

I servizi ancillari di rete e i nuovi strumenti di gestione per gli Aggregatori nel progetto E-SCALE

Webinar

Martedì 22 giugno 2021

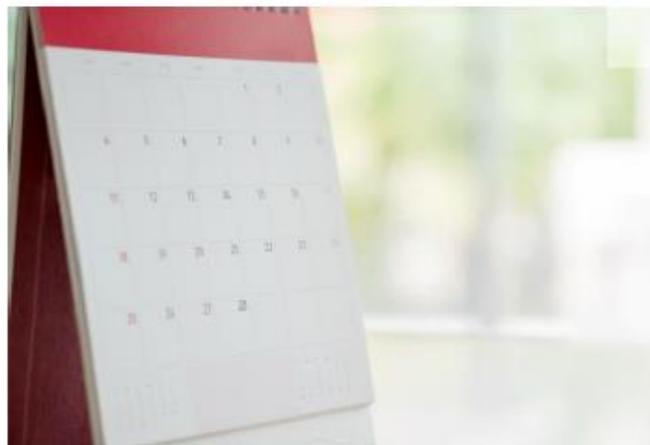
Ore 16.00- 18.00



Unione europea



REGIONE
LAZIO



Sezione di CASSINO



Society AEIT
per l'Energia Elettrica

e-Scale webinar

- I sistemi di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica sono oggetto di una trasformazione profonda: l'obiettivo è l'evoluzione verso le Smart Grid, cioè reti affidabili ed efficienti alle quali sono connessi sistemi di generazione distribuita da fonti rinnovabili, carichi intelligenti e flessibili, sistemi di accumulo dell'energia e veicoli elettrici.
 - In questo quadro, un passaggio essenziale è rappresentato dall'evoluzione dei clienti in utenti attivi, in grado cioè di partecipare al corretto funzionamento delle reti mediante la fornitura di servizi ancillari di rete.
 - Il Workshop introduce all'evoluzione in atto nei mercati dei servizi di rete e nella normativa di riferimento, soffermandosi sulla recente introduzione di nuove figure, quali gli Aggregatori, ed istituti, quali le Comunità energetiche rinnovabili. Sono quindi presentati i principali risultati tecnici ottenuti dal progetto **E-SCALE (Energia - Servizi Connessi alla gestione Aggregata delle risorse nel sistema eLEtrico)**, il cui obiettivo è lo sviluppo e la validazione di un servizio di gestione di risorse di generazione e di utenti attivi da parte di un Aggregatore per la fornitura di servizi ancillari di rete.
- 16:00 Presentazione dei partner del progetto (AlgoWatt, Roma Gas & Power, UniCas e UniGenova)
- 16:15 I mercati dei servizi di dispacciamento e la loro evoluzione (UniGenova)
- 16:30 Il ruolo attivo degli utenti ed i nuovi attori (UniCas)
- 16:45 Il progetto E-SCALE e la piattaforma di gestione dell'Aggregatore (AlgoWatt)
- 17:00 Il business model dell'Aggregatore (Roma Gas & Power)
- 17:15 Conclusioni (AlgoWatt)

Il progetto e-Scale e i partecipanti

- E-Scale
energy - Services Connected to the Aggregate management of resources in the electric system
- Il progetto ha sviluppato e validato un servizio completo di gestione di aggregati di risorse di generazione e/o consumo del sistema elettrico (DEMAND-RESPONSE-AS-SERVICE) per abilitare utilizzabile dalla nuova figura dell' "aggregatore" operante in modo innovativo e coerente con il paradigma Smart Grid.
- Progetto finanziato da Regione Lazio, (PROGRAMMA POR FESR LAZIO – AVVISO PUBBLICO “CIRCULAR ECONOMY E ENERGIA”)



Coordinatore

Azienda operante nelle soluzioni digitali per il mondo energia, mobilità sostenibile, green economy.



Uno dei primi gruppi privati italiani operanti nei mercati del gas, dell'energia elettrica e dell'efficiamento energetico.



Università di Cassino e Del Lazio Meridionale
Dipartimento di Ingegneria Elettrica e dell'informazione

Consulente

Università di Genova
Dipartimento di Ingegneria Navale, Elettrica, Elettronica e delle telecomunicazioni





I servizi ancillari di rete nei sistemi elettrici: l'evoluzione dei mercati ed i nuovi attori nel progetto E-SCALE

I mercati dei servizi di dispacciamento e la loro evoluzione

B. Gabriele, S. Massucco, G. Mosaico, M. Saviozzi

Genova 22-06-2021



IEES - Intelligent Electric Energy Systems

Description

Research and Development activities at National and International level in modelling managing and controlling the process of producing, transmitting, distributing and using electric energy.
Large use of ICT and Artificial Intelligent technologies and methodologies.
Applications to large transmission and distribution systems (smart grids and smart cities), industrial systems and energy efficiency.

Research topics

Management and optimization of electric energy systems and ancillary services markets (MSD), frequency service provision), power system monitoring and preventive-corrective control

Analysis, modelling and simulation of power system components and controls

Decision support systems and artificial intelligence (AI) applications to the planning and control of large power systems and industrial systems

Advanced technologies and methodologies for power systems simulation and protection

Hardware in the Loop Simulators

Smart Grids, Electric distribution and industrial systems (Distribution Management & Control) with distributed generation. Forecasting and optimization algorithms for renewable generation and loads.

Innovative technologies and control for integration of electric power renewable generation and storage systems

Demand response. Energy Communities.

Real time load monitoring and optimal management for energy saving

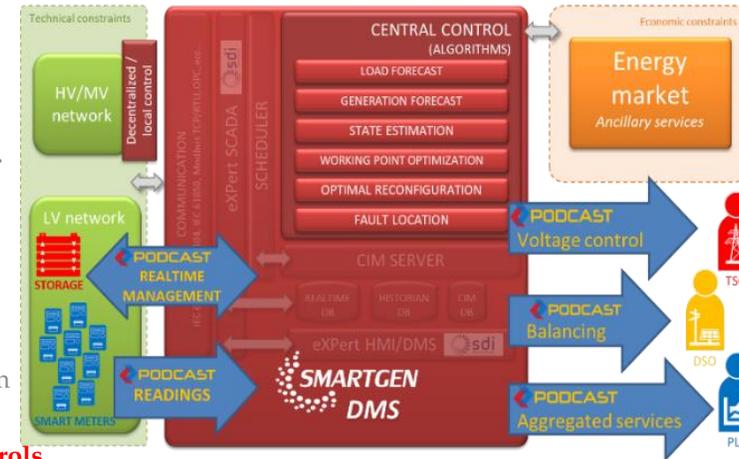
Network studies for large power systems and industrial systems

Electric energy applications to marine systems. All Electric Ship, On-board microgrid

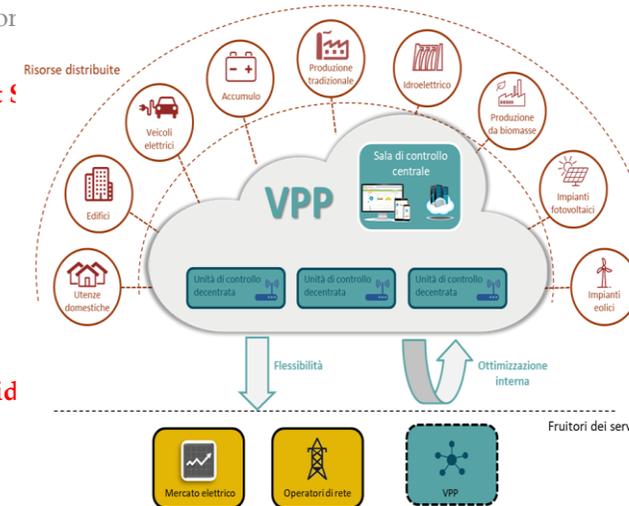
Reference persons

Stefano Massucco, Federico Silvestro, stefano.massucco@unige.it; 329-2106116

Cooperation with IESolutions, an Academic, spin-off of the University of Genoa in technological transfer of tools and consulting in energy saving for buildings and districts by real-time monitoring systems.



PODCAST Project



VIRTUS PROJECT

Servizi di regolazione per la rete elettrica

Agenda

- Servizi di regolazione per la rete elettrica
- Mercato elettrico
- Evoluzione del sistema elettrico



I mercati dei servizi di dispacciamento e la loro evoluzione

Servizi di regolazione per la rete elettrica

Servizi di regolazione per la rete elettrica

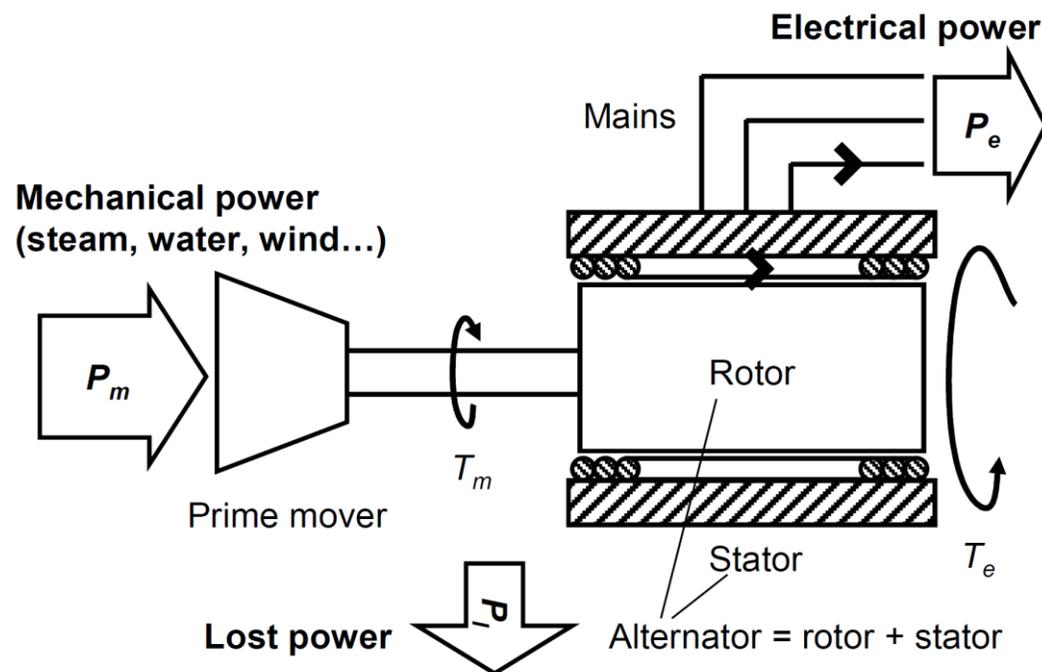
Funzionamento del sistema elettrico

- Il sistema elettrico deve essere gestito in maniera tale che vi sia **equilibrio istantaneo** fra domanda e generazione.
- Il servizio di trasporto dell'energia elettrica deve rispettare un opportuno profilo del **livello di tensione** in ogni nodo della rete, mantenendo la frequenza di rete al valore di riferimento, pari a 50 Hz.
- Il gestore di rete dispone per il sistema di risorse tramite apposito **mercato di scambio dei servizi ausiliari**.

Servizi di regolazione per la rete elettrica

Elenco servizi di regolazione

- Controllo di frequenza I, II, III
- Controllo di tensione I, II, III
- Inerzia sintetica
- Riserve
- Bilancio di energia
- Peak shaving
- Capacità di black-start
- Carichi interrompibili



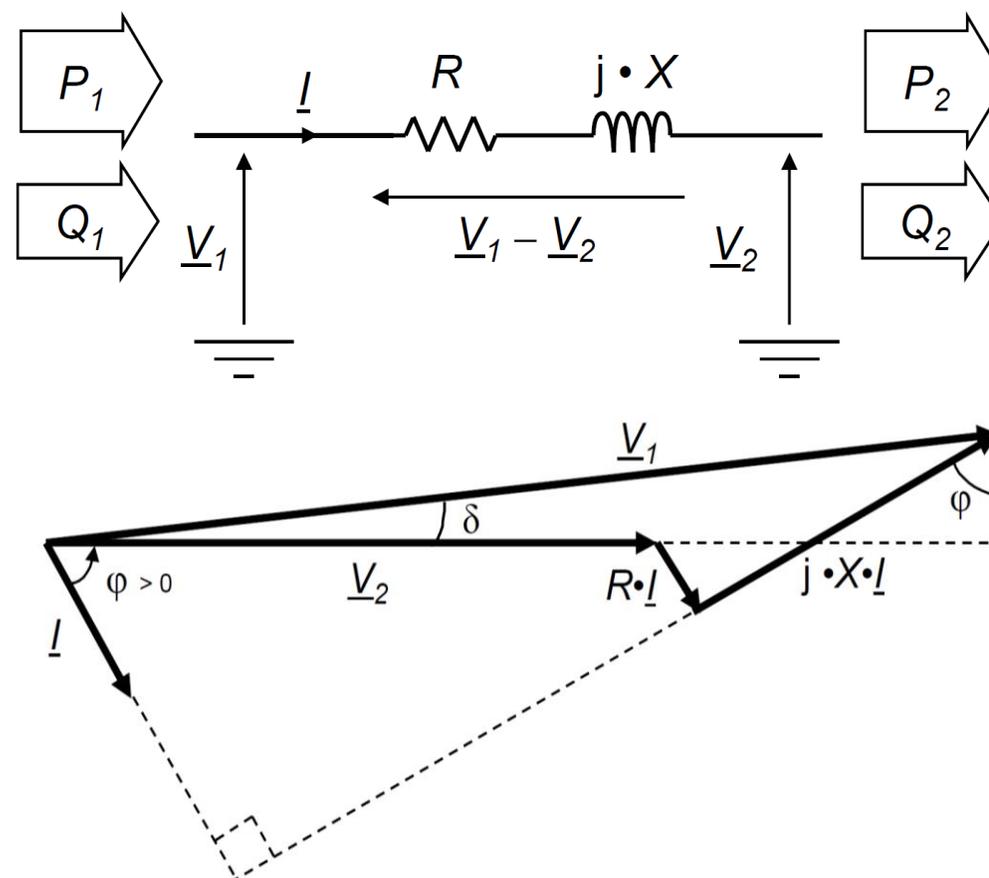
$$J \cdot w_m \frac{d^2 w_m}{dt^2} = P_m - P_e - P_l$$

[Y. Rebours, «A Comprehensive Assessment of Markets for Frequency and Voltage Control Ancillary Services,» *PhD Thesis*, 2008]

Servizi di regolazione per la rete elettrica

Elenco servizi di regolazione

- Controllo di frequenza I, II, III
- Controllo di tensione I, II, III
- Inerzia sintetica
- Riserve
- Bilancio di energia
- Peak shaving
- Capacità di black-start
- Carichi interrompibili



[Y. Rebours, «A Comprehensive Assessment of Markets for Frequency and Voltage Control Ancillary Services,» *PhD Thesis*, 2008]

