GREEN SOLUTIONS per la rigenerazione urbana
Focus: "Smart Building & Efficienza Energetica"

Genova, 24 novembre 2017 - Salone di Rappresentanza, Palazzo Tursi

STRATEGIE DI EFFICIENZA ENERGETICA E MONITORAGGIO IN TEMPO REALE DEI CONSUMI DI ENERGIA. UN CASO DI STUDIO: L'OSPEDALE SAN MARTINO

F. Silvestro (1), A. Bagnasco (2), I. Lanza (3), S. Massucco (1), A. Vinci (1)

(1) DITEN - Università degli Studi di Genova - Intelligent Electric Energy System (IEES) Laboratory
(2) IESolutions srl - Genova
(3) Ospedale Policlinico San Martino, Genova

stefano.massucco@unige.it

SCHEMA DELLA PRESENTAZIONE

1. **Introduzione**

2. **Energy Management**

- **il contesto**
- **gli obiettivi**
- **l'organizzazione**
- **gli strumenti necessari**

3. **Un caso applicativo: l'Ospedale San Martino di Genova**

4. **Conclusioni e sviluppi**

Il contesto

Gli obiettivi di **sostenibilità energetica** (D.Lgs 102/2014, Direttiva 2012/27/UE), **la crisi finanziaria** e la **recessione economica** impongono una **razionalizzazione dei consumi energetici.**

la **Ricerca Universitaria in collaborazione con le Aziende** rende disponibili **soluzioni innovative basate su sistemi di ottimizzazione e supporto alle decisioni** realizzabili utilizzando tecnologie ICT per la gestione e il controllo di strutture complesse nei settori civili e dell'industria con attenzione anche «**all'esistente**».

Necessità di disporre dei dati reali dei consumi energetici per affinare la conoscenza, sviluppare e validare **modelli semplici, dinamici e realistici** del comportamento energetico degli edifici.

NORME E STANDARD SULL'EFFICIENZA ENERGETICA

Norme che regolano **forme di certificazione "volontarie"**, **definendo le migliori pratiche**. Inoltre introducono le migliori **tecniche per il monitoraggio e la verifica delle misure** e sono spesso accompagnate da meccanismi di remunerazione per chi le adotta.

- ISO 50001 'Energy management systems – requisiti e linee guida per l'uso': identificano i fattori di consumo dell'energia e definiscono i requisiti che un sistema di gestione dell'energia dovrebbe avere. Segue lo schema plan – do – check – act

- UNI CEI 11352: 2010 – 'Gestione dell'energia – Società che forniscono servizi energetici (ESCo)': definisce i requisiti che una ESCo deve avere. Le ESCo devono offrire un servizio di efficienza energetica e garantire un miglioramento.

- UNI CEI 11339:2009 - 'Gestione dell'energia – **Esperti in gestione dell'energia**. Requisiti generali per la qualificazione (**EGE**)': Un Ege è un soggetto che possiede comprovata conoscenza ed esperienza nella gestione dell'energia in maniera efficiente. La norma definisce i requisiti generali e le procedure di certificazione.

- IPMVP - International Performance Measurement & Verification Protocol: è un protocollo internazionale riconosciuto come principale standard per le migliori pratiche di misura e verifica dei risultati dei progetti di efficienza energetica.

Diagnosi energetica

Chi è obbligato:

- tutte le **grandi imprese** che abbiano questo stato (grande impresa) da almeno 2 anni
- **le imprese energivore**, ovvero:

> per le **imprese industriali**, tutti i siti aventi consumo superiore a **10.000 tep/anno**

> per le imprese dei **settori primario o terziario**, tutti i siti aventi consumo superiore a **1.000 tep/anno**

Cosa deve fare chi è obbligato:

Le imprese obbligate devono dotarsi di diagnosi e comunicarla all'ENEA entro il 5 dicembre dell'anno in cui risultano obbligate.

Le imprese energivore sono inoltre obbligate a realizzare, entro 4 anni dall'esecuzione della diagnosi, almeno uno degli interventi individuati. L'intervento deve avere un tempo di ritorno dell'investimento inferiore a 4 anni.

Ogni impresa è tenuta a verificare ogni anno la sua appartenenza alle categorie obbligate e, nel caso, ad adempiere all'obbligo di diagnosi energetica entro il 5 dicembre dell'anno in corso.

Sistemi di gestione e diagnosi eseguite in precedenza

Le imprese che hanno adottato sistemi di gestione EMAS, ISO 50001 o ISO 14001 in cui è compresa una diagnosi energetica conforme ai requisiti del decreto (quindi comprensiva di una campagna di misure, per cui torna molto utile un sistema di monitoraggio), sono esonerate dall'obbligo di diagnosi, ma devono comunque comunicare all'ENEA la diagnosi in loro possesso.

Validità Diagnosi

4 anni

Il contesto

"Sappiamo di consumare troppo, ma non siamo in grado di quantificare precisamente il problema!"

"Spendiamo troppo tempo per gestire segnalazioni di comfort non ottimale!"

"Non riusciamo a impostare policy generali, differenziate per zona geografica e periodo dell'anno (calendari), per l'accensione / spegnimento degli impianti!"

"Non riusciamo a controllare con continuità l'operatività degli apparati e identificarne per tempo il funzionamento anomalo!"

"Le soluzioni dai vendor di tecnologia sono molto onerose e poco scalabili!"

- **La gestione efficiente di un patrimonio immobiliare** tocca moltissimi aspetti, uno dei principali è quello del **controllo e ottimizzazione dei costi determinati dal consumo di energia.**
- La complessità è aumentata dalla presenza di **tecnologie eterogenee** per i vari sotto-sistemi (impianti HVAC, illuminazione, sicurezza, etc.), ognuno dotato di un proprio sistema di supervisione.

Gli obiettivi

Realizzazione di **una piattaforma intelligente** basata su misure in tempo reale e sistemi di supporto alle decisioni quale strumento innovativo per:

- Disporre di un sistema di **monitoraggio in tempo reale** dei consumi energetici.
- **Effettuare una valutazione quantitativa del risparmio energetico** conseguibile sulla base di misure effettive.
- sviluppo, la messa a punto e la validazione di **modelli energetici degli edifici.**
- realizzazione di **linee guida operative per l'incremento dell'efficienza** in strutture complesse operando sull'intero ciclo di vita delle strutture interessate.

La conoscenza dei consumi energetici è alla base di una corretta ed efficiente **integrazione delle fonti rinnovabili e dei sistemi di accumulo**.

