

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss

Benefici del bilanciamento idronico sull'efficienza dei chiller

Mauro Dossi



Benefici del bilanciamento idronico sull'efficienza dei chiller



Come funziona oggi il sistema

- Prestazioni del sistema
- Panoramica del sistema
- Simulazione di chiller con soluzione classica
- Loop di regolazione del sistema con soluzione classica



Installazione di PICV

- Loop di regolazione del sistema con PICV
- Simulazione di chiller con PICV
- Risultati della simulazione
- Validazione della simulazione con casi studio



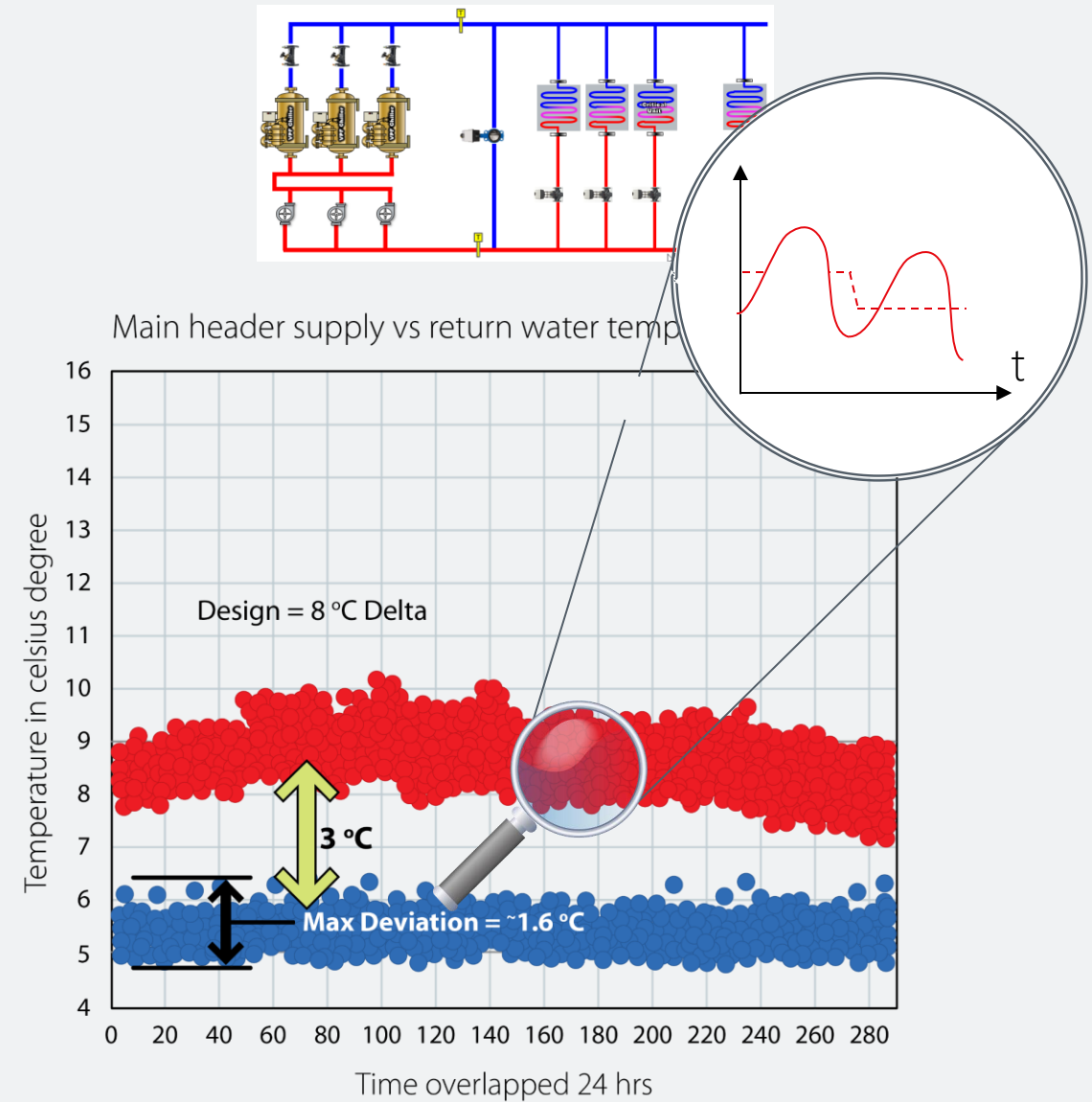
Conclusioni

- Impatti e vantaggi di una regolazione efficace
- Risultati delle simulazioni
- Validazione della simulazione con casi studio
- Conclusioni

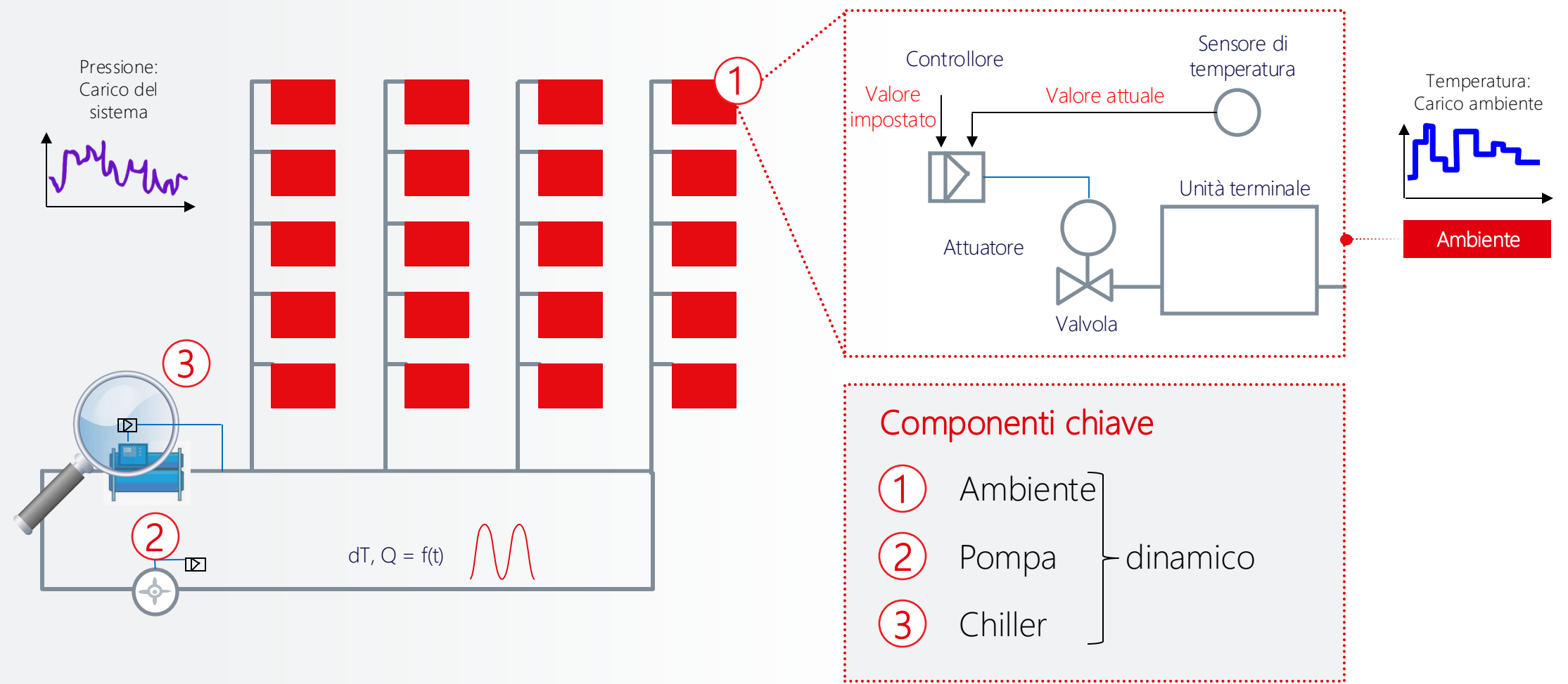
Prestazioni del sistema con soluzione classica

