

# Il monitoraggio dei consumi energetici: aspetti applicativi e casi studio

Jacopo Toniolo

DENER, Politecnico di Torino

Milano, 21 novembre 2012



**POLITECNICO DI TORINO**



The sole responsibility for the content of this presentation lies with the author



# Perchè il monitoraggio continuo?



Il monitoraggio continuo è indispensabile per la diminuzione del consumo energetico.

Obiettivo economico:

Incremento dei profitti

Punto di partenza:

Analisi dettagliata dei costi

Obiettivo energetico:

Riduzione dei consumi

Punto di partenza:

Installazione nuovi  
impianti

Analisi dettagliata dei  
consumi



# Perchè il monitoraggio continuo?



Il monitoraggio continuo è indispensabile per la diminuzione del consumo energetico.

Analisi dettagliata dei consumi



Monitoraggio continuo

Bollette

Certificazione energetica

# Direttiva EPBD, 2010/31/EU



*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.**

# Energy monitoring: Fondamenti



*Frustra fit per plura quod fieri potest per pauciora*

*(William of Ockham)*

## **1. Raccolta standard dei consumi disaggregati**

*Analisi dei diversi centri di costo*

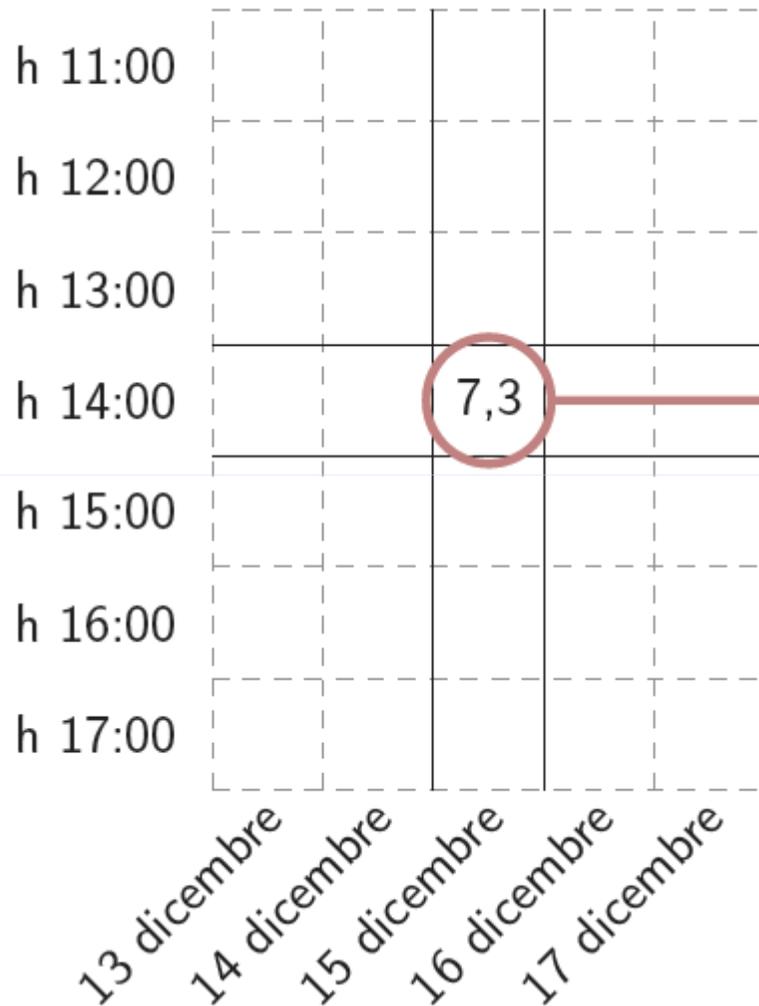
*Possibile utilizzo di analisi automatiche*