Gli strumenti

La piattaforma deve potere **essere integrabile** con prodotti per il monitoraggio e la raccolta dati, sviluppando funzionalità di trattamento delle informazioni (**data mining & learning**) per elaborare valutazioni adeguate delle **prestazioni energetiche** e strategie di **gestione integrata dell'energia termica ed elettrica** **mediante metodologie e strumenti dell'intelligenza artificiale** (Reti Neurali, Model Predictive Control, ecc).

L'organizzazione

- **Gruppo di lavoro risparmio energetico di Ateneo**
- **definizione di scenari tecnico/economici di riferimento** per la gestione energetica degli edifici.
- studio e sviluppo di **metodologie** e **prototipi di algoritmi** **per la previsione della domanda di energia elettrica e termica** degli edifici.
- metodologie e strumenti per lo **sviluppo e la validazione di modelli dinamici semplificati del comportamento energetico degli edifici basati su misure reali** derivate dalla piattaforma di monitoraggio.
- Utilizzo di **KPI** e Benchmarking
- studio e sviluppo di **metodologie e prototipi di algoritmi per la previsione** dell'auto produzione da fonte solare.

esperienze

Gruppo di Lavoro sul Risparmio Energetico di Ateneo (GdL) operativo già da alcuni anni su specifica delega del Rettore.

Il GdL comprende diversi Dipartimenti (**DITEN, DIME, DICCA, DIFI, DSA**) **con esperienze nei settori:** ottimizzazione energetica elettrica e termica, valutazione dell'impronta di carbonio, caratterizzazione energetica dell'involucro, illuminazione efficiente, impiantistica di sorgenti rinnovabili, microgrid comprendenti fotovoltaico e accumulo, automazione dei carichi.

Si è operato **sviluppando ed utilizzando un avanzato sistema di monitoraggio dei consumi elettrici in tempo reale** con successive **attività di auditing**, con l'individuazione di sprechi, di azioni correttive di efficientamento e follow-up per il consolidamento dei risultati.

Risultati

- **Realizzazione di una piattaforma intelligente per la gestione e il controllo dei consumi energetici degli edifici**:

- la piattaforma **per il sito UNIGE include il monitoraggio di 20 punti MT/BT per un totale di circa 20 GWh/anno di energia elettrica**

- **Integrazione delle misure in tempo reale per l'energia termica**

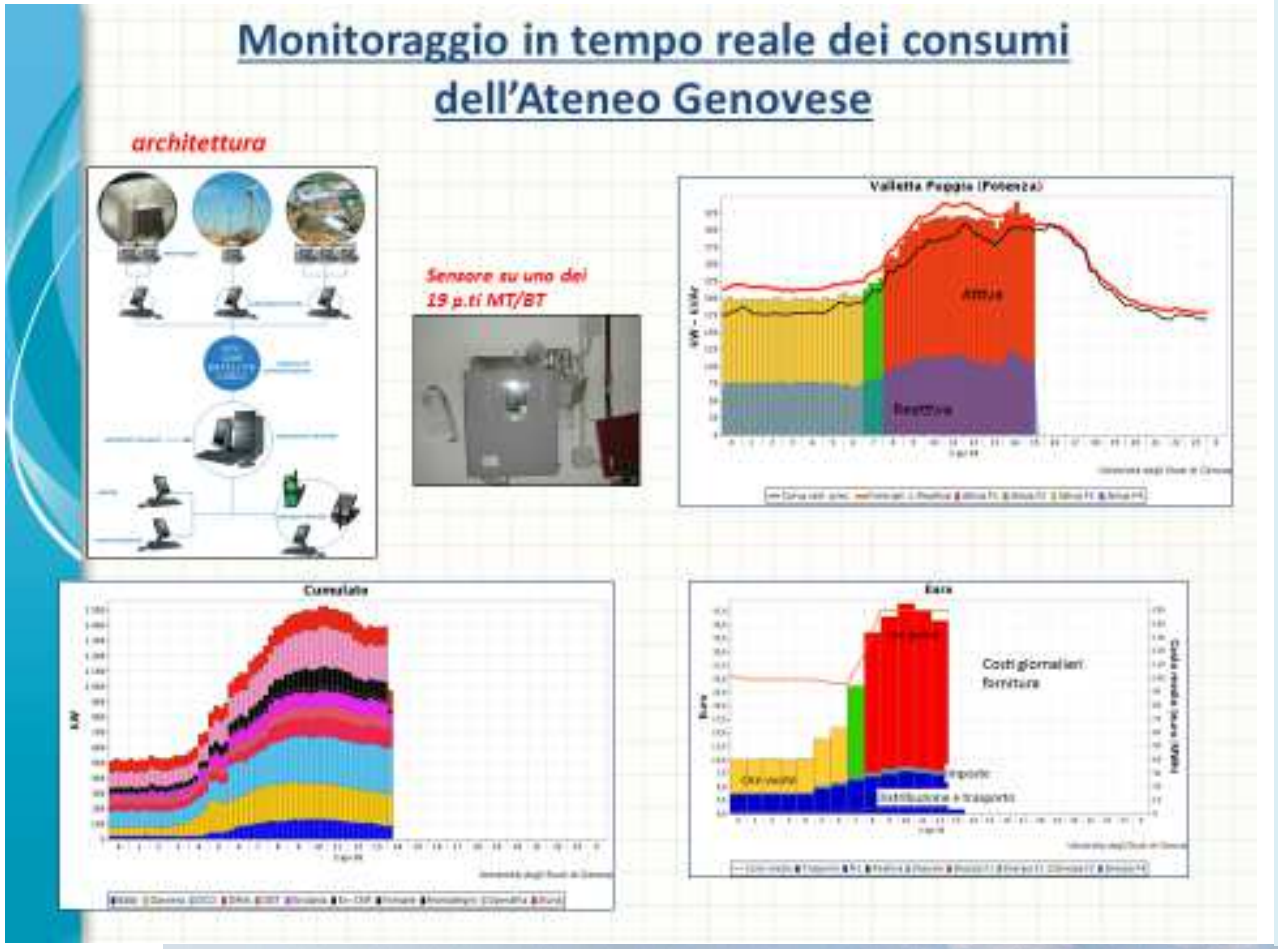
- **Implementazione presso siti pilota** identificati con i partner del progetto. per ricavare possibili politiche di "**best practice**".

