

**COMUNE DI ALTIDONA**  
**(Provincia di Fermo)**

**Proprietà:** FAMA ENERGY SRL  
Via Gentile da Fabriano n.3  
63016 Pedaso (FM)

**Progettista** Ing. Lanfranco Curzi  
Via Casette snc  
64010 Ancarano (TE)

**Località** Altidona (FM)

**RELAZIONE TECNICA**  
**IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

**“IMPIANTO FV ALTIDONA”**  
**Potenza totale = 4968,00 kWp**

**Indice**

1. OGGETTO .....	3
2. RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI .....	3
3. CRITERI GENERALI SUGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI.....	6
4. DEFINIZIONI .....	7
5. DESCRIZIONE DELL' IMPIANTO FOTOVOLTAICO.....	8
5.1 Generalità .....	8
5.2 Dimensionamento dell'impianto fotovoltaico .....	8
5.3 Componenti principali dell'impianto fotovoltaico.....	11
5.3.1 Moduli Fotovoltaici.....	11
5.3.2 Strutture di Metalliche di Ancoraggio dei Moduli .....	12
5.3.3 Connessioni e Cavi elettrici .....	12
5.3.4 Quadri Elettrici di Campo (QECC_N.i).....	13
5.3.5 Inverter .....	14
5.3.6 Quadro di parallelo e di interfaccia lato c.a. ....	15
5.3.7 Impianto di terra e di Protezione contro le scariche atmosferiche .....	16
5.3.8 Cabina di Trasformazione MT/BT .....	18
5.3.9 Sistema di monitoraggio .....	21
5.3.10 Impianto antifurto.....	21
6. CRITERI DI PROTEZIONE.....	22
6.1 Misure di protezione contro i contatti diretti .....	22
6.2 Misure di protezione contro i contatti indiretti .....	23
6.3 Protezione dalle sovracorrenti .....	23
6.4 Misure di protezione sul collegamento alla rete elettrica.....	25
6.5 Misure di protezione contro gli effetti delle scariche atmosferiche.....	26
7. REQUISITI TECNICI MINIMI DEI COMPONENTI E DEGLI IMPIANTI .....	27
8. PRESCRIZIONI AGGIUNTIVE IN MATERIA DI SICUREZZA.....	29
ALLEGATO.....	30

## 1. OGGETTO

La presente relazione è riferita alla realizzazione di un impianto di produzione dell'energia elettrica mediante la realizzazione di un impianto fotovoltaico connesso alla rete, da realizzarsi su terreno vegetale incolto ubicato nel comune di Altidona (FM), univocamente distinto al CT alla P.lla 90 del Foglio nr. 1, alle P.lle 108-168 del Foglio nr. 3 e alla P.la 9 del Foglio nr. 12, per un totale di circa mq. 171.670. L'intera area oggetto dell'intervento si colloca a circa 3 km dal centro abitato del comune di Altidona; la zona presenta un andamento pianeggiante e risulta libero da significativi fenomeni di ombreggiamento.

La potenzialità elettrica totale dell'impianto fotovoltaico è pari a **4968,00 kWp**.

La potenza è ottenuta mediante la posa in opera di nr. 21.600 moduli fotovoltaici aventi una potenza nominale unitaria pari a 230 Wp per ogni singola area.

L'impianto fotovoltaico sarà del tipo grid-connected e l'energia elettrica prodotta sarà immessa totalmente nella rete elettrica nazionale, secondo le disposizioni del Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 19 febbraio 2007 (il cosiddetto "Conto Energia", d'ora in avanti, il Decreto) e delle relative delibere attuative emanate dall'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas.

L'impianto fotovoltaico e i relativi componenti saranno realizzati in piena conformità delle norme tecniche e di sicurezza vigente.

## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI

L'impianto fotovoltaico oggetto della presente relazione sarà realizzato in conformità alle vigenti Leggi/Normative tra le quali le seguenti principali:

- *DPR 547/55*: Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro;
- *DM 16 Gennaio 1996*: - Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi;
- *Circolare 4 luglio 1996*: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi";
- *CEI 0-2*: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- *CEI 11-20*: impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- *CEI EN 60904-1*: Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;
- *CEI EN 60904-2*: Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;

- *CEI EN 60904-3*: Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
- *CEI EN 61727*: Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;
- *CEI EN 61215*: Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- *CEI EN 61646*: Moduli fotovoltaici a film sottile per usi terrestri. Qualifica del progetto e approvazione del tipo;
- *CEI 64-8*: Impianti elettrici utilizzatori a tensione non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500V in corrente continua;
- *CEI EN 62305/1-4*: Protezione delle strutture contro i fulmini;
- *CEI EN 60099-1-2*: Scaricatori;
- *CEI EN 60439-1-2-3*: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione;
- *CEI EN 60445*: Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- *CEI EN 60529*: gradi di protezione degli involucri (Codice IP);
- *CEI 110-1, 110-6, 110-8*: per la compatibilità elettromagnetica (EMC);
- *CEI EN 61724*: Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici. Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- *Norme UNI/ISO* per lo studio delle strutture meccaniche di supporto e di ancoraggio dei moduli fotovoltaici;
- *Norme CEI 70-1* "Gradi di protezione degli involucri (codice IP)", fascicolo 1915 E, seconda edizione (1992);
- *Guida CEI 82-25* – "Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione";
- *CEI EN 50380* – "Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici"
- *CEI 82-3* – "Dispositivi fotovoltaici: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici (PV) per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento"
- *Norme CEI 34-21* "Apparecchi di illuminazione - Parte 1a: Prescrizioni generali e prove", fascicolo 1348, terza edizione (1990) e successive varianti ed ampliamenti;
- *Norme CEI 17-13/1* "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)", fascicolo 2463E, terza edizione (1995);
- *Norme CEI 17-13/3* "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)", fascicolo 1926, prima edizione (1992);
- *Tabella UNEL relative a* "Cavi per energia con conduttori di rame con isolante elastomerico o termoplastico ed aventi grado di isolamento non superiore a 4":
  - N. 35011-87 "Cavi per energia e segnalamento - Sigle di designazione";
  - N.35023-70 "Cadute di tensione";

- N. 35025-80 "Tensioni nominali Uo/U di identificazione dei cavi e relativi simboli di designazione in sostituzione dei gradi di isolamento";
  - N. 35026-82 "Portate di corrente in regime permanente - Posa in aria ed interrata";
  - N. 35027-82 "Portate di corrente in regime permanente - Generalità";
  - *Decreto Legislativo 9 aprile 2008 , n. 81* Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
  - *Norme CEI-UNEL 35024/1* "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Portate di corrente in regime permanente per posa in aria", fascicolo 3516 del giugno 1997;
  - Prescrizioni degli Enti preposti al controllo degli impianti nella zona in cui si eseguiranno i lavori, ed in particolare: Ispettorato del Lavoro, Vigili del Fuoco, A.U.S.L., ISPESL
  - *Legge 1 marzo 1968, n. 186* "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici";
  - *Legge 18 ottobre 1977, n. 791* "Attuazione delle Direttive del Consiglio della Comunità Europea relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico";
  - *Decreto n. 37 del 22 Gennaio 2008* "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11 quaterdecies, comma 1 lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante il riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici"
  - *D. Lgs. 25 novembre 1996, n. 626* "Attuazione delle direttive 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione".
  - *Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387* - "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità"
  - *D. Lgs 19-02-2007*: "criteri e modalità per incentivare la produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare"
  - *Delibera AEEG n° 88/07 del 13/04/2007*: "disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica"
  - *Delibera AEEG n° 89/07 del 13/04/2007*: "condizioni tecnico economiche per la connessione di impianti di produzione alle reti in bassa tensione"
  - *Delibera AEEG n° 90/07 del 13/04/2007*: "procedure per l'entrata in esercizio degli impianti fotovoltaici e per l'ammissione al regime di incentivazione"
  - *L.R. n.7 del 14/04/2004* "Disciplina della procedura di valutazione di impatto ambientale"
  - *D. Lgs. n.387 del 29/12/2003* "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità"
  - *D. Lgs. n.152 del 03/04/2006* "Norme in materia ambientale"
-

L'impianto è allacciato alla rete di Enel Distribuzione Spa. Le normative tecniche di allacciamento alla rete di Enel Distribuzione Spa:

- DK 5940: Criteri di allacciamento di impianti di produzione alla rete di distribuzione BT di Enel Distribuzione;
- DK 5740: Criteri di allacciamento di impianti di produzione alla rete MT di Enel Distribuzione;
- DK 5600: Criteri di allacciamento di clienti alla rete MT di Enel Distribuzione.

prevedono le seguenti tipologie di consegna in funzione della potenza dell'impianto di generazione:

- Monofase per impianti di potenza fino a 6 kW;
- Trifase in bassa tensione per impianti di potenza  $> 6$  kW e  $< 50$  kW;
- Trifase in media tensione per impianti con potenza  $> 75$  kW;
- Trifase in media o bassa tensione per impianti di potenza  $> 50$  kW e  $< 75$  kW - la decisione è presa dal Gestore di Rete caso per caso a seguito delle risultanze dello studio della rete a cui l'impianto deve allacciarsi.

