

## IMPIANTO FOTOVOLTAICO EG DAFNE E OPERE CONNESSE

POTENZA IMPIANTO 34 MWp - COMUNE DI COPPARO (FE)

### Proponente

#### EG DAFNE S.R.L.

VIA DEI PELLEGRINI, 22 - 20122 MILANO (MI) P.IVA: 12084690960 PEC: egdafne@pec.it

### Progettazione

#### META STUDIO S.R.L.

VIA SETTEMBRINI, 1 - 65123 PESCARA (PE) P.IVA: 02164240687 PEC: metastudiosrl@pec.it TEL: +39/0854315000



### Coordinamento e Responsabile della Progettazione

#### ING. DOMENICO MEMME

VIA L. SETTEMBRINI, 1 - 65123 PESCARA (PE) PEC: metastudiosrl@pec.it MAIL: d.memme@studiomemme.it  
TEL: +39/0854315000 DIRECT: +39/3356390349

### Collaboratori

**ING. LUIGI NARDELLA** *Progettazione Generale e Strutturale*

**ING. MAURIZIO ELISIO** *Progettazione Ambientale e Paesaggistica*

**DOTT. FIORAVENTE VERI** *Progettazione Elettrica*

### Titolo Elaborato

## IMPIANTI ELETTRICI E LINEA ELETTRICA RELAZIONE

LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILENAME	FORMATO	DATA	SCALA
Progetto Definitivo	DOC_REL_06	Nome file	A4	28.02.202	-

### Revisioni

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
-----------	------	-------------	----------	------------	-----------



Regione EMILIA ROMAGNA  
Provincia di FERRARA  
Comune di COPPARO





# **IMPIANTI ELETTRICI E LINEA ELETTRICA**

## **RELAZIONE**

---



## SOMMARIO

<b>1. PREMESSA</b> .....	4
<b>2. I GENERATORI FOTOVOLTAICI</b> .....	4
<b>3. RIFERIMENTI NORMATIVI</b> .....	5
<b>4. INQUADRAMENTO</b> .....	8
<b>4. DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO</b> .....	12
<b>5. MODULO FOTOVOLTAICO</b> .....	14
<b>6. GRUPPI DI CONVERSIONE</b> .....	18
<b>7. CABINA DI RACCOLTA (INTERFACCIA)</b> .....	20
<b>8. DESCRIZIONE DELLE LINEE ELETTRICHE E DEI CAVIDOTTI</b> .....	21
<b>9. DISPOSITIVI DI SICUREZZA DELL'IMPIANTO</b> .....	22
<b>10. IMPIANTO DI TERRA</b> .....	24
<b>11. IMPIANTO DI VIDEOSORVEGLIANZA</b> .....	24
<b>12. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE ESTERNA</b> .....	25



## 1. PREMESSA

Lo scopo della stesura del presente documento, è quello di fornire agli Enti preposti un quadro descrittivo delle caratteristiche elettriche dell'impianto fotovoltaico in oggetto e della realizzazione di nuove linee di collegamento per l'allaccio alla rete di RTN Terna.

L'impianto si allaccerà ad una nuova Stazione Elettrica Terna 380/132 kV da realizzarsi in comune di Fiscaglia (FE), su suolo agricolo, in prossimità della linea elettrica Terna 380 kV e della SSE di Enel Distribuzione sito in via Cartiera in Codigoro.

Il cavidotto, che sarà completamente interrato, sarà posizionato lungo strade pubbliche e terreni privati, evitando quanto possibile l'attraversamento longitudinale di strade provinciali.

L'impianto, del tipo ad inseguimento mono assiale e fisso, installato a terra e finalizzato alla produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, ha una potenzialità di picco di 34,0 Megawatt (MW) ed è denominato EG DAFNE.

## 2. I GENERATORI FOTOVOLTAICI

Un impianto fotovoltaico, è essenzialmente costituito da generatori fotovoltaici che trasformano direttamente e istantaneamente, l'energia solare in energia elettrica. Si tratta del cosiddetto "effetto fotoelettrico", cioè la capacità che hanno alcuni semiconduttori opportunamente trattati, di generare elettricità se esposti alla radiazione luminosa. La quantità di energia che arriva sulla superficie terrestre e che può essere sfruttata per produrre energia elettrica, dipende dall'irraggiamento del luogo. L'irraggiamento è la quantità di energia solare incidente su una superficie unitaria in un determinato intervallo di tempo, tipicamente un giorno (kWh/mq/giorno). Il valore istantaneo della radiazione solare incidente sull'unità di superficie viene invece denominata radianza (kW/mq).

L'irraggiamento è influenzato dalle condizioni climatiche locali (nuvolosità, foschia, etc) e dipende dalla latitudine del luogo, cresce quando più ci si avvicina all'equatore.

La cella fotovoltaica costituisce il dispositivo elementare alla base di ogni sistema fotovoltaico ed è costituita da un sottile strato di materiale semiconduttore, di solito silicio, compreso tra 0,2 e 0,3 mm. Più celle connesse in serie-parallelo al fine di ottenere la tensione di corrente desiderata, costituiscono un modulo fotovoltaico. Più moduli collegati in serie formano un pannello. Più pannelli collegati in serie

costituiscono una stringa. L'insieme delle stringhe, collegate in parallelo, fornisce la potenza del campo e costituiscono il generatore fotovoltaico.

La corrente continua prodotta dal generatore fotovoltaico è convertita in corrente alternata con l'ausilio del convertitore statico o inverter.

L'inverter adatta la tensione del generatore a quella di rete, esegue un inseguimento del punto di massima potenza MPPT ( Maximum Power Point Tracker) e controlla la qualità della corrente alternata immessa in rete in termini di tensione e frequenza.

L'eventuale trasformatore installato all'uscita dell'inverter innalza il livello di tensione da BT a MT. Si definisce BOS o "Balance of System" l'insieme dei dispositivi che trovano la collocazione fisica in posizioni intermedie compresa fra i moduli FV e l'utenza finale e cioè:

- Struttura di sostegno dei moduli FV incluse le cornici ed eventuali fondazioni;
- Cavi dc, cavi AC, inverters, protezioni, trasformatori BT-MT, prefabbricati e relative fondazioni;
- Tutte le infrastrutture civili, meccaniche o elettriche installate nel sito.

### **3. RIFERIMENTI NORMATIVI**

La normativa e le leggi di riferimento da rispettare per la progettazione e realizzazione degli impianti fotovoltaici sono:

#### **1. Moduli fotovoltaici**

- 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 62108 (CEI 82-30): Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo;
- CEI EN 61730-1 (CEI 82-27) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: Prescrizioni per la costruzione;
- CEI EN 61730-2 (CEI 82-28) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2: Prescrizioni per le prove;
- CEI EN 60904: Dispositivi fotovoltaici – Serie;
- CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- CEI EN 50521 (CEI 82-31) Connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove;

- CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.
- 2. Altri componenti degli impianti fotovoltaici
- CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) – Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- CEI EN 50524 (CEI 82-34) Fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici;
- CEI EN 50530 (CEI 82-35) Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica;
- CEI EN 62116 Test procedure of islanding prevention measures for utility-interconnected photovoltaic inverters;

### 3. Progettazione fotovoltaica

- CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- UNI 10349-1:2016: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;

### 4. Impianti elettrici e fotovoltaici

- CEI EN 61724 (CEI 82-15): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- EN 62446 (CEI 82-38) Grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection;
- 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 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 60555-1 (CEI 77-2): Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;

- 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 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 50470-1 (CEI 13-52) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparat di misura (indici di classe A, B e C)
- CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C);
- CEI EN 62305 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini, serie;
- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;
- CEI EN 60439 (CEI 17-13): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT), serie;
- 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 20-91 Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.