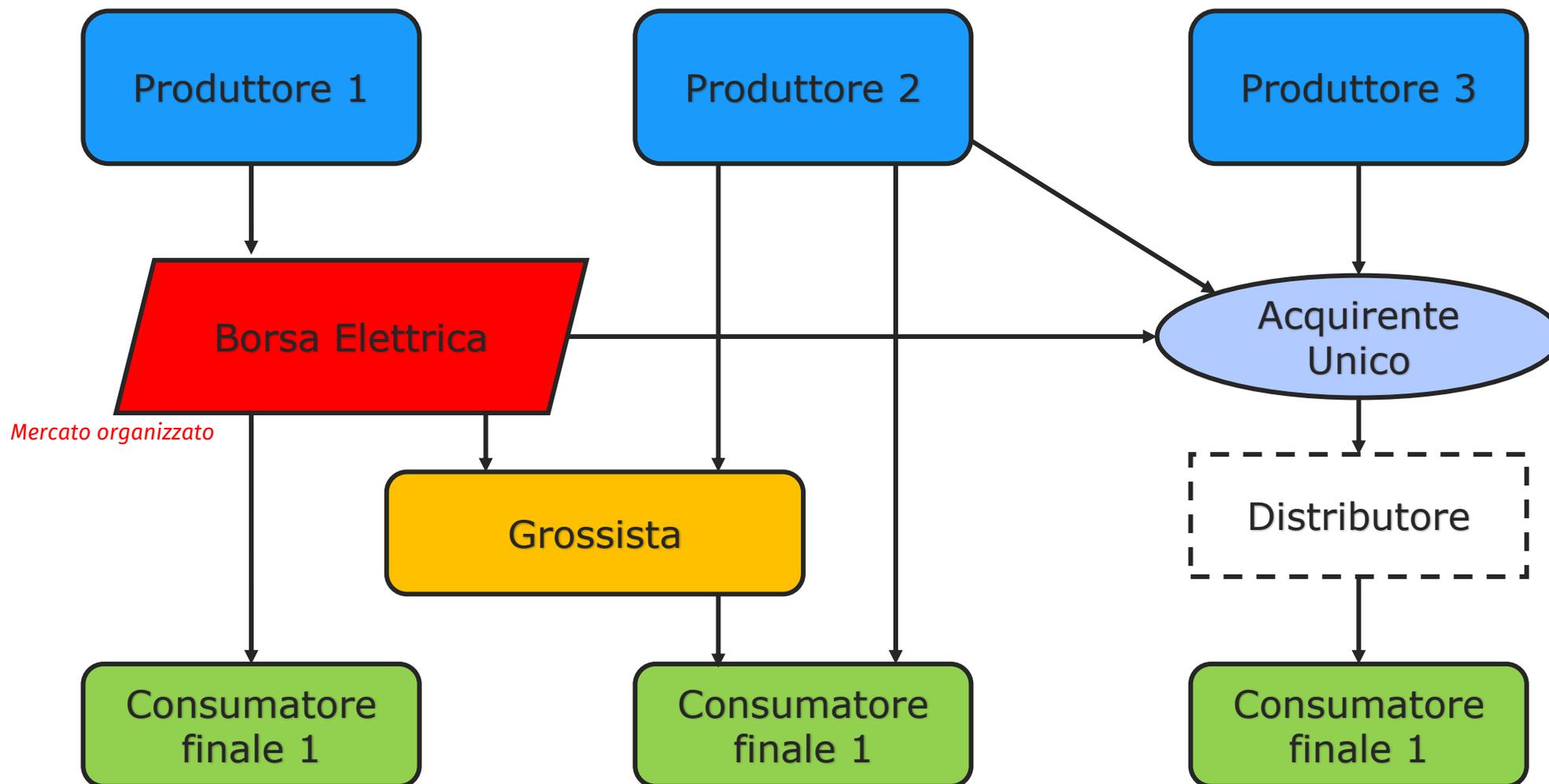


I mercati dei servizi di dispacciamento e la loro evoluzione (UniGenova)

Mercato elettrico

Mercato elettrico

Gli attori del mercato



Mercato elettrico

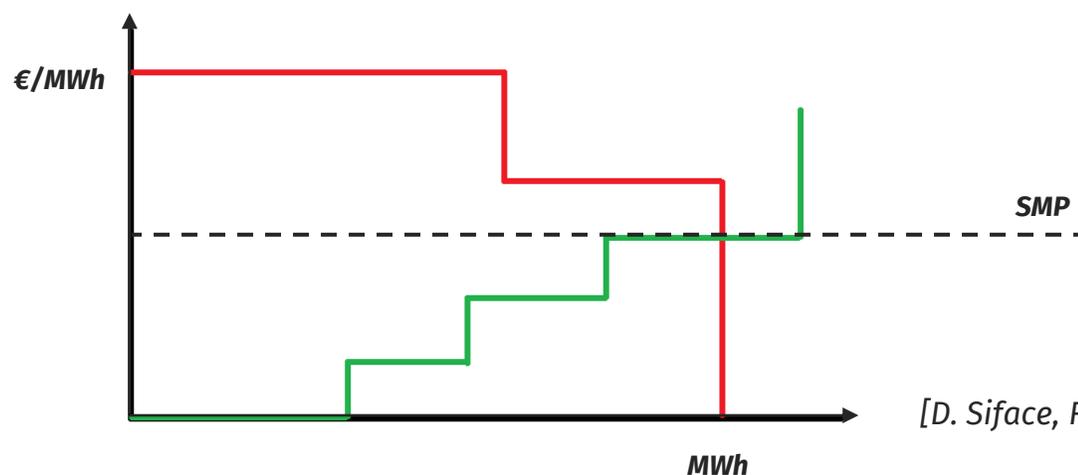
Definizione dei prezzi

- **Pay as Bid**

A ciascun venditore è pagato il prezzo da egli offerto.

- **System Marginal Price (SMP)**

Il prezzo di borsa, pagato a tutti i venditori e da tutti i compratori, **è il prezzo dell'ultima offerta accettata** secondo l'incontro delle curve di domanda e offerta.



[D. Siface, RSE, «Il Mercato Elettrico in Italia», 20 Marzo 2017]

Mercato elettrico

Mercati

- Mercato per lo scambio di energia tra operatori (SMP)

Mercato del Giorno Prima (MGP)

Mercato Infragiornaliero (MI)

- **Mercato per il servizio di dispacciamento** (MSD – pay as bid)

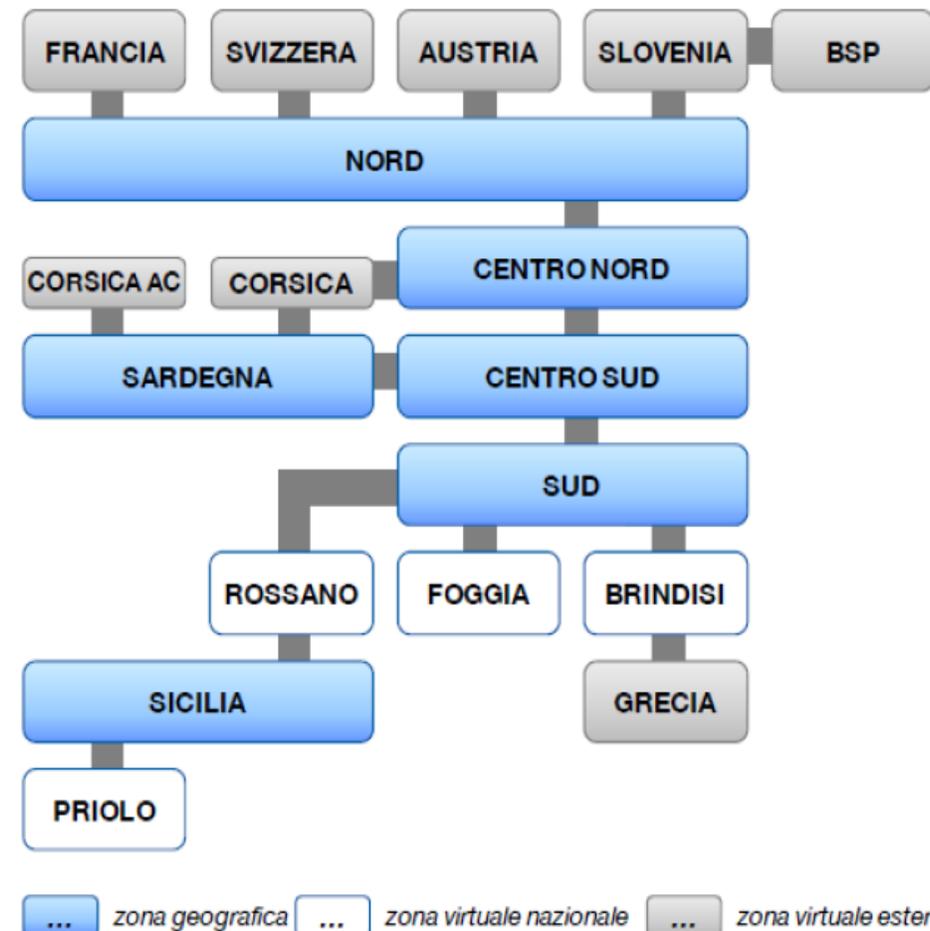
Utilizzato dal Gestore della Rete per acquisire le risorse necessarie a gestire in sicurezza il sistema elettrico (riserva, gestione delle congestioni di rete, bilanciamento).

Mercato elettrico

Mercato del giorno prima - MGP

Definisce:

- il **prezzo orario di vendita** dell'energia per ciascuna «**zona**» (prezzo marginale);
- il **prezzo orario di acquisto**, unico per tutto il territorio nazionale;
- i **programmi orari** di immissione e di prelievo di energia elettrica per ciascuna unità di produzione o di consumo (**programmi preliminari**).
- **Gestione delle congestioni**.

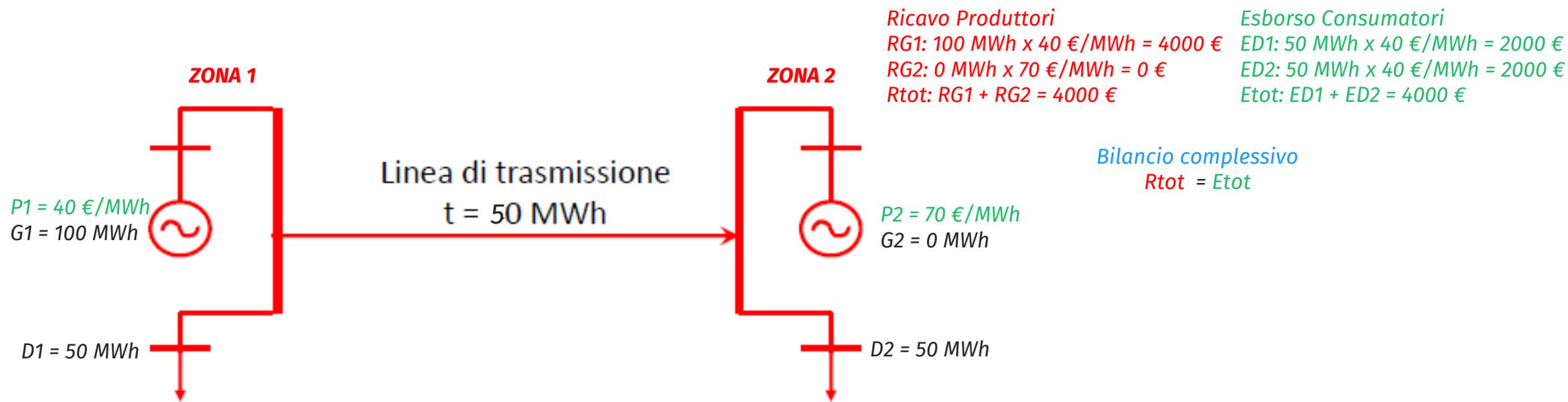


[D. Siface, RSE, «Il Mercato Elettrico in Italia», 20 Marzo 2017]

Mercato elettrico

Mercato del giorno prima - MGP

- MGP È un problema complesso di **ottimizzazione** non lineare mista intera .

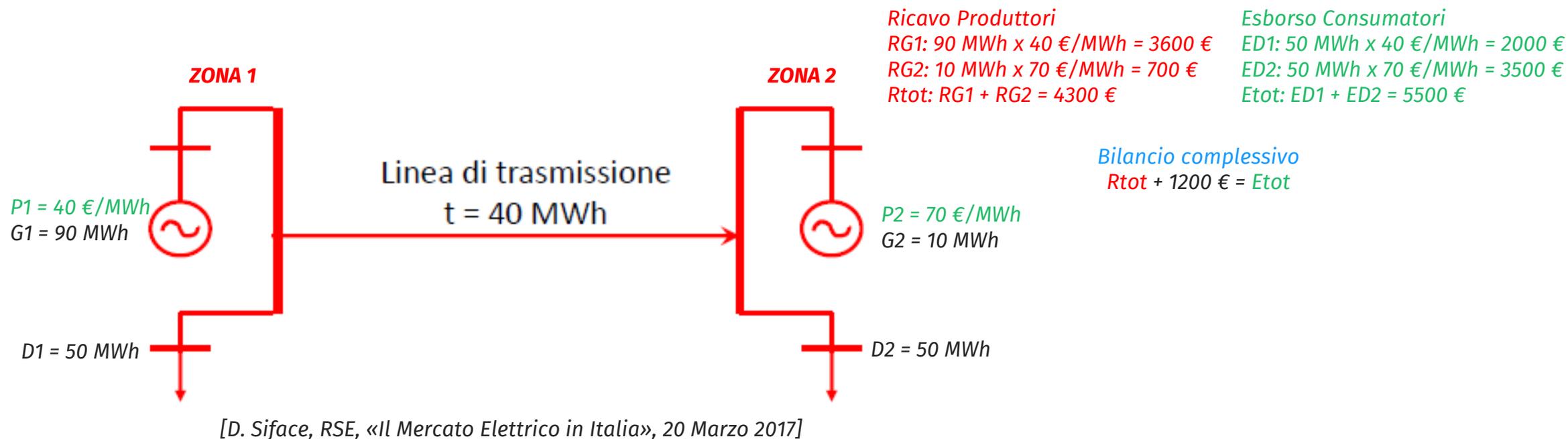


[D. Siface, RSE, «Il Mercato Elettrico in Italia», 20 Marzo 2017]

Mercato elettrico

Mercato del giorno prima - MGP

- MGP È un problema complesso di **ottimizzazione** non lineare mista intera .

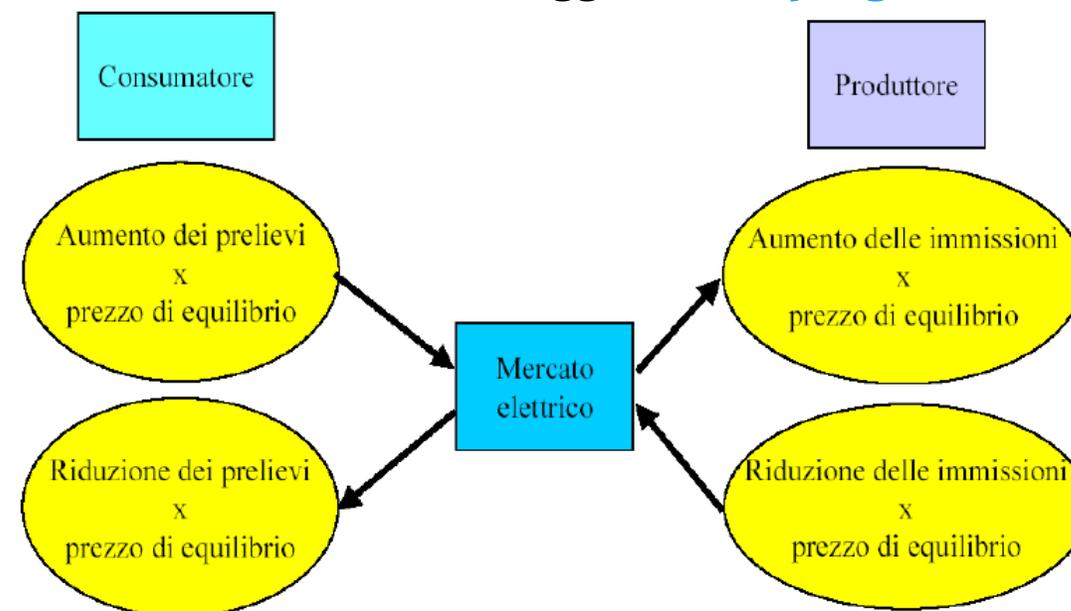


- Il metodo zonale di risoluzione delle congestioni determina una **rendita** da congestione per TERNA **destinata a rinforzare la rete** o ridurre le tariffe di trasmissione.

