



REGIONE BASILICATA



PROVINCIA di POTENZA



COMUNE DI VENOSA

# Progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto agrovoltaico e delle relative opere connesse, di potenza pari a 19,49115 MW DC e 18,00 MW AC

In Località Boreano  
nel Comune di Venosa (PZ)

Committenza

## METKA EGN RENEWABLES DEVELOPMENT ITALY S.r.l.

Piazza Fontana 6, 20122  
Milano (MI) - P. Iva 11737990967

Progettazione

Simec S.r.l.  
Società di Ingegneria  
Via S. Pertini 35, 71020  
Rocchetta Sant' Antonio (FG)

Elaborato redatto da:

*Ing. Spagone Francesco Paolo  
Ordine degli Ingegneri prov.  
di Foggia, n. iscrizione 2192*

*Collaborazione:  
arch. Giuseppe Pulizzi*

## PROGETTO DEFINITIVO

Titolo

Piano di manutenzione e gestione dell'impianto

Numero documento				Scala	Formato Stampa
				-	A4
Fase	Tipo doc.	Progr. doc.	Rev.	Nome_file / Identificatore	
<b>D</b>	<b>R</b>	<b>B</b>	<b>0</b>	METKA_VENOSA01_B_ Piano_Manutenz_Gestione	

Sul presente elaborato sussiste il DIRITTO di PROPRIETA'. Qualsiasi utilizzo non preventivamente autorizzato sarà perseguito ai sensi della normativa vigente.

Rev.	Data	Descrizione revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	20/10/2021	Redazione			

PIANO DI MANUTENZIONE – MANUALE D'USO

PREMESSA.....	2
1. DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	3
2. OPERAZIONI E FREQUENZA DELLA MANUTENZIONE.....	4
3. IMPIANTO FOTOVOLTAICO.....	5
3.1 Pannello fotovoltaico .....	6
3.2 Inverter .....	8
3.3 Strutture di sostegno .....	10
3.4 Quadri elettrici .....	11
3.5. Dispositivo di generatore .....	13
3.6. Dispositivo di interfaccia .....	14
3.7. Dispositivo generale.....	15
3.8. Conduttori di protezione .....	16
3.9. Scaricatori di sovratensione.....	17
4. IMPIANTO ELETTRICO .....	18
4.1. Quadri di bassa tensione.....	19
4.2. Quadri di media tensione .....	20
4.3. Trasformatori.....	22
4.4. Impianto di illuminazione .....	23
4.4.1. Lampade.....	23
4.4.2. Pali in acciaio.....	24
5. IMPIANTI DI SICUREZZA.....	25
5.1. Impianto di messa a terra.....	25
5.1.1. Conduttori di protezione .....	25
5.1.2. Sistema di dispersione .....	26
5.2. Sistema di equipotenzialita'.....	27
PROGRAMMA DI MANUTENZIONE.....	28

## **PIANO DI MANUTENZIONE MANUALE D'USO**

(Articolo 40 D.P.R. 554/99)

### **PREMESSA**

Il presente documento costituisce il Piano di manutenzione per l'impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica e delle relative opere ed infrastrutture connesse, della potenza elettrica di 19,49115 MWp DC – 18,0 MW AC, che la società proponente intende realizzare nel territorio del Comune di Venosa (PZ), in località "Boreano".

Scopo delle operazioni di manutenzione è quello di conservare in buono stato di sicurezza e di efficienza l'impianto fotovoltaico, una volta realizzato.

Le indicazioni fornite, dovranno essere aggiornate ed integrate successivamente alla realizzazione dell'impianto sulla base delle specifiche di componenti e forniture effettivamente installati e di lavorazioni eseguite.

In particolare, dovranno integrare il documento:

- la lista anagrafica dei componenti dell'impianto;
- le schede tecniche dei componenti dell'impianto (moduli fotovoltaici, inverter, datalogger, dispositivi di manovra e protezione, ecc.);
- gli schemi elettrici: schema elettrico unifilare/multifilare e schema dei collegamenti elettrici tra i moduli;
- i manuali d'uso e manutenzione forniti dai costruttori.

## 1. DESCRIZIONE DELL'OPERA

I principali componenti dell'impianto fotovoltaico di progetto sono:

- Il generatore fotovoltaico costituito da moduli fotovoltaici;
- I tracker, ovvero le strutture comprensive del sistema ad inseguimento monoassiale sulle quali vengono installati i moduli fotovoltaici;
- Il sistema di conversione corrente continua/corrente alternata (inverter);
- I cablaggi (lato CC e lato AC);
- I quadri elettrici: quadro di parallelo stringhe lato CC;
- Le cabine di trasformazione MT/BT
- I dispositivi di manovra e protezione (sezionatori, interruttori automatici, scaricatori di sovratensione ecc.);

Il sistema per il monitoraggio d'impianto è costituito da dispositivi di controllo computerizzati ed a rilevamento automatizzato, infrastrutturate mediante connessioni fisiche realizzate con:

- cavo multipolare e contatti ausiliari di stato dei dispositivi di protezione presenti nel locale utente ed in cabina di trasformazione;
- cavo dati e contatti ausiliari per il monitoraggio dei quadri (che permettono, attraverso degli ingressi ausiliari digitali e analogici, il controllo dello stato dei quadri ausiliari presenti nelle cabine inverter, il monitoraggio del parallelo stringhe, l'irradiazione sulla superficie fotovoltaica e la temperatura dei moduli), i contatti ausiliari per il monitoraggio degli inverter e i contatti ausiliari per il monitoraggio dei contatori di produzione.
- sistema antincendio, estintori;
- sistema di messa a terra;

## **2. OPERAZIONI E FREQUENZA DELLA MANUTENZIONE**

Le operazioni di seguito elencate si pongono l'obiettivo di:

- conservare le prestazioni ed il livello di sicurezza iniziale dell'impianto;
- evitare perdite economiche per mancanza di produzione a causa del deterioramento di componenti o porzioni dell'impianto;
- rispettare le disposizioni normative vigenti.

