

1 PREMESSA

È noto che il calcolo della richiesta termica di progetto di un edificio (potenza) fornisce il valore di picco invernale su cui dimensionare l'impianto termico.

In un'installazione con sola caldaia, il risultato di questo calcolo fornisce di fatto un criterio sufficiente per la scelta della caldaia stessa. Nel caso di pompe di calore ad assorbimento un corretto dimensionamento non può prescindere da una valutazione più completa

dell'impianto, che coinvolga anche i dispositivi di emissione, e soprattutto il comportamento degli stessi alle temperature di esercizio proprie delle pompe di calore.

Infatti è fondamentale, per il funzionamento efficiente dell'impianto, che le temperature dei terminali siano adeguate ai limiti operativi propri delle pompe di calore, riassunti nella Tabella 1.1 p. 1 sottostante, in particolare per le temperature di ritorno.

Tabella 1.1 Limiti temperatura riscaldamento

			GAHP A	GAHP-AR	GAHP GS/WS	AY
Funzionamento in riscaldamento						
Temperatura mandata acqua riscaldamento	massima per riscaldamento	°C	65	-	65	-
	massima	°C	-	60	-	88
Temperatura ritorno acqua riscaldamento	massima per riscaldamento	°C	55	-	55	-
	massima	°C	-	50	-	-

Superata positivamente questa indispensabile verifica, è opportuno valutare un approccio di dimensionamento più evoluto rispetto al puro calcolo della potenza di picco invernale, volto sia a massimizzare il ritorno economico dell'investimento che a verificare l'indispensabile rispetto di eventuali requisiti di legge relativi all'utilizzo di fonti di energia rinnovabile, o ancora la possibilità di accedere ad incentivi correlati a una soglia minima di efficienza dell'impianto realizzato.

L'approccio volto a massimizzare il ritorno economico dell'investimento prevede di coprire con le pompe di calore ad assorbimento soltanto una parte del fabbisogno termico nominale dell'edificio (il cosiddetto "carico di base"), delegando a caldaie di integrazione la copertura della quota rimanente ("carico di picco"); il limitato numero di ore di funzionamento annuo a carico di picco rende infatti usualmente ridotto il contributo complessivo del picco in termini di energia stagionale (e quindi in termini economici).

La presenza di requisiti di legge relativi a una soglia minima di utilizzo di fonti di energia rinnovabile può modificare sostanzialmente questo criterio di dimensionamento, e costringere all'installazione di una quota decisamente maggiore (se non totalitaria) di pompe di calore, in funzione della tipologia di edificio e di utenza servita.

Anche in assenza di un vincolo normativo sulle quote di energia rinnovabile, il dimensionamento può essere influenzato (nella direzione di una maggiore quota di potenza delle pompe di calore rispetto ad eventuali caldaie di integrazione) dalla volontà di accedere a meccanismi di incentivazione, usualmente correlati all'efficienza raggiungibile dall'impianto di generazione o dall'edificio nel corso della stagione di riscaldamento.

Va sottolineato che le pompe di calore ad assorbimento mantengono un funzionamento ininterrotto anche con temperature esterne estremamente basse: pertanto, il ruolo delle caldaie di integrazione non è quello di unità di backup (come in un impianto bivalente tipico delle pompe di calore elettriche, ovvero in cui le caldaie sostituiscono le pompe di calore elettriche al di sotto di una certa temperatura esterna), ma è appunto quello di integrare la potenza fornita dalle pompe di calore stesse, potenza che non copre il carico di picco per precisa scelta di dimensionamento.

Questi diversi criteri di dimensionamento si riflettono nella scelta del miglior compromesso tra numero di pompe di calore da installare e numero di eventuali caldaie, a fronte del carico di progetto dell'edificio.

La valutazione è complessa e coinvolge numerosi parametri tra cui i due principali sono:

- ▶ Andamento del carico termico effettivo nella stagione di riscaldamento, a sua volta dipendente dalla localizzazione geografica dell'immobile da riscaldare e dal suo profilo di utilizzo.
- ▶ Temperatura di esercizio degli impianti, anche in relazione alle caratteristiche del modello di pompa di calore che si intende

utilizzare.

Per poter dare qualche utile indicazione di carattere generale, nel seguito si riporta un'analisi basata sui modelli di calcolo forniti dalla Direttiva europea 2009/125/CE e dai relativi Regolamenti ErP (Energy Related Products, 811/2013 in particolare), nonché dalla normativa europea di prodotto EN 12309.

I grafici riportati nei Paragrafi successivi sono espressi sempre in termini percentuali rispetto alla potenza di progetto per l'edificio considerato (da determinare in base alle normative applicabili) e pertanto assumono validità generale.

I casi di dimensionamento che si collocassero in posizioni intermedie tra quelli proposti andranno valutati attraverso opportune interpolazioni.

Essendo che le prestazioni della pompa di calore sono influenzate sia dalla temperatura esterna che dalla temperatura di mandata dell'acqua richiesta, fare un calcolo di massima senza ricorrere a software di calcolo complessi può non essere semplice. Questi software infatti richiedono l'inserimento di una serie di dati per poter offrire un risultato utilizzabile, dati che non sempre sono disponibili, perché ad esempio si vuole fare semplicemente un dimensionamento economico di massima per una possibile soluzione di riscaldamento di un edificio di cui non sono ancora stati definiti i dettagli costruttivi in maniera esatta.

I grafici riportati nei Paragrafi successivi offrono al contrario un modo semplice per avere un'idea delle prestazioni offerte da un preciso mix tra pompe di calore e caldaie (rappresentato dalla percentuale della potenza delle pompe di calore rispetto alla potenza totale dell'impianto, riferita alle condizioni di progetto), in funzione della zona climatica e del profilo di temperatura.

Per ciascuno dei profili di temperatura è possibile determinare, semplicemente consultando il grafico:

- ▶ la percentuale di energia prodotta con GAHP
- ▶ l'efficienza media stagionale (SGUE) delle sole GAHP
- ▶ l'efficienza media stagionale (SGUE) del sistema ibrido GAHP e caldaie a condensazione ad integrazione
- ▶ l'efficienza media stagionale (SGUE) del sistema ibrido GAHP e caldaie esistenti (supposte con efficienza 80%) ad integrazione



È essenziale sottolineare nuovamente come siano possibili diversi criteri di dimensionamento per valutare il mix migliore tra pompe di calore ed eventuali caldaie di integrazione. Un corretto dimensionamento non può mai prescindere da una valutazione più completa dell'impianto, che coinvolga anche i dispositivi di emissione, considerando necessariamente il comportamento degli stessi alle temperature di esercizio proprie delle pompe di calore, e da una valutazione degli obiettivi legati ad eventuali requisiti di prestazione o legati allo sfruttamento di fonti di energia

rinnovabile.

L'utilizzo dei grafici per ricavare rapidamente le informazioni relative al funzionamento dell'impianto non è in nessun caso sostitutivo delle procedure di calcolo previste dalle normative in vigore e dalle relative verifiche di conformità rispetto a tutti i requisiti di legge per la realizzazione degli impianti o per l'accesso agli incentivi.

1.1 IL REGOLAMENTO 811/2013

Il Regolamento 811/2013 prevede:

- ▶ Tre zone climatiche (clima caldo, clima medio e clima freddo).
- ▶ Un modello di edificio di riferimento.
- ▶ Un profilo tipico di andamento delle temperature stagionali, in termini di bin. I bin rappresentano il numero di ore/anno per cui è previsto che l'impianto si trovi a funzionare in presenza di una data temperatura esterna.

Le tre zone climatiche sono identificate dalle seguenti condizioni di riferimento:

- ▶ Atene per il clima caldo (temperatura esterna di progetto 2 °C)
- ▶ Strasburgo per il clima medio (temperatura esterna di progetto -10 °C)
- ▶ Helsinki per il clima freddo (temperatura esterna di progetto -22 °C)

1.2 LA NORMA EN 12309

Per le tre zone climatiche descritte nel Paragrafo 1.1 *p. 2*, le temperature di esercizio dell'impianto sono definite all'interno della norma di prodotto EN 12309 in funzione della tipologia di sistema di distribuzione (pavimento radiante, fancoil, radiatori,...).

In particolare, nella norma sono definiti quattro profili di temperatura, ciascuno dei quali può essere a mandata fissa oppure a mandata variabile secondo una curva climatica in funzione della temperatura esterna (e quindi della zona climatica).

I quattro profili di temperatura sono:

- ▶ bassa temperatura, corrispondente a una temperatura di mandata nominale di 35 °C
- ▶ media temperatura, corrispondente a una temperatura di mandata nominale di 45 °C
- ▶ alta temperatura, corrispondente a una temperatura di mandata nominale di 55 °C
- ▶ altissima temperatura, corrispondente a una temperatura di mandata nominale di 65 °C



Attenzione al disallineamento terminologico tra le definizioni della norma EN 12309 e del Regolamento 811/2013

Il profilo corrispondente ai 55 °C di temperatura di mandata viene definito "alta temperatura" nella EN 12309 (come da elenco sopra riportato), mentre viene definito "media temperatura" nel Regolamento 811/2013.

2 CLIMA MEDIO

Nella Tabella 2.1 p. 3 sono presentati i principali dati ricavati dalle norme precedentemente citate, relativamente al clima medio (riferimento Strasburgo, temperatura esterna di progetto -10 °C).

