



MINISTERO DELLA  
TRANSIZIONE ECOLOGICA



REGIONE PUGLIA

COMUNE di MANFREDONIA

Progettazione e Coordinamento	Progettazione Elettromeccanica	<b>Ing. Giovanni Cis</b> Tel. 349 0737323 E-Mail: giovanni.cis@ingpec.eu				
Studio Ambientale	Progettazione Strutturale	<b>Ing. Leo Baldo Petitti</b> Tel. 329 1145542 E-Mail: leobaldo.petitti@ingpec.eu				
Studio Naturalistico	Dott. Forestale Lupo Corso Roma, 110 71121 Foggia E-Mail: luigilupo@libero.it	Studio Archeologico				
Studio Geologico	Dott. Pasquale G. Longo Via Pescasseroli 13 66100 Chieti	Studio Agronomico	Dott. N. D'Errico Via Goito 8 71017 Torremaggiore (FG)	Studio Idraulico	Ing. A.L. Giordano Tel. +39 346.6330966 - E-Mail: lauragiordano.ing@gmail.com	
				Studio Acustico	Arch. Marianna Denora Via Savona 3 70022 Altamura (BA)	
Proponente	<b>TE GREEN DEV 1</b> Vicolo Gumer 9, 39100 - BOLZANO (BZ) C.F. e P.IVA: 03048630218			EPC	 Via Monte Nero, 84 20135 Milano (MI) Tel. +39 0832 458918 - P.IVA 10813580965	
Opera	PROGETTO PER UN IMPIANTO DI PRODUZIONE AGROVOLTAICO INTEGRATO DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI MANFREDONIA (FG) IN LOCALITA' "BORGO FONTE ROSA"					
Oggetto	Folder MR4V6F8_Progetto definitivo.zip					
	Nome file MR4V6F8_PD_R09_Rev0_Disciplinare					
	Descrizione elaborato Disciplinare degli elementi tecnici del progetto				ELABORATO <b>R 09</b>	
00	Ottobre 2021	Emissione per progetto definitivo: presentazione V.I.A. statale		Ing. G. CIS	Ing. G. CIS	TE GREEN DEV 1
Rev.	Data	Oggetto della revisione:		Elaborazione	Verifica	Approvazione
Scala:						
Formato:	Codice Pratica	<b>MR4V6F8</b>				

## 1. DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DELL'IMPIANTO

Il presente documento rappresenta il Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici relativo al progetto per la realizzazione di un impianto fotovoltaico di produzione di energia da fonte solare di potenza di picco pari a **23,302 MWp** su tracker ad inseguimento mono-assiale (est-ovest) nel Comune di Manfredonia (Contrada "Macchia Rotonda"), integrato con un arboreto super-intensivo SHD 2.0 di numero **23.614** piante di olivo per la produzione di olio uniformemente distribuite su una superficie di **23,28 ha** e delle opere connesse ed infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto.

## 2. LOCALIZZAZIONE DEL SITO (MAPPA DI GOOGLE EARTH)

L'area di interesse è situata nel Comune di Manfredonia in provincia di Foggia su un terreno completamente pianeggiante. L'impianto fotovoltaico è raggiungibile da una strada adiacente alla SP70.



### 3. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

L'impianto sarà costituito da 39.832 moduli fotovoltaici, montati su inseguitori mono-assiali con orientamento nord-sud (chiamati anche tracker), uniformemente distribuiti su una superficie complessiva di circa 28 ha, per una potenza di picco complessiva dell'impianto pari a 23,302 MWp, che ipotizzando una insolazione media annua di 1900 ore darà luogo a una produzione totale lorda di circa pari a 44.279 MW/anno.

L'impianto sarà composto da n. 39.832 moduli, aventi potenza di picco 585Wp, e dimensione 1.135 mm x 2.448 mm, montati su strutture di sostegno ad inseguimento solare mono assiale. I moduli sono montati sulla struttura lungo il lato lungo su una sola fila, per una larghezza complessiva della superficie radiante di 2,02m; i moduli hanno la possibilità di ruotare nella direzione Est-Ovest secondo un angolo di inclinazione da +60° a -60° in modo da ottimizzare la produzione di energia elettrica.

La scelta progettuale, in questa fase autorizzativa, è ricaduta sull'inseguitore monoassiale Arctech Skysmart prodotto dalla NEXTracker-NX Gemini; in particolare sono state previste tre modularità standard di strutture, ciascuna con proprio gruppo di motorizzazione centrale: da 4, da 3 o da 2 stringhe con capacità di installazione rispettivamente di 104, 78 e 52 moduli fotovoltaici. Il gruppo di movimentazione è dotato di alimentazione propria ordinaria nonché di gruppo di accumulo dedicato.

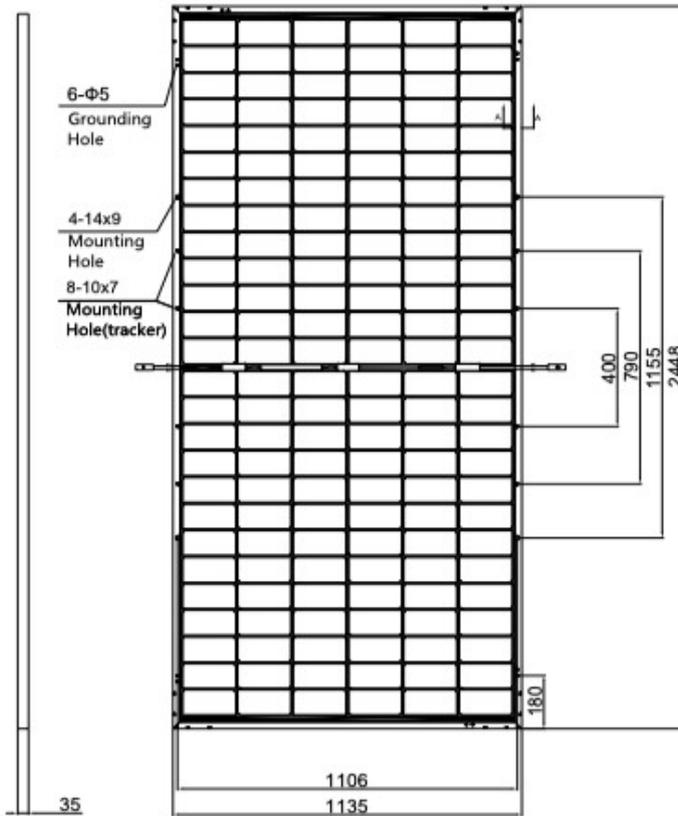
L'impianto Fotovoltaico sarà strutturato in 6 sotto-campi che fanno capo, mediante elettrodotti interrati in MT, ad una cabina di Raccolta da cui parte un elettrodotto dorsale MT a 20 kV per il collegamento dell'impianto alla sottostazione di trasformazione MT/AT. In ciascuno sotto-campo afferisce una propria cabina di trasformazione DC/AC e BT/MT.

#### 3.1 Pannelli fotovoltaici

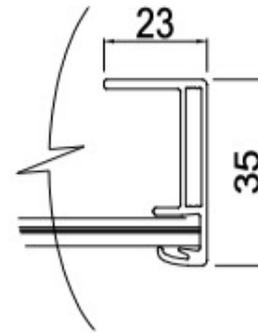
Il generatore fotovoltaico è costituito dai predetti 39.832 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino scelto fra le macchine tecnologicamente più avanzate presenti sul mercato, dotato di una potenza nominale pari a 585Wp, costruito da Canadian Solar, modello BiHiKu6 Mono CS6f-585MB-AG, basato sulla cella solare monocristallina Mono PERC caratterizzata da un'alta efficienza di conversione (fino al 21.1%), oltre ad essere caratterizzato da una perdita di efficienza annua molto bassa, quantificata dal costruttore in circa il 15% dopo 25 anni. In sede di progettazione definitiva, prezzi di mercato più o meno favorevoli potranno orientare la scelta verso altre tipologia di pannelli.

