



# Il Dimostrativo Italiano del Progetto Europeo Grid4EU

*Un sistema di controllo innovativo per l'integrazione della generazione distribuita nella rete di distribuzione MT*

Lilia Consiglio – Enel Distribuzione

Ivan Rochira – Siemens

Diana Moneta – RSE

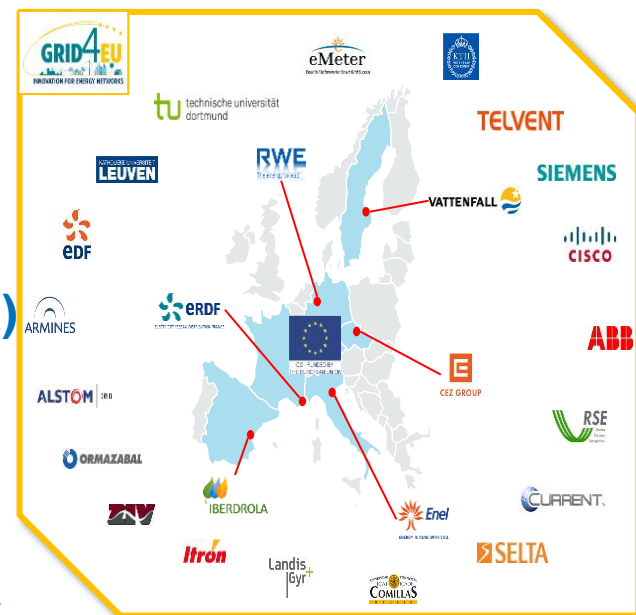


SIEMENS



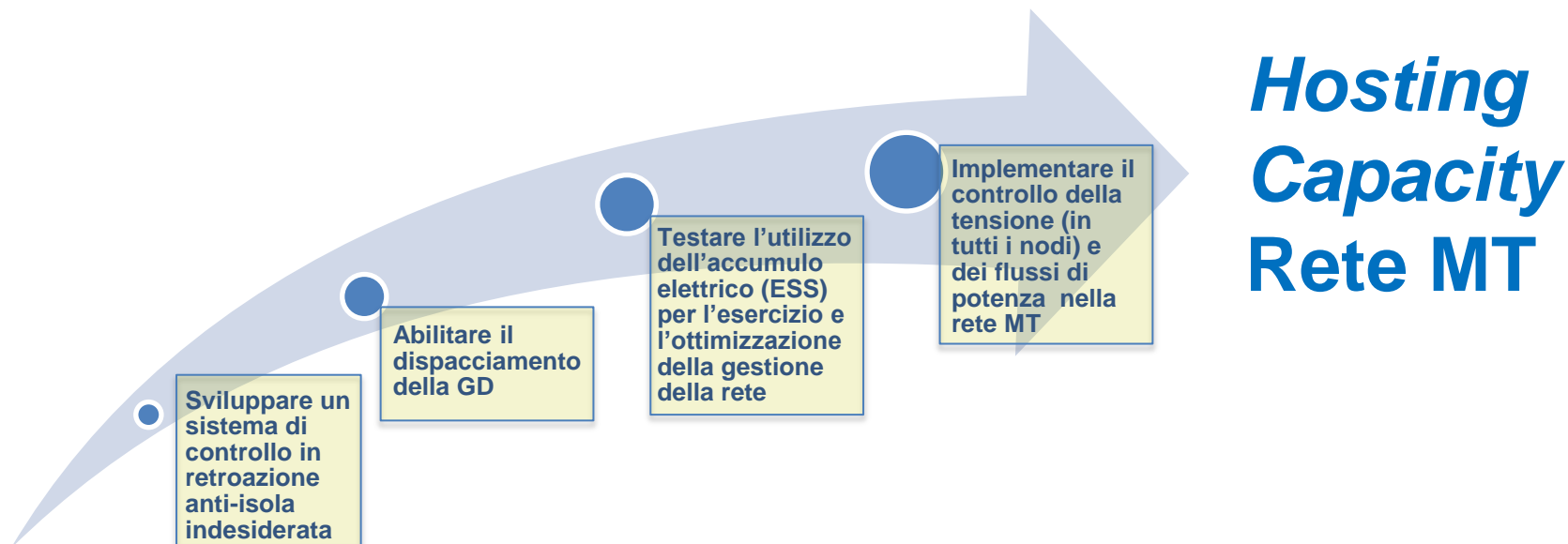
# Il Progetto Europeo Grid4EU

- 6 Dimostrativi (DEMO) Smart Grids in Europa (Italia, Francia, Germania, Repubblica Ceca, Spagna, Svezia)
- Guidato da 6 società di distribuzione europee (a cui fanno capo più del 50% dei punti di misura dell'energia elettrica in Europa)
- 27 Partner (Utility, Energy Supplier, Partner Tecnologici, Centri di Ricerca ed Università)
- Durata: 4 anni (Novembre 2011 - Gennaio 2016)
- Costo totale: 53M€ ca (max finanz. CE 25.5 M€ ca)
- Coordinatore del progetto: ERDF
- Direzione tecnica: ENEL Distribuzione
- Chairman dell'Assemblea Generale: IBERDROLA



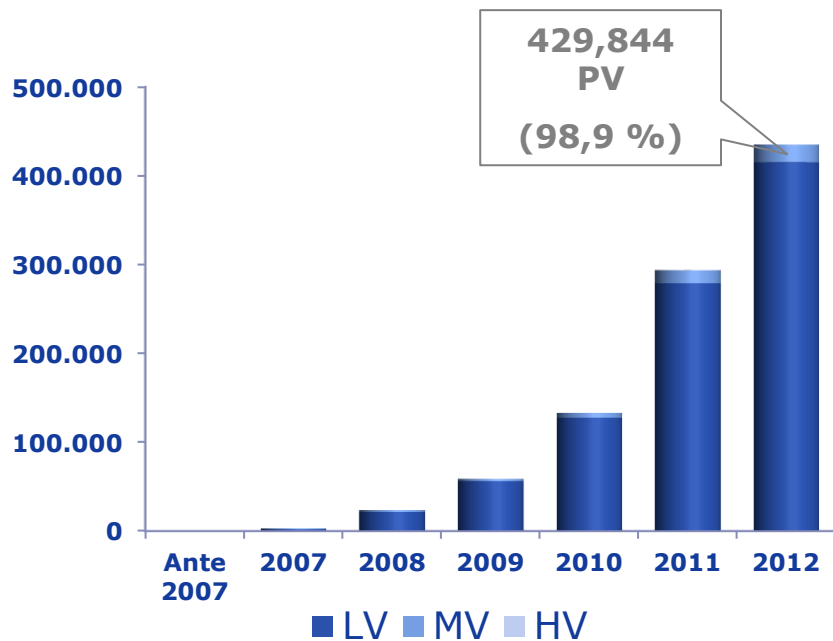
# Il Dimostrativo Italiano (DEMO 4)

