

SAVE THE ENERGY

29 Novembre 2022,
Napoli



The power behind **your mission**



Consumi energetici

INTRODUZIONE

Secondo l'ENEA, l'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile, in Italia il 40% del totale consumo di energia è destinato agli edifici e del 36% delle emissioni di gas a effetto serra, dovute principalmente alla costruzione, all'utilizzo, alla ristrutturazione e alla demolizione.

Questa energia viene utilizzata per:

- 10,6% illuminazione
- 16,9% apparecchi elettrici
- **dal 70% al 75% climatizzazione, in funzione dall'andamento delle temperature stagionali.**

Momento storico

Costi dell'energia molto variabili, in aumento continuo

Gli alti costi permettono però tempi di rientro degli investimenti più brevi

Interventi

Scelta di macchine efficienti e sostenibili in tutta la loro vita utile

Agenda

Approfondimento centrali di generazione per il freddo - Agenda

- Analisi energetica chiller condensati ad aria
- Analisi energetica chiller condensati ad aria vs chiller condensati ad acqua
- Analisi energetica chiller condensati ad acqua
- Analisi energetica installazione assorbitore
- Regolazione di centrale
- Open Blue



SAVE THE ENERGY

Analisi energetica chiller condensati ad aria

- Cliente industriale
- Sostituzione chiller



Stato di fatto

N°1 chiller condensato ad aria

Potenza frigo nominale 594 kW

Evaporatore 8/13°C

Temperatura esterna 35°C

Refrigerante

R407C – GWP 1774, A1

Compressori

Semiermetici rotativi a doppia vite

Parzializzazione tramite valvola a cassetto singola (no inverter)

Evaporatore

Del tipo a fascio tubiero

- refrigerante circola all'interno dei tubi
- fluido da raffreddare circola lato mantello

Condensatore

Batterie condensanti alettate, costruite con tubi in rame senza saldatura

Ventilatori con motori ON/OFF



Stato di fatto

N°1 chiller condensato ad aria

Potenza frigo nominale 594 kW

Evaporatore 8/13°C

Temperatura esterna 35°C

Imminente intervento di manutenzione

- Revisione compressori
- Pulizia batterie

Requisiti progettuali

- Affidabilità
- Tempi di consegna brevi
- Maggior efficienza
- Minor impatto ambientale
- Ridondanza



Stato di fatto

N°1 chiller condensato ad aria

Potenza frigo nominale 594 kW

Evaporatore 8/13°C

Temperatura esterna 35°C

→ EER nominale 2,73

Tabella con efficienze al variare di:

- T acqua refrigerata
- T aria esterna



Modello	Temp. Acqua Uscente °C	Temperatura Aria Entrante nel Condensatore °C																	
		20		25		30		35		38		40		42		44		45	
		Rafr. kW	Potenza kW	Rafr. kW	Potenza kW	Rafr. kW	Potenza kW	Rafr. kW	Potenza kW	Rafr. kW	Potenza kW	Rafr. kW	Potenza kW	Rafr. kW	Potenza kW	Rafr. kW	Potenza kW	Rafr. kW	Potenza kW
YAES 0625SD	5.0	624.0	156.4	602.6	172.2	581.2	187.9	540.1	211.4	496.6	218.7	453.2	226.0	417.1	226.0	381.0	226.0	363.0	226.0
	6.0	633.1	158.3	617.1	174.4	596.3	190.6	559.3	213.7	517.3	219.9	475.4	226.0	434.4	226.0	393.3	226.0	372.8	226.0
	7.0	642.2	160.1	631.6	176.7	611.4	193.2	578.4	216.0	538.0	221.0	497.6	226.0	451.6	226.0	405.6	226.0	382.5	226.0
	8.0	659.6	163.6	648.8	179.3	628.0	194.9	593.8	217.8	550.0	221.9	506.2	226.0	460.6	226.0	415.1	226.0	392.3	226.0
	10.0	694.5	170.5	683.1	184.5	661.4	198.4	624.4	221.5	569.6	223.8	514.8	226.0	469.7	226.0	424.6	226.0	402.1	226.0
	12.0	729.4	177.4	717.5	189.7	694.7	201.9	655.1	225.2	589.2	225.6	523.4	226.0	523.4	226.0	434.2	226.0	411.9	226.0

Proposta

N°2 chiller con compressori scroll VSD

Potenza frigo cad. 256 kW

Evaporatore 8/13°C

Temperatura esterna 35°C

Refrigerante

R454B – GWP 466, A2L (nessun problema per installazione da esterno)

Compressori

Scroll con inverter VSD (4 circuiti, 8 compressori in totale)

- Ottimo inseguimento del carico
- Minima parzializzazione 6%

Evaporatore

A piastre in acciaio inossidabile

Condensatore

Batterie condensanti alettate, costruite con tubi in rame senza saldatura

Ventilatori direttamente controllati da motori EC a commutazione elettronica



Macchine in pronta consegna

Proposta

N°2 chiller con compressori scroll VSD

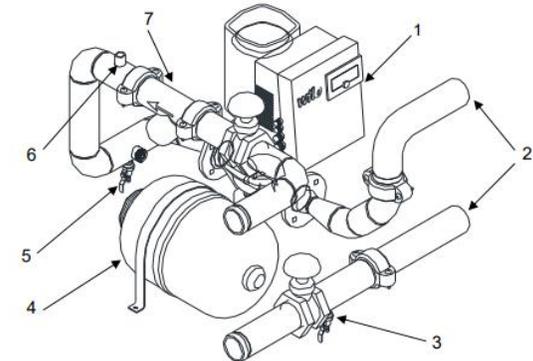
Potenza frigo cad. 256 kW

Evaporatore 8/13°C

Temperatura esterna 35°C

Accessori/opzioni selezionate:

- Flussostato lato acqua
- Filtro dell'acqua
- Dispositivi per interfacciamento Modbus/Bacnet
- Kit per bassa temperatura ambiente (fino a -17.8 °C)
- Griglia di protezione condensatore
- Pannellatura su parte inferiore dell'unità
- Valvola di espansione elettronica
- Doppia valvola di sicurezza
- Antivibranti a molla – deflessione 25 mm
- **Kit di pompaggio – Pompa singola VSD**
- Regolazione Master/Slave



1	VSD Pump	5	Drainage valves
2	Connection to unit	6	Air purger
3	Shutoff valves	7	Strainer
4	Expansion tank		

Proposta

N°2 chiller con compressori scroll VSD

Refrigerante R454B (A2L)

	R410A	R454B
GWP	2088	466
Classificazione ASHRAE	A1	A2L

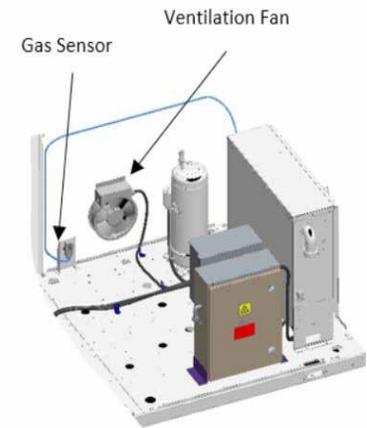
Non è una unità ATEX

Tuttavia, il volume attorno allo scarico delle valvole di sicurezza è classificato come Zona 2 durante il normale funzionamento. Nel contesto di ATEX le aree sono classificate in base al pericolo associato al gas infiammabile.

Secondo normativa EN 60079-10, si definisce:

Zona 2 - un'area in cui è improbabile che si formi un'atmosfera di gas esplosivo durante il normale funzionamento.

Qualora questa atmosfera si formasse, esisterà solo per un breve periodo di tempo.

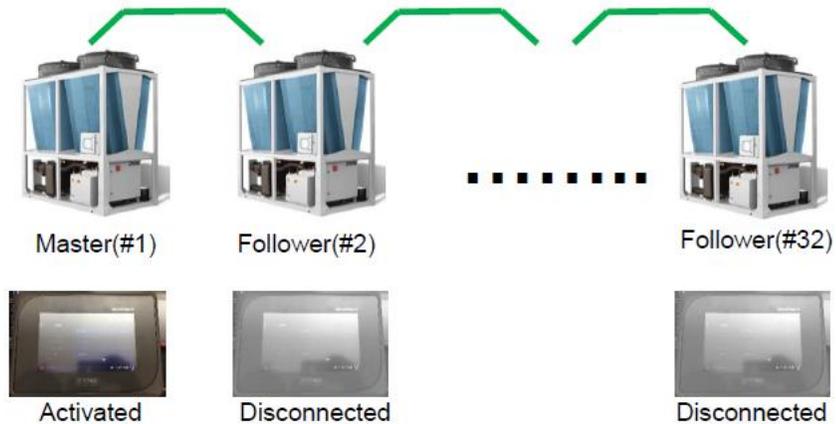


Proposta

N°2 chiller con compressori scroll VSD

Possibilità di regolazione

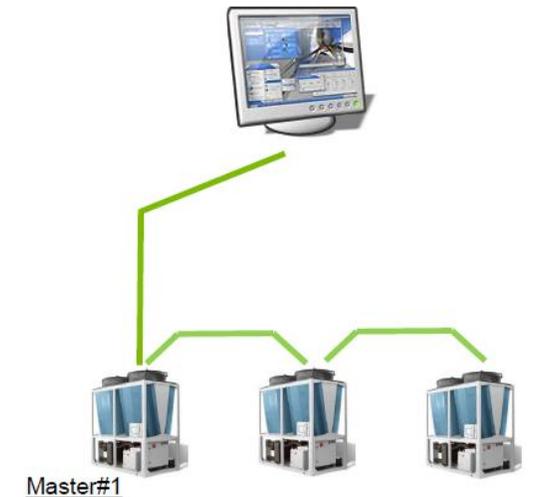
Regolazione in funzione della temperatura di set point di mandata all'impianto



Master e slave – Regolazione in loco



Collegamento al BMS di stabilimento di tutte le unità



Collegamento al BMS di stabilimento della unità master

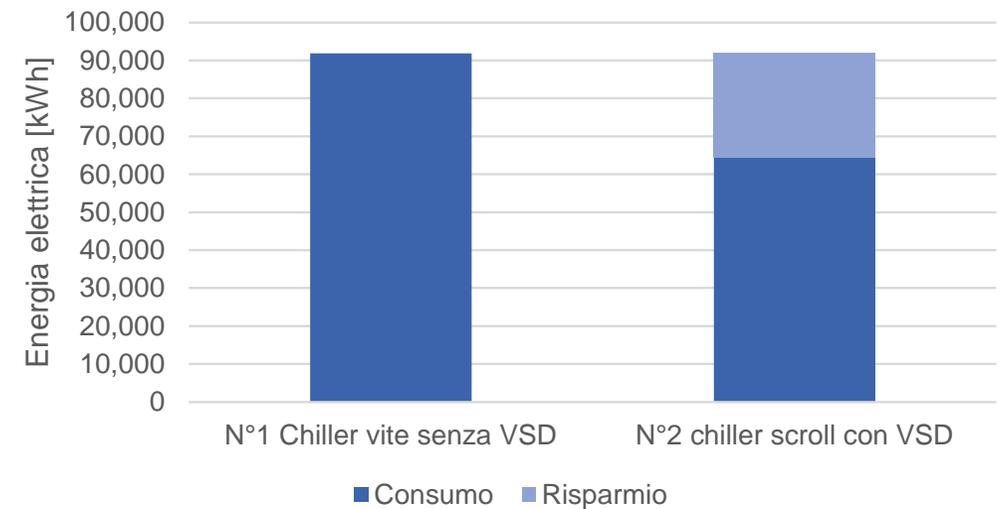
Analisi energetica

N°1 chiller vite senza VSD vs N°2 chiller scroll con VSD

Ipotesi di lavoro

- H24/365gg
- Temperature esterne annuali della **stazione climatica di Bologna**
- Fattore di carico tra il 100% e il 38%

Tbs °C	PL%	Pf kW	Ore	Ef kWh	YCAS0625		2YMPA260	
					EER	Ee kWh	EER	Ee kWh
33.4	100.00	512	47	51,200	2.73	18,780	3.60	14,222
30.4	93.76	480	231	45,010	3.22	13,976	3.97	11,337
28.4	87.50	448	399	39,200	3.40	11,529	4.37	8,970
25.4	81.27	416	643	33,817	3.62	9,345	5.02	6,736
22.4	75.01	384	602	28,808	4.03	7,145	5.52	5,219
19.4	68.75	352	925	24,200	4.03	6,002	6.38	3,793
17.4	62.51	320	1008	20,006	4.10	4,880	7.12	2,810
14.4	56.25	288	858	16,200	4.10	3,951	7.82	2,072
11.4	50.01	256	904	12,805	4.20	3,049	7.29	1,757
8.4	48.00	246	707	11,796	4.20	2,809	7.26	1,625
5.4	46.00	236	978	10,834	4.30	2,520	7.55	1,435
3.4	44.01	225	839	9,917	4.30	2,306	8.12	1,221
0.4	41.99	215	485	9,027	4.40	2,052	7.72	1,169
-2.6	40.00	205	85	8,192	4.40	1,862	7.70	1,064
-5.6	38.01	195	45	7,397	4.40	1,681	7.70	961
Totale				328,409		91,887		64,391



Risparmio 27,495 kWh
30% -

Incentivi

N°1 chiller vite senza VSD vs N°2 chiller scroll con VSD

INDUSTRIA 4.0

PREDISPOSIZIONE DEI REQUISITI DEI BENI STRUMENTALI INDUSTRY 4.0 INDICATI NELLA LEGGE DI BILANCIO

Il presente documento valuta la predisposizione della macchina a tutti i requisiti previsti dalla legge di bilancio per poter usufruire dell'iper-ammortamento.

È necessaria una valutazione con macchina installata presso il cliente finale per poter verificare l'effettiva interconnessione ed integrazione in ottica Industry 4.0.

Interconnessione e certificazione a carico del cliente.

	RAPPORTO TECNICO VERIFICHE E PROVE DI PREDISPOSIZIONE DEI REQUISITI DEI BENI STRUMENTALI INDUSTRY 4.0 INDICATI NELLA LEGGE DI BILANCIO	IT-IND-F-006_4.0 Rev 01 del 27/01/2020
---	---	--

5 Conclusioni

A seguito delle verifiche e delle prove effettuate in sito è stato possibile identificare la seguente situazione in ottemperanza ai requisiti dell'Allegato A della legge di bilancio:

Voce	Valutazione
Presenza PLC/CNC	Non applicabile
Interconnessione	Conforme
Integrazione	Non applicabile
Interfaccia uomo-macchina	Non applicabile
Requisiti di sicurezza	Non applicabile
Telemanutenzione	Non applicabile
Monitoraggio continuo	Non applicabile
Sistema cyberfisico	Non applicabile

Sulla base di quanto riassunto nella Tabella precedente, si Attesta che il bene gruppo refrigeratore con compressore centrifugo YORK famiglia YMPA modello YMAA0065PE è predisposto per soddisfare i requisiti necessari ai fini dell'ottenimento dello sgravio fiscale.

Conclusioni

N°1 chiller vite senza VSD vs N°2 chiller scroll con VSD

- Efficienza energetica -> risparmio dei consumi elettrici del 30%
- Maggiore ridondanza e affidabilità
- Refrigerante a minor impatto ambientale → -75%
- Inverter su compressore e ventilatori EC
 - Inseguimento continuo del carico, evitando continui ON-OFF ai carichi parziali
 - Avviamenti graduali, senza elevate correnti di spunto
 - Minori stress meccanici
- Minore Rumorosità



Esempi applicativi

N°1 chiller scroll con VSD – 230 kW

Industria Salerno



N°1 chiller scroll con VSD – 260 kW

Ventilatori canalizzati

RSA Monza



SAVE THE ENERGY

Analisi energetica chiller condensati ad aria vs chiller condensati ad acqua

- Cliente industriale
- Nuova installazione



Stato di fatto

FABBISOGNO

- 2.100kW
- Funzionamento circa 8.600 ore/anno.

IPOSTESI

- Carico del 100% da maggio a settembre
- Carico del 50% circa nel periodo invernale

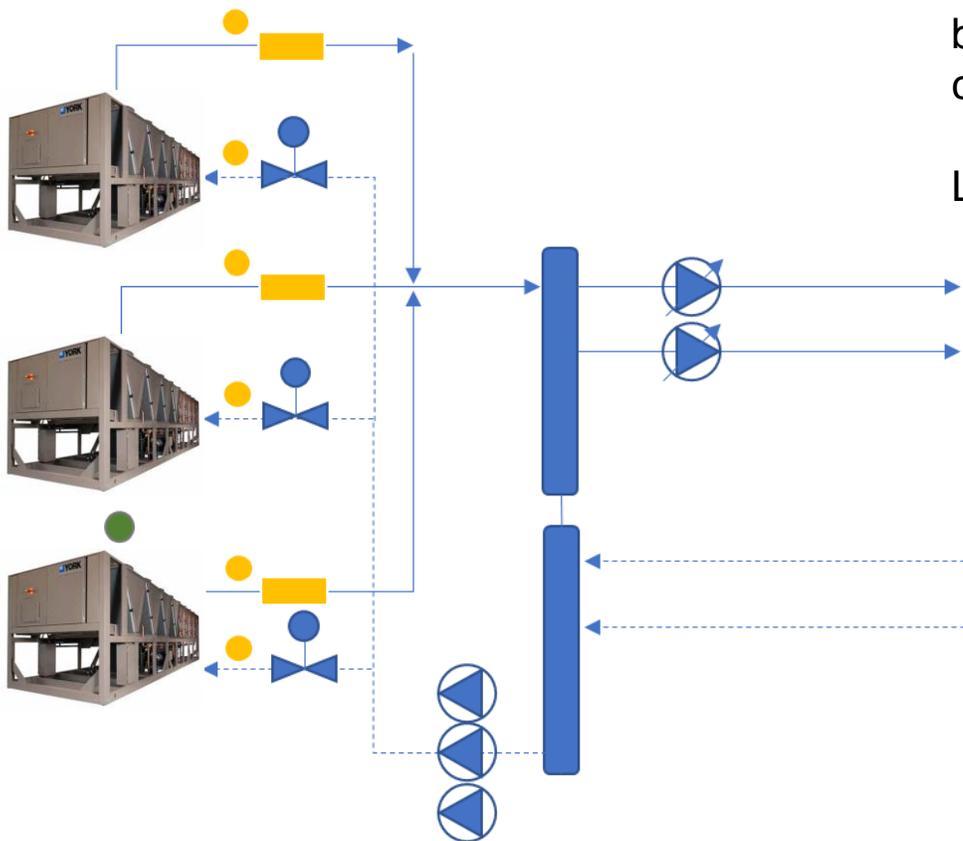
Soluzione A: Installazione di tre chiller condensati ad aria da 700kW/cad, con compressori a vite azionati da inverter VSD;

Soluzione B: Installazione di due chiller da 1.050kW/cad, con compressore a vite azionato da inverter VSD, condensati tramite un'unica torre evaporativa a circuito aperto.

La valutazione tecnico economica è stata svolta rispetto alla differenza di risparmio energetico delle diverse soluzioni a livello di centrale, nonché rispetto alla manutenzione ordinaria e straordinaria in 10 anni di funzionamento della stessa.



Soluzione A – 3 unità condensate ad aria



Il chiller presenta un evaporatore a fascio tubiero del tipo **falling film**, batterie a microcanali sul condensatore e **inverter VSD** sia sui due compressori semiemermetici a vite, sia sui ventilatori.

L'inverter permette un'ottima parzializzazione fino al 10% del carico.

Tipo e Grandezza dell'Unità

ID	YVAA0743
Quantità dei Compressori	2
Tipo del Compressore	VSD Screw - Semi Hermetic
Quantità dei Circuiti dei Compressori	2
Controllo della Potenza	10% - 100%

Dati Tecnici

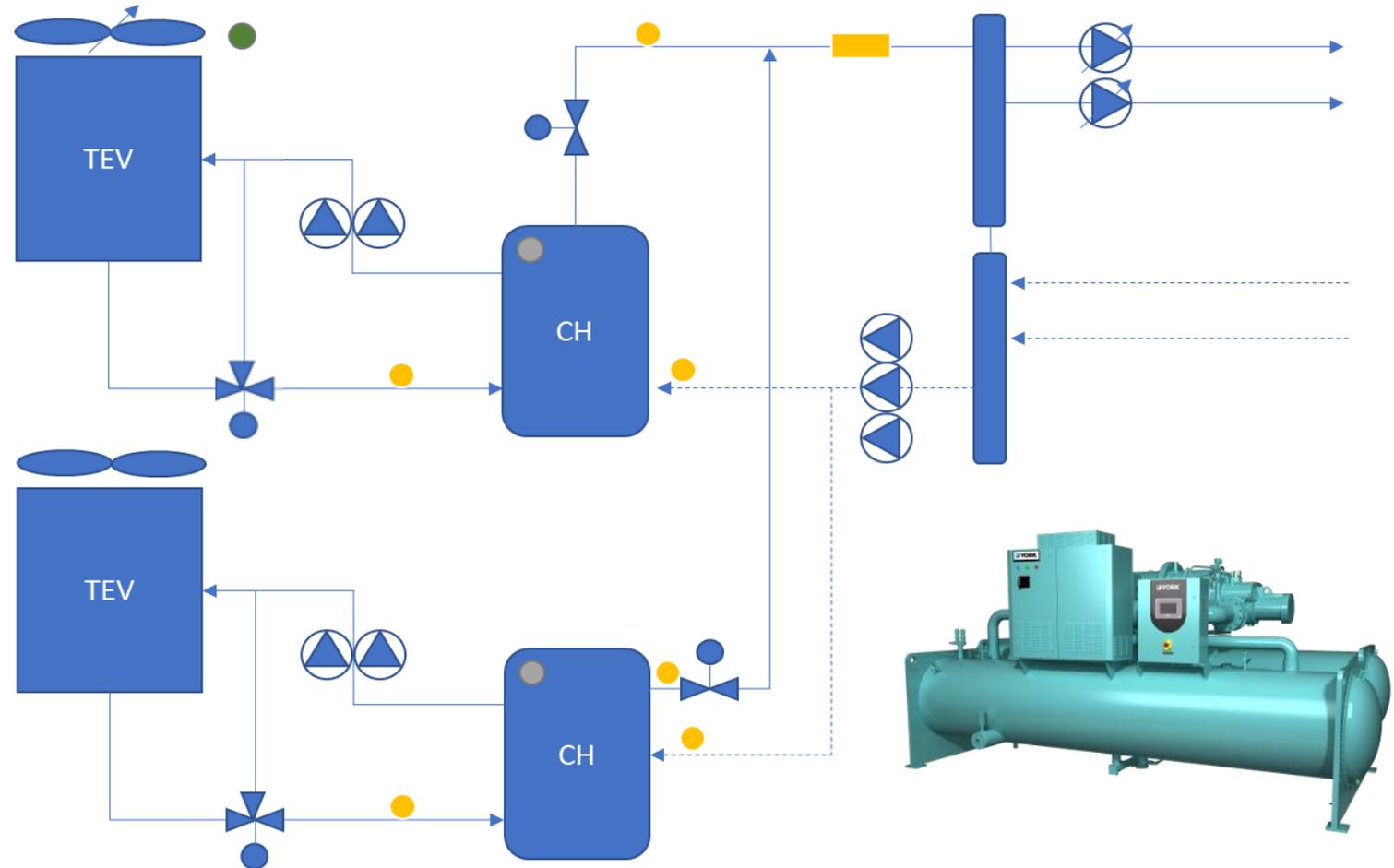
Tipo di Refrigerante		R134a
Potenza Frigorifera Netta (secondo EN14511)	kW	700
Potenza Netta Totalmente Assorbita (secondo EN14511)	kW	232.3
EER Netto (secondo EN14511)	kW/kW	3.01
Gross Cooling Capacity	kW	703
Gross Total Power Input	kW	224.9
Gross EER	kW/kW	3.13
n s,c (according to EU regulation 2016/2281)	%	179.4
SEER	kW/kW	4.56
Potenza Sonora	dBA	98
Pressione Sonora (in Campo Parallelepipedo)	dBA	65
Pressione Sonora Misurata a	m	10

Nel periodo invernale saranno in funzione due macchine parzializzate al 75% circa, mentre nel periodo estivo saranno in funzione tutte e tre le unità parzializzando allo stesso carico in funzione principalmente della temperatura esterna.

