



ALP STORE



Energy Storage for the Alpine Space

 POLITECNICO DI MILANO



Il ruolo dei sistemi di accumulo nel sistema energetico ed elettrico

M. Delfanti

Dipartimento di Energia

27 giugno 2014

Le applicazioni dello storage: applicazioni in energia

Time-shift

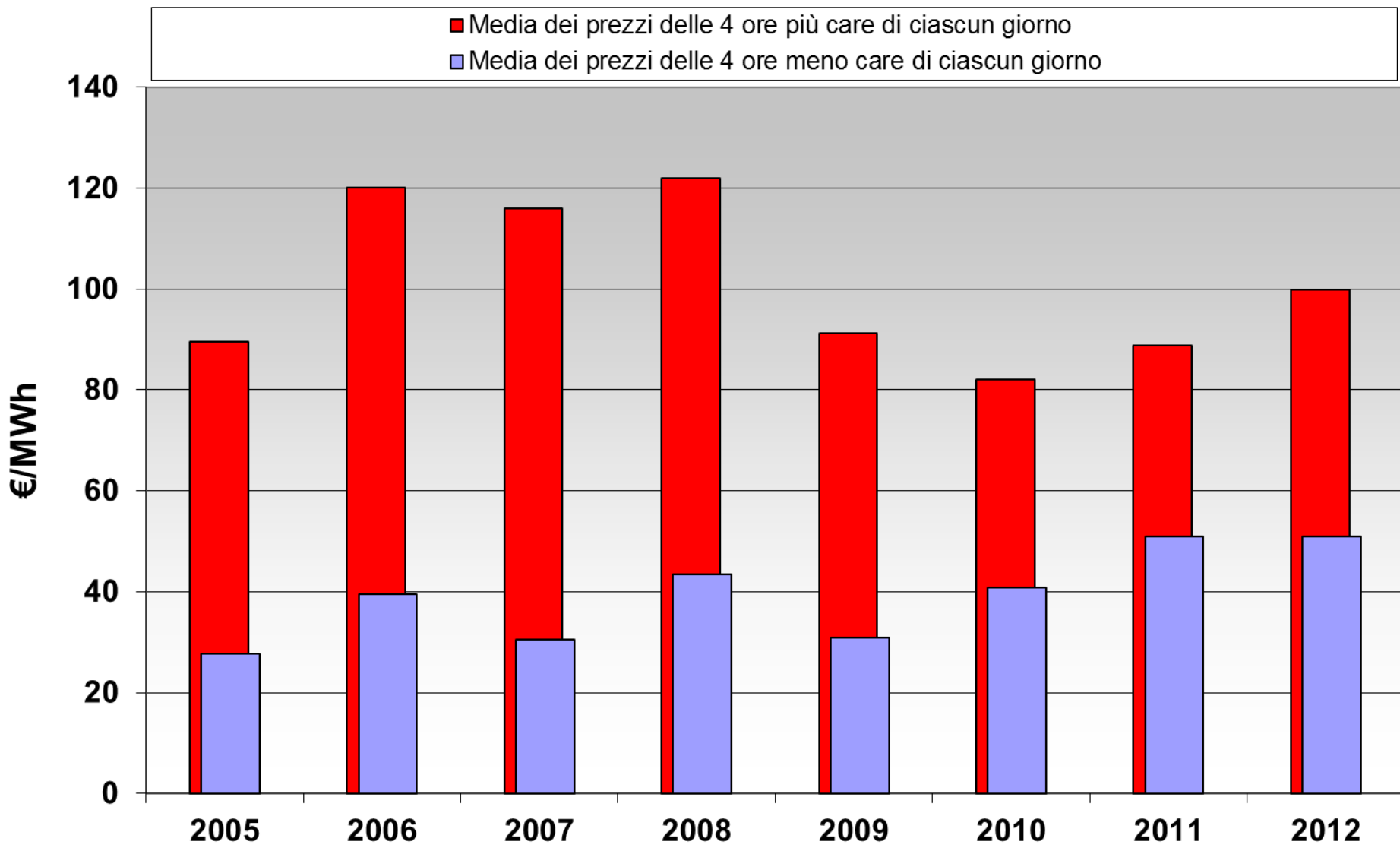
- Acquistare energia per immagazzinarla nelle ore in cui i prezzi sono bassi, al fine di rivenderla (o utilizzarla) nelle ore in cui i prezzi sono più elevati.
- L'operazione è profittevole se:

$$\frac{\text{Prezzo}_{\text{acquisto energia elettrica}}}{\text{Prezzo}_{\text{vendita energia elettrica}}} < \eta_{SdA}$$

- È il tipo di applicazione a cui tradizionalmente sono stati dedicati gli impianti idroelettrici di pompaggio
- Vanno tenuti in considerazione anche i costi di manutenzione, di accensione/spegnimento, ecc.

Le applicazioni dello storage in energia

Spread dei prezzi picco-valle zona Nord



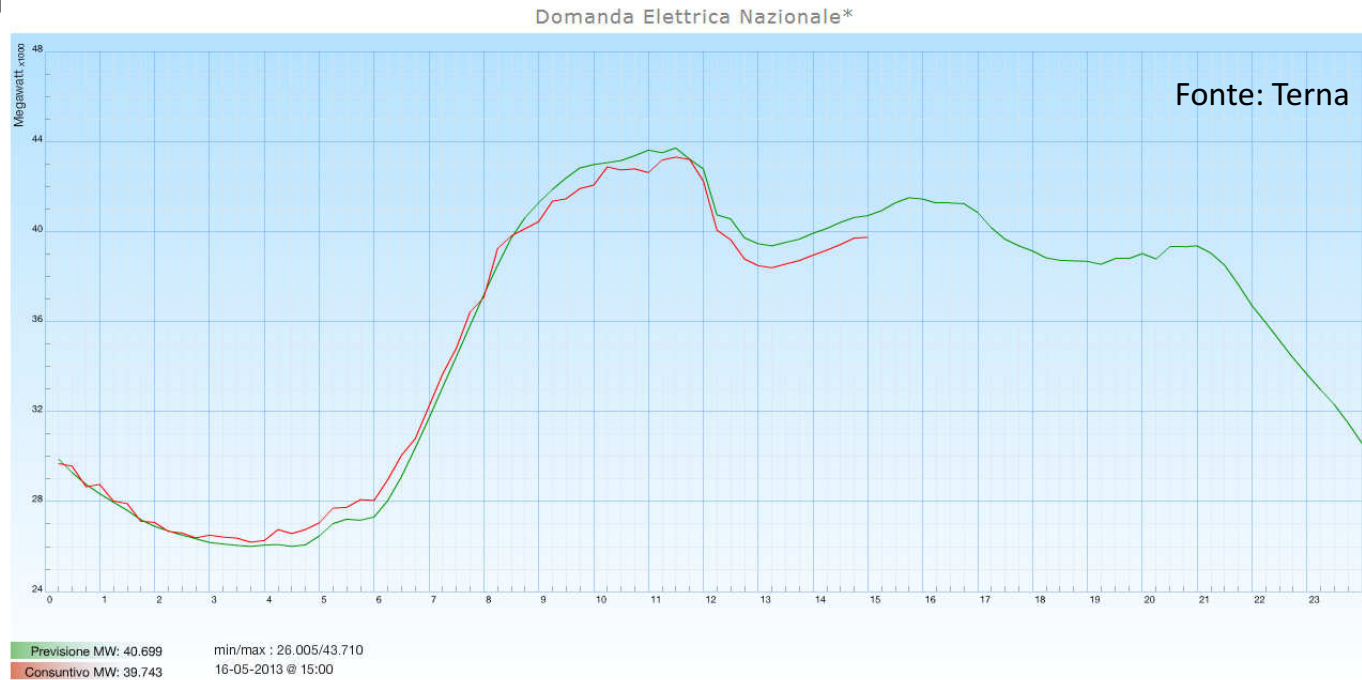
Le applicazioni dello storage in energia

Incremento della prevedibilità dei flussi energetici

5

La stima del profilo di consumo nazionale è soggetta a errori di previsione (più elevati con l'avvento delle rinnovabili).