Incrementare la *hosting capacity* della rete di distribuzione di Media Tensione ai fini di massimizzare l'integrazione degli Impianti di Generazione Distribuita (GD), in particolar modo fotovoltaici, introducendo *Active Control* e *Demand Response* delle DER (generatori MT, carichi controllabili ed un sistema di storage)

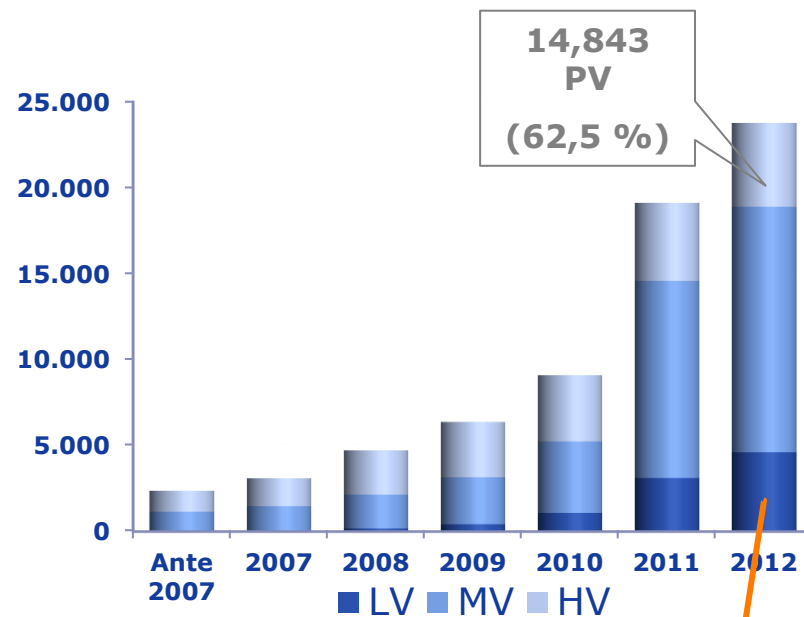


# Lo Sviluppo delle FER in Italia

*Generazione connessa alla rete di Enel Distribuzione*



**Connections [No.]**  
*Cumulative Data*



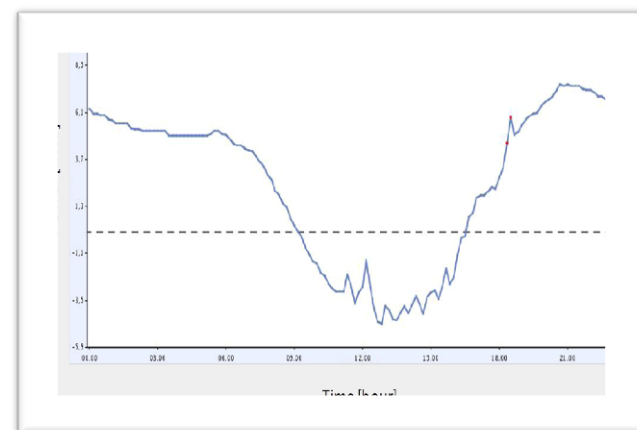
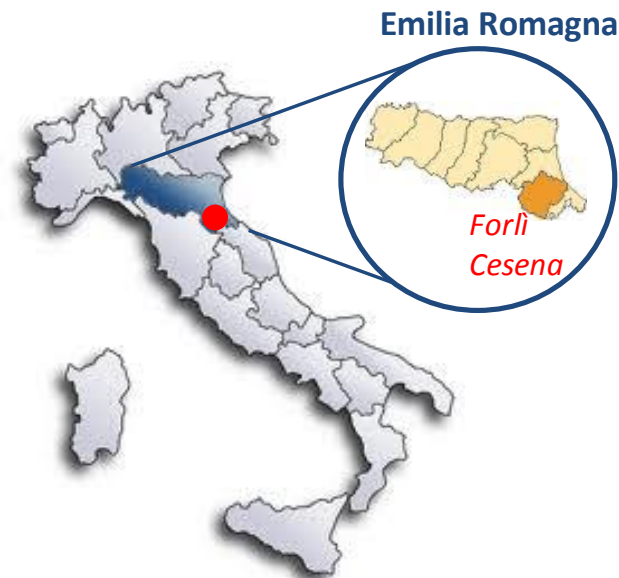
**Connected Power [MW]**  
*Cumulative Data*

***La maggior parte della generazione è connessa in MT***

Data Source: Enel Distribuzione (dicembre 2012)

# Sito del Dimostrativo (1/2)

- Il sito del dimostrativo è nell'area di Forlì – Cesena
- Sono interessate dalla sperimentazione 2 cabine primarie, 20 linee MT e più di 110 cabine secondarie (comprendendo gli impianti FER).
- E' un sito ad alta penetrazione di generazione da fonti rinnovabili (105 MWp) e consumo non elevato in confronto.
- E' stato più volte registrato il fenomeno di risalita di potenza dalla rete MT verso l'AT.



# Sito del Dimostrativo (2/2)

The map displays a network of yellow pins along a route between Forlì and Cesena. Three specific locations are highlighted with red circles and connected to inset images:

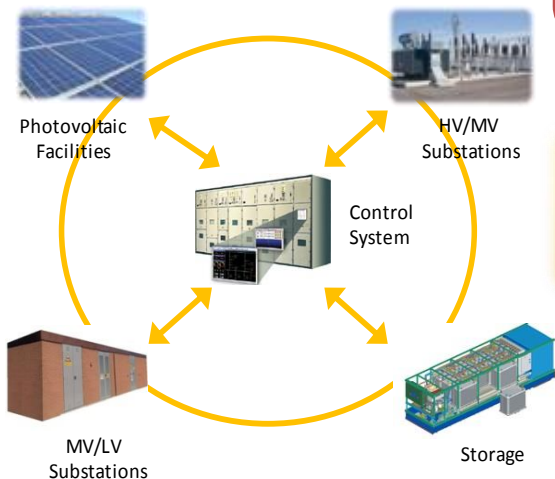
- Cabina Primaria "Cesena Ovest"**: Located near Cesena, shown as a large outdoor electrical substation.
- Cabina Primaria "Quarto"**: Located near Santa Sofia, shown as an outdoor electrical substation.
- Cabina Secondaria MT "Smistamento"**: Located near Cesena, shown as an indoor medium-voltage cabinet with glowing blue components.

Other locations on the map include Faenza, Cervia, Cesenatico, Savignano Sul Rubicone, Rimini, and Cattolica. Road markers for E45, SS254, E55, SS16, SS87, and SS71 are also visible.