## 5. Connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica

- CEI 0-16 : Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;



- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI EN 50438 (CEI 311-1) Prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione;

Per la connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica si applica quanto prescritto nella deliberazione n. 99/08 (Testi integrato delle connessioni attive) dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas e successive modificazioni. Si applicano inoltre, per quanto compatibili con le norme sopra citate, i documenti tecnici emanati dai gestori di rete.

#### **4. INQUADRAMENTO**

Il Progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico complessivamente di capacità nominale pari a 34,00 kWp, sito nel territorio comunale di Copparo (FE), Regione Emilia Romagna, diviso in quattro sotto campi denominati "A" , "BC", "DE" e "FG" di potenza nominale complessiva pari a pari a 34.099,20.

Il cavidotto, che sarà completamente interrato, sarà posizionato lungo strade pubbliche, senza andare ad intaccare l'ambiente circostante, tranne due piccoli tratti.

In Figura 1 e Figura 2 si riportano rispettivamente l'inquadramento geografico del sito con cavidotto di connessione (fonte del dato <https://www.google.it/maps>).

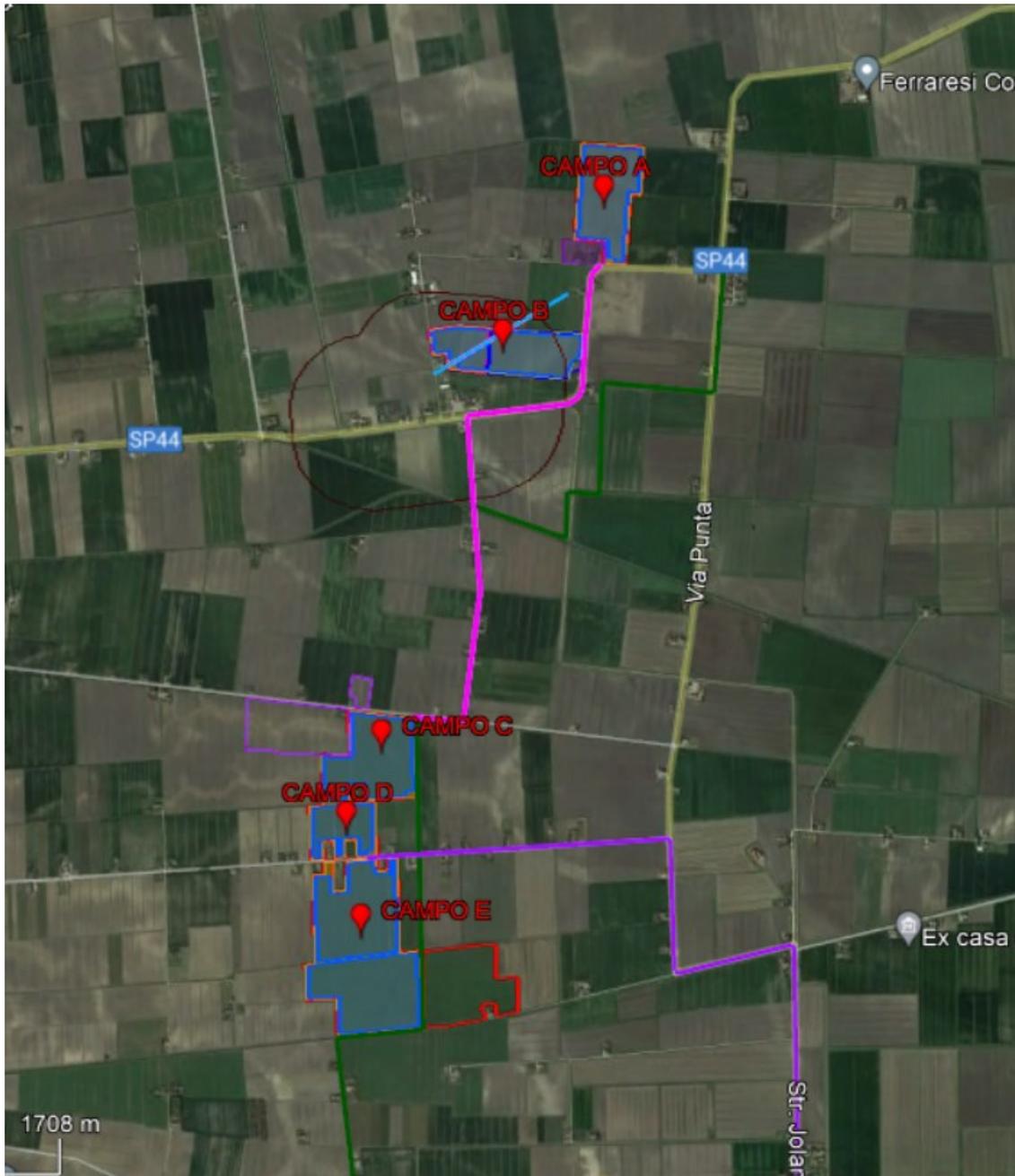


FIGURA 1: INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL SITO



FIGURA 2: INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL SITO CON CAVIDOTTO DI CONNESSIONE

Il terreno interessato dall'impianto fotovoltaico si trova in località Sant' Apollinare e Macchina, sita a circa 11 km dal centro abitato di Copparo e circa 4 km dal centro abitato di Jolanda di Savoia (FE).

Il lotto agricolo è accessibile mediante viabilità comunale, via Bruno Rossi, dalla Strada Provinciale n. 44.

Il cavidotto di connessione parte dai lotti di progetto ed arriva, tramite un percorso stradale di circa 16,7 km, alla Stazione Utente "Fiscaglia" nei pressi della CP Enel Distribuzione di Codigoro.

Nel Catasto Terreni comunale i terreni sono identificati come nelle Tabelle 1 e 2 dell'elaborato DOC\_REL\_01\_Relazione Descrittiva Generale.