- Migliore gestione delle gare di **approvvigionamento dell'energia e di <u>bill-auditing</u>**

- **Azioni di disseminazione**, partecipazione a Workshop dimostrativi, realizzazione di un sito web.

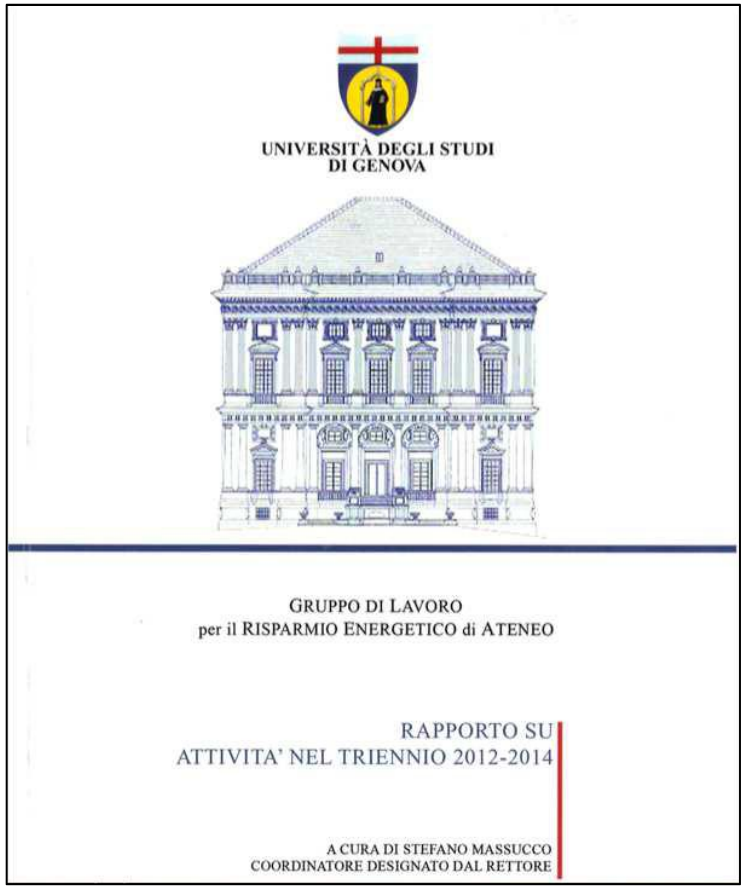
- interfaccia tecnica con progetti Genova Smart City.

Struttura del sistema di monitoraggio in Ateneo



- **Consumo annuo** di energia elettrica 20 GWh
- **20 punti di distribuzione** MT/BT
- **Microgrid** sperimentale di Ateneo **a Genova in Darsena** con:
  - ***Impianto FV*** da 19,74 kW
  - ***controllo del carico***
  - ***sistema di accumulo*** agli ioni di litio: 4 moduli da 2,2 kWh – 48 V da 10 kW – 12 kVA

consolidate esperienze


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA

GRUPPO DI LAVORO
per il RISPARMIO ENERGETICO di ATENEO

RAPPORTO SU
ATTIVITA' NEL TRIENNIO 2012-2014

A CURA DI STEFANO MASSUCCO
COORDINATORE DESIGNATO DAL RETTORE

Contents lists available at ScienceDirect

Energy and Buildings

journal homepage: www.elsevier.com/locate/enbuild

Electrical consumption forecasting in hospital facilities: An application case

A. Bagnasco[a], F. Fresi[b], M. Saviozzi[a], F. Silvestro[a,*], A. Vinci[a]

[a] University of Genova, Department of Electrical, Electronic, Telecommunication Engineering and Naval Architecture (DITEN), Italy
[b] Gruppo Humanitas, Clinica Cellini (Torino), Italy

ARTICLE INFO

Article history:
Received 4 December 2014
Received in revised form 24 April 2015
Accepted 3 May 2015
Available online 2 July 2015

Keywords:
Load forecasting
Neural networks
Electrical consumption in an hospital facility
Energy management systems
Building management systems

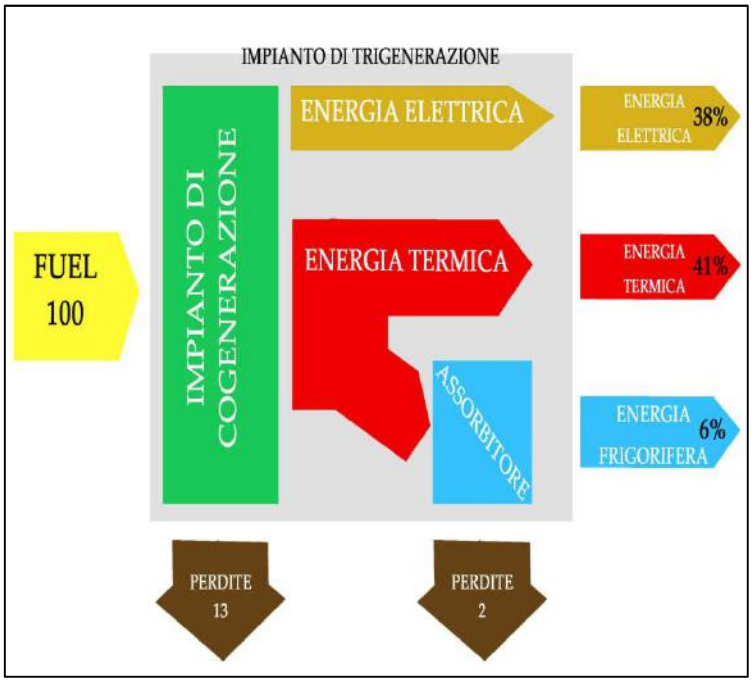
ABSTRACT

The topic of energy efficiency applied to buildings represents one of the key aspects in today's international energy policies. Emissions reduction and the achievement of the targets set by the Kyoto Protocol are becoming a fundamental concern in the work of engineers and technicians operating in the energy management field. Optimal energy management practices need to deal with uncertainties in generation and demand, hence the development of reliable forecasting methods is an important priority area of research in electric energy systems. This paper presents a load forecasting model and the way it was applied to a real case study, to forecast the electrical consumption of the Cellini medical clinic of Turin. The model can be easily integrated into a Building Management System or into a real time monitoring system. The load forecasting is performed through the implementation of an artificial neural network (ANN). The proposed multi-layer perceptron ANN, based on a back propagation training algorithm, is able to take as inputs: loads, data concerning the type of day (e.g. weekday/holiday), time of the day and weather data. In particular, this work focuses on providing a detailed analysis and an innovative formal procedure for the selection of all the ANN parameters.