Le attività di verifica dovranno essere effettuate da parte di personale specializzato e che abbia preso visione dei singoli manuali d'uso e manutenzione oltre che del progetto esecutivo e dell'as built, nel rispetto delle norme di sicurezza vigente, da effettuarsi, il tutto per preservare l'impianto di generazione di energia elettrica da fotovoltaico.

Considerando il tipo di impianto da realizzare, sono evidenziati di seguito i componenti principali dell'impianto, per i quali occorrerà procedere alla manutenzione:

- Impianto fotovoltaico
- Impianto elettrico
- Impianti di sicurezza

### **3. IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

L'impianto fotovoltaico, è composto dai seguenti elementi manutenibili:

- Pannello fotovoltaico
- Inverter
- Strutture di sostegno
- Dispositivo di generatore
- Quadri elettrici
- Dispositivo di interfaccia
- Dispositivo generale
- Conduttori di protezione
- Scaricatori di sovratensione

### **3.1 Pannello fotovoltaico**

E' un dispositivo che consente la conversione dell'energia prodotta dalla radiazione solare in energia elettrica.

E' generalmente costituito da un sottile strato (valore compreso tra 0,2 e 0,35 mm) di materiale semiconduttore in silicio opportunamente trattato (tale procedimento viene indicato come processo di drogaggio).

Attualmente la produzione industriale di celle fotovoltaiche sono:

- celle al silicio cristallino ricavate dal taglio di lingotti fusi di silicio di un singolo cristallo (monocristallino) o di più cristalli (policristallino);
- celle a film sottile ottenute dalla deposizione di uno strato di silicio amorfo su un supporto plastico o su una lastra di vetro.

Le celle al silicio monocristallino sono di colore blu scuro alquanto uniforme ed hanno una purezza superiore a quelle realizzate al silicio policristallino; le celle al film sono economicamente vantaggiose dato il ridotto apporto di materiale semiconduttore (1-2 micron) necessario alla realizzazione di una cella ma hanno un decadimento delle prestazioni del 30% nel primo mese di vita.

#### **Modalità uso corretto**

Al fine di aumentare l'efficienza di conversione dell'energia solare in energia elettrica la cella fotovoltaica viene trattata superficialmente con un rivestimento antiriflettente costituito da un sottile strato di ossido di titanio (TiO<sub>2</sub>) che ha la funzione di ridurre la componente solare riflessa.

Provvedere periodicamente alla pulizia della superficie per eliminare depositi superficiali che possono causare un cattivo funzionamento dell'intero apparato.

#### **Anomalie riscontrabili**

##### Anomalie rivestimento

Difetti di tenuta del rivestimento superficiale che provoca un abbassamento del rendimento della cella.

##### Deposito superficiale

Accumulo di pulviscolo atmosferico o di altri materiali estranei, di spessore variabile, poco coerente e poco aderente alla superficie del rivestimento.

##### Difetti di serraggio morsetti

Difetti di serraggio dei morsetti elettrici dei pannelli solari.

##### Difetti di fissaggio

Difetti di tenuta degli elementi di fissaggio e di tenuta dei pannelli solari alla struttura.

##### Incrostazioni

Formazione di muschi e licheni sulla superficie dei pannelli solari che sono causa di cali di rendimento.

##### Infiltrazioni

Penetrazione continua di acqua che può venire in contatto con parti del pannello non previste per essere

bagnate.

Patina biologica

Strato sottile, morbido e omogeneo, aderente alla superficie e di evidente natura biologica, di colore variabile, per lo più verde. La patina biologica è costituita prevalentemente da microrganismi cui possono aderire polvere, terriccio.



### **3.2 Inverter**

L'inverter o convertitore statico è un dispositivo elettronico che trasforma l'energia continua (prodotta dal generatore fotovoltaico) in energia alternata (monofase o trifase) che può essere utilizzata da un'utenza oppure essere immessa in rete.

In quest'ultimo caso si adoperano convertitori del tipo a commutazione forzata con tecnica PWM senza clock e/o riferimenti di tensione o di corrente e dotati del sistema MPPT (inseguimento del punto di massima potenza) che permette di ottenere il massimo rendimento adattando i parametri in uscita dal generatore fotovoltaico alle esigenze del carico.

Gli inverter possono essere di due tipi:

- a commutazione forzata in cui la tensione di uscita viene generata da un circuito elettronico oscillatore che consente all'inverter di funzionare come un generatore in una rete isolata;
- a commutazione naturale in cui la frequenza della tensione di uscita viene impostata dalla rete a cui è collegato.

#### **Modalità uso corretto**

E' opportuno che il convertitore sia dotato di:

- protezioni contro le sovratensioni di manovra e/o di origine atmosferica;
- protezioni per la sconnessione dalla rete in caso di valori fuori soglia della tensione e della frequenza;
- un dispositivo di reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico. Inoltre l'inverter deve limitare le emissioni in radio frequenza (RF) e quelle elettromagnetiche.

Tutte le eventuali operazioni, dopo aver tolto la tensione, devono essere effettuate da personale qualificato e dotato di idonei dispositivi di protezione individuali quali guanti e scarpe isolanti. Nelle vicinanze dell'inverter deve essere presente un cartello sul quale sono riportate le funzioni degli interruttori, le azioni da compiere in caso di emergenza su persone colpite da folgorazione. Inoltre devono essere presenti oltre alla documentazione dell'impianto anche i dispositivi di protezione individuale e i dispositivi di estinzione incendi.

#### **Anomalie riscontrabili**

##### Anomalie dei fusibili

Difetti di funzionamento dei fusibili.

##### Anomalie delle spie di segnalazione

Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.

##### Difetti agli interruttori

Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

##### Infiltrazione

Fenomeni di infiltrazioni di acqua all'interno dell'alloggiamento dell'inverter.

Scariche atmosferiche

Danneggiamenti del sistema di protezione dell'inverter dovuti agli effetti delle scariche atmosferiche.

Sovratensioni

Valori della tensione e della frequenza elettrica superiore a quella ammessa dall'inverter per cui si verificano malfunzionamenti.