# Il Sistema in Corso di Realizzazione



Un sistema di controllo avanzato in grado di comunicare con gli impianti di generazione distribuita, con le cabine primarie e secondarie e con un sistema di accumulo elettrico (ESS)



Un sistema di comunicazione "always on" basato su protocollo IP, che si avvalrà di diverse tecnologie wireless (LTE, WiMax), xDSL ed OCV



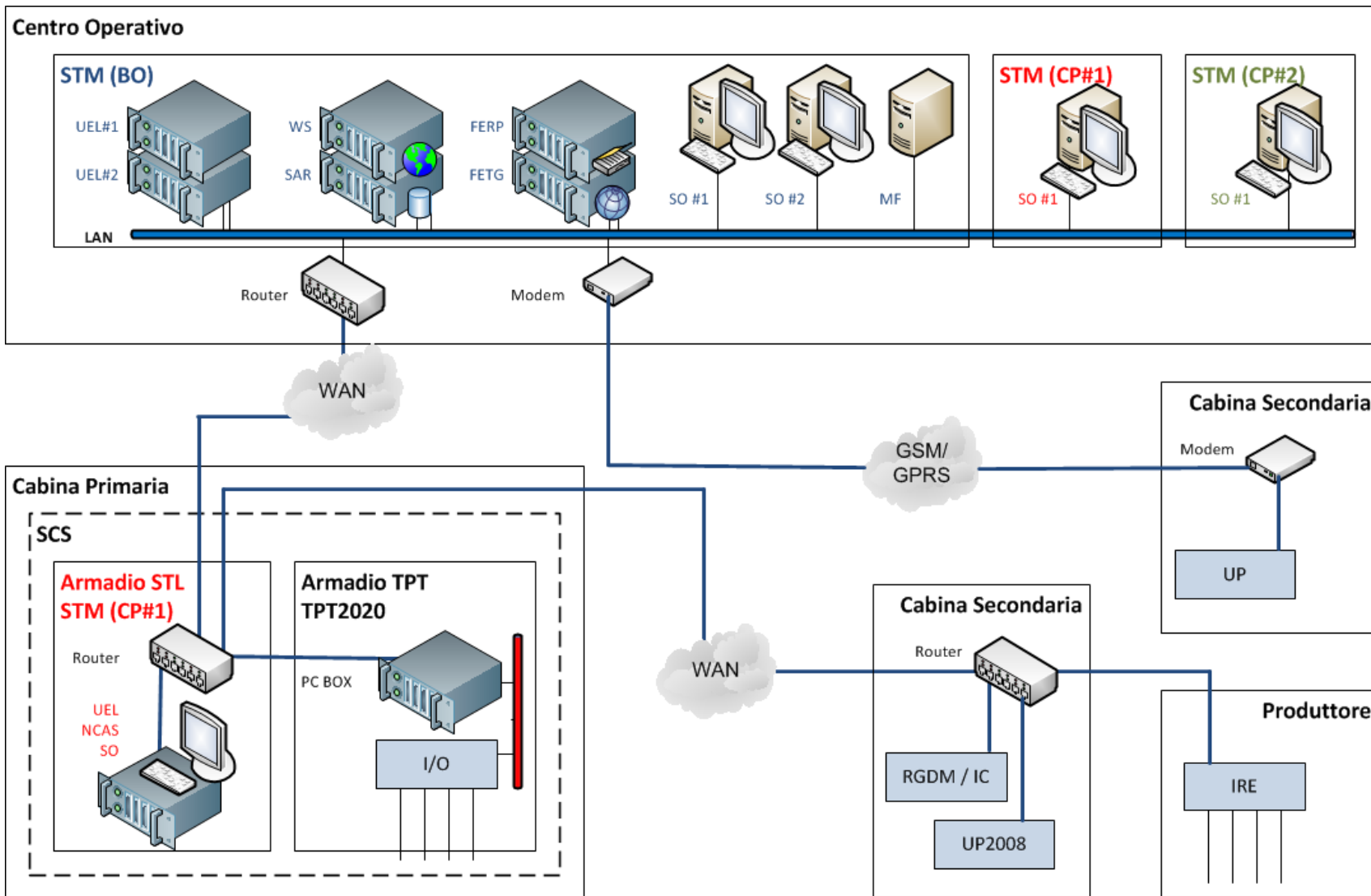
ESS: un dispositivo di accumulo elettrico (1 MVA / 1 MWh) che verrà installato in cabina secondaria e connettibile a diverse linee MT

# Le funzionalità principali (“use cases”)





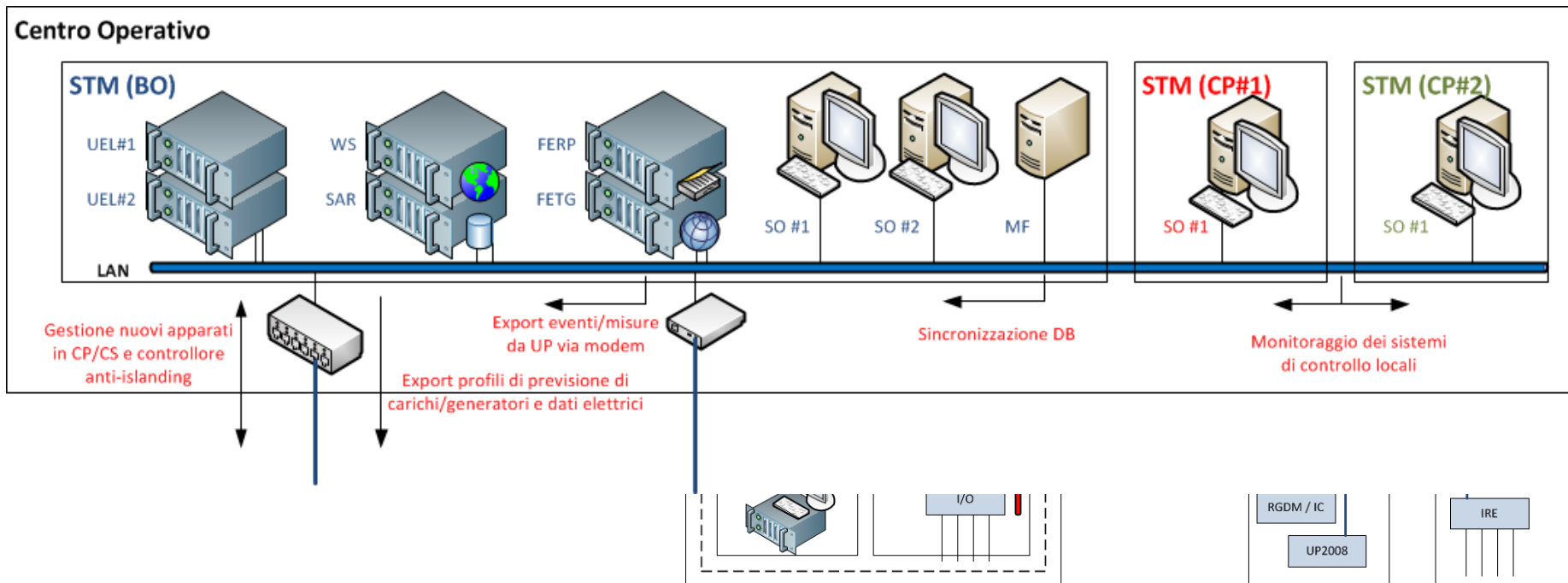
# Architettura del sistema di telecontrollo