Tabella 2.1 Tabella profili ErP clima medio

Tj [°C]	Hj [h/y]	ΣHj	PLRh(Tj) [%]	Tout,vh [°C]	Tout,h [°C]	Tout,m [°C]	Tout,l [°C]
-10	1	1	100	65	55	45	35
-9	25	26	96	63	54	44	34
-8	23	49	92	62	53	43	34
-7	24	73	88	61	52	43	34
-6	27	100	85	59	50	42	33
-5	68	168	81	58	49	41	33
-4	91	259	77	57	48	41	32
-3	89	348	73	55	47	40	32
-2	165	513	69	54	46	39	31
-1	173	686	65	53	45	39	31
0	240	926	62	51	44	38	30
1	280	1206	58	50	43	37	30
2	320	1526	54	49	42	37	30
3	357	1883	50	47	40	36	29
4	356	2239	46	45	39	35	28
5	303	2542	42	44	38	34	28
6	330	2872	38	42	37	33	27
7	326	3198	35	41	36	33	27
8	348	3546	31	39	34	32	26
9	335	3881	27	37	33	31	25
10	315	4196	23	35	32	30	25
11	215	4411	19	33	31	29	24
12	169	4580	15	32	30	28	24
13	151	4731	12	30	28	27	23
14	105	4836	8	28	27	26	22
15	74	4910	4	26	26	25	22

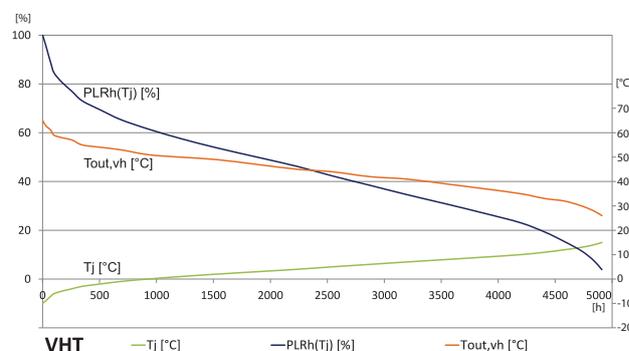
Tj [°C] = temperatura esterna del bin
 Hj [h/y] = ore annue di funzionamento alla temperatura esterna Tj
 ΣHj = ore annue cumulative di funzionamento a temperatura pari o inferiore a Tj
 PLRh(Tj) [%] = fattore di carico parziale dell'impianto alla temperatura esterna Tj
 Tout,vh [°C] = profilo di temperatura per funzionamento ad altissima temperatura
 Tout,h [°C] = profilo di temperatura per funzionamento ad alta temperatura
 Tout,m [°C] = profilo di temperatura per funzionamento a media temperatura
 Tout,l [°C] = profilo di temperatura per funzionamento a bassa temperatura

I grafici nelle figure seguenti, per ogni profilo di temperatura, permettono di apprezzare a colpo d'occhio la relazione tra temperatura esterna, profilo di carico (rappresentato dalla percentuale di potenza rispetto alla potenza nominale di progetto) e temperatura di mandata acqua impianto in riferimento al numero di ore cumulative di funzionamento dell'impianto di riscaldamento ad una data temperatura esterna Tj, per la zona climatica considerata.

La scelta di questo asse di riferimento permette di ricavare rapidamente informazioni utili per il dimensionamento, come dettagliato nel Paragrafo 5 p. 9.

Per il profilo "altissima temperatura" (VHT) si veda la Figura 2.1 p. 3 seguente.

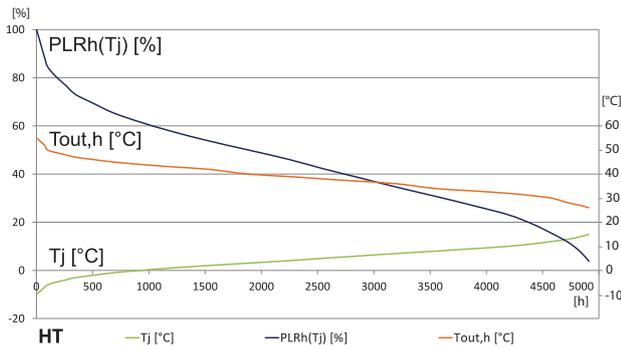
Figura 2.1 Grafico profili ErP clima medio VHT



Tj [°C] Temperatura esterna del bin
 PLRh(Tj) [%] Fattore di carico parziale dell'impianto alla temperatura esterna Tj
 Tout,vh [°C] Profilo di temperatura per funzionamento ad altissima temperatura

Per il profilo "alta temperatura" (HT) si veda la Figura 2.2 p. 4 seguente.

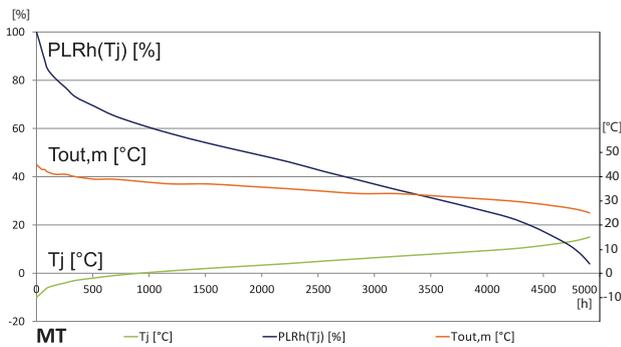
Figura 2.2 Grafico profili ErP clima medio HT



Tj [°C] Temperatura esterna del bin
 PLRh(Tj) [%] Fattore di carico parziale dell'impianto alla temperatura esterna Tj
 Tout,h [°C] Profilo di temperatura per funzionamento ad alta temperatura

Per il profilo "media temperatura" (MT) si veda la Figura 2.3 p. 4 seguente.

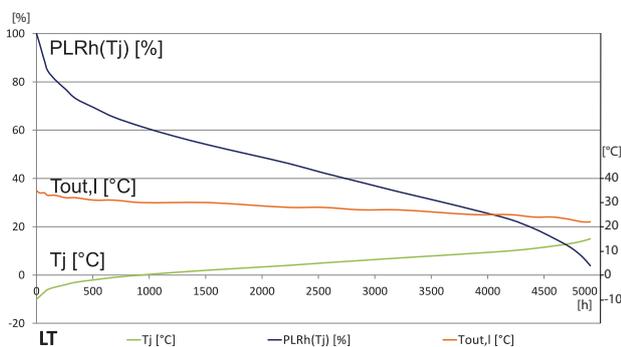
Figura 2.3 Grafico profili ErP clima medio MT



Tj [°C] Temperatura esterna del bin
 PLRh(Tj) [%] Fattore di carico parziale dell'impianto alla temperatura esterna Tj
 Tout,m [°C] Profilo di temperatura per funzionamento a media temperatura

Per il profilo "bassa temperatura" (LT) si veda la Figura 2.4 p. 4 seguente.

Figura 2.4 Grafico profili ErP clima medio LT



Tj [°C] Temperatura esterna del bin
 PLRh(Tj) [%] Fattore di carico parziale dell'impianto alla temperatura esterna Tj
 Tout,l [°C] Profilo di temperatura per funzionamento a bassa temperatura

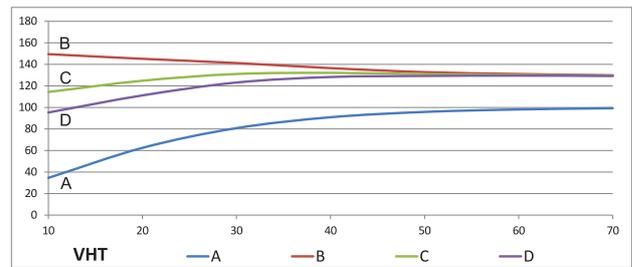
Per ciascuno dei profili è possibile determinare, sulla base della quota di potenza coperta con GAHP rispetto alla potenza di progetto (entrambe riferite alle condizioni di progetto per la zona climatica e il profilo di temperatura scelto):

- ▶ la percentuale di energia prodotta con GAHP

- ▶ l'efficienza media stagionale (SGUE) delle sole GAHP
- ▶ l'efficienza media stagionale (SGUE) del sistema ibrido GAHP e caldaie a condensazione ad integrazione
- ▶ l'efficienza media stagionale (SGUE) del sistema ibrido GAHP e caldaie esistenti (supposte con efficienza 80%) ad integrazione

Nei grafici delle figure seguenti vengono rappresentati questi dati per la zona climatica media e per ciascuno dei profili di temperatura. Per il profilo "altissima temperatura" (VHT) si veda la Figura 2.5 p. 4 seguente.

Figura 2.5 Grafico prestazioni energetiche ErP clima medio VHT

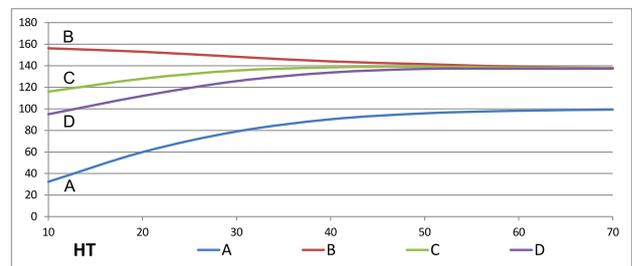


In ascissa la percentuale di potenza con GAHP rispetto alla potenza di progetto (calcolate entrambe alle condizioni A-10W65)

- A Percentuale di energia prodotta con GAHP
- B SGUE (GUE stagionale) sole GAHP
- C SGUE (GUE stagionale) GAHP e caldaie a condensazione
- D SGUE (GUE stagionale) GAHP e caldaie esistenti (supposte con efficienza 80%)

Per il profilo "alta temperatura" (HT) si veda la Figura 2.6 p. 4 seguente.

