



**Inspection of
HVAC systems
through
continuous
monitoring and
benchmarking**

www.iservcmb.info



Monitoraggio: valutazione di interventi di riqualificazione e verifica del ritorno economico

Jacopo Toniolo

DENER, Politecnico di Torino

TORINO, 30 novembre 2011

The sole responsibility for the content of this presentation lies with the authors. It does not necessarily reflect the opinion of the European Union. Neither the EACI nor the European Commission are responsible for any use that may be made of the information contained here.

Direttiva EPBD, 2010/31/EU



Art. 8, estratto

*Member States shall **encourage the introduction of intelligent metering systems** whenever a building is constructed or undergoes major renovation*

L'installazione di sistemi di monitoraggio dovrà essere "incoraggiata"

Art. 15, estratti

*Member States shall **lay down the necessary measures to establish a regular inspection** of the accessible parts of air-conditioning systems of an effective rated output of more than 12 kW.*

Le ispezioni degli impianti HVAC diverranno obbligatorie in tutti gli stati membri

*Member States may reduce the frequency of such inspections or lighten them, as appropriate, where an **electronic monitoring and control system is in place.***

La frequenza delle ispezioni potrà essere ridotta qualora si abbia un impianto di monitoraggio.

Risultati monitoraggi HARMONAC



I casi studio analizzati in Italia hanno riguardato impianti HVAC centralizzati a servizio di edifici di medie dimensioni (6'000-20'000 m²).

La maggior parte degli edifici aveva un sistema di monitoraggio del consumo elettrico del sistema HVAC dedicato. In alcuni casi tali dati erano analizzati, in altri erano semplicemente tenuti a futura memoria...

Le analisi dei dati di consumo orario richiedono notevole tempo e mezzi.

In generale i sistemi BMS (Building management system) più diffusi non consentono un monitoraggio dei consumi adeguato, vanno progettati per tale scopo.

Caso studio n°1



Area climatizzata: 9400 m²
Volume climatizzato: 35500 m³
Numero di piani: 6
Destinazioni: Uffici (principale), Tesoreria regionale

Caso studio n°1



Unità esterne VRF



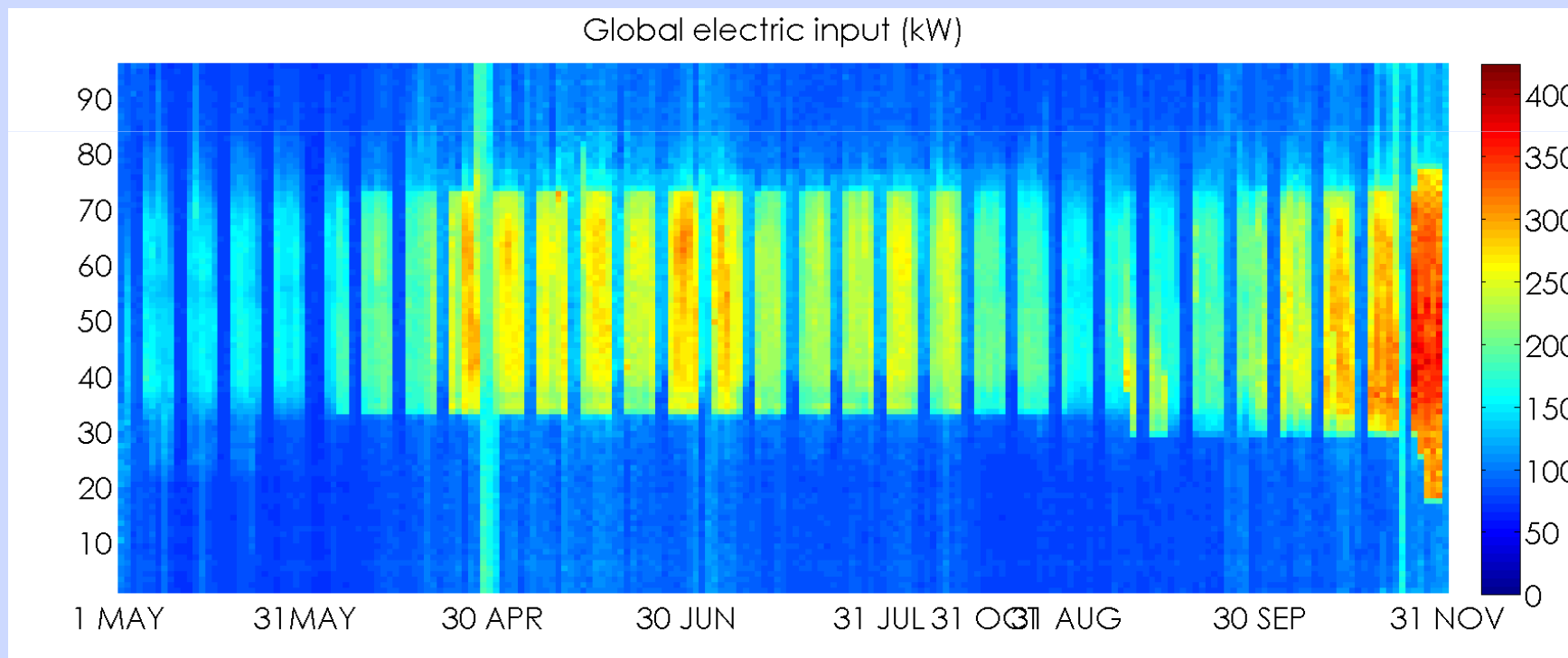
UTA (aria primaria)



GF condensato ad aria

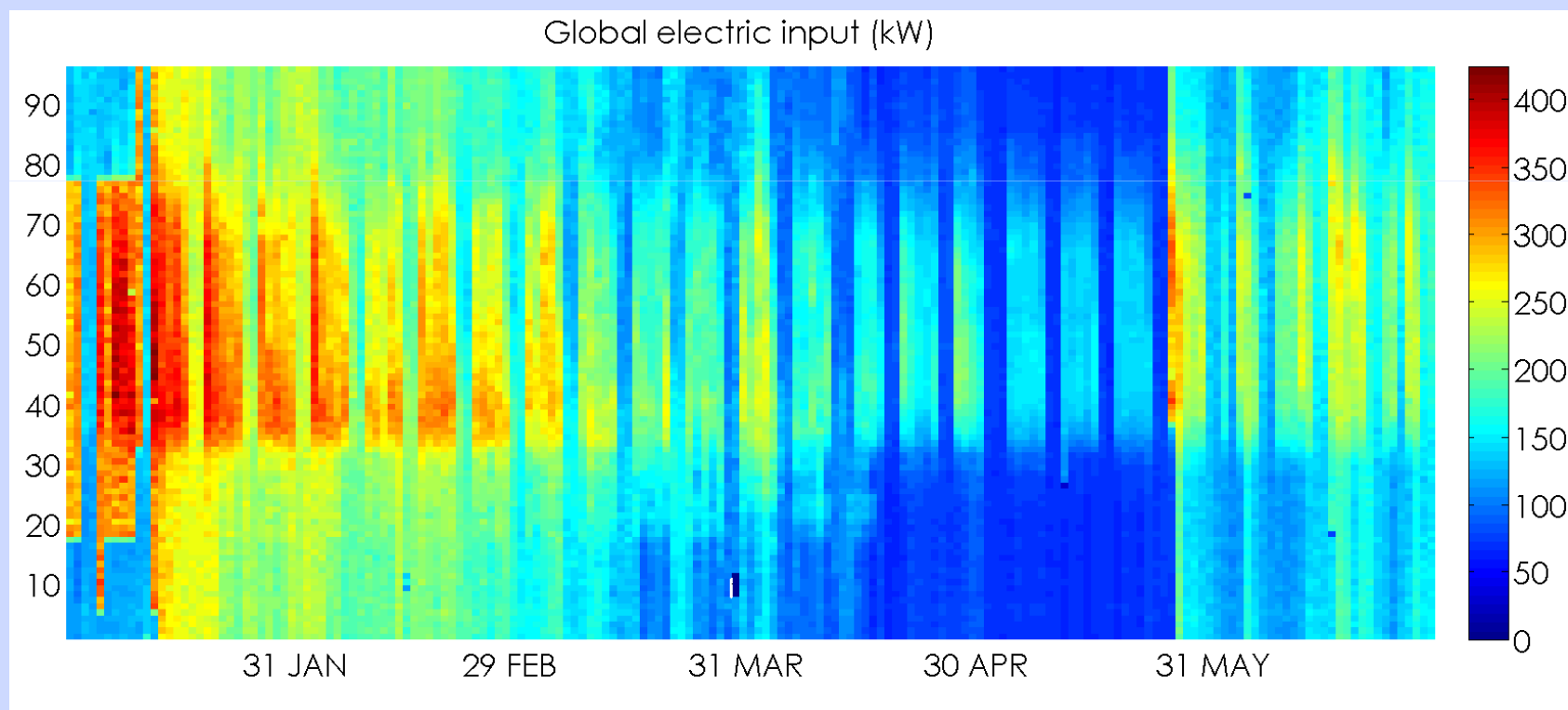
Caso studio n°1

- Orario del sistema HVAC corretto
- Qualche problema al pomeriggio, alcuni sistemi restano accesi



