



Progetto finanziato con fondi *POR FESR 2014/2020 - ASSE PRIORITARIO I "RICERCA SCIENTIFICA, SVILUPPO TECNOLOGICO E INNOVAZIONE.*

REPORT R.1.2

Progetto di ricerca: "SMARTPOLYGEN – Sviluppo di microreti polienergetiche intelligenti"

Titolo Report: Architettura della Microrete del Progetto SMARTPOLYGEN

Responsabile scientifico progetto: Emilio Ghiani (emilio.ghiani@unica.it)

Componenti del gruppo di ricerca: Gianni Celli, Giuditta Pisano, Fabrizio Pilo

Borsisti di ricerca: A. Contu, G. Demurtas, S. Deserra, D. Lenzi, A. Giordano

1 Generalità sul progetto di sperimentazione

1.1 Ambito e finalità

Il progetto denominato "SMARTPOLYGEN" riguarda il trasferimento tecnologico al territorio delle conoscenze e attività di ricerca del gruppo di lavoro impegnato nel progetto in relazione allo sviluppo e implementazione di soluzioni per la produzione di energia elettrica in isole polienergetiche stand alone e connesse alla rete.

Il progetto è finalizzato alla realizzazione di un prototipo di Microrete intelligente e al miglioramento della gestione del processo di produzione e utilizzo dell'energia elettrica, in un'ottica di gestione rispondente al paradigma delle Smart Grid, nonché al trasferimento tecnologico delle competenze universitarie alle imprese del territorio che si occupano di sviluppo di microreti energetiche, nei diversi aspetti che le caratterizzano, tra cui la progettazione, la gestione e il controllo, l'installazione della componentistica e quadristica elettrica.

Le soluzioni individuate prevedono lo sviluppo di una microrete in grado di interconnettere mini-generatori alimentati da Fonti Rinnovabili (solare fotovoltaico, eolico, biomasse, trattamento e valorizzazione dei rifiuti, ecc.) e/o da Fonti Convenzionali (Gruppi Elettrogeni, unità di cogenerazione, ecc.), organizzate in Smart Microgrid e con applicazioni per Smart City e distretti energetici, secondo la visione del PEARS (Piano Energetico Ambientale della Regione Sardegna) 2015-2030.

Il progetto rappresenta completa e integra il progetto *SMEEA (Smart Microgrid per l'Efficienza Energetica nelle Aziende)* sviluppato all'interno del POR-FESR 2007-2013 della Regione Sardegna, che ha visto la realizzazione di un impianto pilota presso lo stabilimento della società Aentula s.r.l., costruttore di mini-aerogeneratori, in zona PIP del Comune di Terralba.



Fig. 1: Impianto pilota di Terralba (OR) - progetto *SMEEA*

Le dotazioni impiantistiche dell'impianto pilota di Terralba, nella disponibilità del DIEE, sono state utilizzate e reinstallate nel sito di sperimentazione nella Zona Artigianale del Comune di Siamaggiore (OR), presso SS 131 km 100.200, presso un'area messa a disposizione dall'azienda SHIFT, partner del progetto SMARTPOLYGEN.

2 Microrete sperimentale di Siamaggiore

A seguito della cessazione dell'azienda Aentula s.r.l. nell'anno 2017, con conseguente indisponibilità della precedente area oggetto di sperimentazione, si è reso necessario individuare una nuova area dove installare le apparecchiature della microrete e procedere l'attività di sperimentazione. La SHIFT s.p.a, ha reso disponibili gli spazi e i locali ove insediare le apparecchiature del nuovo impianto sperimentale.

L'impianto è situato nel lotto di proprietà di SHIFT s.p.a, utilizzando un locale originariamente destinato a polo tecnico e al momento inutilizzato.

L'ubicazione dell'impianto sperimentale è facilmente raggiungibile dalla SS 131, permettendo di dare adeguata visibilità al progetto per le imprese di tutta la Sardegna.



UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale



REPUBBLICA ITALIANA



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



SARDIGNA CHIRCAS
SARDEGNA RICERCHE

2.2 Obiettivi Generali

Di seguito gli obiettivi generali raggiunti:

- 1) Completamento delle dotazioni della Microrete esistente, sviluppata con il precedente finanziamento P.O.R. FESR 2007-2013.
- 2) Sviluppo di algoritmi, modelli e sistemi di controllo e regolazione, per sistemi di Microreti per funzionamento in isola e/o connesse alla rete.
- 3) Presentazione del funzionamento delle Microreti alle imprese partner con partecipazione alla sperimentazione sul campo con annessi eventi di formazione tecnica.

Obiettivo Generale 1

Con il presente progetto sono state acquisite e sono nella disponibilità del DIEE, pertanto utilizzate nella suddetta sperimentazione, le seguenti strutture, impianti e apparecchiature:

1. Impianto Fotovoltaico su pensilina completo da 9 kWp, così composto:

- N. 36 moduli Fotovoltaici in silicio policristallino da 250 Wp/cad., marca Kiotosolar, mod. KPV PE NEC, per una potenza complessiva di picco pari a $36 \times 250 = 9000$ Wp.

La pensilina è del tipo in acciaio zincato, la quale garantisce il sostegno ai moduli FV.

Costruita da Profilsider s.p.a., ha dimensioni in pianta di circa 12.70 x 5.00 m, con altezze di 2.10/3.20 m (tilt $\approx 13^\circ$) e risulta sfruttabile come parcheggio coperto per la sosta di N.4 autovetture.



UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale



REPUBBLICA ITALIANA



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



SARDIGNA CHIRCAS
SARDEGNA RICERCHE



Fig. 2.1: Pensilina fotovoltaica

2. Sistema inverter, così composto:

- N.1 Inverter SMA da 9 kW; modello Sunny Tripower 8000 TL, conforme CEI 0-21.



Fig. 2.2: Inverter SMA da 9 kW

- N.1 Quadro elettrico di campo, per il sezionamento delle stringhe sul lato corrente continua.