Principali criticità:

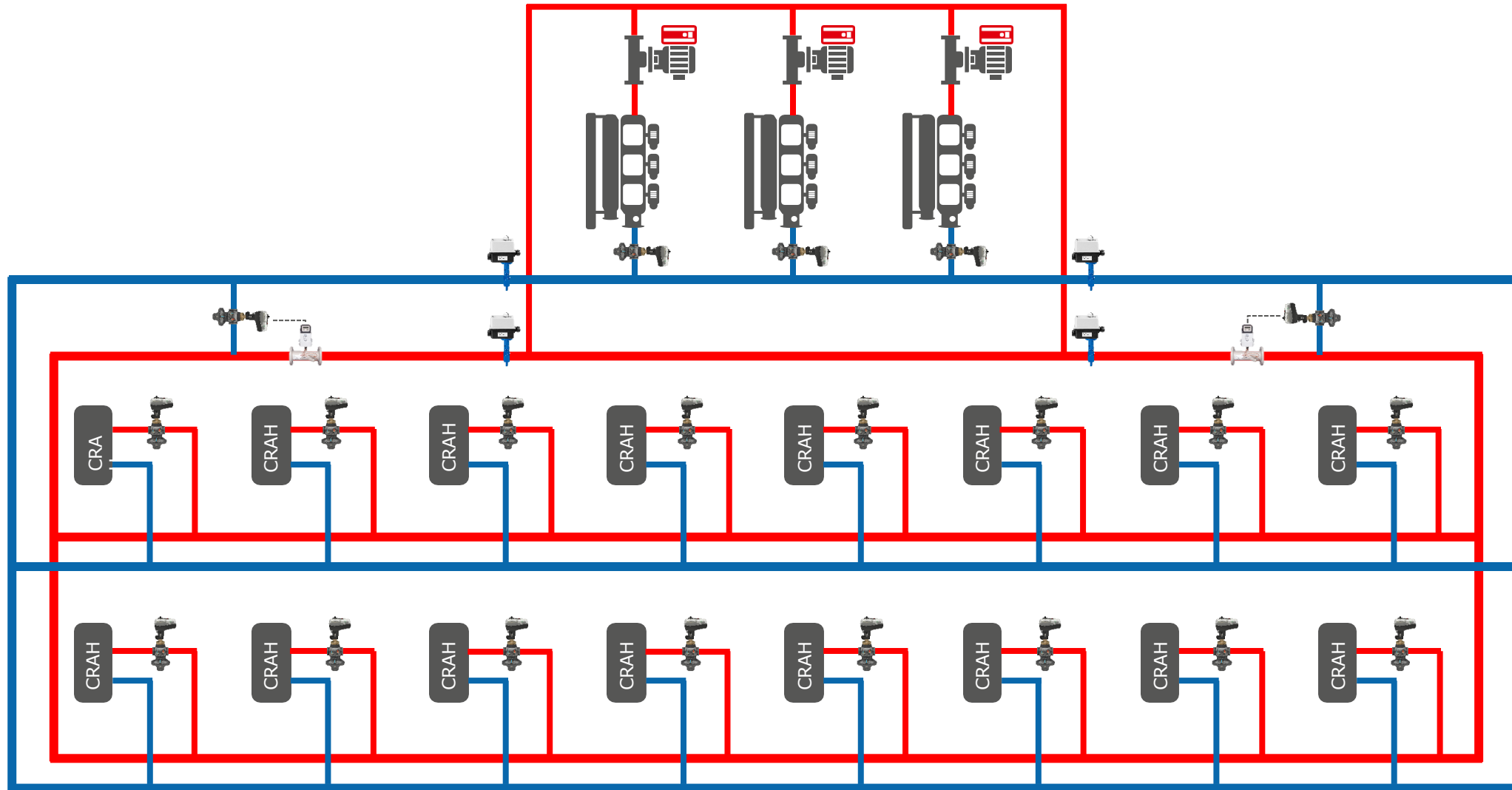
- Basso dT
- Grandi oscillazioni della temperatura di mandata e ritorno
- Efficienza inferiore alle aspettative
- Regimi di sotto/sovraccapacità