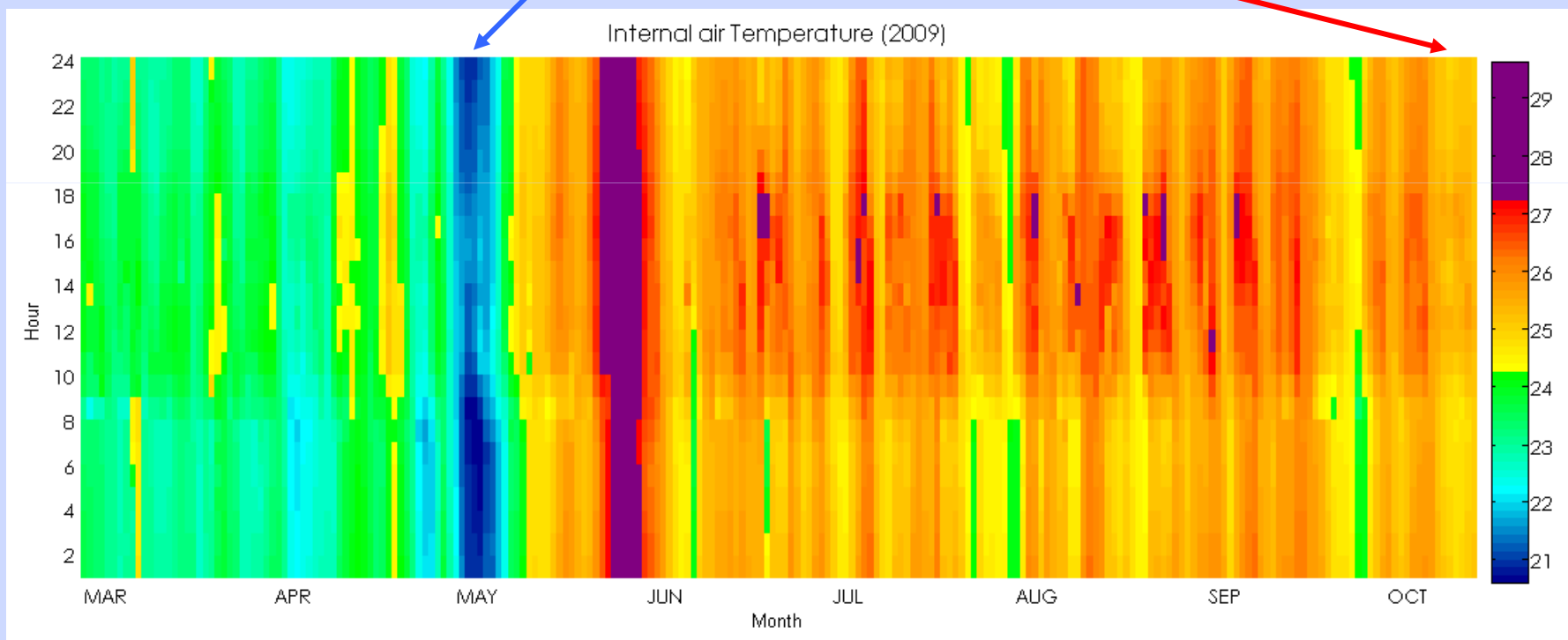
Caso studio n°1

Il sistema di controllo dell'impianto "perde" gli orari di controllo: 24 ore al giorno, 7 giorni la settimana



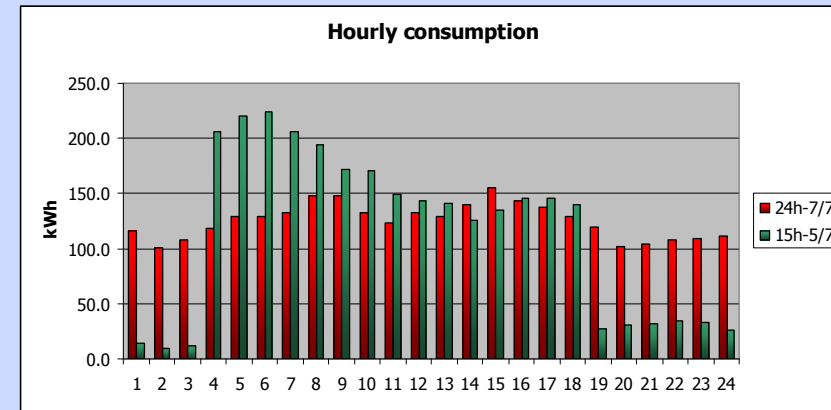
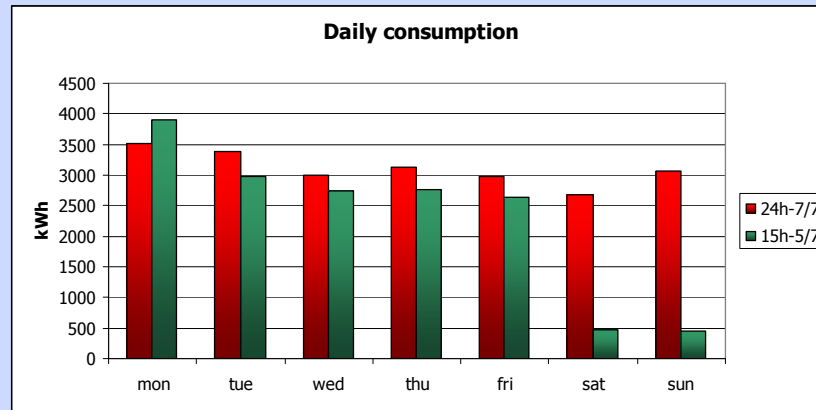
Caso studio n°1

Basse temperature nella media stagione e notevoli temperature in inverno.

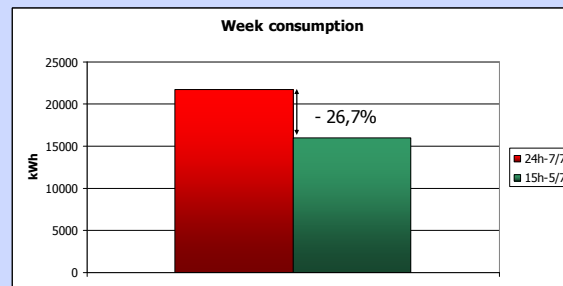


Caso studio n°1

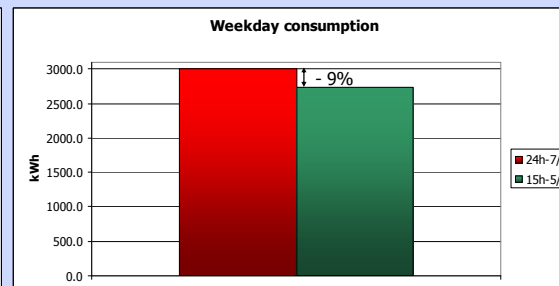
Verifica sul consumo invernale



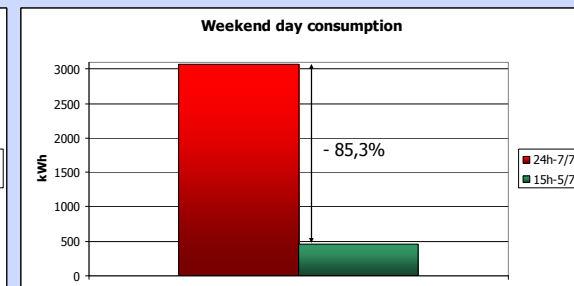
Risparmio energetico dovuto alla modifica degli orari



