
**PROGETTO PER LA RIFUNZIONALIZZAZIONE E RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DEL FABBRICATO
SEDE DEL CEAS MONTEVECCHIO (EX SCUOLA)**

RELAZIONE TECNICA IMPIANTO ELETTRICO

GUSPINI, DICEMBRE 2012

ARCH. ADRIANA TROGU

PER.IND. IGNAZIO ACCOSSU

AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI GUSPINI

arch.Adriana Trogu,
vico Mazzini 1 Guspini
tel/fax 070974887
email adrianatrog@gmail.com
posta certificata a.trog@gmail.com

Sommario

Generalità.....	3
Dati di progetto.....	3
Interruttori di Protezione delle linee.....	3
Protezione contro i sovraccarichi e cortocircuiti.....	3
Protezione contro i contatti indiretti per sistemi TT.....	4
Lunghezza max protetta per guasto a terra.....	4
Correnti di cortocircuito	5
1.1.1 Verifica della chiusura in cortocircuito.....	5
1.1.2 Valore di cresta I_p della corrente di cortocircuito.....	6
Tipi di Cavi e modalità di posa.....	6
Caduta di tensione.....	6
Colori distintivi dei conduttori	6
Sigle di designazione dei cavi.....	7
1.2 Quadri elettrici.....	7
1.3 Impianto di illuminazione.....	8
1.3.1 Illuminazione aree interne	8
1.3.2 Illuminazione di Sicurezza.....	8
1.4 Materiali di installazione.....	9
Tutti i materiali e gli apparecchi dovranno essere rispondenti alle relative norme CEI e dotati del marchio IMQ o in alternativa provvisto di un marchio od un attestato rilasciato dagli organismi competenti.....	
1.5 Risparmio Energetico	9

Generalità

La presente relazione tecnica costituisce parte integrante del progetto esecutivo relativo alle opere da realizzare a nel Comune di Guspini provincia del Medio Campidano, edificio dell' ex scuola attualmente sede del Ceas Montevercchio. In particolare si metterà in evidenza i criteri adottati per il corretto dimensionamento dell'impianto elettrico, per l'alimentazione dei circuiti di forza motrice e circuiti di illuminazione.

Negli elaborati di progetto rimandiamo la planimetria riguardo la distribuzione degli impianti.

Dati di progetto

Si riportano di seguito i dati di partenza, base di progetto per il dimensionamento dell'impianto elettrico.

Ogni successiva modifica dei seguenti dati comporterà una necessaria riverifica della congruità dell'impiantistica progettata.

Tensione di alimentazione in Bassa tensione: monofase 230V

Frequenza: 50Hz

Sistema di collegamento a terra: Tipo TT

Potere di interruzione presunta nel punto di fornitura: $\leq 4,5\text{kA}$

Interruttori di Protezione delle linee

Protezione contro i sovraccarichi e cortocircuiti

La protezione delle condutture è verificata quando la sollecitazione termica conseguente alla sovracorrente (corto circuito) o sovraccarico, non induca nei cavi gradienti termici tali da comprometterne l'efficienza o un invecchiamento precoce dell'isolante.

In caso di corto circuito è verificata l'energia specifica passante tollerata dal cavo sia superiore, o al massimo uguale, a quella lasciata fluire dal relativo dispositivo di protezione:

(Secondo Norma CEI 64-8/4 - 434.3)

$$I_{cc}Max \Rightarrow P.d.i.$$

$$I^2t \leq K^2S^2$$

Dove

IccMax =	Corrente di cortocircuito massima
P.d.I. =	Potere di interruzione apparecchiatura di protezione
I ² t =	Integrale di Joule della corrente di cortocircuito presunta (valore letto sulle curve delle apparecchiature di protezione)
K =	Coefficiente della conduttura utilizzata
	115 per cavi isolati in PVC
	135 per cavi isolati in gomma naturale e butilica
	143 per cavi isolati in gomma etilenpropilenica e polietilene reticolato

S = Sezione della conduttura

Gli interruttori previsti risultano capaci di assicurare il mantenimento delle sollecitazioni termiche nei cavi entro i limiti tollerati dagli stessi.

In particolare le verifiche sono state condotte nei punti della conduttura nei quali può risultare massimo il valore dell'energia specifica passante lasciata fluire dall'interruttore durante il guasto.

Tutte le apparecchiature di protezione previste avranno un potere di interruzione superiore al valore della corrente di corto circuito massima presunta nel punto di installazione. Il potere di interruzione degli interruttori va inteso come "di servizio" secondo la norma CEI EN 60898.

Sono stati previsti dispositivi di protezione per interrompere le correnti di sovraccarico dei conduttori del circuito prima che tali correnti possano provocare un riscaldamento nocivo all'isolamento, ai collegamenti, ai terminali o all'ambiente circostante le condutture.

La Norma CEI 64-8 prevede che per quanto riguarda la protezioni dai sovraccarichi debbano essere verificate le seguenti relazioni:

(Secondo Norma CEI 64-8/4 - 433.2)

$$I_b \leq I_n$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

Dove

I_b =	Corrente di impiego del circuito
I_n =	Corrente nominale del dispositivo di protezione
I_z =	Portata in regime permanente della conduttura
I_f =	Corrente di funzionamento del dispositivo di protezione

Protezione contro i contatti indiretti per sistemi TT

La protezione contro i contatti diretti è garantito attraverso il sistema di protezione mediante doppio isolamento delle parti attive e mediante involucri e barriere. Le parti attive saranno completamente ricoperte con un isolamento che possa essere rimosso solo mediante distruzione.