© 2015 Elsevier B.V. All rights reserved.

L'OSPEDALE SAN MARTINO DI GENOVA

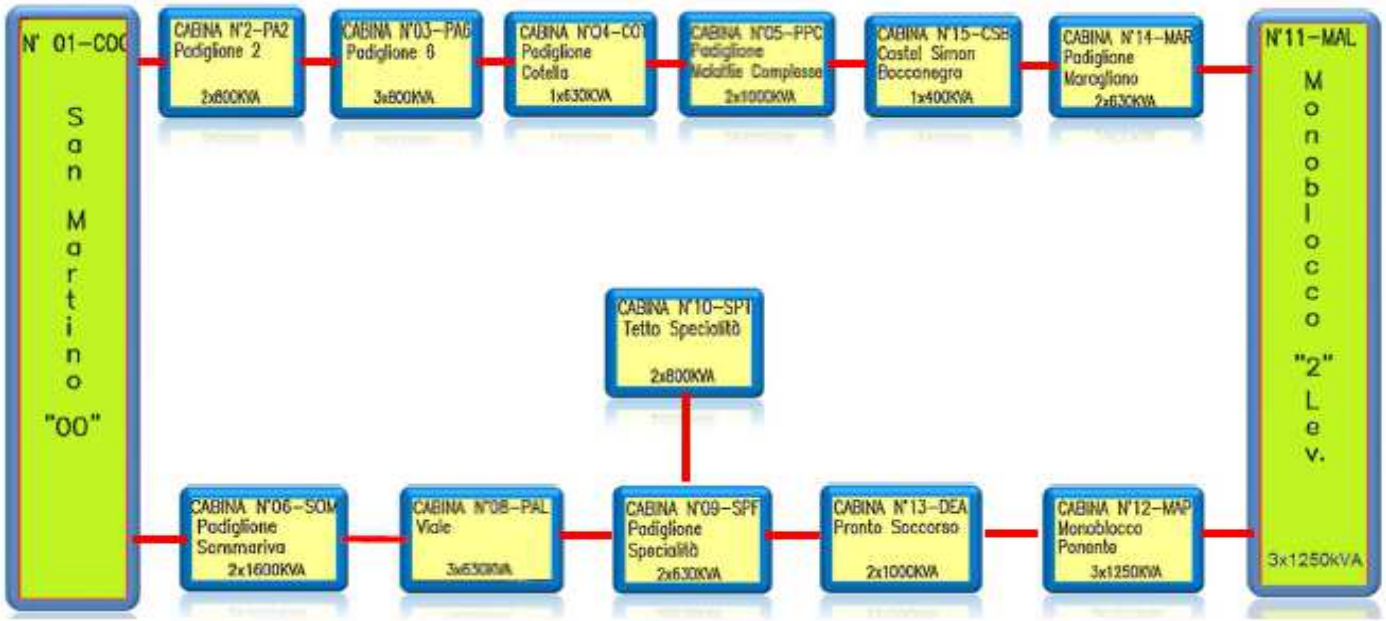
- superficie totale: 340.000 m2
- personale: 4.500
- 14 punti di distribuzione MT/BT
- **Sistema di tri-generazione**:
  - Potenza elettrica: 3.200 kW
  - Potenza termica: 3.600 kW
  - Efficienza elettrica: 38%
  - Efficienza termica: 41%
  - Efficienza dell'Assrbitore: 6%



		en. Termica	en. Elettrica	en. Totale	metano	en. El.
		MWh	MWh	MWh	m^3 di gas	MWh
prima	impianto attuale di tipo convenzionale	52.300	20.250	72.550	6.152.941	20.250
dopo	impianto trigenerativo	14.270	15.153	72.550	3.515.579	-
	integrazione con impianto esistente + ENEL	38.030	5.097		4.474.118	5.097

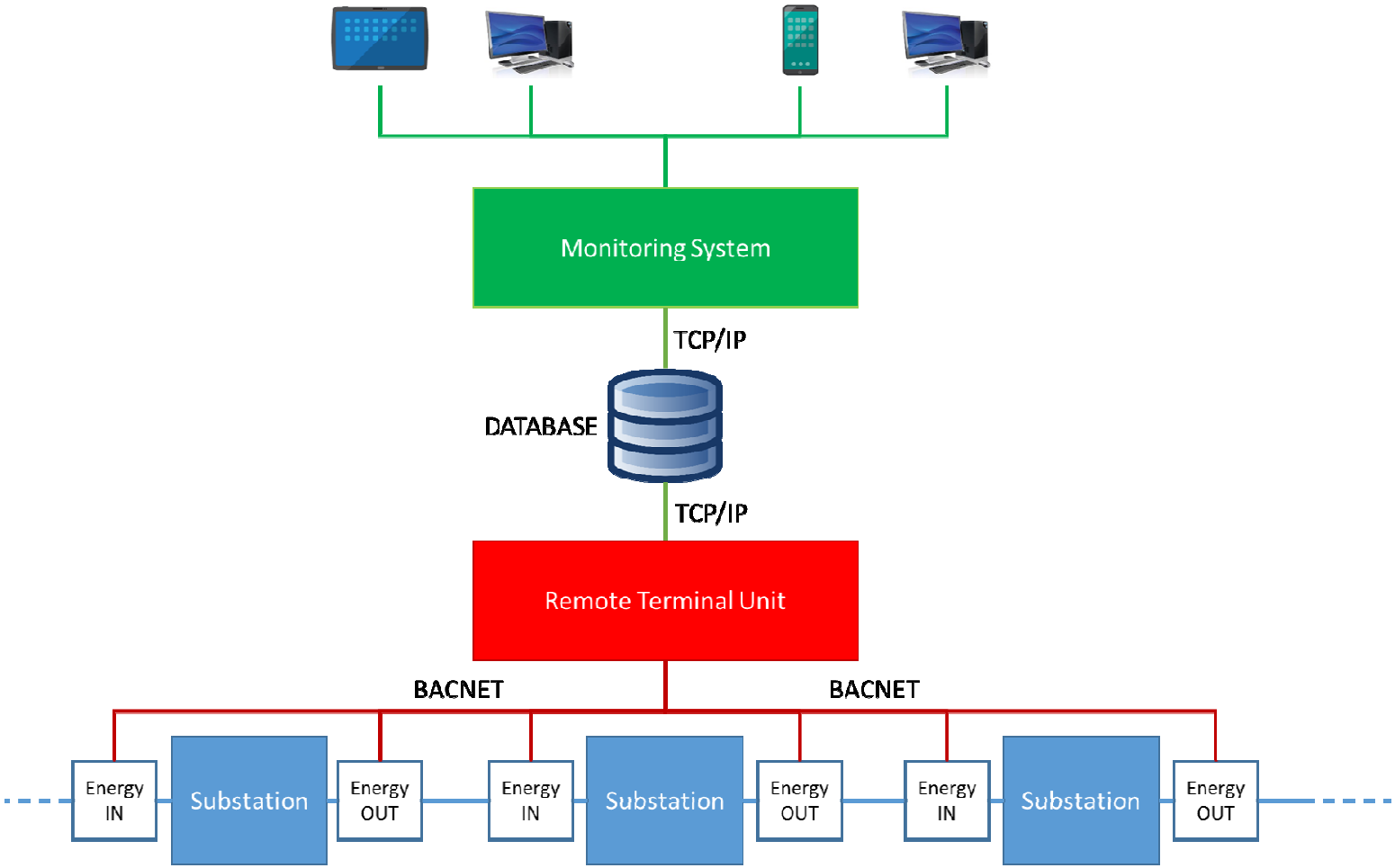
OSPEDALE POLICLINICO SAN MARTINO
Sistema Sanitario Regione Liguria

