

Metodi di analisi costi-benefici per la valutazione dei sistemi di accumulo nelle reti di distribuzione

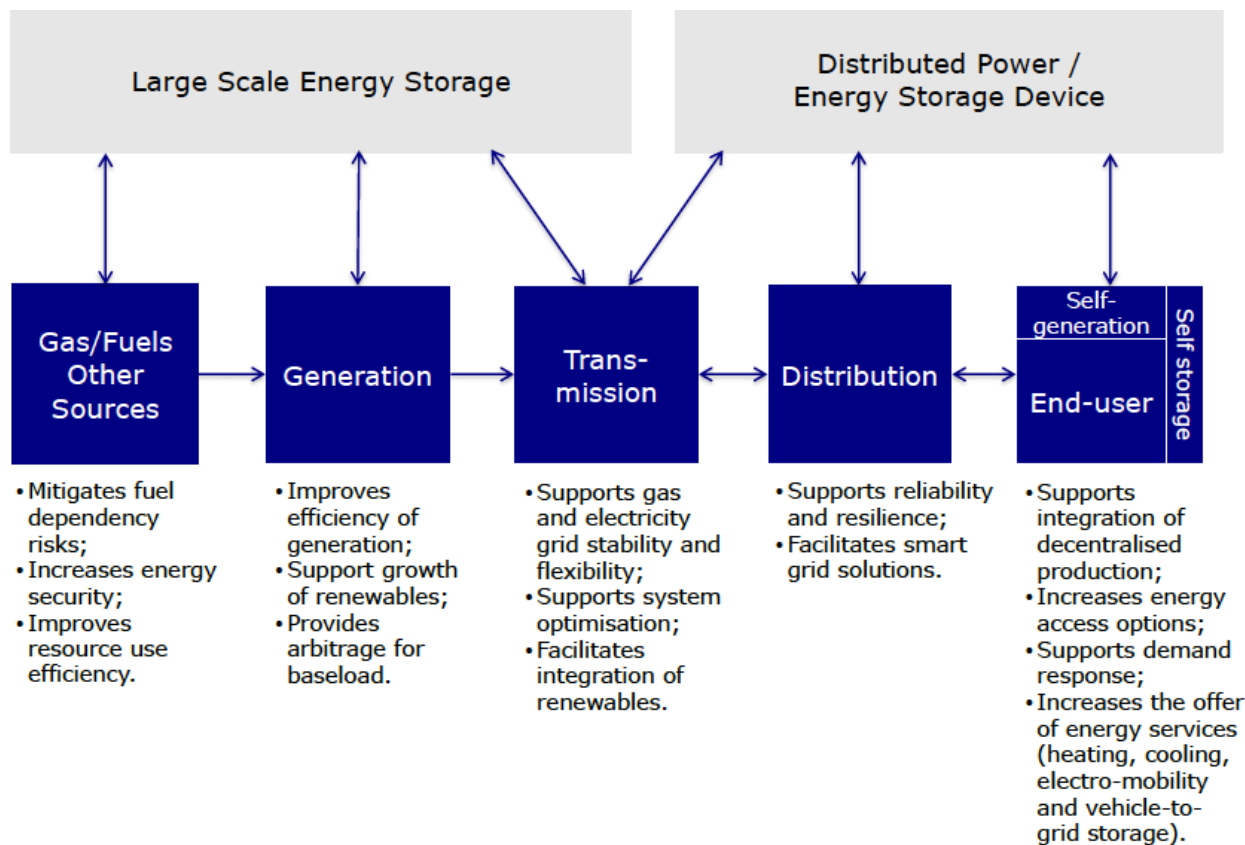
Prof. Fabrizio Pilo

Università di Cagliari - DIEE

Introduzione

- Accumulo e DSO nel quadro regolatorio europeo
- Deliberazione 646/15 e le condizioni transitorie per permettere e remunerare l'accumulo elettrochimico ai DSO
- Contratto di ricerca AEEGSI per determinare le condizioni transitorie per remunerare l'accumulo elettrochimico ai DSO
- Risultati preliminari della metodologia sviluppata
- Conclusioni

Storage value chain



Service type	Service application	Contribution to Energy Union
Bulk energy storage	<ul style="list-style-type: none"> Central gas storage; Central electricity storage facilities; Seasonal storage for electricity or heat. 	<ul style="list-style-type: none"> Security, solidarity & trust; Market integration.
Renewables and other integration	<ul style="list-style-type: none"> Variable supply resource integration; Waste heat utilisation; Support Combined Heat and Power (CHP) plants; Power-to-Gas and Power-to-Heat; Supply of the transport sector with hydrogen and electricity by renewable energy sources; Charging stations for electric vehicles. 	<ul style="list-style-type: none"> Decarbonisation; Market integration; Energy efficiency; Security, solidarity & trust.
Ancillary	<ul style="list-style-type: none"> Frequency regulation; Load following; Voltage support; Black start; Spinning reserve; Non-spinning reserve. 	<ul style="list-style-type: none"> Decarbonisation; Market integration; Security, solidarity & trust.
Transmission and distribution	<ul style="list-style-type: none"> Transmission and distribution congestion relief; Supporting infrastructure for overhead cable for buses, trains or trams; Uninterruptible power supply. 	<ul style="list-style-type: none"> Market integration; Security, solidarity & trust; Decarbonisation.
Customer energy management	<ul style="list-style-type: none"> Demand response and peak reduction; Integration of electric vehicles in the system; Enabling self-sufficiency of a single building or a small local grid (off-grid); Maximising electricity self-production and consumption. 	<ul style="list-style-type: none"> Decarbonisation; Security, solidarity & trust; Energy efficiency.