Mercato elettrico

Mercato infragiornaliero - MI

- **Corregge i programmi** di produzione definiti nel MGP, che potrebbero risultare non tecnicamente fattibili, o ad aggiornarli più vicino al tempo reale;
- **definisce il prezzo orario di vendita e acquisto dell'energia per ciascuna «zona»** (prezzo marginale) e i corrispondenti programmi di produzione e consumo aggiornati (**programmi aggiornati**).
- Gestione delle congestioni come nel MGP.



[D. Siface, RSE, «Il Mercato Elettrico in Italia», 20 Marzo 2017]

Mercato elettrico

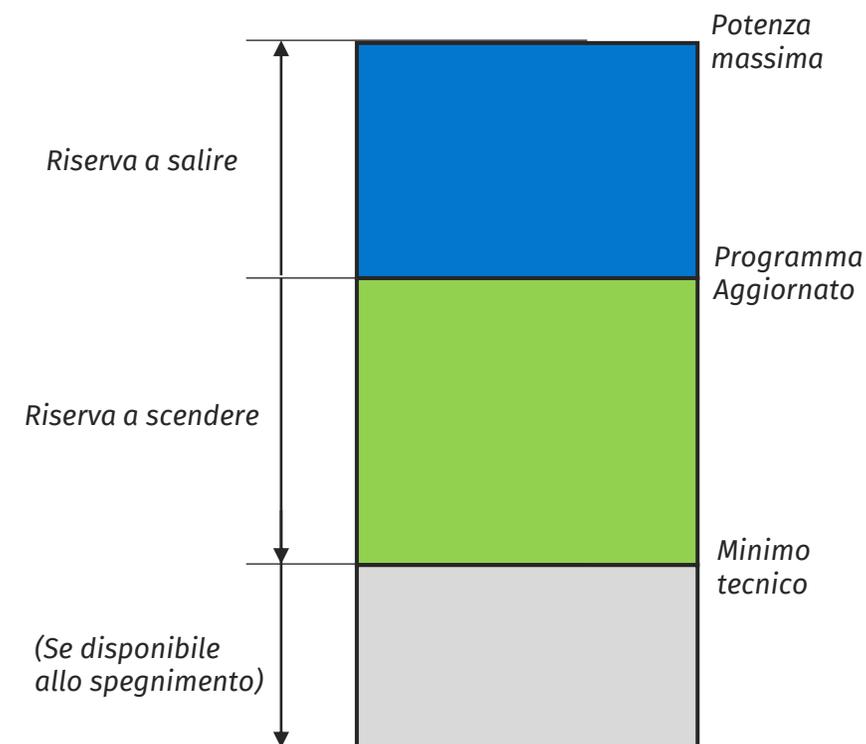
Mercato del servizio di dispacciamento - MSD

- In un sistema elettrico, la quantità di energia prodotta deve essere esattamente uguale, in ogni istante, alla quantità di energia consumata, pena variazione della frequenza (50 Hz) e delle tensioni, che possono raggiungere valori inaccettabili e portare il sistema all'instabilità e al black-out.
- Oltre alle normali variazioni della domanda, anche la produzione e la capacità di trasmissione possono variare all'improvviso a causa di guasti e imprevisti oppure per l'aleatorietà delle fonti rinnovabili non programmabili.

Mercato elettrico

Mercato del servizio di dispacciamento - MSD

- È indispensabile disporre di una capacità di produzione di **riserva**, pronta a intervenire per far fronte alle carenze (riserva a «**salire**») tenendo conto di vincoli delle unità di produzione quali **minimo tecnico**, tempo di avviamento da fermo e vincoli di rampa.
- In caso si verifichi un'imprevista riduzione della domanda o aumento della produzione rinnovabile è necessario assecondarla con un'equivalente riduzione della produzione (riserva a «**scendere**»).

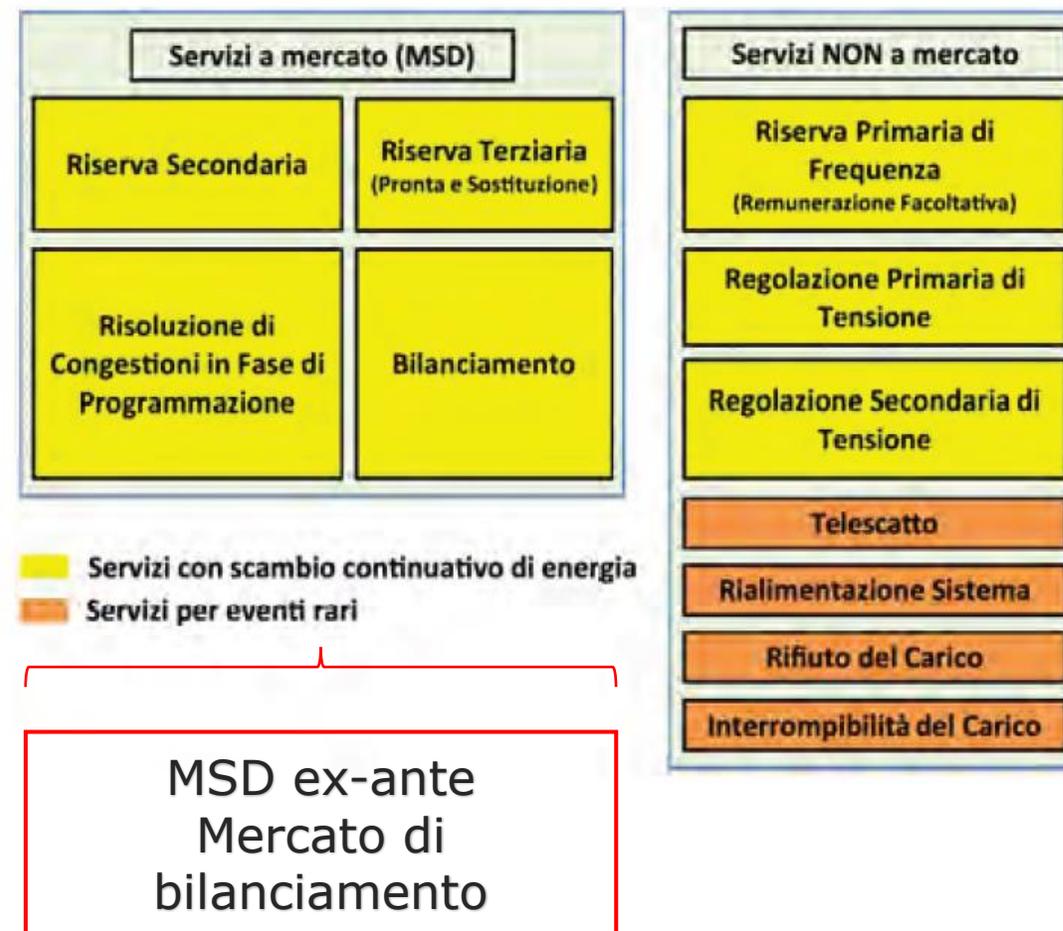


[D. Siface, RSE, «Il Mercato Elettrico in Italia», 20 Marzo 2017]

Mercato elettrico

Mercato del servizio di dispacciamento - MSD

- Per la gestione in sicurezza del sistema elettrico, Terna si avvale delle **Risorse per il Dispacciamento**.
- I venditori possono essere **produttori**, proprietari di unità di produzione abilitate, conformi ai requisiti tecnici definiti da TERNA nel Codice di Rete, o **consumatori**, proprietari di carichi interrompibili con preavviso di 15 minuti (delibera AEEG n. 289/06).
- Un solo acquirente, TERNA.

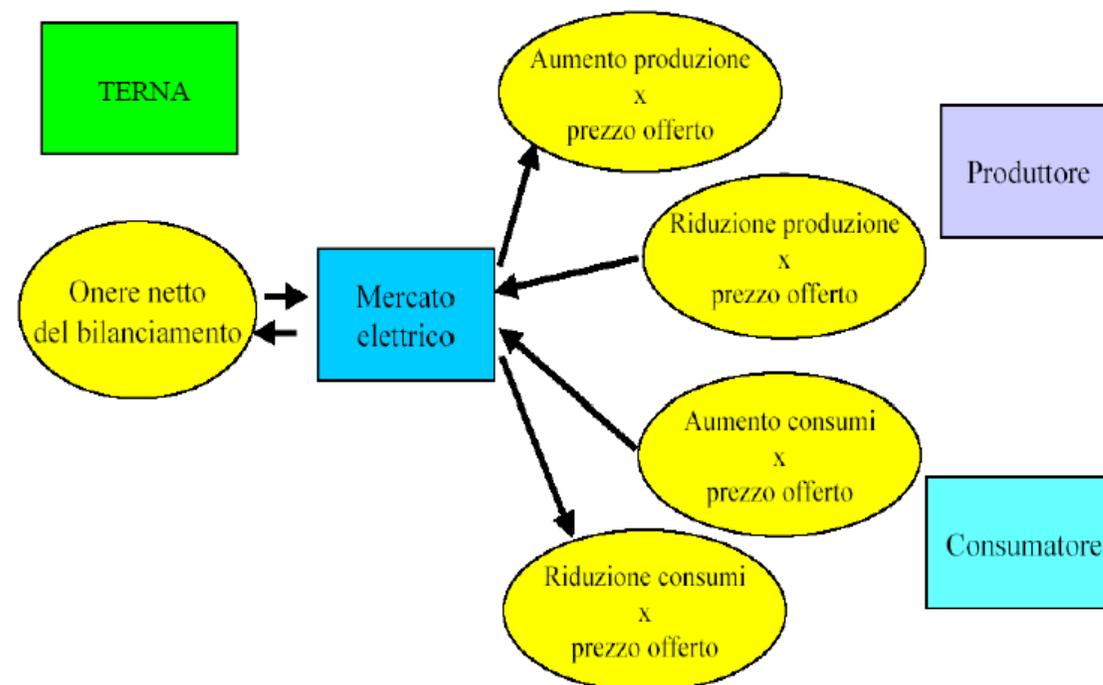


[Politecnico di Milano, RSE, «Partecipazione della domanda flessibile al mercato del servizio di dispacciamento», 2018]

Mercato elettrico

Mercato del servizio di dispacciamento - MSD

- A valle della selezione delle offerte (**MSD ex-ante**), TERNA definisce il **programma finale** di produzione, a livello orario, per ciascuna unità di produzione.
- Da quest'ultimo, TERNA definisce il **programma vincolante** su base del quarto d'ora per il calcolo di eventuali oneri di sbilanciamento per la vendita/riacquisto di ulteriore energia in seguito a ordini di dispacciamento volti a bilanciare il sistema in tempo reale (**Mercato di Bilanciamento**).



[D. Siface, RSE, «Il Mercato Elettrico in Italia», 20 Marzo 2017]



I mercati dei servizi di dispacciamento e la loro evoluzione (UniGenova)

Evoluzione del sistema elettrico

Evoluzione del sistema elettrico

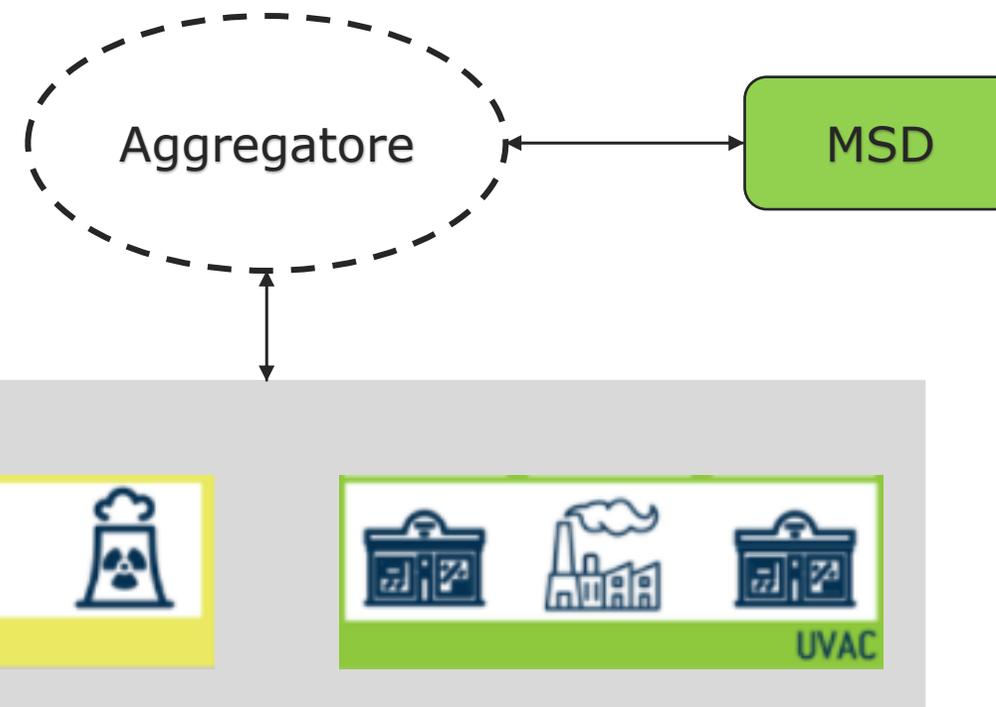
Delibera n. 300 / 2017

- Nel MSD si sono presentate alcune problematiche per la forte penetrazione di **fonti rinnovabili non programmabile** (FRNP), a scapito delle unità rotanti, e il conseguente calo di inerzia del sistema elettrico.
- Per questo motivo è stata introdotta la **Delibera n. 300/2017** che apre le porte del mercato a nuovi attori fino ad ora non abilitati alla **partecipazione al MSD** tra cui:
 - FRNP
 - Unità non rilevanti (taglia pari o inferiore a 10 MVA)
 - Domanda
 - Dispositivi di accumulo

Evoluzione del sistema elettrico

Unità virtuali abilitate

- Aumenta il numero di partecipanti al MSD
- **Aggregazione** in **Unità Virtuali Abilitate** (UVA)
 - di Produzione (UVAP)
 - di Consumo (UVAC)
 - Miste (UVAM)



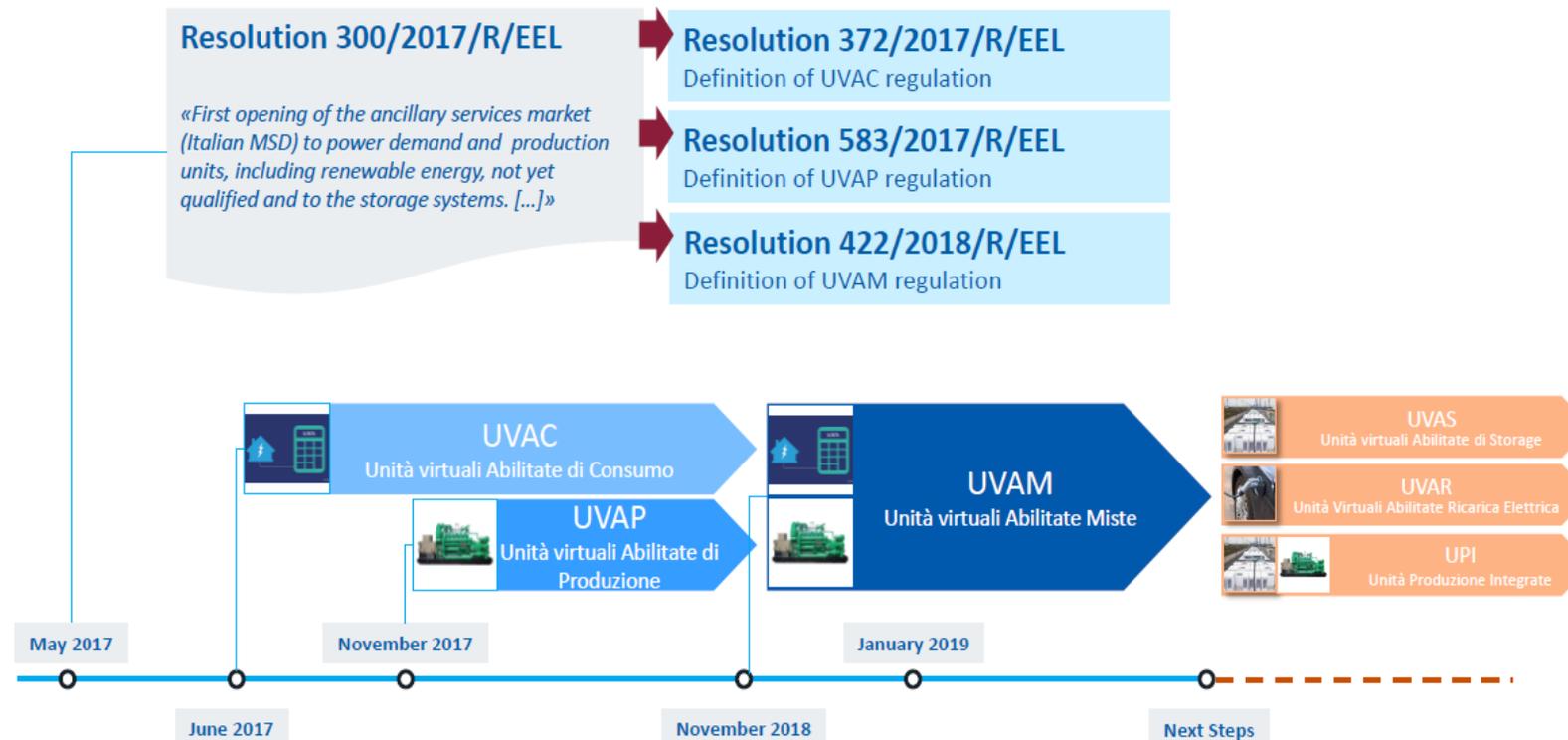
| Consumption | Production | Mixed |
|---|--|--------------------------------------|
| | | |
| UVAC Consumption Virtual Qualified Unit | UVAP Production Virtual Qualified Unit | UVAM Mixed Virtual Qualified Unit |

