



StoRES

Promotion of higher penetration of distributed PV through storage for all

[WP 3] - Testing

[A.3.3] - Joint design of solution, specifications, requirements and procurements

Specifiche Tecniche Sistemi di Accumulo

Comune di Ussaramanna

StoRES: Il progetto StoRES prevede lo sviluppo di una politica ottimale per l'effettiva integrazione del fotovoltaico (FV) e dei sistemi di accumulo di energia (ESS) attraverso la sperimentazione di soluzioni intelligenti in cinque isole e zone rurali dell'area Mediterranea.

La sfida è di raggiungere un'elevata integrazione di impianti fotovoltaici nel loro mix energetico, attraverso la soluzione di tutte le problematiche di mercato/tecniche/tariffarie, senza compromettere la stabilità della rete elettrica e la sicurezza dell'approvvigionamento energetico. L'obiettivo è aumentare l'autoconsumo di energia FV nel Mediterraneo attraverso soluzioni ottimali di accumulo dell'energia. L'approccio mira a testare soluzioni di accumulo di energia FV per il consumatore in diversi siti pilota, tenendo conto dei parametri locali per l'ottimizzazione e l'utilizzo di misure di efficienza.

Inizio Progetto: 01/11/2016; Durata progetto: 30 mesi.

COORDINATO DA: University of Cyprus

PARTNERS:

Ministry of Energy Commerce, industry and Tourism (MECIT)	Cyprus
Electricity Authority of Cyprus (EAC)	Cyprus
Aristotle University of Thessaloniki (AUTH)	Greece
Regional Agency of Energy and Environment in Algarve (AREAL)	Portugal
SARGA-Government of Aragon	Spain
Agency of Energy and Environment in Rhone-Alpes (RAEE)	France
Municipality of Slovenska, Bistrica	Slovenia
Municipality of Ussaramanna	Italy

1. Introduzione

In questa relazione è presentata la procedura per lo sviluppo della soluzione tecnica adottata nel comune di Ussaramanna, partner del progetto. Sono identificate e analizzate le diverse tecnologie e configurazioni disponibili sul mercato per le applicazioni di accumulo, sia di tipo residenziale che comunitario. Inoltre, sono descritti i requisiti e le esigenze che sono stati presi in considerazione, allo scopo di sviluppare le specifiche tecniche della soluzione e l'utilizzo ottimale del sistema di accumulo.

Questa relazione costituisce un importante requisito per la preparazione della manifestazione di interesse o del processo di gara per l'acquisto dei sistemi di accumulo.

2. Individuazione delle soluzioni tecniche ESS

StoRES prevede la promozione di una maggiore penetrazione della generazione distribuita nella rete di distribuzione grazie all'efficace integrazione di impianti fotovoltaici (PV) e di sistemi di accumulo dell'energia (ESS). E' prevista l'individuazione di uno scenario favorevole per tutti i soggetti interessati e sarà evidenziato l'impatto di ESS sul raggiungimento di elevati tassi di autoconsumo per le applicazioni residenziali. Per realizzare gli obiettivi del progetto in ciascuna regione partecipante sarà seguita una metodologia comune per lo sviluppo ottimale delle soluzioni tecniche da adottare, pur tenendo contemporaneamente conto delle diverse specificità, esigenze e requisiti di ciascuna regione selezionata nel bacino MED (Cipro, Grecia, Italia, Spagna, Portogallo).

Inoltre, un principio guida significativo che deve essere considerato in questa fase è l'analisi e la selezione di differenti tecnologie e configurazioni dei sistemi ESS. Tra le varie tecnologie disponibili sul mercato dei sistemi di accumulo le soluzioni di tipo elettrochimico sono preferibili per applicazioni con PV, dal momento che hanno un range di capacità di accumulo adatto ad applicazioni residenziali di piccola taglia.