# Centro operativo

## Estensioni introdotte sul sistema di telecontrollo del CO:

- Gestione nuovi apparati collocati in CP, CS e presso produttore/impianto MT



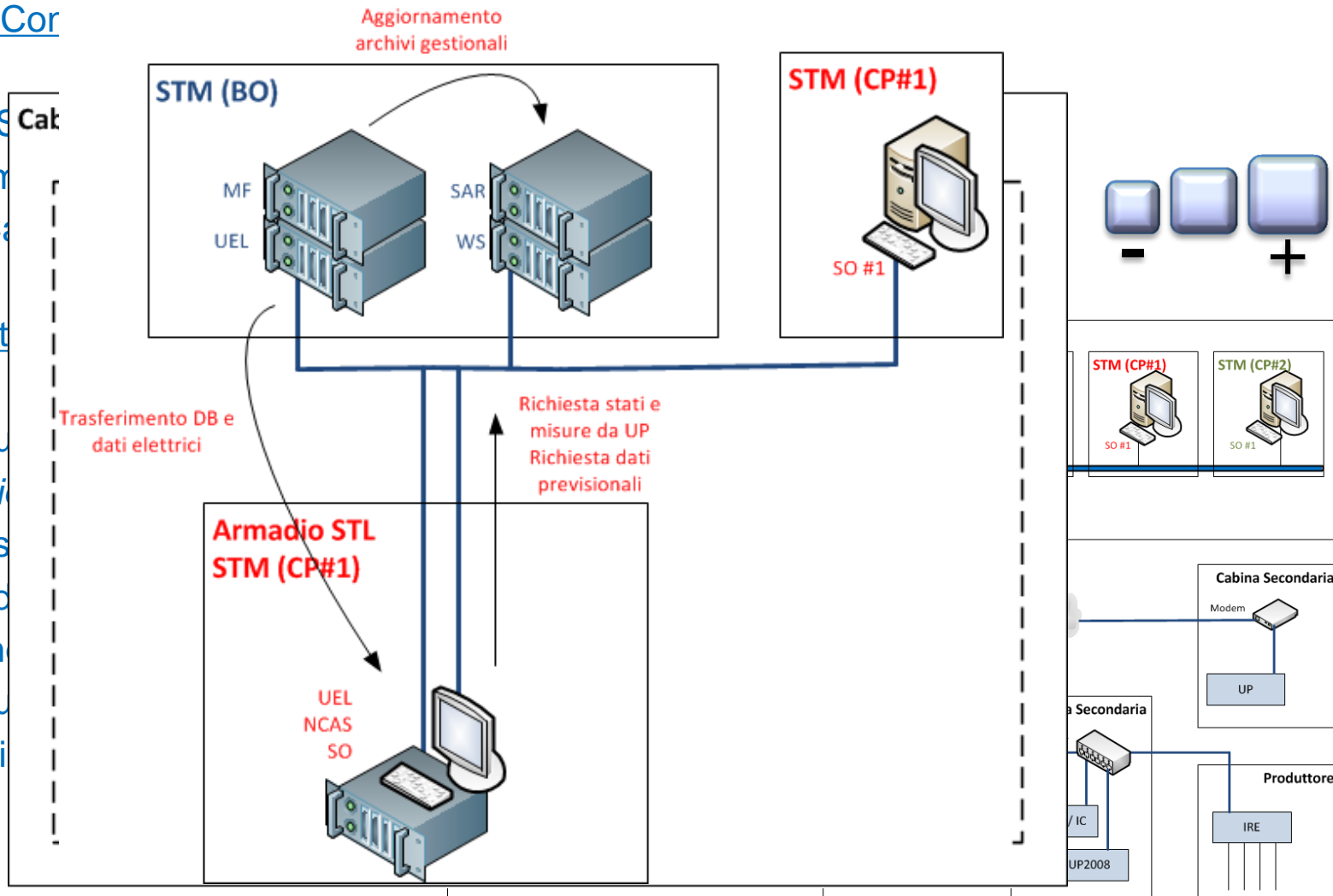
# Sistema di controllo di cabina primaria

## Il Sistema di Cor

- Sistema S Cat
- Piattaform
- RTU di Ca

## Info scambiati

- Stati/misu
- Capabilit
- Risultati s
- Risultati c
- Trasferim
- Stati/misu
- Dati previ

