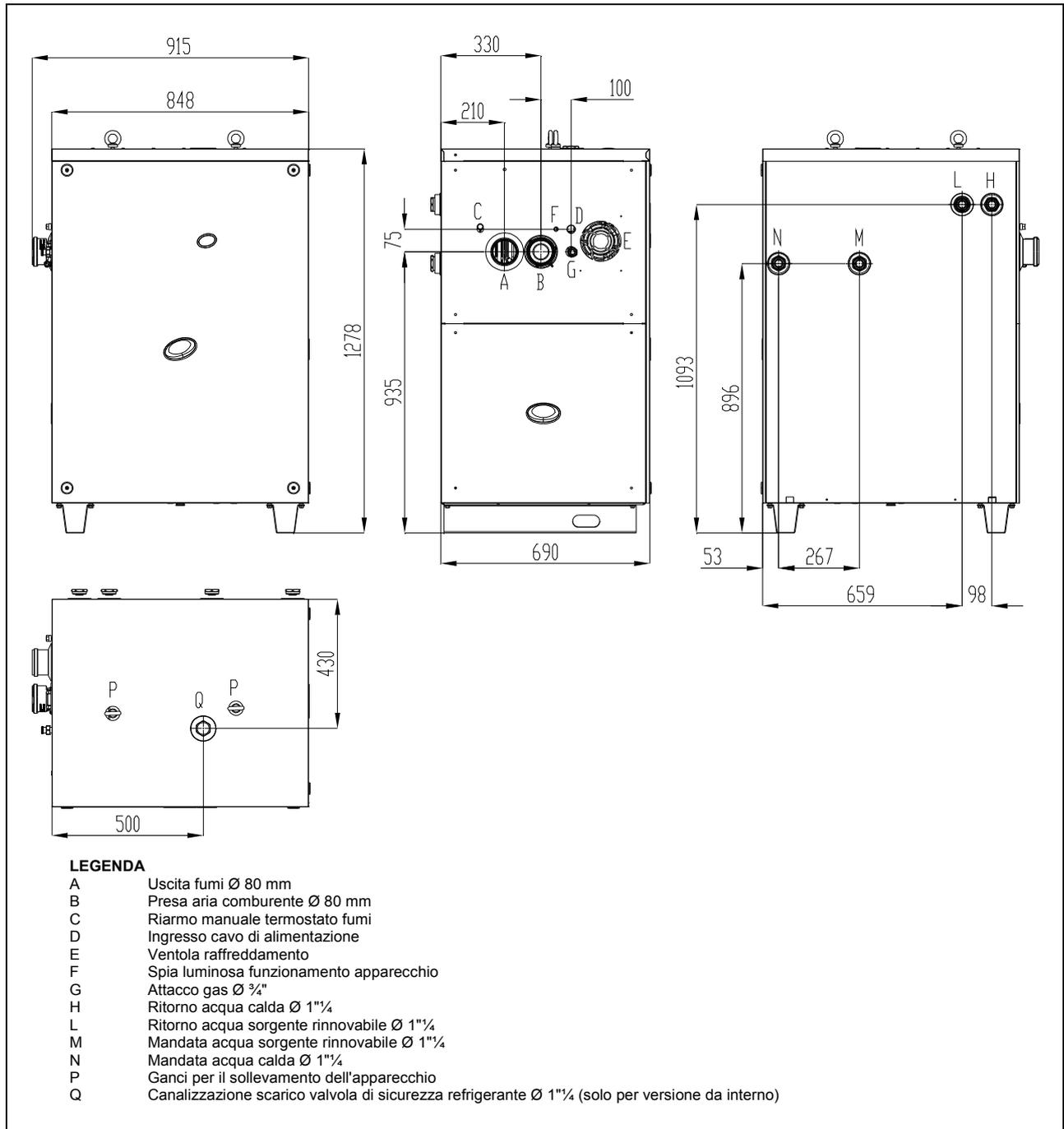
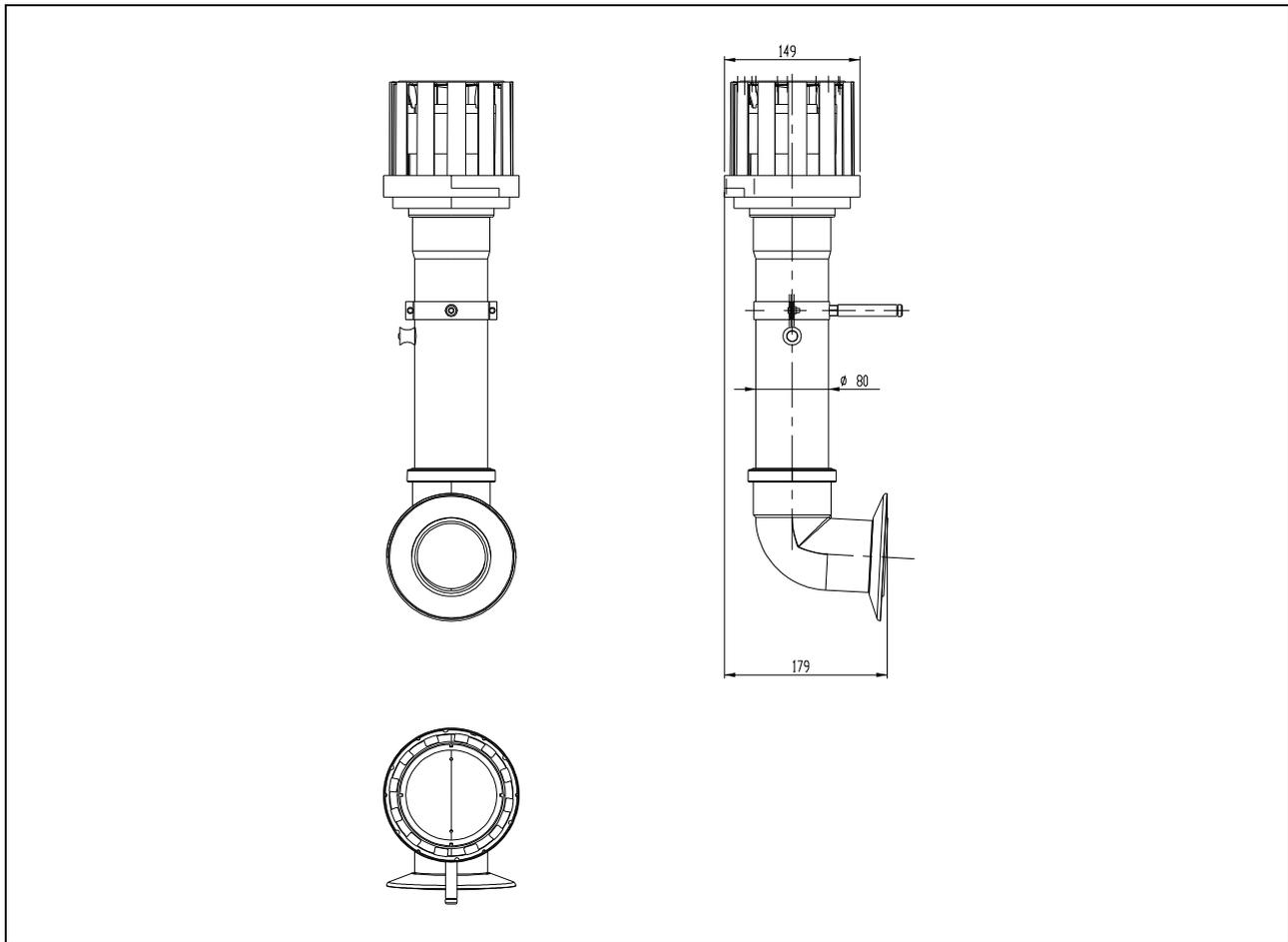


Figura III-1 - Dimensioni e piastra servizi GAHP-GS - viste dell'unità (quote espresse in mm)

**Terminale di scarico (solo unità in versione da esterno)****Figura III-2** – Dettaglio terminale di scarico fornito a corredo per le unità in versione da esterno

## 2 DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEI SISTEMI GAHP-GS

### 2.1 PARAMETRI DI PROGETTO

I parametri di progetto principali sono l'efficienza G.U.E. (Gas Utilization Efficiency) in riscaldamento ed eventualmente in condizionamento e le potenze termica e frigorifera della singola unità GAHP-GS, entrambi verificati alle condizioni di progetto.

L'efficienza G.U.E., sia in riscaldamento sia in refrigerazione, della pompa di calore ad assorbimento GAHP-GS è funzione diretta della temperatura dell'acqua in ingresso al condensatore "T<sub>hr</sub>" e della temperatura dell'acqua in ingresso all'evaporatore "T<sub>cr</sub>", entrambe espresse in gradi centigradi.

La scelta delle due temperature menzionate deve essere effettuata considerando gli organi di scambio esterni alla pompa di calore ed il loro funzionamento, come ad esempio i terminali d'impianto di riscaldamento, gli scambiatori di calore a terreno o gli scambiatori di calore per impianti tecnologici di processo.

Ovviamente anche le potenze termica e frigorifera offerte dall'unità "q<sub>h</sub>" e "q<sub>c</sub>" espresse in kW sono funzione delle temperature "T<sub>hr</sub>" e "T<sub>cr</sub>".

Il calcolo dell'efficienza G.U.E. e della potenza termica ottenibile è preceduto dalla definizione delle temperature di ritorno "T<sub>hr</sub>" e "T<sub>cr</sub>" previste all'unità e del salto termico "ΔT" richiesto al fluido termovettore.

Fissato il dato di ΔT il valore di "T<sub>hr</sub>" e di "T<sub>cr</sub>" viene automaticamente fissato dalla temperatura dell'acqua di mandata all'impianto "T<sub>hm</sub>" e "T<sub>cm</sub>" desiderata. Definiti questi valori è sufficiente utilizzare le apposite tabelle delle rese termiche e frigorifere riportate nel paragrafo 0. Tali tabelle per ogni temperatura di ritorno "T<sub>hr</sub>" e "T<sub>cr</sub>" esprimono il valore della potenza termica q<sub>h</sub> e frigorifera q<sub>c</sub> delle unità GAHP-GS.

#### Funzionamento in riscaldamento

Salto termico standard 10°C.

Funzionamento in riscaldamento				
		Unità Misura	GAHP-GS LT	GAHP-GS HT
PORTATA ACQUA UTENZA	massima	l/h	4000	
	minima	l/h	1400	
TEMPERATURA ACQUA USCITA	massima	°C	55	65
TEMPERATURA ACQUA INGRESSO	massima	°C	45	55
	minima <sup>(1)</sup>	°C	20	30

Tabella III-4 - Campo di funzionamento in riscaldamento

(1) Temperature minime di ritorno consigliate per funzionamento continuo, escludendo i transitori. Temperatura minima di ritorno in condizioni di transitorio 2°C

#### Funzionamento in condizionamento

Salto termico standard 5°C.

Funzionamento in condizionamento				
		Unità Misura	GAHP-GS LT	GAHP-GS HT
PORTATA ACQUA UTENZA	massima	l/h	4000	
	minima	l/h	2000	
TEMPERATURA ACQUA USCITA	minima	°C	-10	-5
TEMPERATURA ACQUA INGRESSO	massima <sup>(1)</sup>	°C	45	

Tabella III-5 - Campo di funzionamento in condizionamento

(1) Per temperature in ingresso all'evaporatore superiori a 25°C l'unità non funziona in regime permanente a potenza piena, ma cicla in ON/OFF per riportare la temperatura in ingresso all'evaporatore sotto i 25°C

## 2.2 TABELLE PARAMETRI DI PROGETTO

POTENZA TERMICA UNITARIA GAHP-GS versione LT					
TEMPERATURA RITORNO EVAPORATORE ( $T_{cr}$ )	TEMPERATURA DI MANDATA ACQUA ( $T_{hm}$ )				
	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C
	TEMPERATURA DI RITORNO ACQUA ( $T_{hr}$ )				
	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C
	$q_h$ (kW)	$q_h$ (kW)	$q_h$ (kW)	$q_h$ (kW)	$q_h$ (kW)
-5	39,9	39,0	37,5	36,8	34,2
-4	40,4	39,3	37,8	37,0	34,5
-3	41,0	39,7	38,1	37,1	34,8
-2	41,5	40,0	38,4	37,3	35,1
-1	42,1	40,3	38,7	37,5	35,4
0	42,6	40,6	39,0	37,7	35,7
1	42,6	40,8	39,4	38,2	36,2
2	42,6	41,1	39,8	38,7	36,6
3	42,6	41,3	40,2	39,1	37,1
4	42,6	41,5	40,5	39,6	37,5
5	42,6	41,7	40,9	40,1	38,0
6	42,6	41,8	41,1	40,3	38,2
7	42,7	41,9	41,3	40,5	38,5
8	42,7	42,0	41,5	40,6	38,7
9	42,7	42,1	41,7	40,8	39,0
10	42,7	42,2	41,8	41,0	39,2
11	42,7	42,3	42,0	41,1	39,5
12	42,7	42,4	42,2	41,3	39,7
13	42,7	42,5	42,4	41,5	40,0
14	42,7	42,6	42,6	41,6	40,2
15	42,7	42,7	42,6	41,8	40,5
16	42,7	42,7	42,6	42,0	40,7
17	42,7	42,7	42,6	42,2	41,0
18	42,7	42,7	42,6	42,3	41,2
19	42,7	42,7	42,6	42,5	41,5
20	42,7	42,7	42,6	42,6	41,7

Tabella III-6 - Potenza termica unitaria GAHP-GS versione LT

EFFICIENZA G.U.E. GAHP-GS versione LT IN RISCALDAMENTO					
TEMPERATURA RITORNO EVAPORATORE ( $T_{cr}$ )	TEMPERATURA DI MANDATA ACQUA ( $T_{hm}$ )				
	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C
	TEMPERATURA DI RITORNO ACQUA ( $T_{hr}$ )				
	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C
-5	1,584	1,549	1,489	1,460	1,358
-4	1,605	1,561	1,501	1,467	1,370
-3	1,627	1,574	1,513	1,474	1,381
-2	1,648	1,586	1,525	1,481	1,393
-1	1,670	1,598	1,536	1,488	1,405
0	1,691	1,611	1,548	1,496	1,417
1	1,691	1,620	1,563	1,515	1,435
2	1,691	1,629	1,579	1,534	1,453
3	1,691	1,638	1,594	1,553	1,471
4	1,692	1,647	1,609	1,573	1,490
5	1,692	1,657	1,624	1,592	1,508
6	1,692	1,660	1,631	1,599	1,518
7	1,692	1,664	1,639	1,605	1,528
8	1,693	1,668	1,646	1,612	1,538
9	1,693	1,672	1,653	1,619	1,548
10	1,694	1,675	1,660	1,626	1,558
11	1,694	1,679	1,667	1,632	1,567
12	1,694	1,683	1,674	1,639	1,577
13	1,694	1,687	1,681	1,646	1,587
14	1,694	1,691	1,689	1,653	1,597
15	1,694	1,694	1,692	1,659	1,607
16	1,694	1,694	1,692	1,666	1,617
17	1,694	1,694	1,692	1,673	1,627
18	1,694	1,694	1,692	1,680	1,637
19	1,694	1,694	1,692	1,686	1,647
20	1,694	1,694	1,692	1,692	1,657

Tabella III-7 - Efficienza G.U.E. unità GAHP-GS versione LT in riscaldamento

POTENZA TERMICA UNITARIA GAHP-GS versione HT					
TEMPERATURA RITORNO EVAPORATORE (T <sub>cr</sub> )	TEMPERATURA DI MANDATA ACQUA (T <sub>hm</sub> )				
	45°C	50°C	55°C	60°C	65°C
	TEMPERATURA DI RITORNO ACQUA (T <sub>hr</sub> )				
	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C
	q <sub>h</sub> (kW)	q <sub>h</sub> (kW)	q <sub>h</sub> (kW)	q <sub>h</sub> (kW)	q <sub>h</sub> (kW)
0	39,0	37,6	35,6	33,5	31,4
1	39,2	37,9	35,9	33,9	31,7
2	39,4	38,2	36,2	34,2	32,0
3	39,6	38,5	36,5	34,5	32,3
4	39,8	38,7	36,8	34,9	32,6
5	40,0	39,0	37,1	35,2	32,9
6	40,2	39,2	37,4	35,6	33,4
7	40,4	39,4	37,6	36,0	33,8
8	40,6	39,6	37,9	36,4	34,3
9	40,8	39,8	38,1	36,8	34,8
10	40,9	40,0	38,4	37,1	35,2
11	41,1	40,2	38,6	37,5	35,6
12	41,3	40,4	38,9	37,9	36,0
13	41,5	40,6	39,1	38,3	36,4
14	41,7	40,8	39,4	38,6	36,8
15	41,7	40,9	39,6	39,0	37,1
16	41,8	41,1	39,9	39,2	37,5
17	41,9	41,3	40,1	39,4	37,9
18	41,9	41,4	40,4	39,6	38,3
19	42,0	41,6	40,6	39,8	38,6
20	42,0	41,7	41,1	40,0	39,0

Tabella III-8 - Potenza termica unitaria GAHP-GS versione HT

EFFICIENZA G.U.E. GAHP-GS versione HT IN RISCALDAMENTO					
TEMPERATURA RITORNO EVAPORATORE (T <sub>cr</sub> )	TEMPERATURA DI MANDATA ACQUA (T <sub>hm</sub> )				
	45°C	50°C	55°C	60°C	65°C
	TEMPERATURA DI RITORNO ACQUA (T <sub>hr</sub> )				
	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C
0	1,549	1,493	1,412	1,330	1,247
1	1,557	1,504	1,424	1,343	1,259
2	1,565	1,515	1,437	1,357	1,271
3	1,573	1,526	1,449	1,371	1,282
4	1,581	1,538	1,461	1,385	1,294
5	1,589	1,549	1,474	1,399	1,306
6	1,596	1,556	1,483	1,414	1,324
7	1,603	1,564	1,493	1,429	1,343
8	1,611	1,571	1,503	1,444	1,361
9	1,618	1,579	1,513	1,459	1,380
10	1,625	1,587	1,523	1,474	1,399
11	1,632	1,594	1,533	1,489	1,414
12	1,639	1,602	1,543	1,504	1,429
13	1,646	1,610	1,553	1,519	1,444
14	1,653	1,617	1,563	1,534	1,459
15	1,656	1,625	1,573	1,549	1,474
16	1,659	1,631	1,583	1,556	1,489
17	1,661	1,637	1,593	1,564	1,504
18	1,664	1,644	1,603	1,572	1,519
19	1,667	1,650	1,612	1,580	1,534
20	1,667	1,656	1,630	1,587	1,549

Tabella III-9 - Efficienza G.U.E. unità GAHP-GS versione HT in riscaldamento

POTENZA FRIGORIFERA UNITARIA GAHP-GS versione LT					
TEMPERATURA RITORNO EVAPORATORE (T <sub>cr</sub> )	TEMPERATURA DI MANDATA ACQUA (T <sub>hm</sub> )				
	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C
	TEMPERATURA DI RITORNO ACQUA (T <sub>hr</sub> )				
	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C
	q <sub>h</sub> (kW)	q <sub>h</sub> (kW)	q <sub>h</sub> (kW)	q <sub>h</sub> (kW)	q <sub>h</sub> (kW)
-5	14,1	12,9	11,6	10,3	8,6
-4	14,7	13,3	12,1	10,7	9,0
-3	15,3	13,7	12,6	11,2	9,3
-2	15,9	14,0	13,0	11,6	9,7
-1	16,5	14,4	13,5	12,0	10,1
0	17,0	14,8	14,0	12,4	10,5
1	17,0	15,0	14,2	12,7	10,9
2	16,9	15,3	14,4	13,1	11,2
3	16,8	15,5	14,6	13,4	11,6
4	16,8	15,8	14,8	13,7	11,9
5	16,7	16,0	15,0	14,0	12,3
6	17,1	16,8	15,3	14,2	12,6
7	17,1	16,9	15,7	14,4	13,0
8	17,1	16,9	16,0	14,6	13,3
9	17,2	17,0	16,4	14,8	13,7
10	17,2	17,0	16,7	15,0	14,0
11	17,2	17,1	16,8	15,3	14,2
12	17,2	17,1	16,9	15,7	14,4
13	17,2	17,1	16,9	16,0	14,6
14	17,2	17,2	17,0	16,4	14,8
15	17,2	17,2	17,0	16,7	15,0
16	17,2	17,2	17,0	16,8	15,3
17	17,2	17,2	17,0	16,9	15,7
18	17,2	17,2	17,0	16,9	16,0
19	17,2	17,2	17,0	17,0	16,4
20	17,2	17,2	17,0	17,0	16,7

Tabella III-10 - Potenza frigorifera unitaria GAHP-GS versione LT

EFFICIENZA G.U.E. GAHP-GS versione LT IN CONDIZIONAMENTO					
TEMPERATURA RITORNO EVAPORATORE (T <sub>cr</sub> )	TEMPERATURA DI MANDATA ACQUA (T <sub>hm</sub> )				
	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C
	TEMPERATURA DI RITORNO ACQUA (T <sub>hr</sub> )				
	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C
-5	0,559	0,512	0,460	0,409	0,341
-4	0,582	0,527	0,479	0,426	0,356
-3	0,606	0,542	0,498	0,443	0,371
-2	0,629	0,557	0,517	0,459	0,386
-1	0,653	0,572	0,537	0,476	0,401
0	0,676	0,587	0,556	0,493	0,417
1	0,674	0,596	0,563	0,506	0,431
2	0,671	0,606	0,571	0,518	0,445
3	0,668	0,616	0,579	0,531	0,460
4	0,665	0,625	0,587	0,543	0,474
5	0,663	0,635	0,595	0,556	0,488
6	0,678	0,666	0,609	0,564	0,502
7	0,679	0,669	0,623	0,572	0,515
8	0,680	0,671	0,636	0,580	0,529
9	0,681	0,674	0,650	0,587	0,543
10	0,683	0,676	0,664	0,595	0,556
11	0,683	0,678	0,666	0,609	0,564
12	0,683	0,679	0,669	0,623	0,572
13	0,683	0,680	0,671	0,636	0,580
14	0,683	0,681	0,674	0,650	0,587
15	0,683	0,683	0,676	0,664	0,595
16	0,683	0,683	0,676	0,666	0,609
17	0,683	0,683	0,676	0,669	0,623
18	0,683	0,683	0,676	0,671	0,636
19	0,683	0,683	0,676	0,674	0,650
20	0,683	0,683	0,676	0,676	0,664

Tabella III-11 - Efficienza G.U.E. unità GAHP-GS versione LT in condizionamento

POTENZA FRIGORIFERA UNITARIA GAHP-GS versione HT					
TEMPERATURA RITORNO EVAPORATORE (T <sub>cr</sub> )	TEMPERATURA DI MANDATA ACQUA (T <sub>hm</sub> )				
	45°C	50°C	55°C	60°C	65°C
	TEMPERATURA DI RITORNO ACQUA (T <sub>hr</sub> )				
	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C
	qh (kW)	qh (kW)	qh (kW)	qh (kW)	qh (kW)
0	13,2	12,1	10,0	8,3	7,0
1	13,7	12,7	10,8	9,2	7,8
2	14,2	13,3	11,7	10,0	8,6
3	14,7	13,9	12,4	10,8	9,4
4	15,1	14,4	13,1	11,5	10,1
5	15,5	14,9	13,8	12,2	10,8
6	15,9	15,3	14,4	12,9	11,4
7	16,2	15,7	14,9	13,5	12,0
8	16,5	16,1	15,4	14,0	12,6
9	16,8	16,4	15,8	14,5	13,1
10	17,0	16,7	16,2	15,0	13,6
11	17,2	16,9	16,5	15,4	14,0
12	17,4	17,1	16,8	15,8	14,4
13	17,5	17,3	17,0	16,1	14,8
14	17,6	17,4	17,2	16,4	15,2
15	17,6	17,5	17,3	16,6	15,4
16	17,6	17,5	17,3	16,8	15,7
17	17,6	17,5	17,3	16,9	15,9
18	17,6	17,5	17,3	17,0	16,1
19	17,6	17,5	17,3	17,0	16,2
20	17,6	17,5	17,3	17,0	16,3

Tabella III-12 - Potenza termica unitaria GAHP-GS versione HT

EFFICIENZA G.U.E. GAHP-GS versione HT IN CONDIZIONAMENTO					
TEMPERATURA RITORNO EVAPORATORE (T <sub>cr</sub> )	TEMPERATURA DI MANDATA ACQUA (T <sub>hm</sub> )				
	45°C	50°C	55°C	60°C	65°C
	TEMPERATURA DI RITORNO ACQUA (T <sub>hr</sub> )				
	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C
0	0,522	0,479	0,396	0,329	0,276
1	0,544	0,505	0,430	0,364	0,310
2	0,564	0,529	0,463	0,397	0,341
3	0,583	0,552	0,493	0,428	0,371
4	0,600	0,572	0,521	0,458	0,400
5	0,616	0,591	0,546	0,485	0,427
6	0,631	0,609	0,570	0,511	0,453
7	0,644	0,625	0,592	0,535	0,477
8	0,656	0,639	0,611	0,557	0,499
9	0,666	0,652	0,628	0,577	0,520
10	0,675	0,663	0,643	0,595	0,539
11	0,683	0,672	0,656	0,612	0,557
12	0,689	0,680	0,667	0,626	0,573
13	0,694	0,686	0,675	0,639	0,588
14	0,697	0,690	0,682	0,650	0,601
15	0,699	0,693	0,686	0,659	0,613
16	0,700	0,694	0,688	0,666	0,623
17	0,698	0,693	0,688	0,671	0,632
18	0,698	0,694	0,687	0,675	0,639
19	0,698	0,694	0,687	0,676	0,644
20	0,698	0,694	0,687	0,676	0,648

Tabella III-13 - Efficienza G.U.E. unità GAHP-GS versione HT in condizionamento

Tutti i dati delle rese termiche e frigorifere delle unità GAHP-GS segnalati nel presente manuale tengono conto della presenza di acqua glicolata al 25% nel circuito evaporatore (lato acqua refrigerata).

