

Progetto Pilota e successivi sviluppi SMART GRID

Acea Distribuzione



Milano,
28/11/2013



...in viaggio verso Roma smart city

2011 - 2012

1. PROGETTO PILOTA SMART GRID ACEA
DISTRIBUZIONE

2012 - 2013

2. NUOVI SVILUPPI SPERIMENTALI

2013 - 2014

3. PREINDUSTRIALIZZAZIONE:
INTERVENTI SMART ORIENTED

1. PROGETTO PILOTA SMART GRID ACEA DISTRIBUZIONE

- ✓ Automazione evoluta di rete MT
...rialimentare la città di Roma...da alcuni minuti a pochi secondi...
- ✓ Monitoraggio di rete MT/BT e Telecontrollo BT
...controllare la rete di bassa tensione...
- ✓ Nuovi criteri di gestione della rete MT
... " energia a km zero"...

2012 – 2013

2. NUOVI SVILUPPI SPERIMENTALI

- ✓ **Storage Distribuito per la rete MT/BT**
...ridurre le interruzioni per gli utenti e gestire le fonti rinnovabili sulla bassa tensione...

- ✓ **Smart Grid Intelligence**
...apprendere dal passato per prevedere il futuro...

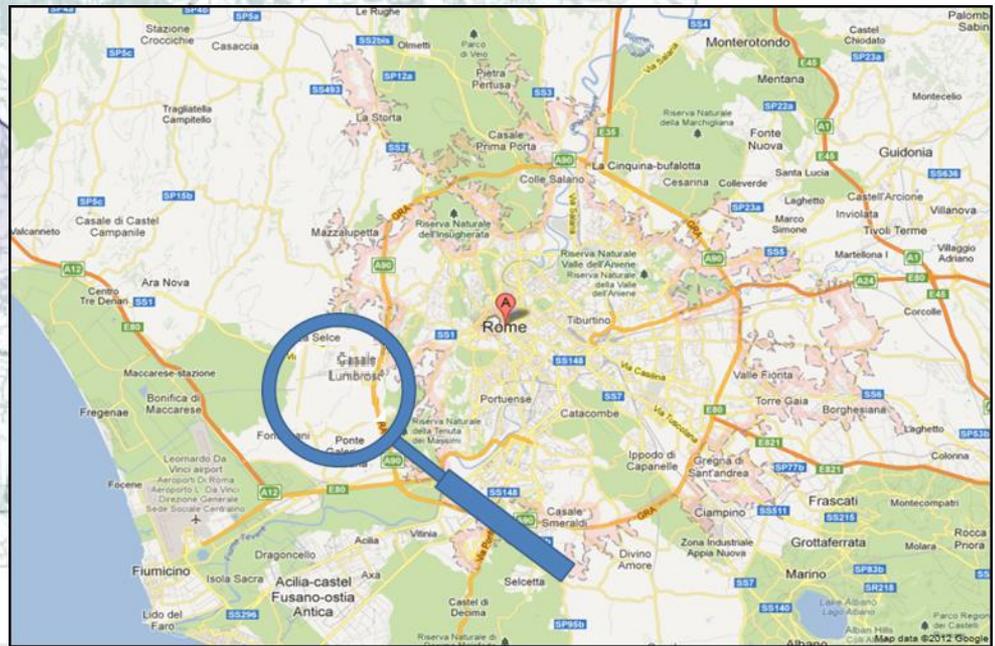
2013 - 2014

3. PREINDUSTRIALIZZAZIONE: INTERVENTI SMART ORIENTED

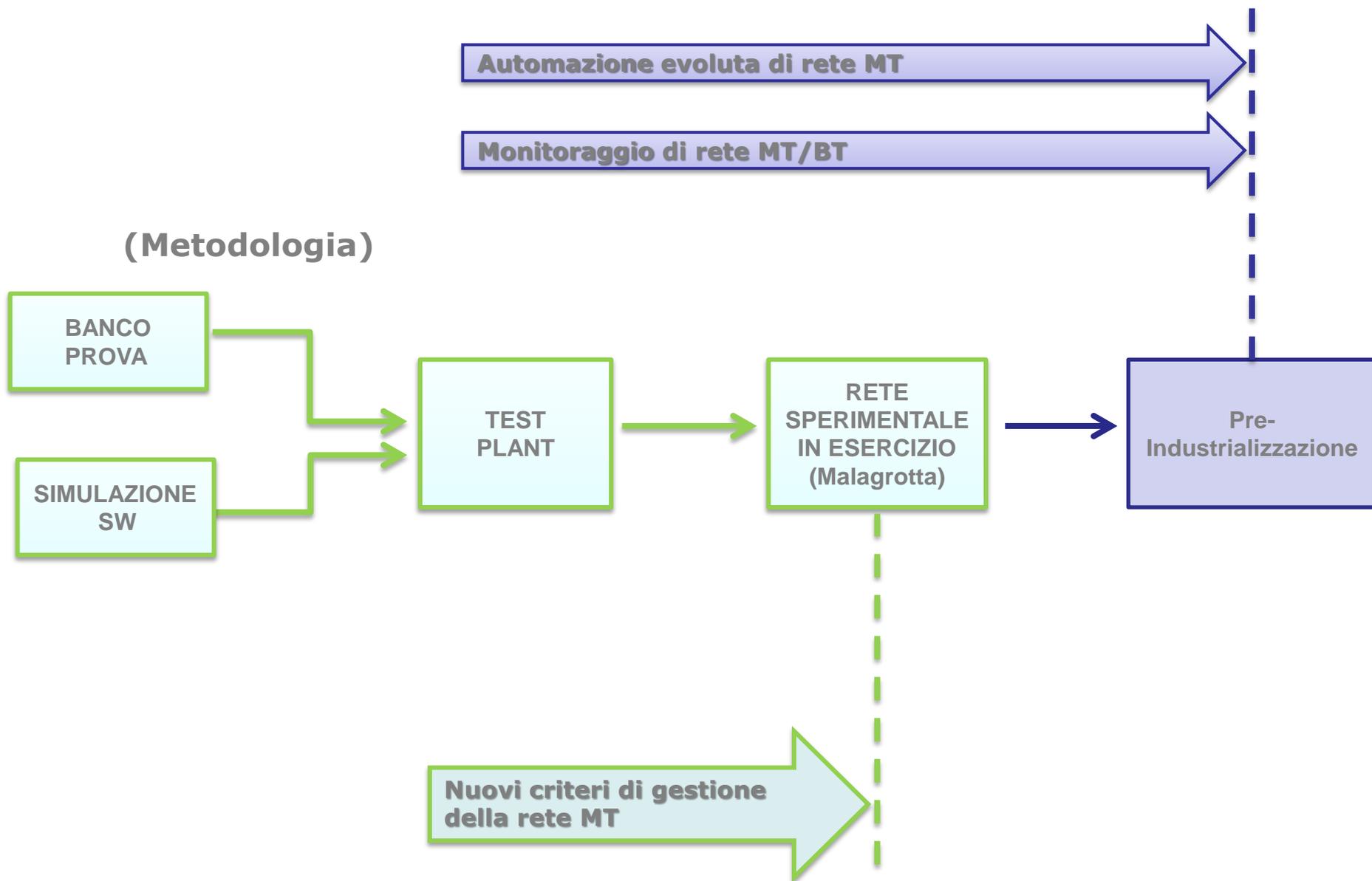
...dal prototipo della Smart Grid... alla preindustrializzazione

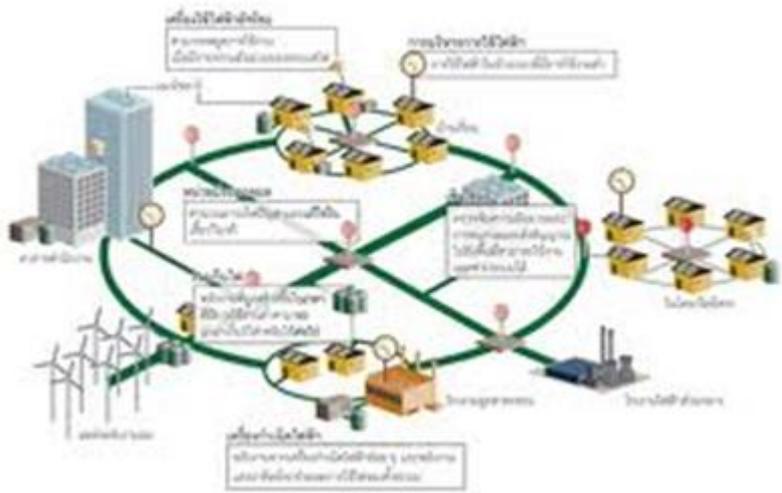
Progetto pilota Smart Grid di ACEA per Roma

- 2 cabine primarie
- 76 cabine secondarie (20kV e 8.4kV)
- 6 linee MT
- 4 generatori distribuiti (Biomasse, fotovoltaico)
- 6 utenti MT
- Circa 1.200 utenti BT



STATO AVANZAMENTO SINGOLE AZIONI A DICEMBRE 2013





Automazione evoluta di rete MT

...rialimentare la città di Roma...da alcuni minuti a... pochi secondi...