Le batterie che ricadono in questa categoria sono adatte a fornire energia per durate relativamente brevi e sono caratterizzate da una risposta molto rapida, rendendole preferibili nell'uso in media e bassa tensione rispetto alle altre tecnologie di accumulo. Tra quelle disponibili sul mercato, le tecnologie principali per gli scopi del progetto sono le batterie al Piombo acido e quelle agli Ioni di Litio. La struttura alla base di una batteria al piombo acido è illustrata in Figura 1a, dove le piastre di piombo sono sospese in elettrolita di acido solforico e possono essere caricate e scaricate. Tuttavia, questo tipo di batteria ha una bassa densità di energia e una durata in vita breve rispetto ad altre tecnologie, rendendole quindi meno competitive per applicazioni di lunga durata. Al contrario, le batterie agli ioni di litio hanno una struttura unica, come mostrato in Figura 1b, dove un elettrodo positivo (catodo) è costituito da ossido di metallo di litio e un elettrodo negativo (anodo) è uno strato di grafite. Affinché le cellule ioniche di litio migrino nella cella e ricarichino la batteria, la cella è riempita con un elettrolita.

Le tecnologie agli ioni di litio sono considerate tra le tecnologie di accumulo più in crescita, poiché possono offrire tempi di risposta rapidi e lunghi cicli di vita. Sebbene entrambe le tecnologie presentino un'ampia gamma di applicazioni, il tipo di batteria sarà selezionato in base ai requisiti dei diversi siti pilota e agli obiettivi del progetto StoRES.

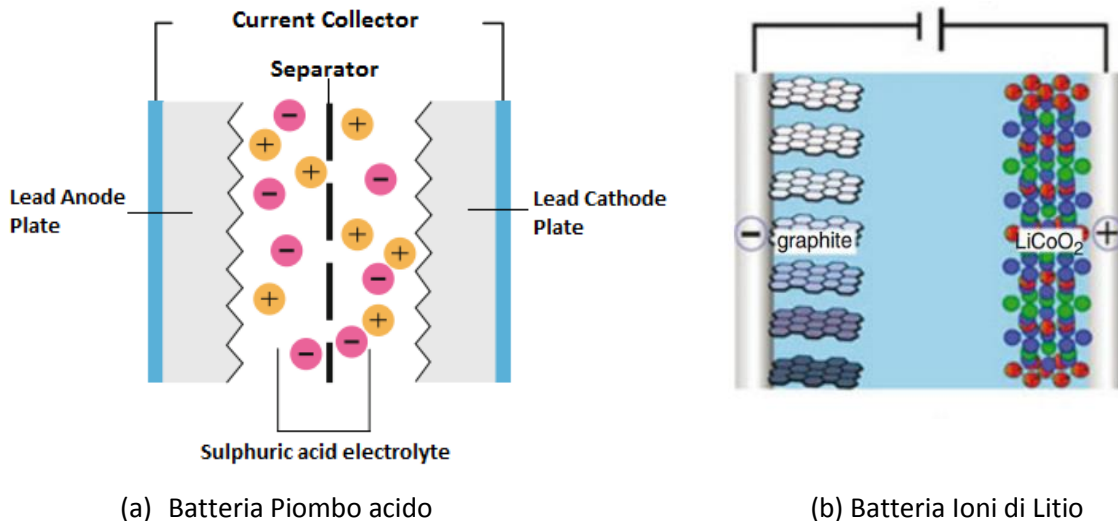


Figure 1: Rappresentazione schematica dei due tipi principali di batterie per applicazioni residenziali.
Fonte: Brodd, R. (2013). Batteries for Sustainability 1st ed.

Per quanto riguarda la configurazione del sistema si distinguono due tipi principali, a seconda del sistema fotovoltaico e del tipo di connessione della batteria, in particolare i sistemi *DC-Coupled* e *AC-Coupled*. Il diagramma schematico del sistema collegato in corrente continua (DC) è mostrato in Figura 2, dove l'unità di accumulo è collocata sul lato in continua, tra le stringhe di moduli e l'inverter del fotovoltaico e ciò consente la carica diretta del sistema di accumulo dall'energia prodotta dal fotovoltaico. Un inverter unidirezionale (o bi-direzionale/ibrido) si occupa poi della conversione da continua ad alternata (DC-to-AC), per la fornitura di energia alle utenze domestiche o l'esportazione diretta alla rete pubblica.

