

REGIONE ABRUZZO  
PROVINCIA DI TERAMO  
**COMUNE ATRI**

Località Piantara

**SOLAR ENERGY S.r.l.**

Via Genova, 45 - 65122 Pescara (PE)

info@solarenergyimpianti.it - Tel: 085.4213492 - Fax: 085.4229795



**IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA  
PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA  
POTENZA 2457,6 kWp**

**DOCUMENTAZIONE PROGETTUALE**

**RELAZIONE TECNICA  
SPECIALISTICA**

IL PROGETTISTA

IL COMMITTENTE



PROGETTO N°:  
EN\_FV\_10\_23

Tav:

Scala: -

DATA: Settembre '10

| REVISIONE | DESCRIZIONE | DATA |
|-----------|-------------|------|
| A         |             |      |
| B         |             |      |
|           |             |      |

## **INDICE**

Norme tecniche di riferimento

1. Oggetto e scopo dell'intervento
2. Configurazione impianto fotovoltaico
3. Dati di progetto
4. Pannelli fotovoltaici e strutture di sostegno
5. Inverter
6. Stringhe
7. Quadri elettrici
8. Trasformatore elevatore
9. Cavi di cablaggio
10. Impianto di messa a terra
11. Elettrodotti
12. Collegamento alla rete di Enel Distribuzione
13. Sistema di supervisione
14. Illuminazione campo fotovoltaico
15. Sistema di allarme
16. Stima di produzione
17. Allegati

## NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

L' impianto fotovoltaico e i relativi componenti rispetteranno le prescrizioni contenute nelle seguenti norme tecniche, comprese eventuali varianti, aggiornamenti ed estensioni emanate successivamente dagli organismi di normazione citati:

- **CEI 64-8:** Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua;
- **CEI 11-20:** Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- **CEI 11-27:** Lavori sugli impianti elettrici;
- **CEI EN 60904-1(CEI 82-1):** Dispositivi fotovoltaici - Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione corrente;
- **CEI EN 60904-2 (CEI 82-2):** Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;
- **CEI EN 60904-3 (CEI 82-3):** Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
- **CEI 82-4:** Protezioni contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici per la produzione di energia
- **CEI EN 61724 (CEI 82-15):** Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- **CEI EN 61727 (CEI 82-9):** Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;
- **CEI 0-16:** Regole Tecniche di connessione (RTC) per Utenti attivi ed Utenti passivi alle reti AT ed MT dell' imprese distributrici di energia elettrica;
- **CEI EN 61215 (CEI 82-8):** Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- **CEI EN 61646 (CEI 82-12):** Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
- **CEI EN 50380 (CEI 82-22):** Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- **CEI 82-25:** Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- **CEI EN 62093 (CEI 82-24):** Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- **CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31):** Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso  $I_n = 16$  A per fase);
- **CEI EN 60555-1 (CEI 77-2):** Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;
- **CEI EN 60439 (CEI 17-13):** Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT); serie composta da:
  - *CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1):* Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS)

apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS);

*CEI EN 60439-2 (CEI 17-13/2):* Prescrizioni particolari per i condotti sbarre;

*CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3):* Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso-Quadri di distribuzione (ASD);

- **CEI EN 60445 (CEI 16-2):** Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- **CEI EN 60529 (CEI 70-1):** Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- **CEI EN 60099-1 (CEI 37-1):** Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;
- **CEI 20-19:** Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- **CEI 20-20:** Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750V;
- **CEI EN 62305 (CEI 81-10):** Protezione contro i fulmini; serie composta da:
  - CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1): Principi generali;
  - CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2): Valutazione del rischio;
  - CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3): Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone;
  - CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4): Impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture;
  - CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
- **CEI 0-2:** Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- **CEI 0-3:** Guida per la compilazione della dichiarazione di conformità e relativi allegati per la legge n. 46/1990; UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
- **CEI EN 61724 (CEI 82-15):** Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- **CEI 13-4:** Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica;
- **CEI EN 62053-21 (CEI 13-43):** Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2);
- **CEI EN 62053-23 (CEI 13-45):** Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3);
- **CEI EN 50160:** Caratteristiche della tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione dell'energia elettrica;
- **CEI EN 60146-1-1:** Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea;
- **CEI EN 60947-3:** Apparecchiature a bassa tensione. Parte 3: interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate con fusibili;
- **CEI EN 60947-4-1:** Apparecchiature a bassa tensione. Parte 4.1: contattori e avviatori – Contattori e avviatori elettromeccanici;
- **CEI EN 50178:** Apparecchiature elettroniche da utilizzare negli impianti di potenza;
- **Decreto Ministeriale del 22 gennaio 2008, n.37 (ex Legge 5 marzo 1990, n.46):** Norme per la sicurezza degli impianti;
- **Decreto Ministeriale del 28-07-2005;**
- **Decreto Ministeriale del 06-02-2006;**
- **Decreto Ministeriale del 19-02-2007;**