### **3.3 Strutture di sostegno**

Le strutture di sostegno sono i supporti meccanici che consentono l'ancoraggio dei pannelli fotovoltaici alle strutture su cui sono montati e/o al terreno. Generalmente sono realizzate assemblando profili metallici in acciaio zincato o in alluminio anodizzato in grado di limitare gli effetti causati dalla corrosione.

Le strutture di sostegno possono essere:

- ad inclinazione fissa (strutture a palo o a cavalletto);
- ad inclinazione variabile (strutture montate su sistemi tracker o ad inseguimento).

#### **Modalità d'uso corretto**

La struttura di sostegno deve essere in grado di resistere ad eventuali carichi e a particolari condizioni climatiche quali neve, vento, fenomeni sismici senza provocare danni a persone o cose e deve garantire la salvaguardia dell'intero apparato.

#### **Anomalie riscontrabili**

##### Corrosione

Fenomeni di corrosione degli elementi metallici.

##### Deformazione

Cambiamento della forma iniziale con imbarcamento degli elementi e relativa irregolarità della sovrapposizione degli stessi.

##### Difetti di montaggio

Difetti nella posa in opera degli elementi (difetti di raccordo, di giunzione, di assemblaggio).

##### Difetti di serraggio

Difetti di serraggio degli elementi di sostegno delle celle.

##### Fessurazioni, microfessurazioni

Incrinature localizzate interessanti lo spessore degli elementi.

### 3.4 Quadri elettrici

I quadri elettrici a servizio di un impianto fotovoltaico possono essere di diverse tipologie:

- di campo;
- di parallelo;
- di protezione inverter e di interfaccia rete.

I quadri di campo vengono realizzati per il sezionamento e la protezione della sezione in corrente continua all'ingresso dell'inverter; sono costituiti da sezionatori con fusibili estraibili modulari e da scaricatori di tensione modulari. I quadri di campo adatti all'installazione di più stringhe in parallelo prevedono inoltre diodi di blocco, opportunamente dimensionati, con dissipatori e montaggio su isolatori.

I quadri di parallelo si rendono necessari quando più stringhe devono essere canalizzate nello stesso ingresso del convertitore CC/CA; nella gran parte dei casi sono costituiti da sezionatori di manovra e all'occorrenza da interruttori magnetotermici opportunamente dimensionati.

#### Modalità di uso corretto

I quadri elettrici a servizio di un impianto fotovoltaico sono da preferirsi con un grado di protezione IP65 per una eventuale installazione esterna.

Il cablaggio deve essere realizzato con cavo opportunamente dimensionato in base all'impianto; deve essere completo di identificativo numerico e polarità e ogni componente (morsettiere, fili, apparecchiature ecc.) deve essere siglato in riferimento allo schema elettrico.

Tutte le eventuali operazioni, dopo aver tolto la tensione, devono essere effettuate da personale qualificato e dotato di idonei dispositivi di protezione individuali quali guanti e scarpe isolanti.

Nel locale dove è installato il quadro deve essere presente un cartello sul quale sono riportate le funzioni degli interruttori, le azioni da compiere in caso di emergenza su persone colpite da folgorazione.

Inoltre devono essere presenti oltre alla documentazione dell'impianto anche i dispositivi di protezione individuale e i dispositivi di estinzione incendi.

#### Anomalie riscontrabili

##### Anomalie dei contattori

Difetti di funzionamento dei contattori.

##### Anomalie dei fusibili

Difetti di funzionamento dei fusibili.

##### Anomalie dei magnetotermici

Difetti di funzionamento degli interruttori magnetotermici.

##### Anomalie delle spie di segnalazione

Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.

##### Anomalie dei termostati

Difetti di funzionamento dei termostati.

Depositi di materiale

Accumulo di polvere sui contatti che provoca malfunzionamenti.

Difetti agli interruttori

Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

### **3.5. Dispositivo di generatore**

Il dispositivo di generatore viene installato in numero pari a quello degli inverter e interviene in caso di guasto escludendo dall'erogazione di potenza l'inverter di competenza.

E' installato a monte del dispositivo di interfaccia nella direzione del flusso di energia ed è generalmente costituito da un interruttore automatico con sganciatore di apertura; all'occorrenza può essere realizzato con un contattore combinato con fusibile, con interruttore automatico, con un commutatore combinato con fusibile, con interruttore automatico.

#### **Modalità di uso corretto**

Nel caso in cui l'impianto preveda l'installazione di un unico inverter il dispositivo di generatore può coincidere con il dispositivo generale.

Tutte le eventuali operazioni, dopo aver tolto la tensione, devono essere effettuate da personale qualificato e dotato di idonei dispositivi di protezione individuali quali guanti e scarpe isolanti.

#### **Anomalie riscontrabili**

##### Anomalie dei contatti ausiliari

Difetti di funzionamento dei contatti ausiliari.

##### Corti circuiti

Corti circuiti dovuti a difetti nell'impianto di messa a terra, a sbalzi di tensione (sovraccarichi), ad altro.

##### Difetti di funzionamento

Difetti del dispositivo di generatore dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

##### Disconnessione dell'alimentazione

Disconnessione dell'alimentazione dovuta a difetti di messa a terra, di sovraccarico di tensione di alimentazione, di corto circuito imprevisto.

##### Surriscaldamento

Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. Può essere dovuto da ossidazione delle masse metalliche

##### Anomalie degli sganciatori

Difetti di funzionamento degli sganciatori di apertura e chiusura.

### **3.6. Dispositivo di interfaccia**

Il dispositivo di interfaccia è un teleruttore comandato da una protezione di interfaccia; le protezioni di interfaccia possono essere realizzate da relè di frequenza e tensione.

Il dispositivo di interfaccia è un interruttore automatico con bobina di apertura a mancanza di tensione.

Ha lo scopo di isolare l'impianto fotovoltaico (dal lato rete Ac) quando:

- i parametri di frequenza e di tensione dell'energia che si immette in rete sono fuori i massimi consentiti;
- c'è assenza di tensione di rete (per esempio durante lavori di manutenzione su rete pubblica).