# ENGINEERING DRAWING (mm)

## Rear View



## Frame Cross Section A-A



## Mounting Hole

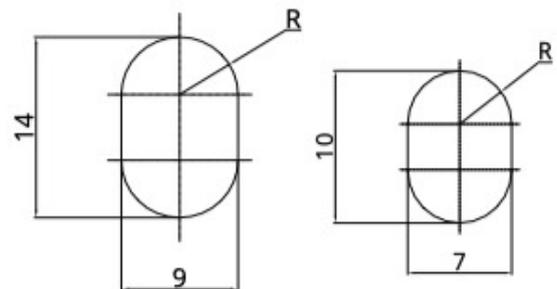
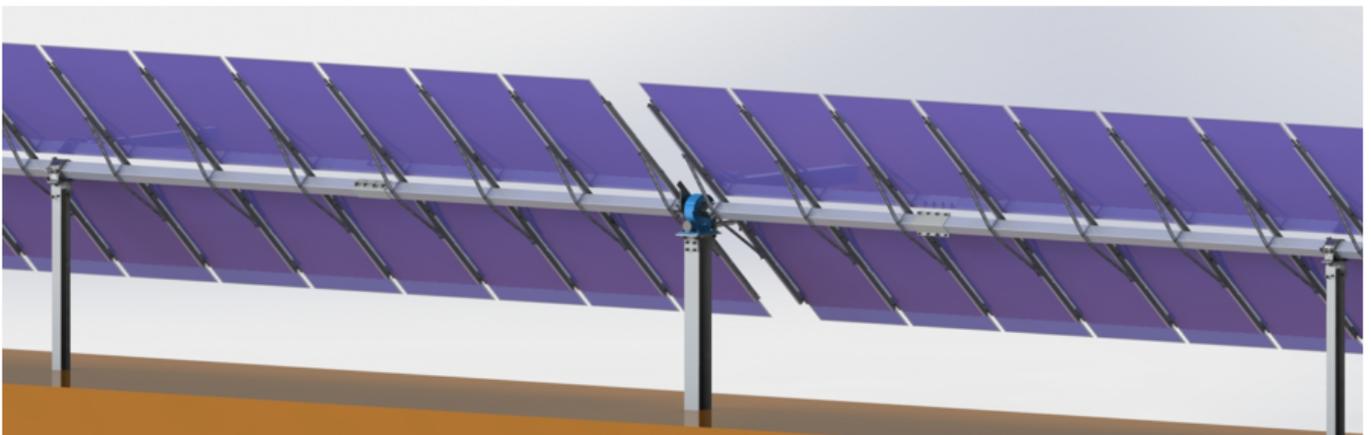


Fig. 2. Caratteristiche dimensionali del modulo fotovoltaico

### 3.2 Strutture di sostegno del generatore fotovoltaico (tracker)

I moduli fotovoltaici saranno installati su strutture ad inseguimento solare di tipo “mono-assiale” che girano attorno **ad asse polare** (la rotazione avviene attorno ad un asse parallelo all’asse di rotazione terrestre nord-sud) del tipo **NX Gemini** prodotto dalla **NEXTracker** che consente di realizzare gruppo ad inseguimento di lunghezza fino a 60m con un unico gruppo motorizzato centrale in corrente continua, alimentato da un sistema isolato costituito da un pannello fotovoltaico ed un gruppo di accumulo dedicato.



CONFIGURAZIONE D'IMPIANTO		
<b>Interdistanza (pitch) (I)</b>	[m]	9,0
<b>Lunghezza blocco ad inseguimento (L)</b>	[m]	60,4m / 45,4m / 30,3m
<b>Altezza minima dal terreno (D)</b>	[m]	0,80

*Tab. 1. Specifiche dimensioni macroscopiche del sistema tracker.*

Le file di inseguitori (TRACKER) saranno collocate ad una pitch di 9,0m, che rappresenta un compromesso tra le esigenze di massimizzare la producibilità specifica (all'aumentare della distanza si riducono gli ombreggiamenti reciproci) e quella di massimizzare la potenza di picco installata.

### 3.3 Collegamenti elettrici nel campo fotovoltaico

Il collegamento elettrico tra i singoli moduli è del tipo "in serie", in maniera tale da formare una stringa di 26 moduli: tale collegamento avverrà mediante i cavi in dotazione ai singoli moduli, ed impiego di cavi "solari", ubicati sul retro della struttura portante. 24 stringhe verranno fatte confluire in un quadro di stringa (o stringbox), mentre un max di 11 stringbox verranno connesse agli inverter.

### 3.4 Inverter solare + trasformatore (MEGASTATION)

Nelle 6 cabine da 3125 kVA è previsto l'impiego SUNGROW modello SG3125HV-MV che presenta caratteristiche:

- max tensione in ingresso 1500 V
- max corrente in regime MPPT 3997 A
- range di tensione MPPT 875-1300 V
- numero ingressi DC 18-24
- n° inseguitori indipendenti 1
- tensione nominale AC 3125 kVA a 50°C 600 V
- max corrente in uscita 3308 A
- max distorsione armonica 3%

L'inverter è in esecuzione stagna, dimensioni 6.058\*2.896\*2.438 mm, e integra sezionatori di ingresso lato DC, diodi anti inversione di polarità, fusibili di stringa, scaricatori lato DC e lato AC, filtri e protezione dei guasti contro terra. In uscita AC è previsto un interruttore automatico che assume la funzione di DDG.

### **3.5 Riepilogo costituzione impianto fotovoltaico**

In definitiva l'impianto fotovoltaico sarà caratterizzato da:

1. ~~39.832~~ 39.832 moduli fotovoltaici della potenza di 585Wp cadauno;
2. 6 Megastation
3. 1.267 stringhe da 26 moduli cadauna;
4. 53 cassette di stringa (stringbox);
5. 1 elettrodotto dorsale per la connessione alla RTN.
6. 1 cabina di raccolta
7. piantumazione di 23.614 piante di olivo da olio
8. n.1 impianto di irrigazione

### **3.6 Descrizione tecnica della connessione alla rete TERNA**

La proponente TE GREEN DEV1 S.r.l. ha ottenuto Preventivo di Connessione dal Gestore di rete TERNA SpA, la cui STMG prevede la connessione in antenna a 150kV sulla Stazione Elettrica (SE) a della RTN Manfredonia, stabilendo altresì la necessità di condivisione dello Stallo in Stazione con altri operatori di impianti di produzione.

### **3.8 Descrizione delle opere**

A servizio dell'impianto fotovoltaico si prevede la realizzazione delle seguenti opere:

- Impianto di produzione di energia elettrica solare fotovoltaica;
- Trasformazione dell'energia elettrica BT/MT;
- Impianto di connessione alla rete elettrica MT;
- Realizzazione di cabine di contenimento delle apparecchiature di media tensione per la ricezione delle condutture in media tensione provenienti dal campo fotovoltaico, distribuzione elettrica in bassa tensione interna al campo fotovoltaico;
- Impianto elettrico al servizio dei manufatti trasformazione;

- Impianto di alimentazione utenze in continuità tramite UPS.
- Impianti di servizio: illuminazione ordinaria locali tecnici ed illuminazione esterna;
- Impianti di servizio: impianto di allarme (antintrusione);
- Videosorveglianza;
- Impianto di terra.