Per compensare gli errori di previsione, Terna deve acquistare risorse su MSD.



* fabbisogno nazionale composto per l'89% da rilevazioni in tempo reale e per il restante 11% da stime fuori linea.

I SdA possono correggere questi errori nel tempo reale, rendendo prevedibile il carico e la generazione da FRNP.

In caso di congestioni sulla rete, sono richiesti **tempi medio-lunghi** per la realizzazione dei necessari sviluppi. → Nel breve termine il problema può essere affrontato ricorrendo all'installazione di SdA.

È possibile **accumulare energia scaricando la linea** in caso di sovraccarico, per reimmetterla in rete quando il rischio di congestione è cessato.

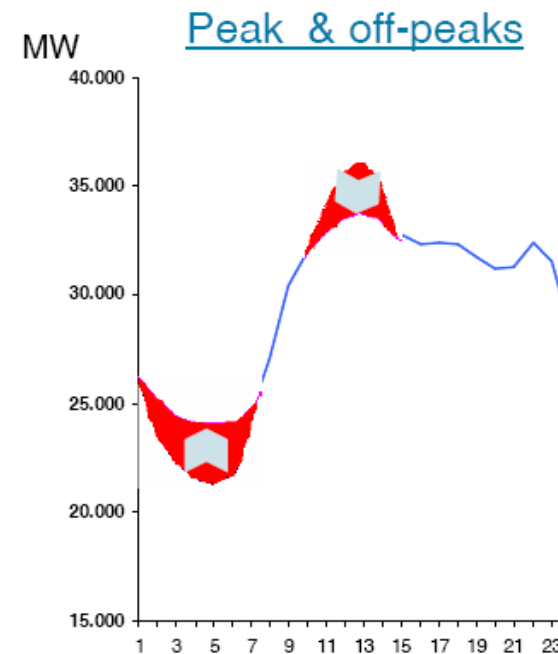
In tal modo, è possibile anche **differire nel tempo gli investimenti nella rete.**

Funzionalità particolarmente interessante a livello di rete di trasmissione (iter autorizzativi)

→ Mancata Produzione Eolica (MPE)

Se la rete è sviluppata il SdA deve essere spostato

→ Amovibilità del SdA



Regolazione **secondaria**

- Obiettivo: **ristabilire la frequenza nominale** (50 Hz) e il valore concordato per la potenza in transito sulle interconnessioni dopo regolazioni frequenza-potenza.
- Requisito: fornire l'intera banda entro 200 s ed erogarla con continuità per almeno 2 ore

Regolazione **terziaria**

- Obiettivo: **ripristinare le riserve di regolazione** secondaria dei vari gruppi.
- Requisito: erogare la potenza richiesta entro 15 minuti, potenzialmente senza limitazioni di durata

I SdA possono fornire servizi di regolazione secondaria e terziaria (oggetto di contrattazione sul **Mercato del Servizio di Dispacciamento, MSD**).

In caso di black-out generalizzato, la procedura di riaccensione del sistema elettrico richiede la disponibilità di centrali di ripartenza autonoma, ossia centrali (idroelettriche, turbogas) in grado di avviarsi autonomamente in assenza di alimentazione dalla rete elettrica (**black-start capability**).

Le centrali di ripartenza autonoma sono utilizzate per mettere in tensione le direttrici di riaccensione (ossia collegamenti elettrici che consentono a tali centrali di rialimentare un primo insieme di carichi e centrali di ripartenza non autonoma, consentendo loro di ripartire a propria volta, e regolando frequenza e tensione durante la rampa di presa di carico di queste ultime).

I SdA possono essere utilizzati efficacemente come **centrali di ripartenza autonoma**, per mettere in tensione le direttrici di riaccensione.