- **Delibere AEEG 05/04, 28/06, 40/06, 182/06, 260/06, 99/08.**

## 1. OGGETTO E SCOPO DELL'INTERVENTO

Nella presente relazione sono descritte le modalità e le scelte progettuali da eseguire per l'installazione e la connessione alla rete elettrica ENEL di un impianto fotovoltaico da 2457,6kWp di produzione di energia elettrica presso località Piantara nel Comune di Atri (TE). Lo scopo è quello di sfruttare l'energia solare per produrre energia elettrica e di attuare il contratto di cessione in rete MT in derivazione alla rete 20kV tramite installazione di n°1 Cabina di Elettrica MT/BT di elevazione e consegna MT.



*Localizzazione dell'intervento*

In particolare l'intervento consiste nella realizzazione di un sistema di tavoli fotovoltaici ancorati al terreno con pali in acciaio conficcati nel terreno prevedendo la completa copertura dell'area disponibile. **Tale area di circa 5h ricade parzialmente nel foglio 48 – particella 99 e parzialmente del foglio 59 – particella 21 della planimetria catastale del Comune di Atri.** Il sito appare ideale per la localizzazione di un impianto fotovoltaico sia per esposizione, che per la facilità di collocazione dell'impianto e per l'assenza di ostacoli che possano costituire ombreggiamento.

## 2. CONFIGURAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Per l'ubicazione e l'installazione di tale impianto sarà necessario realizzare una struttura metallica per il fissaggio dei moduli fotovoltaici che interesserà l'intera area. Tale struttura, sarà fissata al terreno attraverso dei pali in acciaio conficcati nel terreno. Parimenti si ottimizzerà l'accesso per la

manutenzione ordinaria e straordinaria, e si renderà sicuro l'impianto da incursioni esterne attraverso una recinzione metallica.

I moduli fotovoltaici verranno ancorati alle strutture in modo da avere l'inclinazione di 30° e da garantire la massima esposizione alla radiazione solare.

L'impianto sarà composto dai seguenti elementi:

- 10240 pannelli fotovoltaici monocristallini per una potenza complessiva di 2457,6kWp raggruppati in stringhe e collegate direttamente sull'ingresso dedicato dell'inverter.
- Strutture di sostegno per il fissaggio di due file di moduli fotovoltaici alla volta su strutture metalliche inclinate di 30° e fissate al terreno in modo da sopraelevare i pannelli di circa 1,00 mt nella parte inferiore;
- cavi di cablaggio tra i pannelli di ciascuna stringa e relativo inverter. Tali cavi saranno specifici per impianti fotovoltaici, cioè avranno una lunga durata di vita essendo in rame stagnato antiossidante, saranno adatti per la posa all'esterno senza protezione con temperature ambiente da -40°C a +125°C, resistenti alla corrosione, ai raggi UV ed all'abrasione. Essi saranno dotati di certificazione VDE e TUV;
- n°48 quadri parallelo stringhe tipo Max Connect Plus, 6 per ciascun inverter, con dispositivi di protezione da sovratensioni e sovracorrenti;
- n°8 inverter da 300 kW con le caratteristiche descritte nel relativo paragrafo;
- elettrodotti per il trasporto di energia elettrica in continua;
- cavi di distribuzione dell'energia elettrica in corrente alternata per i collegamenti BT rispondenti alle norme CEI 20-13, 20-19, 20-20, 20-22 II, 20-35, 20-37/2 con isolamento in gomma HEPR o PVC rispondente alle norme CEI 20-11, con colorazione delle anime rispondente alle norme UNEL per il collegamento dell'uscita di ciascun inverter al QBT di parallelo;
- n°1 cabina di elevazione e consegna contenente:
  - n°1 quadro parallelo ENEL: permette il collegamento in parallelo delle n°8 linee lato c.a. e contiene il sistema di interfaccia (protezione + dispositivo di interfaccia) per la messa in parallelo con la rete ENEL;
  - N°1 trasformatore 20000V / 400V, Dyn11, Pn=2500kVA a perdite ridotte. Tale trasformatore assicurerà la separazione galvanica tra rete a corrente continua e rete di distribuzione ENEL;
  - cavi di distribuzione dell'energia elettrica in corrente alternata per il collegamento del Quadro Generale BT al trasformatore MT/BT;
  - n°1 QMT di alimentazione trafo con scomparto con relative protezioni interno alla cabina di elevazione con gruppo di misura;