## **2. Reliability del sistema di monitoraggio**

*Gestione delle interruzioni di corrente e degli outliers*

*Serie temporali continue*

# Carpet plot



EE @ h14:00 del 15 dicembre: 7,3 kWh

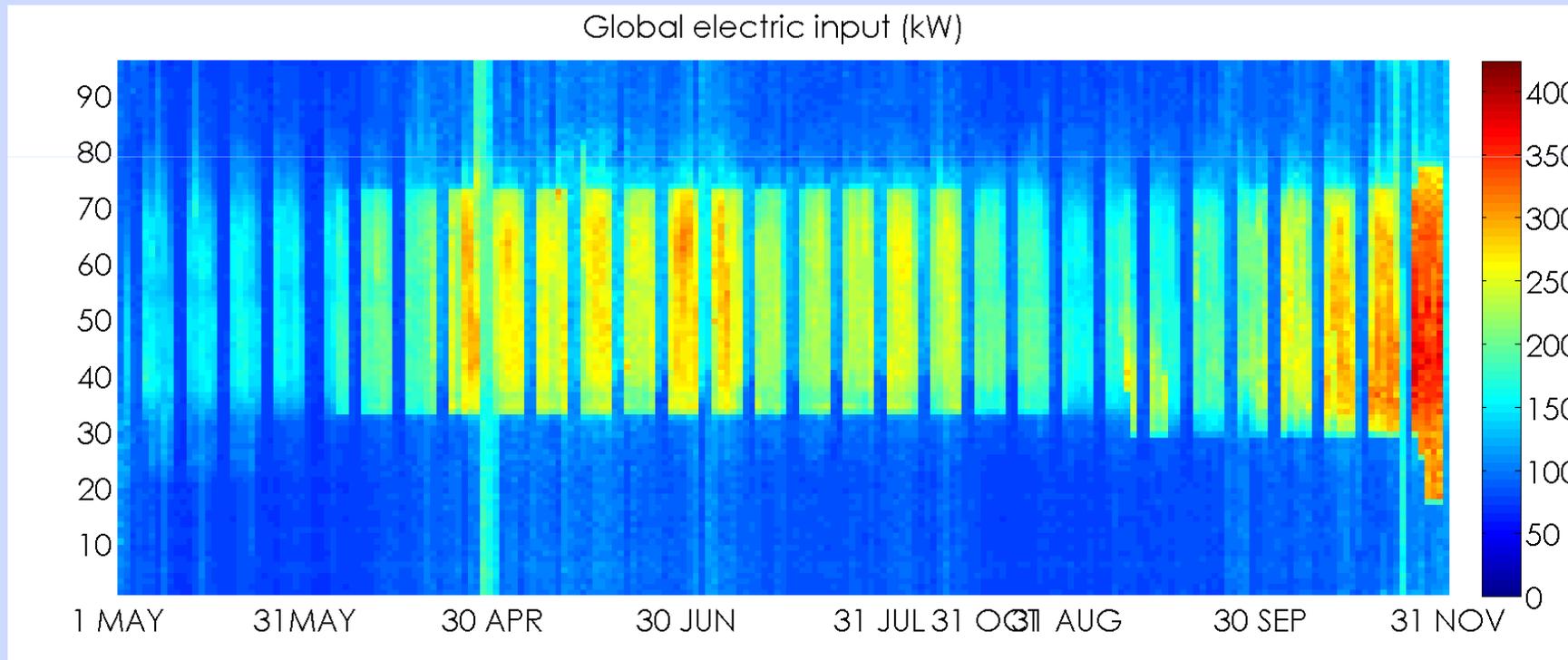


Colorbar

# Nuova installazione senza monitoraggio



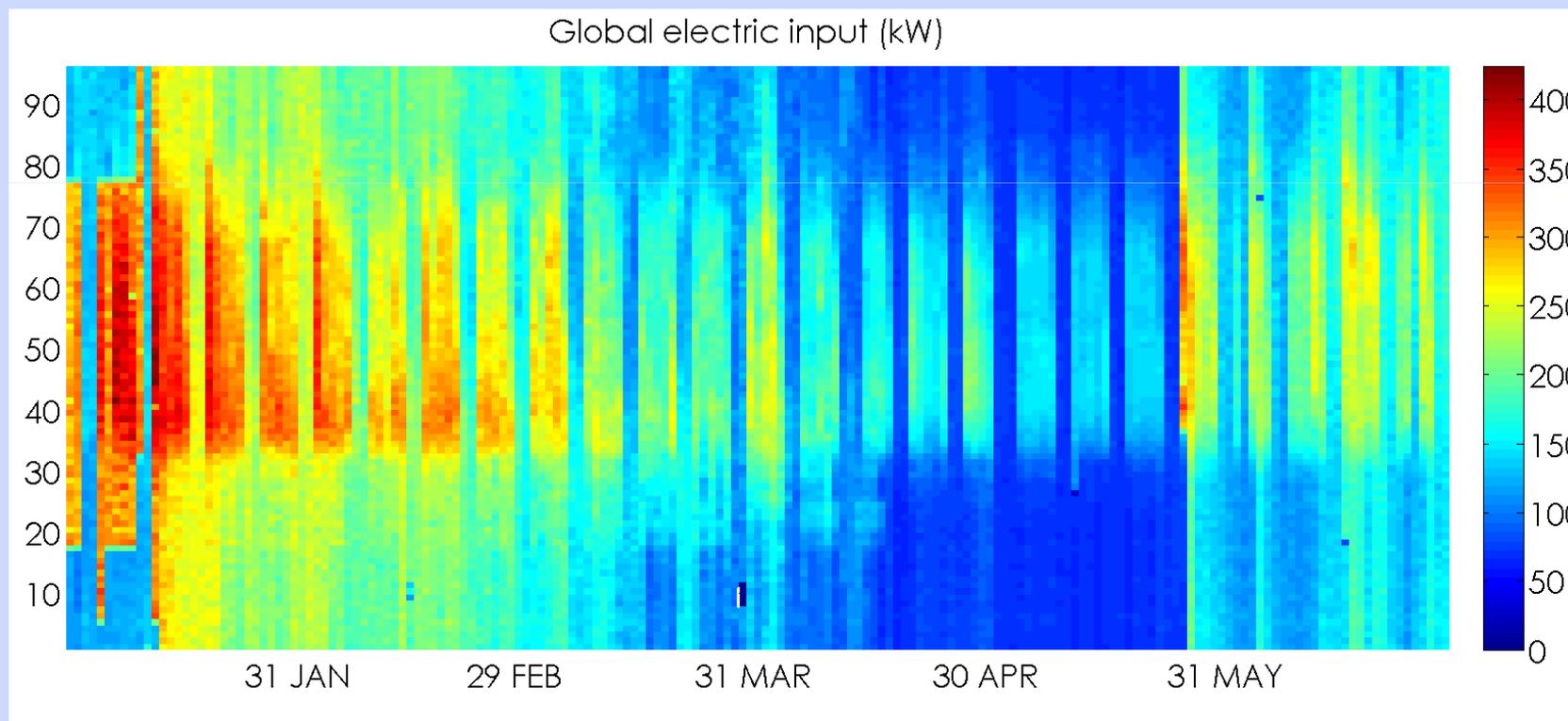
- Orario del sistema HVAC corretto
- Qualche problema al pomeriggio, alcuni sistemi restano accesi