Soluzione B – 2 unità condensate ad acqua

Il chiller presenta un evaporatore a fascio tubiero del tipo falling film ed un compressore semiermetico a vite con inverter VSD ad altissima efficienza.

In questo caso, è stato previsto che siano sempre in funzione entrambe le unità in modo da massimizzare le prestazioni ai carichi parziali.



Soluzione B – 2 unità condensate ad acqua

Unit Specifications			
Model	YVWH300CA53A22WAX	Refrigerant	R-134a
Specified Net Capacity (kW)	1050	Refrigerant Charge (kg)	370
Rated Net Capacity (kW)	1050	Isolation Valve	Y
Heat Rejection Capacity (kW)	1214		
Full Load (COP.R)	6.397	Voltage / Hz	400 / 50.0
NPLV.IP (COP.R)	10.84	FLA (Amps)	256
Input Power (kW)	164.2		
VSD HZ	50	MLA	381
Starter Type	VSD w/o Filter	A-Weighted SPL (dBA)	85
		Min Circuit Ampacity	477
		Max Circuit Breaker Amps	800

	Evaporator	Condenser
Fluid	WATER*	WATER*
Tube MTI No.	341	260 / 260
Passes	2*	2*
Fouling Factor ((m ² -°C)/kW)	0.01761*	0.04400*
Entering Fluid Temp (°C)	12.00*	30.00*
Leaving Fluid Temp (°C)	7.00*	35.00*
Fluid Flow (L/s)	50.07	58.33
Fluid Pressure Drop (kPa H2O)	56.3	49.3

(*) Designates User Specified Input

Certified in accordance with the AHRI Water-Cooled Water Chilling and Heat Pump Water-Heating Packages Using Vapor Compression Cycle Certification Program, which is based on AHRI Standard 550/590 (I-P) and AHRI Standard 551/591 (SI). Certified units may be found in the AHRI Directory at www.ahridirectory.org.

Auxiliary components included in total KW - oil pump & heater, chiller controls.



Soluzione B – 2 unità condensate ad acqua

Partload Data (Minimum Condenser Water Temperature)										
CEFT (°C)	% LOAD									
	100%	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	15.49318%
30.00°	6.397	6.574	6.741	7.029	7.084	7.097	6.974	6.718	6.281	4.787
27.00°	7.289	7.475	7.774	8.001	8.052	8.121	7.893	7.647	7.198	5.653
24.00°	8.287	8.500	8.851	9.066	9.175	9.309	9.035	8.770	8.340	6.827
21.00°	9.440	9.686	10.10	10.32	10.50	10.71	10.50	10.20	9.833	8.269
18.00°	10.80	11.24	11.57	11.83	12.09	12.40	12.45	12.13	11.91	10.39
17.50°	10.83	11.51	11.85	12.11	12.39	12.72	12.72	12.53	12.34	10.77
17.00°	10.78	11.78	12.13	12.40	12.71	12.97	13.01	12.94	12.80	11.30
16.50°	-	-	-	12.71	13.03	13.31	13.32	13.39	13.29	11.75
<i>*Values are in COP.R</i>										
	Rated point is 60% or higher efficiency compared to design operation point.									
	Rated point is 70% or higher efficiency compared to design operation point.									
	Rated point is 80% or higher efficiency compared to design operation point.									

Il chiller garantisce ottime prestazioni a carico parziale, permettendo di lavorare con temperature di condensazione fino ai 16°C; sarà necessaria una valvola tre vie per il mantenimento della temperatura in ingresso alle macchine nei periodi più freddi.

Dai dati meteo di archivio è possibile vedere il seguente andamento delle temperature esterne: si nota come circa il 35% delle ore la macchina lavori con temperature esterna tra i 13-18°C. Di conseguenza con temperature in ingresso al condensatore tra i 16 e i 21°C, con un rendimento medio di 12.

Incentivi

CERTIFICATI BIANCHI

Un corollario dell'efficientamento energetico è la possibilità di accesso ai certificati bianchi.

I certificati bianchi, o Titoli di Efficienza Energetica (TEE), sono titoli che attestano il conseguimento di un determinato risparmio di energia primaria in seguito a interventi di efficienza energetica. I TEE sono quotati e scambiati nel GME: Gestore Mercati Energetici.

Da aprile 2017 è entrata in vigore la nuova normativa (DM 11/01/2017) sui certificati bianchi così come modificato dal D.M. 10 maggio 2018 e dal D.M. 21 maggio 2021.

Tra le tipologie di interventi ammessi dalla norma rientra l'installazione di nuovi gruppi frigoriferi, andando a misurare il risparmio tra i consumi misurati pre e post intervento.

Essendo una nuova installazione la baseline di riferimento è lo standard di mercato con valori proposti sulla linea guida operativa del GSE.

Incentivi

Dovrà quindi essere presentato un progetto al GSE prima dell'inizio dei lavori, per approvazione.

Una volta avviato l'impianto si dovranno contabilizzare le seguenti misure, prevedendo idonei **misuratori MID**:

- Temperature all'evaporatore e condensatore;
- Energia frigorifera;
- Energia elettrica.

Dopo un intero anno di misura verrà presentata la pratica calcolando il risparmio ottenuto, a consuntivo.

In seguito, la ESCo, potrà vendere i titoli sulla borsa energetica (GME).

Il valore dei TEE ad oggi è molto variabile e negli ultimi mesi si aggira sui 260€/TEE.

In particolare si stimano, in via preliminare, i seguenti risparmi annui per un totale di 7 anni incentivabili.



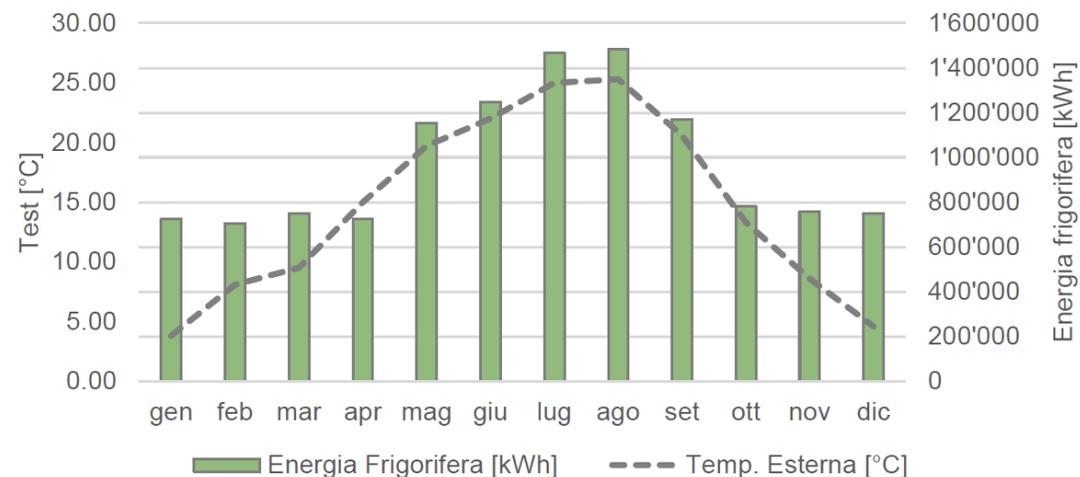
Rendimento baseline	4.9	-
% Carico media	67%	%
K carico	1.13	-
Rend baseline aggiustato	5.54	-
Energia baseline	2'113'737	kWh
Energia ex post	1'105'133	kWh
Risparmio	1'008'604	kWh
Risparmio	189	TEE
Ricavo	47'152 €	€/a
Anni incentivo	7	a
Ricavo complessivo	330'066 €	€

Analisi energetica

L'analisi dei consumi effettuata sulla centrale frigorifera fa riferimento ai dati di input del cliente relativi a ore di funzionamento e fabbisogno.

Nella tabella seguente si riportano i consumi di energia frigorifera.

MM	Temp. Esterna [°C]	Ore funzionamento	Potenza Frigorifera [kW]	Energia Frigorifera [kWh]
gen	3.80	690	1'050	724'500
feb	8.10	672	1'050	705'600
mar	9.50	713	1'050	748'650
apr	15.00	690	1'050	724'500
mag	19.70	744	2'100	1'155'744
giu	22.00	720	2'100	1'249'043
lug	25.00	744	2'100	1'466'680
ago	25.30	744	2'100	1'484'280
set	20.60	720	2'100	1'169'559
ott	13.30	744	1'050	781'200
nov	8.60	720	1'050	756'000
dic	4.60	713	1'050	748'650
Totale		8'614		11'714'406



Analisi energetica

In base ai dati di efficienza delle macchine selezionate, in funzione della temperatura esterna media mensile e quindi di condensazione, nonché ai carichi parziali di lavoro delle stesse sono stati stimati i consumi elettrici nelle diverse configurazioni.

Successivamente si è stimato il consumo elettrico dell'intera centrale. In particolare, sono stati calcolati i **consumi elettrici di pompaggio** al fine di sopperire alle sole perdite di carico dei singoli scambiatori, quelli legati alla **condensazione tramite torre evaporativa** e quelli legati al **trattamento dell'acqua** di torre ipotizzando 2.5 cicli di concentrazione:

Consumo gruppi di pompaggio

$$P_a = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{\eta}$$

Prevalenza stimata:

- Pompe circuito primario = 6 m
- Pompe circuito torre = 5 m

Consumo torre evaporativa

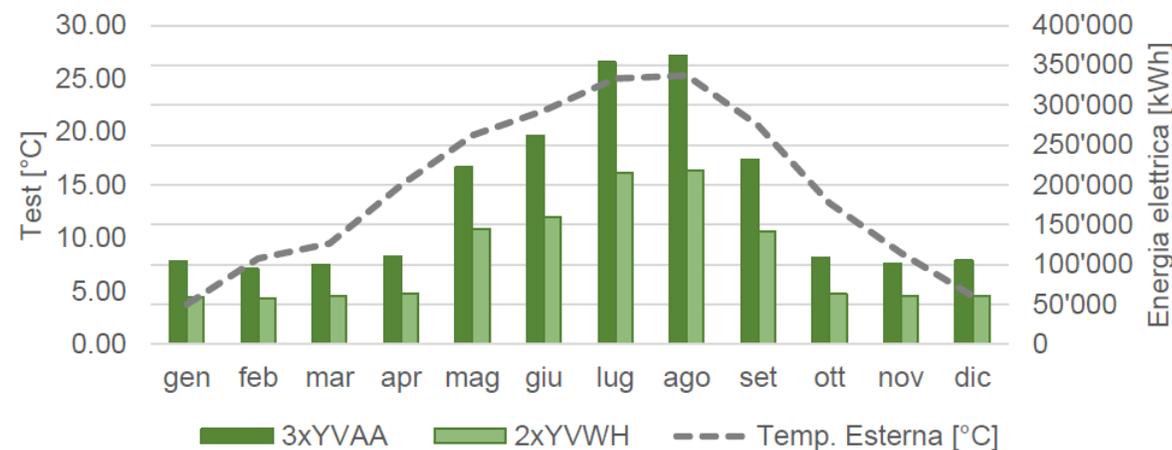
Potenza installata:

- Singolo ventilatore = 15 kW
- Motore con VSD

TRATTAMENTO ACQUA - 2YVWH300		
Litri evaporati	1.011	l/s
Cicli di concentrazione	2.50	-
Reintegro	1.685	l/s
Carico medio	0.67	%
Consumo acqua	21'082	mc/a
Costo acqua	1.3	€/mc
Costo acqua	27'406	€/a

Analisi energetica

MM	Temp. Esterna [°C]	Energia Elettrica [kWh]	
		3xYVAA	2xYVWH
gen	3.80	104'832	58'889
feb	8.10	95'010	57'353
mar	9.50	99'742	60'852
apr	15.00	110'044	63'329
mag	19.70	222'033	145'032
giu	22.00	261'577	160'286
lug	25.00	353'828	215'247
ago	25.30	361'565	217'830
set	20.60	232'278	142'069
ott	13.30	109'122	63'641
nov	8.60	101'122	61'449
dic	4.60	105'012	60'852
Totale		2'156'165	1'306'830
Risparmio			39.4%
Rendimento di centrale		5.43	8.96



Analisi energetica

Risparmio manutentivo

Per ogni tipologia di macchina proposta è stato calcolato un budget relativo alla manutenzione dei chiller e delle torri evaporative.

Manutenzione ordinaria

si prevedono le attività standard di controllo del funzionamento, temperature e pressioni di lavoro del chiller. Viene controllata la macchina anche rispetto alla normativa F-Gas.

Manutenzione straordinaria

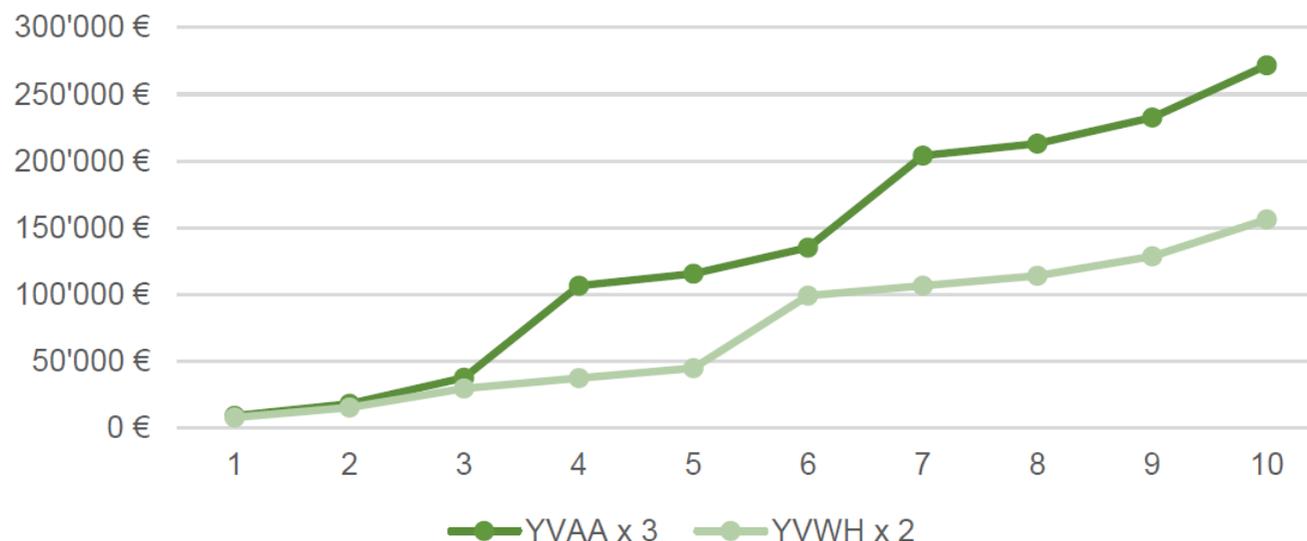
Per ogni macchina le attività da svolgere sono le seguenti:

- Cambio delle valvole di sicurezza ogni 3 anni;
- PED decennale;
- Eventuale pulizia degli scambiatori e delle batterie;
- Revisione compressore
 - vite aria ogni 30000h
 - vite acqua ogni 40000h

Analisi energetica

La tecnologia dei chiller condensati ad acqua ha una manutenzione ordinaria poco più dispendiosa rispetto alle macchine ad aria, considerando anche la manutenzione della torre evaporativa, ma una manutenzione straordinaria meno significativa.

Di seguito si riporta il cumulato negli anni dei costi di manutenzione delle due soluzioni:



Analisi economica

Verrà di seguito valutato l'intervento confrontando le due tipologie di macchine, valutandone le variazioni di investimento e di risparmio energetico/manutentivo.

Il piano economico riportato di seguito si basa sui seguenti dati, sulla base temporale di 10 anni:

- Costo energia elettrica pari a **0,15 €/kWh**;
- Costo reintegro e trattamento acqua di torre pari a 1.3 €/mc;
- Tasso di incremento annuo del costo dell'energia elettrica pari al 2%;
- WACC pari al 5%.

I parametri economici per valutare l'investimento sono i seguenti:

- **VAN**: valore netto attualizzato;
- **IP**: indice di profitto;
- **TdR**: tempo di rientro dell'investimento, semplice e attualizzato.

Soluzione A vs Soluzione B

La stima dei risparmi viene svolta sulla differenza delle due soluzioni, ossia tra le tre macchine ad aria e le due condensate con acqua di torre:

- Delta prezzo investimento circa 50k€



ARIA - YVAA		
N° unità	3	-
Potenza installata	700	kW/cad
Ore funzionamento	8'614	h
Energia frigorifera	11'714'406	kWhf
EER	3.01	-
SEER	4.56	-
Energia elettrica	2'151'502	kWhe
Pompe - Acqua refrigerata		
Temperatura M	7	°C
Temperatura R	12	°C
dT	5	°C
Perdite di carico	54.2	kPa
Portata	120.7	mc/h

ACQUA - 2 YVWH300		
N° unità	2	-
Potenza installata	1'050	kW/cad
ore funzionamento	8'614	h
Energia frigorifera	11'714'406	kWhf
COP	6.323	-
NPLV	10.60	-
Energia elettrica	1'223'329	kWhe
Pompe - Acqua refrigerata		
Temperatura M	7	°C
Temperatura R	12	°C
dT	5	°C
Perdite di carico	56.3	kPa
Portata	180.252	mc/h
Pompe - Acqua di condensazione		
Temperatura M	30	°C
Temperatura R	35	°C
dT	5	°C
Potenza dissipata	1'216	kW
Portata	209.9	mc/h
Perdite di carico	49.3	kPa
Torre evaporativa		
Potenza installata	1 x 15	n° x kW

Soluzione A vs Soluzione B

La soluzione ad acqua rispetto a quella ad aria porta ad avere un risparmio energetico sui soli consumi legati ai chiller del 43%.

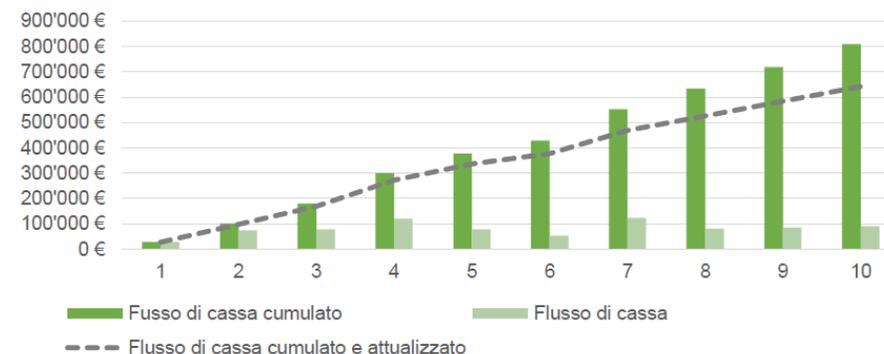
Pur avendo i consumi della torre e di un ulteriore gruppo di pompaggio si risparmi circa il 39% sui consumi elettrici, grazie ad un rendimento di centrale quasi raddoppiato.