Obiettivi

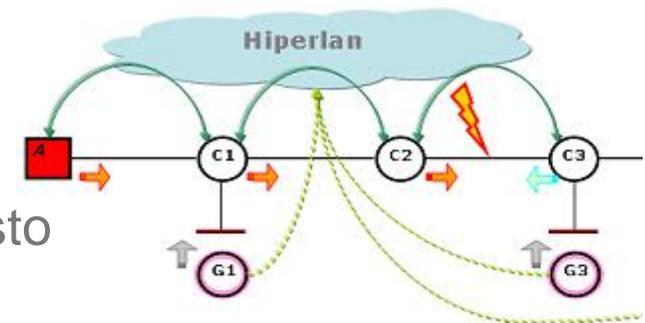
- Miglioramento continuità del servizio sulla rete di media tensione

Come?

- Disalimentando i clienti sottesi al solo tronco guasto invece che disalimentare l'intera dorsale
- Selezionando il tronco guasto in meno di un secondo rispetto ai diversi minuti necessari attualmente
- Diminuendo lo stress della rete

Benefici

- Diminuzione durata guasti
- Diminuzione dei clienti disalimentati per guasto
- Incremento del tempo di vita della rete MT



Risultati preliminari

- Implementazione algoritmo di selettività logica a 4 cabine secondarie con generazione distribuita e senza generazione distribuita
- Studio benefici (1 linea MT in 1 anno):
 - durata D1 [min]: 0.0240
 - numero N1: 0.0043

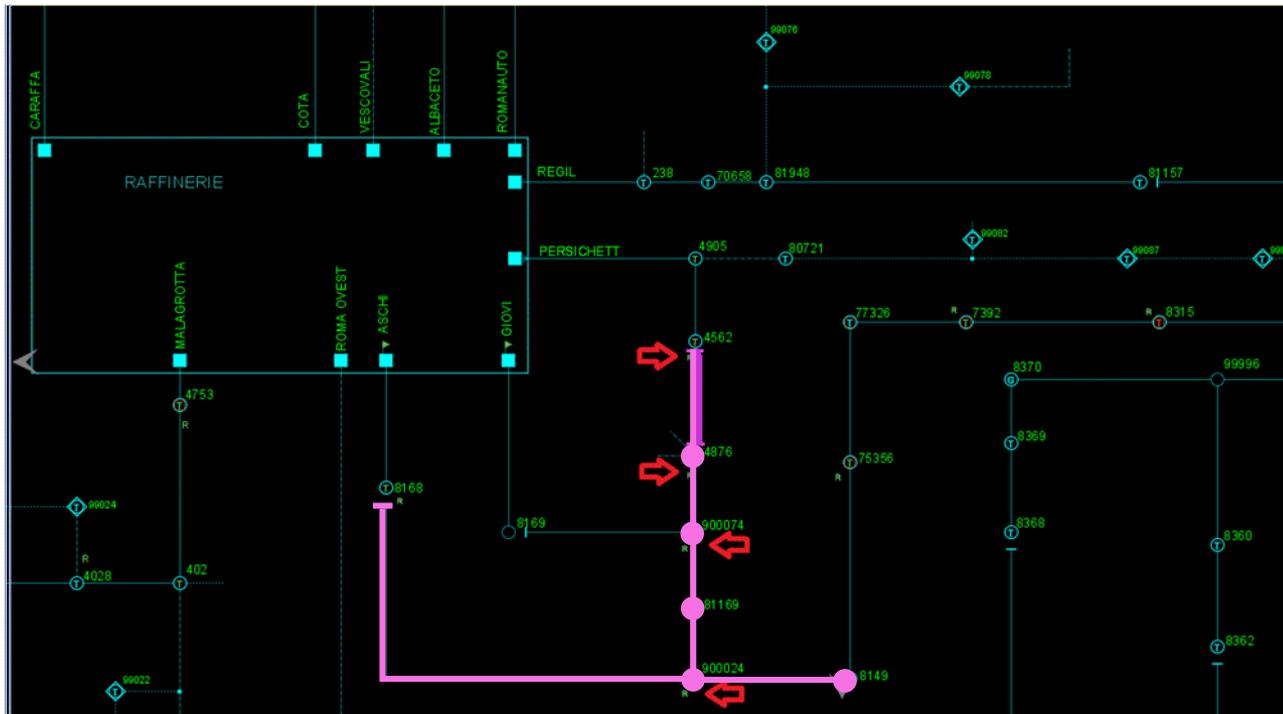
Vincoli di replicabilità

- Disponibilità mezzo vettore per comunicazione a basso tempo di latenza fra le cabine secondarie nelle zone urbane

Soluzioni

- Infrastruttura di rete ibrida (rame, fibra ottica, hiperlan e LTE)
- Automazione evoluta degradata (cronometrica a 3/4 recloser per dorsale)

Selettività Logica - Prova in campo reale



SISTEMA STM ACEA ROMA

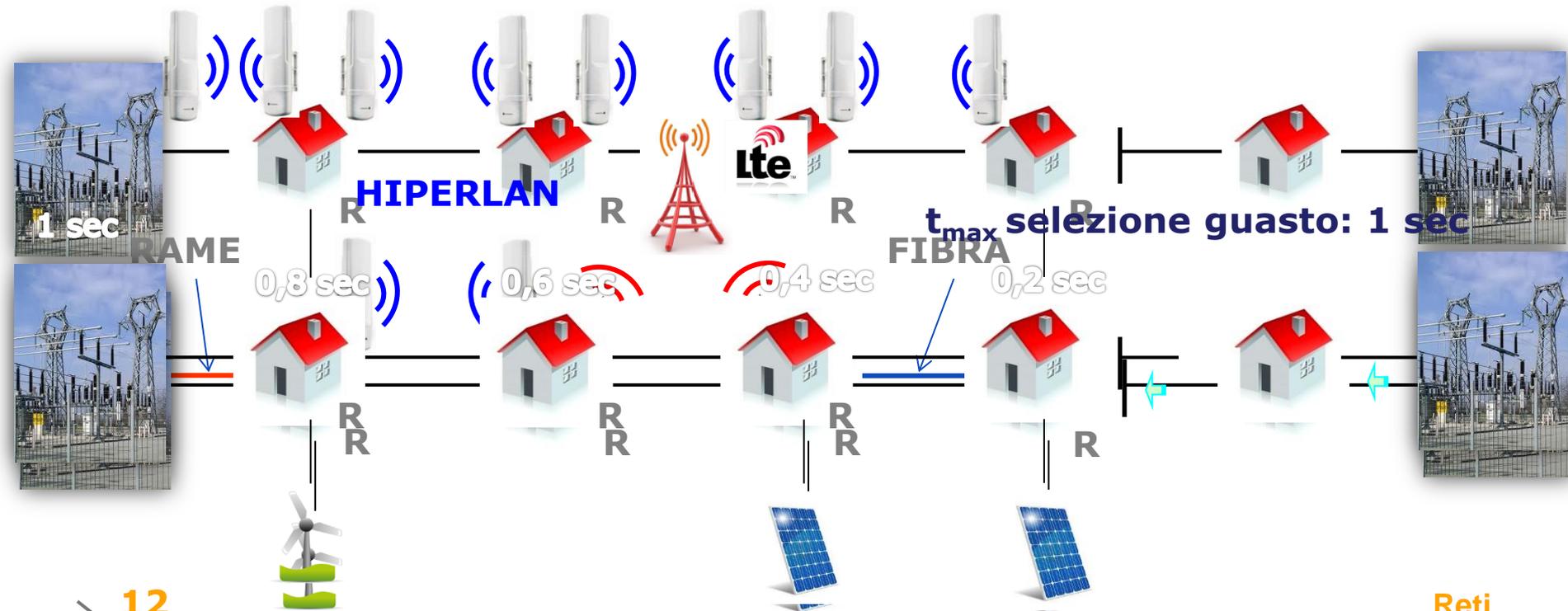
GIORNO: Gio 26-LUG-2013

DATA-G.Settim.	NUM ORA	DA	ESER	CABINA	MONTANTE	ENTE	ELEMENTO RETE	F DESCRIZIONE	PARAMET
26/07/2013	10:45:02	Roma	RAFFINERIE	PERSICHETT	IMS08	CS004876:INIEZIONE 67	CHIUSURA SN	26	10:42:28
26/07/2013	10:45:02	Roma	RAFFINERIE	PERSICHETT	IMS02	CS004876:CS900074	APERTURA FSN	26	10:42:28
26/07/2013	10:42:36	Roma	RAFFINERIE	PERSICHETT	IMS04	CS081169:4691853	APERTURA FSN	26	10:42:29
26/07/2013	10:42:39	Roma	RAFFINERIE	PERSICHETT	IMS01	CS004562:CS004559	APERTURA FSN	26	10:42:29
26/07/2013	10:45:02	Roma	RAFFINERIE	PERSICHETT	IMS08	CS004876:INIEZIONE 67	APERTURA FSN	26	10:42:28
26/07/2013	10:42:36	Roma	RAFFINERIE	PERSICHETT	SBRA	CS004562	DISALIMENTATA FSN		
26/07/2013	10:42:36	Roma	RAFFINERIE	PERSICHETT	SBRA	CS004876	DISALIMENTATA FSN		

