

COMUNE DI VITTORIA
Provincia di Ragusa

Programma dei fondi strutturali PON 2007 / 2013
Asse II "Qualità degli ambienti scolastici" Obiettivo C

Intervento per il risparmio energetico, per aumentare l'attrattività degli istituti scolastici e interventi finalizzati a promuovere le attività sportive - artistiche e ricreative del 2° circolo Didattico G. Caruano

PROGETTO ESECUTIVO



UTC

COMUNE DI VITTORIA
Direzione Lavori Pubblici

**Modifiche alla Validazione del Progetto Esecutivo del 13.02.2014 -
Approvazione n. 01/14**

Visto il verbale di validazione del progetto esecutivo del 26.11.2014, si approva in linea tecnica ai sensi e per gli effetti dell'art. 55 del D.P.R. n. 207/2010 e dell'art. 5, comma 3 L.R. 12/2011.

Vittoria, 26 novembre 2014

Approvazione N. 10/14

IL R.U.P.
ing. Angelo Piccione

P r o g e t t o : **U . T . C** . D i r e z i o n e L L . P P .

progettista:

arch. Giocchino Sortino

coordinatore della sicurezza:

arch. Giovanni Grasso

tecnici esterni di supporto:

arch. Giovanni Meli - arch. Gaetano Giommarresi

data:

Responsabile Unico del Procedimento:

ing. Angelo Piccione

scala disegno:

RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA FOTOVOLTAICO

All. L



COMUNE DI VITTORIA
PROVINCIA DI RAGUSA

2° CIRCOLO DIDATTICO
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE
FOTOVOLTAICO NEL PLESSO LOMBARDO RADICE

PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA
Impianto fotovoltaico da 15,84 Kwp presso l'Istituto Lombardo
Radice, sito in Vittoria (RG), via La China

Sommario

1. Premessa	4
1.1. Introduzione	4
1.2. Dati di carattere generale	5
1.3. Sito di installazione.....	6
1.4. Terminologia.....	7
2. Normativa e Leggi di riferimento.....	9
3. Dimensionamento, prestazioni e garanzie	11
4. Analisi dell'impianto fotovoltaico	12
4.1. Dati relativi al Committente	12
4.2. Dati relativi al progettista	12
4.3. Località di realizzazione dell'intervento	12
4.4. Dati relativi al posizionamento del generatore FV	13
4.5. Sito di installazione	13
4.6. Calcolo del fabbisogno	13
4.7. Analisi delle ombre	13
4.8. Fattore di Albedo	13
5. Specifiche tecniche dei componenti	14
5.1. Descrizione dell'impianto	14
5.2. Impianto Fotovoltaico	15
5.3. Cablaggi	15
5.4. Strutture Di Sostegno Dei Moduli	19
5.5. Gruppi di conversione	20
6. Impianto di Messa a Terra (MAT)	22
7. Dimensionamento dell'impianto	24
8. Verifica tecnico-funzionale	25
9. Alcune considerazioni sugli impianti fotovoltaici	26
9.1.	

Allegati:

- 1) Tavola planimetrica impianto fotovoltaico;
- 2) Scheda tecnica convertitori tipo;
- 3) Scheda tecnica pannello;
- 4) Verifica dell'azione del vento e delle zavorre;
- 5) Schema blocchi;
- 6) Schema elettrico unifilare;
- 7) Quadro di campo;
- 8) Quadro AC interfaccia;
- 9) Dispositivo interfaccia schema unifilare.

1. Premessa

1.1. Introduzione

Lo scopo del presente progetto è quello di coprire una parte del fabbisogno di energia elettrica del plesso scolastico dell'istituto "Lombardo Radice", sito in via "La China," nel Comune di Vittoria (RG), con un impianto fotovoltaico da 15,84 kWp destinato ad operare in parallelo alla rete elettrica di ENEL DISTRIBUZIONE SpA.

Si effettuerà un'analisi tecnica dell'impianto FV e di tutti i suoi componenti: moduli, quadri di campo, inverter, cavi, dispositivo d'interfaccia, sistemi di fissaggio, etc.