Consumo totale soluzione A	2'156'165	kWh
Consumo totale soluzione B	1'306'830	kWh
Risparmio chiller	928'173	kWh
	43%	-
Risparmio totale	849'335	kWh
	39%	-
	127'400	€
Rendimento centrale	8.96	-

Piano economico

Si riporta di seguito un piano economico a 10 anni costruito sul delta costo delle soluzioni e dei relativi risparmi:

Anni	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Risparmio energetico	127'400	128'929	130'476	132'042	133'626	135'230	136'853	138'495	140'157	141'839
Risparmio manutenzione	1'500	1'500	5'000	61'500	1'500	-35'000	61'500	1'500	5'000	11'500
Consumo acqua torre	-27'406	-27'406	-27'406	-27'406	-27'406	-27'406	-27'406	-27'406	-27'406	-27'406
Investimento	-45'400									
Conto economico										
EBITDA	101'494	103'023	108'070	166'136	107'720	72'824	170'946	112'589	117'751	125'933
AMMORTAMENTO	4'540	4'540	4'540	4'540	4'540	4'540	4'540	4'540	4'540	4'540
EBIT	106'034	107'563	112'610	170'676	112'260	77'364	175'486	117'129	122'291	130'473
Interessi bancari passivi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NBT utile ante imposte	106'034	107'563	112'610	170'676	112'260	77'364	175'486	117'129	122'291	130'473
IRAP	-4'135	-4'195	-4'392	-6'656	-4'378	-3'017	-6'844	-4'568	-4'769	-5'088
IRES	-24'359	-24'725	-25'937	-39'873	-25'853	-17'478	-41'027	-27'021	-28'260	-30'224
UTILE NETTO	77'540	78'642	82'281	124'147	82'029	56'869	127'615	85'539	89'261	95'160
Cash flow										
EBITDA	101'494	103'023	108'070	166'136	107'720	72'824	170'946	112'589	117'751	125'933
TASSE	-28'494	-28'920	-30'329	-46'529	-30'231	-20'495	-47'871	-31'589	-33'029	-35'312
INVESTIMENTO	-45'400									
CF operativo	27'600	74'102	77'741	119'607	77'489	52'329	123'075	80'999	84'721	90'620
INTERESSI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RIMBORSO DEBITO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FREE CF	27'600	74'102	77'741	119'607	77'489	52'329	123'075	80'999	84'721	90'620
FREE CF CUMULATO	27'600	101'703	179'444	299'051	376'540	428'869	551'944	632'943	717'665	808'285
FATTORE ATTUALIZZ	1.00	0.95	0.91	0.86	0.82	0.78	0.75	0.71	0.68	0.64
FREE CF ATTUALIZZATO	27'600	70'574	70'514	103'321	63'751	41'001	91'841	57'565	57'343	58'415
FREE CF ATT. CUMULATO	27'600	98'174	168'688	272'008	335'759	376'760	468'601	526'165	583'508	641'923



I flussi di cassa sono positivi già a partire dal primo anno, grazie al notevole risparmio derivante dalla soluzione con condensazione ad acqua.

Conclusioni

Si sottolinea la validità a livello energetico della sostituzione delle macchine condensate ad acqua di torre.

Si avrà un primo investimento iniziale sicuramente più elevato dovendo installare più gruppi di pompaggio e dovendo creare un cabinato di dimensioni maggiori.

Il risparmio energetico però è significativo e assorbirebbe questi costi.

Questa soluzione sarebbe ancora più conveniente andando a considerare il costo attuale dell'energia, notevolmente aumentato negli ultimi mesi.



SAVE THE ENERGY

Analisi energetica chiller condensati ad acqua

- Cliente industriale
- Revamping di centrale esistente



Stato di fatto

L'attuale centrale frigorifera è caratterizzata da tre chiller centrifughi, ormai datati (circa 18 anni):

- N° 2 da 2.800kW temperature 7/12C e 28/35C
- N° 1 da 1.750kW temperature 7/12C e 28/35C

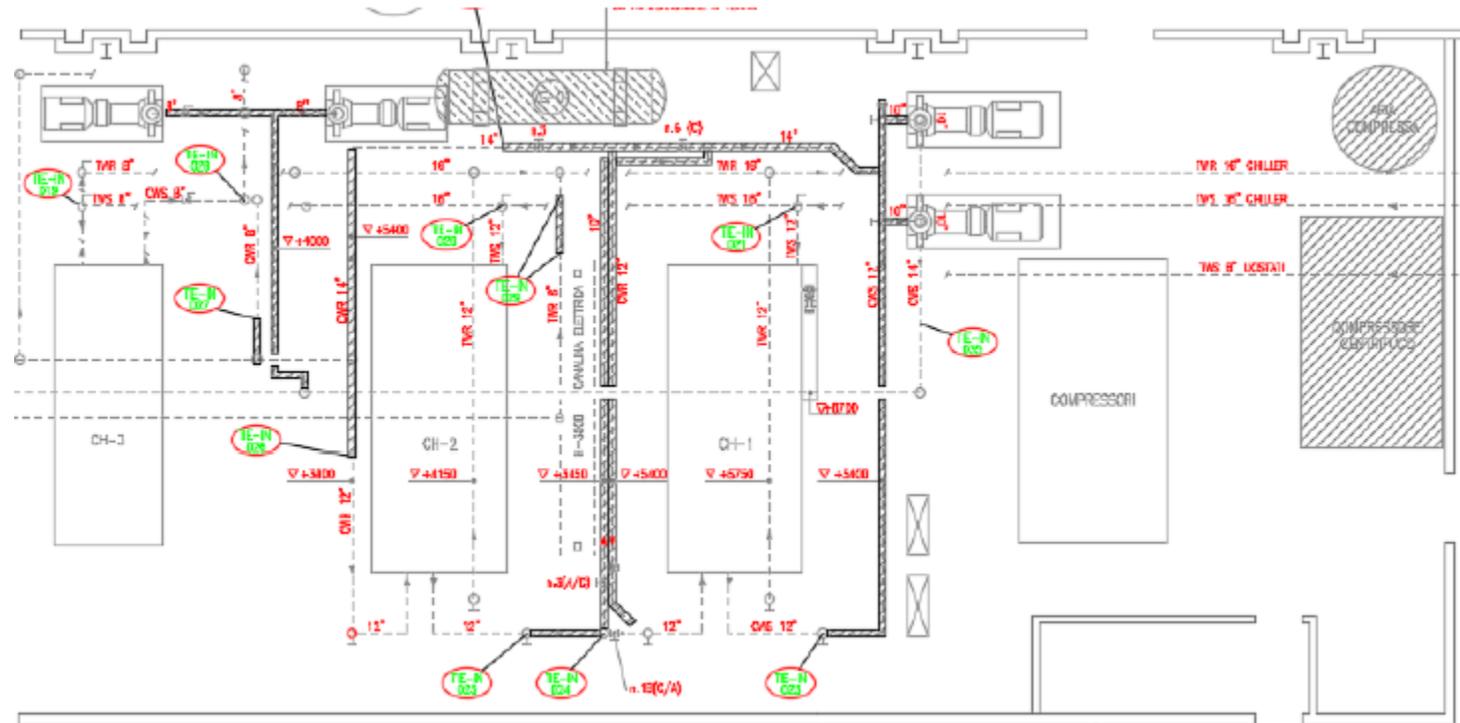
Le unità esistenti sono prive di inverter e con gas R134a (A1, GWP pari a 1430).



Stato di fatto

La centrale di generazione è composta da tre unità centrifughe e rispettive torri a circuito aperto. Il circuito è caratterizzato da un primario con tre gruppi di pompaggio a portata fissa, uno per ogni unità, e un secondario alle utenze. Sul circuito di torre sono presenti collettori comuni e tre pompe senza inverter.

Il layout di centrale è molto sacrificato e si dovranno sfruttare al meglio i basamenti esistenti per appoggiare le nuove macchine. Si riporta sotto uno stralcio.



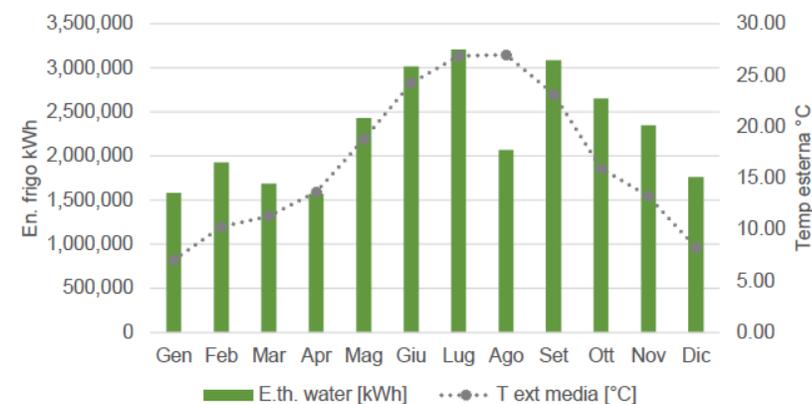
Stato di fatto

L'analisi dei consumi effettuata sulla centrale frigorifera fa riferimento a dati monitorati dell'impianto nel corso del 2021, in particolare:

- Energia frigorifera delle singole unità;
- Energia elettrica assorbita delle singole unità;
- Temperatura esterna.

Si riportano di seguito i dati monitorati aggregati mensilmente.

Mese	T ext media [°C]	Chiller 1: P cold = 2800 kW				Chiller 2: P cold = 2800 kW				Chiller 3: P cold = 1750 kW			
		Working hours [h]	E.E. [kWh]	E.th. water [kWh]	COP	Working hours [h]	E.E. [kWh]	E.th. water [kWh]	COP	Working hours [h]	E.E. [kWh]	E.th. water [kWh]	COP
Gen	7.04	643	363,488	1,196,307	3.29	97	31,586	199,961	6.33	228	29,215	185,762	6.36
Feb	10.26	671	251,647	1,227,404	4.88	2	336	1,528	4.54	671	86,843	697,386	8.03
Mar	11.29	730	290,741	1,430,394	4.92	13	5,315	31,461	5.92	342	46,077	225,672	4.90
Apr	13.65	6	2,564	11,602	4.52	715	262,240	1,556,766	5.94	1	220	768	3.50
Mag	18.75	662	290,118	1,153,596	3.98	598	207,392	1,276,354	6.15	1	215	778	3.62
Giu	24.24	713	329,782	1,423,415	4.32	719	276,219	1,593,831	5.77	0	14	41	3.02
Lug	26.88	729	285,748	1,520,634	5.32	743	299,100	1,688,670	5.65	0	0	0	0.00
Ago	26.98	655	260,112	1,313,773	5.05	381	141,444	751,007	5.31	3	405	4,774	11.80
Set	23.16	712	298,056	1,690,920	5.67	190	92,880	385,872	4.15	710	114,574	1,013,066	8.84
Ott	15.94	744	347,628	1,547,613	4.45	190	95,976	361,528	3.77	744	104,480	744,980	7.13
Nov	13.23	720	351,881	1,387,679	3.94	190	92,880	342,707	3.69	720	98,991	617,307	6.24
Dic	8.23	719	292,864	1,263,035	4.31	190	95,976	386,237	4.02	148	24,083	111,280	4.62
		7,704	3,364,629	15,166,371		4,028	1,601,344	8,575,921		3,568	505,116	3,601,814	



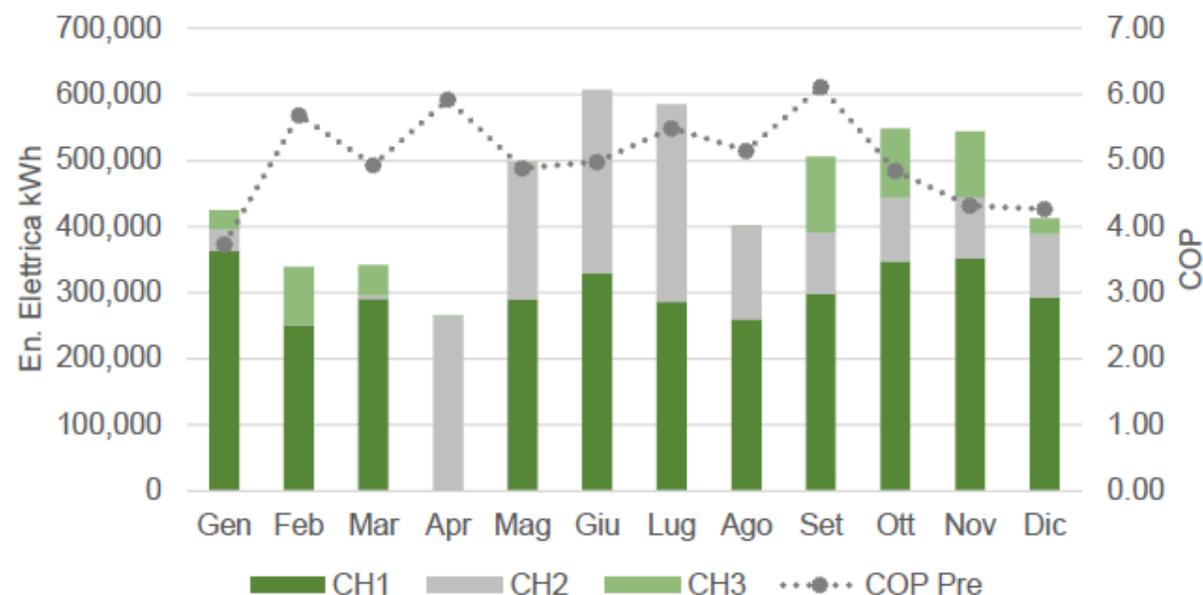
Stato di fatto

Analizzando i dati misurati di consumi elettrici, temperature e COP si nota un consumo maggiore a partire da Maggio con un piccolo calo su Agosto legato alle chiusure aziendali.

Risultano accese almeno due macchine e in alcuni periodi tre: il chiller CH1 e CH2 sono sempre in funzione, anche se il CH2 con meno ore di lavoro, mentre il CH3 parte all'occorrenza.

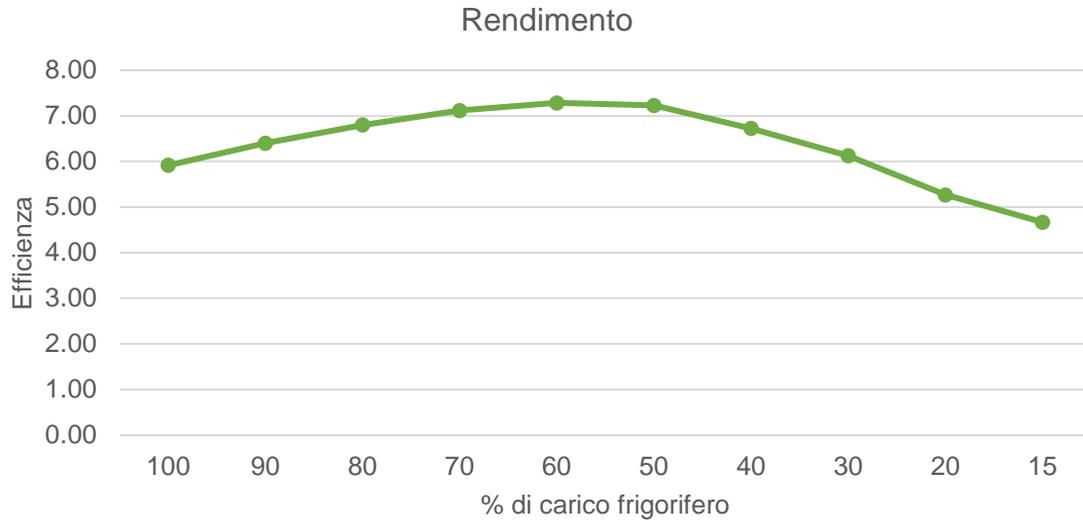
Si nota che i rendimenti sono molto bassi considerando macchine condensate ad acqua. La media del COP sulle tre macchine è pari 5.

Mese	FC medio%	E.E. [kWh]	E.th. water [kWh]	COP Pre
Gen	60%	424,289	1,582,030	3.73
Feb	44%	338,827	1,926,318	5.69
Mar	65%	342,133	1,687,527	4.93
Apr	56%	265,024	1,569,135	5.92
Mag	53%	497,725	2,430,729	4.88
Giu	57%	606,015	3,017,287	4.98
Lug	59%	584,848	3,209,303	5.49
Ago	54%	401,961	2,069,554	5.15
Set	44%	505,510	3,089,857	6.11
Ott	37%	548,084	2,654,121	4.84
Nov	34%	543,752	2,347,693	4.32
Dic	30%	412,923	1,760,551	4.26
		5,471,089	27,344,107	5.00



Stato di fatto

Centrifugo senza VSD

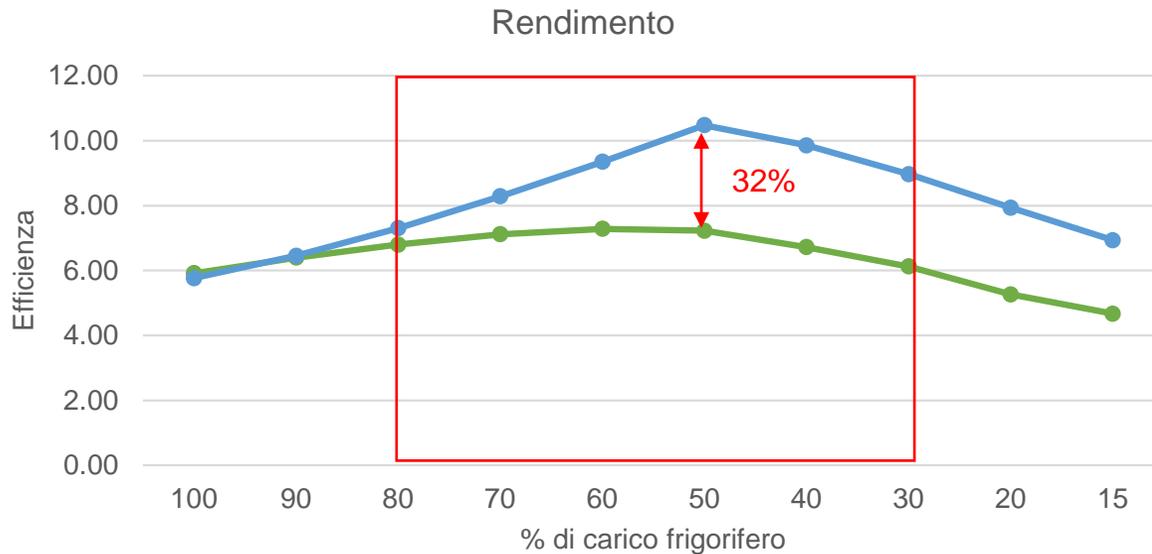


Unit Specifications			
Model	YKG3E4P85CNG	Gear Code	RU
Rated Net Capacity (kW)	2000	Specified Net Capacity (kW)	2000
NPLV.IP (COP.R)	6.927	Refrigerant Type/Charge (kg)	R-134a/617
Full Load (COP.R)	5.918	A-Weighted SPL (dBA)	81.5
Input Power (kW)	338.0	Max Motor Load (kW)	363.0
Voltage / Hz (Input)	400 / 50.0	Oil Cooler	Refrig clr
		Condenser Gas Inlet Type	Baffle
	558	OptiSound Control	Y
		Isolation Valve	Y
	4011	Variable Orifice	VALVE-3
	698	Starter Type	None
	1200	Starter Model	N/A
	2313		

	Evaporator	Condenser
	Water*	Water*
	656	266 / 260
	2*	2*
	0.01761*	0.04403*
	12.00*	30.00*
	7.00*	35.00*
	95.37	111.2
	56.3	34.3

Stato di fatto

Senza inverter — (green line)
Con inverter — (blue line)



Inverter

È sempre conveniente la macchina con l'inverter:

- Le macchine non lavorano mai al 100% del carico
- Se ho più macchine accese in centrale parzializzano tutte allo stesso modo

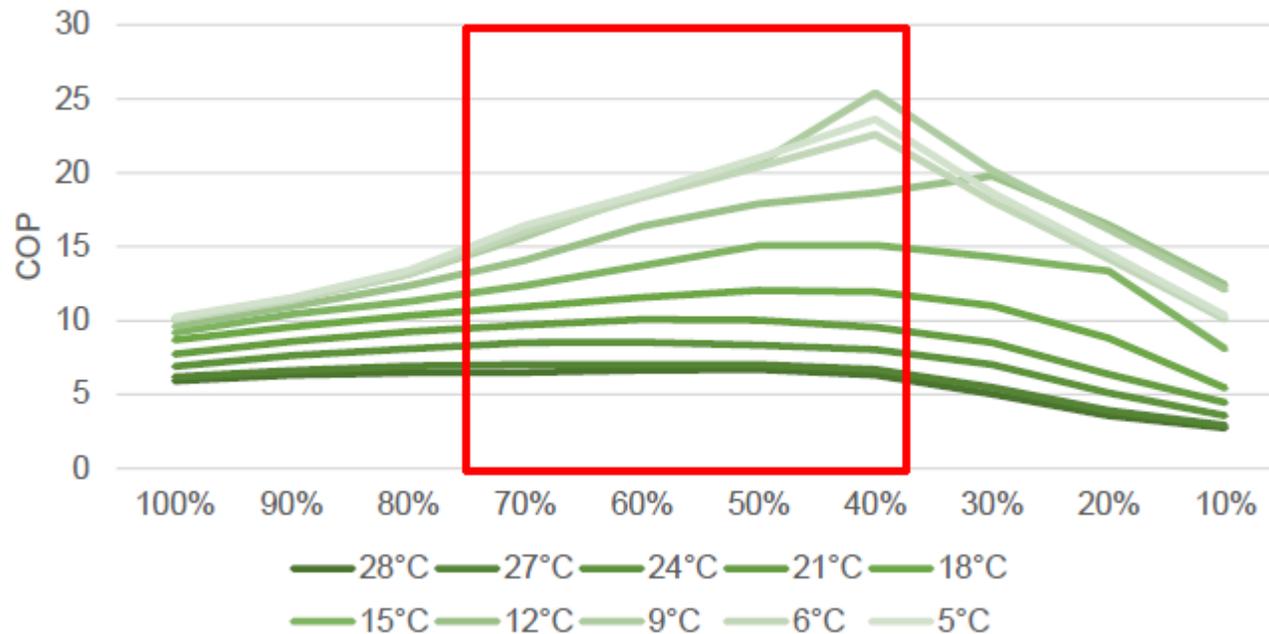
Le macchine hanno ormai di standard il VSD
Massime efficienze e bassissimo impatto di costi, si rientra subito nell'investimento

Ulteriori benefici del VSD sono legati ai minori stress meccanici

Stato di progetto

Il progetto prevede la sostituzione dei tre centrifughi esistenti con due nuove unità a levitazione magnetica, senza lubrificazione e monocompressore, mantenendo invece il chiller esistente da 1.700kW. Per questioni di ingombri in pianta è necessario ridurre la taglia mettendo le nuove unità da 2.4MWf, riuscendo comunque a sopperire al fabbisogno richiesto.

Si cercherà di mantenere il funzionamento nella massima efficienza della curva prestazionale dell'unità.