[B. Cova, «La trasformazione del sistema elettrico, le nuove esigenze di gestione e gli strumenti per farvi fronte,» AEIT, 2019]

Evoluzione del sistema elettrico

Prossimi passi

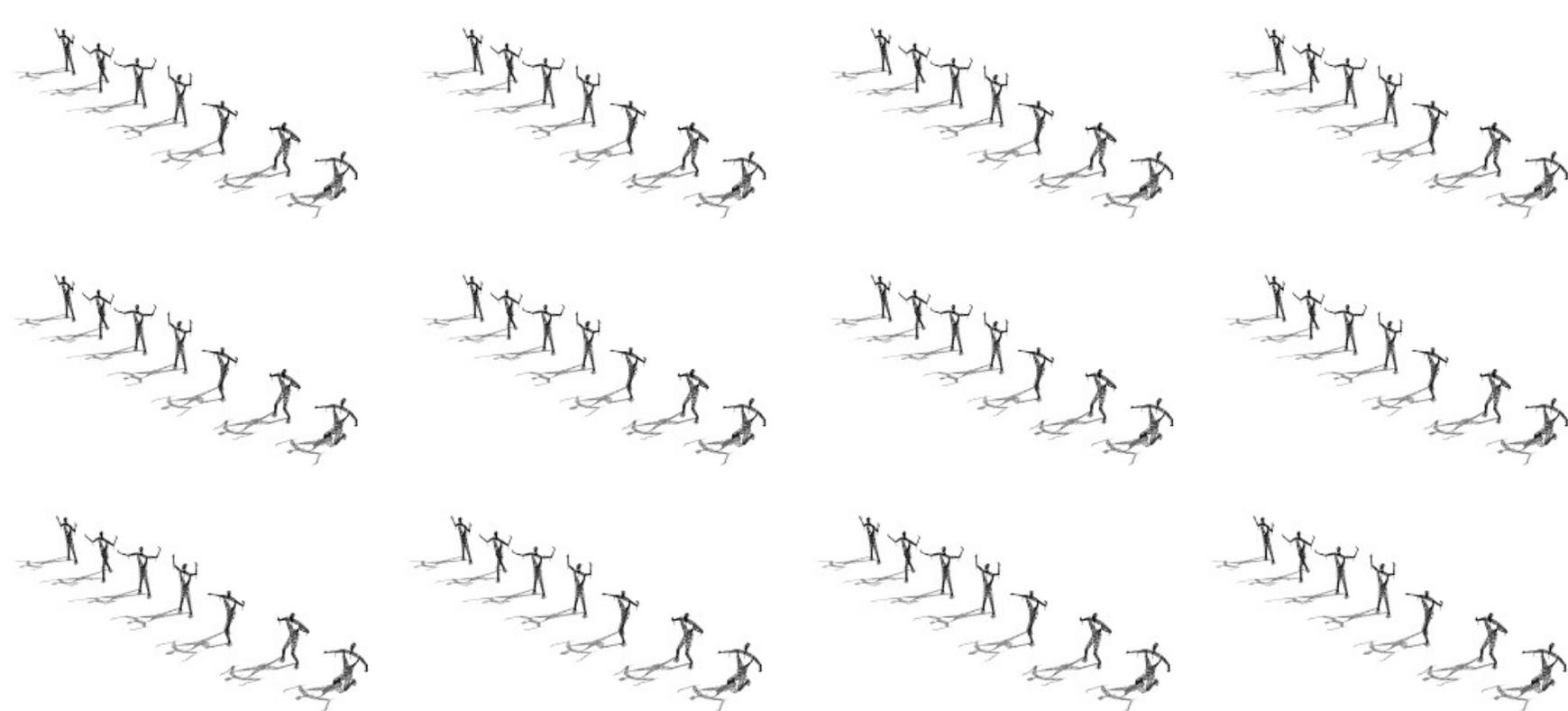
- L'introduzione di questi nuovi attori pone nuove questioni da risolvere circa la definizione dei loro requisiti per la partecipazione al MSD e la loro gestione all'interno del mercato elettrico.



[B. Cova, «La trasformazione del sistema elettrico, le nuove esigenze di gestione e gli strumenti per farvi fronte,» AEIT, 2019]

UniGe

DITEN



Il ruolo attivo degli utenti e i nuovi attori

Prof. Anna Rita Di Fazio
Università di Cassino e del Lazio Meridionale
Dipartimento di Ingegneria Elettrica e dell'Informazione



Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale
Dipartimento di Ingegneria Elettrica e dell'Informazione

Strutturati: 46 Docenti e ricercatori
19 Tecnici di laboratorio ed amministrativi

9 Laboratori

- AIDA – Artificial Intelligence and Data Analysis
- EMCLAB – Electromagnetic Compatibility
- LAI – Industrial Automation
- LAMI - Industrial Measurement Laboratory
- LaSE - Power System Laboratory
- LEI - Industrial Electronics
- LEMNDE - Computational Electromagnetism and Nondestructive Evaluation
- LIT - Information and Telecommunication
- LM - Microwave Laboratory





Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale Dipartimento di Ingegneria Elettrica e dell'Informazione



Il **Laboratorio di Sistemi Elettrici (LaSE)**, istituito nel 1997, è dotato di strumentazioni avanzate per l'analisi dei sistemi elettrici per l'energia e per lo sviluppo di tecnologie innovative nei seguenti campi:

- Generazione distribuita e Smart Grids
- Power Quality
- Sicurezza elettrica
- Gestione e controllo dei sistemi elettrici di potenza.



Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale
Dipartimento di Ingegneria Elettrica e dell'Informazione

Dipartimento di Eccellenza 2018-2022
sulla base di una selezione operata dal MIUR

Ricerche finanziate su bandi competitivi (ultimi 7 anni)



12



6



5



1



Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale
Dipartimento di Ingegneria Elettrica e dell'Informazione

Trasferimento tecnologico

Contratti



Spin off



Quadro normativo di riferimento

DIRETTIVA UE 2019/944

Tutti i consumatori dovrebbero poter trarre **vantaggio dalla partecipazione diretta al mercato**, in particolare **adeguando i consumi in base ai segnali del mercato** e, in cambio, beneficiare di prezzi più bassi dell'energia elettrica o di altri incentivi.

Ruolo attivo degli utenti

I clienti attivi:

a) abbiano il diritto di operare **direttamente** o in maniera **aggregata**;

...

c) abbiano il diritto di partecipare a **meccanismi di flessibilità** e a meccanismi **di efficienza energetica**;

Nuovi meccanismi e attori

Ruolo attivo degli utenti

UTENTE PASSIVO

Consuma energia come e quando vuole.

Può solo assorbire energia elettrica dalla rete.

UTENTE ATTIVO

E' in grado di variare il profilo usuale di consumo in risposta a



1

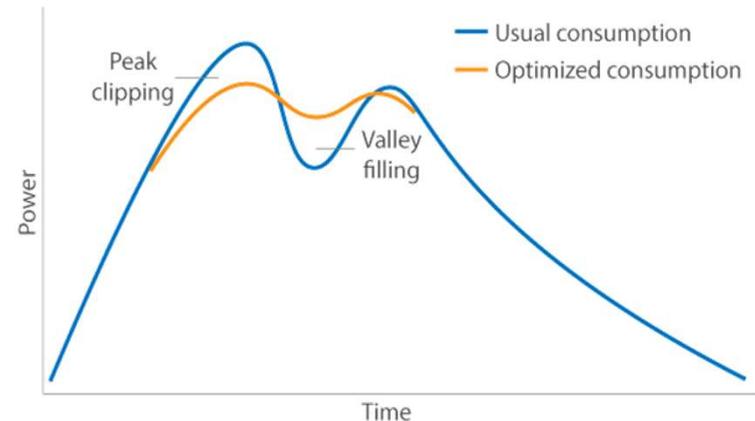
SEGNALI DI PREZZO

La variabilità dei prezzi nel tempo può essere prestabilita, come nel caso delle tariffe multi-orarie, oppure dinamica, in funzione delle condizioni di rete e di mercato.

2

INCENTIVI

Il consumatore riceve un pagamento esplicito legato alla modifica dei suoi consumi oppure uno sconto sulle tariffe dell'elettricità.



attraverso un sistema di gestione dei carichi.

Assorbe e produce energia elettrica, poiché può essere dotato di un impianto di produzione e/o di un sistema di accumulo (**DEMAND RESPONSE**)

Tale flessibilità può essere ulteriormente incrementata mediante: integrazione dei diversi sistemi energetici (elettrico, calore, freddo) e ricarica dei veicoli elettrici.

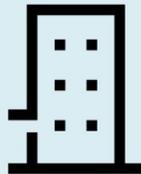
Ruolo attivo degli utenti

GRANDI UTENTI COMMERCIALI E INDUSTRIALI



Sono già pronti al controllo dei carichi e in alcuni casi sono dotati di sistemi di generazione. Possono quindi partecipare agevolmente ai programmi di Demand Response.

UTENTI RESIDENZIALI



Sono quelli che potranno contribuire maggiormente ai programmi di Demand Response. E' necessario aggregare piccoli e numerosi utenti diffusi sul territorio e sfruttare tecnologie di automazione per la domotica che sono ormai mature.

PICCOLI UTENTI COMMERCIALI E INDUSTRIALI



Rappresentano una tipologia piuttosto varia. Per semplicità vengono assimilati all'una o all'altra delle categorie precedenti sulla base del livello di automazione presente.

SISTEMI DI RICARICA DEI VEICOLI ELETTRICI

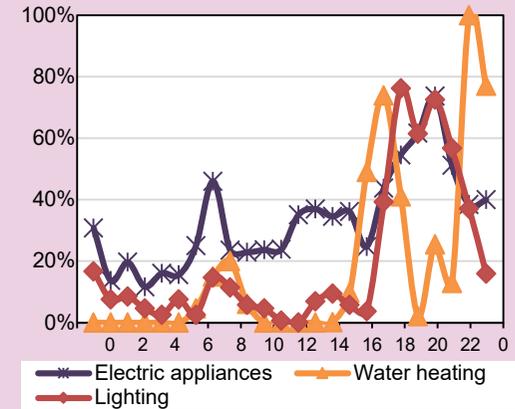
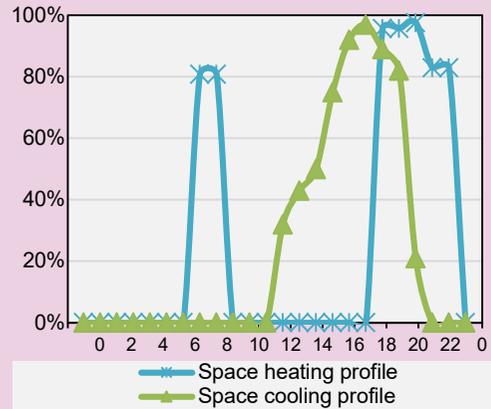


Sono considerati una categoria a sé, a causa dell'aumento della loro diffusione e delle caratteristiche tecniche. Sono necessari programmi di coordinamento della ricarica per evitare grandi sollecitazioni del sistema elettrico.

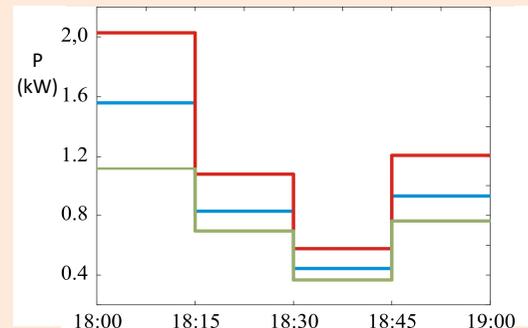
Ruolo attivo degli utenti

Per definire un programma di Demand Response bisogna:

Definire il fabbisogno di partenza o **base-load**, cioè l'andamento nel tempo della domanda in assenza di azioni di controllo.



Definire la **flessibilità**, ovvero la capacità dell'utente a modificare il proprio profilo di assorbimento in risposta a segnali di prezzo o a incentivi.



- limite a "salire"
- base-load
- limite a "scendere"

Ruolo attivo degli utenti: base-load

Il **base-load** viene identificato prevedendo il consumo degli utenti attraverso l'analisi delle serie storiche.



I dati storici messi a disposizione del progetto e-SCALE sono l'energia assorbita ogni 15' dal 2014 al 2020 da 4 tipologie di utenze

Residenze, Condomini, Hotel, Resort



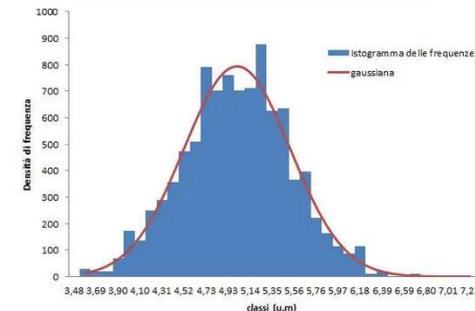
Per ogni utenza vengono creati dei patterns temporali



Feriali
Festivi



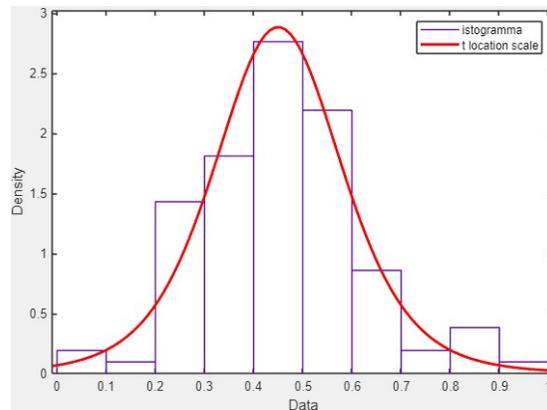
Per ogni pattern viene costruito l'istogramma delle frequenze dei consumi e viene identificata la funzione densità di probabilità (PDF) che meglio approssima l'istogramma.