Source: IPOL_STU(2015)563469_EN

Soggetti abilitati all'uso/possesso dell'accumulo

Level	Actor	Activity	Services that can provide	Incentives to use storage	Threats for deployment
Distribution grid	Local energy producer	Solar, wind, biomass	Renewables integration and arbitrage	Price difference between peaks in demand and supply	Grid priority and feed in tariffs are no incentives for energy storage. Double grid fees
	DSO	Distribution activities	Renewables integration, ancillary and distribution	Balancing costs	DSO is in most countries not allowed to own or control storage
	Business, industry, household	Energy consumer Cogeneration Prosumer	Energy management and integration	Depends on price settings Low or no remuneration for electricity supplied to grid	Electricity prices may not reflect peak value differences. Feed in tariff, net metering are no incentive for storage
	Service company	Service provider	All above	All above	Unclear business model for grid related services. Double grid fees
Off grid	Business, household	Independent	Energy management	No or low remuneration for supplying the grid	Grid connection obligations

who will be allowed to invest in electricity storage devices?

only market parties or the grid operators also ?

EDSO (2016)

- Despite the growing need for flexibility, the deployment of battery-based electricity storage is currently being held back by the lack of a clear and future-proof regulatory framework.
- A clear definition for electricity storage in the EU legislation is currently missing. As a result, the use of battery-based energy storage is restricted for grid operators as in some member states DSOs are not allowed to own and operate storage.
- DSOs, as neutral market actors who facilitate the development and the operation of flexibility services, should be allowed to procure system flexibility services from storage facilities in the market.
- DSOs, as customers of flexibility services, should also be allowed to fulfill their needs themselves.

Parlamento Europeo

Calls on the Commission to clarify the position of storage in different steps of the electricity chain, and to allow transmission and distribution operators to invest in, use and exploit energy storage services for the purpose of grid balancing and other ancillary services;” ... “Stresses the need to establish a separate asset category for electricity or energy storage systems in the existing regulatory framework, given the dual nature – generation and demand – of energy storage systems”

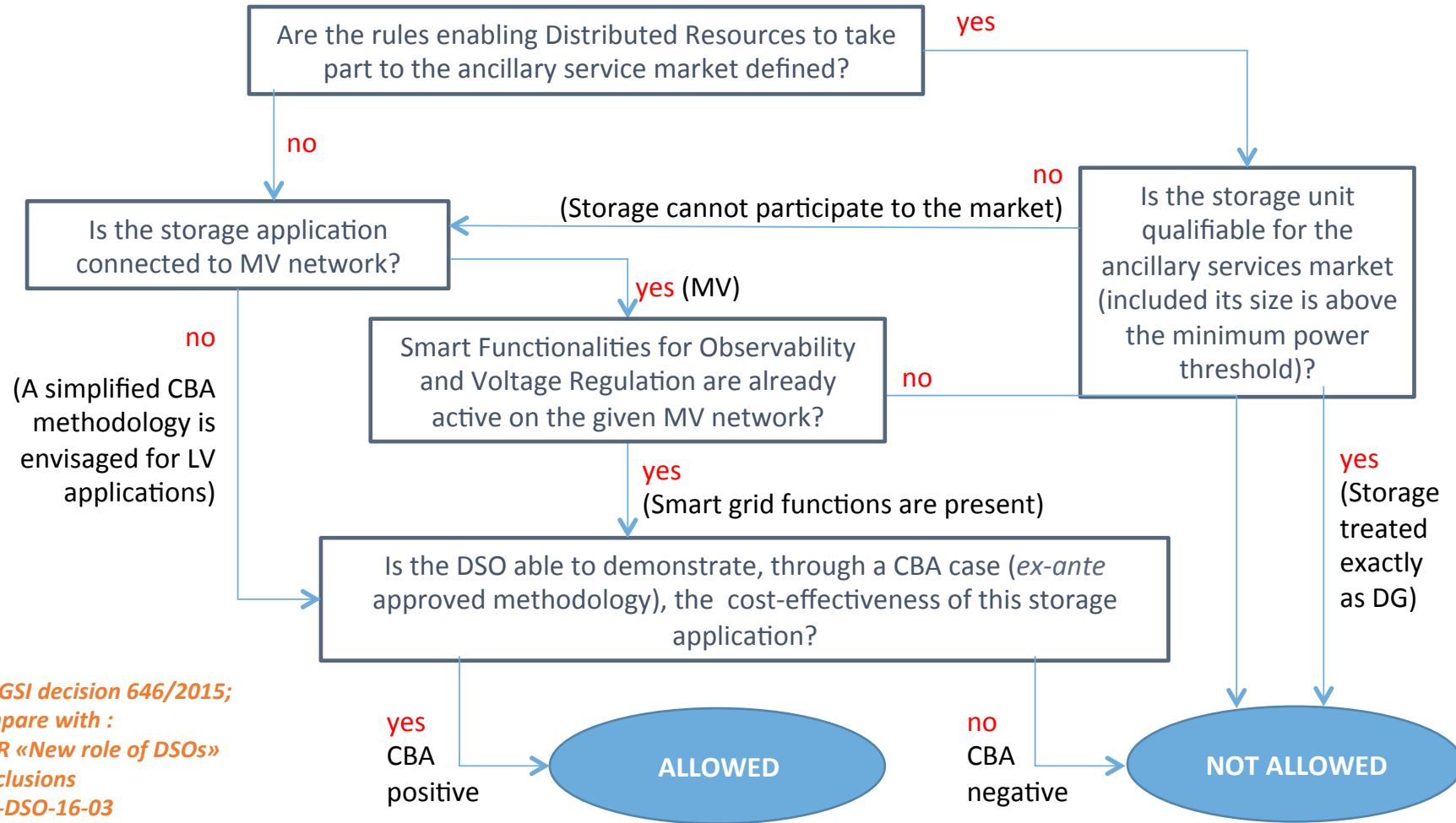
Commissione Europea - WINTER PACKAGE

- Member States shall provide the necessary regulatory framework to allow and incentivize distribution system operators to procure services in order to improve efficiencies in the operation and development of the distribution system, including local congestion management.
- In particular, regulatory frameworks shall enable distribution system operators to procure services from resources such as distributed generation, demand response or storage and consider energy efficiency measures, which may supplant the need to upgrade or replace electricity capacity and which support the efficient and secure operation of the distribution system. Distribution system operators shall procure these services according to transparent, non-discriminatory and market based procedures.