L'isolamento dei componenti elettrici costruiti in fabbrica soddisfano le relative Norme di riferimento, per gli altri componenti elettrici la protezione deve essere assicurata da un isolamento tale da resistere alle influenze meccaniche, chimiche, elettriche e termiche alle quali può essere soggetto nell'esercizio.

In alternativa è ammesso che le parti attive siano poste entro involucri o dietro barriere tali da assicurare almeno il grado di protezione IP2X od IPXXB.

Le superfici superiori orizzontali delle barriere o degli involucri che sono a portata di mano avranno un grado di protezione non inferiore a IP4X o IPXXD.

Le barriere e gli involucri saranno saldamente fissati e dovranno avere una sufficiente stabilità e durata nel tempo in modo da conservare il richiesto grado di protezione ed una conveniente separazione dalle parti attive, nelle condizioni di servizio prevedibili, tenuto conto delle condizioni ambientali.

La protezione contro i contatti indiretti è garantita dall'interruzione automatica dell'alimentazione attraverso un dispositivo differenziale a alta sensibilità con corrente $I_{dn}=30$ mA. Nei locali bagno e doccia, per i circuiti prese, si prevede l'utilizzo di differenziali con maggiore sensibilità, $I_{dn}=10$ mA.

I valori delle tensioni di contatto limite convenzionali UL sono 50 V in c.a., nell'impianto in oggetto non sono previsti ambienti particolari per i quali detto valore sia pari a 25 V.

Il sistema in oggetto è classificabile come TT e la tensione convenzionale tra fase e terra è pari a 230 V. Le caratteristiche dei dispositivi di protezione e la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione saranno tali che in caso di un guasto di impedenza trascurabile in qualsiasi parte dell'impianto tra un conduttore di fase ed un conduttore di protezione o una massa, l'interruzione automatica dell'alimentazione avvenga, soddisfacendo la seguente condizione:

$$R_A \times I_a \leq 50$$

Dove

R_A =	è la somma delle resistenze del dispersore e del conduttore di protezione in Ohm
I_a =	è la corrente che provoca l'intervento automatico del dispositivo di protezione, in Ampere

Lunghezza max protetta per guasto a terra

Per il calcolo della lunghezza minima del cavo da proteggere è stata usata la seguente formula

$$I_{cc} \min \text{ a fondo linea} > I_{int}$$

Dove

$I_{cc \text{ min}}$ = corrente di corto circuito minima tra fase e protezione calcolata a fondo linea considerando la sommatoria delle impedenze di protezione a monte del tratto in esame.
 I_{int} = corrente di corto circuito necessaria per provocare l'intervento della protezione entro 5 secondi o nei tempi previsti dalle tabelle CEI 64-8/4 - 41A, 41B e 48A . (valore rilevato dalla curva I^2t della protezione) o, infine, il valore di intervento differenziale.

Correnti di cortocircuito

Per il calcolo della corrente di corto circuito è stata usata le seguenti formule:

$$I_{cc} = \frac{U_n \cdot C}{k \cdot Z_{cc}}$$

Dove

per I_{cc} trifase: U_n = tensione concatenata

C = fattore di tensione

$$K = \sqrt{3}$$

$$Z_{cc} = \sqrt{\dot{R}_{fase}^2 + \dot{X}_{fase}^2}$$

per I_{cc} fase-fase: U_n = tensione concatenata

C = fattore di tensione

$$K = 2$$

$$Z_{cc} = \sqrt{\dot{R}_{fase}^2 + \dot{X}_{fase}^2}$$

per I_{cc} fase-neutro: U_n = tensione concatenata

C = fattore di tensione

$$K = \sqrt{3}$$

$$Z_{cc} = \sqrt{(\dot{R}_{fase} + \dot{R}_{neutro})^2 + (\dot{X}_{fase} + \dot{X}_{neutro})^2}$$

per I_{cc} fase-protezione: U_n = tensione concatenata

C = fattore di tensione

$$K = \sqrt{3}$$

$$Z_{cc} = \sqrt{(\dot{R}_{fase} + \dot{R}_{protez.})^2 + (\dot{X}_{fase} + \dot{X}_{protez.})^2}$$

1.1.1 Verifica della chiusura in cortocircuito

(Norme CEI EN 60947-2)

$$I_p \leq I_{CM}$$

Dove

I_p = è il valore di cresta della corrente di cortocircuito (massimo valore possibile della corrente presunta di cortocircuito)
 I_{CM} = è il valore del potere di chiusura nominale in cortocircuito

1.1.2 Valore di cresta I_p della corrente di cortocircuito

Il valore di cresta I_p è dato dalla norma CEI 11-28 - Art. 9.1.2 da:

$$I_p = K_{CR} \sqrt{2} I_K''$$

Tipi di Cavi e modalità di posa

Tutti i cavi di potenza sono di tipo N07V-K isolati in PVC. Gli eventuali conduttori di terra, compreso il conduttore equipotenziale che collega le masse estranee alla terra.

