



# COMUNE DI SERRENTI

PROVINCIA DEL SUD SARDEGNA



REGIONE SARDEGNA

UNIONE EUROPEA



LAVORI PER INTERVENTI DA SVOLGERE PRESSO IL COMUNE DI SERRENTI NELL'AMBITO DELLA REALIZZAZIONE DI PROGETTI SPERIMENTALI DI RETI INTELLIGENTI NEI COMUNI DELLA SARDEGNA.

POR FESR Sardegna 2014/2020. Asse Prioritario IV "Energia sostenibile e qualità della vita". Azione 4.3.1. Attuazione D.G.R. n. 63/19 del 25.11.2016. Azioni per lo sviluppo di progetti sperimentali di reti intelligenti nei Comuni della Sardegna

## PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

### RELAZIONE GENERALE

All:

□ 1

scala :

VARIE

Data :

Novembre 2017

Aggiornamenti :

Collaborazione

Ing./P.I. Fabio Musio

Il sindaco :

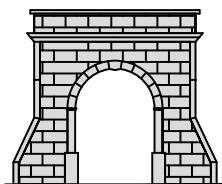
Dott. Mauro Tiddia

Il responsabile del procedimento :

Ing. Emanuela Musio

Il responsabile del servizio :

Ing. Alberto Atzeni



STUDIO TECNICO D'INGEGNERIA  
**ING. GIOVANNI MUSIO**  
**ING. FABIO MUSIO**  
SERRENTI VIA S. VITALIA N.112  
Tel.-Fax 0709159108  
Sito Web: [studiotecnicomusio.it](http://studiotecnicomusio.it)  
[Studiotecnicomusio@gmail.com](mailto:Studiotecnicomusio@gmail.com)

Progetto e direzione lavori  
**ING. GIOVANNI MUSIO**  
ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI CAGLIARI N. 1854



**COMUNE DI SERRENTI**

PROVINCIA DEL SUD SARDEGNA



**UNIONE EUROPEA**

**REGIONE SARDEGNA**



**LAVORI PER INTERVENTI DA SVOLGERE PRESSO IL COMUNE DI  
SERRENTI NELL'AMBITO DELLA REALIZZAZIONE DI PROGETTI  
SPERIMENTALI DI RETI INTELLIGENTI NEI COMUNI DELLA SARDEGNA  
(POR FESR Sardegna 2014/2020. Asse Prioritario IV "Energia sostenibile e qualità della vita".  
Azione 4.3.1. Attuazione D.G.R. n. 63/19 del 25.11.2016. Azioni per lo sviluppo di progetti  
sperimentali di reti intelligenti nei Comuni della Sardegna)**

## **RELAZIONE GENERALE**

### **PROGETTO DEFINITIVO-ESCLUSIVO**



**COMUNE DI SERRENTI**

VIA NAZIONALE N°182 09027 SERRENTI (VS)  
Tel.070915191 – Fax.0709159791 [WWW.comune.serrenti.ca.it](http://WWW.comune.serrenti.ca.it)

## Obbiettivi dell'intervento

Con il presente progetto esecutivo l'Amministrazione comunale di Serrenti intende realizzare nel complesso scuola media-teatro di via Gramsci interventi sperimentali di rete intelligente e rientrano nel piano di più ampio respiro di azioni rivolte al risparmio energetico attuate dall'amministrazione locale.

Le opere previste nel presente intervento hanno essere in attuazione del Bando POR FESR Sardegna 2014/2020. Asse Prioritario IV "Energia sostenibile e qualità della vita", Azione 4.3.1. Attuazione D.G.R. n. 63/19 del 25.11.2016. Azioni per lo sviluppo di progetti sperimentali di reti intelligenti nei Comuni della Sardegna.

Essi, infatti, costituiscono una prima azione dedicata all'ottimizzazione della produzione degli impianti rinnovabili comunali e alla massimizzazione dell'autoconsumo delle utenze pubbliche tramite l'utilizzo delle tecnologie smart grid e lo sviluppo di una micro-rete sperimentale tra più edifici pubblici.

Nello specifico quindi l'intervento mira non solo all'integrazione tra produzione e accumulo al fine di massimizzare l'autoconsumo di un singolo edificio pubblico ma anche alla predisposizione preliminare del sistema come primo punto di una micro-rete comunale che permetta di ottimizzare la gestione energetica elettrica della produzione di più impianti fotovoltaici, sistemi di accumulo e punti di consumo pubblici. Pertanto, l'intervento si configura come primo Smart Building comunale atto a integrare l'impianto fotovoltaico attualmente in esercizio presso il Teatro Comunale e la Scuola Media con un sistema di accumulo elettrochimico al litio per mezzo di un opportuno sistema di gestione dei flussi di energia elettrica al fine di realizzare gli obiettivi di autoconsumo e risparmio energetico previsti. In quest'ottica, l'intervento è stato valutato considerando il singolo impianto fotovoltaico ma privilegiando soluzioni di tipo "edificio intelligente" e prevedendo una predisposizione dei sistemi per una integrazione finale di più ampio respiro.

