



Sistemi di accumulo connessi alla rete di distribuzione

Ing. Fabio Zanellini

ANIE Energia

Presidente Commissione Tecnica

Gruppo Sistemi di Accumulo

Verona, 12 Luglio 2018

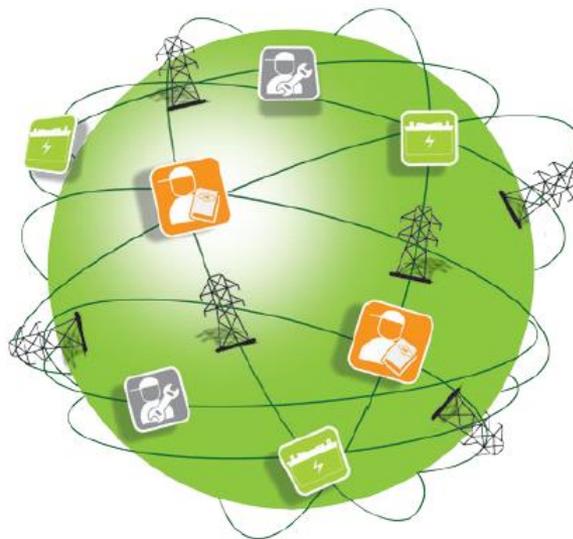
Contenuti

- Brochure ANIE
- Applicazioni dei sistemi di accumulo
- Norme di connessione CEI 0-16 e CEI 0-21
- Delibere dell'ARERA
- Prospettive di mercato
- Stato dell'arte tecnologico
- Applicazioni
- Conclusioni

Brochure ANIE



GUIDA TECNICA SUI SISTEMI DI ACCUMULO CONNESSI ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE



Sistemi di Accumulo (SdA) - Applicazioni

- Applicazioni utility oriented 
 - ✓ TSO (energy/power intensive)
 - ✓ DSO (in CP, lungo feeder MT, in cs)
- Applicazioni user oriented (grid connected) 
 - ✓ SdA accoppiato a impianto di produzione (tradizionale/FER)
 - ✓ SdA accoppiato a impianto di utenza
 - ✓ SdA accoppiato a “prosumer”
 - ✓ Installazioni stand alone (“operatore terzo”)
- Altre applicazioni (es. microgrid, offgrid)

SdA – Norme di connessione CEI 0-16 e 0-21

Il **Comitato CEI CT316** si occupa di aggiornare le Norme CEI 0-21 e CEI 0-16.

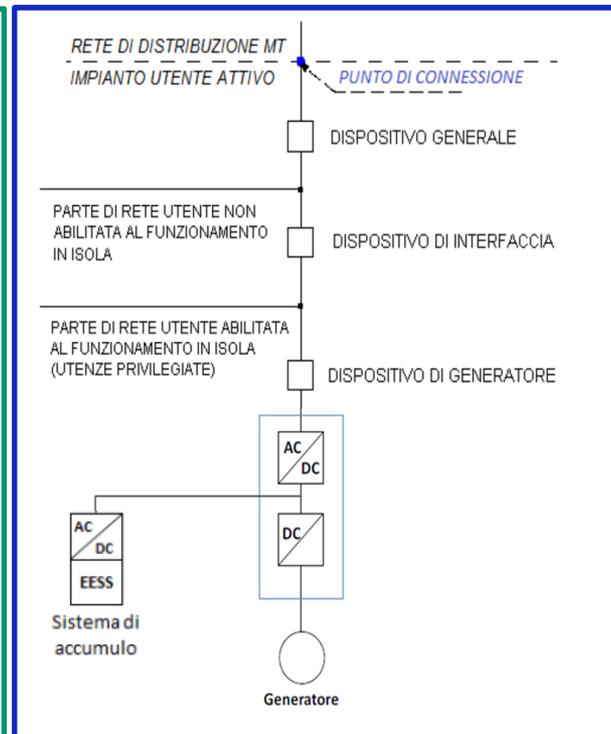
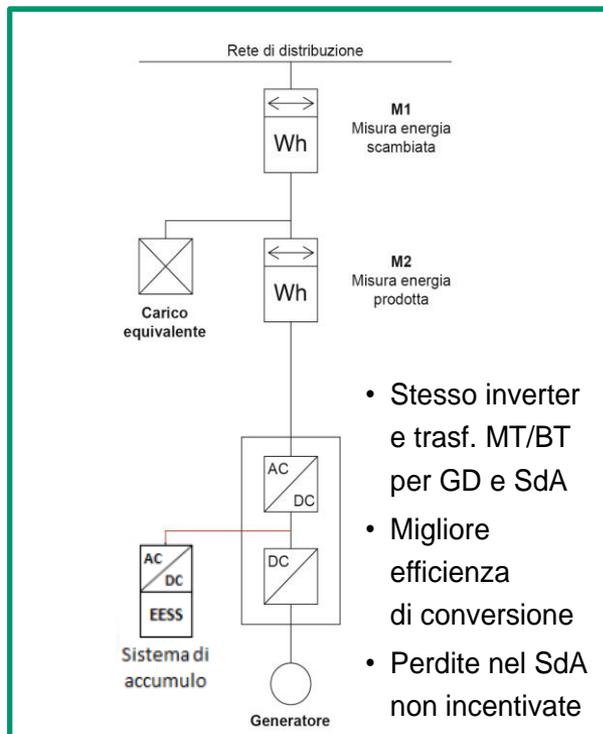
A giugno 2013 ANIE ha ufficialmente richiesto al CEI di aggiornare le Norme CEI 0-21 e 0-16 affinché siano previste le regole tecniche di connessione anche per i SdA

