

REGIONE PUGLIA

AREE POLITICHE PER LO SVILUPPO ECONOMICO, IL LAVORO E L'INNOVAZIONE
SERVIZIO COMPETITIVITÀ DEI SISTEMI PRODUTTIVI
UFFICIO AREE INDUSTRIALI E PRODUTTIVE



RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA II LOTTO FUNZIONALE INCUBATORE ASI (EX CISI)

VIA DEL TRATTURELLO TARANTINO N.6, ZONA P.I.P. - TARANTO



IMPIANTO FOTOVOLTAICO PROGETTO ESECUTIVO

TITOLO:

RELAZIONE GENERALE

ALLEGATO

A01

PROGETTISTA :

Ing. TEDESCO Pietro

R.U.P. :

Geom. VETTORE Mario

Rev.	Descrizione	Data : 23/06/2017

Introduzione

La presente relazione tecnica è stata redatta a supporto del lavoro di realizzazione di un impianto fotovoltaico della potenza nominale di 209,00 kWp da realizzare, per conto del Consorzio ASI del Comune di Taranto (TA), nel lotto funzionale, incubatore ASI (ex CISI)” sito in Taranto alla via Del Tratturello Tarantino n. 6, ricadente nel territorio del Comune di Taranto (TA) ubicato nell’area P.I.P. lungo la strada per Martina Franca.

L’impianto sarà del tipo grid-connected e il collegamento alla rete elettrica sarà realizzato in media tensione, la struttura è già dotata di cabina di trasformazione con trasformatori MT/BT. Alla citata cabina verrà sostituito il dispositivo generale con interruttore isolato in SF6 conforme alle prescrizioni della norma CEI 0-16 e interfacciabile con il relè di protezione di interfaccia posto nel quadro elettrico generale del fotovoltaico.

Con la seguente relazione verranno illustrate nel dettaglio le considerazioni che hanno portato alle diverse scelte progettuali le caratteristiche prestazionali e descrittive dei materiali prescelti, nonché i criteri di progettazione degli impianti per quanto riguarda la sicurezza, la funzionalità e l'economia di gestione.

1. Caratteristiche generali dell’impianto

La finalità del progetto è di dotare parte del parcheggio esistente di una copertura a frangisole che sia caratterizzata dalla più alta integrazione architettonica e che contribuisca, con la sua costruzione, ad un abbassamento delle sostanze inquinanti con un effetto positivo sull’ambiente e la popolazione. Per raggiungere lo scopo prefissato la copertura frangisole sarà costituita da moduli fotovoltaici. I pannelli fotovoltaici per parcheggi sono una valida alternativa a soluzioni più comuni come gli impianti su coperture di edifici a uso civile, industriale o commerciale. Caratteristica principale di questi pannelli è il fatto di essere montati su pensiline e tettoie utilizzate al tempo stesso come base dei pannelli e come riparo per automobili, scooter o biciclette. Un’idea tanto semplice quanto funzionale, in grado di valorizzare parcheggi di qualunque dimensione grazie all'ombreggiamento, alla protezione dagli agenti atmosferici e, non da ultimo, alla produzione di energia elettrica.

L’architettura elettrica del sistema in corrente continua sarà realizzata con serie di moduli fotovoltaici (stringhe) isolate da terra e composte da moduli identici in numero, marca e prestazioni elettriche. Il sistema in corrente continua sarà collegato a più quadri di parallelo stringhe fino al

gruppo di conversione composto da un Inverter che convertirà la corrente da continua in alternata, idonea al trasferimento della potenza del generatore fotovoltaico alla rete, secondo la normativa vigente. I terminali di uscita dell'inverter saranno inviati all'interno del quadro di bassa tensione del generatore fotovoltaico.

Il gruppo di misura fiscale, connesso mediante appositi trasformatori, sarà collocato in comparto dedicato.

In tali condizioni la potenza nominale installata in condizioni STC sia di 209,00 kWp, tale scelta di potenza è vincolata alla superficie disponibile. Le caratteristiche principali dell'impianto sono le seguenti:

- Numero totale moduli: 836
- Potenza totale: 209,00 kWp
- Produzione lorda dell'impianto: 228.559,38 kWh/anno

2. Ubicazione e prestazioni del sistema fotovoltaico

Inquadramento Urbanistico

L'area in cui si intende realizzare il progetto ricade nel territorio del Comune di Taranto, nella zona industriale nella'area P.I.P. lungo la strada per Martina Franca. Inoltre si precisa che l'impianto di progetto è individuato in un area definita dal piano urbanistico vigente come zona a insediamento industriale.

A seguito della sovrapposizione delle carte tematiche di riferimento (PUTT/P, ZPS, SIC, PARCHI) con gli afferenti fogli di mappa catastale è stato possibile riscontrare la totale assenza di interferenze o zone vincolate, interessanti la porzione di terreno in oggetto. In conclusione dall'analisi effettuata il sito in esame si presenta alla realizzazione di un impianto fotovoltaico.

Area Interessata dall'Impianto

L'impianto fotovoltaico sarà realizzato nel territorio del comune di Taranto. L'area oggetto di intervento è ubicata nella zona industriale nella'area P.I.P. lungo la strada per Martina Franca, nel lotto funzionale, incubatore ASI (ex CISI)" sito in Taranto alla via Del Tratturello Tarantino n. 6.



Fig. 1: Area di intervento

Analisi dell'Irraggiamento Solare

Lo studio dell'irraggiamento solare dell'area interessata è fondamentale per il dimensionamento delle componenti dell'impianto e per la determinazione dell'energia producibile nell'anno medio, sulla base della quale vengono effettuate le valutazioni economiche.

La disponibilità della fonte solare per il sito di installazione è verificata utilizzando i dati "UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Taranto" relativi a valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale.