### 2.3 BASI TEORICHE PER IL CALCOLO DEGLI IMPIANTI GAHP-GS

Si procede alla definizione delle rese termiche  $q_h$  per il servizio di riscaldamento invernale, fissando preventivamente le temperature di ingresso al condensatore  $T_{hr}$  e all'evaporatore  $T_{cr}$ , che dipenderanno dalle condizioni di utilizzo e funzionamento dell'impianto (pozzo caldo e sorgente fredda).

Definite le rese termiche e frigorifere delle singole unità GAHP-GS, per procedere è possibile scegliere una delle seguenti modalità di progettazione:

- a) Scelta del numero di unità GAHP-GS per assicurare solo il servizio di riscaldamento (ove non è richiesto il condizionamento oppure si ritiene di poter sfruttare il “free cooling” dal terreno)
- b) Scelta del numero massimo di unità GAHP-GS per assicurare con le pompe di calore la copertura di qualsiasi regime di funzionamento dell'impianto

**a) Scelta del numero di unità GAHP-GS per assicurare solo il servizio di riscaldamento (ove non è richiesto il condizionamento oppure si ritiene di poter sfruttare il “free cooling” dal terreno)**

Nel caso in cui fosse richiesto solo il servizio di riscaldamento in inverno si procede al calcolo del numero di pompe di calore richiesto  $N_{wi}$  direttamente con la seguente relazione:

$$N_{wi} = \frac{\dot{Q}_h}{q_{hi}}$$

dove  $Q_h$  è la potenza termica richiesta dall'impianto di riscaldamento invernale.

**b) Scelta del numero massimo di unità GAHP-GS per assicurare con le pompe di calore la copertura di qualsiasi regime di funzionamento dell'impianto**

Il procedimento di calcolo più immediato e semplice nel caso di impianti di riscaldamento e condizionamento prevede il dimensionamento del sistema sulla base della condizione di funzionamento più gravosa, accettando un certo grado di sovradimensionamento dell'impianto per una delle due stagioni di utilizzo.

Si procede quindi al calcolo del numero di pompe di calore richiesto in inverno  $N_{wi}$  direttamente con la seguente relazione:

$$N_{wi} = \frac{\dot{Q}_h}{q_{hi}}$$

dove  $Q_h$  è la potenza termica richiesta dall'impianto di riscaldamento invernale. In modo analogo si calcola il numero  $N_{we}$  di unità GAHP-GS necessarie per il servizio di condizionamento estivo.

$$N_{we} = \frac{\dot{Q}_c}{q_{ce}}$$

dove  $Q_c$  è la potenza frigorifera richiesta per il servizio di condizionamento.

Il numero  $N_w$  di unità GAHP-GS necessario all'impianto in questo caso sarà il maggiore tra i due calcolati.

Questa tipologia di impianto prevede l'utilizzo di una fonte rinnovabile costituita dal terreno. Per eseguire la progettazione dell'impianto necessario allo sfruttamento di queste fonti energetiche occorre stabilire le potenze frigorifere e termiche che in inverno ed eventualmente in estate dovranno rispettivamente essere scambiate. La potenza frigorifera  $Q_{ci}$  che dovrà essere scambiata in inverno negli scambiatori di calore a terreno è calcolata con la seguente relazione:

$$\dot{Q}_{ci} = q_{ci} \cdot N_{wi}$$

La potenza termica  $Q_{he}$  che dovrà essere eventualmente scambiata in estate negli scambiatori di calore a terreno è calcolata con la seguente relazione:

$$\dot{Q}_{he} = q_{he} \cdot N_{we}$$

Chiaramente le due potenze  $Q_{ci}$  e  $Q_{he}$  sono eventualmente sfruttabili anche per impianti ausiliari asserviti all'edificio riscaldato e condizionato o per impianti tecnologici industriali, in parte o anche interamente. Tale operazione andrà ad aumentare l'efficienza del sistema ed a ridurre lo sfruttamento delle risorse naturali costituite dal suolo.

## 2.4 SCELTA DELLA VERSIONE LT O HT

Le due versioni disponibili per le soluzioni GAHP-GS vengono definite a partire dal dato di massima e minima temperatura di mandata all'impianto  $T_{hm}$  del fluido termovettore:

- versione LT per valori di temperatura compresi tra 30°C e 55°C;
- versione HT per valori di temperatura compresi tra 40°C e 65°C.

Negli impianti di nuova costruzione per ridurre gli sprechi energetici e promuovere un uso razionale dell'energia, si consiglia comunque sempre di ridurre le temperature di lavoro del fluido termovettore, prestando attenzione a non scendere, per funzionamento continuativo, sotto i valori minimi di mandata consigliati (vedere Tabella III-1 a pagina 6).

L'eventuale esigenza di effettuare il servizio di riscaldamento acqua calda sanitaria (ACS) mediante le stesse pompe di calore vincola necessariamente la scelta della versione GAHP-GS HT, vista la sua capacità di raggiungere agevolmente la temperatura di mandata di 65°C.

Negli impianti esistenti per i quali si prevedono interventi di riqualificazione energetica ("retrofit"), occorre verificare le temperature di lavoro del fluido termovettore sui terminali d'impianto esistenti (se non se ne prevede la sostituzione) per individuare la versione LT o HT necessaria. La verifica del livello termico del fluido termovettore su un impianto la cui centrale termica è gestita mediante curva climatica si può effettuare ispezionando la centrale termica esistente durante una qualsiasi giornata di funzionamento invernale. Durante l'ispezione si rileva la temperatura dell'aria esterna e la temperatura dell'acqua di mandata corrispondente. Entrando nel grafico di Figura III-3 con i dati rilevati, si verifica la necessità della versione LT o HT.

Nell'esempio di Figura III-3 si è rilevata una temperatura di 55°C in mandata impianto di riscaldamento a fronte di una temperatura dell'aria esterna pari a -1°C e conseguentemente la scelta del sistema è ricaduta sulla versione HT, evidenziando contemporaneamente la possibilità di non effettuare altri interventi correttivi sull'impianto per poter utilizzare le pompe di calore ad assorbimento.

Ovviamente, se i dati rilevati individuano un punto compreso nell'area color grigio, la scelta del sistema passa alla versione LT.

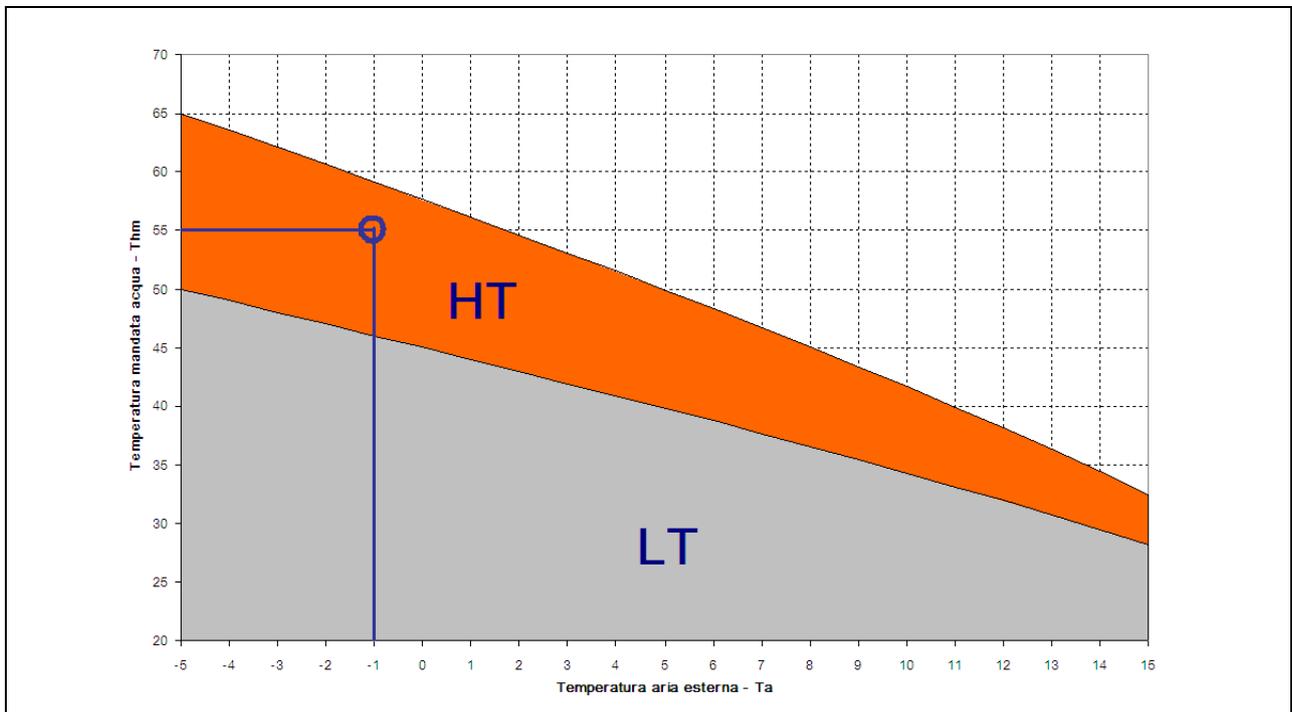


Figura III-3 - Grafico di identificazione versione LT o HT

Rilievi in sito tali da individuare sul grafico punti esterni all'area LT o HT evidenziano la necessità di interventi correttivi sul sistema edificio impianto (coibentazioni, miglioramento dei serramenti, modifica o sostituzione degli apparecchi utilizzatori, aumento delle ore di funzionamento dell'impianto, ecc...) per poter utilizzare le pompe di calore ad assorbimento.

### 3 PROGETTAZIONE SISTEMI GEOTERMICI AD ANELLO CHIUSO

#### 3.1 GENERALITÀ SUI SISTEMI GEOTERMICI AD ANELLO CHIUSO

Per sistemi geotermici ad anello chiuso si intendono le tipologie impiantistiche atte allo sfruttamento del terreno in qualità di fonte rinnovabile d'energia a bassa entalpia (temperature del suolo medio basse), attraverso scambiatori di calore verticali o orizzontali inseriti direttamente nel suolo. Tali tipologie impiantistiche sfruttano alcune caratteristiche fisiche del suolo, le quali consentono migliori prestazioni energetiche dei sistemi in pompa di calore "soluzione-acqua" rispetto alle tipologie "aria-acqua".

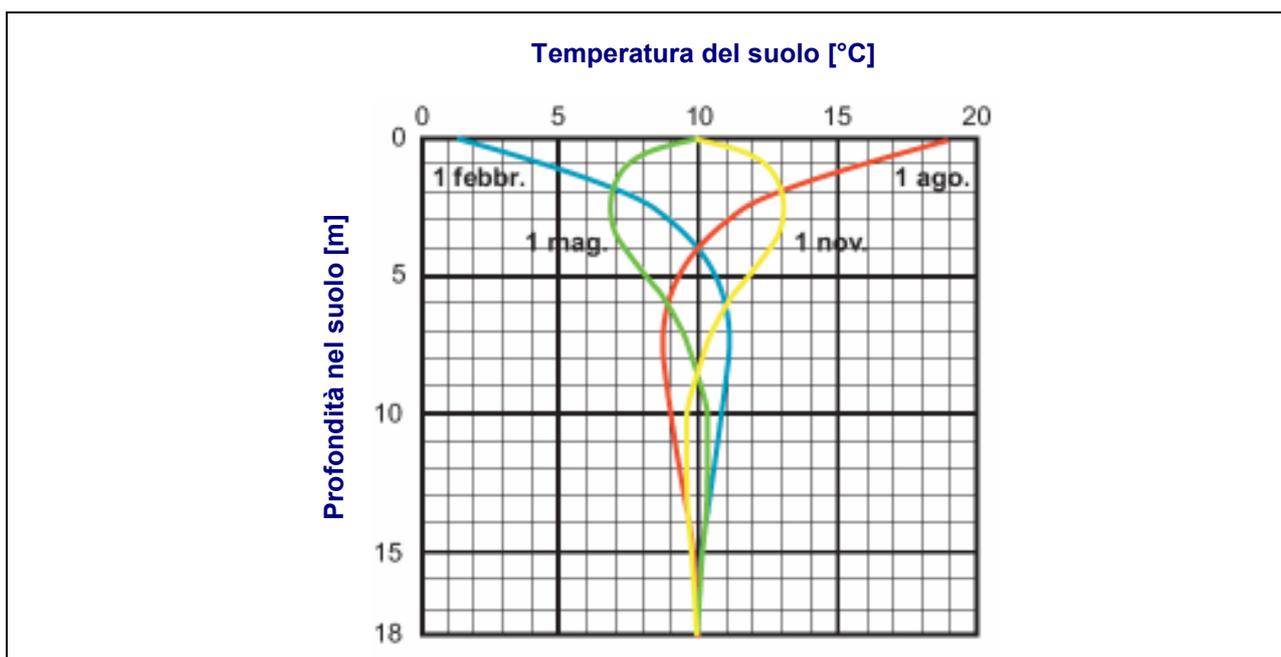


Figura III-4 - Variazioni stagionali della temperatura alle varie profondità di un terreno medio

Come evidenziato dal diagramma di Figura III-4 l'ampiezza della variazione stagionale di temperatura del suolo nei vari mesi dell'anno diminuisce con l'aumentare della profondità e, oltre una certa quota, l'ampiezza delle variazioni si annulla. Nel grafico di Figura III-4 alla profondità di 10 m l'ampiezza massima delle variazioni di temperatura è di circa un grado, quindi ai fini pratici assolutamente trascurabile. L'ampiezza delle variazioni termiche nel suolo si annulla completamente in corrispondenza dei 18 m di profondità. Questa caratteristica del suolo consente una costanza della temperatura della sorgente termica della pompa di calore, la quale quindi mantiene costante durante l'intera stagione d'esercizio la sua efficienza energetica. Tale vantaggio è sfruttabile a pieno nel caso dei sistemi costituiti da scambiatori di calore verticali (sonde geotermiche) e, in misura minore e variabile in funzione della profondità raggiunta, anche dai campi geotermici orizzontali e dai pali energetici.

FLUSSO GEOTERMICO PER LE PRINCIPALI CITTÀ ITALIANE [W/m <sup>2</sup> ]	
BOLOGNA	0,060
CATANIA	0,040
FIRENZE	0,100
GENOVA	0,070
MILANO	0,050
NAPOLI	0,100
PALERMO	0,090
ROMA	0,090
TORINO	0,060
VENEZIA	0,040

Tabella III-14 - Valori del flusso geotermico delle principali città italiane

In ogni punto della superficie terrestre è presente un flusso di calore che, proveniente dal mantello terrestre (strato semifluido di roccia ad elevate temperature), si trasmette per conduzione attraverso le formazioni rocciose della crosta terrestre. L'intensità del flusso geotermico è legata alla profondità alla quale nel punto considerato si trova il mantello terrestre e determina un gradiente di temperatura che varia generalmente da 0,10 K/m a 0,0167 K/m. Il fenomeno fisico brevemente descritto consente di ottenere migliori prestazioni di scambio termico in profondità nelle sonde geotermiche, in ultima istanza quindi ottimizza l'efficienza dei sistemi in pompa di calore. Tale fenomeno è chiaramente sfruttabile se il sistema geotermico utilizzato prevede l'adozione di sonde geotermiche verticali di idonea profondità.

### 3.2 TIPOLOGIE DI SISTEMI GEOTERMICI AD ANELLO CHIUSO

Le tipologie dei sistemi geotermici sono sostanzialmente due: scambiatori a terreno verticali (STV) e scambiatori a terreno orizzontali (STO).

#### Tecnologia degli scambiatori a terreno verticali (STV)

Gli scambiatori a terreno verticali, comunemente definiti sonde geotermiche, sono essenzialmente costituiti da tubazioni in polietilene secondo Norma DIN 16892/93 o anche DIN 8074/75, il cui diametro varia generalmente tra i 32 mm ed i 40 mm, con campo di temperature di lavoro all'interno dell'intervallo compreso tra i -30°C ed i +95°C (a seconda del tipo di tubo scelto).

Le tubazioni vengono inserite nelle perforazioni eseguite nel terreno, le quali hanno un diametro variabile da 100 mm a 180 mm a seconda delle tipologie di sonda geotermica utilizzate. Generalmente il diametro della perforazione è 130 mm circa.

Nella singola perforazione lo scambiatore può essere costituito da una sola tubazione sagomata ad "U" oppure a doppia o a tripla "U". In ogni caso, per facilitare l'inserimento dello scambiatore di calore nella perforazione, si utilizzano pesi fissati in corrispondenza del cambio di direzione sul fondo dello scambiatore di calore.

A seguito dell'inserimento dello scambiatore di calore all'interno della perforazione, la sonda geotermica viene completata con un riempimento, realizzato generalmente con Bentonite, al fine di ottenere il perfetto contatto fisico tra scambiatore di calore e rocce circostanti, ottimizzando lo scambio termico per conduzione tra il fluido termovettore e le formazioni rocciose attraversate dalla sonda geotermica. La scelta del riempimento più idoneo alla sonda realizzata è oggetto di accurate valutazioni effettuate in base al tipo di terreno attraversato dalla perforazione. Onde ottenere un riempimento omogeneo in tutta la profondità della sonda nella perforazione si inserisce insieme allo scambiatore di calore un tubo di iniezione, il quale verrà estratto progressivamente durante l'operazione di riempimento.

I calcoli di progetto portano generalmente a profondità approssimative minime di 80 m e massime di 100 m per ogni sonda geotermica. La distanza reciproca tra le sonde geotermiche non deve essere inferiore a 5 m, mentre per evitare di aumentare eccessivamente i costi dei materiali impiegati si evita di distanziare gli scambiatori oltre i 10 m. Anche la scelta dei punti di perforazione è oggetto di valutazioni, onde evitare scambi termici indesiderati con l'acqua di falda, la quale è solitamente interessata da un flusso di scorrimento sotterraneo attraverso le porosità del terreno. Le sonde geotermiche, quando sono disposte in linea retta nel terreno, vengono abitualmente posizionate facendo in modo che tale linea retta sia ortogonale rispetto alle linee di flusso della falda acquifera. Tale accorgimento permette di evitare che l'acqua di falda raffreddata (in inverno) o riscaldata (in estate) da un primo pozzo geotermico giunga sulla superficie di un secondo o terzo pozzo alterandone le caratteristiche di scambio energetico con il terreno stesso.

#### Tecnologia degli scambiatori a terreno orizzontali (STO)

Gli scambiatori a terreno orizzontali sono essenzialmente costituiti da tubazioni in polietilene interrato disposte in trincee nelle quali è inserito un singolo tubo, due tubi affiancati o quattro tubi affiancati, oppure anche tubazioni curvate a spirale.

La profondità alla quale viene posato il tubo, che abitualmente per ovvie ragioni si tende a massimizzare, è come minimo pari a 1,2 ÷ 1,5 m.

Le profondità tipiche di queste realizzazioni difficilmente superano i 4÷5 m di profondità e quindi sono tali da non permettere il pieno sfruttamento delle prerogative tipiche degli impianti geotermici.

In questo caso le tubazioni attraversano strati di terreno la cui temperatura, maggiormente prossima a quella dell'ambiente esterno, risente su scala mensile delle variazioni climatiche dell'aria.

La temperatura del suolo, che costituisce un parametro fondamentale nei calcoli, la cui stima per gli impianti geotermici orizzontali diviene meno agevole rispetto al caso tipico delle sonde verticali, risulta tale da ridurre la resa termica del terreno rispetto agli scambiatori di calore verticali.

Dove le superfici di terreno circostante all'edificio non sono sufficienti per realizzare interamente lo scambio termico con il sistema di pompe di calore si ricorre alla tipologia di sonde orizzontali a serpentino interrato, utilizzando le trincee unicamente per collegare tra loro i vari serpentini e questi alla centrale tecnologica.

### **Impianti geotermici misti e pali energetici**

I costi di realizzazione degli impianti geotermici verticali possono essere ridotti, riducendo sensibilmente gli investimenti iniziali, utilizzando impianti misti tra sonde geotermiche verticali e sonde geotermiche orizzontali, queste ultime più economiche rispetto alle prime. Si procede solitamente coprendo tutta l'area disponibile con i sistemi geotermici orizzontali, verificando l'energia estraibile con questo primo tipo di scambiatore a terreno. Poi, per la rimanente parte di energia da estrarre dal terreno, si stima il numero e la profondità delle sonde geotermiche verticali necessarie.

Dove sono previsti e dove è possibile, possono essere utilizzati anche i pali di fondazione delle strutture edili per realizzare degli scambiatori di calore geotermici. La struttura metallica del palo di fondazione viene armata con tubazioni di polietilene prima che questa venga annegata nel calcestruzzo che realizzerà le fondazioni dell'edificio. Tali scambiatori di calore vengono definiti in gergo tecnico "pali energetici", e risultano economicamente vantaggiosi ove questi siano previsti contestualmente alla costruzione dell'edificio.

## **3.3 CALCOLI DI PROGETTO DEGLI SCAMBIATORI A TERRENO**

I due principali sistemi analitici per il calcolo delle sonde geotermiche verticali sono le norme americane Ashrae e le norme tedesche VDI 4640.

Il dimensionamento degli scambiatori di calore a terreno deve essere svolto con accuratezza, conoscendo la geologia del luogo di perforazione e prestando attenzione a due fattori progettuali per il corretto sfruttamento del suolo a fini energetici: l'equilibrio termico del suolo prima e dopo la messa in funzione dell'impianto e la scelta delle temperature di mandata e ritorno del fluido termovettore alle sonde, funzione anche del materiale con cui sono realizzate le sonde stesse.

Per il dimensionamento è opportuno rivolgersi ad aziende specializzate nella realizzazione di sistemi di scambio geotermico per utilizzo energetico, in grado di fornire un adeguato supporto alla progettazione degli scambiatori a terreno.