Fig. 2.3: Quadro elettrico di campo

3. Sistema di accumulo composto da:

- Storage elettrochimico, marca Pylontech, modello SC0500, capacità di 14.4 kWh
- N.1 Inverter/carica batterie, marca Solax Power, modello X3- Hybrid 10.0T OnGrid, Potenza 10 kW



Fig. 2.4: Sistema di accumulo

4. Quadro elettrico generale della Microrete, di parallelo e monitoraggio dei mini-generatori. Il quadro elettrico comprende interruttori automatici di protezione, multimetri di rilevamento dei parametri di rete e un PLC industriale della Rockwell Automation.



Fig. 2.5: Quadro elettrico generale con dettaglio PLC

Il PLC (controllore di logica programmabile), rappresenta l'elemento più importante nel quadro elettrico generale, è dotato di opportune interfacce di ingresso e uscita, è atto all'elaborazione e acquisizione di segnali, l'acquisizione viene fatta attraverso ingressi digitali e uscite digitali assieme ai relè che comandano i vari componenti della Microrete. In aggiunta si hanno due sonde di temperatura, legate al boiler ed una scheda di comunicazione Monobast LTU che permette di inviare al sistema di controllo, tutti i dati che vengono inviati dagli elementi multifunzione installati nel quadro generale.

5. Carico variabile

- N°1 carico variabile, che essendo dotato di più resistenze permette di simulare il funzionamento di un carico reale.



Fig. 2.6: carico variabile

Lo stesso è costituito da selettori che rappresentano dei carichi variabili (sia di potenza attiva che potenza reattiva), i quali possono essere azionati manualmente oppure da remoto.

6. Convertitore statico

- N°1 convertitore statico, che rappresenta un elemento fondamentale, del tipo AC/DC/AC, il quale accoppiato ad un generatore a giri variabili, permette di simulare il comportamento aleatorio di erogazione di un mini-generatore alimentato da qualsivoglia fonte non programmabile (generatore eolico o da biomasse o da gassificazione rifiuti, ecc.).



Fig. 2.7: Convertitore statico con elementi di dettaglio

7. Gruppo elettrogeno

- N°1 gruppo elettrogeno da 11 kVA, a giri variabili, con erogazione di tensione e frequenza variabile.

Nello specifico tale sistema simula la generazione di un sistema eolico.



Fig. 2.8: Gruppo elettrogeno da 11 kVA

Il sistema è infatti dotato di un sistema di accelerazione manuale che consente di aumentare la velocità del gruppo elettrogeno e la potenza prodotta, al fine di simulare i repentini incrementi di produzione di un tipico impianto minieolico.

8. Gruppo elettrogeno

- N°1 gruppo elettrogeno da 20 kVA a giri costanti (generatore da fonti convenzionali della Microrete isolata), con regolazione automatica dell'erogazione, mediante un regolatore di frequenza e potenza. Il GE permette inoltre di fornire un riferimento di tensione alla microrete quando quest'ultima funziona in Isola intenzionale.



UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale



REPUBBLICA ITALIANA



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



SARDIGNA CIRCAS
SARDEGNA RICERCHE



Fig. 2.9: Gruppo elettrogeno da 20 kVA

9. Boiler elettrico

- N°1 Compensatore termico da 10 kW; costituito dal prototipo di un boiler con tre resistenze il quale permette di produrre acqua calda, risulta connesso alla Microrete con relè statici, comandati automaticamente da un PLC in funzione dei parametri di rete (tensione e frequenza), in grado di assorbire istantaneamente l'eccesso della produzione rispetto al carico dell'utenza, stabilizzando l'assetto della rete, senza dover ricorrere alla limitazione forzata della produzione delle Fonti non Programmabili (eolico, solare e/o altro).



Fig. 2.10: Prototipo boiler custom

La produzione di calore rappresenta un valore aggiunto importante, specie per le isole stand alone in zone isolate, pertanto tale boiler può integrarsi con il calore prodotto dai generatori con motori endotermici alimentati da biomasse e/o da rifiuti.

10. Trasmissione dati

- N°1 Sistema wireless per la trasmissione dei dati e controllo a distanza della Microrete



Fig. 2.11: Sistema wireless

Attraverso la rete Ethernet il PLC scambia dati con il sistema di supervisione e controllo FactoryTalkView Site Edition di Rockwell Automation. Anche il software di sviluppo è stato scelto di standard industriale per garantire affidabilità e prestazioni, oltre che per sfruttare le vaste librerie di driver di comunicazione, oggetti grafici, database, faceplate ecc. già integrati nel sistema SCADA.

12. Sistema di ricarica

- N°1 Sistema di ricarica per veicoli elettrici



UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale



REPUBBLICA ITALIANA



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



SARDIGNA CHIRCAS
SARDEGNA RICERCHE

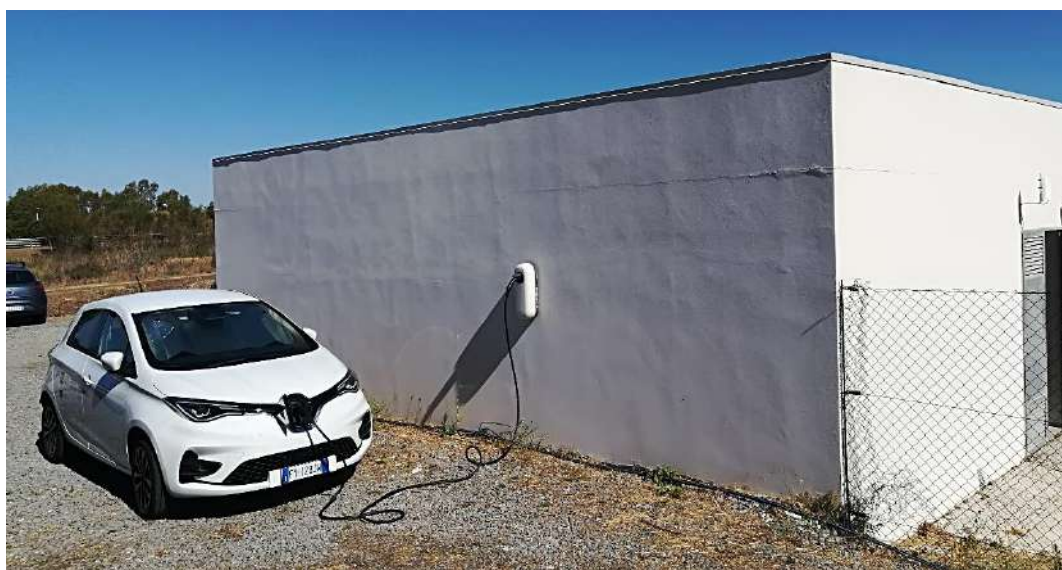


Fig. 2.12: Sistema ricarica veicoli elettrici

11. Collegamento tra rete pubblica e Microrete

- N°1 Sistema accoppiatore + trasformatore in configurazione triangolo stella , tale da consentire la connessione/disconnessione sincronizzata della Microrete alla rete pubblica.

