

INTRODUZIONE ALLE SMART GRID

Convegno GCE – Green City Energy
Genova 10 novembre 2011



Sessione:

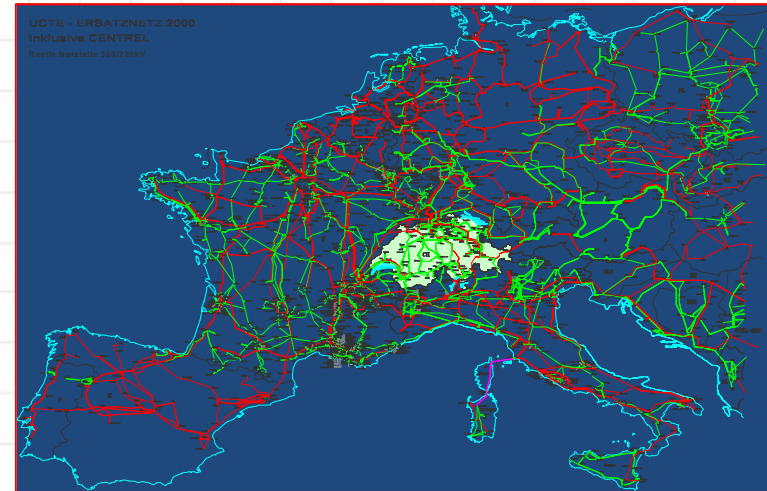
Reti intelligenti al servizio della Città: l'evoluzione delle smart grid per la produzione diffusa di energia, confronti internazionali



Stefano Massucco
Università di Genova

Requisiti per un moderno sistema elettrico →

- more than 450 M population
- Power: 350 GW
- Energy/Year: 2300 TWh
- EHV & HV grid: > 200,000 km
- **1,500 euro/person investment**



- Affidabilità
- Economicità
- Basso impatto ambientale
- Sostenibilità
- Flessibilità

→ *smart grid*

Le reti elettriche sono sempre state *smart*

Greatest Engineering Achievements OF THE 20TH CENTURY

◆ About ◆ Timeline ◆ The Book

Welcome!

How many of the 20th century's greatest engineering achievements will you use today? A car? Computer? Telephone? Explore our list of the top 20 achievements and learn how engineering shaped a century and changed the world.

1. Electrification
2. Automobile
3. Airplane
4. Water Supply and Distribution
5. Electronics
6. Radio and Television
7. Agricultural Mechanization
8. Computers
9. Telephone
10. Air Conditioning and Refrigeration
11. Highways
12. Spacecraft
13. Internet
14. Imaging
15. Household Appliances
16. Health Technologies
17. Petroleum and Petrochemical Technologies
18. Laser and Fiber Optics
19. Nuclear Technologies
20. High-performance Materials



Definizione di *smart grid*

Ve ne sono diverse:

European Technology Platform on SmartGrids *“A SmartGrid is an electricity network that can intelligently integrate the actions of all users connected to it - generators, consumers and those that do both – in order to efficiently deliver sustainable, economic and secure electricity supplies.”*

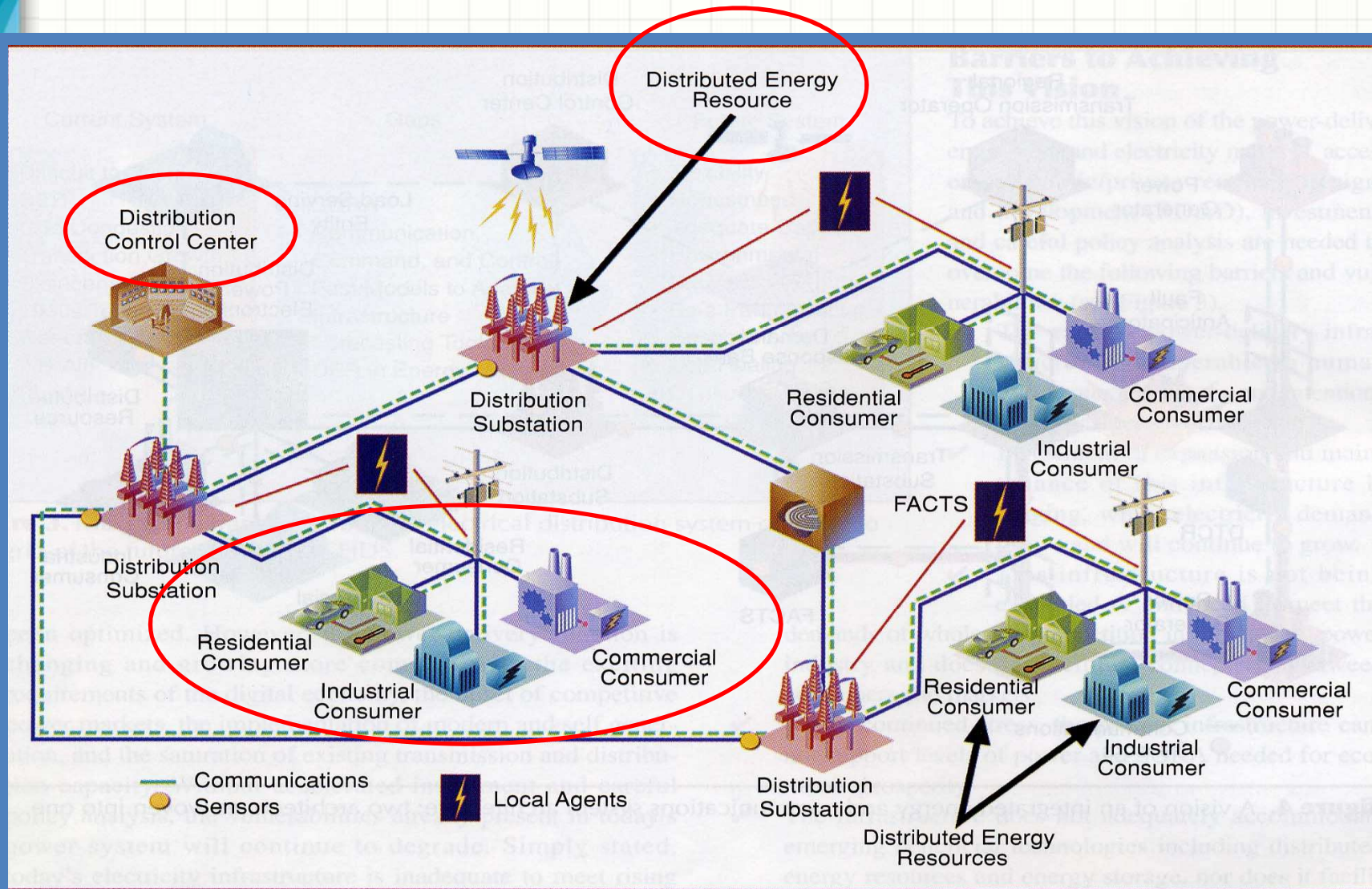
US Department of Energy: *“A smart grid uses digital technology to improve reliability, security, and efficiency (both economic and energy) of the electric system from large generation, through the delivery systems to electricity consumers and a growing number of distributed-generation and storage resources.”*