### **3. CRITERI GENERALI SUGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI**

La finalità principale di un impianto fotovoltaico collegato alla rete elettrica di distribuzione è quella di immettere l'energia prodotta in rete contribuendo così a bilanciare l'assorbimento dell'energia necessaria ai fabbisogni elettrici.

In generale, l'applicazione della tecnologia fotovoltaica consente:

- la produzione di energia elettrica senza alcuna emissione di sostanze inquinanti;
- il risparmio di combustibile fossile;
- nessun inquinamento acustico;
- soluzioni di progettazione del sistema compatibili con le esigenze di tutela architettonica o ambientale (es. Impatto Visivo);
- il possibile utilizzo per l'installazione dell'impianto di superfici marginali (tetti, solai, terrazzi, terreni, ecc.)

Le scelte delle varie soluzioni sulle quali è stata basata la progettazione esecutiva dell'impianto fotovoltaico sono le seguenti:

- soddisfazione di massima dei requisiti di base imposti dalla committenza;
- rispetto delle Leggi e delle normative di buona tecnica vigenti;
- conseguimento delle massime economie di gestione e di manutenzione degli impianti progettati;

- ottimizzazione del rapporto costi/benefici ed impiego di materiali componenti di elevata qualità, efficienza, lunga durata e facilmente reperibili sul mercato;
- riduzione delle perdite energetiche connesse al funzionamento dell'impianto al fine di massimizzare la quantità di energia elettrica immessa in rete.

L'impianto fotovoltaico oggetto della presente relazione, verrà realizzato utilizzando materiali forniti da ditte primarie, dotati di marchio di qualità, di garanzie date dalle stesse ditte costruttrici attestanti la costruzione a regola d'arte secondo la normativa tecnica e la legislazione vigente.

#### **4. DEFINIZIONI**

- a. Un impianto fotovoltaico è un sistema di produzione di energia elettrica mediante conversione diretta della radiazione solare in elettricità (effetto fotovoltaico), esso è costituito dal generatore fotovoltaico e dal gruppo di conversione;
- b. Il generatore fotovoltaico dell'impianto è l'insieme dei moduli fotovoltaici, collegati in serie/parallelo per ottenere la tensione/corrente desiderata;
- c. la potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) del generatore fotovoltaico è la potenza determinata dalla somma delle singole potenze nominali (o massime, o di picco o di targa) di ciascun modulo costituente il generatore fotovoltaico, misurate nelle condizioni standard di riferimento;
- d. il gruppo di conversione è l'apparecchiatura elettronica che converte la corrente continua (fornita dal generatore fotovoltaico) in corrente alternata per la connessione alla rete;
- e. il distributore è il soggetto che presta il servizio di distribuzione e vendita dell'energia elettrica agli utenti;
- f. l'utente è la persona fisica o giuridica titolare di un contratto di fornitura dell'energia elettrica.

## 5. DESCRIZIONE DELL' IMPIANTO FOTOVOLTAICO

### 5.1 Generalità

Il presente progetto è finalizzato alla realizzazione di un impianto fotovoltaico installato su appezzamento di terreno ubicato nel comune di Altidona (FM) avente una potenzialità nominale totale pari a **4968,00** kWp.

L'impianto sarà realizzato attraverso una tipologia impiantistica del tipo "fissa" costituita da moduli fotovoltaici installati su strutture portanti in acciaio zincato a cavalletto posate a suolo tramite pali in acciaio zincato infissi nel terreno. Le strutture a cavalletto saranno disposte al meglio nei confronti dell'irraggiamento solare, con l'inclinazione e l'orientamento più opportuni per l'applicazione.

La posizione e le distanze tra le strutture metalliche di supporto dell'impianto saranno tali da evitare fenomeni di ombreggiamento, sia esso diretto che indiretto. Le caratteristiche specifiche dei materiali utilizzati sono illustrate nei capitoli seguenti.

### 5.2 Dimensionamento dell'impianto fotovoltaico

L'impianto è costituito da un generatore fotovoltaico collegato in parallelo alla rete elettrica nazionale tramite gruppi di conversione DC/AC modulari con consegna trifase in MT. Il collegamento alla rete sarà effettuato in conformità alla specifica tecnica Enel Distribuzione Spa DK 5740 Ed. Aprile 2007.

Il generatore fotovoltaico è composto complessivamente da nr. 21.600 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino, tipo **CP-SOLAR** (230 Wp +/- 3%), collegati in modo tale da realizzare nr. 1080 stringhe costituite ognuna da 20 moduli.

L'impianto fotovoltaico è suddiviso in cinque sottocampi fotovoltaici.

Il gruppo di conversione della corrente continua prodotta dal campo fotovoltaico in corrente alternata da immettere nella rete elettrica esterna, è così costituito:

- da n. 3 inverter del tipo trifase centralizzati con potenza nominale unitaria pari a 330 kW modello AURORA CENTRAL per il primo campo;
- da n. 3 inverter del tipo trifase centralizzati con potenza nominale unitaria pari a 330 kW modello AURORA CENTRAL per il secondo campo;
- da n. 3 inverter del tipo trifase centralizzati con potenza nominale unitaria pari a 330 kW modello AURORA CENTRAL per il terzo campo;

- da n. 3 inverter del tipo trifase centralizzati con potenza nominale unitaria pari a 330 kW modello AURORA CENTRAL per il quarto campo;
- da n. 3 inverter del tipo trifase centralizzati con potenza nominale unitaria pari a 330 kW modello AURORA CENTRAL per il quinto campo

Gli inverter devono essere posizionati all'interno del locale predisposto in prossimità del generatore fotovoltaico per il contenimento delle apparecchiature elettriche di conversione. Il collegamento elettrico tra le stringhe e gli inverter deve essere realizzato mediante cavi elettrici posti all'interno di appositi cavidotti interrati realizzati tramite opportune tubazioni in polietilene (HDPE) che convogliano le condutture elettriche direttamente ai quadri di campo QECC\_N.i per poi collegarsi agli inverter interessati. I cavi elettrici preintestati posti a corredo del singolo modulo fotovoltaico, utilizzati per il collegamento "serie" dei moduli stessi, verranno bloccati direttamente sulle strutture metalliche di supporto mediante staffe e fascette metalliche o plastificate in materiale resistente ai raggi ultravioletti del sole. La suddivisione in campi, sotto-campi e stringhe è realizzata in modo da garantire il perfetto bilanciamento delle fasi ed è compiutamente rappresentata negli schemi elettrici dell'impianto FV.

I quadri di campo e i quadri di parallelo CC (QECC\_N.i) previsti conterranno i fusibili per il sezionamento di ciascuna stringa ed effettueranno il parallelo delle singole stringhe provenienti dal relativo sotto-campo fotovoltaico. La protezione contro le sovratensioni sarà garantita da sistemi SPD installati all'ingresso di ogni quadro CC.

Le linee in AC trifase 300 V in uscita dagli Inverter sono attestate direttamente sul quadro elettrico di interfaccia (QEG\_BT\_CA), provvisto di dispositivi di sezionamento e protezione, di sistema di monitoraggio della rete (tensione, frequenza, relè di protezione secondo le direttive DK5740) e di eventuali sistema di visualizzazione e comunicazione dati per telecontrollo via modem su PC.