Più specificatamente l'impianto comprenderà la realizzazione delle seguenti opere:

- Realizzazione di una cabina principale di distribuzione interna al campo fotovoltaico in media tensione 20 kV;
- Posa in opera dei quadri generali in MT;
- Posa in opera dei quadri elettrici in MT e BT;
- Posa in opera dei quadri elettrici di campo in corrente continua con tensione massima fino a 1.500V;
- Realizzazione di tutte le condutture principali di distribuzione elettrica in uscita dai Quadri Generali ed alimentanti i vari quadri/utenze;
- Realizzazione degli impianti elettrici di illuminazione e distribuzione F.M. relativi ai cabinati comprensivi di corpi illuminanti, prese, condutture di alimentazione e relative opere murarie;
- Realizzazione dell'impianto di illuminazione di sicurezza costituito da corpi illuminanti a led e dalle relative condutture di alimentazione;
- Esecuzione delle opere di assistenza muraria e dei cunicoli relativi alle cabine elettriche previste;
- Posa della conduttura di alimentazione principale e per il dispersore di terra, comprensivi della fornitura e posa in opera di pozzetti in c.a. con chiusino carrabile (ove previsto);
- Realizzazione dell'impianto di terra ed equipotenziale costituito da un sistema misto con picchetti e corda di rame lungo il perimetro dell'edificio, dotato di collettori di terra, e le connessioni dai conduttori di terra ai conduttori di protezione ed equipotenziali e da tutti i collegamenti PE ed equipotenziali;
- Realizzazione dell'impianto di videosorveglianza comprensivo della centrale, delle videocamere disposte nel perimetro di impianto, dei pali di sostegno e delle condutture ad essi relativi;

- Realizzazione di una sistema di comunicazione tramite fibra ottica e/o rame per la trasmissione dei dati di controllo e gestione dell'impianto fotovoltaico nonché dei segnali di videosorveglianza ed allarme. Tale sistema interconetterà principalmente tutte le cabine di campo, la cabina di distribuzione e le telecamere.

#### 4. SPECIFICHE TECNICHE PER LE OPERE ELETTRICHE DICAMPO

L'impianto funzionerà in parallelo alla rete di trasmissione in alta tensione. Nel suo complesso è costituito da un insieme di tracker e dalle infrastrutture tecniche necessarie alla conversione DC/AC della potenza generata dall'impianto e dalla sua connessione alla rete.

L'ottimizzazione dell'efficienza di produzione di energia elettrica è realizzata mediante orientamento dinamico dei moduli FV mediante tracker mono-assiali ad inseguimento solare (est-ovest).

L'impianto è di tipo grid-connected ed è collegato alla rete elettrica con una connessione "trifase in alta tensione".

##### 4.1 Descrizione della centrale fotovoltaica

Il generatore fotovoltaico (dal punto di vista elettrico) è costituito da:

- Moduli fotovoltaici;
- Stringbox;
- Inverter.
- Megastation, costituite a loro volta da:
  - Quadro Quadro Generale bt di cabina di trasformazione (Skid);
  - Trasformatore di potenza bt/MT;
  - Quadro di media tensione MT;
  - Quadro servizi ausiliari di bt;
  - Trasformatore bt/bt per alimentazione degli ausiliari di cabina;
  - Sistema di dissipazione del calore e controllo temperatura ambiente di cabina;
  - Misura di potenza, energia, parametri metereologici e Performance dell'impianto;
    - Apparecchiature di misura;
    - Misure dell'irraggiamento solare e della temperatura di lavoro dei moduli;
    - Valutazione delle prestazioni degli impianti fotovoltaici in fase di avvio dell'impianto;
    - Valutazioni delle prestazioni di energia;
    - Valutazioni delle prestazioni di potenza;

- Nuovi indicatori normalizzati di prestazioni di impianti fotovoltaici;
- Verifica delle prestazioni in corrente continua di un generatore fotovoltaico;
- Sistema SCADA ed RTU e telecontrollo;
- Cavi di controllo e TLC;
- Sistema di sicurezza antintrusione;
- Cavi di potenza MT e bt;
- Rete di terra e sovratensioni impianto fotovoltaico;
- Impianto di illuminazione;

## 4.2 Moduli Fotovoltaici

### 4.2.1 Caratteristiche elettriche e Meccaniche dei moduli per impianti fotovoltaici fissi

I moduli fotovoltaici saranno scelti in modo da avere valori di efficienza tali da minimizzare i costi proporzionali all'area dell'impianto nonché in funzione dei requisiti funzionali, strutturali ed architettonici richiesti dall'installazione stessa e avranno caratteristiche elettriche, termiche e meccaniche:

- certificazione TUV su base IEC 61215;
- certificazione TUV su base IEC 61730;
- cavi precablati e connettori rapidi tipo MC4;
- certificazione IP67 della scatola di giunzione.

Ciascun modulo deve essere accompagnato da un data-sheet e da una targhetta che sottoposta a foto e termo-degradazione, possa durare nel tempo apposto sopra il modulo fotovoltaico, riportante le principali caratteristiche del modulo stesso, secondo la Norma CEI EN 50380. I moduli saranno provvisti di cornice, tipicamente in alluminio, che oltre a facilitare le operazioni di montaggio e permettere una migliore distribuzione degli sforzi sui bordi del vetro, costituisce una ulteriore barriera all'infiltrazione di acqua.

### 4.2.2 Caratteristiche principali del generatore fotovoltaico

L'impianto fotovoltaico, di potenza pari a circa 23,302 MWp, verrà realizzato mediante l'installazione dei moduli fotovoltaici su strutture ad inseguimento (tracker monoassiali Est-Ovest).

L'impianto verrà strutturato in 6 sottocampi, ciascuno servito da 1 Megastation con il compito di convertire la corrente continua in corrente alternata (inverter 1500 Vdc) e di elevare, per mezzo di un trasformatore in olio, la tensione fino a 20 kV per la successiva distribuzione MT fino alla cabina di consegna.

### 4.2.3 Dati costruttivi dei moduli identificati in progetto

Il pannello è basato sulla cella solare monocristallina Mono PERC caratterizzata da un'alta efficienza di conversione (fino al 21,1%), oltre ad essere caratterizzato da una perdita di efficienza annua molto bassa,

quantificata dal costruttore in circa il 15% dopo 25 anni.

Di seguito il riepilogo dei principali dati costruttivi dei moduli identificati in progetto.

MODULO		BiHiku6 Mono CS6Y-585MB – AG
Potenza massima (Pmax)	[W]	585
Tensione MPP (Vmpp)	[V]	44,4
Corrente MPP (Impp)	[A]	13,18
Tensione a vuoto (Voc)	[V]	53,4
Corrente corto circuito (Isc)	[A]	13,92
Rendimento dei moduli	[%]	21,1
Temperatura di esercizio	[°C]	-40 ~ +85
Massima tensione di sistema	[V]	1500
Massima corrente inversa	[A]	20
Tolleranza della potenza (%)	[%]	± 3
<b>Celle</b>		156
<b>Tipo delle celle</b>		Monocristallino
<b>Misura delle celle</b>		156 x 156 mm
<b>Barre collettrici delle celle</b>		
<b>Dimensioni (L x P x H)</b>		2.448 x 1135 x 25
<b>Massimo carico</b>		Neve: 5.400Pa
		Vento: 2400 Pa
<b>Peso</b>	24 kg	
<b>Tipo di connettore</b>	MC4	
<b>Scatola di giunzione</b>	IP68 con 3 diodi di bypass	
<b>Cavo di connessione (L)</b>	2 x4mmq, 300 mm	
<b>Copertura frontale</b>	Vetro anti riflesso 3.2mm temperato alta trasmissione	
<b>Telaio</b>	Alluminio anodizzato classe 2	

Il modulo fotovoltaico avrà inoltre le seguenti principali caratteristiche:

- Almeno 10 anni di garanzia del prodotto da difetti di materiali e lavorazione;
- 25 anni di garanzia del rendimento non inferiore al 80 %;
- 12 anni di garanzia del rendimento non inferiore al 90 %;
- Telaio in alluminio anodizzato in grado di soddisfare i più alti standard qualitativi in fatto di stabilità e resistenza alla corrosione.
- Vetro temperato frontale antiriflesso in grado di garantire l'adeguatezza ai più severi standard meccanici ed elettrici;
- Certificati: IEC 61215 & IEC 61730-2 IEC 61701, IEC 62716, IEC 62084 [maxvoltage: 1500Vdc – application Class A];
- OHSAS 18001:2007 - UNI EN ISO 14001:2004;
- Il fornitore dei moduli dovrà aderire ad un consorzio di riciclo e dovrà dichiarare il nome del



# BiHiKu6 Mono

**BIFACIAL MONO PERC**

**565 W ~ 585 W**

**UP TO 30% MORE POWER FROM THE BACK SIDE**

**CS6Y-565 | 570 | 575 | 580 | 585MB-AG**



## MORE POWER

-  Module power up to 585 W  
Module efficiency up to 21.1 %
-  Lower LCOE & BOS cost,  
cost effective product for utility power plant
-  Comprehensive LID / LeTID mitigation  
technology, up to 50% lower degradation
-  Compatible with mainstream trackers
-  Better shading tolerance

## MORE RELIABLE

-  Minimizes micro-crack impacts
-  Heavy snow load up to 5400 Pa,  
wind load up to 2400 Pa\*

**12**  
Years  
**Enhanced Product Warranty on Materials  
and Workmanship\***

**30**  
Years  
**Linear Power Performance Warranty\***

**1<sup>st</sup> year power degradation no more than 2%**  
**Subsequent annual power degradation no more than 0.45%**

\*According to the applicable Canadian Solar Limited Warranty Statement.

## MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES\*

ISO 9001:2015 / Quality management system  
ISO 14001:2015 / Standards for environmental management system  
OHSAS 18001:2007 / International standards for occupational health & safety

## PRODUCT CERTIFICATES\*

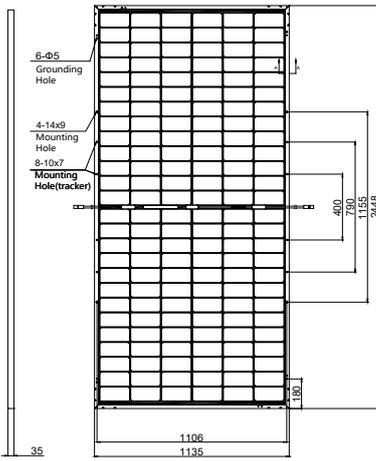
\* As there are different certification requirements in different markets, please contact your local Canadian Solar sales representative for the specific certificates applicable to the products in the region in which the products are to be used.

**CANADIAN SOLAR INC.** is committed to providing high quality solar products, solar system solutions and services to customers around the world. No. 1 module supplier for quality and performance/price ratio in IHS Module Customer Insight Survey. As a leading PV project developer and manufacturer of solar modules with over 40 GW deployed around the world since 2001.

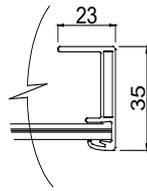
\* For detailed information, please refer to the Installation Manual.

## ENGINEERING DRAWING (mm)

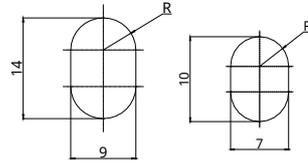
### Rear View



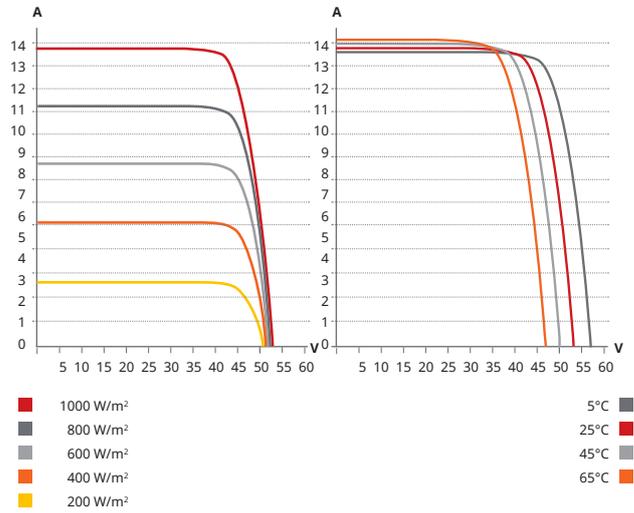
### Frame Cross Section A-A



### Mounting Hole



## CS6Y-570MB-AG / I-V CURVES



## ELECTRICAL DATA | STC\*

	Nominal Max. Power (Pmax)	Opt. Operating Voltage (Vmp)	Opt. Operating Current (Imp)	Open Circuit Voltage (Voc)	Short Circuit Current (Isc)	Module Efficiency
<b>CS6Y-565MB-AG</b>	565 W	43.6 V	12.96 A	52.6 V	13.72 A	20.3%
<b>Bifacial Gain**</b>						
5%	593 W	43.6 V	13.61 A	52.6 V	14.41 A	21.3%
10%	622 W	43.6 V	14.27 A	52.6 V	15.09 A	22.4%
20%	678 W	43.6 V	15.55 A	52.6 V	16.46 A	24.4%
30%	735 W	43.6 V	16.86 A	52.6 V	17.84 A	26.5%
<b>CS6Y-570MB-AG</b>	570 W	43.8 V	13.02 A	52.8 V	13.77 A	20.5%
<b>Bifacial Gain**</b>						
5%	599 W	43.8 V	13.68 A	52.8 V	14.46 A	21.6%
10%	627 W	43.8 V	14.32 A	52.8 V	15.15 A	22.6%
20%	684 W	43.8 V	15.62 A	52.8 V	16.52 A	24.6%
30%	741 W	43.8 V	16.93 A	52.8 V	17.9 A	26.7%
<b>CS6Y-575MB-AG</b>	575 W	44.0 V	13.07 A	53.0 V	13.82 A	20.7%
<b>Bifacial Gain**</b>						
5%	604 W	44.0 V	13.73 A	53.0 V	14.51 A	21.7%
10%	633 W	44.0 V	14.39 A	53.0 V	15.20 A	22.8%
20%	690 W	44.0 V	15.68 A	53.0 V	16.58 A	24.8%
30%	748 W	44.0 V	16.99 A	53.0 V	17.97 A	26.9%
<b>CS6Y-580MB-AG</b>	580 W	44.2 V	13.13 A	53.2 V	13.87 A	20.9%
<b>Bifacial Gain**</b>						
5%	609 W	44.2 V	13.79 A	53.2 V	14.56 A	21.9%
10%	638 W	44.2 V	14.44 A	53.2 V	15.26 A	23.0%
20%	696 W	44.2 V	15.76 A	53.2 V	16.64 A	25.0%
30%	754 W	44.2 V	17.07 A	53.2 V	18.03 A	27.1%
<b>CS6Y-585MB-AG</b>	585 W	44.4 V	13.18 A	53.4 V	13.92 A	21.1%
<b>Bifacial Gain**</b>						
5%	614 W	44.4 V	13.84 A	53.4 V	14.62 A	22.1%
10%	644 W	44.4 V	14.51 A	53.4 V	15.31 A	23.2%
20%	702 W	44.4 V	15.82 A	53.4 V	16.70 A	25.3%
30%	761 W	44.4 V	17.14 A	53.4 V	18.10 A	27.4%

\* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m<sup>2</sup>, spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

\*\* Bifacial Gain: The additional gain from the back side compared to the power of the front side at the standard test condition. It depends on mounting (structure, height, tilt angle etc.) and albedo of the ground.