# Nuova installazione senza monitoraggio



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



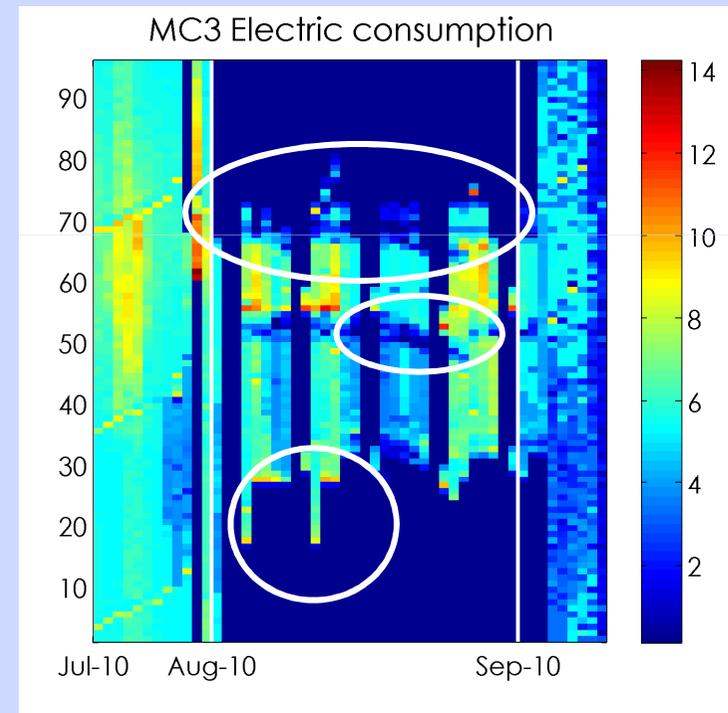
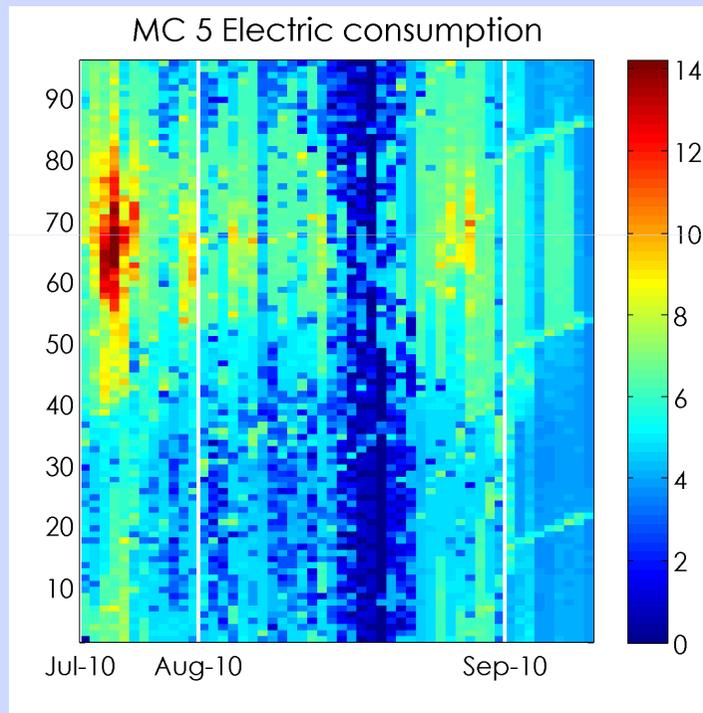
# Ottimizzazione