Tra il quadro di interfaccia di rete e il Quadro MT sarà interposto un contatore omologato il quale provvederà a contabilizzare la quantità di energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico. Tale contatore dovrà rispondere alle prescrizioni del Gestore di Rete e dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas.

L'intera produzione netta di energia elettrica sarà riversata in rete con allaccio in MT a 20kV. Per la misura e la contabilizzazione della quantità di energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico verrà adottato un contatore omologato con appositi trasformatori amperometrici atti allo scopo. Tale contatore risponderà alle prescrizioni del Gestore di Rete e dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas.

---

La tabella riepilogativa seguente illustra la potenza nominale e il numero totale dei moduli fotovoltaici di ognuno dei cinque sottocampi che costituiscono l'impianto fotovoltaico previsto.

Nr.	DENOMINAZIONE SOTTO CAMPO FV	Nr. Moduli FV (230 Wp)	TIPOLOGIA INSTALLAZIONE	POTENZA INSTALLATA (kWp)
1	INV_1.1	240	INSTALLAZIONE SU STRUTTURE IN ACCIAIO ZINCATO (tilt - 24°)	55,20
2	INV_1.2	240		55,20
3	INV_1.3	240		55,20
4	INV_1.4	240		55,20
5	INV_1.5	240		55,20
6	INV_1.6	240		55,20
7	INV_2.1	240		55,20
8	INV_2.2	240		55,20
9	INV_2.3	240		55,20
10	INV_2.4	240		55,20
11	INV_2.5	240		55,20
12	INV_2.6	240		55,20
13	INV_3.1	240		55,20
14	INV_3.2	240		55,20
15	INV_3.3	240		55,20
16	INV_3.4	240		55,20
17	INV_3.5	240		55,20
18	INV_3.6	240		55,20
	<b>TOTALE</b>	<b>4.320</b>		<b>993,60</b>

La tabella seguente illustra le caratteristiche di ognuno dei cinque campi che costituiscono l'impianto fotovoltaico.

CARATTERISTICHE GENERATORE FOTOVOLTAICO			
Numero Moduli	n.	<b>4320</b>	Modulo FV in silicio Policristallino CP-SOLAR
Potenza Nominale Modulo FV	W	<b>230</b>	
Potenza Nominale Generatore FV	kW	<b>993,60</b>	
Convertitori DC/AC (Inverter)	n.	<b>3</b>	Inverter Trifase AURORA Nr. 3 PVI-Central 300 TL
Numero Totale Stringhe	n.	<b>216</b>	n. 12 stringhe composte da 20 moduli FV
Superficie Totale dei moduli	m <sup>2</sup>	<b>6998,4</b>	
Orientamento Moduli		<b>SUD</b>	
Inclinazione Moduli (TILT)		<b>24°</b>	Strutture di ancoraggio in acciaio
Fenomeni di Ombreggiamento		<b>Trascurabili</b>	

Pertanto l'impianto fotovoltaico costituito da cinque campi avrà una potenza nominale totale di 4968,00 kWp, un totale di 21600 moduli FV per una superficie complessiva FV pari a 34992 mq.

La planimetria schematica di installazione dei pannelli fotovoltaici e gli schemi elettrici generali sono illustrati dettagliatamente negli elaborati grafici in allegato.

### **5.3 Componenti principali dell'impianto fotovoltaico**

L'impianto fotovoltaico proposto verrà realizzato mediante la fornitura e posa in opera dei seguenti materiali ed apparecchiature:

- moduli fotovoltaici (F.V.);
- strutture metalliche di sostegno;
- canalizzazioni e cavi elettrici;
- quadri elettrici di parallelo lato c.c.;
- inverter;
- quadri elettrici di protezione e parallelo, lato c.a.;
- impianto di terra e di protezione contro le scariche atmosferiche;
- connessione alla rete elettrica nazionale;
- sistema di monitoraggio;
- impianto antifurto.

#### *5.3.1 Moduli Fotovoltaici*

I moduli fotovoltaici proposti saranno in silicio monocristallino con potenza nominale da 230 Wp. I moduli avranno una struttura superiore in vetro e relativa cornice e saranno dotati di scatola di giunzione con diodi di by-pass e connettori di collegamento.

La scelta dei moduli proposti garantirà il grado di assoluta affidabilità, durabilità e rendimento anche in funzione delle temperature medie del sito di intervento.

I moduli fotovoltaici previsti saranno dotati di un'etichetta segnaletica contenente nome del fabbricante, numero del modello, potenza in Wp e numero di serie. Saranno certificati IEC 61215 e avranno una Classe di isolamento Safety Class II e della Direttiva CEE 89/392. Le certificazioni sono rilasciate da laboratori accreditati secondo la norma ISO/IEC 17025.

Ogni modulo sarà corredato di diodi bypass per minimizzare la perdita di potenza per fenomeni di ombreggiamento.

Il collegamento meccanico tra i vari moduli e tra questi e le strutture metalliche di supporto, verranno effettuati mediante profili omega e bulloneria in acciaio zincato.

La consistenza dei singoli campi elettrici (numero dei moduli collegati in serie per costituire le singole stringhe e numero di stringhe collegate in parallelo all'interno dei rispettivi inverter sono riportati negli allegati schemi elettrici.

Il modulo fotovoltaico previsto è il modello da 230 Wp della CP-SOLAR le cui caratteristiche tecniche sono riportate nella seguente scheda tecnica.

<b>CARATTERISTICHE MODULO FOTOVOLTAICO CP-SOLAR 230W</b>		
<i>PARAMETRI ELETTRICI</i>		
Potenza di Picco	Wp	<b>230 (+/- 3%)</b>
Tensione a circuito aperto	Vop	<b>36,3</b>
Tensione alla massima potenza	Vmp	<b>30,1</b>
Corrente di corto circuito Isc	A	<b>8,48</b>
Corrente alla massima potenza Imp	A	<b>7,64</b>
<i>SPECIFICHE TECNICHE</i>		
Massimo voltaggio DC	V	<b>1000</b>
Dimensioni del modulo	mm	<b>1.640x990x45</b>
Peso	kg	<b>18,6</b>
<i>COEFFICIENTI DI TEMPERATURA</i>		
Coefficiente di variazione corrente Isc	%/°C	<b>+ 0,065</b>
Coefficiente di variazione voltaggio Voc	%/°C	<b>- (0,3+/-0,05)</b>
Coefficiente di variazione potenza Pp	%/°C	<b>- (0,5+/-0,05)</b>

Vedi allegato

### 5.3.2 Strutture di Metalliche di Ancoraggio dei Moduli

I moduli saranno installati su strutture a cavalletto in acciaio zincato ancorate a terra, conferendo ai moduli fotovoltaici un' inclinazione di 24° rispetto al piano orizzontale.

L'utilizzo di materiali ad alta qualità (acciaio inossidabile) conferiranno alla struttura di sostegno una adeguata resistenza agli agenti atmosferici ed una lunga durata di esercizio.

Le strutture consentiranno il montaggio e lo smontaggio di ogni singolo modulo, indipendentemente dalla presenza o meno di quelli contigui.

L'intero sistema di supporto dei moduli sarà dimensionato in modo tale da resistere alle sollecitazioni dovute al vento ed alla neve.

### 5.3.3 Connessioni e Cavi elettrici

#### Cavi elettrici lato c.c.

Per il collegamento elettrico "serie" dei moduli necessari per realizzare le singole stringhe previste dal presente progetto, si utilizzeranno i cavi elettrici posti a corredo dei moduli stessi. Per le connessioni "entra/esci" verranno utilizzati connettori preintestati.

La lunghezza dei cavi elettrici posti a corredo dei moduli è ritenuta sufficiente per effettuare i collegamenti serie e quindi non sono previsti ulteriori giunti o nuovi cavi elettrici. Per quanto riguarda il bloccaggio dei cavi, questi saranno ancorati alla struttura

metallica secondaria prevista dal progetto mediante fascette in acciaio zincato o plastificate in materiale adatto per la posa all'esterno. L'intero cablaggio non sarà visibile dall'esterno in quanto protetto dai moduli stessi.

Data l'esposizione in esterno del sistema elettrico fotovoltaico, la scelta dei cavi di cablaggio è stata fatta per prevenire precoci invecchiamenti dell'isolamento a danno della sicurezza elettrica, e consentire un'elevata resistenza ai raggi UV accompagnata da buone caratteristiche meccaniche.