Department of Energy and Climate Change, UK: *“A smart grid uses sensing, embedded processing and digital communications to enable the electricity grid to be observable (able to be measured and visualized), controllable (able to be manipulated and optimized), automated (able to adapt and self-heal), fully integrated (fully interoperable with existing systems and with the capacity to incorporate a diverse set of energy sources).”*

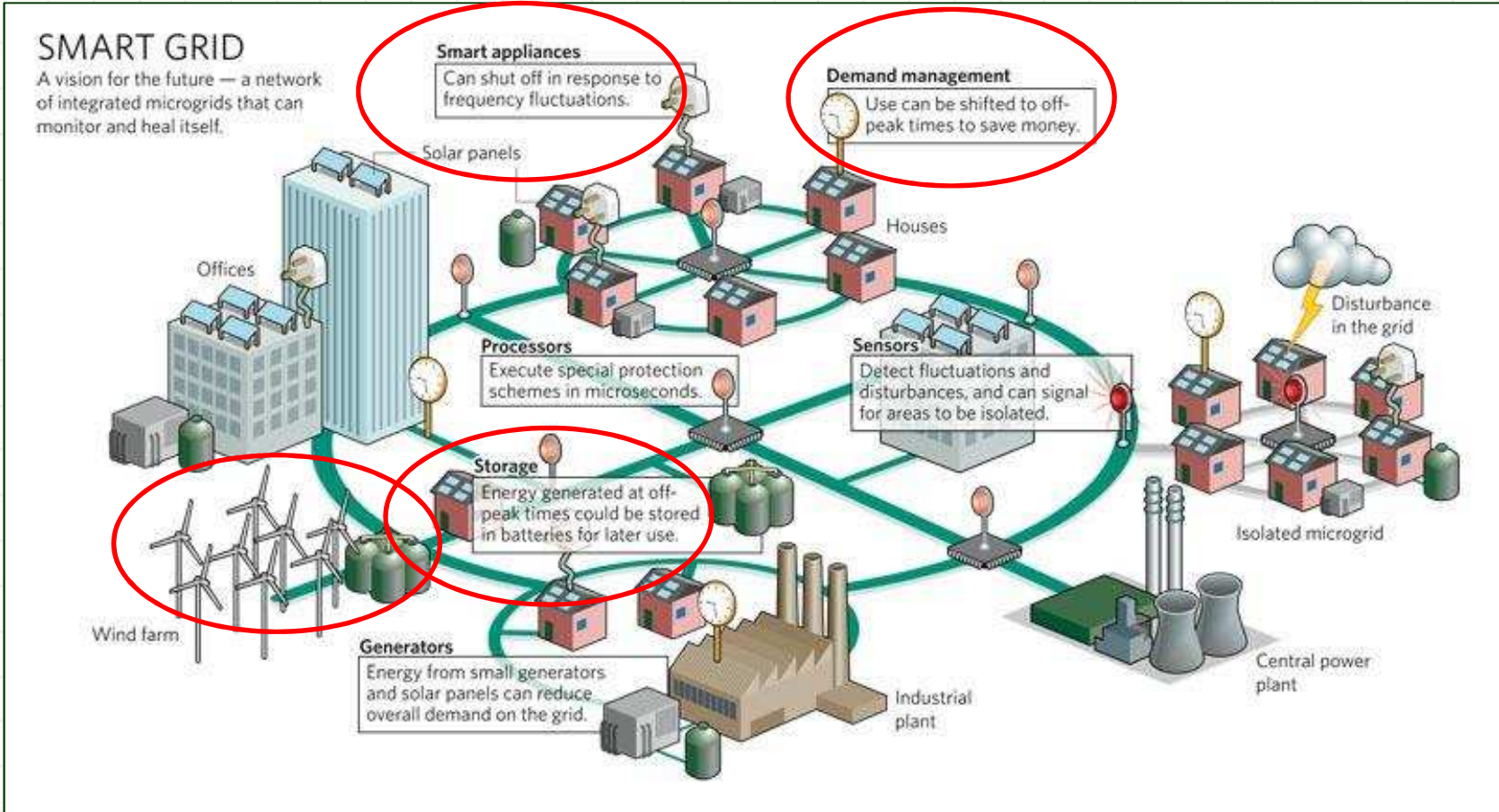
Electric Power Research Institute, USA → IntelliGridSM initiative which is creating the technical foundation for a Smart Grid. They have a vision of: *“Power system made up of numerous automated transmission and distribution systems, all operating in a coordinated, efficient and reliable manner.”*, *“A power system that handles emergency conditions with ‘self-healing’ actions and is responsive to energy-market and utility business-enterprise needs.”* and *“A power system that serves millions of customers and has an intelligent communications infrastructure enabling the timely, secure and adaptable information flow needed to provide reliable and economic power to the evolving digital economy.”*

EURELECTRIC: *“A smart grid is an electricity network that can intelligently integrate the behaviour and actions of all users connected to it - generators, consumers and those that do both - in order to efficiently ensure sustainable, economic and secure electricity supply. As such, a smart grid, involving a combination of software and hardware allowing more efficient power routing and enabling consumers to manage their demand, is an important part of the solution for the future”.*

Smart Grid



Fonte: EU Technology Platform



Cosa è una smart grid per una smart city?
è il cosiddetto «enabling factor»

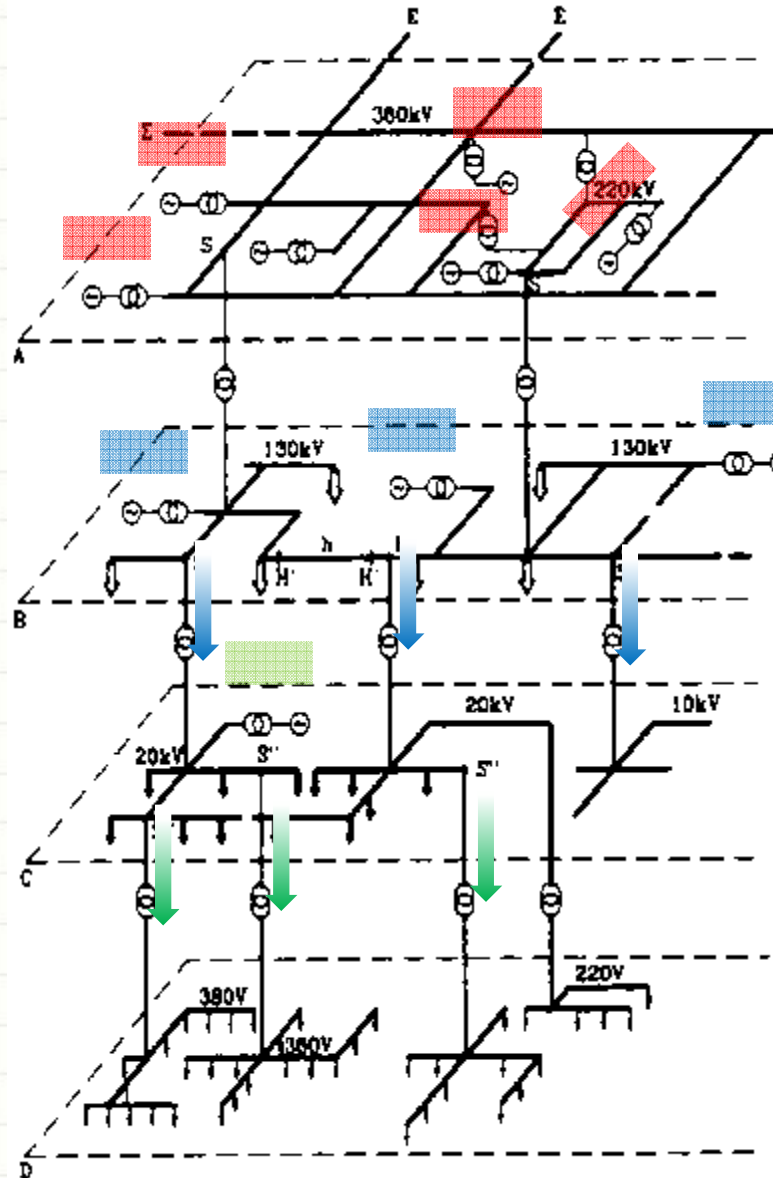
le reti di trasmissione sono sempre state smart:
occorre passare da reti di distribuzione passive a reti attive

