



UNIONE EUROPEA
Fondo Sociale Europeo
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Avviso 1735 del 13.07.2017 MIUR

Progetti di Ricerca Industriale e Sviluppo Sperimentale nelle 12 Aree di Specializzazione individuate dal PNR 2015-2020

La risposta all'utente finale della Community Energy Storage

Rapporto Tecnico di Sviluppo Sperimentale D7.5





La risposta all'utente finale della Community Energy Storage
Rapporto Tecnico di Sviluppo Sperimentale – D7.5

Avviso	Avviso 1735 del 13.07.2017 MIUR
Codice progetto	ARS01_01259
Nome del progetto	Community Energy Storage Gestione Aggregata di Sistemi di Accumulo dell'Energia in Power Cloud
Acronimo	ComESto
Documento	D7.5
Tipologia	Rapporto Tecnico di Sviluppo Sperimentale
Data di Rilascio	05/05/2022
Obiettivo Realizzativo	OR7
Attività Realizzativa	A7.5
Soggetti Beneficiari Proponenti	Partner Coinvolti: UNICAL, EVOLVERE, FBK, GES
Elaborato (Nome, Cognome – Soggetto Beneficiario)	Debora Cilio, Anna Pinnarelli, Nicola Sorrentino – UNICAL Paolo Todeschi – GES Edoardo Gino Macchi, Michele Bolognese – FBK Alessandro Burgio – EVOLVERE
Verificato (Nome, Cognome – Soggetto Beneficiario)	Tutti i partner
Approvato (Nome, Cognome – Soggetto Beneficiario)	Membri del PEB

Indice

EXECUTIVE SUMMARY	6
1.INTRODUZIONE	7
1.1. OBIETTIVI E FINALITÀ.....	7
1.2. METODO.....	7
2.USE CASE SCENARIO	8
2.1. REQUISITI GENERALI DEL SERVIZIO DIGITALE OFFERTO	9
2.2. REQUISITI GENERALI DELLA COMUNITA'	9
3.USE CASE INDIVIDUATI.....	9
3.1. LA PIATTAFORMA COMESTO NELLA SUA OPERATIVITÀ DAY AHEAD	10
3.2. LA PIATTAFORMA COMESTO NELLA SUA OPERATIVITÀ IN TEMPO REALE	11
3.3. OTTIMIZZAZIONE DEI COSTI E DELLE EMISSIONI DI CO ₂ A LIVELLO DI SINGOLO UTENTE	12
4.USER STORY	14
5.CONCLUSIONI.....	18

Indice delle Figure

Figura 1: Utente Consumatore.....	15
Figura 2: Utente dotato di Smart Meter.....	16
Figura 3: Utente Attivo.....	16
Figura 4: Utente dotato di DC-nanoGrid.....	17
Figura 5: Utente Evoluto.....	17

Indice delle Tabelle

Tabella 1: Schema metodo.....	8
-------------------------------	---

Abbreviazioni ed acronimi

Abbreviazione/Acronimo	Testo Esteso
BSP	Balancing Service Provider
DR	Demand Response
DSO	Distribution System Operator
FSP	Flexibility Service Provider
IAC	Indice di AutoConsumo
IAR(F)	Indice di Affidabilità delle Risorse di Flessibilità
IAS	Indice di Autoconsumo Locale
IMS	Indice di Massimo Surplus orario di produzione rinnovabile
IPR	Indice di Produzione Rinnovabile Locale
PV	Fotovoltaico
TSO	Transmission System Operator
UNICAL	Università della Calabria
FBK	Fondazione Bruno Kessler
GES	Green Energy Storage

EXECUTIVE SUMMARY

L'urgenza di definire la transizione energetica sulla base di principi di sostenibilità ambientale, sociale ed economica, assicurando allo stesso tempo la sicurezza dell'approvvigionamento, spinge sempre di più verso la creazione di nuovi modelli di autoproduzione/autoconsumo diffuso, basati sull'accumulo distribuito, a livello di edificio/distretto/comunità che non solo facciano da stimolo ad una maggiore penetrazione delle fonti rinnovabili nel sistema energetico, ma tengano anche conto delle esigenze di equilibrio della rete di distribuzione favorendone la resilienza. Una transizione che mette al centro l'utente finale che, attraverso i suoi comportamenti e l'interazione con le tecnologie, può diventare attore consapevole del cambiamento.

L'obiettivo dell'attività è stato quindi quello di andare ad effettuare una preliminare risposta all'utente finale alle tecnologie ed ai modelli di gestione elaborati nel progetto mediante l'utilizzo del dimostratore di laboratorio che è stato sviluppato. E' ovviamente preliminare perché una valutazione di tale impatto può essere effettuato solo su sperimentazioni su larga scala ed ambiente operativo.

Al fine di portare avanti l'attività, inserita nell'Obiettivo Realizzativo 7 di sviluppo sperimentale del progetto ComESto, a partire da uno scenario definito attraverso due giornate tipo, sono stati modellati tre casi d'uso – due dedicati alla piattaforma di gestione dell'aggregato e uno definito sulla base delle funzionalità della DC-nanoGrid, e del sistema ibrido promosso, in termini di ottimizzazione dei costi e di emissioni di CO2 a livello di singolo utente.