Figura 2.6 Grafico prestazioni energetiche ErP clima medio HT

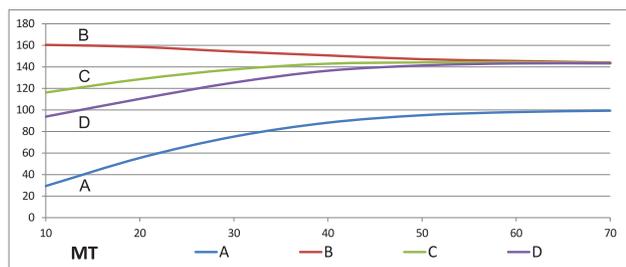


In ascissa la percentuale di potenza con GAHP rispetto alla potenza di progetto (calcolate entrambe alle condizioni A-10W55)

- A Percentuale di energia prodotta con GAHP
- B SGUE (GUE stagionale) sole GAHP
- C SGUE (GUE stagionale) GAHP e caldaie a condensazione
- D SGUE (GUE stagionale) GAHP e caldaie esistenti (supposte con efficienza 80%)

Per il profilo "media temperatura" (MT) si veda la Figura 2.7 p. 5 seguente.

Figura 2.7 Grafico prestazioni energetiche ErP clima medio MT



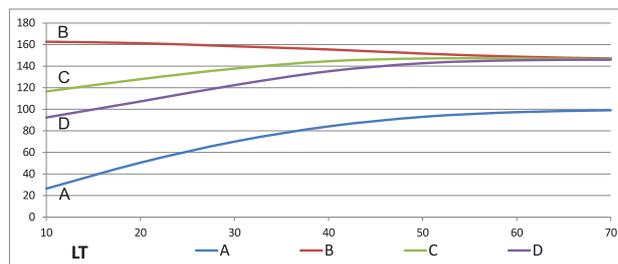
In ascissa la percentuale di potenza con GAHP rispetto alla potenza di progetto (calcolate entrambe alle condizioni A-10W45)

- A Percentuale di energia prodotta con GAHP
- B SGUE (GUE stagionale) sole GAHP
- C SGUE (GUE stagionale) GAHP e caldaie a condensazione
- D SGUE (GUE stagionale) GAHP e caldaie esistenti (supposte con efficienza 80%)

Per il profilo "bassa temperatura" (LT) si veda la Figura 2.8 p. 5

seguinte.

Figura 2.8 Grafico prestazioni energetiche ErP clima medio LT



In ascissa la percentuale di potenza con GAHP rispetto alla potenza di progetto (calcolate entrambe alle condizioni A-10W35)

- A Percentuale di energia prodotta con GAHP
- B SGUE (GUE stagionale) sole GAHP
- C SGUE (GUE stagionale) GAHP e caldaie a condensazione
- D SGUE (GUE stagionale) GAHP e caldaie esistenti (supposte con efficienza 80%)

3 CLIMA CALDO

Nella Tabella 3.1 p. 5 sono presentati i principali dati ricavati dalle norme precedentemente citate, relativamente al clima caldo

(riferimento Atene, temperatura esterna di progetto 2 °C).

Tabella 3.1 Tabella profili ErP clima caldo

Tj [°C]	Hj [h/y]	ΣHj	PLRh(Tj) [%]	Tout,vh [°C]	Tout,h [°C]	Tout,m [°C]	Tout,l [°C]
2	3	3	100	65	55	45	35
3	22	25	93	62	53	43	34
4	63	88	86	60	51	42	33
5	63	151	79	57	49	41	32
6	175	326	71	55	47	40	31
7	162	488	64	53	46	39	31
8	259	747	57	50	43	37	30
9	360	1107	50	47	41	35	29
10	428	1535	43	44	38	34	28
11	430	1965	36	41	36	32	27
12	503	2468	29	39	34	31	26
13	444	2912	21	36	31	29	25
14	384	3296	14	33	29	27	24
15	294	3590	7	30	26	26	23

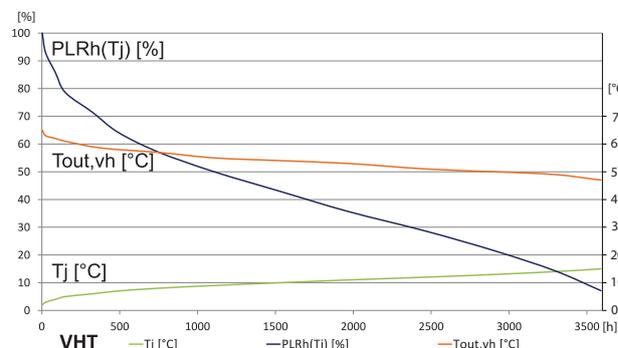
Tj [°C] = temperatura esterna del bin
 Hj [h/y] = ore annue di funzionamento alla temperatura esterna Tj
 ΣHj = ore annue cumulative di funzionamento a temperatura pari o inferiore a Tj
 PLRh(Tj) [%] = fattore di carico parziale dell'impianto alla temperatura esterna Tj
 Tout,vh [°C] = profilo di temperatura per funzionamento ad altissima temperatura
 Tout,h [°C] = profilo di temperatura per funzionamento ad alta temperatura
 Tout,m [°C] = profilo di temperatura per funzionamento a media temperatura
 Tout,l [°C] = profilo di temperatura per funzionamento a bassa temperatura

I grafici nelle figure seguenti, per ogni profilo di temperatura, permettono di apprezzare a colpo d'occhio la relazione tra temperatura esterna, profilo di carico (rappresentato dalla percentuale di potenza rispetto alla potenza nominale di progetto) e temperatura di mandata acqua impianto in riferimento al numero di ore cumulative di funzionamento dell'impianto di riscaldamento ad una data temperatura esterna Tj, per la zona climatica considerata.

La scelta di questo asse di riferimento permette di ricavare rapidamente informazioni utili per il dimensionamento, come dettagliato nel Paragrafo 5 p. 9.

Per il profilo "altissima temperatura" (VHT) si veda la Figura 3.1 p. 5 seguente.

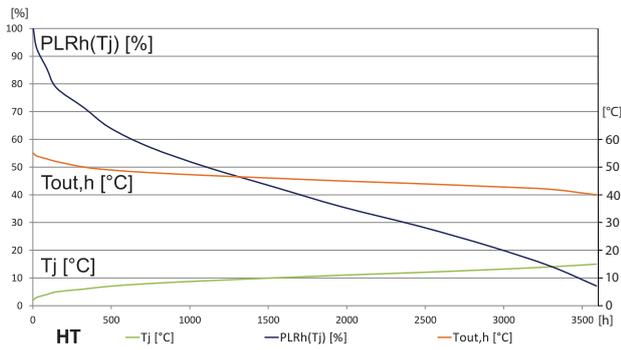
Figura 3.1 Grafico profili ErP clima caldo VHT



- Tj [°C] Temperatura esterna del bin
- PLRh(Tj) [%] Fattore di carico parziale dell'impianto alla temperatura esterna Tj
- Tout,vh [°C] Profilo di temperatura per funzionamento ad altissima temperatura

Per il profilo "alta temperatura" (HT) si veda la Figura 3.2 p. 6 seguente.

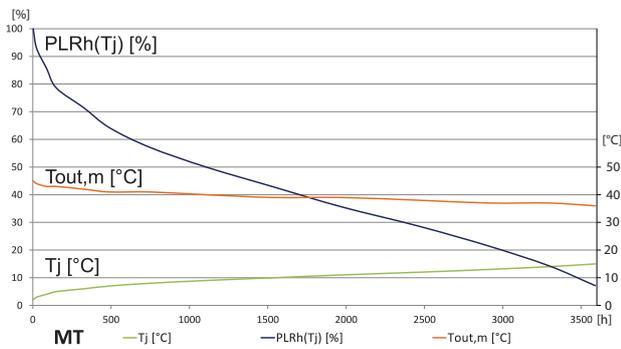
Figura 3.2 Grafico profili ErP clima caldo HT



Tj [°C] Temperatura esterna del bin
 PLRh(Tj) [%] Fattore di carico parziale dell'impianto alla temperatura esterna Tj
 Tout,h [°C] Profilo di temperatura per funzionamento ad alta temperatura

Per il profilo "media temperatura" (MT) si veda la Figura 3.3 p. 6 seguente.

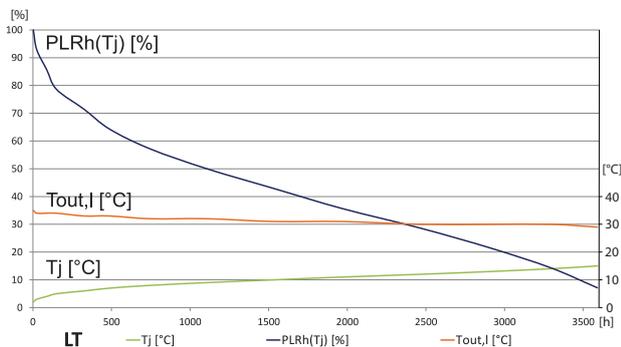
Figura 3.3 Grafico profili ErP clima caldo MT



Tj [°C] Temperatura esterna del bin
 PLRh(Tj) [%] Fattore di carico parziale dell'impianto alla temperatura esterna Tj
 Tout,m [°C] Profilo di temperatura per funzionamento a media temperatura

Per il profilo "bassa temperatura" (LT) si veda la Figura 3.4 p. 6 seguente.