Transmissione

Sub-transmissione

Distribuzione (MT)

Distribuzione
(BT)



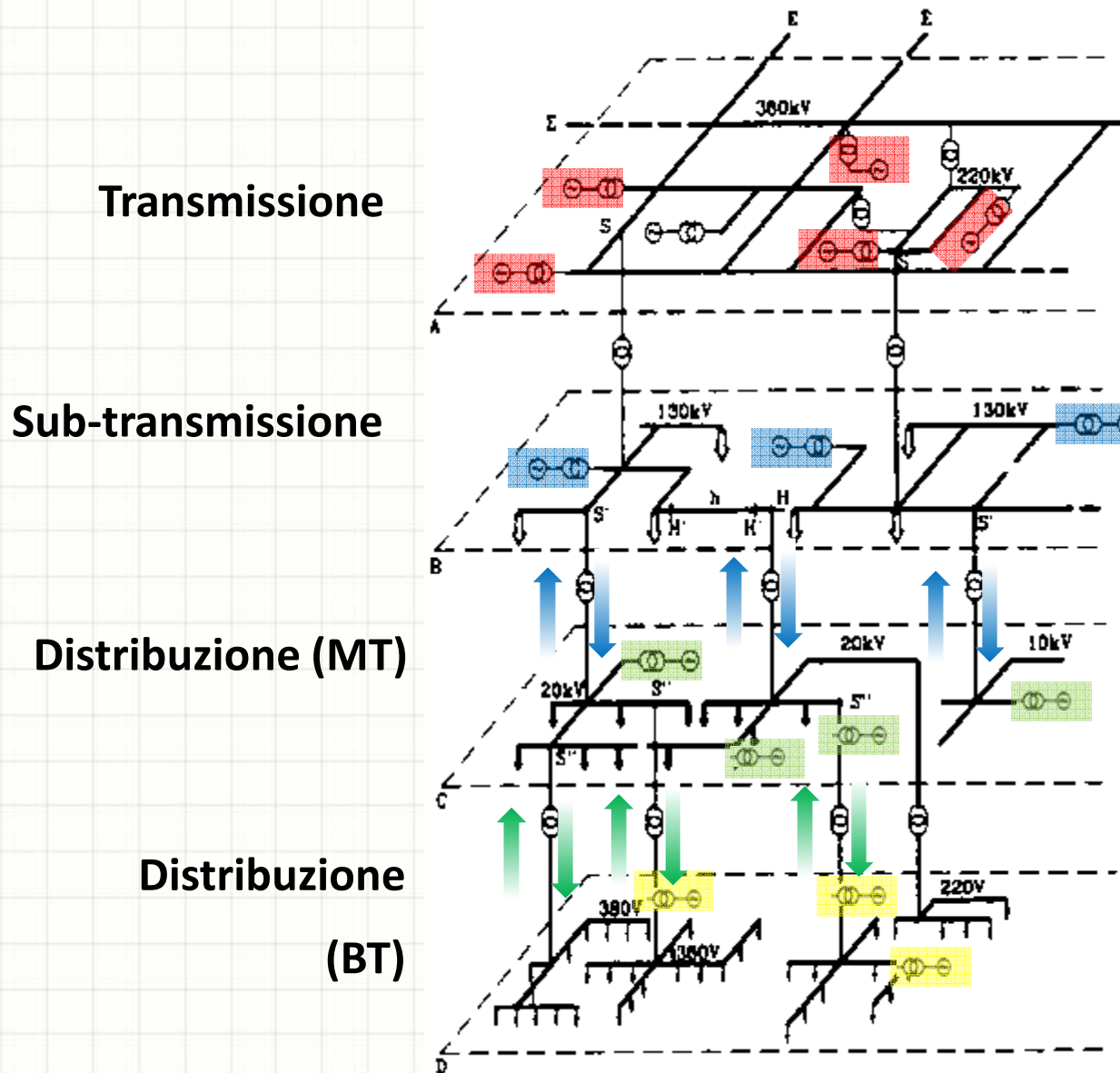
Senza
generazione
distribuita



Flussi di potenza
unidirezionali

dalla rete di
trasmissione a
quella di
distribuzione

Da reti di distribuzione passive a reti attive



Con
generazione
distribuita



Flussi di potenza bidirezionali
tra la rete di
trasmissione e le
infrastrutture di
distribuzione