L'obiettivo del **primo caso d'uso** individuato – ovvero, l'operatività day-ahead della Piattaforma ComESto ha l'obiettivo di dimostrare che il profilo di carica/scarica stabilito dal modello OFIS-DA massimizza la quota di energia rinnovabile auto-consumata dalla comunità in presenza di previsione di Over Generation.

Il **secondo caso d'uso** è stato modellato a partire dall'operatività in tempo reale della piattaforma finalizzata alla compensazione degli sbilanciamenti.

Il **terzo caso d'uso** è stato finalizzato a dimostrare che la DC-nanoGrid con il suo sistema di controllo e gestione delle risorse di generazione, di accumulo e dei carichi basato su logica DBS, è in grado di massimizzare l'uso della produzione locale con riduzione della spesa energetica e dell'impatto in termini di CO2 a livello di singolo utente

La transizione mette al centro l'utente finale che, attraverso i suoi comportamenti e l'interazione con le tecnologie, può diventare attore consapevole del cambiamento. Una azione che si traduce nella nascita di nuove categorie: il prosumer che oltre a produrre l'energia la utilizza anche per soddisfare il proprio fabbisogno dotandosi, eventualmente di sistemi di accumulo di energia; il prosumer e il consumer – l'ulteriore evoluzione - oltre a produrre l'energia e utilizzarla per il proprio fabbisogno, sono in grado, attraverso l'integrazione di sistemi di accumulo e sistemi di generazione, di interfacciarsi

con altre utenze e definire un percorso di condivisione dell'energia. Attraverso la User Story si è definito questo processo.

1. INTRODUZIONE

Il presente deliverable è il rapporto tecnico di sviluppo sperimentale dell'azione realizzativa 7.5 dell'Obiettivo Realizzativo 7 del progetto PON "Community Energy Storage. Gestione aggregata di sistemi di accumulo di energia in Power Cloud" – acronimo **ComESto** – che prevede la modellazione e la valutazione di **Use Case** finalizzati a validare i servizi offerti dalla **Piattaforma ComESto** e le funzionalità di ogni soluzione tecnologica **sperimentata nel dimostratore** insieme alla **formalizzazione di user story** per la descrizione delle caratteristiche e delle funzionalità di entrambe, piattaforma e soluzione tecnologica, ponendoci dal punto di vista dell'utente finale attraverso le attività del dimostratorio che di fatto simula la community energy storage.

Obiettivi e metodo dell'azione realizzativa sono specificati nei paragrafi 1.1 e 1.2 del rapporto. Il paragrafo 2 è stato dedicato alla definizione degli scenari di riferimento finalizzati alla modellazione degli Use Case individuati (paragrafi 3.1, 3.2 e 3.3) e alla descrizione sintetica dei requisiti generali del servizio digitale offerto e del sistema ibrido che abilita la creazione della community energy storage – per un approfondimento si rimanda alla lettura dei deliverable dedicati sviluppati in ricerca industriale.

Il paragrafo 4 è stato dedicato alla formalizzazione di una User Story che dà conto del potenziale trasformativo per l'utenza del sistema tecnologico sviluppato.

Sebbene il lavoro sia frutto di un intenso lavoro di gruppo è doveroso sottolineare che gli aspetti tecnici sono stati in questa sede elaborati dal Dipartimento di Ingegneria Meccanica Energetica e Gestionale dell'Università della Calabria, da Evolvere Spa – Società Benefit, da Fondazione Bruno Kessler e Green Energy Storage; al Dipartimento di Scienze Politiche e Sociali dell'Università della Calabria è stato affidato il coordinamento dell'azione.

1.1. OBIETTIVI E FINALITÀ

La modellazione e la valutazione degli USE CASE individuati hanno lo scopo di validare i servizi offerti dalla Piattaforma ComESto e la funzionalità delle soluzioni tecnologiche introdotte e sperimentate all'interno del Dimostratore ComESto, anche attraverso la formalizzazione di user story.

1.2. METODO

Per sviluppare l'azione di ricerca si è scelto di definire un percorso metodologico – esplicitato nella modellazione e valutazione di specifici USE CASE e formalizzazione di USER STORY – finalizzato alla valutazione della risposta che le tecnologie e sistemi tecnologici proposti e sviluppati in ambito progettuale danno ad un qualsiasi utente rappresentato in questa sede dall'"utenza finale sperimentale" ubicata nell'area del campus dell'Università della Calabria.

L'analisi si è concentrata, infatti, sulla risposta che le tecnologie e i sistemi sviluppati sono state in grado di dare rispetto alle esigenze ed alle possibili richieste che provenienti da una utenza finale a partire dalle risultanze dell'utenza (finale) in sperimentazione nel dimostratorio che svolge di fatto la funzione della Community Energy Storage.