Settimanale -26.7%



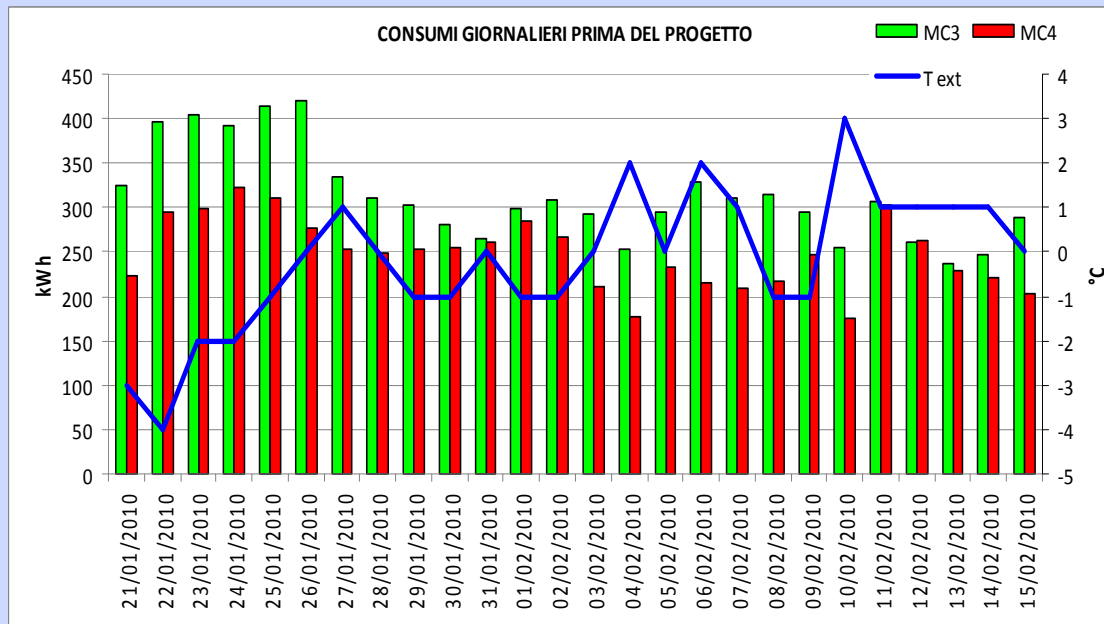
Feriale -9%



Festivo -85.3%

Caso studio n°1

Riprogrammazione del sistema

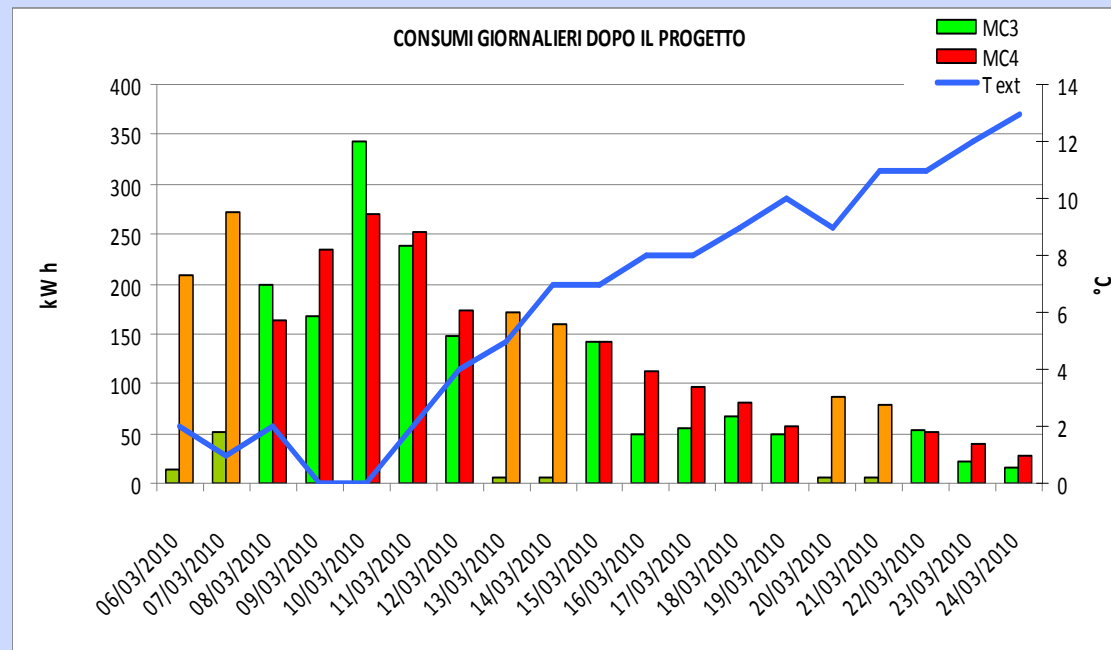


- MC3 ala nord
- MC5 ala sud

Ala nord ed ala sud hanno diverse metrature, per tale motivo il confronto è solo qualitativo

Caso studio n°1

Consumo dopo la riprogrammazione del sistema di controllo



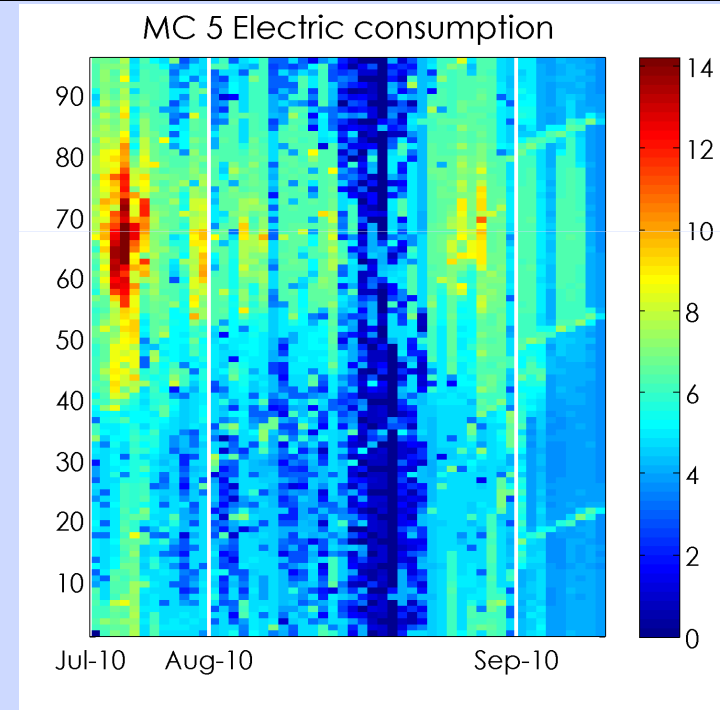
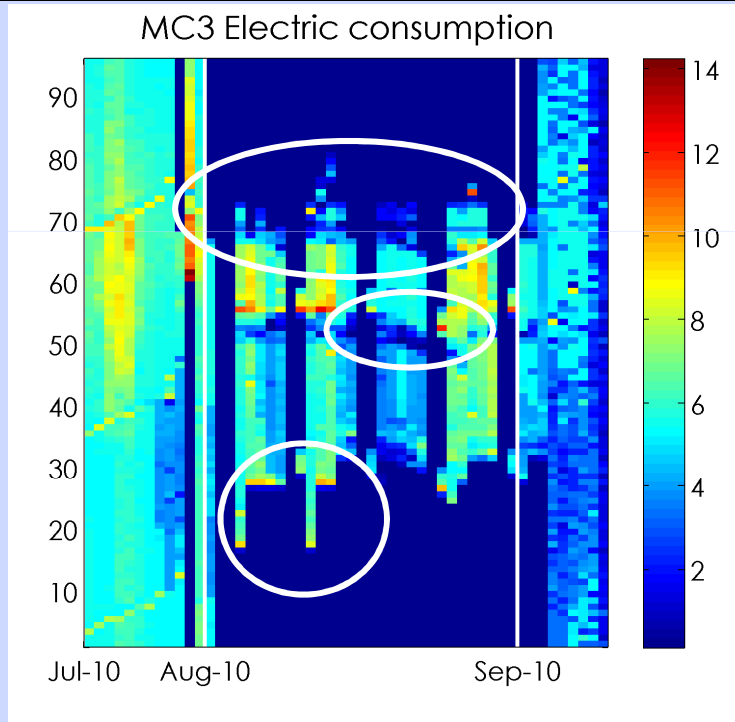
- MC3 ala nord
- MC5 ala sud

Caso studio n°1

Differenza di consumo

- Feriali: - 20%
- Festivi: - 83%

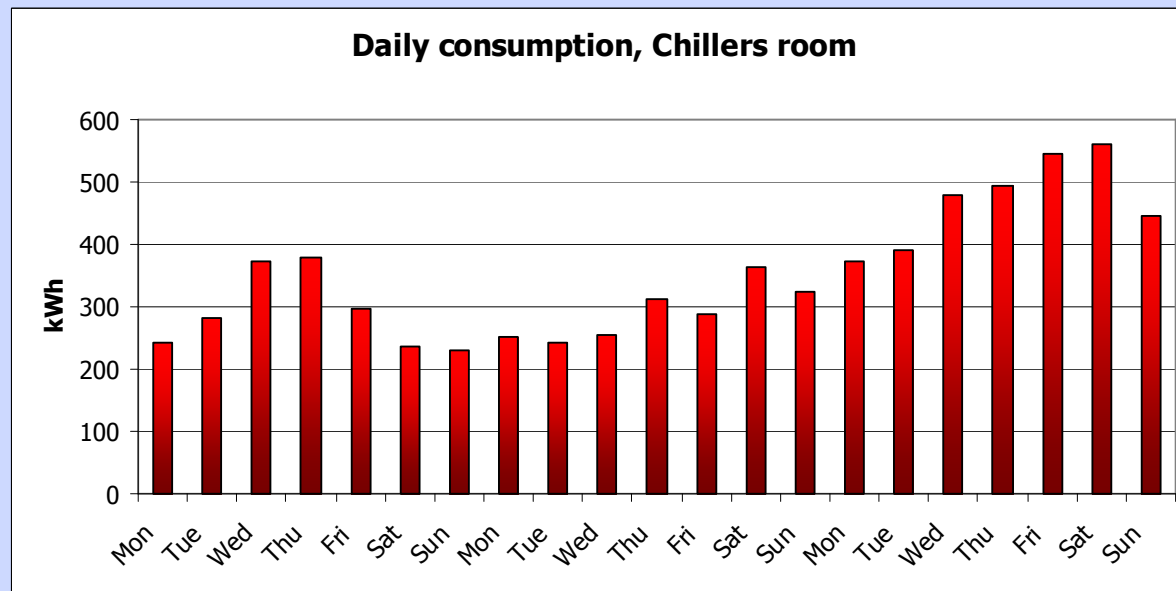
Risparmio energetico complessivo: 30%



• **Pre-accensioni regolate sul giorno e sulle temperature attese, spegnimento in pausa pranzo, spegnimenti programmati dopo l'orario di chiusura.**

Caso studio n°2

- Edificio di nuova costruzione in Aosta.
- L'ispezione ha evidenziato un possibile malfunzionamento del sistema di controllo (g.f. accesi a gennaio).
- Il monitoraggio ha confermato il malfunzionamento ed ha determinato i possibili risparmi energetici.