La rete elettrica dell'ospedale San Martino



- è una **rete in Media Tensione (MT) a 15 kV**, che si estende per 3,7 km.
- è connessa alla rete di distribuzione attraverso **due punti di consegna 132/15 kV** ed ha una potenza impegnata complessiva di circa 4000 kW.
- Ha una **configurazione ad anello** ma è normalmente **esercita in modo radiale**,
- È composta da **14 cabine in configurazione entra-esci**, di cui 13 di trasformazione MT/BT (una cabina è esclusivamente dedicata all'allacciamento alla rete elettrica nazionale).

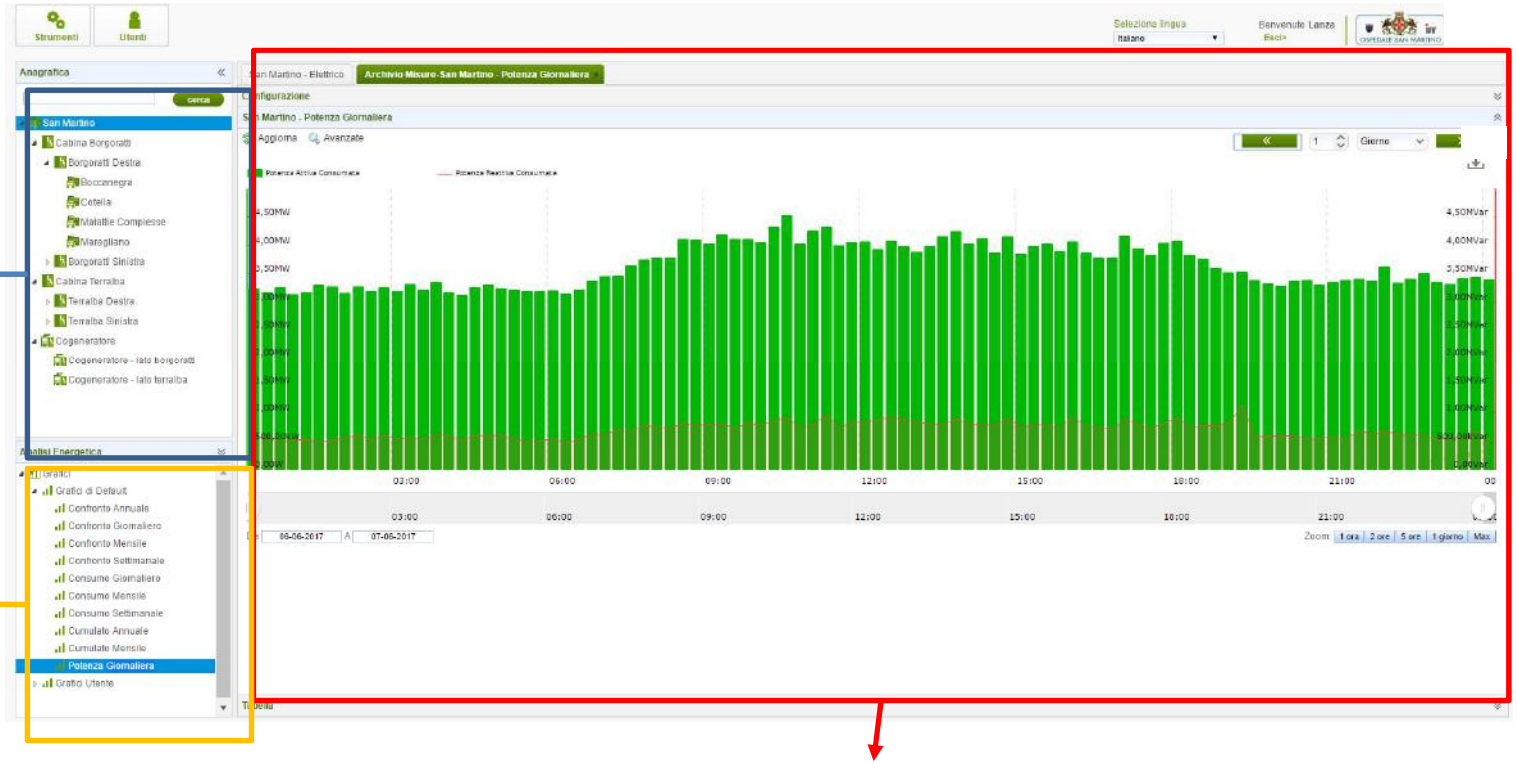
IMPLEMENTAZIONE DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO IN TEMPO REALE



IMPLEMENTAZIONE DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO IN TEMPO REALE