Le applicazioni dello storage: applicazioni in potenza

Regolazione primaria di frequenza

La regolazione primaria viene eseguita automaticamente ed autonomamente dai regolatori di velocità dei singoli gruppi di produzione.

Requisito del Codice di Rete: fornire metà banda entro 15 s e tutta entro 30 s, erogandola per almeno 15 minuti.

Servizio obbligatorio e non remunerato per tutte le unità programmabili di potenza efficiente non inferiore a **10 MW**, per una banda pari almeno all'**1,5%** della potenza efficiente.

- $P_{MIN} = P_{MT} + 1,5\% P_{eff}$

- $P_{MAX} = P_{max\ erogabile} - 1,5\% P_{eff}$

dove P_{MT} è la potenza di minimo tecnico. Fonte: Allegato A15 Codice di rete Terna

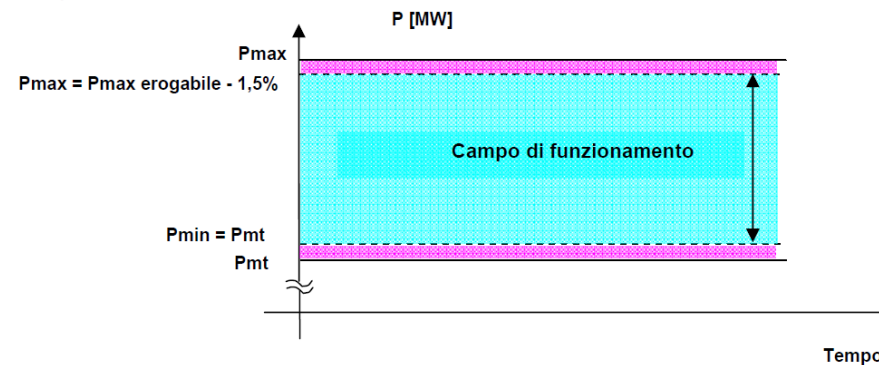


Figura 1 – Campo di funzionamento ammissibile per le UP del Continente e della Sicilia nei casi in cui è programmata interconnessa al Continente

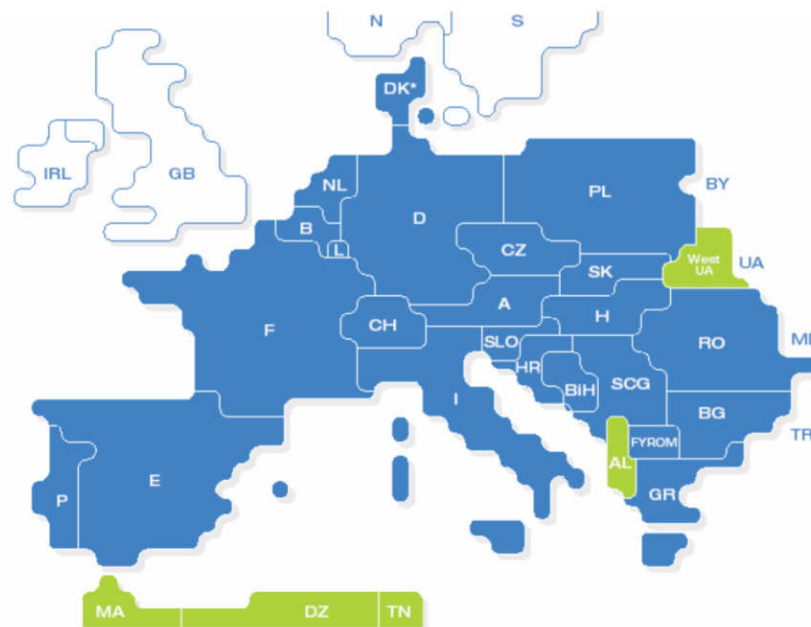
→ Gli impianti da FER (anche di grossa taglia) non sono tenuti a fornire regolazione primaria di frequenza al sistema!!!