Le **coordinate geografiche** del Progetto sono identificate nelle seguenti coordinate dei siti:

Sotto Campo "A": lat. 44.931185°; long. 11.967520°

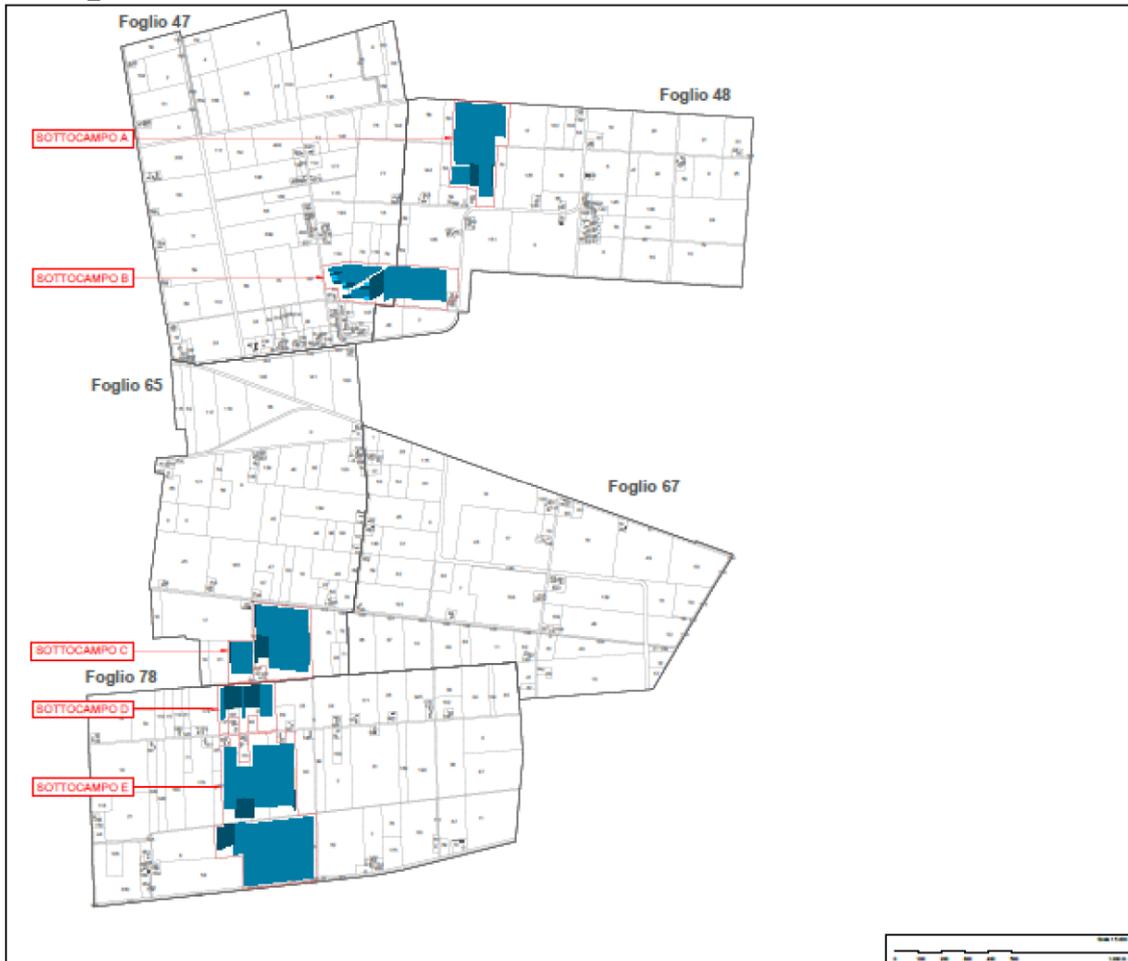
Sotto Campo "B": lat. 44.926230°; long. 11.962677°

Sotto Campo "C": lat. 44.912482°; long. 11.956885°

Sotto Campo "D": lat. 44.909682°; long. 11.955207°

Sotto Campo "E": lat. 44.906147°;long. 11.955915°

Nuova SE Terna : lat. 44.828956°;long. 12.075121°



. FIGURA 3: INQUADRAMENTO CATASTALE DELLE OPERE

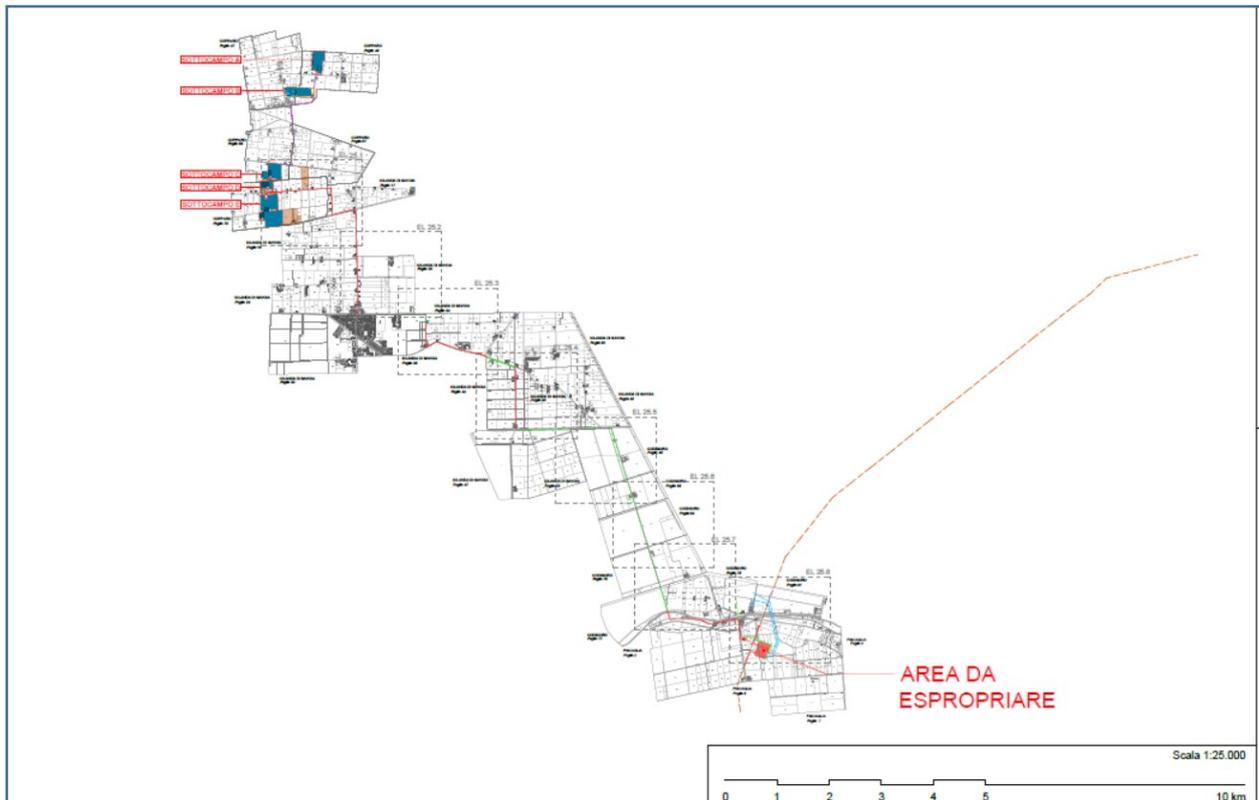


FIGURA 4: INQUADRAMENTO CATASTALE DELLE OPERE CON I CAVIDOTTI DI CONNESSIONE

Un cavo interrato in media tensione, lungo circa 16,7 km, collegherà la Cabina Elettrica e Control Room con la Cabina Utente, nei territori comunali di Copparo, Jolanda di Savoia, Codigoro e Fiscaglia (di seguito cavidotto esterno MT Cabina elettrica Cabina Utente AT tra Cabina Utente e Punto di Consegnà);

Una stazione elettrica di trasformazione 132/30 kV denominata Cabina Utente, situata in prossimità della nuova Stazione di rete Terna 380/132 in comune di Fiscaglia (di seguito Cabina Utente);

Una linea interrata AT 132 kV di collegamento tra la Stazione Utente e la nuova SE Terna (di seguito cavidotto AT tra Stazione Utente e SE Terna);

