

Ruolo e prospettive dello Storage nel Sistema Elettrico Italiano

L. Michi – Responsabile Divisione Strategia e Sviluppo

Milano, Settembre 2017



Agenda

- Scenario e contesto – la transizione energetica

Principali evidenze dei Progetti Storage di Terna

Evoluzione attesa dello Storage

Linee guida Europee

Decarbonizzazione
Market Efficiency
Security of Supply

OBIETTIVI



	2020 EU 20-20-20		2030 The energy bridge
	EU	Italy	EU
Riduzione delle emission di gas serra	- 20%	- 13% ¹ ✓	- 40%
Consumi da FER ²	≥20%	≥17% ✓	27%
Efficienza Energetica (vs scenario BAU)	+ 20%	+ 20%	+30% ³
Interconnessione vs. capacità installata	≥ 10% ⁴	≥ 10% ⁴	≥ 15% ⁵

Le linee guida europee e gli obiettivi al 2030 hanno lo scopo di assicurare un approvvigionamento energetico sicuro, economico e a basso impatto ambientale e climatico. Il vettore elettrico risulta fondamentale per raggiungere questi obiettivi

1. Obiettivo per l'Italia definito dal ESD (Effort Sharing Decision)
2. Contributo energia rinnovabile in percentuale sui consumi energetici finali lordi (trasporti + elettricità + riscaldamento & raffrescamento)

3. Proposta del Winter Energy Package della CE (target precedente al 27%)
4. "Barcelona criterion" dal Consiglio Europeo del 2002, a Barcellona
5. Obiettivo del Singolo Stato Membro, in valutazione da parte della CE

Le New Guidelines europee e le sfide per il Sistema Elettrico

Gli **obiettivi delineati in ambito europeo** per facilitare la «**transazione energetica**» consentono di identificare le esigenze attuali del sistema e le sfide da affrontare nel prossimo futuro



Al **minor costo** per il Sistema con **elevati standard** di qualità

Terna, in quanto Gestore della Rete di Trasmissione è **impegnata nel raggiungimento di un assetto carbon-free** rispettando gli obiettivi di adeguatezza, sicurezza e flessibilità del sistema elettrico e assicurando una piena integrazione delle FER

Il ruolo dello Storage nella gestione delle reti

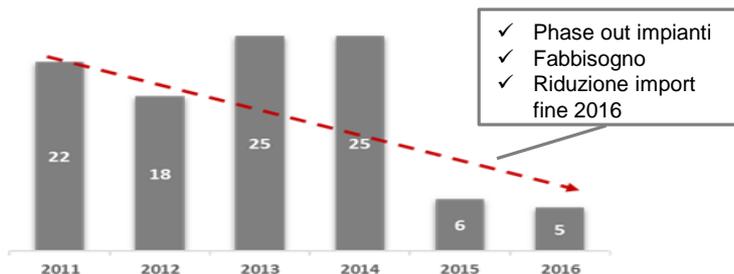
PRODUZIONE DA FONTE EOLICA, SOLARE E GEOTERMICA:

COPERTURA DEL FABBISOGNO ANNUO (TWh)



Progressiva crescita delle **FER intermittenti**

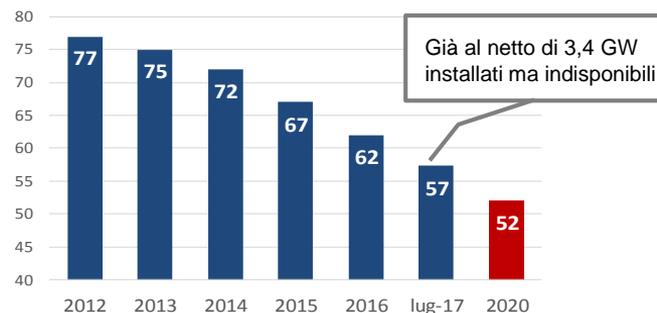
MARGINE DI RISERVA ALLA PUNTA



Progressiva **riduzione** margine di riserva alla punta

Evoluzione del mercato elettrico

RIDUZIONE POTENZA INSTALLATA TERMOELETTTRICO (GW)



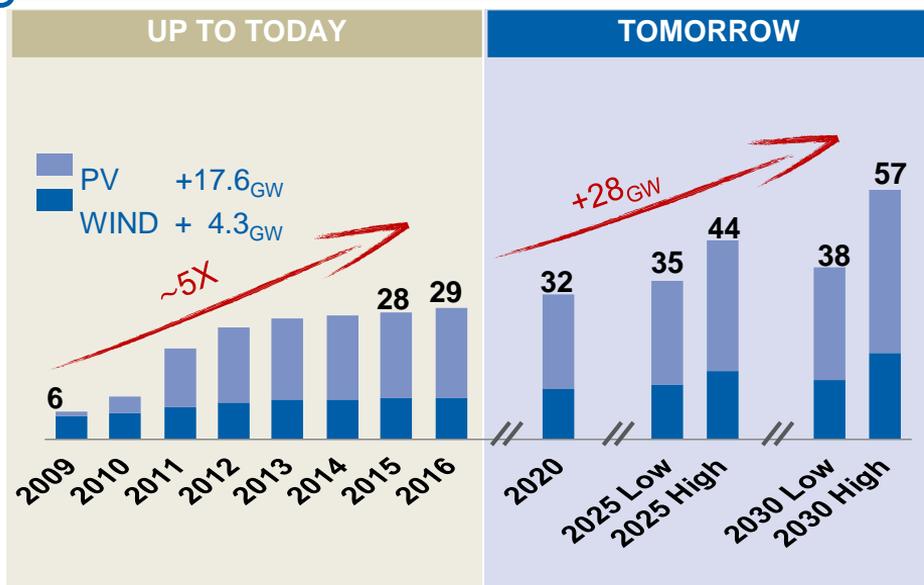
Drastica riduzione termico convenzionale

VOLUMI MSD (TWh)

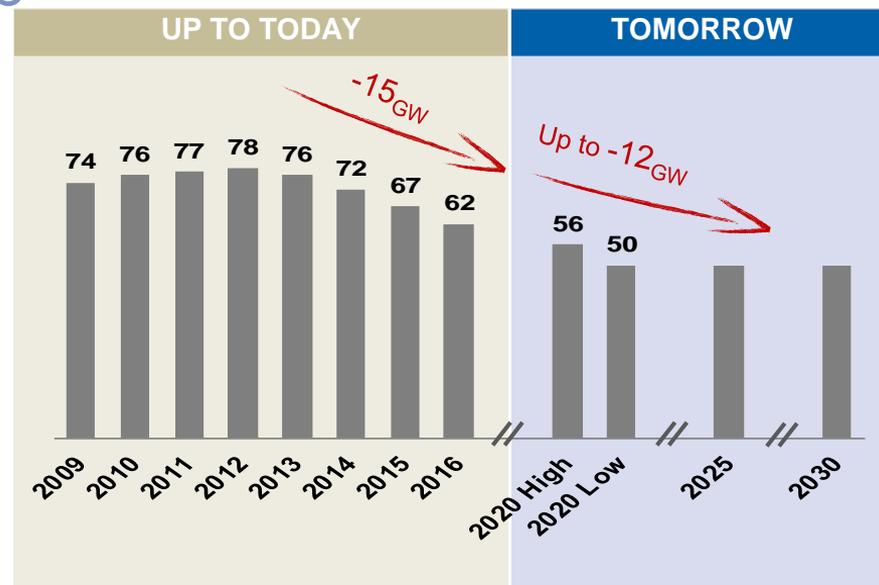


Maggiori **movimentazioni MSD** per garantire sufficienti livelli di riserva rotante e per regolazione di tensione

RES GROWTH (GW)



THERMAL PHASE OUT (GW)