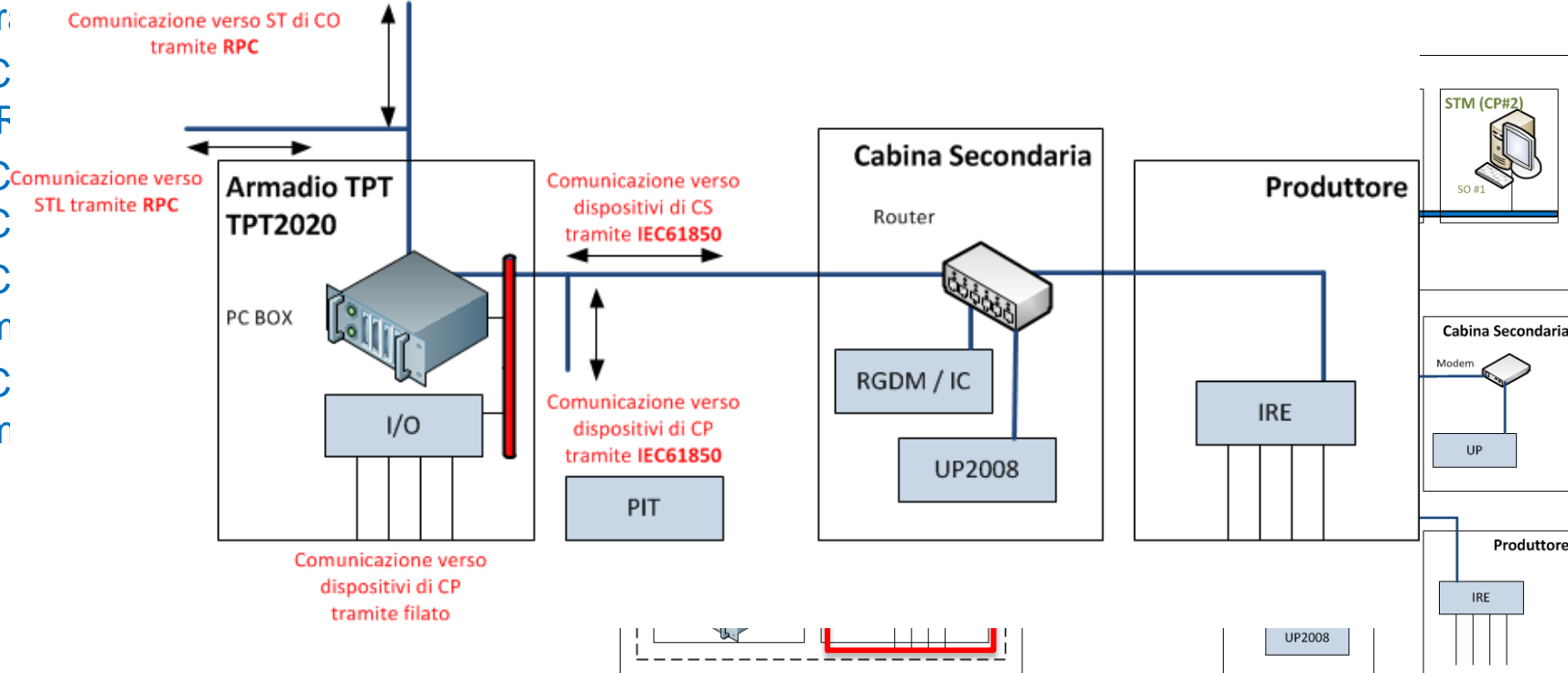


# RTU di cabina primaria TPT2020

I nuovi canali di comunicazione che l'RTU di CP (TPT2020) adotta:

- Comunicazione verso Protezione Integrata Trasformatore (PIT)

tr:  
• C  
• IF  
• C  
• C  
• C  
• m  
• C  
• m



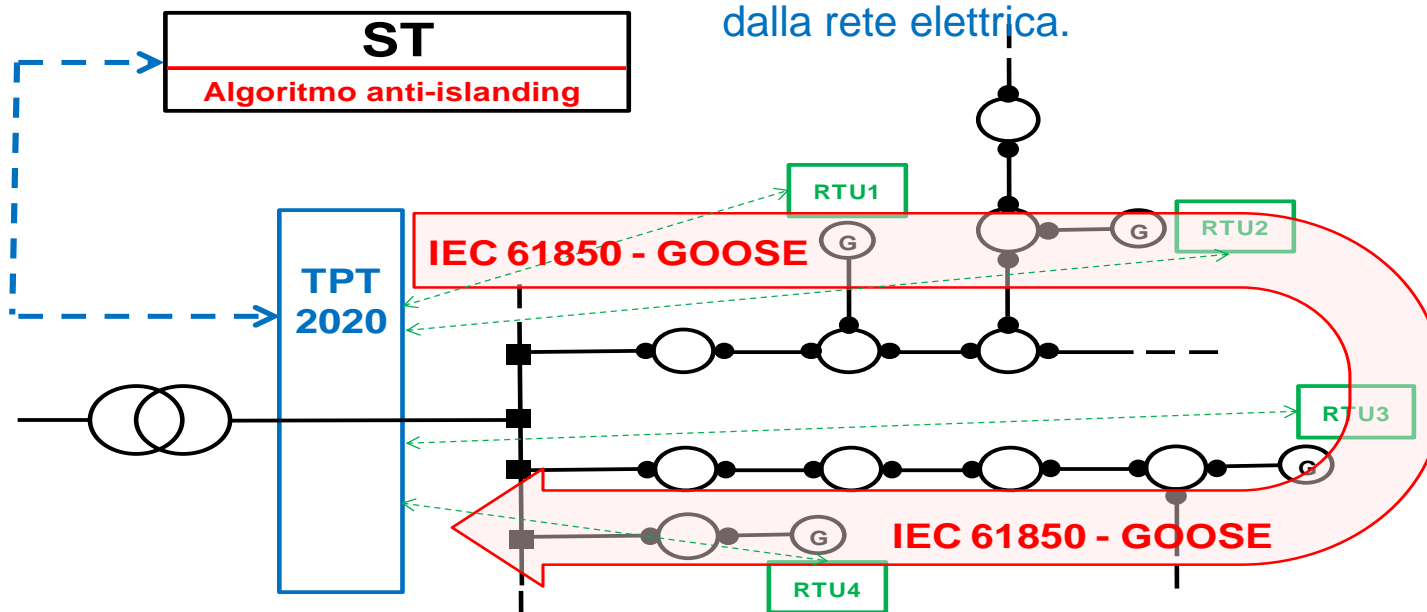
# TPT2020 – Algoritmo di anti-islanding

L'algoritmo di anti-islanding ha lo scopo di distaccare la generazione afferente ad un tratto di linea elettrica disalimentato.

La disalimentazione può essere dovuta ad interventi di manutenzione o guasti. Ad ogni elemento di sconnessione della Cabina Primaria e della rete MT sottesa viene associato un identificativo univoco con l'informazione della topologia della rete.

Quando si apre un elemento di sconnessione, l'identificativo di tale elemento viene inviato sulla rete di comunicazione (richiesta di teledistacco).

Ogni RGDM/IC raccoglie questo messaggio e comprende se è posizionato a valle o a monte dell'elemento a cui appartiene l'identificativo ricevuto e se la sua posizione è a valle sconnette l'impianto di generazione dalla rete elettrica.



# Architettura sistema dei calcoli elettrici

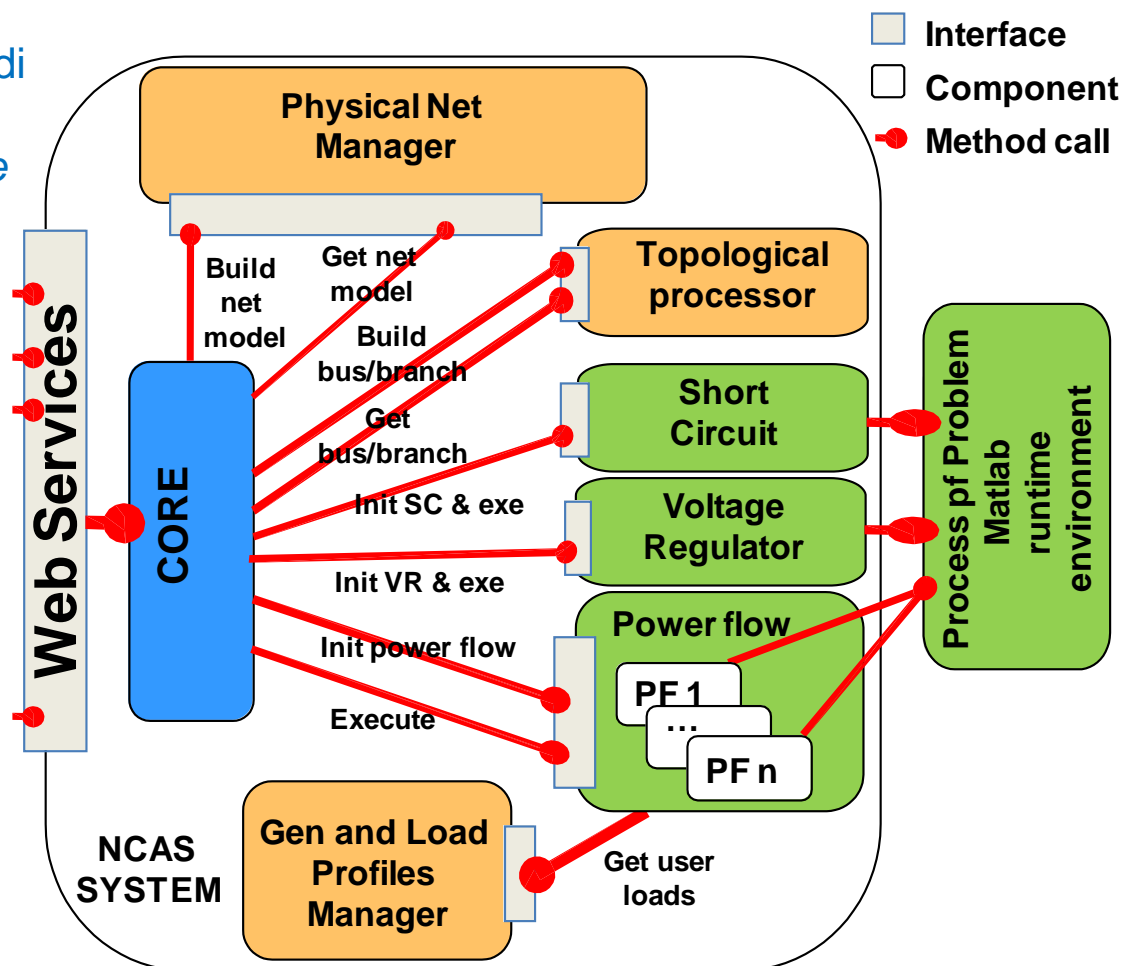
## La Piattaforma dei Calcoli Elettrici (NCAS)