Differenza di consumo

Feriali: - 20%

Festivi: - 83%

**Risparmio energetico complessivo: 30%**

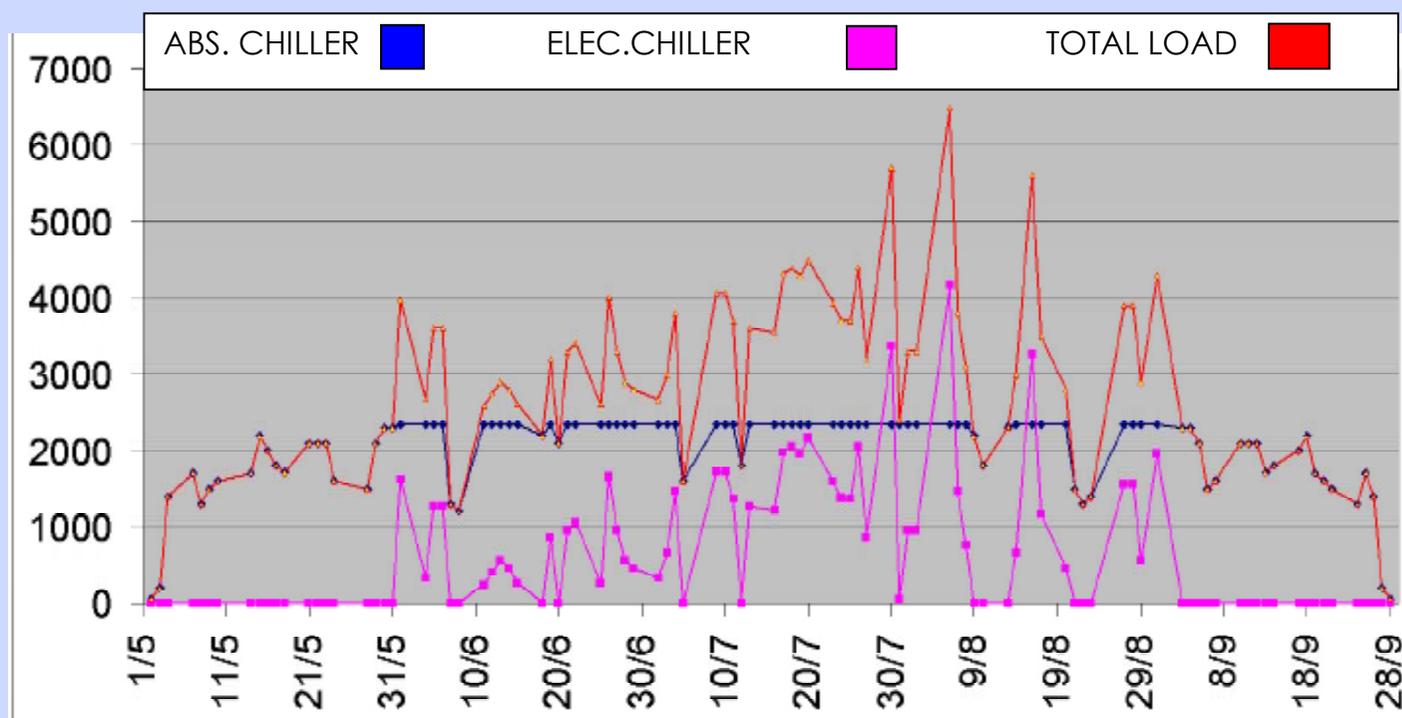


•Pre-accensioni regolate sul giorno e sulle temperature attese, spegnimento in pausa pranzo, spegnimenti programmati dopo l'orario di chiusura.

# Monitoraggio VS simulazioni

Edificio di 16 piani, molto vetrato, costruzione degli anni '60.

Si è valutata l'installazione di un gruppo ad assorbimento, **risultato -75% consumo elettrico g.f. a vite.**



# Monitoraggio VS simulazioni



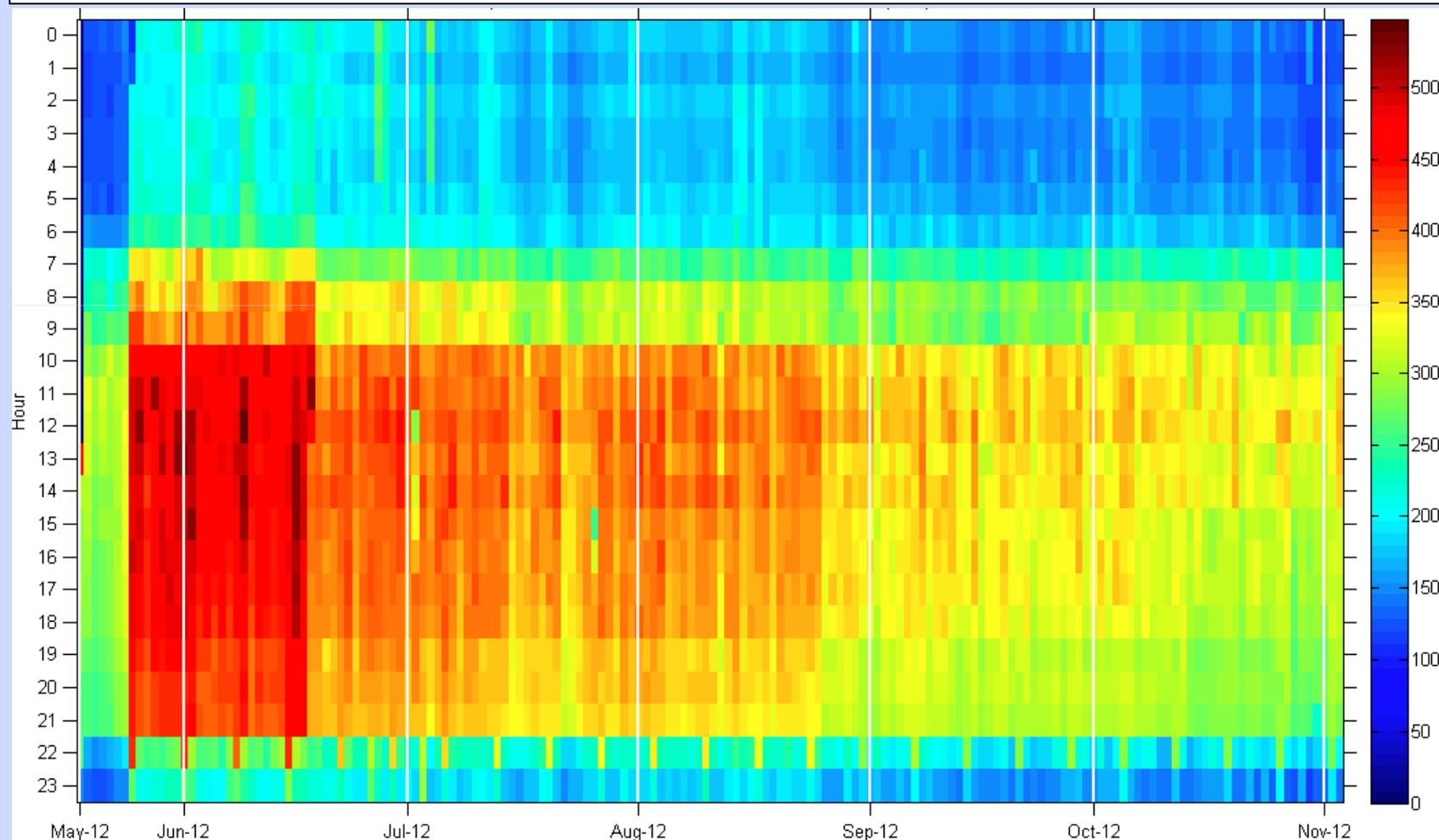
month	Electric Consumption MWh	Cooling energy delivered MWh	COP
Aug-07	17.8	60.41	3.4
Sep-07	12.1	33.31	2.8
Aug-08	26.0	104.8	4.0
Sep-08	9.7	39.4	4.0