- Consumo elettrico della centrale frigo (g.f. + pompe) dal 20.04 al 10.05 2009.

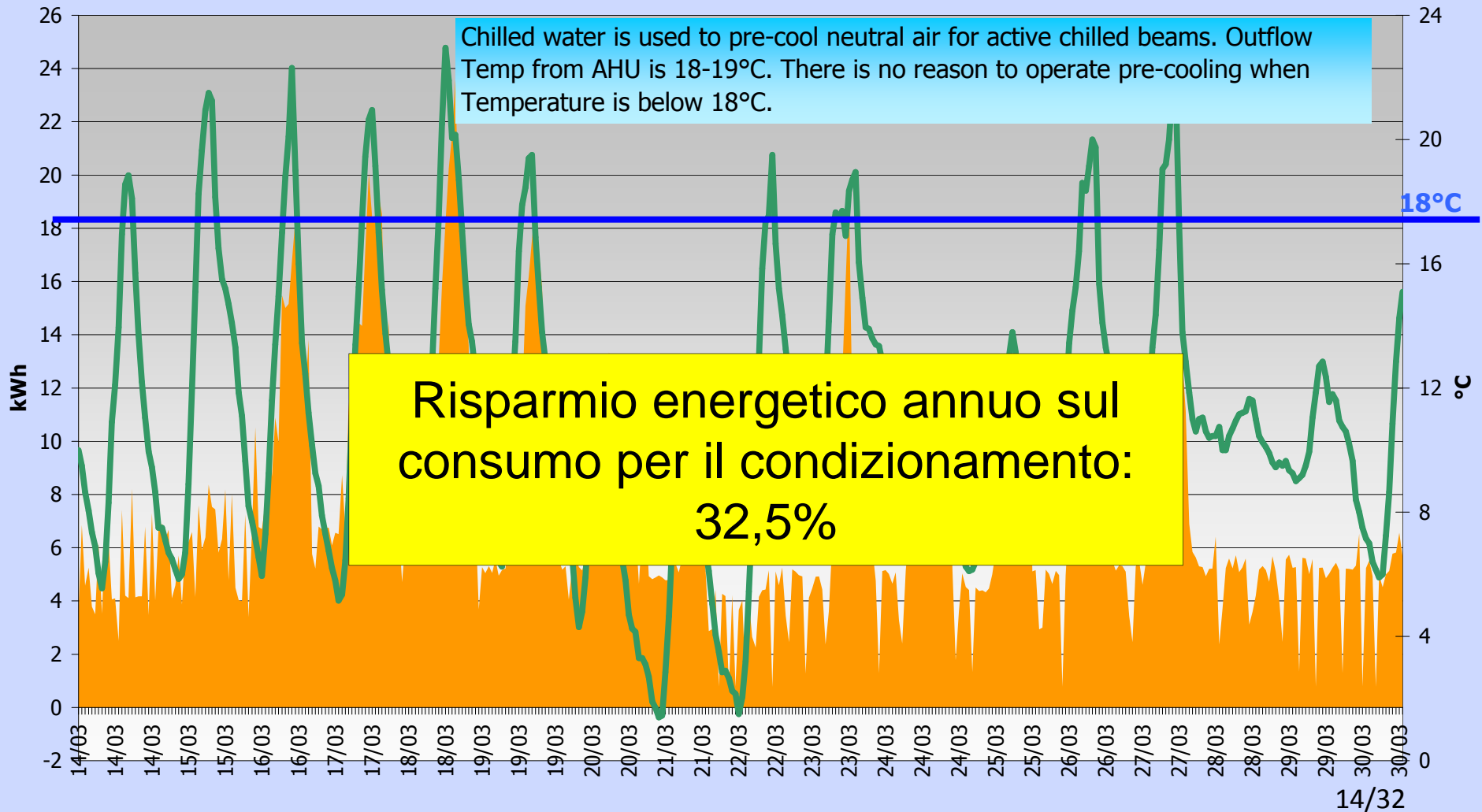
- Il consumo nel weekend non è differente dal consumo nei giorni feriali.

Caso studio n°2



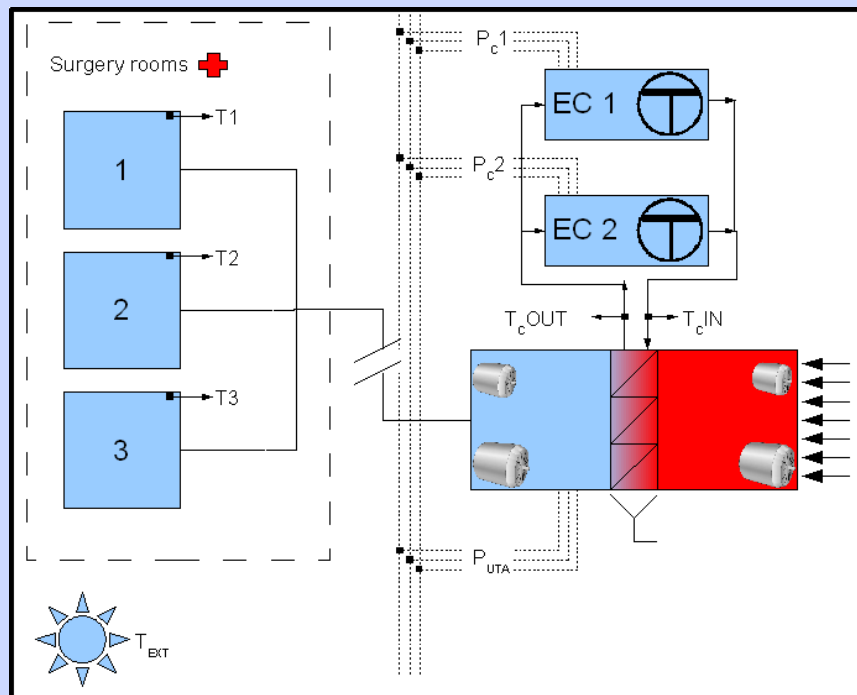
POLITO FT-FIN Chiller hourly consumption VS Temperature (March 2009)

Chiller consumption Ext. Temp



Caso studio n°3

- Ospedale sito in Piemonte, zona operatoria composta da 3 sale
- 100 m² complessivi
- 15.500 m³/h forniti da un'unica UTA
- 394 kW frigoriferi forniti da due gruppi frigo (compressori a pistoni, condensati ad aria)
- Monitoraggio con sistema portatile



Dati misurati:

- ➔ Temperatura dell'aria in ogni sala (T_1, T_2, T_3)
- ➔ Temperatura aria esterna (T_{EXT})
- ➔ Consumo elettrico gruppo frigo EC1 (P_{c1}) ed EC2 (P_{c2})

