

# PROGETTO

---

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DELLA  
POTENZA NOMINALE DI 2665,95 kWp  
IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CASALBORDINO2"

---

Committente: Regesta Srl

# SOMMARIO

1. PREMESSA
2. DATI RELATIVI AL SITO
3. NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO
4. DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA
5. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO
6. DESCRIZIONE GENERALE DEI COMPONENTI
7. STRUTTURE DI SUPPORTO
8. PROTEZIONI
9. CABINA DI TRASFORMAZIONE MT/BT

# 1. Premessa

---

Il documento ha lo scopo di fornire la descrizione tecnica dell'intervento di realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica con l'utilizzo della fonte rinnovabile solare attraverso la conversione fotovoltaica. L'impianto è destinato a produrre energia elettrica in collegamento alla rete elettrica di distribuzione di media tensione in corrente alternata con cessione totale dell'energia prodotta. La potenza nominale è di 2665,95 kWp, da installare a terra su appositi supporti.

## 2. Dati relativi al sito

---

Il sito su cui si vuole realizzare l'impianto è ubicato nel comune di CASALBORDINO (CHIETI) con coordinate geografiche 42°11'20 N - 14°34'39 E, foglio 9 particella n. 132 del catasto comunale. Non sono da segnalare al riguardo particolari difficoltà logistiche al fine della realizzazione.

## 3. Normativa e Leggi di riferimento

---

CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V 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 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 EN 61727 (CEI 82-9): Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;

CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;

CEI EN 61646 (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;4

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  $\leq 16$  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) e 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 450/750 V;  
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;5  
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); EN 50470-1 ed EN 50470-3 in corso di recepimento nazionale presso CEI;  
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 64-8, parte 7, sezione 712: Sistemi fotovoltaici solari (PV) di alimentazione.

## 4. Dimensionamento del sistema

Nel dimensionamento del sistema di generazione fotovoltaica si è partiti dalla richiesta del committente di sfruttare l'intera superficie a disposizione. Pertanto in seguito a sopralluogo e opportuna valutazione energetica si è verificato che a tale scopo è possibile installare un impianto di potenza nominale 2665,95 kWp. I pannelli fotovoltaici saranno quindi alloggiati sul terreno su appositi supporti in acciaio zincato permettendo un orientamento ottimale a sud con un azimut di 0° ed un'inclinazione di 30° rispetto al piano orizzontale .



Il sito in oggetto è esposto ad una radiazione globale annua di 1650 kWh/m<sup>2</sup> su superficie inclinata e orientata, facendo riferimento al modello di calcolo ENEA-SOLTERM. Considerando che la superficie captante di un singolo modulo fotovoltaico è di 1,125 m<sup>2</sup> ed avendo complessivamente 15234 moduli, otteniamo una superficie totale captante di 17139 m<sup>2</sup>. Il calcolo della producibilità annua è dato dalla seguente formula :

$$E_a = S * I_a * \eta_p * \eta_i$$

dove :

E<sub>a</sub>= energia prodotta in un anno

S= totale superficie captante

I<sub>a</sub>= Irraggiamento annuo espresso in kWh/m<sup>2</sup>

η<sub>p</sub>= rendimento del modulo fotovoltaico

η<sub>i</sub>= rendimento complessivo dell'impianto considerando le perdite per resistenza elettrica dei cablaggi, mismatch, rendimento del sistema di conversione, riflessioni delle radiazioni

$$E_a = 17139 * 1650 * 13,8\% * 85\% = 3124868,2 \text{ MWh}$$

## 5. Descrizione dell'impianto

L'impianto sarà connesso alla rete MT di ENEL attraverso tre cabine di trasformazione MT/BT opportunamente dimensionate, che fornirà in uscita BT con sistema trifase di tipo TN con tensione alternata nominale di 400 V e frequenza di 50 Hz. Il generatore fotovoltaico produrrà quindi una tensione BT alternata trifase con tensione nominale di 400V e frequenza di 50 Hz e sarà così costituito :