Tutti i cavi di distribuzione utilizzati per il collegamento elettrico tra le stringhe e gli inverter sono del tipo FG7R 0.6-1/kV non propagante l'incendio in conformità alle norme CEI 20-22. La scelta delle sezioni dei cavi è stata effettuata in base alla loro portata nominale (calcolata in base ai criteri di unificazione e di dimensionamento riportati nelle Tabelle CEI-UNEL), alle condizioni di posa e di temperatura, al limite ammesso dalle Norme per quanto riguarda le cadute di tensione massime ammissibili (inferiori al 1%) ed alle caratteristiche di intervento delle protezioni secondo quanto previsto dalle vigenti Norme CEI 64-8. La portata delle condutture sarà commisurata alla potenza totale da installare.

Tutte le connessioni e le derivazioni dei vari circuiti saranno eseguite esclusivamente entro cassette di derivazione e mediante morsetti trasparenti in materiale isolante ed autoestinguente, con serraggio dei cavi tramite vite unica in conformità alle norme CEI.

Per quanto riguarda il conduttore per le connessioni equipotenziali delle strutture di fissaggio dei moduli fotovoltaici, il progetto prevede una sezione minima pari a 6mmq.

#### Cavi elettrici lato c.a.

Il collegamento elettrico, lato corrente alternata, tra gli inverter e il quadro di protezione e interfaccia e tra questo ed il quadro sottocontatore (Gruppo Misura Enel) a servizio dell'impianto fotovoltaico, verrà effettuato mediante cavi elettrici tipo FG7R 0.6-1/kV con sezioni tali da garantire sia i valori di portata amperometrica richiesta dalle potenze elettriche in gioco, che i valori delle cadute di tensioni calcolate intorno al 2%.

#### *5.3.4 Quadri Elettrici di Campo (QECC\_N.i)*

L'impianto fotovoltaico comprenderà diversi quadri di campo in corrente continua. I quadri suddetti realizzeranno il sezionamento delle stringhe di moduli fotovoltaici provenienti dai vari campi fotovoltaici, il parallelo ed la protezione delle stesse. Il quadro di sezionamento/parallelo sarà disposto in posizione rialzata su apposito sostegno, protetto dall'aggressione degli agenti atmosferici ed è costituito da un armadio in vetroresina,

---

autoestinguento e resistente ai raggi UV, dotato di elementi componibili preforati o chiusi, barrature di sostegno per le apparecchiature, sportello cieco provvisto di serratura con chiave, pannelli e guarnizioni di tenuta.

### 5.3.5 Inverter

La presente proposta tecnica prevede di installare inverter trifase centralizzati così suddivisi:

- primo campo, n. 3 inverter trifase aventi una potenza nominale DC pari a 330 kW prodotti dalla AURORA – POWER ONE PVI-CENTRAL 300/TL;
- secondo campo, n. 3 inverter trifase aventi una potenza nominale DC pari a 330 kW prodotti dalla AURORA – POWER ONE PVI-CENTRAL 300/TL;
- terzo campo, n. 3 inverter trifase aventi una potenza nominale DC pari a 330 kW prodotti dalla AURORA – POWER ONE PVI-CENTRAL 300/TL;
- quarto campo, n. 3 inverter trifase aventi una potenza nominale DC pari a 330 kW prodotti dalla AURORA – POWER ONE PVI-CENTRAL 300/TL;
- quinto campo, n. 3 inverter trifase aventi una potenza nominale DC pari a 330 kW prodotti dalla AURORA – POWER ONE PVI-CENTRAL 300/TL.

L'apparecchiatura è completa di marcatura CE, risponde alle normative EN 61000 e in conformità alla DK5740 Enel per il parallelo con la rete.

Il gruppo di conversione scelto è idoneo al trasferimento della potenza dal generatore fotovoltaico alla rete, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso del gruppo di conversione sono compatibili con quelli del generatore fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto. Il gruppo di conversione è basato su inverter a commutazione forzata, con tecnica PWM, ed è privo di clock e/o riferimenti interni, così da contenere l'ampiezza delle armoniche iniettate in rete entro i valori stabiliti dalle norme.

Le protezioni presenti, come dotazione di serie, sul lato corrente continua sono costituite da diodi di by-pass, fusibili, sezionatori e scaricatori di sovratensioni.

La configurazione elettrica degli inverter è demandata agli elaborati e schemi elettrici allegati. Gli inverter avranno grado di protezione pari a IP 65 e sono in grado di lavorare in un range di temperatura pari a  $-25 \div 60$  °C e un range di umidità pari a 0 – 100% (punto di condensa) Il rendimento dei dispositivi è del 98,2%. La garanzia degli inverter è di 7 anni. Il THD è minore del 3,5% e  $\cos f$  (Fattore di potenza) unitario.

---

L'inverter ha una doppia sezione di ingresso con 2 inseguitori MPPT (Maximum Power Point Tracker), che consentono un ampio range di configurazioni possibili dei pannelli. Ciò consente di ottenere la massima resa energetica per ogni condizioni ambientale.

Gli inverter sono dotati di un loro sistema integrato di monitoraggio dell'energia prodotta e dello stato del sistema. Sono provvisti di Display LCD in grado di visualizzare tutti i parametri operativi. La dotazione dei dispositivi comprende anche un sistema di diagnostica integrata e di un dispositivo di disinserzione automatica.

### *5.3.6 Quadro di parallelo e di interfaccia lato c.a.*

Immediatamente a valle degli inverter, verrà posizionato il quadro elettrico, lato corrente alternata, completo di tutte le apparecchiature necessarie per la protezione, il sezionamento ed il parallelo. I quadri elettrici sono dotati di sportelli con serratura per impedire manovre ad individui estranei al personale autorizzato e per evitare l'ingresso di corpi estranei.

Le caratteristiche elettriche delle apparecchiature saranno idonei per sopportare i valori di tensione ( $V=300V_{ca}$ ) e correnti previste (nominale e di corto circuito). Per quanto riguarda le caratteristiche del quadro, esse saranno conformi a quanto richiesto dalle attuali disposizioni normative e legislative. Verranno quindi assolte le funzioni di:

- protezione e sezionamento elettrico di ognuno dei convertitori dell'impianto (interruttori automatici),
- protezione delle linea trifase da sovratensioni indotte (scaricatori) in ingresso lato rete.

### *Quadro elettrico Geneale BT (OEG\_BT\_CA)*

Il quadro elettrico di interfaccia di rete conterrà tutti i sistemi di protezione, nei confronti sia della rete auto-produttrice che della rete di distribuzione pubblica in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-20 con riferimento a quanto contenuto nei documenti di unificazione Enel DK5740, DV1604 e DV604.

Sul quadro sarà installato un dispositivo generale di protezione del campo fotovoltaico come descritto nella sezione specifica (Misure di protezione sul collegamento alla rete).

Il quadro elettrico generale sarà protetto dall'aggressione degli agenti atmosferici e sarà costituito da una cassetta stagna in poliestere avente grado di protezione IP65, resistente ai raggi UV, alla corrosione ed alle atmosfere saline, dotato di elementi componibili prefabbricati o chiusi, barrature di sostegno per le apparecchiature, sportello cieco provvisto di serratura con chiave, pannelli e guarnizioni di tenuta. Il quadro è completo di tutte le apparecchiature di protezione, comando e controllo, come si evince dagli elaborati grafici

---

di progetto. Tra le apparecchiature principali che costituiscono il quadro di interfaccia ci sono:

- Interruttori differenziali magnetotermici;
- Dispositivo di interfaccia CEI 11-20;
- La protezione di interfaccia verso la rete elettrica esterna sarà conforme alle prescrizioni Enel DK 5740 .
- Altri dispositivi di controllo e comando.

E' prevista la realizzazione del nodo equipotenziale di terra al quale andranno collegate tutti i conduttori equipotenziali utilizzati per la messa a terra delle carpenterie dello stesso quadro, degli inverter, di quello proveniente dal campo fotovoltaico e gli scaricatori di sovratensione.

L'equipaggiamento elettrico del quadro prevede oltre agli interruttori automatici necessari per la protezione delle linee elettriche provenienti dagli inverter e per il parallelo delle stesse, gli scaricatori di sovratensione, la protezione a mezzo di fusibili della linea che collega il contatore GSE e l'interruttore posto a protezione della linea in uscita sino al quadro di consegna Enel.