- n°1 QMT con scomparto con relative protezioni interno alla cabina di consegna MT con gruppo di misura;
- gruppo di misura fiscale per l'energia prodotta ed immessa in rete alloggiato in locale dedicato;
- cavi di distribuzione dell'energia elettrica in corrente alternata per i collegamenti MT rispondenti alle norme CEI 20-13, 20-19, 20-20, 20-22 II, 20-35, 20-37/2 con isolamento in gomma HEPR o PVC rispondente alle norme CEI 20-11, con colorazione delle anime rispondente alle norme UNEL per il collegamento dell'uscita del QMT di alimentazione trafo al QMT di consegna;

L'impianto è composto da n°10240 pannelli per una superficie netta impegnata di 17070 m<sup>2</sup>.

Ogni stringa sarà collegata al relativo quadro parallelo stringhe tramite cavo sezione 6mmq.

Ogni stringa sarà protetta singolarmente da fusibile da 10A, con tensione di funzionamento fino a 900Vdc.

Ad ogni inverter sarà collegata l'uscita del relativo quadro parallelo stringhe.

L'uscita dell'inverter (a.c.) sarà sezionabile tramite sezionatore sotto carico interno all'inverter stesso e collegata al relativo Dispositivo di Generatore in cabina.

Le uscite dei Dispositivi di Generatore saranno collegate al quadro di parallelo stringhe in cabina.

L'uscita del Quadro Parallelo sarà collegata al lato BT del trasformatore MT/BT, mentre il lato MT sarà collegato al QMT di alimentazione trafo. L'uscita del QMT di alimentazione sarà collegata al QMT di protezione e consegna. Dal QMT di consegna l'energia prodotta attraverserà dunque il gruppo di misura fiscale prima di essere ceduta alla rete di distribuzione.

La protezione del sistema di generazione fotovoltaica nei confronti sia della rete autoproduttore sia della rete di distribuzione pubblica sarà realizzata in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 0-16. L'impianto risulterà equipaggiato con un sistema di protezione che si articola su 3 livelli: dispositivo di generatore, dispositivo di interfaccia, dispositivo generale.

- Il dispositivo di generatore è un interruttore magnetotermico presente all'uscita di ciascun convertitore che agisce in caso di mancato funzionamento delle protezioni interne per cortocircuito e/o sovraccarico.
- Il dispositivo di interfaccia deve provocare il distacco dell'intero sistema di produzione in caso di guasto sulla rete elettrica. Il dispositivo d'interfaccia impedisce il funzionamento dell'inverter in caso di black-out esterno o funzionamento ad isola.
- Il dispositivo generale ha la funzione di salvaguardare il funzionamento della rete nei confronti di guasti nel sistema di produzione elettrica provocando il distacco in caso di sovraccarico e/o cortocircuito.

### 3. PANNELLI FOTOVOLTAICI E STRUTTURE DI SOSTEGNO

I pannelli fotovoltaici per un totale complessivo di 10240, sono del tipo a tipologia di celle monocristallino marca Yohkon tipo YE6220M\_240 da 240Wp aventi le seguenti caratteristiche:

|   |  |
|---|--|
| <b>Potenza nominale di picco</b>                      | 240Wp  |
| <b>Celle</b>  | N°60 monocristalline ad alta efficienza<br>dim.156x156mm connesse in serie |
| <b>Tensione a circuito aperto <math>V_{OC}</math></b> | 36,66V   |
| <b>Corrente di corto circuito <math>I_{SC}</math></b> | 8,51A  |
| <b>Tensione <math>V_{MPP}</math></b>                  | 30,42V   |
| <b>Corrente <math>I_{MPP}</math></b>                  | 7,89A  |
| <b>Grado di efficienza del modulo</b>                 | 14,42%   |
| <b>Coefficiente di temperatura Pn</b>                 | -0,42%/°C  |
| <b>Coefficiente di tensione Voc</b>                   | -121,4mV/°C  |
| <b>Coefficiente di corrente Isc</b>                   | +2,9mA/°C  |
| <b>Peso modulo</b>                                    | 21Kg   |
| <b>Dimensioni modulo</b>                              | 1668x998x45mm  |

