

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA DI UN IMPIANTO DI  
PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE  
FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA DI CIRCA 65,7 MWp  
DENOMINATO "CSPV FOGGIA" SITO IN AGRO DI  
LUCERA (FG) E DELLE RELATIVE OPERE CONNESSE  
UBICATE ANCHE IN AGRO DI FOGGIA**



Via Napoli, 363/I - 70132 Bari - Italy  
www.bfpgroup.net - info@bfpgroup.net  
tel. (+39) 0805046361 - fax (+39) 0805619384

Azienda con Sistema di Gestione Certificato  
UNI EN ISO 9001:2015  
UNI EN ISO 14001:2015  
UNI ISO 45001:2018

**Tecnico**  
ing. Danilo POMPONIO

**Collaborazioni**  
ing. Milena MIGLIONICO  
ing. Giulia CARELLA  
ing. Carlo TEDESCO  
ing. Antonio CRISAFULLI  
ing. Fabio MASTROSERIO  
ing. Valentina SAMMARTINO  
ing. Tommaso MANCINI  
pianif. terr. Antonio SANTANDREA

**Responsabile Commessa**  
ing. Danilo POMPONIO



ELABORATO		TITOLO	COMMESSA	TIPOLOGIA		
<b>C02</b>		<b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI</b>	<b>20042</b>	<b>D</b>		
			CODICE ELABORATO			
			<b>DC20042D-C02</b>			
REVISIONE	Tutte le informazioni tecniche contenute nel presente documento sono di proprietà esclusiva della Studio Tecnico BFP S.r.l e non possono essere riprodotte, divulgate o comunque utilizzate senza la sua preventiva autorizzazione scritta. All technical information contained in this document is the exclusive property of Studio Tecnico BFP S.r.l. and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. (art. 2575 c.c.)		SOSTITUISCE	SOSTITUITO DA		
<b>01</b>			-	-		
			NOME FILE	PAGINE		
			<b>DC20042D-C02.doc</b>	<b>21 + copertina</b>		
REV	DATA	MODIFICA	Elaborato	Controllato	Approvato	
00	05/10/20	Emissione	Mancini	Miglionico	Pomponio	
01	28/05/21	Aggiornamento in risposta alla nota della Regione Puglia prot. n. 0004635 del 05/05/2021	Carella	Miglionico	Pomponio	
02						
03						
04						
05						
06						

## INDICE

1. OGGETTO .....	2
2. DATI DI PROGETTO .....	2
3. CARATTERISTICHE GENERALI DELLA CENTRALE FOTOVOLTAICA .....	3
3.1 Caratteristiche generali della centrale fotovoltaica .....	3
3.1.1 Moduli fotovoltaici .....	3
3.1.2 Gruppo di conversione CC/CA (Inverter).....	4
3.1.3 Layout impianto .....	5
4. OPERE CIVILI .....	6
4.1 Caratteristiche generali .....	6
4.2 Recinzione perimetrale .....	6
4.3 Piazzale, strade di accesso e viabilità di servizio .....	7
4.4 Cavidotti .....	7
4.5 Prefabbricati per cabine di conversione e cabine di raccolta/smistamento .....	7
5. OPERE DI ELETTRIFICAZIONE .....	9
5.1 Elettrodotti MT .....	9
5.1.1 Cavi .....	9
5.1.2 Temperatura di posa .....	10
5.1.3 Segnalazione della presenza dei cavi .....	11
5.1.4 Prova di isolamento.....	11
5.1.5 Giunzioni e terminazioni MT .....	11
5.1.6 Tubazioni.....	11
5.2 Cavi BT .....	11
5.3 Cabine di Conversione e Trasformazione .....	12
5.4 Cabina di raccolta/sezionamento .....	13
5.5 Impianti di illuminazione e sicurezza .....	14
5.6 Rete di terra.....	14
6. SOTTOSTAZIONE DI TRASFORMAZIONE E IMPIANTO DI CONSEGNA .....	15
6.1 Sottostazione elettrica di trasformazione AT/MT .....	15
6.1.1 Locale celle MT di arrivo .....	15
6.1.2 Montante AT .....	16
6.1.3 Impianto di terra.....	16
6.1.4 RTU della sottostazione e dell'impianto AT di consegna.....	16
6.1.5 SCADA .....	17
6.1.6 Fabbricato produttore .....	17
6.2 Cavi AT .....	17
7. SICUREZZA DELL'IMPIANTO.....	18
7.1 Protezione da corto circuiti sul lato c.c. dell'impianto .....	18
7.2 Protezione da contatti accidentali lato c.c. ....	19

7.3	Protezione dalle fulminazioni .....	19
7.4	Sicurezze sul lato c.a. dell'impianto.....	19
7.5	Impianto di messa a terra .....	20

## 1. OGGETTO

Il presente disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici è relativo al progetto di realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica denominato "CFPV FOGGIA" in agro di Lucera (FG), Località "Vado Biccari", delle relative opere connesse anche in agro di Foggia (FG), della potenza di 65,7 MWp.

Il progetto di cui al capoverso precedente prevede:

- la realizzazione dell'impianto fotovoltaico;
- la realizzazione della sottostazione elettrica di trasformazione e consegna dell'energia prodotta;
- la realizzazione delle opere di rete.

Come prescritto nella Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) allegata al Preventivo di Connessione rilasciato da Terna S.p.A. in data 12 luglio 2019 prot. 0049969, l'impianto fotovoltaico sarà collegato in antenna a 150 kV con il futuro ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV denominata "Foggia".

## 2. DATI DI PROGETTO

<b>PERSONA FISICA/GIURIDICA</b>	
Richiedente	BLUE STONE RENAWARE II S.r.l.
<b>SITO</b>	
Ubicazione	Lucera (FG) loc. "Vado Biccari"
Uso	Terreno agricolo – seminativo
Dati catastali	Comune di Lucera: particelle 2, 3, 4, 8 del foglio 122
Disponibilità di superficie per moduli	circa 121 Ha
Inclinazione superficie	pianeggiante
Fenomeni di ombreggiamento	Assenza di ombreggiamenti rilevanti
Altitudine	130 slm
Latitudine - Longitudine	41°26'59.83"N- 15°26'3.80"E (area baricentrica)
Dati relativi al vento	Circolare 4/7/1996
Carico neve	Circolare 4/7/1996
Condizioni ambientali speciali	NO
<b>DATI TECNICI</b>	
Potenza nominale dell'impianto	Circa 65,7 MWp
Range di tensione in corrente continua in ingresso al gruppo di conversione	<1500 V
Tensione in corrente alternata in uscita al gruppo di conversione	<1000 V
Tipo di intervento richiesto:	
- Nuovo impianto	SI
- Trasformazione	NO
- Ampliamento	NO
Dati del collegamento elettrico	

- Descrizione della rete di collegamento - Tensione nominale (Un) - Vincoli della Società Distributrice da rispettare	MT neutro isolato Trasporto 30.000 V Specifiche ENEL
Misura dell'energia	Contatore in AT nel punto di consegna per misure UTF e Terna  Contatore proprio e UTF sulla MT per la misura della produzione (eventualmente anche sulla BT)
Punto di Consegna	Futuro ampliamento della Stazione Elettrica RTN 380/150 kV denominata "Foggia" ubicata nel Comune di Foggia

### 3. CARATTERISTICHE GENERALI DELLA CENTRALE FOTOVOLTAICA

#### 3.1 *Caratteristiche generali della centrale fotovoltaica*

La superficie occupata dall'impianto si svilupperà su un'unica area.