Il quadro elettrico verrà certificato e marchiato come AS o ANS secondo le norme CEI 17-11 e CEI 23-51 dove applicabili. Sull'involucro esterno verrà posto il marchio CE.

La carpenteria sarà costituita da un contenitore in lamiera con grado di protezione esterno almeno IP 44, grado di protezione interno IP 20 con porta incernierata con riquadro in vetro e chiusura con chiave triangolare. Il montaggio di ogni componente dovrà essere tale da impedire contatti accidentali con parti in tensione come richiesto dalle norme CEI 17-13. I collegamenti equipotenziali delle strutture metalliche di sostegno alla sbarra di terra e da questa al quadro di interfaccia saranno realizzati con capocorda ad occhiello e bullonatura in acciaio zincato tramite spezzoni di cavo giallo-verde da 16 mm<sup>2</sup> NO7V-K mescola termoplastica di PVC di qualità R2 non propagante l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivo.

Verrà inoltre realizzata una protezione contro le sovratensioni provenienti dalla linea lato corrente alternata mediante scaricatori di tensione.

### *5.3.7 Impianto di terra e di Protezione contro le scariche atmosferiche*

Per il campo fotovoltaico, lato corrente continua, essendo realizzato con apparecchiature e componenti aventi una classe di isolamento pari a II, non è previsto un impianto di terra con conduttore PE.

In merito ad eventuali fulminazioni indirette, il progetto prevede la posa in opera di idonei scaricatori di tensione da installare sui quadri elettrici come illustrato in precedenza.

La protezione contro le sovratensione sul lato corrente continua è assicurata dal sistema presente all'interno dei singoli inverter.

I conduttori di protezione, per i collegamenti al nodo di terra unico delle masse metalliche di tutte le apparecchiature/conduzioni elettriche in AC e di tutte le eventuali masse metalliche estranee accessibili, saranno costituiti da corda di rame flessibile, isolata in PVC giallo-verde, di tipo non propagante l'incendio a Norme CEI 20-22. Saranno costituiti da cavi unipolari facenti parte della stessa condotta dei conduttori attivi e da anime di cavi multipolari. I conduttori impiegati per collegamenti equipotenziali avranno sezione minima pari alla metà della sez. del conduttore di protezione principale dell'impianto con il limite inferiore di 6 mmq.

I morsetti di collegamento alle masse metalliche avranno caratteristiche tali da assicurare un contatto sicuro nel tempo.

I conduttori di terra e di protezione avranno sezione adeguata per sopportare le eventuali sollecitazioni meccaniche alle quali potrebbero essere sottoposti in caso di guasti, calcolata e/o dimensionata secondo quanto stabilito dalle norme CEI. La sezione dei conduttori sarà tale che la massima corrente di guasto non provocherà sovratemperature inammissibili per essi. Tutti i conduttori isolati costituenti l'impianto avranno colorazione giallo-verde e la loro destinazione sarà identificata, nei punti principali di connessione, mediante targhette. Detti conduttori in parte saranno contenuti all'interno dei cavi multipolari impiegati per l'alimentazione delle varie utenze, in parte costituiranno dorsali indipendenti comuni a più circuiti. Le giunzioni fra elementi del dispersore devono essere protette contro le corrosioni. Il conduttore di protezione in dorsale, se isolato, non deve essere interrotto ad ogni scatola di derivazione, ma semplicemente liberato dall'isolamento per il tratto corrispondente al morsetto di derivazione; si deve quindi fare uso di morsetti passanti. La sezione del conduttore di protezione principale rimarrà invariata per tutta la sua lunghezza.

#### Sezione dei conduttori di protezione

Il conduttore di protezione, ha una sezione non inferiore a quella indicata dall'art. 543.1.1 della norma CEI 64-8 dalla quale si deduce la seguente formula:

$$S_p = \sqrt{I^2 \cdot t / K}$$

dove:

Sp     sezione del conduttore di protezione (mm<sup>2</sup>);

- I valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A);
- t tempo di intervento del dispositivo di protezione (s);
- K fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e di altre parti e dalle temperature iniziali e finali.

La Norma CEI EN 60439-1 definisce un metodo che permette di calcolare rapidamente la sezione del conduttore di protezione in funzione della sezione dei conduttori attivi, a condizione che sia utilizzato lo stesso materiale (rame).

Sezione dei conduttori attivi ( mmq )	Sezione minima del PE ( mmq )
$S \leq 16$	S
$16 \leq S < 35$	16
$35 \leq S \leq 400$	S/2
$400 \leq S \leq 800$	200
$S \leq 800$	S/4

Nel caso specifico il conduttore per le connessioni equipotenziali delle strutture di fissaggio dei moduli fotovoltaici, ha una sezione minima pari a 6mmq.

### 5.3.8 Cabina di Trasformazione MT/BT

L' impianto fotovoltaico sarà connesso alle rete di distribuzione Enel in Media Tensione a 20 kV, grazie ad un locale per la consegna e per la misura in MT, secondo le disposizioni di unificazione ENEL DK5600.

Saranno adottate le soluzioni della cabine di trasformazione MT/BT prefabbricate progettate secondo le vigenti normative impiantistiche, di quanto richiesto dalla legge nr. 186 del 1968 inerente alla costruzione a "regola d'arte" e dalle norme antinfortunistiche vigenti. Tali strutture prefabbricate in cemento armato vibrato, sono inoltre conformi alla norma CEI EN 61330 che specifica la realizzazione delle sottostazioni prefabbricate al alta/bassa tensione.

Precisamente, saranno realizzati i seguenti locali:

- Primo campo - Locale Cabina Utente, in cui sono installati i 3 inverter, i relativi quadri BT e MT, il trasformatore 1600 kVA;
- Secondo campo - Locale Cabina Utente, in cui sono installati i 3 inverter, i relativi quadri BT e MT, il trasformatore 1600 kVA;
- Terzo campo - Locale Cabina Utente, in cui sono installati i 3 inverter, i relativi quadri BT e MT, il trasformatore 1600 kVA;

- Quarto scampo - Locale Cabina Utente, in cui sono installati i 3 inverter, i relativi quadri BT e MT, il trasformatore 1600 kVA;
- Quinto campo - Locale Cabina Utente, in cui sono installati i 3 inverter, i relativi quadri BT e MT, il trasformatore 1600 kVA;
- Locale Misura Enel: con accesso diretto da strada pubblica per Enel e con accesso per il cliente, in cui sono installati i gruppi di misura;
- Locale Cabina Enel: con accesso diretto da strada,

Ogni interruttore in media tensione sarà dotato di apposito relè di media tensione che dovrà provvedere allo sgancio del relativo interruttore con le protezioni indicate sugli elaborati grafici. Le termosonde presenti sui trasformatori dovranno provocare l'apertura del circuito in media tensione di riferimento. Ogni relè sarà dotato di un interfaccia per la telegestione e il telecontrollo.

La cabina di trasformazione sarà costituita dalle seguenti apparecchiature, di seguito descritte.

La struttura di ogni unità sarà interamente realizzata con lamiere metalliche prezincate e costituita da più compartimenti tra loro segregati metallicamente.

Ogni unità sarà predisposta con appositi fori per il fissaggio a pavimento e sarà provvista di chiusura di foro dotata di apposite aperture per il passaggio dei cavi di media tensione e dei cavi dei circuiti ausiliari.

Tutte le unità dotate di porta avranno un interblocco che permetterà l'apertura della porta solo in condizioni di sicurezza; il compartimento sbarre sarà raggiungibile dal tetto o dal fronte smontando l'apposita copertura metallica.

Sarà installato nr.1 trasformatore in resina della potenza nominale di 1600 kVA.

Il trasformatore sarà trifase a due avvolgimenti con isolamento in resina, raffreddato ad aria e calcolato per un servizio continuativo.

Tali trasformatore sarà conforme alle norme CEI 14-12 (e successivi aggiornamenti) ed avrà le caratteristiche meccaniche ed elettriche qui appresso riportate.

Per quanto riguarda il livello di rumore del trasformatore si porrà la massima cura affinché tale livello non superi i 62 db, misurato secondo le norme DIN.