Nella progettazione dell'impianto si terrà in considerazione il contesto in cui l'immobile, e di conseguenza l'impianto FV, è inserito in modo da operare scelte progettuali che costituiscano l'ottimo tecnico fra le necessità di massimizzare la potenza installata e di minimizzare le perdite impiantistiche (fenomeni di ombreggiamento diretto, auto-ombreggiamento fra moduli, mismatching, dispersioni lungo i cavi ...).

Si intende che, in conformità alla norma CEI 0-21, il presente documento di progetto esecutivo contiene tra le altre le seguenti sezioni:

1. Relazione illustrative:
 - a. Descrizione del progetto;
 - b. Illustrazione delle ragioni della soluzione scelta;
 - c. Indicazioni delle fasi.

2. Relazione tecnica:
 - d. Dati di progetto;
 - e. Criteri di scelta delle soluzioni impiantistiche elettriche e descrizione dell'impianto;
 - f. Relazione di calcolo.

3. Planimetria generale (Schema posizionale);

4. Schema elettrico generale unifilare.

5. Schede tecniche dei materiali e dispositivi impiegati.

1.2. Dati di carattere generale

L'impianto fotovoltaico sarà posizionato su una parte del terrazzo dell'immobile (vedi progetto allegato alla Tav.1). Tutti i moduli saranno montati su strutture di sostegno con un angolo d'inclinazione (tilt) di 30° ed orientati verso Sud-Sud Est. Le distanze tra le file dei moduli saranno tali da evitare fenomeni di auto-ombreggiamento.

Le strutture di sostegno e ancoraggio saranno realizzate mediante appositi profili di alluminio.

Le strutture saranno ancorate a terra mediante zavorre in cemento collocate sui profili di raccordo orizzontale.

L'alluminio è un materiale perfettamente compatibile con i moduli fotovoltaici, infatti essendo le cornici stesse dei moduli in alluminio, utilizzando lo stesso metallo per il resto della struttura si eviterà la generazione di piccoli flussi di corrente galvanica nei punti di contatto tra metalli di elettronegatività differenti.

La dimensione dell'impianto è stata studiata in base alle specifiche necessità del sito di installazione. L'impianto sarà collegato all'utenza elettrica già esistente.

I moduli scelti per questa installazione utilizzano una tecnologia in silicio policristallino.

1.3. Sito di installazione

Il sito di installazione si trova in Vittoria, in via "La China", in un contesto urbano; (nell'immagine in basso è riportata un'immagine satellitare dell'area di interesse).

Per eseguire una stima di massima della producibilità di un impianto FV e di un impianto solare è necessario conoscere la radiazione del sito di installazione; in questo caso nella zona di Vittoria è possibile contare su di un irraggiamento medio annuo che consente una produzione di energia elettrica in condizioni ottimali di circa 1300 kW/h per ogni kWp installato (al netto delle perdite varie dovute ad orientamento, temperatura, trasporto, trasformazione, parziale ombreggiamento ecc.).

In base alla potenza dell'impianto si stima pertanto che la produzione elettrica sarà di circa 20.600 kW/h.



Fig.1 Foto satellitare dell'area in cui insiste l'immobile dove verrà installato l'impianto

1.4. Terminologia

Cella fotovoltaica: Dispositivo semiconduttore che genera elettricità quando è esposto alla luce solare.

Modulo fotovoltaico: Assieme di celle fotovoltaiche elettricamente collegate e protette dagli agenti atmosferici, anteriormente mediante vetro e posteriormente con vetro e/o materiale plastico. Il bordo esterno è protetto da una cornice in alluminio anodizzato.

Pannello fotovoltaico: Un gruppo di moduli fissati su un supporto metallico.

Stringa fotovoltaica: Un gruppo di moduli elettricamente collegati in serie. La tensione di lavoro dell'impianto è quella determinata dal carico elettrico "equivalente" visto dai morsetti della stringa.

Campo fotovoltaico: Un insieme di stringhe collegate in parallelo e montate su strutture di supporto, generalmente realizzate con profilati in acciaio zincato.

Corrente di cortocircuito di un modulo o di una stringa: Corrente erogata in condizioni di cortocircuito, ad una particolare temperatura e radiazione solare.

Tensione a vuoto di un modulo o di una stringa: Tensione generata ai morsetti a circuito aperto, ad una particolare temperatura e radiazione solare.

Caratteristica corrente-tensione di un modulo o di una stringa: Corrente erogata ad una particolare temperatura e radiazione, tracciata quale funzione della tensione di uscita.