Per la località sede dell'intervento, ovvero il comune di TARANTO (TA) avente latitudine 40°.4728 N, longitudine 17°.2433 E e altitudine di 15 m.s.l.m.m., i valori giornalieri medi mensili dell'irradiazione solare sul piano orizzontale stimati sono pari a:

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [MJ/m²]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
6.10	7.10	11.90	16.50	20.90	23.10	22.80	20.20	14.60	9.80	5.90	4.50

Fonte dati: UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Taranto

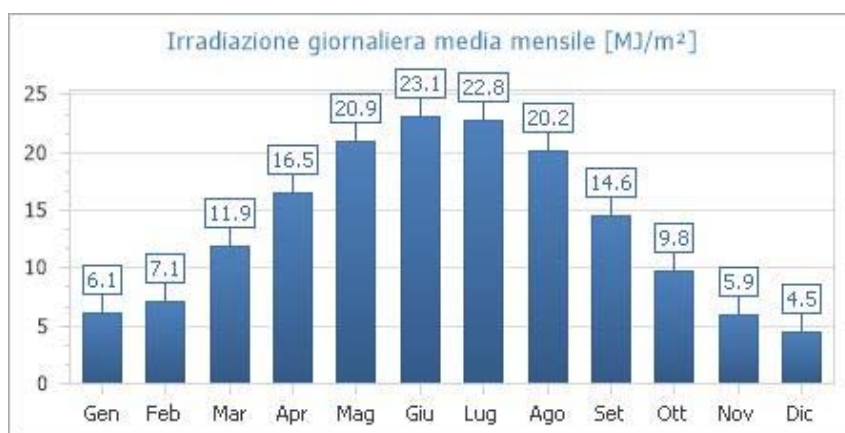


Fig. 2: Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [MJ/m²]- Fonte dati: UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Taranto

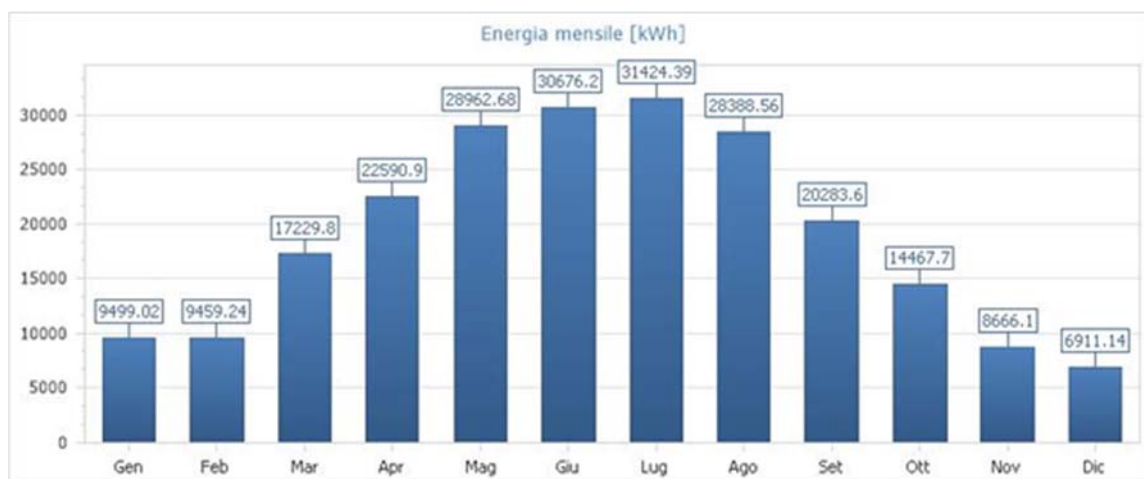
Quindi, i valori della irradiazione solare annua sul piano orizzontale sono pari a 4 984.00 MJ/m² (Fonte dati: UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Taranto).

Calcolo della Producibilità

Come si evince dalla tabella seguente si stima una producibilità annua di circa a 245.818,38 kWh/anno.

Località	Taranto
Potenza nominale modulo fotovoltaico	250 Wp
Numero di moduli	836
Potenza nominale impianto	209,00 kWp
Energia utile prodotta dall'impianto	228.559,38 kWh/anno

Nel grafico si riporta l'energia prodotta mensilmente:



3. Descrizione del sistema fotovoltaico

L'intervento previsto nel presente progetto, prevede la fornitura e collocazione di 24 pensiline che garantiranno la copertura di 96 posti auto.

In particolare saranno utilizzati 836 moduli. In tali condizioni la potenza nominale installata in condizioni STC sia di 209,00 kWp, tale scelta di potenza è vincolata alla superficie disponibile.

Le caratteristiche principali dell'impianto sono le seguenti:

- Numero totale moduli: 836
- Potenza totale: 209,00 kWp
- Produzione lorda dell'impianto: 228.559,38 kWh/anno

L'architettura elettrica del sistema in corrente continua sarà realizzata con serie di moduli fotovoltaici (stringhe) isolate da terra e composte da moduli identici in numero, marca e prestazioni elettriche. Il sistema in corrente continua sarà collegato a più quadri di parallelo stringhe fino al gruppo di conversione, composto da inverter che convertirà la corrente da continua in alternata, idonea al trasferimento della potenza del generatore fotovoltaico alla rete, secondo la normativa vigente.

Il generatore fotovoltaico in oggetto ($P_n = 209,00$ kWp) è composto dal punto di vista da 44 stringhe in parallelo, ognuna composta da 19 moduli fotovoltaici in serie. In totale il campo fotovoltaico è costituito da 836 moduli fotovoltaici a 60 celle policristalline del tipo EXE SOLAR X-Line 250Wp (o equivalente di altra ditta).

Il sistema di conversione dell'energia elettrica corrente continua/corrente è costituito da N.1 Inverter del tipo ELETTRONICA SANTERNO - SUNWAYS 800V TE TG310 - 270 STD (o equivalente di altra ditta).

Le varie stringhe che andranno a comporre il sistema di conversione dell'energia solare, saranno connesse in parallelo in apposite cassette. Per ciascun sottocampo saranno installati un numero opportuno di quadri elettrici di sottocampo in DC, all'interno dei quali saranno cablati i terminali di uscita delle singole stringhe, saranno effettuati i collegamenti di parallelo, nonché saranno installati i dispositivi di protezione lato DC.

In particolare saranno installati N. 4 quadri elettrici di sottocampo in DC, all'interno dei quali saranno cablati i terminali di uscita delle singole stringhe, saranno effettuati i collegamenti di parallelo, nonché saranno installati i dispositivi di protezione lato DC. Questi quadri saranno predisposti per accogliere i terminali di N. 11 stringhe ciascuna composta da N. 19 moduli in serie.