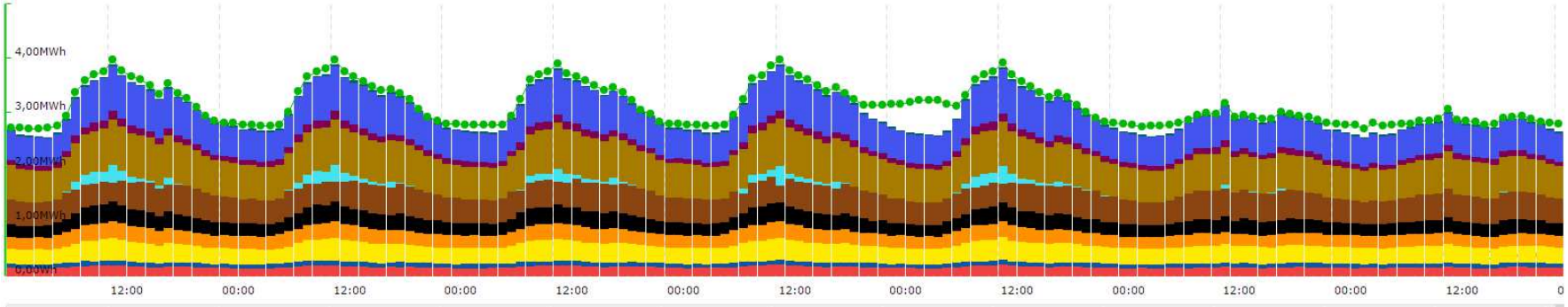
Albero gerarchico dei punti di misura

Grafici proposti e adattabili

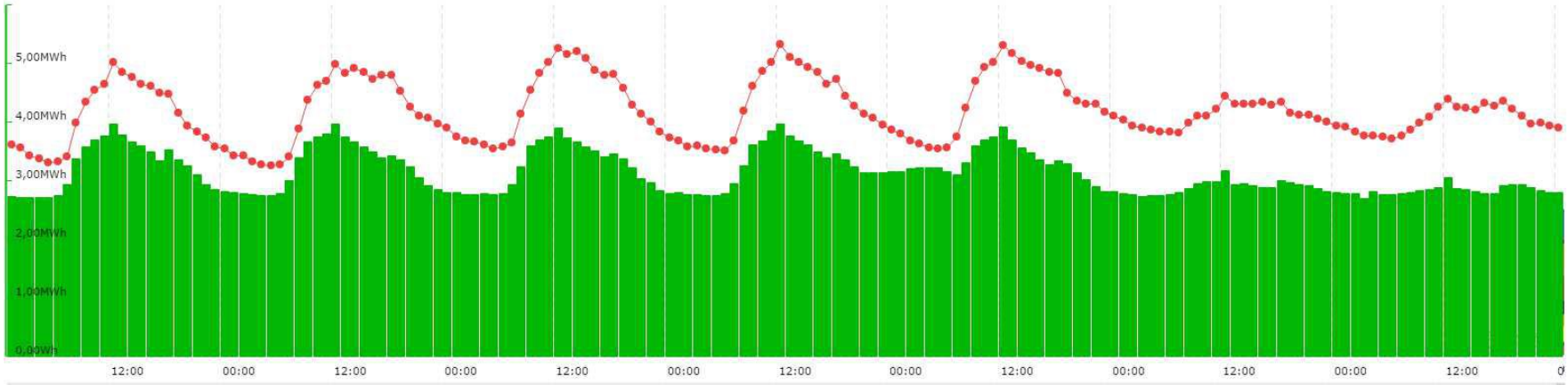


Schermata principale con grafici e andamenti di variabili

APPLICAZIONI DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO



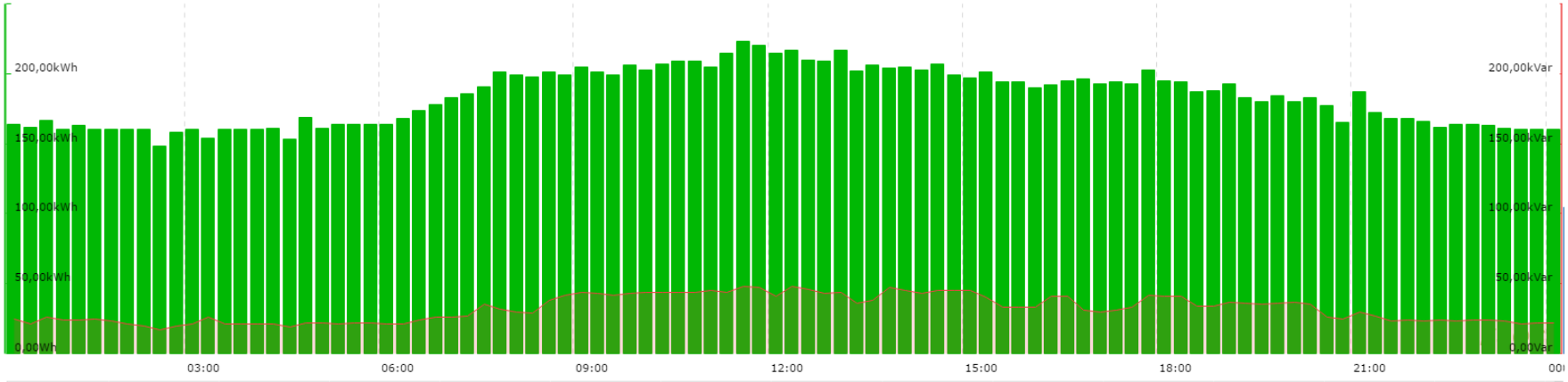
Andamento del consumo energetico per una settimana (tutti i Padiglioni) (CW 11)



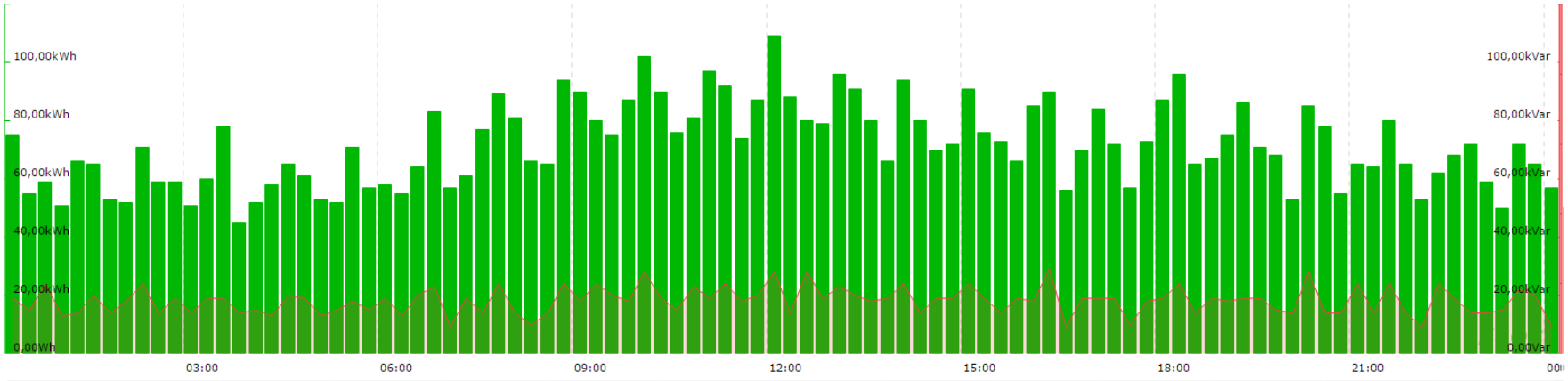
Comportamento stagionale: consumo orario per una settimana

inverno (verde) e **estate** (rosso)