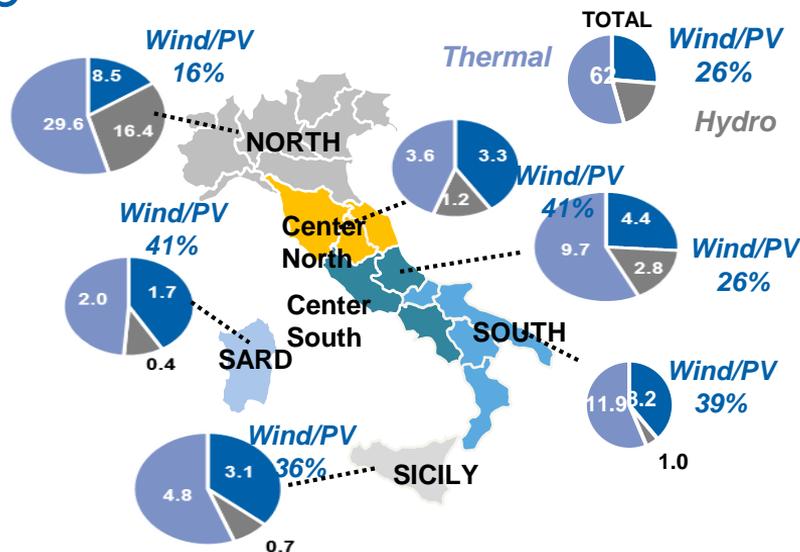


Gli obiettivi SEN3 di penetrazione delle rinnovabili al 50% richiedono uno **sviluppo ulteriore** rispetto al PdS di almeno 51GW di fotovoltaico e 17GW di eolico

Il ruolo dello Storage nella gestione delle reti

Sviluppo RES

MIX PARCO PRODUTTIVO ITALIANO (GW, 2016)*



L'incremento RES in Italia si è realizzato in **maniera disomogenea** rispetto al territorio, concentrandosi in prevalenza nelle aree a maggior vocazione della fonte primaria (Sud e Isole), lontane dai maggiori centri di consumo

Evoluzione del mercato elettrico

ITALIA – COPERTURA DELLA DOMANDA DI ENERGIA ELETTRICA DA PARTE DELLE RES (%) – 1H2017**



Sono **attesi picchi di copertura massima giornaliera del fabbisogno** da parte della produzione intermittente sempre più elevati, considerata l'evoluzione attesa della capacità installata di impianti eolici e fotovoltaici

IMPATTI SUL SISTEMA

- Aumento del numero di ore di **congestione** fino al 25% delle ore annue, in particolare tra le zone Nord-Centro Nord e Centro Sud
- Aumento del livello di **overgeneration** - generazione non programmabile che non può essere dispacciata- pari a 14 TWh nel caso di import basso (33 TWh) e 19 TWh nel caso di import elevato (57 TWh)
- **L'integrazione dei mercati di bilanciamento** contribuirebbe ad una significativa riduzione dell'overgeneration

* Prevista allo studio nel Piano di Sviluppo 2017

**Risultati delle prime simulazioni. In assenza di pompaggio sono necessarie risorse per regolazione di tensione

Aumento penetrazione FER: Azioni necessarie

AZIONI NECESSARIE



Investimenti di Rete



Interventi **Piano di Sviluppo** e **Piano di Difesa**

Ulteriori **rinforzi di rete** (Dorsale Nord- Cnord e CentroSud)*



Mercati



Coupling con mercati di **bilanciamento estero**



Apertura MSD alla domanda, alla generazione distribuita e alle FER non programmabili



Generazione



Conversione parte dei CCGT che permettano assetto di funzionamento in **OCGT** e realizzazione nuovi OCGT (impulso dal **capacity market**)



Storage



Pompaggio (5GW aggiuntivi**)



Elettrochimico, in alternativa/combinazione al pompaggio

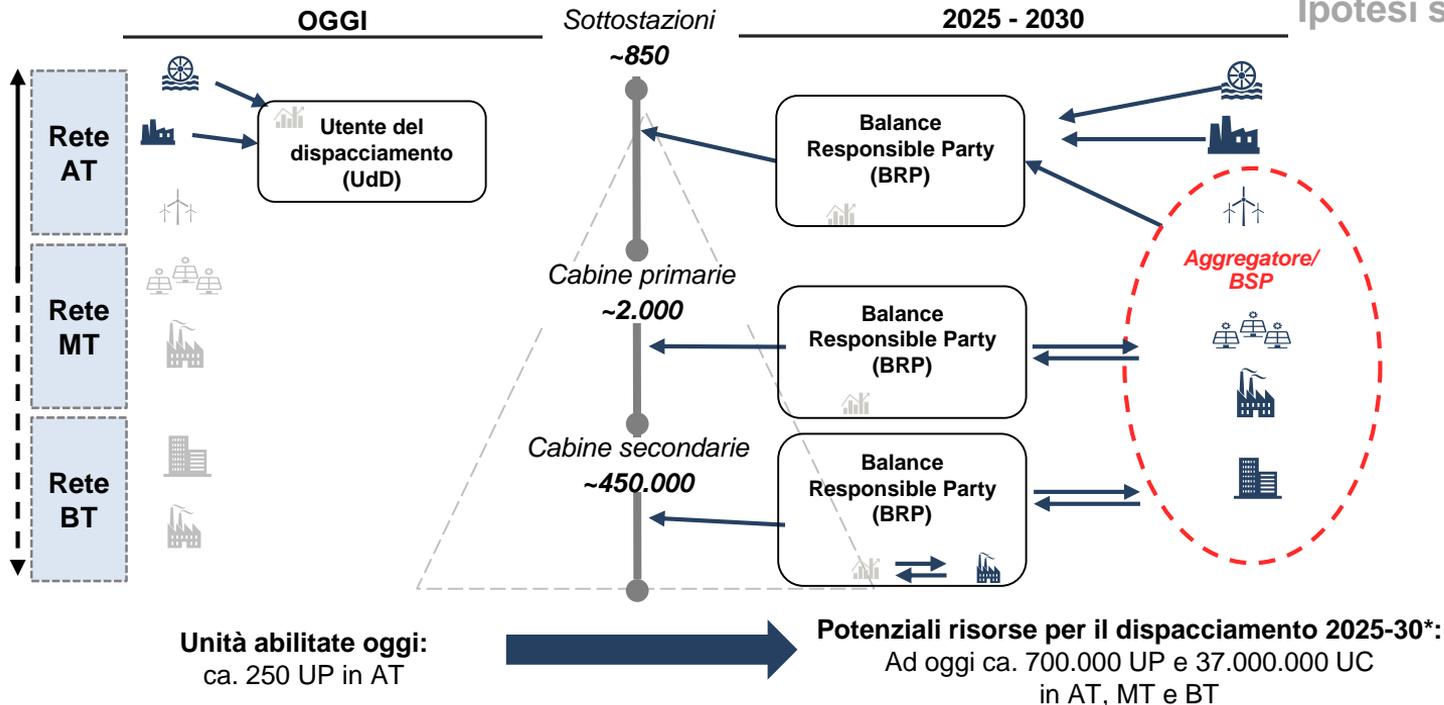
Capacity Market	<ul style="list-style-type: none">• Meccanismi finalizzati a garantire l'adeguatezza del sistema attraverso segnali di prezzo di lungo termine
Network Development	<ul style="list-style-type: none">• Aumento capacità e magliatura della rete di trasmissione
Storage	<ul style="list-style-type: none">• Introduzione di sistemi di storage sia utility scale sia distribuiti
Demand Response	<ul style="list-style-type: none">• Aprire il mercato dei servizi alla partecipazione della domanda
Smart Grid	<ul style="list-style-type: none">• Investimenti in FACTS (Flexible AC Transmission System) e real time grid management system
Market Evolution	<ul style="list-style-type: none">• Evoluzione della struttura del mercato al fine della partecipazione di nuove risorse (domanda, generazione distribuita, storage)
Data Management	<ul style="list-style-type: none">• Piena disponibilità dei dati di tutte le risorse/operatori ed implementazione di una piattaforma di gestione

Necessario implementare un articolato mix di interventi tra cui lo sviluppo di ulteriore capacità di storage