#### **Modalità di uso corretto**

Il dispositivo di interfaccia deve soddisfare i requisiti dettati dalla norma CEI 64-8, CEI 0-16 in base alla potenza P complessiva dell'impianto ovvero:

Tutte le eventuali operazioni, dopo aver tolto la tensione, devono essere effettuate da personale qualificato e dotato di idonei dispositivi di protezione individuali quali guanti e scarpe isolanti.

#### **Anomalie riscontrabili**

##### Anomalie della bobina

Difetti di funzionamento della bobina di avvolgimento.

##### Anomalie del circuito magnetico

Difetti di funzionamento del circuito magnetico mobile.

##### Anomalie delle viti serrafili

Difetti di tenuta delle viti serrafilo.

##### Difetti dei passacavo

Difetti di tenuta del coperchio passacavi.

##### Rumorosità

Eccessivo livello del rumore dovuto ad accumuli di polvere sulle superfici

### **3.7. Dispositivo generale**

Il dispositivo generale è un dispositivo installato all'origine della rete del produttore immediatamente prima del punto di consegna ed in condizioni di aperto esclude l'intera rete del cliente produttore dalla rete pubblica. E' solitamente un interruttore quadripolare nelle reti trifase comandato da un relè a norma CEI 0-16.

#### **Modalità di uso corretto**

Data la presenza di tensioni molto pericolose occorre permettere solo agli elettricisti qualificati l'installazione, la manutenzione e la riparazione del sezionatore.

I collegamenti e le caratteristiche di sicurezza devono essere eseguiti in conformità ai regolamenti nazionali in vigore.

#### **Anomalie riscontrabili**

##### Anomalie dei contatti ausiliari

Difetti di funzionamento dei contatti ausiliari.

##### Corti circuiti

Corti circuiti dovuti a difetti nell'impianto di messa a terra, a sbalzi di tensione (sovraccarichi), ad altro.

##### Difetti di funzionamento

Difetti del dispositivo di generatore dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

##### Disconnessione dell'alimentazione

Disconnessione dell'alimentazione dovuta a difetti di messa a terra, di sovraccarico di tensione di alimentazione, di corto circuito imprevisto.

##### Surriscaldamento

Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. Può essere dovuto da ossidazione delle masse metalliche

##### Anomalie degli sganciatori

Difetti di funzionamento degli sganciatori di apertura e chiusura.

##### Difetti di taratura

Difetti di taratura dei contattori, di collegamento o di taratura della protezione.



### **3.8. Conduttori di protezione**

Per i pannelli fotovoltaici qualora i moduli siano dotati solo di isolamento principale si rende necessario mettere a terra le cornici metalliche dei moduli; se, però, questi fossero dotati di isolamento supplementare o rinforzato (classe II) ciò non sarebbe più necessario. Ma, anche in questo caso, per garantirsi da un eventuale decadimento nel tempo della tenuta dell'isolamento è opportuno rendere equipotenziali le cornici dei moduli con la struttura metallica di sostegno.

Per raggiungere tale obiettivo basta collegare le strutture metalliche dei moduli a dei conduttori di protezione o captatori.

#### **Modalità di uso corretto**

Le persone devono essere protette dai contatti indiretti così come prescritto dalla norma; pertanto le masse di tutte le apparecchiature devono essere collegate a terra mediante il conduttore di protezione. Generalmente questi captatori vengono realizzati con un cavo di colore giallo-verde.

L'utente deve controllare il serraggio dei bulloni e che gli elementi siano privi di fenomeni di corrosione.

#### **Anomalie riscontrabili**

##### Corrosione

Evidenti segni di decadimento evidenziato da cambio di colore e presenza di ruggine in prossimità delle corrosioni.

##### Difetti di connessione

Difetti di connessione delle masse con conseguente interruzione della continuità dei conduttori fino al nodo equipotenziale.

### **3.9. Scaricatori di sovratensione**

Quando in un impianto elettrico la differenza di potenziale fra le varie fasi o fra una fase e la terra assume un valore di tensione maggiore al valore della tensione normale di esercizio, si è in presenza di una sovratensione.

A fronte di questi inconvenienti, è buona regola scegliere dispositivi idonei che assicurano la protezione degli impianti elettrici; questi dispositivi sono denominati scaricatori di sovratensione.

Generalmente gli scaricatori di sovratensione sono del tipo estraibili; sono progettati per scaricare a terra le correnti e sono costituiti da una cartuccia contenente un varistore la cui vita dipende dal numero di scariche e dall'intensità di corrente di scarica che fluisce nella cartuccia.

#### **Modalità di uso corretto**

L'efficienza dello scaricatore viene segnalata sul fronte dell'apparecchio da una bandierina colorata: verde indica l'efficienza del dispositivo, rosso la sua sostituzione; è dotato di un contatto elettrico utilizzato per riportare a distanza la segnalazione di fine vita della cartuccia.

Lo scaricatore di sovratensione va scelto rispetto al tipo di Sistema di distribuzione, nei sistemi TN trifasi il collegamento dello scaricatore avviene sulle tre fasi.

#### **Anomalie riscontrabili**

##### Anomalie dei contatti ausiliari

Difetti di funzionamento dei contatti ausiliari.

##### Corti circuiti

Corti circuiti dovuti a difetti nell'impianto di messa a terra, a sbalzi di tensione (sovraccarichi), ad altro.

##### Difetti di funzionamento

Difetti del dispositivo di generatore dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

##### Disconnessione dell'alimentazione

Disconnessione dell'alimentazione dovuta a difetti di messa a terra, di sovraccarico di tensione di alimentazione, di corto circuito imprevisto.

##### Surriscaldamento

Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. Può essere dovuto da ossidazione delle masse metalliche

##### Anomalie degli sganciatori

Difetti di funzionamento degli sganciatori di apertura e chiusura.

##### Difetti di taratura

Difetti di taratura dei contattori, di collegamento o di taratura della protezione.