Il CEI ha costituito il Gruppo Congiunto 120/316 che si è occupato della questione:

- Dicembre 2013: pubblicate le varianti alle CEI 0-21 e CEI 0-16 che riportano la definizione e gli schemi di connessione alla rete elettriche
- Dicembre 2014: pubblicate le varianti CEI 0-21 e CEI 0-16 che riportano le regole tecniche di connessione e i servizi di rete (per la CEI 0-16 anche le prove) richieste per i sistemi di accumulo
- Luglio 2016: pubblicate la nuova edizione della CEI 0-21 (nuova definizione SdA e prove) e V2 CEI 0-16 (nuova definizione SdA)
- **ANIE ha pubblicato la lista** dei sistemi di accumulo conformi alle Norme di connessione CEI 0-16 e CEI 0-21 consultabile al seguente link: <http://anienergia.anie.it/pubblicazioni-e-documenti/cei-0-16-cei-0-21/#.VlcKXRxd5dh>

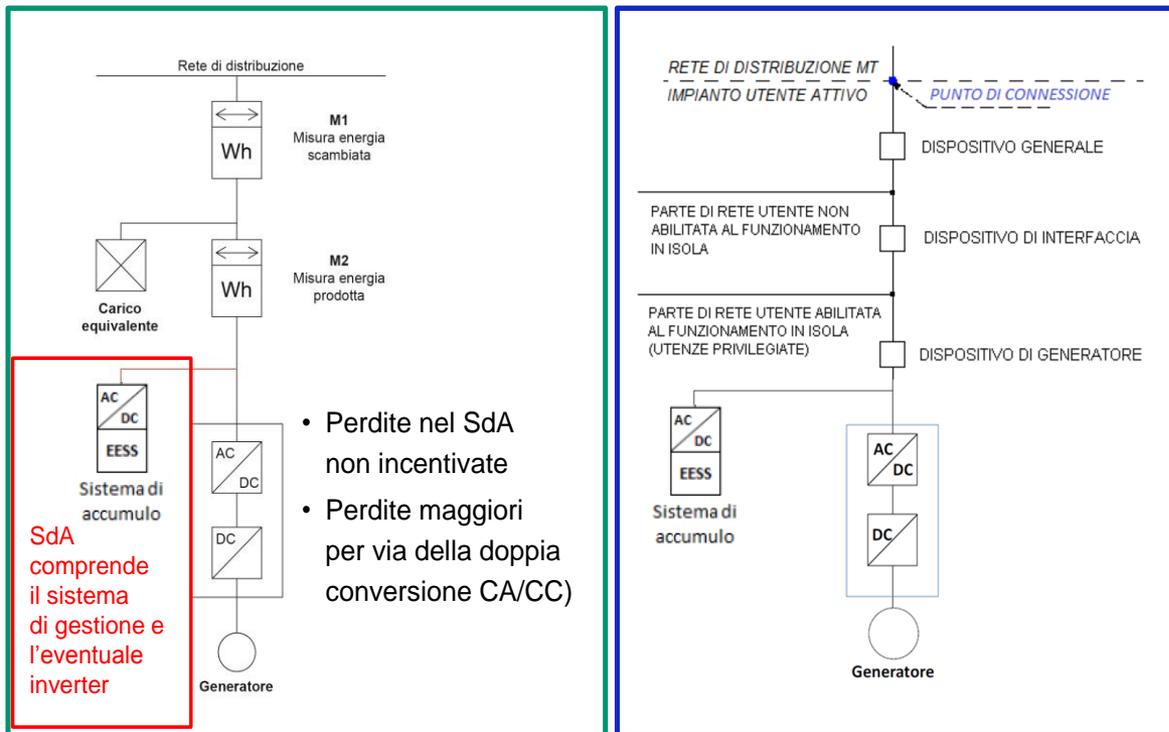
Schemi di connessione e misura | Norme CEI 0-16 e CEI 0-21 (1)

Schema di connessione degli utenti attivi con SdA connesso nella parte di impianto in c.c.