Tabella 1: Schema metodo

Modellazione	Finalità
<ul style="list-style-type: none"> • Modellazione puntuale attori <ul style="list-style-type: none"> ○ Interni ○ Esterni • Definizione (titolo) casi d'uso • Definizione degli scenari 	Specifica dei servizi che il sistema è in grado di fornire.

2. USE CASE SCENARIO

Nella **prima giornata** saranno considerate le previsioni di domanda (nanogrid con carichi elettrici), generazione (PV su cubo 6B e PV su cubo 44D) e stato dei sistemi di accumulo (nanogrid con accumulo). Sulla base di queste informazioni, la piattaforma calcola l'ottimizzazione della flessibilità interna e dello sbilanciamento eseguendo gli algoritmi che implementano il modello di mercato

In caso di previsione di eccesso di generazione da fonte rinnovabile (Forecasting di ENEA), tenuto conto delle previsioni circa domanda (forecasting di ENEA) e stato dei sistemi di accumulo, è pianificata (modello OFIS-DA) la ripartizione della generazione in eccesso tra i sistemi di accumulo del dimostratore, al fine di massimizzare l'autoconsumo collettivo, massimizzare i ricavi dei produttori della Comunità minimizzare i costi di approvvigionamento di energia elettrica dei consumatori della Comunità. Per fare ciò la piattaforma invia alle nanogrid munite di accumulo (nanogrid 1 e nanogrid 2 di Prosumer 1, nanogrid di consumer1) il profilo di potenza che esse - il giorno dopo - scambieranno con la rete.

Output della prima giornata tipo è, dunque, il profilo di generazione e di domanda della Comunità nonché i profili dei sistemi di accumulo, in forma aggregata ma distinti per tecnologia (es. un profilo per tutti i sistemi a batterie al litio, un profilo per tutti i sistemi di accumulo ad idrogeno, etc), i profili di potenza scambiata da ciascuna nanogrid con la rete elettrica. La sovrapposizione di tutti questi profili restituisce il profilo complessivo della Comunità.

Ulteriore output della giornata tipo sono le quantità di energia da acquistare/vendere sul mercato elettrico.

(Analoghe considerazioni possono essere facilmente dedotte per il caso di previsione di sotto generazione).

Nella **seconda giornata** tipo l'operatore gestisce il dimostratore in tempo reale, ora per ora, al fine di compensare gli scostamenti tra i profili programmati il giorno prima ed i profili misurati. Nel fare ciò, la piattaforma regola il funzionamento delle risorse flessibili che hanno opportuna velocità di risposta (modello OFIS-RT), caricando o scaricando sistemi di accumulo in base al loro tempo di risposta (supercapacitori di consumager 1 e 2, litio e biodiesel di prosumer 1, idrogeno di prosumer 1, ect).

Output della seconda giornata tipo è, dunque, il profilo dei sistemi di accumulo, in forma aggregata ma distinti per tecnologia (es. un profilo per tutti i sistemi a batterie al litio, un profilo per tutti i sistemi di accumulo ad idrogeno, etc) ed i profili di potenza scambiata dalle tre nanogrid con sistema di accumulo (nanogrid 1 e nanogrid 2 di Prosumer 1, nanogrid di consumer1) con la rete elettrica.

Il modello di mercato ideato in OR5 include anche la fornitura di servizi ancillari al DSO o TSO; il processo di erogazione del servizio è gestito totalmente dall'aggregatore nella sua qualità di *Flexibility Service Provider* (FSP) per i servizi al DSO e di *Balancing Service Provider* (BSP) per i servizi al TSO.

2.1. REQUISITI GENERALI DEL SERVIZIO DIGITALE OFFERTO

Il servizio digitale offerto è un tool HD-SW a servizio dell'aggregatore e che consiste in una piattaforma cloud che ha una struttura a microservizi. Grazie alla piattaforma, l'aggregatore monitora e controlla la comunità, raccoglie ed elabora informazioni mediante algoritmi di ottimizzazione, comunica a ciascuna nanogrid il profilo della potenza scambiata con la rete elettrica di distribuzione al fine di ottimizzare il funzionamento della comunità stessa. In tal senso, la piattaforma riceve e conserva i dati di misura, generazione e domanda per come inviati dai dispositivi di campo e dalle nanogrid, gestisce le code dei messaggi, esegue la diagnostica dei servizi, crea un elenco cronologico di tutti gli eventi su un server centrale. Inoltre, la piattaforma integra servizi esterni ovvero servizi forniti da terze parti come, ad esempio, il servizio di previsione della domanda di utenti residenziali e il servizio di previsione della producibilità di impianti alimentati da fonti rinnovabili (sole e venti). Tra i microservizi di maggiore rilievo è opportuno citare OFIS-DA che ottimizza la flessibilità interna e lo sbilanciamento tra domanda e generazione di energia elettrica in fase di pianificazione, OFIS-RT che corregge in tempo reale i profili di immissione e prelievo per come calcolati dal microservizio OFIS-DA, DRPG che suddivide e ripartisce la soluzione restituita da OFIS-DA e OFIS-RT tra le nanogrid.