Il SdA si oppone allo spostamento del sistema verso una condizione di instabilità (ad es., un repentino abbassamento di frequenza).

Regolazione fornita in frazioni di secondo, nei primi istanti successivi ad un disservizio.

Applicazione che richiede **tempi di risposta rapidissimi**, per cui i SdA risultano particolarmente adeguati

Applicazione particolarmente utile nelle porzioni di rete con bassa inerzia (**isole**).



Source ENTSO-E-Map: <http://www.entsoe.eu>

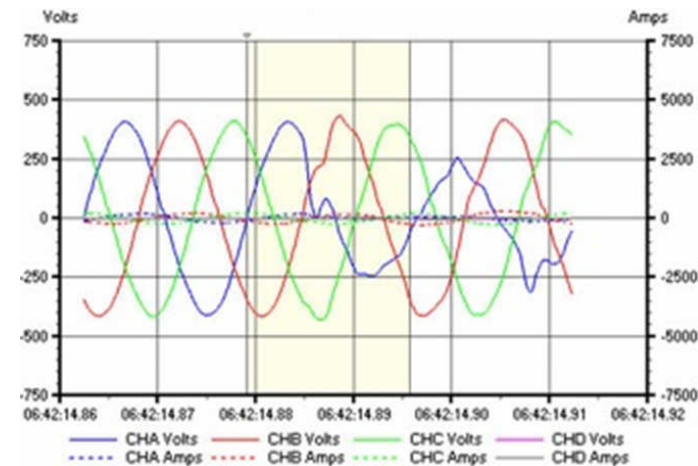
Regolazione e Supporto di tensione

Il SdA eroga potenza reattiva in rete per controllare e sostenere i profili di tensione (ad es., durante un guasto).

Data l'impossibilità di trasmettere **potenza reattiva** su lunghe distanze, SdA distribuiti in prossimità dei centri di carico potrebbero risultare particolarmente efficaci.

Power Quality/Continuità del servizio

I SdA possono far fronte a fenomeni quali buchi di tensione, sovratensioni, *flicker*, armoniche, interruzioni, con potenziali rilevanti impatti sui processi produttivi.



Regolazione nazionale e sperimentazioni

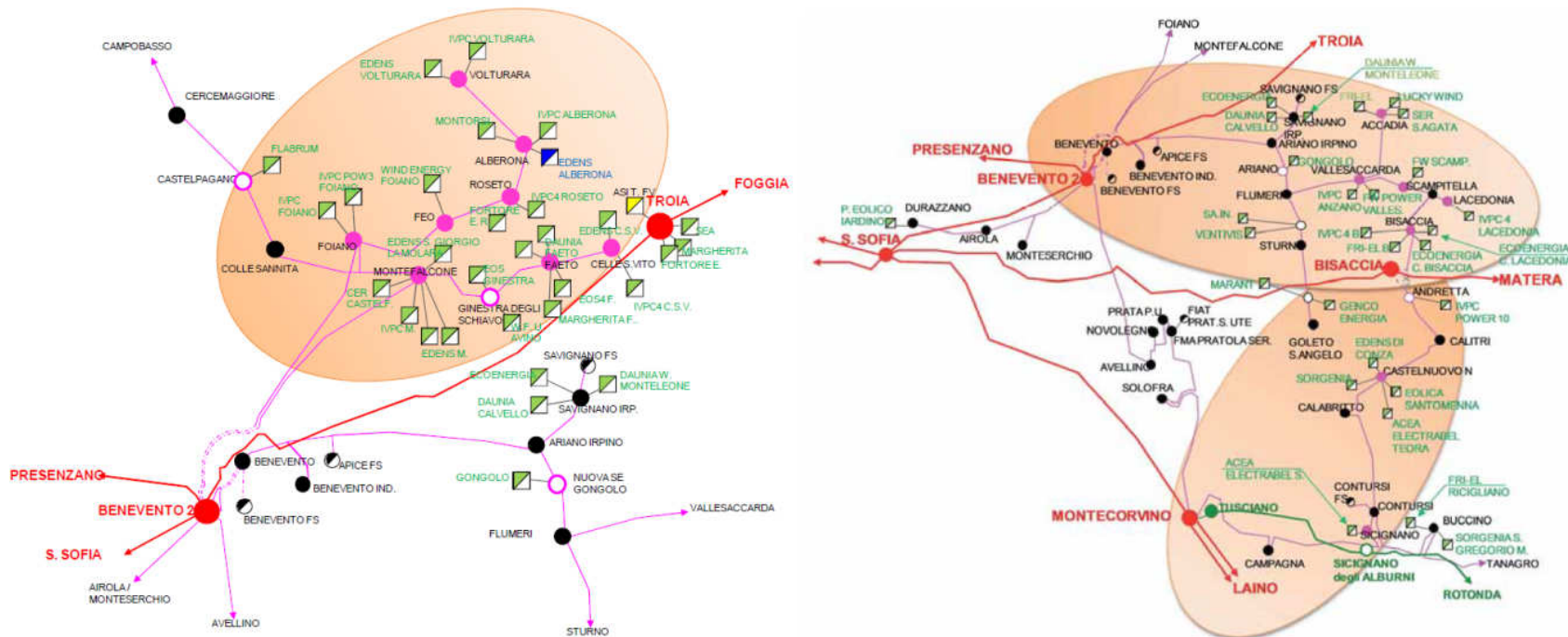
La Del. 288/2012/R/eel: “Procedura e criteri di selezione dei progetti pilota relativi a sistemi di accumulo ammessi al trattamento incentivante” ha dettagliato le modalità attuative della sperimentazione.