Potenza massima di un modulo o di una stringa: Potenza erogata, ad una particolare temperatura e radiazione, nel punto della caratteristica corrente-tensione dove il prodotto corrente-tensione ha il valore massimo.

Condizioni standard di funzionamento di un modulo o di una stringa: Un modulo opera alle "condizioni standard" quando la temperatura delle giunzioni delle celle è 25 °C, la radiazione solare è 1000 W/m² e la distribuzione spettrale della radiazione è quella standard (AM 1,5).

Condizioni operative di funzionamento di un modulo o di una stringa: Un modulo lavora in "condizioni operative" quando la temperatura ambiente è di 20°C, la radiazione è di 800 W/m² e la velocità del vento è di 1 m/s.

Potenza di picco: Potenza erogata nel punto di potenza massima alle condizioni standard.

Efficienza di conversione di un modulo: Rapporto tra la potenza massima del modulo ed il prodotto della sua superficie per la radiazione solare, espresso come percentuale.

Quadro protezioni di sottocampo B.T.: Quadro in cui vengono convogliate le terminazioni di tutte le stringhe e dove ne viene eseguita la messa in parallelo;

Quadro di parallelo B.T.: Quadro in cui viene eseguita la connessione in parallelo di tutti gli inverter. Il quadro è fornito di protezioni all'ingresso delle linee ac dagli inverter e all'uscita in trifase o monofase con interruttore magnetotermico differenziale per la consegna in parallelo rete dell'“impianto.

Convertitore cc/ca (Inverter): Convertitore statico in cui viene effettuata la conversione dell'energia elettrica da continua ad alternata, tramite un ponte a semiconduttori, opportune apparecchiature di controllo, che permettono di ottimizzare il rendimento del campo fotovoltaico, e un trasformatore.

2. Normativa e Leggi di riferimento

Impianti Fotovoltaici

CEI 11-20	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
CEI 64-8	Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi a continuità collegati a reti di I e II categoria
CEI 82-25	Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione
CEI EN 60904-1	Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente
CEI EN 60904-2	Dispositivi fotovoltaici – Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento
CEI EN 60904-3	Dispositivi fotovoltaici – Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento
ISO/IEC 17025	General requirements for the competence of testing and calibration laboratories
CEI EN 61727	Sistemi fotovoltaici (FV). Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo alla rete
CEI EN 61215	Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione.
CEI EN 61646 (82-12)	Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri. Qualifica del progetto e omologazione.
CEI EN 61000-3-2	Armoniche lato a.c.
CEI EN 60555-1	Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili
CEI EN 60439-1-2-3	Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione
CEI EN 60445	Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico
CEI EN 60529	Gradi di protezione degli involucri (codice IP)
CEI EN 60099-1-2	Scaricatori
CEI 20-19	Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V
CEI 20-20	Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750V
CEI 81-1	Protezione delle strutture contro i fulmini
CEI 81-3	Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato
CEI 81-4	Valutazione del rischio dovuto al fulmine
CEI 0-2	Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici

CEI 0-3	Guida per la compilazione della documentazione per Legge 46/90
UNI 10 349	Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati Climatici
CEI EN 61724	Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici. Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati
IEC 60634-7-712	Electrical installations of buildings -Part 7-712: Requirements for special installations or locations Solar photovoltaic (PV) power supply systems
CEI 021	Norme per il regolamento dell'allaccio alla rete nazionale

3. Dimensionamento, prestazioni e garanzie

La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma UNI 10349 (o dell'Atlante Europeo della Radiazione Solare) e utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 8477-1.

Gli impianti fotovoltaici verranno progettati per avere una potenza attiva, lato corrente alternata, superiore al 85% del valore della potenza nominale dell'impianto fotovoltaico, riferita alle condizioni STC.

Dunque, verranno rispettate le seguenti condizioni:

$$P_{cc} > 0,85 * P_{nom} * I / I_{STC}$$

In cui:

P_{cc} è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del $\pm 2\%$;

P_{nom} è la potenza nominale del generatore fotovoltaico;

I è l'irraggiamento espresso in W/m^2 misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del $\pm 3\%$;

I_{STC} pari a $1000 W/m^2$ è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;

Tale condizione sarà verificata per $I > 600 W/m^2$.

$$P_{ca} > 0.9 * P_{cc}$$

In cui:

P_{ca} è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione con precisione migliore del $\pm 2\%$;

Tale condizione sarà verificata per $P_{ca} > 90\%$ della potenza di targa del gruppo di conversione.