## ELECTRICAL DATA

Operating Temperature	-40°C ~ +85°C
Max. System Voltage	1500 V (IEC/UL) or 1000 V (IEC/UL)
Module Fire Performance	TYPE 3 (UL 61730) or CLASS C (IEC61730)
Max. Series Fuse Rating	30 A
Application Classification	Class A
Power Tolerance	0 ~ +10 W
Power Bifaciality*	70 %

\* Power Bifaciality =  $P_{max, rear} / P_{max, front}$ , both  $P_{max, rear}$  and  $P_{max, front}$  are tested under STC, Bifaciality Tolerance: ± 5 %

\* The specifications and key features contained in this datasheet may deviate slightly from our actual products due to the on-going innovation and product enhancement. Canadian Solar Inc. reserves the right to make necessary adjustment to the information described herein at any time without further notice. Please be kindly advised that PV modules should be handled and installed by qualified people who have professional skills and please carefully read the safety and installation instructions before using our PV modules.

## ELECTRICAL DATA | NMOT\*

	Nominal Max. Power (Pmax)	Opt. Operating Voltage (Vmp)	Opt. Operating Current (Imp)	Open Circuit Voltage (Voc)	Short Circuit Current (Isc)
<b>CS6Y-565MB-AG</b>	423 W	40.8 V	10.37 A	49.6 V	11.06 A
<b>CS6Y-570MB-AG</b>	427 W	41.0 V	10.42 A	49.8 V	11.10 A
<b>CS6Y-575MB-AG</b>	430 W	41.2 V	10.45 A	50.0 V	11.14 A
<b>CS6Y-580MB-AG</b>	434 W	41.4 V	10.49 A	50.2 V	11.18 A
<b>CS6Y-585MB-AG</b>	438 W	41.6 V	10.53 A	50.4 V	11.23 A

\* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m<sup>2</sup>, spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

## MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Mono-crystalline
Cell Arrangement	156 [2x (13 x 6)]
Dimensions	2448 x 1135 x 35 mm (96.4 x 44.7 x 1.38 in)
Weight	35.1 kg (77.4 lbs)
Front / Back Glass	2.0 mm heat strengthened glass
Frame	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP68, 3 diodes
Cable	4.0 mm <sup>2</sup> (IEC), 12 AWG (UL)
Cable Length (Including Connector)	400 mm (15.7 in) (+) / 280 mm (11.0 in) (-) or customized length*
Connector	T4 series or H4 UTX or MC4-EVO2
Per Pallet	30 pieces
Per Container (40' HQ)	540 pieces

\* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

## TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.35 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.27 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	41 ± 3°C

## PARTNER SECTION



## CANADIAN SOLAR INC.

545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, [www.canadiansolar.com](http://www.canadiansolar.com), [support@canadiansolar.com](mailto:support@canadiansolar.com)

consorzio a cui aderisce;

- Marcatura CE.

I moduli saranno connessi in serie tra loro, in modo da formare stringhe da 26 moduli, per mezzo di cavi con conduttori in rame isolati in EPR, con tensione di isolamento 1500 Vdc e idonei per la posa fissa in ambiente esterno e soprattutto resistenti alla radiazione solare (Cavi tipo H1Z2Z2-K (ex FG21M21) – c.d. “cavi solari”). Come sopra accennato, ciascuna stringa è quindi collegata direttamente ad uno degli ingressi delle sezioni MPPT degli inverter come dettagliato negli schemi elettrici riportati nelle tavole grafiche.

I moduli saranno inoltre fissati alle strutture di sostegno ad inseguimento mediante viti e dadi anti effrazione.

### 4.3 Quadri parallelo di stringa

Verranno impiegati dei quadri di parallelo stringa.

I vari quadri di parallelo stringa posti in campo, ai quali saranno connesse le stringhe, conterranno un sezionatore generale e, come protezione per le stringhe stesse, opportuni fusibili nel rispetto delle norme impiantistiche (CEI 64-8, CEI 82-25 v.3).

Esso sarà inoltre dotato delle apparecchiature necessarie per il monitoraggio delle stringhe ad esso afferenti e di uno scaricatore di sovratensione (SPD).

Infine una porta di uscita seriale RS485 permetterà il suo collegamento al sistema generale di telecontrollo.

L'impianto prevede, nel complesso, n. 53 Quadri di Stringa che effettuano il parallelo delle stringhe.

I quadri sono realizzati in materiale isolante idonei per installazione all'esterno con grado di protezione IP 65.

Ogni quadro di stringa sarà dotato dei seguenti organi di sezionamento e/o protezione:

▪ Sull'arrivo delle stringhe:

- un fusibile di protezione da 12A per ogni stringa, laddove vi sono stringhe in parallelo vi sarà un fusibile da 20A;

- un sensore di corrente per ogni stringa;

- convertitori e alimentatore.

▪ Sulla partenza:

- un sezionatore di carico bipolare.

I quadri di stringa saranno installati il più vicino possibile alle stringhe e collegati agli inverter modulari mediante cavi di adeguata sezione posati in cavidotti interrati.

### 4.4 Inverter

Nell'impianto in progetto sono previsti inverter SUNGROWPOWER **3125HV-MV-30** le cui caratteristiche sono riportate di seguito (scheda tecnica allegata nella pagina seguente):

Type designation	SG3125HV-MV-30
<b>Input (DC)</b>	
Max. PV input voltage	1500 V
Min. PV input voltage / Startup input voltage	875 V / 915 V
MPP voltage range	875 – 1300 V
No. of independent MPP inputs	2
No. of DC inputs	16 / 18 / 22 / 24 / 28 (max. 24 for floating system)
Max. PV input current	3997 A
Max. DC short-circuit current	10000 A
PV array configuration	Negative grounding or floating
<b>Output (AC)</b>	
AC output power	3125 kVA @ 50 °C / 3437 kVA @ 45 °C
Max. inverter output current	3308 A
AC voltage range	20 kV – 35 kV
Nominal grid frequency / Grid frequency range	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz
Harmonic (THD)	< 3 % (at nominal power)
Power factor at nominal power / Adjustable power factor	> 0.99 / 0.8 leading – 0.8 lagging
Feed-in phases / AC connection	3 / 3-PE

Gli inverter saranno dotati di un sistema di diagnostica interna in grado di inibire il funzionamento in caso di malfunzionamento, e devono essere dotati di sistemi per la riduzione delle correnti armoniche, sia sul lato CA e CC. Gli inverter saranno dotati di marcatura CE.

Gli inverter dovranno rispettare i seguenti standard principali: EN 50178; IEC/EN 62109-1; IEC/EN 62109 2; IEC/EN61000-6-2; IEC/EN61000-6-4; IEC 62109-1; IEC 62109-2; IEC/EN61000-3-11; IEC/EN61000-3-12; IEC/EN61000-3 series; IEC/EN61000-6 series; Annexes A68 e A70 TERNA.