Il collegamento, tra rete pubblica e Microrete, si prevedeva fosse predisposto attraverso l'uso di un interruttore statico costituito da un doppio inverter AFE-AFE (Active Front End) bidirezionale, controllabile e pilotabile per assolvere ai servizi di rete (Sharing on Demand della potenza attiva e Gestione della potenza Reattiva).

Tuttavia, per ragioni di costi tale sistema statico di accoppiamento non è stato approvvigionato con il budget associato al presente progetto.

Per tale motivo nella fase di sperimentazione è stato installato un teleruttore asservito da un relè di sincronizzazione, opportunamente comandabile, in grado di connettere la Microrete alla rete pubblica solo in presenza delle condizioni di sincronismo (senso ciclico delle fasi e frequenza).

Sistema di supervisione e controllo (EMS)

La supervisione della Microrete è affidata ad un EMS (Electronic management system), controllabile mediante pc appositamente ubicato all'interno dei locali della Microrete.



UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale



REPUBBLICA ITALIANA



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



SARDIGNA CHIRCAS
SARDEGNA RICERCHE

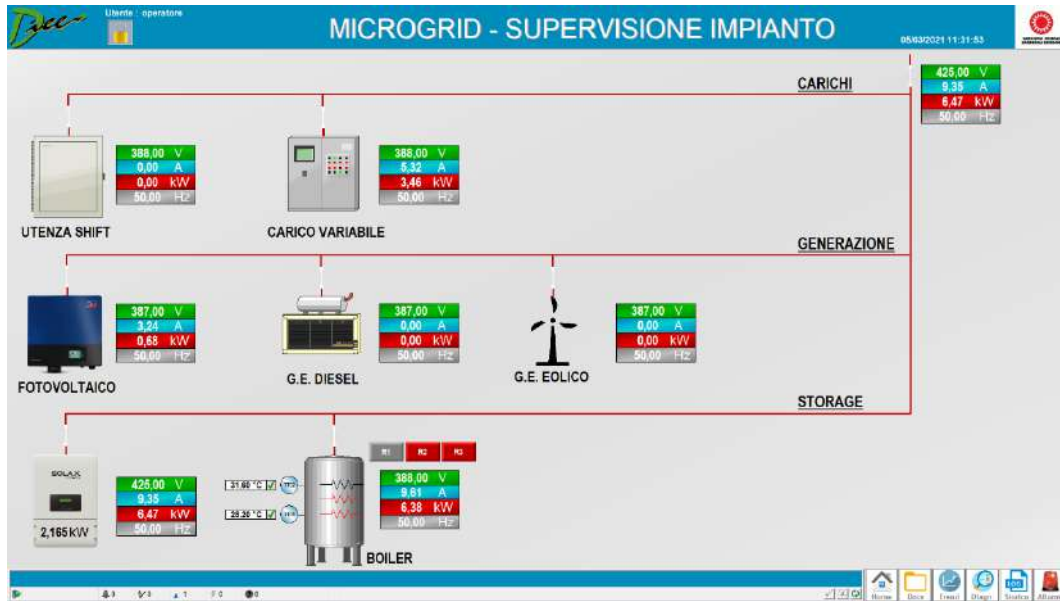


Fig. 2.13: Sistema di supervisione e controllo

Il sistema EMS è stato realizzato tramite l'utilizzo del software "Factory Talk View Site Edition" sviluppato dalla Rockwell Automation, un software di tipo industriale utilizzato in svariati ambiti. L'EMS è stato collegato al PLC e agli altri componenti installati sul quadro generale, permettendo di visualizzare su schermo i dati acquisiti dal PLC.

Oltre a monitorare il funzionamento della Microrete, l'EMS permette di registrare i dati e fornire un datalog delle misure effettuate, oltre a fornire schermate a video degli andamenti temporali delle varie grandezze.



UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale



REPUBBLICA ITALIANA



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



SARDIGNA CHIRCAS
SARDEGNA RICERCHE

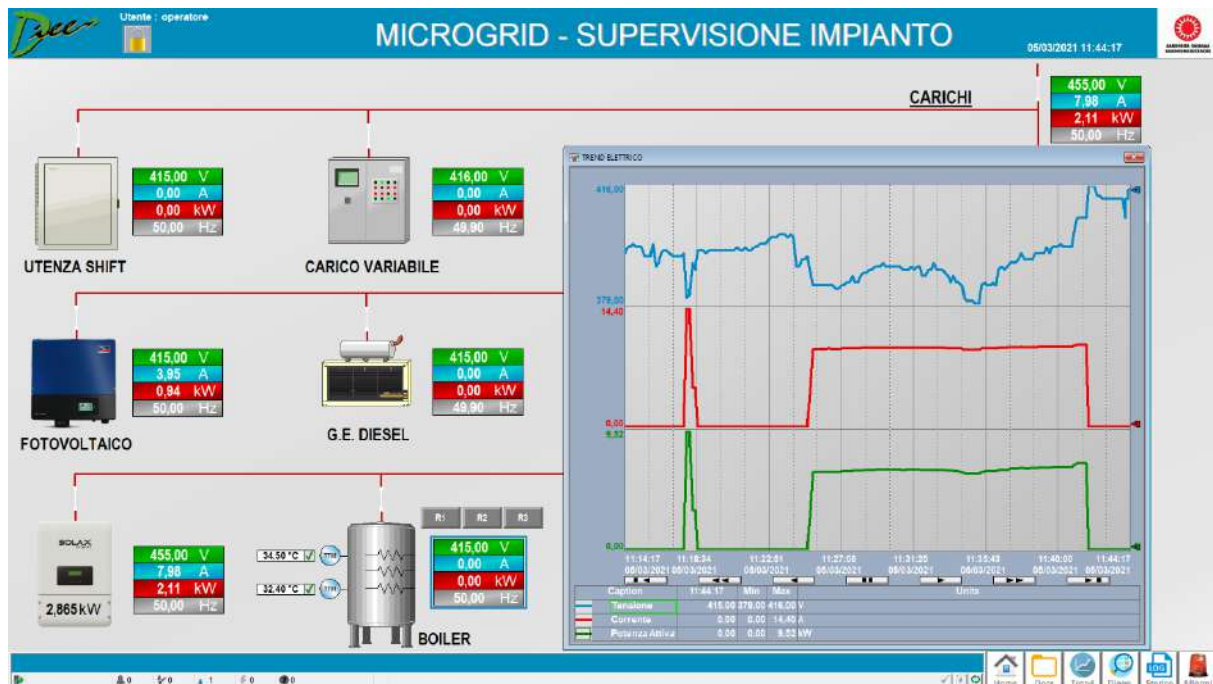


Fig. 2.14: Sistema di supervisione e controllo (andamenti temporali delle grandezze misurate)

Le pagine grafiche del sistema di controllo della Microrete sono state organizzate in:

- Overview generale della Microrete e di tutte le misure/stati acquisiti dal sistema
- Pagina di Allarmi
- Storico Allarmi su DB Sql
- Pagina di Diagnostica Sistema
- Pagina con link alla documentazione di progetto
- Trend Real-Time e Storici di tutte le grandezze acquisite.

Obiettivo Generale 2

Lo sviluppo del progetto è ad alto carattere sperimentale ed è volto alla creazione di un sistema di monitoraggio, regolazione e controllo dei parametri di rete (tensione e frequenza), in grado di mostrare il funzionamento della Microrete in tempo reale con lo stato dei carichi, dei generatori e dell'interscambio di energia tra essi e la rete pubblica.

In particolare, si è sperimentato il funzionamento della Microrete/isola polienergetica nei quattro stati di funzionamento:

- Microrete connessa alla rete elettrica;
- Microrete in isola (con e senza gruppo elettrogeno);



UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale



REPUBBLICA ITALIANA



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



SARDIGNA CHIRCAS
SARDEGNA RICERCHE

- transizione verso il funzionamento in isola;
- transizione verso la connessione alla rete elettrica.

Obiettivo Generale 3

La presente Microrete viene utilizzata come banco di prova per l'inserimento di una pluralità di fonti energetiche: Eolica, Fotovoltaica, da generatori con motori endotermici alimentati da combustibili fossili tradizionali e/o da biomasse e/o da rifiuti. Va inoltre sottolineato che la presente Microrete è del tipo ibrido, pertanto è stata utilizzata come banco di prova e sperimentazione sia dei sistemi di controllo/regolazione che dei sistemi di generazione innovativi, messi a disposizione dalle aziende partner del progetto. Sono inoltre stati pianificati dei momenti di incontro fra i ricercatori ed i tecnici delle imprese per illustrare l'avanzamento delle attività della sperimentazione, delle problematiche affrontate e delle tecniche di risoluzione attuate.

3 Architettura Microrete sperimentale

L'architettura di impianto di seguito riportata è stata concepita nel rispetto dei seguenti vincoli:

1. Utilizzo del punto di connessione alla rete pubblica BT (POD), con potenza disponibile di 10 kW trifase, posto in capo alla società SHIFT s.p.a.
2. Utilizzo delle utenze elettriche della società SHIFT s.p.a., quale carico reale, con profilo legato alle esigenze aziendali.
3. Connessione a termini dettati dal TICA (D.ARG/elt 99/08 e s.m.i.) dell'impianto FV da 9.00 kWp sul POD dell'utenza SHIFT, con attivazione della convenzione per Scambio Sul Posto.
4. Possibilità di sperimentazione in isola stand alone, con generazione principale della mini-rete originata tramite il Gruppo Elettrogeno da 20 kVA a regolazione automatica.
5. Possibilità di sperimentazione dell'isola di generazione nella soluzione ibrida off/on grid, escludendo (in via generale) il generatore diesel a regolazione automatica.
6. Possibilità di associare la produzione del generatore FV alla Microrete (durante le fasi di sperimentazione) o all'impianto di utenza alimentato da rete pubblica, in assenza di sperimentazione.
7. Possibilità di alimentare le utenze aziendali dalla rete pubblica e dalla Microrete, evitando ogni sorta di disservizio durante le operazioni di sperimentazione.

I precedenti punti sono fondamentali per studiare la Microrete nelle diverse condizioni di sperimentazione.