## Intervento previsto

Il presente intervento interessa l'impianto FV afferente ad un POD unico a cui sono collegati gli edifici comunali del Teatro e della Scuola Media, come rappresentato nella figura sotto riportata. La potenza impegnata di fornitura elettrica è pari a 100 kW e l'analisi dei consumi dell'energia elettrica del 2016 evidenzia un consumo complessivo di circa 28.930 kWh/anno, di cui il 35% attribuibile al Teatro e 65% alla Scuola Media. Il progetto sperimentale proposto risulta dunque particolarmente interessante in quanto permette di realizzare la massimizzazione dell'autoconsumo di due edifici pubblici con caratteristiche di consumo dell'energia elettrica temporalmente complementari. Infatti, le attività scolastiche sono svolte esclusivamente dal lunedì a sabato e prevalentemente nelle ore diurne, mentre il teatro è utilizzato nelle ore serali e notturne, con la maggior parte delle attività svolte durante i fine settimana. Inoltre, a differenza della scuola, chiusa nei mesi di luglio e agosto, il teatro può essere utilizzato durante tutti i mesi dell'anno.

Infine, dall'analisi dell'area comunale su cui si trovano i due edifici pubblici è evidente come tale intervento si possa facilmente configurare come il primo "Edificio Intelligente" di una futura micro-rete comunale scolastica/sportiva/ricreativa, composta sia dalla scuola media e dal teatro anche dalla Scuola Elementare (su cui è installato un ulteriore impianto fotovoltaico comunale da circa 20 kWp), dalla Scuola Materna, dalla Palestra comunale ed dal campo sportivo, che permetta di gestire in modo ottimo e efficiente i consumi e la produzione del sistema scolastico/sportivo comunale.

La progettazione e la realizzazione dell'intervento sono perciò particolarmente complesse in quanto devono tener conto di più variabili e dello svolgimento di attività particolari nell'area di interesse.

Nella progettazione esecutiva dell'intervento particolare attenzione è stata dedicata ai seguenti aspetti tecnici, che hanno comportato la risoluzione di alcune problematiche presenti:

- l'adeguamento dell'impianto fotovoltaico esistente, con la sostituzione degli inverter con altri del tipo ibrido in modo da consentire di implementazione con un sistema di accumulo e la messa in servizio di un sistema di gestione intelligente dei flussi di energia elettrica.
- lo sviluppo, l'installazione e la messa in servizio di un sistema di gestione intelligenti dei flussi di energia elettrica (Energy Management System – EMS) più complesso rispetto al caso di un singolo edificio comunale, in quanto deve consentire
- la predisposizione dell'EMS e dei sistemi elettrici integrati al fine di consentire lo sviluppo di una futura micro rete elettrica in seno al Comune di Serrenti nell'area scolastica, sportiva e ricreativa, come indicata in Fig.1;
- una limitazione delle aree interne alle due strutture a disposizione per l'installazione del sistema di accumulo e la necessità di realizzazione di strutture esterne adeguate ad ospitarle nel rispetto di tutte le normative vigenti in particolare quelle relative alle normative antincendio;



Figura 1 Area delle strutture comunali interessate alla micro-rete

Le opere previste nel presente intervento sono le seguenti:

## **SISTEMA DI ACCUMULO**

---

Il sistema di accumulo previsto è del tipo elettrochimico agli ioni di litio ad alte prestazioni con energia di accumulo di circa 40 kWh, giustificata dalle seguenti considerazioni.

Il sistema di storage previsto è del tipo elettrochimico agli ioni di litio alta tensione, contiene un modulo di controllo e moduli batteria collegati in serie per ottenere diversi tipi di tensioni di lavoro e capacità di accumulo.

Ciascun modulo batteria ha le seguenti caratteristiche:

- Tensione nominale 48 V
- Capacità nominale 50 Ah
- Corrente di carica/scarica max. 100 A

La taglia minima di accumulo è composta da un Controller e quattro moduli batteria fino a 9 moduli batteria per ogni taglia di inverter, corrispondenti ad una Energia di storage nominale di circa 20 kWh ed una potenza di circa 10 kW.