La centrale fotovoltaica per la produzione di energia elettrica in oggetto avrà le seguenti caratteristiche generali:

- potenza installata lato DC: circa 65,7 MWp;
- potenza dei singoli moduli: 525 Wp;
- n. 11 cabine di conversione dell'energia elettrica;
- n. 11 trasformatori da esterno;
- n. 1 cabina di raccolta/sezionamento e monitoraggio;
- rete elettrica interna a 1500 V tra i moduli fotovoltaici, e tra questi e le cabine di conversione;
- rete elettrica intera a 30 kV per il collegamento in entra-esci tra le varie cabine di conversione e trasformazione e con la cabina di raccolta/sezionamento e monitoraggio;
- rete elettrica interna a bassa tensione per l'alimentazione dei servizi ausiliari di centrale (controllo, illuminazione, forza motrice, ecc...);
- rete elettrica esterna a 30 kV dalla cabina di raccolta/sezionamento e monitoraggio alla Sottostazione Elettrica AT/MT;
- rete telematica interna di monitoraggio per il controllo dell'impianto fotovoltaico;
- n. 1 Sottostazione Elettrica AT/MT da collegare in antenna a 150 kV al futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) a 380/150 kV della RTN "Foggia".

##### 3.1.1 *Moduli fotovoltaici*

I moduli fotovoltaici che saranno installati avranno una potenza di picco di 525 W.

Come riportato nell'allegato 1 del Decreto Ministeriale del 19 febbraio 2007 tutti i componenti dell'impianto, oltre ad essere provati e verificati in laboratori accreditati in conformità alle norme UNI CEI EN ISO/IEC 17025, devono osservare le seguenti condizioni:

$$P_{cc} > 0.85P_{nom} \cdot \frac{I}{I_{stc}}$$

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

*(quest'ultima condizione deve essere verificata per  $P_{ca} > 90\%$  della potenza di targa del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata).*

Dove:

$P_{cc}$  = Potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico con precisione migliore del  $\pm 2\%$ ;

$P_{nom}$  = Potenza nominale del generatore fotovoltaico;

$I$  = Irraggiamento in  $W / m^2$  misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del  $\pm 3\%$ ;

$I_{stc}$  =  $1000 W / m^2$ , è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;

$P_{ca}$  = Potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, con precisione migliore del  $\pm 2\%$ .

In particolare verranno adottati criteri di selezione dei moduli per garantire la migliore uniformità delle loro prestazioni elettriche e quindi ottimizzare il rendimento delle stringhe; verranno inoltre utilizzati componenti selezionati e cavi di sezioni adeguate a ridurre le perdite sul lato in corrente continua.

In generale verranno esaminate con i fornitori dei componenti tutte le caratteristiche dei componenti stessi che hanno impatto con il rendimento del sistema, verranno individuati tutti gli accorgimenti volti a migliorarlo e verranno adottate le misure conseguenti.

Va considerato poi un decremento nel tempo dell'efficienza dei moduli dovuta al degrado dei componenti o all'insorgere di problemi di laminazione; sulla base di risultati sperimentali ottenuti da enti europei di ricerca (JRC di Ispra, LEEE-TiSo) si è valutata una perdita della producibilità massima del 10% al ventesimo anno di vita dell'impianto ed una perdita media del 5% nell'arco dei 20 anni di vita dell'impianto, con un'equivalente riduzione dell'energia prodotta.

### **3.1.2 Gruppo di conversione CC/CA (Inverter)**

In base alle caratteristiche elettriche determinate con il dimensionamento del sistema, saranno selezionati inverter trifase aventi potenza nominale in c.a. pari a 2500 kVA. A tal proposito, si fa presente che l'inverter verrà scelto in funzione delle tecnologie disponibili sul mercato europeo al momento della costruzione, e quindi, poiché la tecnologia fotovoltaica è in rapido sviluppo, si presume che dal momento della progettazione definitiva alla realizzazione, tali tecnologie potrebbero cambiare; pertanto gli inverter che verranno presi in considerazione saranno ovviamente quelli di ultima generazione.

Dall'analisi effettuata risultano richieste le seguenti caratteristiche principali:

- conformità alle normative europee di sicurezza;
- disponibilità di informazione di allarme e di misura sul display integrato;
- funzionamento automatico, quindi semplicità d'uso e di installazione;
- sfruttamento ottimale del campo fotovoltaico con la funzione MPPT integrata;
- elevato rendimento globale;
- massima sicurezza, con il trasformatore di isolamento a frequenza di rete incorporato;
- forma d'onda di uscita perfettamente sinusoidale;
- possibilità di monitoraggio, di controllo a distanza e di collegamento a PC per la raccolta e l'analisi dei dati (interfaccia seriale RS485).

L'inverter sarà certificato CE e munito di opportuna certificazione sia sui rendimenti che sulla compatibilità elettromagnetica.

### **3.1.3** *Layout impianto*

La struttura di sostegno dei moduli fotovoltaici sarà del tipo ad inseguitore solare monoassiale, ossia con pannelli fotovoltaici posizionati su strutture a tracker infisse nel terreno. Questa tecnologia consente, attraverso la variazione dell'orientamento dei moduli, di mantenere la superficie captante sempre perpendicolare ai raggi solari, mediante l'utilizzo di un'apposita struttura che, ruotando sul suo asse Nord-Sud, ne consente la movimentazione giornaliera da Est a Ovest, coprendo un angolo sotteso tra  $\pm 55^\circ$ . Attraverso idonee linee interrate i moduli fotovoltaici si congiungeranno alle cabine di conversione e trasformazione.

La struttura di sostegno dei moduli fotovoltaici sarà ad inseguitore solare monoassiale, anche denominato tracker. Si tratta di una struttura a pali infissi, completamente adattabile alle dimensioni del pannello fotovoltaico, alle condizioni geotecniche del sito ed alla quantità di spazio di installazione disponibile. La struttura di supporto sarà realizzata in acciaio da costruzione zincato a caldo e sarà progettata secondo gli Eurocodici. Potrà essere installata su diverse fondazioni: blocchi di cemento, pali infissi, o pali a vite.