Dotati di :

- scatola di giunzione con diodi di by-pass e connettori;
- Certificazione di qualità secondo IEC 61215 ed.2: 04-2005, EN 61215 ed.2 05-2005;
- 25 anni di garanzia di rendimento:  
al 10° anno >90% potenza iniziale  
al 20° anno >83% potenza iniziale  
al 25° anno >80% potenza iniziale

Resistenza alla grandine con diametro < 25mm a 80km/h;

Resistenza al vento < 130 km/h

Le strutture di sostegno saranno fissate al terreno per mezzo di pali in acciaio conficcati nel terreno. I moduli fotovoltaici verranno ancorati alle strutture in modo da avere l'inclinazione di 30° e da garantire la massima esposizione alla radiazione solare. Ogni struttura porterà n°2 file di pannelli.

Per l'ubicazione e l'installazione di tale impianto sarà necessario realizzare una struttura metallica per il fissaggio dei moduli fotovoltaici che interesserà l'intera area. Tale struttura, sarà fissata al terreno con infissione delle fondazioni per battitura.



#### 4. INVERTER

Il gruppo di conversione dell'energia elettrica sarà composto da n°8 inverter marca SolarMax tipo 300C con uscita trifase a 400V con trasformatore di isolamento, aventi le seguenti caratteristiche:

|  |                         |
|--|-------------------------|
| <b>Potenza CC massima in ingresso</b>        | 400kW                   |
| <b>Range di tensione in ingresso</b>         | 430Vcc-800Vcc           |
| <b>Corrente massima in ingresso</b>          | 720A                    |
| <b>Potenza CA massima in uscita</b>          | 300kW                   |
| <b>Potenza CA nominale in uscita</b>         | 300kW                   |
| <b>Corrente max in uscita</b>                | 459A                    |
| <b>Fattore di distorsione armonica (THD)</b> | <3%                     |
| <b>Range di tensione in uscita</b>           | 3x400V +10% -15%        |
| <b>Fattore di potenza</b>                    | >0,98                   |
| <b>Frequenza nominale</b>                    | 50Hz                    |
| <b>Rendimento massimo</b>                    | 96%                     |
| <b>Grado di protezione</b>                   | IP20                    |
| <b>Temperatura di funzionamento</b>          | -20°C - +40°C           |
| <b>Peso e dimensioni</b>                     | 2600kg / 2x120x80x80 cm |

L'elettronica di misurazione e regolazione dell'invertitore SolarMax è in linea con le più recenti innovazioni della tecnica. Un processore di segnale (DSP) produce i segnali PWM e riprende le seguenti funzioni di comando dell'invertitore:

- Automatismi di accensione e spegnimento
- Controllo di rete (tensione eccessiva/insufficiente; frequenza di rete)
- Sincronizzazione di rete e regolazione  $\cos \varphi$
- Punto Potenza Massima Tracking (PPMT, ricerca del punto di lavoro ottimale)
- Limitazione delle prestazioni in caso di generatore solare sovradimensionato
- Limitazione corrente in uscita
- Monitoraggio dell'elettronica delle prestazioni / Monitoraggio della temperatura del radiatore
- Comando del display LC
- Comunicazione tramite l'interfaccia seriale RS232 / RS485

Ogni inverter sarà dotato di:

- marchiatura CE e rispondenza alle norme EN 50178, EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-3, EN 61000-6-4, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3;
- certificato di conformità secondo quanto prescritto nelle DK5940 ed.2.2 aprile 2007;
- n°6 ingressi stringhe C.C.;
- Fusibili di rete aventi caratteristica D – 500A.

Per la sicurezza e l'efficienza operativa è indispensabile scegliere la posizione giusta per l'installazione dell'invertitore centrale SolarMax. La soluzione ideale è l'installazione dell'apparecchio in una sala macchine di un edificio non esposta all'umidità. Inoltre, assicurarsi che il luogo di installazione dell'inverter sia ben ventilato e possibilmente privo di polvere. Considerando l'emissione di rumore, non collocare l'invertitore nelle immediate vicinanze di un'unità abitativa.

