



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

CALCOLI ESECUTIVI DEGLI IMPIANTI E DELLE STRUTTURE

All:

03

scala :

VARIE

data :

Novembre 2017

aggiornamenti :

Collaborazione

Ing./P.I. Fabio Musio

Il sindaco :

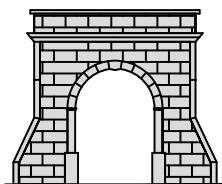
Dott. Mauro Tiddia

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
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)**

**CALCOLI ESECUTIVI DEGLI IMPIANTI
E DELLE STRUTTURE
PROGETTO DEFINITIVO-ESCLUSIVO**



COMUNE DI SERRENTI

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

VERIFICHE IMPIANTO FOTOVOLTAICO E STORAGE

Il generatore, classificato come “Generatore parz. integrato”, ha potenza pari a 19.80 kW e una produzione stimata di 29 400 kWh di energia annua, derivante da 90 moduli di potenza 220 Wp ciascuno, occupanti una superficie sulla copertura di circa 350 m².

Scheda tecnica impianto FV

Dati generali			
Posizionamento dei moduli	Non complanare alle superfici		
Struttura di sostegno	Fissa		
Inclinazione dei moduli (Tilt)	30°		
Orientazione dei moduli (Azimut)	0°		
Irradiazione solare annua sul piano dei moduli	1 780.74 kWh/m²		
Numero superfici disponibili	1		
Estensione totale disponibile	747.89 m²		
Estensione totale utilizzata	747.89 m²		
Potenza totale	19.800 kW		
Energia totale annua	29 650.12 kWh		
Dati tecnici			
Potenza totale	19.80 kW		
Numero totale moduli/Potenza (Wp)	90 (Esistenti non modificati)/220 Wp		
Numero totale inverter	2		
Prestazioni energetiche			
Energia totale annua	29.650 kWh		
Efficienza dell'impianto	1484,85 kWh/kW		
Analisi dei cavi in CC a monte degli inverter			
Tipo di isolante	FG21M21- tipo solare	Vm	665.40 V
Numero condotti caricati	2	Im	7.56 A
Numero circuiti raggruppati	3x2	Cadute di tensione	4.66 V
Temperatura ambiente	40 °C	Cadute di tensione	0.70 %
Lunghezza	80.0 m		
Sezione	6.0 mm²		
Configurazione inverter			
MPPT	Numero di moduli		Stringhe per modulo
1	30		2 x 15
2	15		1 x 15
inverter			
Marca – Modello	Solax - X-HYBRID-10T		
Numero totale	2		
Dimensionamento inverter (compreso tra 70 % e 120 %)	101.01 % (VERIFICATO)		
Tipo fase	Trifase		
Sistema di accumulo in c.c.			
Capacità accumulo x inverter (kWh)	20.00		
Capacità accumulo totale (kWh)	40.00		

Verifiche elettriche MPPT 2

Calcoli esecutivi degli impianti e delle strutture – Progetto definitivo- esecutivo – interventi da svolgere presso il comune di Serrenti nell'ambito della realizzazione di progetti sperimentali di reti intelligenti nei comuni della Sardegna - Studio Tecnico Ing.ⁿⁱ Musio Serrenti

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
V _m a 70 °C (349.22 V) maggiore di V _{mppt} min. (320.00 V)	VERIFICATO
V _m a -10 °C (499.85 V) minore di V _{mppt} max. (800.00 V)	VERIFICATO
TENSIONE MASSIMA	
V _{oc} a -10 °C (619.70 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	VERIFICATO
TENSIONE MASSIMA MODULO	
V _{oc} a -10 °C (619.70 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 000.00 V)	VERIFICATO
CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (16.32 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (23.00 A)	VERIFICATO

Verifiche elettriche MPPT 2

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
V _m a 70 °C (349.22 V) maggiore di V _{mppt} min. (320.00 V)	VERIFICATO
V _m a -10 °C (499.85 V) minore di V _{mppt} max. (800.00 V)	VERIFICATO
TENSIONE MASSIMA	
V _{oc} a -10 °C (619.70 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	VERIFICATO
TENSIONE MASSIMA MODULO	
V _{oc} a -10 °C (619.70 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 000.00 V)	VERIFICATO
CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (8.16 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (14.00 A)	VERIFICATO