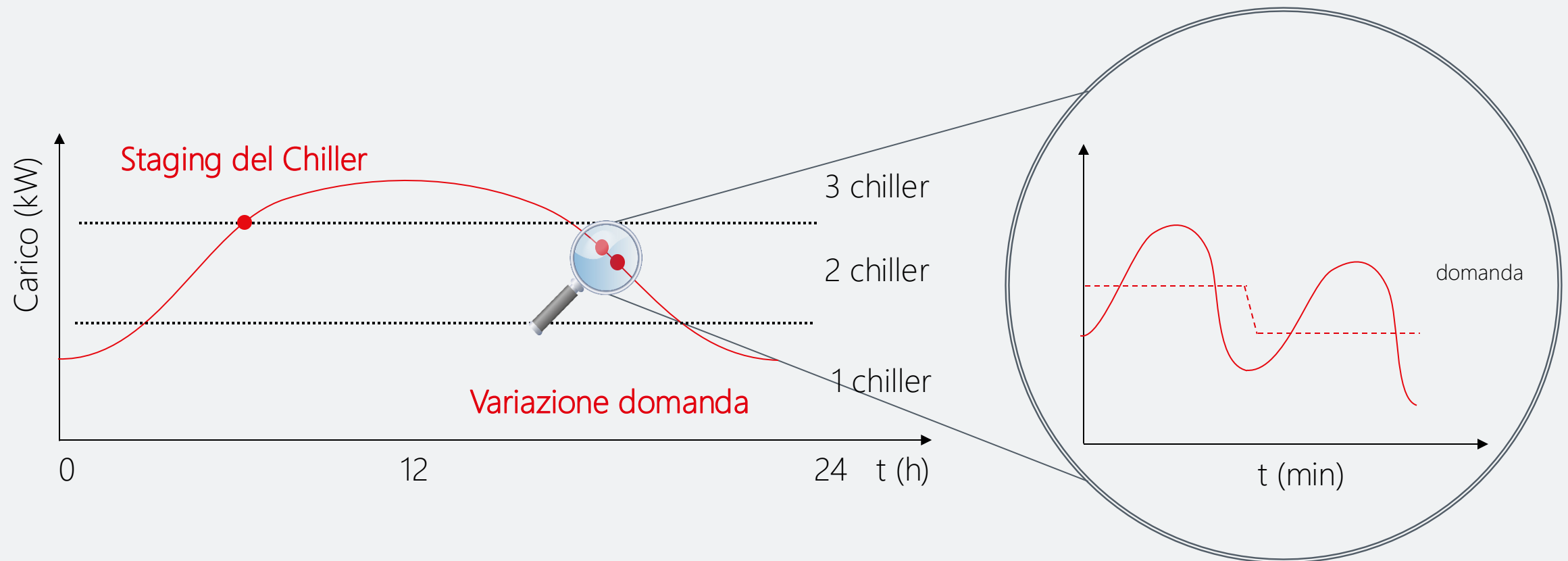
Panoramica del sistema HVAC



Panoramica del sistema HVAC: esempio Data Center

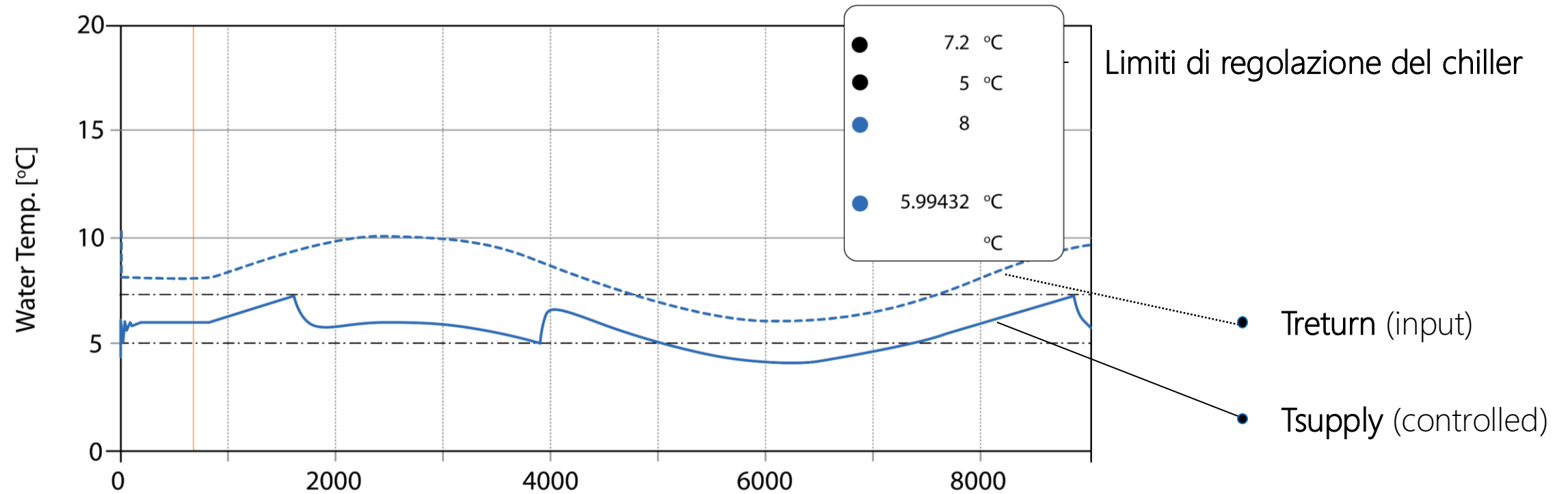


Richiesta del sistema



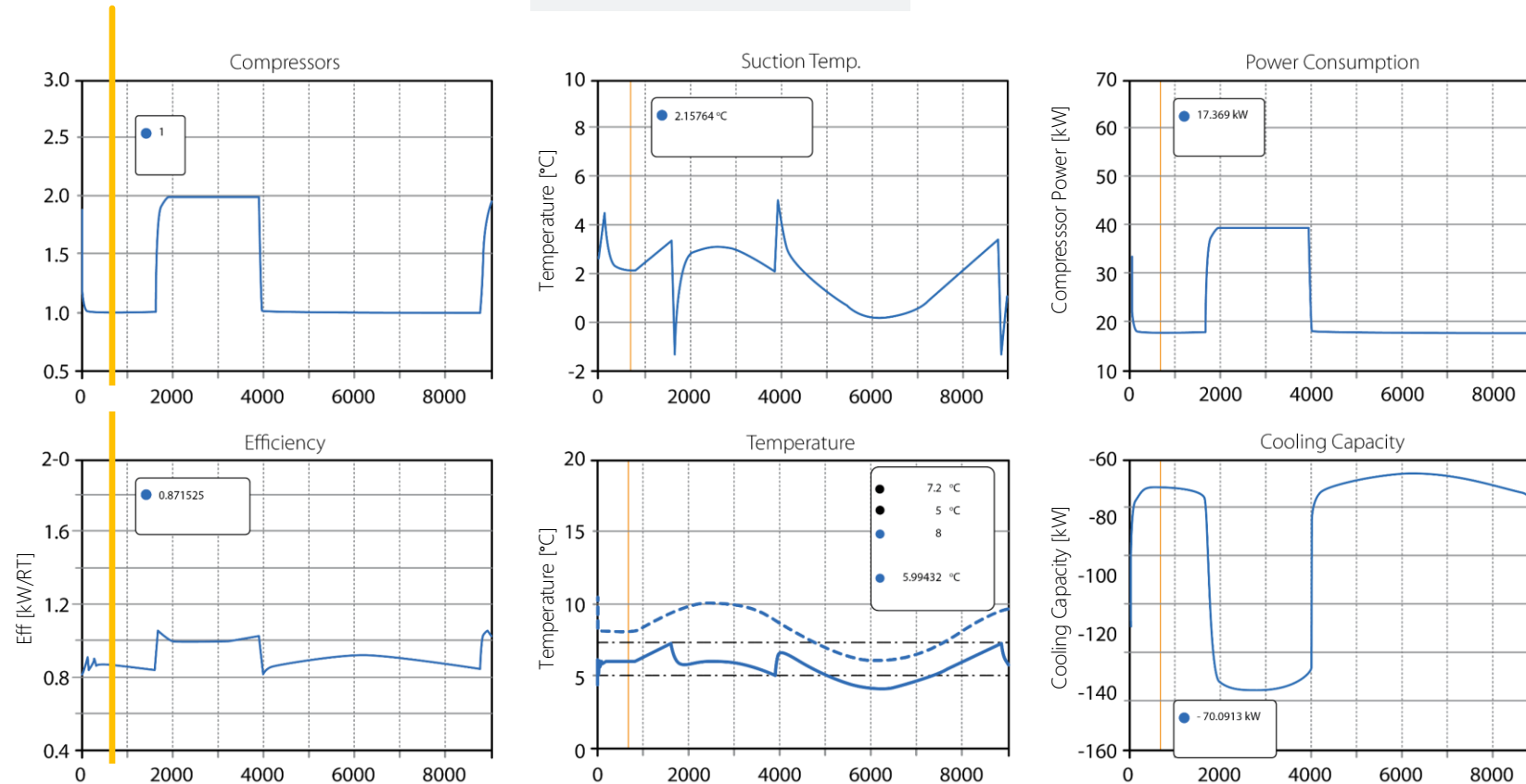
Simulazione numerica

● Soluzione classica



Simulazione (basso carico parziale) $T_{est} = 35 [^{\circ}\text{C}]$

● Soluzione classica



Nota: l'OAT (temperatura ambiente esterna) è di 35 [°C] per queste simulazioni

● Efficienza:

> 0.929 [kW/RT]

> **N.B.:** rendimento espresso in kW/Tonnellate di refrigerante.
Minore è questo numero,
Maggiore è il rendimento

● Carico chiller

> 26.2 [kW]

Loop di regolazione del sistema con soluzione classica



Benefici di bilanciamento idronico sull'efficienza del chiller



Come funziona oggi il sistema

- Prestazioni del sistema
- Panoramica del sistema
- Simulazione di chiller con soluzione classica
- Loop di regolazione del sistema con soluzione classica



Impiego di PICV

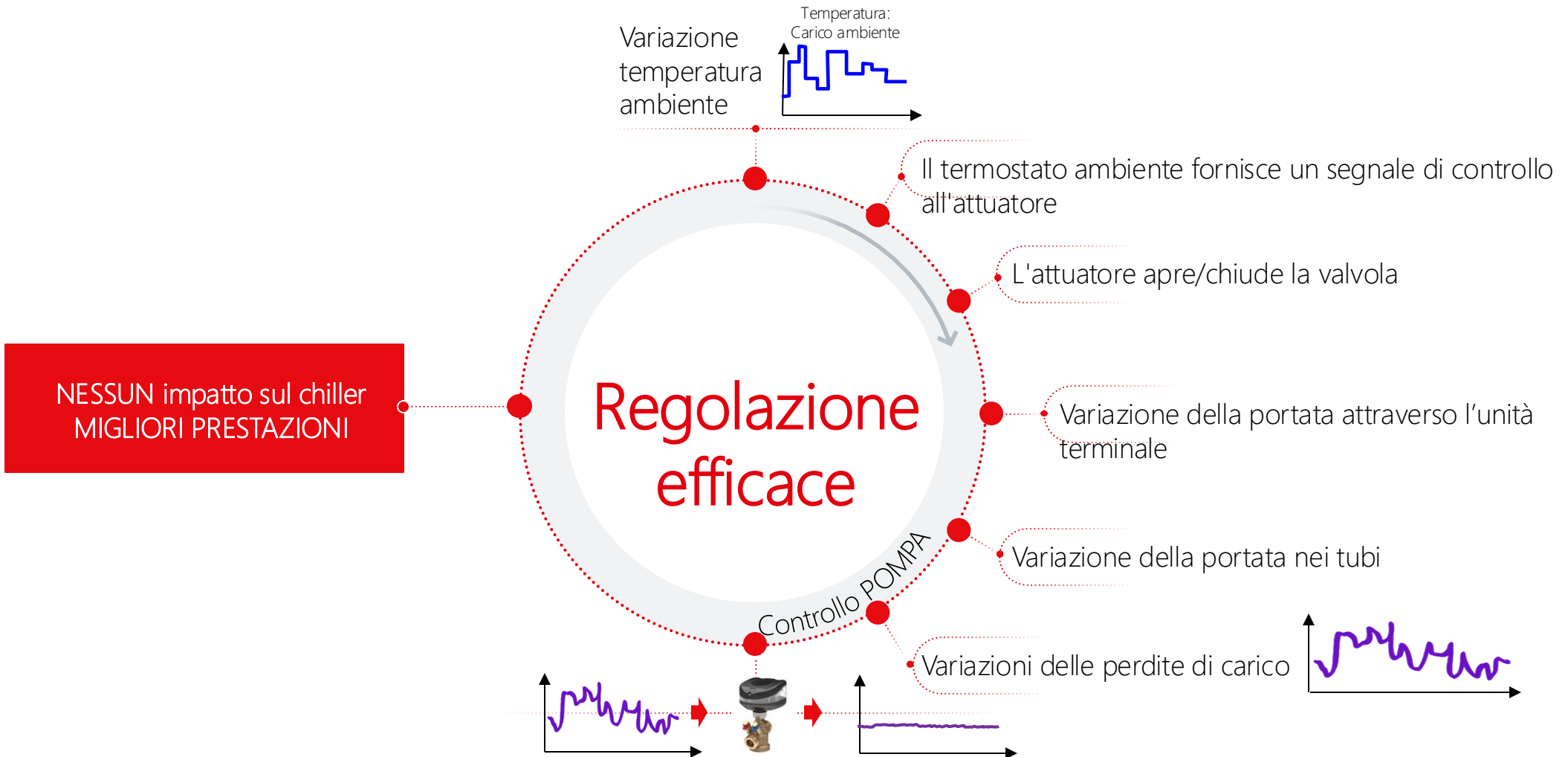
- Loop di regolazione del sistema con PICV
- Simulazione di chiller con PICV
- Risultati della simulazione
- Validazione della simulazione con casi studio



Conclusioni

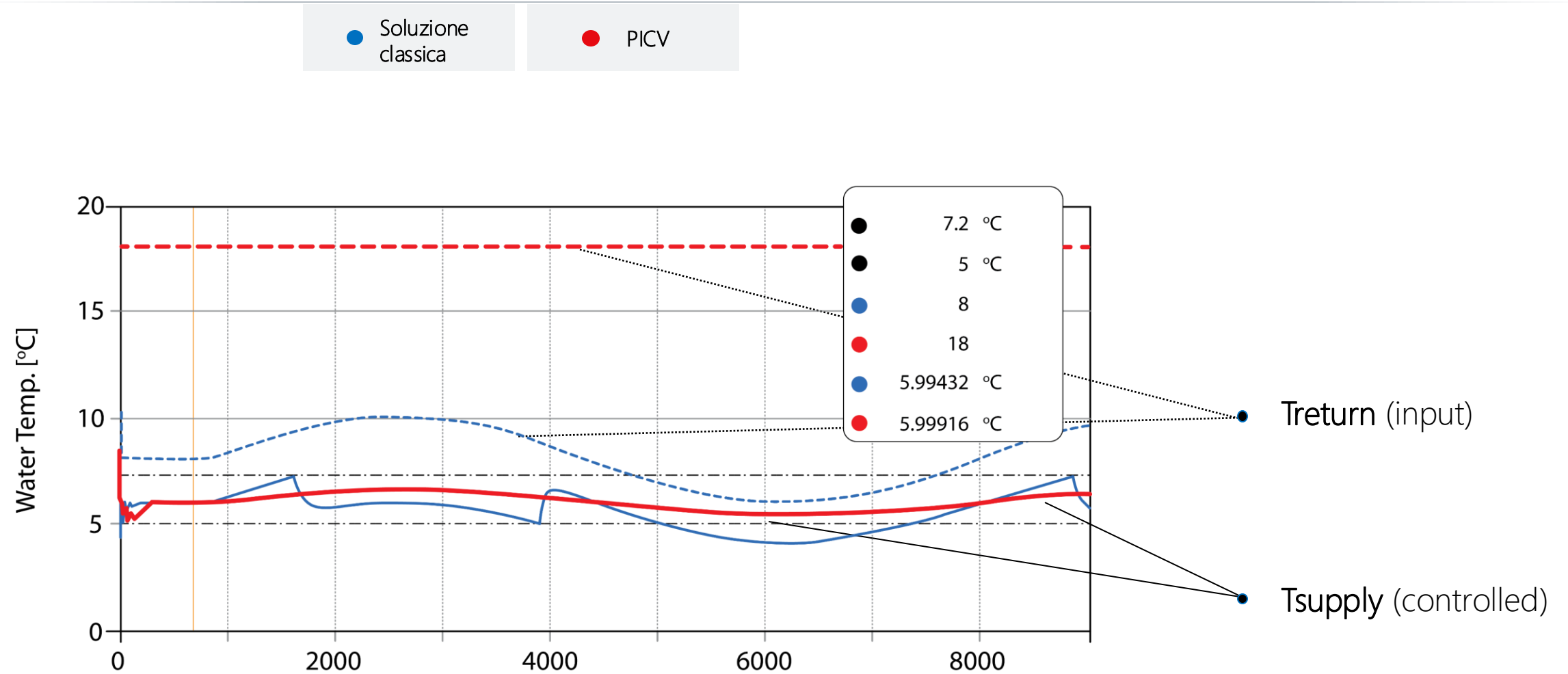
- Impatti e vantaggi di una regolazione efficace
- Risultati delle simulazioni
- Validazione della simulazione con casi studio
- Conclusioni