In particolare, in caso di pali infissi, il profilo avrà sezione a C e sarà interrato direttamente nel suolo, il che faciliterà enormemente la dismissione dell'impianto a fine vita e diminuirà drasticamente le modificazioni subite dal suolo; inoltre tutte le strutture potranno essere riciclate, successivamente alla loro dismissione, sul mercato del ferro.

L'area a disposizione per l'installazione dell'impianto permette l'installazione dei pannelli fotovoltaici realizzando un layout del generatore fotovoltaico che eviti l'ombreggiamento dei moduli tra file parallele e da parte di ostacoli perimetrici. La superficie disponibile e la struttura portamoduli permette di orientare i pannelli est-ovest, condizione che massimizza l'energia producibile.

## **4. OPERE CIVILI**

### **4.1 Caratteristiche generali**

Tutti i materiali dovranno possedere la marcatura CE, dove applicabile.

Le strutture non avranno bisogno di opere in calcestruzzo per le fondazioni, a meno che in fase esecutiva si rendesse necessario per porzioni di aree. I pali delle strutture saranno direttamente infissi nel terreno.

Saranno necessarie opere di fondazione nell'area della sottostazione elettrica di trasformazione AT/MT per la posa in opera dei fabbricati dei locali tecnici e per le fondazioni delle apparecchiature elettromeccaniche, nonché per la posa delle cabine elettriche di campo al fine di regolarizzare il piano di posa delle stesse.

Il piano di imposta delle strutture di fondazione delle cabine sarà regolarizzato mediante uno strato di calcestruzzo magro, spesso almeno 15 cm, di resistenza caratteristica non inferiore a  $R_{ck} 15 \text{ N/mm}^2$  su cui verrà adagiata la vasca di fondazione prefabbricata. Per le strutture di fondazione del trasformatore si userà uno strato di calcestruzzo magro, spesso almeno 15 cm, e platea di calcestruzzo a doppia armatura, di resistenza caratteristica non inferiore a  $R_{ck} 30 \text{ N/mm}^2$ .

### **4.2 Recinzione perimetrale**

L'area sarà dotata di recinzione in rete metallica e di tre cancelli carrabili, al fine di permettere l'accessibilità ad ogni sotto campo.

La recinzione sarà realizzata in rete a maglia metallica di altezza pari a 2,00 mt, distante dal suolo circa 5 cm. Sarà fissata al terreno con pali verticali di supporto, a sezione circolare, distanti gli uni dagli altri 2,5 m direttamente infissi per circa 1 m di profondità; i pali angolari e quelli centrali di ogni lato saranno dotati, per un maggior sostegno della recinzione, ognuno di due pali obliqui.

La rete metallica come recinzione è stata scelta al fine di ridurre al minimo gli impatti visivi. La posa in opera della recinzione a maglia rettangolare sarà a pali infissi direttamente nel terreno in modo da ridurre al minimo l'impatto sull'ambiente circostante ed evitare l'utilizzo di calcestruzzo, tranne nel caso in cui la geologia del terreno non permetta l'infissione dei pali.

Il cancello d'ingresso sarà realizzato in acciaio zincato, sorretto da pilastri in scatolare metallico. Le dimensioni saranno tali da permettere un agevole ingresso dei mezzi pesanti impiegati in fase di realizzazione e manutenzione. In fase esecutiva sarà considerata la possibilità di dotare il cancello di azionamento elettrico. In particolare, ognuno dei tre cancelli sarà a doppia anta a battente di larghezza pari a circa 5 m; i pilastri in scatolare metallico di sostegno del cancello saranno annegati in plinti in cemento armato.

#### **4.3 Piazzale, strade di accesso e viabilità di servizio**

La circolazione all'interno della centrale fotovoltaica sarà garantita dalla presenza di una apposita viabilità interna da realizzarsi sia lungo il perimetro che all'interno delle stesse aree; la viabilità perimetrale come quella interna sarà costituita da strade in larghezza pari a 4 m. Per l'esecuzione dei nuovi tratti di viabilità interna sarà effettuato uno sbancamento di 40 cm, ed il successivo riempimento con un pacchetto stradale così formato:

- un primo strato, di spessore pari a 20 cm, realizzato con massicciata di pietrame di pezzatura variabile tra 4 e 7 cm;
- un secondo strato, di spessore pari a 15 cm, realizzato con pietrisco di pezzatura variabile tra 2,5 e 3 cm;
- un terzo strato, di livellamento, di spessore pari a 5 cm realizzato con stabilizzato.

La particolare ubicazione della centrale fotovoltaica adiacente le strade provinciali e comunali permetterà un facile trasporto in sito dei materiali per la costruzione e realizzazione della stessa.

#### **4.4 Cavidotti**

Per la realizzazione dei cavidotti, saranno eseguiti scavi di profondità variabile tra 75 e 130 cm (cfr. DW20042D-P08), e di larghezza variabile in funzione dei cavidotti da porre in opera. Si procederà quindi con:

- scavo a sezione ristretta;
- posizionamento allettamenti in sabbia di cava lavata;
- posa dei cavi MT a trifoglio, e tubi per i cavi di segnale;
- riempimento con sabbia di cava lavata;
- posa di uno o più nastri segnalatori;
- rinterro con materiale arido proveniente dagli scavi, opportunamente vagliato se necessario, preventivamente approvato dalla D.L.;
- eventuale ripristino della pavimentazione stradale nel caso di attraversamenti di strade asfaltate e brecciate.

I cavi saranno direttamente interrati e protetti meccanicamente tramite lastre o tegoli.

#### **4.5 Prefabbricati per cabine di conversione e cabine di raccolta/smistamento**

I manufatti delle cabine saranno costituiti da struttura monolitica autoportante completamente realizzata e rifinita nello Stabilimento di produzione del Costruttore. Saranno conformi alle norme CEI ed alla legislazione in materia.

Le cabine di conversione, realizzate in cemento armato vibrato, avranno dimensioni in pianta pari a 7,50 x 2,50 m, ed altezza fuori terra inferiore a 3,00 m. Saranno internamente

suddivise nei seguenti due vani: il vano conversione, in cui saranno alloggiati gli inverter; il vano quadri di media tensione, in cui sono alloggiati i quadri elettrici di media tensione. Ogni manufatto sarà completo di vasca di fondazione monoblocco, anch'essa in cemento armato vibrato e realizzata dal medesimo costruttore delle cabine, avente dimensioni in pianta pari a 7,42 x 2,42 m e altezza pari a 70 cm, di cui 60 cm interrati e 10 cm fuori terra.