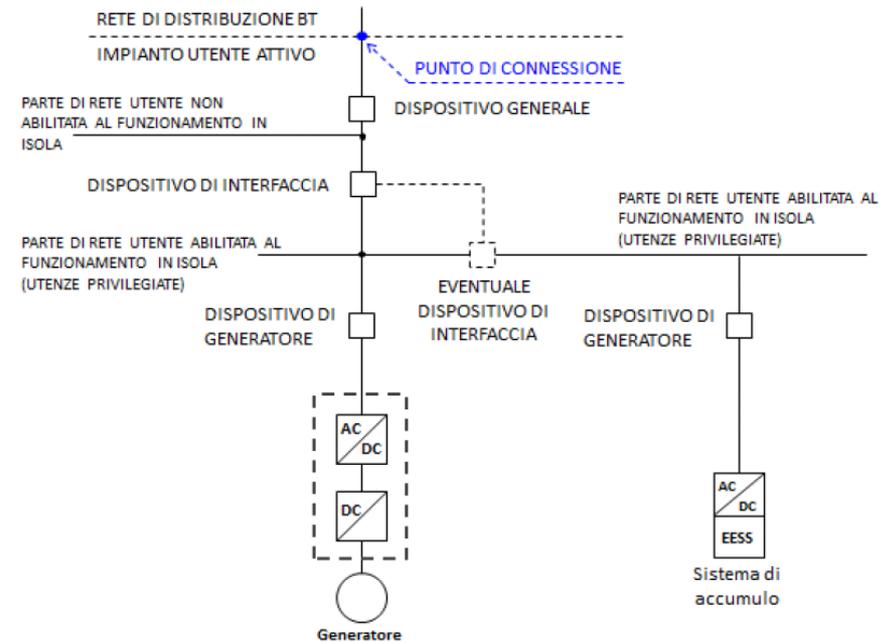
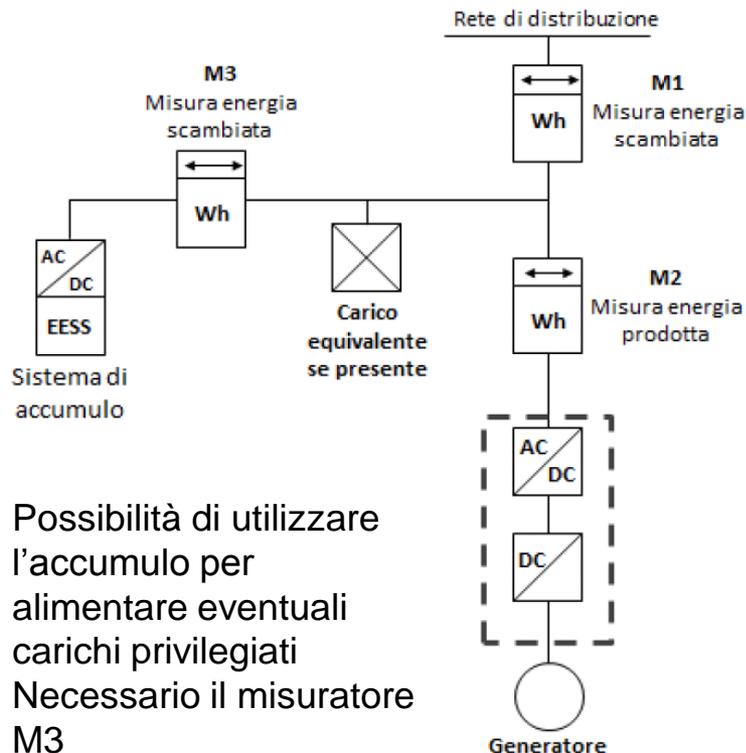
Schemi di connessione e misura | Norme CEI 0-16 e CEI 0-21 (2)

Schema di connessione degli utenti attivi con SdA connesso nella parte di impianto in corrente alternata a valle del contatore di produzione



Schemi di connessione e misura | Norme CEI 0-16 e CEI 0-21 (3)

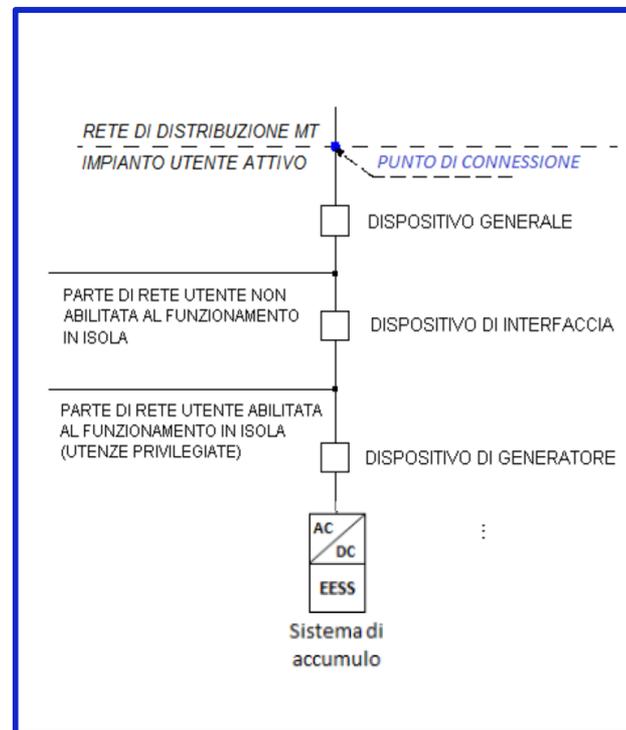
Schema di connessione degli utenti attivi con SdA connesso nella parte di impianto in corrente alternata a monte del contatore di produzione



- Possibilità di utilizzare l'accumulo per alimentare eventuali carichi privilegiati
- Necessario il misuratore M3

Schemi di connessione e misura | Norme CEI 0-16 e CEI 0-21 (4)

Schema di connessione degli utenti attivi con SdA - Utenti Passivi con sistemi di accumulo



SdA e servizi di rete | CEI 0-16 e 0-21

- ☀ Un SdA deve fornire i seguenti servizi di rete:
 - Regolazione della potenza attiva
 - Limitazione della potenza attiva per valori di tensione prossimi al 110 % di U_n
 - Funzionamento in sovra(sotto)frequenza: il generatore dovrà essere in grado di interrompere l'eventuale ciclo di scarica (carica) in atto e attuare, compatibilmente con lo stato di carico del sistema, un assorbimento (erogazione) di potenza attiva. Tale funzione deve essere escludibile
 - Partecipazione al controllo della tensione
 - Sostegno alla tensione durante un corto circuito (allo studio)
- ☀ Tali servizi valgono anche per la CEI 0-21 (ad eccezione dell'ultimo)

Nuova definizione SdA | CEI 0-16 e 0-21

3.61 bis

sistema di accumulo

Insieme di dispositivi, apparecchiature e logiche di gestione e controllo, funzionale ad assorbire e rilasciare energia elettrica, previsto per funzionare in maniera continuativa in parallelo con la rete di distribuzione o in grado di comportare un'alterazione dei profili di scambio con la rete stessa (immissione e/o prelievo), anche se determinata da disconnessioni/riconnessioni volontarie di parte o tutto l'impianto. Sulla base di quanto sopra detto, qualsiasi sistema di accumulo, anche se connesso sul lato dc di un impianto di produzione, è da ritenersi sempre un generatore.