EU Commission - WINTER PACKAGE (2016)

- Distribution system operators shall not be allowed to own, develop, manage or operate energy storage facilities.
- By way of derogation from paragraph 1, Member States may allow distribution system operators to own, develop, manage or operate storage facilities only if the following conditions are fulfilled:
 - other parties, following an open and transparent tendering procedure, have not expressed their interest to own, develop, manage or operate storage facilities;
 - such facilities are necessary for the distribution system operators to fulfill its obligations under this regulation for the efficient, reliable and secure operation of the distribution system; and
 - the regulatory authority has assessed the necessity of such derogation taking into account the conditions under points (a) and (b) of this paragraph and has granted its approval.

Sistemi di accumulo di proprietà dei DSO



AEEGSI decision 646/2015;
compare with :
CEER «New role of DSOs»
conclusions
C15-DSO-16-03

Quadro regolatorio italiano

- Deliberazione 646/15

*con riferimento ai sistemi di accumulo di tipo elettrochimico connessi a reti di distribuzione, fermo restando quanto già previsto in materia di accumuli nella disponibilità degli utenti della rete, l'ipotesi di definire con successivo provvedimento **le condizioni transitorie a cui le imprese distributrici di energia elettrica che intendono gestire e disporre di tali sistemi devono sottostare, senza precludere iniziative future che possano valorizzare, in una logica di mercato, i comportamenti e gli investimenti degli utenti di rete, (intermediati da venditori e aggregatori), abilitati alla fornitura di servizi di dispacciamento; in tal senso l'Autorità non intende riconoscere investimenti in sistemi di accumulo elettrochimico effettuati da imprese di distribuzione di energia elettrica fino a che le condizioni sopra indicate non siano definite con apposito provvedimento.***

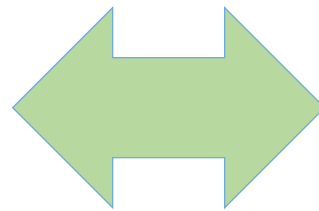
- Deliberazione 646/15

- *Punto 1 – comma f): **lo sviluppo di attività propedeutiche alla definizione di condizioni transitorie a cui le imprese distributrici di energia elettrica che intendono gestire e disporre di sistemi di accumulo elettrochimico devono sottostare, senza precludere futuri interventi che possano valorizzare, in una logica di mercato, i comportamenti e gli investimenti degli utenti di rete (intermediati da venditori e aggregatori), abilitati alla fornitura di servizi di dispacciamento;***

Progetto di Ricerca AEEGSI-UNICA

• Background

- Esperienza di algoritmi di ottimizzazione multi-obiettivo per la pianificazione innovativa (CIGRE C6.19, RdS UNICA-RSE)
- Esperienza di metodi CBA applicati alle SG (**RdS UNICA-RSE, PAR 2015**)
- Sviluppo di metodologie ibride MC-CBA (ISGAN Annex 3, finanziata con **RdS UNICA-RSE, PAR 2015**)



• Definizione delle condizioni transitorie

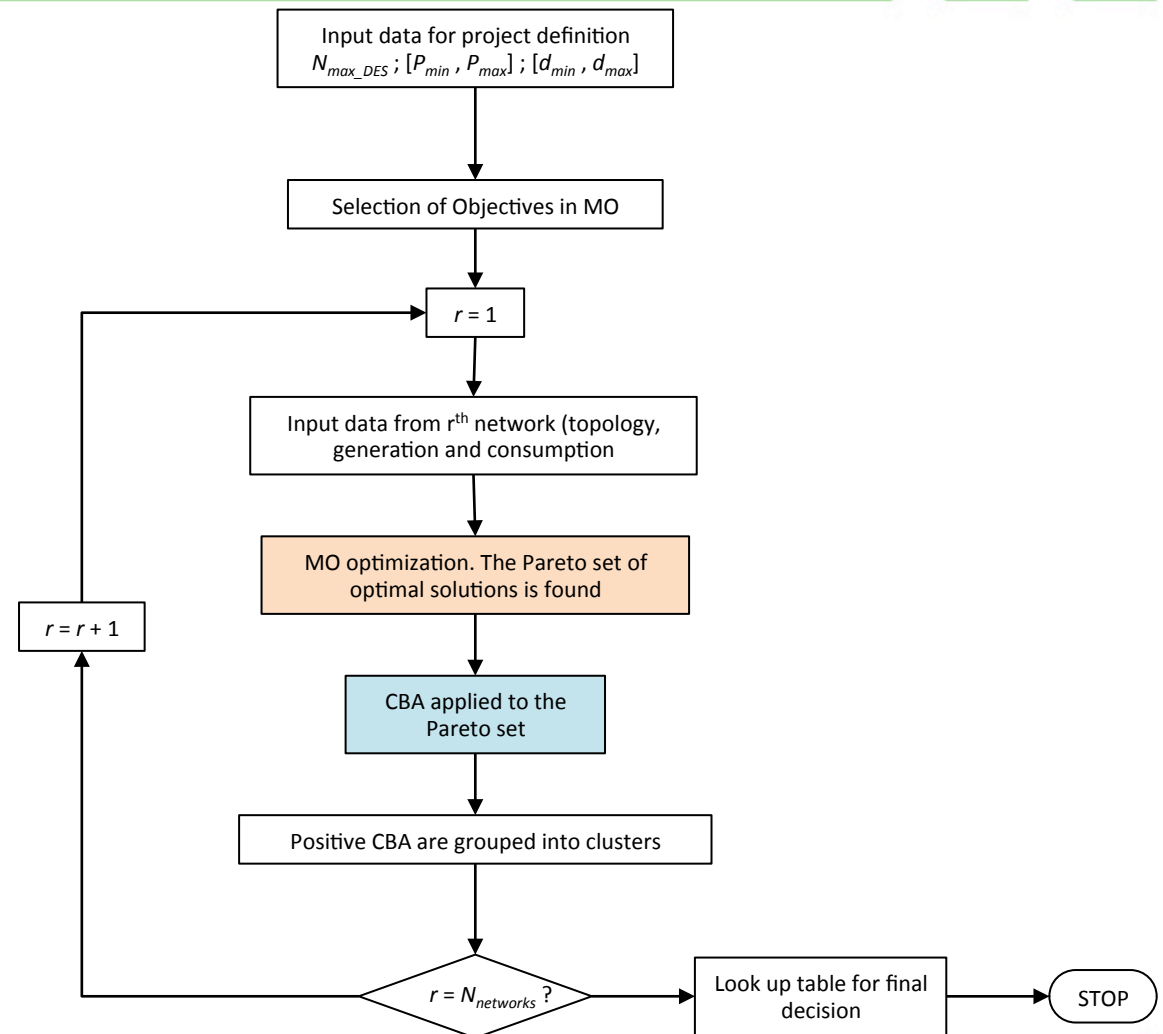
- Tecniche decisionali multicriterio e analisi costi benefici (MCA-CBA)
- Definizione di benefici e metriche con riferimento a servizi non a mercato
- Individuazione delle casistiche con CBA positiva che possono giustificare l'uso dell'accumulo per i DSO
- Clusterizzazione dei risultati e definizione di tabelle decisionali autoapplicative
- Analisi di sensitività rispetto alle variazioni dei prezzi, della tecnologia, del quadro regolatorio, ecc.