2.2. REQUISITI GENERALI DELLA COMUNITA'

La comunità ComESto è rappresentata per mezzo di un dimostratore che è stato costruito allo scopo di sperimentare e validare le soluzioni tecnologiche, i modelli e gli algoritmi che sono stati restituiti dalle attività di Ricerca Industriale del progetto ComESto. Il dimostratore si compone principalmente di sei nanogrid e di una piattaforma cloud per come configurate e descritte in D7.2. Ciascuna nanogrid possiede almeno un sistema di accumulo; in particolare, sono stati complessivamente integrati tre sistemi di accumulo con batterie agli ioni di litio, un sistema di accumulo a biodiesel, un sistema di accumulo ad idrogeno, due sistemi di accumulo con supercapacitori. Tre delle sei nanogrid integrano sistemi di generazione: due impianti fotovoltaici, un gruppo elettrogeno alimentato a biodiesel, una cella a combustibile. Ciascuna nanogrid alimenta carichi elettrici che, quando controllati, riproducono in tempo reale la curva di prelievo misurata presso utenti residenziali reali.

3. USE CASE INDIVIDUATI

Gli USE CASE individuati sono in totale 3 (tre), due afferiscono alla piattaforma ComESto e uno alla comunità, ovvero ai sistemi integrati con la DC-nanoGrid che definiscono i nodi del Dimostratore.

3.1. LA PIATTAFORMA COMESTO NELLA SUA OPERATIVITÀ DAY AHEAD

Descrizione: lo scopo della operatività day ahead è la scelta ottimale del funzionamento (carica /scarica) dei sistemi di accumulo distribuiti a servizio della comunità

Attore/i Primario/i: Gestore, Utente, Operatore di rete

Attore secondario: DC nanoGrid

Scenario Principale: Previsioni di domanda e generazione (microservizio MIRAI)

Livello principale: Piattaforma

Livello locale: DC-nanoGrid

Target: aumento della quota di energia rinnovabile auto-consumata dalla Comunità

Caso d'uso CODICE PC (01)	NOME del caso d'uso Operatività Day Ahead	DATA RILASCIO
		Versione 1.00.000
DESCRIZIONE	Obiettivo è dimostrare che il profilo di carica/scarica stabilito dal modello OFIS-DA, in funzione delle previsioni della producibilità e della domanda, massimizzi la quota di energia rinnovabile autoconsumata dalla Comunità	
PRIORITA'	Alta	
DURATA	24 ore, il giorno prima per il giorno dopo	
ATTORE PRIMARIO	Gestore	
	Interesse economico ed ambientale	
ATTORI SECONDARI	DC-nanoGrid	
	Interesse economico ed ambientale	
PRECONDIZIONI	La presenza di overgeneration (eccesso di produzione rispetto alla domanda)	
GARANZIE	MINIME: incremento del 20% dell'autoconsumo rispetto al caso di assenza di sistemi di accumulo distribuiti	
	SUCCESSO: incremento del 50% dell'autoconsumo rispetto al caso di assenza di sistemi di accumulo distribuiti	
AVVIO	Periodico, con previsione di overgeneration per il giorno successivo	
SCENARIO PRINCIPALE		
1	Previsioni di domanda e generazione (microservizio MIRAI)	
2	Calcolo di over e under generation	
3	Carica dei sistemi di accumulo per la ripartizione della overgeneration (OFIS-DA)	
4	Scarica dei sistemi di accumulo per la ripartizione della undergeneration (OFIS-DA)	
5	Ripartizione di profili di aggregati tra le nanogrid (DRPG)	
PRIMO SCENARIO ALTERNATIVO		
1.1	Generazione di serie temporali che riproducono la produzione di energia da fonte solare e il consumo di energia elettrica di abitazioni residenziali (microservizio SIMU)	
LIVELLO PRINCIPALE		
5	Piattaforma	
LIVELLO LOCAL		
5.1	DC-nanoGrid	
KPI DI RIFERIMENTO		
6	Accuratezza delle previsioni, riduzione del picco di carico, riduzione delle emissioni di CO2, aumento della quota di energia rinnovabile autoconsumata dalla comunità e dal singolo utente, aumento della	

	hosting capacity della rete di distribuzione, riduzione del costo sostenuto dalla comunità per l'acquisto dell'energia elettrica e l'incremento dei margini di profitto.
TARGET	
7	Riduzione CO2: 20 kg/giorno Autoconsumo: incremento del 50% dell'autoconsumo rispetto al caso di assenza di sistemi di accumulo distribuiti. Hosting capacity: riduzione energia immessa nella rete elettrica del 50% Riduzione costo: riduzione del 70% Profitti: incremento 50%

3.2. LA PIATTAFORMA COMESTO NELLA SUA OPERATIVITÀ IN TEMPO REALE

Descrizione: lo scopo della operatività in tempo reale è la scelta ottimale del funzionamento (carica /scarica) dei sistemi di accumulo distribuiti a servizio della comunità per compensare gli sbilanciamenti