Questa piattaforma è progettata per essere modulare ed aperta. Dal punto di vista delle sue interfacce essa espone interfacce standard di tipo *Web Service (HTML/SOAP)*;

Internamente i componenti principali sono:

- Network Manager
- Topological Processor
- Plug-In Manager
- Load / Generation Profile Manager

La Piattaforma può ospitare diversi algoritmi; è il sistema STL che decide quali algoritmi attivare a seconda della sua configurazione (necessità / informazioni disponibili).



# Calcoli elettrici – Stima dello stato

La Stima dello Stato della rete MT è condizione necessaria prima che qualsiasi algoritmo di analisi o ottimizzazione possa essere eseguito.

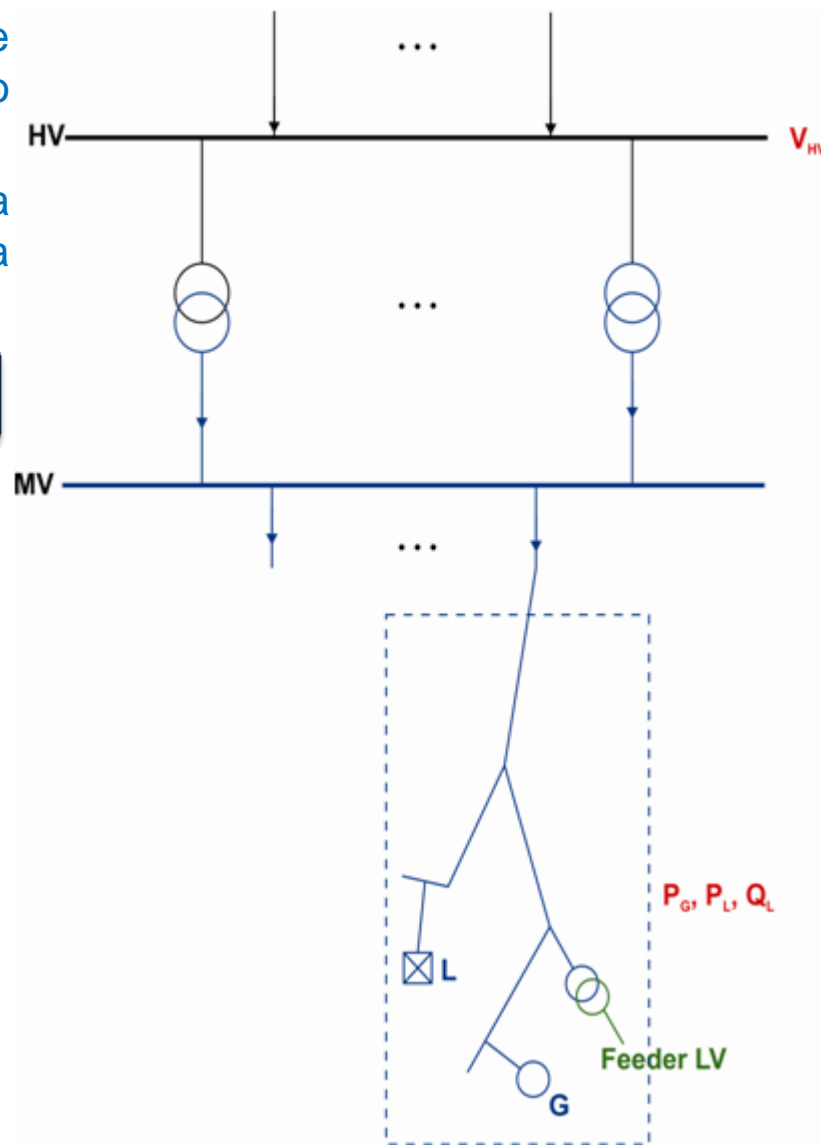
Gli algoritmi sono ordinati secondo la precisione; la scelta dell'algoritmo dipende dall'insieme di misure a disposizione.



## Ingressi

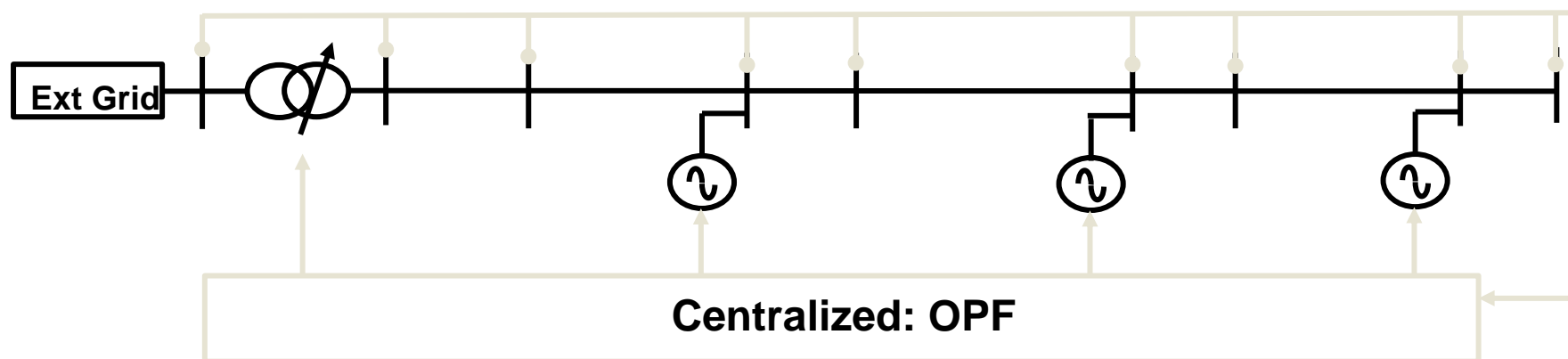
Misure	Profili stimati
$V_{HV}$	$P_G, Q_G, P_L, Q_L$ (se non acquisite)

**OBIETTIVO:** modificare i profili stimati in modo tale da minimizzare/azzerare gli errori tra le tensioni/correnti misurate e quelle calcolate utilizzando i profili stimati.