L'inserimento di un inverter solare tipico in un sistema DC-Coupled può consentire solo l'immagazzinamento di energia dai pannelli solari. Ciò limita anche le funzionalità del sistema, poiché l'inverter solare funzionerà solo quando la rete è in esercizio, mentre non è supportata un'alimentazione di back-up. Al contrario, l'impiego di un inverter bidirezionale ibrido può risolvere le tali limitazioni, poiché la carica della batteria può essere raggiunta con energia rinnovabile o non

rinnovabile. Tuttavia, il costo dell'inverter è notevolmente superiore, ma soprattutto la flessibilità del sistema in termini di servizi di gestione dell'energia è limitata con inverter ibridi. D'altra parte, il sistema *AC-Coupled*, mostrato in Figura 3, utilizza un comune inverter fotovoltaico che converte direttamente la generazione PV in corrente alternata (AC) ed è connesso anche alla rete pubblica. L'unità di accumulo dell'energia è facilitata da un ulteriore inverter bi-direzionale a batteria lato AC, responsabile del flusso di energia tra la batteria e i carichi elettrici domestici. La configurazione *AC-Coupled* offre una grande flessibilità di sistema e può accumulare energia da entrambe le direzioni (rete elettrica e sistema PV). Inoltre, è in grado di fornire un servizio di backup dal sistema di accumulo quando si verifica un guasto nella rete pubblica. In entrambi i casi, un sistema di gestione dell'energia (*Energy Management System*, EMS) che assicura la comunicazione con il regolatore di carica della batteria e l'inverter ibrido/fotovoltaico è responsabile del flusso di energia ottimale attraverso il sistema basato sulla attuale produzione fotovoltaica, lo stato di carica della batteria e la domanda di energia del Prosumer (Producer & Consumer).

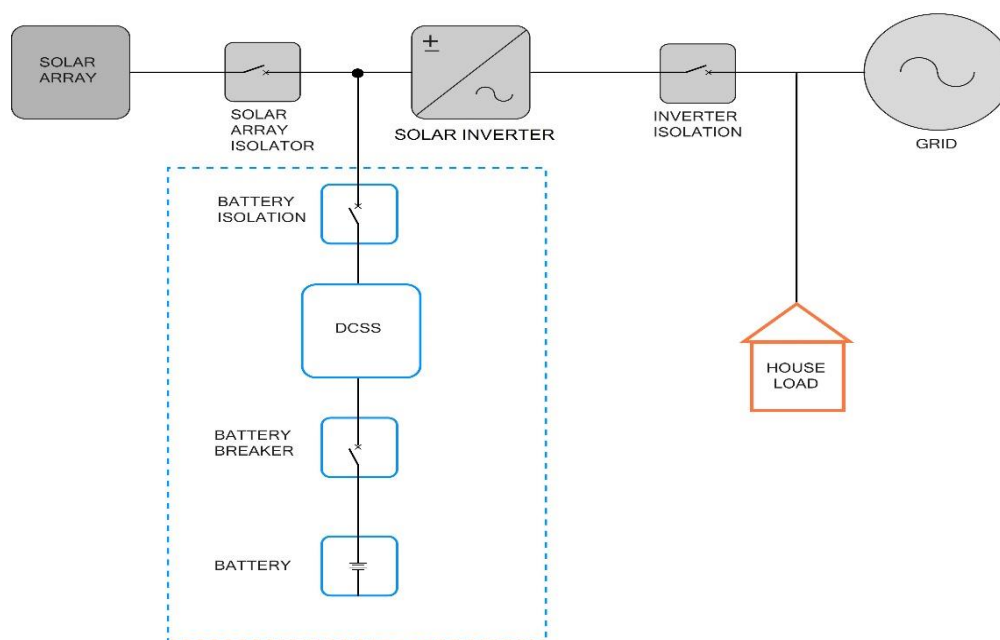


Figure 2: Diagramma schematico di sistema di accumulo residenziale DC-coupled

Tenendo conto di quanto sopra, sono state sviluppate le specifiche tecniche per le soluzioni proposte in ciascuna regione partecipante al progetto StoRES e sono presentate nel seguito.