I progetti pilota di SdA devono soddisfare i seguenti requisiti minimi:

- fare riferimento a una limitata e ben identificata porzione di rete AT soggetta a penetrazione da FER (con sistemi di *dynamic thermal rating*);
- ridurre le limitazioni della produzione da FER causate da congestioni durante l'esercizio di rete standard (magliato);
- gestire i flussi di energia reattiva sulla rete mediante i convertitori statici (controllo di tensione);
- in tutte le condizioni operative, fornire regolazione primaria di frequenza su una banda del $\pm 5\%$ della potenza nominale del SdA per almeno 15 minuti;
- prevedere l'installazione di SdA per una potenza nominale complessiva non superiore a 40 MWh.

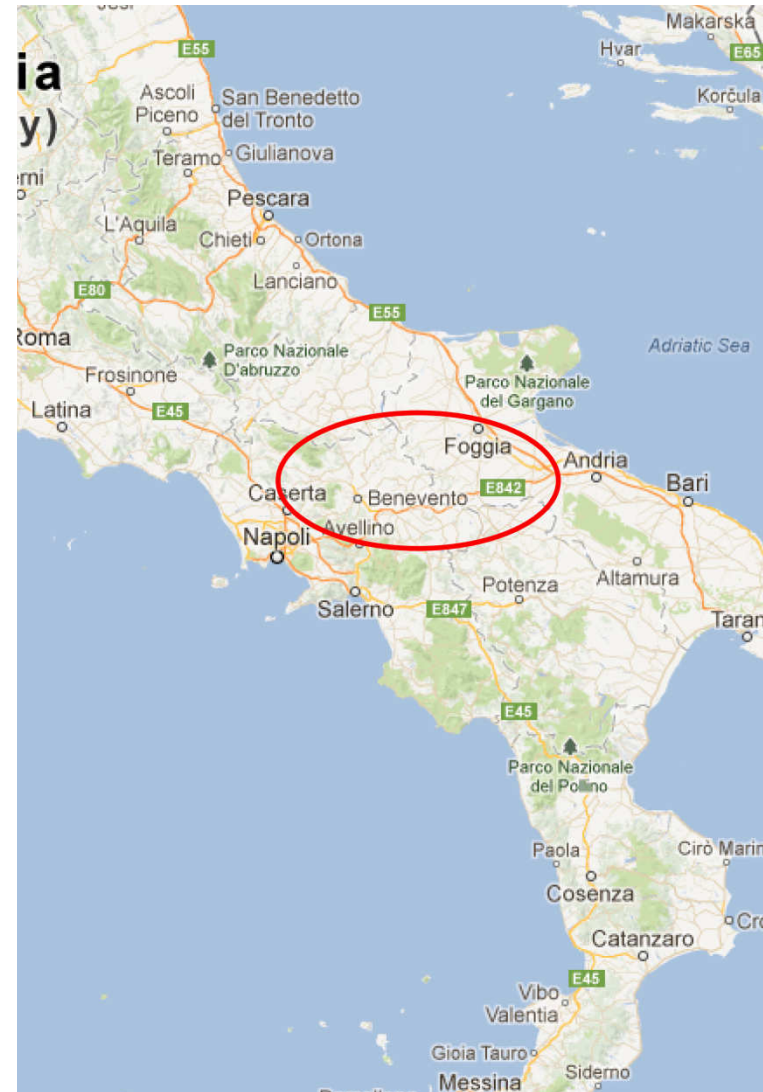
6 progetti di **TERNA** approvati (Del. 66/13/R/eel), per una potenza complessiva di **35 MW**, installati a coppie su uno stesso nodo di ciascuna direttrice:

- 2 x 6 MW/40 MWh Campobasso - Benevento 2 - Volturara - Celle San Vito
- 2 x 6 MW/40 MWh Benevento 2 - Bisaccia 380
- 6 MW/40 MWh + 4,8 MW/32 MWh Benevento 2 - Bisaccia 380



I progetti pilota sono primariamente destinati a ridurre la **Mancata Produzione Eolica**, tuttavia i SdA installati:

- forniscono una banda di **regolazione primaria** di ampiezza pari a **5%** della potenza nominale per almeno 15 minuti (possibile 100% durante emergenze);
- contribuiscono alla **regolazione di tensione**, immettendo o assorbendo potenza reattiva;
- sono eserciti in coordinamento con un sistema di «**dynamic thermal rating**» delle linee e con uno di **previsione della produzione FER**.



Il MiSE ha **approvato** tutti i **40 MW** proposti da TERNA, ritenendo particolarmente critiche le problematiche di sicurezza evidenziate:

- riduzione capacità regolante e inerzia;
- disconnessione intempestiva impianti FRNP;
- variabilità e ridotta prevedibilità FRNP;
- impatto rilevante in Sicilia e Sardegna, meno strettamente interconnesse con il resto del sistema e con carichi interrompibili in riduzione.

L'AEEG con Del. 43/13/R/eel ha approvato due progetti pilota per SdA power intensive per una potenza totale di **16 MW**.