Le cabine di raccolta/smistamento saranno realizzate in cemento armato vibrato e avranno dimensioni in pianta pari a 15,00 x 3,00 m, ed altezza fuori terra inferiore a 3,00 m. Saranno internamente suddivisi in tre vani: il vano quadri di media tensione, in cui sono alloggiati i quadri elettrici di media tensione; il vano per l'alloggiamento del trasformatore per i servizi ausiliari; ed il vano per l'alloggiamento dei quadri BT e del monitoraggio. Analogamente alle cabine di conversione e trasformazione, anche quelle di raccolta/smistamento saranno dotate di una vasca di fondazione monoblocco, di uguali materiale e dimensioni.

L'armatura interna del fabbricato dovrà essere totalmente collegata elettricamente per creare una gabbia di Faraday a protezione dalle sovratensioni di origine atmosferica ed a limitazione delle tensioni di passo e contatto.

L'elemento scatolare tipico, risulta formato da:

- n. 4 pareti verticali;
- n. 1 soletta di copertura smontabile;
- n. 1 pavimento interno realizzato in ripresa di getto, solidale alle pareti stesse;
- eventuali pannelli divisorii interni;
- basamento di fondazione di tipo prefabbricato a vasca, che fuoriesce dal p.c. di circa 10 cm.

Le caratteristiche della cabina sono tali da garantire:

- grado di sismicità  $S = 12$ ;
- grado di protezione  $IP = 33$  (Norme CEI 70-1).

Le pareti esterne dovranno essere prive di giunzioni e trattate con rivestimento che garantisca il perfetto ancoraggio sul manufatto, l'impermeabilizzazione, l'inalterabilità del colore e la stabilità agli sbalzi di temperatura.

Gli ingressi dei cavi dovranno essere tamponati in modo da impedire l'ingresso dell'acqua e di animali. Nei cunicoli, la sistemazione dei cavi entranti nei quadri deve garantire il raggio minimo di curvatura.

Le normali condizioni di funzionamento delle apparecchiature installate, sono garantite da un sistema di ventilazione naturale ottenuto con griglie di aerazione. Le griglie del fabbricato dovranno essere secondo l'unificazione Enel e dovranno essere provviste di rete antinsetto.



## 5. OPERE DI ELETRIFICAZIONE

Tutti i materiali impiegati nella realizzazione dei lavori dovranno essere conformi alle prescrizioni indicate nella presente specifica tecnica, nelle norme CEI, alle dimensioni unificate secondo le tabelle UNEL e provvisti del marchio IMQ (quando ammessi al regime del marchio) e marchio CE. Essi dovranno essere nuovi di costruzione e dovranno inoltre essere scelti per qualità e provenienza di primarie case costruttrici e fra quanto di meglio il mercato sia in grado di fornire.

Particolare attenzione dovrà essere posta nella scelta delle apparecchiature in considerazione anche della continuità del servizio e della facilità di manutenzione.

### 5.1 Elettrodotti MT

#### 5.1.1 Cavi

Dovranno essere impiegate terne di cavi disposti a trifoglio, tipo **ARG16H1R16 18/30 kV** (qualora disponibili sul mercato prima dell'esecuzione dell'impianto)<sup>1</sup> o un cavo tipo **ARG7H1R 18/30 kV** o similare di sezioni pari a 95 mm<sup>2</sup> 300 mm<sup>2</sup> e 630 mm<sup>2</sup> per il collegamento tra le varie cabine di conversione/trasformazione e tra le cabine di conversione/trasformazione e la cabina di raccolta/sezionamento.

Il conduttore sarà in alluminio a corda rotonda compatta di alluminio e tra il conduttore e l'isolante in mescola in elastomero termoplastico (qualità HEPR), sarà interposto uno strato di semiconduttore estruso. Tra l'isolante e lo schermo metallico invece sarà interposto uno strato di semiconduttore a mescola estrusa che, a sua volta sarà coperto da un rivestimento protettivo costituito da un nastro semiconduttore igroespandente. La schermatura sarà fatta mediante fili di rame rosso con nastro di rame in controspirale. La guaina sarà costituita da una mescola a base di PVC di colore rosso.

In fase di installazione sarà prevista la posa all'interno del proprio scavo del tegolino di protezione.

Il cavo suddetto è definito a campo radiale in quanto, essendo ciascuna anima rivestita da uno schermo metallico, le linee di forza elettriche risultano perpendicolari agli strati dell'isolante.

La scelta dell'alluminio come materiale conduttore del cavo è stata determinata dalla più ampia reperibilità sul mercato e dal più basso costo, ma soprattutto da considerazioni di sicurezza tipicamente legate ad eventi locali. Infatti, l'esperienza in altri cantieri ha evidenziato l'improponibilità dell'utilizzo di cavi in rame a causa dei ripetuti furti e danneggiamenti subiti dai

---

<sup>1</sup> Per quanto riguarda i cavi non "CPR", se immessi sul mercato dopo il 01/07/2017, dovranno essere sostituiti con cavi "CPR" corrispondenti, qualora disponibili sul mercato prima dell'esecuzione dell'impianto (**D.lgs n 106 del 16/06/2017**)

cavi in fase di posa che hanno reso estremamente difficoltoso il normale svolgimento della costruzione degli elettrodotti.

La scelta delle sezioni dei cavi è stata fatta considerando:

- le correnti di impiego determinate dalla potenza effettiva, che equivale alla potenza nominale ridotta del 15% per tener conto della effettiva potenza massima che i moduli FV riescono a produrre (a valle delle perdite nella conversione), per evitare un sovradimensionamento dei cavi;
- le portate dei cavi per la tipologia di posa (norma CEI 20-21) e per la tipologia di carico ciclico giornaliero (CEI 20-42/1);
- il contenimento delle perdite di linea.

Nella Tabella più avanti sono riportati i risultati della scelta delle sezioni e la portata dei cavi MT per la posa interrata.

I coefficienti di calcolo per la portata dei cavi (profondità di posa, condizioni termiche, ecc.) sono stati assunti secondo le seguenti ipotesi:

- resistività termica del terreno pari a  $2 \text{ }^\circ\text{K m/W}$  (in fase di progettazione esecutiva sarà effettuata una misura di resistività termica del terreno lungo il tracciato previsto, in modo tale da effettuare una correzione del valore se risultasse più alto);
- temperatura terreno pari a  $25^\circ \text{ C}$  (CEI 20-21 A.3);
- coefficiente di variazione della portata per carico ciclico giornaliero;
- fattori di riduzione quando nello scavo sono presenti condutture affiancate (si è ipotizzato condutture poste a 20 cm di distanza tra di loro misurate dall'interasse delle singole terne);
- ulteriore fattore di sicurezza corrispondente ad una riduzione del 10% rispetto alla portata calcolata ( $I_z$ );
- condizioni di posa con la situazione termica più critica;
- profondità di posa pari a 1,20 m dal piano di calpestio.