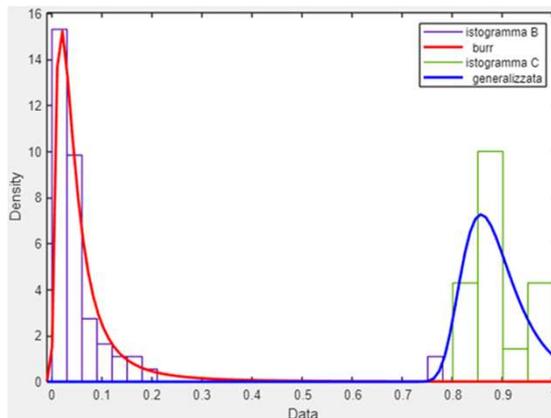
Ruolo attivo degli utenti: base-load

Per ogni pattern è stata scelta la PDF che garantiva la migliore rappresentazione dei dati, cioè quella i cui parametri minimizzano lo scarto quadratico medio tra la distribuzione dei dati disponibili e la distribuzione stimata attraverso la PDF. In taluni casi è stato necessario dividere i dati in due pattern e rappresentare i dati con una PDF bimodale, composta dalla sovrapposizione di due PDF.

**Hotel
Luglio
Feriale
18:15**



**Condominio
Gennaio
Festivo
18:15**



| ora | PDF (unimodale) | P(x) | Parametri | | |
|-------|------------------|------|---------------|--------------------|-------------------|
| 18:00 | Generalized EV | 1,00 | k 0.247305 | σ 0.0848535 | μ 0.322918 |
| 18:15 | Generalized EV | 1,00 | k 0.236751 | σ 0.0895568 | μ 0.343606 |
| 18:30 | Burr | 1,00 | k 0.275842 | c 12.2608 | α 0.326991 |
| 18:45 | Burr | 1,00 | k 0.345135 | c 10.7717 | α 0.321996 |
| ora | PDF (unimodale) | P(x) | Parametri | | |
| 18:00 | Lognormal | 1,00 | | σ 0.281879 | μ -0.78439 |
| 18:15 | Generalized EV | 1,00 | k 0.403358 | σ 0.071555 | μ 0.32817 |
| 18:30 | Lognormal | 1,00 | | σ 0.28064 | μ -0.76499 |
| 18:45 | Burr | 1,00 | k 0.424982 | c 9.83038 | α 0.43620 |
| ora | PDF (bimodale) | P(x) | Parametri | | |
| 18:00 | Weibull | 0.14 | a 0.713221 | b 25.9661 | |
| | Generalized EV | 0.86 | k -0.0555458 | σ 0.053634 | μ 0.810369 |
| 18:15 | Weibull | 0.07 | a 0.688878 | b 62.6459 | |
| | Generalized EV | 0.93 | k -0.00363922 | σ 0.05728 | μ 0.785572 |
| 18:30 | Weibull | 0.21 | a 0.713188 | b 24.8345 | |
| | Generalized EV | 0.79 | k 0.327095 | σ 0.0358698 | μ 0.784699 |
| 18:45 | Weibull | 0.25 | a 0.718766 | b 21.6285 | |
| | Generalized EV | 0.75 | k 0.325287 | σ 0.0348884 | μ 0.785306 |
| ora | PDF (unimodale) | P(x) | Parametri | | |
| 18:00 | Weibull | 1,00 | a 0.859595 | b 8.44187 | |
| 18:15 | Weibull | 1,00 | a 0.840041 | b 8.26019 | |
| 18:30 | T Location Scale | 1,00 | v 3.08786 | σ 0.0753906 | μ 0.730958 |
| 18:45 | T Location Scale | 1,00 | v 3.97501 | σ 0.088982 | μ 0.799675 |

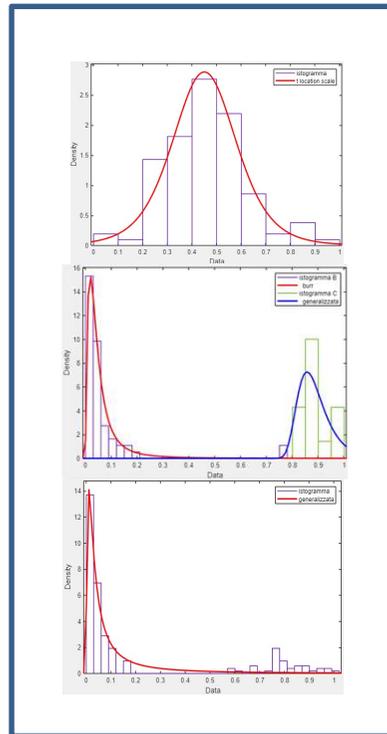
Ruolo attivo degli utenti: base-load

Infine sono stati realizzati strumenti software per la simulazione mediante il Metodo Monte Carlo di cluster composti da numerosi utenti delle diverse tipologie.

INPUT

Residenze: 10
Condomini: 5
Hotel: 1
Resort: 0

Mese: gennaio /luglio
Giorno: feriale/festivo
Ora: 18:00/18:15/18:30/19:00

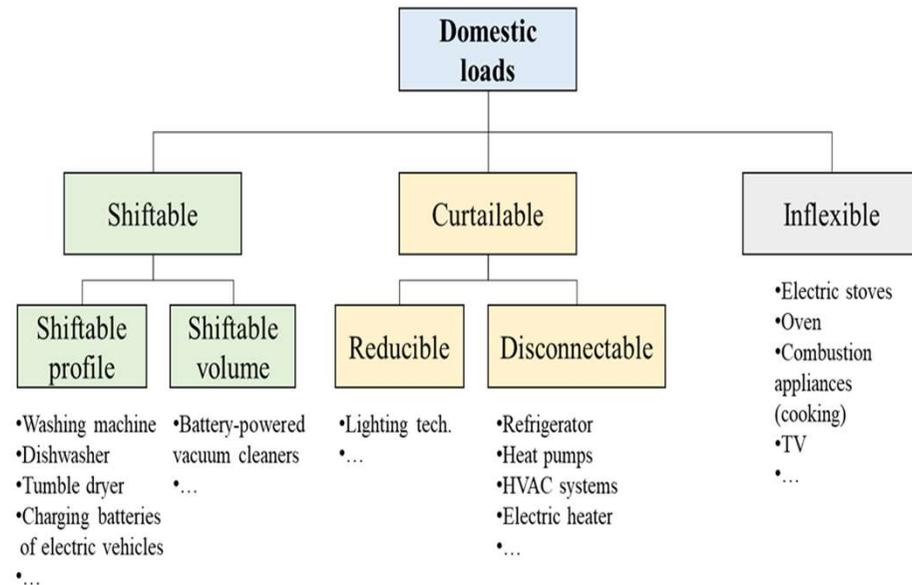
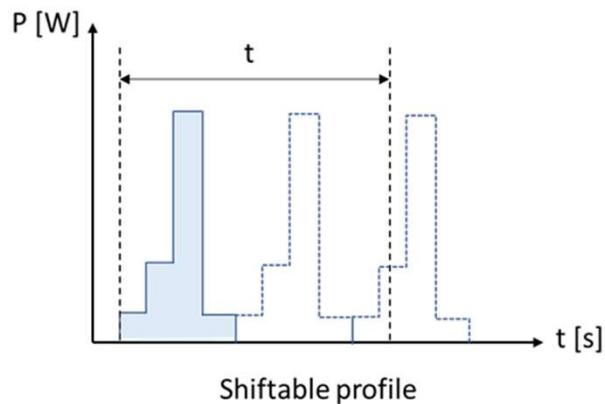
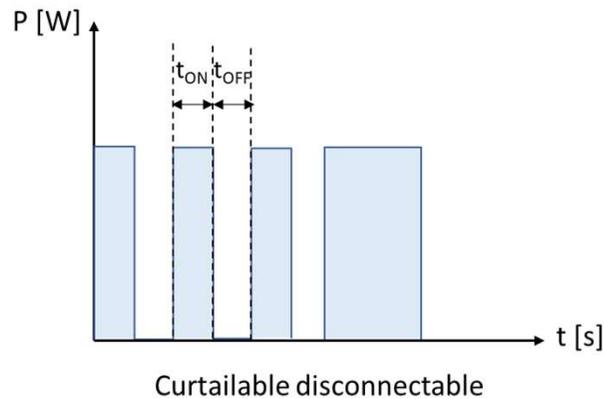


OUTPUT

Residenze:
Base-load, Pmax, Pmin
Condomini:
Base-load, Pmax, Pmin
Hotel:
Base-load, Pmax, Pmin

Ruolo attivo degli utenti: flessibilità

I singoli apparecchi utilizzatori possono contribuire alla **flessibilità** in diverse forme. Concentrando l'attenzione sulle utenze residenziali o piccole utenze commerciali e industriali/artigianali:



Ruolo attivo degli utenti: flessibilità

La flessibilità offerta dall'utente viene calcolata risolvendo un problema di ottimizzazione volto a valutare il prezzo ottimo di remunerazione della flessibilità nel momento in cui la rete richiede ad esempio un aumento di carico ($\Delta P > 0$).

$$\max_{Pr} \text{Welfare} = \text{Utility} + \text{Ricavi} - \text{Costi} = v(\Delta P) + Pr \times \Delta P - C_u \times \Delta P$$

Base-load < P < P_{MAX}
Welfare ≥ 0

Value function:
indice di soddisfazione dell'utente ad accettare una variazione di carico ΔP

Pr: prezzo con cui viene remunerata la variazione di carico ΔP

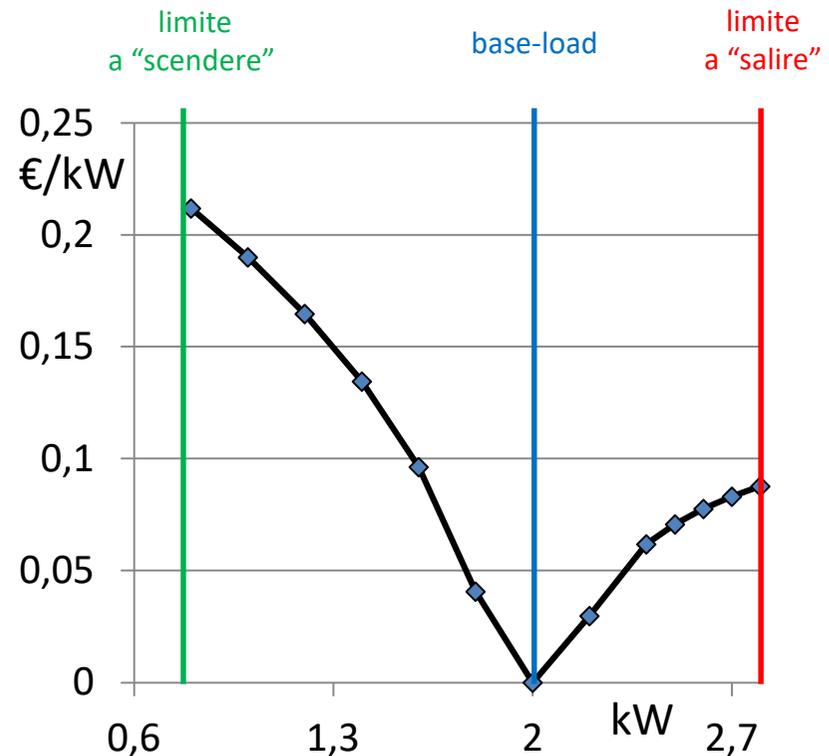
C_u: costo unitario della variazione di carico ΔP

Ruolo attivo degli utenti: flessibilità

Il risultato dell'ottimizzazione sono le **offerte di flessibilità**.

Nella figura sono riportate le offerte di flessibilità ($P_r, \Delta P$).

Il servizio di **flessibilità a salire** ($\Delta P > 0$: incremento del base-load) o a **scendere** ($\Delta P < 0$: decremento del base-load) viene offerto se il prezzo con cui viene remunerata il ΔP valorizza adeguatamente la disponibilità dell'utente a variare i carichi e i costi dell'energia elettrica.



Nuovi attori del mercato



AGGREGAZIONE

La flessibilità dell'utente attivo è misurata in kW.
I servizi di rete e i relativi mercati operano sui MW.
E' necessario **aggregare i servizi di flessibilità** offerti da tanti utenti attivi per ottenere i **prodotti** da offrire al gestore della rete.



AGGREGATORE

E' un **operatore del mercato** dell'energia che

- **acquista servizi di energia/potenza** elettrica messi a disposizione dalle risorse energetiche distribuite connesse ai nodi del sistema elettrico di trasmissione o dei sistemi elettrici di distribuzione di cui ha la titolarità;
- **vende i servizi di energia/potenza** elettrica all'operatore del della rete (TSO o DSO).



COMUNITA' ENERGETICHE

Sono un **insieme di utenti** che, su base volontaria, collaborano per consumare, produrre e accumulare energia elettrica nonché ricaricare i veicoli elettrici in modo da ottenere vari benefici, come massimizzare l'uso di energia rinnovabile e favorire l'autoconsumo.

Nuovi attori del mercato: aggregatore



AGGREGATORE

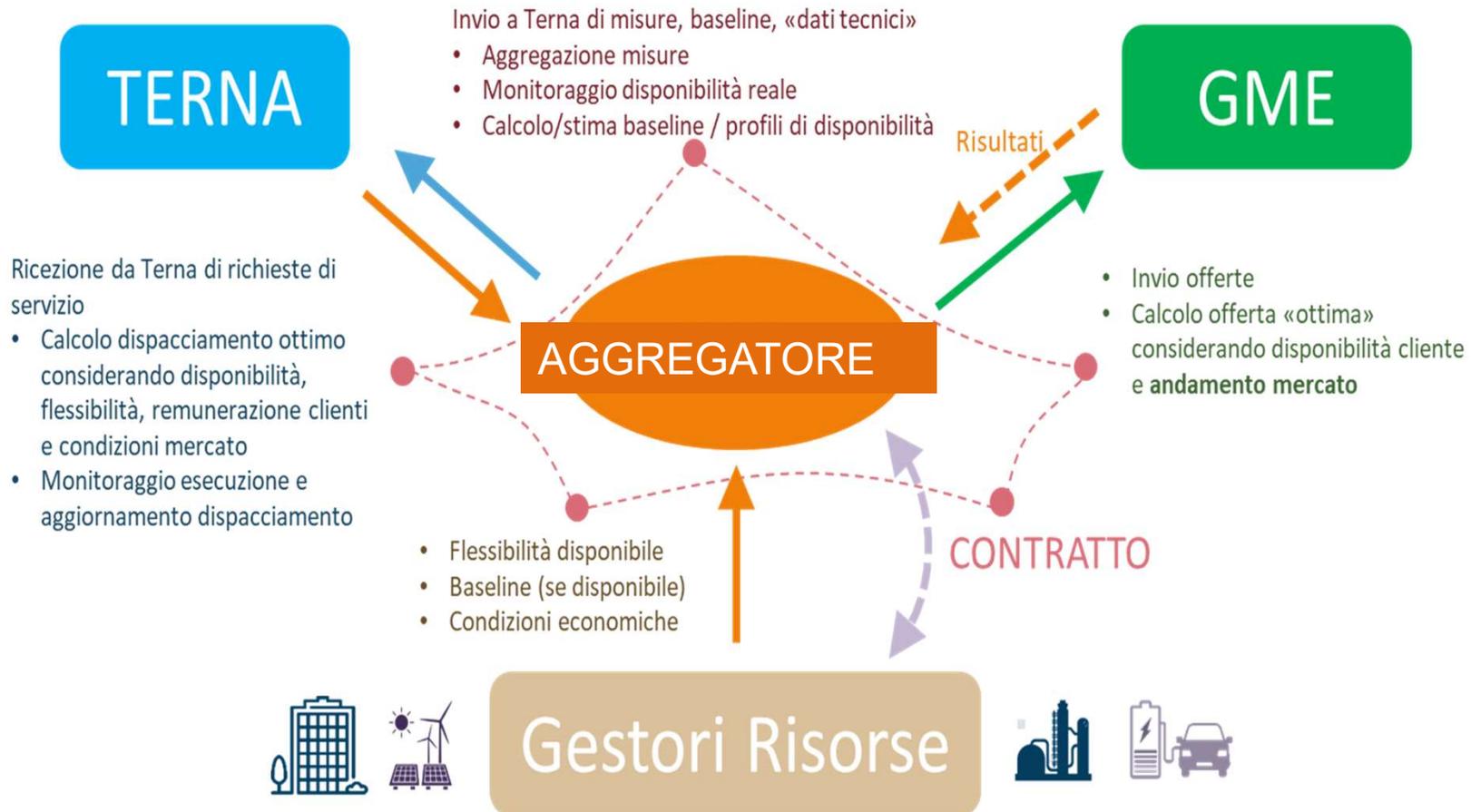
La figura dell'aggregatore e le sue funzioni sono previste con modalità diverse in diversi stati membri dell'UE e in diversi paesi nel mondo (USA, Giappone, Taiwan, Corea).