La parte di trasformazione inclusa nello stesso cabinato ha le seguenti caratteristiche:

## Turnkey Station for 1500 Vdc System MV Transformer Integrated



### HIGH YIELD

- Advanced three-level technology, max. inverter efficiency 99%
- Effective cooling, full power operation at 50 °C

### SMART O&M

- Integrated zone monitoring and MV parameters monitoring function for online analysis and trouble shooting
- Modular design, easy for maintenance
- Convenient external touch screen

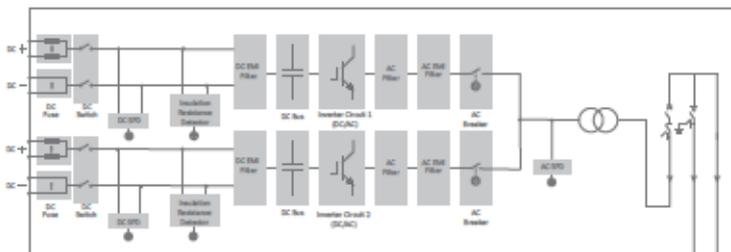
### SAVED INVESTMENT

- Low transportation and installation cost due to 20-foot container design
- DC 1500V system, low system cost
- Integrated MV transformer, switchgear, and LV auxiliary power supply
- Q at night function optional

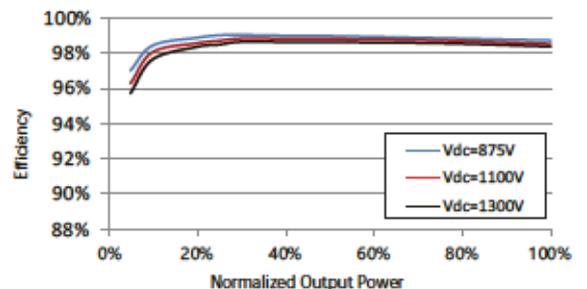
### GRID SUPPORT

- Compliance with standards: IEC 61727, IEC 62116
- Low/High voltage ride through (L/HVRT)
- Active & reactive power control and power ramp rate control

### CIRCUIT DIAGRAM



### EFFICIENCY CURVE (SG3125HV-30)



Type designation	SG3125HV-MV-30
<b>Input (DC)</b>	
Max. PV input voltage	1500 V
Min. PV input voltage / Startup input voltage	875 V / 915 V
MPP voltage range	875 – 1300 V
No. of independent MPP inputs	2
No. of DC inputs	16 / 18 / 22 / 24 / 28 (max. 24 for floating system)
Max. PV input current	3997 A
Max. DC short-circuit current	10000 A
PV array configuration	Negative grounding or floating
<b>Output (AC)</b>	
AC output power	3125 kVA @ 50 °C / 3437 kVA @ 45 °C
Max. inverter output current	3308 A
AC voltage range	20 kV – 35 kV
Nominal grid frequency / Grid frequency range	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz
Harmonic (THD)	< 3 % (at nominal power)
Power factor at nominal power / Adjustable power factor	> 0.99 / 0.8 leading – 0.8 lagging
Feed-in phases / AC connection	3 / 3-PE
<b>Efficiency</b>	
Inverter max. efficiency	99.0%
Inverter European efficiency	98.7%
<b>Transformer</b>	
Transformer rated power	3125 kVA
Transformer max. power	3437 kVA
LV / MV voltage	0.6 kV / (20 – 35) kV
Transformer vector	Dy11
Transformer cooling type	ONAN (Oil-natural, air-natural)
Oil type	Mineral oil (PCB free) or degradable oil on request
<b>Protection &amp; Function</b>	
DC input protection	Load break switch + fuse
Inverter output protection	Circuit breaker
AC MV output protection	Circuit breaker
Surge protection	DC Type I + II / AC Type II
Grid monitoring / Ground fault monitoring	Yes / Yes
Insulation monitoring	Yes
Overheat protection	Yes
Q at night function	Optional
<b>General Data</b>	
Dimensions (W*H*D)	6058 * 2896 * 2438 mm
Weight	15 T
Degree of protection	Inverter: IP55 (optional: IP65) / Others: IP54
Auxiliary power supply	5 kVA (optional: max. 40 kVA)
Operating ambient temperature range	-35 to 60 °C (> 50 °C derating)      -35 to 60 °C (> 45 °C derating)
Allowable relative humidity range	0 – 100 %
Cooling method	Temperature controlled forced air cooling
Max. operating altitude	1000 m (standard) / > 1000 m (optional)
Display	Touch screen
Communication	Standard: RS485, Ethernet; Optional: optical fiber
Compliance	CE, IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116
Grid support	Q at night (Optional), L/HVRT, active & reactive power control and power ramp rate control

Transformer	
Transformer rated power	3125 kVA
Transformer max. power	3437 kVA
LV / MV volatage	0.6 kV / (20 – 35) kV
Trnsformer vector	Dy11
Transformer cooling type	ONAN (Oil-natural, air-natural)
Oil type	Mineral oil (PCB free) or degradable oil on request
Protection & Function	
DC input protection	Load break switch + fuse
Inverter output protection	Circuit breaker
AC MV output protection	Circuit breaker
Surge protection	DC Type I + II / AC Type II
Grid monitoring / Ground fault monitoring	Yes / Yes
Insulation monitoring	Yes
Overheat protection	Yes
Q at night function	Optional

In ogni megastation sarà presente un quadro generale di bassa tensione (Power Center) in AC su cui si attestano le linee, trifase con neutro, in bt provenienti dai diversi inverter. Il quadro avrà una tensione nominale di esercizio di 800 Vac e corrente nominale di impiego pari a 2500 A indipendentemente dalla potenza del trasformatore; ciò al fine di standardizzare il più possibile le apparecchiature di bt utilizzate. Il quadro sarà rispondente alla norma EN 61439-1 (CEI 17-113) " Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Regole generali" e la EN 61439-2 (CEI 17- 114), " Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 2: Quadri di potenza ".

Il quadro di potenza che permette una semplice connessione degli Inverter al trasformatore elevatore bt/MT comprende al suo interno i TA ed i TV per la lettura fiscale dell'energia prodotta. Gli interruttori da installare saranno provvisti di idonee caratteristiche già indicate negli schemi di progetto. Le dotazioni minime saranno:

- Apparecchiature motorizzate per consentire il comando automatico e/o da remoto;
- Apparecchiature con sganciatori elettronici per consentire una regolazione fine e quindi consentire di impostare una adeguata selettività verticale e orizzontale delle apparecchiature ovvero anche una protezione logica;
- Apparecchiature con logica collegabile in rete mediante MODBUS o sistemi di comunicazione analoga, per consentire la supervisione del loro stato ovvero di estrapolare i suoi parametri da visualizzare in remoto mediante il sistema SCADA o RTU;
- Monitoraggio e comando remoto via RS485;
- Modulo misure su interruttore motorizzato, TA e TV di misura energia prodotta.

#### 4.5 Trasformatore di potenza bt/MT.

All'interno di ciascuna megastation, sarà presente un trasformatore di tensione necessario per elevare la tensione da 0,8 kV a 20 kV; il trasformatore fa parte del sistema costruttivo prefabbricato della cabina di trasformazione medesima.

Il trasformatore sarà adatti per l'installazione in impianti fotovoltaici e, come regola generale, sarà di tipo in resina con potenze nominali da 3800 kVA. Esso dovrà essere progettato e dimensionato per tener in considerazione la presenza di armoniche di corrente prodotte dai convertitori. A tal fine, il trasformatore non potrà avere a vuoto e perdite superiori al 110% delle perdite nominali. Il trasformatore sarà del tipo con raffreddamento ad aria naturale, per installazione interna, e sarà dotato di un sistema di ventilazione forzata per migliorare la dissipazione del calore.

La misura dell'energia prodotta viene effettuata da un contatore che deve essere in grado di rilevare l'energia prodotta su base oraria ed essere dotato di un dispositivo per l'interrogazione ed acquisizione per via

telematica delle misure da parte del gestore di rete.

La misura dell'energia scambiata con la rete e di quella assorbita dai servizi ausiliari di cabina e in genere effettuata da un unico contatore elettronico bidirezionale ed il sistema di misura deve essere di tipo orario e di tipo MID.

La valutazione delle prestazioni degli impianti fotovoltaici in fase di normale esercizio viene effettuata con le modalità indicate nella Norma CEI EN 61724, cioè determinando il fattore di prestazione PR (in un dato periodo giornaliero, mensile o annuale).

In particolare si riportano di seguito le modalità di valutazione delle prestazioni che verranno attuate nelle fasi di avvio ed esercizio dell'impianto.

#### 4.6 Cabina di Raccolta e smistamento.

L'impianto sarà dotato di una cabina di raccolta e smistamento che raccoglierà le linee MT 20 kV relative alla distribuzione elettrica interna al campo fotovoltaico.