Stato di progetto

- Il nuovo gruppo è dotato di compressore centrifugo monostadio (design proprietario)
- Motore ad induzione e cuscinetti a levitazione magnetica
- Il gruppo frigorifero è caratterizzato dal refrigerante R1233zd, il quale presenta un GWP di 4.5, classe A1
- Senza lubrificazione
- Alte efficienze
- Minima temperatura di condensazione pari a 5C

Cooling Performance	
Specified Net Capacity [kW]	2400
Rated Net Capacity [kW]	2400
Heat Rejection Capacity [kW]	2810
Full Load Efficiency [COPR]	5.924
Part Load Efficiency (NPLV/IP) [COPR]	10.17
Part Load Efficiency (IPLV/IP) [COPR]	10.33
A-Weighted Sound Pressure Level [dBA]	85

Temperature 7/12C e 28/35C

Part Load Performance (Minimum CEFT)										
CEFT [°C]	Percent Load									
	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
28.00	5.924	6.323	6.460	6.502	6.653	6.688	6.319	5.043	3.579	2.736
27.00	6.185	6.630	6.926	7.025	7.019	7.027	6.701	5.476	3.917	2.918
24.00	6.907	7.624	8.092	8.517	8.530	8.340	8.033	7.020	5.111	3.567
21.00	7.719	8.589	9.256	9.696	10.07	10.04	9.561	8.503	6.363	4.459
18.00	8.698	9.566	10.33	10.93	11.56	12.05	11.95	11.01	8.823	5.436
15.00	9.197	10.42	11.28	12.37	13.70	15.07	15.09	14.32	13.37	8.084
12.00	9.634	10.95	12.34	14.10	16.38	17.91	18.66	19.79	16.48	12.42
9.00	10.08	11.46	13.14	15.68	18.52	20.65	25.42	20.18	16.19	12.10
6.00	10.08	11.37	13.12	16.02	18.32	20.40	22.60	18.07	14.19	10.08
5.00	10.24	11.54	13.38	16.44	18.58	21.00	23.64	18.66	14.54	10.32

* Values are in COPR

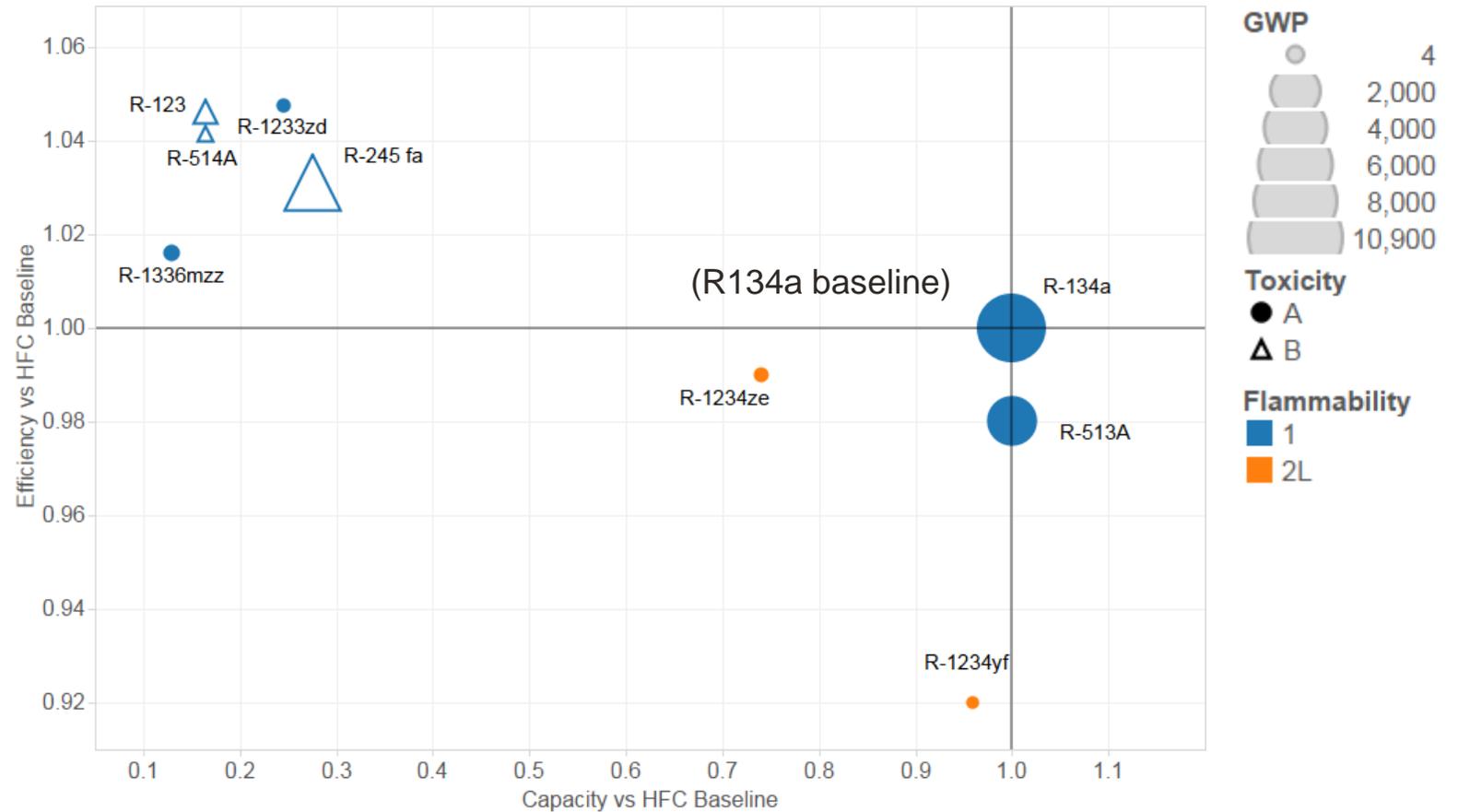
Rated point is 80% or higher efficiency compared to design operation point.
Rated point is 70% or higher efficiency compared to design operation point.
Rated point is 60% or higher efficiency compared to design operation point.

Refrigerante

Scegliere il miglior refrigerante in accordo con la specifica applicazione

NOTE:

- R1233zd gas a bassa pressione, classe di sicurezza A1
- R1234ze ha una bassa capacità frigorifera per kg (circa il 25% in meno rispetto al R134a), classe di sicurezza A2L



Tecnologia

R1233zd richiede velocità di rotazione inferiori rispetto a R134a, e permette due opzioni alternative per i cuscinetti della driveline:

- Cuscinetti lubrificati con il refrigerante -Il refrigerante è un fluido che cambia di fase durante il ciclo frigorifero: le condizioni operative (T & P) ne alterano le proprietà e riducono la sua capacità di buon lubrificante. Di conseguenza la mappa operativa risulta limitata
- Cuscinetti di tipo magnetico

VSD

raffreddato ad acqua

Cuscinetti magnetici

rotore in levitazione, “Lubrication free”



Tecnologia

R1233zd richiede velocità di rotazione inferiori rispetto a R134a, e permette due opzioni alternative per i cuscinetti della driveline:

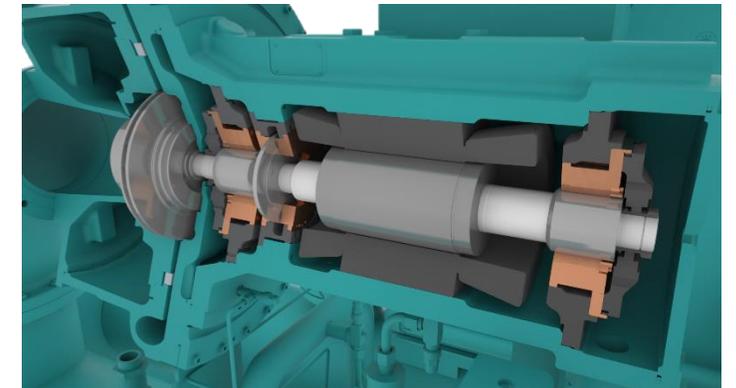
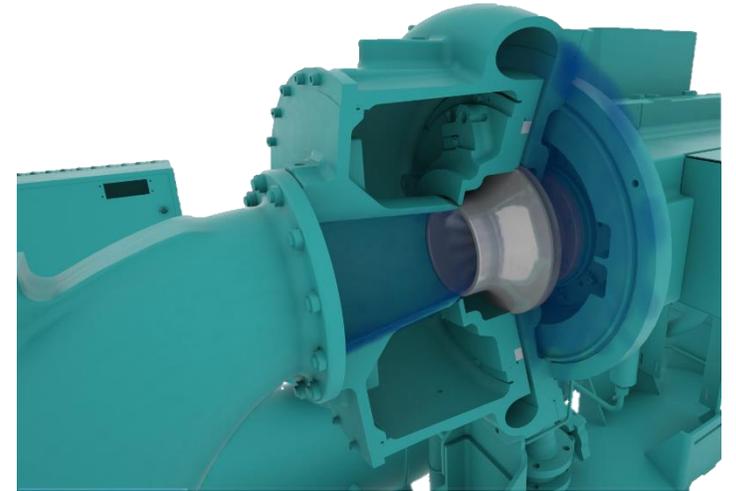
- Cuscinetti lubrificati con il refrigerante -Il refrigerante è un fluido che cambia di fase durante il ciclo frigorifero: le condizioni operative (T & P) ne alterano le proprietà e riducono la sua capacità di buon lubrificante. Di conseguenza la mappa operativa risulta limitata
- Cuscinetti di tipo magnetico

VSD

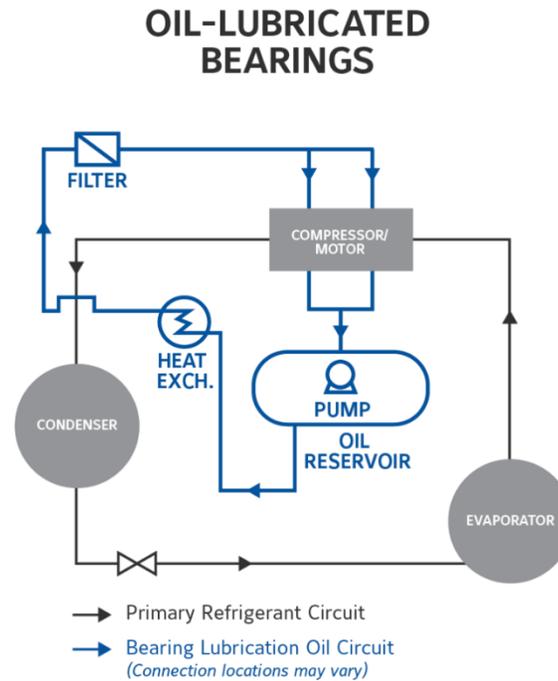
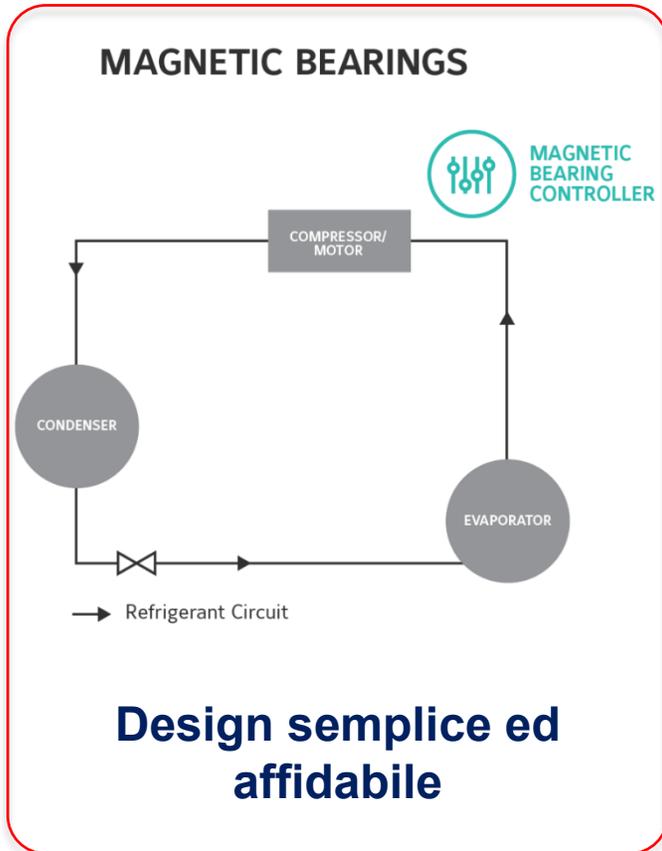
raffreddato ad acqua

Cuscinetti magnetici

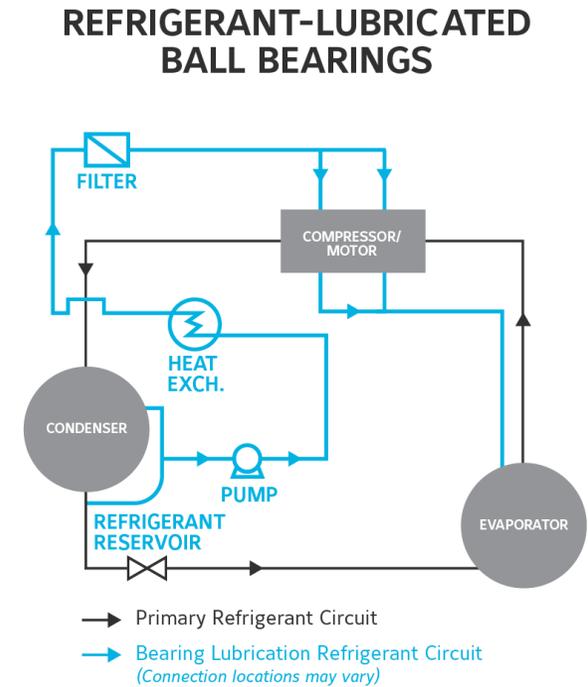
rotore in levitazione, “Lubrication free”



Lubrification free



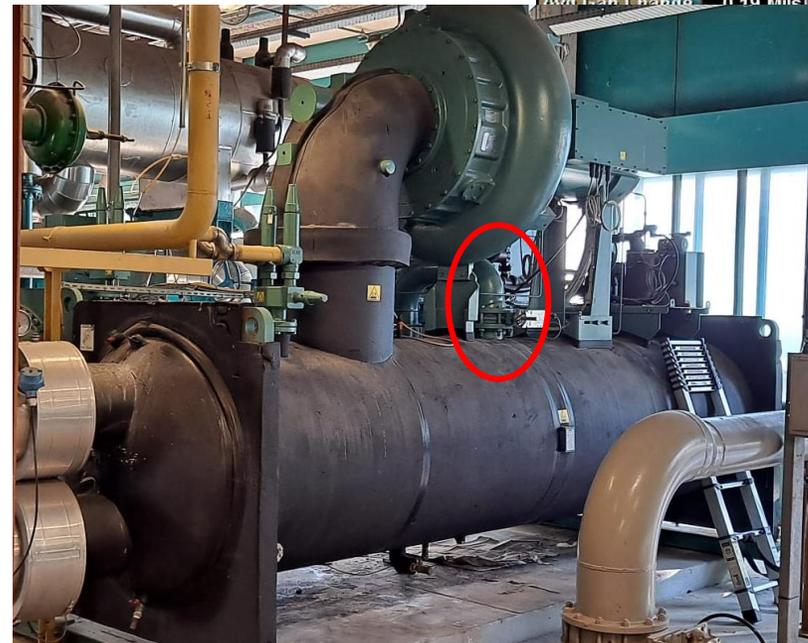
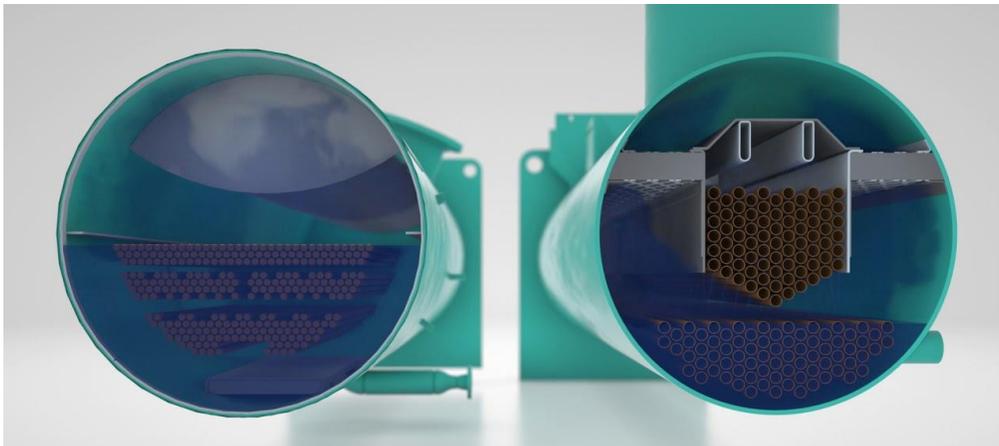
Minimo costo primo di investimento



Sistema piu' complicato, lubrificante inefficiente

Tecnologia

- Low lift
- Orifizio variabile e evaporatore falling film
- Magnetic bearing controller (MBC)
- UPS
- Filtro armonico attivo IEEE 519-1992



MAGNETIC BEARING CONTROLLER (MBC) SCREEN

MBC Motor Speed	119.94 Hz	98.8°F	MBC Heatsink Temperature
MBC Levitated Contact	●	136.6°F	J Bearing Temperature
MBC Levitated	●	162.5°F	K Bearing Temperature
MBC Fault	●	118.4°F	H1 Bearing Temperature
MBC Config Status	112	126.5°F	H2 Bearing Temperature

Radial Bearing J		Thrust Bearing H		Radial Bearing K	
Avg Pos	0.01 Mils; -0.10 Mils	0.11 Mils	0.00 Mils	0.00 Mils	-0.05 Mils
Sync Orbit	0.14 Mils; 0.14 Mils	0.00 Mils	0.74 Mils	0.74 Mils	0.78 Mils
Std Dev	0.11 Mils; 0.09 Mils	0.00 Mils	0.42 Mils	0.42 Mils	0.40 Mils
Peak Vibration	0.15 Mils	0.21 Mils	0.13 Mils	0.13 Mils	0.13 Mils
Avg Gap Change	0.19 Mils	0.19 Mils	0.56 Mils	0.56 Mils	0.56 Mils

Force	-141.5 lbf	6.3 lbf	160.0 lbf
H1	4.9 A	K1	6.6 A
H2	7.4 A	K2	5.5 A
		K3	7.3 A
		K4	5.0 A

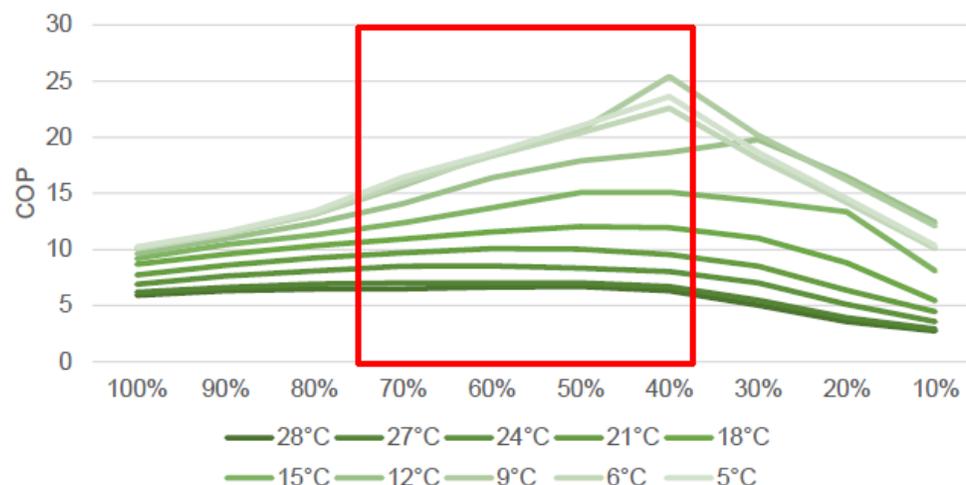
Levitate
 Levitated

Analisi energetica

Risparmio energetico

Nell'assetto post intervento lavoreranno due o tre unità in funzione dei carichi richiesti. In funzione dei consumi frigoriferi dell'anno precedente si riportano i part load considerati.

Mese	FC medio% (3 unità)	FC medio% (2 unità)
Gen	73%	
Feb		76%
Mar	78%	
Apr	75%	
Mag	72%	
Giu		88%
Lug	67%	
Ago	86%	
Set		79%
Ott		64%
Nov		58%
Dic		52%



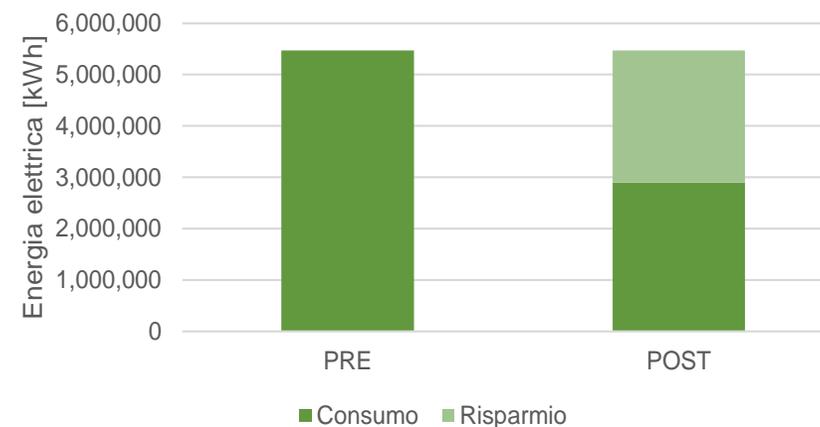
Te °C	Tbu °C	Carico %	Ti,c °C	
29.00	31.80	21.00	100	24.90
27.00	29.80	21.90	93	25.80
24.00	26.80	20.60	86	24.50
21.00	23.80	19.10	79	23.00
18.00	20.80	17.30	71	21.20
16.00	18.80	14.50	64	18.40
13.00	15.80	11.70	57	15.60
10.00	12.80	9.00	50	12.90
7.00	9.80	6.70	48	10.50
4.00	6.80	4.50	46	10.43
2.00	4.80	1.70	44	10.40
-1.00	1.80	-0.40	42	10.37
-4.00	-1.20	-2.10	40	10.32

Avendo a disposizione le sole temperature a bulbo secco, è stata stimata l'umidità relativa e quindi la relativa temperatura a bulbo umido. Da questa è stata stimata la temperatura in ingresso al condensatore.