Caso studio n°3

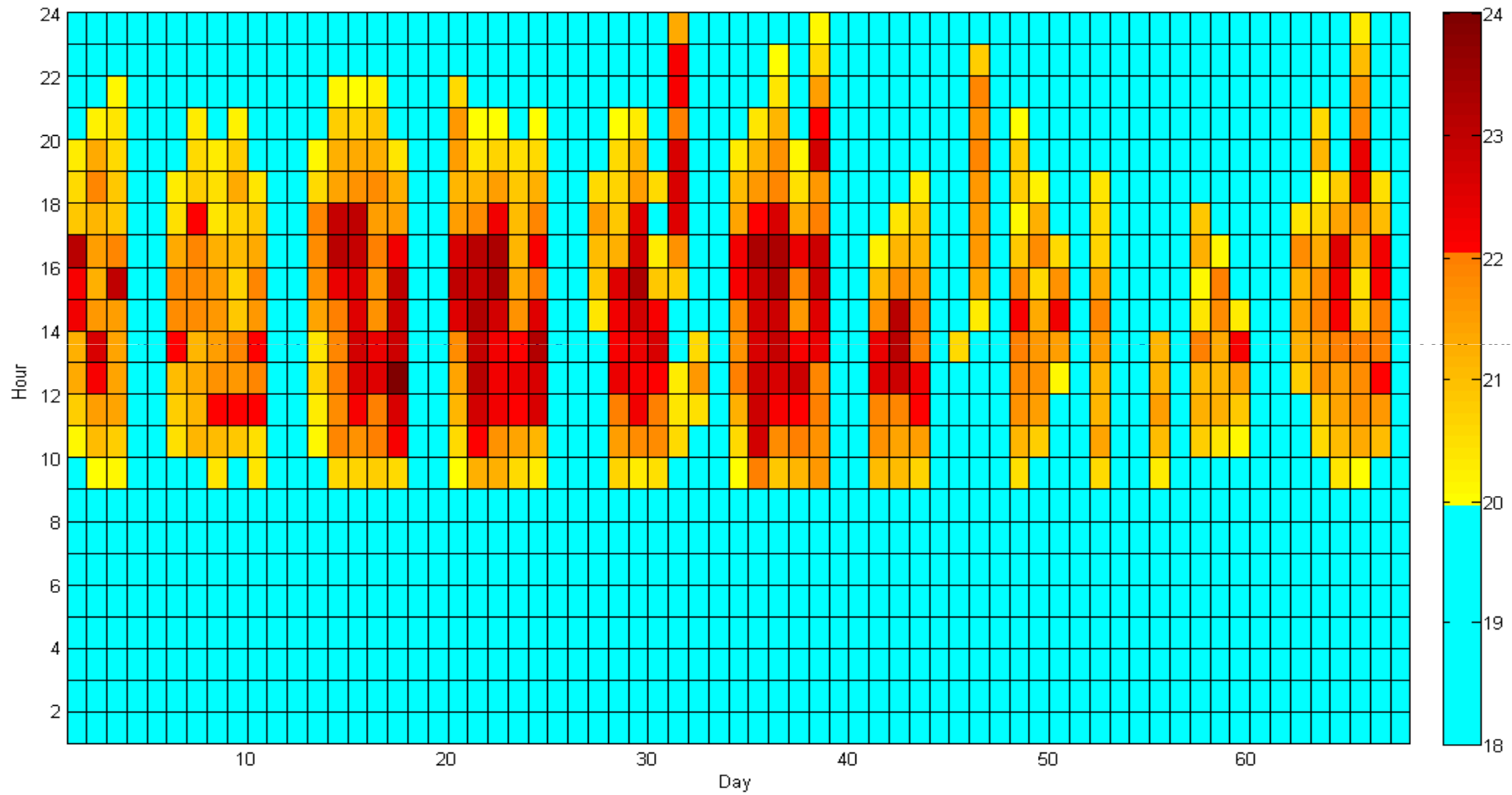


Sensore di temperatura
esterno

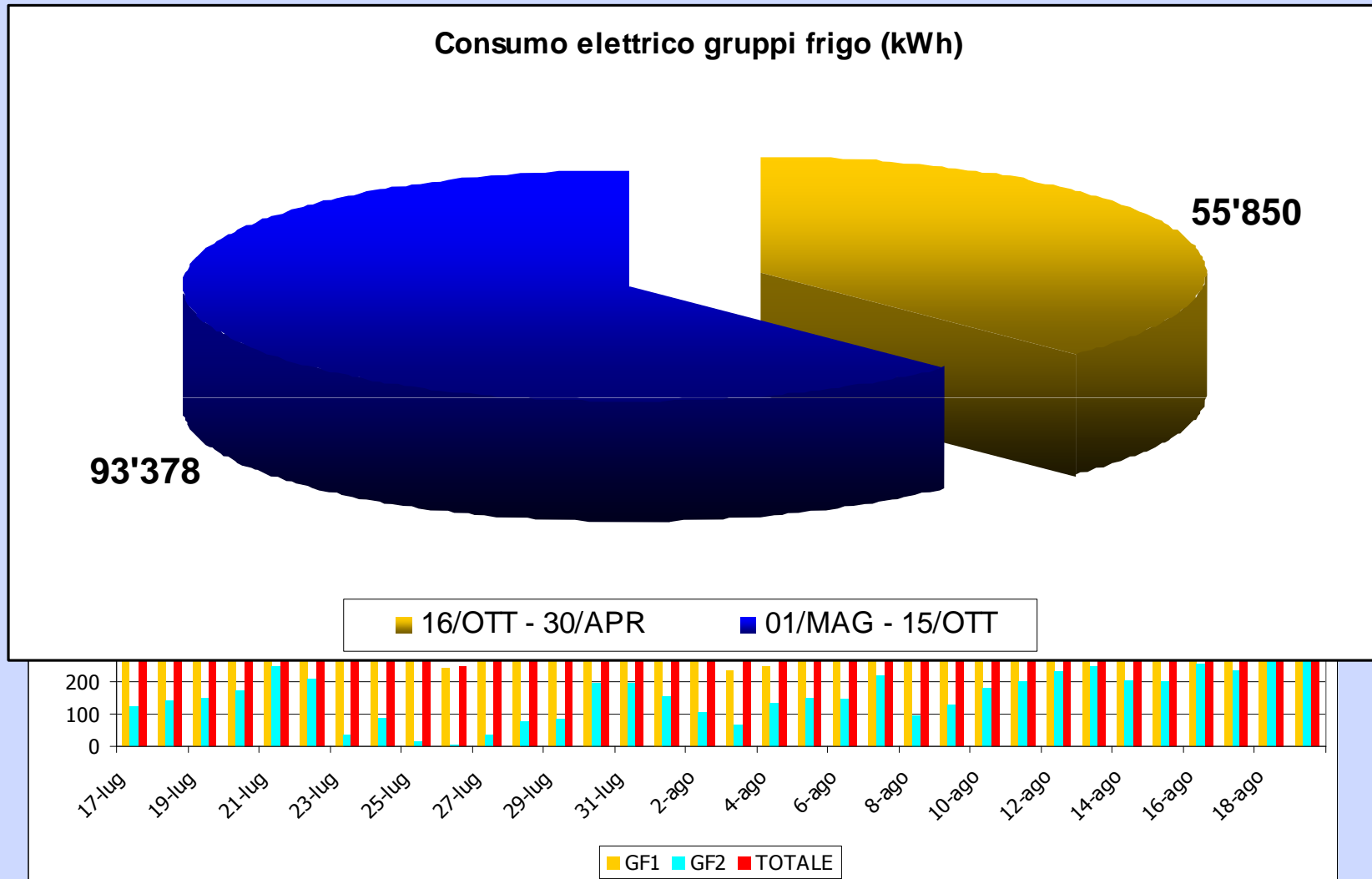


Misuratore di consumo
elettrico installato nel
quadro

Caso studio n°3



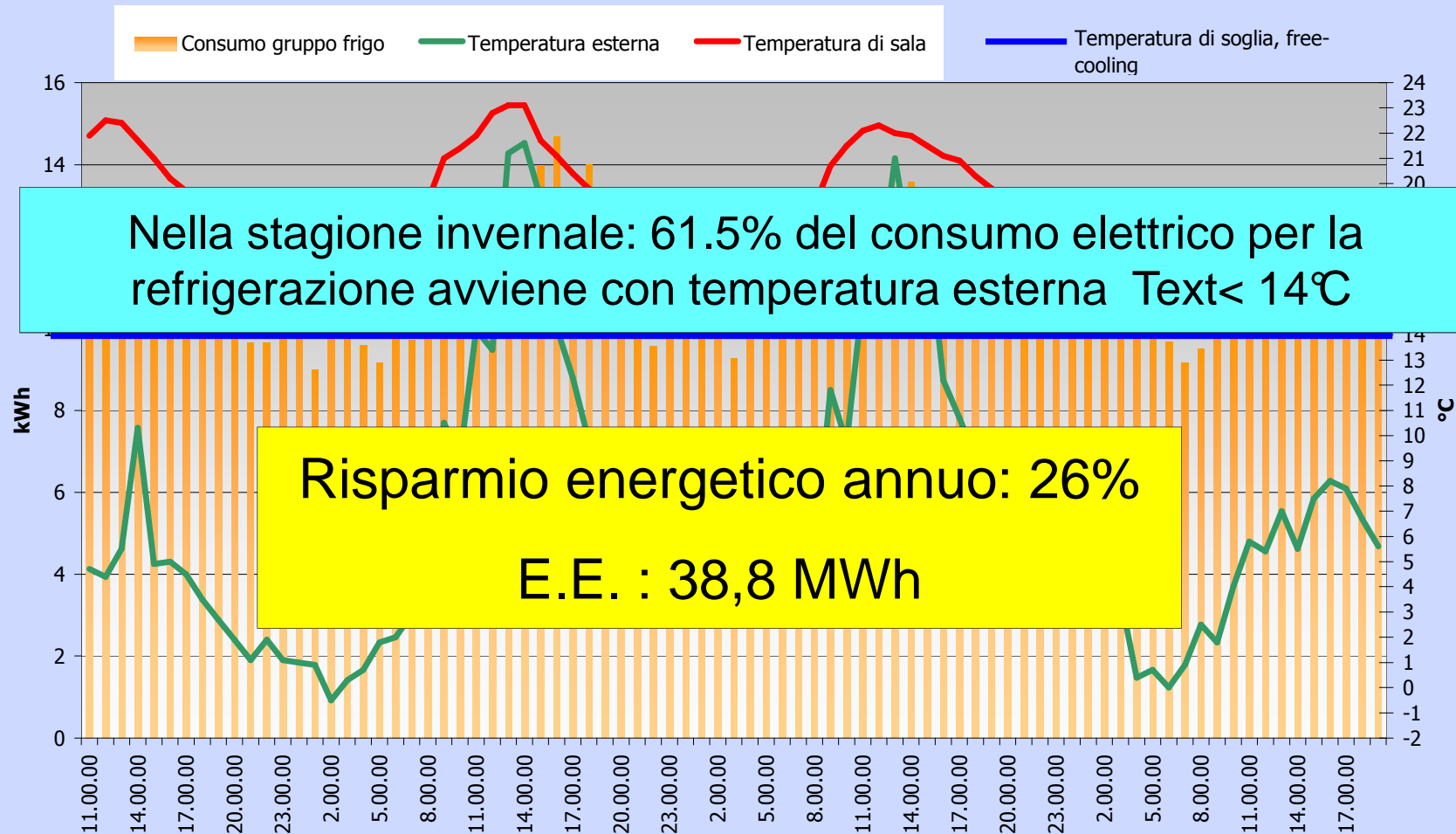
Caso studio n°3



Caso studio n°3



POLITO FT-SRI Chiller hourly consumption VS Temperature (22-25 Dec 2008)