Una stazione elettrica 380/132 kV di Terna denominata "Codigoro" (di seguito SE Terna o SE RTN Terna), ancora in agro di Fiscaglia;

#### 4. DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO

Il Progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico complessivamente di capacità nominale pari a 34,00 kWp, sito nel territorio comunale di Copparo (FE),

Regione Emilia Romagna, diviso in quattro sotto campi denominati "A", "B", "C", "D" e "E" di potenza nominale complessiva pari a pari a 34.099,20 realizzati con 56.832 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino, con una potenza di picco di 600Wp, montati in parte su strutture fisse in configurazione monofilare con quattro moduli in orizzontale con tilt di 20° e distanza tra filari di 8,73 m e in parte su strutture mobili ad inseguimento mono assiali in configurazione monofilare con singolo modulo in verticale con tilt 0°/60° e distanza tra trackers di 5,0 m, raggruppati in inverter distribuiti multi stringa a 800V di marca INGETEAM di tipo INGECON SUN 160-TL il design di impianto sarà tale per cui tutti gli inverter avranno la medesima taglia di potenze. Gli inverter selezionati sono del tipo string, con potenza nominale alla condizione di test standard di 141 kVA (Cosphi = 1) e connessi a cabine di trasformazione BT/MT in campo con potenze da 3.125 a 3.400 kVA. Le varie cabine di trasformazione BT/MT saranno raggruppate in dorsali MT (due dorsali per il sotto campo A, due dorsali per il sotto campo BC e tre per il sotto campo DE e 5 dorsali per FG) e confluiranno nella cabina di ricezione di campo del rispettivo sito, per mezzo di linee elettriche MT in cavo interrato a 30 kV.

In relazione a tali parchi fotovoltaici, il Proponente ha inoltre in progetto la realizzazione di opere di collegamento alla RTN (di seguito opere di connessione):

- un cavo interrato in media tensione, lungo circa 0,4 km, che collegherà il sotto campo A alla connessione con il sotto campo BC, un cavo interrato di media tensione che collegherà il sotto campo BC con la Cabina di Raccolta di circa 2,3 km lungo strade pubbliche tutte all'interno del territorio comunale di Copparo (di seguito cavidotto esterno MT di interconnessione tra i sotto campi);
- un cavo interrato in media tensione, lungo circa 16,7 km, che collegherà la Cabina Elettrica e Control Room con la Cabina Utente, nei territori comunali di Copparo, Jolanda di Savoia, Codigoro e Fiscaglia (di seguito cavidotto esterno MT Cabina elettrica Cabina Utente AT tra Cabina Utente e Punto di Consegna);
- una stazione elettrica di trasformazione 132/30 kV denominata Cabina Utente, situata in prossimità della nuova Stazione di rete Terna 380/132 in comune di Fiscaglia (di seguito Cabina Utente);
- una linea interrata AT 132 kV di collegamento tra la Stazione Utente e la nuova SE Terna (di seguito cavidotto AT tra Stazione Utente e SE Terna);
- una stazione elettrica 380/132 kV di Terna denominata "Codigoro" (di seguito SE Terna o SE RTN Terna), ancora in agro di Fiscaglia;



## 5. MODULO FOTOVOLTAICO

La scelta dei moduli deve garantire il grado di assoluta affidabilità, durabilità e rendimento anche in funzione delle temperature medie del sito di intervento. Selezione di fornitura moduli attuata tra fornitori con rating Tier-1.

I moduli saranno con celle di silicio monocristallino o policristallino con composizione vetro-tedlar con cornice, J-box sul retro con impiego di vetro temperato, resine EVA, strati impermeabili e cornice in alluminio. La scatola di giunzione, avente grado di protezione IP68, contiene i diodi di by-pass che garantiscono la protezione delle celle dal fenomeno di hotspot.

I cavi forniti a corredo saranno del tipo pre cablati sez min 4 mm<sup>2</sup> completi di connettori pre innestati tipo MC4 o similari. Ogni modulo sarà corredato di diodi bypass per minimizzare la perdita di potenza per fenomeni di ombreggiamento.

I moduli fotovoltaici saranno dotati di un'etichetta segnaletica contenente nome del fabbricante, numero del modello, potenza in Wp e numero di serie. Devono essere certificati secondo IEC 61215 e IEC 61730 rilasciate da laboratori accreditati secondo la norma ISO/IEC 17025 e avere Classe di isolamento Safety Class II e della Direttiva CEE 89/392.

Il collegamento meccanico tra i vari moduli e tra questi e le strutture metalliche secondarie di sostegno, verranno effettuati mediante profili in alluminio anodizzato con bulloneria in acciaio inossidabile o zincato.

La consistenza dei singoli campi elettrici, quindi 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 elaborati grafici.

Il modulo fotovoltaico previsto, che può variare in base alla disponibilità del mercato, è il modello Trina VERTEX (o analoghi modelli di fornitori Tier 1) con potenza nominale di 590 Wp di dimensioni pari a 2.172x1.030x40 mm con caratteristiche analoghe a quelle riportate nella seguente specifica tecnica:

Preliminary
Mono
Multi
Solutions

# Vertex

BIFACIAL DUAL GLASS MONOCRYSTALLINE MODULE

PRODUCT: TSM-DEG20C.20

PRODUCT RANGE: 580-600W

---

## 600W+

MAXIMUM POWER OUTPUT

## 0~+5W

POSITIVE POWER TOLERANCE

## 21.2%

MAXIMUM EFFICIENCY

---

**High customer value**

- Lower LCOE (Levelized Cost Of Energy), reduced BOS (Balance of System) cost, shorter payback time
- Lowest guaranteed first year and annual degradation
- Designed for compatibility with existing mainstream system components
- Higher return on investment

**High power up to 600W**

- Up to 21.2% module efficiency with high density interconnect technology
- Multi-busbar technology for better light trapping effect, lower series resistance and improved current collection

**High reliability**

- Minimized micro-cracks with innovative non-destructive cutting technology
- Ensured PID resistance through cell process and module material control
- Resistant to harsh environments such as salt, ammonia, sand, high temperature and high humidity areas
- Mechanical performance up to 5400 Pa positive load and 2400 Pa negative load

**High energy yield**

- Excellent IAM (Incident Angle Modifier) and low irradiation performance, validated by 3rd party certifications
- The unique design provides optimized energy production under inter-row shading conditions
- Lower temperature coefficient (-0.34%) and operating temperature
- Up to 25% additional power gain from back side depending on albedo

Trina Solar's Vertex Bifacial Dual Glass Performance Warranty

Years	Guaranteed Power (%)
0	98.0%
30	85.0%

Comprehensive Products and System Certificates

IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716/UL61730

ISO 9001: Quality Management System

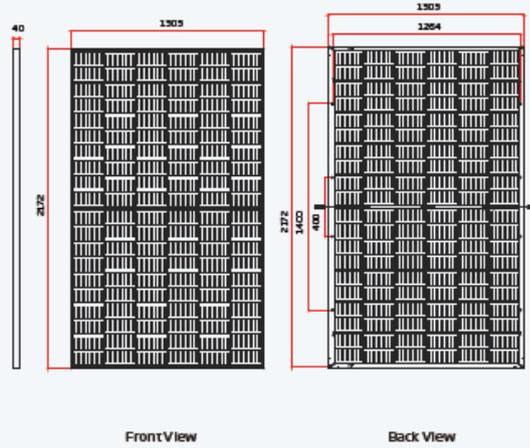
ISO 14001: Environmental Management System