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

# Raccolta standard dei consumi

## 1. Raccolta dei consumi disaggregati e standardizzati

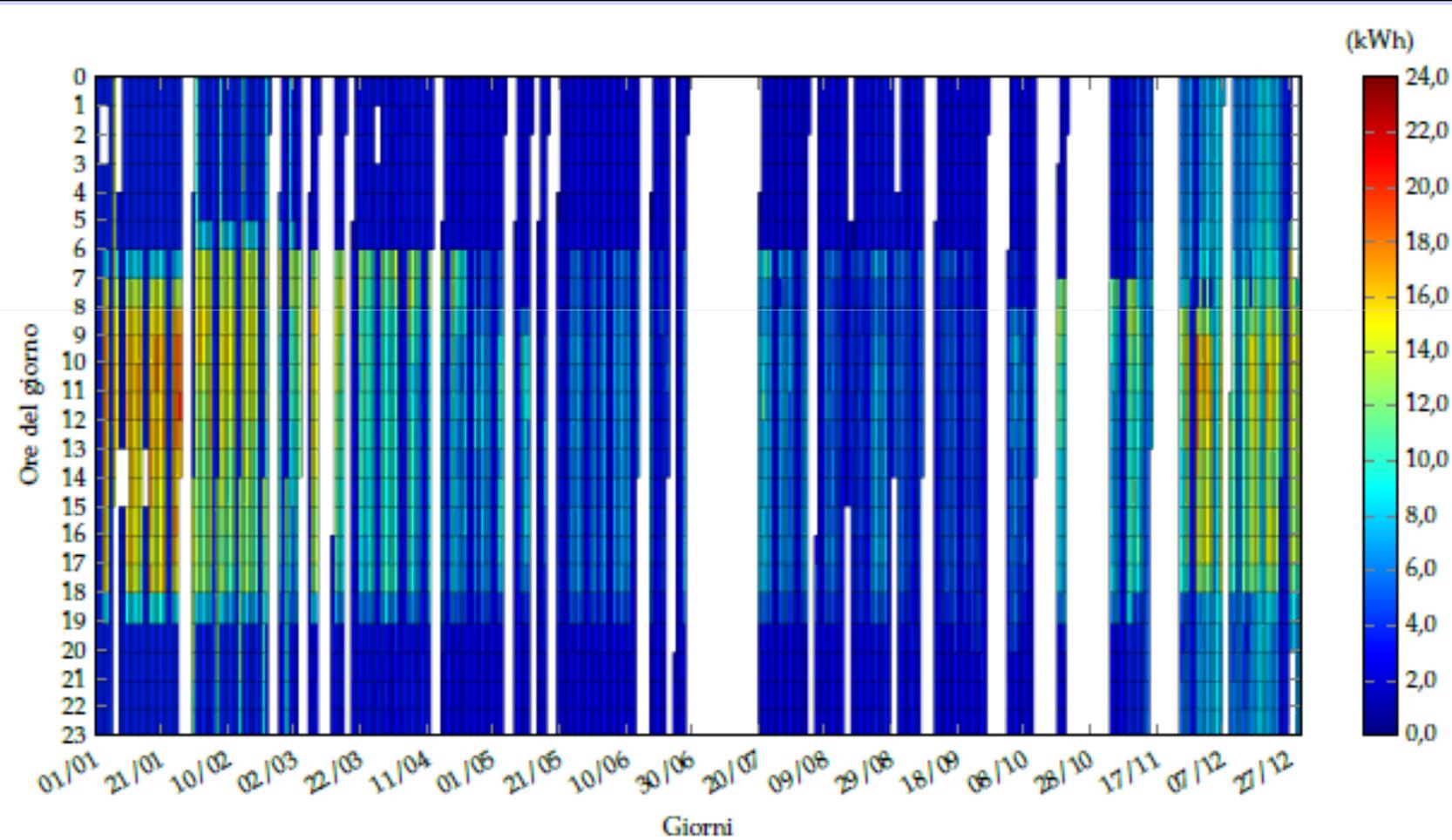
*Esempio di consumo relativo all' "illuminazione" .*