APPLICAZIONI DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO

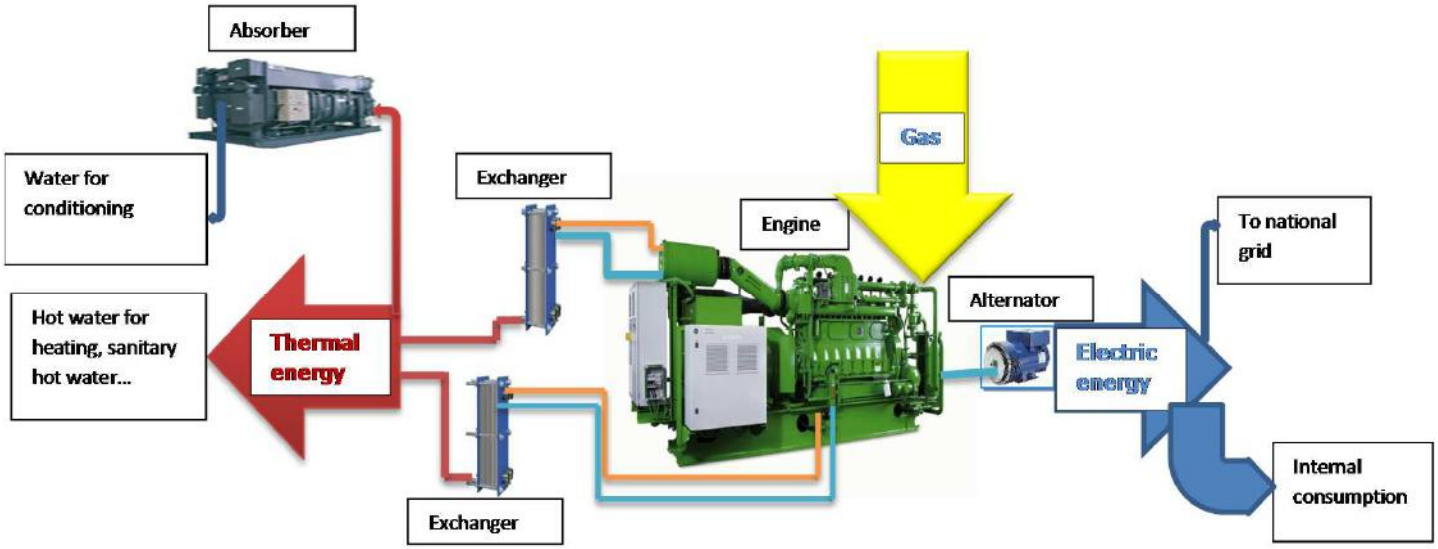


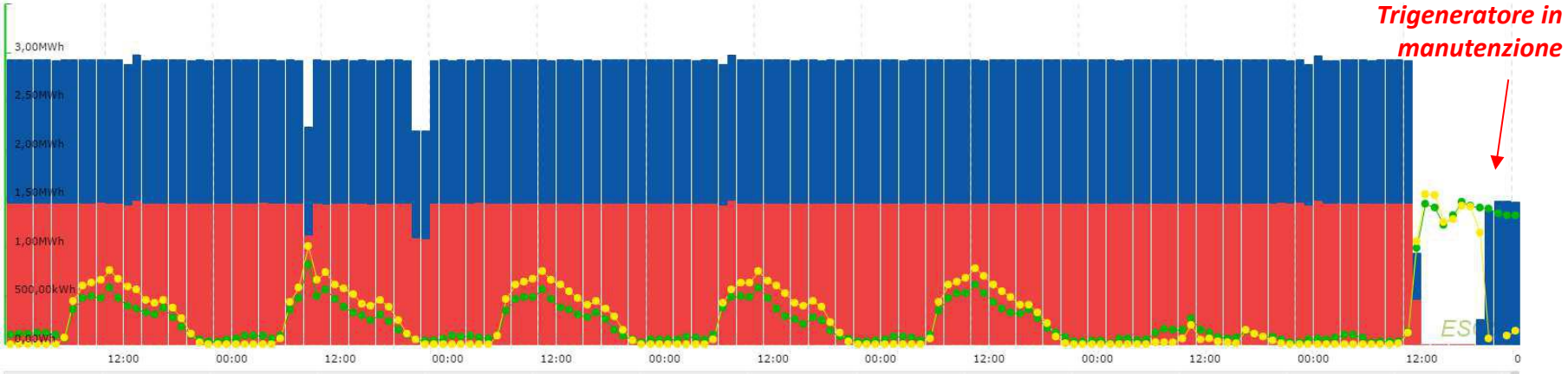
Consumo energetico giornaliero (24h) del Padiglione Monoblocco Est campionamento a 15 minuti – 23.03.2017)



Consumo energetico giornaliero (24h) del Padiglione Specialità campionamento a 15 minuti – 23.03.2017)

APPLICAZIONI DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO





Produzione oraria tipica del Trigeneratore per una settimana (CW 11/2017)