ISO 14064: Greenhouse Gases Emissions Verification

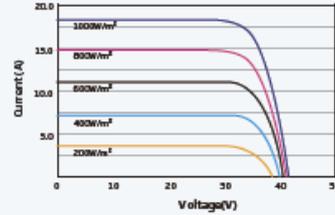
ISO 45001: Occupational Health and Safety Management System

**Vertex** BIFACIAL DUAL GLASS MONOCRYSTALLINE MODULE

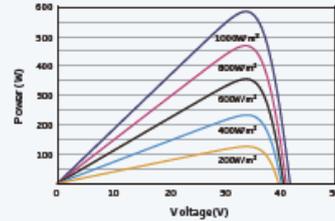
**DIMENSIONS OF PV MODULE(mm)**



**I-V CURVES OF PV MODULE(590 W)**



**P-V CURVES OF PV MODULE(590 W)**



**ELECTRICAL DATA (STC)**

Peak Power/ Watts - Pmax (Wp)	580	585	590	595	600
Power Tolerance- Pmax (W)	0 - +5				
Maximum Power Voltage- Vmp (V)	33.8	34.0	34.2	34.4	34.6
Maximum Power Current- Imp (A)	17.16	17.21	17.25	17.30	17.34
Open Circuit Voltage- Voc (V)	40.9	41.1	41.3	41.5	41.7
Short Circuit Current- Isc (A)	18.21	18.26	18.31	18.36	18.42
Module Efficiency - $\eta_m$ (%)	20.5	20.7	20.8	21.0	21.2

STC: Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5, \*Measuring tolerance: ±2%.

**Electrical characteristics with different power /m (reference to 10% Irradiance ratio)**

Total Equivalent power - Pmax (Wp)	621	626	631	637	642
Maximum Power Voltage- Vmp (V)	33.8	34.0	34.2	34.4	34.6
Maximum Power Current- Imp (A)	18.36	18.41	18.46	18.51	18.55
Open Circuit Voltage- Voc (V)	40.9	41.1	41.3	41.5	41.7
Short Circuit Current- Isc (A)	19.48	19.54	19.59	19.65	19.71
Irradiance ratio (rear/front)	10%				

Power Efficiency: 30.6%

**ELECTRICAL DATA (NOCT)**

Maximum Power- Pmax (Wp)	430	443	447	451	454
Maximum Power Voltage- Vmp (V)	31.5	31.7	31.9	32.0	32.2
Maximum Power Current- Imp (A)	13.93	13.97	14.01	14.06	14.10
Open Circuit Voltage- Voc (V)	38.5	38.7	38.9	39.1	39.3
Short Circuit Current- Isc (A)	14.68	14.72	14.76	14.80	14.84

NOCT: Irradiance 800W/m<sup>2</sup>, Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 2m/s.

**MECHANICAL DATA**

Solar Cells	Monocrystalline
No. of cells	120 cells
Module Dimensions	2372x1303x40 mm (85.51x51.30x1.57 inches)
Weight	35.3 kg (77.9 lb)
Front Glass	2.0 mm (0.08 inches), High Transmittance, All Glass Heat Soak Programmed Glass
Encapsulant material	POE/EVA
Back Glass	2.0 mm (0.08 inches), Heat Strengthened Glass (White Grid Glass)
Frame	40mm(1.57 inches) Anodized Aluminum Alloy
J-Box	Ø 68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm <sup>2</sup> (0.006 inches <sup>2</sup> ), Portrait: 280/280 mm(11.02/11.02 inches) Landscape: 1400/1400 mm(55.12/55.12 inches)
Connector	MCA EV02 / TS4*

\*Please refer to regional standards for specific connector.

**TEMPERATURE RATINGS**

NOCT (ambient operating cell temperature)	43°C (±2°C)
Temperature Coefficient of Pmax	-0.34%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.25%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.046%/°C

**MAXIMUM RATINGS**

Operational Temperature	-40 ~ +85°C
Maximum System Voltage	1500V DC (IEC)
	1500V DC (UL)
Max Series Fuse Rating	35A

**WARRANTY**

12 year Product Workmanship Warranty  
30 year Power Warranty  
2% first year degradation  
0.45% Annual Power Attenuation  
(Please refer to product warranty for details)

**PACKAGING CONFIGURATION**

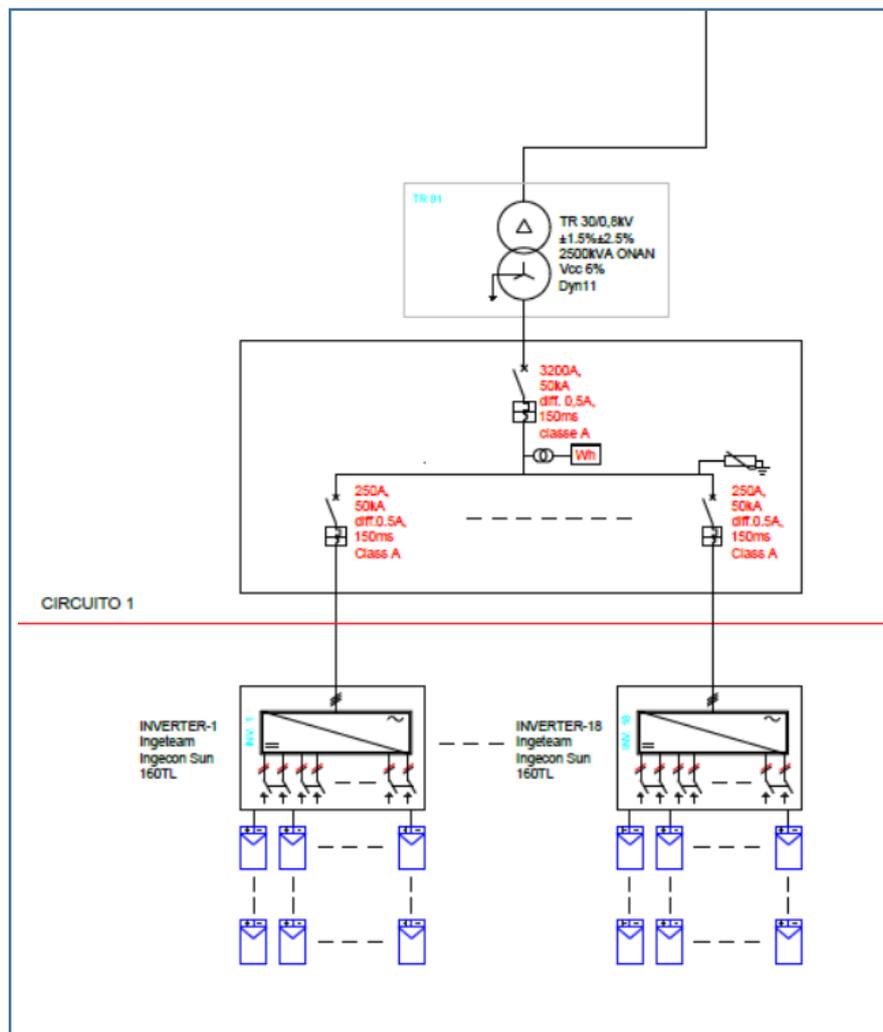
Modules per 40 container: 448 pieces

I moduli saranno montati su strutture a inseguimento mono assiale (tracker), in configurazione mono filare o su postazioni fisse in configurazione bifilare;

i trackers alloggeranno 2 filari da 32 o 2 filari per 48. I moduli fotovoltaici hanno dimensioni 2172 x 1303 mm, incapsulati in una cornice di alluminio anodizzato dello spessore di 40 mm, per un peso totale di 35.3 kg ciascuno.