Osservazioni



I dati presentati corrispondono a realtà abbastanza diffuse in ambito pubblico e privato.

Tali realtà non vengono percepite fino a quando non si verifica un malfunzionamento o viene effettuata un'analisi dei consumi.

I ritorni economici degli investimenti sul controllo sono spesso inferiori ai 12 mesi.

Alcune analisi sui consumi sono generalizzabili (con le opportune specifiche) ed automatizzabili

Previsioni di risparmio energetico



L'efficienza degli impianti e dell'involucro è oggi un tema molto discusso, sono molteplici gli interventi di riqualificazione che si possono effettuare.

Il calcolo del tempo di ritorno dell'investimento è un dato fondamentale per avallare gli interventi.

Tale calcolo viene spesso fatto dal proponente l'investimento (conflitto d'interessi).

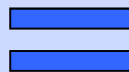
Non è banale prevedere il risparmio energetico.

Previsioni di risparmio energetico

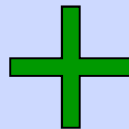


Simulazione diretta (basata sulla conoscenza dei fenomeni fisici)

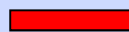
Deve essere calibrata sui consumi reali



Ampio margine di generalizzazione



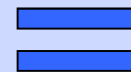
Mezzi e tempi notevoli



Incertezza dei risultati scarsamente prevedibile



Simulazione indiretta (basata sulle misure)

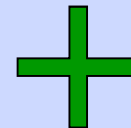


Occorrono i consumi reali

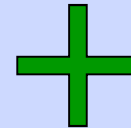
Piccolo margine di generalizzazione



Mezzi e tempi modesti



Incertezza dei risultati bassa

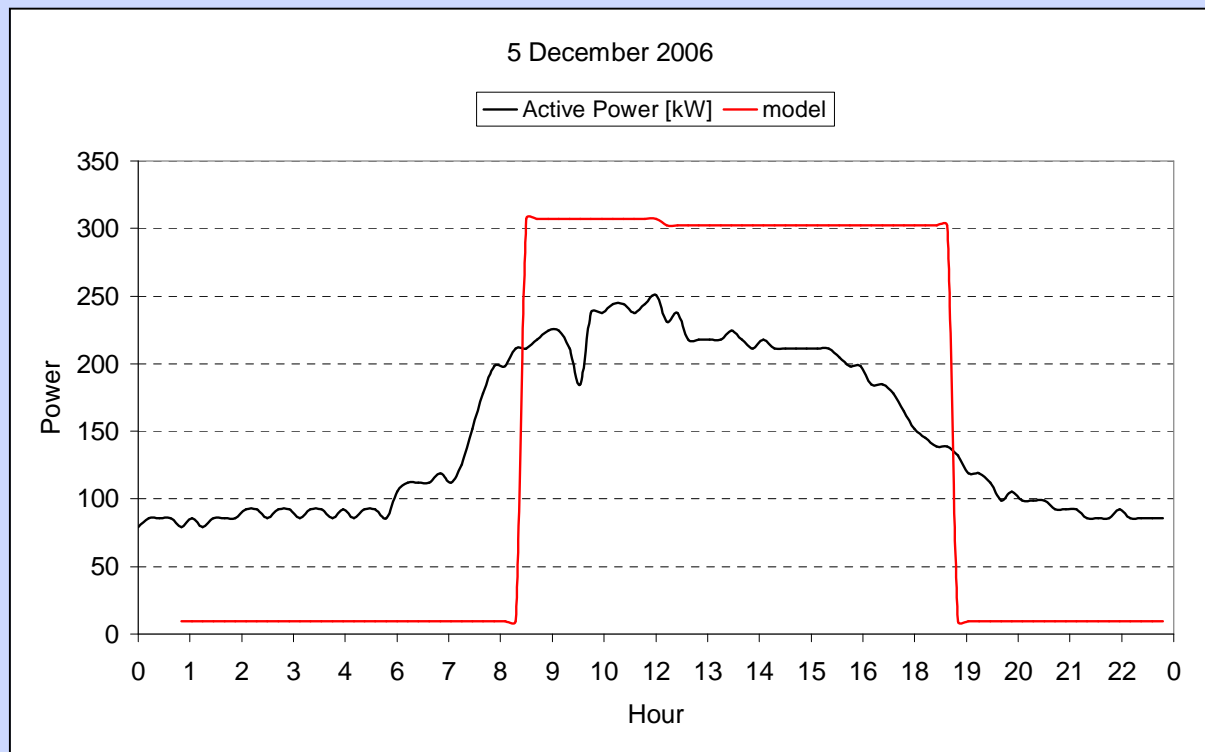


Simulazioni dirette

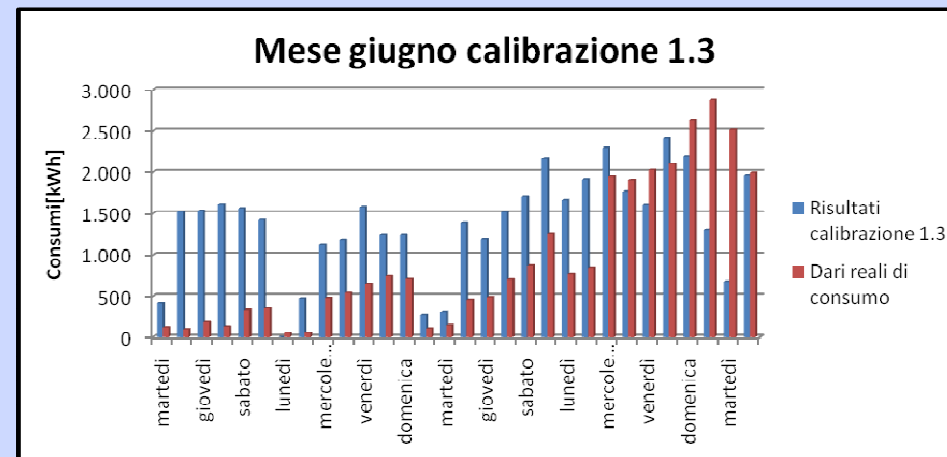
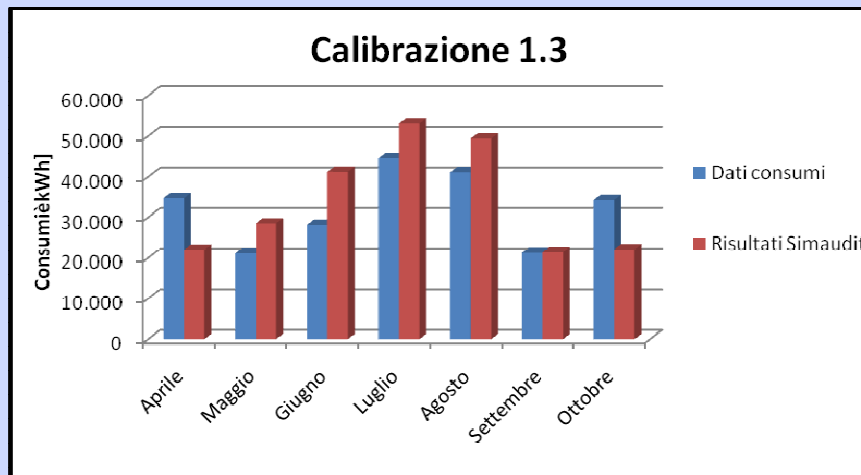
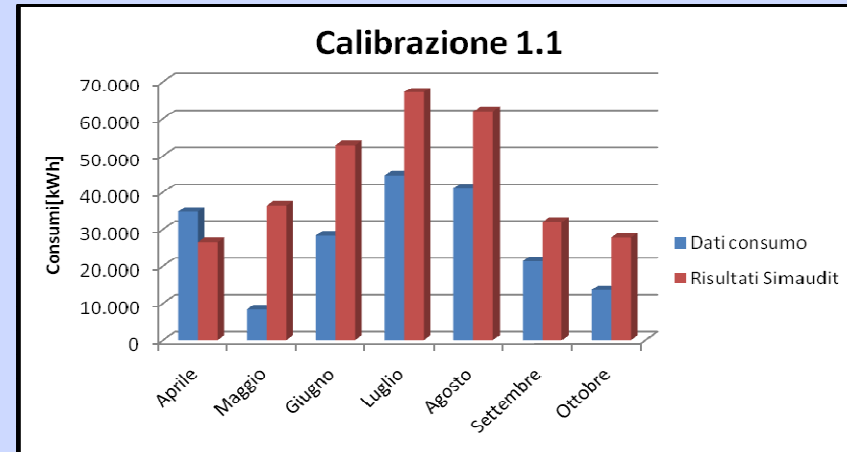
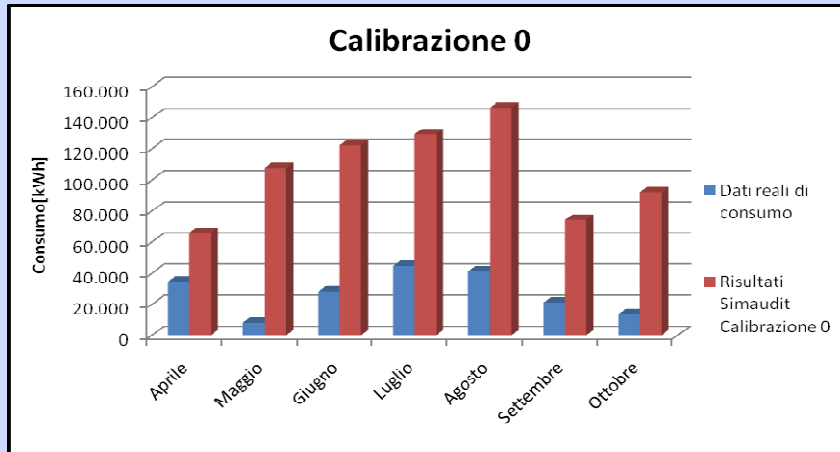
Simulazione diretta priva di calibrazione sui dati reali non dà alcuna sicurezza sulla veridicità sui risultati, vale quanto una certificazione energetica.