Ottimizzazione degli assorbimenti di energia reattiva cabina MT Terralba

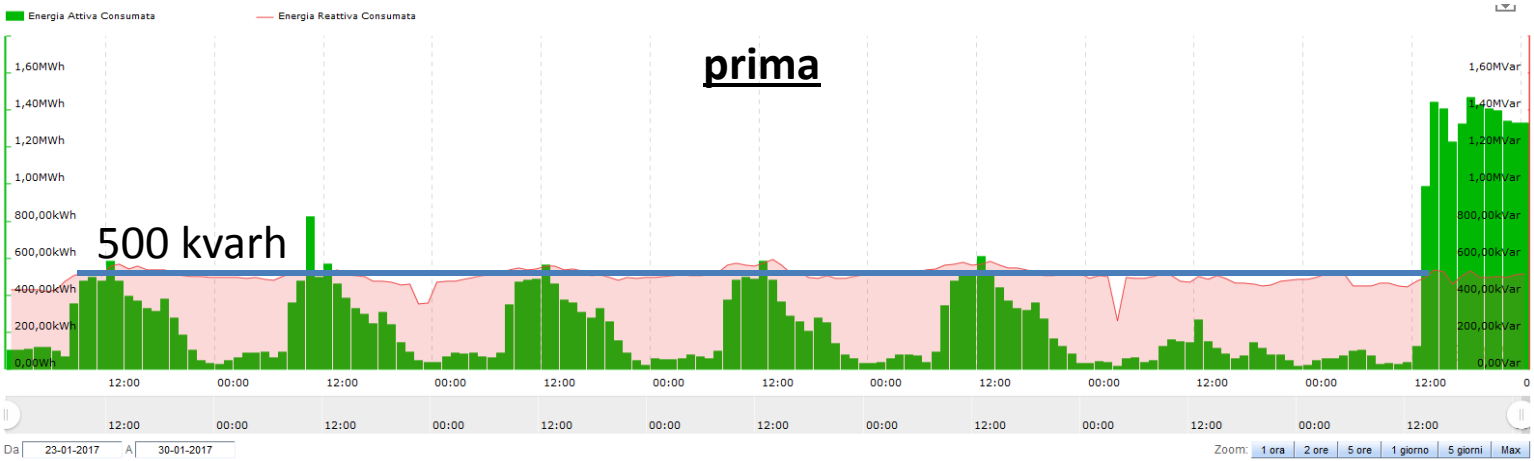
L'analisi dei dati ottenuti **tramite il sistema di monitoraggio ha evidenziato un assorbimento anomalo di energia reattiva** dalla rete ENEL attraverso la cabina MT Terralba

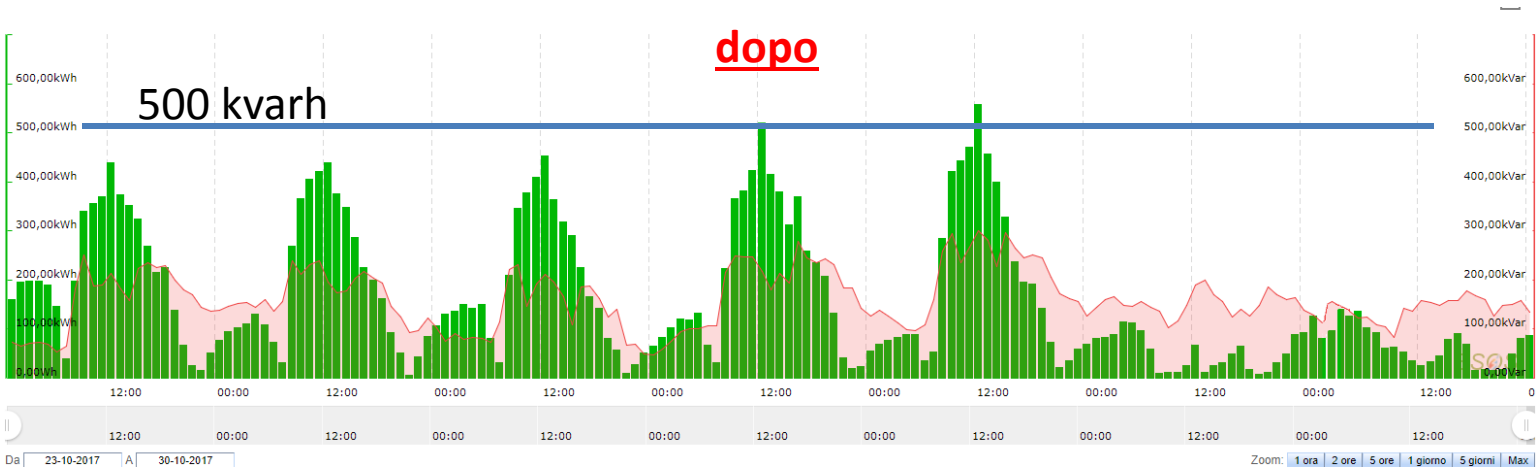
Problematiche:
- Consumi non ottimizzati
- Maggiori perdite
- Penali

In seguito ad un'analisi specifica sono stati eseguiti **interventi correttivi**:
- Ottimizzazione del sistema di rifasamento locale in cabina
- Ottimizzazione della configurazione dell'anello di distribuzione MT

Risultato:
- Assorbimenti di energia reattiva da ENEL **dimezzati**

Ottimizzazione degli assorbimenti di energia reattiva cabina MT Terralba





Possibili ulteriori applicazioni

applicare i concetti del «*green building*» a partire da misure reali e utilizzando **modelli energetici dinamici messi a punto e validati**.

- **Edifici della Pubblica Amministrazione** (Comune, Regione, Università, Scuole, ecc)
- **Edifici privati** (Industriali, Grande distribuzione, Servizi, ecc.)
- **Ospedali**, Cliniche
- Centri sportivi

CONCLUSIONI

Evidenziati i cambiamenti normativi in atto e necessità di strumenti che permettano la conoscenza dei consumi energetici non solo a posteriori ma anche in tempo reale

Caratteristiche generali di una piattaforma di Monitoraggio (multi sito, multi vettore energetico, web based, con "intelligenza a bordo")

Applicazione al sito Università di Genova

Applicazione all'Ospedale San Martino:

- Importanza del sistema di Trigenerazione
- Analisi dei diversi Padiglioni per evidenziare malfunzionameni ed evitare sprechi
- Valutazione stagionale, settimanale, giornaliera
- Implementazione azioni preventive e correttive

GREEN SOLUTIONS per la rigenerazione urbana
Focus: "Smart Building & Efficienza Energetica"

Genova, 24 novembre 2017 - Salone di Rappresentanza, Palazzo Tursi

STRATEGIE DI EFFICIENZA ENERGETICA E MONITORAGGIO IN TEMPO REALE DEI CONSUMI DI ENERGIA. UN CASO DI STUDIO: L'OSPEDALE SAN MARTINO

grazie dell'attenzione!

stefano.massucco@unige.it