La normativa europea (direttiva 2012/27/UE e norme collegate) assegna un ruolo centrale all'aggregatore e, a seguito del recepimento con DL 102 del 4 luglio 2014, anche in Italia si è intrapresa questa direzione.

L'ARERA (con la delibera AEEGSI 300/2017) ha stabilito le modalità di introduzione della figura dell'aggregatore di unità di consumo e/o produzione nel mercato elettrico italiano che possono fornire solo servizi di bilanciamento.

L'ARERA (con delibera 322/2019/R/EEL) ha stabilito che l'Aggregatore fornirà tutti i **servizi ancillari di rete** necessari a garantire la sicurezza dell'intero sistema elettrico. Essi possono essere, in linea di principio, classificati in servizi ancillari **globali** (o servizi globali) qualora necessari per l'esercizio in sicurezza del sistema elettrico nazionale e in servizi ancillari **locali** (o servizi locali) qualora necessari per l'esercizio in sicurezza delle sole reti di distribuzione (o porzioni di esse).

Nuovi attori del mercato: aggregatore



Nuovi attori del mercato: comunità energetiche



COMUNITA' ENERGETICHE

La DIRETTIVA UE 2019/944 ha definito le Comunità energetica dei cittadini come un soggetto giuridico che:

- è fondato sulla partecipazione volontaria e aperta ed è effettivamente controllato da membri o soci che sono persone fisiche, autorità locali, comprese le amministrazioni comunali, o piccole imprese;
- ha lo scopo principale di offrire ai suoi membri o soci o al territorio in cui opera benefici ambientali, economici o sociali a livello di comunità, anziché generare profitti finanziari;
- può partecipare alla generazione, anche da fonti rinnovabili, alla distribuzione, alla fornitura, al consumo, all'aggregazione, allo stoccaggio dell'energia, ai servizi di efficienza energetica, o a servizi di ricarica per veicoli elettrici o fornire altri servizi energetici ai suoi membri o soci.

Nuovi attori del mercato: comunità energetiche



COMUNITA' ENERGETICHE

In Italia, con il DL n. 162 del 30/12/2019, si è iniziato ad introdurre l'istituto delle **Comunità energetiche rinnovabili**, con lo scopo principale di promuovere produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili ed il suo consumo all'interno della comunità.

- Il perimetro è delimitato ad utenti connessi alla medesima rete di distribuzione in BT, ovvero connessa alla medesima cabina secondaria MT/BT.
- Il singolo utente mantiene gli obblighi tecnici di connessione ed i diritti relativi alla scelta del venditore di energia elettrica.
- Sono previste delle tariffe per l'energia elettrica condivisa e degli incentivi.
- La Comunità energetiche potranno accedere a tutti i mercati dell'energia elettrica direttamente o in maniera aggregata in modo non discriminatorio.



Nuovi attori del mercato

Concludendo: la prospettiva è quella di diversi livelli di aggregazione.

Il **primo livello** di aggregazione è tra utenti attivi, impianti di produzione da fonti rinnovabili e sistemi di accumulo in **Comunità energetiche** con l'obiettivo di favorire l'autoconsumo di energia elettrica da fonti rinnovabili.

Il **secondo livello di aggregazione** tra Comunità energetiche ed utenze di maggior dimensioni da parte dell'**Aggregatore** con l'obiettivo di fornire servizi ancillari di rete, sia globali che locali.

ESCALE
Energy - Services Connected to
the Aggregate management of
resources in the electric system

e-SCALE

Il progetto E-SCALE e la piattaforma di gestione dell'Aggregatore

Algowatt – Ing. Sebastiano De Fiore

IL PROGETTO E-SCALE È STATO
FINANZIATO DAL FONDO SOCIALE
EUROPEO – PROGRAMMAZIONE
EUROPEA 2014-2020
(PROGRAMMA POR FESR LAZIO –
AVVISO PUBBLICO “CIRCULAR
ECONOMY E ENERGIA”) –
ID: A0206-2018-17604

DALLA FUSIONE DI TERNIENERGIA E SOFTECO

NASCE ALGOWATT



**ENABLING
YOUR
GREEN
TRANSFORMATION**

Soluzioni GREENTECH per lo sviluppo SOSTENIBILE

algoWatt progetta, sviluppa e integra soluzioni per la gestione sostenibile e socialmente responsabile dell'energia e delle risorse naturali, generando un vantaggio competitivo



40+ ANNI

DI PRESENZA
SUL MERCATO DIGITALE



100+ CLIENTI

LEADER NEI SETTORI
ENERGIA, UTILITY, MOBILITA',
TECNOLOGIA, SOFTWARE



20+ ML EURO*

RICAVI



10%+

PERCENTUALE DI FATTURATO
INVESTITO IN INNOVAZIONE E
RICERCA



200+ MW

IMPIANTI FOTOVOLTAICI
GESTITI IN O&M



200+

DIPENDENTI



7

SEDI IN ITALIA

MULTI MERCATI, TRE BUSINESS UNITS, UNA MISSION

ABILITARE LA TRASFORMAZIONE DIGITALE SOSTENIBILE

GREEN
ENERGY
UTILITY

GREEN
ENTERPRISE
& CITY

GREEN
MOBILITY

Soluzioni digitali sostenibili per tutta la filiera dell'energia



Sviluppare e validare un servizio completo di gestione di aggregati di risorse di generazione e/o consumo del sistema elettrico (DEMAND-RESPONSE-AS-A-SERVICE) per abilitare la nuova figura dell' "aggregatore" operante in modo innovativo e coerente con il paradigma Smart Grid. Il servizio è realizzato tramite una piattaforma definita sulla base di requisiti che tengono conto in modo combinato e integrato della funzionalità tecnica e della gestione di tipo economico come richiesto a livello di mercato globale, con specializzazione per le regole italiane ed europee.

Obiettivi specifici:

- O1. **Studio dei modelli di business** degli aggregatori sulla base delle esperienze in campo europeo (UK, Francia, Germania, Belgio) ed extra europeo (USA, Corea, Taiwan);
- O2. Definizione degli **scenari di riferimento tecnici e economici** per la gestione dei servizi forniti dagli aggregatori;
- O3. Sviluppo di una **piattaforma tecnologica "end-to-end"** abilitante alla gestione dei processi operativi degli aggregatori progettata per operare in una logica "a servizio" (DEMAND-RESPONSE-AS-A-SERVICE). La piattaforma comprenderà apparati hardware di misura e comunicazione e una infrastruttura basata su cloud per la gestione del servizio;
- O4. Sviluppo di **procedure e algoritmi di "micro-dispacciamento"** dotati di capacità di auto-apprendimento che permettano di fornire i servizi di bilanciamento tramite una opportuna orchestrazione di azioni di soggetti (produttori e consumatori) di diversa tipologia e dimensione sulla base di considerazioni tecniche ed economiche ed in riferimento a diversi scenari operativi;
- O5. **Valutazione** della piattaforma e del modello di servizio in un ambiente operativo;
- O6. Preparazione del business plan per lo **sfruttamento industriale dei risultati** e attivazione di azioni di comunicazione e disseminazione che pongano le basi per la realizzazione di tale piano.

Partecipanti: ruoli e contributi

Coordinatore



Azienda operante nelle soluzioni digitali per il mondo energia, mobilità sostenibile, green economy.

- *Conoscenza delle tecnologie (HW/SW)*
- *Sviluppo della piattaforma digitale*
- *Realizzazione del prototipo*



Università di Cassino e Del Lazio Meridionale
Dipartimento di Ingegneria Elettrica e dell'informazione

- *Conoscenza della gestione delle risorse elettriche*
- *Modellazione degli aggregati e modelli funzionali*
- *Algoritmi di gestione della flessibilità*



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI GENOVA

Università di Genova
Dipartimento di Ingegneria Navale, Elettrica, Elettronica e delle telecomunicazioni

Uno dei primi gruppi privati italiani operanti nei mercati del gas, dell'energia elettrica e dell'efficientamento energetico.



- *Conoscenza del mercato e degli operatori,*
- *Definizione modello di business e processi operativi*
- *Validazione*

Operatore digitale del sistema elettrico

Aggregatore BSP – Balancing service provider

- Aggrega risorse eterogenee distribuite come un'unica unità virtuale:
- Produzione / Consumo
- Non di sua proprietà (solitamente)
- Gestisce in maniera ottimale le risorse per offrire flessibilità di:
- Generazione
- Domanda
- Abilita le risorse ad accedere a mercati (es.: mercato servizi di dispacciamento) al quale non avrebbero accesso singolarmente



$$\infty \times 0 = \text{€}$$

**Coordinamento «digitale» di risorse
per effettuare servizi**

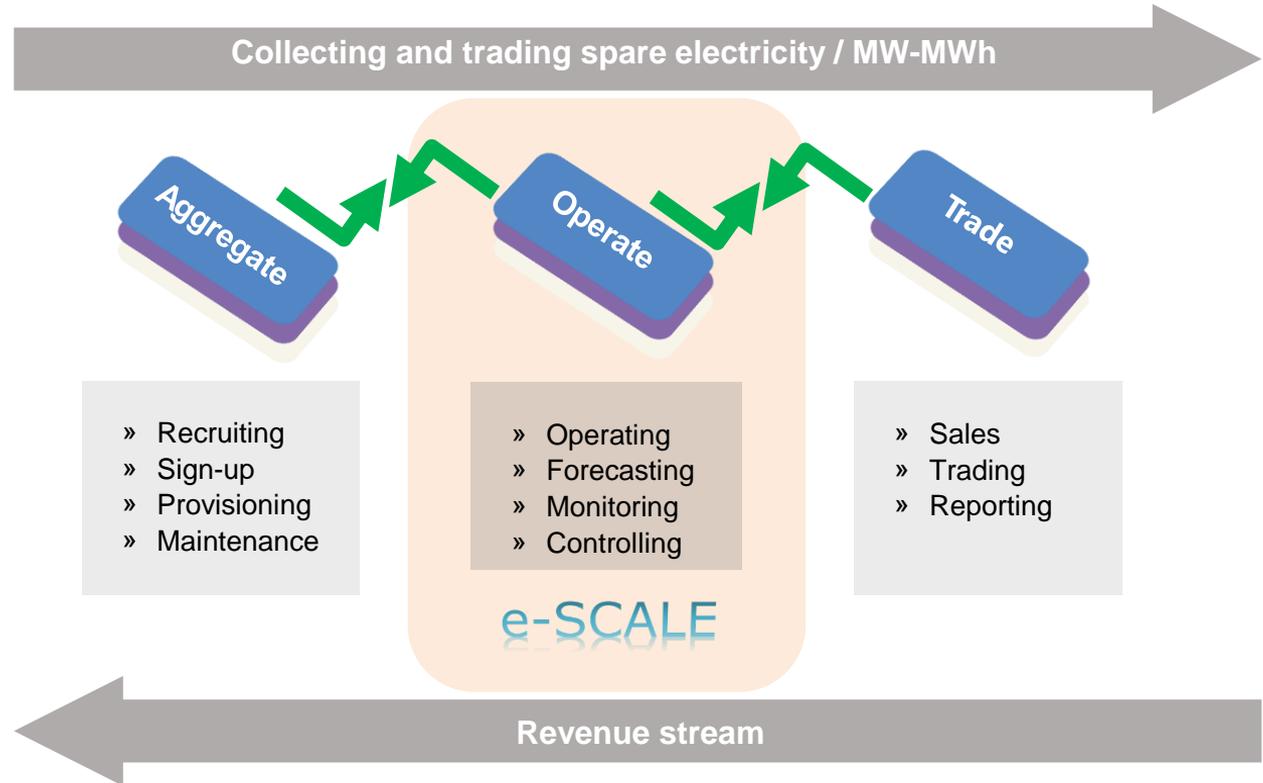
PROCESSI del BSP

e-SCALE

È una piattaforma abilitante per la gestione dei processi operativi di un aggregatore operante nel mercato dei servizi di dispacciamento (MSD) tramite Unità Virtuali Aggregate

e-SCALE

È predisposta per integrarsi con i processi che l'aggregatore realizza per operare sia dal lato clienti che dal lato mercato elettrico