Rete elettrica di distribuzione

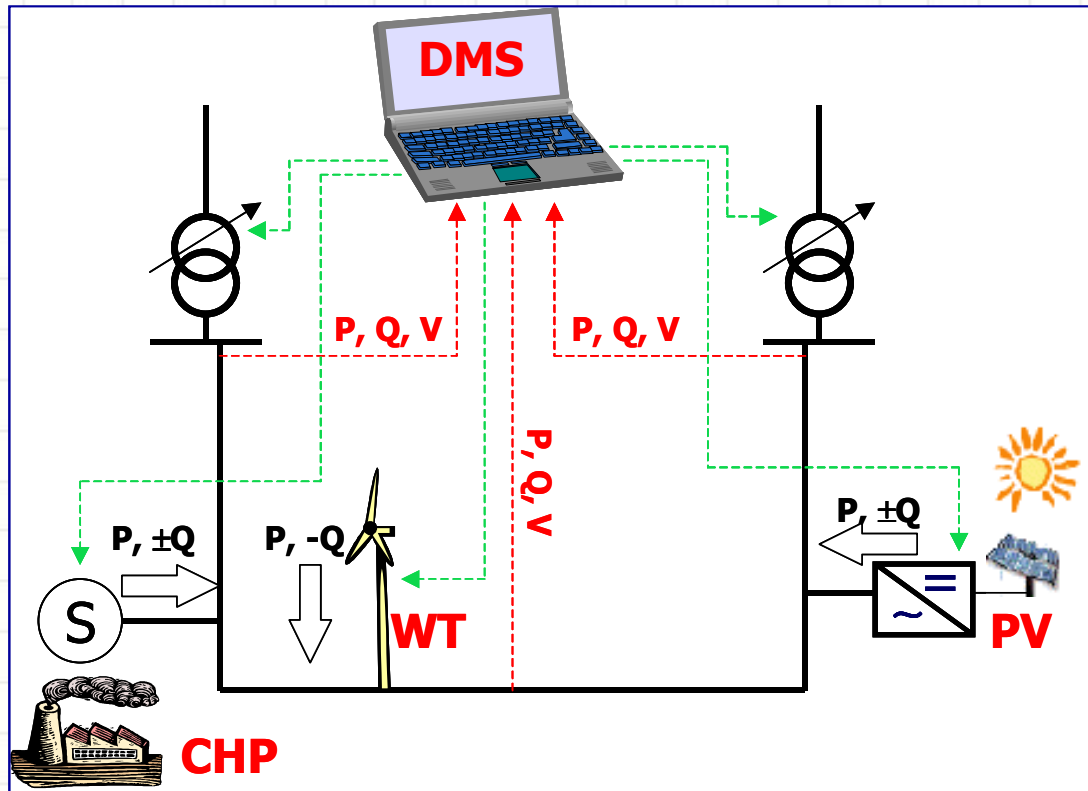
“attiva” (smart): definizione

Tratta dalle attività del Working Group SC C6 della CIGRE:

*“Le **reti di distribuzione attiva** sono reti di distribuzione **equipaggiate con controlli** per la gestione di risorse distribuite (generatori, carichi, accumuli).”*

*I Distribution System Operator (DSO) hanno la possibilità di **gestire i flussi di potenza** usando in modo flessibile la topologia di rete. Le risorse distribuite, inoltre, **prendono parte al supporto del sistema** in modo regolato da opportuni quadri normativi e da accordi di connessione”.*

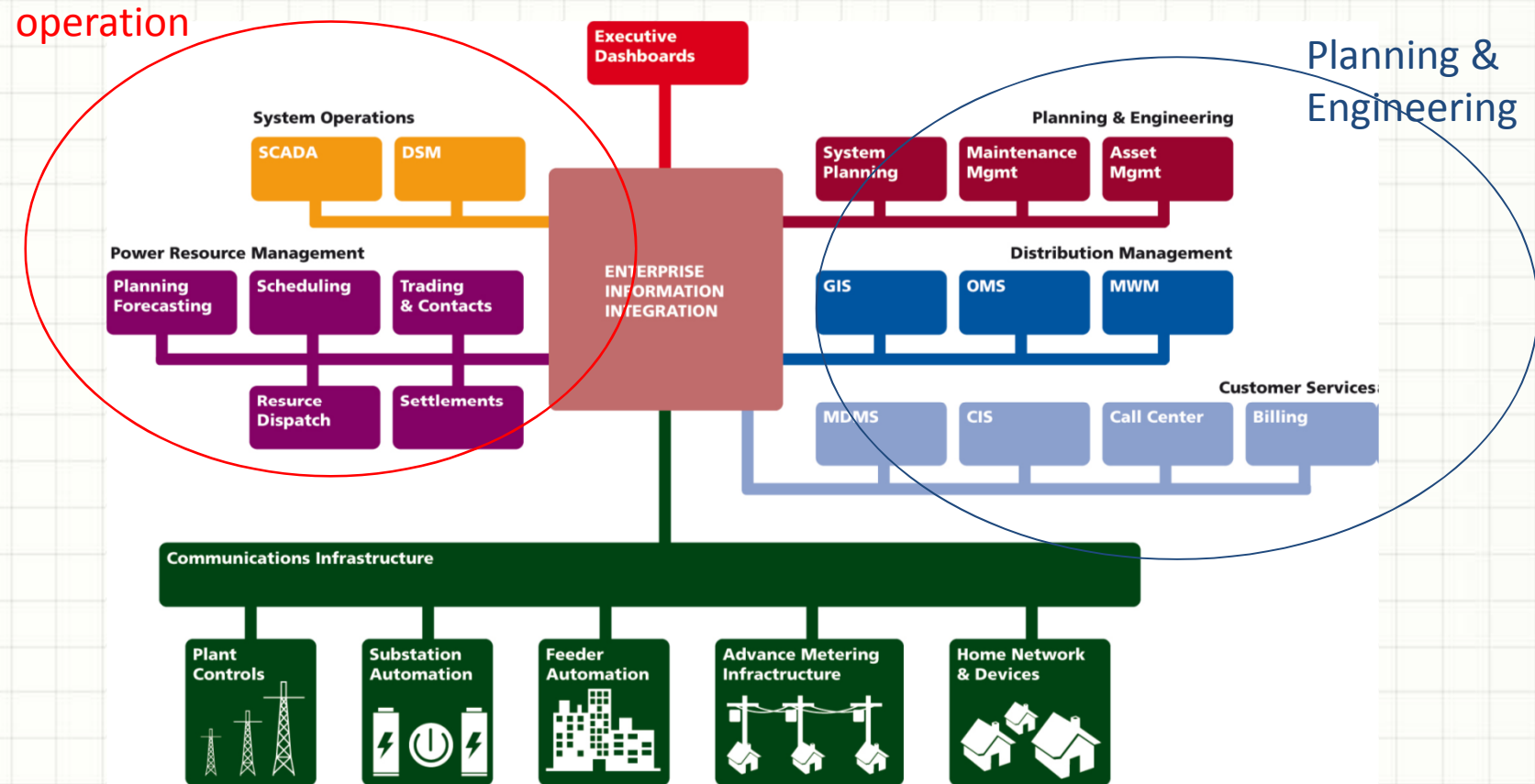
Active Distribution Networks



Distribution networks where generators, storage units, power electronic devices are fully integrated (DER)

A **Distribution Management Systems (DMS)** provides: management of load & generating source, protection and control of the network, PQ check