# Qualità del sistema

## 2. Reliability del sistema di monitoraggio

*Un buon sistema di controllo non è automaticamente un buon sistema di raccolta dati.*



# BMS e monitoraggio



## 1. Filiali piccole (<1'000 m<sup>2</sup>)

*La soluzione ottimale è nella maggior parte dei casi avere un sistema parallelo (duplicazione hardware e software).*

## 2. Grandi edifici

*La soluzione ottimale sarebbe la raccolta di alcuni dati del BMS su una piattaforma dedicata al monitoraggio (duplicazione software) e l'integrazione di opportuni misuratori (energia elettrica, termica, acqua, ACS, etc...).*

*La piattaforma di monitoraggio deve essere una sola.*

# Analisi dati

Un dato ogni 15 minuti per una anno = 35'040 valori

Desiderata



Realtà



E' necessaria una piattaforma di analisi automatica

# Analisi dati automatica



## Piattaforme comuni

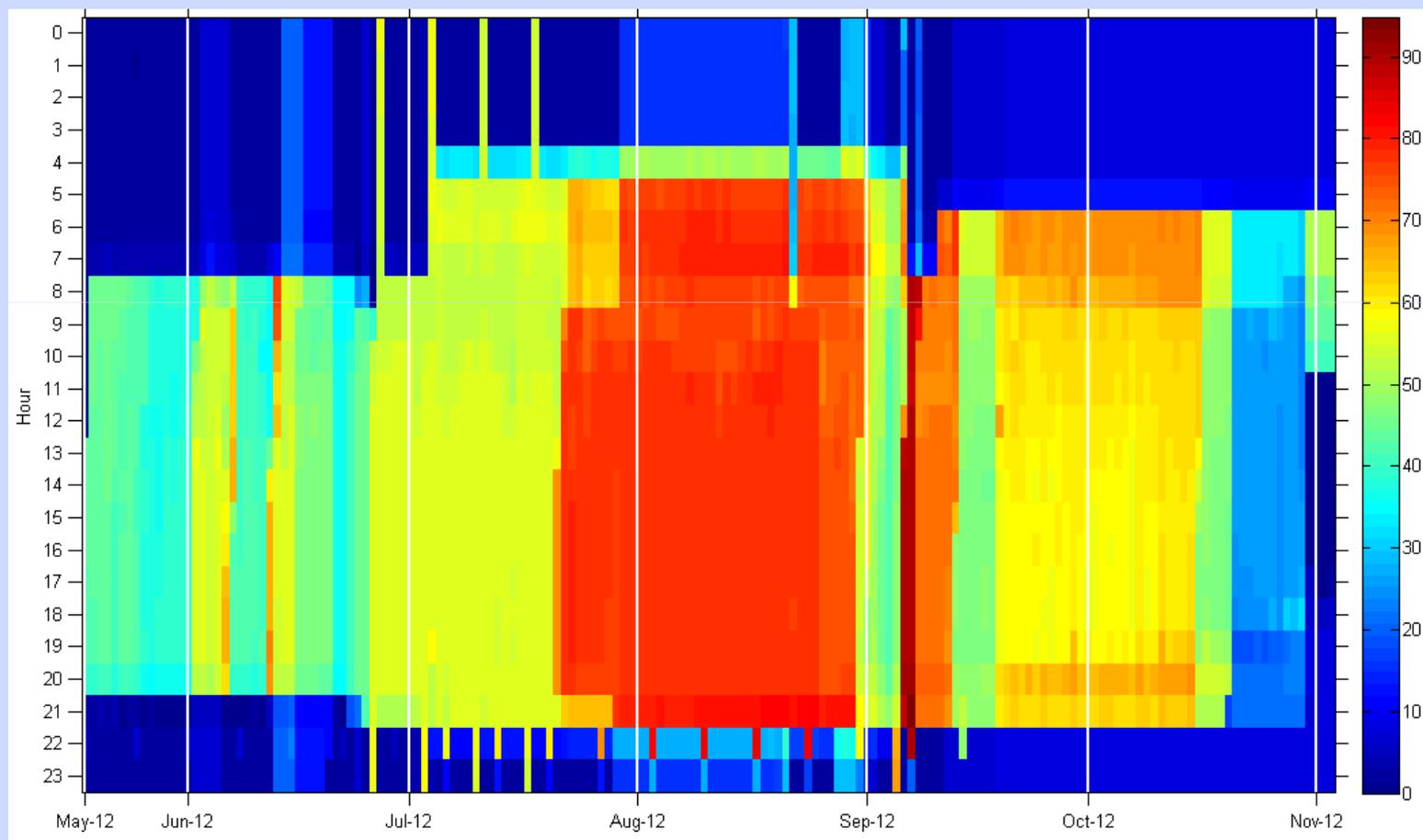
Raccolta dei valori e gestione per centri di costo	OK
Analisi dei consumi	Variabile
Definizione benchmark	...