Attore/i Primario/i: Gestore, Utente, Operatore di rete

Attore secondario: DC nanoGrid

Scenario Principale: Calcolo dello sbilanciamento (OFIS-RT)

Livello principale: Piattaforma

Livello locale: DC-nanoGrid

Target: riduzione degli scostamenti tra il profilo aggregato stabilito in fase di pianificazione ed il profilo aggregato reale

Caso d'uso CODICE PC (02)	NOME del caso d'uso Operatività in Real Time	DATA RILASCIO
		Versione 1.00.000
DESCRIZIONE	Obiettivo è dimostrare che la carica/scarica dei sistemi di accumulo - stabilita il giorno prima dal modello OFIS-DA - possa essere opportunamente modificata in tempo reale così da ridurre gli scostamenti tra il profilo aggregato pianificato ed il profilo aggregato misurato, riducendo i relativi costi di sbilanciamento.	
PRIORITA'	Alta	
DURATA	Oraria	
ATTORE PRIMARIO	Gestore	
	Economico	
ATTORI SECONDARI	DC nanoGrid	
	Economico	
PRECONDIZIONI	Esistenza di uno sbilanciamento	
GARANZIE	MINIME: compensazione oraria del 10%	
	SUCCESSO: compensazione oraria del 50%	
AVVIO	Periodico	
SCENARIO PRINCIPALE		
1	Calcolo dello sbilanciamento (OFIS-RT)	
2	Modifica dei profili di carica/scarica dei sistemi di accumulo	
3	Ripartizione di profili di aggregati tra le nanogrid (DRPG)	
4	Attuazione locale per ciascuna nanogrid	

LIVELLO PRINCIPALE	
5	Piattaforma
LIVELLO LOCALE	
5.1	DC-nanoGrid
KPI DI RIFERIMENTO	
6	sbilanciamento tra il profilo aggregato stabilito in fase di pianificazione ed il profilo aggregato reale
TARGET	
7	Sbilanciamento orario: compensazione maggiore del 10%

3.3. OTTIMIZZAZIONE DEI COSTI E DELLE EMISSIONI DI CO₂ A LIVELLO DI SINGOLO UTENTE

Descrizione: Questo use case ha lo scopo di dimostrare che la Nanogrid con il suo sistema di controllo e gestione delle risorse di generazione, di accumulo e dei carichi basato su logica DBS, è in grado di massimizzare l'uso della produzione locale con riduzione della spesa energetica e dell'impatto in termini di CO₂ a livello di singolo utente.

Attore/i Primario/i: Utente/DC nanoGrid

Attore secondario: Operatori di rete (TSO/DSO)

Scenario Principale: La NG si attiva gestendo le proprie risorse interne per massimizzare l'uso dell'energia da fonte rinnovabile per soddisfare il proprio carico giornaliero.

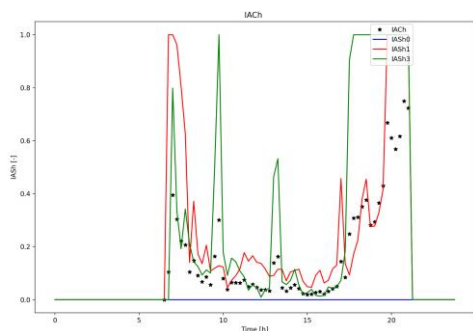
Scenario Secondario: -

Livello Locale: DC nanoGrid

Caso d'uso CODICE NG (03)	OTTIMIZZAZIONE DEI COSTI E DELLE EMISSIONI DI CO ₂ A LIVELLO DI SINGOLO UTENTE	DATA RILASCIO
		Versione 1.00.000
DESCRIZIONE	Questo use case ha lo scopo di dimostrare che la Nanogrid con il suo sistema di controllo e gestione delle risorse di generazione, di accumulo e dei carichi basato su logica DBS, è in grado di massimizzare l'uso della produzione locale con riduzione della spesa energetica e dell'impatto in termini di CO ₂ a livello di singolo utente.	
PRIORITA'	Alta	
DURATA	Periodica, oraria	
ATTORE PRIMARIO	Utente/DC nanoGrid	
	Interesse economico	
ATTORI SECONDARI	Operatori di rete (TSO/DSO)	
	Interesse tecnico di sistema ed economico	
PRECONDIZIONI	Presenza di RES generation e/o di capacità di accumulo	
GARANZIE	MINIME: autoconsumo locale (orario, mensile, giornaliero) (IAS)>15%;	
	SUCCESSO: autoconsumo locale (orario, mensile, giornaliero) (IAS)<70%;	
AVVIO	Presenza di Consumo locale	
SCENARIO PRINCIPALE		
1	Misura della produzione, della domanda e dello stato di carica dell'accumulo	
2	Attivazione della logica di controllo DBS	

3	Valutazione delle prestazioni
4	Correzione del controllo
PRIMO SCENARIO ALTERNATIVO	
1.1	Nel caso di default del controllo bypass della logica DBS
LIVELLO LOCALE	
5	DC nanoGrid
KPI DI RIFERIMENTO	
6	Indice di autoconsumo locale (orario, mensile, giornaliero) (IAS);
TARGET	
7	IAS _i < 70% ¹

¹ Per quanto riguarda l'IAS facendo una media dell'andamento di questo indice per il prosumager 1 e 3 risulta essere del 18-23 % nella giornata del 06/06.