## **3.4 RIDUZIONE DELLE DIMENSIONI DEL SISTEMA GEOTERMICO**

I calcoli effettuati per il dimensionamento del sistema geotermico delle GAHP-GS e ripetuti poi anche per una pompa di calore elettrica per impianti geotermici, condotti attraverso gli opportuni strumenti di calcolo, nella maggior parte dei casi portano ad un confronto vantaggioso a favore delle GAHP-GS.

Dai risultati dei calcoli di progetto si evidenzia infatti per l'impianto GAHP-GS una minore estensione degli scambiatori di calore a terreno pari a circa il 40% in meno rispetto all'utilizzo delle pompe di calore geotermiche elettriche con migliori o paritetiche prestazioni energetiche.

Questo vantaggio delle GAHP-GS è giustificato dalle caratteristiche intrinseche della tecnologia ad assorbimento che permette di prelevare dal terreno il 35% del fabbisogno energetico dell'edificio. Tale trasferimento energetico dal terreno all'impianto di climatizzazione è effettuato attraverso la combustione di un gas, e l'efficienza complessiva del sistema è tale da paragonarsi pariteticamente ai migliori sistemi in pompa di calore elettrica.

Come evidenziato dal grafico riportato nella Figura III-5 seguente, l'efficienza all'energia primaria delle pompe di calore elettriche, assumendo un COP nominale 4, è sempre leggermente inferiore all'efficienza G.U.E delle pompe di calore GAHP-GS. Il comportamento energetico dei due tipi di pompe di calore è quindi da considerarsi paritetico ai fini energetici ed in termini di riduzione delle emissioni inquinanti, ma contestualmente vi è da aggiungere che il sistema GAHP-GS riduce l'impatto ambientale del sistema geotermico, riducendo anche i costi di realizzazione degli impianti.

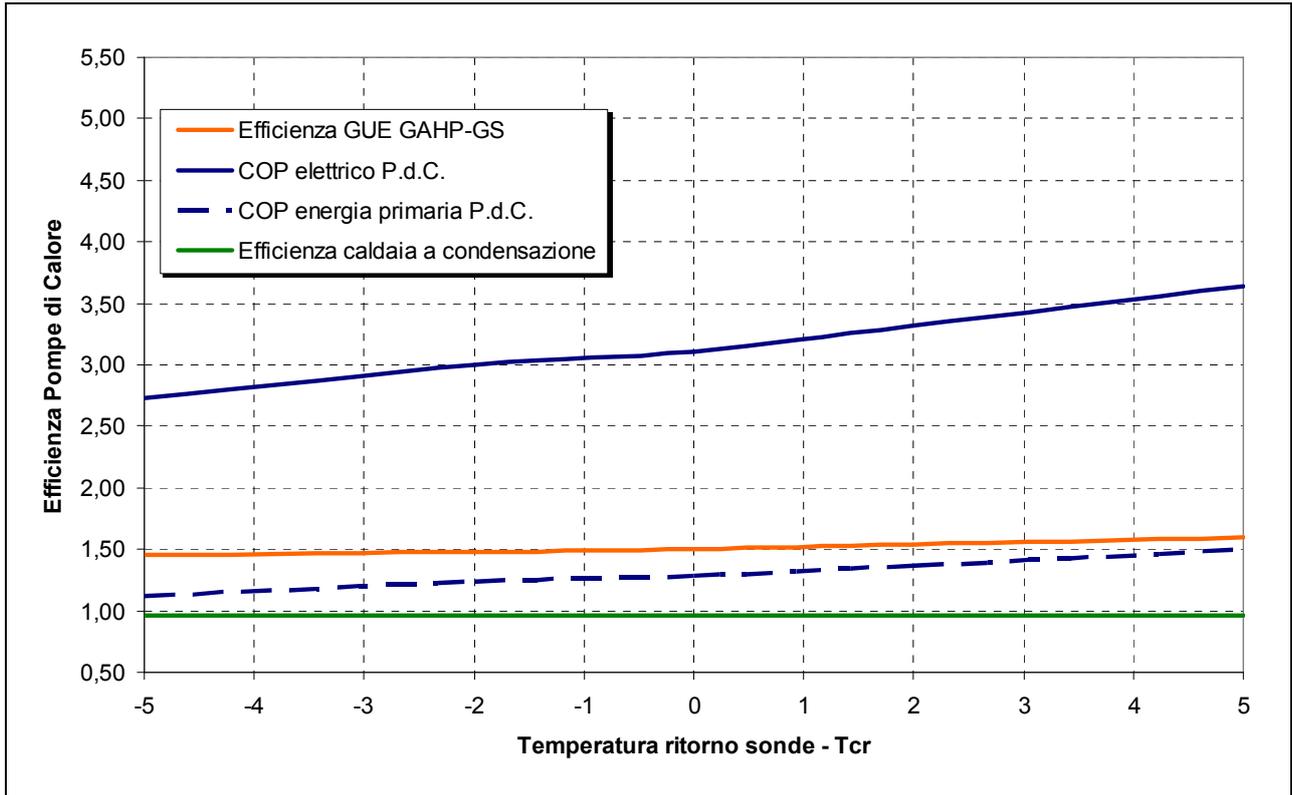


Figura III-5 - Confronto tra COP di una pompa di calore elettrica, COP all'energia primaria e G.U.E. delle GAHP-GS

### 3.5 AMPLIAMENTO DELLE POSSIBILITÀ DI REALIZZAZIONE

Le caratteristiche proprie della tecnologia ad assorbimento portano ad una variazione dell'efficienza all'aumentare della temperatura del fluido termovettore nettamente inferiore rispetto ad una pompa di calore elettrica geotermica.

Potendo fornire acqua calda fino a 65°C con penalizzazioni di efficienza contenute è possibile realizzare impianti geotermici anche con apparecchi utilizzatori quali termoventilanti, ventilconvettori ed anche radiatori (opportunamente dimensionati e/o dopo preventiva coibentazione dell'edificio).

## 4 PROGETTAZIONE IMPIANTISTICA

### 4.1 CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE

#### Tipologie impiantistiche adottabili

La pompa di calore ad assorbimento GAHP-GS può essere utilizzata efficacemente con tutte le tipologie impiantistiche di impianti idronici di riscaldamento ed eventualmente di condizionamento. A tal proposito si precisa comunque che, trattandosi di impianti ad altissima efficienza, è opportuno valutare in inverno l'utilizzo di temperature di mandata del fluido termovettore  $T_{hm}$  medio basse, intendendo per tali quelle che appartengono all'intervallo compreso tra 30°C e 50°C. L'utilizzo delle temperature medio alte comprese tra i 50°C ed i 60°C, o addirittura le punte di 65°C (per le unità che lo prevedono), è da riservarsi per quegli impianti dotati di apparecchiature di cessione del calore non particolarmente efficienti (ad esempio radiatori), per le quali risulta essere indispensabile non scendere al di sotto dei 50°C di mandata. A tal proposito si segnala la possibilità di ridurre la temperatura di mandata ad eventuali radiatori in tre eventualità: a) aumentando le ore di funzionamento dell'impianto di riscaldamento; b) riducendo il fabbisogno energetico dell'edificio (aumento della coibentazione delle strutture edili); c) modificando opportunamente i radiatori stessi (aumento delle superfici di scambio).

La progettazione impiantistica segue le medesime regole utilizzate per gli impianti idraulici di climatizzazione idronici di tipo tradizionale.

#### Volume inerziale

Il serbatoio inerziale, pur non essendo specificamente richiesto, nei casi in cui la temperatura di mandata dell'acqua è minore o uguale a 50°C può essere efficacemente inserito nel circuito in qualità di accumulatore d'energia termica, consentendo di ridurre le fasi di accensione e spegnimento delle unità che compongono il sistema e di incrementarne così in maniera significativa l'efficienza complessiva.

Il volume in litri del serbatoio inerziale può essere definito attraverso la relazione seguente, nella quale "t" è il tempo di accumulo in secondi, "Q<sub>s</sub>" identifica la potenza termica in kW trasferita al serbatoio d'accumulo nel tempo "t", ρ è la densità del fluido termovettore utilizzato, C<sub>p</sub> è il calore specifico dell'acqua (4,187 kJ/kg K) e ΔT è il salto termico del fluido termovettore espresso in gradi Kelvin (K).

$$V = \frac{\dot{Q}_s}{\rho \cdot C_p \cdot \Delta T} \cdot t \quad (I)$$

La potenza "Q<sub>s</sub>" che deve essere trasferita nel tempo t fissato a priori, è pari a quella non utilizzata dall'impianto quando questo è caratterizzato da condizioni climatiche medie differenti da quelle di progetto. In questo caso "Q<sub>s</sub>" viene calcolata per differenza mese per mese tra la potenza necessaria alle condizioni climatiche medie "Q<sub>hm</sub>" e la potenza offerta dal sistema GAHP-GS.

$$\dot{Q}_s = \left[ \left( N_{Wm} \cdot \dot{q}_{hi} \right) + \left( N_{CAm} \cdot \dot{q}_{CA} \right) \right] - \dot{Q}_{hm} \quad (\text{kW})$$

Scegliendo il più elevato valore mensile di "Q<sub>s</sub>", si ottiene il dato da inserire nell'equazione per definire il volume inerziale del serbatoio.

Chiaramente il numero di unità GAHP-GS (N<sub>Wm</sub>) ed il numero di caldaie (N<sub>CAm</sub>) previste accese ai carichi parziali nei vari mesi della stagione invernale devono essere valutate anche in funzione del numero massimo di gradini di parzializzazione consentiti dal sistema di controllo Robur (dieci gradini).

Un sistema più veloce e semplice per giungere alla definizione della potenza "Q<sub>s</sub>" è quello che prevede invece di scegliere il fattore di carico "F<sub>c</sub>" minimo stagionale ed applicarlo nella seguente formula.

$$\dot{Q}_s = \dot{Q}_h - \left( \dot{Q}_h \cdot F_c \right) \quad (\text{kW})$$

Dove la potenza termica "Q<sub>h</sub>" è quella caratteristica del gruppo di unità che fanno parte del sistema alle condizioni di progetto dell'impianto.

Il tempo di utilizzo del volume inerziale, ovvero l'intervallo di tempo in cui può essere utilizzato per trasferire l'energia termica all'impianto di riscaldamento mantenendo spente le unità ad assorbimento, può essere calcolato attraverso la seguente relazione.

$$t'' = \frac{V \cdot \rho \cdot C_p \cdot \Delta T}{\dot{Q}_{hm}} \quad (\text{s})$$

Nell'equazione riportata tutti i simboli hanno il significato già descritto e la potenza media "Q<sub>hm</sub>" è quella richiesta dall'impianto nel periodo di utilizzo dell'accumulo inerziale.

### Serbatoio inerziale a quattro attacchi in impianti a portata variabile

Nel caso in cui si intendesse inserire un serbatoio inerziale nel circuito idraulico di un impianto a portata variabile è possibile pensare ad un serbatoio a quattro attacchi il quale può svolgere anche le funzioni di separatore idraulico. Tale serbatoio deve essere dotato di sistema anti-miscela, al fine di scongiurare la possibilità che si verifichi il problema della "doppia circolazione", ovvero che il fluido termovettore proveniente dal circuito primario venga richiamato direttamente sulla tubazione di ritorno alle macchine e l'acqua di ritorno dall'impianto venga richiamata dallo stesso sulla mandata del circuito secondario. Se dovessero mancare sistemi antimiscela idonei e se si verificasse una "doppia circolazione" non sarebbe possibile trasferire l'energia termica dalle unità agli utilizzatori.

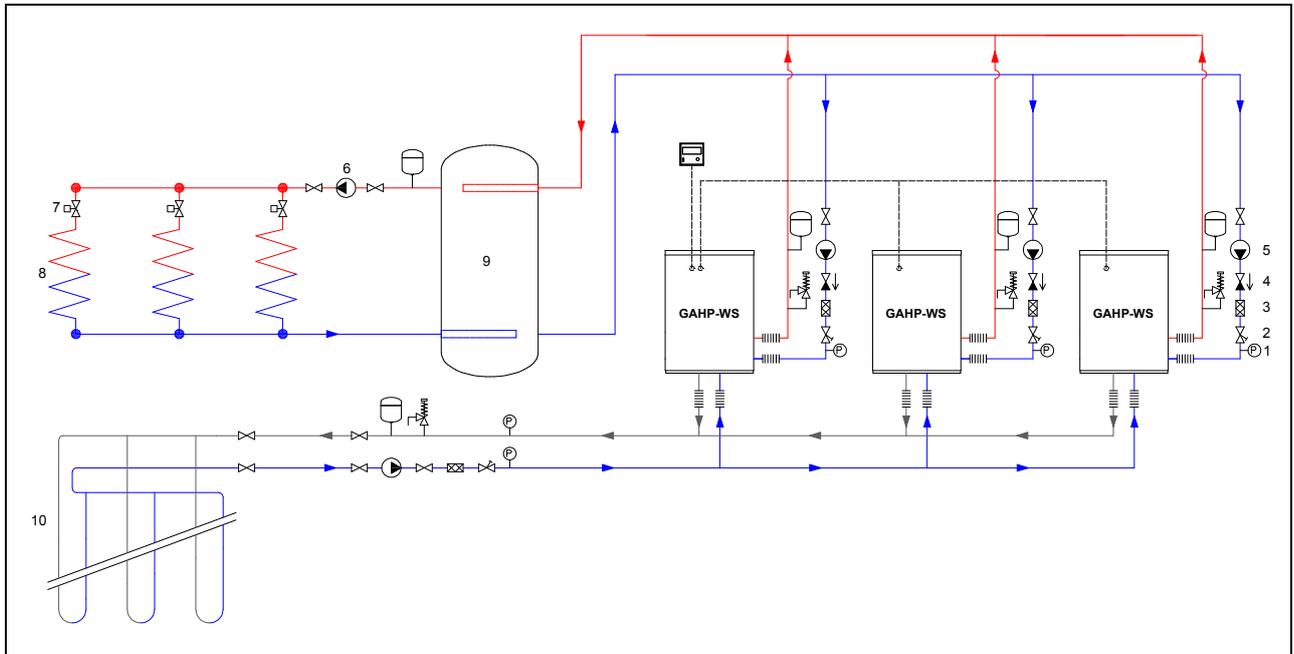


Figura III-6 - Schema primario a portata variabile e secondario a portata variabile con sistema d'accumulo inerziale "4 attacchi"

Nello schema di Figura III-6 i componenti rappresentati assumono i seguenti significati: "1" manometro; "2" valvola di regolazione portata; "3" filtro acqua; "4" valvole di non ritorno; "5" pompa a portata costante circuito primario; "6" pompa a portata variabile circuito secondario; "7" valvola di regolazione a due vie; "8" utenze impianto di riscaldamento; "9" serbatoio inerziale a quattro attacchi con sistema antimiscela; "10" sistema di scambio geotermico.

### Serbatoio inerziale a due attacchi in impianti a portata costante

Nel caso in cui si intendesse inserire un serbatoio inerziale nel circuito idraulico di un impianto a portata costante è possibile prevederne uno del tipo a due attacchi posizionato sulla tubazione di ritorno del circuito. Tale sistema consente di accumulare energia termica, per renderla poi disponibile in un secondo tempo mantenendo spente le unità ad assorbimento.

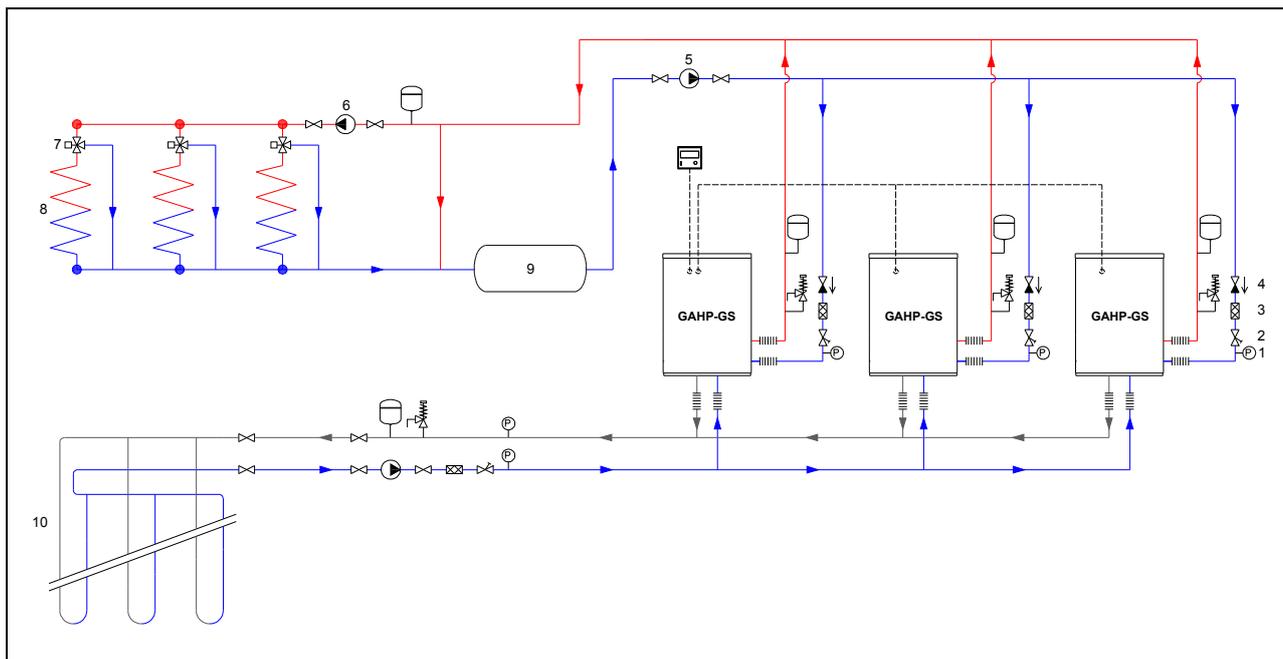


Figura III-7 - Schema primario a portata costante e secondario a portata costante con sistema d'accumulo inerziale "2 attacchi"

Nello schema di Figura III-7 i componenti rappresentati assumono i seguenti significati: "1" manometro; "2" valvola di regolazione portata; "3" filtro acqua; "4" valvole di non ritorno; "5" pompa a portata costante circuito primario; "6" pompa a portata costante circuito secondario; "7" valvola di regolazione a tre vie; "8" utenze impianto di riscaldamento; "9" serbatoio inerziale a due attacchi; "10" sistema di scambio geotermico.

Realizzare lo schema riportato in Figura III-7, consente la possibilità di realizzare l'accumulo di energia termica, ma comporta una certa inerzia alla messa a regime iniziale dell'impianto, di cui occorre tener conto. Il tempo  $t'$  necessario ad accumulare energia termica in fase di accensione delle macchine, è stabilito dalla seguente relazione, in cui  $Q_h$  è la potenza complessiva dei moduli GAHP ed AY previsti nel sistema,  $V$  è il volume del vaso inerziale,  $C_p$  e  $\Delta T$  sono rispettivamente il calore specifico del fluido ed il salto termico dello stesso previsto da progetto.

$$t' = \frac{V \cdot \rho \cdot \Delta T \cdot C_p}{\dot{Q}_h}$$

### Produzione di acqua calda sanitaria

È possibile effettuare il servizio di produzione acqua calda sanitaria mediante l'utilizzo dei sistemi in pompa di calore GAHP-GS, tenendo in considerazione la temperatura massima di ritorno al condensatore (55°C per la versione HT e 45°C per la versione LT). È quindi opportuno realizzare un sistema ad accumulo con temperatura prossima a quella di utilizzazione (ad esempio 45°C), o un sistema con scambiatore di calore diretto alla medesima temperatura di lavoro. Per il controllo della funzione "antilegionella" occorre provvedere con metodi alternativi (caldaia di integrazione, resistenza elettrica, dosatore di ioni rame e argento, lampade UV, ecc...).

Nella Figura III-8 riportiamo l'esempio impiantistico di una singola GAHP-GS abbinata ad un impianto di riscaldamento con pannelli radianti e produzione di acqua calda sanitaria (ACS) ad accumulo. La pompa di calore, quando non è richiesto il servizio di produzione ACS, invierà all'impianto il fluido termovettore alle condizioni di utilizzo richieste. Quando il bollitore richiederà potenza per produrre ACS la scheda elettronica RB-100 di fornitura Robur permetterà, insieme al pannello digitale di controllo (DDC), di innalzare la temperatura di set-point dell'unità per soddisfare l'esigenza temporanea del bollitore. Una valvola a tre vie miscelatrice consentirà di mantenere controllata la temperatura di mandata ai serpentine radianti.

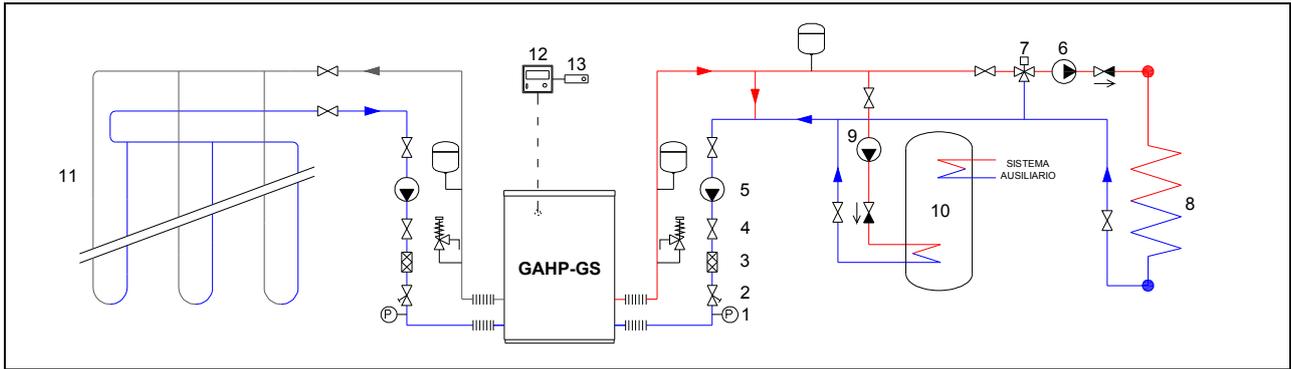


Figura III-8 - Schema per l'utilizzo della singola GAHP-GS anche per produzione di acqua calda sanitaria

Nello schema di Figura III-8 i componenti rappresentati assumono i seguenti significati: "1" manometro; "2" valvola di regolazione portata; "3" filtro acqua; "4" valvole di intercettazione; "5" pompa a portata costante circuito primario; "6" pompa a portata costante circuito secondario utenze; "7" valvola di regolazione a tre vie miscelatrice; "8" utenze impianto di riscaldamento; "9" pompa a portata costante circuito secondario ACS; "10" bollitore per preparazione ACS; "11" sistema di scambio geotermico; "12" pannello digitale di controllo DDC; "13" scheda elettronica RB-100.

**È essenziale evidenziare come il sistema di controllo non permetta la richiesta contemporanea di setpoint diversi per il lato caldo e il lato freddo.** Questo comporta che, in caso di funzionamento in condizionamento, non sia possibile controllare la temperatura sul lato caldo, neppure in presenza di una richiesta acqua calda sanitaria gestita tramite la scheda ausiliaria RB100 (descritta nel paragrafo 6.5 a pagina 40). La potenza termica disponibile in tal caso dipenderà esclusivamente dalle condizioni di esercizio dell'unità per il servizio condizionamento (in quanto modalità di funzionamento attiva) e quindi sarà necessario garantire, attraverso un sistema ausiliario, l'eventuale integrazione di temperatura necessaria a raggiungere le condizioni di progetto previste.