- Campo o Generatore fotovoltaico
- Convertitore statico cc/ac
- Quadro di sezionamento e protezione
- Trasformatori
- Dispositivo di interfaccia
- Contatore di energia attiva e di ore di funzionamento

Il generatore fotovoltaico, sarà costituito da 15234 moduli fotovoltaici, per una potenza nominale di 2665,95 kWp. Il totale dei moduli verrà suddiviso in 182 sottocampi costituito ciascuno da un inverter. I sottocampi da 1 a 179 saranno costituiti da 84 moduli fotovoltaici da 175W ciascuno per una potenza complessiva di sottocampo di 14,7 kWp, i sottocampi da 180 a 182 saranno costituiti da 66 moduli con moduli fotovoltaici da 175W per una potenza complessiva di 11,55kWp. Di seguito viene riportata la configurazione dei sottocampi :

Configurazione sottocampi 1..179 inverter Power One PVI-12.5-outd-fs:

STRINGA INVERTER	N. MODULI	V <sub>sn</sub> (V)	I <sub>sn</sub> MPPT (A)	P <sub>cc</sub> (kWp)
1	14	497	4,93	2,45
2	14	497	4,93	2,45
3	14	497	4,93	2,45
4	14	497	4,93	2,45
5	14	497	4,93	2,45
6	14	497	4,93	2,45

Configurazione sottocampi 180..182 inverter Power One PVI-10.0-outd-fs:

STRINGA INVERTER	N. MODULI	V <sub>sn</sub> (V)	I <sub>sn</sub> MPPT (A)	P <sub>cc</sub> (kWp)
1	17	603,5	4,93	2,9
2	17	603,5	4,93	2,9
3	16	568	4,93	2,8
4	16	568	4,93	2,8

Come previsto dalla normativa di riferimento, ogni stringa sarà provvista sezionatore, fusibile e scaricatore a terra opportunamente dimensionati. Il generatore FV è gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra.

Per la conversione dell'energia prodotta, da corrente continua in alternata, si utilizzeranno n. 182 inverter trifase di cui 179 con potenza nominale in ingresso sul lato CC di 14700 W e 3 con potenza lato cc di 11600W, tensione di uscita 400 Vac 50Hz, tali da poter sostenere la potenza di tutto l'impianto di generazione. Ogni inverter costituirà un sottocampo indipendente dagli altri 182 inverter . I 182 inverter saranno suddivisi su tre cabine di trasformazione di cui due disposte all'interno del campo mentre la terza sarà adiacente all cabina di consegna Enel. Ogni uscita lato CA sarà sezionabile attraverso un interruttore magneto-termico differenziale che proteggerà il singolo inverter da cortocircuiti, sovraccarichi e da contatti diretti ed indiretti installati nel quadro generale BT della cabina corrispondente, il cui dispositivo generale in uscita dal trasformatore sarà un interruttore magneto-termico. Ogni trasformatore sarà provvisto sul lato MT di interruttore di manovra sezionatore. Le linee MT di campo convergeranno nella cabina denominata CB3 e

si collegheranno direttamente sul condotto sbarra in parallelo al trasformatore TRAF03. Nella cabina di trasformazione CB3 dove ci sarà il punto di consegna sarà collocato il dispositivo di interfaccia di rete, con le Protezioni di interfaccia, che sono essenzialmente relè di frequenza e di tensione con intervento di apertura per min/MAX valore di tensione o frequenza e assenza di tensione dalla rete. Il dispositivo sarà conforme per caratteristiche e per tipo di connessione, alle specifiche indicate nella norma CEI 82-25 "Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di media e bassa tensione", e alle indicazioni del DK5740 di ENEL "Criteri di allacciamento di impianti di produzione alla rete MT di ENEL Distribuzione". Infine sempre all'interno della cabina sarà predisposto il locale misure dove saranno collocati i contatori sul lato MT per la misura dell'energia immessa e prelevata dalla rete. Per l'alimentazione delle utenze di centrale sarà previsto una fornitura bt monofase a parte.