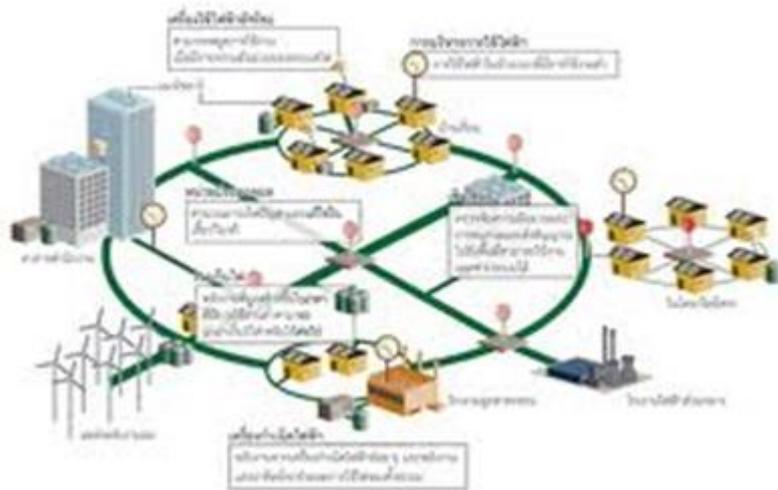
Selettività Logica - Superamento dei vincoli di replicabilità

t_{\max} selezione guasto: 300 msec

HIPERLAN







Monitoraggio MT/BT e Telecontrollo BT

...controllare la rete invisibile che entra nelle nostre case...

Monitoraggio MT/BT e Tlc BT

Obiettivi

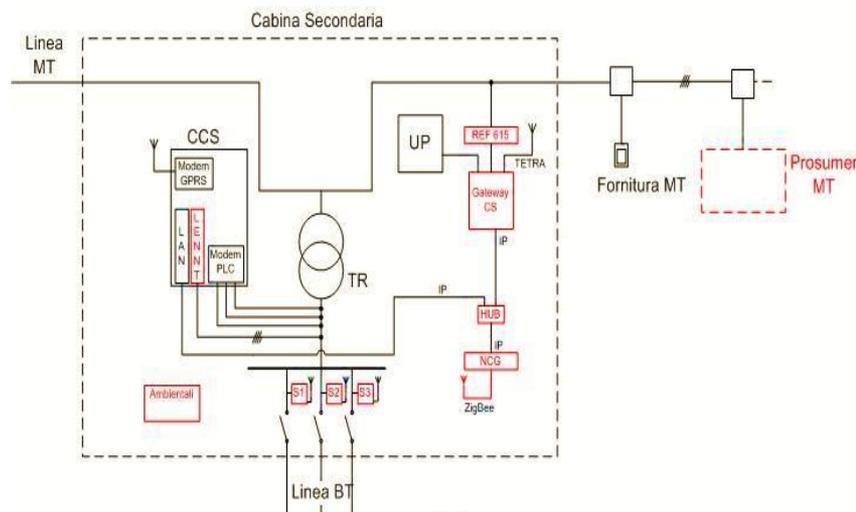
Accendere una luce sulla bassa tensione

Come ?

- Monitorando V, I (tensione e corrente) in media tensione
- Monitorando P, Q (potenza attiva e reattiva) e V, I sul secondario del TR MT/BT
- Monitorando correnti su ciascuna linea BT
- Telecontrollando interruttori linee BT

Benefici

- Riduzione fenomeni di sovraccarico linee BT (equilibrio dei carichi)
- Riduzione numero/durata guasti BT
- Fornire input misure per la regolazione (Nuovi Criteri di gestione rete MT)



Monitoraggio MT/BT e Tlc BT - Infrastruttura di rete per comunicazioni verticali e orizzontali

Risultati preliminari

- Acquisizione in tempo reale delle misure in MT/BT
- Sviluppo della rete proprietaria Tetra ed estensione della rete GPRS

Vincoli di replicabilità

- Spazio in cabina secondaria
- Indisponibilità di campo per la comunicazione con il sistema centrale

Soluzioni

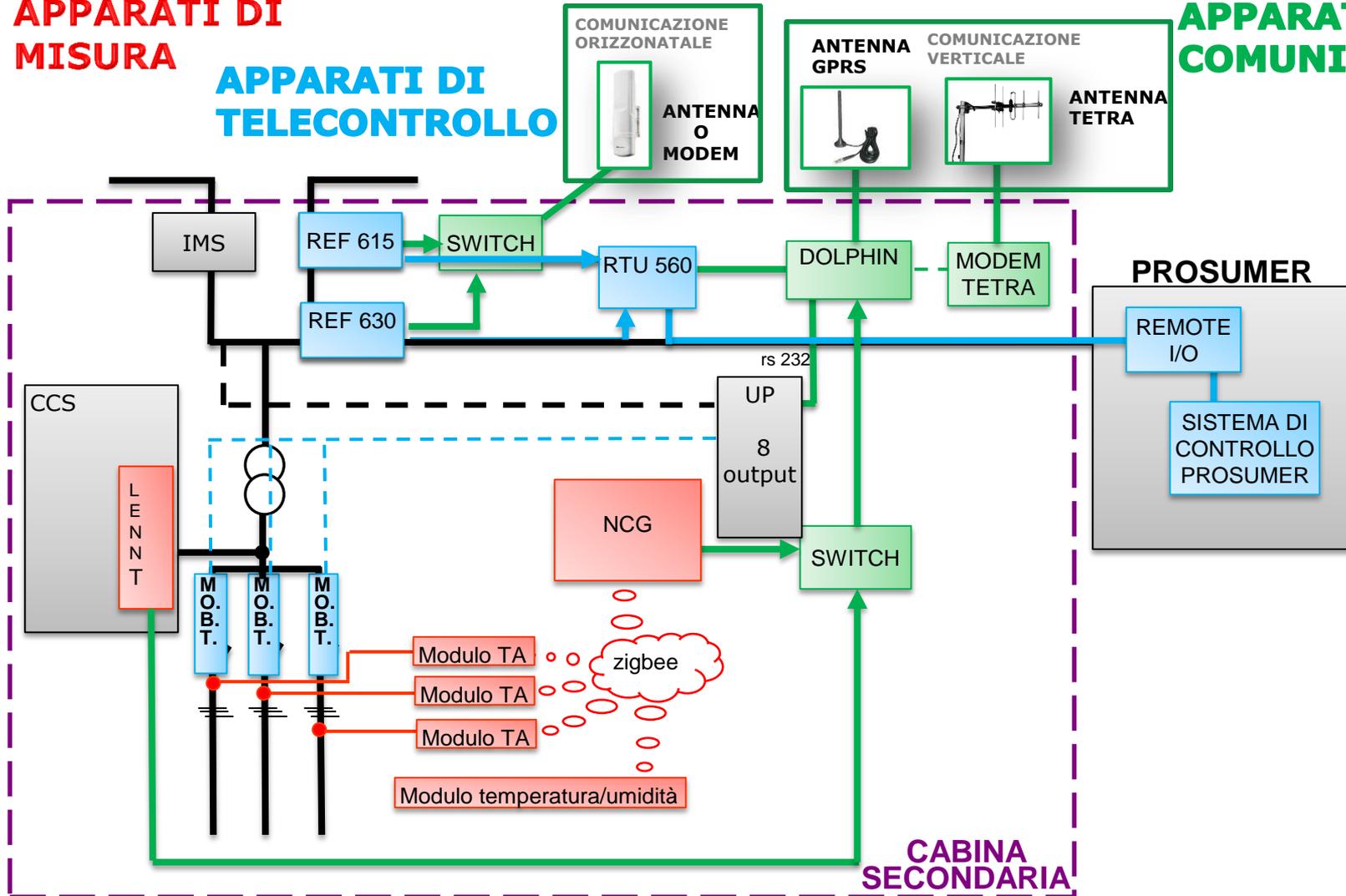
- Ingegnerizzazione degli apparati: dal prototipo al prodotto pre-industriale
- Efficientamento copertura Tetra
- Estensione da rete GPRS a rete UMTS

Monitoraggio MT/BT e Tlc BT - Infrastruttura di rete per comunicazioni verticali e orizzontali