Tutte le stringhe fotovoltaiche dell'impianto sono costituite da n. 32 moduli FV, collegati in serie al fine di raggiungere la tensione in ingresso del gruppo di conversione. Prima dell'ingresso a tale gruppo le stringhe verranno parallelizzate in un quadro di campo (String Box) al fine di raggiungere le correnti di ingresso del gruppo di conversione. Per i 12 sottoinsiemi vi sono distribuite le 1.776 stringhe totali disposte in parallelo da 32 moduli per complessivi 205 inverter.

Di seguito il particolare dello schema elettrico di impianto fino al gruppo di conversione:



## 6. GRUPPI DI CONVERSIONE

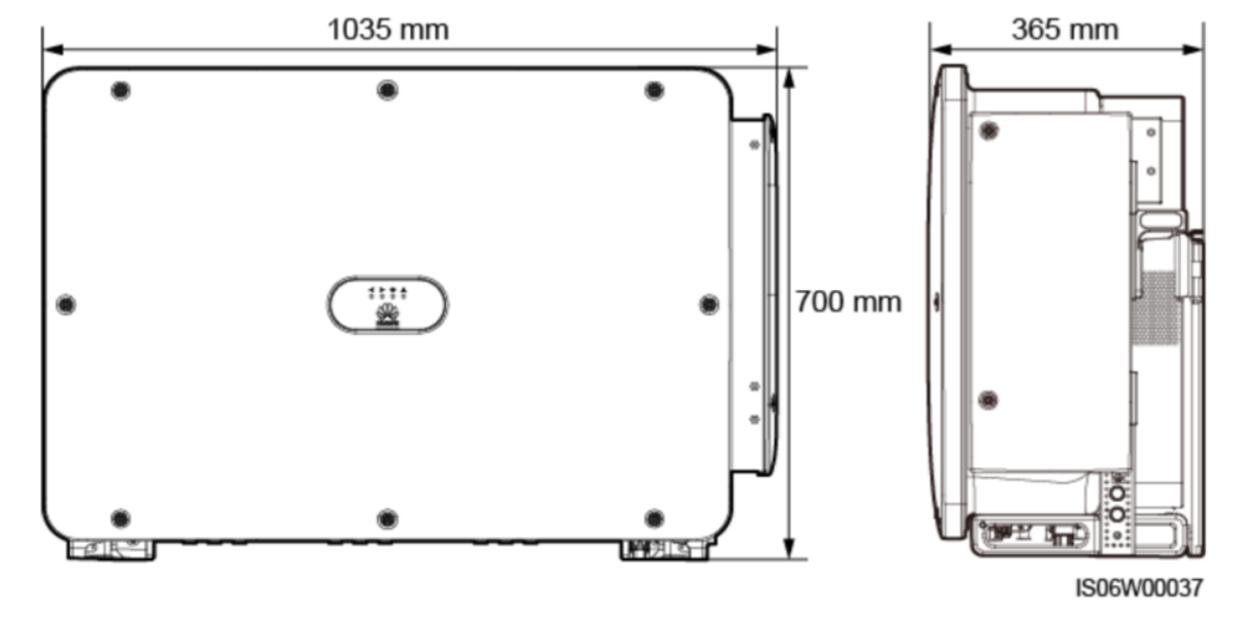
Come visto l'impianto in oggetto è diviso in 12 sottoinsiemi di potenza nominale variabile.

Ogni sottoinsieme è collegato e gestito da una Stazione di Potenza al cui interno è presente un inverter, un trasformatore di media e una cabina di media.

Il primo scenario contempla l'utilizzo di string-inverter:

**INVERTER tipo SUN2000-215KTL-H0 della HUAWEI TECHNOLOGIES**

Lo string-inverter è ubicato alla fine di una fila di tracker e fissato sul palo. L'inverter è installato all'aperto, e utilizza un sistema di raffreddamento ad aria "smart air cooling" in modo da mantenere la temperatura interna nel range che evita un derating della potenza della macchina ed un veloce invecchiamento dei componenti elettronici.



In progetto è stato predisposto uno spazio all'interno di una cabina prefabbricata per ospitare i trasformatori e i quadri di protezione uscita inverter (AC-combiners).

Il secondo scenario contempla l'utilizzo di inverter centrali:

**INVERTER tipo "SUNGROW SG 3125 HV-MV-30 (3437kVA)**

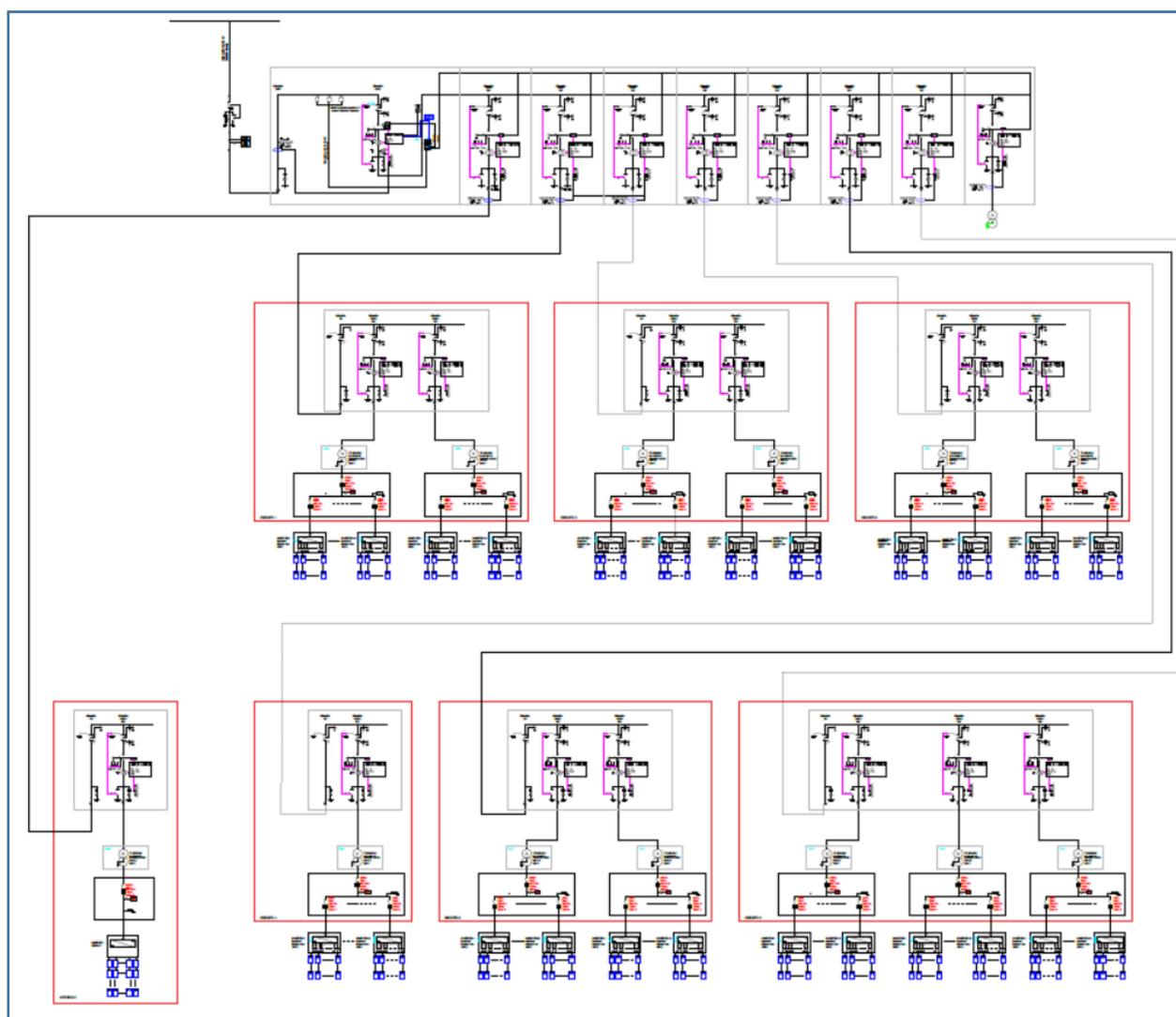
Gli inverter centrali sono posizionati in un edificio prefabbricato e dotato di ventilazione forzata in modo da mantenere la temperatura interna nel range che evita un derating della potenza della macchina ed un veloce invecchiamento dei componenti elettronici.