# Calcoli elettrici – Regolazione della tensione

L'algoritmo di regolazione di tensione (di tipo centralizzato) o Optimal Power Flow (OPF) definisce un set point per ogni risorsa in grado di modulare la potenza reattiva, con lo scopo di mantenere il profilo di tensione all'interno dei limiti e minimizzando una funzione obiettivo per migliorare l'esercizio della rete (ad.es. minimizzazione delle perdite).



## Variabili di controllo:

- Potenza reattiva dei generatori distribuiti (dispacciabilità della potenza reattiva impostabile per ogni generatore)
- Tap changer del trasformatore AT/MT
- P e Q da dispositivo di accumulo elettrico (storage)



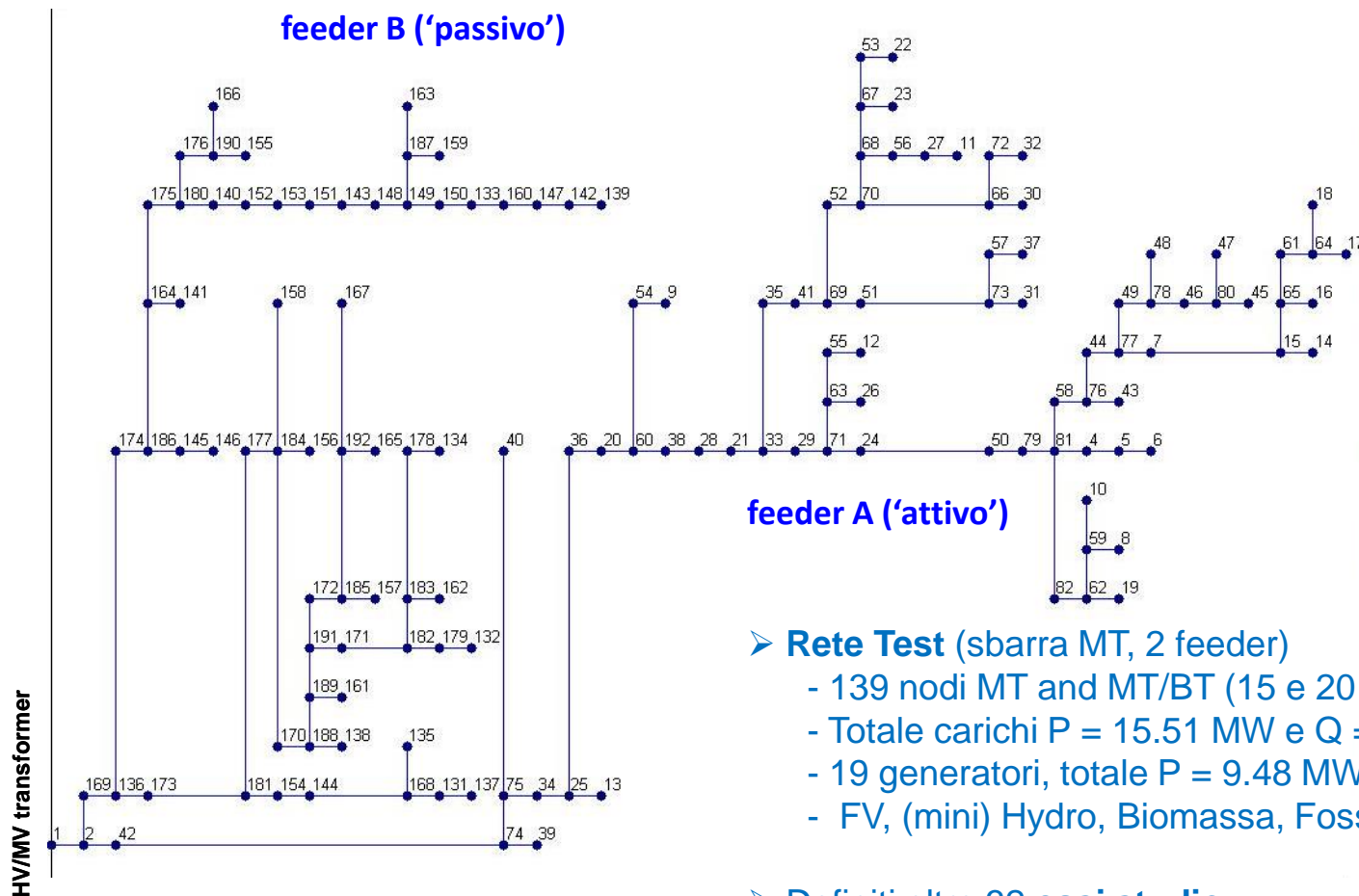
# Il controllo di tensione evoluto (VR)

- L'algoritmo VR identifica la soluzione che garantisce valori di tensione e corrente all'interno dei range stabiliti per ciascun elemento della rete;
- La soluzione trovata tiene conto della ricarica dell'ESS a fine orizzonte temporale (integrazione con le **previsioni** di carico e generazione);
- La soluzione 'ottima' così trovata è quella che **minimizza** il 'costo' complessivo delle azioni richieste alle risorse di regolazione;
- E' possibile definire le priorità di intervento delle varie risorse grazie a pesi ('costi') associati alle modifiche richieste (tap changer, modulazione potenza reattiva GD, storage)

$$\min( \text{OLTC} + \Delta Q_{AT} + \Delta Q_{DERS} + \Delta P_{AT} + \cancel{\Delta P_{DERS}} + \Delta E_{\text{storage}} )$$