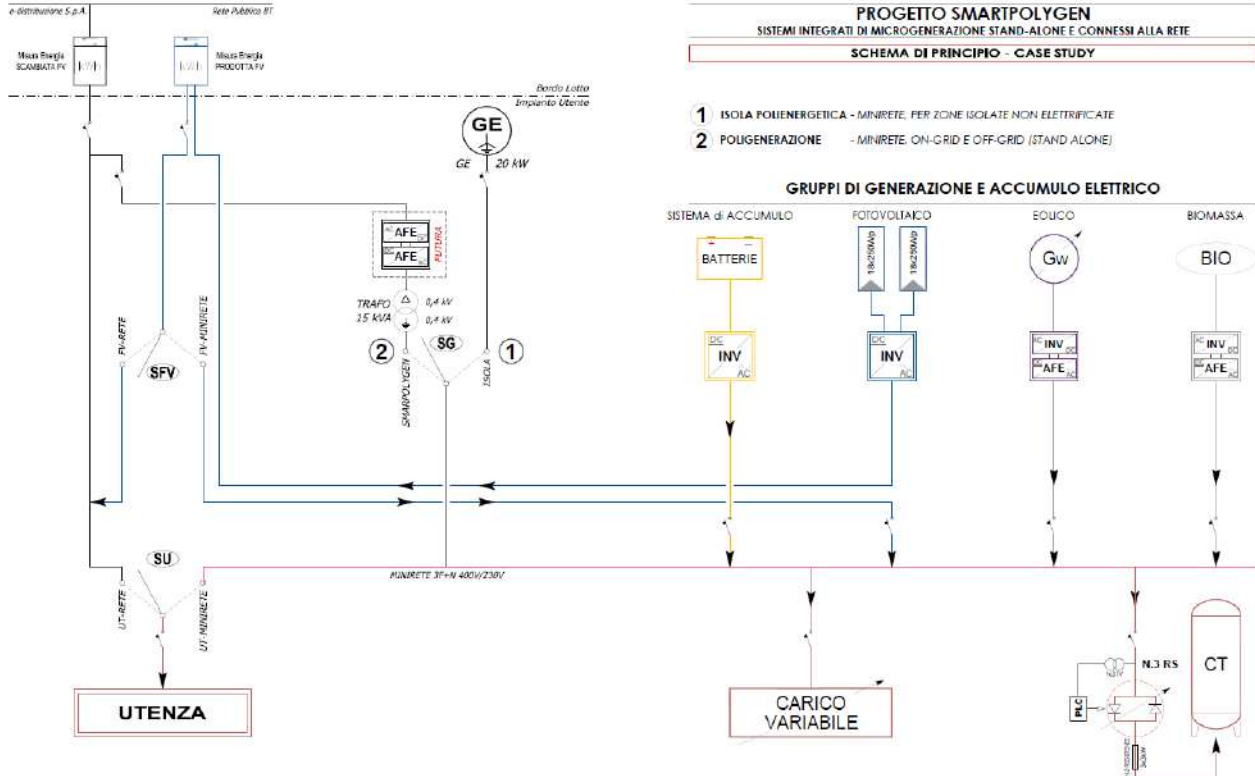


Fig. 3: Schema della Microrete con utilizzo di interruttore statico AFE-AFE bidirezionale

In Fig. 3, viene schematizzata la Microrete con l'utilizzo di un interruttore statico del tipo AFE-AFE bidirezionale.



UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale



REPUBBLICA ITALIANA



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



SARDIGNA CHIRCAS
SARDEGNA RICERCHE

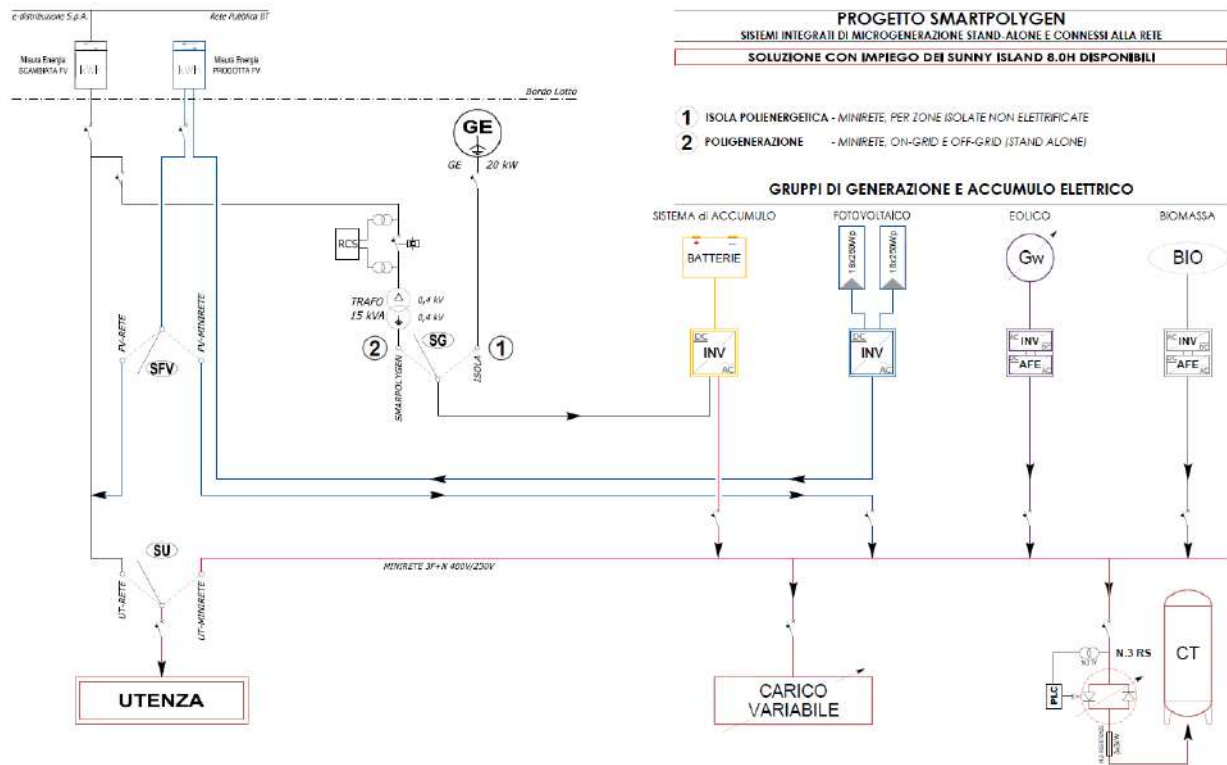


Fig. 3.1: Schema della Microrete con teleruttore asservito da relè di sincronismo

In Fig. 3.1, viene rappresentato lo schema della Microrete con teleruttore asservito da relè di sincronismo.

Nel rispetto dei vincoli imposti dal contesto di installazione, sono presenti nell'impianto N°3 selettori manuali interbloccati, con le seguenti funzioni:

1. SG - Selettore Generale

Tale selettore permette la sperimentazione della Microrete nelle due modalità principali e distinte:

1. Isola con generazione principale da gruppo elettrogeno con propria regolazione automatica.
2. Microrete off/on grid per autoproduzione e per servizi di rete, con accumulatori elettrici.

2. SFV - Selettore GFV

Tale selettore permette di connettere il Generatore FV alla Microrete durante le fasi di sperimentazione, o alla utenza/rete pubblica in assenza di sperimentazione; in entrambe le modalità di funzionamento l'energia prodotta dal GFV è sempre misurata dal Contatore di Produzione, il quale è installato da E-Distribuzione a lato del contatore di Scambio.