Per i conduttori (isolati) di terra, di protezione ed equipotenziali, si deve utilizzare il bicolore giallo-verde per il conduttore di neutro il colore blu chiaro, come sotto descritto.

Caduta di tensione

Nel dimensionamento delle varie linee dell'impianto, si è imposto come obiettivo progettuale, la limitazione al 3% della caduta di tensione nei punti maggiormente sfavoriti, in accordo con le indicazioni della CEI 64-8 e in previsione di ampliamenti dell'impianto.

Le cadute di tensione saranno calcolate mediante la relazione:

$$\Delta V = K I_b \sqrt{L} (R_i \cos \phi + X_i \sin \phi)$$

Dove

I_b = corrente di impiego I_b o corrente di taratura I_n espressa in A
 R_i = resistenza (alla T_R) della linea in W/km
 X_i = reattanza della linea in W/km
 K = 2 per linee monofasi - 1,73 per linee trifasi
 L = lunghezza della linea

Colori distintivi dei conduttori

Tabella 8 - Colori distintivi dei conduttori (CEI 64-8/5 Art. 524.1)

Blu chiaro	Riservato al Neutro
Giallo - Verde	Riservato esclusivamente ai conduttori di terra, di protezione di collegamenti equipotenziali. I conduttori usati congiuntamente come neutro e conduttore di protezione (PEN), quando sono isolati, devono essere contrassegnati secondo uno dei metodi seguenti: Giallo/verde su tutta la loro lunghezza con, in aggiunta, fascette blu chiaro alle estremità; Blu chiaro su tutta la loro lunghezza con, in aggiunta, fascette giallo/verde alle estremità.
Marrone, Nero, Grigio	Consigliati per i conduttori di Fase.

Sigle di designazione dei cavi

Tabella 10 - Sigle di designazione dei cavi (CEI 20-27 e CENELEC HD 361)

Caratteristiche		
Riferim. normativi	Norma armonizzata..... <i>H</i> Tipo nazionale autorizzato..... <i>A</i> Tipo nazionale..... <i>N</i>	A
Tensione nominale	300/300 V..... <i>03</i> 300/500 V..... <i>05</i> 450/750 V..... <i>07</i> 0,6/1 kV..... <i>1</i>	
Isolante	PVC..... <i>V</i> Gomma naturale e/o sintetica..... <i>R</i> Gomma siliconica..... <i>S</i> Gomma etilenpropilenica..... <i>B</i> Gomma Butilica..... <i>B3</i> Polietilene..... <i>E</i> Polietilene reticolato..... <i>X</i>	
Guaina (eventualmente)	PVC..... <i>V</i> Gomma naturale e/o sintetica..... <i>R</i> Policloroprene..... <i>N</i> Treccia di fibra di vetro..... <i>J</i> Treccia Tessile..... <i>T</i>	B
Particolari costruttivi (eventuali)	Cavo piatto, anime divisibili..... <i>H</i> Cavo piatto, anime non divisibili..... <i>H2</i> Cavo rotondo (nessun simbolo)	
Conduttore	A filo unico rigido..... <i>U</i> A corda rigida..... <i>R</i> A corda flessibile per posa fissa..... <i>K</i> A corda flessibile per posa mobile... <i>F</i> A corda flessibilissima..... <i>H</i>	
Numero di anime..... ..		C
Senza conduttore di protezione..... <i>X</i> Con conduttore di protezione..... <i>G</i> Sezione del conduttore..... ..		

1.2 Quadri elettrici

Nell'impianto elettrico oggetto dell'intervento sono stati previsti i seguenti Quadri di distribuzione:

- QP1-1 Quadro elettrico 1 del primo piano;
- QP1-2 Quadro elettrico 2 del primo piano alimentato dal QP1-1;
- QP1-S Quadro elettrico S (alimenta i servizi igienici) del primo piano alimentato dal QP1-1;

- QP2-1 Quadro elettrico 1 del secondo piano;
- QP2-S Quadro elettrico S (alimenta i servizi igienici) del secondo piano alimentato dal QP2-1.

Dai quadri QP1-1 e QP2-1 si provvederà ad alimentare, previa verifica delle sezioni dei conduttori, i locali del centro non interessati dall'intervento.

Gli interruttori da installarsi hanno un potere di interruzione adeguato alla Corrente di Corto Circuito presunta dell'impianto e saranno forniti in base alla potenza massima prevista per gli impianti utilizzatori.

Per il dimensionamento delle Linee Elettriche in partenza dai Quadri Elettrici, e dei rispettivi Interruttori Magnetotermici-differenziali di protezione, è stato seguito il criterio previsto dalla Norma CEI 64-8 come sopra indicato nella presente relazione.

Inoltre i quadri devono rispettare la verifica della sovratemperatura indicata dalla normativa vigente.

1.3 Impianto di illuminazione

1.3.1 Illuminazione aree interne

La quantità e il posizionamento degli apparecchi di illuminazione riportati negli schemi sono stati calcolati imponendo livelli di illuminamento medio (ad un'altezza di un metro dal piano di calpestio) pari a quelli stabiliti dalla norma UNI 10380.

Gli apparecchi illuminanti dovranno avere un grado di protezione adeguati all'ambiente di installazione ed essere conformi alla norma CEI 34-21.