Le linee elettriche ora citate si attesteranno su un quadro MT a semplice sistema di sbarre, in esecuzione protetta e dovrà essere del tipo a resistenza d'arco interno, con isolamento in gas ed esente da manutenzione; esso sarà del tipo assemblato, verificato e collaudato in fabbrica mediante le prove di tipo come previste dalle norme specifiche di prodotto. Il quadro sarà conforme alla norma/standard iec 62271-200. La capsula di contenimento delle apparecchiature primarie del quadro di media sarà in atmosfera sf6; sarà classificata come "sistema in pressione sigillato" in accordo con lo standard iec [sealed pressure system according to iec 62271-1 clause 3.6.6.4]; essa è sigillata per il suo intero ciclo di vita.

Al suo interno dovranno essere presenti i TA ed i TV di protezione ed eventualmente anche fiscali per la lettura fiscale dell'energia prodotta nonché il relativo contatore fiscale MID.

Le caratteristiche tecniche del Quadro di Media Tensione sono elencate nella seguente tabella:

TENSIONI	
Tensione nominale [Rated voltage]	20 kV
Tensione massima d'esercizio [Operating voltage]	20 kV
Tensione ad impulso [Rated lightning impulse withstand voltage]	50kV
Frequenza nominale [Rated frequency]	50 Hz
CORRENTI DI CORTOCIRCUITO	
Corrente di cortocircuito [Rated short-time withstand current] Ik	20 kA
Durata del cortocircuito [Rated duration of short-circuit]	3 s
Corrente di cortocircuito di picco [Rated peak withstand current] Ip	63 kA
CORRENTE NOMINALE	

Corrente nominale degli interruttori	1250 A; 630 A
(*) I dati indicati in tabella sono suscettibili di variazioni secondo lo standard del fornitore	

La cabina di raccolta sarà realizzata con due strutture in acciaio prefabbricato di tipologia standard (c.d. shelter) ciascuna delle seguenti dimensioni (40'):

Larghezza: 2,44 m

Lunghezza: 13,72 m

Altezza: 2,85 m

Superficie complessiva: 31,68 m<sup>2</sup>

Delle due strutture, una sarà internamente divisa in 4 locali destinati ad ospitare: gruppo elettrogeno; TSA; quadri bt in AC e DC; apparecchiature di TLC. Più in particolare:

1. Vano Contatori (QME);
2. Scomparto locale quadri bT;
3. Locale Gruppo Elettrogeno;
4. Locale TRSA;
5. Locale ufficio SCADA.

Per l'altra struttura non sono previste ripartizioni interne essendo destinata ad ospitare unicamente il quadro di Media Tensione prima descritto.

Dal punto di vista costruttivo, i due locali saranno realizzati con struttura portante in acciaio zincato e verniciato, poggiata su una platea in c.a. semi interrata a sua volta poggiata su una superficie in magrone livellante in calcestruzzo magro. Le pareti perimetrali e interne di questi due locali saranno realizzate con pannelli coibentati costituiti da uno strato centrale in poliuretano compresso contenuto da due lamiere esterne in acciaio zincato e verniciato di adeguato spessore.

#### **4.5.7.1 Misure dell'irraggiamento solare e della temperatura di lavoro dei moduli**

Ai fini della verifica di PR o di PRcc o di PRe o di PRp o di PRcce o di PRccp, la misura dell'irraggiamento solare sul piano dei moduli (Gp) sarà effettuata in modo che il valore ottenuto risulti rappresentativo dell'irraggiamento sull'intero impianto o sulla sezione d'impianto in esame.

In questo caso l'impianto fotovoltaico risulta installato in area di ampia estensione, sarà opportuno misurare contemporaneamente l'irraggiamento con più sensori adeguatamente dislocati su tutta l'area di installazione (indicativamente uno ogni 20.000 m<sup>2</sup>) e assumere la media delle misurazioni attendibili come valore di Gp.

La misura sarà effettuata con un sensore solare (o solarimetro) che può adottare differenti principi di funzionamento. A questo scopo, sono usualmente utilizzati il solarimetro a termopila (o piranometro) e il solarimetro ad effetto fotovoltaico (chiamato anche PV reference solar device, vedi la Norma CEI EN 60904-4). Il solarimetro sarà posizionato in condizioni di non ombreggiamento dagli ostacoli vicini. In particolare, nel

caso di impianto con più filari di moduli, il solarimetro non va posizionato sulla parte inferiore dei filari.

Il sensore di irraggiamento va installato sul piano ad inseguimento solare.

La temperatura della cella fotovoltaica  $T_{cel}$  sarà determinata mediante uno dei seguenti metodi:

misura diretta con un sensore a contatto (termoresistivo o a termocoppia) applicato sul retro del modulo

misura della tensione a vuoto del modulo e calcolo della corrispondente  $T_{cel}$  secondo la Norma CEI

- misura della temperatura ambiente  $T_{amb}$  e calcolo della corrispondente  $T_{cel}$  secondo la formula:

$$T_{cel} = T_{amb} + (NOCT - 20) * G_p / 800$$

La misura della temperatura della cella fotovoltaica  $T_{ce}$  viene effettuata con un sensore la cui incertezza tipo è non superiore a 1°C.

Il sistema di monitoraggio ambientale avrà il compito di misurare di dati climatici e di dati di irraggiamento sul campo fotovoltaico.

I parametri rilevati puntualmente dalla stazione di monitoraggio ambientale saranno inviati al sistema di monitoraggio SCADA e, abbinati alle specifiche tecniche del campo FTV, contribuiranno alla valutazione della producibilità teorica, parametro determinante per il calcolo delle performance dell'impianto FTV.

I dati monitorati verranno gestiti e archiviati da un sistema di monitoraggio SCADA.

Il sistema nel suo complesso avrà ottime capacità di precisione di misura, robusta insensibilità ai disturbi, capacità di autodiagnosi e autotuning.

I dati ambientali monitorati saranno:

- dati di irraggiamento;
- dati ambientali;
- temperature moduli.

I primi, dati di irraggiamento, saranno rilevati mediante l'utilizzo di piroeliometri e piranometri montati su sistema di inseguimento solare, mentre i secondi saranno rilevati mediante strumenti di rilevamento ambientale installati su apposito palo di supporto. Rientrano tra le specifiche del sistema di monitoraggio anche la rilevazione della temperatura dei moduli indispensabile per la stima della producibilità del sistema fotovoltaico.

#### *4.5.7.2 Valutazione delle prestazioni degli impianti fotovoltaici in fase di avvio dell'impianto*

La valutazione delle prestazioni degli impianti fotovoltaici in fase di avvio dell'impianto viene effettuata o in termini di energia (con misure relative ad un dato periodo) o in termini di potenza (con misure istantanee) con le modalità di seguito indicate.

#### *4.5.7.3 Valutazione delle prestazioni in energia*

La verifica prestazionale degli impianti fotovoltaici in fase di avvio dell'impianto viene effettuata in termini di energia valutando l'indice di prestazione PR (o indice di prestazione in energia, corretto in temperatura). L'indice di prestazione PR evidenzia l'effetto complessivo delle perdite sull'energia generata in corrente

alternata dall'impianto fotovoltaico, dovute allo sfruttamento incompleto della radiazione solare, al rendimento di conversione dell'inverter e alle inefficienze o guasti dei componenti (inclusi il disaccoppiamento fra le stringhe e gli eventuali ombreggiamenti sui moduli).

In analogia al PR indicato nella Norma CEI EN 61724, espresso come nell'equazione, si definisce il PRe come segue:

$$Pre = Eca / Eca\_producibile\_ (Hi, Pn, Tcel)$$

dove:

Eca producibile (Hi,Pn,Tcel) è l'energia producibile in corrente alternata, determinata in funzione della radiazione solare incidente sul piano dei moduli (Hi), della potenza nominale dell'impianto (Pn) e della temperatura di funzionamento della cella fotovoltaica (Tcel).