Loop di regolazione del sistema – stabilità con PICV

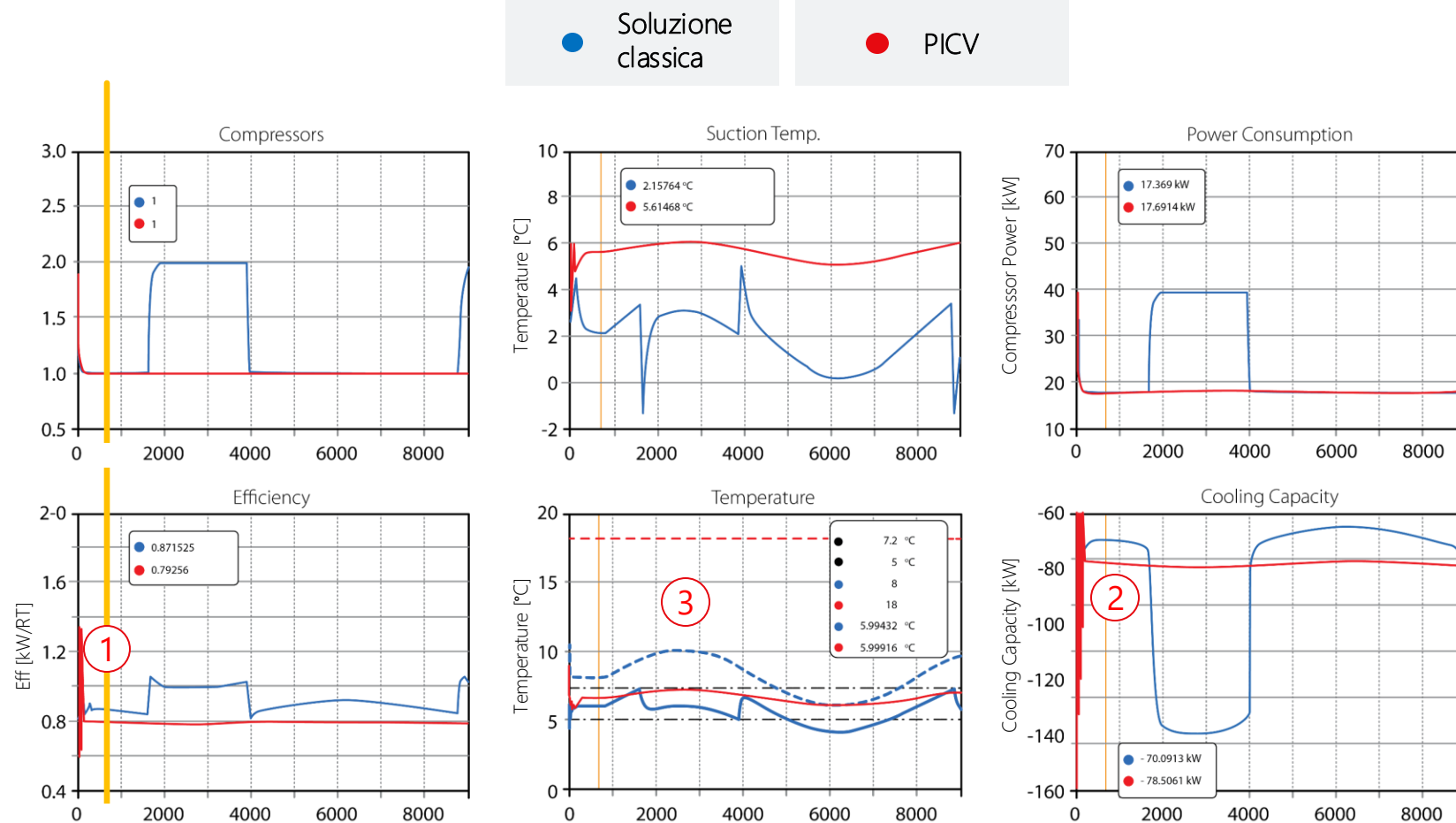


Se si utilizza un PICV di buona qualità, non avrà alcun impatto sulle unità.

Simulazione



Simulazione (basso carico parziale) $T_{est} = 35 [^{\circ}\text{C}]$



Nota: l'OAT (temperatura ambiente esterna) è di 35 [oC] per queste simulazioni

● Efficienza:

- 0.929 -> 0.793 [kW/RT]
(15% aumento)
- 9% dalla differenza. Temp.
- 6% dal controllo del compressore