Cavi

				Risultati		
Descrizione	Designazione	Sezione (mm²)	Lung. (m)	Corrente (A)	Portata (A)	Caduta di tensione (%)
Rete - Quadro generale	FG7R 0.6/1 kV	10.0	1.00	28.58	60.00	0.03
Quadro generale - Quadro fotovoltaico	FG7R 0.6/1 kV	10.0	1.00	28.58	60.00	0.03
Quadro fotovoltaico - I 1	FG7R 0.6/1 kV	10.0	1.00	14.29	60.00	0.02
I 1 - MPPT 1		6.0	1.00	15.20	38.00	0.03
I 1 - Quadro di campo 1	FG21M21	6.0	1.00	15.20	54.00	0.03
Quadro di campo 1 - S 1	FG21M21	6.0	1.00	7.60	54.00	0.01
Quadro di campo 1 - S 2	FG21M21	6.0	1.00	7.60	54.00	0.01
I 1 - MPPT 2		6.0	1.00	7.60	38.00	0.01
I 1 - Quadro di campo 2	FG21M21	6.0	1.00	7.60	54.00	0.01
Quadro di campo 2 - S 3	FG21M21	6.0	1.00	7.60	54.00	0.01
Quadro fotovoltaico - I 2	FG7R 0.6/1 kV	10.0	1.00	14.29	60.00	0.02
I 2 - MPPT 1		6.0	1.00	15.20	38.00	0.03
I 2 - Quadro di campo 3	FG21M21	6.0	1.00	15.20	54.00	0.03
Quadro di campo 3 - S 4	FG21M21	6.0	1.00	7.60	54.00	0.01

Calcoli esecutivi degli impianti e delle strutture – Progetto definitivo- esecutivo – interventi da svolgere presso il comune di Serrenti nell'ambito della realizzazione di progetti sperimentali di reti intelligenti nei comuni della Sardegna - Studio Tecnico Ing.ⁿⁱ Musio Serrenti

Quadro di campo 3 - S 5	FG21M21	6.0	1.00	7.60	54.00	0.01
I 2 - MPPT 2		6.0	1.00	7.60	38.00	0.01
I 2 - Quadro di campo 4	FG21M21	6.0	1.00	7.60	54.00	0.01
Quadro di campo 4 - S 6	FG21M21	6.0	1.00	7.60	54.00	0.01

Verifiche elettriche impianto storage

L'impianto storage scelto è costituito da n.2 armadi, uno per ciascun inverter, ciascuno con n.9 batterie agli ioni di litio.

Caratteristiche batterie:

Tensione nominale $V_n=48\text{ V}$
 Capacità nominale $C_n=50\text{ Ah}$
 Energia nominale $E_n=2,4\text{ kWh}$
 Depth of Discharge $DoD=80\%$ (10%-90%)
 Temperatura lavoro $0-50^\circ\text{C}$

Caratteristiche sistema accumulo:

Tensione nominale BS $V_n=48 \times 9=432\text{ V} \cong 400\text{ V}$ (Tensione ingresso BS inverter)
 Capacità nominale BS $C_n=50\text{ Ah}$
 Energia nominale BS $E_n=2,4 \times 9=21,6\text{ kWh} \times 2=43,2\text{ kWh}$
 Energia utile minima BS $E_n=21,6 \times 0,9=19,44\text{ kWh} \times 2=38,88\text{ kWh}$
 Corrente nominale carica/scarica $I_{nCS}=25\text{ A}$
 Corrente max carica/scarica $I_{mCS}=50\text{ A}$
 Efficienza $E_f=96\%$
 Cicli di vita $LC>6000$

Protezione usata per ciascun armadio batterie

Protezione magnetotermica c.c. $I_n=80\text{ A}$ 800Vcc tipo S802PV-S80 o equivalente
 Cavo tipo FG21M21, 0,9-1,5 kV, sezione $2 \times 1 \times 16\text{ mm}^2$ con $I_z=132\text{ A} \times 0,8=105,6\text{ A}$
 Con I_b lavoro $\max=50\text{ A}$ risulta soddisfatta la relazione $I_b \leq I_n \leq I_z$

VERIFICHE STRUTTURE CASA DELL'ENERGIA

Nelle verifiche ci si è attenuti alle disposizioni del D.M. del 9 gennaio 1996 /Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche", nonché a quelle del D.M. 16 gennaio 1996 "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".