# Analisi Fuori Linea

## feeder B ('passivo')



## feeder A ('attivo')

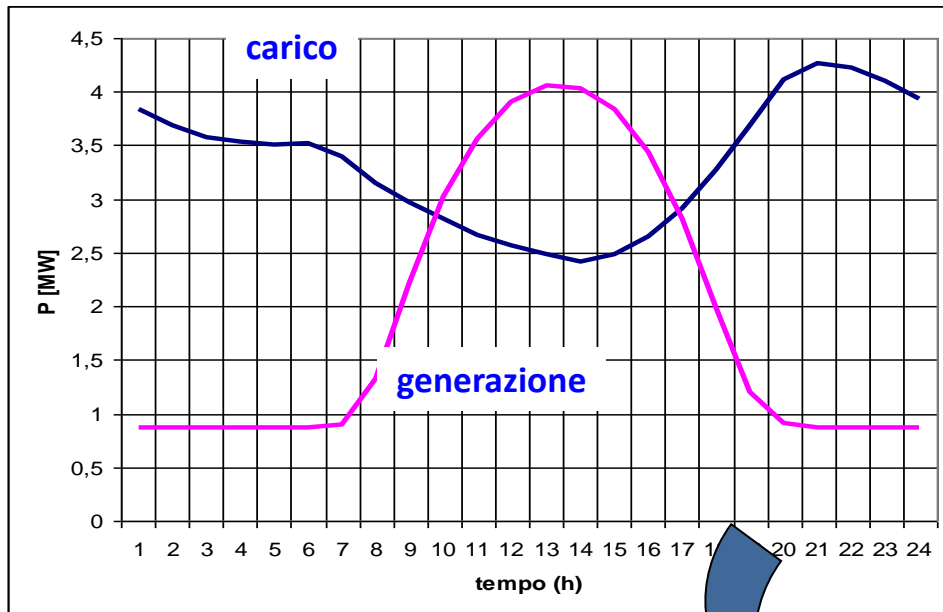
### ➤ Rete Test (sbarra MT, 2 feeder)

- 139 nodi MT and MT/BT (15 e 20 kV)
- Totale carichi P = 15.51 MW e Q = 7.58 Mvar
- 19 generatori, totale P = 9.48 MW Q = 4.165 Mvar
- FV, (mini) Hydro, Biomassa, Fossile.

### ➤ Definiti oltre 32 casi studio

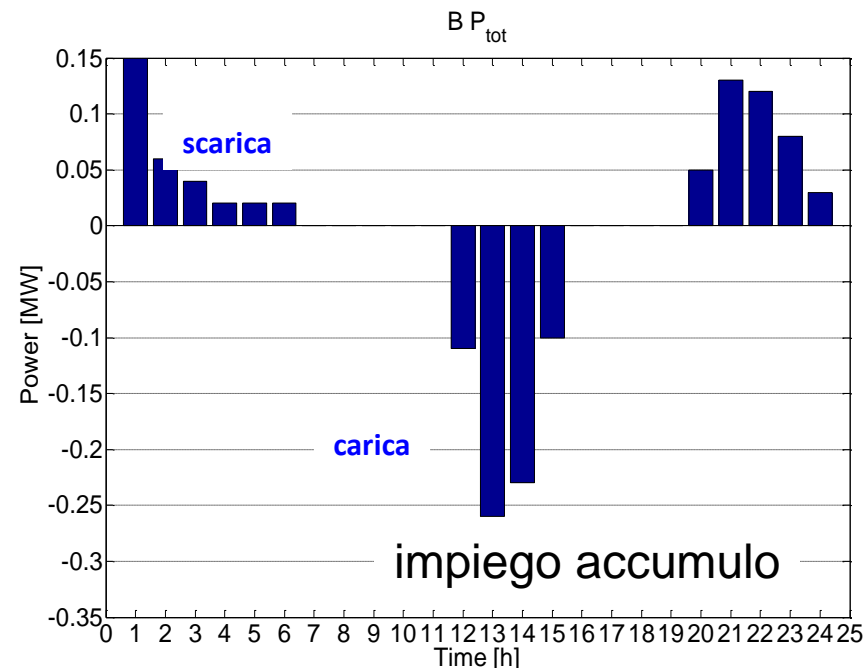
- Andamento profili (estate/inverno, feriale/festivo..)
- Posizione storage
- Generatori controllabili (solo Q)
- Priorità impiego risorse ('costi')

# Analisi Fuori Linea



## Esempio caso studio:

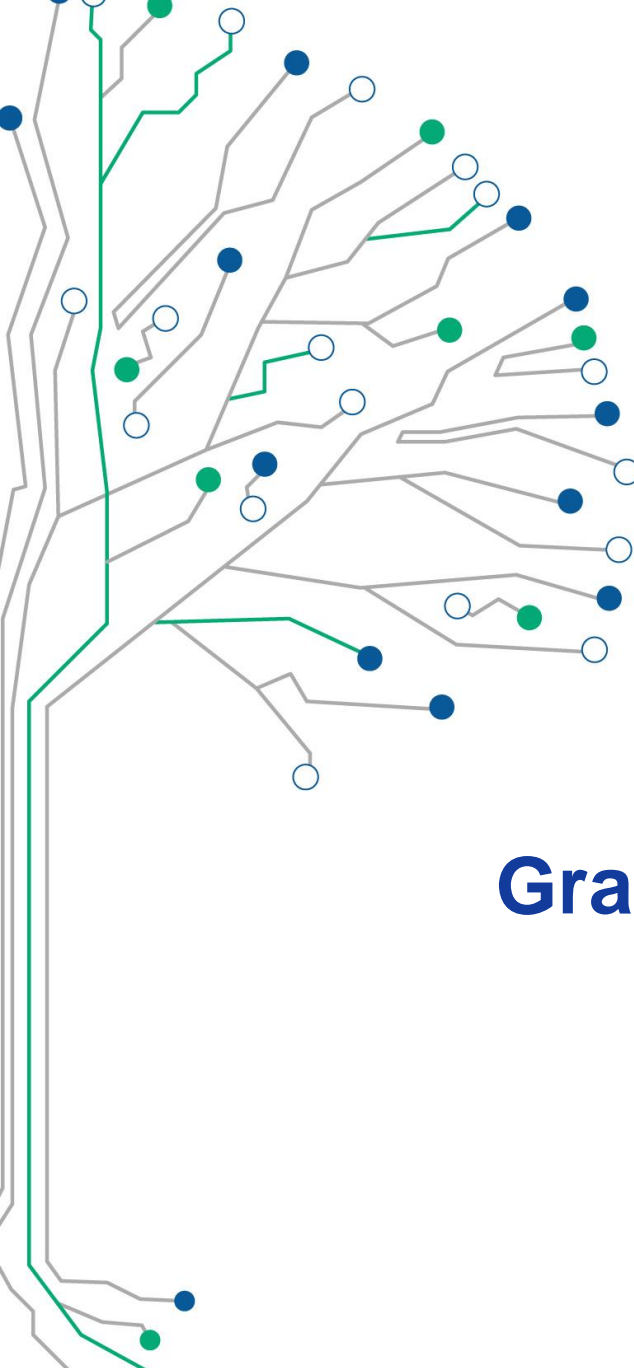
- giorno estivo
- storage su feeder 'passivo'
- orizzonte giornaliero
- costo P storage 'basso'
- generatori controllabili (solo Q) costo 'normale'



## Risultato ottimizzazione:

- storage utilizzato per migliorare profilo tensione
- riduzione perdite (controflusso)

\*\* Possibilità di analizzare diversi orizzonti temporali (es. settimana) \*\*



**TELECONTROLLO**  
RETI DI PUBBLICA  
UTILITÀ 2013

**ANIE**  
AUTOMAZIONE



**Grazie per la Vostra attenzione!**