Il trasformatore sarà posto in opportuno cassone di contenimento completo di finestre blindate di ispezione, con illuminazione, aperture di aerazione e blocchi a chiave con i relativi interruttori M.T. di protezione.

Sarà realizzata all'interno della cabina, una adeguata rete di terra a cui saranno collegati:

---

- il centro stella dell' avvolgimento secondario (neutro);
- le carpenterie metalliche;
- le carcasse dei trasformatori;
- le manopole dei sezionatori;
- i comandi degli interruttori automatici;
- i telai delle finestre e delle porte metalliche;
- i cassoni di contenimento delle apparecchiature.

I suddetti collegamenti faranno capo singolarmente ad un collettore di terra posizionato all'interno della cabina, allo scopo di eseguire le necessarie misurazioni. Saranno montate su bulloni zincati, verniciate in giallo e le connessioni fra le stesse saranno realizzate con saldatura a castorin. Una rete elettro saldata (lato 10x10 diametro 3 mm), posta sotto il pavimento e collegata alla barra di cui sopra, concorrerà a rendere equipotenziale tutto il locale al fine di evitare i rischi di tensione di passo. L'intero sistema di terra soddisferà alle corrispondenti norme C.E.I. (11-1) con particolare riguardo alle tensioni di passo e di contatto.

Il dimensionamento dei componenti dell'impianto sarà eseguito tenendo conto dei valori della corrente di guasto monofase a terra nel punto di consegna e del tempo di intervento delle protezioni dell'Ente erogatore.

I conduttori di protezione, per i collegamenti al nodo di terra unico delle masse metalliche di tutte le apparecchiature/conduzioni elettriche in AC e di tutte le eventuali masse metalliche estranee accessibili, saranno costituiti da corda di rame flessibile, isolata in PVC giallo-verde, di tipo non propagante l'incendio a Norme CEI 20-22. Saranno costituiti da cavi unipolari facenti parte della stessa condotta dei conduttori attivi e da anime di cavi multipolari. I conduttori impiegati per collegamenti equipotenziali avranno sezione minima pari alla metà della sez. del conduttore di protezione principale dell'impianto con il limite inferiore di 6 mmq.

I morsetti di collegamento alle masse metalliche avranno caratteristiche tali da assicurare un contatto sicuro nel tempo.

I conduttori di terra e di protezione avranno sezione adeguata per sopportare le eventuali sollecitazioni meccaniche alle quali potrebbero essere sottoposti in caso di guasti, calcolata e/o dimensionata secondo quanto stabilito dalle norme CEI. La sezione dei conduttori sarà tale che la massima corrente di guasto non provocherà sovratemperature inammissibili per essi. Tutti i conduttori isolati costituenti l'impianto avranno colorazione giallo-verde e la

loro destinazione sarà identificata, nei punti principali di connessione, mediante targhette. Detti conduttori in parte saranno contenuti all'interno dei cavi multipolari impiegati per l'alimentazione delle varie utenze, in parte costituiranno dorsali indipendenti comuni a più circuiti. Le giunzioni fra elementi del dispersore devono essere protette contro le corrosioni. Il conduttore di protezione in dorsale, se isolato, non deve essere interrotto ad ogni scatola di derivazione, ma semplicemente liberato dall'isolamento per il tratto corrispondente al morsetto di derivazione; si deve quindi fare uso di morsetti passanti. La sezione del conduttore di protezione principale rimarrà invariata per tutta la sua lunghezza.

#### *5.3.9 Sistema di monitoraggio*

Verrà installato un sistema di monitoraggio energetico la cui struttura risponda a condizioni di modularità e di rispetto dei blocchi funzionali fondamentali di cui si compone generalmente un sistema di acquisizione dati.

Il sistema è costituito da un Data Logger con eventuale modulo di espansione (Sistema elettronico di controllo, di acquisizione e trasmissione dati) in grado di acquisire i dati provenienti dalle seguenti apparecchiature:

- sensore di irraggiamento;
- sensore di temperatura;
- seriale degli inverter previsti;
- seriale del contatore GSE;
- contatto ON/OFF relativo allo stato degli interruttori del quadro elettrico di, parallelo e di interfaccia.

e di trasmettere postazione PC esterna (modem GPRS) tutte le informazioni acquisiti dal campo fotovoltaico (potenza elettrica istantanea, energia elettrica prodotta cumulata e la CO2 risparmiata).

Tale sistema sarà in grado di gestire anche il sistema di antifurto installato (vedi sotto) inviando segnalazioni via web e/o SMS al responsabile degli impianti.

#### *5.3.10 Impianto antifurto*

Al fine di ridurre i pericoli di furti, è prevista la realizzazione di un impianto antifurto in grado di generare un allarme in caso di tentato asportazione di un modulo fotovoltaico.

Il sistema è costituito da un circuito elettrico realizzato con un cavo di sezione ben definita che attraversa fisicamente, tramite i fori esistenti sulle cornici metalliche dei moduli F.V., tutti i moduli stessi.

Il circuito, realizzato a loop, è alimentato da una sorgente elettrica a bassissima tensione e risulta avere una impedenza ben definita.

Il tutto è gestito da una scheda elettronica slave collegata al sistema di monitoraggio.

Nella ipotesi di asportazione di un modulo, viene necessariamente tranciato il cavo elettrico con interruzione del passaggio di corrente e quindi una modifica alle condizioni standard di funzionamento. Questa anomalia viene rilevata dalla scheda e quindi inviata tramite il sistema di monitoraggio alla postazione remota o al telefono cellulare abilitato.

## **6. CRITERI DI PROTEZIONE**

L'impianto fotovoltaico descritto nella presente relazione è stato progettato e sarà realizzato al fine di assicurare:

- la protezione delle persone e dei beni contro i pericoli ed i danni derivanti da loro utilizzo nelle condizioni previste;
- il suo corretto funzionamento per l'uso previsto.

Sono quindi state adottate le seguenti misure di protezione, relativa alla protezione dai contatti diretti, protezione dai contatti indiretti, protezione dalle sovracorrenti ed al sezionamento.

### **6.1 Misure di protezione contro i contatti diretti**

Protezione totale contro i pericoli derivanti da contatti con parti in tensione, realizzata in conformità al cap. 412 della Norma CEI 64-8 mediante:

1. Isolamento delle parti attive, rimovibile solo mediante distruzione ed in grado di resistere a tutte le sollecitazioni meccaniche, chimiche, elettriche e termiche alle quali può essere sottoposto nel normale esercizio;
2. Involucri idonei ad assicurare complessivamente il grado di protezione IP XXB (parti in tensione non raggiungibili dal filo di prova) e, sulle superfici orizzontali superiori a portata di mano, il grado di protezione IP XXD (parti in tensione non raggiungibili dal filo di prova).

A tal fine saranno impiegati cavi a doppio isolamento (o cavi a semplice isolamento posati entro canalizzazioni in materiale isolante) e le connessioni verranno racchiuse entro apposite cassette con coperchio apribile mediante attrezzo.

## 6.2 Misure di protezione contro i contatti indiretti

Protezione contro i pericoli risultanti dal contatto con parti conduttrici che possono andare in tensione in caso di cedimento dell'isolamento principale, realizzata sul lato a 400 Vac dell'impianto mediante l'interruzione automatica dell'alimentazione secondo il paragrafo 413.1 della norma CEI 64.8, collegando all'impianto generale di terra tutte le masse presenti negli ambienti considerati ed impiegando interruttori automatici, il tutto coordinato in modo da soddisfare la condizione di cui all'art. 413.1.3.3. della norma CEI stessa. Per quanto riguarda la protezione dei contatti indiretti sul lato corrente alternata, tutti i dispositivi elettrici connessi e quindi anche degli inverter ed i componenti del quadro di interfaccia, fanno parte dello stesso sistema elettrico classificabile come TT.

Quindi la protezione contro i contatti indiretti è assicurata dai seguenti accorgimenti:

- collegamento al conduttore di protezione PE di tutte le masse e le masse estranee dell'impianto;
- utilizzo di dispositivi di protezione a corrente differenziale di tipo "A".