## 4.2 INAIL (ex I.S.P.E.S.L.)

Le pompe di calore ad assorbimento Robur GAHP-GS non abbisognano di rampa I.S.P.E.S.L., anche quando la somma delle loro portate termiche supera il valore di 35 kW. Lo stesso nel caso in cui siano previste delle caldaie Robur AY00-120 di integrazione della potenza termica. Ciò è consentito da quanto riportato nella Raccolta R edizione 2009 e da quanto precisato dalle successive lettere di chiarimento in quanto:

- al capitolo R.1.A vengono esclusi espressamente gli apparecchi certificati secondo la Direttiva Gas (2009/142/CEE, che ha sostituito la vecchia 90/396/CEE), così come non sono soggetti alla Raccolta R gli apparecchi con portata termica sotto i 35 kW. Per quanto attiene gli impianti certificati come insiemi (quali si qualificano le unità GAHP limitatamente al circuito ermetico) che risultano certificati secondo la Direttiva PED (97/23/CEE), questi non sono soggetti all'applicazione della Raccolta R e quindi sono esenti dall'obbligo di denuncia dell'impianto;
- al capitolo R.1.A punto 3 viene precisato che gli impianti secondari alimentati attraverso uno scambiatore il cui circuito primario (qualificato come insieme, secondo quanto visto al punto precedente) è percorso da un fluido che ha temperatura inferiore o uguale a 110°C non sono soggetti alla Raccolta R, in quanto tale primario non rientra nella definizione di "generatore" così come presentata nel testo della Raccolta R.
- al capitolo R.3.H viene precisato che, se gli scambiatori presenti nelle unità costituiscono una barriera idraulica tra i rispettivi circuiti, ai soli fini della denuncia INAIL dell'impianto secondario non vanno sommate le potenzialità dei primari a servizio del medesimo impianto secondario. Ne consegue che sono soggetti alla Raccolta R solo i circuiti primari che singolarmente superano i 35 kW.

Da quanto esposto consegue che, essendo che per le unità GAHP e per le AY00-120 Condensing il primario non supera i 110°C, la portata termica non supera i 35kW, le portate termiche dei primari non si sommano al fine della denuncia INAIL del secondario (in quanto fisicamente separati da idoneo scambiatore di calore, già montato sulle unità e che funge da barriera idraulica), tali unità non sono soggette al campo di applicazione della Raccolta R edizione 2009. In aggiunta le unità GAHP e AY00-120 Condensing hanno portate termiche individuali inferiori a 35 kW e pertanto non sono da denunciare.

Nel caso in cui la portata termica delle caldaie tradizionali (diverse dalle AY00-120 Condensing Robur, secondo quanto già specificato) utilizzate congiuntamente alle GAHP superi il valore di 35 kW, per le sole caldaie occorre provvedere secondo quanto normalmente richiesto negli impianti tradizionali.

**In conclusione, nel caso l'impianto sia costituito da tutte e sole unità Robur GAHP e AY00-120 Condensing, non è necessario presentare alcuna denuncia all'INAIL dell'impianto realizzato.**

### 4.3 CARATTERISTICHE DELL'ACQUA DI ALIMENTAZIONE IMPIANTO

Per loro stessa natura le unità ad assorbimento a gas non necessitano di torre evaporativa, e non hanno quindi bisogno di complessi e costosi sistemi di reintegro dell'acqua. Tuttavia l'acqua dell'impianto deve rispettare i parametri chimico-fisici previsti dalla legge per permettere alle unità ad assorbimento, come a qualsiasi altro generatore di calore idronico, di funzionare correttamente e di mantenere nel tempo la migliore efficienza propria e dell'impianto a cui sono connesse.

I sistemi di climatizzazione Robur al pari di tutti gli impianti di climatizzazione funzionano con acqua di rete di buona qualità. Per prevenire possibili problemi di funzionamento o durata causati dalla qualità dell'acqua di riempimento e di reintegro fare riferimento alle normative sul trattamento dell'acqua degli impianti termici per uso civile e/o industriale ed attenersi ai parametri chimico fisici dell'acqua indicati nelle tabelle seguenti. In particolare la presenza di cloro attivo nell'acqua può compromettere le parti dell'impianto e le unità Robur. Pertanto è necessario accertarsi che il valore di cloro attivo e il grado di durezza dell'acqua siano conformi a quanto riportato nelle tabelle seguenti.

CARATTERISTICHE DELL'ACQUA DI RIEMPIMENTO E RABBOCCO DEGLI IMPIANTI TERMOTECNICI VALORI RICHIESTI UNI 8065		
PARAMETRO	VALORE RICHIESTO	UNITÀ DI MISURA
Aspetto	limpido	\
Durezza totale acqua di riempimento e rabbocco	< 15 (*)	°f

(\*) = in caso di impianti per solo riscaldamento il valore richiesto è < 25 °f

Tabella III-15 - Caratteristiche acqua riempimento e rabbocco secondo UNI 8065

PARAMETRI CHIMICO-FISICI DELL'ACQUA DEGLI IMPIANTI TERMOTECNICI – VALORI RICHIESTI UNI 8065		
PARAMETRO	VALORE RICHIESTO	UNITÀ DI MISURA
Aspetto	possibilmente limpido	\
pH nell'acqua di circuito	> 7,0 (*)	\
Condizionanti protettivi	Presenti entro le concentrazioni prescritte dal fornitore del condizionante	\
Ferro disciolto nell'acqua di circuito	< 0,5	mg/kg
Rame disciolto nell'acqua di circuito	< 0,1	mg/kg

(\*) = con radiatori a elementi di alluminio o leghe leggere il pH deve essere < 8

Tabella III-16 - Caratteristiche acqua impianti termotecnici secondo UNI 8065

PARAMETRI CHIMICO-FISICI DELL'ACQUA DEGLI IMPIANTI TERMOTECNICI – VALORI RICHIESTI DAL COSTRUTTORE		
PARAMETRO	VALORE RICHIESTO	UNITÀ DI MISURA
Cloruri	< 125 <sup>(1)</sup>	mg/l
Cloro libero	< 0,2 <sup>(2)</sup>	mg/l
Fluoruri	< 1	mg/l
Solfuri	ASSENTI	mg/l
Alluminio	< 1	mg/l
Indice di Langelier	Compreso tra 0 e 0,4	\

(1) = valore riferito alla temperatura massima dell'acqua di 80°C

(2) = vedi UNI 8065

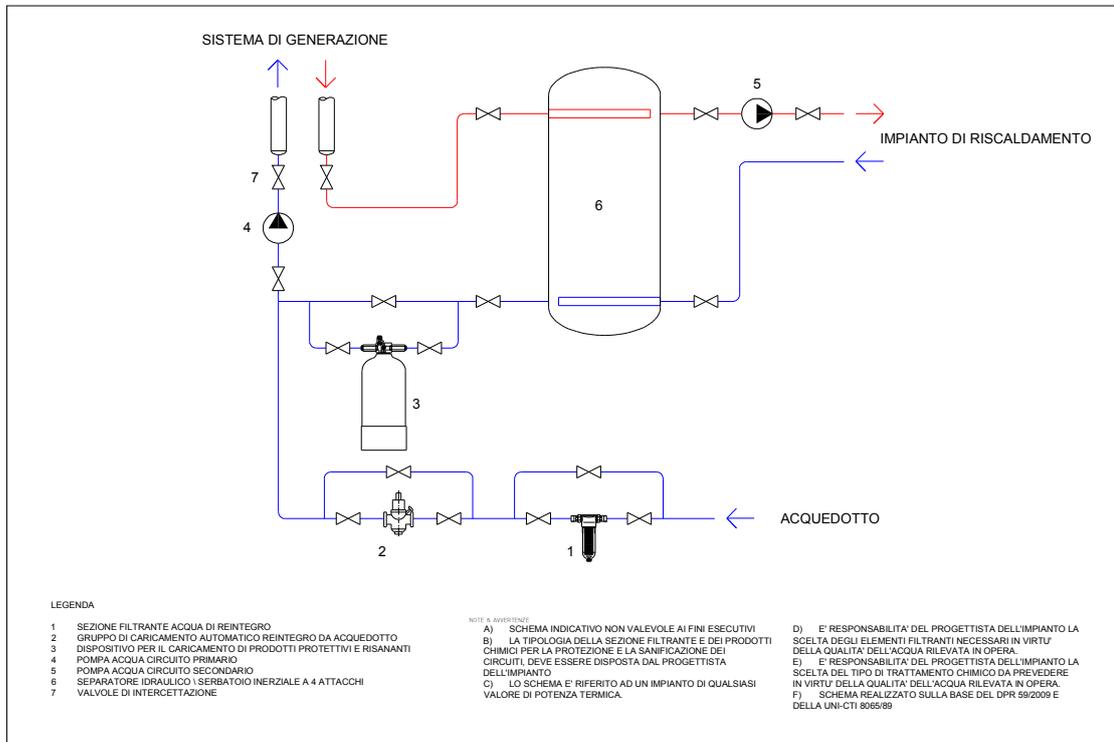
Tabella III-17 - Caratteristiche acqua impianti termotecnici richieste dal costruttore

Allo scopo di tutelare l'efficienza sia dell'impianto che degli apparati di produzione della potenza termofrigorifera, lo Stato ha emanato una serie di normative (Decreto del Ministero dello Sviluppo economico 37/2008 e Decreto del Presidente della Repubblica 59/2009) e di norme tecniche di riferimento (UNI 9182, UNI CTI 8065 e la UNI 10304).

La normativa, per quanto attiene gli impianti di riscaldamento (tipologia che comprende anche gli impianti per la produzione di acqua calda sanitaria tramite accumulo, visto che questo viene alimentato dal circuito di riscaldamento) distingue a priori tra gli impianti in cui la durezza temporanea (ovvero la somma dei contenuti di bicarbonati e carbonati di calcio e magnesio che sottoposti ad innalzamento della temperatura precipitano dando la formazione del calcare. La durezza temporanea è generalmente il 90% della durezza totale, quindi si è soliti affermare che misurando la durezza totale si determina anche la durezza temporanea) è inferiore a 25 °f e quelli in cui invece è superiore. Per questi è prevista un'ulteriore distinzione sulla base della potenza termica complessiva dell'impianto.

Queste le casistiche per gli impianti di solo riscaldamento (eventualmente con produzione indiretta di acqua calda sanitaria):

- Per gli **impianti con durezza temporanea inferiore a 25 °f** è richiesto un filtro di sicurezza sulla tubazione di adduzione dell'acqua di reintegro all'impianto, con lo scopo di trattenere le impurità in sospensione nelle tubazioni. In aggiunta è obbligatoria l'installazione di un sistema di trattamento chimico dell'acqua circolante nel circuito di riscaldamento, installato sulla tubazione di ritorno al sistema di generazione o sul sistema di generazione. Nella Figura III-9 seguente possiamo vedere un esempio di realizzazione dell'impianto.



**Figura III-9** - Impianti di qualsiasi potenza termica con durezza temporanea inferiore a 25 °f oppure con durezza temporanea superiore a 25 °f ma di potenza termica inferiore a 100 kW

- Per gli **impianti con durezza temporanea superiore a 25 °f e potenza termica inferiore a 100 kW** è richiesto il rispetto degli stessi requisiti di cui al caso precedente, come indicato in Figura III-9.
- Per gli **impianti con durezza temporanea superiore a 25 °f e potenza termica superiore a 100 kW** è richiesto, oltre a quanto già previsto per impianti sotto i 100 kW, l'inserimento aggiuntivo di un sistema di addolcimento dell'acqua. Nella Figura III-10 seguente possiamo vedere un esempio di realizzazione dell'impianto.

Queste le casistiche per gli impianti destinati alla sola produzione di acqua calda sanitaria (non tramite accumulo):

- Per gli **impianti di potenza inferiore a 100 kW o con durezza temporanea inferiore a 15 °f** è richiesto un filtro di sicurezza sulla tubazione di acqua di alimento dell'impianto e un trattamento chimico di protezione dalle incrostazioni e dalle corrosioni.
- Per gli **impianti con durezza temporanea superiore a 15 °f** è richiesto, oltre a quanto previsto per gli impianti con durezza inferiore, l'inserimento aggiuntivo di un sistema di addolcimento dell'acqua.

Queste le casistiche per gli impianti destinati alla produzione di acqua calda per riscaldamento e di acqua calda sanitaria (non tramite accumulo):

- Per gli **impianti di potenza inferiore a 100 kW** o per gli **impianti fino a 350 kW con durezza temporanea inferiore a 15 °f** o per gli **impianti con potenza superiore a 350 kW con durezza temporanea inferiore a 25 °f** è richiesto un filtro di sicurezza sulla tubazione di adduzione dell'acqua di alimento o reintegro all'impianto, con lo scopo di trattenere le impurità in sospensione nelle tubazioni. In aggiunta è obbligatoria l'installazione di un sistema di trattamento chimico dell'acqua circolante nel circuito di riscaldamento, installato sulla tubazione di ritorno al sistema di generazione e un trattamento chimico di protezione dalle incrostazioni e dalle corrosioni dell'acqua di alimento al circuito sanitario.

- Per gli impianti di potenza fino a 350 kW con durezza temporanea superiore a 15 °f o per gli impianti con potenza superiore a 350 kW con durezza temporanea superiore a 25 °f è richiesto, oltre a quanto già previsto nel caso precedente, l'inserimento aggiuntivo di un sistema di addolcimento dell'acqua.

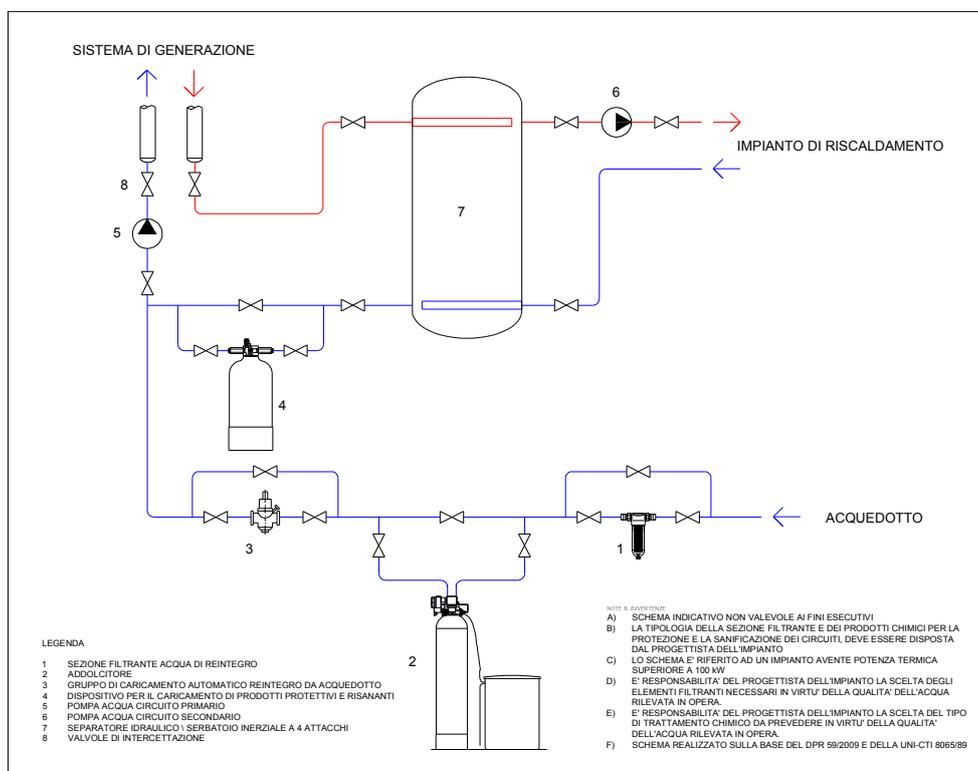


Figura III-10 - Impianto di durezza temporanea superiore a 25 °f e potenza termica superiore a 100 kW

I predetti trattamenti sono descritti dalla norma tecnica UNI 8065.

La scelta del sistema più opportuno è demandata al progettista, in funzione della qualità dell'acqua rilevata in opera da personale qualificato.

Per quanto riguarda gli additivi da aggiungere all'acqua impianto è necessario fare riferimento alle tabelle con le caratteristiche richieste per l'acqua impianto (Tabella III-15, Tabella III-16, Tabella III-17 alla pagina 26), e verificare (attraverso l'ufficio tecnico della società che produce l'additivo) che l'aggiunta dello stesso all'acqua di impianto non comporti alterazioni tali da uscire dai parametri richiesti. Di seguito vengono proposte alcune raccomandazioni che vanno comunque sempre tenute in considerazione. In ogni caso l'applicazione di questo tipo di additivi ricade sotto la responsabilità del progettista o dell'installatore, secondo quanto previsto dalla legge (DPR 59/09).

#### Raccomandazioni circa i prodotti risananti per la pulizia del circuito di riscaldamento

È necessario evitare prodotti con pH estremamente basso (quindi molto acidi).

Utilizzare prodotti a base di acidi policarbossilici complessati compatibili con tutti i metalli normalmente utilizzati e anche con acciaio inox, alluminio e leghe leggere. I prodotti sono da utilizzare per il tempo necessario, secondo le indicazioni del produttore (tipicamente alcuni giorni) e poi l'impianto va risciacquato molto accuratamente per evitare la permanenza nel circuito del prodotto.

Una volta eseguita la pulizia e risciacquato l'impianto, lo stesso va caricato con acqua nuova (rispettando le prescrizioni imposte dal DPR 59/09) additivata di opportuno prodotto protettivo.

#### Raccomandazioni circa i prodotti protettivi per circuiti di riscaldamento

##### Impianti tradizionali ad alta temperatura

È necessario utilizzare multicomponenti a base di molibdati per la protezione dalle corrosioni e dalle incrostazioni, compatibili con tutti i metalli normalmente utilizzati e anche acciaio inox, alluminio e leghe leggere.

- **Impianti a pavimento a bassa temperatura**

È necessario utilizzare prodotti multicomponenti a base di poliammine alifatiche filmanti (PAF) e biocidi per la protezione dalle corrosioni, dalle incrostazioni e dalla formazione di alghe all'interno dei circuiti. I prodotti devono essere compatibili con tutti i metalli normalmente utilizzati e anche acciaio inox, alluminio e leghe leggere.

**Raccomandazioni circa i prodotti protettivi per circuiti di acqua calda sanitaria**

È necessario utilizzare prodotti a base di orto e polifosfati alimentari per la protezione dalle incrostazioni e dalle corrosioni dei circuiti di acqua sanitaria. I prodotti devono essere addizionati proporzionalmente all'acqua con dosatori idrodinamici di polifosfati.

**Note importanti sui prodotti protettivi e risananti**

- Alcuni prodotti filmanti per la protezione dei circuiti idraulici agiscono inibendo l'ossidazione, e pertanto non sono compatibili con i circuiti in acciaio inox utilizzati per gli scambiatori interni delle unità Robur. Sono quindi sconsigliati per l'utilizzo con le unità Robur.
- I prodotti utilizzati in tutti i casi devono rispettare quanto previsto dalle tabelle delle caratteristiche acqua per le unità Robur (vedere Tabella III-15, Tabella III-16, Tabella III-17 a pagina 26).
- Secondo quanto previsto dal DPR 59/09, spetta al progettista e/o all'installatore determinare la necessità dell'utilizzo di tale prodotto, la scelta dello stesso, la concentrazione da utilizzare e infine assumersi la relativa responsabilità del buon funzionamento dell'impianto.

## 4.4 CRITERI DI INSTALLAZIONE

### Posizionamento unità

- L'unità GAHP-GS, è disponibile per installazione esterna (nel qual caso va ordinata la versione da esterno) ed interna. In caso di installazione interna deve essere comunque posta in un luogo adeguatamente areato.
- La posizione dell'unità, in base alla collocazione, alla presenza di ostruzioni, all'altezza da terra, alla numerosità delle unità, dovrà evitare il ricircolo/ristagno dei fumi di combustione.
- Se l'unità GAHP-GS deve essere installata in prossimità di costruzioni, accertarsi che la stessa risulti fuori dalla linea di gocciolamento d'acqua di grondaie o simili.

### Evacuazione dei prodotti della combustione

- L'unità GAHP-GS deve essere installata in modo tale che lo scarico dei fumi non risulti nelle immediate vicinanze di prese d'aria esterne di un edificio e che questo non crei dei ristagni di fumi nella zona attorno alle unità.
- L'unità GAHP-GS è omologata per l'allacciamento del tubo di evacuazione dei prodotti di combustione ad un condotto fumario per il collegamento diretto all'esterno tipo C<sub>13</sub>, C<sub>33</sub>, C<sub>43</sub>, C<sub>53</sub>, C<sub>63</sub> e C<sub>83</sub>. In caso di installazione esterna della versione da esterno sono possibili anche le installazioni B<sub>23P</sub>, B<sub>33</sub>. Per le unità in versione da esterno viene fornito a corredo un terminale di scarico fumi (vedere Figura III-2 a pagina 10). L'unità è provvista di un attacco di diametro Ø 80 mm (dotato di relativa guarnizione di tenuta) posto nella parte laterale sinistra (vedere Figura III-1 di pagina 9). Qualora la tipologia di installazione e/o le normative vigenti prevedano la canalizzazione dei prodotti della combustione attenersi alle indicazioni riportate in Tabella III-18 per il dimensionamento del condotto canalizzato dei prodotti della combustione.

Tipo di gas	Portata termica	CO <sub>2</sub> (%)	TF (C°)	Portata fumi (kg/h)
G20	Nominale	9,10	65	42
	Minima	8,90	46	21
G25	Nominale	9,10	63,6	42
	Minima	8,90	45,7	21
G25.1	Nominale	10,10	65	45
	Minima	9,60	46	23
G27	Nominale	9,0	64	42
	Minima	8,5	46	21
G2.350	Nominale	9,00	62,7	42
	Minima	8,70	46,8	22
G30	Nominale	10,40	65	43
	Minima	10,10	46	22
G31	Nominale	9,10	65	48
	Minima	8,90	46	24

Tabella III-18 - Portata e temperatura fumi

- L'eventuale canna fumaria ed il relativo canale da fumo devono essere dimensionati per un funzionamento a tiraggio forzato in relazione alla prevalenza residua disponibile all'uscita dal camino. Gli stessi possono essere realizzati in polipropilene e l'elevata prevalenza residua disponibile (80 Pa) permette di individuare senza difficoltà la soluzione ottimale per lo scarico.
- Nel caso di collegamento in cascata di più unità GAHP-GS allo stesso condotto di evacuazione dei prodotti di combustione è necessario prevedere su ciascun terminale di scarico una valvola a clapet per impedire il ritorno dei fumi nell'unità qualora questa sia spenta. Sarà necessario predisporre, a cura dell'installatore, una opportuna protezione della valvola dai raggi UV (qualora la valvola sia realizzata in materiale plastico) e dalla potenziale ghiacciatura invernale dei reflussi di condensa nel sifone.
- **Come da disposizioni di legge, il dimensionamento delle canne fumarie collettive (o comunque in difformità da quelle fornite in dotazione alle unità) rientra nel campo di responsabilità del progettista o dell'installatore, che dovranno attenersi alle specifiche normative tecniche applicabili.**

### Smaltimento della condensa dei fumi di combustione

- Ogni singola unità è fornita di un sistema di evacuazione delle condense, che va collegato al sistema di scarico a cura dell'installatore. La pendenza disponibile deve essere almeno 10 mm ogni metro di lunghezza. Nei casi ove la legge lo consente è possibile lo scarico diretto in fogna, in caso contrario bisogna predisporre un sistema di neutralizzazione della condensa prima dello scarico. Qualora non sia possibile garantire la pendenza richiesta risulta essere necessaria una pompa di rilancio della condensa, disponibile a richiesta come accessorio unicamente per installazione interna. È opportuno prestare attenzione al possibile congelamento dell'acqua di condensa nel periodo invernale, proteggendo opportunamente il condotto ad esempio mediante resistenze o interrando il condotto stesso.