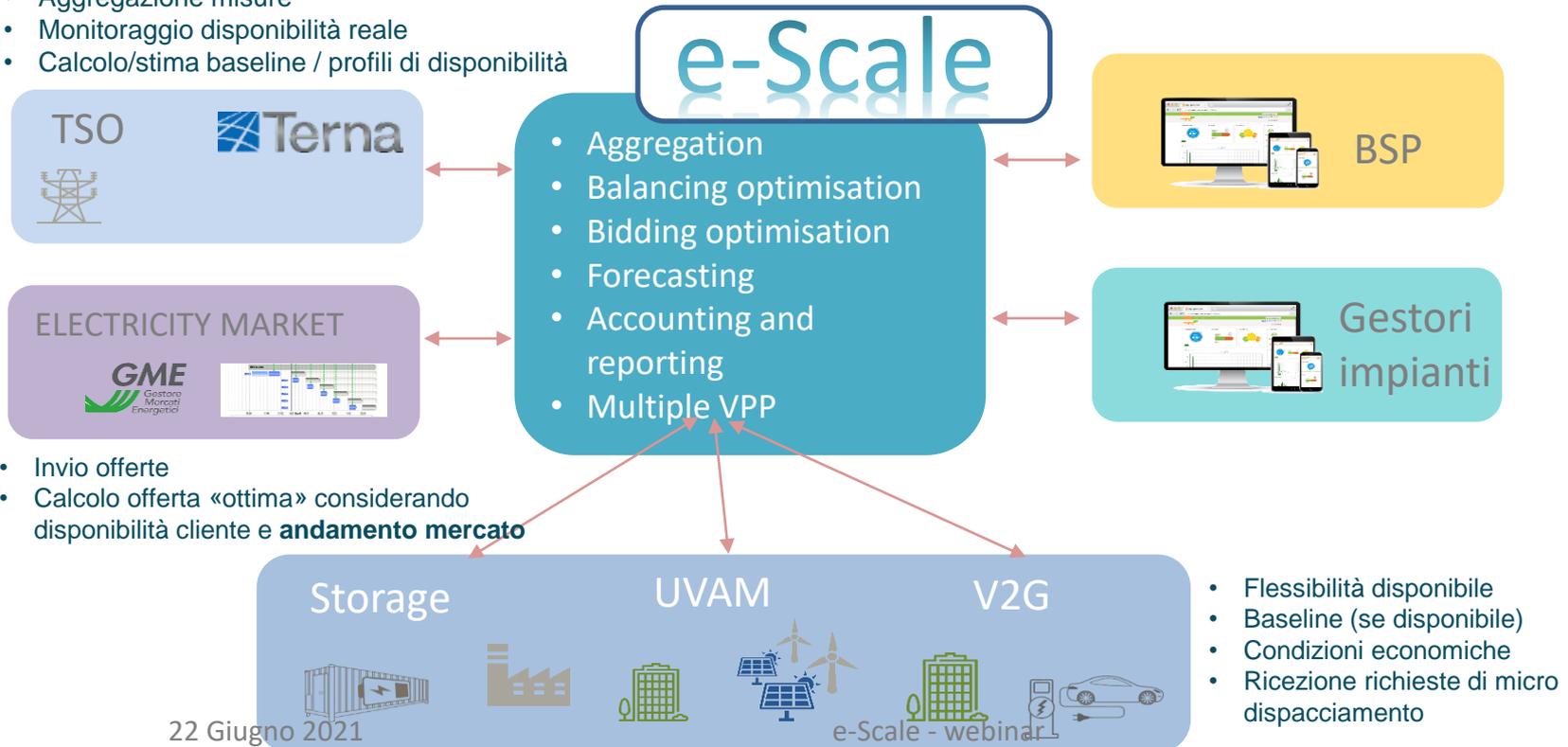


Scenario operativo

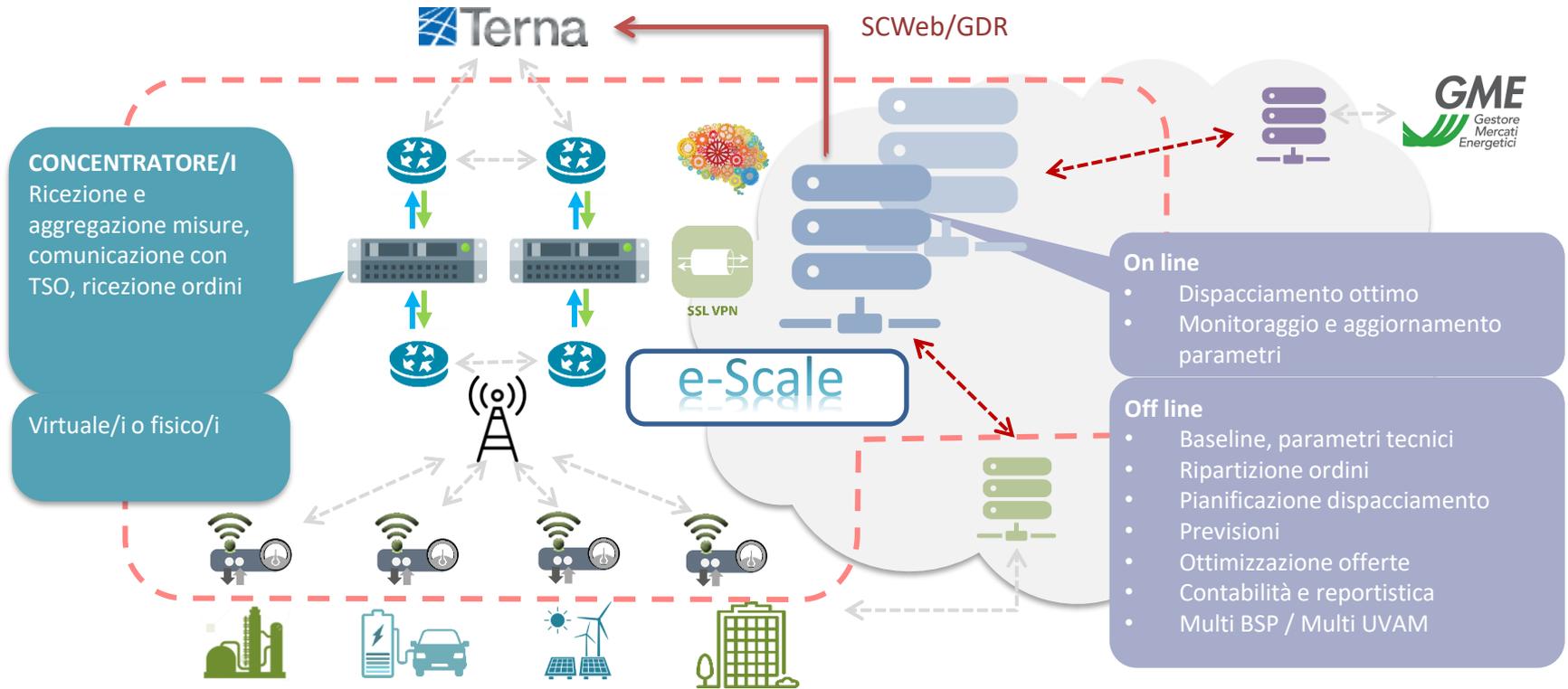
Ricezione da Terna di richieste di servizio

- Calcolo dispacciamento ottimo considerando disponibilità, flessibilità, remunerazione clienti e condizioni mercato
 - Monitoraggio esecuzione e aggiornamento dispacciamento
- Invio a TSO (Terna) di misure, baseline, «dati tecnici»

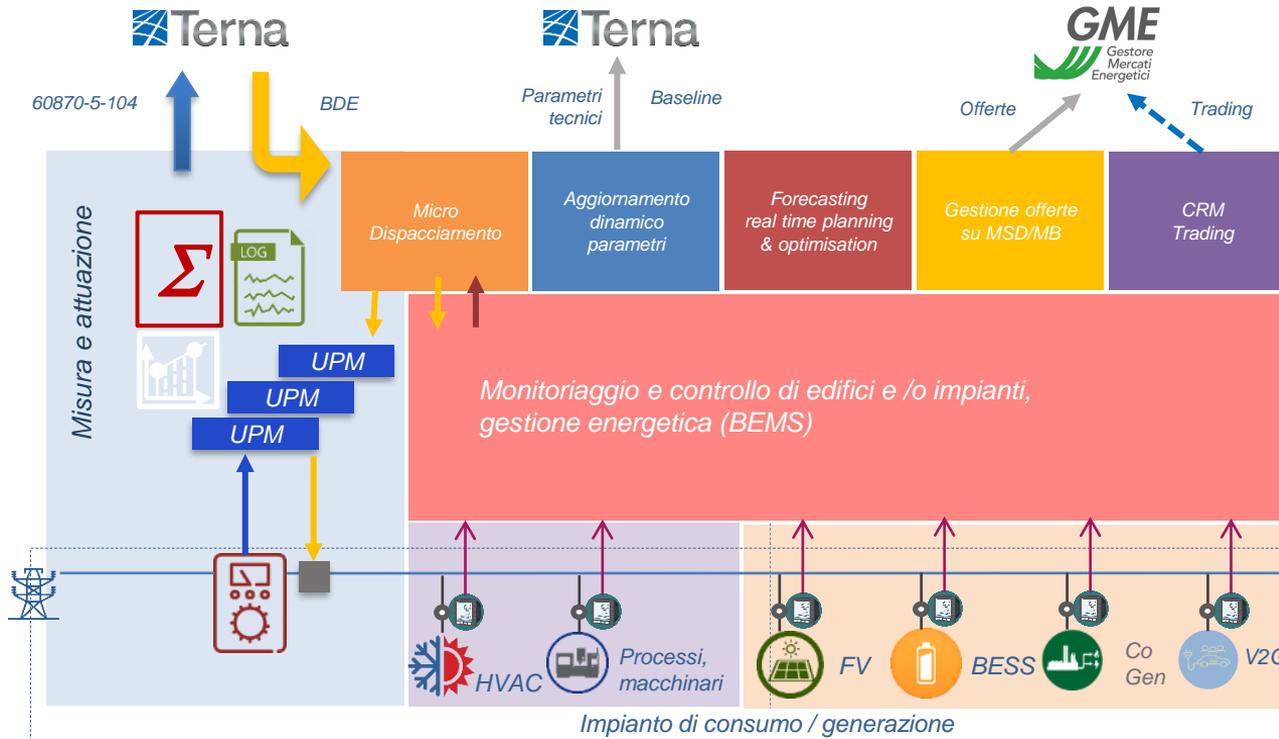
- Aggregazione misure
- Monitoraggio disponibilità reale
- Calcolo/stima baseline / profili di disponibilità



ARCHITETTURA OPERATIVA



Architettura e servizi



Interoperabilità con i servizi di Terna e GME

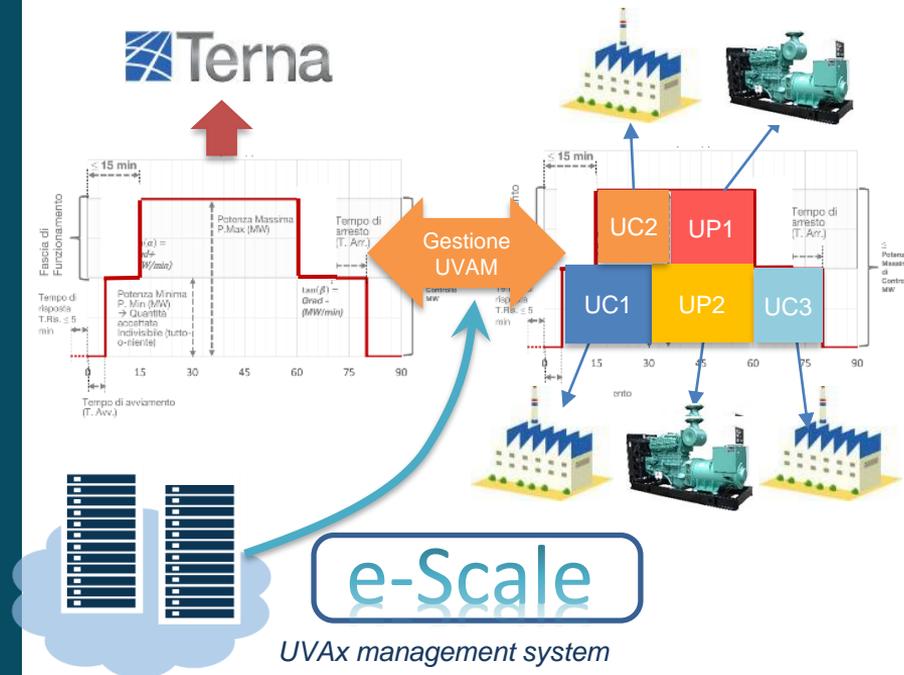
Interoperabilità con sistemi di gestione e controllo impianti e unità di consumo/produzione

Rende disponibili algoritmi «standard» per la gestione di tutte le interazioni previste

Rappresentazione degli impianti a livello di singole unità di Produzione o Consumo gestite singolarmente per il dispacciamento

Gestione ottimale di risorse

Suddivisione degli ordini Terna sulle risorse UVAM con criteri di ottimizzazione tecnico/economica



UVAx management system con attuazione automatica della riduzione di prelievo e ottimizzazione

- Piani di prelievo/produzione concordati con le UC/UP (o stime quando piani non disponibili).
- Confronto dei piani di prelievo/produzione con le misure real time per realizzare una mappa dello scambio aggiornata continuamente.
- Tabella dinamica della flessibilità disponibile con associato un costo per l'esecuzione dell'ordine
- Sulla base dei prelievi/consumi attuali e delle disponibilità di flessibilità concordata con le diverse UC/UP viene definito e aggiornato continuamente un piano di attuazione che prevede anche alternative in caso di non risposta alle richieste di riduzione.
- A fronte della richiesta di Terna si avvia il piano aggiornato e si continua l'aggiornamento sulla base delle misure rilevate tramite UPM.
- Nel caso in cui alcune UC/UP non attuino l'ordine concordato si procede a riprogrammare altre UP/UC dell'UVAM

Applicabilità generale a gestione programmazione a ottimale di risorse

La piattaforma – Composizione UVAX

e-SCALE DEMO BDE Utente Superuser

Uvam Summer_feriale + UC/P

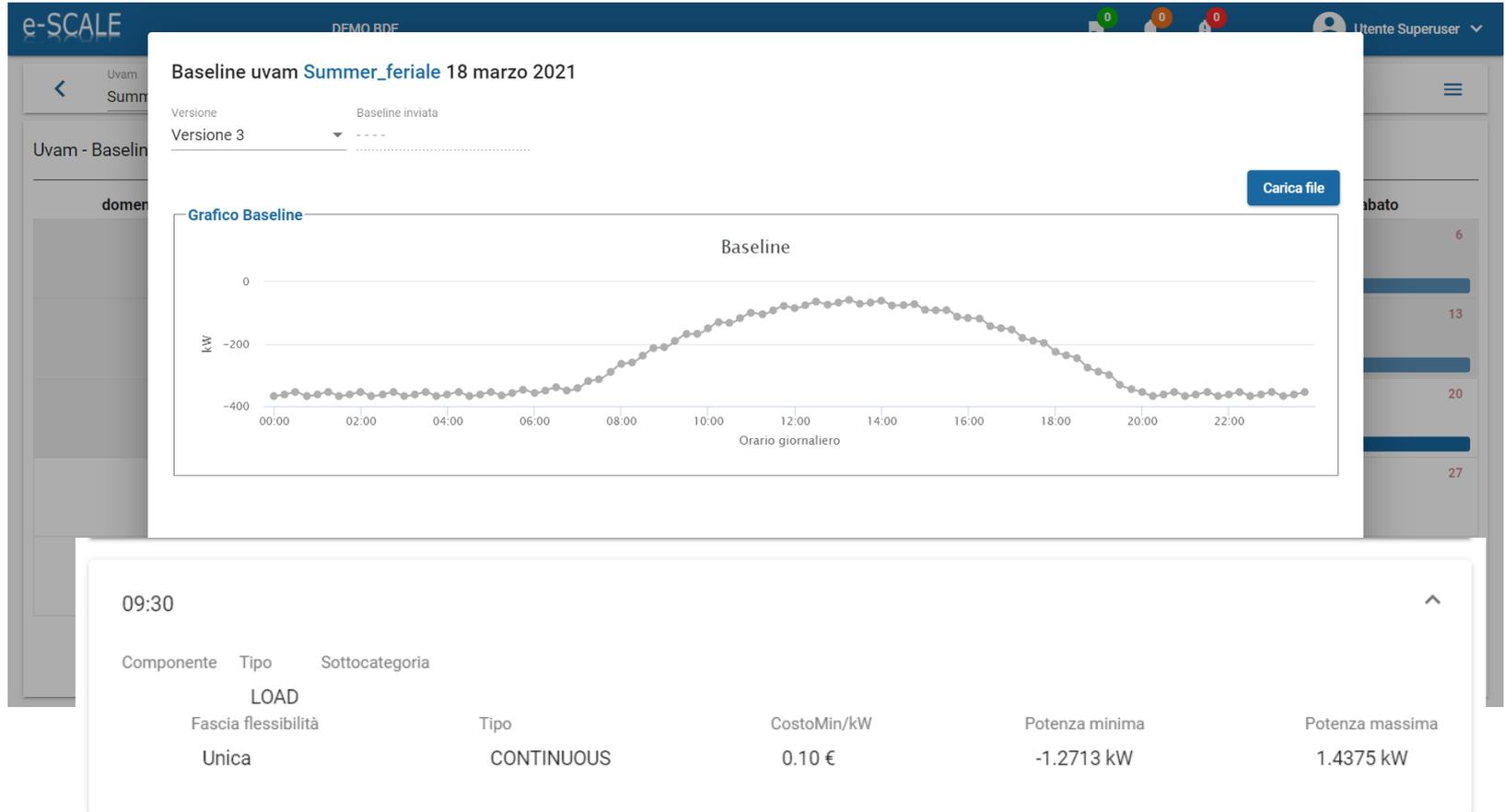
| ✓ | Distaccato | Nome | Potenza di controllo | Descrizione |
|-------------------------------------|--------------------------------------|------------|----------------------|---------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | ● | Condomini | 200 | 50 condomini |
| <input checked="" type="checkbox"/> | ● | Resort | 100 | unico |
| <input checked="" type="checkbox"/> | ● | Residenze | 300 | 100 residenze |
| <input checked="" type="checkbox"/> | ● | Hotel | 50 | unico |
| <input checked="" type="checkbox"/> | ● | Produzione | 300 | unico PV |

Potenza impianto

Line graph showing power (kW) over time (Ora) for various components. The y-axis ranges from -500 to 500 kW. The x-axis shows times from 15:15 to 17:00. A blue line (likely production) is positive, while other lines (likely loads) are negative. A step change is visible at 16:45.