Gli elaborati grafici planimetrici riportano il posizionamento e la potenza nominale degli apparecchi di illuminazione utilizzati. Si sono assunti livelli di illuminamento medio coerenti con le indicazioni della norma:

- **Aree di circolazione e corridoi 100 lux**
- **Uffici/Aule didattiche / biblioteca ecc. 400 lux**
- **Bagni 200 lux**

In particolare, l'illuminamento minimo nelle vie di esodo, assicurato dall'illuminazione di sicurezza, non sarà inferiore a 5 lux.

1.3.2 Illuminazione di Sicurezza

Come disposto dalle norme CEI 64-8 saranno previsti all'interno dell'edificio in corrispondenza delle uscite, un numero sufficiente di lampade per l'illuminazione di emergenza per un illuminamento minimo non inferiore a 5 lux a 0,8 m dal pavimento.

L'impianto di illuminazione di emergenza sarà autonomo ed indipendente, funzioneranno in automatico solo in mancanza dell'energia elettrica ed avrà un'autonomia di almeno 1h per consentire, in caso di necessità, la regolare evacuazione delle persone presenti nei vari ambienti.

Il tempo di intervento degli apparecchi di emergenza deve essere tale da fornire il flusso luminoso nominale entro 0,5 secondi dal momento della mancanza di rete.

1.4 Materiali di installazione

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati dovranno essere adatti all'ambiente in cui sono installati e dovranno avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovuti all'umidità alla quale possono essere esposti durante l'esercizio.

Tutti i materiali e gli apparecchi dovranno essere rispondenti alle relative norme CEI e dotati del marchio IMQ o in alternativa provvisto di un marchio od un attestato rilasciato dagli organismi competenti per ciascuno degli stati membri della CEE o con dichiarazione del fabbricante stesso.

Tutti i materiali e gli apparecchi dovranno essere rispondenti alle relative norme CEI e dotati del marchio IMQ o in alternativa provvisto di un marchio od un attestato rilasciato dagli organismi competenti.

1.5 Risparmio Energetico

Al fine della riduzione del consumo di energia elettrica, si è previsto l'utilizzo di due semplici e poco onerosi accorgimenti, come:

- l'alimentazione delle lampade fluorescenti mediante alimentatori elettronici, capaci di incrementare considerevolmente la resa luminosa e la vita del tubo;
- l'uso di lampade elettroniche fluorescenti compatte ad alta efficienza;
- l'installazione nei corridoi di interruttori automatici capaci di comandare l'accensione delle luci e spegnerle dopo un determinato tempo.

**PROGETTO PER LA RIFUNZIONALIZZAZIONE E RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DEL FABBRICATO
SEDE DEL CEAS MONTEVECCHIO (EX SCUOLA)**

RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

GUSPINI, DICEMBRE 2012

PROGETTAZIONE IMPIANTO:

P.E. ACCOSSU IGNAZIO

Via Foscolo 11 Pabillonis (VS)

AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI GUSPINI

arch.Adriana Trogu,
vico Mazzini 1 Guspini
tel/fax 070974887
email adrianatrogue@gmail.com
posta certificata a.trogue@anchor.it

DATI DI CARATTERE GENERALE

Committente	COMUNE DI GUSPINI
Luogo realizzazione impianto	LOCALITA' MONTEVECCHIO
Comune	GUSPINI (VS)
Località	STRADA STATALE 131 KM 43.200 (Z.I.)
Scopo del lavoro	REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE BT.
Finalità	PRODUZIONE E SCAMBIO SUL POSTO DI ENERGIA ELETTRICA NECESSARIA AL FABBISOGNO ENERGETICO DELL'EDIFICIO.

GENERALITA'

Il presente elaborato ha lo scopo di fornire tutte le informazioni di carattere tecnico e normativo, al fine di realizzare un Impianto Fotovoltaico presso un edificio adibito ad attività di formazione ed educazione ambientale, in concessione all'associazione Legambiente.

L'applicazione della tecnologia fotovoltaica, in questo ambito particolare, dimostra come sia possibile la produzione di energia elettrica per il proprio fabbisogno, senza alcuna emissione di sostanze inquinanti, riducendo il consumo di combustibile fossile.

Attraverso il collegamento alla rete elettrica si raggiunge lo scopo di fornire la continuità del servizio elettrico senza interruzioni, assicurando nel contempo il fabbisogno energetico dell'utenza alla quale è collegato.

(rif. Decreto Ministeriale 05 luglio 2012 e successive integrazioni).

Nella realizzazione dell'impianto si cerca sempre l'obiettivo della migliore integrazione architettonica possibile, compatibilmente alla migliore efficienza e nel rispetto delle regole prescritte in materia urbanistica.

INFORMAZIONI RELATIVE DISPOSIZIONE DEI MODULI FOTOVOLTAICI

La progettazione e la realizzazione degli impianti fotovoltaici nel nostro paese, è legata oltre che alle norme CEI per quanto riguarda prevalentemente la parte elettrica e di sicurezza, anche ed in particolare alle linee guida del "Gestore dei Servizi Energetici – GSE Spa" (che il D.M. 5-07-2012 attualmente vigente riconosce come soggetto attuatore) e nelle suddette linee guida si indica la modalità architettonicamente corretta di disporre il campo fotovoltaico.