### Impianto idraulico e adduzione gas

- Il dimensionamento delle tubazioni idrauliche e della pompa deve garantire la portata d'acqua nominale necessaria per il corretto funzionamento dell'unità GAHP-GS (per il calcolo delle perdite di carico interne dell'unità GAHP-GS fare riferimento alla Tabella III-1 di pagina 6).
- L'impianto idraulico può essere realizzato utilizzando tubazioni in acciaio inox, ferro nero, rame o polietilene reticolato idoneo per impianti termici/frigoriferi. Tutte le tubazioni dell'acqua e i raccordi devono essere opportunamente coibentati secondo le norme vigenti, per evitare dispersione termica e formazione di condensa.
- Quando vengono utilizzate tubazioni rigide, per evitare trasmissioni di vibrazioni si raccomanda di connettere l'ingresso e l'uscita acqua dell'unità GAHP-GS con giunti antivibranti.
- In fase di riempimento assicurare il contenuto minimo d'acqua nell'impianto, aggiungendo ove necessario all'acqua dell'impianto (priva di impurità) glicole monoetilenico inibito in quantità proporzionale alla temperatura minima invernale della zona di installazione (vedere Tabella III-19). Il glicole può essere in ogni caso necessario, qualora la temperatura dell'acqua refrigerata di mandata sia pari o inferiore a 3°C. All'occorrenza può essere impiegato anche glicole di tipo propilenico, tuttavia questo è caratterizzato da maggiori perdite di carico e da peggiori prestazioni di scambio termico.
- Nel caso in cui non si voglia impiegare glicole antigelo durante il normale funzionamento dell'unità (supponendo di conseguenza che la temperatura minima raggiunta dall'acqua, sia sul lato caldo che

sul lato freddo, in ogni condizione di funzionamento, sia maggiore di 4°C), è necessario garantire un volume minimo di acqua nel circuito primario pari ad almeno 70 litri per ogni modulo GAHP-GS previsto, sia sul lato caldo che sul lato freddo. In questo caso è quindi necessario adeguare il diametro delle tubazioni o prevedere l'impiego di un serbatoio inerziale (o di un accumulo) di adeguata capacità.

- A livello di indicazione del contenuto d'acqua ottimale del circuito primario è opportuno orientarsi su un accumulo di circa 300/500 litri per ogni unità (se il minimo gradino di parzializzazione è una singola unità), salendo fino a 1000 litri se il minimo gradino di parzializzazione è superiore a 2 unità.
- Per evitare il congelamento dell'acqua nel circuito, il modulo GAHP-GS è dotato di dispositivo antigelo. Tale dispositivo (funzione antigelo) mette in moto la pompa di circolazione acqua lato impianto (se controllata dall'unità GAHP-GS) ed eventualmente il relativo bruciatore (quando necessario). È quindi necessario garantire durante tutto il periodo invernale l'alimentazione elettrica e gas all'unità GAHP-GS. Nel caso in cui la continuità dell'alimentazione elettrica/gas non si possa garantire, prevedere l'impiego di glicole antigelo secondo quanto precedentemente indicato.
- Se si prevede l'impiego di glicole antigelo, **NON IMPIEGARE** tubazioni e raccordi zincati in quanto soggetti, con la presenza di glicole, a possibili fenomeni corrosivi. Nella Tabella III-19 è riportata a titolo indicativo la temperatura di congelamento dell'acqua ed il conseguente incremento di perdita di carico dell'unità GAHP-GS e del circuito impianto in funzione della percentuale di glicole monoetilenico. Questa tabella è da tenere in considerazione per il dimensionamento delle tubazioni e del circolatore (per il calcolo delle perdite di carico interne dell'unità fare riferimento ai dati tecnici di pagina 8).
- Si consiglia comunque di consultare le specifiche tecniche del glicole monoetilenico o propilenico impiegato.

% di GLICOLE MONOETILENICO	10	15	20	25	30	35	40
<b>TEMPERATURA DI CONGELAMENTO DELL'ACQUA</b>	-3°C	-5°C	-8°C	-12°C	-15°C	-20°C	-25°C
<b>PERCENTUALE DI INCREMENTO DELLE PERDITE DI CARICO</b>	—	6%	8%	10%	12%	14%	16%
<b>PERDITA DI EFFICIENZA DELL'APPARECCHIO</b>	—	0,5%	1%	2%	2,5%	3%	4%

Tabella III-19 - Temperature indicative di congelamento dell'acqua

- La pressione d'alimentazione della rete di distribuzione gas deve essere compresa tra 17 e 25 mbar per il gas naturale (G20) e tra 25 e 35 mbar per il gas G.P.L. (sia G30, sia G31).
- L'impianto di alimentazione del gas deve essere dimensionato per la portata necessaria all'unità e deve essere dotato di tutti i dispositivi di sicurezza e di controllo prescritti dalle norme vigenti.
- Prevedere la pulizia generale dell'impianto da scorie e residui di lavorazione prima della messa in servizio delle unità, onde evitare il conseguente intasamento dei filtri ed eventuali problemi di scarsa circolazione d'acqua.
- È opportuno predisporre opportuni accorgimenti per evitare il congelamento dell'acqua in eventuali circuiti del lato secondario non utilizzati durante il periodo invernale (ad esempio il controllo, tramite orologio o termostato, del funzionamento delle pompe di circolazione di quel ramo d'impianto).
- In caso di fermo impianto o di soste prolungate del sistema di climatizzazione si suggerisce di non svuotare l'impianto idraulico, in quanto sono possibili fenomeni di ossidazione che potrebbero danneggiare sia l'impianto che le unità Robur, a causa dell'innescò di fenomeni di corrosione.
- È importante verificare l'assenza di perdite nel circuito idrico che potrebbero comportare lo scaricamento dello stesso, in modo da evitare l'immissione continua di acqua di rabbocco che a sua volta comporta sia l'introduzione indiretta di ossigeno sia la diluizione di eventuali inibitori inseriti, quali ad esempio il glicole antigelo.

#### 4.5 COLLOCAZIONE DELL'UNITÀ GAHP-GS

- **Sollevamento e collocazione in sito**

L'unità GAHP-GS può essere installata al livello del terreno, oppure sul terrazzo o a tetto, compatibilmente con le sue dimensioni e il suo peso (dati riportati in Tabella III-1 a pagina 6).

La gru di sollevamento/movimentazione e tutti i dispositivi accessori (tiranti, funi, barre) devono essere opportunamente dimensionati per il carico da sollevare.

- **Base d'appoggio e livellamento**

Collocare sempre l'unità GAHP-GS su una superficie piana livellata realizzata in materiale ignifugo e in grado di reggere il peso dell'unità stessa. Se necessario portare l'unità GAHP-GS a livello usando spessori metallici da porre opportunamente in corrispondenza degli appoggi; non usare spessori in legno perché degradabili in breve tempo.

- **Installazione al livello del terreno**

Nel caso non si abbia a disposizione una base di appoggio orizzontale occorre realizzare un basamento piano livellato in calcestruzzo, più grande delle dimensioni della base dell'unità GAHP-GS: almeno 100-150 mm per ogni lato.

Le dimensioni dell'unità GAHP-GS sono riportate in Tabella III-1 a pagina 6.

- **Installazione sui piani intermedi o a tetto**

Collocare l'unità GAHP-GS (sia in caso di installazione esterna che interna) su una superficie piana livellata realizzata in materiale ignifugo.

Il peso dell'unità GAHP-GS (riportato in Tabella III-1 a pagina 6) sommato a quello della base d'appoggio devono essere supportati dalla struttura dell'edificio.

Sebbene l'unità GAHP-GS presenti vibrazioni di entità molto modesta, l'utilizzo di appoggi antivibranti (disponibili come accessorio) è particolarmente consigliato nei casi di installazione a tetto o terrazzo in cui si possono verificare fenomeni di risonanza.

Inoltre è utile prevedere anche dei collegamenti flessibili (giunti antivibranti) tra l'unità GAHP-GS e le tubazioni idrauliche e di adduzione gas.

- **Distanze di rispetto**

Posizionare l'unità GAHP-GS in modo tale da mantenere sempre le distanze minime di rispetto da superfici combustibili, pareti o da altri apparecchi come riportato in Figura III-11 e in Figura III-12.

Le distanze minime di rispetto sono necessarie per poter effettuare le operazioni di manutenzione.

È necessario garantire il sufficiente apporto di aria onde evitare il ricircolo dei prodotti della combustione.

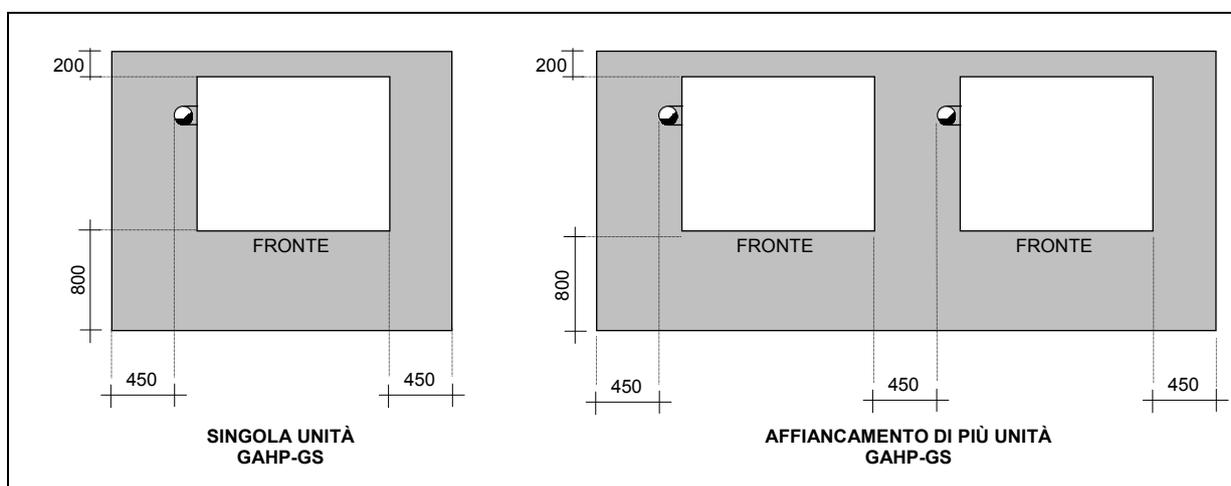


Figura III-11 - Distanze minime di rispetto (quote espresse in mm) fino a un massimo di 5 unità

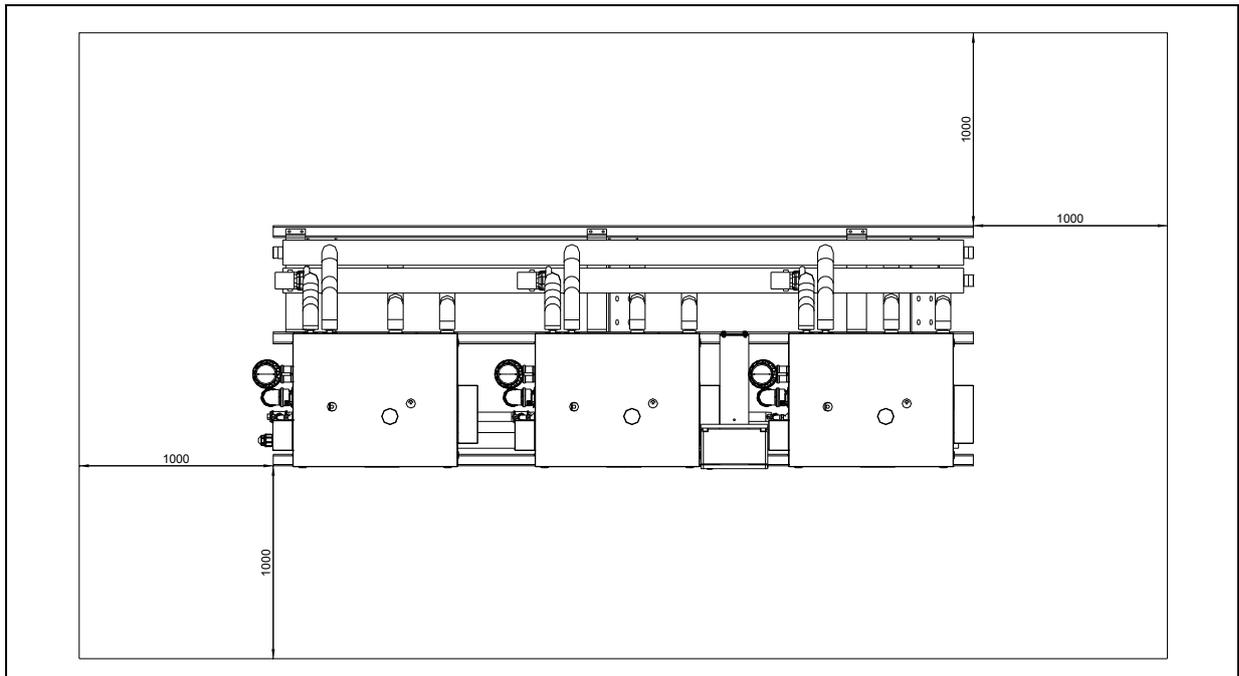


Figura III-12 - Distanze minime di rispetto (quote espresse in mm) per singole unità preassemblate in configurazione multi-link

Valutare l'impatto sonoro delle unità in funzione del sito di installazione: evitare di collocare le unità in posizioni (angoli di edifici, ecc) che potrebbero amplificarne il rumore (effetto riverbero) o comunque verificarne le implicazioni acustiche.

#### ▪ Normative inerenti il locale tecnico

In caso di installazione all'interno degli edifici, per la realizzazione dei locali tecnici nei quali dovessero essere inserite le unità GAHP-GS e per tutti i riferimenti normativi da rispettare per gli impianti di centrale (elettrici e idronici), è richiesto il rispetto di quanto contenuto nel Decreto Ministeriale 12 Aprile 1996, nel Decreto Ministeriale 10 Giugno 1980 e nella Norma EN 378-3.

In particolare si segnala la necessità di dotare il locale tecnico di un sistema di ventilazione meccanica utilizzato solo per tale ambiente, la cui portata deve essere definita mediante l'impiego dalla seguente equazione.

$$G = 50 \cdot \sqrt[3]{m^2} \quad [m^3/h]$$

Nell'equazione precedente G identifica la portata d'aria del sistema di ventilazione forzata ed m rappresenta i chilogrammi d'ammoniaca presenti in una singola GAHP-GS (7,0 kg). Nel caso di installazione di più unità la quantità di ammoniaca ai fini del calcolo della portata di ventilazione non deve essere aumentata ma rimane fissa alla quantità di 7,0 kg.

#### ▪ Normativa inerente la canalizzazione dello scarico refrigerante

La normativa EN 378-3 prevede l'obbligo di scaricare eventuali fuoriuscite di fluido refrigerante derivanti dall'apertura delle valvole di sovrappressione presenti sul circuito ermetico all'esterno del locale tecnico. A questo scopo è stato realizzato, per le sole unità in versione da interno, lo scarico indicato con Q nello schema dimensionale di Figura III-1 a pagina 9 ed è reso disponibile come accessorio un kit per la canalizzazione verso l'esterno di tali eventuali fuoriuscite. In ogni caso tale condotto non deve prevedere alcun organo di intercettazione tra lo scarico Q e l'uscita all'esterno e deve essere obbligatoriamente realizzato in acciaio al carbonio (è vietato l'impiego di materiali a base di rame e leghe derivate quali ad esempio ottone).

In caso di installazione di più unità GAHP-GS in versione da interno è possibile realizzare un unico condotto di scarico collegato a tutte le unità presenti, di diametro opportuno in funzione della lunghezza del condotto.

La lunghezza massima consentita per il condotto di scarico è indicata nella tabella seguente.

DIAMETRO	DN	Lunghezza massima [m]
1" ¼	32	30
2"	52	60

Tabella III-20 – Lunghezza massima tubo canalizzazione scarico refrigerante

Lo scarico può avvenire direttamente in atmosfera, avendo cura che il terminale di evacuazione posto all'esterno del locale sia lontano da porte, finestre e aperture di aerazione, considerando che l'altezza di posizionamento dello stesso deve essere tale da evitare che l'eventuale fuoriuscita di fluido refrigerante possa essere accidentalmente inalata da persone in transito in prossimità del terminale stesso. In alternativa è possibile prevedere lo scarico tramite combustione oppure tramite assorbimento in opportuna quantità di acqua.

**La mancata installazione della canalizzazione dello scarico delle valvole di sicurezza potrebbe generare condizioni di pericolo all'interno del locale di installazione, e pertanto l'unità potrà essere accesa esclusivamente se sarà stata realizzata una idonea canalizzazione, secondo quanto indicato sopra.**

#### 4.6 COMPONENTI DA PREVEDERE PER L'IMPIANTO IDRAULICO

I componenti da prevedere in prossimità dell'unità GAHP-GS di seguito elencati, sono raffigurati negli schemi d'impianto idraulico tipo riportati nella Sezione "SCHEMI IMPIANTI":

- GIUNTI ANTIVIBRANTI in corrispondenza degli attacchi acqua e gas
- MANOMETRI installati nelle tubazioni acqua di ingresso e uscita
- VALVOLA DI REGOLAZIONE PORTATA a saracinesca o di bilanciamento installata nella tubazione acqua in ingresso
- FILTRO ACQUA installato nella tubazione acqua in ingresso, con maglia MIN 0,7 mm, MAX 1 mm
- VALVOLE A SFERA DI INTERCETTAZIONE delle tubazioni acqua e gas dell'impianto
- VALVOLA DI SICUREZZA 3 bar installata nella tubazione acqua in uscita
- VASO D'ESPANSIONE installato sulla tubazione acqua in uscita
- POMPA DI CIRCOLAZIONE ACQUA impianto, posizionata sulla tubazione acqua in ingresso, scelta con caratteristiche adeguate all'impianto
- Sistemi per lo SFIATO DELL'ARIA dalle tubazioni acqua posizionati nelle parti elevate dei circuiti di centrale
- RUBINETTO DI SCARICO delle tubazioni acqua
- Sistema di RIEMPIMENTO IMPIANTO: nel caso di impiego di sistemi automatici di riempimento è opportuna una verifica stagionale della percentuale di glicole monoetilenico presente nell'impianto
- Sistema di RACCOLTA E SMALTIMENTO CONDENZA collegato allo scarico condensa già presente sull'unità, completo di eventuale sistema di neutralizzazione secondo le disposizioni di legge e di eventuale pompa di rilancio condensa
- Sistema di CANALIZZAZIONE DELLO SCARICO REFRIGERANTE collegato allo scarico già predisposto sull'unità, realizzato tassativamente in acciaio al carbonio

Nel caso di collegamento di più unità GAHP-GS sullo stesso circuito idraulico, si dovrà inoltre prevedere:

- POMPA DI CIRCOLAZIONE ACQUA per singola unità, inserita nella tubazione acqua in ingresso, in spinta verso l'unità GAHP-GS, scelta con caratteristiche adeguate all'impianto
- SEPARATORE IDRAULICO completo di valvola di sfiato aria e rubinetto di scarico
- POMPA DI CIRCOLAZIONE ACQUA IMPIANTO inserita nella tubazione acqua di mandata all'impianto, in spinta verso l'impianto

## 5 PROGETTAZIONE ELETTRICA

Per l'esecuzione dell'impianto di alimentazione elettrica, dovranno essere rispettate le seguenti indicazioni:

- La tensione di alimentazione deve essere 230 V 1N - 50 Hz.
- I componenti elettrici da prevedere per i collegamenti (sezionatori, fusibili, relè, ecc.) devono essere inseriti in un apposito quadro elettrico esterno da predisporre, a cura dell'installatore, in prossimità dell'unità GAHP-GS.
- Nel caso di presenza nell'impianto di un separatore idraulico, prevedere gli opportuni accorgimenti per evitare il congelamento dell'acqua lato secondario durante il periodo invernale (per esempio il controllo, tramite orologio o termostato, del funzionamento della pompa di circolazione acqua impianto secondario).

**N. B. :** La sicurezza elettrica dell'apparecchio è garantita soltanto quando lo stesso è correttamente collegato ad un efficace impianto di messa a terra, eseguito come previsto dalle vigenti norme di sicurezza.

**Non utilizzare i tubi gas come messa a terra di apparecchi elettrici.**

Gli schemi dei collegamenti elettrici sono riportati nella Sezione "SCHEMI IMPIANTI".

### 5.1 COLLEGAMENTI ALL'UNITÀ GAHP-GS

Per il collegamento elettrico di una o più unità GAHP-GS è necessario:

- Un cavo per il collegamento di tipo FG7(O)R 3Gx1,5.
- Un sezionatore esterno bipolare con 2 fusibili da 5A tipo T con apertura minima dei contatti di 3 mm oppure un interruttore magnetotermico da 10 A.

In caso di installazioni caratterizzate da presenza di "neutro sporco" (ovvero presenza di tensione residua sul neutro) è reso disponibile come accessorio un trasformatore da 50 VA idoneo alla risoluzione di tale problematica, che va installato direttamente nel quadro strumenti dell'unità.

### 5.2 COLLEGAMENTI DEL SISTEMA DI CONTROLLO FUNZIONAMENTO

Per il controllo e la gestione del funzionamento dell'unità GAHP-GS è disponibile come accessorio un Pannello Digitale di Controllo (DDC).

Il pannello digitale di controllo deve essere alimentato con un trasformatore di sicurezza 230/24 Vac - 50/60 Hz di potenza non inferiore a 20 VA, non compreso nella fornitura.

La lunghezza massima ammissibile per il cavo di alimentazione 24Vac del pannello DDC è di 1 metro.

Per il collegamento dell'unità al DDC fino a una distanza complessiva da coprire  $\leq 200$  m e fino a 5 unità collegate, è utilizzabile un semplice cavo schermato 3x0,75 mm<sup>2</sup>; negli altri casi è invece richiesto un cavo CAN-BUS rispondente allo standard Honeywell SDS, come di seguito riportato:

- Robur Netbus (Robur, per lunghezza massima di 450 m)
- Belden 3086A (Honeywell SDS 1620, per lunghezza massima di 450 m)
- Turck tipo 530 (Honeywell SDS 1620, per lunghezza massima di 450 m)
- Turck tipo 5711 (DeviceNet Mid Cable, per lunghezza massima di 450 m)
- Turck tipo 531 (Honeywell SDS 2022, per lunghezza massima di 200 m)

## 6 SISTEMA DI REGOLAZIONE

### 6.1 PANNELLO DIGITALE DI CONTROLLO (DDC)

Il componente essenziale per effettuare il controllo e la regolazione dei sistemi GAHP è il Pannello Digitale di Controllo.

Il Pannello Digitale di Controllo, denominato DDC (Direct Digital Controller), è un dispositivo in grado di visualizzare su di un display grafico LCD retroilluminato (128x64pixel) tutte le condizioni di stato, di funzionamento e di anomalia relative ad ogni singola unità alla quale è allacciato. Il DDC effettua il controllo di termostatazione acqua controllando l'accensione e lo spegnimento delle unità ad esso collegate.

Ogni singolo pannello digitale è in grado di gestire fino a sedici moduli GAHP-GS, oltre tale numero è necessaria l'adozione di un secondo DDC da utilizzarsi unitamente al primo per la regolazione dell'intero complesso di apparecchiature. È possibile abbinare fino a 3 pannelli DDC per controllare un massimo di 48 unità. Per le unità preassemblate il pannello digitale di controllo è già disponibile a corredo dell'apparecchiatura. Nel caso di moduli singoli non preassemblati da Robur, il DDC è un accessorio opzionale.

Il Pannello Digitale di Controllo è destinato per installazione interna (temperatura aria ambiente compresa tra 0°C e 50°C), applicato ad un quadro elettrico nel quale deve essere realizzata un'apertura di forma rettangolare di dimensioni 155 x 151 mm.

Sulla parte anteriore del DDC sono presenti un display grafico sul quale vengono visualizzati tutti i parametri necessari ad effettuare il controllo, la programmazione e la configurazione degli impianti gestiti del DDC (particolare 1, Figura III-13); una manopola selezionatrice (Encoder) attraverso la quale si interagisce con il DDC e consente di selezionare opzioni, impostare parametri, etc. (particolare 2, Figura III-13); una porta seriale RS 232 utilizzata per il collegamento del DDC a un Personal computer (particolare 3, Figura III-13), utilizzata per le operazioni di assistenza tecnica e per l'interfacciamento del pannello DDC tramite protocollo Modbus.