Non rientrano tra i sistemi di accumulo i soli sistemi che svolgono esclusivamente la funzione di:

- assicurare la continuità dell'alimentazione,
- migliorare la qualità della tensione (buchi di tensione, flicker, armoniche, dissimmetria, variazioni rapide)

quali gli UPS ^(5bis)

In caso di sistema di accumulo elettrochimico, i principali componenti sono le batterie, i sistemi di conversione mono o bidirezionale dell'energia, gli organi di protezione, manovra, interruzione e sezionamento in corrente continua e alternata e i sistemi di controllo delle batterie (Battery Management System, BMS) e dei convertitori. Tali componenti possono essere dedicati unicamente al sistema di accumulo o svolgere altre funzioni all'interno dell'impianto di Utente.

(5bis) L'inserimento di un UPS in serie al carico può provocare anche una modifica del fattore di potenza del carico sotteso.

Storage | AEEGSI

- Delibera 578/2013, “Regolazione dei servizi di connessione, misura, trasmissione, distribuzione, dispacciamento e vendita nel caso di sistemi semplici di produzione e consumo”, Dicembre 2013 (SSPC → SEU)
- DCO 613/2013, “Prime disposizioni relative ai sistemi di accumulo – orientamenti”, dicembre 2013
- Delibera 574/2014, “Disposizioni relative all’integrazione dei sistemi di accumulo di energia elettrica nel sistema elettrico nazionale”, novembre 2014
- Delibera 642/2014, “Ulteriori disposizioni relative all’installazione e all’utilizzo dei sistemi di accumulo. Disposizioni relative all’applicazione delle Norme CEI 0-16 e CEI 0-21”, dicembre 2014
- DCO 614/2016/R/EEL, “Orientamenti in merito all’entrata in vigore delle disposizioni previste dalla variante V2 alla norma CEI0-16 e dalla nuova edizione della norma CEI 0-21”, 27 ottobre 2016
- Delibera 786/2016/R/EEL, “Tempistiche per l’applicazione delle nuove disposizioni previste dalla Norma CEI 0-16 e dalla nuova edizione della Norma CEI 0-21, relative agli inverter, ai sistemi di protezione di interfaccia e alle prove per i sistemi di accumulo “, 22 dicembre 2016

Storage | Servizio di dispacciamento (1)

- I sistemi di accumulo, transitoriamente, sono considerati come un gruppo di generazione e, pertanto, a seconda della tipologia di impianto e dell'interdipendenza esistente tra i vari gruppi, possono costituire una distinta sezione di produzione o, congiuntamente ad altri gruppi di generazione di tipologia diversa da quella degli accumuli, possono partecipare alla costituzione di un'unica sezione di produzione
- Fermi restando i criteri generali previsti dal Codice di rete per la definizione di unità di produzione, in presenza di altri gruppi di generazione su uno stesso punto di connessione alla rete, è transitoriamente lasciata agli utenti del dispacciamento, o ai produttori, la facoltà di definire una unità di produzione specifica per i sistemi di accumulo installati, separata dagli altri gruppi di generazione, o di considerare i predetti sistemi come uno dei gruppi di generazione che costituiscono l'unità di produzione

Storage | Servizio di dispacciamento (2)