Il sistema di incentivazione legato agli impianti connessi alla rete pubblica, riconosce infatti un maggior incentivo tanto più quanto l'impianto risulta integrato nella struttura esistente dell'edificio, ovvero quanto minore sia l'intervento sull'immobile da punto di vista dell'impatto visivo.

Al fine di raggiungere lo scopo, si è optato per l'installazione descritta graficamente nella tavola allegata, ovvero con i moduli disposti con un'inclinazione rispetto al piano orizzontale di appena 6°.

Le suddette linee guida del GSE, quando si riferiscono ad installazioni su superfici piane perimetralmente prive di balaustra (come nel nostro caso) al fine del miglior incentivo ci impongono di non superare i 30 cm di altezza sul punto di vertice del modulo.

Ecco che, come rilevabile anche dall'elaborato grafico, l'impianto risulta con un impatto visivo minimo e sarà possibile richiedere l'incentivo proprio dell'installazione su edificio.

Inoltre, una minima inclinazione dei moduli li rende anche meno soggetti alle sollecitazioni meccaniche dovute al vento.

Il fissaggio dei moduli alla superficie verrà effettuato utilizzando diversi componenti quali:

- basi di appoggio in cemento, per il supporto dei profili, con funzione di zavorra;
- profili in alluminio per il supporto dei moduli;
- morsetti di blocco dei moduli ai profili di supporto;
- accessori vari e bulloneria INOX.

Un intervento di questo tipo, andando ad interessare una copertura, va eseguito con la massima attenzione, avendo cura di non danneggiare l'impermeabilizzazione della stessa.

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEL CAMPO FOTOVOLTAICO

Il campo fotovoltaico in oggetto, di potenza pari a 6,0 kW, sarà costituito da n° 24 moduli “vetrati piani” in silicio poli-cristallino dotati di cornice di alluminio.

La superficie lorda occupata dall'impianto, evidenziata graficamente, è stimata in 48 m², tenendo conto della necessaria distanza tra le file dei moduli; mentre la superficie captante netta, ovvero la somma della superficie di tutti i moduli è di 39 m².

Il peso totale dei moduli e di quanto altro necessario al loro sostegno e fissaggio si considera pari a 2000 kg, uniformemente distribuita su tutta la superficie lorda, e valutando l'incidenza di carico sulla superficie di appoggio, possiamo considerarla con buona approssimazione entro i 40 kg / m²; carico considerato all'interno dei margini di carico accidentale sopportabile dalla copertura.

Le caratteristiche dei moduli utilizzati sono le seguenti:

- Altezza 1,652 mm - Larghezza 994 mm - Spessore 46 mm (+/-0.8 mm) - Peso 19 kg

CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL'IMPIANTO

Dati di progetto

Gestore di Rete	ENEL Distribuzione S.p.a.
Codice POD	IT001E
Fornitore energia	
Gruppo di Misura Esistente	SI – per solo prelievo
Ubicazione Gruppo di Misura	all'interno della proprietà, nell'edificio.
Caratteristiche Elettriche fornitura	Bassa Tensione - 1F+N – 230V - 50 Hz
Potenza disponibile dalla rete in prelievo	6,0 kW
Consumo di Energia / anno	8.000 kWh/anno
Potenza <i>Generatore Fotovoltaico</i>	6,0 kW
Energia Prodotta Prevista	8.400 kWh/anno
Utilizzo Energia prodotta per	Autoconsumo e cessione parziale alla rete.

CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEI MODULI

I moduli utilizzati sono e certificati secondo le norme IEC/EN 61215, Safety class II e CE;
Moduli in silicio policristallino ad alte prestazioni con celle da efficienza del modulo fino a 15.2 %;
Prestazioni elevate anche in condizioni di bassa irradiazione.

Potenza di picco Pmax 250 W
Tensione a circuito aperto Voc 37,3 V
Corrente di corto circuito Isc 8,62 A
Tensione alla massima potenza Vmpp 30,7 V
Corrente alla massima potenza Impp 7,99 A
Efficienza del modulo 14,9 %

Potenza complessiva del CAMPO FOTOVOLTAICO 6, kW.

INVERTER

Si prevede l'utilizzo di n° 1 inverter di potenza in uscita 6,0 kW.

Il modello prescelto è il Power-One PVI-6000-TL-OUTD-S, inverter senza trasformatore, cioè senza isolamento galvanico fra l'ingresso e l'uscita. Il dispositivo è fornito di tutte le protezioni necessarie per un funzionamento sicuro e nel rispetto delle norme anche senza il trasformatore di isolamento, così come dichiarato nelle certificazioni di conformità CE e di rispondenza alla norma CEI 0-21 a allegato A70 di TERNA.

Dotato in ingresso di **sezionatore integrato** e fusibili, conforme alla norma CEI 64-8 atto a sezionare il generatore fotovoltaico dal dispositivo di conversione anche sotto carico; connettori ad innesto rapido (tipo MC4), **due convertitori indipendenti Dc-Dc** dove ciascuno di essi è dedicato ad una stringa o array separato con un controllo indipendente di inseguimento del punto di massima potenza (MPPT). Ciò significa che i due array possono essere installati con posizioni e orientamento diversi. Ogni array è controllato da un circuito di controllo MPPT.