Metodologia, metriche e benefici

- Algoritmo MO determina per ogni rete esaminata (topologia, carico e generazione) posizione e taglia (potenza ed energia) ottimale dell'accumulo unitamente alla legge di controllo giornaliera
- MO produce un fronte di soluzioni Pareto ottime (non dominate)
- CBA è utilizzata per individuare nel fronte le soluzioni accettabili
- Tecniche di clusterizzazione permettono di accorpare i risultati per classi
- Metriche(non tutte monetarie)
 - Differimento investimenti
 - Riduzione perdite energia
 - Flussi potenza reattiva
 - Regolazione di tensione
 - Continuità del Servizio
 - Power Quality
 - Black start
 - Squilibri

Diagramma di flusso della procedura

- La procedura è applicata a reti rappresentative BT e MT
- Lo scopo è semplificare e standardizzare la valutazione dei progetti con accumulo
- I progetti che appartengono ad una classe in cui CBA è positiva oltre una soglia di accettazione potrebbero essere automaticamente ammessi a remunerazione
- I progetti che appartengono a cluster con CBA negativa potrebbero comunque essere accettati ma è necessario provarne la validità



Definizione delle classi per l'accumulo

- Soluzioni ottimali ottenute con MO sono accorpate per
 - Taglia (rated power capacity)
 - Energia (rated energy)
- Necessario trovare un compromesso fra complessità e rappresentatività

Class of storage	Power [kW]	Duration [h]
T1	≤ 500	≤ 5
T2	≤ 500	> 5 ; ≤ 10
T3	> 500 ; ≤ 1000	≤ 5
T4	> 500 ; ≤ 1000	> 5 ; ≤ 10
T5	> 1000 ; ≤ 1500	≤ 5
T6	> 1000 ; ≤ 1500	> 5 ; ≤ 10
T7	> 1500 ; ≤ 2000	≤ 5
T8	> 1500 ; ≤ 2000	> 5 ; ≤ 10
T9	> 2000 ; ≤ 2500	≤ 5
T10	> 2000 ; ≤ 2500	> 5 ; ≤ 10
T11	> 2500 ; ≤ 3000	≤ 5
T12	> 2500 ; ≤ 3000	> 5 ; ≤ 10

Definizione dei cluster di riferimento

Classe	Descrizione
A	porzioni di rete in cavo interrato rialimentabile (+ eventuale presenza di piccole laterali costituite da un solo nodo)
B1	porzioni di rete aerea rialimentabile (+ eventuale presenza di piccole laterali costituite da un solo nodo) in presenza di generazione con potenza inferiore o uguale al 50% della somma delle taglie dei trasformatori MB/BT presenti nella porzione di rete.
B2	porzioni di rete aerea rialimentabile (+ eventuale presenza di piccole laterali costituite da un solo nodo) in presenza di generazione con potenza superiore al 50% della somma delle taglie dei trasformatori MB/BT presenti nella porzione di rete.
C1	laterale aerea non rialimentabile in presenza di generazione nella laterale con potenza inferiore o uguale al 50% della somma delle taglie dei trasformatori MB/BT presenti nella laterale e di generazione con potenza nominale inferiore o uguale al 50% della somma delle taglie dei trasformatori presenti nei nodi della porzione di rete che alimenta la laterale.
C2	laterale aerea non rialimentabile in presenza di generazione nella laterale con potenza superiore al 50% della somma delle taglie dei trasformatori MB/BT presenti nella laterale e di generazione con potenza nominale inferiore o uguale al 50% della somma delle taglie dei trasformatori presenti nei nodi della porzione di rete che alimenta la laterale.
C3	laterale aerea non rialimentabile in presenza di generazione nella laterale con potenza inferiore o uguale al 50% della somma delle taglie dei trasformatori MB/BT presenti nella laterale e di generazione con potenza nominale superiore al 50% della somma delle taglie dei trasformatori presenti nei nodi della porzione di rete che alimenta la laterale.
C4	laterale aerea non rialimentabile in presenza di generazione nella laterale con potenza superiore al 50% della somma delle taglie dei trasformatori MB/BT presenti nella laterale e di generazione con potenza nominale superiore al 50% della somma delle taglie dei trasformatori presenti nei nodi della porzione di rete che alimenta la laterale.