## 6. Descrizione generale dei componenti

---

### **Moduli Fotovoltaici (SKY GLOBAL SGM 175W )**

I moduli costituiti in celle di silicio monocristallino, hanno le seguenti caratteristiche:

Potenza nominale 175 w

Tensione nominale 35,5 V

Tensione a vuoto 42,6 V

Corrente nominale 4,93

Corr. Di corto circuito 5,52

Dimensioni(Altezza x Larghezza x Profondità) 1580x 808x 46 mm

• IN ALLEGATO DATA SHEET DEL PRODOTTO

Ogni pannello è inoltre dotato di diodo di by-pass che lo protegge all'interno della stringa da polarizzazioni inverse e quindi ricircoli interni di corrente, estremamente pericolosi per la funzionalità dell'elemento.

### **Dispositivo di conversione (POWER-ONE PVI-12.5-OUTD-IT)**

#### **LATO CC**

Potenza nominale 14,7 kW

Finestra di Tensioni in ingresso 360 - 750 V

Corrente MAX in ingresso, ciascun MPPT 18 A

#### **LATO CA**

Potenza nominale 13,8 kW

Tensione di uscita nominale 400 Vac

Corrente MAX in uscita 20A per fase

Rendimento 97,7%

• IN ALLEGATO DATA SHEET DEI PRODOTTI

Le macchine dispongono, integrati al suo interno, dei dispositivi di protezione di interfaccia con intervento per superamento dei valori di min/MAX tensione e frequenza sull'uscita lato ac. Gli inverter sono del tipo senza trasformatore di isolamento, in grado di seguire il punto di massima potenza (MMPT) e in grado di fornire un'onda sinusoidale tale da contenere l'ampiezza delle armoniche entro valori stabiliti dalle norme. Tutti i dispositivi interni di protezione e di conversione sono rispondenti alle specifiche e ne hanno la certificazione, del DK5940.

## **Dispositivo di conversione (POWER-ONE PVI-10.0-OUTD-IT)**

### **LATO CC**

Potenza nominale 11,7 kW

Finestra di Tensioni in ingresso 360 - 750 V

Corrente MAX in ingresso, ciascun MPPT 18 A

### **LATO CA**

Potenza nominale 10 kW

Tensione di uscita nominale 400 Vac

Corrente MAX in uscita 16,6A per fase

Rendimento 97,7%

• IN ALLEGATO DATA SHEET DEI PRODOTTI

Le macchine dispongono, integrati al suo interno, dei dispositivi di protezione di interfaccia con intervento per superamento dei valori di min/MAX tensione e frequenza sull'uscita lato ac. Gli inverter sono del tipo senza trasformatore di isolamento, in grado di seguire il punto di massima potenza (MMPT) e in grado di fornire un'onda sinusoidale tale da contenere l'ampiezza delle armoniche entro valori stabiliti dalle norme. Tutti i dispositivi interni di protezione e di conversione sono rispondenti alle specifiche e ne hanno la certificazione, del DK5940.

## **7. Strutture di Supporto**

---

Le strutture di supporto o sistemi di montaggio dei moduli, saranno costituiti da elemento in acciaio zincato a caldo. Tali strutture consentiranno di montare i moduli fotovoltaici su tre righe per ogni fila, in modo tale da mantenere il tilt a 30° e l'azimut esattamente a sud. I sistemi saranno assolutamente efficienti dal punto di vista della capacità di sopportazione dei carichi, delle compressioni, trazioni e spinte laterali e saranno ancorati al terreno tramite sistema a vite che permette una regolazione ottimale dell'allineamento delle strutture, alta resistenza ai carichi, alta velocità di installazione e dismissione dell'impianto .

## **8. Protezioni**

---

### **Protezioni dai contatti diretti**

Ogni parte dell'impianto, sia in CC che in CA, è da considerarsi in bassa tensione, quindi la protezione contro i contatti diretti sarà assicurata dall'utilizzo di componenti dotati di marchio CE, con idoneo grado di protezione alla penetrazione di solidi e liquidi e utilizzo di cavi con guaina esterna protettiva idonea alla tensione nominale utilizzata e alloggiati in portacavi a norma.