Figura 3.4 Grafico profili ErP clima caldo LT



Tj [°C] Temperatura esterna del bin
 PLRh(Tj) [%] Fattore di carico parziale dell'impianto alla temperatura esterna Tj
 Tout,l [°C] Profilo di temperatura per funzionamento a bassa temperatura

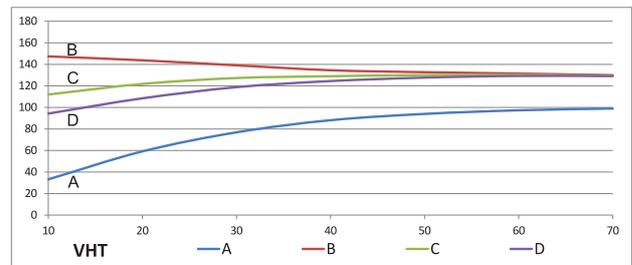
Per ciascuno dei profili è possibile determinare, sulla base della quota di potenza coperta con GAHP rispetto alla potenza di progetto (entrambe riferite alle condizioni di progetto per la zona climatica e il profilo di temperatura scelto):

- ▶ la percentuale di energia prodotta con GAHP

- ▶ l'efficienza media stagionale (SGUE) delle sole GAHP
- ▶ l'efficienza media stagionale (SGUE) del sistema ibrido GAHP e caldaie a condensazione ad integrazione
- ▶ l'efficienza media stagionale (SGUE) del sistema ibrido GAHP e caldaie esistenti (supposte con efficienza 80%) ad integrazione

Nei grafici delle figure seguenti vengono rappresentati questi dati per la zona climatica media e per ciascuno dei profili di temperatura. Per il profilo "altissima temperatura" (VHT) si veda la Figura 3.5 p. 6 seguente.

Figura 3.5 Grafico prestazioni energetiche ErP clima caldo VHT

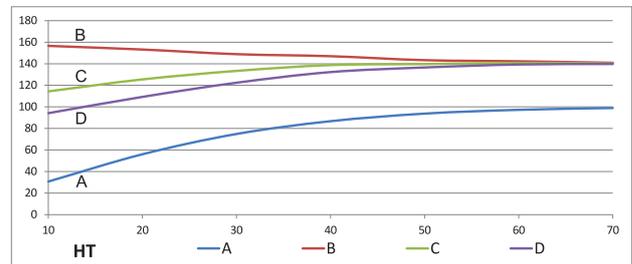


In ascissa la percentuale di potenza con GAHP rispetto alla potenza di progetto (calcolate entrambe alle condizioni A2W65)

- A Percentuale di energia prodotta con GAHP
- B SGUE (GUE stagionale) sole GAHP
- C SGUE (GUE stagionale) GAHP e caldaie a condensazione
- D SGUE (GUE stagionale) GAHP e caldaie esistenti (supposte con efficienza 80%)

Per il profilo "alta temperatura" (HT) si veda la Figura 3.6 p. 6 seguente.

Figura 3.6 Grafico prestazioni energetiche ErP clima caldo HT

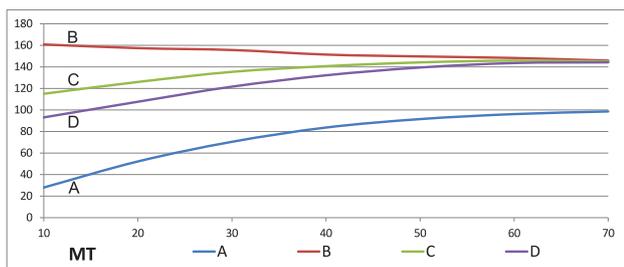


In ascissa la percentuale di potenza con GAHP rispetto alla potenza di progetto (calcolate entrambe alle condizioni A2W55)

- A Percentuale di energia prodotta con GAHP
- B SGUE (GUE stagionale) sole GAHP
- C SGUE (GUE stagionale) GAHP e caldaie a condensazione
- D SGUE (GUE stagionale) GAHP e caldaie esistenti (supposte con efficienza 80%)

Per il profilo "media temperatura" (MT) si veda la Figura 3.7 p. 7 seguente.

Figura 3.7 Grafico prestazioni energetiche ErP clima caldo MT



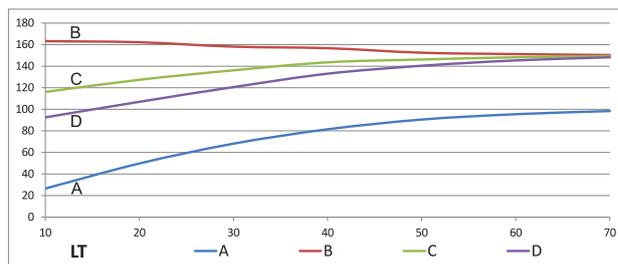
In ascissa la percentuale di potenza con GAHP rispetto alla potenza di progetto (calcolate entrambe alle condizioni A2W45)

- A Percentuale di energia prodotta con GAHP
- B SGUE (GUE stagionale) sole GAHP
- C SGUE (GUE stagionale) GAHP e caldaie a condensazione
- D SGUE (GUE stagionale) GAHP e caldaie esistenti (supposte con efficienza 80%)

Per il profilo "bassa temperatura" (LT) si veda la Figura 3.8 p. 7

seguito.

Figura 3.8 Grafico prestazioni energetiche ErP clima caldo LT



In ascissa la percentuale di potenza con GAHP rispetto alla potenza di progetto (calcolate entrambe alle condizioni A2W35)

- A Percentuale di energia prodotta con GAHP
- B SGUE (GUE stagionale) sole GAHP
- C SGUE (GUE stagionale) GAHP e caldaie a condensazione
- D SGUE (GUE stagionale) GAHP e caldaie esistenti (supposte con efficienza 80%)

4 CLIMA FREDDO

Nella Tabella 4.1 p. 7 sono presentati i principali dati ricavati dalle norme precedentemente citate, relativamente al clima freddo (riferimento Helsinki, temperatura esterna di progetto -22 °C).

Tabella 4.1 Tabella profili ErP clima freddo

Tj [°C]	Hj [h/y]	ΣHj	PLRh(Tj) [%]	Tout,vh [°C]	Tout,h [°C]	Tout,m [°C]	Tout,l [°C]
-22	1	1	100	65	55	45	35
-21	6	7	97	63	54	44	34
-20	13	20	95	62	53	43	34
-19	17	37	92	61	52	43	33
-18	19	56	89	60	51	42	33
-17	26	82	87	59	50	42	32
-16	39	121	84	58	49	41	32
-15	41	162	82	57	49	41	32
-14	35	197	79	56	48	40	31
-13	52	249	76	55	47	40	31
-12	37	286	74	54	47	39	31
-11	41	327	71	53	46	39	31
-10	43	370	68	52	45	39	30
-9	54	424	66	51	45	38	30
-8	90	514	63	50	44	38	30
-7	125	639	61	50	44	38	30
-6	169	808	58	49	43	37	29
-5	195	1003	55	48	42	36	29
-4	278	1281	53	47	41	36	29
-3	306	1587	50	46	40	35	28
-2	454	2041	47	45	40	35	28
-1	385	2426	45	44	39	34	28
0	490	2916	42	43	38	34	27
1	533	3449	39	42	37	33	27
2	380	3829	37	41	37	33	27
3	228	4057	34	40	36	32	26
4	261	4318	32	39	35	31	26
5	279	4597	29	38	34	31	25
6	229	4826	26	37	33	30	25
7	269	5095	24	36	32	30	25
8	233	5328	21	34	31	29	24
9	230	5558	18	33	30	28	24
10	243	5801	16	32	29	27	24
11	191	5992	13	31	28	26	24
12	146	6138	11	30	28	26	24
13	150	6288	8	28	27	25	23
14	97	6385	5	27	26	24	23

Tj [°C]	Hj [h/y]	ΣHj	PLRh(Tj) [%]	Tout,vh [°C]	Tout,h [°C]	Tout,m [°C]	Tout,l [°C]
15	61	6446	3	26	25	23	23

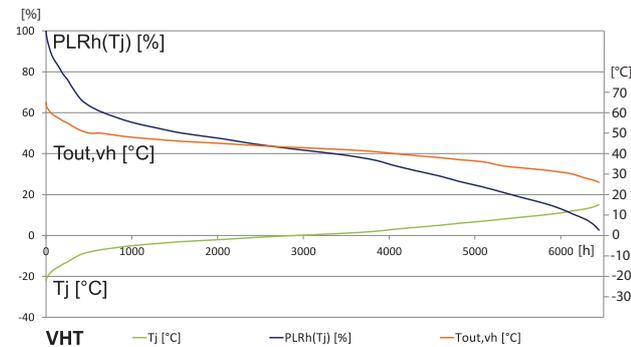
Tj [°C] = temperatura esterna del bin
 Hj [h/y] = ore annue di funzionamento alla temperatura esterna Tj
 ΣHj = ore annue cumulative di funzionamento a temperatura pari o inferiore a Tj
 PLRh(Tj) [%] = fattore di carico parziale dell'impianto alla temperatura esterna Tj
 Tout,vh [°C] = profilo di temperatura per funzionamento ad altissima temperatura
 Tout,h [°C] = profilo di temperatura per funzionamento ad alta temperatura
 Tout,m [°C] = profilo di temperatura per funzionamento temperatura media
 Tout,l [°C] = profilo di temperatura per funzionamento a bassa temperatura

I grafici nelle figure seguenti, per ogni profilo di temperatura, permettono di apprezzare a colpo d'occhio la relazione tra temperatura esterna, profilo di carico (rappresentato dalla percentuale di potenza rispetto alla potenza nominale di progetto) e temperatura di mandata acqua impianto in riferimento al numero di ore cumulative di funzionamento dell'impianto di riscaldamento ad una data temperatura esterna Tj, per la zona climatica considerata.