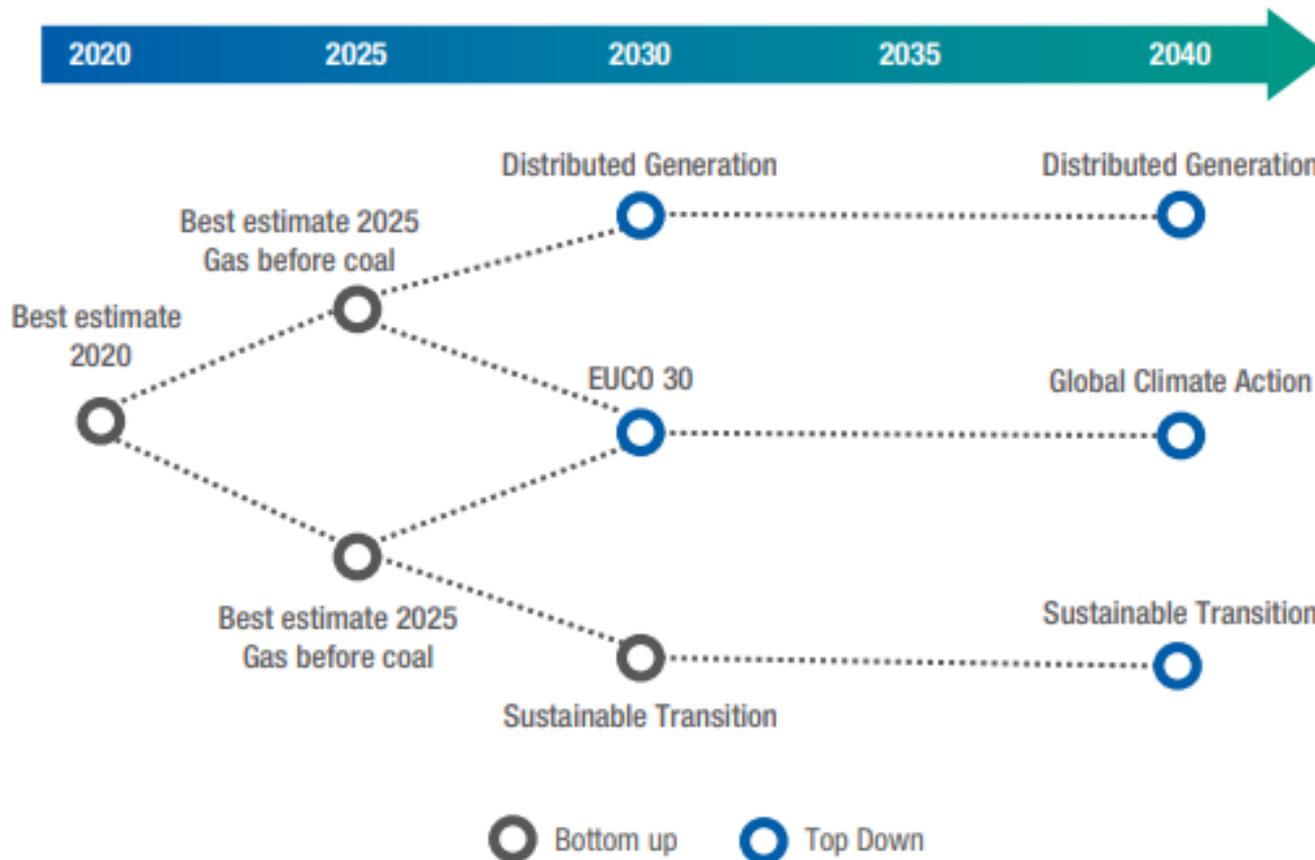
- Fino al completamento di valutazioni in merito alle modalità di installazione e di utilizzo dei sistemi di accumulo anche ai fini della fornitura di servizi di rete, ai fini dell'erogazione del servizio di dispacciamento e di quanto previsto dall'Allegato A alla deliberazione 111/06 nonché dal TIS, un'unità di produzione costituita da diversi gruppi di generazione, tra cui almeno un sistema di accumulo, è considerata un'unità di produzione programmabile o non programmabile in funzione della tipologia degli altri gruppi di generazione, diversi dai sistemi di accumulo, che la costituiscono
- Le disposizioni relative al servizio di dispacciamento sono da intendersi come transitorie, nelle more del completamento della revisione del servizio di dispacciamento, a cui si rimandano anche le valutazioni in merito all'abilitazione al Mercato dei Servizi di Dispacciamento (MSD) dei sistemi di accumulo e delle unità di produzione che li includono, nonché le valutazioni in merito agli obblighi di programmazione

Storage | Prospettive di mercato

Prospettive per la domanda e offerta di energia in Europa per il 2030 e il 2050

- La crescita della domanda di elettricità nell'UE entro il 2050 è di poco inferiore a quella a livello globale, ma la produzione di energia aumenta ancora di circa il 50% rispetto ai livelli attuali.
- Nello scenario previsionale 2DS, il mix energetico europeo sarà sempre più decarbonizzato.
- Eolico, solare, bioenergie e idroelettrico: tutti svolgono un ruolo importante nel percorso di decarbonizzazione.
- L'energia nucleare avrà ancora una parte significativa del mix energetico europeo, così come il gas. Il carbone invece perderà terreno inesorabilmente.
- Nel sistema energetico del futuro saranno necessarie tutte le fonti pulite e tutte le **tecnologie abilitanti** in grado di offrire **flessibilità**:
 - Le centrali «distribuite»;
 - Demand-side response tramite una rete intelligente;
 - **Stoccaggi di energia** e la «sharing digital energy»;
 - Interconnessioni con i mercati vicini.