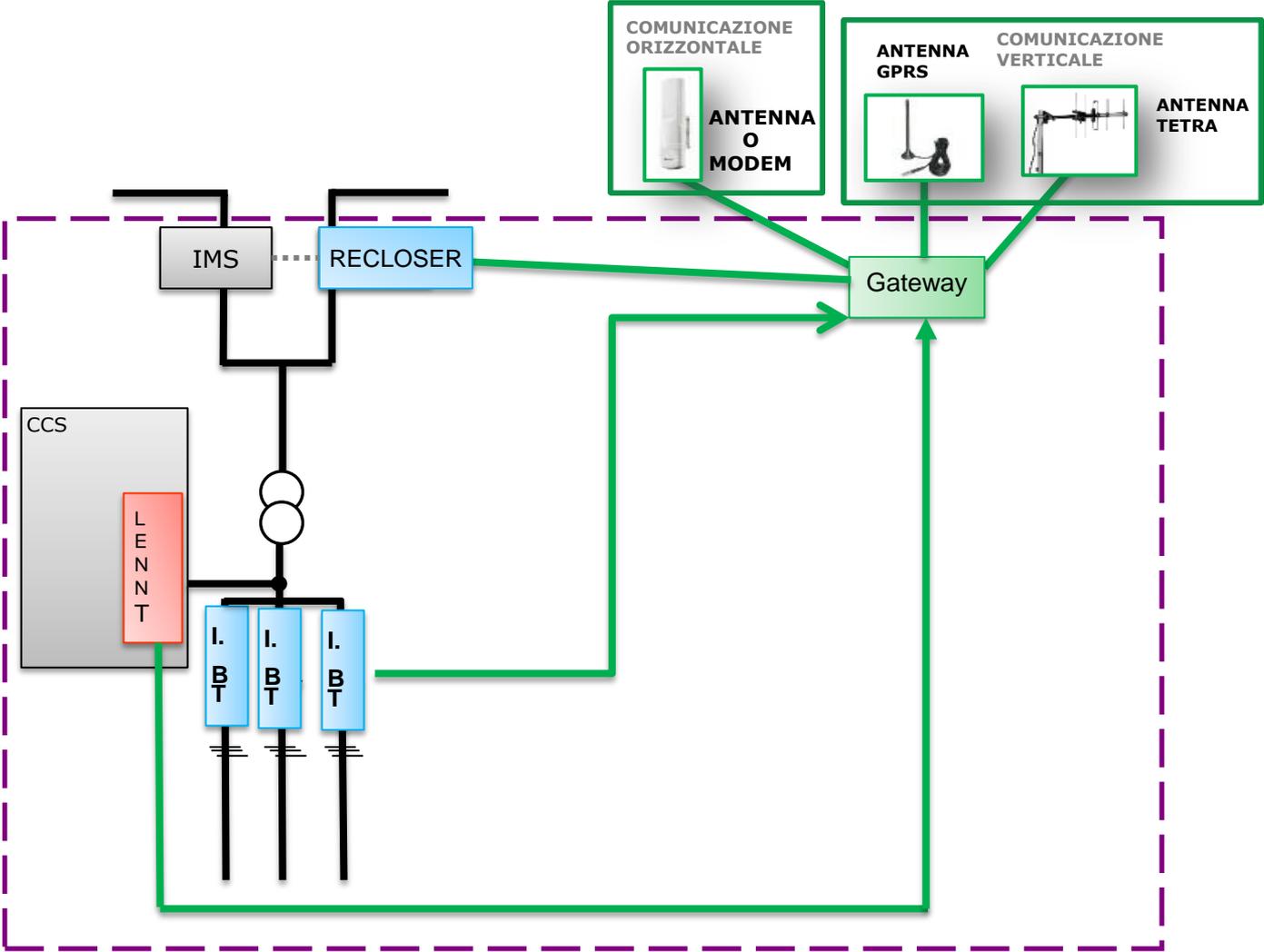
APPARATI DI MISURA

APPARATI DI TELECONTROLLO

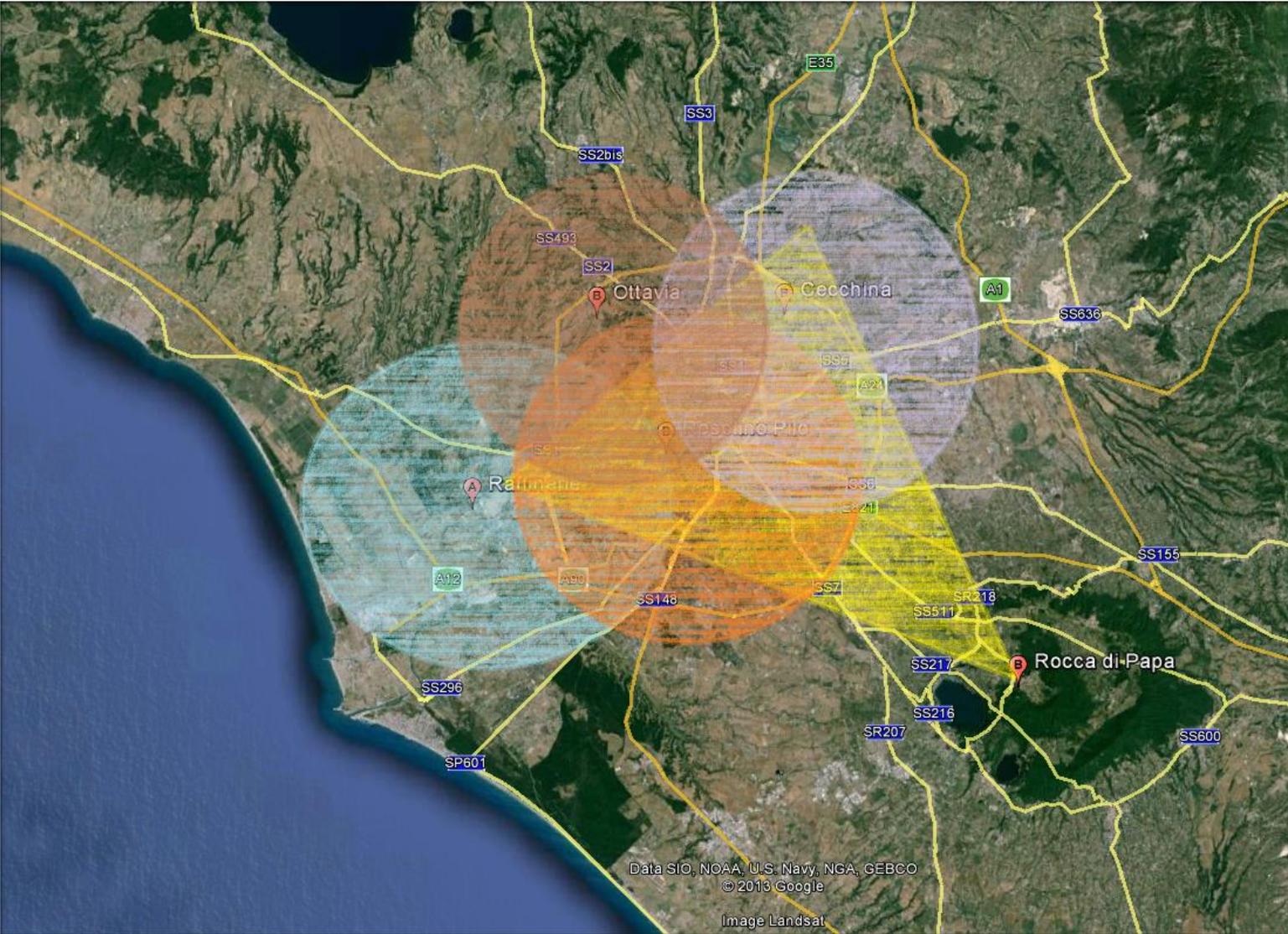
APPARATI DI COMUNICAZIONE



Monitoraggio MT/BT e Tlc BT – Ingegnerizzazione della soluzione

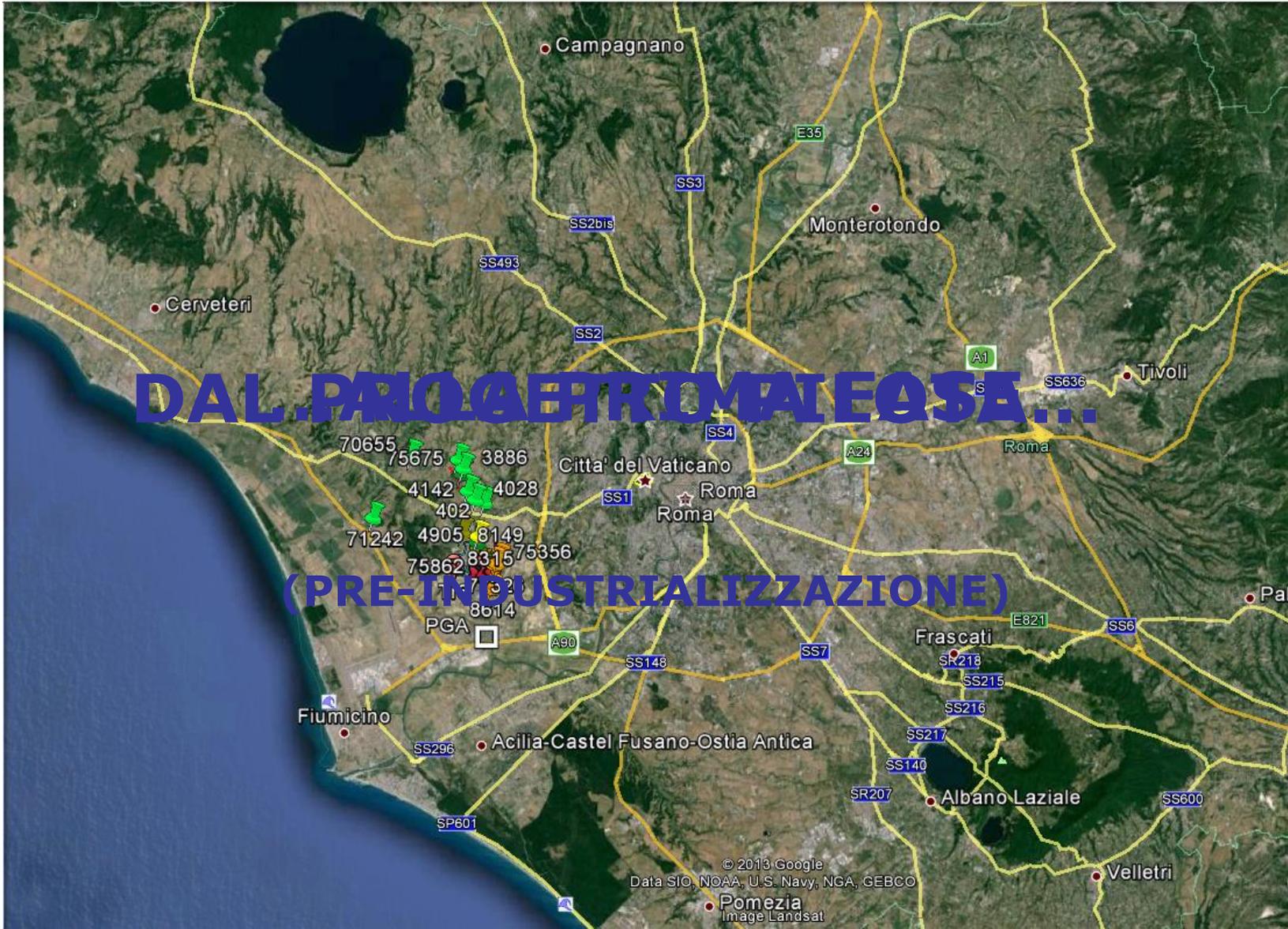


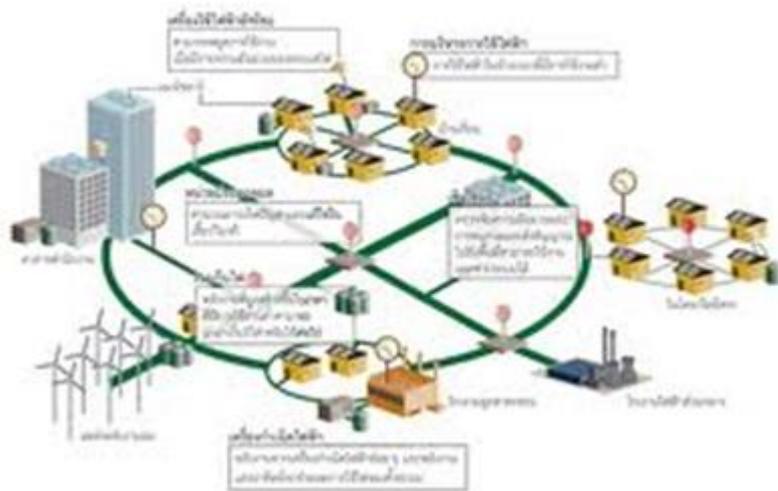
Monitoraggio MT/BT e Tlc BT – Estensione rete TETRA



**Rete TETRA
proprietaria più
robusta alle
problematiche
delle reti
pubbliche**







Nuovi Criteri di Gestione della rete MT

Il distributore si trasforma in «dispacciatore» per ottenere... “energia a km zero“...

Nuovi criteri di gestione della rete MT

Obiettivi

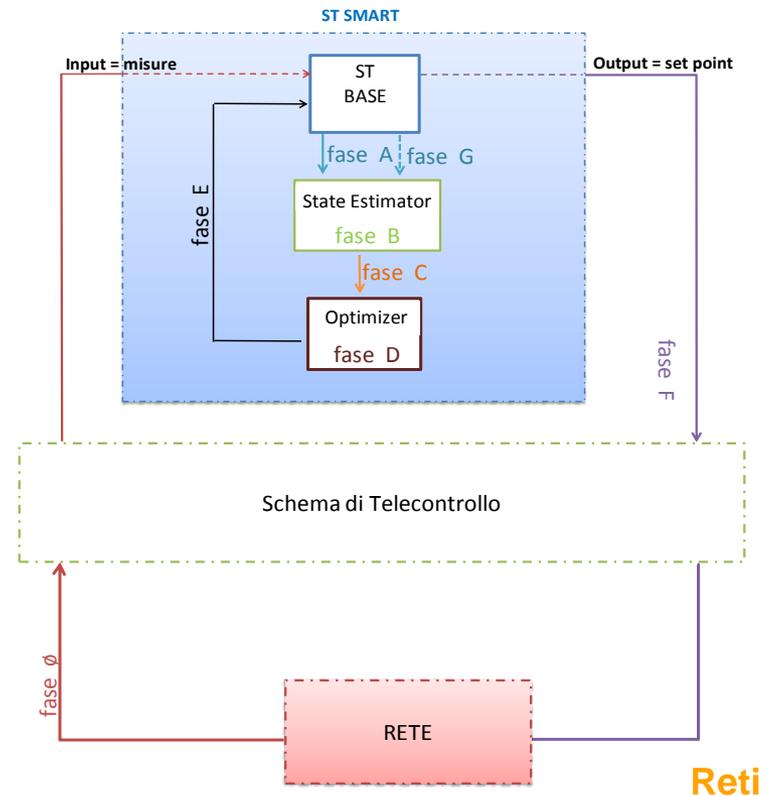
- ✓ Distribuire "energia a km Ø"
- ✓ Migliorare la qualità del servizio elettrico

Come ?

- Gestendo profili di tensione
- Gestendo flussi di potenza