La scelta di questo asse di riferimento permette di ricavare rapidamente informazioni utili per il dimensionamento, come dettagliato nel Paragrafo 5 p. 9.

Per il profilo "altissima temperatura" (VHT) si veda la Figura 4.1 p. 8 seguente.

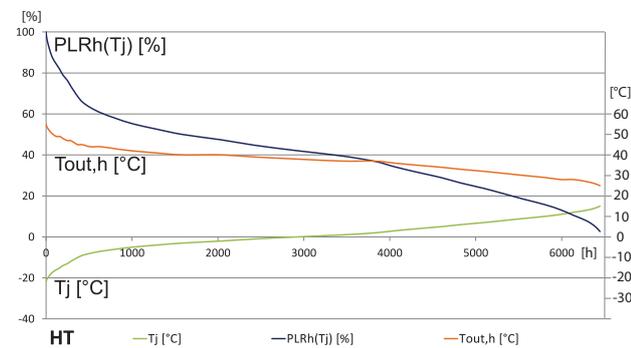
Figura 4.1 Grafico profili ErP clima freddo VHT



Tj [°C] Temperatura esterna del bin
 PLRh(Tj) [%] Fattore di carico parziale dell'impianto alla temperatura esterna Tj
 Tout,vh [°C] Profilo di temperatura per funzionamento ad altissima temperatura

Per il profilo "alta temperatura" (HT) si veda la Figura 4.2 p. 8 seguente.

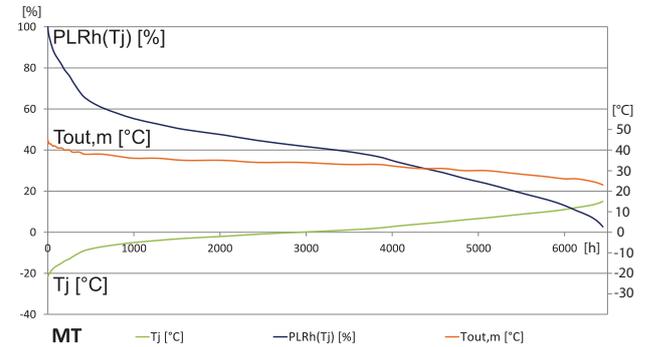
Figura 4.2 Grafico profili ErP clima freddo HT



Tj [°C] Temperatura esterna del bin
 PLRh(Tj) [%] Fattore di carico parziale dell'impianto alla temperatura esterna Tj
 Tout,h [°C] Profilo di temperatura per funzionamento ad alta temperatura

Per il profilo "media temperatura" (MT) si veda la Figura 4.3 p. 8 seguente.

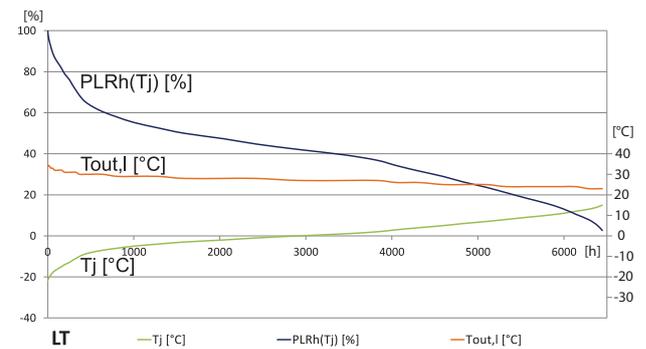
Figura 4.3 Grafico profili ErP clima freddo MT



Tj [°C] Temperatura esterna del bin
 PLRh(Tj) [%] Fattore di carico parziale dell'impianto alla temperatura esterna Tj
 Tout,m [°C] Profilo di temperatura per funzionamento a media temperatura

Per il profilo "bassa temperatura" (LT) si veda la Figura 4.4 p. 8 seguente.

Figura 4.4 Grafico profili ErP clima freddo LT



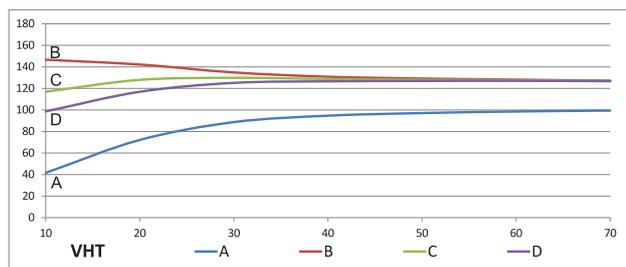
Tj [°C] Temperatura esterna del bin
 PLRh(Tj) [%] Fattore di carico parziale dell'impianto alla temperatura esterna Tj
 Tout,l [°C] Profilo di temperatura per funzionamento a bassa temperatura

Per ciascuno dei profili è possibile determinare, sulla base della quota di potenza coperta con GAHP rispetto alla potenza di progetto (entrambe riferite alle condizioni di progetto per la zona climatica e il profilo di temperatura scelto):

- ▶ la percentuale di energia prodotta con GAHP
- ▶ l'efficienza media stagionale (SGUE) delle sole GAHP
- ▶ l'efficienza media stagionale (SGUE) del sistema ibrido GAHP e caldaie a condensazione ad integrazione
- ▶ l'efficienza media stagionale (SGUE) del sistema ibrido GAHP e caldaie esistenti (supposte con efficienza 80%) ad integrazione

Nei grafici delle figure seguenti vengono rappresentati questi dati per la zona climatica media e per ciascuno dei profili di temperatura. Per il profilo "altissima temperatura" (VHT) si veda la Figura 4.5 p. 9 seguente.

Figura 4.5 Grafico prestazioni energetiche ErP clima freddo VHT

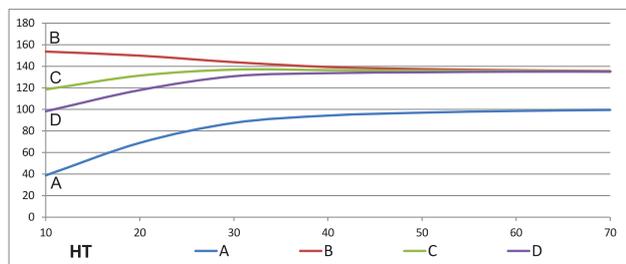


In ascissa la percentuale di potenza con GAHP rispetto alla potenza di progetto (calcolate entrambe alle condizioni A-22W65)

- A Percentuale di energia prodotta con GAHP
- B SGUE (GUE stagionale) sole GAHP
- C SGUE (GUE stagionale) GAHP e caldaie a condensazione
- D SGUE (GUE stagionale) GAHP e caldaie esistenti (supposte con efficienza 80%)

Per il profilo "alta temperatura" (HT) si veda la Figura 4.6 p. 9 seguente.

Figura 4.6 Grafico prestazioni energetiche ErP clima freddo HT



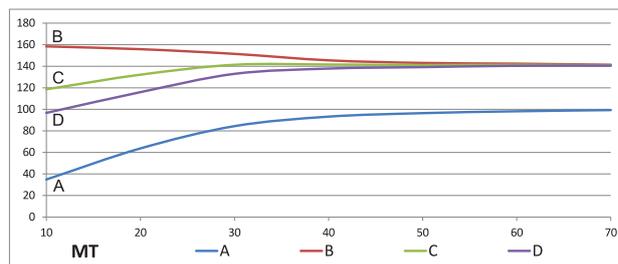
In ascissa la percentuale di potenza con GAHP rispetto alla potenza di progetto (calcolate entrambe alle condizioni A-22W55)

- A Percentuale di energia prodotta con GAHP
- B SGUE (GUE stagionale) sole GAHP
- C SGUE (GUE stagionale) GAHP e caldaie a condensazione
- D SGUE (GUE stagionale) GAHP e caldaie esistenti (supposte con efficienza 80%)

Per il profilo "media temperatura" (MT) si veda la Figura 4.7 p. 9 seguente.

seguente.

Figura 4.7 Grafico prestazioni energetiche ErP clima freddo MT

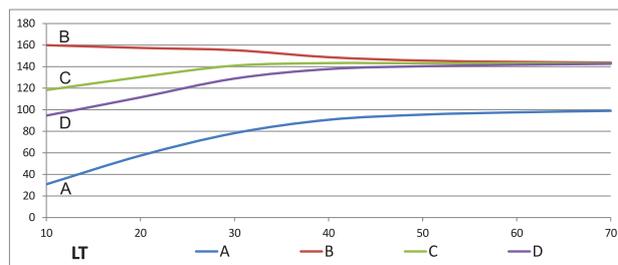


In ascissa la percentuale di potenza con GAHP rispetto alla potenza di progetto (calcolate entrambe alle condizioni A-22W45)

- A Percentuale di energia prodotta con GAHP
- B SGUE (GUE stagionale) sole GAHP
- C SGUE (GUE stagionale) GAHP e caldaie a condensazione
- D SGUE (GUE stagionale) GAHP e caldaie esistenti (supposte con efficienza 80%)

Per il profilo "bassa temperatura" (LT) si veda la Figura 4.8 p. 9 seguente.

Figura 4.8 Grafico prestazioni energetiche ErP clima freddo LT



In ascissa la percentuale di potenza con GAHP rispetto alla potenza di progetto (calcolate entrambe alle condizioni A-22W35)

- A Percentuale di energia prodotta con GAHP
- B SGUE (GUE stagionale) sole GAHP
- C SGUE (GUE stagionale) GAHP e caldaie a condensazione
- D SGUE (GUE stagionale) GAHP e caldaie esistenti (supposte con efficienza 80%)

5 ESEMPIO DIMENSIONAMENTO

I grafici presentati nei paragrafi precedenti possono essere utilizzati per ricavare informazioni utili per il dimensionamento, in particolare per stimare l'efficienza media stagionale attesa per il sistema di generazione e la quota complessiva di energia prodotta dalle pompe di calore rispetto al fabbisogno, in funzione della quota della potenza di progetto coperta con pompe di calore.