##### Difetti varistore

Esaurimento del varistore delle cartucce dello scaricatore.

#### **4. IMPIANTO ELETTRICO**

L'impianto elettrico ha la funzione di addurre, distribuire l'energia elettrica.

L'impianto elettrico a servizio del campo fotovoltaico, avrà una sezione passiva ovvero di prelievo per alimentazione dei servizi ed utenze presenti all'interno del campofotovoltaico, ed una parte attiva, ovvero a servizio del generatore fotovoltaico, connesso alla rete RTN di Terna per la cessione dell'energia prodotta, al netto dell'autoconsumo degli ausiliari.

La parte passiva dell'impianto riguarda i servizi presenti nella cabina di consegna a 30kV e nella cabina di Cessione 30/150 kV, quali alimentazione della rete di controllo, dell'illuminazione interna ed esterna dell'impianto, della videosorveglianza, etc.

La distribuzione principale e secondaria dell'energia avviene con apposite cavidotti inseriti in apposite guaine di protezione e canalizzazioni. Occorre garantire nella fase di installazione e di controllo dell'impianto che siano rispettate le colorazioni, come il giallo-verde per l'impianto disperdente e di terra, il blu per il neutro, il nero, marrone e grigio per le fasi, etc.

L'impianto deve essere progettato secondo le norme CEI vigenti per assicurare una adeguata protezione.

##### **Unità Tecnologiche facenti parte dell'impianto**

- Impianto elettrico
- Impianto di FM ed illuminazione
- Interruttori
- Quadri di bassa tensione
- Quadri di media tensione
- Sezionatore
- Trasformatori in olio

#### **4.1. Quadri di bassa tensione**

Le strutture elettriche preveste all'interno dell'impianto fotovoltaico saranno realizzate in lamiera, con grado di protezione IP40, fori asolati e guida per l'assemblaggio degli interruttori e delle morsette.

Questi centralini si installano all'interno delle abitazioni e possono essere anche a parete. Esistono, inoltre, centralini stagni in materiale termoplastico con grado di protezione IP55 adatti per officine e industrie.

#### **Modalità di uso corretto**

Tutte le eventuali operazioni, dopo aver tolto la tensione, devono essere effettuate da personale qualificato e dotato di idonei dispositivi di protezione individuali quali guanti e scarpe isolanti.

Nel locale dove è installato il quadro deve essere presente un cartello sul quale sono riportate le funzioni degli interruttori, le azioni da compiere in caso di emergenza su persone colpite da folgorazione. Inoltre devono essere presenti oltre alla documentazione dell'impianto anche i dispositivi di protezione individuale e i dispositivi di estinzione incendi.

#### **Anomalie riscontrabili**

##### Anomalie dei contattori

Difetti di funzionamento dei contattori.

##### Anomalie dei fusibili

Difetti di funzionamento dei fusibili.

##### Anomalie dei magnetotermici

Difetti di funzionamento degli interruttori magnetotermici.

##### Anomalie dei relè

Difetti di funzionamento dei relè termici.

##### Anomalie della resistenza

Difetti di funzionamento della resistenza anticondensa.

##### Anomalie delle spie di segnalazione

Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione

##### Anomalie dei termostati

Difetti di funzionamento dei termostati.

##### Depositi di materiale

Accumulo di polvere sui contatti che provoca malfunzionamenti.

##### Difetti agli interruttori

Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

##### Depositi di materiale

Accumulo di polvere sui contatti che provoca malfunzionamenti.

## **4.2. Quadri di media tensione**

I quadri elettrici hanno il compito di distribuire, ai vari livelli dove sono installati, l'energia elettrica proveniente dalla linea principale di adduzione e far transitare l'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico.

Sono supporti o carpenterie che servono a racchiudere le apparecchiature elettriche di comando e/o a preservare i circuiti elettrici.

I quadri del tipo a media tensione MT sono anche definite cabine elettriche per il contenimento delle apparecchiature di MT.

### **Modalità di uso corretto**

Tutte le eventuali operazioni, dopo aver tolto la tensione, devono essere effettuate da personale qualificato e dotato di idonei dispositivi di protezione individuali quali guanti e scarpe isolanti.

Nel locale dove è installato il quadro deve essere presente un cartello sul quale sono riportate le funzioni degli interruttori, le azioni da compiere in caso di emergenza su persone colpite da folgorazione.

Inoltre devono essere presenti oltre alla documentazione dell'impianto anche i dispositivi di protezione individuale e i dispositivi di estinzione incendi.

### **Anomalie riscontrabili**

#### Anomalie delle batterie

Difetti di funzionamento delle batterie di accumulo.

#### Difetti degli organi di manovra

Difetti di funzionamento degli organi di manovra, ingranaggi e manovellismi.

#### Difetti di tenuta serraggi

Difetti di tenuta dei bulloni e dei morsetti.

#### Anomalie dei contatti ausiliari

Difetti di funzionamento dei contatti ausiliari.

#### Corto circuiti

Corti circuiti dovuti a difetti nell'impianto di messa a terra, a sbalzi di tensione, sovraccarichi, ed altro.

#### Difetti di funzionamento

Difetti del dispositivo di generatore dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

#### Surriscaldamento

Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. Può essere dovuto da ossidazione delle masse metalliche.

#### Anomalie degli sganciatori

Difetti di funzionamento degli sganciatori di apertura e chiusura.

#### Difetti agli interruttori

Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

Difetti di taratura

Difetti di taratura dei contattori, di collegamento o di taratura della protezione.

Disconnessione dell'alimentazione

Disconnessione dell'alimentazione dovuta a difetti di messa a terra, di sovraccarico di tensione di alimentazione, di corto circuito imprevisto.

### **4.3. Trasformatori**

Un trasformatore è definito a olio quando il circuito magnetico e gli avvolgimenti sono immersi in un liquido isolante. Questi trasformatori si adoperano in ambienti in cui è minimo il rischio incendio e si presenta come ambiente polveroso.

Gli avvolgimenti sono inglobati in olio isolante.