Nel presente intervento sono previsti n.2 sistemi di storage con 9 batterie ciascuna (uno per inverter da 10 kW presenti) come riportato nella figura seguente.

Alla base dei calcoli riportati nell'All.3 "Verifiche elettriche ..." si è fatto riferimento agli anni 2013-2014-2015 e in parte all'anno 2016 in quanto non significativo per un blocco ad un inverter per buona parte dell'anno. I risultati della elaborazione energetica ottenuti con l'accumulo di 40 kWh sono:

L'autoconsumo passa da 54,0% (media del triennio 2013-2015) e del 56,0% del 2015 all' 85,9% con un aumento del 30-32%, mentre l'autoalimentazione passa da 31,2% (media del triennio 2013-2015) e del 33,0% del 2015 al 51,4% con un aumento di circa il 20%, permettendo di conseguire ampiamente i risultati previsti dal bando regionale.

Questo indica che grazie all'accumulo si riesce a sfruttare (autoconsumo) circa il 86% dell'energia prodotta dal fotovoltaico e che si riesce ad autoalimentarsi (autoalimentazione) dal fotovoltaico circa 51,4% dell'energia elettrica consumata, portando ad un considerevole miglioramento delle spese per l'energia elettrica e ad una riduzione generale delle emissioni di CO<sub>2</sub>.

Nel prossimo intervento con l'estensione della microrete agli altri edifici previsti (Scuola materna, scuola elementare, palazzetto dello sport e campo sportivo) i parametri precedenti possono essere ulteriormente migliorati.

## **SISTEMA DI CONTROLLO E GESTIONE DELLA MICRO –RETE**

---

L'intervento prevede la realizzazione del sistema di gestione e controllo della micro-rete del complesso Teatro-Scuola Media con tutte le apparecchiature hardware, apparecchiature di acquisizione dati, cablaggi e software di gestione, nonché la predisposizione per consentire la facile integrazione del complesso oggetto dell'intervento come punto della micro-rete comunale a servizio della scuola media, del teatro comunale, del palazzetto dello sport, della scuola elementare, della

scuola materna e del campo sportivo, secondo lo schema di seguito rappresentato.

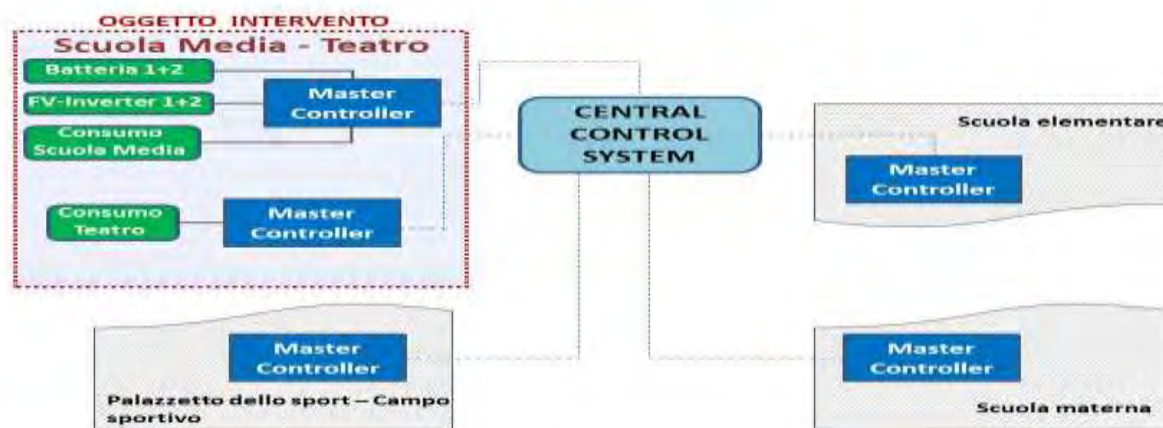


Figura 2. Schema di controllo della micro-rete comunale

- In particolare sono essere previsti:
- Piattaforma centrale di controllo e ottimizzazione
- Interfaccia di visualizzazione per gestione allarmistica, trend e report
- Unifilare di segnale e di alimentazione del sistema di controllo fornito
- Schema funzionale del sistema di controllo fornito
- Elenco con quantità e tipologia dei componenti
- Documentazione del sistema

Nel dettaglio si prevede quindi la realizzazione di un sistema hardware/software di controllo centralizzato (CCS, Central Control System) basato su un'architettura in grado di svolgere in modo integrato le funzioni di acquisizione/gestione e di creazione di un "data base" condiviso e distribuito tra i controllori e i supervisori di ciascun impianto di produzione, consumo e accumulo, e di gestire e controllare in modo ottimo i flussi energetici tra i vari punti della micro-rete, in maniera singola per la micro-rete di edificio e/o aggregata per la micro-rete comunale. Lo scopo principale è quello di massimizzare sia l'autoconsumo sia l'autarchia (autoalimentazione) a livello di micro-rete di singolo edificio e/o comunale (possibilità di selezionare gestione aggregata o su singolo edificio).