Il ruolo dello Storage nella gestione delle reti

Evoluzione fonti di flessibilità

Ipotesi scenario SEN – anno 2030



- > Storage sia come **unità indipendente** che come **sistema integrato ad impianti RES e UC** per aumentarne l'offerta di flessibilità al sistema elettrico e per abilitare l'aggregazione di risorse
- > Determinante il **ruolo attivo delle risorse distribuite** nella fornitura di servizi di flessibilità attraverso aggregatori

Le fonti di flessibilità evolveranno verso uno scenario con una presenza consolidata di aggregatori e la gran parte delle risorse abilitate connesse alle reti di distribuzione

Agenda

Scenario e contesto – la transizione energetica

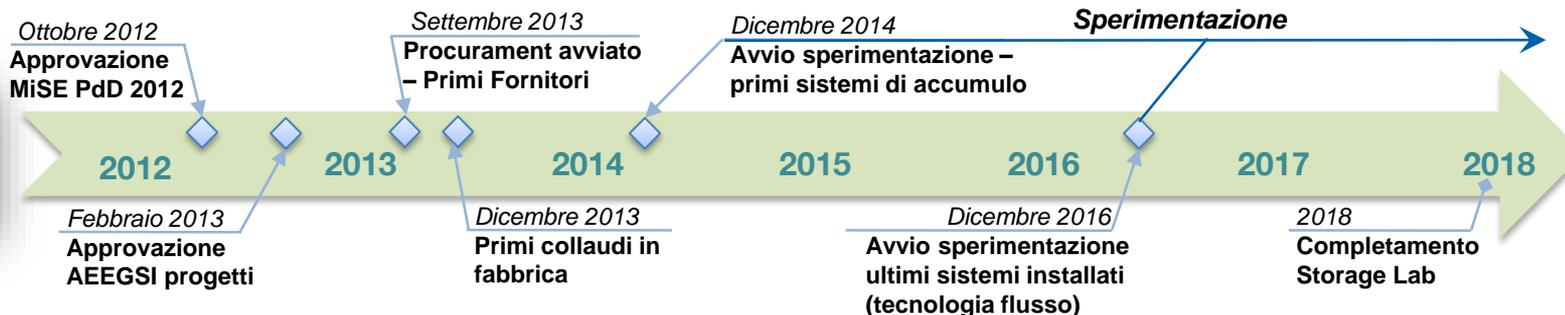
○ Principali evidenze dei Progetti Storage di Terna

Evoluzione attesa dello Storage

Progetti Energy Intensive



Progetti Power Intensive



Storage Lab (Power Intensive)

- **Obiettivo principale:** contribuire alla sicurezza della rete
- **Taglia (MW):** ≈ 16 MW (Fase I)
- **Soluzioni:** Li-Ion, Zebra, Flow, altro (Supercap...)
- **Numero di siti:** 2

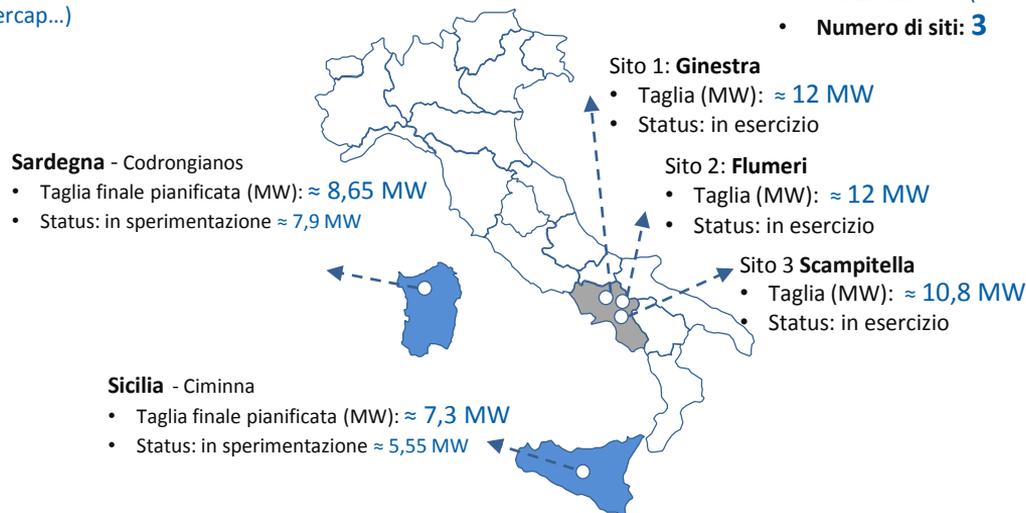
Testing, comparazione e valutazione di **diverse tecnologie di accumulo**

Sistemi di controllo avanzati per gestione impianti multitecnologici

Caratterizzazione dei sistemi sia su **taglia “grid scale”** che **“lab scale”**

Large Scale (Energy Intensive)

- **Obiettivo principale** : riduzione delle congestioni di rete (MPE)
- **Taglia (MW):** ≈ 35 MW
- **Soluzioni:** NaS (Sodium Sulfur)
- **Numero di siti:** 3