Scenari | Le direzioni di sviluppo del sistema EU

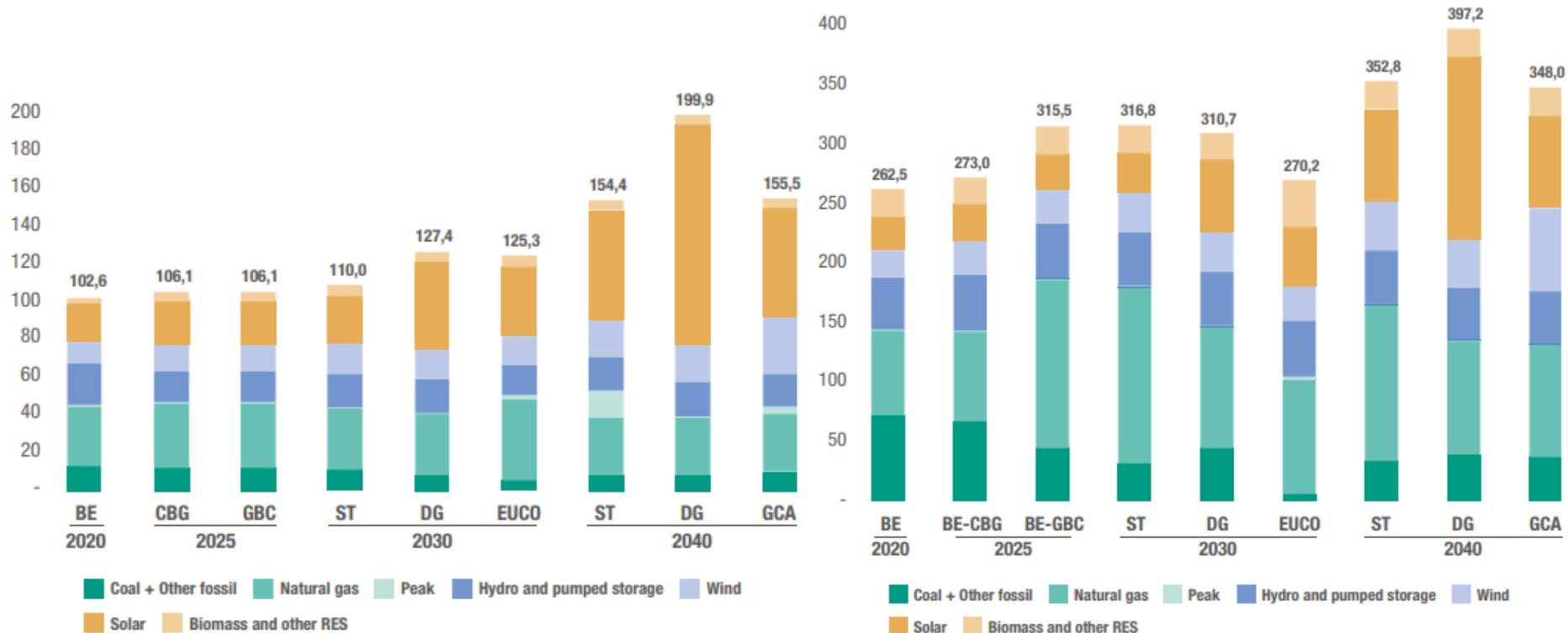


Scenari | ST, GCA e DG

Scenari	Sustainable Transition	Global climate action	Distributed Generation
Macrocategorie		Parametri	
Trend macroeconomico	<ul style="list-style-type: none"> ETS europei, politiche e incentivi nazionali incoraggiano azioni collettive nel rispetto dei target energetici europei Moderata crescita economica 	<ul style="list-style-type: none"> ETS globale con una rapida spinta verso i target internazionali di decarbonizzazione Forte crescita economica 	<ul style="list-style-type: none"> Forte sviluppo economico Ruolo centrale e proattivo dei consumatori nella sfida contro il cambiamento climatico e nel raggiungimento degli obiettivi energetici europei
Domanda e tecnologie	<ul style="list-style-type: none"> Domanda di energia elettrica e gas stabile o in lieve aumento Crescita moderata veicoli elettrici e pompe calore Elevata crescita veicoli a gas 	<ul style="list-style-type: none"> Aumento della domanda di energia solo parzialmente compensato dalle misure di efficienza energetica Veicoli elettrici e a gas sostituiscono le autovetture a benzina nel settore dei trasporti privati Le pompe di calore sono utilizzate sia nei nuovi edifici che in quelli esistenti* 	<ul style="list-style-type: none"> Significativa crescita della domanda di energia elettrica seppur con andamenti differenti nei vari settori Decarbonizzazione dei trasporti guidata dalla diffusione dei veicoli elettrici Elevato utilizzo di pompe di calore
Produzione energia elettrica	<ul style="list-style-type: none"> Diminuzione impianti a carbone bilanciata dall'aumento di FER e impianti a gas Prezzi gas molto competitivi Basso costo dell'energia elettrica (quota mercato) 	<ul style="list-style-type: none"> Grande sviluppo su larga scala di FER e tecnologie low-carbon per rispondere all'incremento di domanda di energia 	<ul style="list-style-type: none"> Innovazione tecnologica e progresso nella generazione di piccola scala Sistemi di storage distribuiti abilitati da innovazione e progresso tecnologico

Fonte: Elaborazioni Terna da TYNDP 2018 – Scenario Report -ENTSO

Scenari | Potenza installata e energia prodotta IT



Fonte: TYNDP 2018 – Scenario Report –ENTSO

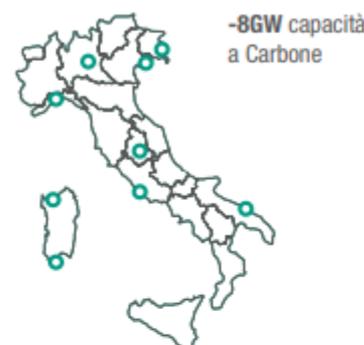
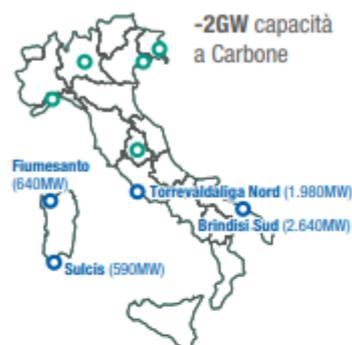
Fonte: TYNDP 2018 – Scenario Report –ENTSO

Scenari | SEN 2017

Scenario al 55% Rinnovabili & Phase out inerziale carbone

Scenario al 55% Rinnovabili & Phase out completo carbone

- Impianti a carbone dismessi
- Impianti a carbone in essere



Investimenti in sicurezza e adeguatezza [Mid €]:

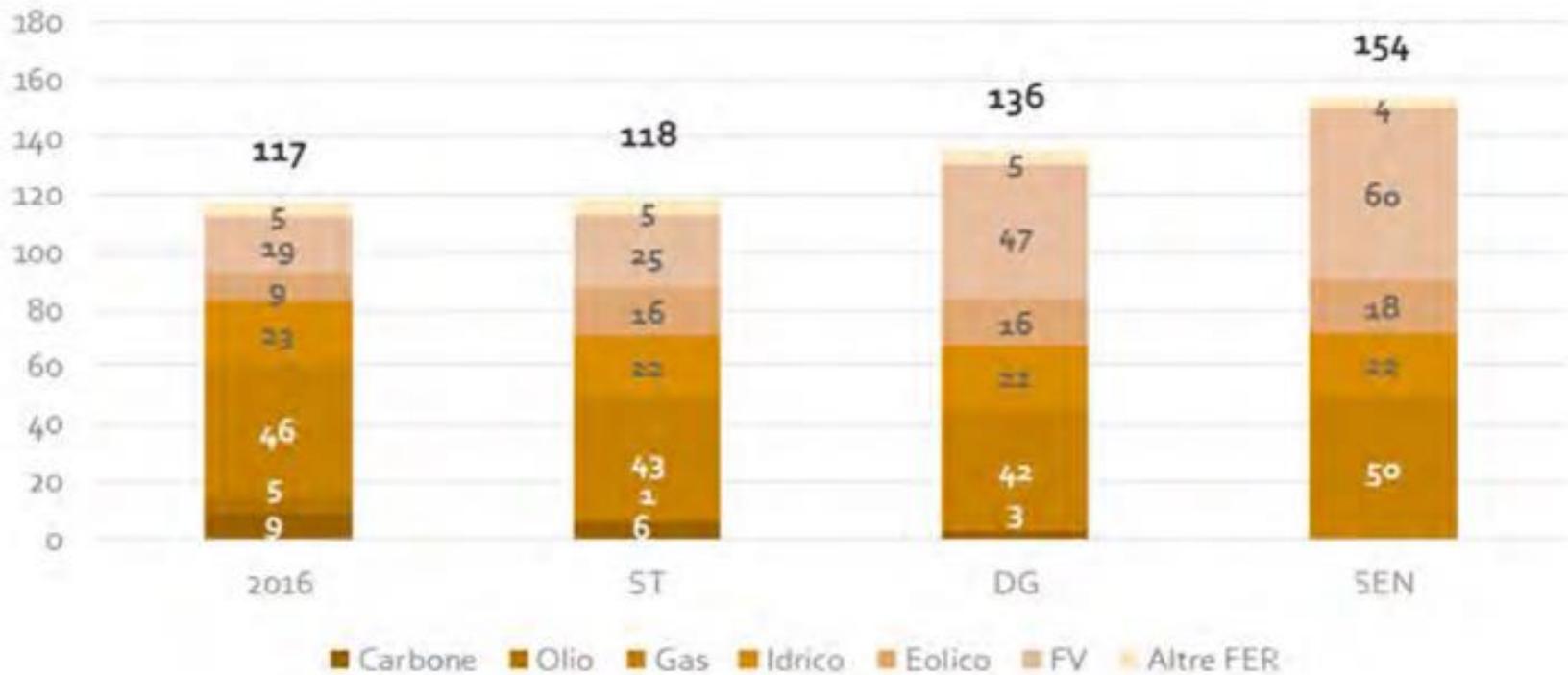
Investimenti in rete	6,7 (Opere indispensabili PdS e Piano di Difesa Tema + potenziamento Dorsale Adriatica)	+ 2 – 2,4 (Ulteriore elettrodotto per Sardegna)
Risorse di flessibilità*	4 – 4,5	-
Ulteriore capacità di generazione**	0,9 (1,5 GW di nuovi OCGT/CCGT)	+1,3 (1,9 GW di nuovi OCGT/CCGT di cui 0,4GW in Sardegna)
Ulteriori infrastrutture gas	-	+ 0,5
Totale investimenti	11,6 – 12,1	3,7 – 4,1

* Accumuli, pompaggi e altre risorse di flessibilità

** di cui almeno il 50% OCGT. In Sardegna sostituibile con accumuli

Fonte: SEN 2017

Scenari | SEN 2017 vs ST/DG (Potenza installata)



Storage | Prospettive di mercato

Technologies aggregate in focus	Conventional generation	Renewable Generation	Transmission	Distribution	Customers services
Pumped hydro energy storage	●	●	●	●	●
Compresses air energy storage	●	●	●	●	●
Electrochemical	●	●	●	●	●
Chemical	●	●	●	●	●
Electro-magnetic Energy Storage, Flywheels	●	●	●	●	●
Thermal energy storage	●	●	●	●	●

● Suitable ● Possible ● Unsuitable

Storage | Stato dell'arte tecnologico

Status	Electrochemical Energy Storage
Mature	Lead-acid
Commercial	Lead-acid, NaS (sodium-sulphur), Li-ion (Lithium-ion) , Na-NiCl ₂ (sodium nickel chloride)
Demonstration	ZnBr (zinc bromine), advanced lead-acid, VR (vanadium redox), NiMH (nickel-metal hydride)
Prototype	Li-ion, FeCr (Iron Chromium),
Laboratory	Zinc-air, advanced Li-ion, new electrochemical couples (other Lithium-based)
Idea -concept	Nano Supercapacitors, new electrochemical couples (metal-air, Na-ion, Mg-based and so on)

Storage | Applicazioni

Application	Pb acid	Ni/MH	Na/S	Na/NiCl ₂	Redox Flow	Li/ion	Super capacitor
Time-shift	●	●	●	●	●	●	●
Renewable integration	●	●	●	●	●	●	●
Network investment deferral	●	●	●	●	●	●	●
Primary Regulation	●	●	●	●	●	●	●
Secondary Regulation	●	●	●	●	●	●	●
Tertiary Regulation	●	●	●	●	●	●	●
Power System start-up	●	●	●	●	●	●	●
Voltage support	●	●	●	●	●	●	●
Power quality	●	●	●	●	●	●	●