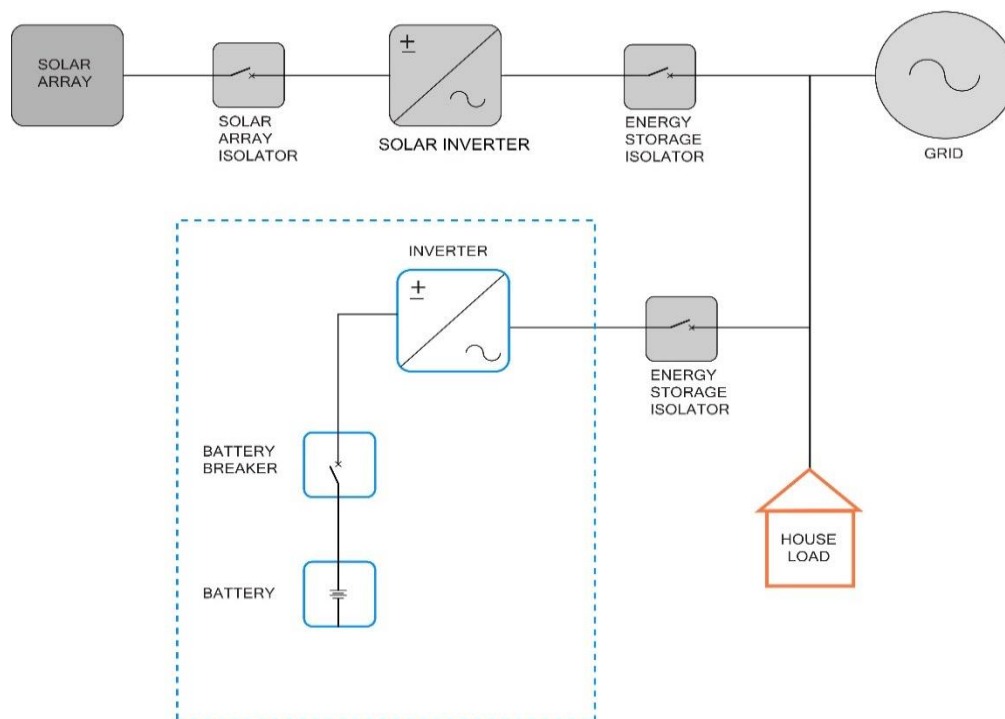


Figure 3: Diagramma schematico di sistema di accumulo residenziale AC-Coupled

3. Specifiche Tecniche per i sistemi di accumulo da installare nei siti pilota del comune di Ussaramanna

In questo paragrafo sono descritte le specifiche tecniche per la soluzione di accumulo residenziale adottate nei siti pilota del comune di Ussaramanna, partner italiano del progetto SToRES.

La scelta delle soluzioni tecniche per il partner italiano è stata realizzata in collaborazione tra il Comune di Ussaramanna e l'Università di Cagliari. È stata eseguita l'individuazione del profilo di consumo e produzione di tutte le **tedici (13) utenze residenziali selezionate come siti pilota per il progetto StoRES**. La soluzione tecnica è progettata in modo da soddisfare le esigenze energetiche di ciascun sito

pilota e allo stesso tempo la batteria è dimensionata per garantire l'utilizzo ottimale del sistema di accumulo integrato. I siti pilota selezionati sono costituiti da tipiche unità residenziali con sistema fotovoltaico PV esistente in copertura (taglie nel range 3÷12,5 kW) e due contatori (smart meters di prima generazione). Tuttavia, poiché le curve di carico giornaliere per i prosumer selezionati non sono disponibili, è necessario riferirsi a tipiche curve giornaliere di carico/produzione.

In Figura 4 è mostrato un tipico profilo di produzione e di consumo di energia elettrica per uso residenziale in Italia (Fonte: progetto ATLANTIDE, in collaborazione con ENEL). In Italia il tasso di autoconsumo di una tipica utenza residenziale è contenuto, in quanto la generazione fotovoltaica ed il consumo dei carichi elettrici si verificano in differenti intervalli di tempo. Pertanto, l'energia elettrica viene importata dalla rete pubblica per coprire la domanda nei periodi in cui la produzione fotovoltaica è bassa.