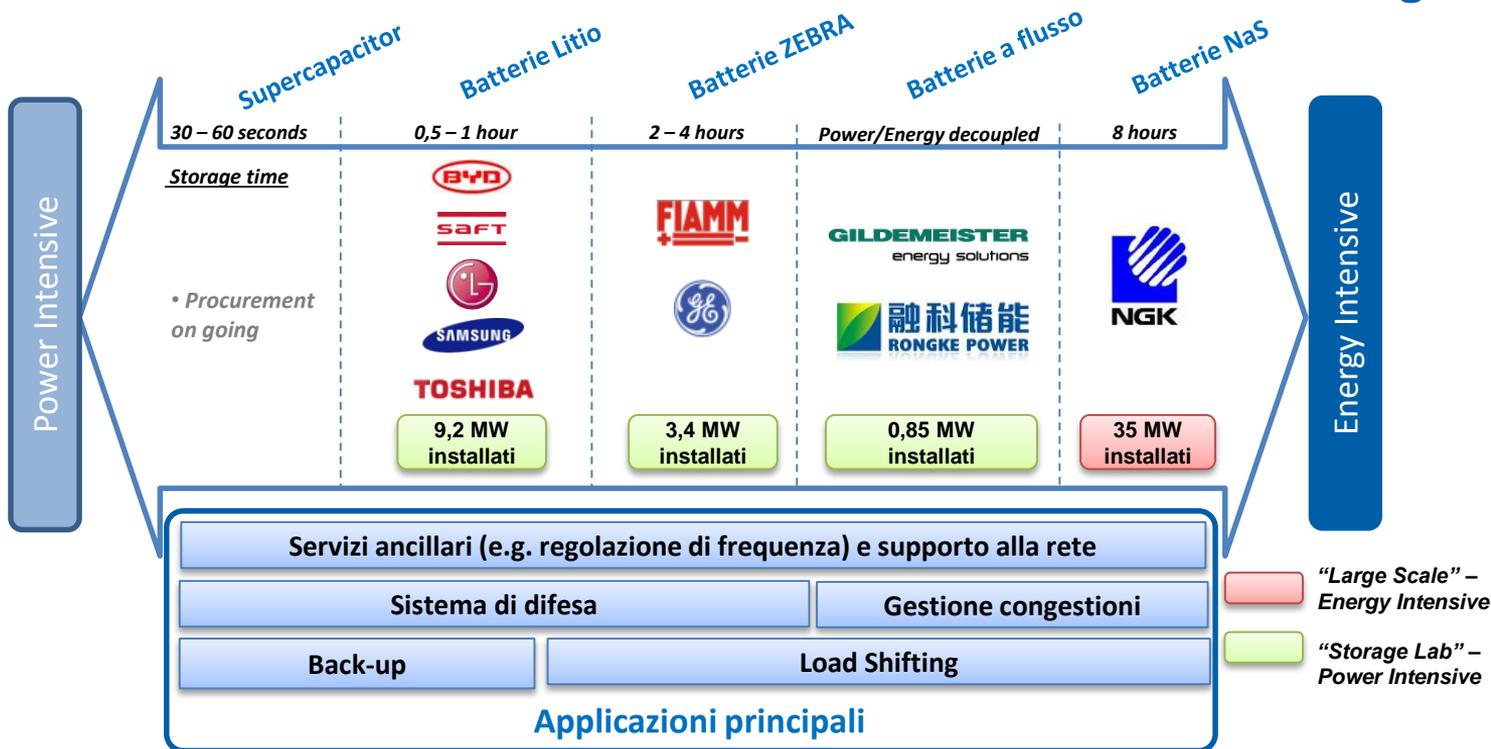


Monotecnologico, con una **soluzione già affermata sul mercato**

Impianti Large scale, idonei a ridurre l'MPE

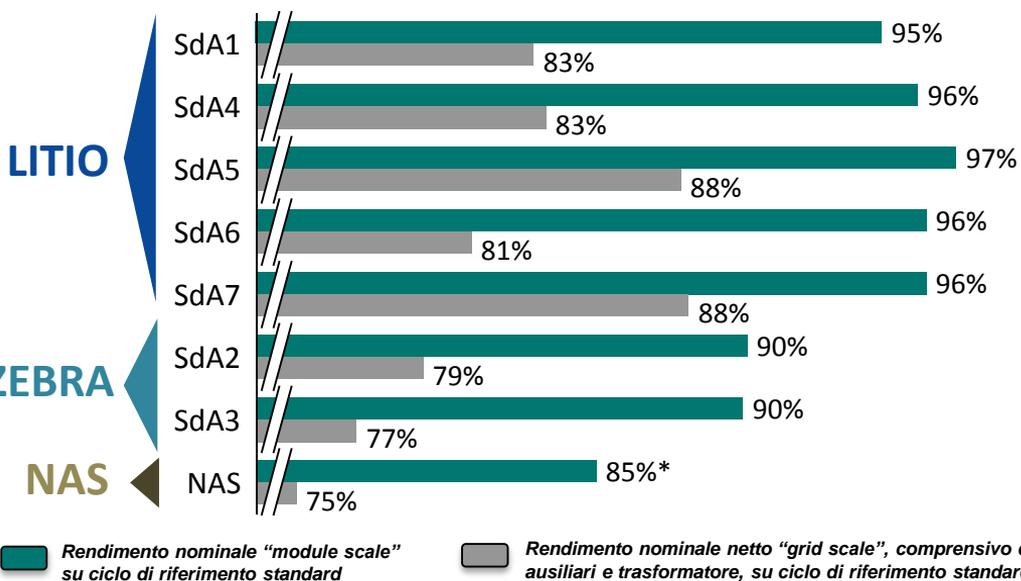
Erogazione aggiuntiva di **Servizi di ancillari**

I progetti Power ed Energy Intensive sono caratterizzati da taglie e finalità differenti, distinti da un differente approccio alla sperimentazione



Con i suoi progetti storage, Terna ha coperto l'intero range di applicazioni possibili per sistemi di accumulo: da quelle fortemente power-intensive a quelle maggiormente energy-intensive

Rendimento nominale su ciclo di riferimento (*module scale VS grid scale*)

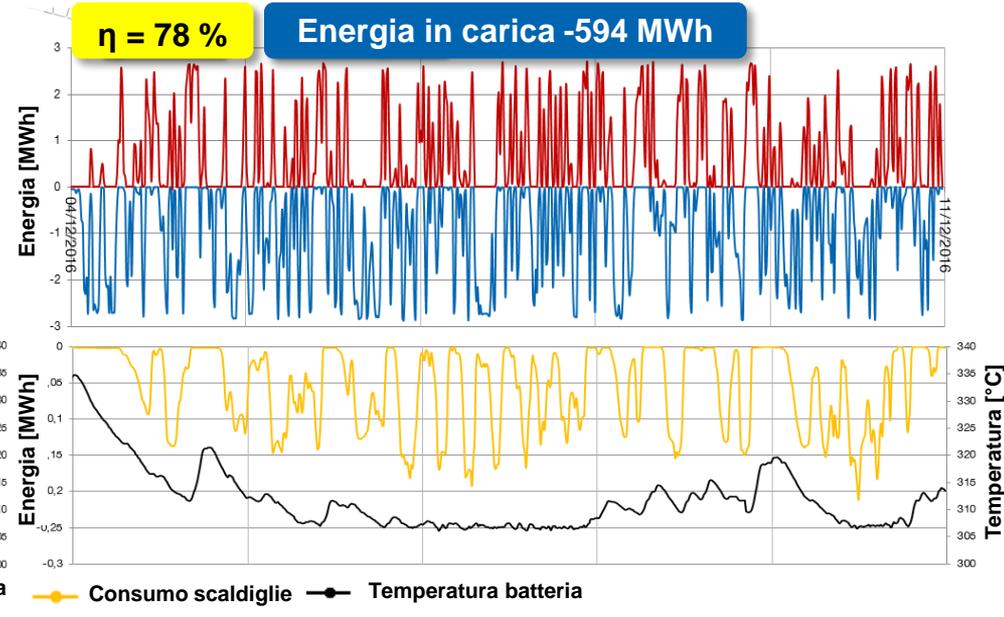
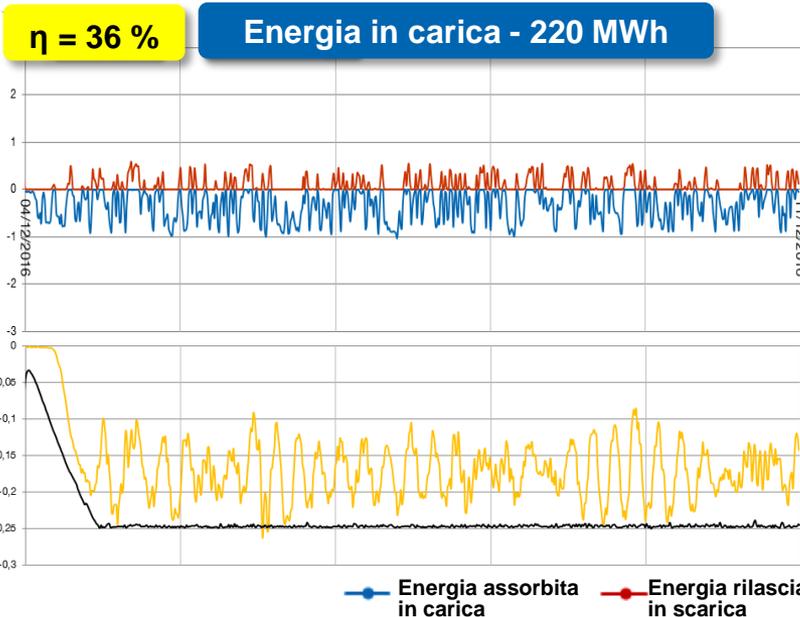