I terminali di uscita di N. 4 QSC saranno convogliati agli ingressi dell'inverter (l'inverter scelto è caratterizzato da 4 ingressi)

Tutti i componenti del sistema saranno cablati con idonei conduttori per tipologia e sezione, i conduttori in esterno (cablaggio stringhe) saranno in cavo per applicazioni fotovoltaiche di opportuna sezione, mentre i cavi di collegamento fra i quadri di parallelo stringa ed il gruppo di conversione saranno interrati ed avranno sezione adeguata in base alla portata, ed alla distanza. L'impianto fotovoltaico è stato progettato con riferimento a materiali e componenti di fornitori primari, dotati di marchio di qualità, di marchiatura o di autocertificazione del costruttore, attestanti la loro costruzione a regola d'arte secondo la normativa tecnica e la legislazione vigente.

I componenti principali del sistema fotovoltaico in oggetto sono:

- Moduli fotovoltaici
- Pensilina fotovoltaica
- Quadri di parallelo CC
- Convertitori CC/CA (INVERTER)
- Cabina elettrica di MT esistente di proprietà
- Cabina di trasformazione/conversione di nuova realizzazione
- Cavi, cavidotti
- Dispositivi di protezione
- Impianto di terra.

Caratteristiche dei moduli fotovoltaici

Per ottenere la configurazione di impianto precedentemente definita, saranno richiesti 836 moduli fotovoltaici, di potenza nominale pari a 250 Wp. I moduli fotovoltaici scelti sono del tipo Modulo Policristallino EXE SOLAR X-Line 250Wp realizzato in 60 celle policristalline ad alto rendimento, con tolleranze di rendimento positiva garantita di 0 a 5W mediante misurazione singola.

Essi presentano una massima stabilità attraverso il telaio di alluminio Soft Grip con scatola di connessione di alta qualità.



Fig. 4: Modulo Policristallino EXE SOLAR X-Line 250Wp

Caratteristiche delle Strutture di appoggio e supporto dei moduli fotovoltaici

La pensilina fotovoltaica è una struttura a falda unica che svolge il ruolo di tettoia o di copertura e, ricoperta con pannelli fotovoltaici, consente la produzione di energia elettrica. L'intervento previsto

nel presente progetto, prevede la fornitura e collocazione di 24 pensiline che garantiranno la copertura di 96 posti auto. Esse avranno una struttura modulare composta da profili in HEA. L'ancoraggio delle pensiline avverrà tramite piastre in acciaio, ad idonei plinti in cemento armato opportunamente predisposti su pali di fondazione in cemento armato.

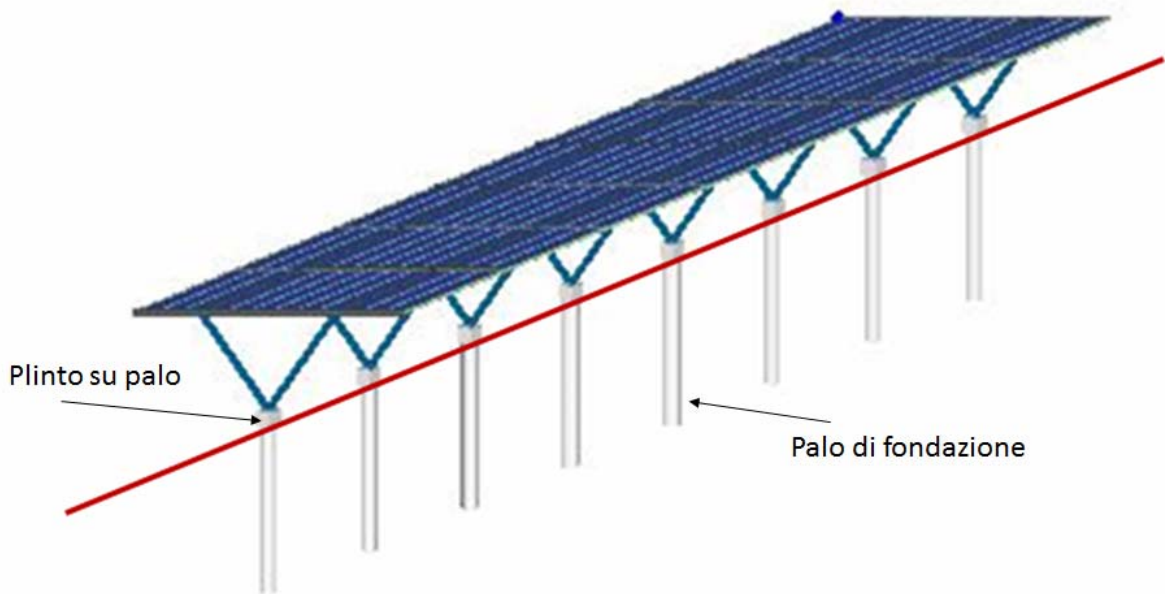


Figura 5: pensilina fotovoltaica

Per la verifiche strutturali della fondazione e delle opere in elevazione si rimanda alla specifica Relazione di calcolo allegata al presente documento.

Quadri di Sottocampo (Quadri di parallelo stringa)

Le varie stringhe che andranno a comporre il sistema di conversione dell'energia solare, saranno connesse in parallelo in apposite cassette. Per ciascun sottocampo saranno installati un numero opportuno di quadri elettrici di sottocampo in DC, all'interno dei quali saranno cablati i terminali di uscita delle singole stringhe, saranno effettuati i collegamenti di parallelo, nonché saranno installati i dispositivi di protezione lato DC. I quadri di parallelo provvederanno:

- al parallelo elettrico delle stringhe afferenti tramite scatole in Pvc;
- alla protezione elettrica delle stringhe da sovratensione indotta tramite limitatori (scaricatori).

Il montaggio di ogni componente sarà tale da impedire contatti accidentali con parti in tensione come richiesto dalle norme vigenti. La disposizione dei cavi elettrici in arrivo ai suddetti quadri dovrà permettere la facile sostituzione di ogni pannello con il sezionamento di ciascuna stringa, realizzato con sezionatori adatti all'uso fotovoltaico. Le apparecchiature contenute saranno:

- scaricatori di sovratensione per la protezione contro le scariche atmosferiche;
- sezionatori tripolari;
- diodo di protezione in serie al sezionatore;
- sezionatore di uscita verso inverter in corrente continua;

Il quadro elettrico sarà certificato e marchiato secondo le norme CEI.