Il sistema dovrà essere quindi scalabile per consentire l'espansione dell'impianto aggiungendo nuovi controllori.

Il sistema dovrà essere costituito da :

- strumenti dedicati alle funzioni di comando, controllo e gestione della micro-rete
- strumenti dedicati all'acquisizione, elaborazione e smistamento dei dati (smart meters, interfacce seriali dedicate, interfacce di rete, rete LAN dedicata ecc.)
- piattaforma Cloud per la gestione centralizzata e ottimizzata dei flussi energetici a livello di micro-rete comunale (server cloud in cui risiedono le logiche di controllo e di ottimizzazione e di gestione dati)

- gateway di interfaccia tra i devices locali di edificio e il controllore centrale (gateway, connettori, interfacce, cavi e cavidotti necessari per l'interfacciamento tra gateway e smart meters e server di controllo centralizzato)

Tramite le interfacce utente, deve essere possibile costruire sinottici, grafici e tabelle delle misure acquisite, dei set-point inviati e dei flussi energetici per singolo device locale e per singolo MC con aggregazione selezionabile (giornaliera, settimanale, mensile, annua). I dati di dettaglio devono poter essere esportabili in formato .xls o .pdf o compatibile in modo da essere utilizzati per verificare il corretto funzionamento del sistema e per la redazione di report di dettaglio.

Deve inoltre essere possibile visualizzare degli indicatori di sintesi del funzionamento della micro-rete, quali gradi di autoconsumo, grado di autarchia, cicli carica/scarica batteria dalla messa in esercizio del sistema, curve di produzione dell'impianto fotovoltaico.

Gli algoritmi di ottimizzazione implementati nell'infrastruttura del CCS devono essere configurati in modo tale da massimizzare l'autoconsumo e l'autarchia della micro-rete dell'edificio scuola media-teatro, ma già predisposti per la massimizzazione delle stesse funzioni obiettivo a livello della micro-rete comunale. La possibilità di ottimizzare le funzioni obiettivo per complesso di edifici deve poter essere selezionabile dall'utente di volta in volta, in modo tale che ciascun edificio possa essere incluso o meno nell'algoritmo di ottimizzazione del CCS.

Le variabili minime in ingresso agli algoritmi di ottimizzazione a livello di micro-rete di edificio devono essere le seguenti:

- Produzione real-time impianto fotovoltaico;
- Consumo real-time scuola media;
- Consumo real-time teatro;
- Assorbimento/produzione real-time sistema di accumulo
- Previsioni delle condizioni metereologiche localizzate, per la previsione della produzione dell'impianto fotovoltaico
- Previsioni di consumo, basate su curve di apprendimento ottenute dalle misure di almeno un anno delle utenze di consumo dell'edificio. Tale input è quindi da ritenersi implementato al termine del primo anno di esercizio.

### **SOSTITUZIONE INVERTER, REVISIONE DELLE LINEE E DELLE APPARECCHIATURE DELL'IMPIANTO PV ESISTENTE**

Tra le azioni collegate all'intervento si segnala la necessità di intervenire con:

- la sostituzione degli inverter monofase esistenti, obsoleti e non compatibili con il sistema di accumulo e la gestione con la micro-rete prevista. Sono previsti n.2 inverter trifase di potenza 10 kW ciascuno del tipo ibrido idoneo anche alla gestione del sistema dell'accumulo e delle apparecchiature della micro-rete.
- Revisione delle stringhe dell'impianto PV esistente che andranno rimodulate in funzione dei parametri d'ingresso lato c.c. dell'inverter.

- Revisione dei quadri di stringa lato c.c. e di parallelo lato c.a. in funzione delle modifiche previste nel sistema fotovoltaico-accumulo.
- Revisione delle linee c.c. di stringa e della linee c.a. in funzione delle modifiche previste nel sistema elettrico dell'impianto FV-accumulo.

Si tratta di dispositivi direttamente connessi a garantire la funzionalità della micro rete e la sicurezza dell'edificio in presenza del sistema di accumulo elettrochimico.

Per le ulteriori specifiche tecniche e valutazioni sull'inverter ibrido e sui quadri di protezione si rimanda alla relazione tecnica specifica.