- Ottimizzando le perdite sulla rete

Benefici

- Controllare i livelli di tensione
- Evitare disalimentazioni indesiderate
- Minimizzare le perdite



Nuovi criteri di gestione della rete MT

Risultati preliminari

- Ottimizzazione dell'assetto della rete con topologia standard di esercizio
 - Regolazione dei profili di V e dei flussi di P e Q
- Ottimizzazione della topologia della rete
- Minimizzazione delle perdite

Vincoli di replicabilità

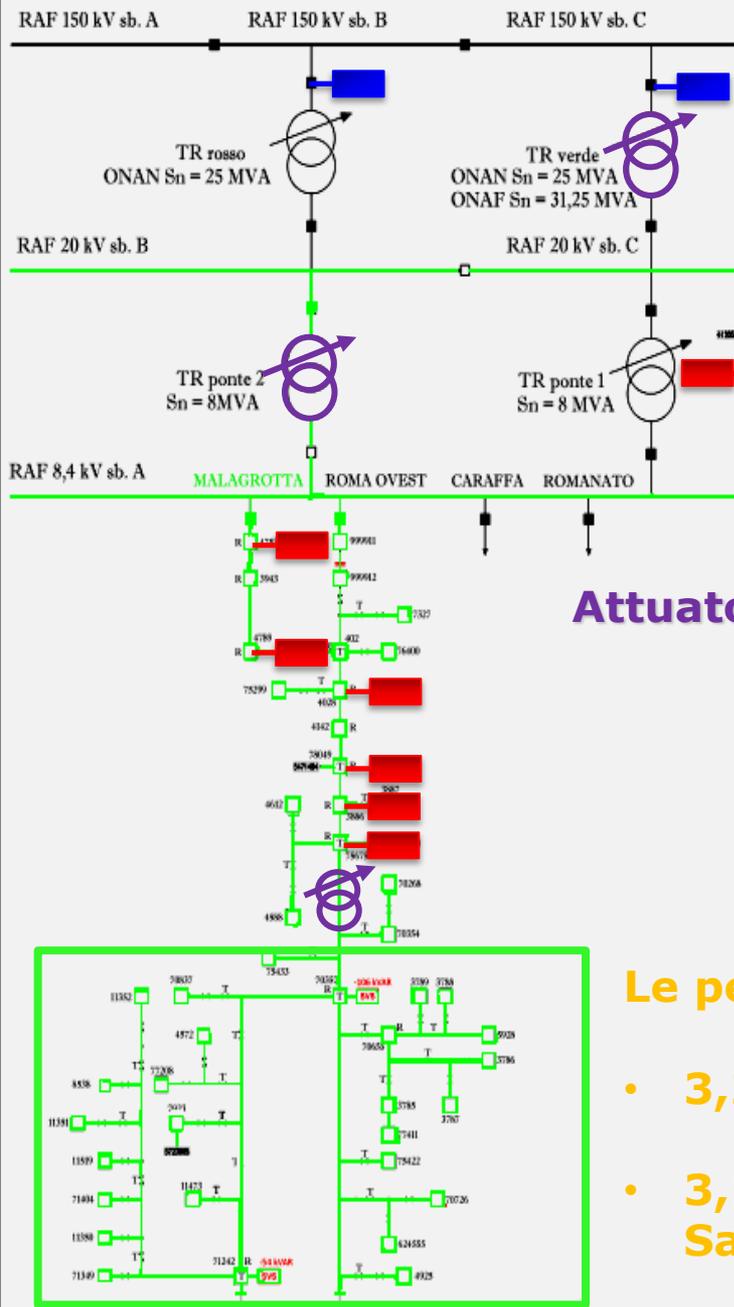
- Adeguamento dell'interfaccia degli attuatori (macchine prosumer e variatore sotto carico del trasformatore AT/MT)
- Gestione modulare del controllo su "isole desiderate" ed ulteriore livello gerarchico superiore di controllo

Soluzioni

- Intervento normativo dell'Autorità
- Ulteriori sviluppi per modifiche al controllore locale