Il coordinamento della protezione dai contatti indiretti avviene tramite la verifica in ogni punto dell'impianto della seguente disequazione:

$$50 \geq I_{\delta n} * R_a$$

dove:

50 è la massima tensione di contatto ammissibile;

$I_{\delta n}$  è la corrente di intervento in 0,03 secondi;

$R_a$  è il valore che esprime la somma di resistenza di terra al punto di contatto

Gli stessi accorgimenti sopra descritti sono efficaci anche per quanto riguarda la protezione dei contatti indiretti sul lato corrente continua, considerando che la presenza del trasformatore di isolamento tra la sezione c.c. e c.a. a valle degli inverter determina la classificazione del sistema in esame come IT. Nello specifico è stato eseguito, come previsto in fase progettuale, l'interconnessione di tutte le strutture metalliche di fissaggio dei moduli fotovoltaici con un conduttore equipotenziale da 6mmq in modo da poter garantire una continuità elettrica di tutte le masse estranee.

## 6.3 Protezione dalle sovracorrenti

Protezione contro il riscaldamento anomalo degli isolanti dei cavi e contro gli sforzi elettromeccanici prodotti nei conduttori e nelle connessioni causati da correnti di

---

sovraccarico o di cortocircuito, realizzata mediante dispositivi unici di interruzione (interruttori magneto termici o fusibili) installati all'origine di ciascuna conduttura ed aventi caratteristiche tali da interrompere automaticamente l'alimentazione in occasione di un sovraccarico o di un cortocircuito, secondo quanto prescritto nel Cap. 43 e nella sez. 473 della Norma CEI 64-8 facendo riferimento alle tabelle CEI-UNEL relative alla portata dei Cavi in regime permanente.

Le sezioni dei cavi per i vari collegamenti sono state scelte in modo da assicurare una durata di vita soddisfacente dei conduttori e degli isolanti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente elettrica per periodi prolungati in condizioni normali di funzionamento. Tutti gli interruttori automatici magnetotermici e magnetotermici differenziali di tipo "A" previsti a monte di ogni conduttura, sul lato in corrente alternata, sono dimensionati in modo da proteggere i cavi sia dal sovraccarico, che dal cortocircuito. Secondo la normativa CEI 64-8 le caratteristiche di funzionamento del dispositivo di protezione delle condutture elettriche dai sovraccarichi devono rispondere alle seguenti due condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad \text{ed} \quad I_f \leq 1,45 * I_z$$

dove:

$I_b$  è la corrente di impiego;

$I_n$  è la corrente nominale dell'interruttore;

$I_z$  è la portata del cavo;

$I_f$  è la corrente convenzionale di sicuro funzionamento.

Per la parte in corrente continua del sistema non si prevede la protezione dai sovraccarichi in quanto la massima corrente erogabile dal campo fotovoltaico nel punto di massima potenza è approssimabile, come valore, alla massima corrente che il campo è in grado di erogare (corrente di corto-circuito). E' quindi condizione sufficiente alla verifica della protezione dal sovraccarico che

$$I_b \leq I_z$$

dove  $I_b$  corrisponde alla massima corrente erogabile dal campo fotovoltaico mentre  $I_z$  è la corrente in regime permanente della conduttura elettrica. La seconda condizione risulta verificata utilizzando interruttori magnetotermici commerciali nei quali la corrente convenzionale di intervento  $I_f = 1,45 I_n$ .

Per quanto riguarda il corto circuito nella sezione di impianto in corrente continua, come già detto, la protezione è assicurata dalla caratteristica di generazione tensione-corrente dei moduli fotovoltaici che limitano la corrente di corto-circuito ad un valore noto e di poco

---

superiore alla corrente massima erogabile al punto di funzionamento alla massima potenza, con la quale potenza sono state dimensionate le condutture elettriche.

Per gli impianti in corrente alternata occorre proteggere le condutture elettriche dalle correnti di corto-circuito provenienti dalla rete.

Bisognerà quindi verificare la condizione che:

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

dove:

$I^2 t$  è l'integrale di Joule per la durata del corto circuito in  $A^2 \cdot s$  cioè lasciata transitare nel cavo dalla corrente di corto-circuito.

$K$  è la costante dei cavi;

$S$  è la sezione del conduttore di protezione in  $mm^2$ .

In definitiva, analizzando le curve di intervento del dispositivo di protezione scelto, le sezioni dei cavi adottate, e le correnti di corto-circuito presunte nel punto di consegna dell'energia dovrà verificarsi che in condizioni di corto-circuito l'energia lasciata transitare dal dispositivo di protezione, prima dell'intervento, non danneggi la conduttura elettrica interessata.

#### **6.4 Misure di protezione sul collegamento alla rete elettrica**

La protezione del sistema di generazione fotovoltaica nei confronti sia della rete autoproduttrice che della rete di distribuzione pubblica è realizzata in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-20 con riferimento a quanto contenuto nei documenti di unificazione Enel DK5940, DV1604 e DV604. L'impianto dovrà essere equipaggiato con un sistema di protezione che si articola su 3 livelli:

- Dispositivo del Generatore;
- Dispositivo di interfaccia;
- Dispositivo Generale.

##### - Dispositivo Generatore

L'inverter è internamente protetto contro il cortocircuito ed il sovraccarico; il verificarsi di un guasto interno provocano l'immediato distacco dell'inverter dalla rete elettrica.

L'interruttore automatico magnetotermico differenziale presente sull'uscita di ogni inverter agisce come ricalzo a tale funzione.

#### - Dispositivo di Interfaccia

Il dispositivo di sicurezza deve provocare il distacco dell'intero sistema di generazione fotovoltaica in caso di guasto sulla rete elettrica. Esso è costituito dal Dispositivo di Interfaccia e dalla Protezione di Interfaccia (omologata DK 5740)

Il riconoscimento di eventuali anomalie sulla rete avviene considerando come anomali le condizioni di funzionamento che fuoriescono da un determinato range di valori di tensione e frequenza così caratterizzati:

- minima tensione 0.8 Vn;
- massima tensione 1.2 Vn;
- minima frequenza 49.7 Hz;
- massima frequenza 50.3Hz:

La protezione offerta dal dispositivo di sicurezza impedisce, tra l'altro, che l'inverter continui a funzionare con particolari configurazioni di carico, anche nel caso di Black-out esterno. Questo fenomeno, detto funzionamento in isola, deve essere evitato assolutamente, perché in grado di provocare situazioni di grave pericolo per il personale addetto alla ricerca e riparazione dei guasti.

#### - Dispositivo Generale

Il dispositivo generale ha la funzione di salvaguardare il funzionamento della rete nei confronti di guasti nel sistema di generazione elettrica. Il dispositivo generale è composto da un interruttore automatico magnetotermico differenziale.

Il dispositivo generale, insieme ai dispositivi di protezione dei singoli inverter, come specificato negli schemi elettrici, compongono il quadro elettrico di interfaccia di rete.

### **6.5 Misure di protezione contro gli effetti delle scariche atmosferiche**

L'impianto fotovoltaico non influisce sulla forma o sul volume dell'edificio pertanto non aumenta la probabilità di fulminazione diretta della struttura.

Per quanto riguarda la fulminazione indiretta, l'abbattersi di scariche atmosferiche in prossimità dell'impianto può provocare il concatenamento del flusso magnetico associato alla corrente di fulmine con i circuiti dell'impianto fotovoltaico, così da provocare sovratensioni in grado di mettere fuori uso i componenti del sistema tra cui in particolare gli inverter. I morsetti degli inverter sono protetti internamente con varistori a pastiglia.

A tal proposito, la protezione contro le fulminazioni indirette è attuata mediante percorsi di cablaggio minimi al di fuori dei canali di protezione, privi di spiri e con i conduttori di

andata e ritorno mantenuti raggruppati. Sono inoltre adottate le misure di protezione del quadro elettrico di interfaccia ed in particolare:

- realizzazione dei necessari collegamenti equipotenziali.
- installazione di SPD all'ingresso del quadro di interfaccia rete (c.a.).

Gli ingressi degli inverter sono protetti da SPD.

Le strutture metalliche dell'impianto verranno collegate con l'eventuale sistema LPS presente sul sito.