In caso di temperatura delle celle superiore a $40^{\circ}C$, misurate sul pannello posteriore, è ammesso considerare ulteriori perdite della P_{cc} come riportato nella norma CEI 82-25.

Non sarà ammesso il parallelo di stringhe non perfettamente identiche tra loro per esposizione, e/o marca, e/o modello, e/o numero dei moduli impiegati. Ciascun modulo, infine, sarà dotato di diodo di by-pass.

Sarà, inoltre, sempre rilevabile l'energia prodotta (cumulata) e le relative ore di funzionamento.

4. Analisi dell'impianto fotovoltaico

Il presente progetto è relativo alla realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica tramite conversione fotovoltaica, avente una potenza di picco pari a 15,84 kWp.

4.1. Dati relativi al Committente

Committente:	Comune di Vittoria
Indirizzo:	Via Cacciatori delle Alpi n° 453– Ufficio lavori pubblici
Recapiti telefonici:	

4.2. Dati relativi al progettista

Nominativo	Comune di Vittoria
titolo	
iscrizione	
indirizzo	
cellulare	
e-mail	

4.3. Località di realizzazione dell'intervento

Tipo di edificio:	Edificio non residenziale a due piani; corpo a L con corte interna.
Tipo copertura	Terrazzo piano
Indirizzo:	Via "La China"
Destinazione d'uso dell'immobile:	Scuola media
Tipologia fornitura:	400V trifase

4.4. Dati relativi al posizionamento del generatore FV

Posizionamento del generatore FV:	terrazzo piano
Angolo di tilt del generatore FV:	circa 30°
Fattore di albedo:	Area urbana

4.5. Sito di installazione.

Il sistema FV verrà installato su una porzione del terrazzo dell'edificio, così come rappresentato nella **tavola 1 in allegato**.

4.6. Calcolo del fabbisogno.

La dimensione dell'impianto è stata indicata intorno a 15,84 kWp (limite superiore). La potenza di picco sarà di 15,84 kW pari al valore richiesto.

4.7. Analisi delle ombre.

Nel sito in questione, ma soprattutto nella zona ove verrà installato l'impianto fotovoltaico, non si riscontrano fenomeni di ombreggiamento.

4.8. Fattore di Albedo.

Sull'analisi delle strutture circostanti, è stato scelto un fattore di albedo pari a 0,35 relativo agli elementi circostanti (principalmente un paesaggio a medio indice di urbanizzazione).

5. Specifiche tecniche dei componenti

5.1. Descrizione dell'impianto.

L'impianto fotovoltaico sarà costituito da 66 moduli in silicio Policristallino da 240 Wp.

La garanzia dei moduli dovrà essere di 10 anni sui difetti di fabbricazione, di 12 anni per una potenza non inferiore al 90% dei dati di targa e 30 anni per una potenza non inferiore all'80% dei dati di targa.

La superficie dell'impianto montato sul terrazzo sarà pari a mq. 330 per un peso dei moduli pari a 1254,00 kg a cui si aggiunge il peso delle strutture e delle zavorre per un totale di circa 5.000 kg (peso complessivo generatore FV circa 6.254,00 kg circa).

È previsto l'impiego di n° 3 inverter realizzati con numero di inseguitori del punto di massima potenza non inferiore a 2.

Il campo sarà così composto:

N° 6 stringhe da 11 moduli da 240 Wp afferenti a n° 3 inverter.

La configurazione dell'inverter e delle stringhe è riportata nel seguente screenshot.

Non sarà necessario realizzare alcun quadro di campo in CC il parallelo fra le stringhe verrà effettuato direttamente all'interno dell'inverter quest'ultimo inoltre è provvisto di scaricatori di sovratensione connessi a terra, da sezionatori da 20A e da porta fusibili con fusibili.

La linea a valle dell'inverter sarà protetta da un quadro di parallelo con la rete in CA equipaggiato con 1 interruttore magnetotermico tetrapolare da 1000V, 32A con sensibilità almeno 0,3 A.