3. SU - Selettore Utenza

Tale selettore permette di connettere l'utenza aziendale sia alla rete pubblica (funzionamento normale) sia alla Microrete ai fini della sperimentazione.

La connessione alla rete pubblica evita la possibilità di creare disservizi all'utenza durante le fasi di sperimentazione.

Ai fini della modalità della sperimentazione 2 – Microrete off/on grid, la Microrete è collegata alla rete pubblica attraverso un teleruttore (controllabile da relè di sincronismo) trifase senza neutro. Il trasformatore in configurazione triangolo/stella, con stella sul lato della Microrete, permette la creazione del neutro di sistema per alimentazione di utenze trifase e monofase.

Si ha così la possibilità di effettuare la sperimentazione su carichi squilibrati.

Ai fini della sicurezza la configurazione della Microrete in tale modalità sarà del tipo TN, come definito al punto 312.2.1 delle norme CEI 64.8.

Di seguito viene rappresentata la configurazione finale della Microrete, ovvero come si presenta nello stato di fatto. Con i vari componenti secondo quanto descritto in precedenza.

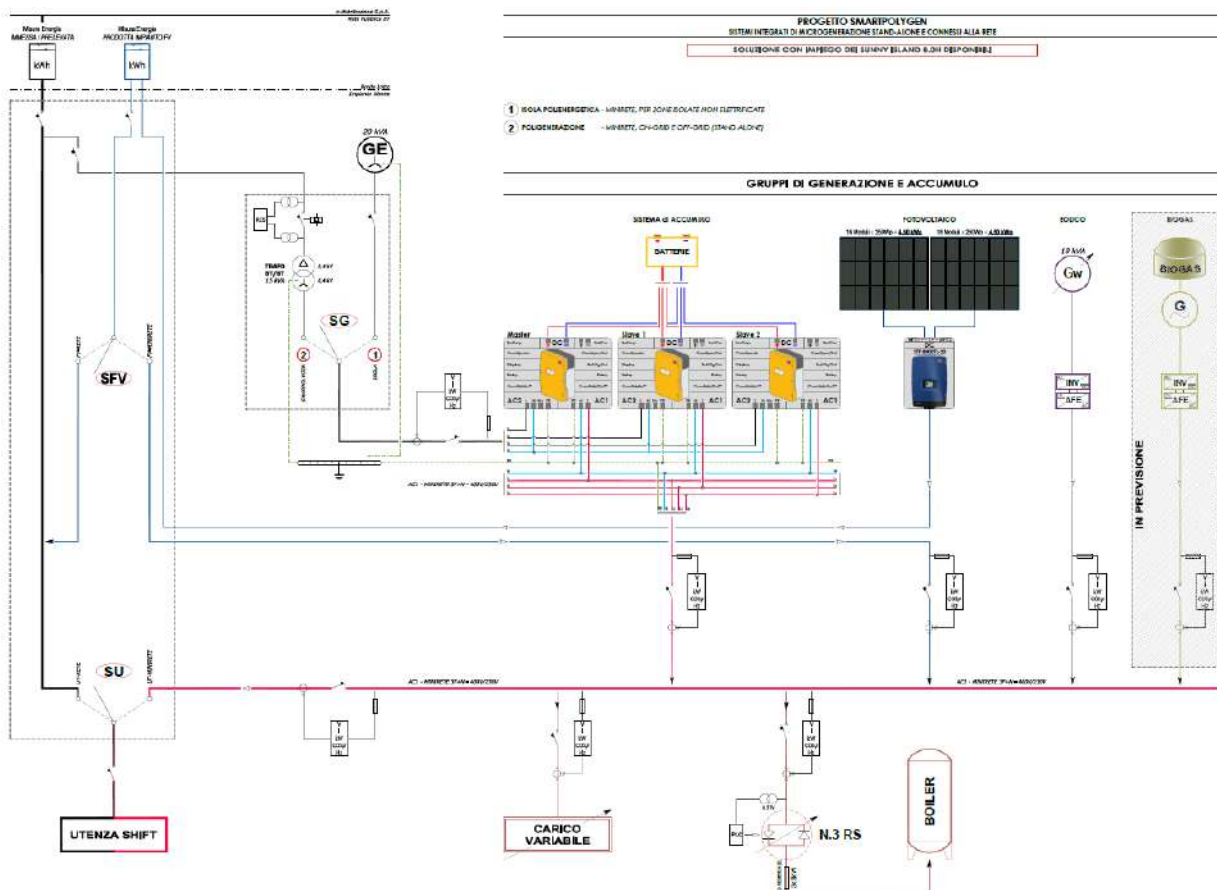


Fig. 3.2: Schema della Microrete stato di fatto



UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale



REPUBBLICA ITALIANA



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



SARDIGNA CHIRCAS
SARDEGNA RICERCHE

4 Microreti oggetto di studio

Nello specifico si è andati a studiare due distinte tipologie di Microreti, ovvero due distinti casi di studio, ove è stata effettuata la sperimentazione.

1. Isola polienergetica – Microrete, per zone isolate non elettrificate, con generazione principale da Gruppo Elettrogeno a regolazione automatica, alimentato da fonti fossili e altri generatori alimentati da FER.
2. Poligenerazione – Microrete on-grid e off-grid (stand alone) per autoproduzione, asservita da accumulo e per servizi di rete.

Di seguito vengono descritti i due casi di studio:

1° Caso: Isola polienergetica – Microrete per zone isolate non elettrificate

Le caratteristiche di base di questo caso di studio sono:

- Assenza di rete pubblica; zone isolate non servite da elettrificazione.
- Necessità di costituire Microreti autonome, per servire utenze isolate a vario titolo: villaggi, presidi sanitari isolati, fattorie, pozzi, ecc.
- Presenza in sito di gruppi elettrogeni alimentati da fonti fossili.
- Presenza di risorse rinnovabili, solare, eolico, biomasse, rifiuti, ecc.