## 7. REQUISITI TECNICI MINIMI DEI COMPONENTI E DEGLI IMPIANTI

L'impianto fotovoltaico sarà realizzato con componenti che assicureranno le seguenti condizioni:

$$P_{cc} > 0,85 \times P_{nom} \times I/I_{stc}$$

dove:

- $P_{cc}$  è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione maggiore del  $\pm 2\%$ ;
- $P_{nom}$  è la potenza nominale del generatore fotovoltaico [kWp];
- $I$  è l'irraggiamento [W/mq] misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del  $\pm 3\%$ ;
- $I_{stc}$ , pari a 1000 W/mq, è l'irraggiamento in condizioni di prova standard; tale condizione sarà verificata per  $I > 600$  W/mq.

$$P_{ca} > 0,9 \times P_{cc}$$

dove:

- $P_{ca}$  è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente alternata, con precisione maggiore del  $\pm 2\%$ ;
- Tale condizione sarà verificata per  $P_{ca} >$  del 90% della potenza di targa del gruppo di conversione delle corrente continua in corrente alternata.

$$P_{ca} > 0,9 \times P_{nom} \times I/I_{stc}$$

La misura della potenza  $P_{cc}$  e della potenza  $P_{ca}$  deve essere effettuata in condizioni di irraggiamento ( $I$ ) sul piano dei moduli superiore al 600 W/mq.

Qualora nel corso di detta misura venga rilevata una temperatura di lavoro dei moduli, misurata sulla faccia posteriore dei medesimi, superiore a 40 °C, è

ammessa la correzione in temperatura della potenza stessa. In questo caso la condizione a) precedente diventa:

$$a') \quad P_{cc} > (1 - P_{tpv} - 0,08) * P_{nom} * I/I_{sc}$$

dove:

- $P_{tpv}$  indica le perdite termiche del generatore fotovoltaico (desunte dai fogli di dati dei moduli), mentre tutte le altre perdite del generatore stesso (ottiche, resistive, caduta sui diodi, difetti di accoppiamento) sono tipicamente assunte pari all'8%.

Nota:

Le perdite termiche del generatore fotovoltaico  $P_{tpv}$ , nota la temperatura delle celle fotovoltaiche  $T_{cel}$ , possono essere determinate da:

$$P_{tpv} = (T_{cel} - 25) * \gamma / 100$$

Oppure, nota la temperatura ambiente  $T_{amb}$  da:

$$P_{tpv} = [T_{amb} - 25 + (NOCT - 20) * I/800] * \gamma / 100$$

Dove:

- $\gamma$  Coefficiente di temperatura di potenza (parametro, fornito dal costruttore, per moduli in silicio cristallino è tipicamente pari a 0,4:-0,5 %/°C).
- NOCT Temperatura nominale di lavoro della cella (parametro, fornito dal costruttore, è tipicamente pari a 40:-50°C, ma può arrivare a 60 °C per moduli in retrocamera).
- $T_{amb}$  Temperatura ambiente; nel caso di impianti in cui una faccia del modulo sia esposta all'esterno e l'altra faccia sia esposta all'interno di un edificio (come accade nei lucernai a tetto), la temperatura da considerare sarà la mediatra le due temperature.
- $T_{cell}$  è la temperatura delle celle di un modulo fotovoltaico; può essere misurata mediante un sensore termo resistivo (PT100) attaccato sul retro del modulo.

Ai fini del rispetto delle condizioni sopra descritte l'impianto fotovoltaico oggetto della presente relazione è stato realizzato utilizzando moduli fotovoltaici ad elevate prestazioni e gruppi di conversione della corrente continua in alternata ad elevata efficienza.

Al termine dei lavori sono stati effettuati tutte le verifiche tecnico-funzionali, in particolare:

- continuità elettrica e connessione dei moduli;
- messa a terra di masse e scaricatori;

- isolamento dei circuiti elettrici e delle masse;
- corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dai gruppi di conversione (accensione spegnimento, mancanza

## **8. PRESCRIZIONI AGGIUNTIVE IN MATERIA DI SICUREZZA**

Al termine dei lavori l'Impresa esecutrice dovrà rilasciare la dichiarazione di conformità ai sensi dell'art. 7 del D. Lgs del 22/01/2008 n° 37; inoltre per le diverse tipologie di impianto, dovranno essere eseguite le verifiche e le prove sotto menzionate, al fine di accertare la rispondenza degli impianti alle varie prescrizioni, nonché la piena ed ottimale funzionalità.

Tutte le verifiche e le prove eseguite dovranno essere effettuate con metodologia rigorosamente scientifica e secondo i criteri stabiliti dalle Norme CEI.

Le verifiche che dovranno essere effettuate prima della messa in servizio dell'impianto sono le seguenti:

- Esame a vista delle apparecchiature e dei macchinari;
- Verifica congruenza degli schemi elettrici dell'impianto;
- Verifica congruenza delle caratteristiche dell'impianto di generazione fotovoltaica;
- Verifica congruenza delle caratteristiche del dispositivo/i di interfaccia e dispositivo generale di protezione,
- Verifiche congruenza delle caratteristiche delle protezioni di interfaccia e delle tarature delle stesse con apposita strumentazione;
- Verifica con impianto in tensione del regolare funzionamento in chiusura ed in apertura del dispositivo di interfaccia e dell'apertura dello stesso per mancanza di tensione,
- Verifica funzionale di eventuali dispositivi di interblocco;
- Rilievo caratteristiche di eventuali dispositivi non richiesti dall'ente distributore ma installati dal committente, che possono essere di interesse per il servizio.(es. dispositivi di richiusura automatica linee , reinserzione di gruppi generatori, ecc.).

Le verifiche periodiche che devono essere eseguite sono le seguenti:

- Tutte le verifiche di prima installazione sopra elencate;
- Eventuali modifiche ai valori di taratura delle protezioni che si rendono necessarie per inderogabili esigenze dell'ente distributore. Tali modifiche saranno successivamente ufficializzate con l'aggiornamento delle modalità di esercizio e/o dalle prescrizioni tecniche;
- Verifiche conseguenti a modifiche delle modalità di esercizio e/o delle prescrizioni tecniche che si rendono necessarie in seguito a nuove normative in materia o in seguito ad innovazioni tecnologiche.

**Il Tecnico**

ALLEGATO

Photovoltaic Module polycrystallin

CPS230W



CPS 230 Watts series is manufactured from high quality materials, selected for their durability and performance. Our solar panels are certified CE and TUV IEC, for on-grid systems, residential and solar power plants use.

Electrical specifications	
Rated power (Wp)	230Wp
Tolerance	+/-3%
Maximum power voltage (V <sub>pm</sub> )	30.1V
Maximum power current (I <sub>pm</sub> )	7.64A
Open circuit voltage (V <sub>oc</sub> )	36.2V
Short circuit current (I <sub>sc</sub> )	8.48A
Cell efficiency	15.75%
<small>Standard test conditions: 1000W/m<sup>2</sup> (1000h), 1000V, 25°C and air mass 1.5</small>	

Mechanical specifications	
Dimensions	1640*990*45mm
Cells configuration	60
Size of cells	156*156mm
Weight	18.6kg
Cells type	polycrystallin
Frame	Aluminum
Junction box	Certified TUV
Encapsulation	EVA
Back side	TPT
Front side	Tempered glass
Cable length	900mm

Temperature Coefficient	
Power rating (Wp)	-0.54±0.051%/°C
Temperature coefficient (V <sub>pm</sub> )	-0.38%/°C
Temperature coefficient (I <sub>pm</sub> )	+0.1%/°C
Temperature coefficient (V <sub>oc</sub> )	-0.34±0.051%/°C
Temperature coefficient (I <sub>sc</sub> )	+0.065%/°C

Limits	
Maximum system voltage	1000V
Operating temperature	-40°C to +85°C
Maximum load	2400 Pa

**Guaranties and certificates**

- ⇒ Manufacture guaranty 5 years
- ⇒ 90% of power during 20 years
- ⇒ 80% of power during 25 years
- ⇒ Third party inspection before shipment on request.
- ⇒ CE & TUV IEC Certified

**CP-SOLAR, THE PERFORMANCE FIRST**

**Cell efficiency up to 15.75%.** Selection of best cells raw material in order to improve the efficiency per square meters.

**Diodes by-pass** to avoid falls due to the shadow.

**Limitation of reflection** of light rays through the EVA material.

**Not deformable aluminum frame** with its unique casing system.



[www.cp-solar.com](http://www.cp-solar.com)

[info@cp-solar.com](mailto:info@cp-solar.com)