Per i gruppi di conversione confluiranno in parallelo un totale di 1.776 stringhe per un numero totale di 56.832 moduli fotovoltaici.

A monte di ogni inverter è presente un misuratore fiscale dell'energia prodotta che misura l'energia elettrica prodotta dal sottocampo fotovoltaico; la somma di tutti i misuratori darà la totale produzione dell'impianto.

Dopo il misuratore di produzione, per ciascun gruppo di conversione è connesso un trasformatore BT/MT (400/30000) il cui primario è connesso alla cella di MT al cui interno sarà installata la cella di Protezione Generatore, come prescritto dalla norma CEI 0-16.

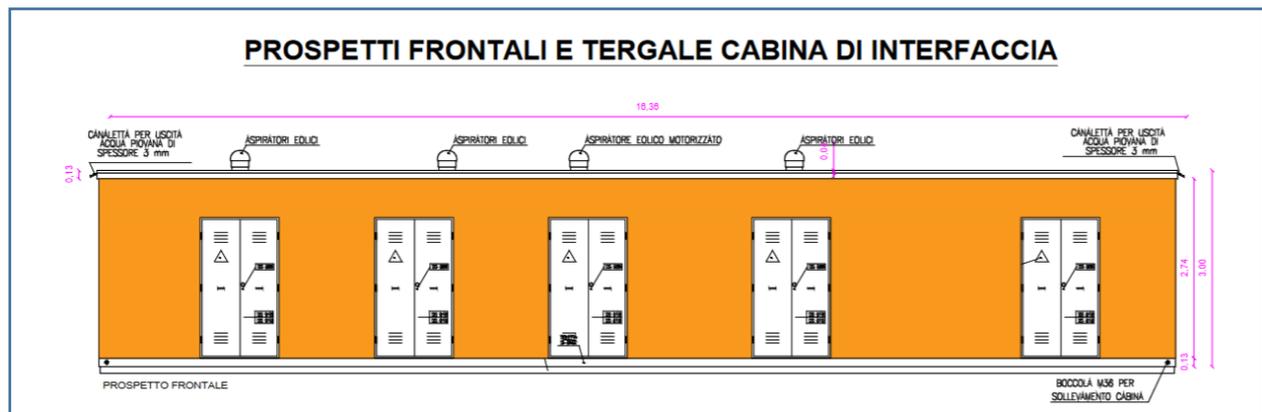
Di seguito lo schema unifilare relativo all'impianto oggetto di autorizzazione:



## 7. CABINA DI RACCOLTA (INTERFACCIA)

Le 12 stazioni di media sono collegate ad una Cabina di raccolta MT conforme alle specifiche Enel, la cui struttura è di tipo monolitico, composta da un unico vano per l'alloggiamento delle apparecchiature elettromeccaniche.

Una rappresentazione tipo della cabina suddetta è quella riportate di seguito.



La cabina di parallelo MT è composta da:

- Cella contenente il DG (Dispositivo Generale) che assicura la separazione dell'intero impianto dell'utente dalla rete, comandato dalla PG (Protezione Generale);
- Cella misure;
- Cella trasformatore MT/BT servizi aux: sez. tripolare/terna di fusibili/sez. tripolare.
- Cella contenente il DDI (Dispositivo di Interfaccia) che assicura la separazione dell'impianto di produzione dalla rete, comandato dalla PI (Protezione d'interfaccia);
- Celle di Campo dotate di interruttori in SF6, che assicurano il sezionamento dell'anello in caso di guasto o manutenzione.

### CONTROL ROOM

All'interno della cabina di parallelo è prevista un'area adibita ai servizi di monitoraggio e controllo dell'intero campo fotovoltaico.

All'interno sono presenti i seguenti dispositivi:

- Un armadio Rack contenente tutte le apparecchiature necessarie al corretto monitoraggio della produzione dell'intero campo fotovoltaico e il rilevamento di eventuali anomalie dei sottocampi.

- Un armadio Rack contenente tutte le apparecchiature necessarie al corretto funzionamento dell'impianto di videosorveglianza.
- Un sistema di condizionamento per mantenere costante la temperatura interna e garantire così il corretto funzionamento delle apparecchiature suddette.

Le dimensioni del container consentono l'eventuale installazione dei servizi igienici ed eventuali moduli da ufficio.

## **8. DESCRIZIONE DELLE LINEE ELETTRICHE E DEI CAVIDOTTI**

- CAVI ELETTRICI IN CORRENTE CONTINUA

I cavi utilizzati nella sezione in corrente continua presentano le seguenti caratteristiche:

- Tensione massima compatibile con quella del sistema elettrico;

Il dimensionamento dei cavi sarà dettato dall'esigenza di limitare la caduta di tensione e, quindi, le perdite percentuali sul lato corrente continua. Ai sensi della guida CEI 82-25, si deve limitare la caduta di tensione sul lato corrente continua sotto al 2%;

- Adatti per posa esterna (resistenza all'acqua, al gelo, al calore e agli agenti chimici);
- A seconda che i cavi siano esposti alla luce solare abbiamo:

Collegamenti da moduli fotovoltaici ai quadri di campo (o string box): saranno impiegati cavi solari, in grado di assicurare la funzionalità nel tempo anche in presenza di tratti irraggiati direttamente dalla luce solare.

Collegamenti da quadri campo (o string box) a inverter: si impiegheranno cavi di tipo tradizionale, in quanto sono solitamente non soggetti all'irraggiamento diretto da luce solare.

### **CAVI ELETTRICI IN ALTERNATA: MEDIA TENSIONE**

Per la particolare conformazione della Power Station, la tensione in uscita risulterà già in Media, pertanto cavi in AC in bassa tensione non saranno presenti.