La scelta della sezione è stata effettuata considerando che il cavo deve avere una portata  $I_z$  uguale o superiore alla corrente di impiego  $I_b$  del circuito. Sono stati così dimensionati i vari tratti di elettrodotto in base al numero di terne affiancate nello stesso scavo.

All'interno degli scavi saranno inclusi oltre ai cavi a MT, anche altre tubazioni opzionali per il passaggio di eventuali cavi a BT o di segnale che dovessero rendersi necessarie, su richiesta del Committente, per il monitoraggio e la corda di terra.

### **5.1.2** *Temperatura di posa*

Durante le operazioni di installazione la temperatura dei cavi per tutta la loro lunghezza e per tutto il tempo in cui essi possono venir piegati o raddrizzati non deve essere inferiore a quanto specificato dal produttore del cavo.

### **5.1.3** *Segnalazione della presenza dei cavi*

Al fine di evitare danneggiamenti nel caso di scavo da parte di terzi, lungo il percorso dei cavi dovrà essere posato sotto la pavimentazione un nastro di segnalazione in polietilene.

Nell'attraversamento di aree private fino all'imbocco delle strade pubbliche dovrà essere segnalata la presenza dell'elettrodotto interrato posizionando l'opportuna segnaletica.

### **5.1.4** *Prova di isolamento*

Successivamente alle operazioni di posa e comunque prima della messa in servizio, l'isolamento dei cavi a MT, dei giunti e dei terminali, sarà verificato attraverso opportune misurazioni secondo le CEI 11-17. La tensione di prova dell'isolamento in corrente continua dovrà essere pari a quattro volte la tensione nominale stellata.

### **5.1.5** *Giunzioni e terminazioni MT*

Per le giunzioni elettriche si devono utilizzare connettori di tipo a compressione diritti in alluminio adatti alla giunzione di cavi in alluminio ad isolamento estruso con ripristino dell'isolamento con giunti diritti adatti al tipo di cavo in materiale retraibile. Per la terminazione dei cavi scelti e per l'attestazione sui quadri in cabina si devono applicare terminali unipolari per interno con isolatore in materiale retraibile e capicorda di sezione idonea.

### **5.1.6** *Tubazioni*

In casi particolari e secondo la necessità la protezione meccanica potrà essere realizzata mediante tubazioni di materiale plastico (PVC), flessibili, di colore rosso, a doppia parete con parete interna liscia, rispondenti alle norme CEI EN 50086-1 e CEI EN 50086-2-4 e classificati come normali nei confronti della resistenza all'urto.

## **5.2** *Cavi BT*

Per il collegamento tra i moduli fotovoltaici e tra i moduli e le string box saranno utilizzati cavi del tipo **H1Z2Z2-K** o similare<sup>2</sup>, costituito da conduttore in rame stagnato, formazione flessibile, classe 5, isolati in mescola speciale reticolata HT-PVI (LS0H), guaina in mescola speciale reticolata HT-PVG (LS0H), conforme alle norme CEI EN 50618, CEI EN 60332-1-2, CEI EN 50525-1, CEI EN 61034-2, CEI EN 50289-4-17 (A), CEI EN 50396, CEI EN 60216-1/2, CEI EN 50575:2014+A1:2016; conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Prodotti da

---

<sup>2</sup> Per quanto riguarda i cavi non "CPR", se immessi sul mercato dopo il 01/07/2017, dovranno essere sostituiti con cavi "CPR" corrispondenti, qualora disponibili sul mercato prima dell'esecuzione dell'impianto (**D.lgs n 106 del 16/06/2017**)

Costruzione (CPR UE 305/11), classe di reazione al fuoco "Eca", tensione di esercizio 1,0/1,0 kV in c.a. e 1,5/1,5 kV in c.c., tensione massima di esercizio 1,8 kV in c.c..

Per il collegamento tra le string box e gli inverter, ubicati all'interno delle cabine di conversione, e tra l'inverter e il trasformatore MT/BT, dovranno essere impiegati cavi del tipo **ARG16R16** o similare<sup>4</sup> di sezioni pari a 185, 240 o 300 mm<sup>2</sup>.

Il suddetto cavo è costituito da conduttore in alluminio, corda rigida compatta, classe 2, isolati in Gomma di qualità G16, che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche, riempitivo termoplastico penetrante tra le anime (solo nei cavi multipolari), guaina in PVC speciale di qualità R16, conforme alle norme CEI 20-13, IEC 60502-1, CEI UNEL 35318, EN 50575:2014+A1:2016, conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11), classe di reazione al fuoco "Cca-s3,d1,a3", tensione di esercizio 0,6/1 kV in c.a. e 1,5 kV in c.c., tensione massima di esercizio 1,2 kV in c.a. e 1,8 kV in c.c..

La scelta dell'alluminio come materiale conduttore del cavo è stata determinata dalla più ampia reperibilità sul mercato e dal più basso costo, ma soprattutto da considerazioni di sicurezza tipicamente legate ad eventi locali. Infatti, l'esperienza in altri cantieri ha evidenziato l'improponibilità dell'utilizzo di cavi in rame a causa dei ripetuti furti e danneggiamenti subiti dai cavi in fase di posa che hanno reso estremamente difficoltoso il normale svolgimento della costruzione degli elettrodotti.

La scelta della sezione dei cavi è stata effettuata considerando le seguenti equazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$
$$I_f \leq 1,45 I_z$$

dove:

I<sub>b</sub> = Corrente d'impiego del circuito in condizioni ordinarie

I<sub>n</sub> = Corrente nominale del dispositivo di protezione

I<sub>z</sub> = Portata della conduttura

I<sub>f</sub> = Corrente convenzionale d'intervento del dispositivo di protezione

### **5.3** Cabine di Conversione e Trasformazione

Le cabine di conversione avranno dimensioni pari 7,50 x 2,5 m; all'interno dei locali di conversione avverrà il passaggio da corrente continua a corrente alternata per mezzo di convertitori statici trifase di potenza nominale in c.a pari a 2500 kVA, con caratteristiche idonee alla scelta dei pannelli fotovoltaici costituenti i singoli sottocampi. Tali apparecchi saranno dotati di idonei dispositivi atti a sezionare e proteggere sia il lato in corrente continua che il lato in corrente alternata. Le cabine saranno prefabbricate realizzate in cemento armato vibrato (c.a.v.), complete di vasca di fondazione del medesimo materiale, assemblate con inverter, trasformatore MT/BT per i servizi ausiliari e quadri di media tensione, posate su un magrone di sottofondazione

in cemento (cfr. DW20042D-P04). Le cabine saranno internamente suddivise nei seguenti due vani:

- il vano conversione, in cui sono alloggiati gli inverter (due per cabina) e il trasformatore per i servizi ausiliari della cabina;
- il vano quadri di media tensione, in cui sono alloggiati i quadri elettrici di media tensione.