Sulla parte posteriore del DDC sono alloggiati tutti i collegamenti elettrici e CAN-BUS necessari al suo funzionamento. Inoltre, sono presenti dei contatti puliti utili per eventuali opzioni di accensione e spegnimento del DDC attraverso consensi on-off provenienti da sistemi di regolazione esterni, eventuali segnalazioni luminose e sonore per allarmi da porre in posizione remota, ed i contatti per il collegamento di una sonda aria esterna (opzionale).

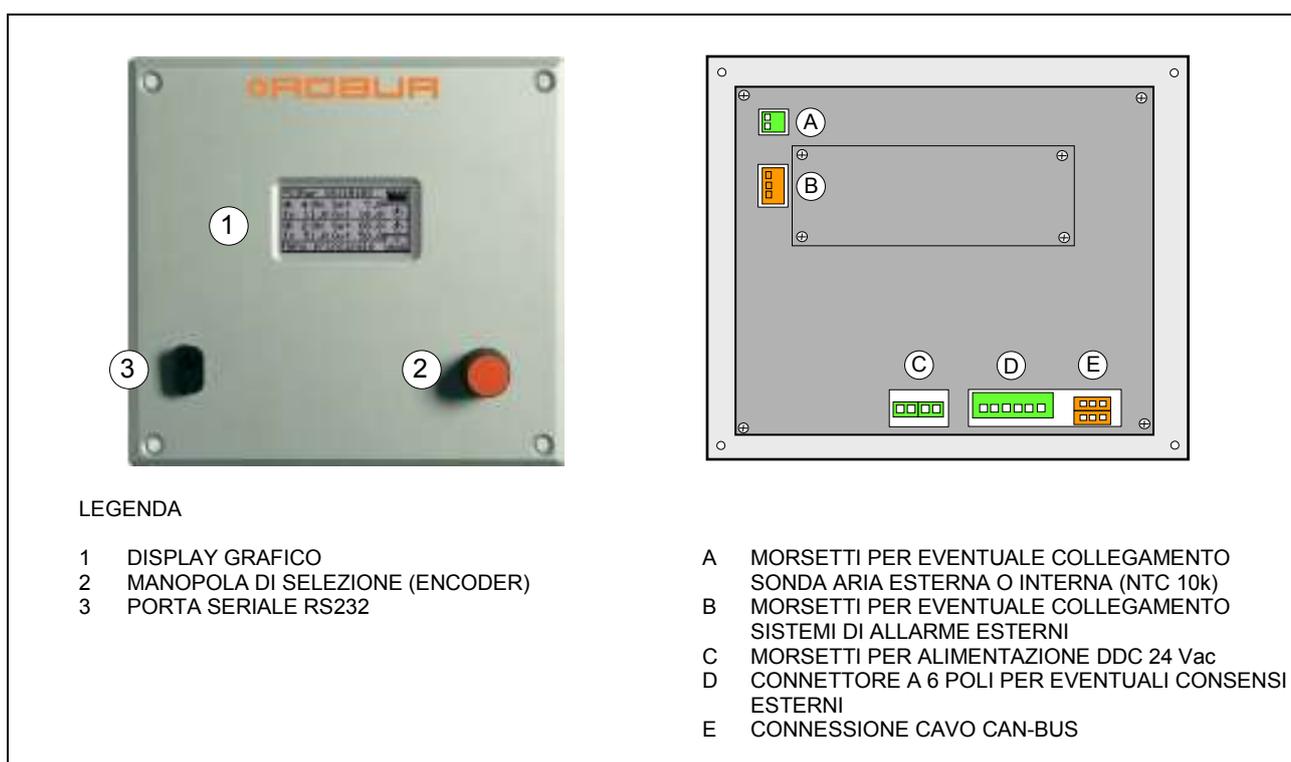


Figura III-13 - Vista anteriore/posteriore e dettaglio connessioni elettriche Pannello Digitale di Controllo (DDC)

## 6.2 CONTROLLO E REGOLAZIONE DEL SISTEMA GAHP-GS

Tramite uno o più pannelli di controllo DDC è possibile ottenere la completa diagnostica del sistema e controllare e regolare il funzionamento dello stesso.

In particolare è possibile impostare il differenziale ed il set-point invernale desiderato per la temperatura del fluido termovettore, decidendo a priori se regolare la temperatura di mandata oppure quella di ritorno. È possibile effettuare l'operazione sopra descritta su quattro fasce orarie giornaliere, eventualmente utilizzando quattro valori differenti per il set-point.

La concezione impiantistica proposta da Robur ha il sicuro vantaggio di consentire il funzionamento completamente indipendente tra i singoli moduli che le compongono, in modo da erogare la potenza termica/frigorifera strettamente necessaria alla situazione di carico istantaneo, evitando frequenti variazioni di funzionamento ed i conseguenti inutili sprechi di combustibile.

L'inserimento in cascata delle unità fino ad un massimo di dieci gradini di parzializzazione per ogni tipologia di unità configurata sull'impianto è garantito dal DDC.

Il sistema non prevede l'adozione di sonde da posizionare sulle tubazioni di mandata o di ritorno dell'impianto, in quanto le unità GAHP-GS sono dotate di appositi sensori che permettono direttamente a bordo unità il rilevamento delle temperature del fluido termovettore.

### Modalità riscaldamento e produzione ACS

L'obiettivo della regolazione effettuata dal pannello digitale di controllo DDC è mantenere la temperatura dell'acqua entro una fascia centrata attorno al setpoint impostato. L'ampiezza di tale fascia è definita da un apposito parametro, documentato sui manuali tecnici di installazione del pannello DDC, il cui valore di default è di 2°C (cioè  $\pm 1^\circ\text{C}$  rispetto al valore di setpoint), che si dimostra ottimale per la maggior parte delle applicazioni.

### Modalità condizionamento

L'algoritmo utilizzato per la regolazione della temperatura dell'acqua è identico a quello della modalità riscaldamento, fatta salva l'inversione della logica, grazie alla quale gli stadi vengono accesi quando la temperatura è più alta dell'obiettivo e spenti quando si abbassa.

**Per una descrizione dettagliata della modalità di controllo realizzata dal DDC si rimanda al libretto di installazione del DDC (codice DLBR257), disponibile anche online sul sito [www.robur.it](http://www.robur.it).**

## 6.3 GESTIONE SONDA CLIMATICA ESTERNA – CURVE CLIMATICHE

Mediante gli ingressi disponibili nella parte posteriore del pannello DDC (particolare A, Figura III-13 a pagina 36) è possibile collegare una sonda di temperatura di tipo resistivo (NTC 10k $\Omega$ ), conforme alle prestazioni indicate nella Tabella III-21 di seguito, in modo da poter richiedere una temperatura scorrevole sia per il servizio riscaldamento che per il servizio condizionamento sulla base della temperatura esterna rilevata e della temperatura di setpoint dell'ambiente interno.

Prestare attenzione nel caso di impiego di sonde resistive con caratteristiche sensibilmente diverse perché questo potrebbe alterare in modo significativo l'efficacia del sistema di regolazione.

A seconda del tipo di impianto, ed in particolar modo del tipo di terminali di emissione, e delle caratteristiche dell'edificio, dovrà essere utilizzata la curva appropriata, selezionata dalla famiglia di curve climatiche disponibili. Al variare della temperatura di setpoint dell'ambiente interno la curva verrà modificata automaticamente.

Le curve climatiche utilizzate dal pannello DDC per il condizionamento differiscono da quelle utilizzate per il riscaldamento, e anche le modalità di selezione della specifica curva differiscono per i due servizi.

Temperature in °C	Resistenza in $\Omega$
0	32.650
5	25.390
10	19.990
15	15.710
20	12.490
25	10.000
30	8.057
35	6.530
40	5.327
45	4.370
50	3.603
55	2.986
60	2.488
65	2.083
70	1.752
75	1.479
80	1.255
85	1.070
90	915,3
95	786,7
100	678,3
105	587,3
110	510,3
115	445,0
120	389,3

Tabella III-21 - Tabella caratteristiche resistenza sonde di temperatura

### Modalità condizionamento

Per quanto riguarda il condizionamento, le curve climatiche sono una famiglia di rette e la scelta della curva da utilizzare si effettua specificando due punti per i quali essa deve passare: nel dettaglio, deve essere specificata la temperatura che l'acqua refrigerata deve avere alla temperatura esterna di 25°C e 35°C; ad esempio, nel grafico riportato in Figura III-14 la curva selezionata implica che le macchine produrranno acqua refrigerata alla temperatura di 7°C quando la temperatura esterna è 35°C e di 10°C quando la temperatura esterna è di 25°C.

La curva che viene così definita è riferita ad una temperatura di setpoint ambiente interno di 25°C; se la temperatura di setpoint è diversa, il sistema adegua automaticamente la curva utilizzata.

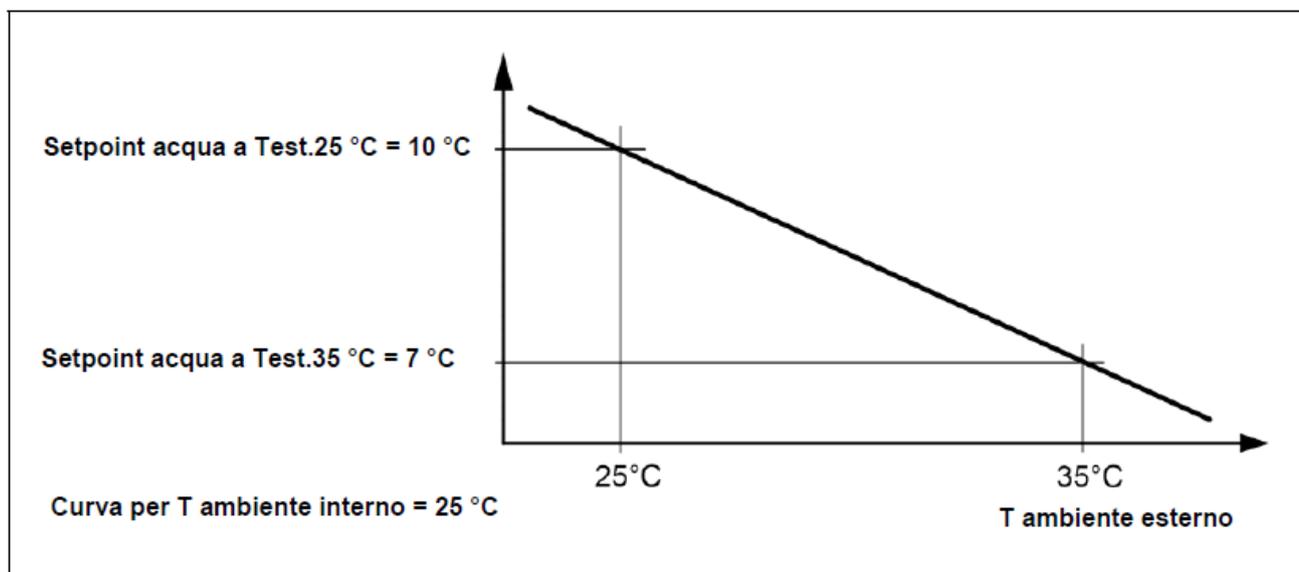


Figura III-14 - Grafico delle curve di condizionamento

### Modalità riscaldamento

Per quanto riguarda il riscaldamento, la famiglia di curve climatiche è indicata in Figura III-15 e la scelta della curva da utilizzare si effettua specificando il valore di un parametro che indica la pendenza della curva. La curva che viene così definita è riferita ad una temperatura di setpoint ambiente interno di 20°C; se la temperatura di setpoint è diversa, il sistema adegua automaticamente la curva utilizzata.

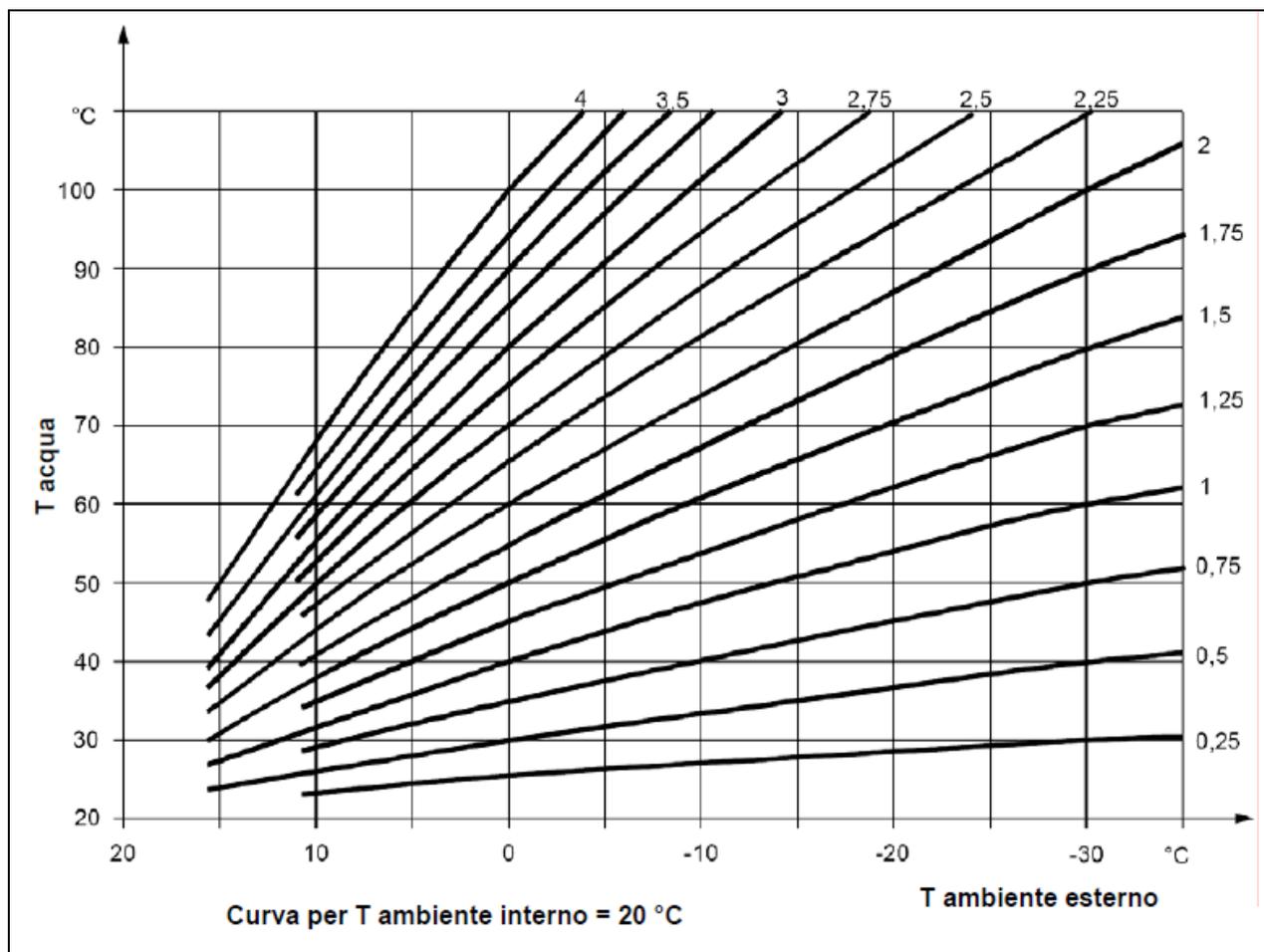


Figura III-15 - Grafico delle curve di riscaldamento

Ulteriori funzioni vengono messe a disposizione per impostare la modalità di intervento delle caldaie di integrazione, consentendo di ridurre l'intervento esclusivamente alle situazioni di reale necessità, evitando accensioni inopportune. Allo stesso modo è possibile impostare valori massimi e minimi del setpoint acqua idonei a "delimitare" la curva climatica in modo da mantenersi in ogni condizione entro valori di setpoint idonei per l'impianto servito. Infine è possibile mediante un apposito parametro impostare l'inerzia termica dell'edificio, in modo da informare il sistema di controllo dei tempi di reazione dell'impianto alle modifiche di setpoint richieste, ottimizzando quindi il comfort delle utenze servite.

**Per una descrizione dettagliata della modalità di impostazione delle curve climatiche sul DDC si rimanda al libretto di installazione del DDC (codice DLBR257), disponibile anche online sul sito [www.robur.it](http://www.robur.it).**

#### 6.4 GESTIONE DELLA FUNZIONE "TEMPERATURA SCORREVOLE"

È possibile regolare in continuo la temperatura di mandata o di ritorno all'impianto delle GAHP-GS in funzione di un parametro esterno gestito da altro sistema elettronico. In particolare può risultare utile far variare la temperatura di mandata del fluido termovettore agli utilizzatori in funzione di un parametro di impianto ritenuto significativo.

Tale possibilità è garantita mediante l'utilizzo del dispositivo di interfaccia opzionale RB100, collegato tramite cavo can bus al pannello digitale di controllo DDC. La scheda elettronica RB100 può ricevere un segnale analogico 0÷10 V proveniente da un regolatore elettronico, al fine di modulare in continuo la temperatura desiderata in mandata o in ritorno.

La scheda elettronica RB100 ha la funzione di interfacciare le richieste provenienti da uno o più sistemi di controllo esterni con il Pannello Digitale di Controllo (DDC).

Le funzionalità messe a disposizione da RB100 sono:

- Gestione di eventuali richieste di servizi riscaldamento, condizionamento e acqua calda sanitaria da parte di dispositivi di controllo esterni

- Gestione della funzione acqua calda sanitaria (possibilità di modificare il setpoint in presenza della richiesta di questo servizio, vedere anche paragrafo 6.5)
- Gestione della commutazione di eventuali valvole a tre vie deviatrici per l'alimentazione di bollitori per la produzione di acqua calda sanitaria o in alternativa per inversione stagionale estate/inverno

Per ulteriori informazioni sulla scheda RB100 fare riferimento alla documentazione specifica (libretti codici DLBR434 e DLBR443, disponibili anche online sul sito [www.robur.it](http://www.robur.it)), che è necessario consultare per un corretto utilizzo dell'apparecchiatura di interfaccia.

## 6.5 CONTROLLO E REGOLAZIONE DELLA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

È possibile effettuare il servizio di produzione acqua calda sanitaria con le sole GAHP-GS quando l'impianto prevede bollitori d'accumulo a temperatura medio bassa (45°C ÷ 48°C) oppure quando la produzione avviene con modalità diretta a mezzo di scambiatori di calore opportunamente dimensionati (temperatura di mandata del circuito secondario pari a 45°C ÷ 48°C).

**È essenziale evidenziare come il sistema di controllo non permetta la richiesta contemporanea di setpoint diversi per il lato caldo e il lato freddo.** Questo comporta che, in caso di funzionamento in condizionamento, non sia possibile controllare la temperatura sul lato caldo, neppure in presenza di una richiesta acqua calda sanitaria gestita tramite RB100. La potenza termica disponibile in tal caso dipenderà esclusivamente dalle condizioni di esercizio dell'unità per il servizio condizionamento (in quanto modalità di funzionamento attiva) e quindi sarà necessario garantire, attraverso un sistema ausiliario, l'eventuale integrazione di temperatura necessaria a raggiungere le condizioni di progetto previste.

Nel caso in cui fosse prevista la presenza in impianto di una o più pompe di calore con l'integrazione di una o più caldaie Robur AY condensing è possibile realizzare tale servizio con qualsiasi livello di temperatura dei bollitori di preparazione ACS (temperatura di accumulo maggiore di 50°C) e in ogni stagione, utilizzando per tale scopo le caldaie AY presenti.

In ogni caso, per poter utilizzare i sistemi in pompa di calore ad assorbimento per produrre anche acqua calda sanitaria, l'impianto di regolazione del sistema deve prevedere un pannello digitale di controllo DDC ed una scheda elettronica RB100.

Nel caso in cui sia stato previsto l'utilizzo delle pompe di calore GAHP-GS per produrre acqua calda sanitaria alle condizioni menzionate (temperatura di accumulo prossima a quella di utilizzo dell'acqua – max 48°C), la scheda RB100 è necessaria per sopraelevare la temperatura di mandata dell'unità, qualora questa non fosse già impostata alla temperatura massima d'esercizio.

Nel caso fosse previsto l'utilizzo anche di caldaie Robur AY condensing, il modulo RB100 collegato con un cavo CAN-BUS al pannello digitale di controllo consente di deviare la portata del fluido termovettore proveniente da queste ultime inviandola ad uno scambiatore di calore per la produzione diretta o ad accumulo di acqua calda sanitaria (ACS). Tale operazione viene effettuata comandando direttamente due valvole deviatrici a tre vie specificamente dedicate (escluse dalla fornitura Robur S.p.A.).

Effettuata la deviazione dal circuito riscaldamento a quello di produzione ACS, la scheda elettronica del modulo RB100 modifica il set-point delle sole caldaie Robur AY condensing interessate all'operazione. La regolazione del set-point ACS delle caldaie AY può avvenire con un segnale digitale di tipo ON-OFF proveniente da un termostato, oppure anche tramite un segnale analogico 0÷10 V proveniente da un regolatore elettronico.

L'opportunità offerta dalla scheda elettronica RB100 consente di non dover necessariamente inserire altre caldaie per la gestione del servizio di produzione ACS sfruttando a pieno anche le unità Robur AY condensing già presenti, le quali diversamente rimarrebbero spente per la maggior parte delle ore previste per la stagione invernale.

Il servizio di produzione acqua calda sanitaria ha la priorità di funzionamento, vale a dire che, nel caso in cui l'impianto si trovasse a lavorare alle massime condizioni di progetto, le caldaie dedicate al doppio servizio verranno comunque disinserite dall'impianto di riscaldamento ed impiegate per il servizio ACS per tutto il tempo necessario a svolgere tale compito.

Per impianti esistenti nei quali si chiede l'implementazione di tale sistema di gestione è opportuno verificare la compatibilità del firmware dei vari componenti, richiedendo informazioni al servizio prevendita di Robur S.p.A.

### Disinfezione termica antilegionella

Per avere la possibilità di effettuare il ciclo di disinfezione termica antilegionella è necessario che nell'impianto sia previsto l'utilizzo di almeno una caldaia AY condensing e di entrambi i controlli DDC e RB100 (o in alternativa DDC e RB200).

In presenza di controllo della temperatura del bollitore tramite termostati sarà necessario prevedere due termostati separati, uno per il servizio di riscaldamento ACS e uno per il ciclo di disinfezione antilegionella (opportunamente impostati sulle temperature desiderate, ad esempio 50°C per il servizio riscaldamento ACS e 65°C per il servizio di disinfezione antilegionella). Le uscite digitali di questi termostati andranno collegate ai due ingressi separati per i servizi ACS sulla scheda RB100, che andrà poi configurata (secondo le indicazioni riportate nel manuale di installazione DLBR434) in modo da inviare richieste di setpoint diverse per la caldaia in funzione del termostato da cui proviene la richiesta di servizio. Il pannello di controllo DDC andrà poi a sua volta configurato (secondo le indicazioni riportate sul manuale di installazione DLBR257) in modo da attivare la richiesta antilegionella solo in determinate fasce orarie, con opportuna cadenza.

In presenza di controllo della temperatura del bollitore tramite sonde di temperatura andrà previsto un opportuno regolatore elettronico in grado di modulare il segnale di richiesta tramite segnale 0-10 V analogico in funzione del servizio (riscaldamento ACS o antilegionella) e dell'eventuale calendario impostato sul regolatore stesso. In questo caso il segnale 0-10 V analogico sarà collegato a un solo ingresso della scheda RB100 che andrà opportunamente configurata per gestirlo nel modo corretto.