In particolare saranno installati N. 4 quadri elettrici di sottocampo in DC, all'interno dei quali saranno cablati i terminali di uscita delle singole stringhe, saranno effettuati i collegamenti di parallelo, nonché saranno installati i dispositivi di protezione lato DC. Due di questi quadri saranno predisposti per accogliere i terminali di N. 13 stringhe ciascuna composta da N. 19 moduli in serie. Due di questi quadri saranno predisposti per accogliere i terminali di N. 11 stringhe ciascuna composta da N. 19 moduli in serie. Ciascuna stringa fotovoltaica sarà dotata di:

In particolare:

- n° 4 quadri elettrici di sottocampo in DC (QSC), per accogliere i terminali di N. 11 stringhe, del tipo CS-SP (A)-16-600V o similari ($V_{stringa} = 583,00 \text{ V}$, $I_{stringa} = 8,18 \text{ A} \times 11 \text{ stringhe in parallelo} = 89,98 \text{ A}$)

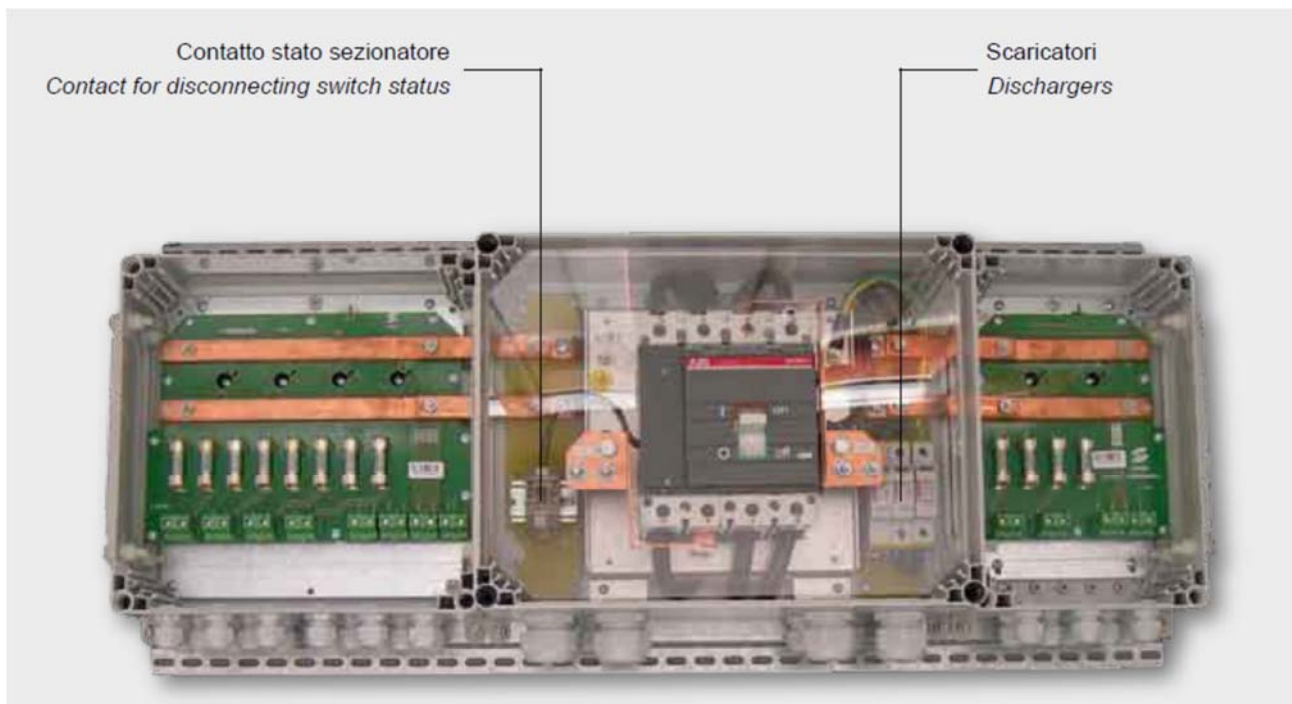


Figura 6: Quadro parallelo 12 stringhe

Gruppo di conversione (Inverter)

Si tratta di un inverter del ELETTRONICA SANTERNO - SUNWAYS 800V TE TG310 - 270 STD

Progettati per installazioni di medie dimensioni su coperture esterne, gli inverter SUNWAY TG offrono tecnologia al vertice della gamma che garantisce la massima densità di potenza e affidabilità.

La gamma di prodotti SUNWAY TG consente la configurazione ottimale di installazioni FV di medie e grandi dimensioni, riducendo al minimo i costi di impianto e massimizzando la resa.

Presentano:

- Elevatissima efficienza di conversione con singolo stadio di conversione di potenza, ottimizzato per la massima riduzione delle perdite.
- Struttura modulare e industrializzazione delle cabine per la massima affidabilità e facile accesso a tutti i componenti, con conseguente manutenzione semplificata e riparabilità in opera.
- Caratteristiche di rete interattive: LVRT, controllo di potenza reattiva, controllo in feedback di frequenza e tensione in conformità con gli standard europei mondiali più avanzati.
- Protezione integrata lato CC garantita da sezionatore con bobina di sgancio.

- Protezione integrata contro errori di cablaggio lato CC.
- Monitoraggio attivo integrato di isolamento CC (monitoraggio di isolamento CA disponibile come optional).
- Protezione integrata lato CA con distacco automatico al sezionatore
- Integrazione con Portale SunwayPortal per accesso via internet ai dati di produzione. Monitoraggio a distanza e controllo tramite sistemi standard SCADA.
- Modbus integrato su RS485 e TCP-IP su connessione dati Ethernet.
- Ingressi integrati per sensori ambientali.
- Compatibile con moduli fotovoltaici che richiedono il collegamento a massa di un polo (positivo o negativo - opzionale).
- Contatore di energia integrato (opzionale).
- Misura in linea del rendimento di conversione (opzionale).
- Conforme AEEG 84/12 (CEI 0-16).