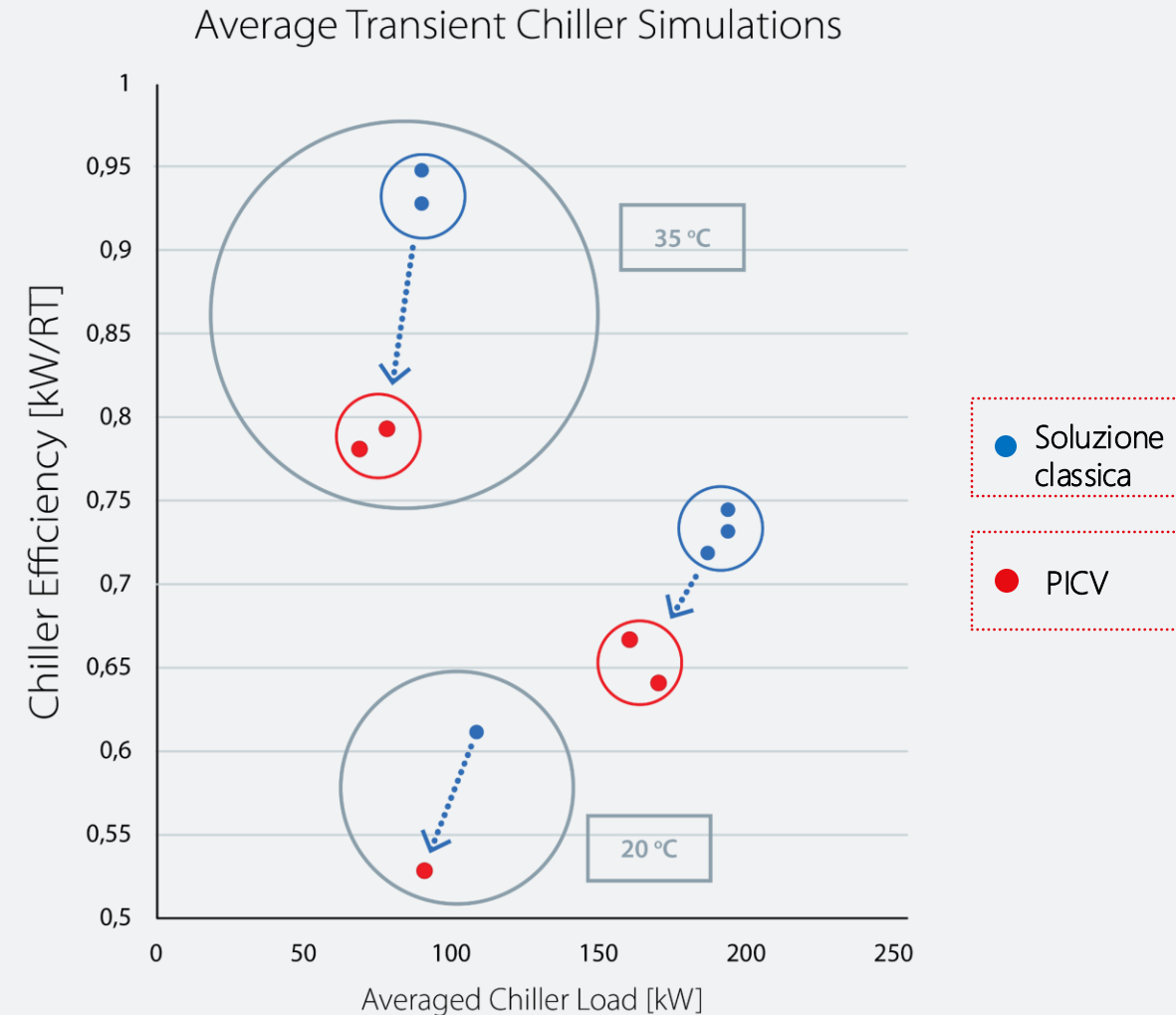
● Carico chiller

- 26.2 -> 17.7 [kW]
(32% riduzione)

- ① ➤ Migliore efficienza in condizioni stabili
- ② ➤ Maggiore capacità
- ③ ➤ Nessuno staging dei compressori

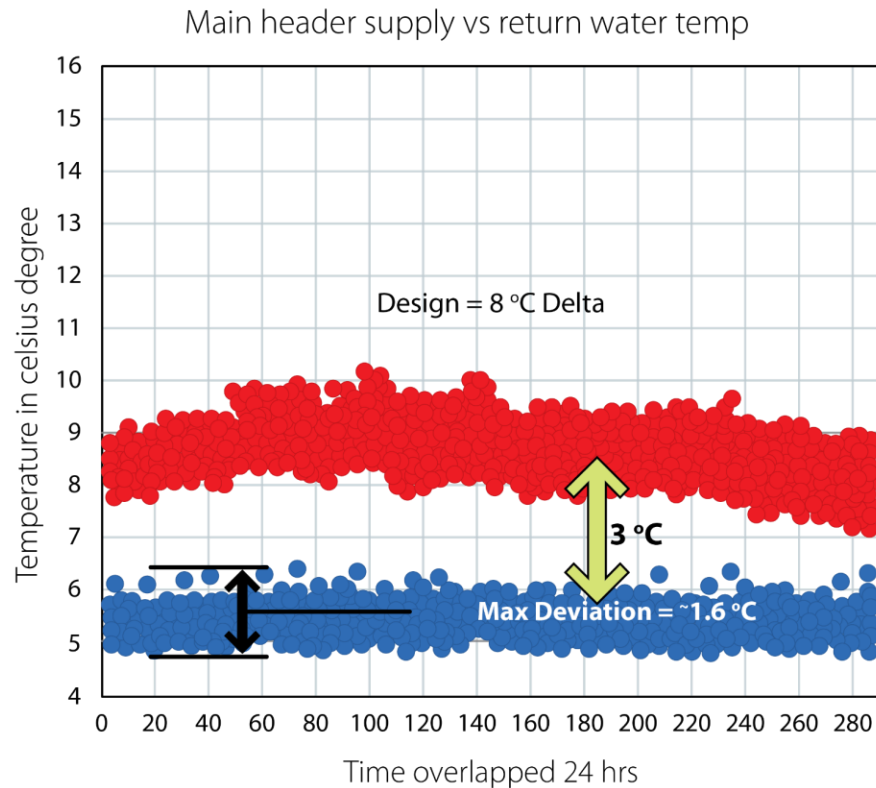
Risultati della simulazione

- Le simulazioni mostrano risultati simili a quelli dei casi studio
- Indipendentemente dalle condizioni, i benefici ottenuti con la PICV sono invariati.
- Un carico parziale inferiore apporta miglioramenti maggiori
- Le oscillazioni di portata hanno un impatto inferiore rispetto alla temperatura dell'acqua.
- La temperatura esterna ha un grande impatto sull'efficienza complessiva del chiller
- I sistemi più grandi hanno un potenziale di risparmio maggiore
- Le simulazioni hanno ancora una certa approssimazione, mentre nell'applicazione reale i risparmi dovrebbero essere ancora maggiori