Isola 8,4-20 kV assetto futuro

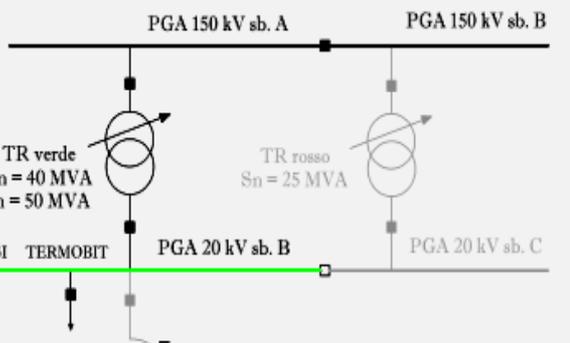
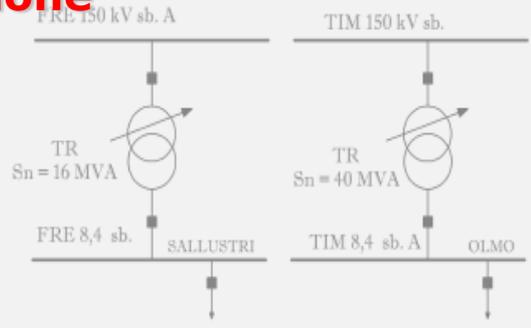
Ottimizzazione topologica: Le perdite si riducono dell'1.4%



Punti di misura di V in alta tensione

Punti di misura di V e I in media tensione

Attuatori



Le perdite di rete si riducono dal 4,33% a:

- **3,20% con la soluzione RSE**
- **3,10% con la soluzione dell'Univ. La Sapienza**



LEGENDA

- GEARRA DI COP DEREGOLATA
- GEARRA DI COP NON ENERGIZZATA O DI NON INTERESSE
- GEARRA DI COP DI CS OVERVOLT > 10%
- GEARRA DI COP DI CS UNDERVOLT < 0.9%
- LINEA IN CAVO AERATO IN OVERLOAD
- LINEA IN CAVO AERATO
- LINEA IN CAVO AERATO IN OVERLOAD
- LINEA IN BIRIPAZZO
- LINEA DI NON INTERESSE O FUORI SERVIZIO
- XXX LINEA NEW SMART
- XXX LINEA SMART
- LINEA IN CAVO AERATO
- LINEA IN CAVO AERATO
- CS CON FORNITURA MT
- CS CON TUG
- CS CON FORNITURA MT E TUG

Nuovi criteri di gestione della rete MT

✓ **COLLABORAZIONE**



Approccio *classico* di ottimizzazione basato su discesa a gradiente

✓ **COLLABORAZIONE**



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Approccio *euristico* di ottimizzazione basato su algoritmo genetico



Innovative control method for active distribution networks in an uncertain scenario

Claudio Carlini, Diana Moneta, Massimo Gallanti

Power System Development department
RSE – Ricerca sul Sistema Energetico S.p.A.
Via Rubattino 54, 20134, Milan, Italy
claudio.carlini@rse-web.it

Stefano Liotta

Network Operation
ACEA Distribuzione S.p.A.
P.le Ostiense 2, 00154, Rome, Italy
stefano.liotta@aceaspa.it

Abstract—Nowadays in many countries, the increasing influence of diffuse generation (DG) in distribution networks, in particular from not-programmable Renewable Energy Resources (RES), is showing criticalities especially where the network reinforcement is very difficult because of economic or environmental factors. In addition to RES, Electric Vehicles and storage technologies are increasing both the criticalities and the opportunities for the network operation. This paper shows an advanced and innovative voltage regulation system that will be implemented in support to the existing operation procedures, where the On-Load-Tap-Changer (OLTC) will be joined by more advanced regulation resources: among them reactive and active power from DGs and storage units (operated by the DSO) represent the more significant options. The method identifies an optimal operating point according to a complete set of technical constraints (voltage at nodes, inverse power flow to HV level, etc.) and economic factors. Results of the methodology applied to a MV network sited in the Italian capital and managed by ACEA, within a national smart grid pilot project, are presented and discussed, and some conclusions are drawn.

Keywords—optimization; energy storage; demonstration; simulation; smart grid.

The location of distributed generators may pose problems for DSOs, especially when there isn't a balance between the generated power and local load in a connection site, taking into account that usually the siting is forced, depending on the availability of energy primary sources. Thus, a large spread of RESs often causes relevant criticalities in MV networks, where traditional operation practices could be inadequate to assure the desired power quality levels.

Section II of this paper exposes a coherent summary of current connection rules and their foreseen changes to improve the system flexibility and stability. Section III briefly recalls the main aspects of the proposed optimization methodology. Section IV focuses on application examples on a real MV/LV network sited in Rome. Section V exposes the main results and describes the next evolution of the proposed framework.

II. REGULATORY FRAMEWORK AND PROSPECTIVE TRENDS

The spreading of larger RESs share forces to evolve from the criteria adopted until now, the "fit & forget" connection, and urges inevitably the distribution system operator and distributed energy resources owners to collaborate and contribute much more to the growth and stability of the networks. The "operative" definition, set by CIGRE WG C6.11 [2], openly explicates this trend: "Active distribution networks

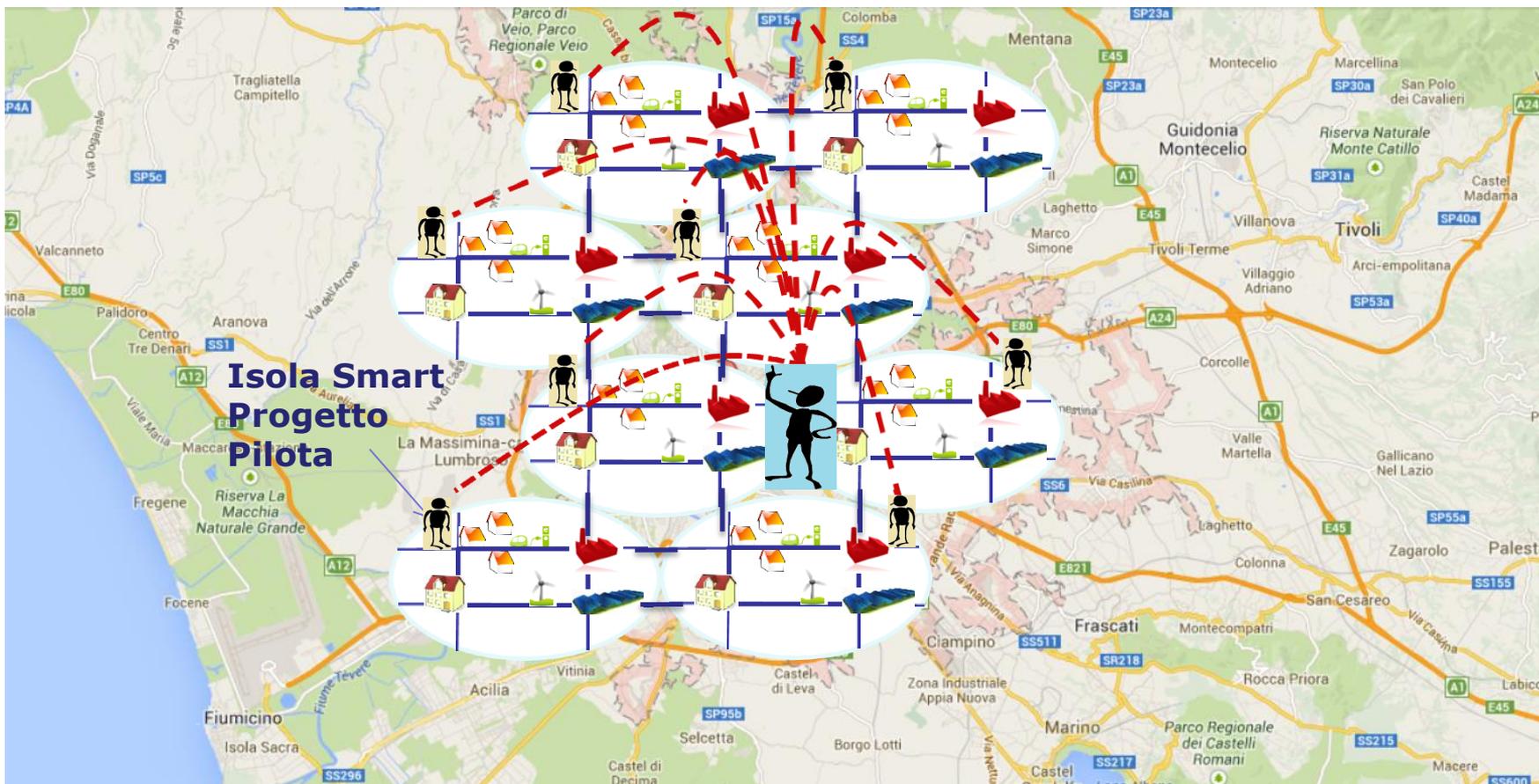


Active power losses constrained optimization in Smart Grids by genetic algorithms

Gian Luca Storti, Francesca Possemato, Maurizio Paschero, Silvio Alessandroni
Antonello Rizzi and Fabio Massimo Frattale Mascioli