Prendendo come esempio la Figura 2.2 p. 4 e la relativa Figura 2.6 p. 4, ipotizziamo di coprire con GAHP il 40% della potenza di progetto (calcolando la potenza resa dalla singola pompa di calore alle condizioni di progetto previste per quella zona climatica e per quel profilo di temperatura, ovvero nell'esempio in esame A-10W55), lasciando alle caldaie la copertura del restante 60%.

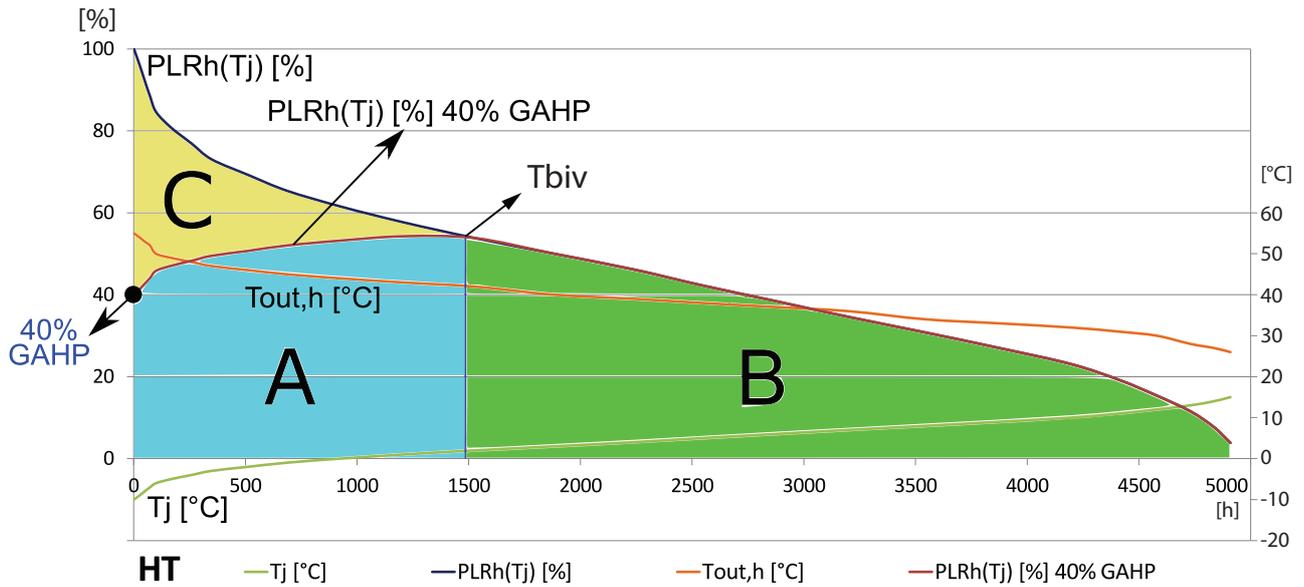
Nello specifico nella Figura 5.1 p. 10 si vede come nel caso in ipotesi si abbia:

- Il sistema GAHP (area A, in azzurro), che ha priorità di funzionamento, sarà a piena potenza per circa il 30% del tempo di funzionamento totale dell'impianto di riscaldamento (4910 ore per la zona climatica media, Tabella 2.1 p. 3). In tale periodo, le caldaie di integrazione (area C, in giallo) moduleranno la loro potenza per inseguire il carico dell'edificio, in quanto la potenza

termica erogata dalle sole GAHP non è sufficiente a coprire il fabbisogno di potenza termica dell'edificio.

- Per le restanti ore il sistema GAHP funzionerà in parzializzazione (area B, in verde), coprendo autonomamente il carico dell'edificio (caldaie di integrazione spente). In questo caso la potenza termica erogata dalle sole GAHP è superiore al fabbisogno di potenza termica dell'edificio.
- La temperatura esterna bivalente T_j corrispondente alla transizione tra il funzionamento a piena potenza (con le caldaie che intervengono per integrazione) e il funzionamento parzializzato delle GAHP (con le caldaie spente) sarà attorno agli 0 °C.

Figura 5.1 Esempio dimensionamento 40% del carico di progetto con GAHP



Tbiv [°C] Temperatura bivalente

Tj [°C] Temperatura esterna del bin

PLRh(Tj) [%] Fattore di carico parziale dell'impianto alla temperatura esterna Tj

PLRh(Tj) [%] 40% GAHP Fattore di carico parziale coperto da GAHP ipotizzando un 40% di potenza con GAHP rispetto alla potenza totale di

progetto

Tout,h [°C] Profilo di temperatura per funzionamento ad alta temperatura

A Area di funzionamento GAHP a pieno carico

B Area di funzionamento GAHP a carico parziale

C Area di funzionamento caldaie di integrazione

Valutando il rapporto tra la somma delle aree A e B, che rappresenta la quantità di energia coperta da GAHP, rispetto al totale dell'area sottostante la curva blu di PLRh(Tj), che rappresenta il fabbisogno termico totale dell'edificio, si comprende immediatamente come la quota energetica effettivamente coperta da GAHP sia decisamente maggiore rispetto al 40% (che era stata l'ipotesi di dimensionamento iniziale, ovvero coprire con GAHP il 40% della potenza di progetto), arrivando a coprire circa il 90% del fabbisogno termico totale dell'edificio.

Il fatto che il sistema GAHP si trovi per una quota preponderante del tempo ad erogare una potenza termica superiore al fabbisogno dell'edificio non costituisce un problema in quanto sono disponibili sofisticati sistemi di controllo (si veda per approfondimenti la Sezione C01.11) che permettono di gestire il sistema di generazione con opportuni gradini di parzializzazione, in modo da ottimizzare l'erogazione di energia (e conseguentemente il consumo di gas) all'effettivo fabbisogno dell'edificio.

Utilizzando i dati riportati nella Figura 2.6 p. 4 e facendo riferimento appunto alla copertura con GAHP del 40% della potenza di progetto (valore 40 in ascissa) è possibile ricavare ulteriori dati utili alla valutazione del dimensionamento ottimale.

Possiamo infatti ricavare che in queste condizioni:

- ▶ le GAHP copriranno circa il 90% del fabbisogno termico dell'edificio
- ▶ L'efficienza media stagionale (SGUE) delle sole GAHP sarà pari al 144%
- ▶ L'efficienza media stagionale (SGUE) del sistema ibrido GAHP e caldaie a condensazione ad integrazione sarà pari al 139%
- ▶ L'efficienza media stagionale (SGUE) del sistema ibrido GAHP e caldaie esistenti (supposte con efficienza 80%) ad integrazione sarà pari al 134%

Con questa metodologia è quindi possibile calcolare la quota di energia coperta dalle GAHP in funzione della percentuale di potenza delle GAHP rispetto alla potenza di progetto, ma anche fare una prima stima del rendimento medio stagionale atteso sia per le sole

GAHP che per sistemi ibridi, sia con caldaie a condensazione che con le caldaie attualmente esistenti.

Prima di tutto va quindi stabilita la percentuale di potenza, rispetto al valore effettivo del carico di progetto dell'edificio (ricavabile sia da stime sommarie che dagli opportuni software di calcolo), che permette di rispettare i criteri definiti come obiettivo (massimizzare il ritorno economico dell'investimento piuttosto che rispettare gli eventuali requisiti di legge relativi all'utilizzo di fonti di energia rinnovabile piuttosto che accedere ad incentivi correlati a una soglia minima di efficienza dell'impianto realizzato, o altro).

Dalla potenza così ottenuta si può dedurre il numero di GAHP richiesto per l'impianto dividendo per la potenza resa dalla singola GAHP nelle stesse condizioni di progetto (minima temperatura esterna della zona climatica e relativa temperatura di mandata acqua riscaldamento).

Naturalmente il calcolo è per sua natura discreto, ovvero il risultato dovrà poi essere adattato ad un numero intero di GAHP.

Intuitivamente si può comprendere come ai climi più rigidi per coprire la stessa quota di potenza serva un numero superiore di GAHP, mentre ai climi più caldi sia sufficiente un numero inferiore.

5.1 ZONA MEDIA, ALTISSIMA TEMPERATURA

Ipotizziamo di avere un fabbisogno di potenza termica alle condizioni di progetto pari a 400 kW e di trovarci in zona climatica media con un profilo di temperatura VHT, ovvero altissima temperatura.

Di conseguenza le condizioni di progetto di riferimento a cui calcolare la potenza resa da ogni singola GAHP saranno A-10W65.

Se ipotizzassimo di utilizzare pompe di calore GAHP A per solo riscaldamento per la realizzazione dell'impianto di riscaldamento, la potenza resa da ciascuna GAHP A alle condizioni di progetto (A-10W65) è pari a 25,2 kW (si vedano le prestazioni dell'unità nella Sezione B01).