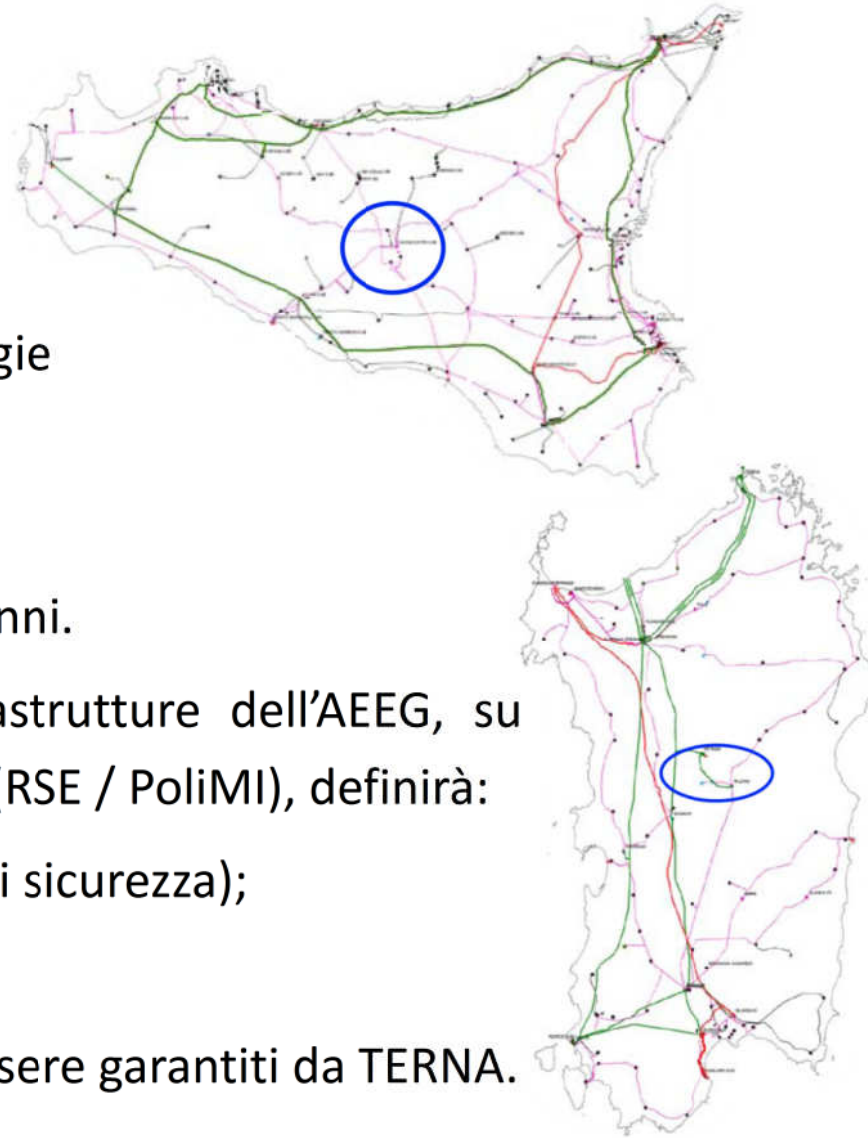
Sulla base dei risultati di questa prima sperimentazione saranno definite le modalità di implementazione in campo della restante capacità di accumulo.

Due **progetti pilota** approvati:

- 8 MW in Sicilia;
- 8 MW in Sardegna;
- sperimentazione di almeno due tecnologie differenti per ciascun sito;
- sperimentazione di durata biennale;
- incentivo +1,5% sul WACC base per 12 anni.

Una determinazione della Direzione Infrastrutture dell'AEEG, su proposta della commissione di valutazione (RSE / PoliMI), definirà:

- le **modalità operative** (rispetto finalità di sicurezza);
- gli indicatori di **monitoraggio**;
- gli **obblighi informativi** che dovranno essere garantiti da TERNA.





Sulla distribuzione devono essere tenuti in considerazione molteplici aspetti!

Le evoluzioni in essere:

- nella disciplina del dispacciamento in generale (DCO 354/2013);
- nella disciplina del dispacciamento delle FER (Del. 281/2012/R/efr);
- nelle regole di connessione per la GD
(Allegati A70 & A72 al Codice di rete; norme CEI 0-16 & CEI 0-21).

Il numero di soggetti potenzialmente coinvolti nella sperimentazione (DSO, Utenti attivi, Utenti passivi).

→ Studi preliminari finalizzati all'individuazione delle applicazioni di interesse per la sperimentazione

→ Documento di Consultazione (DCO)



Regolazione nazionale e sperimentazioni

Sintesi

D.E. 2009/28/CE



D.lgs. 28/11 D.lgs. 93/11



Del. ARG/elt 199/11



Consultazione

DCO

Avvio procedura

Del. 288/12/R/eel

?

Dettagli attuativi

Det. n. 8/12 DIEG

?

Approvazione

Del. 66/13/R/eel

?

Trasmissione
"Energy Intensive"

Trasmissione
"Power Intensive"

Distribuzione

Fine

Grazie per l'attenzione



maurizio.delfanti@polimi.it

marco.merlo@polimi.it

davide.falabretti@polimi.it