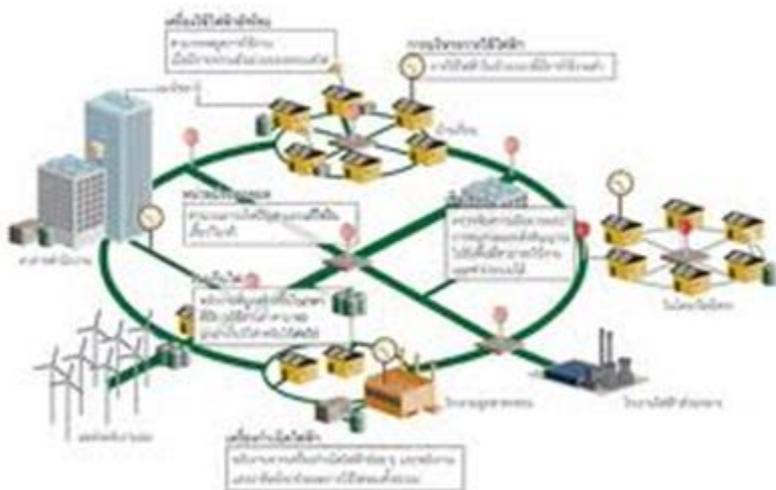
Abstract In this paper the problem of the minimization of active power losses in a real Smart Grid located in the area of Rome is faced by defining and solving a suited multi-objective optimization problem. It is considered a portion of the ACEA Distribuzione S.p.A. network which presents backflow of active power for 20% of the annual operative time. The network taken into consideration includes about 100 nodes, 25 km of MV lines, three feeders and three distributed energy sources (two biogas generators and one photovoltaic plant). The grid has been accurately modeled and simulated in the phasor domain by Matlab/Simulink, relying on the SimPower-Systems Toolbox, following a Multi-Level Hierarchical and Modular approach. It is faced the problem of finding the optimal network parameters that minimize the total active power losses in the network, without violating operative constraints on voltages and currents. To this aim it is adopted a genetic algorithm, defining a suited fitness function. Tests have been performed by feeding the simulation environment with real data concerning dissipated and generated active and reactive power values. First results are encouraging and show that the proposed optimization technique can be adopted as the core of a hierarchical Smart Grid control system.

Nuovi criteri di gestione della rete MT



1. PROGETTO PILOTA SMART GRID

2. ULTERIORI SVILUPPI SPERIMENTALI



Storage distribuito

...eliminare le interruzioni brevi per gli utenti e gestire le fonti

rinnovabili sulla bassa tensione

STORAGE DISTRIBUITO

Obiettivo

- ✓ Migliorare la continuità del servizio eliminando le interruzioni

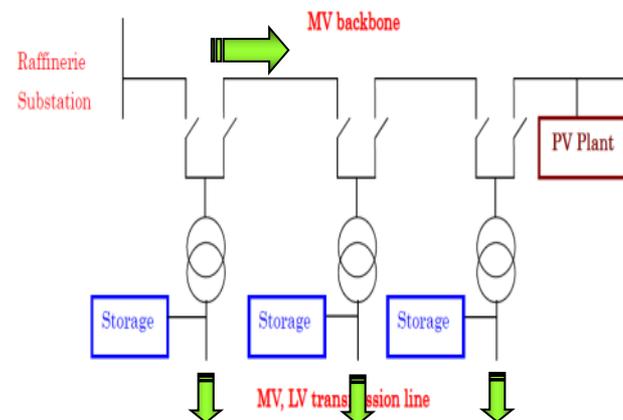
Come ?

- ✓ Distribuendo sistemi di accumulo nelle cabine secondarie

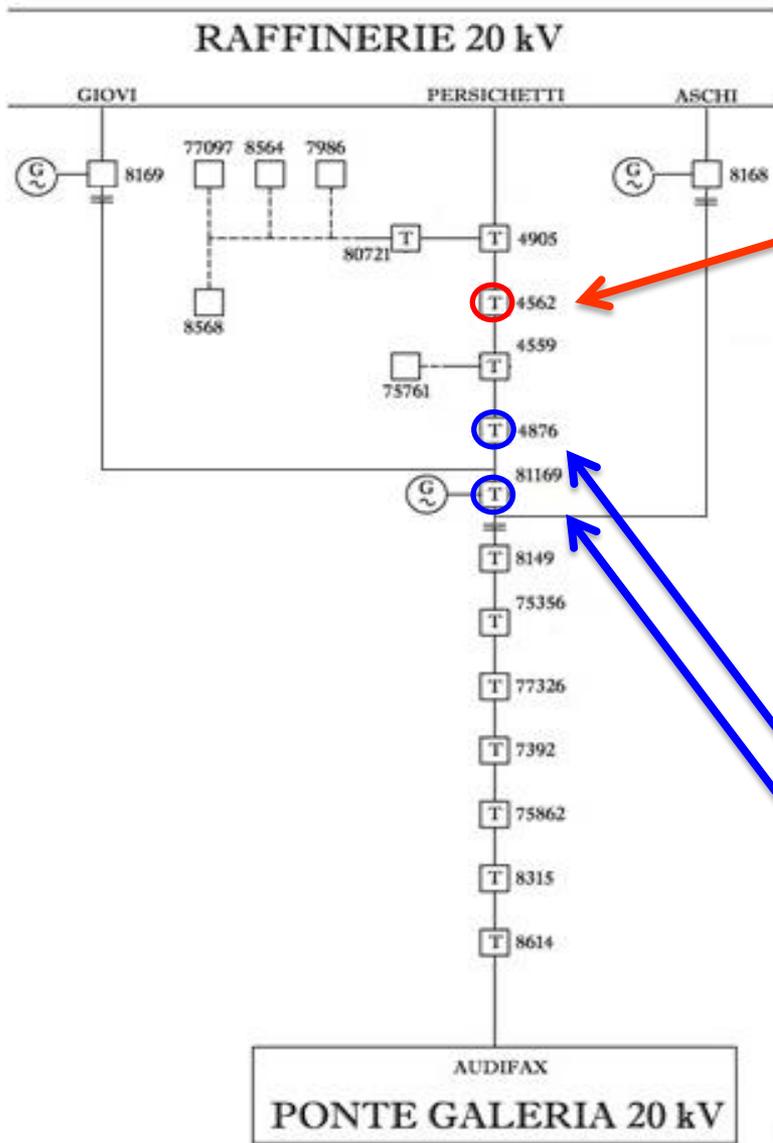
Benefici

- ✓ Funzione di back-up della rete per le interruzioni brevi
- ✓ Funzione di peak sheaving
- ✓ Funzione di compensazione per la generazione distribuita
- ✓ Costi

Criticità



STORAGE DISTRIBUITO

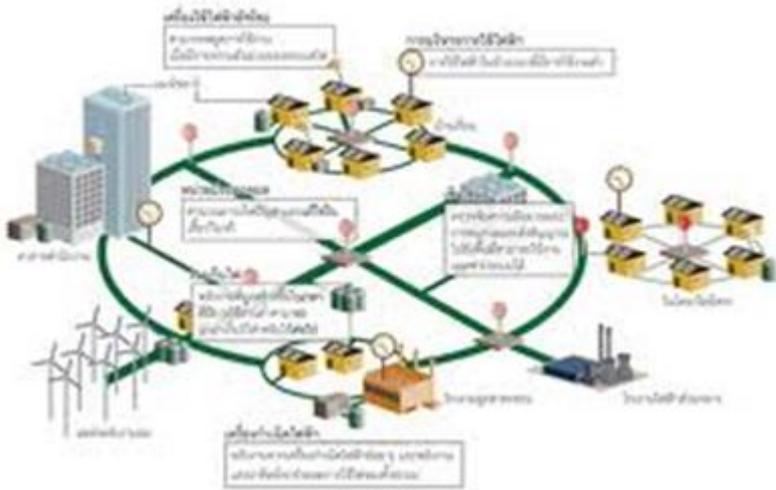


100kW nominale **17,6kWh** capacità



160kW nominale **45kWh** capacità

100kW nominale **45kWh** capacità



Smart Grid Intelligence

...apprendere dal passato per prevedere il futuro...