4. USER STORY

Le User Story rappresentano una pratica Agile, utilizzata soprattutto in Scrum², per “catturare” le esigenze degli utenti esprimendo in maniera generale, non dettagliata, caratteristiche, funzioni e requisiti per il prodotto da realizzare. L’obiettivo della User Story è stato la definizione dei requisiti delle tecnologie abilitanti proposte, partendo dall’individuazione delle desiderate di un ipotetico *User Member* della comunità COMESTO.

L’urgenza di definire la transizione energetica sulla base di principi di sostenibilità ambientale, sociale ed economica, assicurando allo stesso tempo la sicurezza dell’approvvigionamento, spinge sempre di più verso la creazione di nuovi modelli di autoproduzione/autoconsumo diffuso, basati sull’accumulo distribuito, a livello di edificio/distretto/comunità che non solo facciano da stimolo ad una maggiore penetrazione delle fonti rinnovabili nel sistema energetico, ma tengano anche conto delle esigenze di equilibrio della rete di distribuzione favorendone la resilienza. Una transizione che mette al centro l’utente finale che, attraverso i suoi comportamenti e l’interazione con le tecnologie, può diventare attore consapevole del cambiamento. Una azione che si traduce nella nascita di nuove categorie: il prosumer che oltre a produrre l’energia la utilizza anche per soddisfare il proprio fabbisogno dotandosi, eventualmente di sistemi di accumulo di energia; il prosumer e il consumer – l’ulteriore evoluzione - oltre a produrre l’energia e utilizzarla per il proprio fabbisogno, sono in grado, attraverso l’integrazione di sistemi di accumulo e sistemi di generazione, di interfacciarsi con altre utenze e definire un percorso di condivisione dell’energia. Quindi un convenzionale consumer può diventare un “utente evoluto” se gli vengono fornite le tecnologie abilitanti necessarie per rispondere alle tre esigenze principali individuate:

- 1) conoscenza dei propri consumi – monitoraggio (Smart Meter);
- 2) consapevolezza dell’impatto ambientale e dei costi energetici associati ai propri consumi – analisi (Smart Meter);
- 3) controllo dei propri consumi e coordinamento con le proprie risorse energetiche – Gestione (DC Nanogrid);
- 4) condivisione della risorsa energia – creazione di una comunità energetica (Piattaforma Comesto).

La DC-nanoGrid, che di fatto si propone come tecnologia abilitante allo sviluppo e alla diffusione delle Comunità Energetiche Rinnovabili, è sistema di coordinamento e gestione dei carichi elettrici in grado di integrare differenti sistemi di generazione da fonti rinnovabile e sistemi di accumulo di diversa tipologia (convenzionale, batterie a litio, batterie a flusso, supercapacitor, e non convenzionale,

² Metodo Agile sviluppato da Ken Schwaber e Jeff Sutherland, è uno dei metodi agili più apprezzati nello sviluppo web. Si basa sui presupposti che: 1. un progetto complesso non può essere né anticipato né completamente pianificato; 2. la sua gestione richiede un minimo di flessibilità per poter integrare facilmente i cambiamenti nella pianificazione iniziale. Le User Stories rappresentano la prima fase dello sviluppo del metodo.

accumulo a idrogeno, accumulo idrico, accumulo termico, V2G, Biodiesel prodotto da oli da cucina esausti) con i carichi dell'utenza finale e la rete di distribuzione.

L'integrazione con un sistema di metering evoluto consente la comunicazione con la Piattaforma ComESTo che a sua volta permette il monitoraggio e la gestione – su diverse scale temporali - della produzione e del consumo all'interno di aggregazioni o comunità energetiche e di concretizzare investimenti congiunti nella realizzazione di impianti energetici rinnovabili.

L'integrazione e l'interazione permettono di abilitare una nuova generazione di prosumers in grado di aggregarsi in modelli di autoproduzione/autoconsumo di energia rinnovabile e aprire la strada ad una fattiva condivisione dell'energia prodotta all'interno delle comunità energetiche rinnovabili.

I benefici derivati sono:

- Massimizzazione dell'autoconsumo all'interno della comunità
- Ottimale gestione dei carichi
- Stimolo alla cooperazione tra utenti
- Ottimizzazione della pianificazione della rete elettrica di distribuzione
- Offerta di servizi di flessibilità
- Minori investimenti sulla Rete
- Aumento della hosting capacity della rete di distribuzione che favorisce un aumento della penetrazione delle FER.

L'utente da semplice consumatore (Fig. 1) che usa solo la rete per i suoi bisogni energetici diventa un consumatore consapevole attraverso l'integrazione di uno Smart Meter (Fig. 2).