La calibrazione delle simulazioni dirette non è una prassi consolidata.

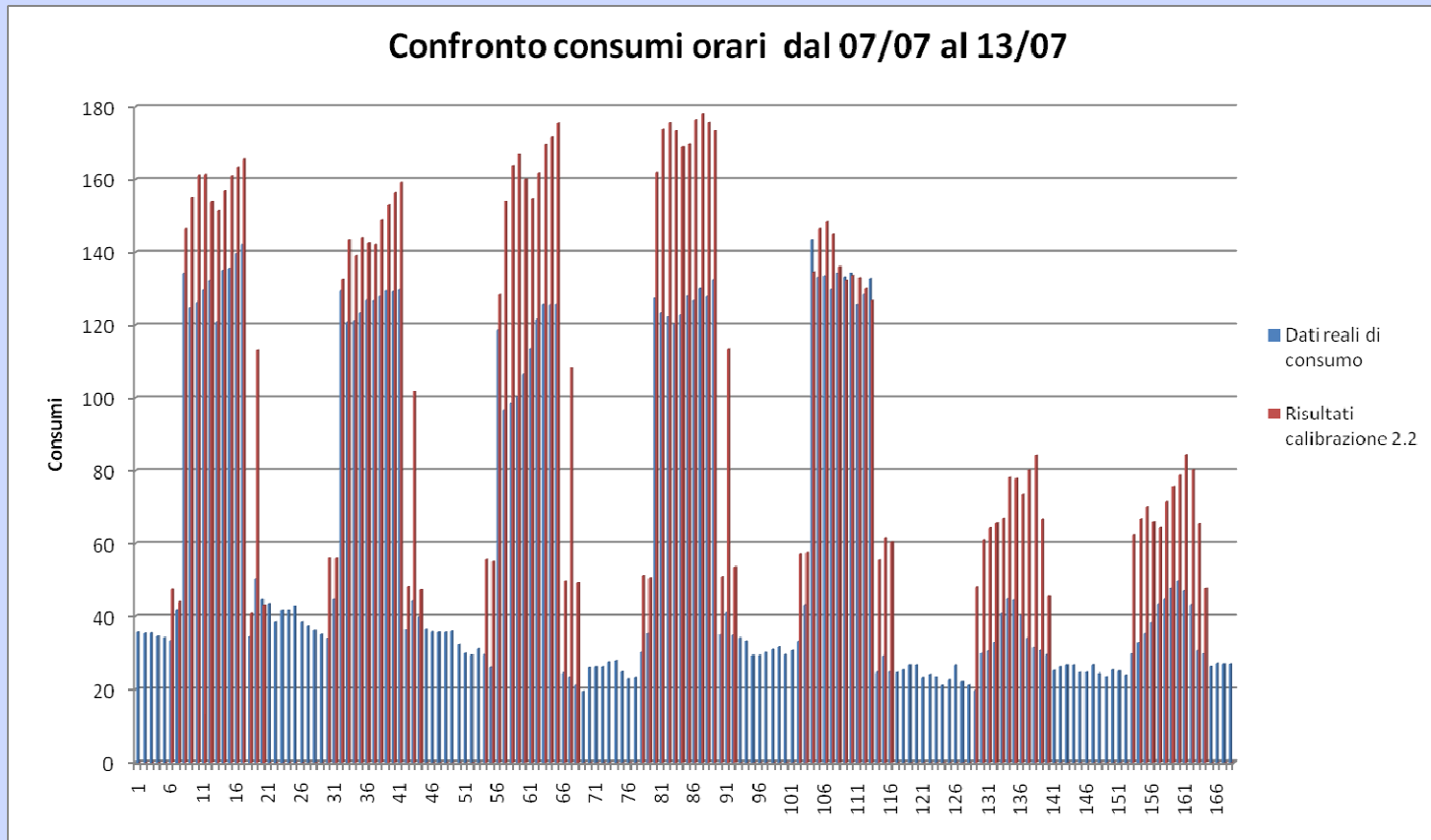
- Quale intervallo di tempo?
- Quali variabili di input modificare?
- Influenza sugli altri output?



Simulazioni dirette, calibrazione



Simulazioni dirette, calibrazione

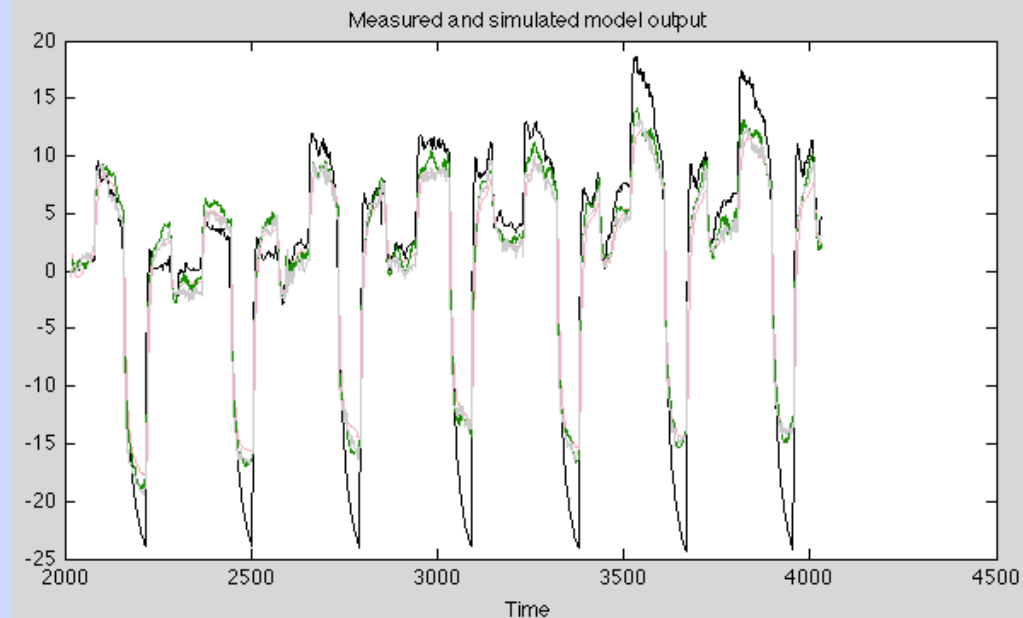


Simulazioni indirette

Simulazione indiretta necessita dati accurati in ingresso. Un'analisi statistica aiuterà nella selezione delle variabili significative. A tal punto si potrà estendere la simulazione ad altri edifici simili.