Obiettivo

- Migliorare la continuità del servizio prevenendo i malfunzionamenti e fornire strumenti di supporto alla decisione sia in back office che in tempo reale

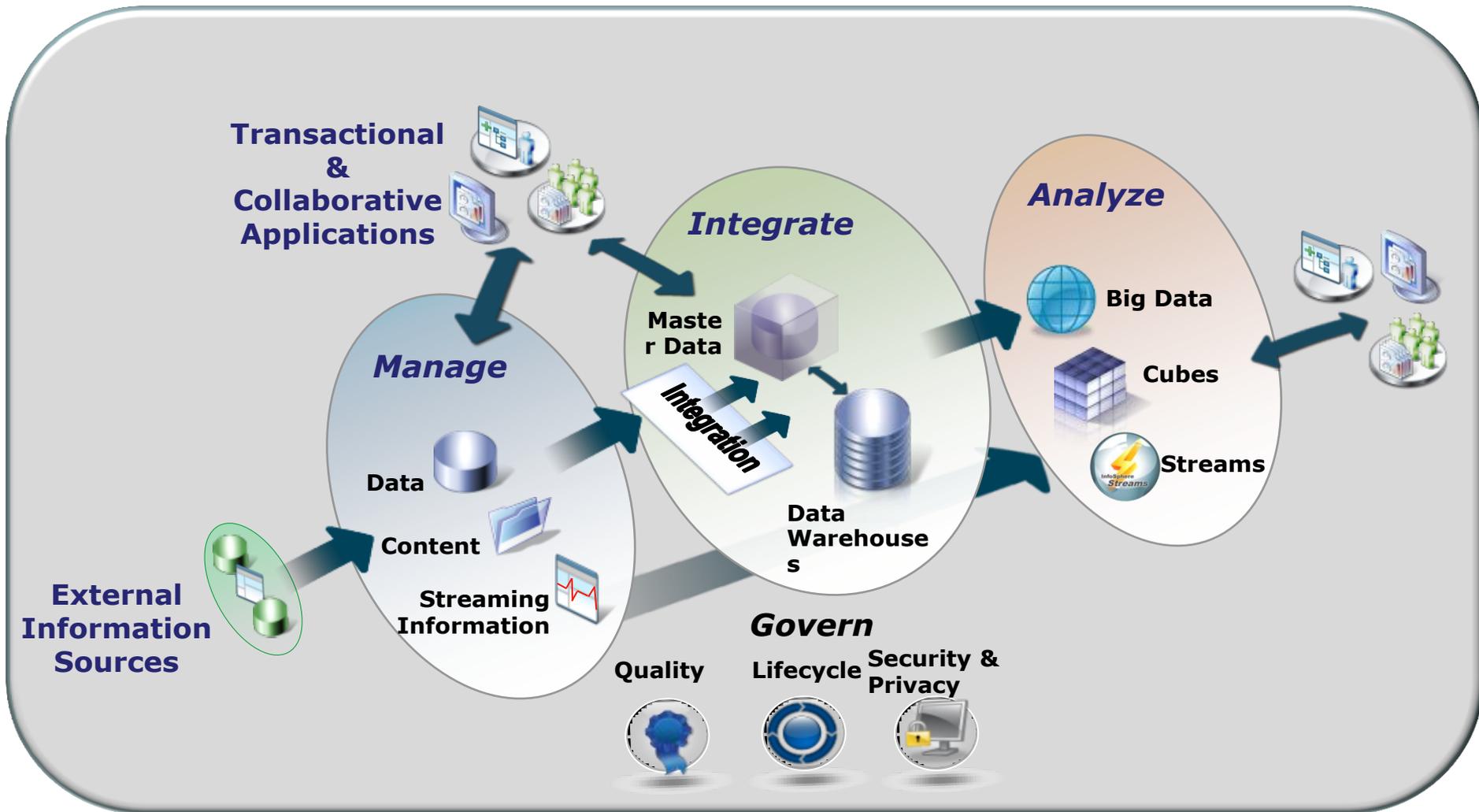
Come ?

- Sviluppando indicatori di probabilità di guasto mediante analisi statistiche evolute

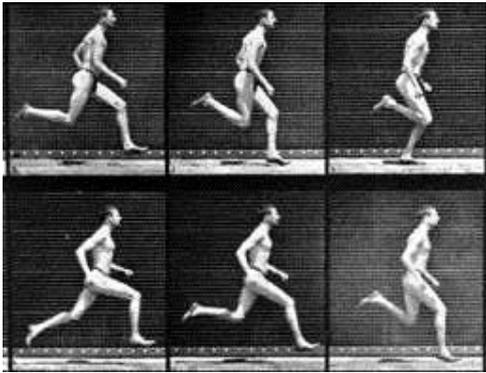
Benefici

- Diminuzione numero guasti
- Diminuzione durata guasti

Smart Grid Intelligence - Gestione dell'Informazione



Stream Computing



Analisi in tempo reale dei dati
in streaming

Focus sul Throughput

- Grandi quantità di dati da analizzare

Focus sulla Latenza

- Necessità di analizzare i dati molto velocemente

Focus sull'analisi predittiva

- Anticipare gli eventi analizzando i trend nei dati

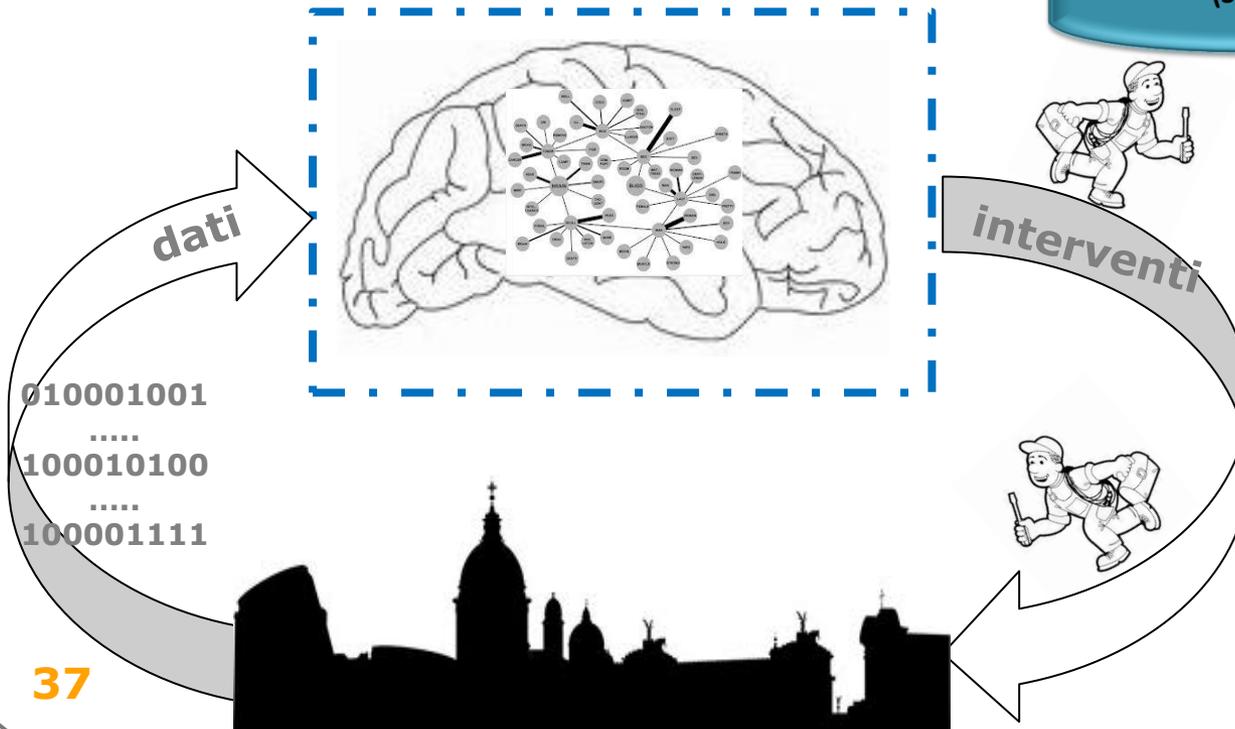
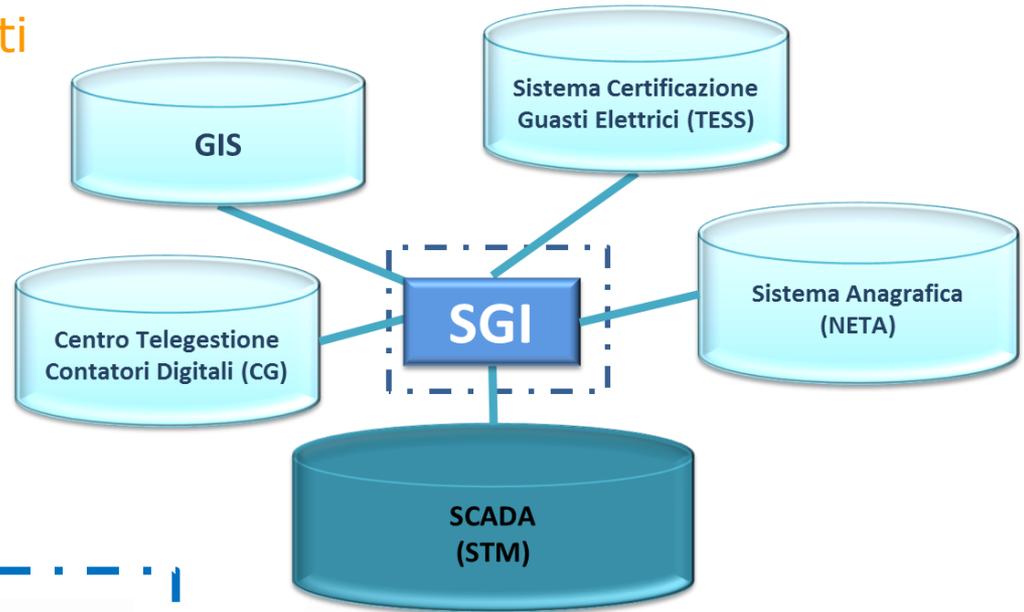
Focus sul controllo

- Controllo dei processi



Smart Grid Intelligence

Data mining per prevedere i guasti



Grazie per l'attenzione!

ing. Emilio Zendri

ing. Stefano Liotta

ing. Silvio Alessandroni

e.zendri@aceaspa.it

stefano.liotta@aceaspa.it

silvio.alessandroni@aceaspa.it