Map showing the geographical location of the plant components. The map covers the area around Perugia, Italy, with several location pins marking specific sites.

La piattaforma – Baseline & Flessibilità



La piattaforma – Dispacciamento

| Descrizione | Nuova potenza | Costo potenza |
|----------------|---------------|---------------|
| Summer_feriale | 78 kW | 3.42 € |

| Nome | Potenza | Costo potenza |
|-----------|---------|---------------|
| Condomini | 0.96 kW | 0.01 € |

| Componente | Tipo | Potenza | Costo potenza |
|------------|------|---------|---------------|
| aaa | LOAD | 0.96 kW | 0.01 € |

| Fascia flessibilità | Tipo | Potenza minima | Potenza massima | Costo potenza | Nuova potenza | Costo nuova potenza |
|---------------------|------------|----------------|-----------------|---------------|---------------|---------------------|
| Unica | CONTINUOUS | -0.75 kW | 0.96 kW | 0.01 €/kW | 0.96 kW | 0.01 € |

| Nome | Potenza | Costo potenza |
|--------|----------|---------------|
| Resort | 65.88 kW | 3.29 € |

| Componente | Tipo | Potenza | Costo potenza |
|------------|------|----------|---------------|
| aaa | LOAD | 65.88 kW | 3.29 € |

| Fascia flessibilità | Tipo | Potenza minima | Potenza massima | Costo potenza | Nuova potenza | Costo nuova potenza |
|---------------------|------------|----------------|-----------------|---------------|---------------|---------------------|
| Unica | CONTINUOUS | -70.73 kW | 70.73 kW | 0.05 €/kW | 65.88 kW | 3.29 € |

| Nome | Potenza | Costo potenza |
|-----------|----------|---------------|
| Residenze | 11.16 kW | 0.11 € |

| Componente | Tipo | Potenza | Costo potenza |
|------------|------|----------|---------------|
| aaa | LOAD | 11.16 kW | 0.11 € |

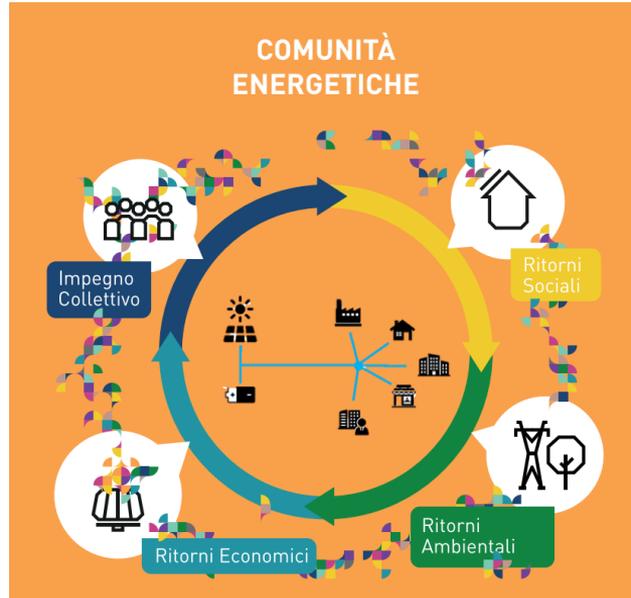
| Fascia flessibilità | Tipo | Potenza minima | Potenza massima | Costo potenza | Nuova potenza | Costo nuova potenza |
|---------------------|------------|----------------|-----------------|---------------|---------------|---------------------|
| Unica | CONTINUOUS | -10.2 kW | 11.16 kW | 0.01 €/kW | 11.16 kW | 0.11 € |

| Nome | Potenza | Costo potenza |
|-------|---------|---------------|
| Hotel | 0 kW | 0 € |

| Nome | Potenza | Costo potenza |
|------------|---------|---------------|
| Produzione | 0 kW | 0 € |

Comunità energetiche

Quando cittadini, imprese ed enti pubblici si associano per sfruttare i benefici delle energie rinnovabili sul proprio territorio a vantaggio della propria comunità



La Comunità Energetica è una associazione di soggetti che condividono energia rinnovabile fornita da impianti realizzati localmente.

Benefici:

Per i partecipanti

- Costi dell'energia ridotti
- Possibilità di servizi condivisi

Per la collettività

- Promuovere energie rinnovabili distribuite
- Promuovere efficienza energetica
- Ampliare la partecipazione al mercato
- Riduzione CO2 prodotta

The European House Ambrosetti: possibile riduzione delle emissioni di CO2 di 3,6 Mton e un beneficio per i membri delle Energy Community di 2 miliardi € all'anno (*)

(*) <https://www.ambrosetti.eu/whats-hot/citta-e-territori/lo-sviluppo-delle-energy-community-in-italia/>

Benefici – energia condivisa

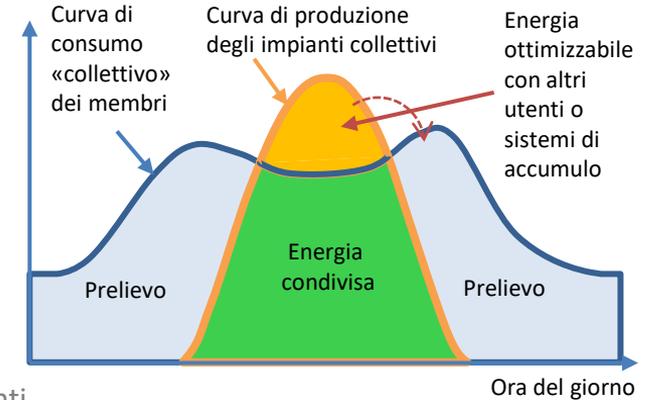
ENERGIA CONDIVISA

- Obiettivo delle Comunità energetiche è sfruttare l'energia generata da fonti rinnovabili localmente (condominio o comunità)
- I benefici si applicano alla sola «energia condivisa»:



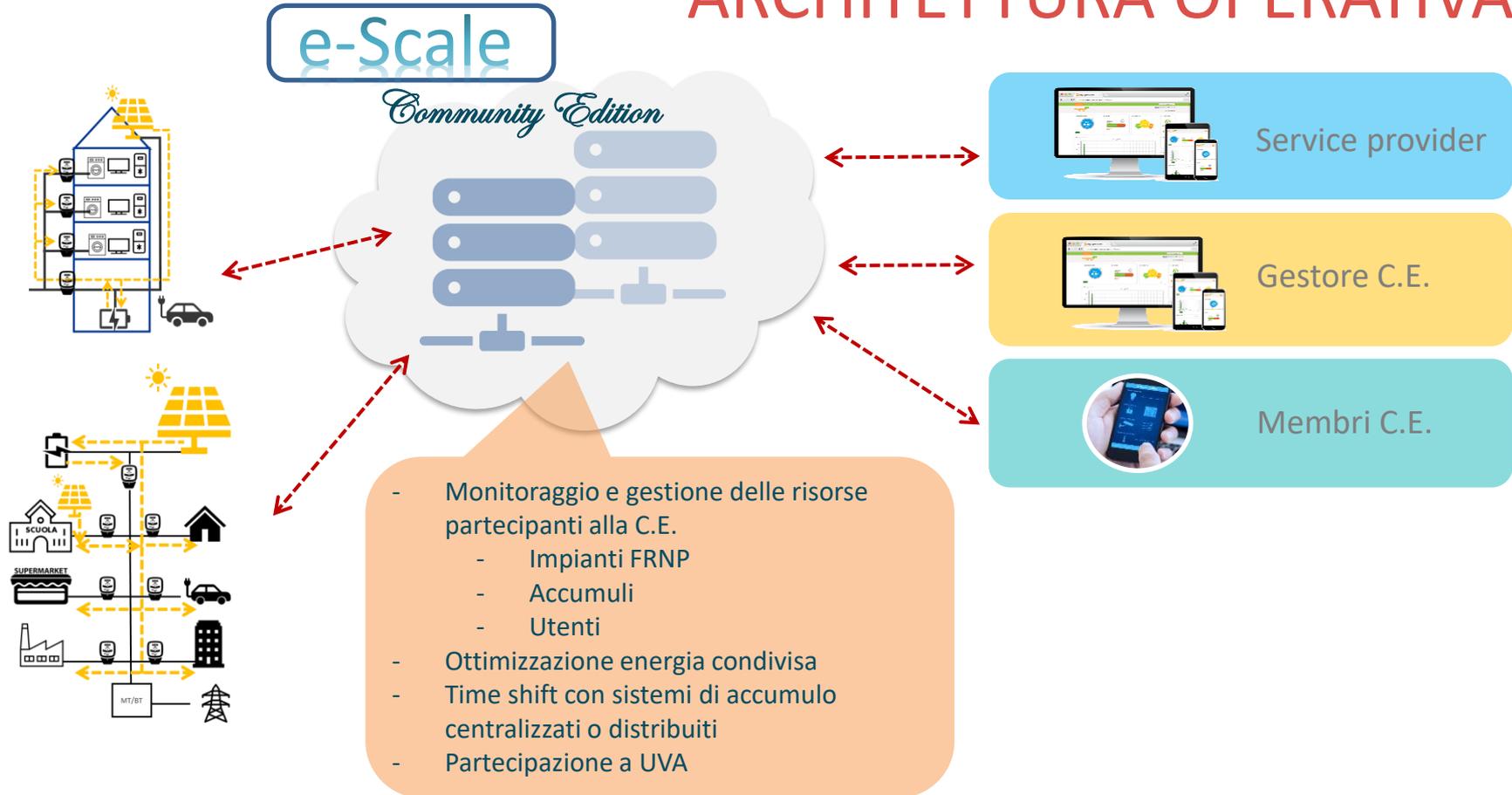
«energia prodotta e contemporaneamente consumata dai membri della comunità»

- Il computo avviene su base oraria sui dati misurati dai contatori esistenti, non sono richiesti sistemi dedicati
- Per massimizzare l'energia condivisa si può:
 - includere sistemi di accumulo (anche V2G – vehicle to grid)
 - selezionare / arruolare nuovi membri con caratteristiche complementari (es: negozi, piccole imprese, scuole, privati,...)
 - Introdurre sistemi di gestione energetica a livello di comunità



Una C.E. è un aggregato le cui risorse devono essere gestite (dove possibile) per bilanciare la curva dei consumi e della generazione da FRNP fruttando anche sistemi di accumulo se presenti

ARCHITETTURA OPERATIVA



- Questo webinar è stato organizzato dal progetto **E-SCALE (Energia - Servizi Connessi alla gestione Aggregata delle risorse nel sistema eLEtrico)** che ha sviluppato soluzioni per gestire in modo efficace i processi operativi delle nuove figure del sistema elettrico: gli Aggregatori (BSP – Balancing Service Providers)
- Questi nuovi operatori permettono di sfruttare al meglio risorse di diverse dimensioni e tipo, tramite aggregazione e coordinamento per fornire flessibilità al sistema elettrico favorendo lo sfruttamento di FRNP (fonti rinnovabili non programmabili)
 - Nel webinar, l'Università di Genova ha illustrato le evoluzioni del mercato dei servizi di distanziamento rivolte proprio a favorire questa transizione
 - L'Università di Cassino ha invece illustrato come si modifica il ruolo degli utenti, che non sono più semplici soggetti passivi, ma diventano protagonisti attivi proprio partecipando alle diverse forme di aggregazione (UVA, Comunità Energetiche)
 - Per gestire gli aggregati, il progetto e-Scale, illustrato dal coordinatore algoWatt, ha sviluppato una specifica piattaforma digitale che indirizza
 - Le modalità con cui tale piattaforma supporta i business model dei BSP è stata illustrata da RG&P.
- Nel complesso gli interventi hanno quindi fornito un panoramica completa degli elementi che ruotano attorno all'evoluzione del sistema elettrico sulla spinta delle FRNP e che rendono gli utenti arte attiva del sistema.



e attività
future

- I Virtual Power Plant (VPP) sono uno dei principali elementi costitutivi delle reti elettriche intelligenti del futuro
- VIRTUS si propone di effettuare la realizzazione prototipale di un VPP (Virtual Power Plant) in un contesto terziario/industriale.
- La fase di dimostrazione avrà un ruolo significativo e si terrà in tre siti a carattere industriale e terziario attrezzati con sistemi di monitoraggio e controllo locale nell'ambito di progetti precedenti coprendo, così, l'intera catena del valore dei servizi energetici. Una parte della fase dimostrativa si avvarrà anche di strumenti di simulazione per avere disponibilità di cluster di clienti/DER di diversa tipologia e allargare il contesto dimostrativo.
- I servizi energetici consentiranno l'accesso del cliente finale al mercato dell'energia, migliorando l'efficienza energetica a livello locale e globale e la sicurezza di approvvigionamento dell'energia.
- Il sistema sviluppato nell'ambito del progetto comprenderà la gestione locale delle DER e un sistema centrale di coordinamento e ottimizzazione della flessibilità dei clienti. I benefici attesi per gli utenti del sistema elettrico nazionale sono, come previsto dalle direttive europee sull'efficienza energetica e dalla loro applicazione a livello di stati membri, la disponibilità di strumenti per incrementare l'efficienza energetica in ambito industriale e di pubblica amministrazione, e l'implementazione di programmi di gestione attiva della domanda, aprendo l'accesso del consumatore al mercato elettrico.

Gestione VIRTUale di risorse energetiche distribuite

ID CCSEB_00094

BANDO Bando di gara per progetti di ricerca di cui all'art. 10, comma 2, lettera b) del decreto 26 gennaio 2000, previsti dal Piano triennale 2012-2014 della ricerca di sistema elettrico nazionale e dal Piano operativo annuale 2013 (decreto del 30 giugno 2014)

TEMA C.1 - Risparmio di energia elettrica nei settori: civile, industria e servizi

INIZIO Giugno 2018

DURATA 36 MESI

COSTO € 2.122.101,52

CONTRIBUTO € 1.085.193,14 (compreso bonus per PMI e Organismo di ricerca, vedi art. 7)

algowATT
GREEN TECH SOLUTIONS



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



Il progetto VIRTUS è finanziato dalla Cassa per i Servizi Energetici e Ambientali (CSEA) nell'ambito della Ricerca di Sistema (R&S)

<http://www.virtus-csea.it/>



Virtual Power Plant for Interoperable and Smart isLANDS

- Novel technologies ensure the stability of smartgrids and the decarbonisation of islands
- Exploiting the full potential of intermittent **renewable energy sources** like the sun and wind has received a helping hand from so-called virtual power plants (VPPs).
- VPPs remotely aggregates distributed energy resources from different physical locations into a network that reliably distributes energy around the clock.
- Islands face many challenges in terms of energy supply, demand side management and energy security.
- The EU-funded VPP4ISLANDS project is revolutionising conventional VPPs by integrating **Virtual Energy Storage technology, digital twin and distributed ledger technology** to enable enhanced VPPs and the creation of smart energy communities on islands. The outcomes will enhance the uptake of clean green energy on islands, reducing emissions and costs while creating new opportunities for businesses and job growth.

Overall project budget: 7 223 108,75 €

EU contributions: 6 119 378,75 €

Start date: 1 October 2020

End date: 31 March 2024

Duration: 42 months



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 957852

<https://vpp4islands.eu/>

ESCALE

Energy - Services Connected to
the Aggregate management of
resources in the electric system

e-SCALE

Grazie per l'attenzione

Domande ?

IL PROGETTO E-SCALE È STATO
FINANZIATO DAL FONDO SOCIALE
EUROPEO – PROGRAMMAZIONE
EUROPEA 2014-2020
(PROGRAMMA POR FESR LAZIO –
AVVISO PUBBLICO “CIRCULAR
ECONOMY E ENERGIA”) –
ID: A0206-2018-17604