L'obiettivo principale di questo caso di studio è quello di studiare la Microrete attraverso l'impiego di un gruppo elettrogeno convenzionale, riducendo al minimo i consumi di gasolio tramite l'inserimento di mini-generatori alimentati da fonti rinnovabili e limitando al minimo (o escludendo) l'utilizzo di sistemi di accumulo per via del loro attuale costo elevato.

Le problematiche da affrontare sono legate alla regolazione e stabilizzazione dei parametri di rete in relazione ai carichi variabili (monofase e trifase), alla generazione non programmabile e in caso di guasti.

L'obiettivo della sperimentazione è pertanto quello di:

- individuare/regolamentare le caratteristiche, tecniche e dimensionali, dei mini-generatori da inserire nell'isola in funzione delle dimensioni preesistenti del gruppo elettrogeno e dei carichi;
- individuare/standardizzare le caratteristiche del sistema di monitoraggio (componentistica e punti di monitoraggio) dei parametri di rete (hardware di monitoraggio).



UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale



REPUBBLICA ITALIANA



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



SARDIGNA CHIRCAS
SARDEGNA RICERCHE

- elaborare/implementare un sistema software con algoritmi in grado di regolare i parametri di rete.

2° Caso: Microrete con pluralità di generatori da FER per funzionamento in isola off-grid (stand alone) e on-grid per servizi di rete.

Le caratteristiche di base di questo caso di studio sono:

- presenza di rete pubblica;
- presenza di risorse rinnovabili, solare, eolico, biomasse, rifiuti, ecc.;
- necessità di auto approvvigionamento energetico in aziende, edifici del terziario ecc. senza utilizzo di generatori da fonti fossili;
- accumulo elettrico di eccedenze energetiche generate dalle fonti FER non programmabili;
- scambio energetico con la rete da gestire in modo programmabile;
- integrazione dell'autoproduzione all'interno di distretti energetici territoriali.

Le problematiche affrontate sono pertanto diverse rispetto al caso 1 e, oltre alla regolazione e stabilizzazione dei parametri di rete, in relazione a carichi e alla generazione variabile nel funzionamento stand alone, sono volte alla erogazione di servizi di scambio energetico con la rete pubblica, nell'ambito della sperimentazione di distretti energetici territoriali.

L'obiettivo della sperimentazione è pertanto quello di:

- Integrare generatori da FER diverse all'interno della Microrete senza particolari vincoli di potenza.
- Individuare/standardizzare le caratteristiche del sistema di monitoraggio (componentistica e punti di monitoraggio) dei parametri della Microrete (hardware di monitoraggio) nel funzionamento in isola.
- Elaborare/implementare un sistema software con algoritmi in grado di regolare i parametri di rete nel funzionamento in isola.
- Individuare soluzioni controllabili di connessione/disconnessione dell'isola con la rete in relazione ad esigenze territoriali.
- Offrire servizi di rete all'interno del distretto energetico, con prelievo/erogazione di energia in relazione a esigenze territoriali.

L'architettura di controllo utilizzata per acquisire, elaborare e controllare i molteplici parametri di una Microrete si basa esclusivamente su hardware e software di sviluppo diffuso ampiamente nel

mondo industriale e che quindi prevede degli standard di affidabilità e prestazioni già consolidate e certificate nei processi industriali più complessi.

Nel dettaglio l'architettura di controllo si basa su un PLC industriale della Rockwell Automation (come già citato), leader mondiale nel settore automazione, serie CompactLogix. La scelta di un prodotto industriale non si basa solo sull'elevata capacità computazionale (cicli di scansione nell'ordine dei 5msec, gestione di multitask periodici/continui/ad evento) ma anche sulla elevata affidabilità. Ad esempio il range di temperature operative per il PLC della Microrete è di -20;+60°C consentendo l'installazione del quadro di controllo anche in situazioni climaticamente stressanti.

Il PLC della Microrete è dotato di opportuni ingressi/uscite digitali/analogiche per l'interfacciamento verso tutte le sonde, segnali e attuatori installati nella Microrete. Il PLC è inoltre dotato di porte di comunicazione Ethernet e porte seriali sulle quali sono incapsulati i più comuni protocolli di comunicazione di standard industriale, quali ad es. Modbus TCP, Ethernet/IP e Modbus RTU.