### **Protezione dai contatti indiretti**

La protezione dai contatti indiretti è, in questo caso, assicurata dal collegamento all'impianto di terra della cabina di tutte le masse, comprese quelle della parte di impianto a corrente continua, e dall'adeguatezza del dimensionamento dei sistemi di protezione degli interruttori. Essendo la parte in CC gestita come sistema IT ovvero con nessun polo connesso a terra la protezione dai contatti indiretta ci è garantita dal sistema di monitoraggio delle dispersioni verso terra, integrato negli inverter, capace di intervenire in caso di primo guasto sulla parte di impianto in CC, ove naturalmente tutte le masse incluse le strutture di supporto, saranno collegate all'impianto di terra.



## Protezione contro le scariche atmosferiche

Le scariche atmosferiche in prossimità dell'impianto fotovoltaico possono provocare il concatenamento del flusso magnetico, associato alle correnti di fulminazione, con i circuiti dell'impianto, così da provocare sovratensioni in grado di mettere fuori uso i componenti, per cui a protezione di questi si inseriranno dei dispositivi scaricatori di sovratensione a variatori in prossimità del generatore fotovoltaico stesso e precisamente all'interno del quadro generale CC.

## 9. Cabine di trasformazione MT/BT

Supponendo che il gestore di rete ENEL fornisca l'energia elettrica in MT alla tensione di 20 kV, saranno previste tre cabine elettriche di trasformazione, posizionate rispetto all'impianto così come indicato nell'allegato "LAYOUT IMPIANTO".

Nella CABINA CB3, sarà individuato il punto di consegna della rete ENEL, con a monte del Dispositivo Generale, il contatore per l'energia immessa e per quella prelevata dalla rete.

A valle di questo, dopo opportuno sezionamento, su una barra MT Tramite il Dispositivo di Interfaccia MT, si andranno ad alimentare i trasformatori MT/BT dell'impianto FV.

Un eventuale trasformatore TRAF0\_servizi, si renderà necessario qualora ENEL non potesse concedere sul sito un ulteriore punto di connessione in BT.

### Caratteristiche dei Trasformatori

	TIPO	MODELLO	POTENZA (kVA)	RAPPORTO DI TRASFORMAZIONE (kV)	Vcc (%)
<b>TRAF0_1</b>	RESINA	TCAST	1000	20/0,4	6
<b>TRAF0_2</b>	RESINA	TCAST	800	20/0,4	6
<b>TRAF0_3</b>	RESINA	TCAST	1000	20/0,4	6

- IN ALLEGATO DATA SHEET DEL PRODOTTO

## Riepilogo delle caratteristiche elettriche

### Generatore

- **TIPO: IMPIANTO FOTOVOLTAICO, COSTITUITO DA N. 15234 MODULI E N. 182 INVERTER**
- **TENSIONE: 0,4 kV**
- **POTENZA NOMINALE: 2665,95 kWp**
- **FATTORE DI POTENZA ( $\cos\phi$ ): 1**

### Trasformatori

#### TRAF0\_1

- **POTENZA NOMINALE: 1000 kVA**
- **TENSIONE PRIMARIA NOMINALE: 20 kV**
- **TENSIONE SECONDARIA NOMINALE: 0,4 kV**
- **TENSIONE DI CORTO CIRCUITO Ucc%: 6**

**TRAFO\_2**

- **POTENZA NOMINALE: 800 kVA**
- **TENSIONE PRIMARIA NOMINALE: 20 kV**
- **TENSIONE SECONDARIA NOMINALE: 0,4 kV**
- **TENSIONE DI CORTO CIRCUITO  $U_{cc}\%$ : 6**

**TRAFO\_3**

- **POTENZA NOMINALE: 1000 kVA**
- **TENSIONE PRIMARIA NOMINALE: 20 kV**
- **TENSIONE SECONDARIA NOMINALE: 0,4 kV**
- **TENSIONE DI CORTO CIRCUITO  $U_{cc}\%$ : 6**

**CONTRIBUTO ALLA CORRENTE DI CORTO CIRCUITO DELL'IMPIANTO NEL PUNTO DI CONNESSIONE: 115A**