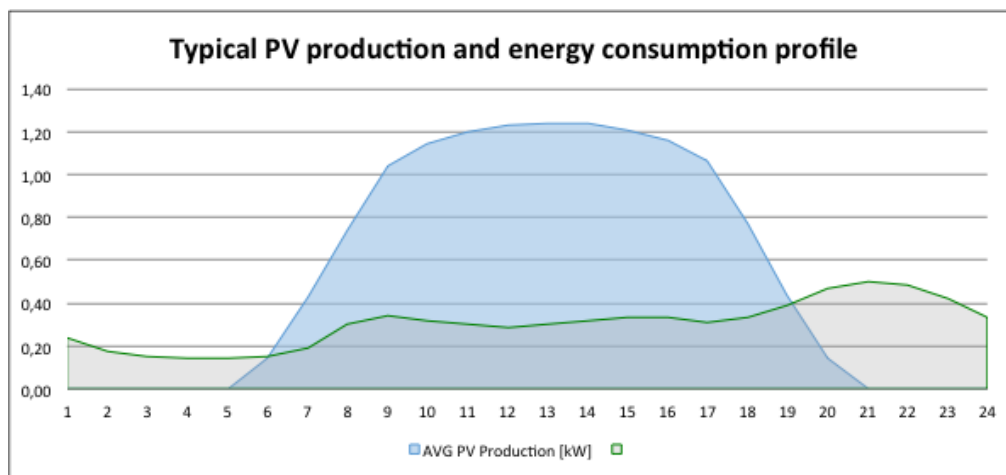


Figura 4: Curve giornaliere tipiche di produzione PV e consumo di energia in Italia [Fonte: ATLANTIDE].

Nel contesto analizzato, la media dell'energia giornaliera prodotta da un impianto fotovoltaico da 3 kWp è di 13 kWh/giorno, mentre il consumo giornaliero medio di energia in ambito residenziale raggiunge i 7 kWh/giorno (consumo medio nelle ore di sole è pari a 5 kWh/giorno). Allo stesso modo,

per un sistema fotovoltaico da 5 kWp in ambito residenziale, la produzione giornaliera è di circa 18 kWh/giorno con un consumo giornaliero prossimo a 9 kWh/giorno.

Tuttavia, il campo teorico di capacità dei sistemi di accumulo di $8 \div 12$ kWh, individuato dagli altri partner per i siti pilota residenziali, risulta sovrastimato se si stima correttamente il consumo nelle ore serali/notturne (quando il sole non è presente). Pertanto, da un'analisi approfondita sulle singole utenze il range di $4 \div 8$ kWh si è dimostrato più adatto per i siti pilota selezionati. La capacità della batteria minima da considerare è 4 kWh e si tiene conto anche dell'eventuale opzione di batterie modulari per raggiungere la capacità adeguata (4-6-8 kWh).

Poiché il sistema di accumulo sarà connesso direttamente ai siti pilota attraverso la rete elettrica in bassa tensione, la capacità della batteria è scelta per essere sufficientemente grande al fine di alimentare le utenze domestiche con adeguata flessibilità rispetto a differenti strategie di gestione.

Nel mercato italiano sono disponibili diverse tecnologie di batterie elettrochimiche. Tuttavia, le batterie agli Ioni di Litio (Li-ion), al Litio Ferro-Fosfato (LiFePO₄) o altre tipologie al Litio adatte per applicazioni residenziali, sono considerate le più adeguate per i siti pilota individuati, poiché offrono elevate prestazioni di conversione energetica, lunga durata e bassa velocità di scarica (preferibile per applicazioni fotovoltaiche, con lunga durata in vita).

Infine, tenendo conto degli standard nazionali per i sistemi connessi alla rete (Norma CEI 0-21) e delle soluzioni residenziali individuate congiuntamente dai partner del progetto, sono state sviluppate le specifiche tecniche di dettaglio riportate nelle tabelle di seguito.