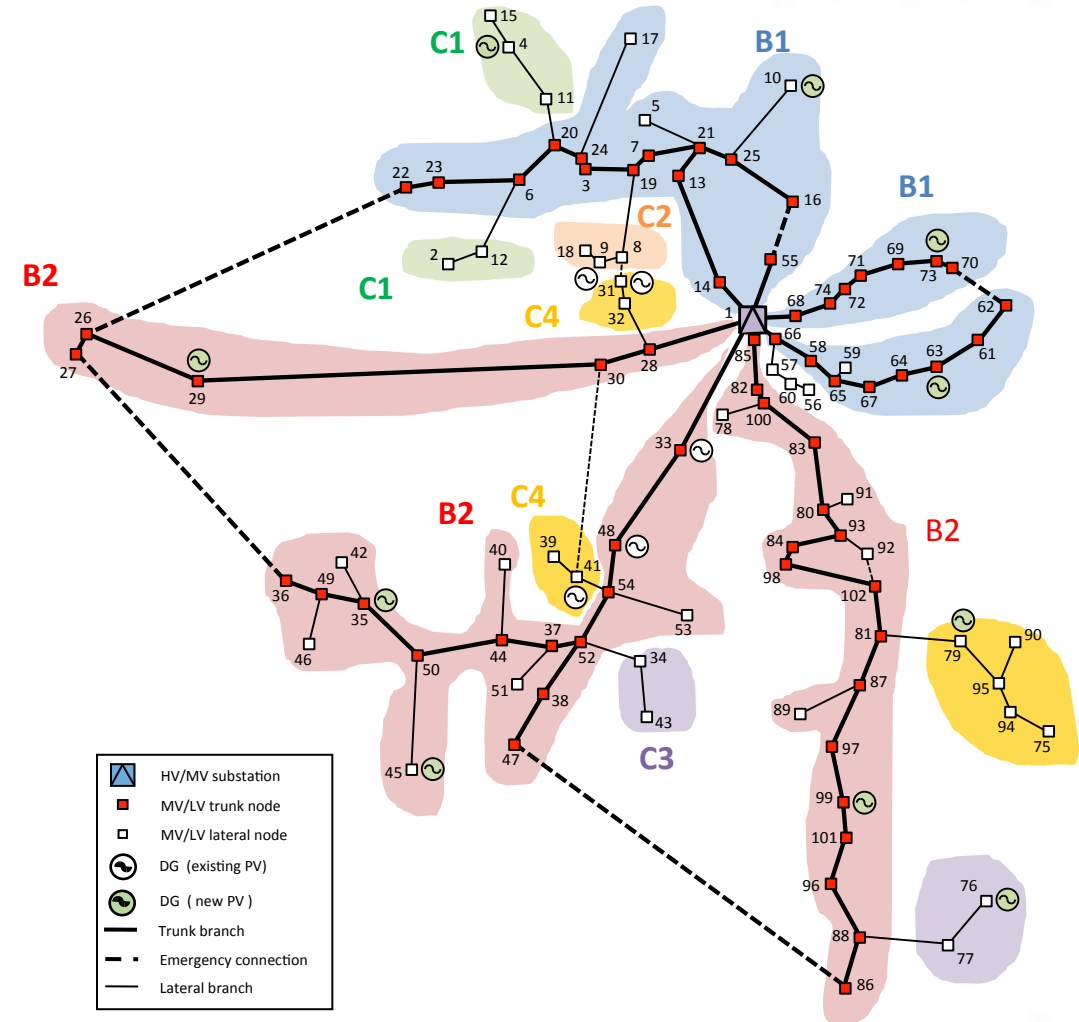
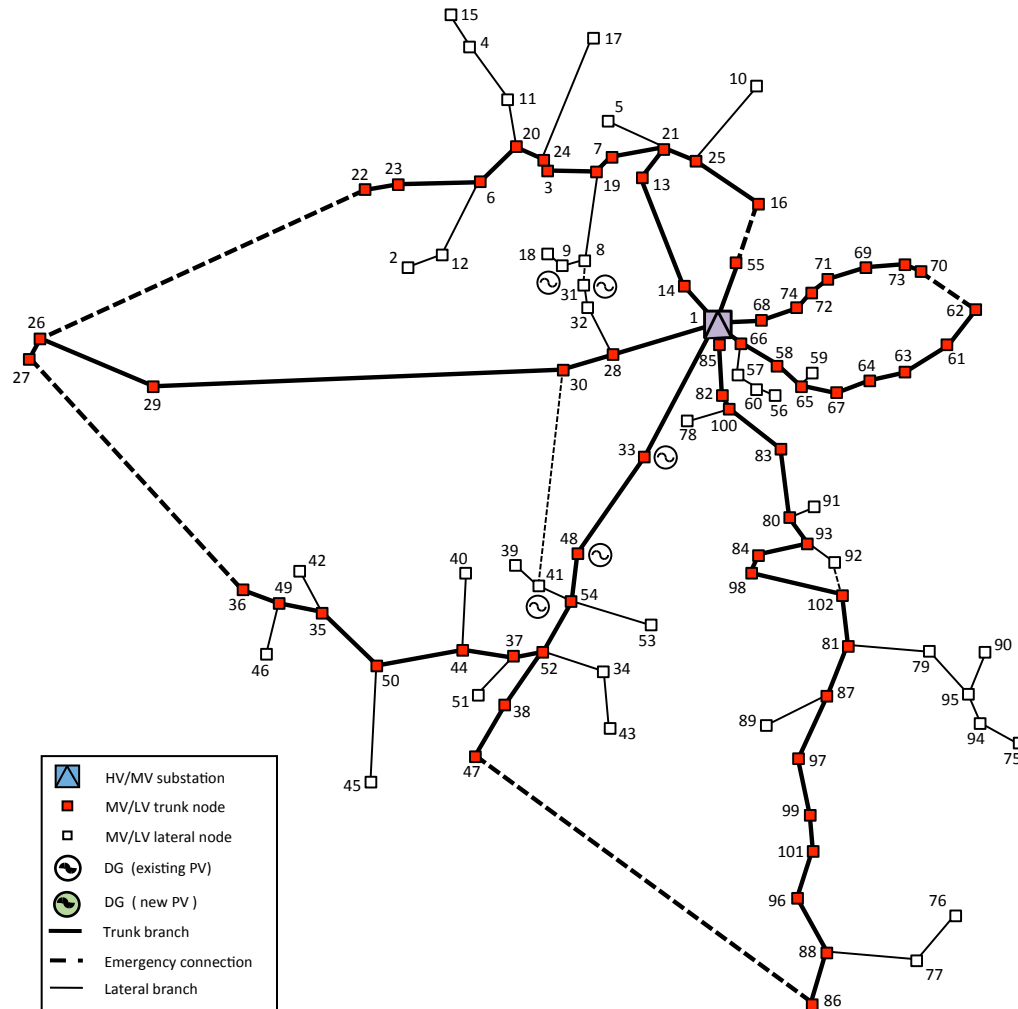
Tablelle decisionali