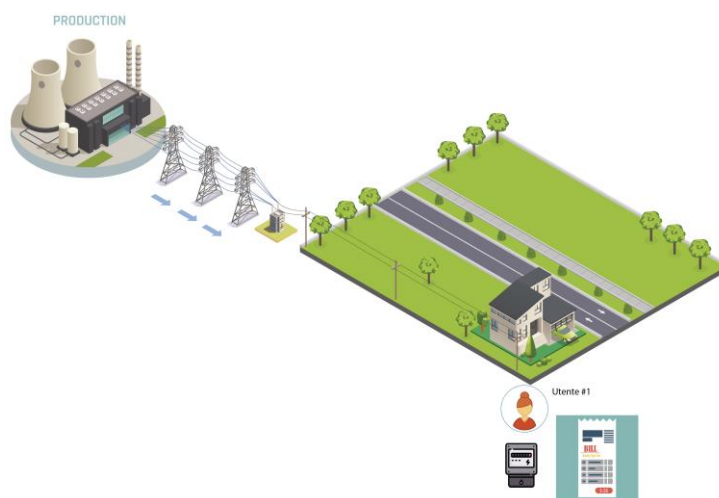


Figura 1: Utente Consumatore



Figura 2: Utente dotato di Smart Meter

Dalla conoscenza e dalla consapevolezza dei propri consumi, diventa un utente attivo (prosumer, prosumager o consumager) attraverso l'integrazione di un proprio impianto di generazione da fonte rinnovabile e/o di un sistema di accumulo convenzionale o non convenzionale (Fig. 3).

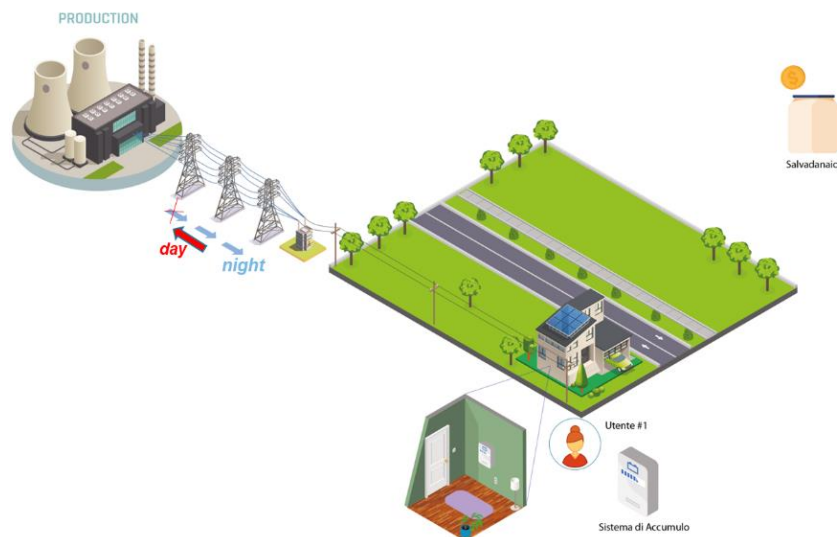


Figura 3: Utente Attivo

Integrando la DC Nanogrid, viene data la possibilità all'utente attivo di poter controllare e coordinare i propri consumi e le proprie risorse energetiche per ridurre la propria spesa energetica e l'impatto ambientale (Fig. 4)

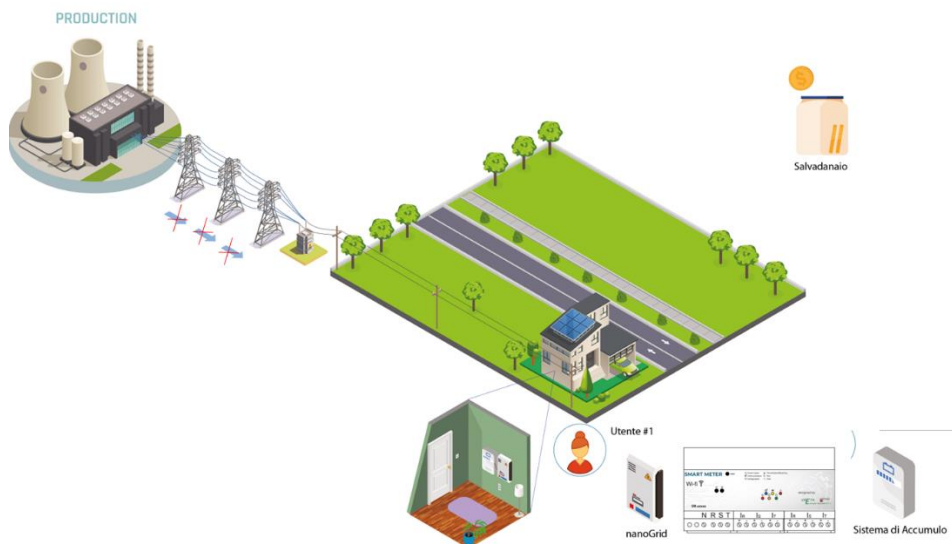


Figura 4: Utente dotato di DC-nanoGrid

Infine, attraverso la piattaforma COMESTO, si rende l'utente attivo un utente evoluto capace di interfacciarsi con altre utenze e definire un percorso di accumulo distribuito e condivisione dell'energia che produce (Fig. 5). In questo modo si è raggiunto l'obiettivo di un pieno coinvolgimento dei cittadini, per trasformarli in attori principali, piuttosto che ritagliare per loro il semplice ruolo di comparse (NEW DEAL) in grado collaborare per produrre, consumare e gestire a prezzi accessibili l'energia.