Rendimento netto di esercizio continuativo

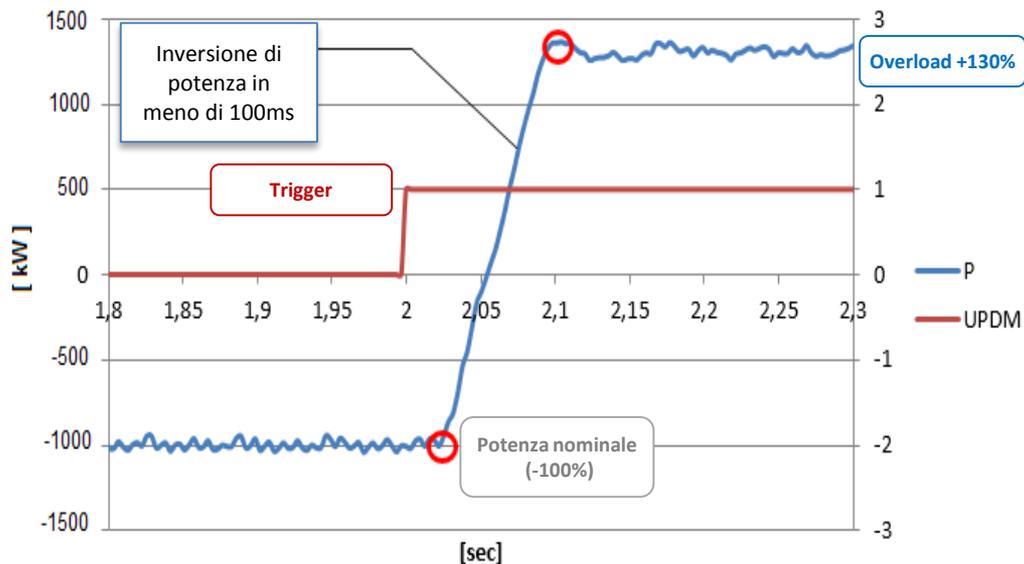
- > Rendimento netto di esercizio in sola regolazione primaria di frequenza: **15-30%**
- > Rendimento netto di esercizio in regolazione di frequenza primaria e secondaria: **65-80%**
- > **ZEBRA** (valori medi semestrali tra le tecnologie)
 - Reg. di freq. primaria **18%**
 - Reg. di freq. primaria + secondaria **67%**
- > **LITIO** (valori medi semestrali tra le tecnologie)
 - Reg. di freq. primaria **23%**
 - Reg. di freq. primaria + secondaria **76%**

I sistemi installati presentano rendimenti elevati ed in linea con i dati di targa se usati in condizioni nominali, ovvero con cicli di carica/scarica prossimi a quelli «standard». Tuttavia il rendimento diminuisce drasticamente quando i cicli di utilizzo prevedono volumi di energia scambiata inferiori rispetto a quelli dei cicli standard

Impianti Energy Intensive – Energia scambiata VS Consumi scaldiglie



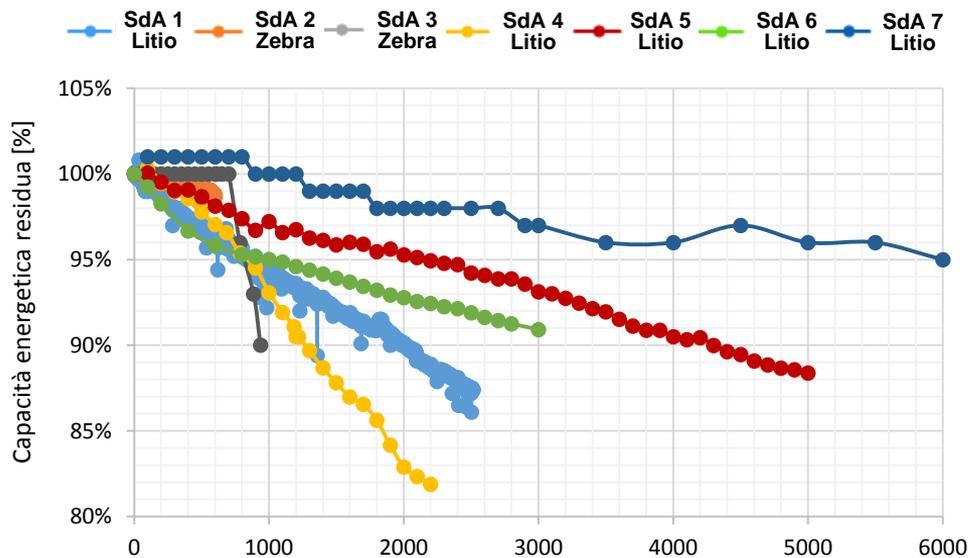
Il rendimento è fortemente influenzato dai cicli di utilizzo, in quanto riducendo il volume di energia scambiata assumono un peso maggiore le perdite nel calcolo del rendimento. Il consumo delle scaldiglie degli accumulatori è sensibilmente influenzato dalla presenza di fasi di stand-by, dal numero di cicli continuativi eseguiti e dalla potenza media di esercizio



- Tempi di risposta in regolazione molto rapidi, **ben inferiori alle unità di generazione convenzionale**
- Capacità di invertire il flusso di potenza scambiata **entro 200ms** dalla richiesta, erogando anche la **potenza di sovraccarico**

I sistemi di accumulo sono in grado di garantire dei tempi di risposta ultrarapidi, riuscendo a garantire un'inversione della potenza, in qualsiasi condizione di carico, in un tempo inferiore ai 200ms. Per tale caratteristica, i sistemi si prestano ad essere considerati come risorse pregiate per il Sistema di Difesa di Terna

TASSO DI INVECCHIAMENTO: CICLO STANDARD

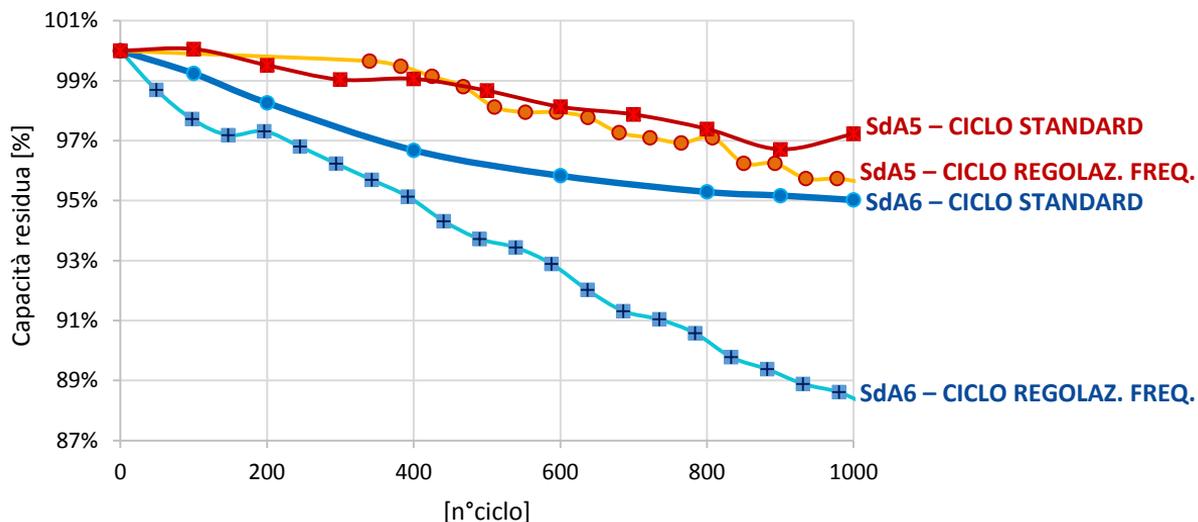


Capacità energetica della batteria misurata dopo ogni ciclo di riferimento e rapportata in percentuale all'energia nominale della batteria

- > I risultati del test di ciclaggio dimostrano come **alcune tecnologie siano in grado di sostenere oltre 5000 cicli, con un degrado minimo delle prestazioni:**
 - La tecnologia Litio SdA 7 ha avuto una **riduzione** della capacità energetica nominale **di circa il 5% dopo 6000 cicli.**
- > Altre tecnologie mostrano invece **elevati tassi di invecchiamento già a partire dai 1000 cicli:**
 - La tecnologia Litio SdA 4 risulta prossima al **raggiungimento del valore soglia dell'80%** di capacità residua **dopo poco più di 2000 cicli**

Le diverse tecnologie di accumulo elettrochimico, sottoposte allo stesso ciclo di regolazione, mostrano un invecchiamento sensibilmente differente le une dalle altre