L'elevazione di tensione a 30.000 V in corrente alternata avverrà mediante un trasformatore da esterno opportunamente recintato, così da poter convogliare l'energia prodotta dal campo fotovoltaico verso la stazione elettrica per essere ceduta all'ente gestore della Rete elettrica di Trasmissione Nazionale (RTN).

*Si fa presente inoltre che l'inverter verrà scelto in funzione delle tecnologie ad oggi disponibili sul mercato europeo e poiché la tecnologia fotovoltaica è in rapido sviluppo, si presume che dal momento della progettazione definitiva alla realizzazione, tali tecnologie potrebbero cambiare; pertanto gli inverter che verranno presi in considerazione saranno ovviamente quelli di ultima generazione.*

#### **5.4 Cabina di raccolta/sezionamento**

La cabina MT di raccolta/sezionamento sarà realizzata all'interno delle aree dell'impianto fotovoltaico. Sarà conforme alla norma CEI 0-16 ed avrà dimensione esterna di 15,00 x 3,00 (lung. x larg.) con altezza <3,00 m; si comporrà di tre locali, in particolare:

- vano quadri MT;
- vano per l'alloggiamento del trasformatore per i servizi ausiliari;
- vano per l'alloggiamento dei quadri BT e del monitoraggio.

La cabina sarà costituita da pannelli prefabbricati, realizzata in cemento armato vibrato (c.a.v.), complete di vasca di fondazione del medesimo materiale, posata su un magrone di sottofondazione in cemento (cfr. DW20042D-P04).

La cabina è progettata in modo da prevedere che sia l'entrata che l'uscita dei cavi di rete MT avvenga in sotterraneo.

Il quadro MT di protezione e controllo della cabina sarà principalmente costituito da diverse celle (alcune potrebbero essere accorpate in fase esecutiva) a seconda dell'area in oggetto con le seguenti funzioni principali:

- cella/e arrivo e protezione linee dalle aree del campo fotovoltaico (protezione generale e protezione di interfaccia);
- cella protezione trasformatore servizi ausiliari;
- celle uscita verso punto di consegna.

Le celle saranno equipaggiate, con i seguenti componenti:

- TV (trasformatori di tensione) per protezione e misura:

- TA (trasformatori di corrente) per protezione e misura;
- interruttori tripolari;
- protezioni a microprocessore secondo le norme CEI 0-16 e requisiti del Distributore;
- sezionatori tripolari (eventualmente con fusibili);
- sezionatori di terra;
- spie di presenza tensione;
- scaricatori di sovratensione;
- morsetti per terminali cavi.

### **5.5 Impianti di illuminazione e sicurezza**

Gli impianti di illuminazione, videosorveglianza ed antintrusione saranno installati lungo il perimetro delle due aree della centrale fotovoltaica, garantendo la copertura totale dei confini delimitati dalla recinzione.

Gli apparecchi illuminanti saranno scelti in fase esecutiva in funzione della tecnologia disponibile (alogeni, LED, ecc.).

I dispositivi di videosorveglianza saranno scelti in fase esecutiva in funzione della tecnologia disponibile (telecamere fisse, dome, apparecchiatura di videoregistrazione, ecc.).

I dispositivi di antintrusione saranno scelti in fase esecutiva in funzione della tecnologia disponibile (contatti reed, barriere a infrarossi, sensori a microonde, ecc.).

Gli impianti suddetti verranno alimentati dal trasformatore dei servizi ausiliari presente nella cabina di raccolta/sezionamento; gli interruttori di protezione di tali circuiti saranno installati in un quadro BT presente nel vano di controllo ubicato nella cabina di raccolta/sezionamento.

### **5.6 Rete di terra**

All'interno del campo fotovoltaico sarà realizzata una rete di terra costituita da dispersori in corda di rame nudo della sezione minima di 35 mm<sup>2</sup>, interrati ad una profondità di almeno 0,5 m. A tale rete saranno collegate tutte le strutture metalliche di supporto dei moduli e la recinzione.

Intorno alle cabine di conversione, al trasformatore esterno e la cabina di raccolta/sezionamento si prevede l'installazione di un dispersore ad anello in corda di rame nudo della sezione di 50 mm<sup>2</sup> e dispersori a picchetto ai vertici della lunghezza di 1,5 m.

L'impianto di terra dovrà essere conforme alle prescrizioni della norma CEI 99-3 e dimensionato sulla base della corrente di guasto a terra sulla rete MT di alimentazione e del tempo di eliminazione del guasto a terra da parte delle protezioni del distributore.

## 6. SOTTOSTAZIONE DI TRASFORMAZIONE E IMPIANTO DI CONSEGNA

### 6.1 Sottostazione elettrica di trasformazione AT/MT

La sottostazione AT/MT rappresenterà sia il punto di raccolta dell'energia prodotta dal campo fotovoltaico che il punto di trasformazione del livello di tensione da 30 kV a 150 kV, per consentire il trasporto dell'energia prodotta fino al punto di consegna della rete di trasmissione nazionale. Come prescritto nella Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) rilasciato da Terna S.p.A. in data 12 luglio 2019 prot. 0049969, l'impianto fotovoltaico sarà collegato in antenna a 150 kV con il futuro ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN a 380/150 kV denominata "Foggia"; al fine di razionalizzare l'utilizzo delle strutture di rete, lo stallo sarà condiviso con altri impianti di produzione, ed in tal caso potrebbe risultare necessario un ampliamento della sottostazione. Il nuovo elettrodotto in antenna a 150 kV per il collegamento della sottostazione elettrica di centrale alla stazione Elettrica della RTN, costituirà impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo di arrivo produttore a 150 kV nella suddetta stazione costituirà impianto di rete per la connessione.