Architettura per integrazione EMS – DMS

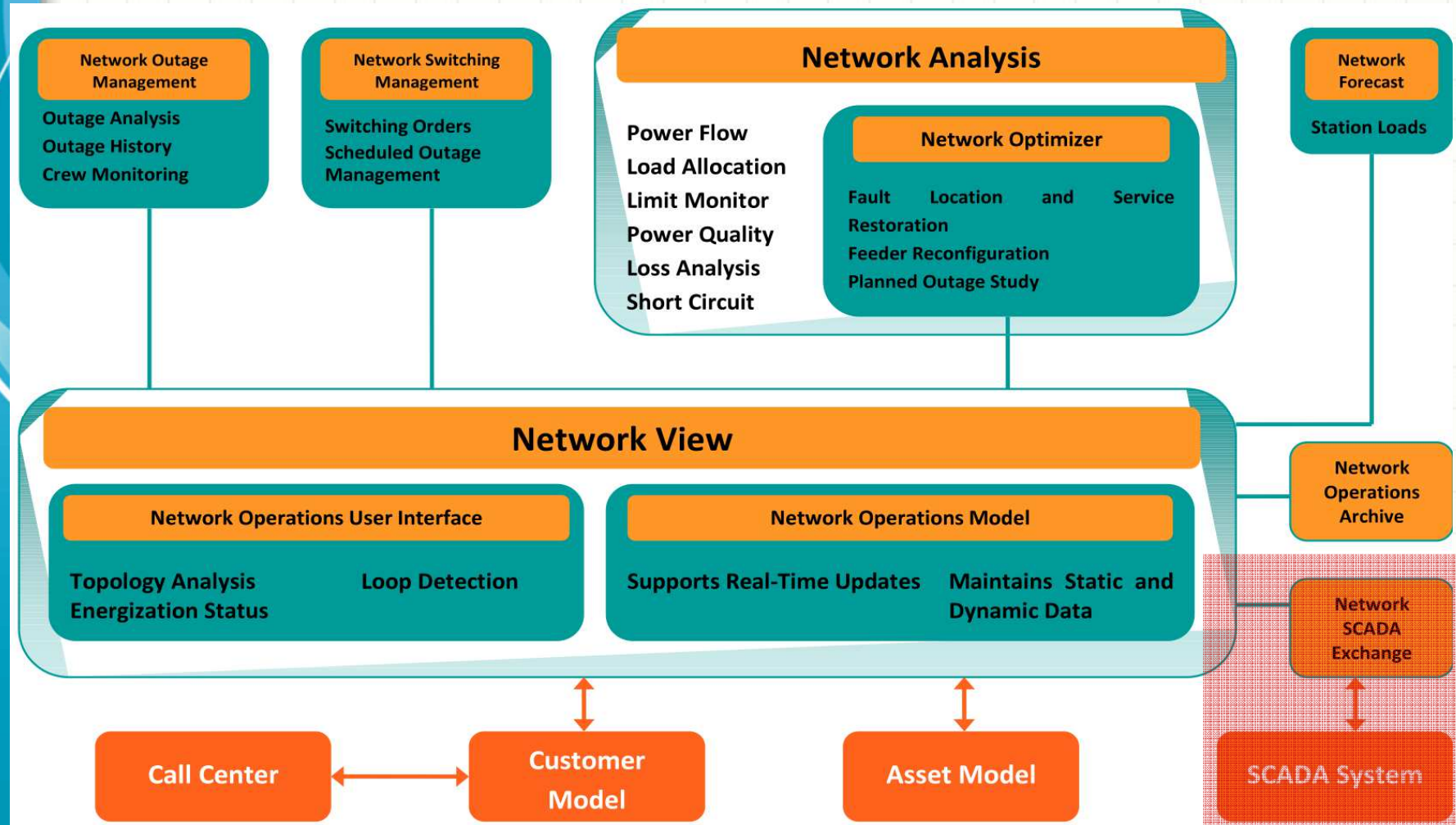


da "European SmartGrids Technological Platform, "Strategic Deployment Document for Europe's Electricity Networks of the future", September 2008"

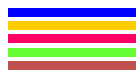
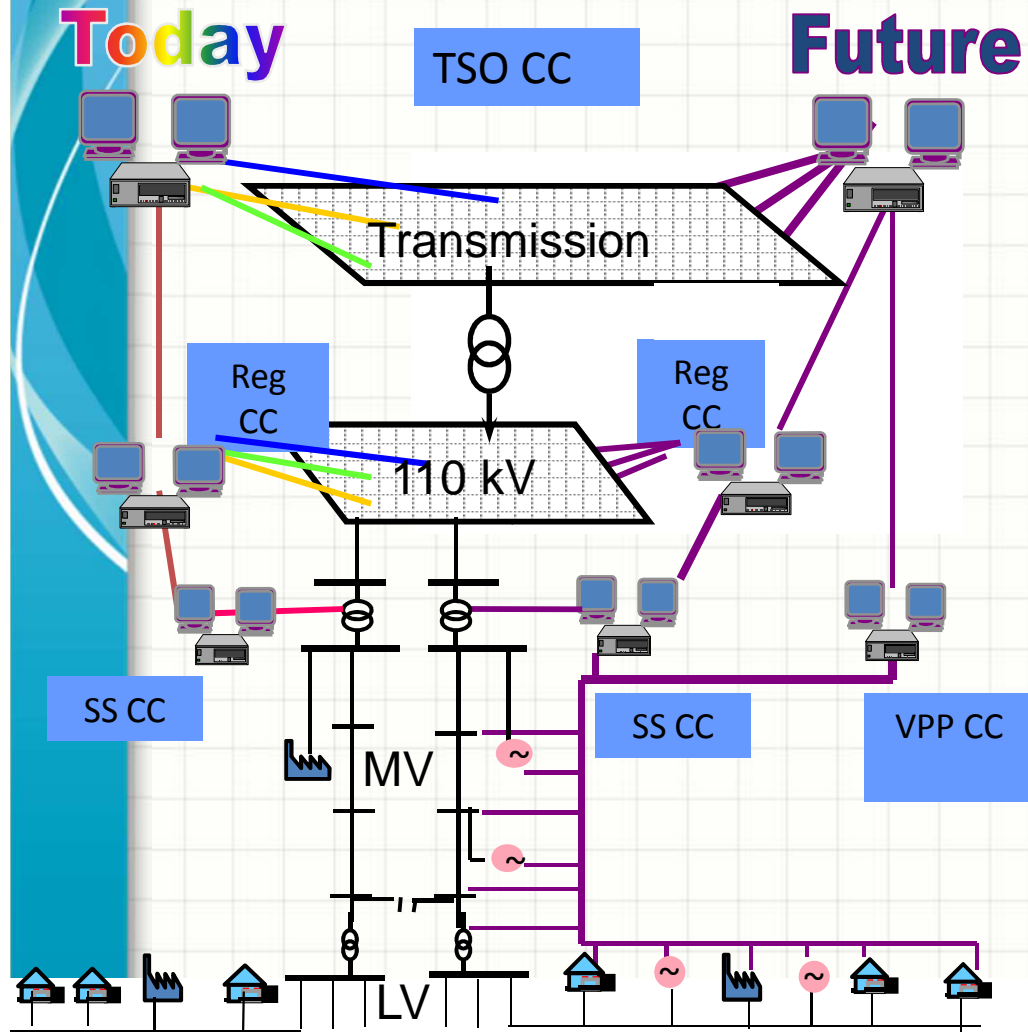
è un evento

Controllo ed esercizio delle reti elettriche attive con Generazione Distribuita anche da fonte rinnovabile

Esempio di *Distribution Management System* (ABB, AREVA, Siemens, ecc.)