## **CASA DELL'ENERGIA "THE HOUSE OF ENERGY"**

L'intervento prevede la realizzazione di una nuova piccola struttura (circa 10 mq) da realizzare nel cortile della scuola media, dedicata appositamente a contenere tutte le apparecchiature indicate ai punti precedenti: inverter, accumulo, quadri di stringa e di parallelo, sistema di gestione della micro-rete.

Detta struttura è il nodo centrale per la gestione dei flussi energetici "the house of energy" casa dell'energia.

Ulteriore motivazione alla realizzazione della casa dell'energia è dovuta al fatto che le due strutture teatro e scuola media sono dotate di C.P.I. (D.P.R. 1 agosto 2011, n. 151) e grazie a questa struttura è possibile non dover avviare opere specifiche di prevenzione incendi ed una nuova pratica di Prevenzione Incendi per l'aggravio del preesistente livello del rischio incendio dell'attività, dovuta alla presenza all'interno del fabbricato delle apparecchiature dell'impianto fotovoltaico e di accumulo.

Si tratta di opere edili finalizzate a garantire la funzionalità e la sicurezza della micro-rete e dell'edificio in presenza di un sistema di accumulo elettrochimico.

Per le ulteriori specifiche tecniche e caratteristiche della casa dell'energia si rimanda alla relazione tecnica.

## **Elenco elaborati**

- AII.1 RELAZIONE GENERALE
- AII.2 RELAZIONE TECNICA E SPECIFICHE TECNICHE
- AII.3 CALCOLI ESECUTIVI DEGLI IMPIANTI E DELLE STRUTTURE
- AII.4 COMPUTO METRICO ESTIMATIVO
- AII.5 ELENCO PREZZI
- AII.6 ANALISI PREZZI
- AII.7 QUADRO ECONOMICO
- AII.8 CAPITOLATO SPECIALE DAPPALTO

|        |                                                                                                          |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AII.9  | SCHEMA DI CONTRATTO                                                                                      |
| AII.10 | CRONOPROGRAMMA                                                                                           |
| AII.11 | QUADRO DELL'INCIDENZA PERCENTUALE DELLA MANODOPERA                                                       |
| AII.12 | PIANO D'USO E MANUTENZIONE                                                                               |
| AII.13 | PSC E ALLEGATI AL PIANO DI SICUREZZA                                                                     |
| AII.14 | FASCILO DELL'OPERA                                                                                       |
| Tav.1  | INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO                                                                               |
| Tav.2  | PLANIMETRIA GENERALE SITUAZIONE ESISTENTE                                                                |
| Tav.3  | PLANIMETRIA GENERALE DELLE OPERE IN PROGETTO                                                             |
| Tav.4  | PLANIMETRIA LINEE ELETTRICHE IMPIANTO FV, ACCUMULO ED ELETTRICO CASA DELL'ENERGIA                        |
| Tav.5  | DISTRIBUZIONE ELETTRICA MULTIFILARE, SCHEMI QUADRI ELETTRICI E CARPENTERIE DELL' IMPIANTO FV ED ACCUMULO |
| Tav.6  | PLANIMETRIA, PROSPETTI E PARTICOLARI DELLA CASA DELL'ENERGIA                                             |

## Finanziamento

L'intervento previsto sarà realizzato completamente in un unico lotto funzionale e completamente fruibile alla fine dei lavori.

Il finanziamento degli interventi in oggetto è previsto attraverso le somme rese disponibili dal finanziamento RAS (POR FESR Sardegna 2014/2020. Asse Prioritario IV "Energia sostenibile e qualità della vita". Azione 4.3.1. Attuazione D.G.R. n. 63/19 del 25.11.2016. Azioni per lo sviluppo di progetti sperimentali di reti intelligenti nei Comuni della Sardegna).

**IL Tecnico Incaricato**  
**Ing. Giovanni Musio**

### **SOMMARIO**

|                                                                                                 |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>Obbiettivi dell'intervento</b>                                                               | <b>2</b> |
| <b>Intervento previsto</b>                                                                      | <b>2</b> |
| SISTEMA DI ACCUMULO                                                                             | 4        |
| SISTEMA DI CONTROLLO E GESTIONE DELLA MICRO –RETE                                               | 4        |
| SOSTITUZIONE INVERTER, REVISIONE DELLE LINEE E DELLE APPARECCHIATURE DELL'IMPIANTO PV ESISTENTE | 6        |
| CASA DELL'ENERGIA "THE HOUSE OF ENERGY"                                                         | 7        |
| <b>Elenco elaborati</b>                                                                         | <b>7</b> |
| <b>Finanziamento</b>                                                                            | <b>8</b> |