TASSO DI INVECCHIAMENTO: CICLO STANDARD VS CICLO DI REGOLAZIONE DI FREQUENZA



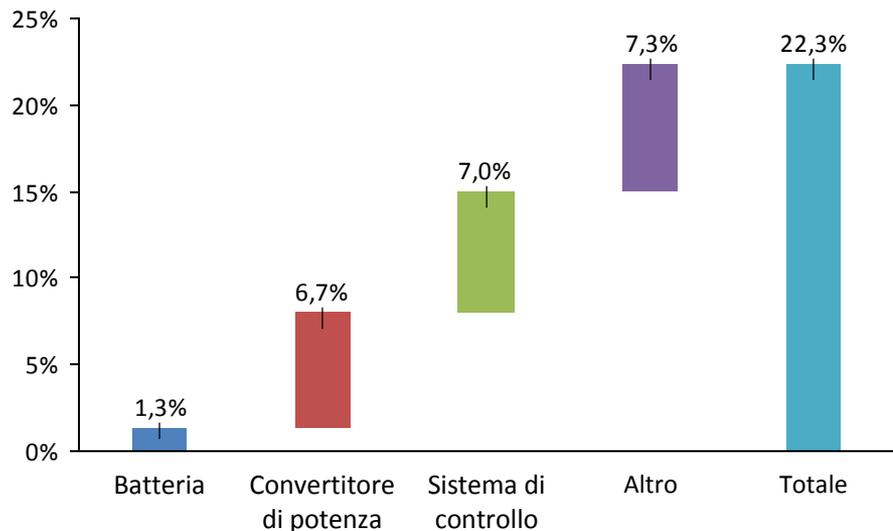
Capacità energetica della batteria misurata dopo ogni ciclo di riferimento e rapportata in percentuale all'energia nominale della batteria

➤ In generale, **il ciclo di regolazione di frequenza causa alle batterie un invecchiamento superiore rispetto al ciclo standard**, pur essendo caratterizzato da uno scambio energetico complessivo inferiore

➤ **L'effetto sul degrado della capacità nominale è tuttavia molto diverso** al variare delle tecnologie

Il numero di cicli equivalenti di vita utile è fortemente influenzato, per ciascuna tecnologia, dal pattern di utilizzo (forma del profilo di scambio di potenza, numero di inversioni, ciclaggio continuativo o con presenza di stand-by,..)

Indisponibilità media impianti Energy Intensive – Primo semestre 2016



➤ Disponibilità media degli impianti compresa tra il 70-91%, in crescita nei successivi semestri dall'entrata in esercizio

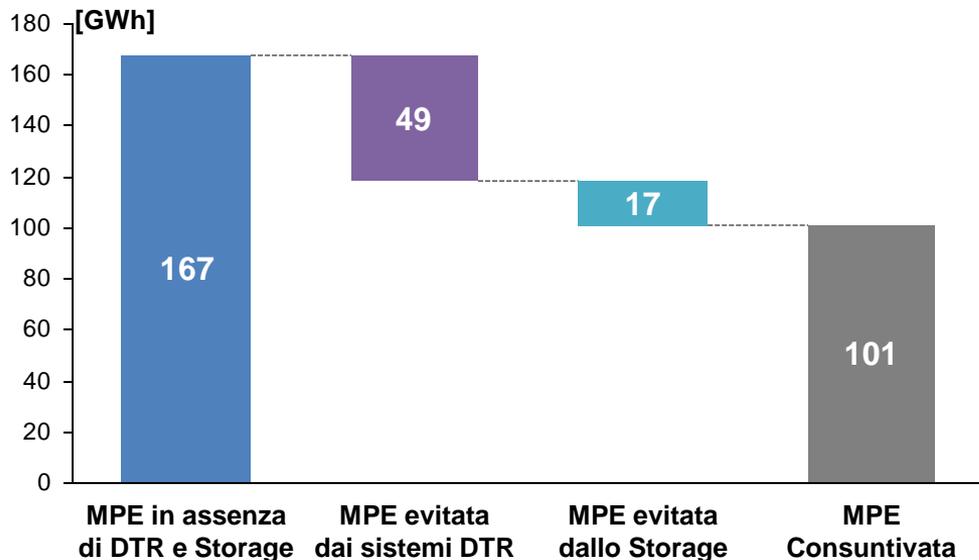
➤ Gran parte delle indisponibilità è legata a guasti ed anomalie sul sistema di conversione statica di potenza, nonché ad aggiustamenti sulle logiche di controllo e funzionalità innovative implementate

In considerazione dell'esperienza di esercizio finora acquisita, i moduli batteria sono tra i componenti che meno incidono sull'indisponibilità complessiva degli impianti di accumulo

Il ruolo dello Storage nella gestione delle reti

Contributo DTR* e Storage alla riduzione della MPE sulle due dorsali

Anno 2016



Nell'anno 2016 Il contributo dei sistemi di accumulo Energy Intensive alla riduzione della MPE è stato inferiore rispetto ai valori attesi, principalmente a causa delle caratteristiche di forma e durata dei fronti di congestione.

Le performance degli impianti Energy Intensive sono state ampiamente sperimentate in asservimento alla regolazione primaria e secondaria di frequenza

Principali evidenze Progetti Energy Intensive

- > I sistemi DTR* e Storage **hanno contribuito per circa il 40% alla riduzione delle congestioni** legate all'eccessiva produzione di energia eolica sulle dorsali interessate dai progetti pilota
- > Nello stesso periodo i sistemi di accumulo sono stati utilizzati anche per servizi di regolazione di frequenza primaria e secondaria:

Reg. di freq. primaria: **6800 ore di asservimento medie/anno**

Reg. di freq. secondaria: **18 GWh/anno di energia scambiata con la rete**

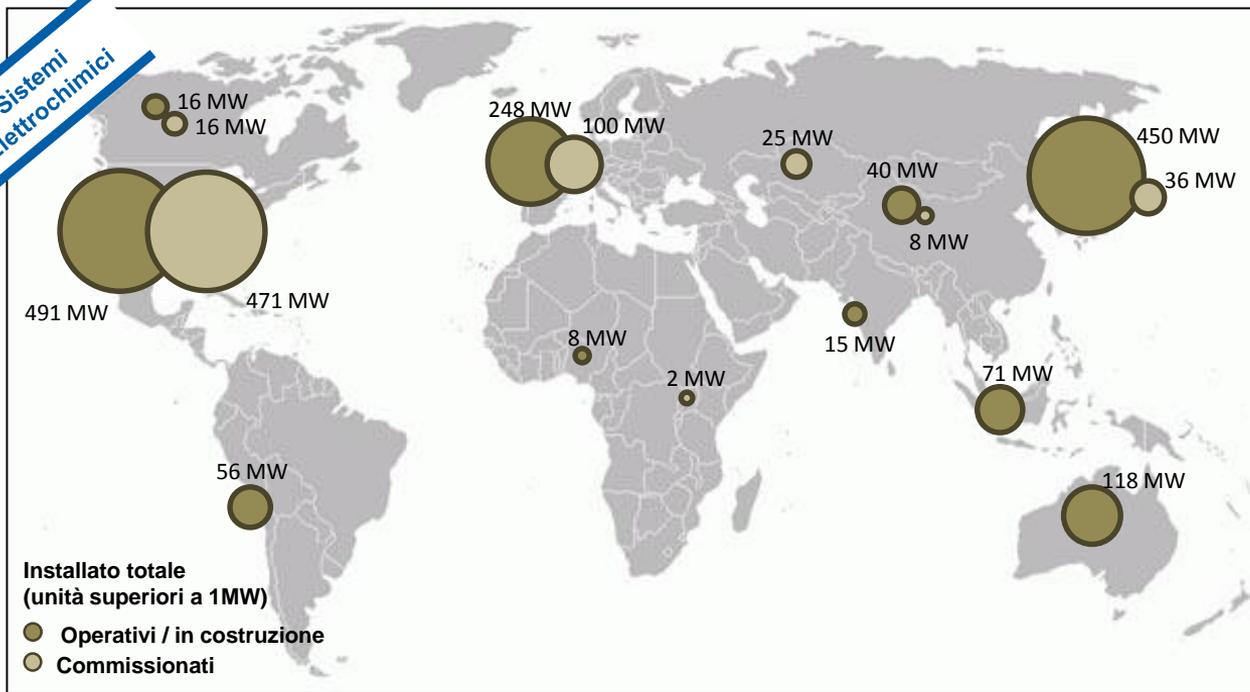
Agenda

Scenario e contesto – la transizione energetica

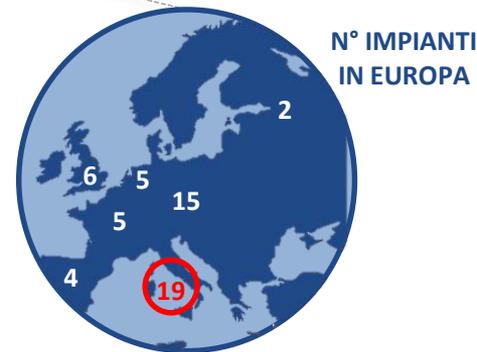
Principali evidenze dei Progetti Storage di Terna