L' inverter è controllato da due DSP (Digital Signal Processors) indipendenti e da un microprocessore centrale. L'allacciamento con la rete elettrica viene dunque tenuto sotto controllo da due computer indipendenti, in piena conformità alle normative in campo elettrico sia sull'alimentazione dei sistemi che sulla sicurezza.

E' inoltre integrata nel dispositivo la funzione di rilevamento delle correnti di guasto e controllo di isolamento, con misurazione della resistenza di isolamento.

I dati salienti relativi alla macchina sono i seguenti:

- sezione di ingresso in Corrente Continua

Potenza nominale	6.000 (W)	Potenza massima	6.000 (W)
Tensione massima	600 (V)	Intervallo operativo MPPT	180 – 530 (V)
Tensione V start	200 (V)	Tensione V start (impostabile)	120 – 350 (V)
N° Ingressi (MPPT indipendenti)	2	Corrente massima per singolo ingresso	22 (A)
Potenza massima per singolo Ingresso (MPPT) *	4000 (W)		

- sezione di uscita in Corrente Alternata

Potenza nominale	6.000 (W)	Tensione di rete (nominale)	230 (V)
Tensione di rete (intervallo operativo)	180-264 (V)	Frequenza di rete (nominale)	50 Hz

Corrente (nominale)	26 (A)	Corrente (massima)	30 (A)
Contributo alla Corrente di Corto Circuito	40 (A)		

Altre informazioni importanti che caratterizzano la macchina riguardano il suo rendimento globale, prossimo al 97 %, il basso consumo in condizioni di stand-by 8 W, e un consumo notturno di appena 2 W.

Inoltre è dotato sia in entrata che in uscita di limitatori di sovratensione integrati; sul lato in continua sono installati due per ingresso e altrettanti due in uscita sul lato AC (tutti varistori) conformi alla classe di requisiti ai sensi della norma EN 61643-11.

Il presente dispositivo dispone di tutte le certificazioni comprovanti la rispondenza alle direttive nazionali ed internazionali necessarie al fine della connessione alle reti pubbliche in bassa tensione, da parte di impianti di produzione di energia (certificazioni e dichiarazioni di conformità sono allegate al presente elaborato).

L'inverter integra il "Dispositivo di Interfaccia " con protezione di interfaccia, adeguato alle nuove norme CEI 0-21 di connessione alla rete pubblica in Bassa Tensione.

E' inoltre possibile monitorare il funzionamento dell'inverter mediante tre differenti canali di comunicazione: una porta RS485, una porta USB e un segnale on/off di anomalia generale.

L'inverter, le cui dimensioni sono 650 x 650 x 200 mm (altezza x larghezza x profondità), pesa 38 kg, e può operare anche in condizioni di umidità relativa del 100%. Il grado di protezione ambientale con cui viene classificato è IP65, perciò installabile tranquillamente anche all'aperto. Particolare importante da considerare il luogo di installazione possibilmente ventilato e riparato dall'irraggiamento diretto del sole, condizione che soprattutto nella stagione estiva porterebbe ad un incremento della temperatura dell'involucro e della componentistica elettronica. L'inverter è programmato al fine di contenere la temperatura al suo interno non oltre 50 °C e attiverebbe di conseguenza una diminuzione della potenza processata (derating).

Altra caratteristica di sicurezza riguarda la protezione differenziale integrata negli inverter. Si tratta di un dispositivo di protezione contro i guasti verso terra , capace di leggere la corrente di dispersione a terra e sensibile a tutte le componenti della corrente, sia continua che alternata. La misura della corrente di dispersione verso terra viene effettuata contemporaneamente e in modo indipendente sui due ingressi, ed è sufficiente che uno dei due rilevi una anomalia per far scattare la protezione, con il conseguente distacco dalla rete ed arresto del processo di conversione.

Esiste una soglia assoluta di 300mA della corrente di dispersione totale AC+DC con tempo di intervento della protezione a max. 300msec. In aggiunta sono presenti altri tre livelli di scatto con soglie rispettivamente a 30mA/sec, 60mA/sec e 150mA/sec per coprire le variazioni "rapide" della corrente di guasto indotte da contatti accidentali con parti attive in dispersione. I tempi di intervento limite si riducono progressivamente al crescere della velocità di variazione della corrente di guasto e, partendo dai 300 msec/max per la variazione di 30mA/sec si riducono rispettivamente a 150msec e 40msec per variazioni di 60mA e 150mA.

Il dispositivo integrato protegge il sistema contro i soli guasti verso terra che si verificano a monte dei morsetti AC dell'inverter (cioè verso il lato DC dell'impianto fotovoltaico e quindi verso i moduli fotovoltaici). Le correnti di dispersione che possono verificarsi nel tratto AC compreso tra il punto di prelievo/immissione e l'inverter, non sono rilevate e necessitano di un dispositivo di protezione esterno.

CABLAGGIO DELL'IMPIANTO

Il cablaggio prevede l'utilizzo di componenti specifici, in particolare per la parte soggetta all'azione degli agenti atmosferici. Si raccomanda l'utilizzo di cavo solare per il collegamento del campo fotovoltaico, protezioni meccaniche per la parte di canalizzazione potenzialmente soggetta ad urti con oggetti di massa importante.

La parte in B.T. alternata non prevede l'installazione di quadri aggiuntivi rispetto agli esistenti, ed i nuovi dispositivi di manovra e protezione saranno ubicati all'interno di esso. La linea di connessione B.T. esistente risulta adeguata al transito della corrente generata dall'inverter, e dunque non soggetta ad intervento.