Preso atto di tali considerazioni, saranno installati n° 2 locali inverter aventi lunghezza pari a 8x3 mt ciascuna. Ciascun locale inverter ospiterà n° 4 inverter. Dai due locali partiranno altrettante linee interrate bt/400V fino alla cabina di produzione e consegna.

## 5. STRINGHE

La configurazione dell'impianto fotovoltaico è la seguente:

|                                     |                      |                         |
|-------------------------------------|----------------------|-------------------------|
| <b>Numero di stringhe</b>           | 512                  |                         |
| <b>Numero di moduli per stringa</b> | 20                   |                         |
|                                     | <i>Valore limite</i> | <i>Valore effettivo</i> |
| <b>Min Tensione MPP</b>             | 430V                 | 499,14V                 |
| <b>Max Tensione MPP</b>             | 800V                 | 693,38V                 |
| <b>Tensione a vuoto</b>             | 900V                 | 818,18V                 |
| <b>Max corrente DC</b>              | 720A                 | 481,71A                 |

Ogni stringa sarà costituita da 20 moduli in serie interconnessi tra loro tramite appositi connettori e sarà collegata a Quadro Parallelo Stringhe Max Connect tramite cavo sezione 6mmq.

I cavi adottati per le interconnessioni tra pannelli e tra i poli della stringa e il quadro parallelo stringhe saranno in rame stagnato antiossidante, adatti per la posa all'esterno senza protezione con temperature ambiente da -40°C a +125°C, resistenti alla corrosione, ai raggi UV ed all'abrasione, dotati di certificazione VDE e TUV. Ogni inverter supporterà n°6 stringhe in parallelo. Ogni stringa sarà protetta singolarmente da fusibile da 10A, con tensione di funzionamento fino a 900Vdc.

## 6. QUADRI ELETTRICI

- N°48 quadri parallelo stringhe (max connect) IP65 corredati ciascuno di n°12 fusibili da 10A per la protezione delle singole stringhe e scaricatore in CC e sezionatore di potenza omnipoalre;
- N°8 quadri di protezione inverter corredati ciascuno di n°1 dispositivo di generatore del tipo interruttore automatico magnetotermico tetrapolare e scaricatore di sovratensione. Tali interruttori saranno collegati al Quadro Parallelo BT alloggiato in Cabina elettrica.

- N°1 Quadro di parallelo BT tale da consentire il parallelo delle n°8 linee provenienti dai n°8 inverter prima della connessione al trasformatore.
- N°1 Quadro BT servizi, tale da consentire l'alimentazione ai servizi ausiliari di centrale.
- N°1 Quadro MT alimentazione trafo alloggiato in cabina, omologato secondo la norma CEI 0-16 composto da uno scomparto di arrivo (da QMT di consegna) con relative protezioni, da uno scomparto TV e da uno scomparto partenza trafo;
- N°1 Quadro MT di consegna alloggiato in cabina omologato secondo la norma CEI 0-16 composto da uno scomparto arrivo ENEL con relative protezioni, da uno scomparto TV.

## 7. TRASFORMATORE ELEVATORE

L'uscita del quadro parallelo ENEL sarà collegata al trasformatore elevatore a basse perdite che avrà le seguenti caratteristiche:

|                                     |                   |
|-------------------------------------|-------------------|
| <b>Potenza</b>                      | 2500 kVA          |
| <b>Rapporto Primario/Secondario</b> | 20000 / 400 V     |
| <b>Dimensioni [Lu x La x Ha]</b>    | 1950x1150x2465 mm |
| <b>Peso</b>                         | 5200 kg           |
| <b>Po</b>                           | 5000 W            |
| <b>Pcc a 75°C</b>                   | 19000 W           |
| <b>Pcc a 120°C</b>                  | 21850 W           |
| <b>Vcc a 75°C</b>                   | 6 %               |
| <b>Io</b>                           | 0,7 %             |
| <b>Icc</b>                          | 60,1 kA           |

L'uscita 20kV del trasformatore sarà collegata alla cella MT tramite cavo schermato RG7H1OR 4x75mmq. Il trasformatore offrirà un contributo alla corrente di corto circuito della rete di distribuzione di Media Tensioni pari a **1202 A**.

## 8. CAVI DI CABLAGGIO

L'uscita di ogni stringa verrà collegata all'ingresso del rispettivo quadro di parallelo, interno all'inverter, tramite cavo sezione 6mmq.