○ Evoluzione attesa dello Storage

Sistemi
Elettrochimici



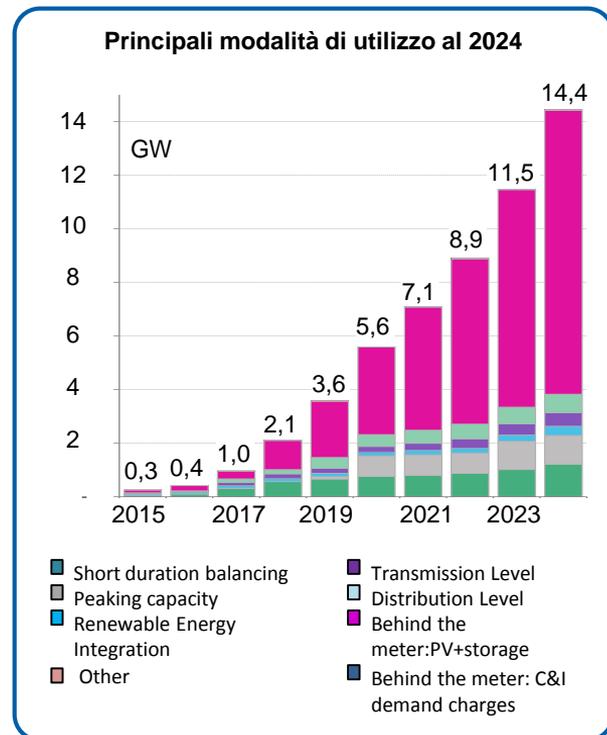
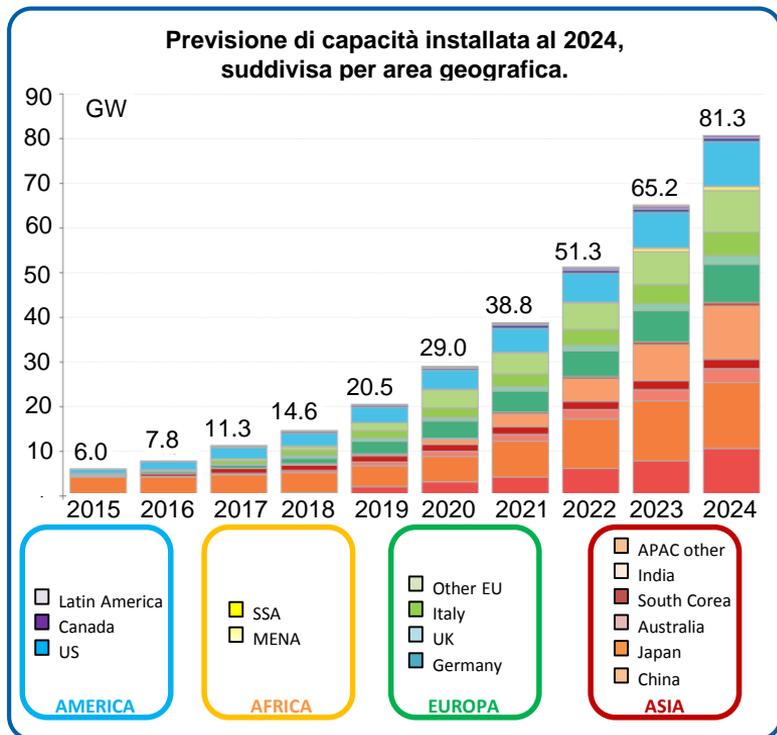
Fonte: Data base DOE – Estrazione Febbraio 2017



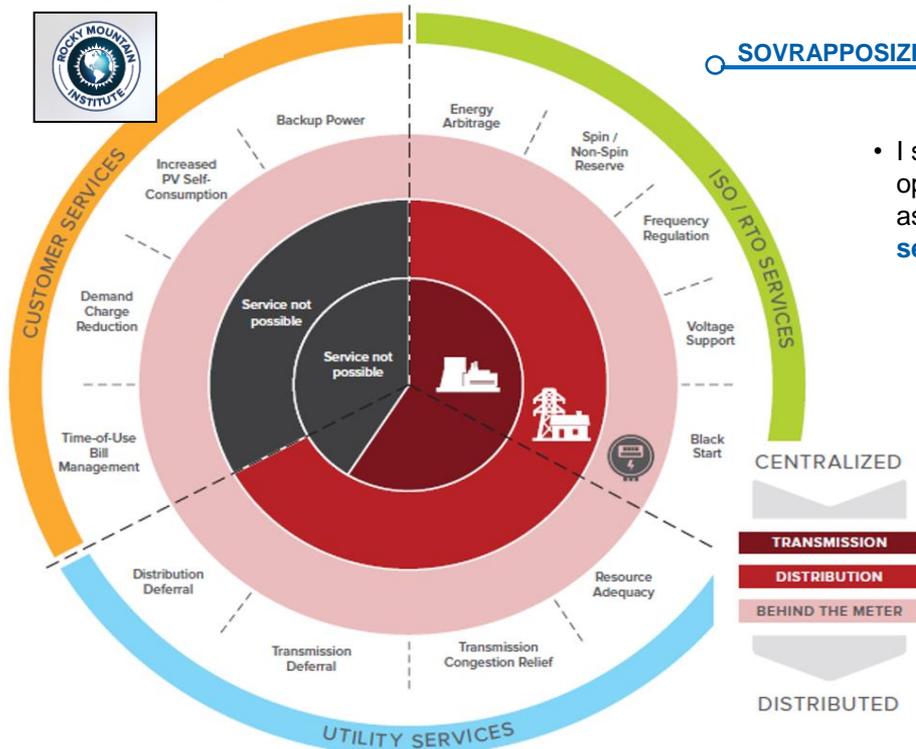
Terna

15* dei 56 impianti ad oggi operativi in Europa sono stati realizzati da Terna

Stati Uniti, Europa e Giappone sono le geografie trainanti nel settore dello Storage Elettrochimico. Grazie anche al contributo di Terna, l'Italia, assieme a Germania e Inghilterra, è tra i paesi più attivi in Europa



Nel medio termine le geografie che continueranno a trainare saranno USA, Giappone e Europa. Seppure le applicazioni «behind the meter» possono faticare a svilupparsi nel breve periodo, si prevede che queste rappresenteranno la principale modalità di utilizzo



SOVRAPPOSIZIONE DI SERVIZI ED APPLICAZIONI

- I sistemi di accumulo sono in grado, se opportunamente gestiti, di essere asserviti alla **fornitura di molteplici servizi di rete e applicazioni**.
- Necessario implementare modalità di controllo volte a **massimizzare i benefici/ricavi tramite erogazione di servizi ed applicazioni multiple**
- Nella valutazione della combinazione di servizi erogabili **è necessario tener conto dei vincoli tecnici, principalmente in termini di capacità di accumulo**, che caratterizzano le singole tecnologie di accumulo

I sistemi di accumulo generano maggior valore se utilizzati per fornire molteplici servizi ed applicazioni, soprattutto se favoriti da schemi di mercato e modelli di utilizzo flessibili