Riferimento: ASHARE per Roma Fiumicino

Analisi energetica

Mese	PRE			POST		RISPARMIO
	E.E. [kWh]	E.th. water [kWh]	COP	COP	E.E. [kWh]	E.E. [kWh]
Gen	424,289	1,582,030	3.73	12.20	129,666	294,623
Feb	338,827	1,926,318	5.69	12.82	150,259	188,568
Mar	342,133	1,687,527	4.93	10.38	162,594	179,539
Apr	265,024	1,569,135	5.92	9.50	165,251	99,773
Mag	497,725	2,430,729	4.88	8.05	301,909	195,816
Giu	606,015	3,017,287	4.98	7.73	390,537	215,478
Lug	584,848	3,209,303	5.49	6.14	522,913	61,934
Ago	401,961	2,069,554	5.15	8.73	237,181	164,780
Set	505,510	3,089,857	6.11	8.52	362,617	142,894
Ott	548,084	2,654,121	4.84	12.50	212,330	335,754
Nov	543,752	2,347,693	4.32	14.00	167,692	376,060
Dic	412,923	1,760,551	4.26	19.02	92,563	320,360
	5,471,089	27,344,107	5.00	9.44	2,895,510	2,575,579



Risparmio pari al 47%

Manutenzione

Manutenzione ORDINARIA standard

NO manutenzione sistema di lubrificazione (sostituzione filtri, analisi olio, pompa etc.)

Costo manutenzione STRAORDINARIA < 10% costo iniziale

A livello di manutenzione straordinaria invece, le attività necessarie sono:

- Certificazione decennale degli scambiatori
- Certificazione valvole di sicurezza ogni 3 anni
- Revisione meccanica standard del compressore ogni 50.000 ore di funzionamento;
- Sostituzione tenuta assiale del compressore ogni 25.000 ore di funzionamento;
- Revisione meccanica standard motore elettrico ogni 25.000 ore di funzionamento.



LUBRIFICATO AD OLIO

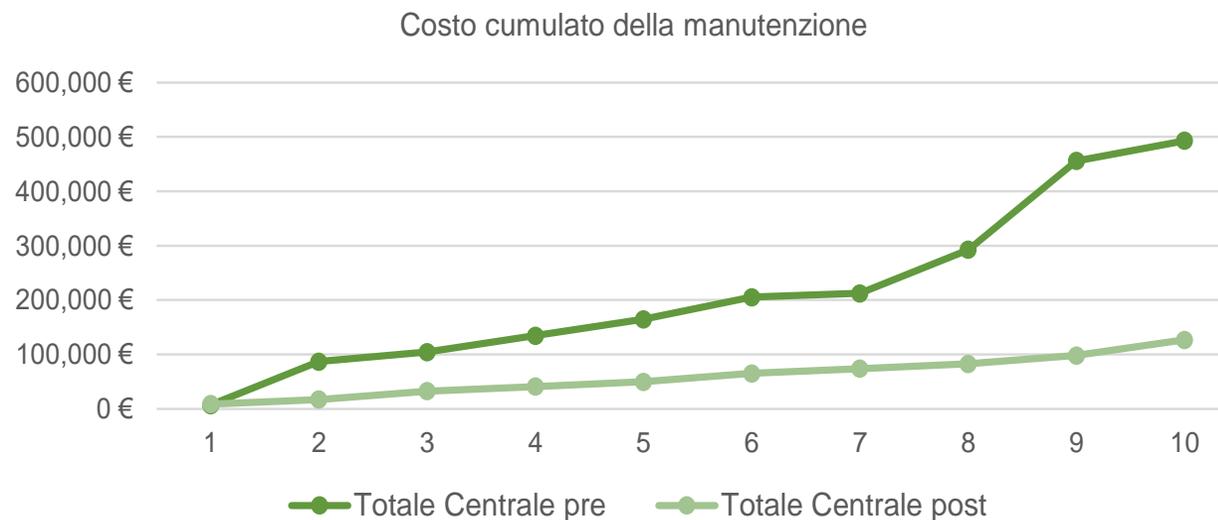


LEVITAZIONE MAGNETICA



Manutenzione

Di seguito si riporta il grafico dei costi cumulati di manutenzione delle macchine attuali e dei nuovi chiller a levitazione magnetica: **il risparmio è pari al 50% in 10 anni.**

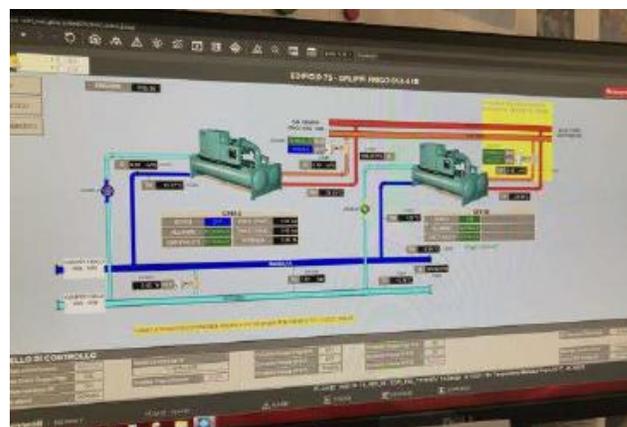


Incentivi

INDUSTRIA 4.0

PREDISPOSIZIONE DEI REQUISITI DEI BENI STRUMENTALI INDUSTRY 4.0 INDICATI NELLA LEGGE DI BILANCIO

Rispetto dei requisiti obbligatori per Allegato A Interconnessione e certificazione a carico del cliente



	<p>RAPPORTO TECNICO VERIFICHE E PROVE DI PREDISPOSIZIONE DEI REQUISITI DEI BENI STRUMENTALI INDUSTRY 4.0 INDICATI NELLA LEGGE DI BILANCIO</p>	<p>IT-IND-F-006_4.0 Rev 01 del 27/01/2020</p>
---	---	---

5 Conclusioni

A seguito delle verifiche e delle prove effettuate in sito è stato possibile identificare la seguente situazione in ottemperanza ai requisiti dell’Allegato A della legge di bilancio:

Voce	Valutazione
Presenza PLC/CNC	Non applicabile
Interconnessione	Conforme
Integrazione	Non applicabile
Interfaccia uomo-macchina	Non applicabile
Requisiti di sicurezza	Non applicabile
Telemanutenzione	Non applicabile
Monitoraggio continuo	Non applicabile
Sistema cyberfisico	Non applicabile

Sulla base di quanto riassunto nella Tabella precedente, si Attesta che il bene Gruppo refrigeratore con compressore centrifugo a levitazione magnetica YORK famiglia YZ modello MA041AN045P042A è predisposto per soddisfare i requisiti necessari ai fini dell’ottenimento dello sgravio fiscale.

Incentivi

TEE

- Dati misurati sull'impianto di almeno 12 mesi precedenti la sostituzione
- Sostituzione → 5 anni di incentivo
- Progetto pre intervento
- Misurazioni annuali – Misuratori MID
- Progetto a consuntivo

Settore di intervento	Tipologia Intervento	Vita utile
Industriale	Gruppi frigo e pompe di calore, centrali frigorifere, ivi compresi gli impianti di surgelazione e refrigerazione	5

Si stimano quindi, in funzione dei risparmi, 480 TEP annui per un totale di 120k€ all'anno per 5 anni.

NOTA:

TEE non sono cumulabili con iperammortamento

Piano economico

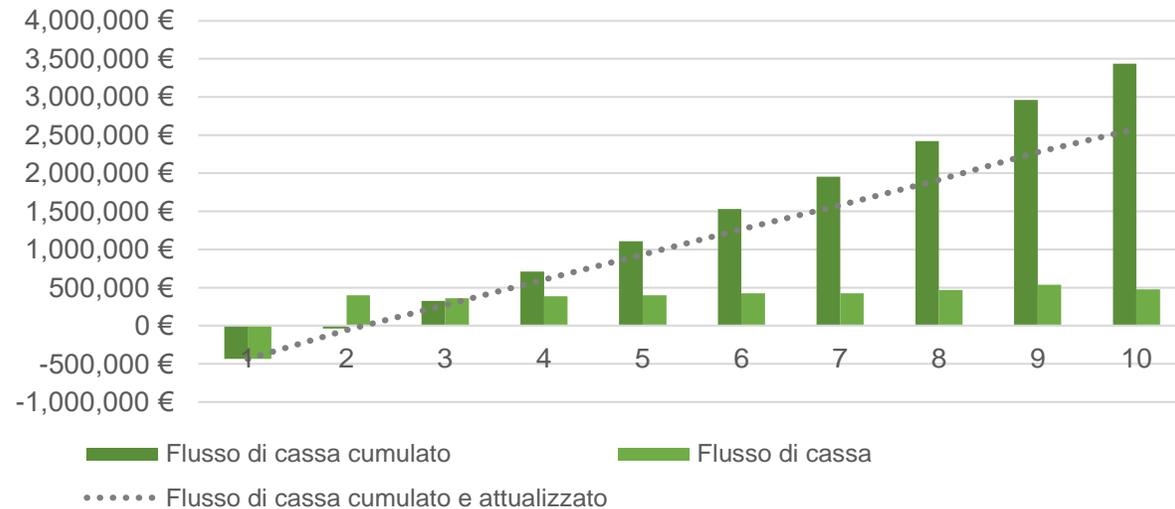
Il piano economico riportato di seguito si basa sui seguenti dati:

- Costo energia elettrica pari a 0,18 €/kWh;
- Tasso di incremento annuo del costo dell'energia elettrica pari al 4%;
- WACC pari al 5%.

VAN 2.5m€

TdR attualizzato poco meno di 3 anni

IP 3.4€



I risparmi economici derivanti dalla soluzione proposta sono legati sia all'effettiva diminuzione di energia elettrica assorbita dalle macchine sia legati alla manutenzione della centrale frigorifera con la nuova configurazione.

Conclusione

VANTAGGI:

- Efficienza energetica e risparmi elettrici;
- Nuovo gas refrigerante sostenibili – R1233zd(E) GWP 4.5;
- Risparmi manutentivi in tutta la vita utile dell'impianto;
- Vantaggi ulteriori legati alla parzializzazione torre e consumo di acqua;
- Non sono stati considerati gli incentivi che, a scelta del cliente, diminuiscono il tempo di rientro dell'investimento.



SAVE THE ENERGY

Assorbitore

- Cliente farmaceutico
- Nuova installazione su cogenerazione esistente



The power behind **your mission**



Stato di fatto



	Caldaia1	Caldaia2	Caldaia3	Caldaia4	Caldaia5	Caldaia6
Modello	Babcock	Babcock	Garioni	Babcock	Hoval	Hoval
Produzione	vapore	vapore	vapore	vapore	Acqua calda	Acqua calda
Anno fabbricazione	2005	2006	2001	2012	2010	2010
Potenzialità	2.907 kW	2.907 kW	1.395 kW	907 kW	945 kW	945 kW
Combustibile	metano	metano	metano	metano	metano	metano
Pressione	12 bar	12 bar	12 bar	12 bar	4 bar	4 bar

Modulo cogenerativo **ECOMAX 20 HE:**

- Alimentazione: gas metano di rete
- Potenza termica introdotta: 4.477 kW
- Potenza elettrica erogata: 2004 kWe
- Potenza Termica recuperabile: 1.911 kWt

L'energia termica prodotta è utilizzata sotto forma di vapore saturo a 8 bar, 175,36 °C (744kW) ed acqua calda a 90 °C.

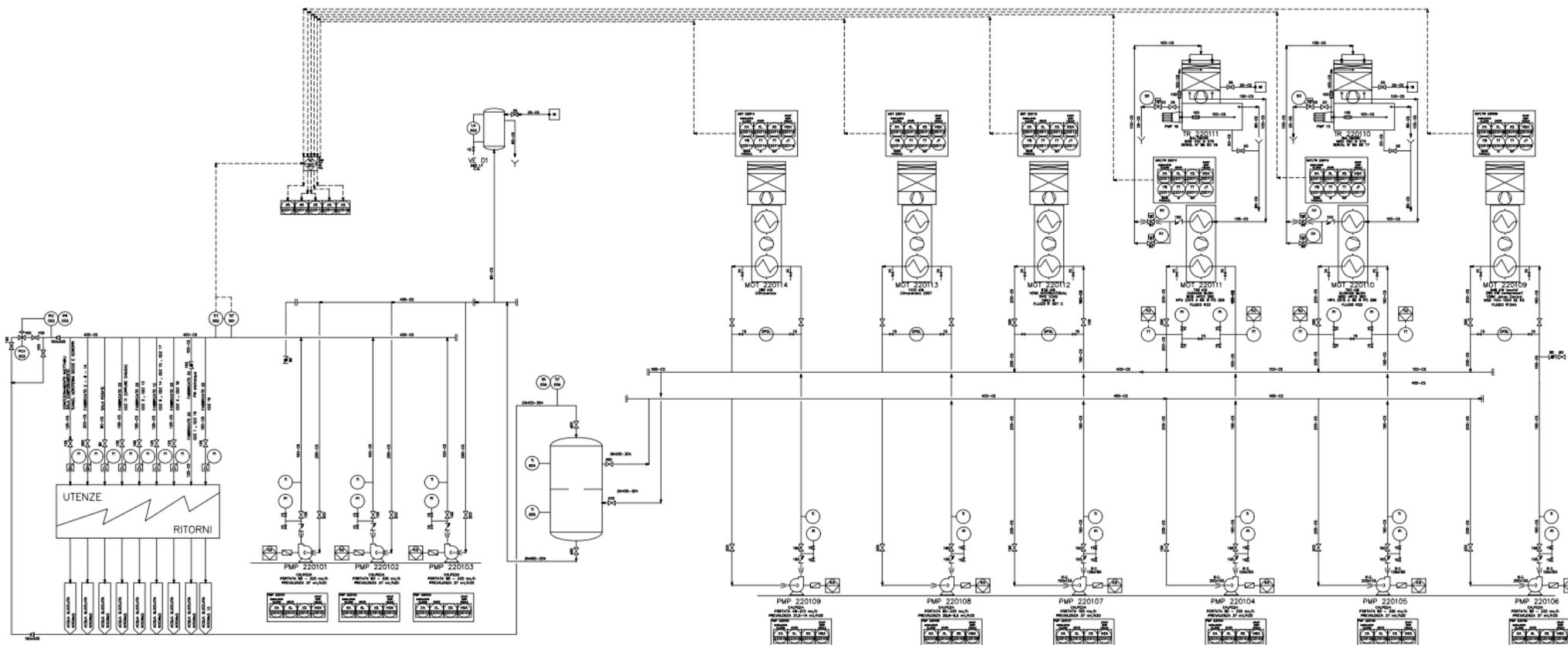
Stato di fatto



	Centrale Frigo Lyo		
Assorbimento Elettrico	303 kW	303 kW	303 kW
Potenzialità Termica	920 kW	920 kW	920 kW

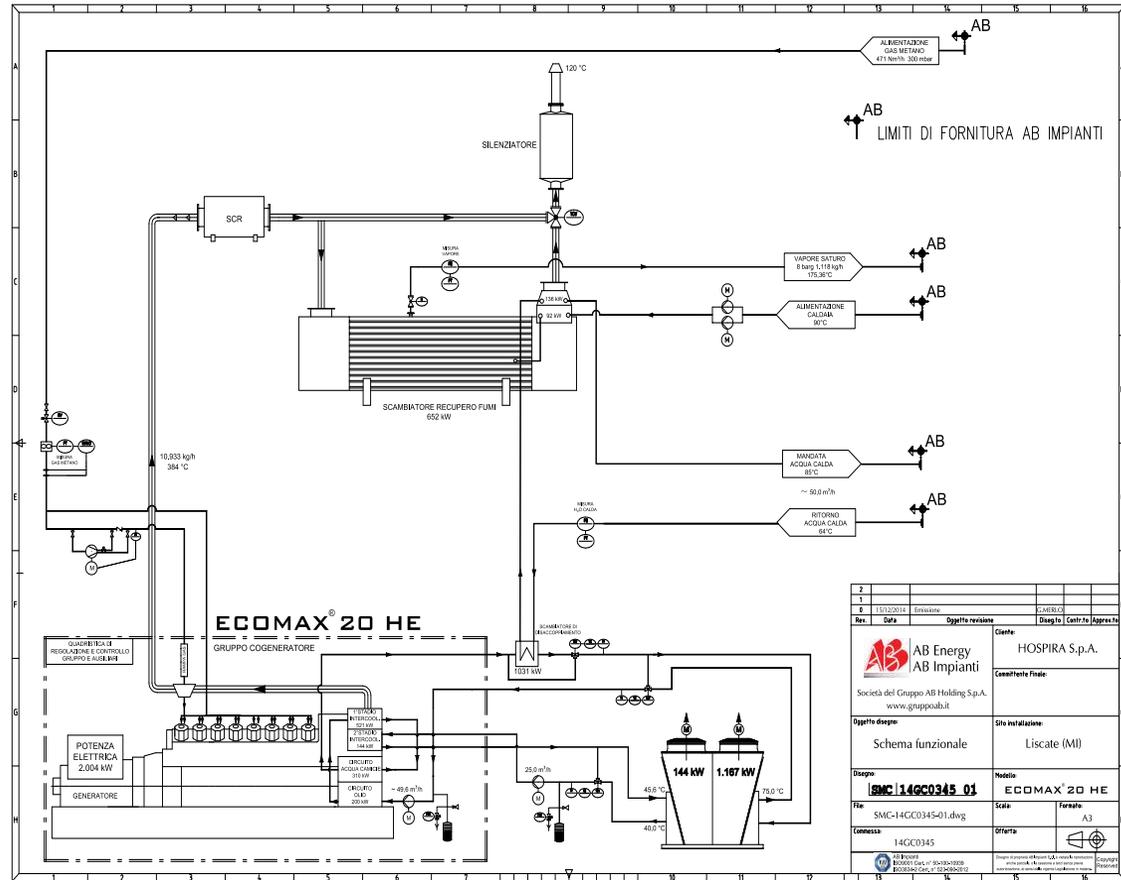
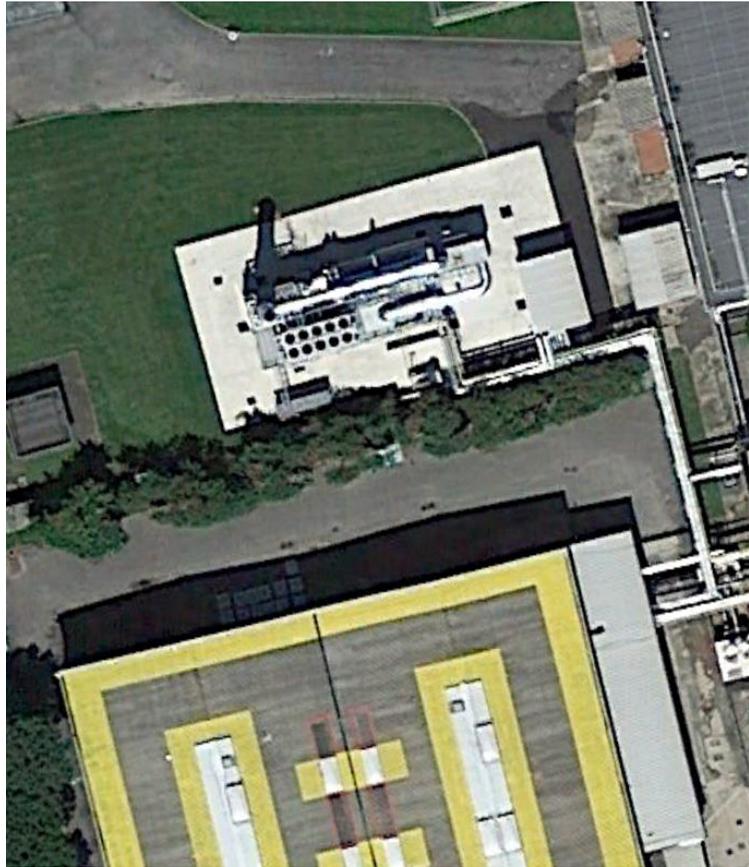
	Centrale Frigo SVP		
Assorbimento Elettrico	322 kW	299 kW	384 kW
Potenzialità Termica	896 kW	903 kW	1.157 kW