Sviluppo delle applicazioni ICT per i sistemi elettrici



Communication links with different protocols

Uniform protocol

Needs for the Future

1. Communication moves down to the customers
 - Decentralized energy management
 - Metering services
 - Distribution automation
2. Common data models and services everywhere
 - Plug and play
 - Interoperability
 - Uniform engineering
 - Equal security

CC - Control Centre SS - Substation

VPP - Virtual power plant Reg - Regional

Attività per reti di distribuzione «smart» nel contesto smart city

Smart Grid

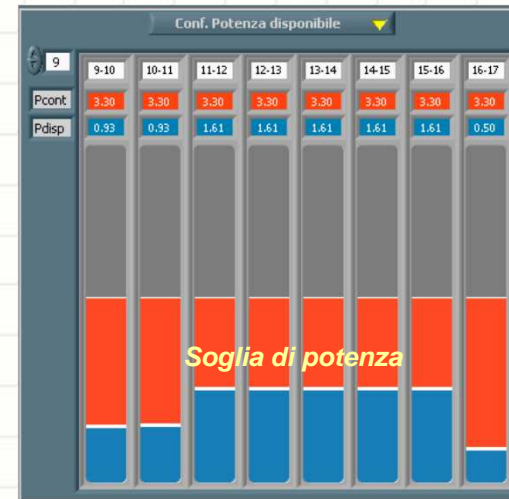
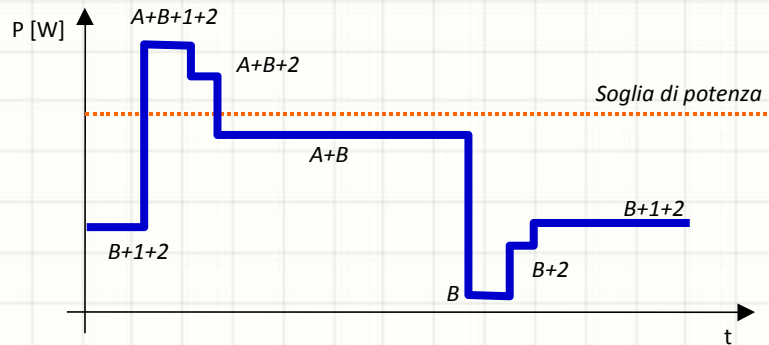
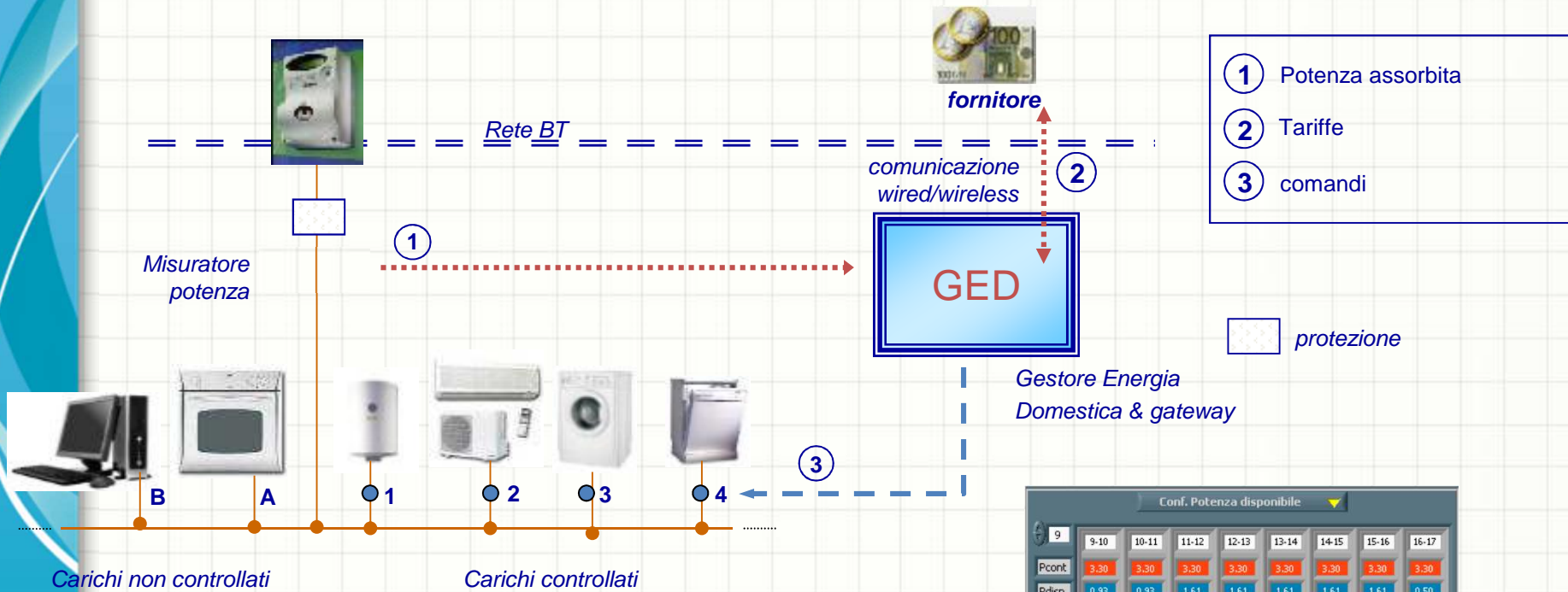
- **DMS** (Distribution Management System) per porzioni di reti elettriche urbane autonome e/o interconnesse (*smartgrids* e *microgrids*)
- **Sviluppo di sistemi di controllo intelligenti** di “**microreti elettriche urbane**” (ai fini dell’ottimizzazione energetica ad esempio all’interno di un Parco Tecnologico), con presenza di risorse energetiche rinnovabili, unità di accumulo
- **Controllo della generazione di media e piccola taglia** convenzionale (*microturbine*) e rinnovabile (*eolico, fotovoltaico*); facilitazione dell’integrazione e dell’inserimento nella rete elettrica (applicazioni di *power electronics*);
- **Sistemi di protezione avanzati** basati su PMU (phasor measurement unit) e WAN. Self-healing electrical grid (*reti autoprotette*)
- **Gestione dei flussi di potenza**: interfaccia con il mercato elettrico; fornitura di servizi di rete (*ancillary services*)
- **Affidabilità e sicurezza** delle reti e dei sistemi elettrici
- **Piattaforme off-shore** per la produzione di energia eolica e integrazione nella rete energetica urbana

Attività per reti di distribuzione «smart» nel contesto smart city

Gestione del carico (active demand)

- **Gestione coordinata del carico elettrico** e della generazione anche mediante sistemi di accumulo (storage)
- **Energy management & saving** per distretti, grandi strutture, edifici, uffici
- **Previsione** del carico e della generazione rinnovabile
- **Impatto sulla rete** dei **PEV** (Plug-In Electric Vehicles) e **PHEV** (Plug-in Hybrid Electric Vehicle) e riduzione delle emissioni