La protezione d'interfaccia, essendo l'impianto di potenza minore di 20 kWp con numero di convertitori non superiore a 3, potrà essere integrata nel gruppo di conversione.

5.2. Impianto Fotovoltaico

L'impianto fotovoltaico si comporrà di moduli in silicio policristallino, la potenza da raggiungere è di 15,84 kWp e sarà configurato come segue:

Numero moduli:	66
Potenza nominale	240 Wp
Celle:	Silicio policristallino
Tensione circuito aperto V_{OC}	37,00 V
Corrente di corto circuito I_{SC}	8,63 A
Tensione V_{MPP}	29,60 V
Corrente I_{MPP}	8,11 A
Grado di efficienza:	14,8 % (circa)
Dimensioni:	1636 mm x 988 mm x 40 mm

5.3. Cablaggi.

Al fine di ridurre al minimo le perdite di energia elettrica prodotta si utilizzerà cavo solare da 4 mmq per connettere le stringhe dei moduli, si utilizzerà del cavo FG7 da 6 mmq. per connettere le uscite in CA degli inverter con il quadro di parallelo con la rete elettrica.

Si stima di contenere in tal modo le perdite nei cavi entro il 2% nel complesso.

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI 20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL, grado d'isolamento di 4kV.

Per la posa dei cavi saranno rispettate le condizioni per la protezione contro i contatti diretti (norma CEI 11-1), le sollecitazioni meccaniche e termiche indicate dalla norma CEI 11-17, di cui si riporta un estratto nella figura seguente:

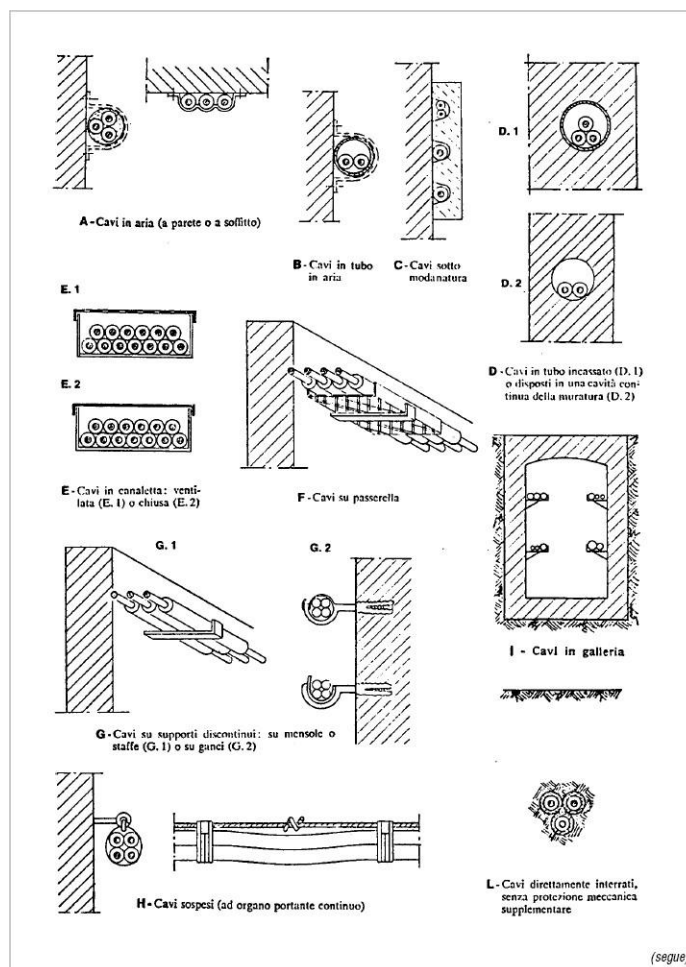


Figura 4.29 – posa dei cavi secondo norma CEI 11-17

In particolare si predilige ai fini del presente progetto la soluzione E.1: canalina metallica ventilata. La canalina metallica, come tutte le masse metalliche coinvolte nel progetto, dovranno essere collegate all'impianto di messa a terra tramite apposito conduttore di protezione.