Stato di fatto

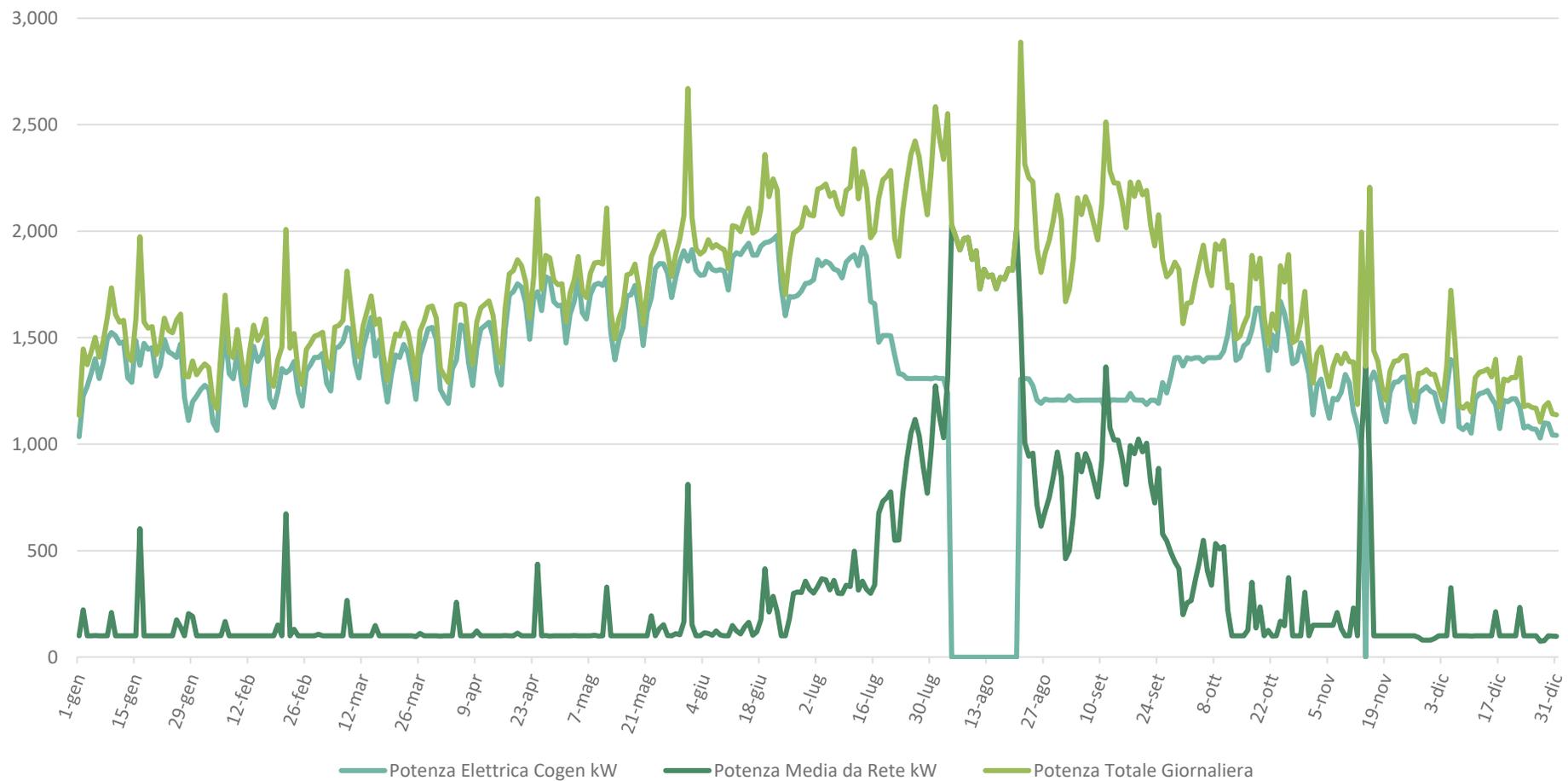


**P&ID
centrale
frigo SPV
ante
Assorbitore**

Stato di fatto



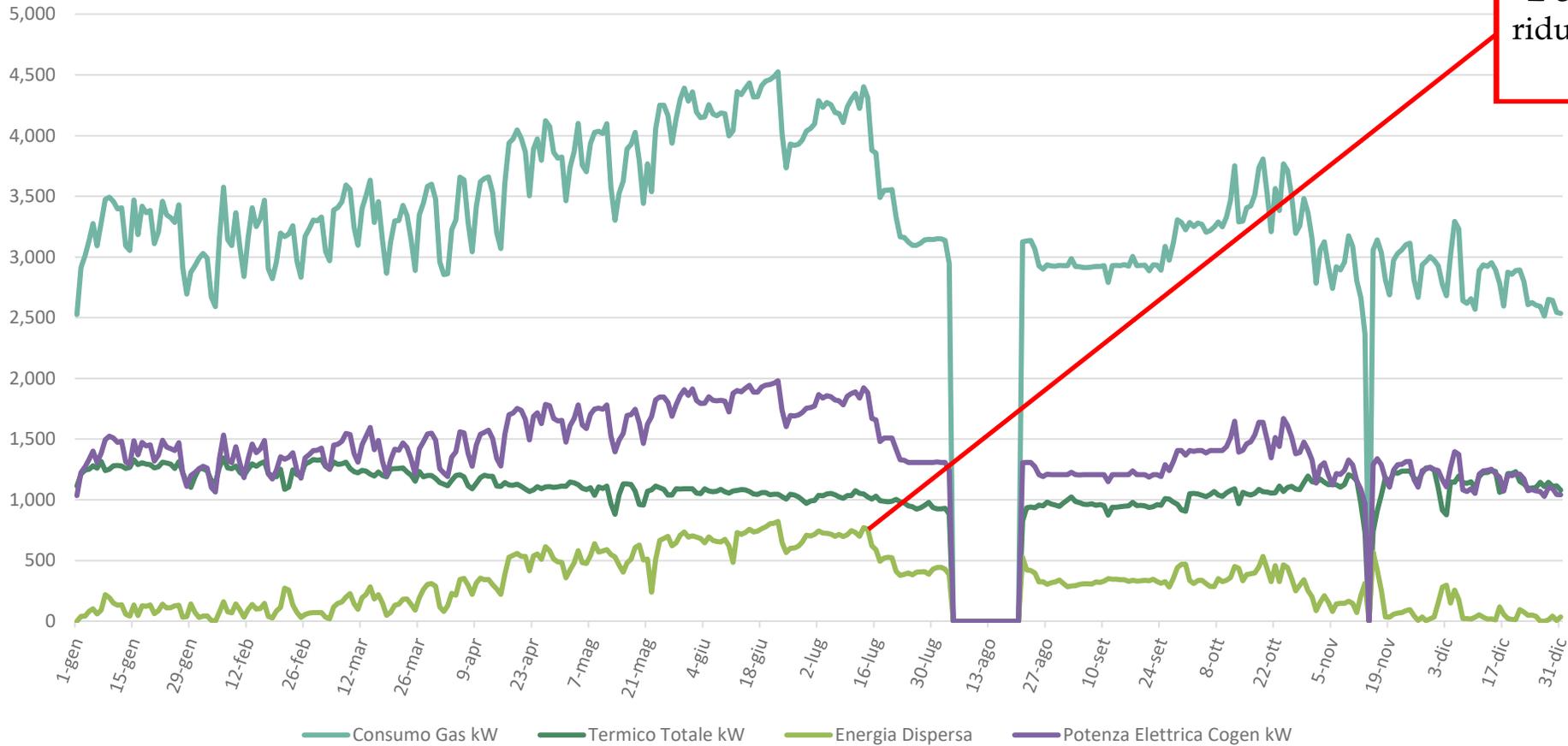
Stato di fatto



I consumi elettrici aziendali sono massimi nel periodo estivo quando è massimo il funzionamento delle centrali frigorifere

Stato di fatto

Bilancio energetico cogeneratore



L'energia termica dispersa riduce il rendimento globale del sistema

Tra il 15 aprile e il 15 ottobre, l'energia termica istantanea dispersa dal cogeneratore, in media, supera i 450 kWt

Stato di progetto TRIGENERAZIONE

Potenza frigorifera utile del fluido di utilizzazione a 7°C

Potenza termica necessaria per l'attivazione della pompa di calore

Rendimento stimato del sistema

Periodo di funzionamento del Sistema

Energia frigorifera fornita dal sistema nell'anno

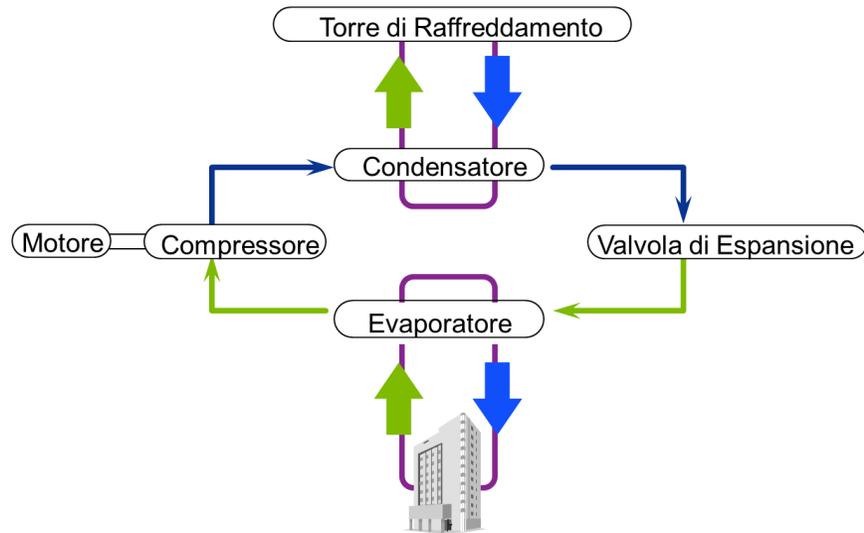
Energia termica necessaria al sistema nell'anno

Vita economica presa in esame

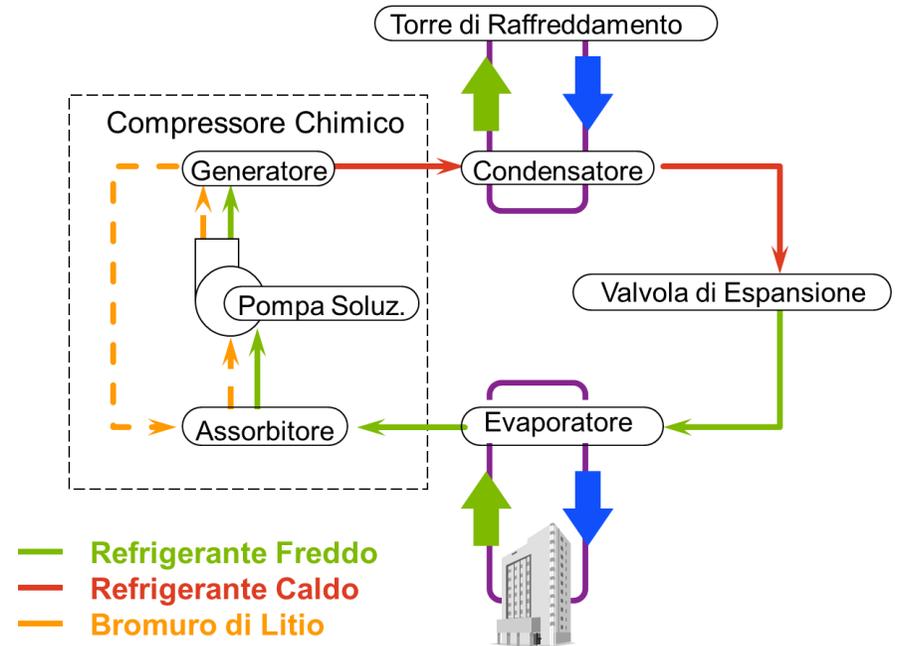
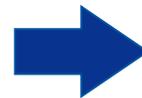
- 450 kWf
- 600 kWt
- circa 0,75
- Dal 15 apr. al 15 ott. – 4.390 ore/annue
- 1.976.400 kWh
- 2.635.200 kWh
- 10 anni di 6 anni con ancora i Certificati Bianchi



Tecnologia ad assorbimento



La soluzione più diffusa utilizza come fluidi di lavoro **Acqua e Bromuro di Litio (LiBr)**



Lavoro chimico ed alimentazione termica (acqua calda/surr., vapore AP, BP, gas metano, fumi)

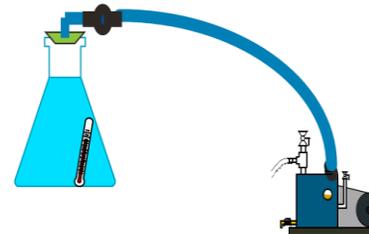
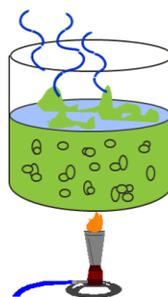
Tecnologia ad assorbimento

La sostanza che evapora producendo l'effetto frigorifero, è acqua distillata

In un assorbitore il refrigerante è quindi l'acqua

Affinché il processo sia continuo occorre fare uscire dallo scambiatore denominato EVAPORATORE il vapore d'acqua (assimilabile all'aspirazione del compressore elettrico) ed immettere della nuova acqua allo stato liquido

Alla pressione atmosferica
l'acqua bolle a 100°C



Riducendo la pressione a
pochi mm di Hg,
l'acqua bolle a temperature
inferiori a 7°C

LiBr Bromuro di litio
Li = 8% Br = 92%
Cristallizzato e incolore
Simile al sale, molto stabile
Non tossico
Alta proprietà assorbente

Tecnologia ad assorbimento

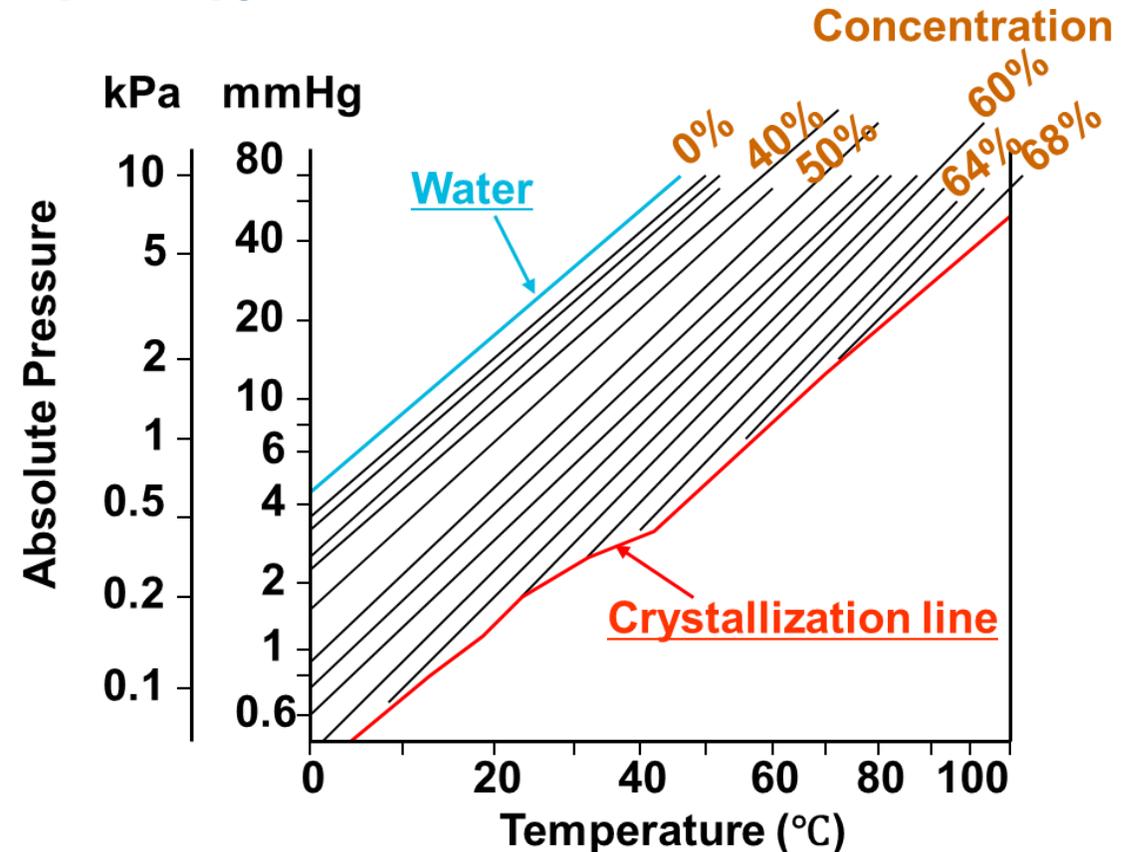
LA CRISTALLIZZAZIONE

Il funzionamento delle macchine ad assorbimento è assicurato da una soluzione che si diluisce e poi viene riconcentrata.

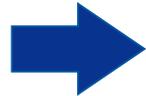
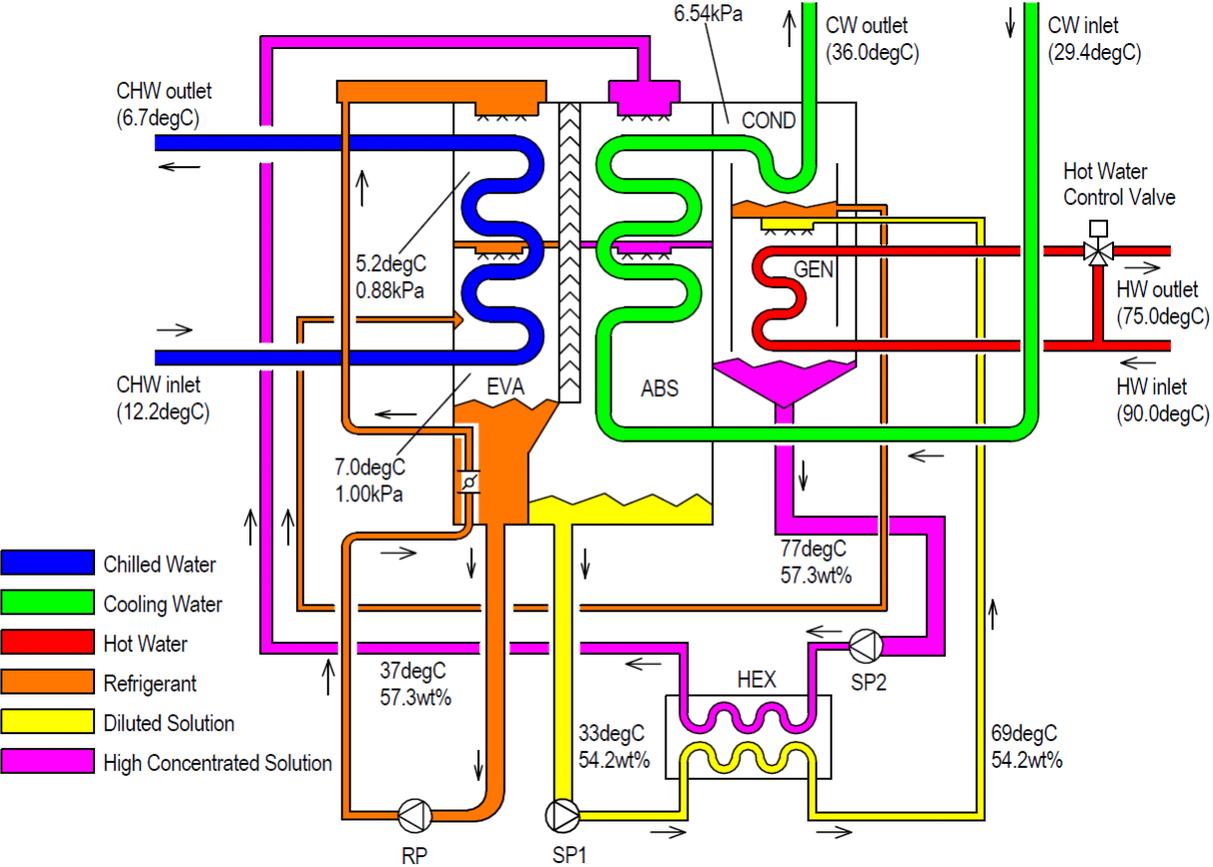
Tale processo deve essere accuratamente monitorato: se la concentrazione della soluzione ad una data temperatura è superiore a una certa soglia, si può incorrere nel fenomeno della cristallizzazione.

Cristallizzando i sali di bromuro di litio precipitano solidificandosi, il processo si arresta e la macchina può danneggiarsi.

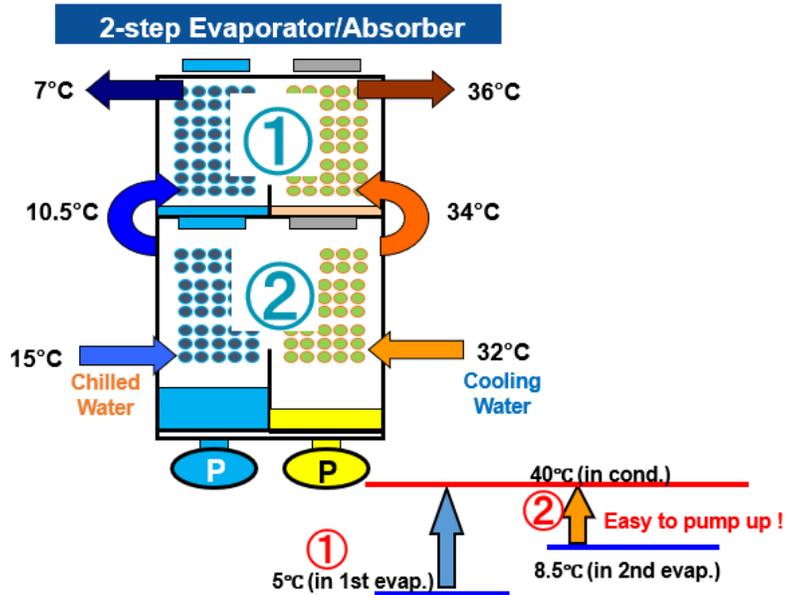
Tutti i punti operativi nel ciclo di assorbimento devono essere compresi nell'intervallo linea di cristallizzazione