**Per definire i Benchmark occorrono dati statistici significativi**

# Analisi dati automatica

## Calcolo oggettivo dei risparmi potenziali

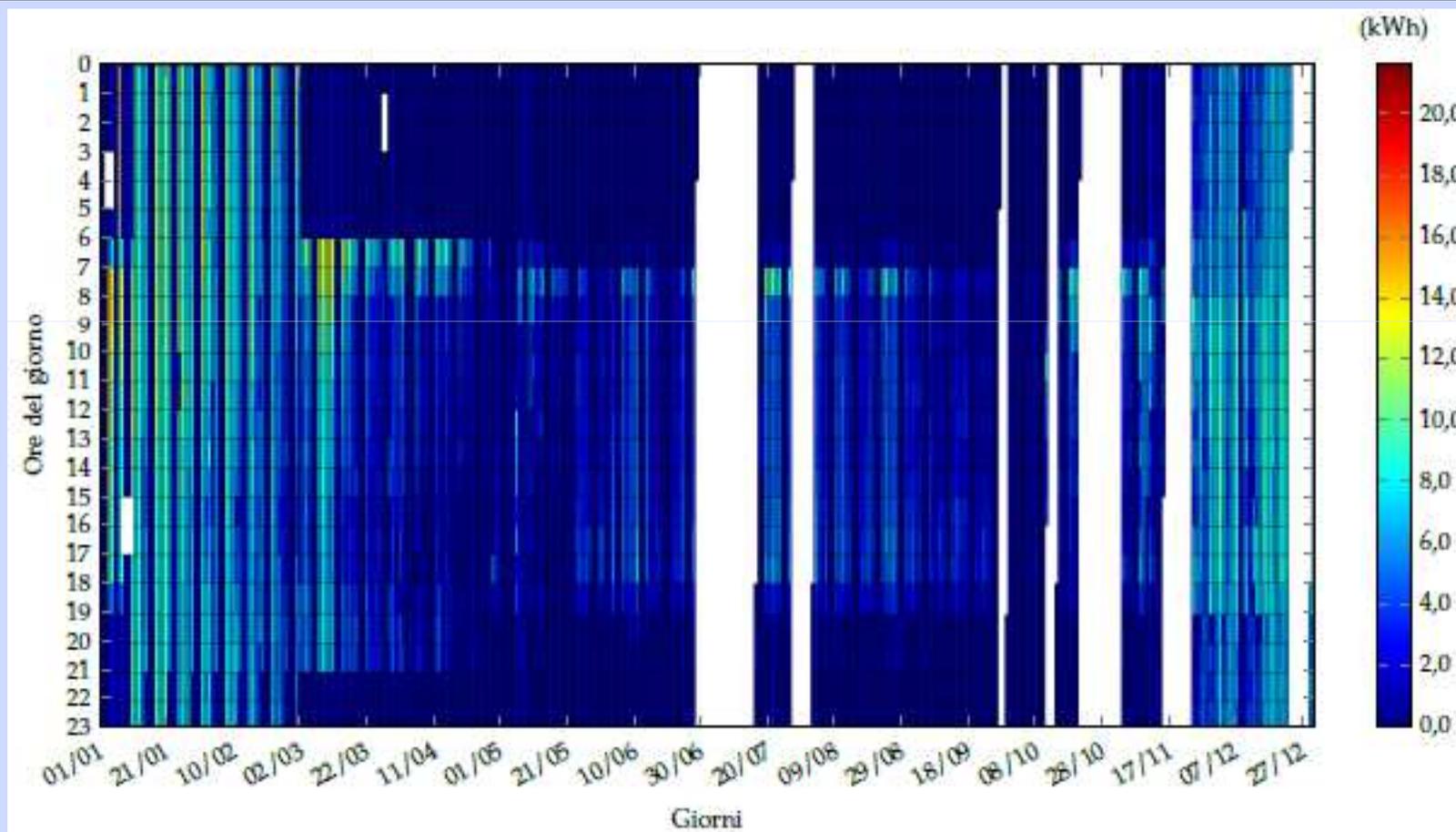
Esempio: Condizionamento: 0.7 % di consumo in orario non giustificato



# Analisi dati automatica

## Calcolo oggettivo dei risparmi potenziali

Esempio: Pompa di calore, 14.3 % di consumo in orario non giustificato



# Definizione Benchmark



## **Normalizzazione dei consumi**

1. Superficie
2. Dati meteo
3. Carichi interni
4. Ore di funzionamento annue
5. Variabile significativa ad hoc (es.: per grande distribuzione, scontrini giornalieri)