- Facile Interpretazione
- DSO deve riconoscere in quale tipologia di classe ricade la proposta di intervento
- Se il progetto ricadesse in cella “NO” il DSO deve produrre gli studi di dettaglio per valutare l’analisi CBA effettuata
- Se il progetto ricadesse in una cella caratterizzata da “SI” la CBA è garantita a priori positiva e non sono necessarie ulteriori valutazioni

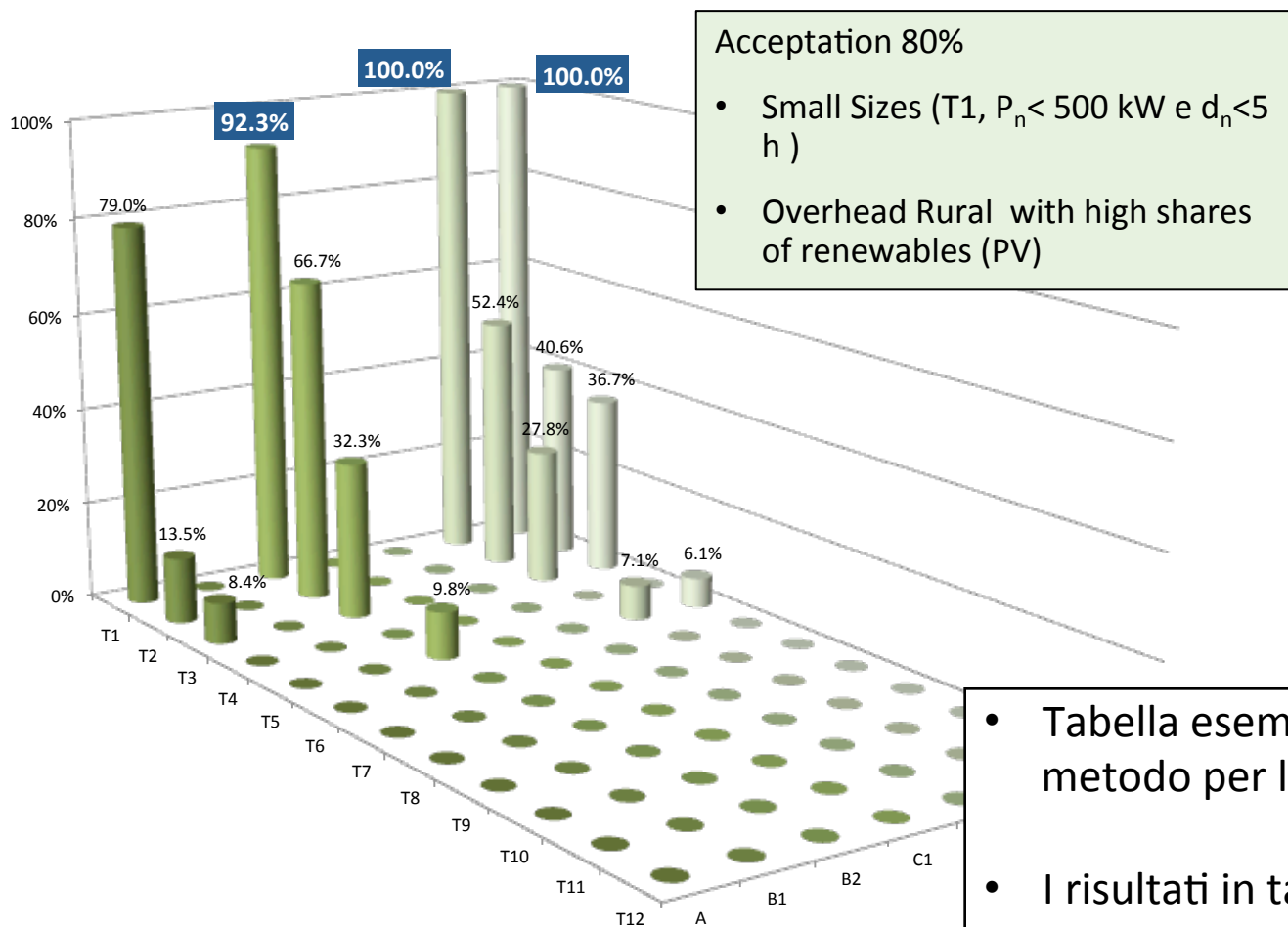
	A	B1	B2	C1	C2	C3	C4
T1	NO	NO	YES	NO	NO	YES	YES
T2	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
T3	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
T4	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
T5	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
T6	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
T7	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
T8	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
T9	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

- Tabella esemplificativa dei risultati ottenibili con l’applicazione del metodo per la localizzazione dell’accumulo nelle reti di distribuzione.
- I risultati in tabella sono preliminari e suscettibili di modifiche. Non riflettono i risultati dello studio, in completamento al momento della presentazione.