Tali cavi saranno specifici per impianti fotovoltaici, cioè avranno una lunga durata di vita essendo in rame stagnato antiossidante, saranno adatti per la posa all'esterno senza protezione con temperature ambiente da -40°C a +125°C, resistenti alla corrosione, ai raggi UV ed all'abrasione. Essi saranno dotati di certificazione VDE e TUV.

L'utilizzo della sezione 6mmq deriva dalle seguenti considerazioni, valide per il collegamento di ogni stringa al relativo inverter:

$$\frac{\Omega \cdot mm^2}{l}$$

- Resistenza rame a 20°C = 0,0175
- Lunghezza media dei cavi di collegamento di ciascuna stringa al rispettivo inverter  $\cong 35\text{mt}$
- Resistenza media cavi tra stringa e inverter =  $0,0175 \frac{35\text{mt}}{6\text{mm}^2} \cong 0,102\Omega$
- Caduta di tensione tra stringa e Quadro Parallelo Stringhe  $\cong 0,51\text{V}$
- Perdite per effetto Joule tra stringa e inverter  $\cong 3,82\text{W}$
- Percentuale perdite rispetto alla potenza massima erogabile dalla stringa =  $\frac{(3,82)\text{W}}{3450\text{W}} \cdot 100 = 0,11\%$

L'uscita di ciascun inverter verrà collegata al Quadro Parallelo Enel tramite cavo FG7OH2R (schermato) 4x120mmq. Si è scelto di porre all'inizio di ogni linea un interruttore modulare magnetotermico da 500A bipolare con curva C per proteggere il cavo in questione.

L'uscita 20kV dal trafo verrà collegata alla cella MT tramite cavo schermato RG7H1OR 3x75mmq.

## 9. IMPIANTO DI MESSA A TERRA

Il campo fotovoltaico è gestito come sistema IT, cioè con nessun polo connesso a terra. Deve essere assicurata la separazione galvanica tra il lato della rete a corrente continua e quello a corrente alternata. Tale separazione è in questo caso assicurata dal trasformatore 20kV / 400V, Dyn11, Pn=2500kVA a perdite ridotte in Cabina. Tutte le masse metalliche (quindi strutture di sostegno e cornici dei moduli fotovoltaici) verranno collegate a barre di rame 50x5mm posizionata sulle strutture portanti del campo fotovoltaico. Tali barre di rame verranno quindi collegate all'anello di terra tramite cavo N07V-K G/V sezione 16mmq. L'anello di terra sarà realizzato tramite l'installazione perimetrale di dispersori cilindrici in acciaio ramato  $\phi 30$  e tramite corda di rame sezione  $50\text{mm}^2$ . L'impianto fotovoltaico è protetto dalle sovratensioni sia lato corrente continua (tramite limitatori di sovratensione posti in ogni quadro parallelo stringhe) sia lato corrente alternata (tramite limitatori di sovratensione posti sia in cassette di pre-parallelo IP65 che nel quadro parallelo ENEL).

## 10. ELETTRODOTTI

Nel campo fotovoltaico la distribuzione elettrica e di comunicazione sarà realizzata per mezzo di tubi corrugati a doppia parete tipo pesante con diametro variabile da 120mm a 1200mm dotati di

alta resistenza allo schiacciamento, marchio IMQ e marchiatura CE, appositi per posa sotterranea o in trincea, corredati di manicotti di giunzione e pozzetti di ispezione e derivazione.

## **11. CONNESSIONE ALLA RETE DI ENEL DISTRIBUZIONE**

La soluzione prevede la connessione nel punto di rete indicato nella domanda di connessione, ai sensi della Art. 3.4 del TICA, con una potenza massima in immissione di 2505,6 kW.

L'impianto sarà allacciato alla rete di Distribuzione tramite realizzazione di una nuova cabina di consegna collegata in entra-esce su linea MT esistente "PETREI", uscente dalla cabina primaria AT/MT "PINETO".

Tale soluzione prevede:

- Allestimento in cabina (montaggi elettromeccanici con 2 scomparti di linea + consegna).
- Linea in cavo sotterraneo Al 185 mm<sup>2</sup> posa terreno naturale con riempimenti in inerte naturale e ripristini (esclusi i costi delle servitù): 155 m.
- Sostituzione palo esistente e posa di nuovo palo con scaricatori.