Verifica delle cadute di tensione lungo il tratto DC e AC

Il calcolo de caduta di tensione per i cavi in corrente continua si effettua applicando la formula

$$\Delta U = \rho \cdot (l/S) \cdot I_b$$

Dove:

- ρ = resistività del conduttore alle condizioni di impiego
- l = lunghezza del circuito
- S = sezione del conduttore
- I_b = corrente di impiego misurata alle condizioni MPP

In tal caso per il cavo solare Radox da 4mm² impiegato per la connessione tra le stringhe e l'inverter la resistenza del cavo $\rho \cdot (l/S)$ sarà pari a 3,39 Ohm/km.

Per quanto riguarda il tratto in corrente alternata i parametri di tensione e corrente sono legati alla potenza del generatore dalla nota formula

$$P = K \cdot V \cdot I \cdot \cos\varphi$$

Essendo $\cos\varphi$ il fattore di potenza, che possiamo assumere pari ad 1 come da specifiche tecniche del gruppo di conversione Power one, allegate al progetto, e k un parametro che assume il valore di $\sqrt{3}$ in caso di linea trifase ed il valore 2 per una linea monofase.

Nota la potenza massima di ciascun sottocampo possiamo stimare facilmente la corrente che percorre ciascuna linea AC.

La caduta di tensione lungo una linea AC trifase o monofase risulta pertanto determinata dalla formula

$$\Delta U = K \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi) \cdot I$$

Essendo I la corrente di impiego, R la resistenza del cavo ed X la sua reattanza.

5.4. Strutture Di Sostegno Dei Moduli

I moduli verranno montati su apposite strutture di sostegno in alluminio con un'inclinazione del piano dei moduli pari a circa 30°.

I profili in alluminio sono fra loro raccordati a mezzo di viti, dadi e bulloni, **nella TAV1** sono forniti dettagli costruttivi delle strutture progettate.

Le strutture saranno poggiate sulla superficie del terrazzo e zavorrate con un peso sufficiente a resistere all'azione del vento (zona 4, 8 m altezza, centri urbani classe rugosità A).

Il peso complessivo necessario a resistere all'azione del vento è stato verificato per un valore di **40 kg/modulo** sia a scorrimento sia a ribaltamento.

Nelle verifiche sono stati applicati i criteri di calcolo di cui al DM 14/01/2008 (NTC).

Tale azione controventante è ottenuta applicando delle zavorre di cemento di dimensioni **40x20x20 cm**.

Di seguito è riportata un'illustrazione delle strutture utilizzate per il progetto.