Materiali e caratteristiche dimensionali

Solaio: laterocemento 16+4 con travetti prefabbricati F.S. con certificato d'origine

Dimensioni interne fabbricato $2,5 \times 4\text{ m}$
 Luce appoggio travetti $l=2,5\text{ m}$
 Interasse travetti $i=50\text{ cm}$
 Ferro: FE B44K non controllato $\rightarrow \sigma_{amm}=2200\text{ k/ cm}^2$
 Calcestruzzo solaio: Rck 300 $\rightarrow$ resistenza a pressoflessione $\sigma_{amm}=68\text{ k/ cm}^2$
 Calcestruzzo fondazioni: Rck 250 $\rightarrow$ resistenza a pressoflessione $\sigma_{amm}=60\text{ k/ cm}^2$
 Il terreno di appoggio può essere classificato come argilla con compatta con capacità portante $\sigma_t \geq 2\text{ k/ cm}^2$

Carichi

▪ peso proprio solaio	269 kg/m^2
▪ impermeabilizzazioni etc	20 kg/m^2
▪ sovraccarico	150 kg/m^2
▪ Sommano	$439\text{ kg/m}^2 \rightarrow q=439\text{ kg/m}^2$ (b=100 cm)

Calcoli esecutivi degli impianti e delle strutture – Progetto definitivo- esecutivo – interventi da svolgere presso il comune di Serrenti nell'ambito della realizzazione di progetti sperimentali di reti intelligenti nei comuni della Sardegna - Studio Tecnico Ing.ⁿⁱ Musio Serrenti

Momento max solaio

$$M=ql^2/8=34.297 \text{ kg*cm}$$

$$r=h/\sqrt{M/b}=15/\sqrt{(34297/100)}=0,81 \rightarrow \sigma_{cls} \ll 30 \text{ kg/cm}^2, t=0.000747$$

$$A_f=t*\sqrt{M*b}=0,000747*\sqrt{34.297*100}=1,38 \text{ cm}^2$$

Si usano 2Ø10/travetto → 4Ø10/m

$$\rightarrow A_{fusata}=3,16 \text{ cm}^2 > 1,38 \text{ cm}^2$$

Armatura trasversale di ripartizione: maglia elettrosaldata 20x20cm Ø 5mm

Banchinaggio 20 cm.

Travetti tipo N2 F.S. con

→ momento max di servizio $M_{amm}=186.400 \text{ kg*cm} > 34.297 \text{ kg*cm}$.

Carico trasmesso sulle fondazioni

1- Scarico copertura

$$N_1=q*l/2=439*(2,5+0,5/2)/2=603,62 \text{ kg/m}$$

2- Peso muratura

$$N_2=250*2,6=650 \text{ kg/m}$$

3- Peso calcestruzzo di fondazione

$$N_3=0,30*0,6*2500=450 \text{ kg/m}$$

$$N_{totale}=1100 \text{ kg/m}$$

Verifica Sigma sul terreno

$$\sigma=1100/100*60=0,183 \text{ kg/cm}^2 \ll \sigma_t=2 \text{ kg/cm}^2$$

molto minore del sigma ammissibile del terreno stimato in almeno 2 kg/cm².

IL Tecnico Incaricato

Ing. Giovanni Musio

SOMMARIO

VERIFICHE IMPIANTO FOTOVOLTAICO E STORAGE	2
Scheda tecnica impianto FV	2
Verifiche elettriche MPPT 2	2
Verifiche elettriche MPPT 2	3
Cavi	3
Verifiche elettriche impianto storage	4
VERIFICHE STRUTTURE CASA DELL'ENERGIA	4