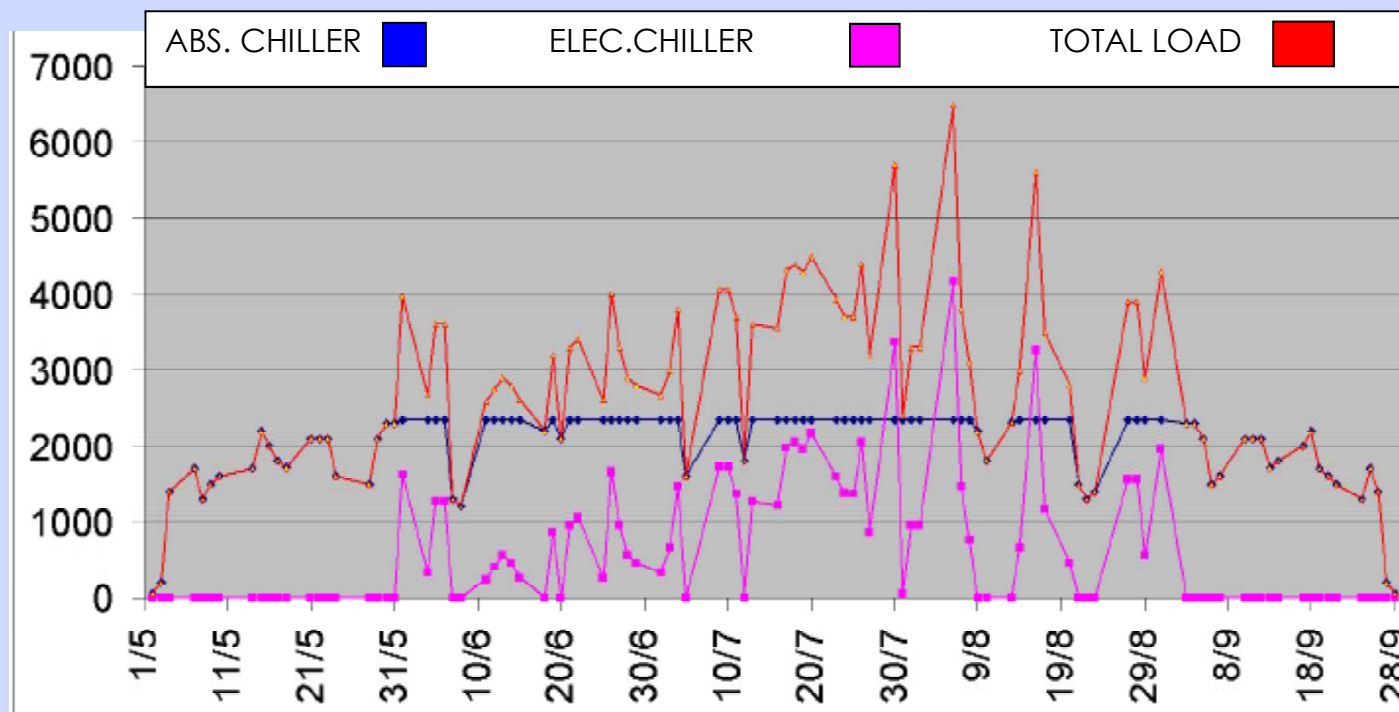
La buona riuscita di una simulazione indiretta necessita di molti dati su molti edifici. La robustezza delle previsioni è garantita dal campione statistico. L'analisi statistica è una prassi consolidata.

- Quali variabili considerare?



Un esempio di previsione

Edificio di 16 piani, molto vetrato, costruzione degli anni '60.
Scarsissime performance dell'involucro. Impianto centralizzato di climatizzazione, due tubi, senza alcun trattamento aria. Gruppo frigo a vite.
Si è valutata l'installazione di un gruppo ad assorbimento su dati giornalieri,
risultato -75% consumo elettrico g.f. a vite.



Un esempio di previsione



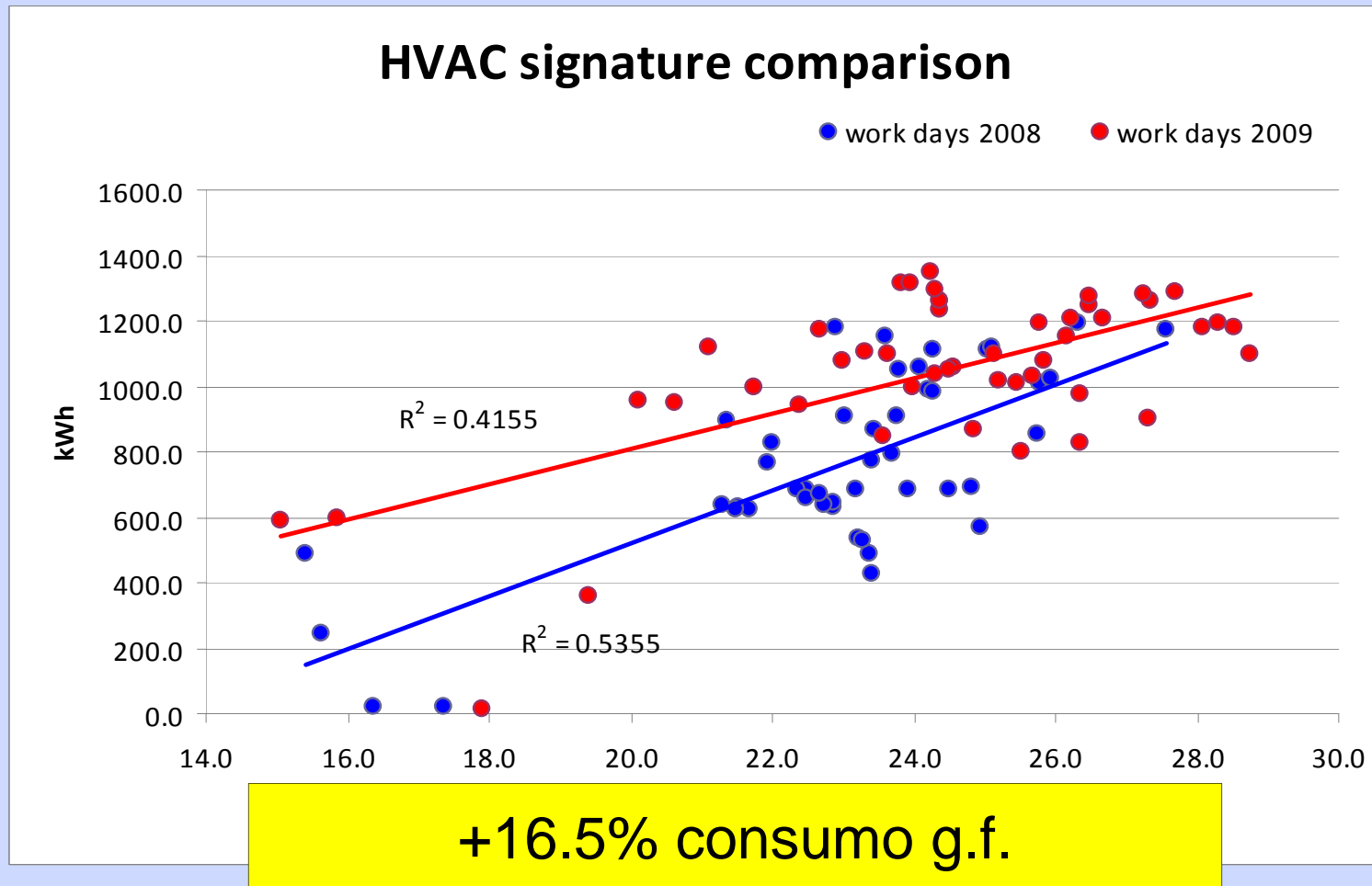
Dopo un anno si sono confrontati i dati su due mesi estivi. Il risultato è buono, ma decisamente inferiore alle aspettative: **-20.8%**

month	Electric Consumption MWh	Cooling energy delivered MWh	COP
Aug-07	17.8	60.41	3.4
Sep-07	12.1	33.31	2.8
Aug-08	26.0	104.8	4.0
Sep-08	9.7	39.4	4.0

L'anno successivo si è scelto di cambiare i serramenti. Anche la persona addetta alla gestione dell'impianto HVAC è stata sostituita.

Un esempio di previsione

Il confronto dei consumi fornisce il risultato complessivo.



Analisi iSERV



→ Le analisi che la piattaforma farà saranno di 3 livelli:

- 1. Diagnosi:** il software analizzerà i consumi per verificare la correlazione con gli orari di lavoro dichiarati e le temperature raggiunte nei locali. Saranno forniti profili ottimizzati e una stima del risparmio conseguibile.
- 2. Benchmark energetico:** il software fornirà delle valutazioni distinte sulla gestione e sull'efficienza dell'impianto. Tali valutazioni saranno confrontate con edifici con simile destinazione d'uso (opportunamente normalizzati).
- 3. Analisi dei costi:** sulla base dei risultati delle precedenti analisi il software fornirà una stima dei risparmi attesi.



**Inspection of
HVAC systems
through
continuous
monitoring and
benchmarking**

www.iservcmb.info



Grazie per l'attenzione

jacopo.toniolo@polito.it

The sole responsibility for the content of this presentation lies with the authors. It does not necessarily reflect the opinion of the European Union. Neither the EACI nor the European Commission are responsible for any use that may be made of the information contained here.