La presenza di umidità e di polvere non producono effetti significativi se si procede periodicamente alla pulizia esterna delle superfici. In tal caso viene garantita la tenuta dielettrica e non occorrono ulteriori interventi.

Durante il funzionamento il movimento ascensionale dell'aria calda all'interno delle cabine impedisce il deposito della polvere e l'assorbimento di umidità; quando però non è in funzione, con il raffreddamento degli avvolgimenti, i trasformatori aperti potrebbero avere dei problemi.

#### **Modalità di uso corretto**

Verificare che sul cartello del trasformatore sia indicato il modo di raffreddamento che generalmente è indicato da quattro lettere: la prima e la seconda indicano la natura e il tipo di circolazione del refrigerante che si trova in contatto con gli avvolgimenti; la terza e la quarta indicano la natura e il tipo di circolazione del refrigerante esterno all'involucro. Questi trasformatori sono installati all'interno con conseguenti difficoltà legate allo smaltimento del calore prodotto dai trasformatori stessi. È opportuno, quindi, studiare la circolazione dell'aria nel locale di installazione e verificare che la portata sia sufficiente a garantire che non siano superate le temperature ammesse.

#### **Anomalie riscontrabili**

##### Anomalie degli isolatori

Difetti di tenuta degli isolatori.

##### Anomalie delle sonde termiche

Difetti di funzionamento delle sonde termiche

##### Anomalie dello strato protettivo

Difetti di tenuta dello strato di vernice protettiva

##### Anomalie dei termoregolatori

Difetti di funzionamento dei termoregolatori

##### Depositi di polvere

Accumuli di materiale polveroso sui trasformatori quando questi sono fermi

##### Difetti delle connessioni

Difetti di funzionamento delle connessioni dovuti ad ossidazioni, scariche, deformazioni, surriscaldamenti

##### Umidità

Penetrazione di umidità nei trasformatori quando questi sono fermi.

##### Vibrazioni

Difetti di tenuta dei vari componenti per cui si verificano vibrazioni durante il funzionamento.

#### **4.4. Impianto di illuminazione**

L'impianto di illuminazione consente di creare condizioni di visibilità negli ambienti.

L'impianto di illuminazione deve consentire, nel rispetto del risparmio energetico, livello ed uniformità di illuminamento, limitazione dell'abbagliamento, direzionalità della luce, colore e resa della luce.

L'impianto di illuminazione è costituito generalmente da: lampade a Led e pali per il sostegno dei corpi illuminanti.

L'Unità Tecnologica è composta dai seguenti elementi manutenibili:

- Lampade a LED
- Pali in acciaio

##### **4.4.1. Lampade**

La disposizione dei corpi illuminanti sarà fatta per garantire la massima efficienza energetica, raggiungibile distribuendo la luce solo dove necessaria ed illuminando solo per necessità.

Flessibilità di progetto ed applicazione, permetteranno di realizzare la migliore soluzione installativa in funzione delle esigenze riscontrate in campo.

Le lampade presenteranno un grado di protezione IP66.

L'ottica variabile in funzione delle necessità. Adatte a resistere al vento ed alle vibrazioni, le apparecchiature da installare dovranno essere atatte per:

- Illuminazione stradale per la viabilità interna ed esterna;
- Illuminazione delle aree esterne generiche
- Illuminazione perimetrale dell'impianto fotovoltaico.

##### **Modalità di uso corretto**

Tutte le eventuali operazioni di controllo e manutenzione, dopo aver tolto la tensione, devono essere effettuate con personale qualificato e dotato di idonei dispositivi di protezione individuali quali guanti e scarpe isolanti.

Evitare di smontare le lampade se sono ancora calde; una volta smontate le lampade a led, non funzionanti, vanno smaltite seguendo le prescrizioni fornite dalla normativa vigente.

##### **Anomalie riscontrabili**

###### Abbassamento livello di illuminazione

Abbassamento del livello di illuminazione dovuto ad usura delle lampadine, ossidazione dei deflettori, impolveramento delle lampadine.

###### Avarie

Possibili avarie dovute a corti circuito degli apparecchi, usura degli accessori, apparecchi inadatti.

###### Difetti agli interruttori

Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.



#### **4.4.2. Pali in acciaio**

I pali sostengono uno o più apparecchi di illuminazione e/o telecamere di videosorveglianza, sono formati generalmente da più parti quali un fusto, un prolungamento e all'occorrenza un braccio.

Possono essere realizzati in acciaio che deve essere del tipo saldabile, resistente all'invecchiamento e, quando occorre, zincabile a caldo.

L'acciaio deve essere di qualità almeno pari a quella Fe 360 B della EU 25 o migliore.

#### **Modalità di uso corretto**

Nel caso di eventi eccezionali (temporali, terremoti, ecc.) verificare la stabilità dei pali per evitare danni a cose o persone.

I materiali utilizzati devono possedere caratteristiche tecniche rispondenti alle normative vigenti nonché alle prescrizioni delle norme UNI e CEI ed in ogni caso rispondenti alla regola dell'arte.

Tutti i componenti dovranno essere forniti nei loro imballaggi originali, accompagnati da certificati delle case produttrici e conservati in cantiere in luoghi sicuri e al riparo da eventuali danni.

#### **Anomalie riscontrabili**

##### Anomalie del rivestimento

Difetti di tenuta del rivestimento o della zincatura.

##### Corrosione

Possibili corrosione dei pali realizzati in acciaio, in ferro o in leghe metalliche dovuta a difetti di tenuta dello strato di protezione superficiale.

##### Difetti di messa a terra

Difetti di messa a terra dovuti all'eccessiva polvere all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa

##### Difetti di serraggio

Abbassamento del livello di serraggio dei bulloni tra palo ed ancoraggio a terra o tra palo e corpo illuminante.

##### Difetti di stabilità

Difetti di ancoraggio dei pali al terreno dovuti ad affondamento della piastra di appoggio.

## 5. IMPIANTI DI SICUREZZA

### 5.1. Impianto di messa a terra

L'impianto di messa a terra ha la funzione di collegare determinati punti, elettricamente definiti, con un conduttore a potenziale nullo.