## 6.6 CONTROLLO E REGOLAZIONE DI SISTEMI DI CLIMATIZZAZIONE MISTI

In presenza di sistemi di climatizzazione misti, cioè costituiti da unità Robur (pompe di calore, caldaie a condensazione e refrigeratori ad assorbimento) e da dispositivi di terze parti (caldaie e/o chiller), emerge la necessità di un dispositivo di interfaccia che permetta di gestire in modo coordinato i diversi sistemi, che non sono altrimenti in grado di comunicare tra loro, nonché l'insieme di sensori (sonde di temperatura collettori) e eventuali ausiliari idraulici (pompe di circolazione e valvole deviatrici) utili a supportare le principali configurazioni impiantistiche.

Sistemi misti tra unità Robur e unità di terze parti sono una valida soluzione allo scopo di agevolare l'inserimento delle nuove apparecchiature nei casi di riqualificazione di impianti esistenti (specie ove ci sia limitata possibilità di modifica dell'esistente) oppure, su nuovi impianti, per rendere più favorevole l'investimento economico.

Allo scopo è reso disponibile il dispositivo di interfaccia opzionale RB200 che, abbinato al pannello di controllo DDC, permette di svolgere le seguenti funzioni:

- Controllo, oltre che delle unità Robur, di caldaie e/o refrigeratori di terze parti
- Gestione dei circolatori delle unità di terze parti controllate e dei circuiti primari e secondari
- Gestione dell'erogazione di potenza e temperatura in funzione dei setpoint impostati, ottimizzando l'efficienza ottenibile dall'impianto (priorità assegnata al generatore a maggiore efficienza)
- Gestione della funzione acqua calda sanitaria (possibilità di modificare il setpoint in presenza della richiesta di questo servizio)
- Gestione della commutazione di eventuali valvole a tre vie deviatrici per l'alimentazione di bollitori per la produzione di acqua calda sanitaria o per inversione stagionale estate/inverno
- Gestione di eventuali richieste di servizi riscaldamento, condizionamento e acqua calda sanitaria da parte di dispositivi di controllo esterni

Per ulteriori informazioni sul dispositivo RB200 fare riferimento alla documentazione specifica (manuale applicazioni impiantistiche codice DLBR630 e libretto di installazione codice DLBR632, disponibili anche online sul sito [www.robur.it](http://www.robur.it)), che è necessario consultare per un corretto utilizzo dell'apparecchiatura di interfaccia.

## 6.7 MODBUS

Il Pannello Digitale di Controllo (DDC) supporta l'interfacciamento con dispositivi esterni (BMS, PLC, SCADA, ecc.) tramite protocollo Modbus RTU.

Tramite protocollo Modbus è possibile acquisire le informazioni relative ai dati di funzionamento delle unità e degli impianti gestiti dal DDC (temperature, stati, contatore, ecc.).

È inoltre possibile acquisire informazioni relativamente agli allarmi, sia per lo stato attuale degli allarmi attivi sia per lo storico.

È infine possibile agire sull'impianto per impostare diversi parametri di funzionamento quali ad esempio On/Off delle unità, inversione caldo/freddo, setpoint, differenziale, gradini, e fasce orarie di funzionamento.

Il Pannello Digitale di Controllo (DDC) implementa il protocollo Modbus RTU come dispositivo slave, nelle seguenti modalità: 19.200 8N1; 19200 8E1; 19200 8N2; 9600 8N1; 9600 8E1; 9600 8N2.

L'indirizzo modbus di default è 1, ed è configurabile tramite il display del DDC il quale supporta i seguenti codici funzione modbus: (01) Read Coil Status; (02) Read Discrete Input; (03) Read Holding Register; (04) Read Input Register; (05) Write Single Coil; (06) Write Single Register; (15) Write Multiple Coil; (16) Write Multiple Register; (23) Read/Write Multiple Register.

Il Pannello Digitale di Controllo è predisposto per supportare i messaggi di broadcast.

## 7 SCHEMI IMPIANTI

### 7.1 IMPIANTO RISCALDAMENTO CON SISTEMA GEOTERMICO SINGOLA GAHP-GS

Impianto idraulico

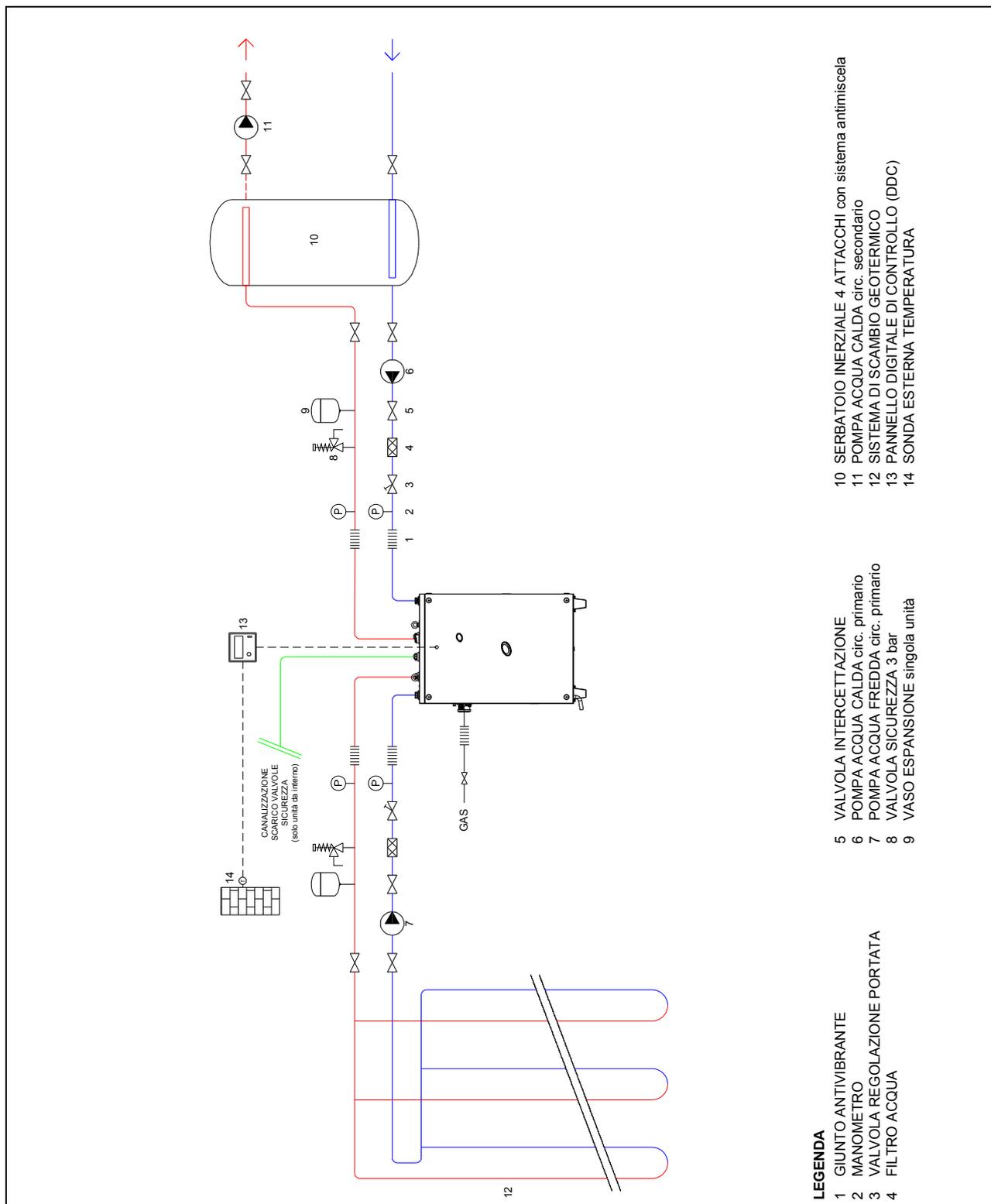


Figura III-16 - Esempio collegamento idraulico singola GAHP-GS

Impianto elettrico

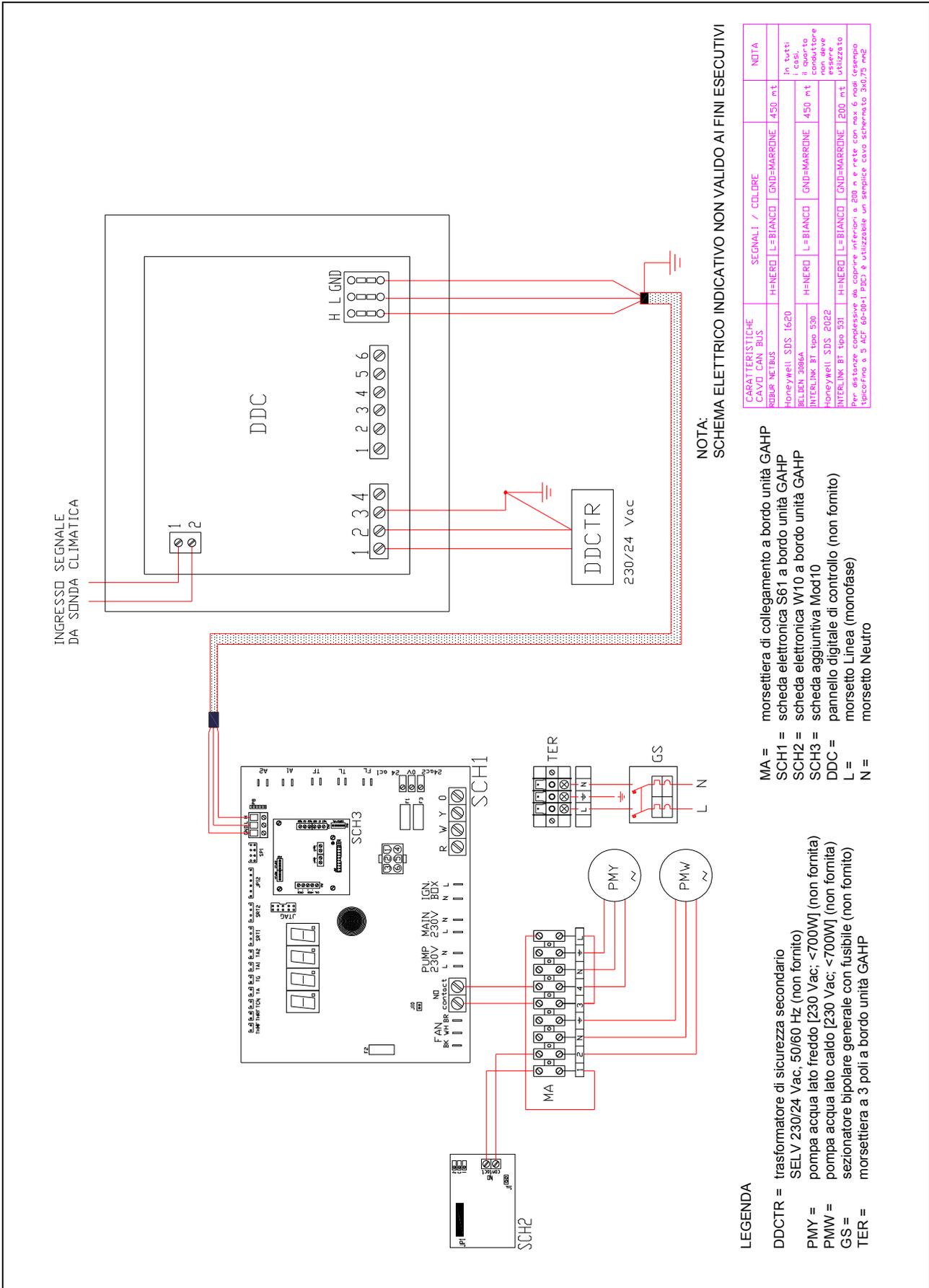


Figura III-17 - Esempio collegamento elettrico singola GAHP-GS

## 7.2 IMPIANTO RISCALDAMENTO CON SISTEMA GEOTERMICO CON PIÙ GAHP-GS - circolatore comune

### Impianto idraulico

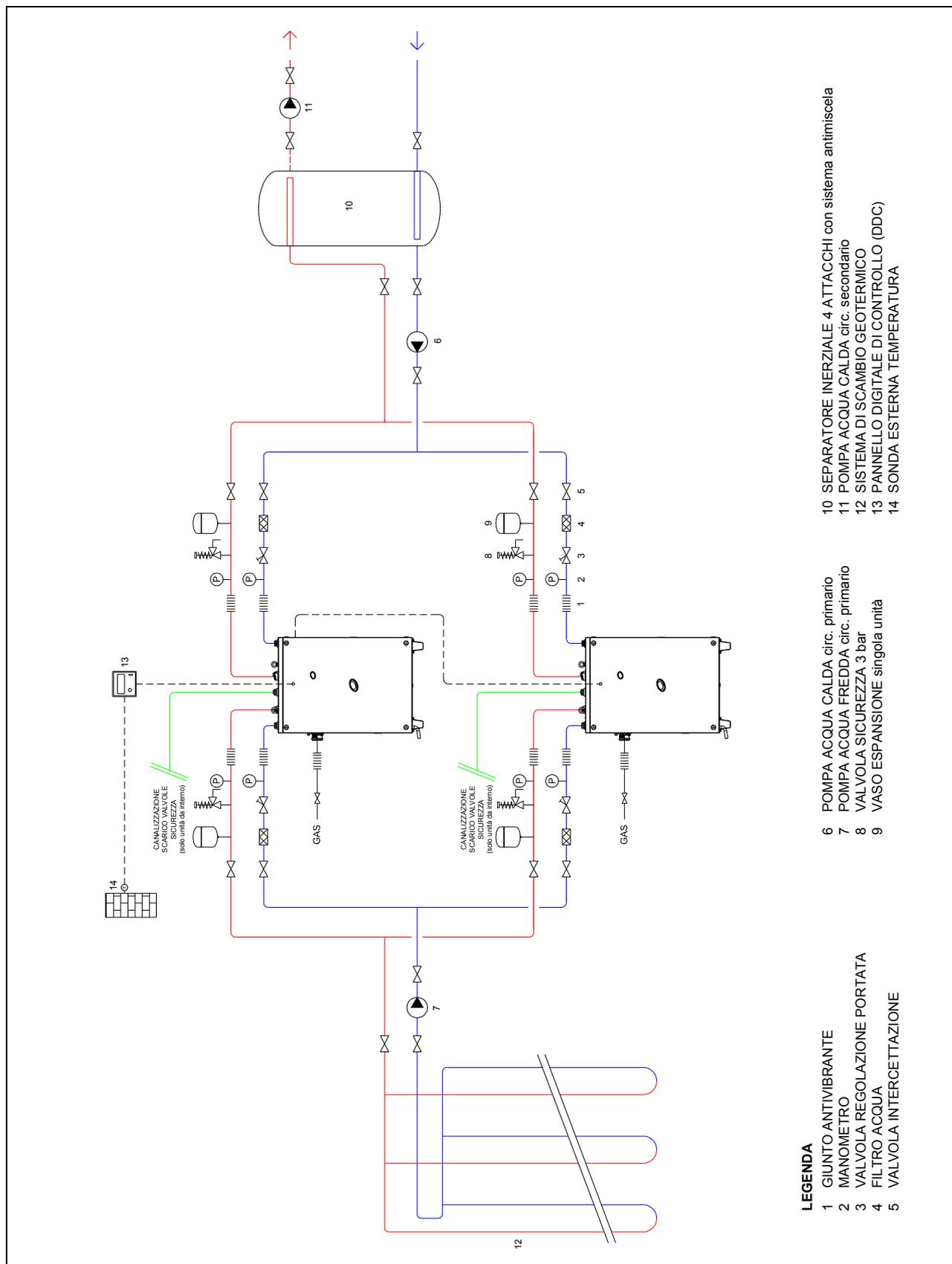


Figura III-18 - Esempio collegamento idraulico con più unità GAHP-GS con circolatore comune



## 7.3 IMPIANTO RISCALDAMENTO CON SISTEMA GEOTERMICO CON PIÙ GAHP-GS – circolatori indipendenti

### Impianto idraulico

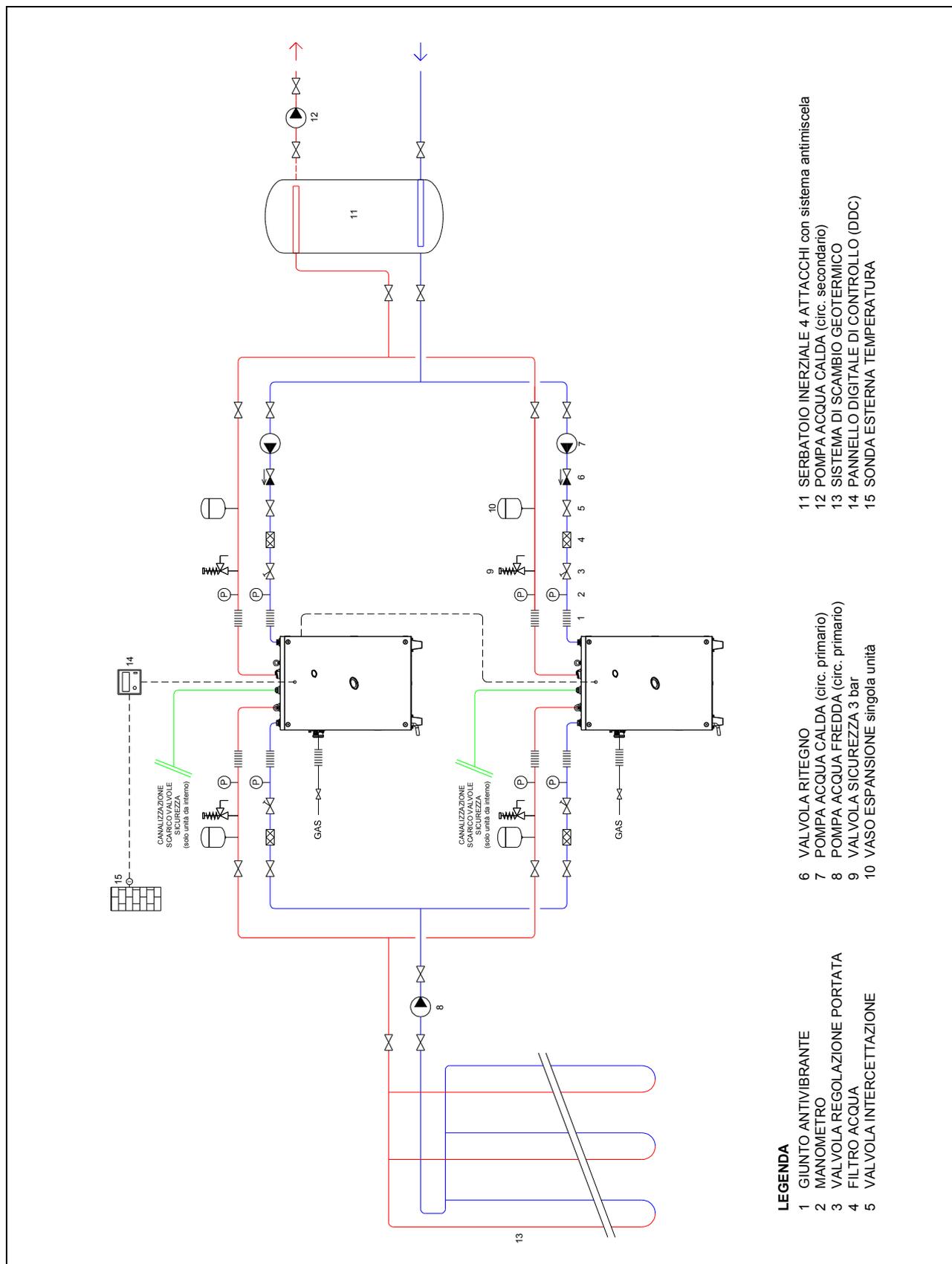


Figura III-20 - Esempio collegamento idraulico con più GAHP-GS con circolatori indipendenti