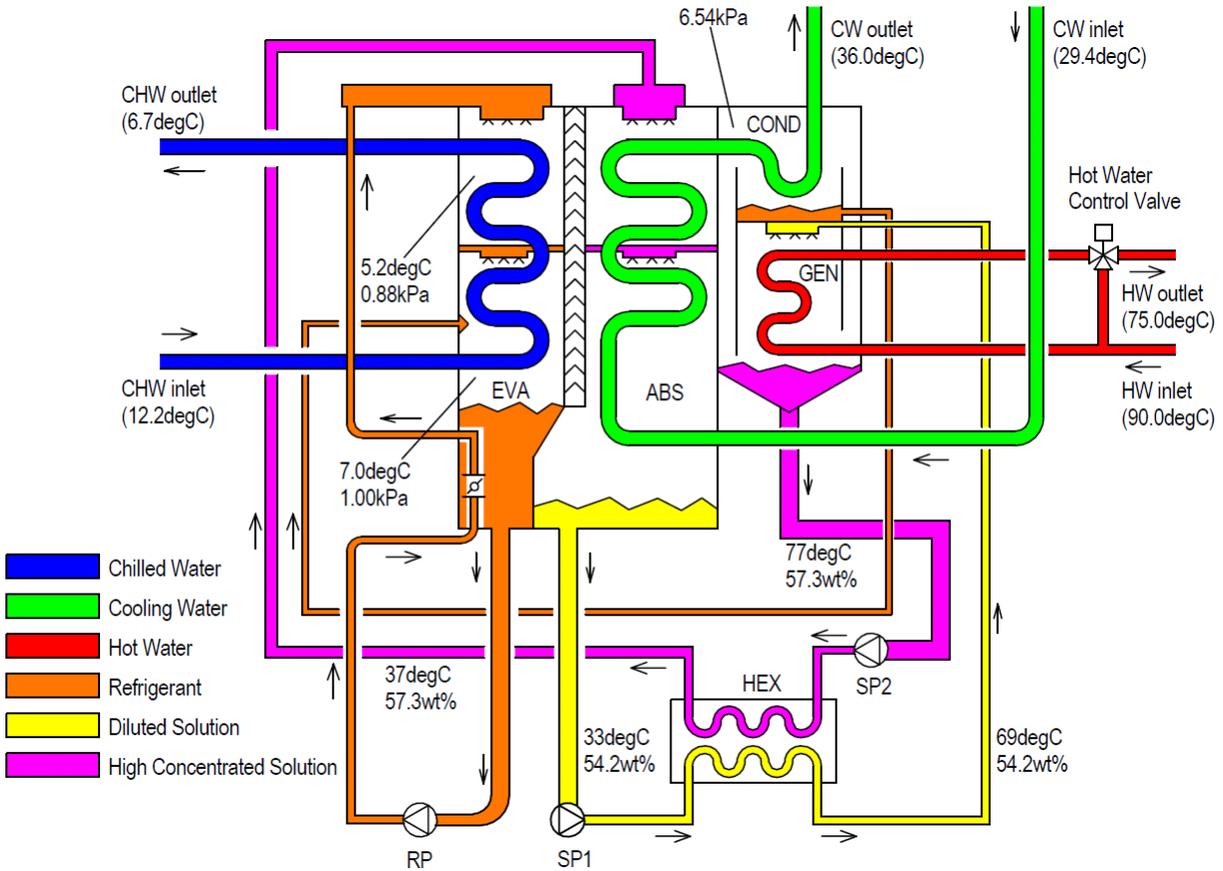
Tecnologia ad assorbimento



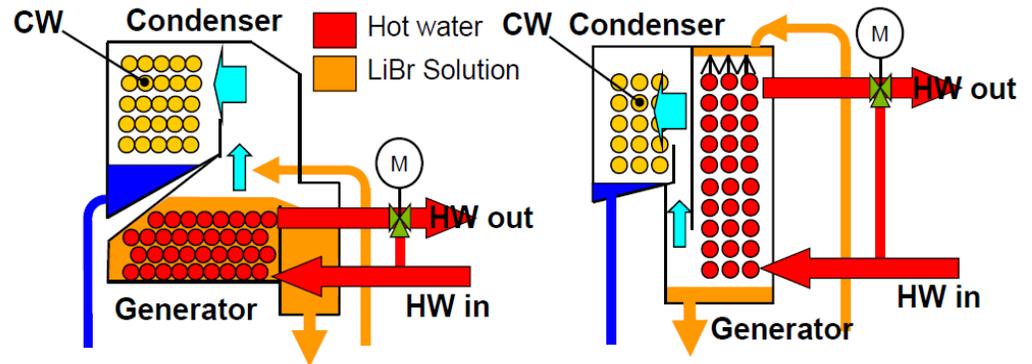
Design 2 step



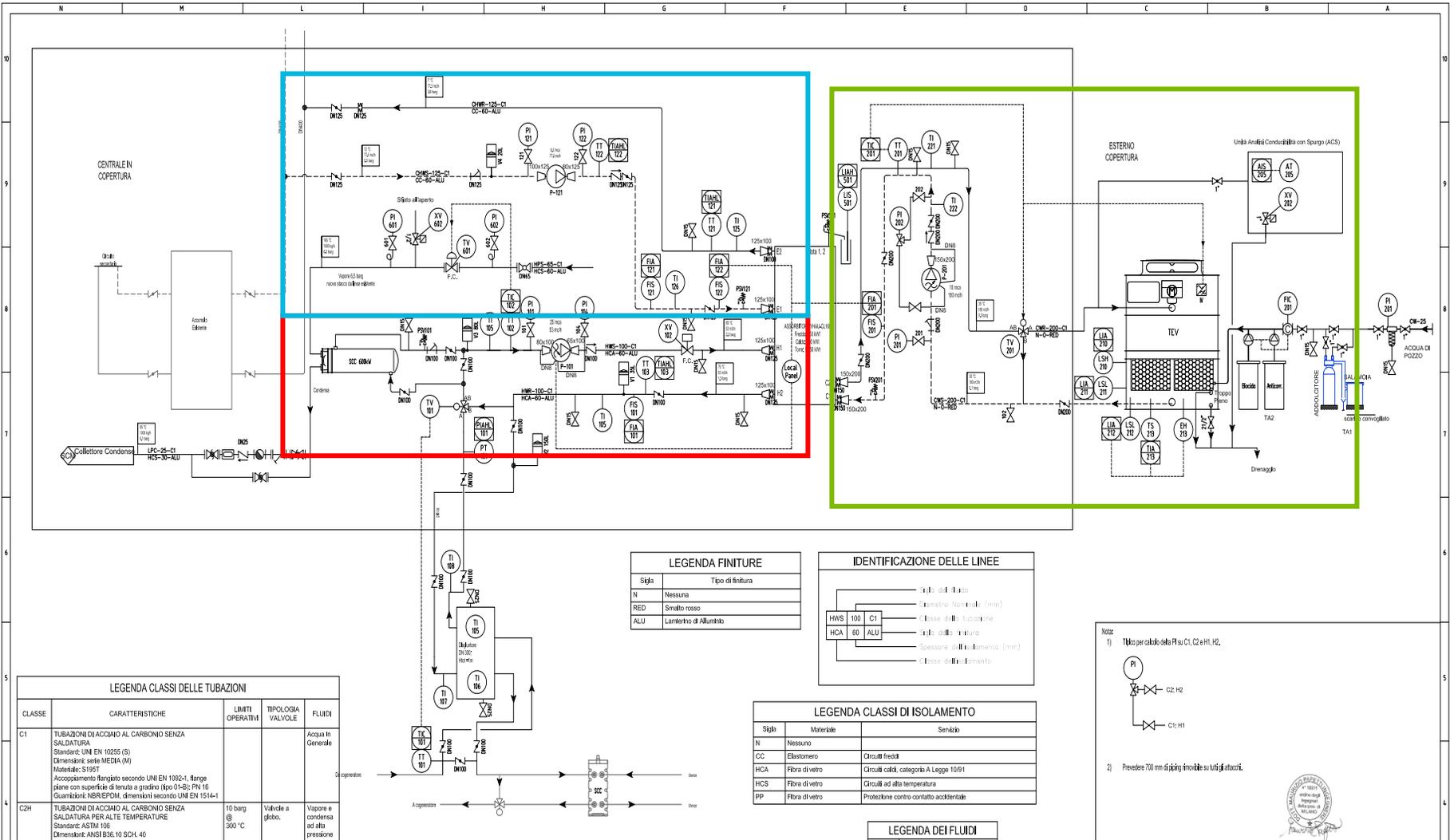
Tecnologia ad assorbimento



Tubi in acciaio inox e generatore falling film



Stato di progetto



**P&ID
Installazione
Assorbitore**

Stato di progetto



Stato di progetto



Stato di progetto

Costo Installazione (inizio 2020)	
Assorbitore	
Stima Costo Installazione	
Costo Adeguamento rete Frigorifera	
Torre Evaporativa	
Spese Tecniche	
	330.000,00 €

Costi			
	Costo Unitario	Quantità	Valore Monetario
Costo acqua di pozzo per torre evaporativa [€/m ³]	0,12 €	9.233 litri	1.106,78 €
Costo Energia Elettrica Assorbitore	0,06 €	27.011 [kWh]	1.741,77 €
Costo manutenzione Assorbitore	8.000,00 €	1	8.000,00 €
	Totale Costi Variabili Annui		10.848,55 €

Risparmi ottenibili dall'installazione del sistema

Risparmio Energia elettrica consumata dai frigo tradizionali

Il sistema ad assorbimento andrebbe a sostituire parte del freddo fornito dai chiller tradizionali alimentati da energia elettrica. Il calore necessario al funzionamento del sistema ad assorbimento sarebbe a costo zero in quanto già prodotto dal cogeneratore. L'energia elettrica risparmiata è stata valorizzata ad un valore intermedio tra il costo del kWh di rete e il kWh prodotto dal Cogen visto che durante il periodo estivo l'energia prelevata dalla rete è una quantità rilevante.

Aumento Rendimento Cogeneratore (Maggiori TEE)

Il calore consumato dal sistema ad assorbimento non verrebbe disperso in ambiente aumentando quindi il rendimento di principio del sistema cogenerativo. Questo comporterebbe un aumento di Certificati Bianchi, stimato in circa 280 nuovi TEE annui

Aumento Utilizzo Cogeneratore nel Periodo Estivo

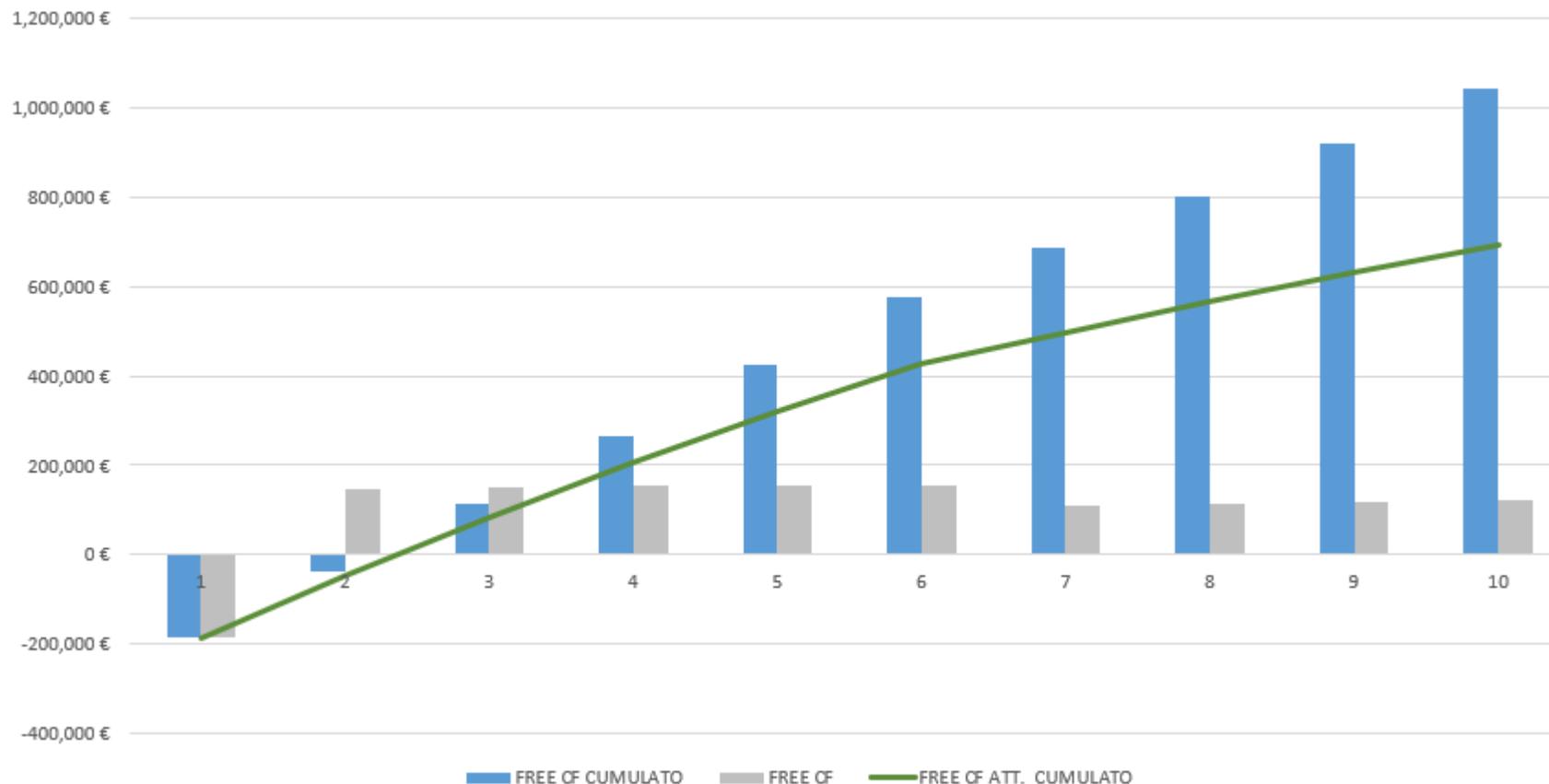
Durante il periodo estivo (tra il 15 giugno e il 15 settembre) l'utilizzo dell'Assorbitore permetterebbe di sfruttare maggiormente il sistema Cogen diminuendo la quota di energia elettrica prelevata dalla rete. Questi kWh sono stati valorizzati con prezzo dato dalla differenza tra il costo del kWh di rete e il kWh prodotto dal Cogen

Stima dei risparmi

Periodo Funzionamento Assorbitore		Periodo maggior uso del Cogen	
inizio	15-apr	inizio	15-giu
Fine	15-ott	Fine	15-set
Ore	4.392	Ore	2.208
	kW	Energia kWh	EER
Potenza Termica Necessaria Assorbitore	600	2.635.200	0,75
Potenza Frigorifera Resa Assorbitore	450	1.976.400	
	EER	Energia Elettrica Risparmiata kWh	
Energia Elettrica Risparmiata Frigo Attuali	3	658.800	
Costo Energia Ele di Rete [€/kWh]	0,124 €		
Costo Energia Ele Cogeneratore [€/kWh]	0,064 €		
Vantaggi Assorbitore	Costo Unitario	Quantità	Valore Monetario
Risparmio Energia Elettrica Frigo	0,09 €	658.800	62.086,67 €
Aumento Rendimento Cogeneratore (Maggiori TEE)	250,00 €	280	70.000,00 €
Aumento Utilizzo Cogeneratore nel Periodo Estivo	0,060 €	1.324.800	78.846,63 €
		Totale Risparmi Annui	210.933,30 €

Piano economico

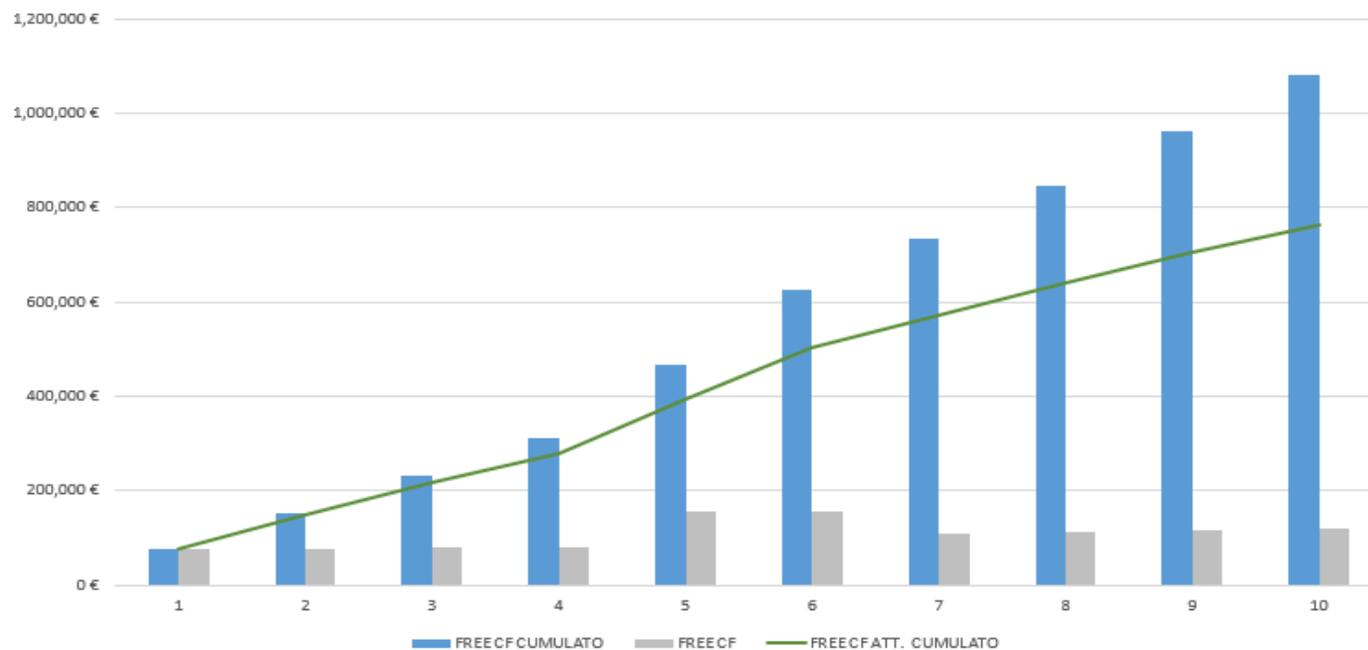
Investimento proprio



Il nuovo assorbitore, nel primo caso porterebbe un VAN positivo di circa 690.000 € e avrebbe un tempo di rientro di poco più di 2 anni

Piano economico

Locazione operativa



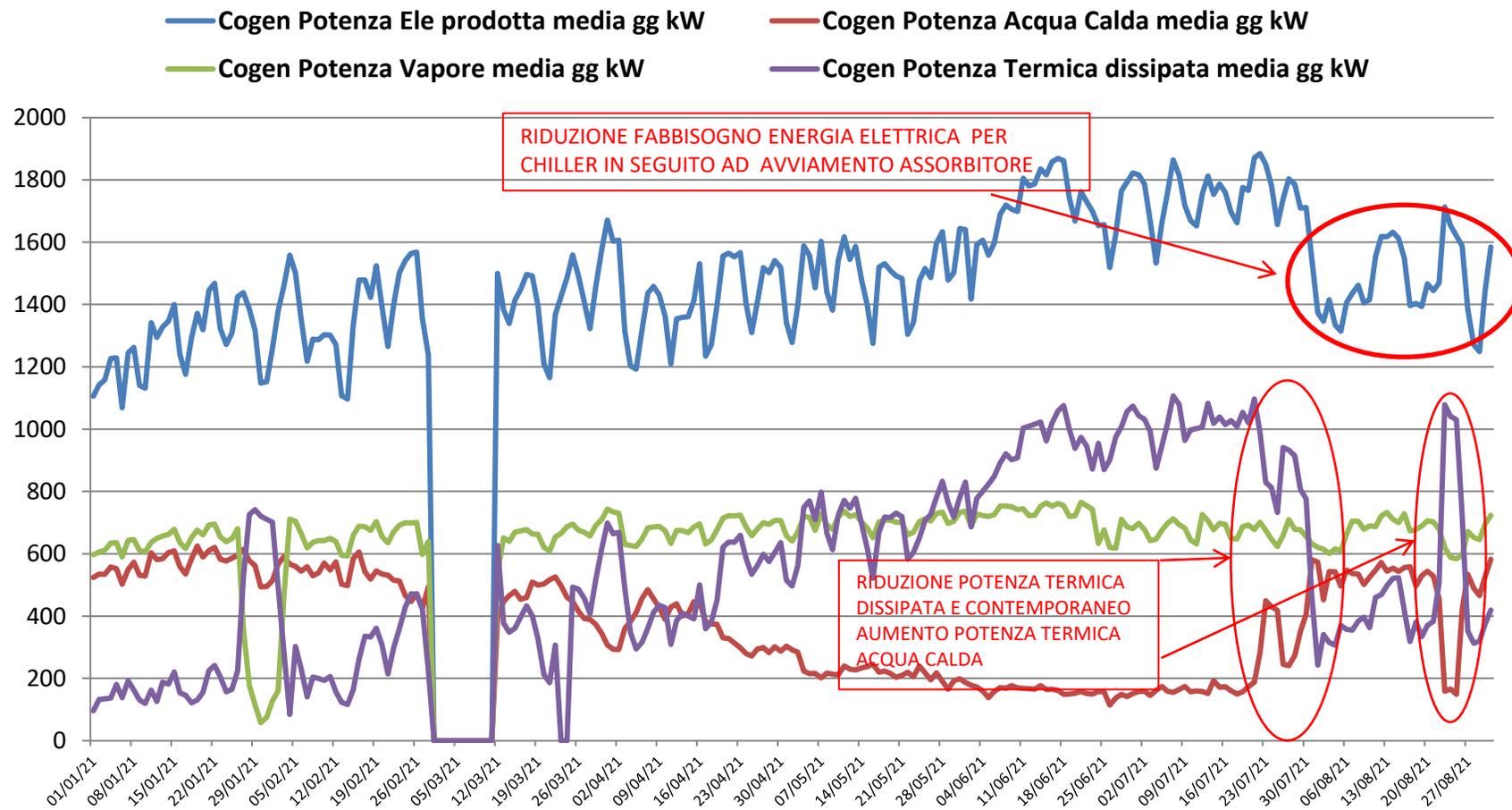
**Il nuovo assorbitore,
nel secondo caso
porterebbe un VAN
positivo di circa
765.000 €**

Vantaggi

- Nessun CAPEX, ma solo OPEX
- Soluzioni tutto incluso con manutenzione ed extra garanzia inclusi
- Vantaggi economici legati a limitati o nulli anticipi economici
- Vantaggi fiscali (super ammortamento e Legge Sabatini)

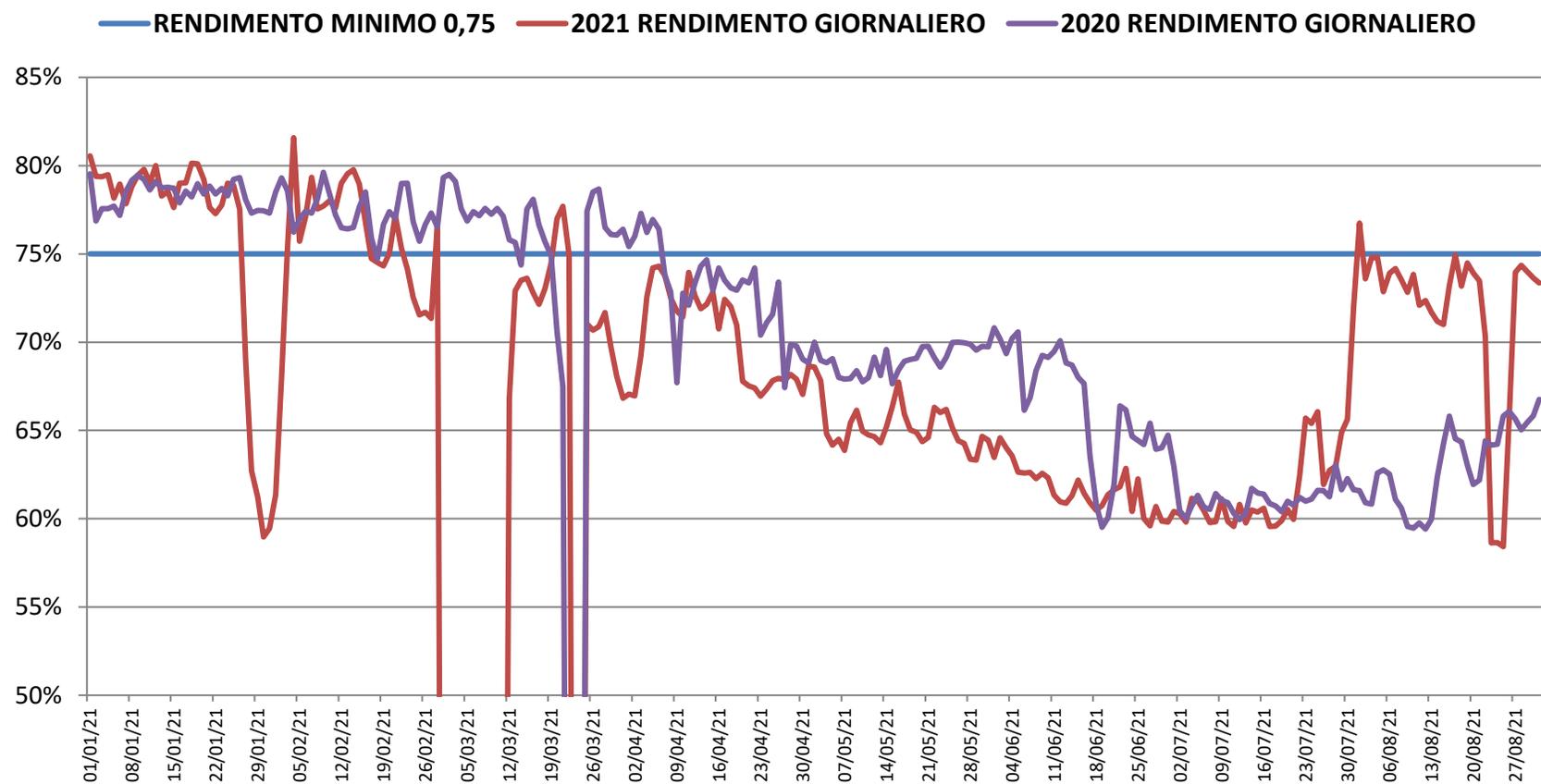
Stima dei risparmi

Andamento potenze medie giornaliere Cogen – Assorbitore



Forte aumento del consumo di acqua calda a partire dai primi avviamenti dell'assorbitore e una speculare riduzione dell'energia termica dissipata.