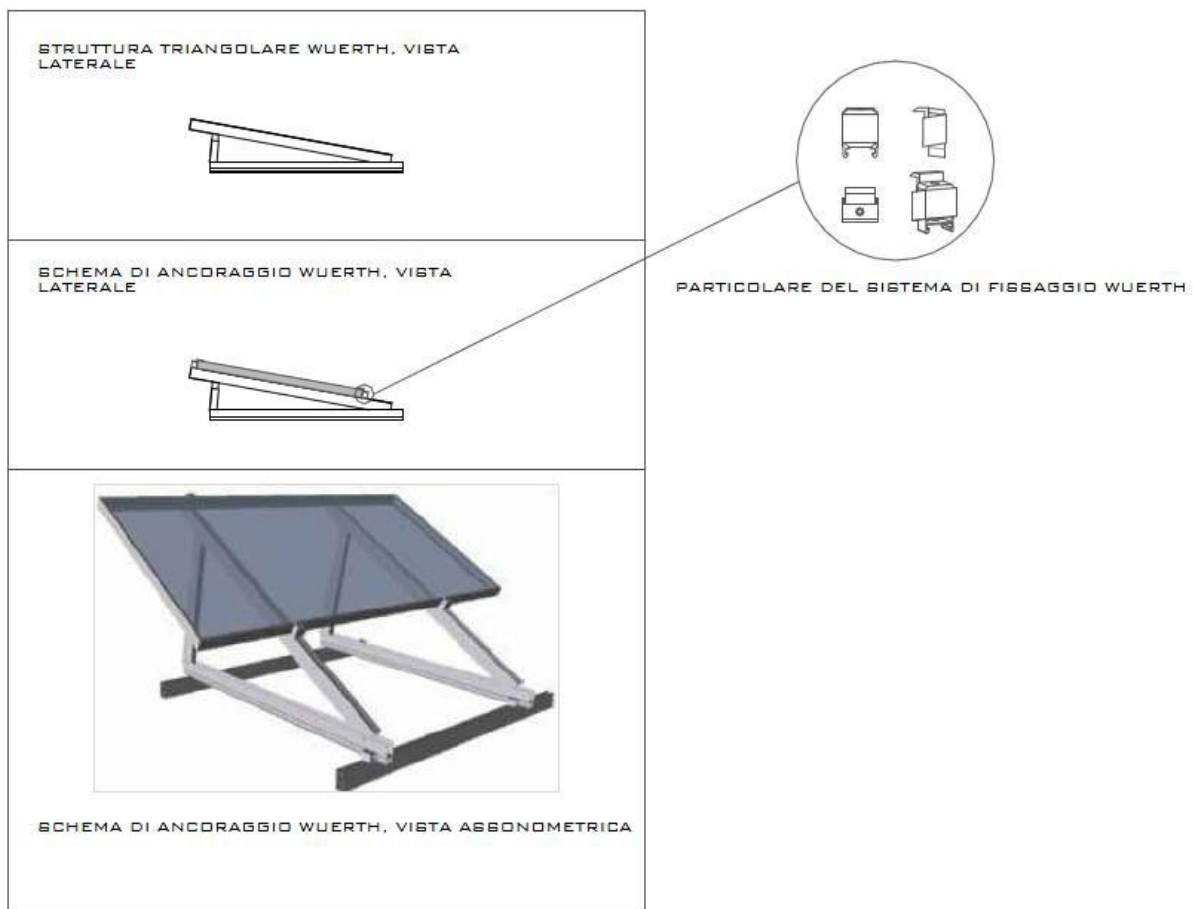


Fig.2 Schema esemplificativo delle strutture di sostegno e o similare.

Le zavorre, dotate di incavo a misura del profilo inferiore, dovranno essere collocate all'estremità posteriore del profilo inferiore, in modo da massimizzare la resistenza al ribaltamento.

5.5. Gruppi di conversione

Il gruppo di conversione proposto dovrà essere dotato di doppio circuito di MPPT che consente di gestire con maggior flessibilità eventuali fenomeni di ombreggiamento, ed infine permette di avvicinarsi maggiormente ai 15,84 KWp richiesti.

L'inverter potrà non essere dotato di trasformatore di isolamento; in tal caso la separazione tra circuiti in corrente continua ed alternata dovrà essere garantita da bobine di disaccoppiamento integrate nel sistema di conversione, tale soluzione è permessa dalle norme CEI 021 per potenze installate inferiori a 20 kW.

IL convertitore CC/CA utilizzato dovrà essere idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di queste apparecchiature dovranno essere compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 11-20 e dotato di doppia funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme

CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.

- Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 11-20 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- Conformità marchio CE.
- Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- Doppio circuito MPPT per la gestione indipendente di due ingressi.
- Efficienza massima 98,3 % . rendimento europeo 98 %
- Connessione CA 230V monofase con o senza neutro.

Le caratteristiche tecniche degli inverter scelti sono le seguenti:

Modello	Power-one PVI-6000-TL-OUTD o similare
Numero Ingressi	2 per ogni MPPT
Numero circuiti MPPT	2
Ingresso max (per MPPT):	4000 Wp
Tensioni in ingresso consentite:	180 – 530 V
Corrente massima in ingresso (per MPPT):	18 A
Efficienza:	> 97,00 %
Peso:	26 kg

6. Impianto di Messa a Terra (MAT)

Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra.

Le strutture metalliche esterne (strutture di sostegno dei moduli, canaline metalliche) saranno equipotenzializzate e connesse a terra.

Il cavo di equipotenzializzazione sarà fissato con capocorda avvitato con vite auto forante al lato delle strutture di supporto.

La terra delle strutture sarà appositamente realizzata in prossimità della discesa dei cavi e ispezionabile a mezzo di apposito pozzetto.

La presenza del pozzetto di MAT sarà evidenziata da apposito cartellino.

Le stringhe saranno, costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di protezioni contro le sovratensioni.

La messa a terra dei quadri (scaricatori di sovratensione), dell'inverter saranno collegate all'impianto di terra dell'edificio (a seguito di verifica e misura della resistenza di terra effettiva).

Non è necessaria la separazione galvanica tra la parte incorrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione sarà sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua integrata dell'inverter, ciò è possibile in quanto la potenza del generatore è inferiore a 20 Kwp.

Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti

della buona regola dell'arte

Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.

7. Dimensionamento dell'impianto

In base alle norme UNI 8477-1 e UNI 10349, l'irraggiamento calcolato su moduli esposti a 0° rispetto al Sud ed inclinati rispetto all'orizzontale di circa 30° con un fattore di albedo scelto è pari a 1720 kWh/m².

La potenza alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) risulta essere:

$$= P_{\text{MODULO}} \times N^{\circ}\text{MODULI} = 240 \times 66 = 15.840 \text{ Wp}$$

Considerando un'efficienza del B.O.S. (Balance of system) del 85,00% che tiene conto delle perdite dovute a diversi fattori quali: maggiori temperature, superfici dei moduli polverose, differenze di rendimento tra i moduli, perdite dovute al sistema di conversione la potenza sul lato c.a. sarà uguale a

$$P_{\text{CA}} = P_{\text{STC}} \times 85,00\% = 13.464 \text{ Wp}$$

L'energia producibile su base annua dal sistema fotovoltaico è data da:

$$E [\text{kWh/anno}] = (I \times A \times K_{\text{omb}} \times R_{\text{MODULI}} \times R_{\text{BOS}})$$

In cui: I = irraggiamento medio annuo = 1789 kWh/m²

A = superficie totale dei moduli = 105,60 m²

K_{omb} = Fattore di riduzione delle ombre = 98%

R_{MODULI} = rendimento di conversione dei moduli = 14,80% (valore medio pesato)

R_{BOS} = rendimento del B.O.S. = 85,00%

Pertanto, applicando la formula abbiamo

$$E = (1789 \times 105,60 \times 98\% \times 14,80\% \times 85,00\%) = 23290 \text{ kWh/anno}$$

Il valore di 23290 kWh/anno è l'energia che il sistema fotovoltaico produrrà in un anno, se non vi sono interruzioni nel servizio o altre anomalie ora non considerate nel calcolo.

8. Verifica tecnico-funzionale

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- messa a terra di masse e scaricatori;
- isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;
- misura delle tensioni a vuoto delle stringhe

Inoltre dal punto di vista delle prestazioni energetiche occorrerà verificare:

- $P_{cc} > 0,85 \cdot P_{nom} \cdot I / ISTC$;
- $P_{ca} > 0,9 \cdot P_{cc}$.

In caso di temperatura delle celle superiore a 40°C, misurate sul pannello posteriore, è ammesso considerare ulteriori perdite della P_{cc} come riportato nella norma CEI 82-25.

9. Alcune considerazioni sugli impianti fotovoltaici

La produzione di energia elettrica per conversione fotovoltaica dell'energia solare non causa immissione di sostanze inquinanti nell'atmosfera ed ogni kWh prodotto con fonte fotovoltaica consente di evitare l'emissione nell'atmosfera di 0,53 kg di CO₂ (percentuale ottenuta dal mix combustibili termoelettrici italiani), nel caso dell'impianto dell'Istituto alberghiero di Roccella Ionica il risparmio atteso è di 14 t/anno di CO₂.

9.1 Varie

Sarà applicata, in fase di lavori, la seguente cartellonistica:

- QUADRO ELETTRICO GENERALE
- PERICOLO
- NON ESEGUIRE LAVORI PRIMA D' AVER TOLTO LA TENSIONE
- QUADRO ELETTRICO
- NON USARE ACQUA PER SPENGERE INCENDI

9.2 Raccomandazioni

Dovranno essere emessi e rilasciati dall'installatore i seguenti documenti:

- manuale di uso e manutenzione, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi di manutenzione;
- dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito;
- dichiarazione di conformità ai sensi di legge 46/90, articolo 1, lettera a;
- certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità alla norma CEI EN 61215, per moduli al silicio cristallino, o alla CEI EN 61646 per moduli a film sottile;
- certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità del convertitore cc/ca alle norme vigenti e, in particolare alle norme CEI 11-20 e alle prescrizioni ENEL DK 5940 ed 2.2 qualora venga impiegato il dispositivo d'interfaccia interno al convertitore stesso;
- certificati di garanzia relativi alle apparecchiature installate;

garanzia sull'intero impianto e sulle relative prestazioni di funzionamento.