I dispositivi costituenti l'impianto e loro caratteristiche sono riportate nella tavola progettuale allegata.

CARATTERISTICHE DELLE STRINGHE DEI MODULI

Sarà installato n° 1 inverter, identificati nella tavola allegata.
Questo è dotato di due ingressi distinti, il n° 1 ed il n° 2;

Ogni singola stringa formata da 12 moduli in serie verrà attestata ad un ingresso.

La configurazione elettrica risultante per ogni stringa sarà la seguente:

Modulo Fotovoltaico SHARP ND 245 A5

Dati Elettrici (25 °C - STC)

Potenza nominale (Pmax)	250
Tensione a vuoto (Voc)	37,3
Corrente alla massima potenza (Imp)	7,99
Tensione alla massima potenza (Vmp)	30,7
Corrente in corto circuito (Icc)	8,62

Coefficienti di temperatura

per la Corrente in corto circuito (% sulla Icc / °C)	0,038
per la Tensione a vuoto (% sulla Voc / °C)	-0,329
per la Potenza nominale (% sulla Pmax / °C)	-0,44

Condizioni operative previste

Temperatura minima del modulo (°C)	-5
Temperatura massima del modulo (°C)	70

Configurazione elettrica stringa n°	1 e 2
numero di moduli in serie	12
coefficiente di sicurezza per le tensioni massime %	0

parametri elettrici di stringa risultanti

Potenza nominale (Pmax) (25 °C - STC) kW	3,000
Tensione a vuoto (Voc) (25 °C - STC) V	447,60
Corrente alla massima potenza (Imp) (25 °C - STC) A	7,99

AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI GUSPINI

Tensione alla massima potenza (Vmax) (25 °C - STC) V	368,4	
Corrente in corto circuito (Icc) (25 °C - STC) A		
Tensione a vuoto (Voc) V	491,78	alla temperatura di C° -5
Tensione a vuoto (Voc) V	381,33	alla temperatura di C° 70
Tensione alla massima potenza (Vmax) V	404,76	alla temperatura di C° -5
Tensione alla massima potenza (Vmax) V	313,86	alla temperatura di C° 70

- Messa a terra dell'impianto

Per impianto definiamo l'insieme di Generatore FV e Inverter.

- Il generatore FV è costituito dall'insieme dei moduli FV, classificati apparecchiature elettriche in classe II (doppio isolamento) e secondo le norme CEI divieto di collegamento a terra.

Gli inverter utilizzati privi di trasformatore sono apparecchiatura in classe I; necessitano del collegamento a terra sia perché dotati di scaricatori di sovratensione, sia perché capaci della funzione di individuazione delle correnti di guasto lato generatore. Questa funzione verrebbe inibita o limitata in assenza del collegamento a terra della struttura di supporto dei moduli. Inoltre l'adozione di un differenziale di tipo A, in uscita dall'inverter consente un incremento della sicurezza, essendo capace anch'esso di rilevare correnti di guasto con componenti anche non sinusoidali.

A fronte di queste considerazioni, e sulla discrezionalità data dalle norme CEI 64/8 relativamente alla messa a terra degli impianti fotovoltaici, il progettista considera necessario il collegamento a terra della struttura di supporto dei moduli.

Il conduttore di protezione di colore giallo-verde sarà di sezione pari a 10 mm², tipo N07VK derivato direttamente dal nodo principale di terra dell'edificio e ospitato all'interno del tubo rigido RK di collegamento dei dispositivi dell'impianto.

E' opportuno collegare la struttura in alluminio di supporto dei moduli, in più punti a terra, utilizzando appositi morsetti rame-alluminio, per ridurre la probabilità che la corrosione elettrolitica accentuata dalle gravose condizioni di installazione, possano compromettere la continuità elettrica.

L'impianto fotovoltaico sarà collegato, previa verifica strumentale, all'impianto di terra esistente.

- Protezione contro i fulmini
- Fulminazione diretta

Non si ritiene opportuno adottare misure specifiche di protezione a seguito di fenomeni di fulminazione diretta dell'impianto perché la presenza di parti metalliche sul tetto non aumenta la probabilità di fulminazione della struttura, in quanto questa non aumenta in modo significativo l'altezza dell'edificio.

- Fulminazione indiretta

Gli inverter sono dotati sia in entrata sia in uscita di limitatori di sovratensione integrati. Sul lato in continua e sul lato alternata sono installati scaricatori di sovratensioni (varistori). Tutti gli scaricatori di sovratensioni sono conformi alla classe di requisiti ai sensi della norma EN 61643-11. Non si ritiene necessario installare analoghi ulteriori dispositivi.

- Producibilità dell'impianto

Per l'analisi della producibilità si utilizzano i valori di radiazione globale media annuale su superficie orizzontale, pubblicate sulle riviste di settore maggiormente accreditate, indicanti per l'area del centro-sud della Sardegna, il valore di 1700 kWh/m².

L'area completa su cui sono installati i moduli fotovoltaici, non risulta interessata da nessun fenomeno di ombreggiamento.

La località di installazione dell'impianto è Guspini – Località Montevecchio (Medio Campidano) sito a:

- Latitudine: 39°,32
- Longitudine: 08°,38
- Altitudine: 370 s.l.m.