Il ruolo dello Storage nella gestione delle reti

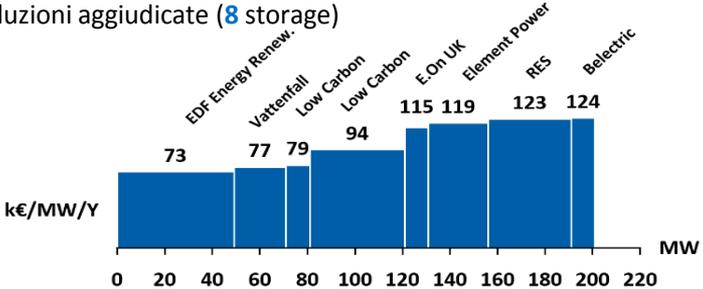
Enhanced Frequency Response - EFR (200MW)

Il servizio richiede:

- Rilascio di potenza entro 500ms dalla deviazione di frequenza
- Output definitivo entro 1 secondo
- Servizio di regolazione simmetrico
- Disponibilità della risorsa entro 18 mesi dalla sottoscrizione del contratto
- Mantenimento di piena potenza per almeno 15 minuti
- Possibilità di scambiare il 9% della potenza nominale entro la deadband
- Durata della fornitura: 4 anni

> 223 proposte pervenute (201 storage)

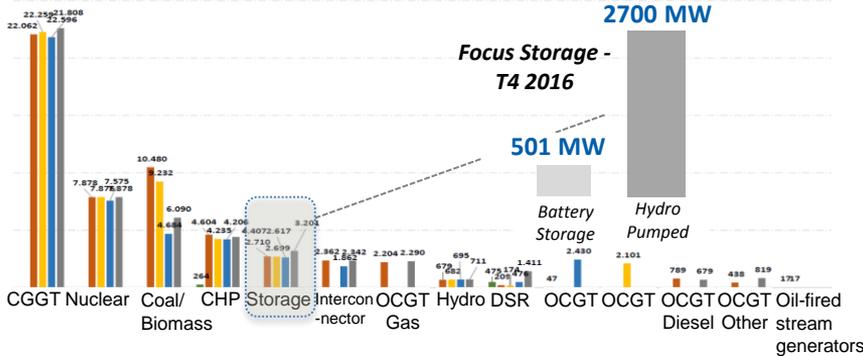
> 8 soluzioni aggiudicate (8 storage)



Capacity Market - CM

- Il Mercato della capacità è stato introdotto in UK a partire da Dicembre 2014. Possono partecipare impianti di produzione, accumulo o DSR (Demand Side Response) di taglia superiore ai 2 MW
- Nell'asta di dicembre 2016 sono risultati assegnatari 41 impianti storage per un totale di 3,2 GW, tra cui 501 MW da 28 impianti di accumulo a batterie di nuova realizzazione
- Tra i 28 storage a batterie, 4 sono vincitori anche del tender EFR e forniranno quindi entrambi i servizi

> 4 soluzioni storage a batteria forniranno entrambi i servizi - EFR e CM



Nel contesto europeo, il tender EFR e l'apertura del mercato della capacità all'accumulo in UK rappresentano un esempio del possibile ruolo del TSO nella promozione dello storage «a mercato»

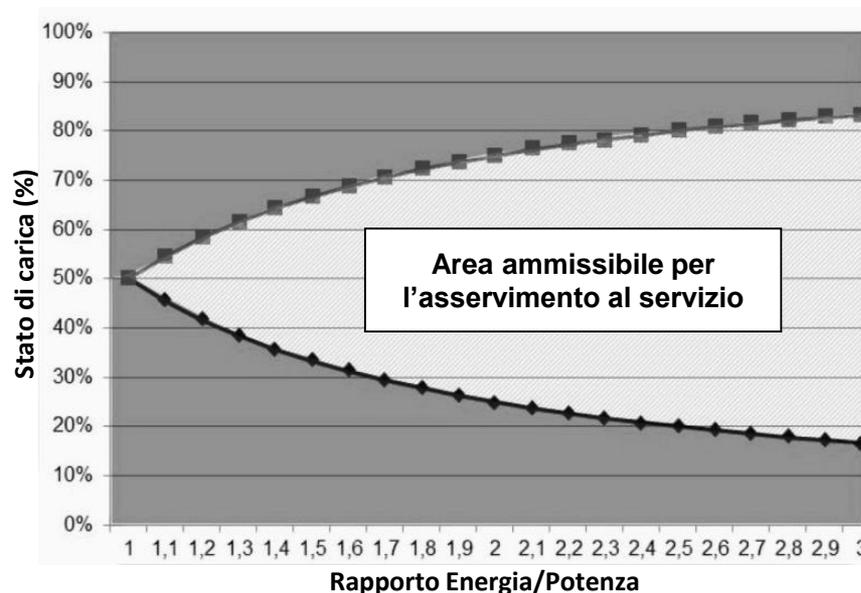
Aste settimanali per il servizio di regolazione primaria di frequenza

I requisiti per la pre-qualificazione dei sistemi di accumulo al servizio di regolazione primaria sono:

- *primary reserve power + 25 % recharging power*
- *C-rate < 1*
- *data transmission to TSO per sec (f, P, Q, SOC,)*
- *evidence of the recharging strategy*

- > Creazione di un **codice di rete ad-hoc** per i sistemi di accumulo da parte dei TSO tedeschi (da Settembre 2015)
- > Partecipazione alle **aste settimanali** per la fornitura di **regolazione primaria** insieme alle risorse tradizionali

In Germania i sistemi di accumulo possono partecipare alle aste settimanali per la fornitura del servizio di regolazione primaria grazie a una modifica *ad-hoc* del Codice di Rete che ha stabilito i requisiti di pre-qualifica per questa tipologia di risorse



Delibera AEEGSI 300/2017/R/eel

“Prima apertura del mercato per il servizio di dispacciamento (MSD) alla domanda elettrica ed alle unità di produzione anche da fonti rinnovabili non già abilitate nonché ai sistemi di accumulo. Istituzione di progetti pilota in vista della costituzione del testo integrato dispacciamento elettrico (TIDE) coerente con il Balancing Code Europeo” come modificata dalla delibera 372/2017

UVAC – Unità di Carico Virtuali Abilitate

Prezzo medio prima asta: ~30k€/MW

- Abilitazione a MSD di aggregati di carico in grado di ridurre il prelievo di almeno 5 MW entro 15 min dalla richiesta Terna, e di mantenere la modulazione per almeno 3 ore.
- Introdotta la figura dell'aggregatore indipendente.

UVAP – Unità di Produzione Virtuali Abilitate



- Abilitazione a MSD di aggregati di unità di produzione non rilevanti (programmabili o non) **inclusi i sistemi di accumulo**, in grado di offrire flessibilità a scendere e/o a salire di almeno 5 MW entro 15 min dalla richiesta Terna, e di mantenere la modulazione per almeno 3 ore
- Introdotta la figura dell'aggregatore indipendente.

Terna sta promuovendo, in accordo con AEEGSI, nuove iniziative volte ad abilitare un maggior numero di risorse ad offrire flessibilità al sistema elettrico. Negli scorsi mesi sono già stati avviati i Progetti Pilota delle UVAP e delle UVAC, secondo quanto disciplinato nella Delibera 300.

- Le tecnologie di Storage testate da Terna stanno fornendo, in condizioni simili a quelle del ciclo di riferimento, prestazioni in linea con i dati di targa in termini di rendimento e performance
- Il rendimento reale di esercizio può essere molto inferiore a quello nominale e fortemente dipendente dal tipo di utilizzo e dal consumo degli ausiliari
- Le batterie possono fornire servizi con tempi di risposta di molto inferiori a quelli caratteristici delle tecnologie tradizionali
- Non è ancora possibile dare evidenze conclusive sulla vita utile delle tecnologie ma è già possibile evidenziare che esistono importanti differenze tra tecnologie anche molto simili
- L'utilizzo di un impianto per un solo servizio può non permettere di sfruttarne le potenzialità. È quindi opportuno progettare un impianto di accumulo per la fornitura di una molteplicità di servizi, tenendo comunque presenti i vincoli tecnici che caratterizzano le tecnologie di accumulo

Grazie

www.terna.it