#### 6.1.1 *Locale celle MT di arrivo*

Le celle MT delle linee in arrivo del campo fotovoltaico, sono posizionate all'interno di un prefabbricato locato nella sottostazione elettrica. Queste, di tipo protetto per interni, sono unità modulari così composte:

- arrivo Trafo TR1, dotata di n. 1 interruttore motorizzato ( $I_n=1250A$ ,  $V_m=36kV$ ,  $I_{th}=16kA$ ) e n. 1 sezionatore di terra con interblocco ( $I_n=1250A$ ,  $V_m=36kV$ );
- misure, dotata di un trasformatore di misura voltmetrico con n. 3 secondari;
- trasformatore TRSA, dotata di n. 1 sezionatore sotto carico ( $I_n=630A$ ,  $V_m=36kV$ ) interbloccato con n. 1 sezionatore di terra e n. 1 fusibile (6.3A,  $V_m=36kV$ );
- arrivo linea 1, dotata n. 1 sezionatore ( $I_n=630A$ ,  $V_m=36kV$ ) interbloccato con n. 1 sezionatore di terra, n. 1 interruttore motorizzato con interblocco ( $I_n=630A$ ,  $V_m=36kV$ ,  $I_{th}=16kA$ );
- arrivo linea 2, dotata n. 1 sezionatore ( $I_n=630A$ ,  $V_m=36kV$ ) interbloccato con n. 1 sezionatore di terra, n. 1 interruttore motorizzato con interblocco ( $I_n=630A$ ,  $V_m=36kV$ ,  $I_{th}=16kA$ );
- arrivo linea 3, dotata n. 1 sezionatore ( $I_n=630A$ ,  $V_m=36kV$ ) interbloccato con n. 1 sezionatore di terra, n. 1 interruttore motorizzato con interblocco ( $I_n=630A$ ,  $V_m=36kV$ ,  $I_{th}=16kA$ );
- arrivo linea 4, dotata n. 1 sezionatore ( $I_n=630A$ ,  $V_m=36kV$ ) interbloccato con n. 1 sezionatore di terra, n. 1 interruttore motorizzato con interblocco ( $I_n=630A$ ,  $V_m=36kV$ ,  $I_{th}=16kA$ );
- n. 2 riserve, dotate di n. 1 sezionatore ( $I_n=630A$ ,  $V_m=36kV$ ) interbloccato con n. 1 sezionatore di terra, n. 1 interruttore motorizzato con interblocco ( $I_n=630A$ ,  $V_m=36kV$ ,  $I_{th}=16kA$ ).

### **6.1.2 Montante AT**

La sottostazione AT/MT comprenderà un montante AT, che sarà principalmente costituita da uno stallo trasformatore, da una terna di sbarre e uno stallo linea.

Lo stallo trasformatore AT/MT sarà composto da:

- trasformatore di potenza AT/MT  $150 \pm 10 \times 1.25\% / 30$  KV 60/70 MVA ONAN/ONAF YNd11;
- scaricatore ZnO ( $U_m = 170$  kV);
- TV induttivo isolato in SF6 150 3/0,1: 3kV
- TA isolato in SF6 ( $U_m = 170$  kV 100-200-400/1A);
- interruttore tripolare con comando a molla tripolare ( $I_n = 1250$  A  $U_m = 170$  kV);
- sezionatore tripolare orizzontale motorizzato ( $I_n = 1250$  A  $U_m = 170$  kV);

Lo stallo linea invece sarà formato da:

- TV induttivo isolato in SF6 150  $\sqrt{3}/0,1$ :  $\sqrt{3}$  kV;
- TA isolato in SF6 ( $U_m = 170$  kV 200-400-800-1200/5A);
- interruttore tripolare con comando a molla tripolare ( $I_n = 1250$  A  $U_m = 170$  kV);
- sezionatore tripolare orizzontale con lame di terra motorizzate ( $I_n = 1250$  A  $U_m = 170$  kV);
- TV capacitivo isolato in SF6 150  $\sqrt{3}/0,1$ :  $\sqrt{3}$  kV;
- scaricatore ZnO ( $U_m = 170$  kV);
- terminali AT per la consegna in stazione TERNA.

### **6.1.3 Impianto di terra**

L'impianto di terra sarà costituito, conformemente alle prescrizioni della Norma CEI EN 50522 ed alle prescrizioni della Guida CEI 99-5, da una maglia di terra realizzata con conduttori nudi in rame elettrolitico di sezione pari a 120 mm<sup>2</sup>. Per le connessioni agli armadi verranno impiegati conduttori di sezione opportuna.

In base alle prescrizioni di TERNA potrà essere necessario anche un collegamento dell'impianto di terra della sottostazione con quello dell'impianto di consegna AT.

### **6.1.4 RTU della sottostazione e dell'impianto AT di consegna**

Tale sistema deve rispondere alle specifiche TERNA S.p.A. Le caratteristiche degli apparati periferici RTU devono essere tali da rispondere ai requisiti di affidabilità e disponibilità richiesti e possono variare in funzione della rilevanza dell'impianto.

La RTU dovrà svolgere i seguenti compiti:

- interrogazione delle protezioni della sottostazione, per l'acquisizione di segnali e misure attraverso le linee di comunicazione;
- comando della sezione AT e MT della sottostazione;
- acquisizione di segnali generali di tutta la rete elettrica;

- trasmettere a TERNA S.p.A. i dati richiesti dal Regolamento di Esercizio, secondo i criteri e le specifiche dei documenti TERNA.

La RTU sarà comandabile in locale dalla sottostazione tramite un quadro sinottico che riporterà lo stato degli organi di manovra di tutta la rete MT e AT, i comandi, gli allarmi, le misure delle grandezze elettriche.

#### **6.1.5 SCADA**

Il sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) deve essere modulare e configurabile secondo le necessità e configurazione basata su PC locale con WebServer per l'accesso remoto.

La struttura delle pagine video del sistema SCADA deve includere:

- schema generale di impianto;
- pagina allarmi con finestra di pre-view;
- schemi dettagliati di stallo.

Lo SCADA dovrà acquisire, gestire e archiviare ogni informazione significativa per l'esercizio e la manutenzione, nonché i tracciati oscillografici generati dalle protezioni.

#### **6.1.6 Fabbricato produttore**

Il fabbricato produttore avrà dimensioni in pianta pari a 31,95 x 5,10 m, e altezza fuori terra pari a 3,40 m.

Sarà realizzato in opera con fondazioni in calcestruzzo armato, pareti esterne di muratura in blocchi laterizi alveolati leggeri, e solaio a struttura mista eseguito con travetti in calcestruzzo armato precompresso e laterizio.

Internamente sarà diviso, mediante una tramezzatura in mattoni, nei seguenti cinque locali: locale MT, locale misure; sala G.E., locale BT e controllo, servizi igienici.

Sia le superfici interne che quelle esterne, saranno finite con intonaco liscio realizzato con due strati di malta a differente dosatura.

Ognuno dei locali su descritti sarà dotato di almeno una porta di accesso (a singolo o doppio battente) e finestre realizzati in profilati di alluminio.

## **6.2 Cavi AT**

Sarà impiegata una terna di cavi disposta in piano, di sezione pari a 1200 mm<sup>2</sup> per il collegamento tra la sottostazione 150/30 kV e il futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) a 380/150 kV della RTN denominata "Foggia".