Rete rappresentativa (rurale)



Risultati

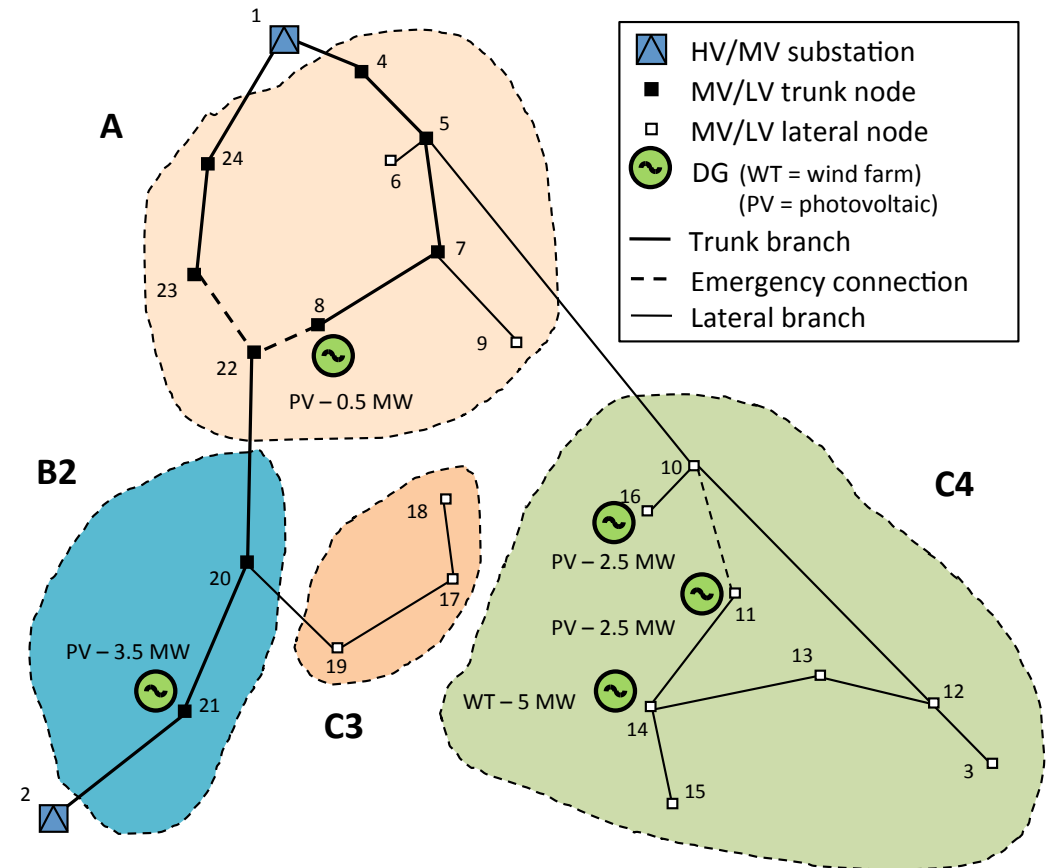


	A	B1	B2	C1	C2	C3	C4
T1	NO	NO	YES	NO	NO	YES	YES
T2	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
T3	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
T4	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
T5	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
T6	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
T7	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
T8	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
T9	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