La gestione dei carichi elettrici



Fonte RSE
Attività di Ricerca Sistema
Elettrico

Necessità di tecnologie avanzate



Contatori digitali in grado di far comunicare utenti e distributori

TELEGESTORE

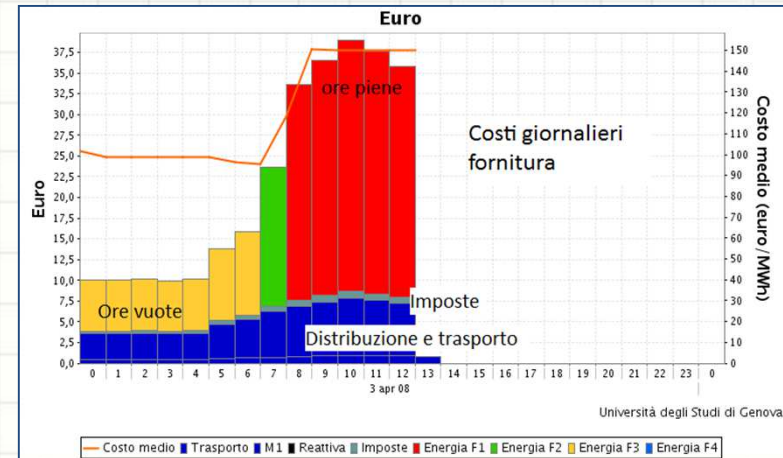
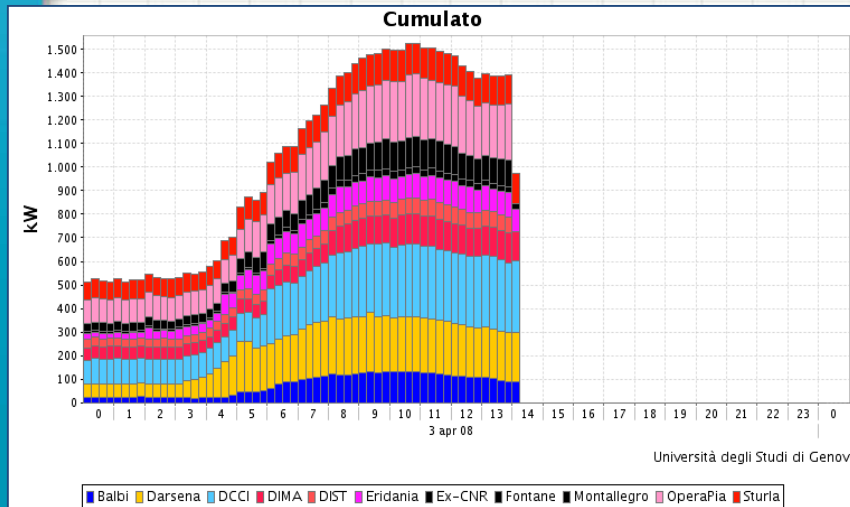
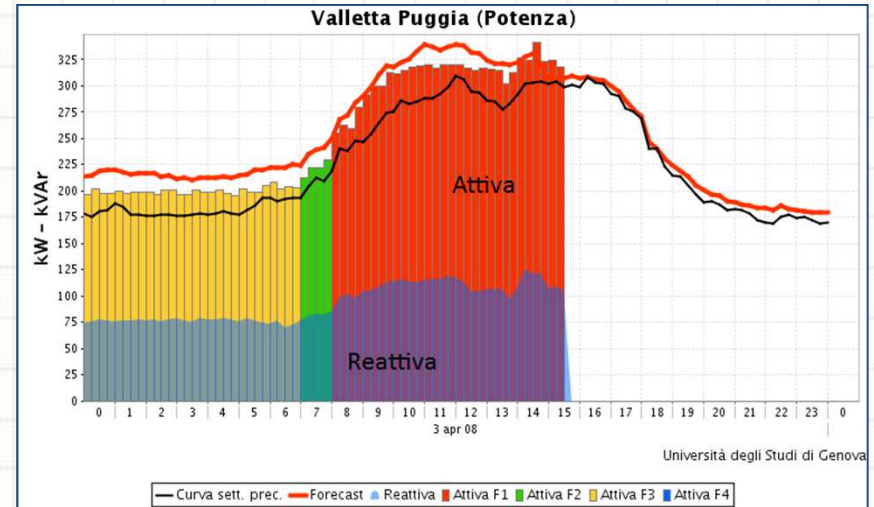
- Sistema innovativo di lettura consumi e gestione dell'utenza
- Legge, acquisisce ed aggrega in remoto i dati delle utenze
- **Permette tariffe su misura**