La scelta della sezione del conduttore dei cavi MT dipende dalla corrente d'impiego e dalla portata effettiva del cavo in relazione al suo regime di funzionamento (regime permanente, ciclico o transitorio) ed alle sue condizioni di installazione (temperatura ambientale, modalità di posa, numero di cavi e loro raggruppamento, etc) (CEI 11-17).

I collegamenti di MT saranno realizzati in conformità allo schema elettrico unifilare mediante cavi con isolamento 18/30 KV con conduttore in alluminio ad isolamento solido.

### **TRACCIATI DI LINEA**

I tracciati per le linee elettriche in DC e AC saranno realizzati con idonee canalizzazioni interrato impiegando del tubo in PVC corrugato e saranno interconnesse tra loro con eventuali pozzetti ispezionabili. Quelle aeree saranno ancorate alla struttura di supporto, separando i vari sistemi elettrici che appartengono a categorie diverse.

Come detto in precedenza, il progetto è costituito da un impianto per una potenza totale di 34,0 MW.

Il percorso del cavidotto MT esterno all'impianto e di collegamento tra la cabina di raccolta e la stazione utente è stato già descritto in precedenza.

## **9. DISPOSITIVI DI SICUREZZA DELL'IMPIANTO**

### **PROTEZIONE DA CORTO CIRCUITI SUL LATO C.C. DELL'IMPIANTO**

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

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

Gli string Box sono provvisti di interruttore magnetotermico. Pertanto la protezione dai CC dell'impianto è assicurata da tali dispositivi.

### **PROTEZIONE DA CONTATTI ACCIDENTALI LATO C.C.**

Le tensioni continue sono particolarmente pericolose per la vita. Il contatto accidentale con una tensione superiore ai 400 V c.c., che è la tensione tipica delle stringhe, può avere conseguenze letali.

Per ridurre il rischio di contatti pericolosi il campo fotovoltaico lato corrente continua è assimilabile ad un sistema IT cioè flottante di terra. La separazione galvanica tra il lato corrente continua e il lato corrente alternata è garantito dalla presenza del trasformatore BT/MT. In tal modo, perché un contatto accidentale sia realmente



pericoloso, occorre che si entri in contatto contemporaneamente con entrambe le polarità del campo. Il contatto accidentale con una sola polarità non ha praticamente conseguenze, a meno che una delle polarità del campo non sia casualmente a contatto con la massa.

Per prevenire tale eventualità gli inverter sono muniti di un opportuno dispositivo di rilevazione degli squilibri verso massa, che ne provoca l'immediato spegnimento e l'emissione di una segnalazione di allarme.

### **PROTEZIONE CONTRO SCARICHE ATMOSFERICHE LATO C.C.**

Un campo fotovoltaico correttamente collegato a massa, non altera in alcun modo l'indice ceuranico della località di montaggio, e quindi la probabilità di essere colpito da un fulmine. I moduli fotovoltaici sono in alto grado insensibili alle sovratensioni atmosferiche, che invece possono risultare pericolose per le apparecchiature elettroniche di condizionamento della potenza.

Per ridurre i danni dovuti ad eventuali sovratensioni i quadri di parallelo stringhe sono muniti di varistori su entrambe le polarità dei cavi di uscita.

In caso di sovratensioni i varistori collegano una o entrambe le polarità dei cavi a massa e provocano l'immediato spegnimento gli inverter e l'emissione di una segnalazione di allarme.

### **PROTEZIONE SUL LATO C.A. DELL'IMPIANTO**

La limitazione delle correnti del campo fotovoltaico comporta analogia limitazione anche nelle correnti in uscita dagli inverter. Corti circuiti sul lato alternata dell'impianto sono tuttavia pericolosi perché possono provocare ritorni da rete di intensità non limitata.

L'interruttore MT in SF<sub>6</sub>, presente in cabina di parallelo, è equipaggiato con una protezione generale di massima corrente e una protezione contro i guasti a terra.

### **PREVENZIONE FUNZIONAMENTO IN ISOLA**

In accorto a quanto prescritto dalla normativa italiana sarà previsto, incorporato nell'inverter, un dispositivo per prevenire il funzionamento in isola dell'impianto.

Tale funzione è implementata anche nel Sistema di Protezione di Interfaccia (SPI).

## 10. IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra che verrà realizzato all'interno della centrale fotovoltaica, per ragioni di equipotenzialità, sarà unico sia per la bassa che per la media tensione.

L'impianto di terra sarà progettato in modo da soddisfare le seguenti prescrizioni:

- Avere sufficiente resistenza meccanica e resistenza alla corrosione;
- Essere in grado di sopportare, da un punto di vista termico, le più elevate correnti di guasto prevedibili;
- Evitare danni a elementi elettrici ed ai beni;
- Garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni che si manifestano sugli impianti di terra per effetto delle correnti di guasto a terra.

### CARATTERISTICHE

Il dispersore intenzionale del parco fotovoltaico, avrà una struttura orizzontale e verrà realizzato da uno o più anelli con nastro in acciaio zincato a caldo di dimensioni 30x3 mm, collegati tra loro (anello di terra primario), ai quali saranno collegati i pali d'infissione delle strutture porta modulo che diventeranno dispersori di fatto.

Ugualmente saranno collegati all'anello di terra primario:

- La rete di recinzione, il cancello d'ingresso e i plinti di fondazione;
- L'anello di terra di ogni tracker;
- L'anello di terra della cabina di parallelo;

In fase di dimensionamento, dell'impianto di terra, dovranno essere presi in considerazione:

- Valore della corrente di guasto a terra;
- Durata del guasto a terra;
- Caratteristica del terreno.

## 11. IMPIANTO DI VIDEOSORVEGLIANZA

Per la sorveglianza dell'impianto FV si è previsto un sistema di controllo del perimetro, e il controllo volumetrico della cabina di raccolta e della Control Room.

Controllo perimetrale con sistema di videosorveglianza a telecamere: il sistema di videosorveglianza complementare al sistema del cavo microforato sarà composto indicativamente da:



- Telecamere brandeggiabili auto-dome, dotate di zoom tipo Bosch della serie 500 o equivalente;
- Illuminatori ad infrarossi tipo Bosch Derwent o equivalente;
- Convertitori per collegare le telecamere con cavo UTP;
- Sistema di registrazione digitale tipo Bosch Divar XF o equivalente;
- Centrale di allarme.
- Controllo per cabine inverter e cabina di consegna Terna presso la stazione utente

Rivelatori a doppia tecnologia, con microonda/infrarosso, collegati alla centrale di controllo.

## **12. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE ESTERNA**

L'impianto FV è dotato di un sistema di illuminazione perimetrale normalmente spenta ed in grado di attivarsi su comando locale o su input di sorveglianza.

L'impianto di illuminazione sarà composta da:

- Pali conici zincati a caldo di altezza circa 3 mt, per l'illuminazione del perimetro completi di accessori quali asola per ingresso cavi, asola per morsettiera a conchiglia, morsettiera ad incasso con fusibile, portella da palo, bullone di messa a terra; L'altezza dei pali tiene conto anche della possibilità di installazione in zone dove c'è il rischio di ombreggiamenti sui moduli FV.

Per le lampade verranno impegnate:

- Lampade a LED a basso assorbimento di energia.