Il conduttore sarà a corda rotonda compatta di rame, isolamento in XLPE, adatto ad una temperatura di esercizio massima continuativa del conduttore pari a 90 °C, schermo a fili di rame

con sovrapposizione di una guaina in alluminio saldato e guaina esterna in PE grafitato, qualità ST7, con livello di isolamento verso terra e tra le fasi pari a  $U_0/U = 87/150$  kV. Lo schermo metallico è dimensionato per sopportare la corrente di corto circuito per la durata specificata. Il rivestimento esterno del cavo ha la funzione di proteggere la guaina metallica dalla corrosione. Lo strato di grafite è necessario per effettuare le prove elettriche dopo la posa, in accordo a quanto previsto dalla norma IEC 62067.

I cavi posati in trincea saranno con disposizione a "piana", per consentire una maggiore portata da parte del cavo, ad una profondità 1,5 m (quota piano di posa) su di un letto di sabbia dello spessore di 10 cm circa. I cavi saranno ricoperti sempre di sabbia per uno strato di 70 cm, sopra il quale sarà posata una lastra in cemento armato avente funzione di protezione meccanica dei cavi. Con funzione di segnalazione, poco sopra la lastra sarà posata una rete rossa in PVC tipo Tenax e, a circa 50 cm di profondità, un nastro di segnalazione in PVC, riportante la dicitura "ELETTRODOTTO A.T. 150.000 V". All'interno della trincea è prevista l'installazione di n°1 tubo PEHD Ø 50 mm entro il quale sarà eventualmente posato n°1 cavo Fibra Ottica, oltre a un cavo unipolare in rame con guaina in PVC a protezione del cavo AT.

I coefficienti di calcolo per la portata dei cavi (profondità di posa, condizioni termiche, ecc.) sono stati assunti secondo le seguenti ipotesi:

- resistività termica del terreno pari a  $1,5^\circ\text{K m/W}$  (in fase di progettazione esecutiva sarà effettuata una misura di resistività termica del terreno lungo il tracciato previsto, in modo tale da effettuare una correzione del valore se risultasse più alto);
- temperatura terreno pari a  $25^\circ\text{C}$ ;
- coefficiente relativo alla profondità di posa (1,5 m);
- coefficiente relativo alla distanza tra i conduttori (0,5 m tra gli assi);

La scelta della sezione è stata effettuata considerando che il cavo deve avere una portata  $I_z$  uguale o superiore alla corrente di impiego  $I_b$  del circuito.

## **7. SICUREZZA DELL'IMPIANTO**

### **7.1 *Protezione da corto circuiti sul lato c.c. dell'impianto***

Gli impianti FV sono realizzati attraverso il collegamento in serie/parallelo di un determinato numero moduli FV, a loro volta realizzati attraverso il collegamento in serie/parallelo di celle FV inglobate e sigillate in un unico pannello d'insieme. Pertanto gli impianti FV di qualsiasi dimensione conservano le caratteristiche elettriche della singola cella, semplicemente a livelli di tensione e correnti superiore, a seconda del numero di celle connesse in serie (per ottenere tensioni maggiori) oppure in parallelo (per ottenere correnti maggiori).

Negli impianti fotovoltaici la corrente di corto circuito dell'impianto non può superare la somma delle correnti di corto circuito delle singole stringhe. Essendo le stringhe composte da una serie di generatori di corrente (i moduli fotovoltaici) la loro corrente di corto circuito è di poco superiore alla corrente nel punto di massima potenza.

### **7.2 Protezione da contatti accidentali lato c.c.**

Le tensioni continue sono particolarmente pericolose per la vita. Il contatto accidentale con una tensione di oltre 500 V. c.c., che si riscontra facilmente sulle stringhe, può avere conseguenze letali. Per ridurre il rischio di contatti pericolosi il campo fotovoltaico, lato corrente continua, è assimilabile ad un sistema IT cioè flottante da terra. La separazione galvanica tra il lato corrente continua e il lato corrente alternata è garantita dalla presenza del trasformatore MT/BT.

In tal modo perché un contatto accidentale sia realmente pericoloso occorre che si entri in contatto contemporaneamente con entrambe le polarità del campo. Il contatto accidentale con una sola delle polarità non ha praticamente conseguenze, a meno che una delle polarità del campo non sia casualmente a contatto con la massa. Per prevenire tale eventualità gli inverter sono muniti di un opportuno dispositivo di rivelazione degli squilibri verso massa, che ne provoca l'immediato spegnimento e l'emissione di una segnalazione di allarme.

### **7.3 Protezione dalle fulminazioni**

Un campo fotovoltaico correttamente collegato a massa, non altera in alcun modo l'indice ceraunico della località di montaggio, e quindi la probabilità di essere colpito da un fulmine.

I moduli fotovoltaici sono insensibili alle sovratensioni atmosferiche, che invece possono risultare pericolose per le apparecchiature elettroniche di condizionamento della potenza. Per ridurre i danni dovuti ad eventuali sovratensioni i quadri di parallelo sottocampi sono muniti di varistori su entrambe le polarità dei cavi d'uscita. I varistori, per prevenire eventuali incendi, saranno segregati in appositi scomparti antideflagranti. In caso di sovratensioni i varistori collegano una od entrambe le polarità dei cavi a massa e provocano l'immediato spegnimento degli inverter e l'emissione di un segnale d'allarme.

### **7.4 Sicurezze sul lato c.a. dell'impianto**

La limitazione delle correnti del campo fotovoltaico comporta analogha limitazione anche nelle correnti in uscita dagli inverter. Cortocircuiti sul lato alternata dell'impianto sono tuttavia pericolosi perché possono provocare ritorni da rete di intensità non limitata. Gli interruttori MT in SF6 utilizzati sono equipaggiati con una protezione generale di massima corrente e una protezione contro i guasti a terra.



## **7.5 Impianto di messa a terra**

All'interno del campo fotovoltaico sarà realizzata una rete di terra costituita da dispersori in corda di rame nudo della sezione minima di 35 mm<sup>2</sup>, interrati ad una profondità di almeno 0,5 m. A tale rete saranno collegate tutte le strutture metalliche di supporto dei moduli e la recinzione.

Intorno alle cabine di conversione e trasformazione e le cabine di raccolta e smistamento si prevede l'installazione di un dispersore ad anello in corda di rame nudo della sezione di 50 mm<sup>2</sup> e dispersori a picchetto ai vertici della lunghezza di 1,5 m.

L'impianto di terra dovrà essere conforme alle prescrizioni della norma CEI 99-3 e dimensionato sulla base della corrente di guasto a terra sulla rete MT di alimentazione e del tempo di eliminazione del guasto a terra da parte delle protezioni del distributore.

Prima della messa in servizio dell'impianto, saranno effettuate le verifiche dell'impianto di terra previste dal DPR 22 ottobre 2001 n. 462.

\*\*\*\*\*