Monitoraggio in tempo reale consumi dell'Ateneo Genovese

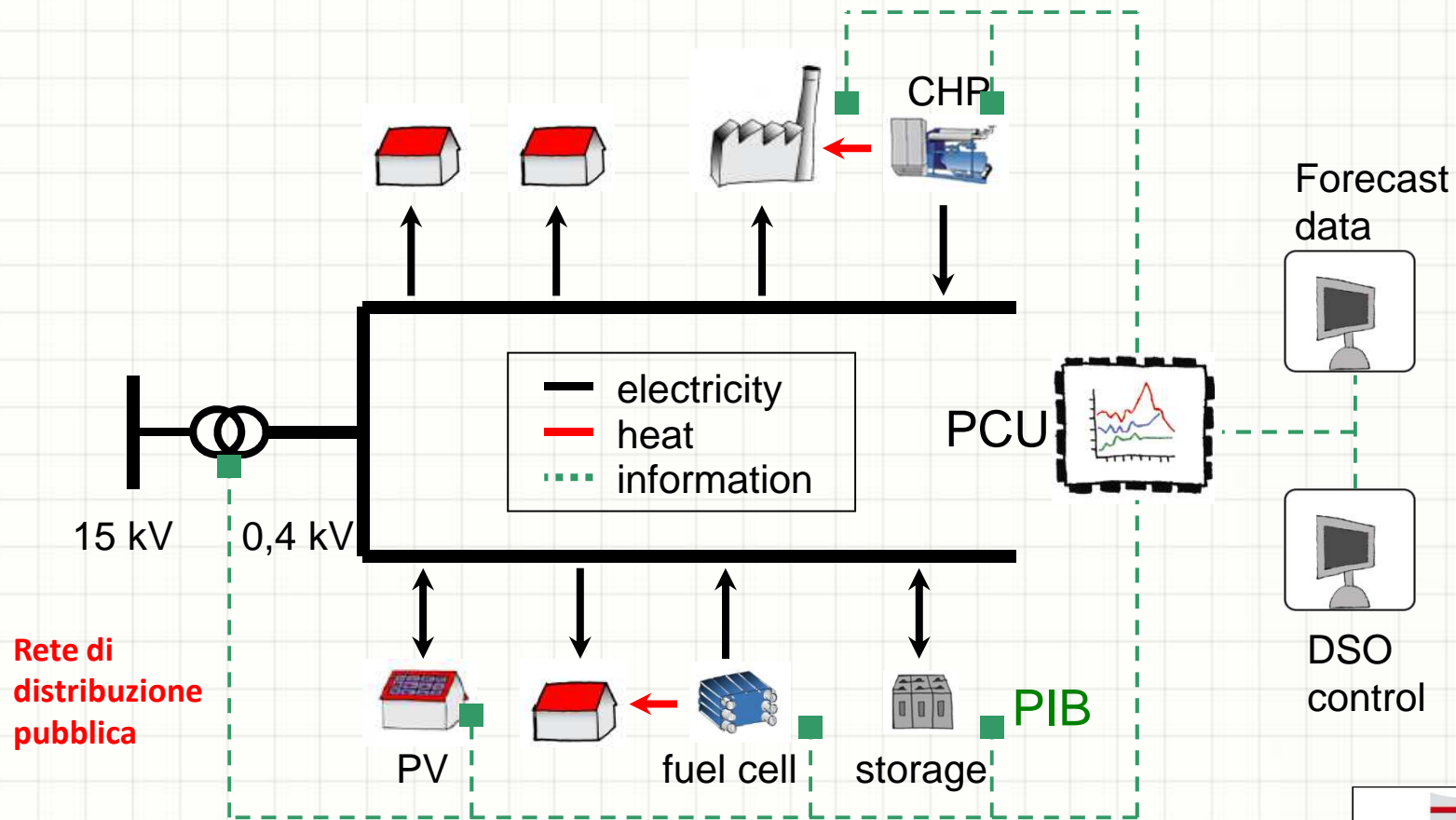
architettura



Sensore su uno dei
19 p.ti MT/BT



Attività per reti di distribuzione «smart» nel contesto smart city

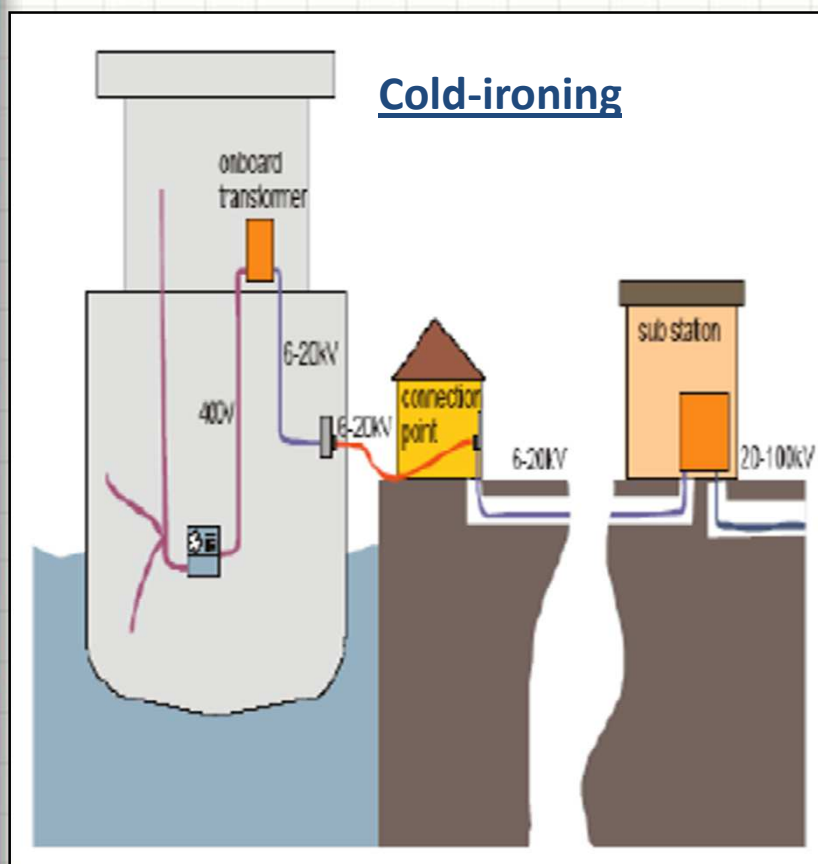


PEV - Plug-in Electric Vehicle

PCU = Process Communication Box

PIB = Process Interface Box

Attività per reti di distribuzione «smart» nel contesto smart city



potenze elettriche installate dell'ordine di una decina di MW

LATO PORTO:

- Potenza elettrica disponibile
- Infrastruttura elettrica
- Diverse tensioni (6.6 kV/11kV) → trasformatori
- Aspetti strutturali ed operativi → costi potenzialmente elevati
- Sicurezza del personale

LATO NAVE

- Cavi e prese “marini”
- Allineamento nave AV/AD + maree
- Rapidità e stabilità (no black out) della connessione
- Disconnessione di emergenza (anche indiretta: LNG)
- Partenza improvvisa
- Sicurezza del personale

Conclusioni:

Monitoraggio e sistemi di comunicazione

Reti attuali (esercizio passivo)	Reti future (smart grid)
Soluzioni ad hoc richieste per l'allacciamento delle utenze (carichi e unità di generazione)	Allacciamento 'plug&play' (Sistemi di distribuzione predisposti per l'integrazione delle utenze)
Differenti standard per i dispositivi di potenza e le apparecchiature di telecomunicazione	Standard comuni
Comunicazioni limitate ed uni-direzionali	Comunicazioni diffuse e bi-direzionali
Sistemi parzialmente analogici	Sistemi digitali integrati
Monitoraggio limitato della rete	Misure e sensori integrati in tutti i dispositivi e interfacciati su diversi livelli gerarchici

Conclusioni:

Esercizio delle smart grid

Reti attuali (esercizio passivo)	Reti future (smart grid)
Sistemi poco monitorati con procedure definite dall'operatore	Sistemi di monitoraggio distribuito della rete e delle sue risorse
Controllo centralizzato in caso di eventi anomali	Sistemi di controllo gerarchizzati
Assenza di sistemi di accumulo	Sistemi di accumulo diffusi
Manutenzione e sostituzione a tempo o su evento	Manutenzioni e sostituzioni in base ai livelli di performance
Ripresa del servizio manuale Pochi sistemi di difesa da disservizi	Ripresa del servizio automatica mediante sistemi di localizzazione guasti autoadattativi

Conclusioni:

Mercato

Reti attuali (esercizio passivo)	Reti future (smart grids)
Scarsità di mercati nei sistemi di distribuzione (contratti di acquisto privilegiato, vettoriamiento tra utenze)	Mercati locali pienamente sviluppati.
Vincoli ai mercati dovuti alle congestioni di rete.	Riduzione delle congestioni di rete mediante opportuni sistemi di dispacciamento locale.
Modesto controllo dei flussi di potenza (attualmente definiti dalle utenze e dalla struttura radiale delle reti).	Condizionamento attivo dei flussi di potenza tramite sistemi di controllo dell'operatore di sistema.
Limitate informazioni di mercato comunicate agli utenti.	Feedback sui prezzi dell'energia agli utenti.
Utenti passivi	Utenti attivi (anche sul mercato)



**GRAZIE
DELL'ATTENZIONE!**

INTRODUZIONE ALLE SMART GRID

Convegno GCE – Green City Energy

Genova 10-11 novembre 2011

Sessione:

Reti intelligenti al servizio della Città: l'evoluzione delle smart grid per la produzione diffusa di energia, confronti internazionali

Stefano Massucco
Università di Genova
stefano.massucco@unige.it