● Suitable

● Less suitable

● Unsuitable

Storage | Applicazioni

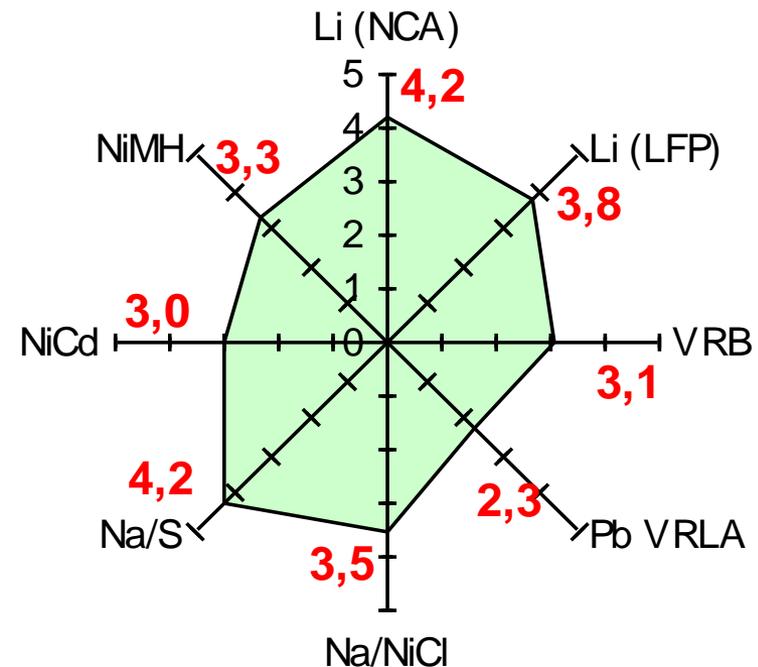
Confronto tra le prestazioni di otto tipologie di accumulo elettrochimico:

- Litio-ioni con catodo in nichel-cobalto-alluminio (NCA)
- **Litio-ioni con catodo in litio-ferro-fosfato (LFP)**
- Redox a circolazione di elettrolita al vanadio (VRB)
- **Piombo/acido (Pb VRLA)**
- Sodio/Cloruri metallici (SoNICK Na/NiCl₂)
- **Sodio/Zolfo (NaS)**
- Nichel/Cadmio (NiCd)
- **Nichel/Idruri metallici (NiMH)**

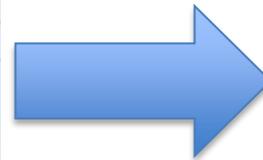
Storage | Applicazioni

Ranking delle tecnologie basato sui seguenti indicatori:

- Energia specifica
- Potenza specifica
- Rendimento energetico
- Tempo di vita
- Temperatura di lavoro
- Sicurezza
- Costo/ciclo
- Time shift
- Power balancing
- Servizi ancillari



Libro Bianco ANIE-RSE.....+Polimi e Enel



Isole Minori

- **Maggio 2017**

Disposizioni per la progressiva copertura del fabbisogno delle isole minori non interconnesse attraverso energia da fonti rinnovabili

Publicato decreto obiettivi e modalità di incentivazione per le energie rinnovabili (e sistemi di accumulo) nelle isole italiane non interconnesse alla rete elettrica del continente.

- **Delibera AEEGSI 07 settembre 2017
614/2017/R/efr**

Avvio di procedimento per l'adozione di provvedimenti dell'Autorità ai fini dell'implementazione del decreto ministeriale 14 febbraio 2017, in materia di progressiva copertura del fabbisogno delle isole minori non interconnesse attraverso energia da fonti rinnovabili

Storage | Conclusioni

- **L'Italia** è fra i paesi maggiormente **all'avanguardia** nell'implementazione di reti intelligenti (smart grids), sistemi per l'efficienza energetica (SDC-SEU – da liberare ulteriormente) e **sistemi di accumulo dell'energia (61 MW di impianti «utility e big scale» + almeno 20 MW di impianti «residenziali», per più di 6.000 unità).**
- Il **driver principale** del cambiamento: la **massiccia connessione di impianti FER** negli ultimi anni (e FERNP in particolare: 19,460 GW fotovoltaici e 9,523 GW eolici al 31/12/2016). Nella **SEN 2030** il MISE stabilisce obiettivi di copertura dei consumi elettrici finali con FER pari al 55% del totale (partendo dal 34%, al 31/12/2016).
- **Evoluzione delle infrastrutture:** la rete di trasmissione ma ancor più le reti di distribuzione.
- **Valorizzare i servizi di rete per la flessibilità** erogati dai SdA (da soli o in accoppiamento con vari tipi di generatori) in funzione dei benefici che portano a tutto il Sistema Elettrico.
- Il **futuro dell'industria elettrica:** dalla sola CONNESSIONE delle FER (e della GD più in generale) alla loro piena INTEGRAZIONE nel nuovo mercato elettrico.

Storage | Conclusioni

- Progressiva **riduzione** della quota di domanda coperta dalle **unità convenzionali dispacciabili**, le uniche per ora abilitate alla fornitura di servizi di dispacciamento
- Crescente **domanda di servizi di dispacciamento** per far fronte all'aleatorietà delle fonti rinnovabili.
- Necessario un progressivo **coinvolgimento delle fonti rinnovabili stesse (anche accoppiate a sistemi di accumulo) nella fornitura di servizi di dispacciamento** (cfr DCO 557/2013/R/EEL – DCO 298/2016/R/EEL – Delibera 300/2017 – Progetti pilota UVAC e UVAP).
- **Evitare**, per quanto possibile, **la riduzione della produzione rinnovabile** in conseguenza della fornitura di servizi di dispacciamento.
- **Abilitare** sempre più i nuovi modelli di **prosumer** e **local energy community** per sfruttare al meglio le enormi potenzialità della **digital energy in sharing**.



Grazie per l'attenzione
anienergia.anie.it