Figura 7: Inverter SUNWAYS 800V TE TG310 - 270 STD

DATI GENERALI

Marca	ELETTRONICA SANTERNO
Modello	SUNWAYS 800V TE TG310 - 270 STD
Tipo fase	Trifase

INGRESSI MPPT

N	VMppt min [V]	VMppt max [V]	V max [V]	I max [A]
1	415.00	760.00	880.00	532.80

PARAMETRI ELETTRICI IN USCITA

Potenza nominale [W]	238 600
Tensione nominale [V]	270

Rendimento max [%]	98.40
Distorsione corrente [%]	3
Frequenza [Hz]	50/60
Rendimento europeo [%]	97.90

CARATTERISTICHE MECCANICHE

Dimensioni LxPxH [mm]	1800X2270X800
Peso [kg]	970.00

Cabina di consegna e ricezione

La struttura è già dotata di cabina di consegna e ricezione, pertanto il collegamento alla rete elettrica nazionale dell'impianto in oggetto avverrà in MT sfruttando la cabina esistente. La cabina di Consegna/Ricezione è costituita da tre vani, uno ad uso esclusivo dell'entedi distributore, uno ad uso dell'ente distributore e dell'utente auto produttore che contiene le apparecchiature di misura dell'energia, ed uno ad uso esclusivo dell'utente produttore, che contengono il DISPOSITIVO GENERALE con relativo rele di protezione generale.

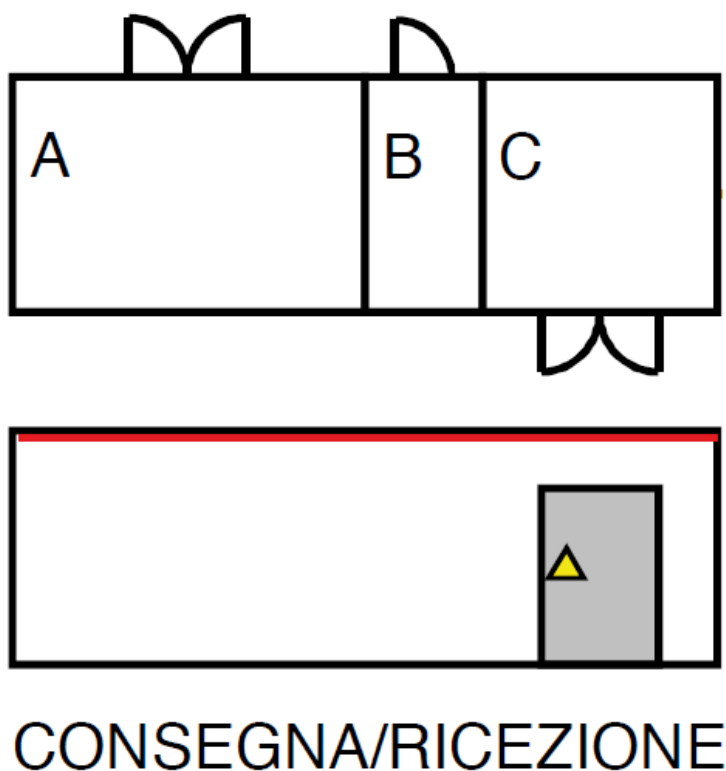


Figura 8: schema cabina di consegna esistente

- A: Locale consegna gestore di rete Quadro elettrico per servizi ausiliari tipo DY3016/1 con trasformatore di isolamento.
- B: Locale misure Contatore nel punto di connessione.
- C: Locale utente Quadro MT

Alla citata cabina verrà sostituito il dispositivo generale con interruttore isolato in SF6 conforme alle prescrizioni della norma CEI 0-16 e interfacciabile con il relè di protezione di interfaccia posto nel quadro elettrico generale del fotovoltaico.

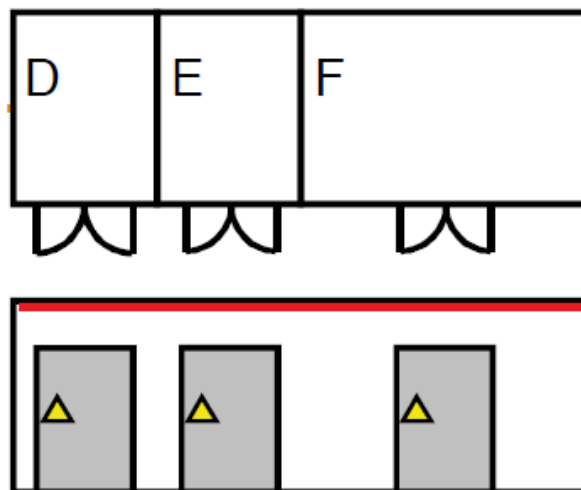
Inoltre è previsto un contatore fiscale per la misurazione dell'energia immessa e prelevata dalla rete del tipo teleleggibile e rispondente alle specifiche richieste del Distributore Locale. Questo contatore viene montato nel locale misure, sul punto di connessione in MT, da precisare che tale contatore viene montato e gestito a cura del Distributore Locale.

Cabina di trasformazione e conversione di nuova realizzazione

Trattasi di cabine prefabbricate in conglomerato cementizio la cui armatura metallica realizza una maglia equipotenziale di terra omogenea su tutta la struttura, che successivamente collegata all'impianto di terra protegge le apparecchiature interne da sovratensioni atmosferiche e limita a valori trascurabili gli effetti delle tensioni di passo e contatto.

Le cabine sono corredate di un basamento con le stesse caratteristiche dell'involucro la cui pianta ha le stesse dimensioni della cabina. Il basamento viene fornito con lo scopo di costituire una valida piattaforma su cui posare la cabina e di consentire un comodo ingresso dei cavi. A tale scopo nelle pareti è ricavata una serie di fori a rottura prestabilita.

Il terreno dovrà essere opportunamente preparato mediante scavo e disponendo su di esso ghiaia drenante su cui appoggiare il basamento.