E' il sistema migliore per evitare gli infortuni dovuti a contatti indiretti, ossia contatti con parti metalliche in tensione a causa di mancanza di isolamento o altro.

L'impianto di terra deve essere unico e deve collegare le masse di protezione e quelle di funzionamento, inclusi i centri stella dei trasformatori per i sistemi TN, gli eventuali scaricatori e le discese contro le scariche atmosferiche ed elettrostatiche.

Lo scopo è quello di ridurre allo stesso potenziale, attraverso i dispensori e i conduttori di collegamento, le parti metalliche dell'impianto e il terreno circostante.

Per il collegamento alla rete di terra è possibile utilizzare, oltre ai dispensori ed ai loro accessori, i ferri dei plinti di fondazione.

L'impianto di terra è generalmente composto da collettore di terra, i conduttori equipotenziali, il conduttore di protezione principale e quelli che raccordano i singoli impianti. I collegamenti devono essere sconnettibili e il morsetto principale deve avere il contrassegno di terra.

L'Unità Tecnologica è composta dai seguenti elementi manutenibili:

- Conduttori di protezione
- Sistema di dispersione
- Sistema di equipotenzializzazione

#### 5.1.1. Conduttori di protezione

I conduttori di protezione principale o montanti sono quelli che raccolgono i conduttori di terra.

#### Modalità di uso corretto

Generalmente questi conduttori vengono realizzati con un cavo di colore giallo-verde.

L'utente deve controllare il serraggio dei bulloni e che gli elementi siano privi di fenomeni di corrosione.

#### Anomalie riscontrabili

##### Difetti di connessione

Difetti di connessione delle masse con conseguente interruzione della continuità dei conduttori fino al nodo equipotenziale.

### **5.1.2. Sistema di dispersione**

Il sistema di dispersione ha il compito di trasferire le cariche elettriche e la corrente dispersa, tramite un collettore e/o corda nuda nel terreno in cui deve essere presente un impianto dipendente.

#### **Modalità di uso corretto**

Per gli organi di captazione e di collegamento a terra si potranno utilizzare cavi nudi o guainati, piattine in rame o in acciaio zincato di sezione 50-70 mm quadrati: per la bandella piattine di sezione 30 x 40 mm, per motivi di rigidità metallica.

Per eventuali collegamenti di coperture metalliche gli spessori non devono essere inferiori a 10-20 mm per scongiurare perforazioni catalitiche.

#### **Anomalie riscontrabili**

##### Corrosioni

Corrosione del materiale costituente il sistema di dispersione.

Evidenti segni di decadimento evidenziato da cambio di colore e presenza di ruggine in prossimità delle corrosioni.

## **5.2. Sistema di equipotenzialita'**

I conduttori equipotenziali principali e supplementari sono quelli che collegano al morsetto principale di terra le strutture metalliche.

### **Modalità di uso corretto**

Generalmente questi conduttori vengono realizzati con un cavo di colore giallo-verde.

L'utente deve controllare il serraggio dei bulloni e che gli elementi siano privi di fenomeni di corrosione.

### **Anomalie riscontrabili**

#### Corrosione

Evidenti segni di decadimento evidenziato da cambio di colore e presenza di ruggine in prossimità delle corrosioni.

#### Difetti di serraggio

Difetti di serraggio dei bulloni del sistema di equipotenzializzazione.

**PIANO DI MANUTENZIONE  
PROGRAMMA DI MANUTENZIONE**

(Articolo 40 D.P.R. 554/99)

NUMERO INTERVENTO	COMPONENTE O SEZIONE DI IMPIANTO	DESCRIZIONE ATTIVITÀ MANUTENTIVA	FREQUENZA
<b>1. MODULI FOTOVOLTAICI</b>			
1.1	Moduli Fotovoltaici	Ispezione visiva: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificare l'integrità dei moduli con particolare riferimento a: superficie captante, stato dell'incapsulante, presenza di infiltrazioni d'acqua, formazione di condensa;</li> <li>- Verificare lo stato di pulizia dei moduli;</li> <li>- Verificare (a campione) l'integrità delle cassette di terminazione in relazione a possibili deformazioni, infiltrazioni d'acqua, formazione di condensa, presenza di sporcizia, stato dei contatti elettrici, siliconatura dei passacavi;</li> <li>- Verificare lo stato dei diodi di by-pass.</li> </ul>	3 mesi
1.2	Moduli Fotovoltaici	Pulizia dei moduli: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Effettuare la pulizia dei moduli dalle impurità (preferibilmente ogni qualvolta si formano in modo significativo) sulla superficie captante dei moduli (utilizzare acqua).</li> </ul>	6 mesi
1.3	Moduli Fotovoltaici	Controllo elettrico: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificare le prestazioni di ogni singola stringa accertando in particolare l'uniformità delle tensioni a vuoto e delle tensioni e correnti di cortocircuito.</li> </ul>	12 mesi
<b>2. STRUTTURE DI FISSAGGIO E SOSTEGNO</b>			
2.1	Strutture di sostegno e fissaggio	Ispezione visiva: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificare l'integrità dei componenti;</li> <li>- Verificare l'assenza di piegature;</li> <li>- Verificare l'uniformità dello strato di zincatura e dell'assenza di macchie di ruggine.</li> </ul>	12 mesi
2.2	Strutture di sostegno e fissaggio	Controllo dei serraggi meccanici: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Assicurare il corretto serraggio delle connessioni meccaniche bullonate.</li> </ul>	24 mesi