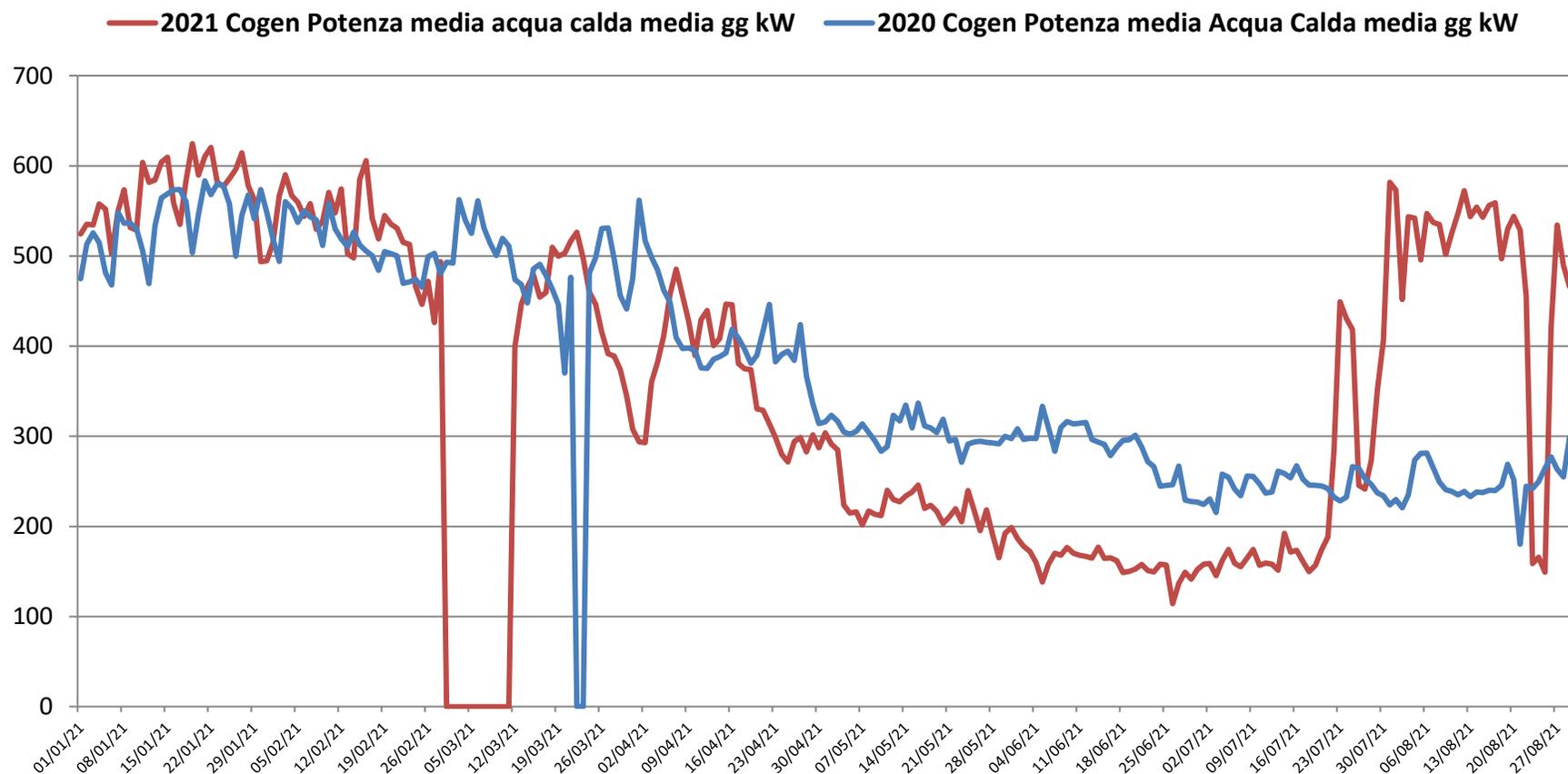
Stima dei risparmi



In estate, con assorbitori in esercizio, il rendimento giornaliero aumenta, con punte del 15%, rispetto ai rendimenti giornalieri stagionali passati.

Stima dei risparmi

Confronto anni 2020 – 2021 Cogen – Assorbitore



In estate, con assorbitore in esercizio, la potenza termica erogata dal cogen è vicina ai valori del periodo invernale.

Conclusioni

VANTAGGI:

- Sfruttamento energia termica prima dissipata;
- Risparmio energia elettrica consumata dai frigo tradizionali;
- Aumento rendimento cogeneratore;
- Maggiori TEE;
- Aumento utilizzo cogeneratore nel periodo estivo.



SAVE THE ENERGY

Regolazione di centrale



The power behind **your mission**



Regolazione e sistemi di Energy Managment

Regolazione: implementazione di valvole automatizzate, logiche di gestione della centrale e riporto a sistema di supervisione

OPEN BLUE – Energy Management



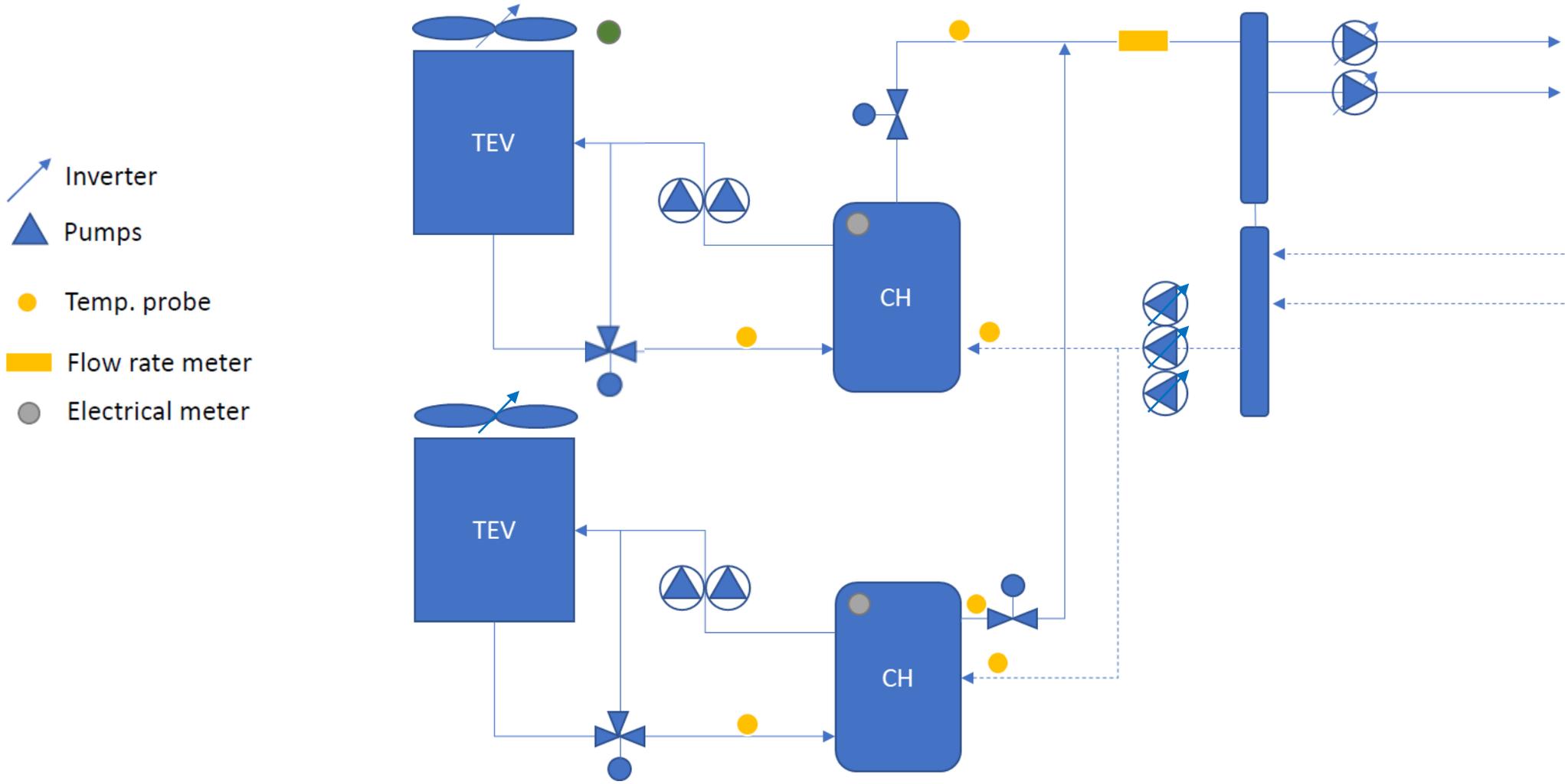
Regolazione di centrale

Impianto di partenza: 2 chiller condensati ad acqua di torre, con primario e secondario. No regolazione.

L'intervento prevede la regolazione di centrale al fine di gestire l'accensione dei chiller in cascata automaticamente in base al carico. In particolare si prevedono:

- Interfacciamento chiller e torri evaporative a sistema di supervisione
- Sonda di temperatura e umidità esterna
- Sonde di temperatura su eventuali serbatoi
- Misuratore di energia elettrica assorbita per ogni macchina
- Misuratore di energia frigorifera totale o sui singoli gruppi frigoriferi
- Valvole a due vie on off ad apertura lenta lato evaporatore e condensatore
- Sistema di supervisione con pannello dedicato in centrale e possibilità di visualizzazione da remoto

Regolazione di centrale



Regolazione di centrale

Architettura del sistema BMS



Regolazione di centrale

Schema tipo di centrale

Spaces Network

Central Plant CPO-10

JCI Enterprise

JCI Medical Center

Main Hospital

Basement

Floor 1

Floor 2

Parking Lot

GRAPHICS

System Parameters	
SYSTEM-EN	True
SYS-RESET	Off
ROT-TOWERS	False
ROT-CW PUMPS	False
REQ CHW FLOW	360.0 gpm
FREE CLG REC	False
CHWSYS-AVAIL	True
CH-ROT	False

0.0

Available Capacity

278.0

Current Capacity

401.9

Target Load

401.9

Building Load

Temperature

◀ 178.0 deg F

Humidity

◀ 54.2 %RH

Page 1

© Johnson Controls, Plo. 2013-2019

86 Johnson Controls

Regolazione di centrale

Logica di funzionamento

Se la potenza resa dei chiller in funzione raggiungerà il limite superiore del range ottimale di efficienza (ottimizzato in funzione della curva di rendimento dei gruppi frigoriferi), verrà attivato un nuovo gruppo refrigeratore;

Oppure se la temperatura della mandata dell'acqua refrigerata supera di un valore impostabile il set point definito per un periodo di tempo predefinito (es. 1°C per 15 minuti);

La sequenza di inserimento delle macchine è gestita dalla misura della potenza effettivamente richiesta dall'impianto e calcolabile tramite misuratore di portata e sonde di temperatura su mandata e ritorno generale. Quando viene chiamato un nuovo gruppo il sistema:

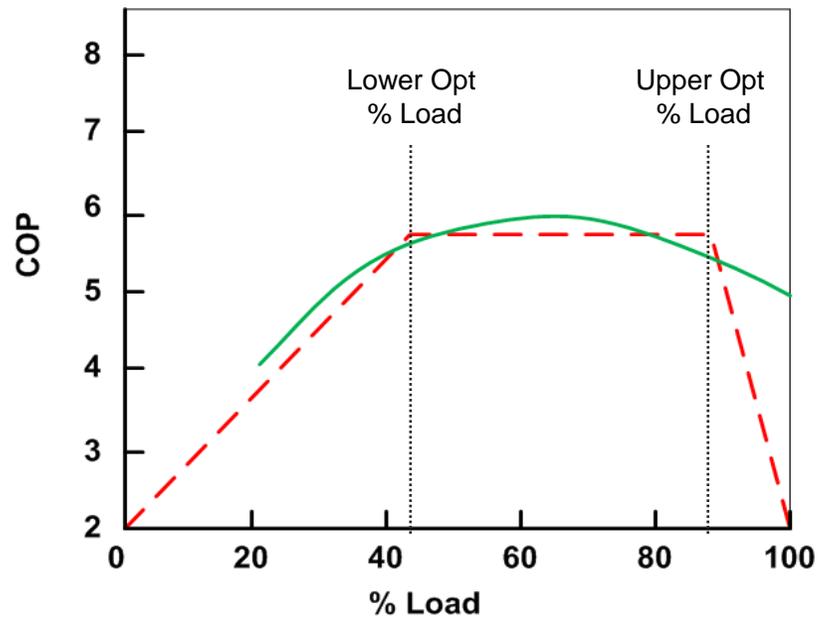
- Viene aperta la valvola di intercettazione del condensatore
- Viene comandata l'apertura della valvola di intercettazione dell'evaporatore
- Viene comandata l'apertura della valvola di intercettazione della prima torre
- Viene comandato l'avviamento della prima pompa di primario e della prima pompa del circuito di condensazione
- Viene abilitato il ventilatore di torre
- Viene comandato l'avviamento del gruppo refrigeratore

Regolazione torri evaporative rispetto alla temperatura di bulbo umido esterna e alla temperatura dell'acqua di condensazione in ingresso ai chiller.

Regolazione di centrale

Curva tipica di un gruppo refrigeratore con compressore azionato da inverter VSD

Il supervisore integra la modellazione delle curve di ogni gruppo dell'impianto, valutate a diverse temperatura della pressione di condensazione (Tin costante acqua di torre)



— Curva di efficienza reale
 - - - Modellazione della curva di efficienza

Partload Data (Minimum Condenser Water Temperature)										
CEFT (°C)	% LOAD									
	100%	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%
30.00°	6.894	6.878	6.763	6.663	6.595	6.304	5.744	5.002	4.060	-
27.00°	7.888	7.974	7.893	7.791	7.679	7.436	6.952	6.256	4.809	-
24.00°	8.948	9.189	9.337	9.293	9.150	8.997	8.407	7.777	6.412	-
21.00°	10.28	10.73	11.16	11.38	11.41	11.33	10.95	10.19	8.537	5.630
18.00°	11.77	12.56	13.29	13.89	14.35	14.58	14.42	13.96	12.19	8.059
15.00°	13.72	14.96	16.00	16.88	17.66	18.26	18.43	18.14	16.67	11.86
12.00°	16.06	17.62	19.30	21.21	22.73	24.20	25.61	25.60	23.50	17.34
9.00°	18.62	21.05	23.84	27.42	31.72	37.24	38.64	31.61	26.30	19.57
6.00°	20.29	23.32	26.82	31.14	34.98	38.67	37.43	29.77	23.73	15.79
5.00°	20.45	22.47	25.24	29.36	33.46	36.80	39.12	30.62	24.16	15.98

*Values are in COP.R

Rated point is 25% or higher efficiency compared to design operation point.

Rated point is 50% or higher efficiency compared to design operation point.

Regolazione di centrale – Risparmi EN15232

Impatto dell'automazione sulle prestazioni energetiche degli edifici

Codice di funzione		Definizione delle Classi								
Ref. EN15232			Residenziale				Non Residenziale			
			D	C	B	A	D	C	B	A
CONTROLLO AUTOMATICO										
GESTIONE CENTRALIZZATA degli Impianti tecnici dell'EDIFICIO (TBM)										
Rilevamento guasti, diagnostica e supporto alla diagnosi dei guasti										
	0	No								
SE74A	1	Si								
Rapporto riguardante consumi energetici, condizioni interne e possibilità di miglioramento										
	0	No								
SE75A	1	Si								

Tipologia Edificio / Locale	Energia Elettrica in edifici non residenziali									
	Classi e Fattori di efficienza BAC				Risparmio (rif. classe D)		Risparmio (rif. C)			
	D	C (rif)	B	A	C/D		B/C			
	Senza Automazione	Automazione Standard	Automazione Avanzata	Alta efficienza	B/D	A/D	B/C	A/C		
Uffici	1,10	1,00	0,93	0,87	9%	15%	21%	7%	13%	
Sale conferenze	1,06	1,00	0,94	0,89	6%	11%	16%	6%	11%	
Scuole	1,07	1,00	0,93	0,86	7%	13%	20%	7%	14%	
Ospedali	1,05	1,00	0,98	0,96	5%	7%	9%	2%	4%	
Hotel	1,07	1,00	0,95	0,90	7%	11%	16%	5%	10%	
Ristoranti	1,04	1,00	0,96	0,92	4%	8%	12%	4%	8%	
Negozi / Grossisti	1,08	1,00	0,95	0,91	7%	12%	16%	5%	9%	

Codice di funzione		Definizione delle Classi								
Ref. EN15232			Residenziale				Non Residenziale			
			D	C	B	A	D	C	B	A
CONTROLLO AUTOMATICO										
CONTROLLO RAFFRESCAMENTO										
Controllo di emissione										
<i>Il sistema di controllo è installato sul terminale o nel relativo ambiente; per il caso 1 il sistema può controllare diversi ambienti</i>										
	0	Nessun controllo automatico								
	1	Controllo automatico centralizzato								
SE34C	2	Controllo automatico di ogni ambiente								
SE35B	3	Controllo automatico di ogni ambiente con comunicazione								
SE36A	4	Controllo di ogni locale con comunicazione e controllo di presenza								
Controllo di emissione per solai termo-attivi										
	0	Nessun controllo automatico								
SE37C	1	Controllo automatico centralizzato								
SE38B	2	Controllo automatico centralizzato avanzato								
SE39A	3	Controllo automatico centralizzato avanzato a funzionamento intermittente e feed-back della temperatura dell'ambiente								
Controllo temperatura acqua nella rete distribuzione (mandata e ritorno)										
<i>Funzioni simili possono essere applicate al controllo di unità di raffreddamento per singola stanza (es. Unità split...)</i>										
	0	Controllo a temperatura costante								
SE40C	1	Compensazione con temperatura esterna								
SE41A	2	Controllo basato sulla richiesta termica								
Controllo delle pompe di distribuzione										
<i>Le pompe controllate possono essere installate a diversi livelli nella rete di distribuzione</i>										
	0	Nessun controllo automatico								
SE42C	1	Controllo On-Off								
	2	Controllo pompa multi-stadio								
SE43A	3	Controllo pompa a velocità variabile								
Controllo intermittente della emissione e/o distribuzione										
<i>Un solo regolatore può controllare diversi ambienti/zone aventi lo stesso profilo di occupazione</i>										
	0	Nessun controllo automatico								
SE44C	1	Controllo automatico con programma orario fisso								
SE45B	2	Controllo automatico con partenza/arresto ottimizzato								
SE46A	3	Controllo automatico con calcolo della richiesta termica								
Interblocco tra riscaldamento e raffrescamento a livello di generazione e/o distribuzione										
	0	Nessun interblocco								
SE47B	1	Parziale interblocco (dipende dal sistema di condizionamento HVAC)								
SE48A	2	Interblocco totale								
Controllo del Generatore										
<i>L'obiettivo consiste generalmente nell'ottimizzare la temperatura di funzionamento del generatore</i>										
	0	Temperatura costante								
SE49B	1	Temperatura variabile in dipendenza da quella esterna								
SE50A	2	Temperatura variabile in dipendenza dal carico								
Controllo sequenziale di differenti generatori										
	0	Priorità basate solo sul tempo di funzionamento								
SE51C	1	Priorità basate solo sui carichi								
SE52B	2	Priorità basate sui carichi e sulla richiesta termica								
SE53A	3	Priorità basate sull'efficienza dei generatori								

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Ing. Michela Motta – michela.motta@jci.com – 342 1243500

Ing. Riccardo Di Lullo - riccardo.dilullo-ext@jci.com - 347 2270563

Ing. Francesca Rossetti – francesca.rossetti@jci.com – 345 5842106