TRASFORMAZIONE/CONVERSIONE

Figura 9: schema cabina di trasformazione/conversione

- D: Locale protezione trasformatore Quadro MT 24kV-630A-16kAx1s composto da due unità per la connessione tra le cabine di consegna/ ricezione e trasformazione/conversione. Quadro BT circuiti ausiliari di cabina
- E: Locale trasformatore Trasformatore MT/BT 24kV/400V 500kVA con isolamento in resina epossidica.
- F: Locale inverter Contatore energia prodotta. Quadro generale BT dell'impianto fotovoltaico, che è situato dopo l'inverter, in tale quadro sarà installato l'interruttore di protezione della linea in ingresso dell'inverter di impianto, l'interruttore generale motorizzato sul quale agirà la Protezione di Interfaccia e la partenza per il trasformatore BT/MT. La protezione di Interfaccia sarà rappresentata da un relè con le protezioni di minima e massima frequenza (81) e minima e massima tensione (27 e 59), questa agirà direttamente sul comando di apertura dell'interruttore generale della sezione Generatore Fotovoltaico. Si prevede inoltre l'installazione del contatore dell'energia elettrica prodotta dal Generatore Fotovoltaico

Collegamento cabina Consegna/Ricezione con la cabina di Trasformazione/conversione

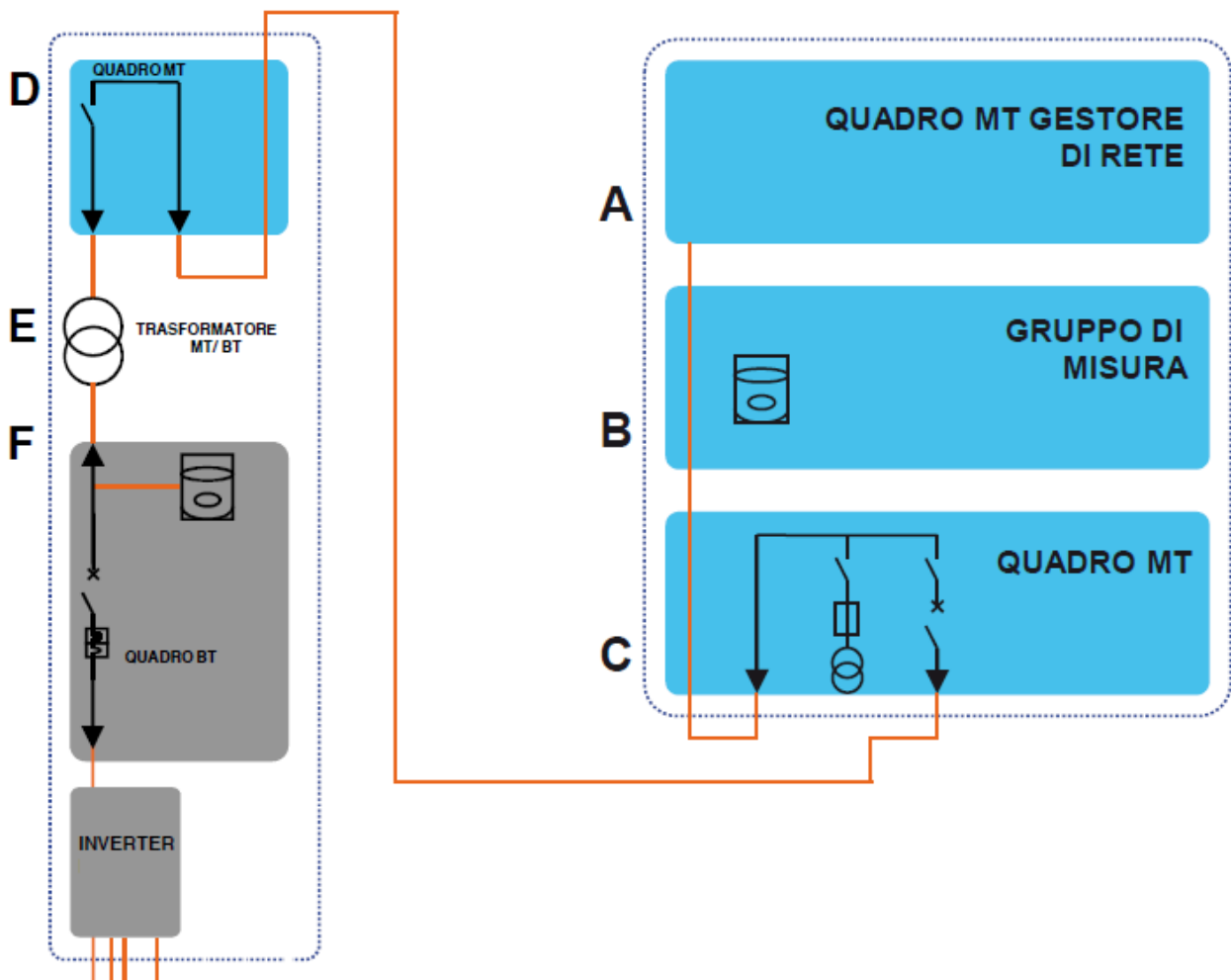
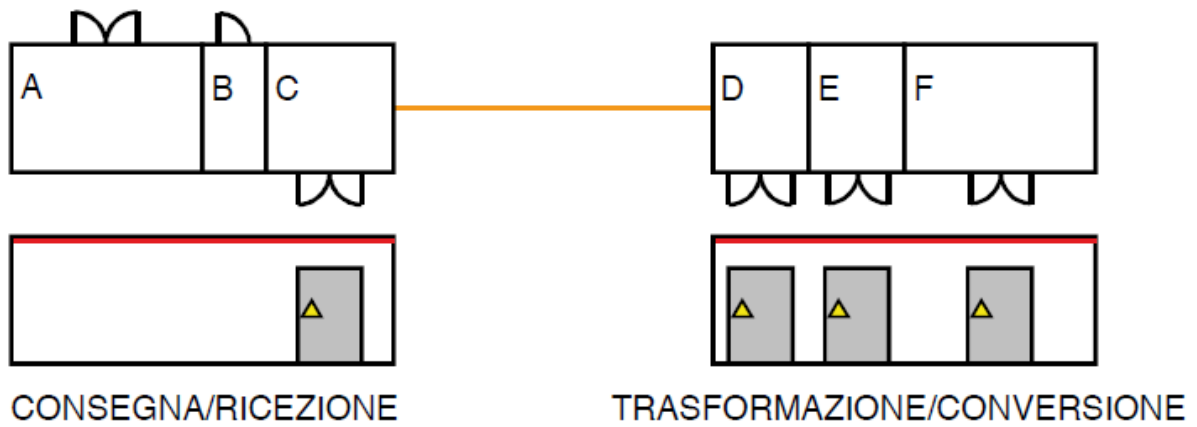


Figura 10: collegamento cabina di trasformazione/conversione con la cabina esistente di ricezione/consegna

Cablaggio

Tutti i componenti del sistema saranno cablati con idonei conduttori per tipologia e sezione, i conduttori in esterno (cablaggio stringhe) saranno in cavo per applicazioni fotovoltaiche di

opportuna sezione, mentre i cavi di collegamento fra i quadri di parallelo stringa ed il gruppo di conversione saranno interrati fino ad una profondità di circa 1 metro ed avranno sezione adeguata in base alla portata, ed alla distanza. Il cablaggio all'interno dei locali di alloggiamento convertitori e della cabina MT sarà eseguito concordemente alle normative vigenti in materia.