## 7.4 IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE CON SISTEMA GEOTERMICO SINGOLA GAHP-GS

### Impianto idraulico

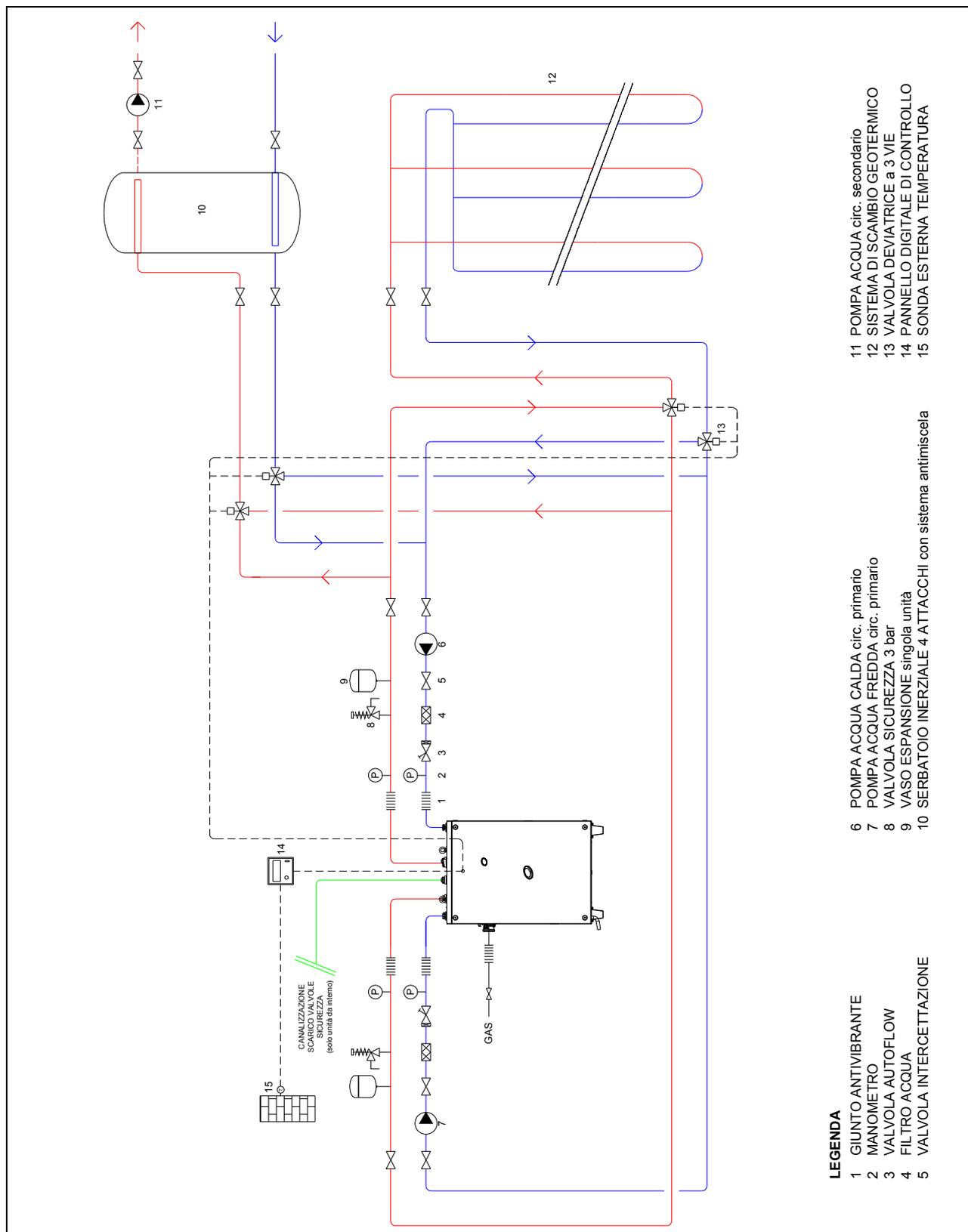


Figura III-22 - Esempio collegamento idraulico singola GAHP-GS



## 7.5 IMPIANTO CLIMATIZZAZIONE CON SISTEMA GEOTERMICO CON PIÙ GAHP-GS – circolatori indipendenti

### Impianto idraulico

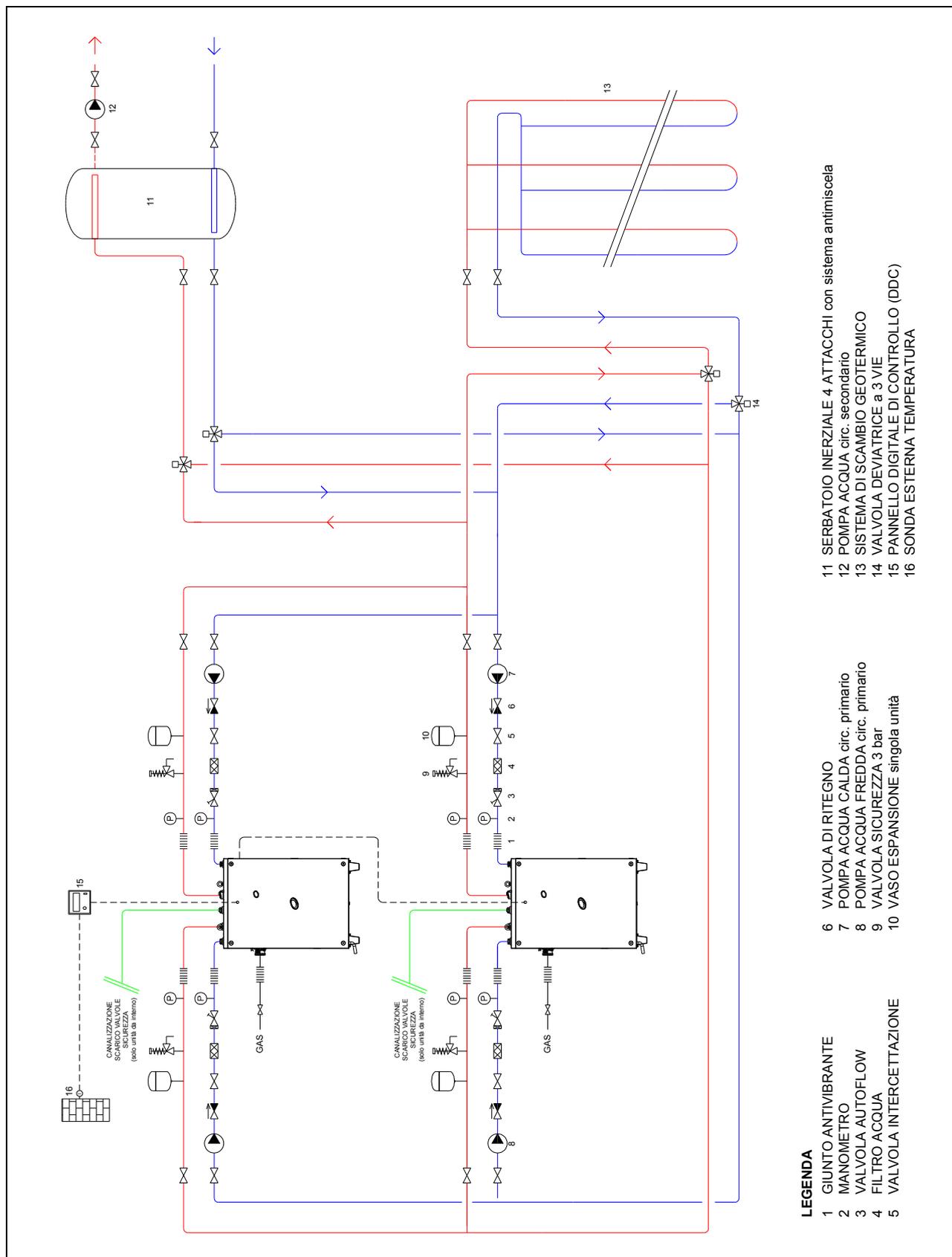


Figura III-24 - Esempio collegamento idraulico con più GAHP-GS con circolatori indipendenti



## 7.6 IMPIANTO CLIMATIZZAZIONE CON SISTEMA GEOTERMICO CON PIÙ GAHP-GS – circolatore comune

Impianto idraulico

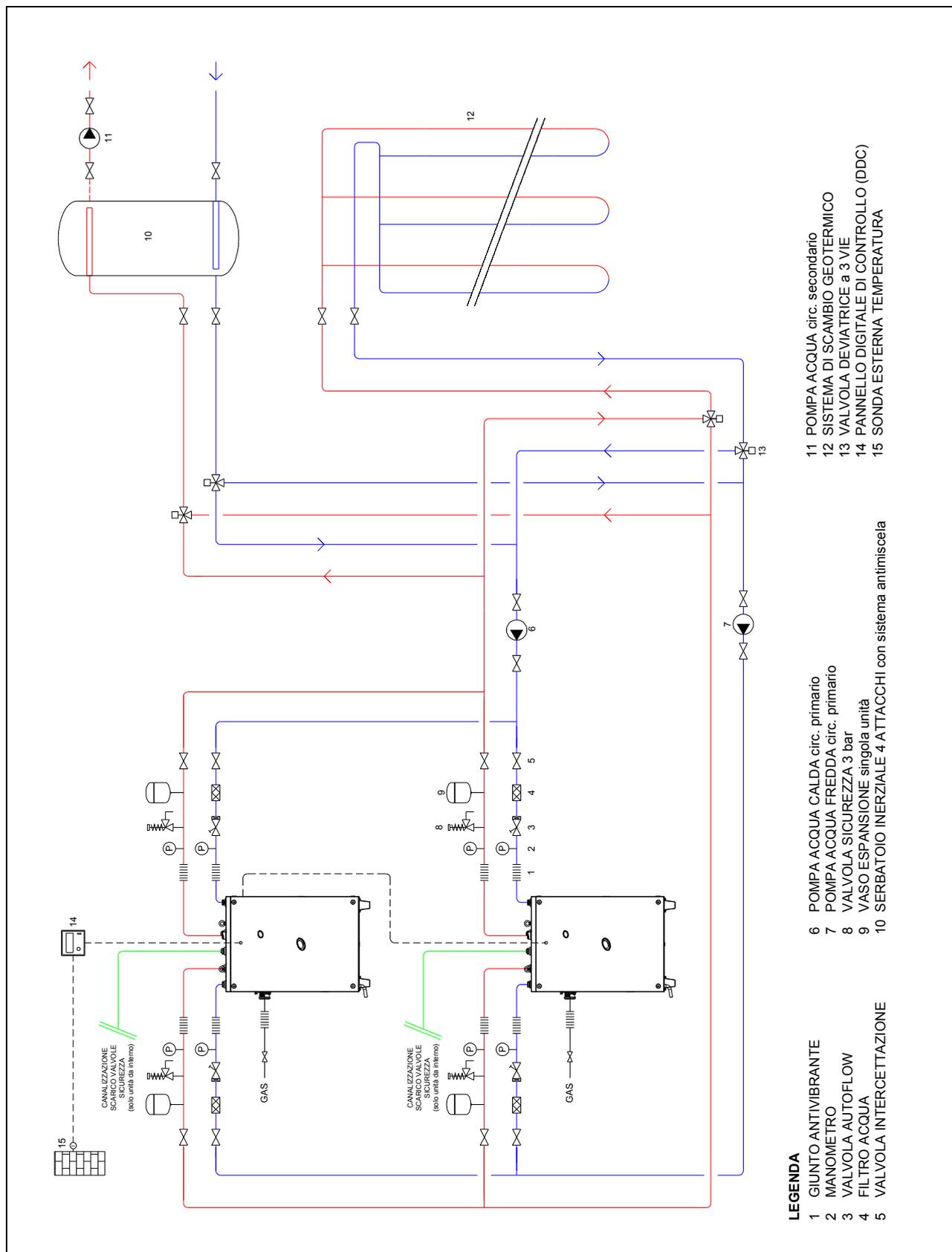


Figura III-26 - Esempio collegamento idraulico con più GAHP-GS con circolatore comune



## 7.7 IMPIANTO CLIMATIZZAZIONE/RISCALDAMENTO AUSILIARI CON SISTEMA GEOTERMICO CON PIÙ GAHP-GS - circolatori indipendenti

### Impianto idraulico

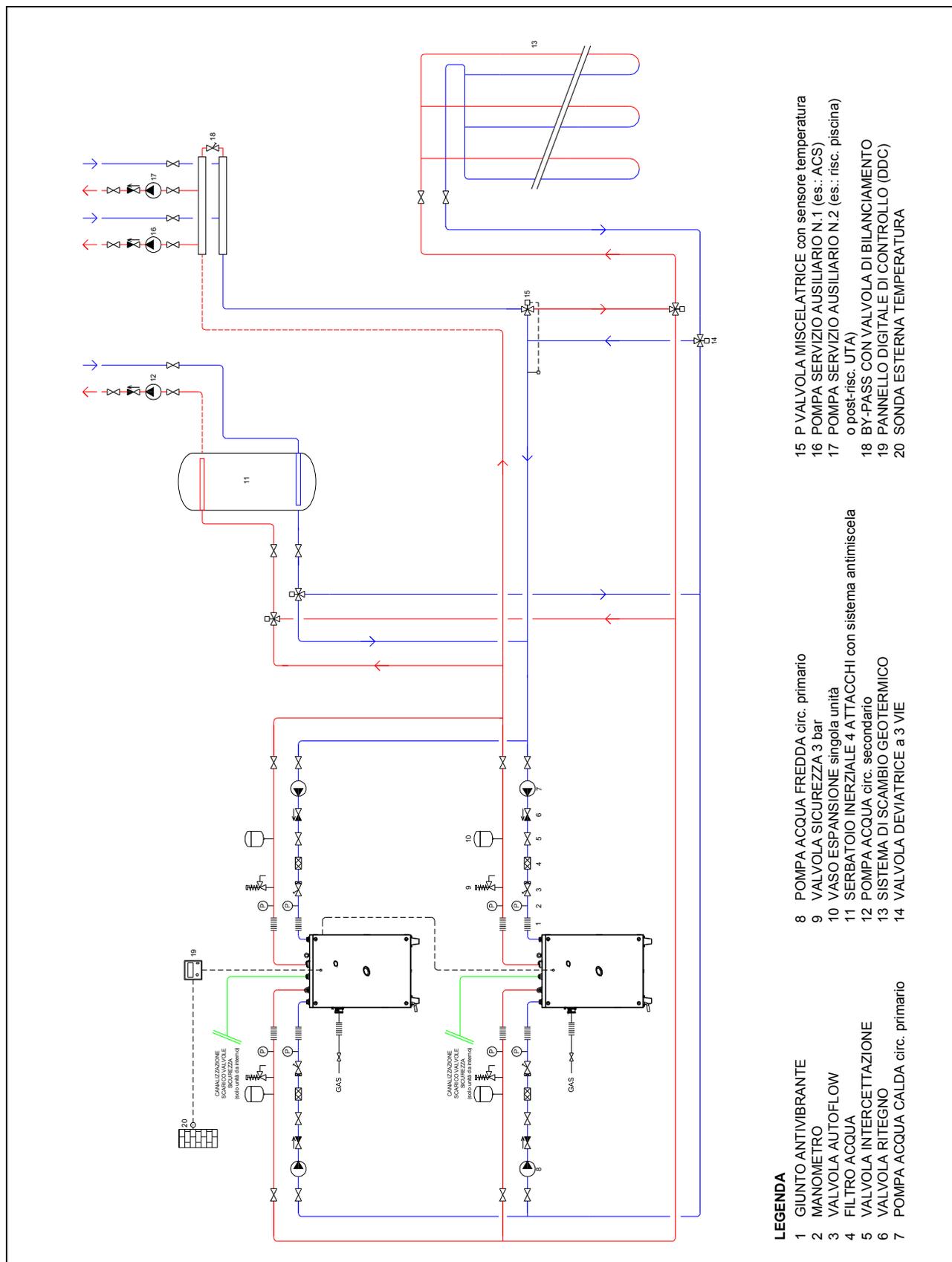


Figura III-28 - Esempio collegamento idraulico con più GAHP-GS con riscaldamento ausiliari, con circolatori indipendenti

Impianto elettrico

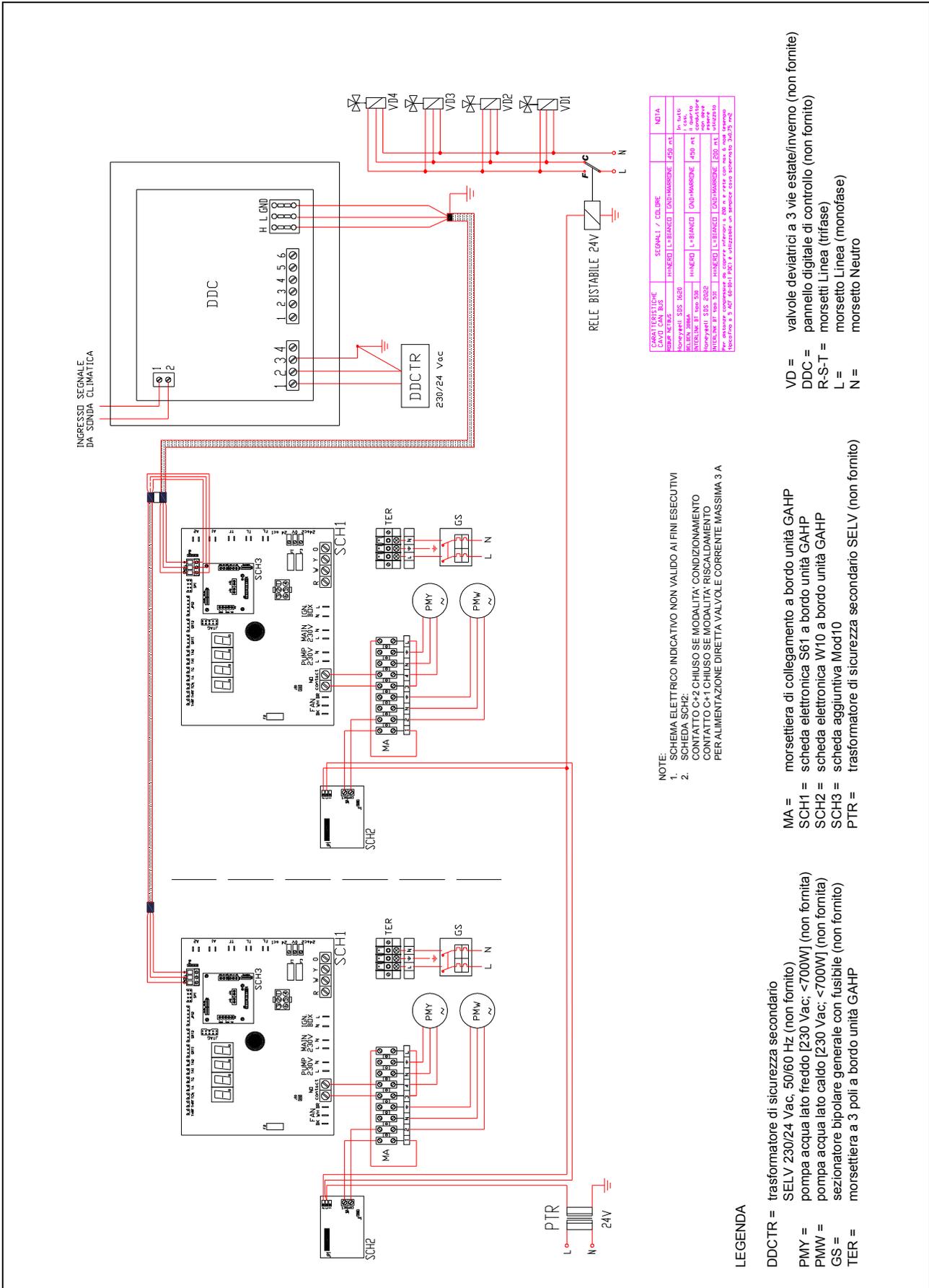


Figura III-29 - Esempio collegamento elettrico con più GAHP-GS con riscaldamento ausiliari, con circolatori indipendenti

## 7.8 IMPIANTO CLIMATIZZAZIONE/RISCALDAMENTO AUSILIARI CON SISTEMA GEOTERMICO CON PIÙ GAHP-GS - circolatore comune

Impianto idraulico

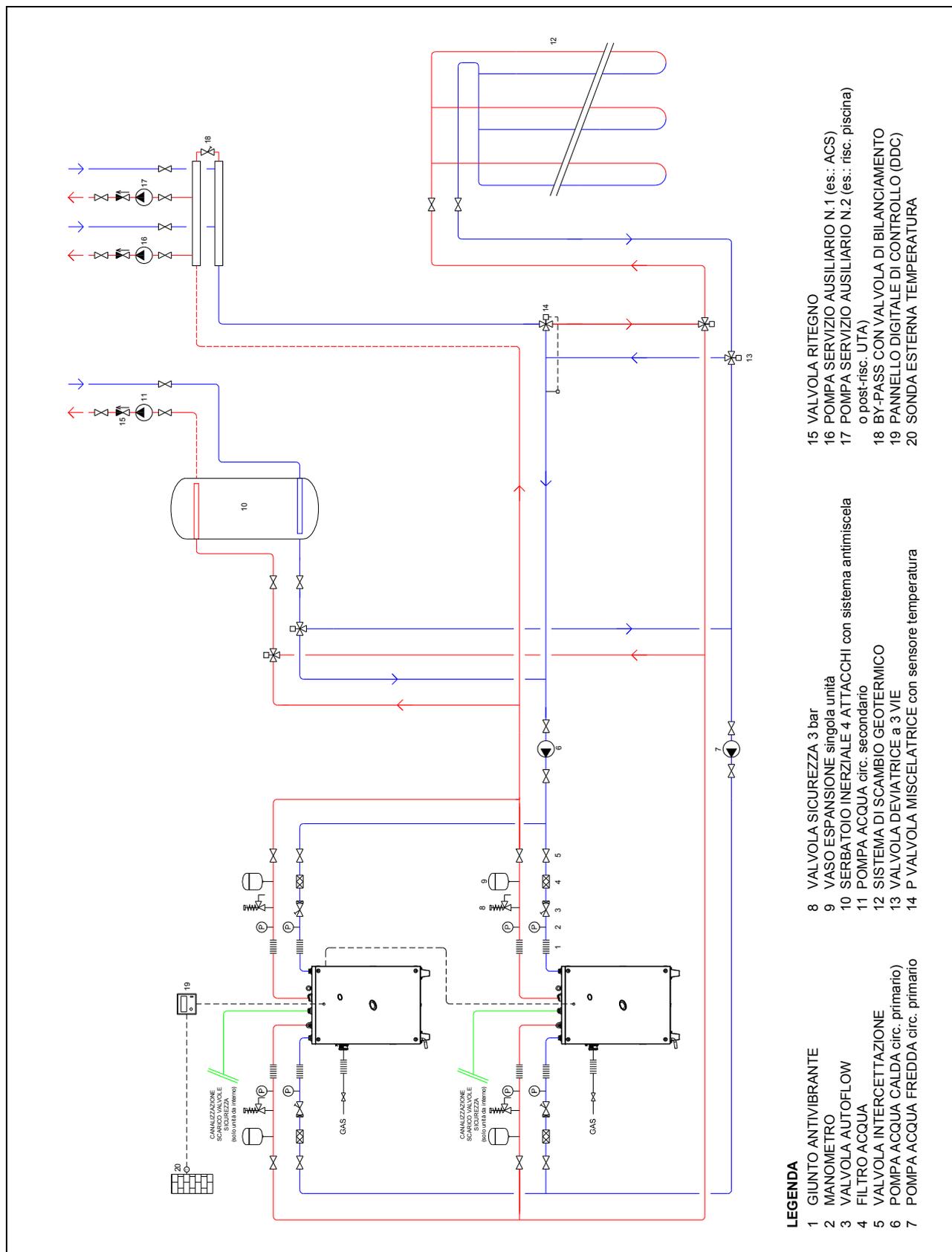


Figura III-30 - Esempio collegamento idraulico con più GAHP-GS con riscaldamento ausiliari, con circolatore comune

# Impianto elettrico

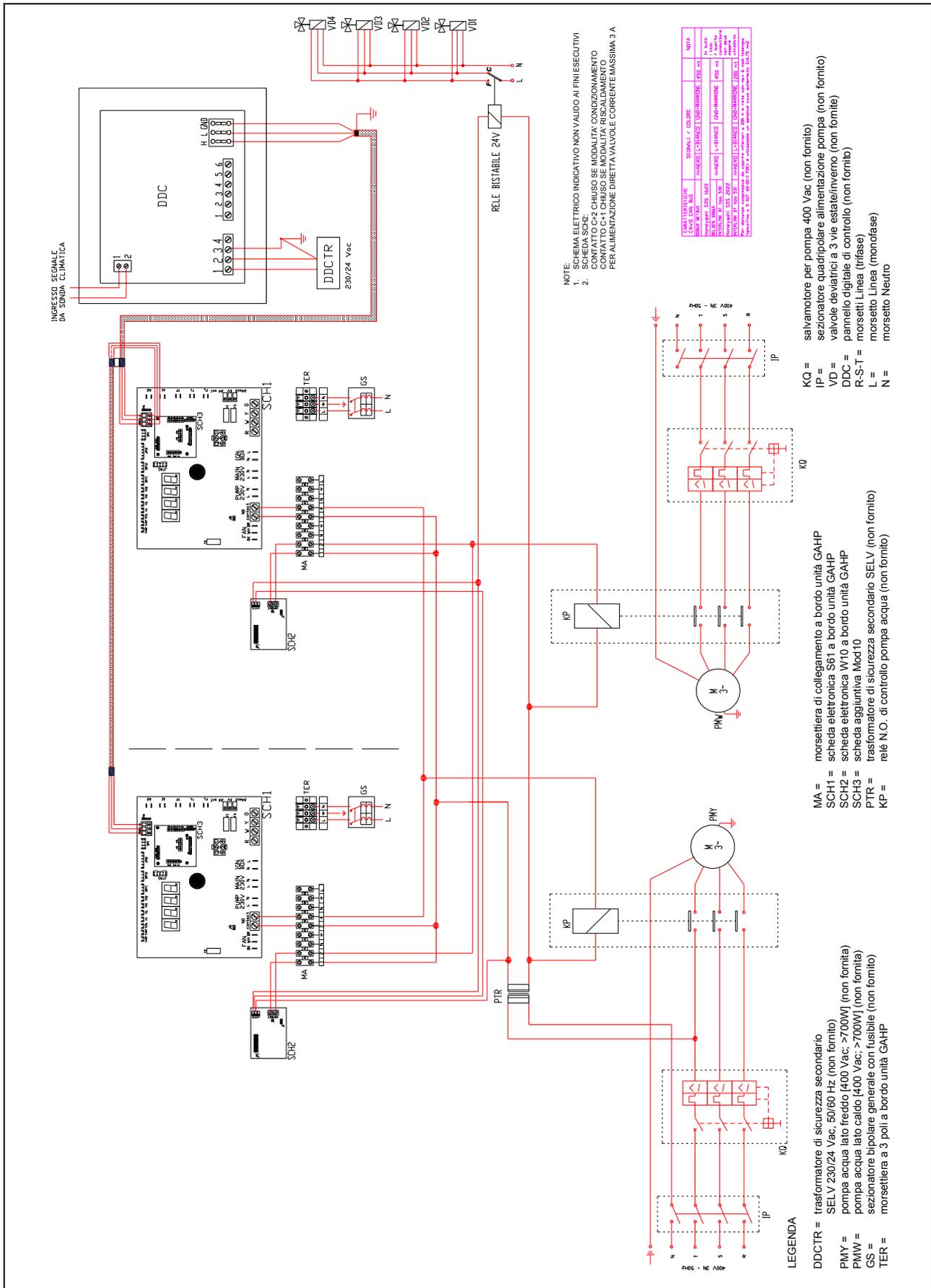


Figura III-31 - Esempio collegamento elettrico con più GAHP-GS con riscaldamento ausiliari, con circolatore comune