Si aprono a questo punto diversi scenari in funzione del criterio in base al quale è realizzato il dimensionamento:

- Se la priorità è avere il sistema in assoluto più efficiente, sceglierò di coprire tutta la potenza con pompe di calore GAHP A. Di conseguenza il numero di GAHP A da installare sarà pari a $(400/25,2) = 15,9$ unità. Di conseguenza l'impianto sarà costituito da 16 GAHP A. Questo tuttavia è anche il dimensionamento più oneroso dal punto di vista dei costi.
- Se la priorità è il miglior compromesso costo/beneficio, sceglierò di coprire ad esempio solo il 40% della potenza di progetto con pompe di calore GAHP A, il che mi garantisce comunque che le pompe di calore coprano circa il 90% del fabbisogno termico dell'edificio (secondo quanto esposto nel Paragrafo 5 p. 9 precedente, adattando i calcoli al diverso profilo di temperatura). In questo modo saranno sufficienti $(400 \times 0,4 / 25,2) = 6,3$ unità. Di conseguenza l'impianto sarà costituito da 7 GAHP A e da tre caldaie AY ad integrazione, due AY 100 e una AY 50.
- Se la priorità è raggiungere una certa quota di energia rinnovabile, andranno fatte opportune simulazioni, utilizzando adeguati software di calcolo, per determinare la quota di energia rinnovabile raggiungibile a fronte di una certa percentuale di pompe di calore rispetto alla potenza di progetto. Ipotizziamo ad esempio che coprendo con GAHP l'80% della potenza potenza di progetto io riesca a soddisfare questo requisito. Di conseguenza il numero di GAHP A da installare sarà pari a $(400 \times 0,8 / 25,2) = 12,7$ unità. Di conseguenza l'impianto sarà costituito da 13 GAHP A e da una caldaia AY 100 ad integrazione. Questo dimensionamento sarà estremamente efficiente, ma meno oneroso di quello basato su sole GAHP A.

In funzione dei criteri individuati per il dimensionamento si possono individuare caso per caso le soluzioni ottimali, che permettano allo stesso tempo di conseguire l'obiettivo prescelto e massimizzare il rapporto costo/beneficio.

5.2 ZONA MEDIA, ALTA TEMPERATURA

Ipotizziamo di avere un fabbisogno di potenza termica alle condizioni di progetto pari a 400 kW e di trovarci in zona climatica media con un profilo di temperatura HT, ovvero alta temperatura.

Di conseguenza le condizioni di progetto di riferimento a cui calcolare la potenza resa da ogni singola GAHP saranno A-10W55.

Se ipotizzassimo di utilizzare pompe di calore GAHP A per solo riscaldamento per la realizzazione dell'impianto di riscaldamento, la potenza resa da ciascuna GAHP A alle condizioni di progetto (A-10W55) è pari a 28,2 kW (si vedano le prestazioni dell'unità nella Sezione B01).

Si aprono a questo punto diversi scenari in funzione del criterio in base al quale è realizzato il dimensionamento:

- Se la priorità è avere il sistema in assoluto più efficiente, sceglierò di coprire tutta la potenza con pompe di calore GAHP A. Di conseguenza il numero di GAHP A da installare sarà pari a $(400/28,2) = 14,2$ unità. Di conseguenza l'impianto sarà costituito da 15 GAHP A. Questo tuttavia è anche il dimensionamento più oneroso dal punto di vista dei costi.
- Se la priorità è il miglior compromesso costo/beneficio, sceglierò di coprire ad esempio solo il 40% della potenza di progetto con pompe di calore GAHP A, il che mi garantisce comunque che le pompe di calore coprano circa il 90% del fabbisogno termico dell'edificio (secondo quanto esposto nel Paragrafo 5 p. 9 precedente). In questo modo saranno sufficienti $(400 \times 0,4 / 28,2) = 5,6$ unità. Di conseguenza l'impianto sarà costituito da 6 GAHP A e da tre caldaie AY ad integrazione, due AY 100 e una AY 50.
- Se la priorità è raggiungere una certa quota di energia rinnovabile, andranno fatte opportune simulazioni, utilizzando adeguati software di calcolo, per determinare la quota di energia rinnovabile raggiungibile a fronte di una certa percentuale di pompe di calore rispetto alla potenza di progetto. Ipotizziamo ad esempio che coprendo con GAHP l'80% della potenza potenza di

progetto io riesca a soddisfare questo requisito. Di conseguenza il numero di GAHP A da installare sarà pari a $(400 \times 0,8 / 28,2) = 11,3$ unità. Di conseguenza l'impianto sarà costituito da 12 GAHP A e da una caldaia AY 100 ad integrazione. Questo dimensionamento sarà estremamente efficiente, ma meno oneroso di quello basato su sole GAHP A.

In funzione dei criteri individuati per il dimensionamento si possono individuare caso per caso le soluzioni ottimali, che permettano allo stesso tempo di conseguire l'obiettivo prescelto e massimizzare il rapporto costo/beneficio.

5.3 ZONA FREDDA, ALTISSIMA TEMPERATURA

Ipotizziamo di avere un fabbisogno di potenza termica alle condizioni di progetto pari a 400 kW e di trovarci in zona climatica fredda con un profilo di temperatura VHT, ovvero altissima temperatura.

Di conseguenza le condizioni di progetto di riferimento a cui calcolare la potenza resa da ogni singola GAHP saranno A-22W65.

Se ipotizzassimo di utilizzare pompe di calore GAHP A per solo riscaldamento per la realizzazione dell'impianto di riscaldamento, la potenza resa da ciascuna GAHP A alle condizioni di progetto (A-22W65) è pari a 22,2 kW.

Si aprono a questo punto diversi scenari in funzione del criterio in base al quale è realizzato il dimensionamento:

- Se la priorità è avere il sistema in assoluto più efficiente, sceglierò di coprire tutta la potenza con pompe di calore GAHP A. Di conseguenza il numero di GAHP A da installare sarà pari a $(400/22,2) = 18$ unità. Di conseguenza l'impianto sarà costituito da 18 GAHP A. Questo tuttavia è anche il dimensionamento più oneroso dal punto di vista dei costi.
- Se la priorità è il miglior compromesso costo/beneficio, sceglierò di coprire ad esempio solo il 40% della potenza di progetto con pompe di calore GAHP A, il che mi garantisce comunque che le pompe di calore coprano circa il 91% del fabbisogno termico dell'edificio (secondo quanto esposto nel Paragrafo 5 p. 9 precedente, adattando i calcoli alla diversa zona climatica e al diverso profilo di temperatura). In questo modo saranno sufficienti $(400 \times 0,4 / 22,2) = 7,2$ unità. Di conseguenza l'impianto sarà costituito da 8 GAHP A e da tre caldaie AY ad integrazione, due AY 100 e una AY 50.
- Se la priorità è raggiungere una certa quota di energia rinnovabile, andranno fatte opportune simulazioni, utilizzando adeguati software di calcolo, per determinare la quota di energia rinnovabile raggiungibile a fronte di una certa percentuale di pompe di calore rispetto alla potenza di progetto. Ipotizziamo ad esempio che coprendo con GAHP l'80% della potenza potenza di progetto io riesca a soddisfare questo requisito. Di conseguenza il numero di GAHP A da installare sarà pari a $(400 \times 0,8 / 22,2) = 14,4$ unità. Di conseguenza l'impianto sarà costituito da 15 GAHP A e da una caldaia AY 100 ad integrazione. Questo dimensionamento sarà estremamente efficiente, ma meno oneroso di quello basato su sole GAHP A.

In funzione dei criteri individuati per il dimensionamento si possono individuare caso per caso le soluzioni ottimali, che permettano allo stesso tempo di conseguire l'obiettivo prescelto e massimizzare il rapporto costo/beneficio.

5.4 ZONA CALDA, BASSA TEMPERATURA

Ipotizziamo di avere un fabbisogno di potenza termica alle condizioni di progetto pari a 400 kW e di trovarci in zona climatica calda con un profilo di temperatura LT, ovvero bassa temperatura.

Di conseguenza le condizioni di progetto di riferimento a cui calcolare la potenza resa da ogni singola GAHP saranno A2W35.

Se ipotizzassimo di utilizzare pompe di calore GAHP A per solo riscaldamento per la realizzazione dell'impianto di riscaldamento, la potenza resa da ciascuna GAHP A alle condizioni di progetto

(A2W35) è pari a 40,9 kW (si vedano le prestazioni dell'unità nella Sezione B01).

Si aprono a questo punto diversi scenari in funzione del criterio in base al quale è realizzato il dimensionamento:

- ▶ Se la priorità è avere il sistema in assoluto più efficiente, sceglierò di coprire tutta la potenza con pompe di calore GAHP A. Di conseguenza il numero di GAHP A da installare sarà pari a $(400/40,9) = 9,8$ unità. Di conseguenza l'impianto sarà costituito da 10 GAHP A. Questo tuttavia è anche il dimensionamento più oneroso dal punto di vista dei costi.
- ▶ Se la priorità è il miglior compromesso costo/beneficio, sceglierò di coprire ad esempio solo il 40% della potenza di progetto con pompe di calore GAHP A, il che mi garantisce comunque che le pompe di calore coprano circa l'88% del fabbisogno termico dell'edificio (secondo quanto esposto nel Paragrafo 5 p. 9 precedente, adattando i calcoli alla diversa zona climatica e al diverso profilo di temperatura). In questo modo saranno sufficienti $(400 \times 0,4 / 40,9) = 3,9$ unità. Di conseguenza

l'impianto sarà costituito da 4 GAHP A e da tre caldaie AY ad integrazione, due AY 100 e una AY 50.