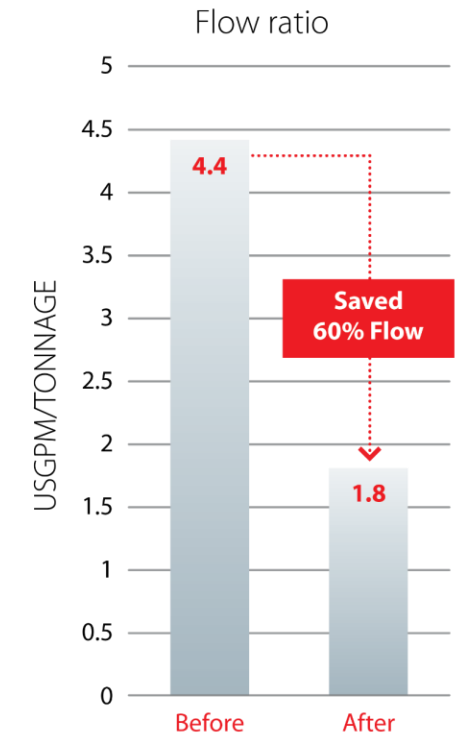
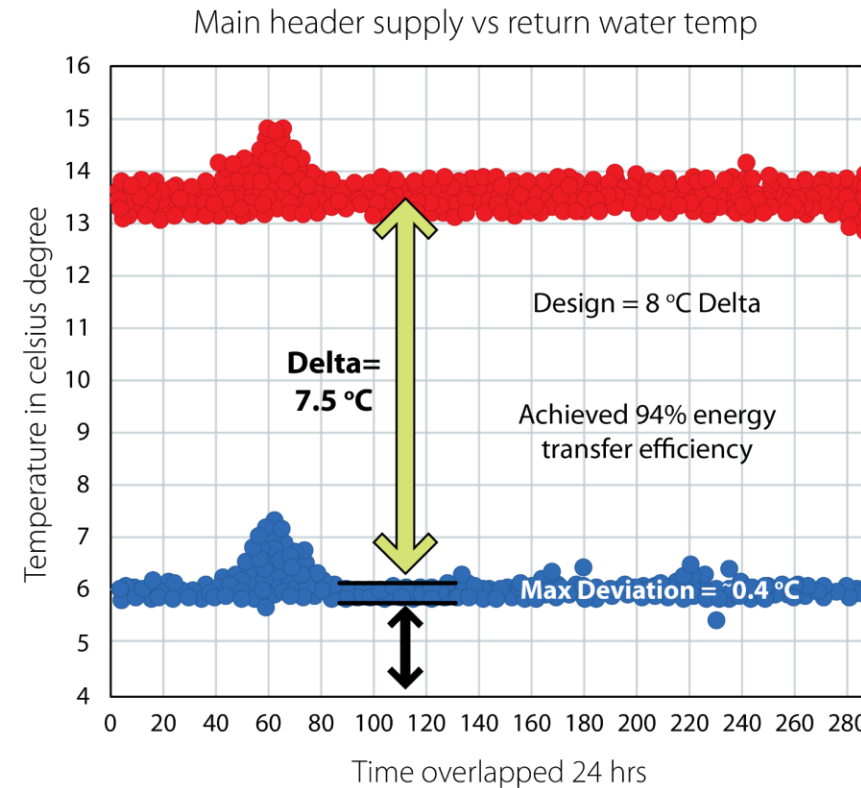


Caso studio – Efficienza degli impianti di refrigerazione

Prima



Dopo



Benefici di bilanciamento idronico sull'efficienza del chiller



Come funziona oggi il sistema

- Prestazioni del sistema
- Panoramica del sistema
- Simulazione di chiller con soluzione classica
- Loop di regolazione del sistema con soluzione classica



Impiego di PICV

- Loop di regolazione del sistema con PICV
- Simulazione di chiller con PICV
- Risultati della simulazione
- Validazione della simulazione con casi studio



Conclusioni

- Impatti e vantaggi di una regolazione efficace
- Risultati delle simulazioni
- Validazione della simulazione con casi studio
- Conclusioni

Impatti e vantaggi di una regolazione efficace

> Controllo Chiller

Efficienza:

- Temperatura di aspirazione satura (SST) più elevata (aumento del COP)
- Maggiore portata massica del refrigerante grazie al minor lavoro del compressore (maggiore capacità di raffreddamento)

Prestazioni:

- Una maggiore stabilità contribuisce a una regolazione più ottimizzata del chiller,
- Temperatura di mandata stabile
- Nessuna sotto/sovracapacità

Consumo energetico:

- Maggiore COP – risparmio energetico
- Maggiore capacità frigorifera – risparmio energetico

Ciclo di vita:

- Meno avviamenti / arresti di compressore / chiller – Maggiore durata

> Controllo ambiente

Dispersioni:

- Carico ambiente
- Carico sistema

Oscillazioni del Sistema

- Un buon controllo riduce le oscillazioni e fornisce stabilità nel sistema idronico

Portata:

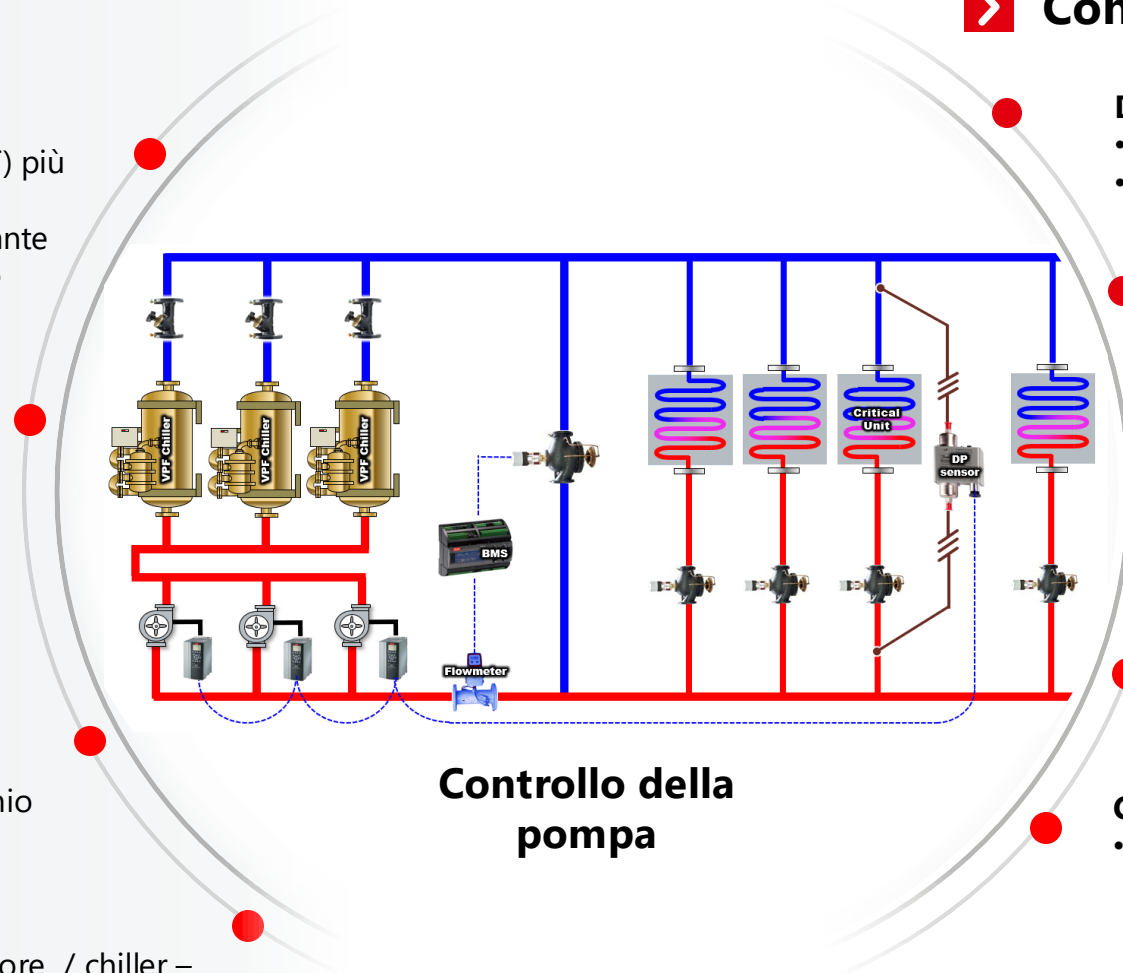
- Nessuna sotto/sovrappotata

dT

- Una buona regolazione aumenta il dT

Comfort:

- Una buona regolazione riduce le oscillazioni di temperatura



Risultati delle simulazioni

① Maggiore efficienza

- Una temperatura di ritorno maggiore
 - Consente temperature di Sat. Aspirazione più elevate
- e aumenta l'efficienza
- Temperature dell'acqua stabili
- Controlli del compressore (commutazione di compressori aggiuntivi)

(15%-23%)

(8%-15%)

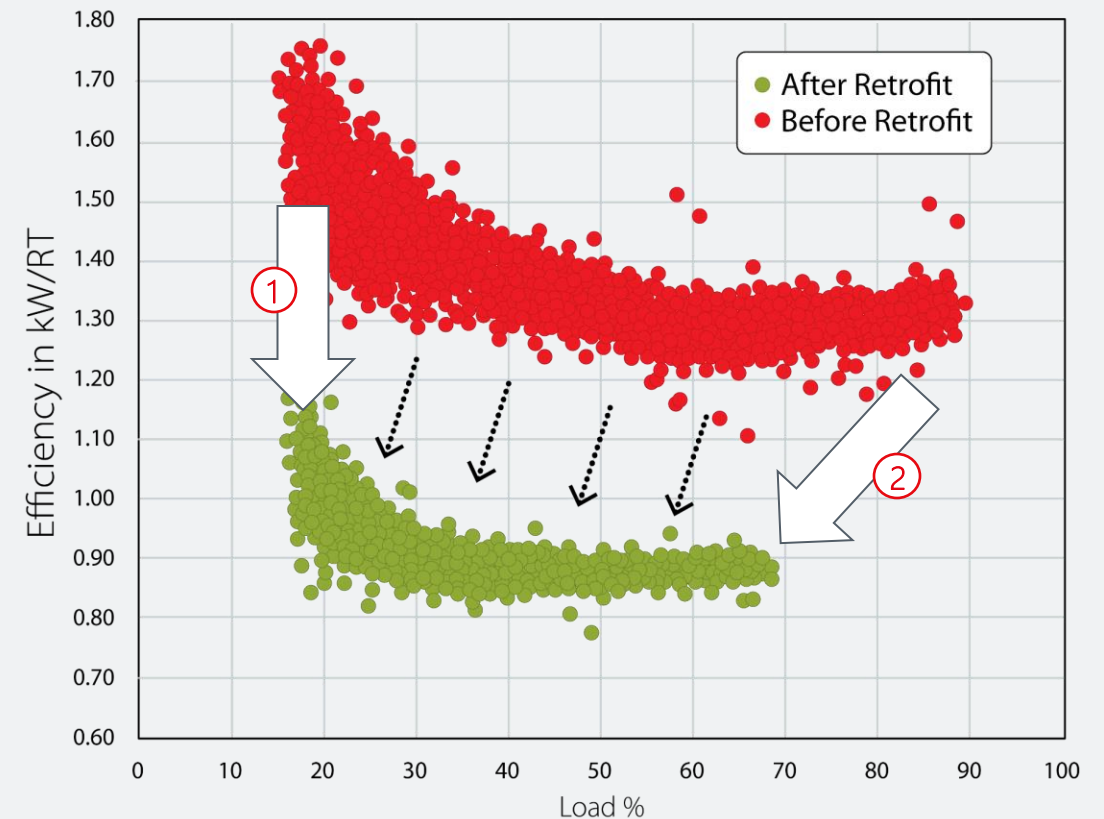
(6%-8%)

② Carico inferiore

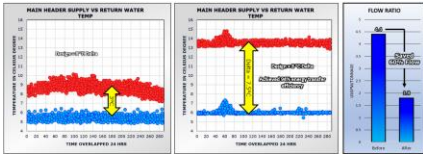
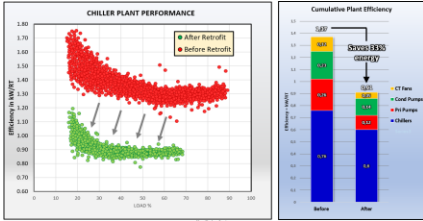
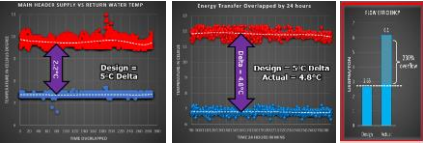
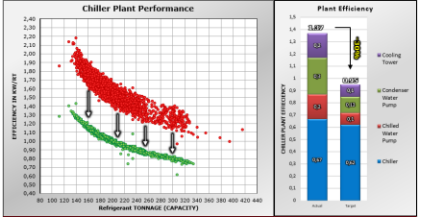
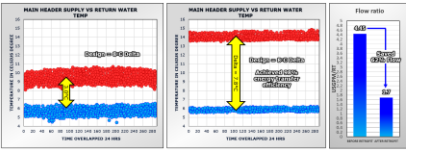
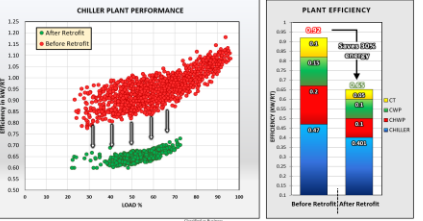
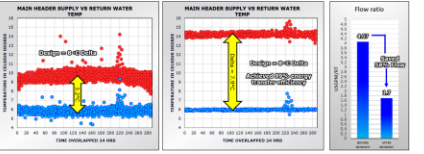
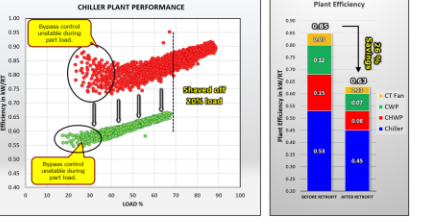
- L'accensione di compressori aggiuntivi richiede una maggiore capacità (sovraccarico)

(<35%)

Chiller plant performance



Validazione della simulazione con casi studio

	COMPRESSORE A VELOCITÀ COSTANTE (IGV)	COMPRESSORE A VELOCITÀ VARIABILE		
Prima	Sistema classico	PICV inefficiente	PICV inefficiente	PICV inefficiente
Dopo	AB-QM	AB-QM	AB-QM	AB-QM
Risultati	 	 	 	 
Risparmi	33%	30%	30%	26%
ROI	18 mesi	19 mesi	22 mesi	21 mesi

Conclusioni

Per ottenere la massima efficienza del chiller, il bilanciamento idronico e la regolazione sono fondamentali.



ENGINEERING
TOMORROW