Caratteristiche tecniche dei sistemi di accumulo

La gara per le offerte/manifestazioni di interesse sarà inerente all'acquisto di sistemi di accumulo di energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici, indipendentemente dal fatto che siano incentivati o meno dal GSE.

I sistemi di accumulo saranno:

- connessi ad impianti fotovoltaici dotati di generatore di potenza nominale fino a 12,5 kW;
- collegati secondo gli schemi di connessione previsti dalla Norma CEI 0-21;
- realizzati con tecnologia elettrochimica (ioni di litio e litio-ferro-fosfato). Non saranno ammessi sistemi di accumulo che utilizzano tecnologie al Piombo.

Le installazioni dei sistemi di accumulo dovranno essere eseguite in conformità alle norme di sicurezza vigenti.

Per il sistema di accumulo dovranno essere fornite le informazioni necessarie ai fini della valutazione del prodotto proposto, in mancanza delle quali la domanda non potrà essere accolta:

- *Tipologia di sistema di accumulo elettrochimico*: è necessario indicare la tecnologia di celle con cui si realizza la batteria (ioni di litio LI-Ion, litio-ferro-fosfato LiFePO₄ o simili);
- *Numero massimo di cicli di vita*, da riferirsi alla massima profondità di scarica (DOD) ammessa, compresa nell'intervallo 85÷100%;

I dati tecnici a corredo dell'offerta dovranno inoltre riportare le seguenti caratteristiche:

- *Marcatura CE del sistema*;
- *Potenza nominale* di scarica/carica del sistema di accumulo;
- *Energia nominale* (energia estraibile dal sistema alla potenza nominale di scarica);
- *Rendimento nominale* del dispositivo di accumulo;
- *Schema di connessione* del sistema di accumulo. Lo schema deve essere compreso tra quelli previsti nella CEI 0-21 e nel caso in cui sia previsto dalla norma, deve essere installato un contatore dell'energia prodotta/prelevata dalla rete.

Tabella 1: Specifiche tecniche per l'inverter

Inverter per sistema di accumulo	
Tecnologia di riferimento per la ricarica	Adatto all'utilizzo per le seguenti tecnologie: ioni di litio LI-Ion / litio-ferro-fosfato LiFePO4 o similari
Tensione nominale	utenze monofase: 230 V $\pm 10\%$ utenza trifase: 400 V $\pm 10\%$
Frequenza nominale	50Hz
Potenza nominale	n. 8 inverter monofase - 3 kVA n. 4 inverter monofase - 4,5 kVA n. 1 inverter trifase - 6 kVA
Total Harmonic Distortion (THD)	< 5%
Fattore di potenza ($\cos \phi$)	0.85 – 1 induttivo / capacitivo
Grado di protezione	IP55 minimo
Modalità di installazione	Adatto ad uso interno ed esterno
Intervallo umidità ammissibile	0 - 100 %
Intervallo di temperatura ambiente ammissibile	-15°C ÷ +60°C
Regolazione tensione AC	utenze monofase: 230 V $\pm 5\%$ utenza trifase: 400 V $\pm 5\%$
Rendimento nominale	$\geq 95\%$
Comunicazione con EMS o sistema di gestione esterno (protocolli ammessi)	Ethernet - CAN - RS485 (o altro compatibile con EMS)
Comunicazione con sistema di accumulo (protocolli ammessi)	Ethernet - CAN - RS485 (o altro compatibile con sistema di accumulo)
Comunicazione con contatore elettronico utenza (protocolli ammessi)	RS485 (o altro compatibile con contatore elettronico)

Conformità a norme / standard di riferimento	Compatibilità elettromagnetica: EN61000-3-2 (emissione correnti armoniche) EN61000-3-3 (variazioni di tensione / flicker) EN61000-6-1 or EN55014-2 (immunità ai disturbi) EN61000-6-3 or EN55014-1 (emissioni) Sicurezza elettrica: EN50106 (applicazioni elettriche in ambito residenziale) EN50178 [sostituita da EN62477-1] (convertitori elettronici) EN60335-1 (applicazioni elettriche in ambito residenziale) EN60664-1 (coordinamento isolamento per sistemi BT) EN62109 (convertitori elettronici per sistemi fotovoltaici) Protezione da incendi: EN60695-11-10 EN60695-11-20 Connessione elettrica: CEI 0-21
---	---