- ▶ Se la priorità è raggiungere una certa quota di energia rinnovabile, andranno fatte opportune simulazioni, utilizzando adeguati software di calcolo, per determinare la quota di energia rinnovabile raggiungibile a fronte di una certa percentuale di pompe di calore rispetto alla potenza di progetto. Ipotizziamo ad esempio che coprendo con GAHP il 60% della potenza di progetto io riesca a soddisfare questo requisito. Di conseguenza il numero di GAHP A da installare sarà pari a $(400 \times 0,6 / 40,9) = 5,9$ unità. Di conseguenza l'impianto sarà costituito da 6 GAHP A e da una caldaia AY 100 ad integrazione. Questo dimensionamento sarà estremamente efficiente, ma meno oneroso di quello basato su sole GAHP A.

In funzione dei criteri individuati per il dimensionamento si possono individuare caso per caso le soluzioni ottimali, che permettano allo stesso tempo di conseguire l'obiettivo prescelto e massimizzare il rapporto costo/beneficio.

6 CRITERI DI SCELTA DELLE UNITÀ

Di seguito vengono riportate in estrema sintesi le principali caratteristiche delle unità, utili per individuare rapidamente la tipologia di apparecchio che meglio corrisponde alle esigenze del proprio progetto.

Le tipologie di unità disponibili si suddividono in:

- ▶ Singole unità GAHP/GA/AY
- ▶ Gruppi integrati Gitié 2.0
- ▶ Link



Per una scelta guidata alle unità più idonee in funzione dei fabbisogni di potenza e della tipologia di servizio richiesta dal proprio impianto è disponibile il configuratore di prodotto (raggiungibile dal portale Robur).



Si rimanda alla Sezione B per una descrizione più dettagliata delle caratteristiche di ciascuna unità.

6.1 UNITÀ SINGOLE

Le unità singole sono a loro volta suddivise in:

- ▶ Pompe di calore GAHP
- ▶ Refrigeratori e termorefrigeratori GA
- ▶ Caldaie AY



È possibile prevedere più unità singole sullo stesso impianto, ma va considerato che la scelta di un Link offre in questo caso molteplici vantaggi in termini di semplificazione della progettazione e dell'installazione e dell'efficacia del controllo.

6.1.1 Pompe di calore GAHP

Le pompe di calore della gamma GAHP sono:

- ▶ GAHP A: pompa di calore ad assorbimento a gas ed energia rinnovabile aerotermica, modulante a condensazione, per produzione di acqua calda fino a una temperatura in mandata di 65 °C (70 °C al 50% della potenza massima), per installazione esterna. Potenza termica unitaria (A7W35): 41,3 kW.
- ▶ GAHP A Indoor: pompa di calore ad assorbimento a gas ed energia rinnovabile aerotermica, modulante a condensazione, per

produzione di acqua calda fino a una temperatura in mandata di 65 °C (70 °C al 50% della potenza massima), per installazione in locale tecnico. Potenza termica unitaria (A7W35): 41,3 kW.

- ▶ GAHP-AR: pompa di calore ad assorbimento a gas ed energia rinnovabile aerotermica, reversibile, per produzione di acqua calda fino a una temperatura in mandata di 60 °C ed alternativamente di acqua fredda fino a una temperatura in mandata di 3 °C, per installazione esterna. Potenza termica unitaria (A7W35): 37,8 kW. Potenza frigorifera unitaria (A35W7): 16,9 kW.
- ▶ GAHP GS HT: pompa di calore ad assorbimento a gas ed energia rinnovabile geotermica, modulante a condensazione, per produzione alternata o contemporanea di acqua calda fino a una temperatura in mandata di 65 °C (70 °C al 50% della potenza massima) e di acqua fredda anche a temperature negative (minima temperatura di mandata -5 °C), per installazione esterna o interna. Potenza termica unitaria (B0W35): 41,6 kW.
- ▶ GAHP WS: pompa di calore ad assorbimento a gas ed energia rinnovabile idrotermica, modulante a condensazione, per produzione alternata o contemporanea di acqua calda fino a una temperatura in mandata di 65 °C (70 °C al 50% della potenza massima) e di acqua fredda fino a una temperatura di mandata di 3 °C, per installazione esterna o interna. Potenza termica unitaria (W10W35): 43,9 kW.

6.1.2 Refrigeratori e termorefrigeratori GA

- ▶ GA ACF: refrigeratore ad assorbimento a gas per impianti di raffrescamento civili/commerciali/industriali con acqua refrigerata fino a 3 °C.
- ▶ GA ACF HR: termorefrigeratore ad assorbimento a gas con recuperatore di calore, per impianti di raffrescamento civili/commerciali/industriali con acqua refrigerata fino a 3 °C, più acqua calda del recuperatore fino a 75 °C (es. produzione ACS).
- ▶ GA ACF TK: refrigeratore ad assorbimento a gas per impianti e applicazioni di processo con acqua refrigerata fino a 3 °C, in funzionamento continuo tutto l'anno.
- ▶ GA ACF HT: refrigeratore ad assorbimento a gas per climi torridi, per impianti di raffrescamento civili/commerciali/industriali con acqua refrigerata fino a 5 °C, con aria esterna fino a 50 °C.
- ▶ GA ACF LB: refrigeratore ad assorbimento a gas per temperature negative, per impianti di refrigerazione con acqua refrigerata fino a -10 °C (glicole indispensabile).

6.1.3 Caldaie AY

- ▶ AY 35: caldaia a condensazione a gas modulante a camera stagna per produzione di acqua calda fino a una temperatura in

mandata di 88 °C, per installazione interna o esterna, potenza utile 33,4 kW.

- ▶ AY 50: caldaia a condensazione a gas modulante a camera stagna per produzione di acqua calda fino a una temperatura in mandata di 88 °C, per installazione interna o esterna, potenza utile 49,2 kW.
- ▶ AY 100: caldaia a condensazione a gas modulante a camera stagna per produzione di acqua calda fino a una temperatura in mandata di 88 °C, per installazione interna o esterna, potenza utile 98,4 kW.

6.2 GITIÉ

Le famiglie di Gitié 2.0 disponibili sono tre:

- ▶ AHAY: Gruppo integrato composto da una pompa di calore ad assorbimento GAHP A e da una caldaia a condensazione AY
- ▶ ARAY: Gruppo integrato composto da una pompa di calore ad assorbimento reversibile GAHP-AR e da una caldaia a condensazione AY
- ▶ ACAY: Gruppo integrato composto da un refrigeratore ad assorbimento GA ACF e da una caldaia a condensazione AY

Ciascuna di queste è ulteriormente suddivisa in quanto ciascun Gitié 2.0 può essere allestito con caldaia AY 35 oppure AY 50.

7 IN SINTESI

Da quanto esposto nei paragrafi precedenti si può concludere che non è in generale possibile individuare un unico criterio di dimensionamento, in quanto gli obiettivi del dimensionamento stesso possono essere anche molto diversi tra loro, dalla semplice massimizzazione del ritorno economico dell'investimento, alla verifica del rispetto di eventuali requisiti di legge relativi all'utilizzo di fonti di energia rinnovabile, o alla possibilità di accedere ad incentivi correlati a una soglia minima di efficienza dell'impianto realizzato.

Criteri così diversi portano necessariamente a conclusioni molto diverse.

In linea generale possiamo affermare che per la semplice ottimizzazione del ritorno economico dell'investimento il dimensionamento ottimale si ottiene con una quota di potenza termica con GAHP che, alle condizioni di progetto, si colloca tra il 30% e il 40%.

Per criteri legati a eventuali quote di energia rinnovabile il consiglio è quello di utilizzare appositi software di calcolo in grado di verificare rapidamente se il sistema di generazione ipotizzato sia in grado

- ▶ AHAY35: Potenza termica unitaria (A7W35): 77,4 kW
- ▶ AHAY50: Potenza termica unitaria (A7W35): 94,3 kW
- ▶ ARAY35: Potenza termica unitaria (A7W35): 73,8 kW. Potenza frigorifera unitaria (A35W7): 16,9 kW
- ▶ ARAY50: Potenza termica unitaria (A7W35): 90,8 kW. Potenza frigorifera unitaria (A35W7): 16,9 kW
- ▶ ACAY35: potenza utile 33,4 kW. Potenza frigorifera unitaria (A35W7): 17,7 kW
- ▶ ACAY50: potenza utile 49,2 kW. Potenza frigorifera unitaria (A35W7): 17,7 kW

6.3 LINK

Grazie alla possibilità di combinare più moduli termici/frigoriferi singoli alimentati a gas (moduli GAHP/GA/AY) sullo stesso Link è possibile realizzare una grande numerosità di configurazioni, con lo scopo di rispondere alle specifiche esigenze dell'impianto da servire evitando sovradimensionamenti e conseguenti sprechi di energia. Per la scelta del Link è sempre opportuno fare riferimento al confi-



guratore di prodotto (raggiungibile dal portale Robur).

di soddisfare il requisito. Usualmente questi criteri richiedono quote di potenza termica con GAHP, alle condizioni di progetto, superiori all'80%.

Per criteri legati alla soglia minima di efficienza dell'impianto una prima stima può essere effettuata, come descritto nel Paragrafo 5 p. 9, utilizzando i grafici di prestazione energetica relativi alla specifica zona climatica e allo specifico profilo di temperatura considerato, in base alla quota di potenza termica che si valuta di coprire con GAHP, e verificandoli poi tramite opportuni software di calcolo. Come si vede dai grafici, anche quote di potenza termica con GAHP piuttosto basse permettono di raggiungere livelli di efficienza dell'impianto decisamente elevati, anche nel caso di accoppiamento con caldaie esistenti a bassa efficienza.

Una volta individuati i criteri di dimensionamento, la scelta effettiva delle unità si effettua sulla base delle caratteristiche delle stesse, come dettagliato nel Paragrafo 6 p. 12.