I moduli verranno connessi tra di loro mediante cavo FG21M21 tipo Solar Cable specifici per generatori fotovoltaici, che connettono in serie i moduli fotovoltaici per comporre una stringa e che conducono tale stringa alla cassetta di parallelo avranno opportuna sezione. La caduta di tensione che si determina sarà minore del 2%. I conduttori verranno posati in canalette zincate di opportuna sezione.

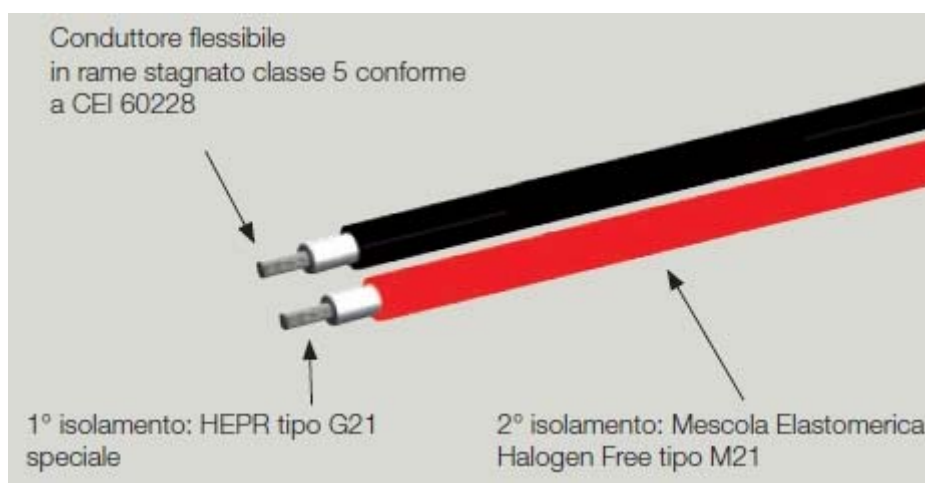


Figura 11: cavi del tipo FG21M21

In uscita dalle cassette di parallelo stringa verranno posati cavi FG7OR di opportuna sezione. Il percorso dei conduttori dalle cassette di parallelo sino all'alloggio degli inverter sarà fatto in tubo in PVC interrato di adeguato diametro. I conduttori provenienti dalle cassette di parallelo stringa verranno connessi in parallelo e connesse a ciascun convertitore statico. La breve tratta tra il quadro di parallelo dei quattro inverter e il trasformatore elevatore verrà effettuato con cavo FG7OR posato in passerella o interrato.

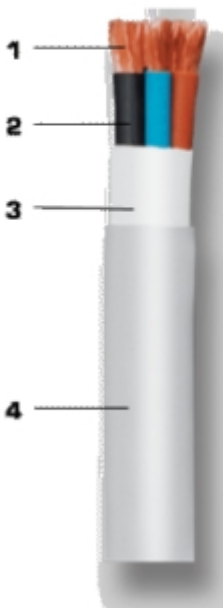
FG7OR-0,6/1kV NPI	IEC 60502.1 IEC 332.3 UNEL 35375 CEI 20-13 CEI 20-22 II
	
	1 Conduttore: Rame rosso a corda flessibile rotonda
	2 Isolante: Gomma HEPR qualità G7 ad alto modulo
	3 Guaina interna (ove richiesta): Riempitivo antifiamma
	4 Guaina esterna: PVC qualità Rz antifiamma - Colore Grigio RAL 7035
	Tensione di Esercizio 0,6 / 1 [KV]
	Tensione di Prova 4 [KV]
	Temp. minima Ambiente: -30[°C] (DC)
	Temp massima di esercizio:+90[°C]
	Temp. minima di Posa: 0[°C]
	Temp. di Corto Circuito 250[°C]
	Min. raggio di curvatura: 4XD (DC)

Figura 12: cavi del tipo FG7Or

Il cavo di media tensione, a valle del trasformatore, fino al sistema di misura dell'energia prodotta, sarà di tipo RG7H1R schermato.

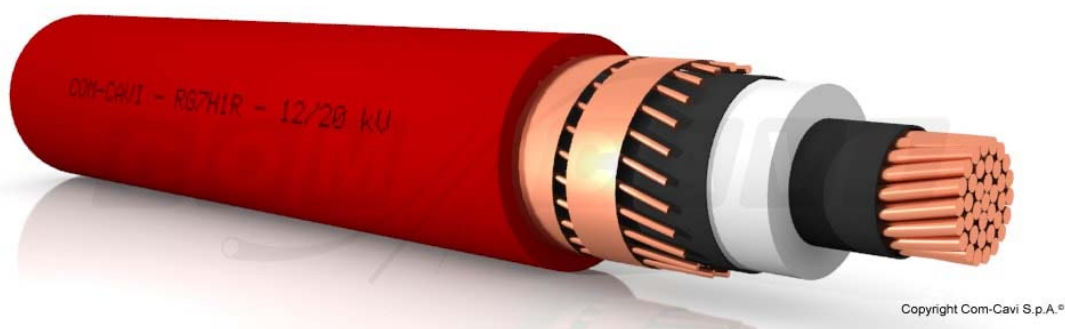


Figura 13: cavi del tipo FG7H1R

I conduttori impiegati nell' esecuzione degli impianti saranno contraddistinti dalle colorazioni previste dalla normativa vigente. In particolare i conduttori di neutro e di protezione saranno contraddistinti rispettivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde. I conduttori di

fase, saranno contraddistinti in modo univoco, in tutto l'impianto, dai colori: nero, grigio cenere, marrone.