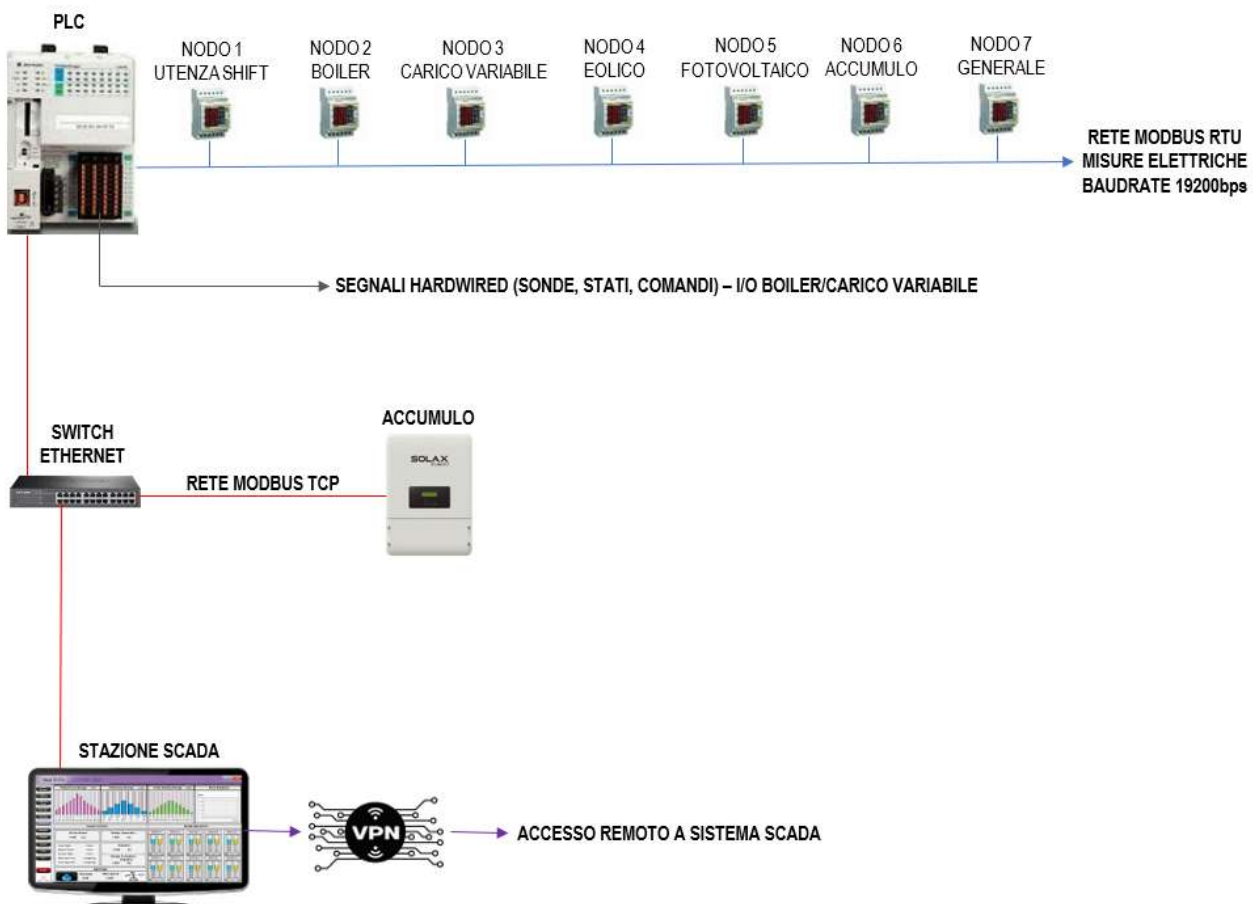


Figura 4 – Architettura Sistema di Controllo e Supervisione Microrete

Il protocollo seriale Modbus RTU, realizzato con doppino e resistenza di terminazione 120 Ohm (0.5W), consta di un master (il PLC) e di 7 slave (i multifunzione elettrici a monte di arrivo, carichi, generazione e storage). La rete ha una velocità di comunicazione di 19200 bps e una modalità di comunicazione a polling. Ogni richiesta del master viene aggiornata in un tempo medio di circa 100msec e pertanto l'aggiornamento delle misure elettriche ha un refresh approssimativo di 700msec. Questo è uno dei parametri fondamentali per la regolazione del sistema, poiché le transizioni elettriche sul sistema vengono quindi acquisite dal controllore in un tempo di poco inferiore al secondo e pertanto il loop di regolazione viene aggiornato alla fine del ciclo di polling sugli strumenti di misura.

I segnali hardwired cablati al PLC sono:

- Livello stato acqua all'interno del boiler (contatti digitali di minimo – medio – alto livello)
- N.2 Sonde di temperatura Acqua Boiler (termoresistenze/ingressi analogici)
- N.4 ingressi digitali relativi allo stato dei finecorsa (aperto/chiuso) delle elettrovalvole di ingresso/uscita acqua del Boiler
- N.3 uscite digitali che comandano N.3 resistenze del Boiler
- N. 12 uscite digitali che comandano inserimento/disinserimento dei 12 carichi variabili (in diverse taglie di kW e kVAR)

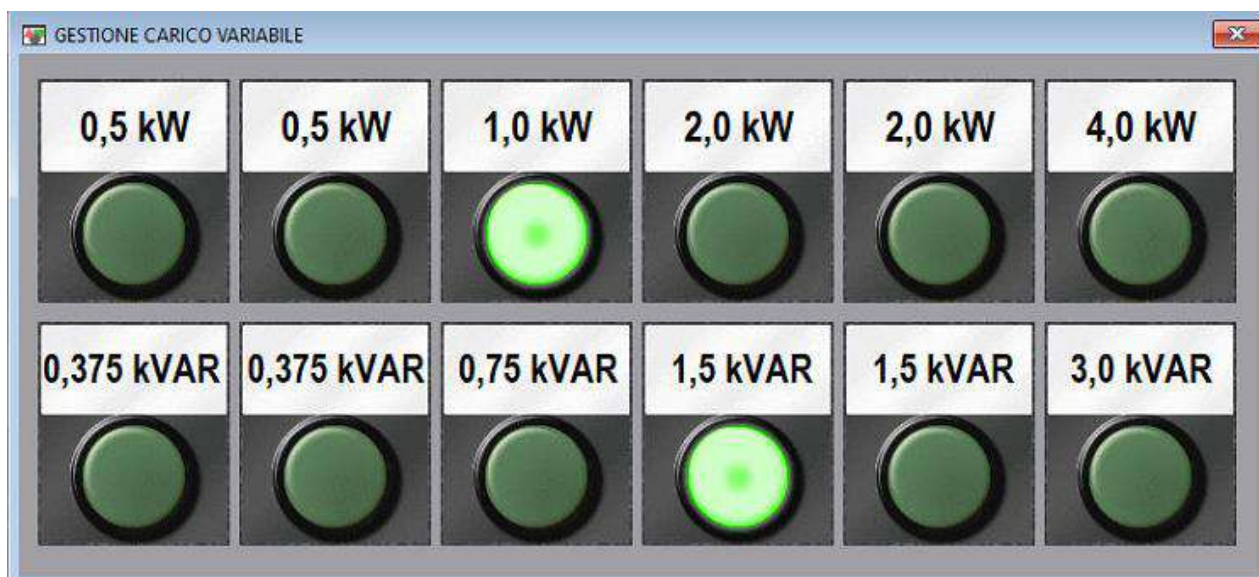


Figura 4.1 – Schermata SCADA relativa a gestione carichi variabili



UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale



REPUBBLICA ITALIANA



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



SARDIGNA CHIRCAS
SARDEGNA RICERCHE

La rete Modbus TCP è utilizzata per acquisire/gestire il sistema di accumulo Solax Power. Attraverso questo protocollo è infatti possibile acquisire tutti i parametri del sistema di accumulo (quali ad esempio percentuale di ricarica batteria, potenza istantanea, allarmi/blocchi, ecc.) sia per una storicizzazione completa dei dati di sistema e sia per la regolazione remota.