NUMERO INTERVENTO	COMPONENTE O SEZIONE DI IMPIANTO	DESCRIZIONE ATTIVITÀ MANUTENTIVA	FREQUENZA
<b>3. QUADRI ELETTRICI</b>			
3.1	Quadri elettrici	<p>Ispezione visiva:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificare l'integrità dei quadri in relazione a: danneggiamenti degli involucri, protezione contro i contatti diretti, infiltrazione d'acqua e formazione di condensa, presenza di sporcizia;</li> <li>- Verificare (con prova di sfilamento) il serraggio dei morsetti.</li> </ul>	3 mesi
3.2	Dispositivi di manovra e protezione	<p>Ispezione visiva:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificare il buono stato di conservazione dei dispositivi di manovra e protezione.</li> </ul>	3 mesi
3.3	Dispositivi di manovra e protezione	<p>Controllo elettrico:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificare le tarature e le caratteristiche elettriche di progetto degli interruttori automatici;</li> <li>- Verificare l'efficienza dei dispositivi di manovra e protezione (sezionatori, interruttori automatici, relè, scaricatori di sovratensione).</li> </ul>	12 mesi
3.4	Convertitori statici DC/AC (Inverter)	<p>Ispezione visiva:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificare l'integrità dei cavi elettrici (ove posizionati a vista) in relazione a: danneggiamenti, bruciature, abrasioni, deterioramento isolante;</li> <li>- Verificare lo stato dei contatti e serraggio dei morsetti.</li> </ul>	12 mesi
3.5	Convertitori statici DC/AC (Inverter)	<p>Ispezione visiva:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificare l'integrità dell'involucro in relazione a: danneggiamenti meccanici, protezione contro i contatti diretti, infiltrazioni d'acqua, formazione di condensa;</li> <li>- Verificare il corretto funzionamento del display e dei dispositivi di segnalazione.</li> </ul>	12 mesi
3.6	Convertitori statici DC/AC (Inverter)	<p>Manutenzione delle aperture d'aria:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Effettuare la pulizia delle aperture di aerazione</li> <li>- Effettuare la pulizia dei filtri dell'aria delle unità di condizionamento.</li> </ul>	12 mesi

NUMERO INTERVENTO	COMPONENTE O SEZIONE DI IMPIANTO	DESCRIZIONE ATTIVITÀ MANUTENTIVA	FREQUENZA
<b>4. CABINE ELETTRICHE</b>			
4.1	Cabine di conversione MT/BT	Ispezione visiva: - Verificare dei valori di tensione e della temperatura delle cabine.	Settimanale
4.2	Cabine di conversione MT/BT	Ispezione visiva: - Verificare le condizioni interne del locale e dell'attrezzatura delle cabine; - Verificare dello stato di pulizia dei quadri e del trasformatore.  Controlli elettrici: - Controllo del serraggio dei morsetti di connessione dei cavi BT e MT al trasformatore; - Controllo dei dispositivi di emergenza; - Verificare il sistema di ventilazione.	Semestrale
4.3	Cabine di conversione MT/BT	- Controlli elettrici: - Controllo delle temperature degli avvolgimenti del trasformatore	Settimanale
4.4	Cabine di conversione MT/BT	- Ispezione visiva: - Verificare l'integrità dell'involucro in relazione a: danneggiamenti meccanici, protezione contro i contatti diretti, infiltrazioni d'acqua, formazione di condensa; - Verificare il corretto funzionamento del display e dei sistemi di segnalazione; - Verificare i parametri di funzionamento dell'impianto; - verificare il corretto funzionamento delle telecamere.	Giornaliera



NUMERO INTERVENTO	COMPONENTE O SEZIONE DI	DESCRIZIONE ATTIVITÀ MANUTENTIVA	FREQUENZA
<b>5. IMPIANTI DI TERRA</b>			
5.1	Impianto di terra	Ispezione visiva: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificare l'integrità dell'impianto;</li> <li>- Verificare il serraggio delle connessioni nei punti accessibili;</li> <li>- Sostituire i componenti che presentano evidenti segni di ossidazione o corrosione.</li> </ul>	Annuale
5.2	Impianto di terra	Controlli elettrici: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eseguire la prova di continuità tra conduttori di protezione ed equipotenziali;</li> <li>- Eseguire la verifica di isolamento dei cavi.</li> </ul>	Annuale
<b>6. IMPIANTI DI RILEVAZIONE E CONTROLLO</b>			
6.1	Rilevamento e registrazione dei dati	Ispezione visiva: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Registrazione dei dati prodotti;</li> <li>- Registrazione dei valori di irradianza e calcolo delle performance istantanee dei convertitori;</li> <li>- Rilevamento on-line degli allarmi di impianto;</li> <li>- Verifica istantanea del Performance Ratio dell'impianto;</li> <li>- Registrazione dello storico eventi;</li> <li>- Taglio dell'erba;</li> <li>- Rimozione di altra vegetazione;</li> <li>- Controllo e pulizia delle cabine e degli impianti;</li> <li>- Controllo e manutenzione delle strade interne e delle vie di passaggio.</li> </ul>	Trimestrale
6.2	Controlli elettrici	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Controllo della recinzione e dei dispositivi antifurto e videosorveglianza;</li> </ul>	Semestrale
6.3	Sistema antincendio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verifica e controllo qualitativo e semestrale quantitativo;</li> <li>- Controllo degli estintori a polvere ed eventuale ricarica.</li> </ul>	Semestrale

Tutte le operazioni di manutenzione elettrica vanno eseguite garantendo il sezionamento a monte e a valle delle unità stesse, con la messa in sicurezza degli operatori.

Tutte le operazioni di manutenzione elettrica che riguardano l'inverter vanno eseguite garantendo il sezionamento a monte e a valle dell'inverter stesso.

Qualsiasi tipo di manutenzione o lavoro su ciascun elemento dell'installazione fotovoltaica si realizzerà seguendo scrupolosamente le specifiche tecniche dei manuali dei fabbricanti.

Occorre porre attenzione ad eseguire manovre sotto carico per i fusibili sezionatori posizionati nel "quadro cc".

Inoltre, occorre fare attenzione in presenza di irraggiamento solare poiché i moduli fotovoltaici sono sempre in tensione. In nessun caso effettuare operazioni di manutenzione elettrica sui moduli fotovoltaici e sui relativi cablaggi.

Tutti gli interventi di manutenzione devono essere accuratamente registrati sul libretto dell'impianto