Il campo fotovoltaico nell'insieme dei 24 moduli che lo costituiscono, è disposto su una struttura fissa, che orienta i moduli stessi a 200° (+ 20 rispetto a Sud) con una inclinazione rispetto all'orizzonte di 6°.

Effettuate le opportune considerazioni riguardo l'esposizione, l'assenza di ombreggiamento e considerando:

- le perdite al livello del campo FV complessivamente pari al 22 %, secondo la seguente suddivisione;
- Moduli FV , approssimativamente 8 % a causa della sovra-temperatura,
- Dissimetria tra i moduli 3 %
- Bassa radiazione 3 %
- Riflessione 2 %
- Sporco e polvere 2 %
- Perdite sul circuito in continua (diodi, cavi e connessioni) 2%

Il coefficiente di efficienza dell'inverter, indicato in precedenza, si mantiene su alti valori prossimi al 95 %, per un ampio intervallo di condizioni di funzionamento, dal 25 al 90 % della sua potenza nominale.

- Consideriamo le perdite nell'inverter pari al 5 %

L'energia complessivamente producibile dall'impianto si stima pari a 8.400 kWh / anno.

- Sicurezza

Avvertenze

- Un impianto fotovoltaico non può considerarsi durante il giorno completamente fuori tensione.
- Durante l'installazione dei moduli e su tutte le operazioni da compiersi sul lato in continua prima del sezionatore, si deve operare con la massima attenzione, perché si lavora sempre sotto tensione. Il personale preposto deve essere "persona idonea".
- Attenta osservanza dei requisiti di sicurezza minimi, prescritti dal D.L. 235/2003, da adottarsi per l'uso delle attrezzature di lavoro durante l'esecuzione di lavori temporanei in quota, attività lavorativa che espone il lavoratore al rischio di caduta da una quota posta ad altezza superiore a 2 m rispetto ad un piano stabile.

Segnaletica

I quadri e le scatole dell'impianto fotovoltaico, lato continua, devono riportare un avviso che indica la presenza di parti attive anche dopo l'apertura dei dispositivi di sezionamento dell'inverter.

- Esercizio dell'impianto

Alla connessione dell'impianto alla rete B.T. verrà consegnata al proprietario una copia del manuale di esercizio. Il manuale conterrà le informazioni necessarie a determinare se l'impianto funziona correttamente, se presenta anomalie ed eventualmente a mettere in atto le necessarie operazioni per l'arresto e la messa in sicurezza del dell'intero sistema in attesa dell'intervento del personale tecnico (R.I. responsabile impianto) in grado di valutare la natura e l'entità del problema.

NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO ADOTTATE

CEI 0-21		Norme tecniche di connessione delle utenze attive e passive alla rete pubblica di distribuzione
CEI 11-16	(EN 60900)	Lavori sotto tensione - Attrezzi di lavoro a mano per tensioni fino a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua.
CEI 11-20		Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria.
CEI 11-27		Lavori su impianti elettrici
CEI 11-31	(EN 60903)	Lavori sotto tensione - Guanti di materiale isolante.
CEI 11-48	EN 50110-1)	Esercizio degli impianti elettrici.
CEI 20-40		Guida per l'uso di cavi a bassa tensione.
CEI 20-67		Guida per l'uso di cavi a 0,6/1 kV.
CEI 23-3/1		Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari - Parte 1 : Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata.
CEI 64-8		Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 1: Oggetto, scopo e principi fondamentali Parte 2: Definizioni Parte 3: Caratteristiche generali Parte 4: Prescrizioni per la sicurezza Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici Parte 6: Verifiche Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari
CEI 81-10		Protezione contro i fulmini. Parte 1 : Principi generali Parte 2: Valutazione del rischio Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture
CEI 82-1	(EN 60904-1)	Dispositivi fotovoltaici - Parte 1 : Misura delle caratteristiche foto-voltaiche corrente-tensione.
CEI 82-3	(EN 60904-3)	Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici (PV) per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento.
CEI 82-8	(EN 61215)	Moduli fotovoltaici (FV) in silicio cristallino per applicazioni terrestri - Qualifica del progetto e omologazione del tipo.
CEI 82-25		Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione.

DISPOSIZIONI LEGISLATIVE E REGOLAMENTARI DI RIFERIMENTO

DPR 27/4/1955 n. 547		Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro.
S.O.G.U. 12/7/55 n. 158		
DM 28/7/2005		Criteri per l'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.
G.U. 5/8/05 n. 181		
Delibera AEEG 19/12/2005 n. 281/05 S.O.G.U. 11/1/06 n. 7		Condizioni per l'erogazione del servizio di connessione alle reti elettriche con tensione nominale superiore ad 1 kV i cui gestori hanno obbligo di connessione di terzi.

DM 6/2/2006 G.U. 15/2/06 n. 38	Criteri per l'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.
Delibera AEEG 11/4/2007 n. 89/07 G.U. 27/4/07 n. 107	Disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di generazione. Condizioni tecnico economiche per la connessione di impianti di produzione di energia elettrica alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi a tensione nominale minore o uguale ad 1 kV. Attuazione del decreto del Ministro dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 19 febbraio 2007, ai fini dell'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante impianti fotovoltaici.