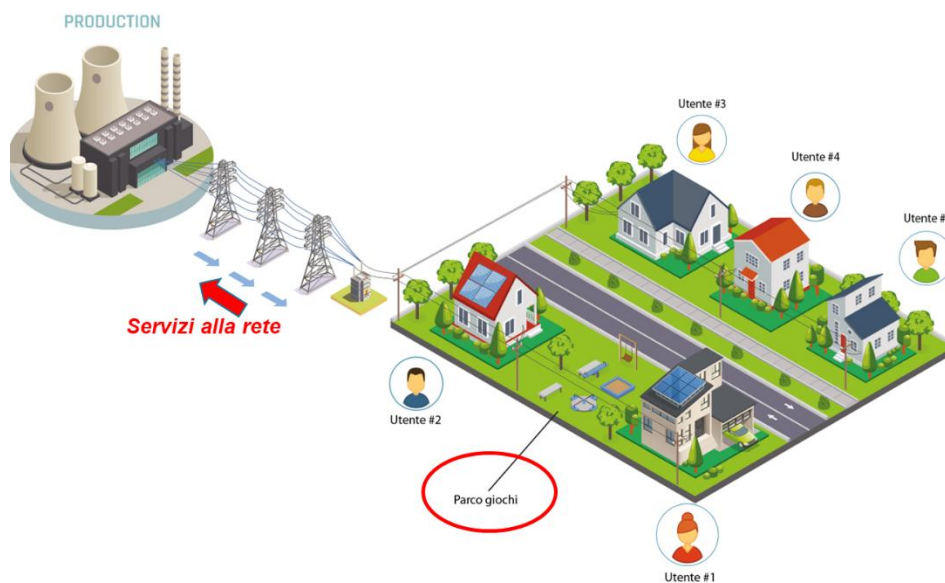


Figura 5: Utente Evoluto

5. CONCLUSIONI

Al fine di portare avanti l'attività, inserita nell'Obiettivo Realizzativo 7 di sviluppo sperimentale del progetto ComESto, a partire da uno scenario definito attraverso due giornate tipo, sono stati modellati tre casi d'uso – due dedicati alla piattaforma di gestione dell'aggregato e uno definito sulla base delle funzionalità della DC-nanoGrid, e del sistema ibrido promosso, in termini di ottimizzazione dei costi e di emissioni di CO₂ a livello di singolo utente.

L'obiettivo del **primo caso d'uso** individuato – ovvero, l'operatività *day ahead* della Piattaforma ComESto ha l'obiettivo di dimostrare che il profilo di carica/scarica stabilito dal **modello OFIS-DA** massimizza la quota di energia rinnovabile auto-consumata dalla comunità in presenza di previsione di *Over Generation*.

Il range delle "Garanzie" si muove tra un minimo del 20% ed un massimo del 50% di autoconsumo rispetto al caso di assenza di sistemi di accumulo distribuito.

Il caso d'uso ci permette affermare che c'è una riduzione delle emissioni di 20 kg/giorno di CO₂ in atmosfera; un incremento del 50% dell'autoconsumo all'interno della comunità rispetto al caso di assenza di sistemi di accumulo distribuiti; una riduzione del 50% dell'energia immessa in rete a fronte di una riduzione dei costi del 70% e un aumento dei profitti del 50%.

Il **secondo caso d'uso** è stato modellato a partire dall'operatività in tempo reale della piattaforma finalizzata alla compensazione degli sbilanciamenti. L'obiettivo è dimostrare che la carica/scarica dei sistemi di accumulo - stabilita il giorno prima dal modello OFIS-DA - può essere opportunamente modificata in tempo reale così da ridurre gli scostamenti tra il profilo aggregato pianificato ed il profilo aggregato misurato, riducendo i relativi costi di sbilanciamento. In caso di sbilanciamento orario la risposta è una compensazione maggiore del 10% (soddisfacendo così la "garanzia minima").

Il **terzo caso d'uso** è stato finalizzato a dimostrare che la DC-nanoGrid con il suo sistema di controllo e gestione delle risorse di generazione, di accumulo e dei carichi basato su logica DBS, è in grado di massimizzare l'uso della produzione locale con riduzione della spesa energetica e dell'impatto in termini di CO₂ a livello di singolo utente.

Attraverso la formulazione della User Story diamo conto del potenziale trasformativo dell'utenza derivato dall'utilizzo del sistema ibrido che permette una evoluzione dello stesso in una posizione "attiva" rispetto al sistema energetico e, di fatto, si propone come tecnologia abilitante delle Comunità Energetiche Rinnovabili (CER).