## **12. SISTEMA DI SUPERVISIONE**

Per garantire la supervisione completa dell'impianto è necessaria l'installazione di una centrale di supervisione. Essa sarà composta da:

- N°1 PC di supervisione (in Cabina1);
- Modem di comunicazione (in Cabina1);
- N°8 interfacce di comunicazione (in campo);
- rete RS-485 per la comunicazione tra PC e interfacce di comunicazione;
- N°8 CPU di sorveglianza (in campo);
- rete Ethernet per la comunicazione tra PC e CPU di sorveglianza.

## **13. ILLUMINAZIONE CAMPO FOTOVOLTAICO**

Per consentire interventi e sopralluoghi nelle ore notturne sarà predisposta l'installazione di N°6 torri faro. Tali torri faro saranno alte circa 14m, composte da n°3 proiettori con lampade al sodio ad alta pressione da 400W cadauno disposte alle estremità del campo.

Sarà possibile alimentare l'impianto di illuminazione tramite sistema manuale (interruttore dedicato in Cabina1) o tramite sistema di sorveglianza (illuminazione campo in caso di allarme).

#### 14. SISTEMA DI ALLARME

Il sistema di monitoraggio si basa sul controllo di continuità galvanica ed efficienza di ogni singola stringa. Ad ognuna di queste viene assegnato un dispositivo di allarme che, mediante una rete ethernet, colloquia con un PC dedicato allo scopo. Un'interruzione o variazione delle caratteristiche elettriche di ogni singola stringa produce un allarme che:

1. nel primo caso - priorità assoluta (possibile furto) - dà luogo ad un allarme acustico e visivo presso centrale operativa (vigilanza, polizia, sorveglianza dell'impianto).
2. Nel secondo caso vengono effettuate chiamate telefoniche al personale tecnico che, mediante un computer connesso ad internet, accede al PC di controllo dell'impianto per analizzare l'anomalia di funzionamento.

#### 15. STIMA DI PRODUZIONE

La potenza di picco dell'impianto nelle condizioni standard (irraggiamento dei moduli di 1000W/m<sup>2</sup>, T<sub>cel</sub> = 25°C) può essere calcolata nel seguente modo:

$$P_{STC} = P_{MODULO} \times N^{\circ} \text{ moduli} = 240 \times 10240 = \mathbf{2457600W_p}$$

La potenza lato c.a., considerando le perdite di conversione dovute al rendimento dell'inverter e le inevitabili perdite resistive, è invece pari a:

$$P_{CA} = P_{STC} \times 0,85 = 2457,6kW \times 0,85 \cong 2088,96kW$$

La stima di produzione (kwh in 1 anno) può essere calcolata applicando la seguente formula:

$$E = I \times A \times K_{\text{eff IMPIANTO}} \times K_{\text{EFF CELLE}}$$

dove:

I = irraggiamento medio annuo valutato per pannelli esposti a sud [kWh / m<sup>2</sup>];

A = superficie delle celle monocristalline [m<sup>2</sup>];

K<sub>eff IMPIANTO</sub> = tiene conto delle perdite di conversione da corrente continua a corrente alternata e delle perdite resistive;

K<sub>EFF CELLE</sub> = coefficiente di efficienza delle celle (dato fornito dal costruttore).

Nel presente caso:

$$I = 1665kWh/m^2$$

$$A \cong 14952m^2$$

$$K_{\text{eff IMPIANTO}} = 85\%$$

$$K_{\text{EFF CELLE}} = 13,8\%$$

quindi:

$$E = 1665 \times 14952 \times 0,85 \times 0,138 \cong \mathbf{2.920.192,90 kWh}$$

RELAZIONE TECNICA

Per una resa di  $1,18 \frac{MWh/anno}{kWp}$ .

Quindi questo è il valore di energia che si riesce a produrre nelle condizioni migliori (superfici dei moduli pulite e prive di polveri, rendimento di tutti i pannelli costante, pannelli esposti a **sud** ed inclinazione di **30°**).

## 16. ALLEGATI

1. Planimetrie di ubicazione
2. Planimetria catastale
3. Schema elettrico unifilare
4. Schema cabina bt\_MT
5. Schema locale inverter
6. Planimetria impianto
7. Struttura di fissaggio
8. Particolari costruttivi
9. Sezioni planoaltimetriche
10. Planimetria linea allaccio rete
11. Datasheet componenti
12. Piano di dismissione e ripristino

Luogo \_\_\_\_\_

Data \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_