Tabella 2: Specifiche tecniche per il sistema di accumulo

Sistema di accumulo	
Tecnologia	ioni di litio LI-Ion / litio-ferro-fosfato LiFePO4/similari Non sono ammessi sistemi di accumulo che utilizzano tecnologie al Piombo.
Capacità nominale	n. 6 unità con capacità nominale di 4 kWh n. 5 unità con capacità nominale di 6 kWh n. 2 unità con capacità nominale di 8 kWh
Tensione nominale	48 V livello preferenziale; Ammessi altri valori compatibili con l'inverter proposto
Grado di protezione	IP34 (preferenziale) IP24 (minimo)
Installazione	per uso interno
Intervallo umidità ammissibile	0 - 100 %
Intervallo di temperatura ambiente ammissibile	0°C ÷ +50°C
Rendimento @ 25°C	≥90%
Vita utile @ 25°C	10 anni
Numero massimo di cicli di carica/scarica @ 100% DOD, 25°C	≥5000
Comunicazione con inverter (protocolli ammessi)	Ethernet - CAN - RS485 (o altro compatibile con sistema di accumulo)
Conformità a norme standard di riferimento	Sicurezza: IEC62281 or UN/DOT 38.3 (batterie al litio) <i>(se applicabili)</i> IEC61233 or UL2054 (condizioni di sicurezza per batterie) IEC62133 or UL1642 (test di sicurezza per batterie al litio) <i>(se applicabili)</i> EN50272 (requisiti generali di sicurezza)

	EN62619 (requisiti di sicurezza per batterie al litio) <i>(se applicabili)</i> Compatibilità elettromagnetica: EN61000-6-1 or EN55014-2 (immunità) EN61000-6-3 or EN55014-1 (emissioni) Sicurezza elettrica: EN50106 (applicazioni elettriche in ambito residenziale) EN50178 [sostituita da EN62477-1] (convertitori elettronici) EN60335-1 (applicazioni elettriche in ambito residenziale) EN60664-1 (coordinamento isolamento per sistemi BT) Protezione da incendi: EN60695-11-10 EN60695-11-20 Connessione elettrica: CEI 0-21
--	--

I sistemi di accumulo necessari per l'applicazione ai siti pilota, da acquisire mediante procedura di gara, sono i seguenti:

- n. 6 sistemi di accumulo avente ognuno una capacità di accumulo pari a 4 kWh;
- n. 5 sistemi di accumulo avente ognuno una capacità di accumulo pari a 6 kWh;
- n. 2 sistemi di accumulo avente ognuno una capacità di accumulo pari a 8 kWh.

Analogamente, saranno installati i seguenti tipi di inverter per la connessione dei sistemi di accumulo indicati:

- n. 8 inverter monofase con potenza nominale di 3 kVA e tensione nominale 230 V;

- n. 4 inverter monofase con potenza nominale di 4,5 kVA e tensione nominale 230 V;
- n. 1 inverter trifase con potenza nominale di 6 kVA e tensione nominale 400 V.

I valori di capacità e potenza nominale vanno intesi come valori minimi richiesti: saranno pertanto ammissibili, successivamente all'invito che sarà inoltrato alle Ditte selezionate, offerte con componenti che presentano capacità di accumulo e potenza nominale con valori superiori. In ogni caso, l'inverter fornito dovrà essere compatibile con i sistemi di accumulo forniti; l'inverter dovrà garantire al sistema di accumulo la possibilità di erogare o assorbire alla potenza massima ammessa per lo stesso accumulo. Con riferimento agli obiettivi e alle attività di studio e monitoraggio previste nel progetto StoRES, la fornitura di sistemi di accumulo con sistemi modulari (con uno step di 2 kWh) è un criterio premiante in sede di offerta tecnica, che sarà meglio specificato nella lettera di invito successiva alla manifestazione di interesse.

In ogni caso, tutti i sistemi dovranno rispettare comunque i requisiti tecnici minimi stabiliti nelle Tabelle 1 e 2.