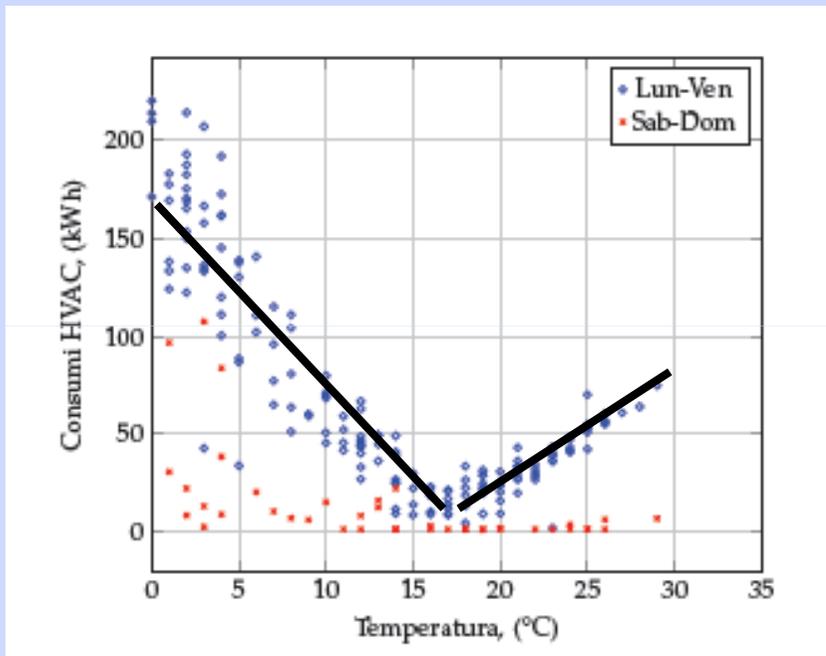
## **Definizione di Key Performance Index su alcune variabili**

1. Regressione statistica

# Verifica KPI

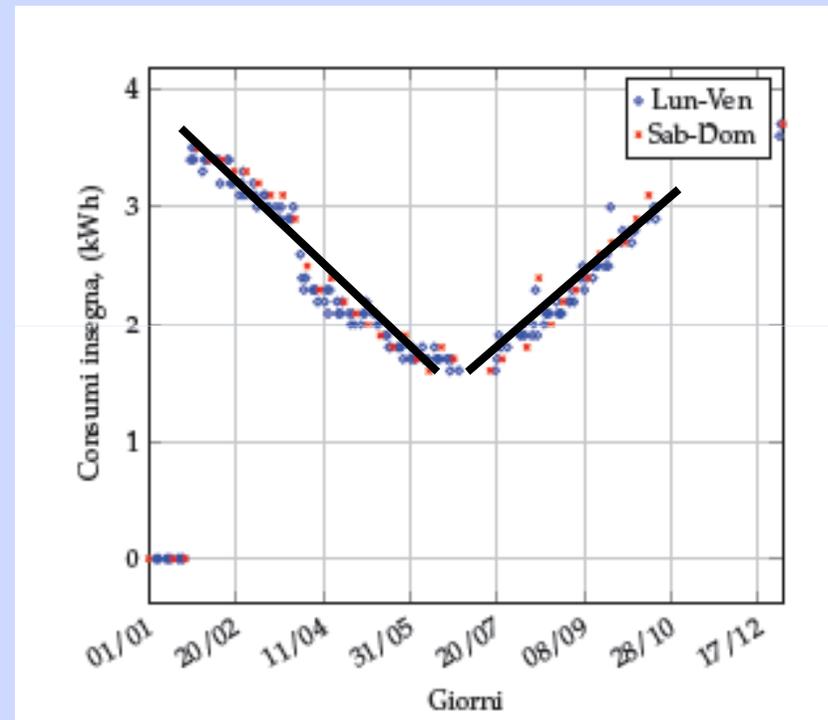
## Definizione di Key Performance Index su alcune variabili

1. Regressione statistica su Consumo impianto HVAC e insegna esterna



Impianto a p.d.c. con controllo  
invernale migliorabile

$$R^2 = 0.71$$



Insegna con controllo ottimale

$$R^2 = 0.9$$

# Progetto iSERV cmb



[www.iservcmb.info](http://www.iservcmb.info)

## **Piattaforma gratuita di gestione ed analisi dei consumi**

1. 1600 edifici in Europa (150 in Italia)
2. Fine progetto: maggio 2014
3. Data limite di adesione per avere risultati significativi: giugno 2013

# Partecipare ad iSERV cmb



## Richieste

### **1. Avere un edificio monitorato:**

Monitoraggio ogni 15 min./ora di:

- A. Condizionamento
- B. Altri usi elettrici

### **2. Descrizione del sistema e degli orari**

### **3. Invio automatico dei dati di consumo**

## Benefici

### **1. Prendere confidenza con piattaforme di monitoraggio**

### **2. Reportistica automatica**

### **3. Confronto con altri edifici ad utilizzo equivalente**

### **4. Analisi dei consumi automatica e proposte di efficientamento**

**Per informazioni:**

**[jacopo.toniolo@polito.it](mailto:jacopo.toniolo@polito.it)**



**POLITECNICO DI TORINO**