La scelta delle sezioni dei cavi è effettuata in base alla loro portata nominale (calcolata in base ai criteri di unificazione e di dimensionamento riportati nelle Tabelle CEI-UNEL), alle condizioni di posa e di temperatura, al limite ammesso dalle Norme per quanto riguarda le cadute di tensione massime ammissibili (inferiori al 3%) ed alle caratteristiche di intervento delle protezioni secondo quanto previsto dalle vigenti Norme CEI 64-8. Tutti i cavi appartenenti ad uno stesso circuito seguiranno lo stesso percorso e saranno quindi infilati nella stessa canalizzazione, cavi di circuiti a tensioni diverse saranno inseriti in tubazioni separate e faranno capo a scatole di derivazione distinte; qualora facessero capo alle stesse scatole, queste avranno diaframmi divisorii. I cavi che seguono lo stesso percorso ed in special modo quelli posati nelle stesse tubazioni, verranno chiaramente contraddistinti mediante opportuni contrassegni applicati alle estremità. Il collegamento dei cavi in partenza dai quadri e le derivazioni degli stessi cavi all'interno delle cassette di derivazione saranno effettuate mediante appositi morsetti. I cavi non trasmetteranno nessuna sollecitazione meccanica ai morsetti delle cassette, delle scatole, delle prese a spina, degli interruttori e degli apparecchi utilizzatori. I terminali dei cavi da inserire nei morsetti e nelle apparecchiature in genere, saranno muniti di capicorda oppure saranno stagnati.

Canalizzazioni

Tutte le condutture di bassa tensione interrate dovranno essere realizzate con canalizzazioni in tubo corrugato del tipo armato. I cavi installati all'interno di tubi devono poter essere sfilati agevolmente. Non sono ammesse giunzioni all'interno di tubazioni e canali.

I tubi corrugati interrato saranno posati ad una profondità di 0,8 metri, se non diversamente indicato, seguendo gli schemi dei disegni allegati. I tubi dovranno essere posati su un letto di posa in sabbia o terra vagliata per evitarne il danneggiamento. Tale strato può essere poi ricoperto dalla terra di risulta dello scavo.



Figura 14: tubazione portacavi interrata

5.10. Impianto di terra

Gestendo il generatore come un sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra, la norma CEI 64-8 prescrive il controllo dell'isolamento del sistema DC tramite un controllore continuo dell'isolamento verso terra il quale deve segnalare con un segnale acustico e/o visivo il verificarsi di un primo guasto verso terra senza interrompere il circuito e quindi il servizio dando agli operatori la possibilità di intervenire in maniera tempestiva nella ricerca ed eliminazione del guasto. Deve comunque essere soddisfatta la condizione che la corrente di primo guasto a terra non deve essere tale che, circolando nel dispersore di terra cui sono collegate le masse, dia luogo a tensioni superiori ai 50 V, indipendentemente dal tempo. Si raccomanda comunque di interrompere il circuito e quindi il servizio nella suddetta eventualità e di individuare e risolvere il primo guasto al fine di scongiurare i pericoli derivanti da un secondo guasto, potenzialmente pericoloso anche se il generatore è stato sezionato.

In accordo con la Norma CEI 64-8, la protezione è assicurata mediante l'utilizzo di componenti elettrici in classe II e di componenti in Classe I abbinati ad un sistema di interruzione automatica dell'alimentazione.

In particolare saranno di Classe II:

- tutti gli involucri in materiale plastico dei componenti a vista
- le condutture realizzate in cavo H07RN-F ed FG7OR indipendentemente dal tipo di posa i moduli fotovoltaici

La protezione dai contatti indiretti per interruzione automatica dell'alimentazione è realizzata mediante interruttori automatici magnetotermici differenziali.

Deve essere soddisfatta la relazione

$$RA * IA \leq 50$$

dove:

- RA è la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse in Ohm
- IA è la corrente che provoca il funzionamento del dispositivo automatico di protezione in Ampere che, nel caso di dispositivo di protezione a corrente differenziale, coincide con la corrente nominale differenziale Id.

L'impianto di terra a cui verranno connesse le masse del generatore fotovoltaico corrisponde all'impianto di terra attualmente esistente.

Tutte le parti metalliche della sezione di impianto in corrente continua (quadri elettrici, scaricatori di tensione, strutture metalliche di sostegno) saranno rese equipotenziali al terreno, mediante collegamento diretto con la corda di rame nudo interrata.

Tutte le parti metalliche della sezione di impianto in corrente alternata (convertitori, quadri elettrici, scaricatori di tensione, trasformatore) saranno rese equipotenziali al terreno, mediante collegamento con il centro-stella del trasformatore BT/MT, a sua volta messo a terra.

I conduttori di terra, ove prescritto, devono essere interrati appena possibile. Le connessioni elettriche interrate devono essere realizzate con morsetti a compressione. Le connessioni fuori terra devono essere realizzate con morsetti o con piastre di derivazione. A distanza regolare devono essere realizzati dei pozzetti di derivazione per agevolare i collegamenti fuori terra. Tutte le connessioni devono essere realizzate con materiali resistenti alla corrosione.

Ciascuna struttura di sostegno dei moduli fotovoltaici sarà collegata alla corda di rame nudo interrata mediante una corda di rame nudo da 16 mm². La corda di rame sarà collegata alla struttura tramite capocorda ad occhiello, bullone e rondella in acciaio zincato, fissati nell'apposito foro previsto. La corda di rame sarà interrata appena possibile.

Le parti metalliche non in tensione di ciascun quadro di parallelo in corrente continua sarà collegato alla corda di rame interrata mediante un cavo giallo/verde da 50 mm². Il cavo di protezione sarà intestato al morsetto di terra del quadro e deve essere interrato appena possibile.

Gli scaricatori di tensione saranno collegati alla corda di rame interrata mediante un cavo giallo/verde da 35 mm². Il cavo di terra deve essere intestato a un morsetto degli scaricatori e deve essere interrato appena possibile. Il cavo di terra degli scaricatori deve essere indipendente dagli altri cavi di terra.

Le parti metalliche non in tensione del convertitore devono essere collegate con il centro stella del trasformatore BT/MT mediante un cavo giallo/verde da 240 mm².

Gli eventuali picchetti devono essere collegati tra loro con una corda di rame nudo da 95 mm², interrata ad una profondità compresa tra 0.5÷1 m e collegata ai picchetti con morsetti passanti. La chiusura della maglia può essere realizzata con morsetto di parallelo. I picchetti devono poter essere ispezionati mediante pozzetti di plastica con coperchio. Solo in caso di necessità in fase di collaudo, a posa e rinterro avvenuto, si procederà all'installazione di picchetti dispersori aggiuntivi.

A seguito dell'installazione dell'impianto fotovoltaico il valore della resistenza di terra dell'impianto di dispersione verrà verificato mediante apposita misura.

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.

Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.