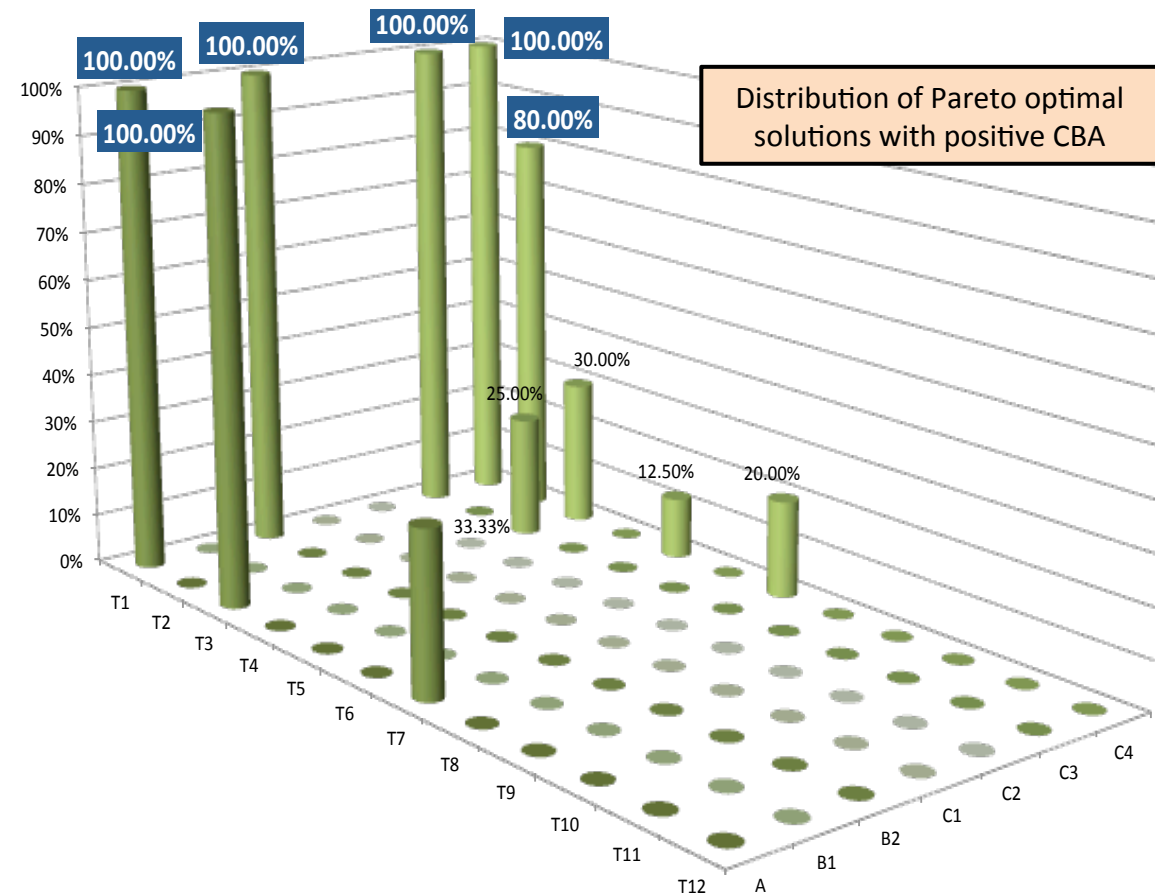
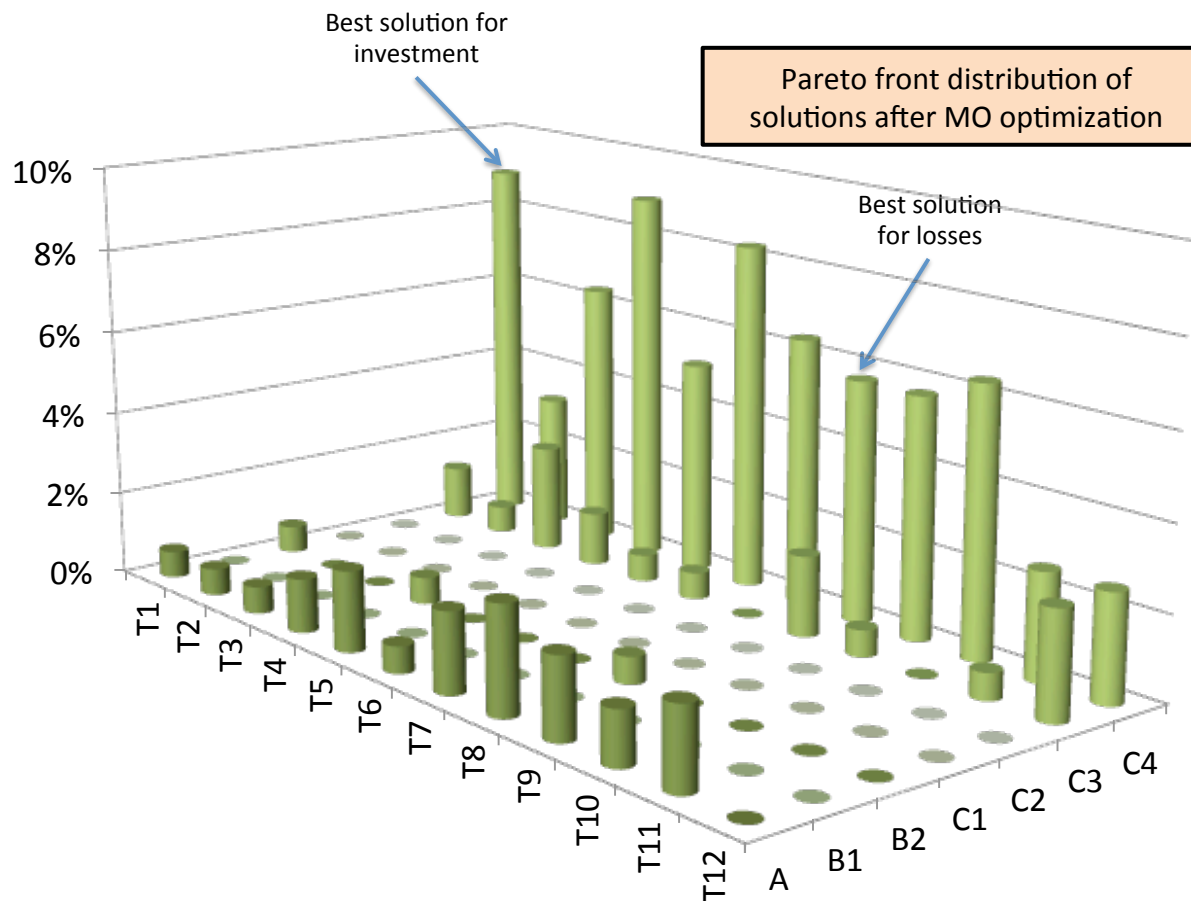
- Tabella esemplificativa dei risultati ottenibili con l'applicazione del metodo per la localizzazione dell'accumulo nelle reti di distribuzione.
- I risultati in tabella sono preliminari e suscettibili di modifiche. Riflettono parzialmente i risultati della studio, in completamento al momento della presentazione.

Test della metodologia su reti "reali"

- Individuazione di soluzioni ottimali specifiche
- Suddivisione della rete in classi
- Le classi sono cruciali per il buon funzionamento della procedura
- La procedura dovrebbe essere in grado di fornire risposte coerenti senza fare calcoli di rete



Risultati



Test e validazione

- Tabelle esemplificative dei risultati ottenibili con l'applicazione del metodo per la localizzazione dell'accumulo nelle reti di distribuzione.
- I risultati sono preliminari e suscettibili di modifiche. Riflettono parzialmente l'esito della ricerca, in completamento al momento della presentazione.

	A	B1	B2	C1	C2	C3	C4
T1	YES	NO	YES	NO	NO	YES	YES
T2	NO	NO	NO	NO	NO	NO	YES
T3	YES	NO	NO	NO	NO	NO	NO
T4	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
T5	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
T6	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
T7	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
T8	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
T9	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
T10	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
T11	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
T12	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

	A	B1	B2	C1	C2	C3	C4
T1	NO	NO	YES	NO	NO	YES	YES
T2	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
T3	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
T4	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
T5	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
T6	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
T7	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
T8	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
T9	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
T10	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
T11	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
T12	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Conclusioni

- Accumulo ai DSO è permesso solo se CBA è positiva (per la società). Se permesso, l'investimento in storage è remunerato (RAB)
- AEEGSI ha finanziato un progetto di ricerca per determinare le condizioni che possono giustificare un investimento in accumulo da parte di un DSO e quindi permetterne la remunerazione
- Una metodologia complessa basata su algoritmi evolutivi multi-obiettivo, CBA e tecniche di clusterizzazione è stata sviluppata
- La complessità della metodologia ha lo scopo di semplificare e standardizzare le valutazioni dei DSO e del Regolatore in merito a progetti di accumulo elettrochimico nelle reti di distribuzione.
- Obiettivo finale sono tabelle decisionali (look-up tables) particolarmente adatte a piccoli distributori e alla BT per la facile e immediata applicazione
- I primi risultati hanno mostrato che in MT solo in rare circostanze l'accumulo elettrochimico è più conveniente di altri investimenti, e in genere le taglie piccole (sotto 500 kW) sono più convenienti

Grazie per l'attenzione

Domande?

pilo@diee.unica.it
giuditta.pisano@diee.unica.it