#### *4.5.7.4 Valutazione delle prestazioni in potenza*

La verifica prestazionale degli impianti fotovoltaici in fase di avvio dell'impianto viene effettuata in termini di potenza valutando l'indice di prestazione PRp (o indice di prestazione in potenza, corretto in temperatura). L'indice di prestazione PRp evidenzia l'effetto complessivo delle perdite sulla potenza generata in corrente alternata dall'impianto fotovoltaico, dovute allo sfruttamento incompleto dell'irraggiamento solare, al rendimento di conversione dell'inverter e alle inefficienze o guasti dei componenti (inclusi il disaccoppiamento fra le stringhe e gli eventuali ombreggiamenti sui moduli).

Analogamente all'espressione, la verifica delle prestazioni in potenza di un impianto fotovoltaico è effettuata controllando che siano soddisfatti i seguenti vincoli nelle condizioni di funzionamento sotto riportate:

$$PRp = Pca / Pca\_producibile\_ (Gp, Pn, Tcel) = Pca / (Rfv2 \times Gp / Gstc \times Pn) > 0,78 \text{ se } Pinv \leq 20 \text{ kW} \\ 0,80 \text{ se } Pinv > 20 \text{ kW}$$

Dove:

- Rfv2 è calcolato secondo l'espressione;
- Pinv è la potenza nominale dell'inverter.

Le condizioni di funzionamento dell'impianto fotovoltaico per la verifica dell'indice prestazionale PRp in fase di avvio dell'impianto sono le seguenti:

- irraggiamento sul piano dei moduli (Gp) superiore a 600 W/m<sup>2</sup>;
- velocità del vento non rilevante, in riferimento al solarimetro utilizzato;
- rete del distributore disponibile;
- in servizio tutti gli inverter dell'impianto o della sezione in esame.

La verifica dell'indice prestazionale PRp viene effettuata operando su tutto l'impianto, se tutte le sue sezioni hanno caratteristiche identiche, o su sezioni dello stesso caratterizzate da:

- stessa inclinazione e orientazione dei moduli;
- stessa classe di potenza dell'inverter ( $P_{inv} > 20 \text{ kW}$  o  $P_{inv} \leq 20 \text{ kW}$ );
- stessa tipologia di modulo (e quindi stesso valore del coefficiente di temperatura di potenza);
- stessa tipologia di installazione dei moduli (e quindi analoga  $T_{cel}$ ).

#### *4.5.7.5 Nuovi indicatori normalizzati di prestazioni di impianti fotovoltaici*

Le prestazioni del generatore fotovoltaico possono essere valutate verificando il nuovo indice di prestazioni PRcc, Performance Ratio o Indice di prestazione in corrente continua.

L'indice di prestazione PRcc evidenzia l'effetto complessivo delle perdite sulla potenza generata in c.c. dall'impianto fotovoltaico, dovute alla temperatura dei moduli, allo sfruttamento incompleto della radiazione solare e alle inefficienze o guasti dei componenti (inclusi il disaccoppiamento fra le stringhe e gli eventuali ombreggiamenti sui moduli) ed è determinato con la seguente espressione:

$$PR_{cc} = P_{cc}G_{stc} / P_n / G_p$$

#### *4.5.7.6 Verifica delle prestazioni in corrente continua di un generatore fotovoltaico*

In analogia a quanto definito precedentemente si possono introdurre i seguenti indici prestazionali di un generatore fotovoltaico:

$$PR_{cce} = E_{cc} / (R_{fv2} \times H_i / G_{stc} \times P_n)$$

$$PR_{ccp} = P_{cc} / (R_{fv2} \times G_p / G_{stc} \times P_n)$$

Gli indici PRcce e PRccp evidenziano l'effetto complessivo delle perdite sull'energia e sulla potenza generata in corrente continua dall'impianto fotovoltaico, dovute allo sfruttamento incompleto dell'irraggiamento solare e alle inefficienze o guasti dei componenti (inclusi il disaccoppiamento fra le stringhe e gli eventuali ombreggiamenti sui moduli).

La verifica delle prestazioni in corrente continua di un generatore fotovoltaico, in fase di avvio dell'impianto, può essere effettuata controllando che sia soddisfatta almeno una delle due seguenti condizioni:

$$PR_{cce} > 0,85$$

$$PR_{ccp} > 0,85$$

Occorre tuttavia tenere conto che eventuali valori bassi PRcc possono anche essere causati dall'inverter (ad es., funzionamento non efficiente del dispositivo MPPT).

#### 4.5.3 Sistema SCADA ed RTU e Telecontrollo.

Al fine di garantire una resa ottimale dell'impianto fotovoltaico in tutte le situazioni, verrà installato un sistema di monitoraggio e controllo basato su architettura SCADA-RTU in conformità alle specifiche della piramide CIM. A tale scopo ogni cabina di trasformazione saranno installate apparecchiature elettroniche, di acquisizione e raccolta dati, e di telecomunicazioni facenti parte dell'architettura generale di detto sistema di supervisione. Ovviamente l'architettura di questo sistema comprenderà anche la cabina di raccolta, la sottostazione e i singoli inverter di stringa presenti nell'impianto. Il tutto in modo da avere una piattaforma unica, centralizzata e remotabile di acquisizione, raccolta, memorizzazione ed elaborazione dati. Mediante questa piattaforma ci sarà anche inter operatività da remoto con l'impianto fotovoltaico. Pertanto il sistema potrà non solo acquisire i dati ma anche ricevere informazioni e comandi da trasferirsi in termini di operatività sull'impianto: apertura interruttori, impostazione parametri di controllo, etc. etc.

Il sistema sarà connesso a diversi sistemi e riceverà informazioni:

- di produzione dal campo solare;
- di produzione dagli apparati di conversione;
- di produzione e scambio dai sistemi di misura
- di tipo climatico ambientale dalle stazioni di rilevamento dati meteo;
- di allarme da tutti gli interruttori e sistemi di protezione.

Nello specifico partendo dal livello hardware, saranno previste schede elettroniche di acquisizione (ingressi) installate negli string box, negli inverter, nei quadri di comando e nelle centraline di rilevamento dati ambientali. I dati rilevati saranno inviati ai singoli RTU e quindi convogliati allo SCADA. A questo livello le interfacce di comunicazione per i "bus di campo", saranno seriali.

In ogni singola unità RTU sarà implementata la supervisione istantanea dei parametri elettrici elementari, corrente e tensione e degli allarmi generati dalla rilevazione degli stati degli interruttori, mentre nello SCADA sarà possibile vedere i valori primitivi rilevati e visualizzabili dai singoli RTU, oltre ai dati aggregati frutto di elaborazione dei dati primitivi, come ad esempio valutazione delle performance, produzioni in diversi intervalli temporali, etc.

Per raggiungere questo obiettivo le interfacce dello SCADA saranno di tipo sinottico a multilivello.

Oltre a queste funzioni base lo SCADA si occuperà della gestione degli allarmi e valutazione della non perfetta funzionalità dell'impianto in base agli scostamenti rilevati tra producibilità teorica e producibilità effettiva.

I dati rilevati verranno salvati in appositi data base, e sarà possibile la visualizzazione da remoto mediante interfaccia web.

Il sistema sarà dotato degli apparati periferici di monitoraggio che consentiranno al gestore della rete il controllo in condizione di emergenza e tale sistema dovrà predisporre link di connessione primari e secondari. Inoltre dovrà essere predisposto un apparato di telecontrollo specifico per il controllo al sistema SIAL di TERNA al fine della regolazione di esercizio anche questo dovrà essere dotato di link di connessione primaria e secondaria.

Dovrà essere assicurata la fornitura dei segnali necessari alla regolazione automatica della tensione nelle reti MT mediante il variatore sottocarico (VSC) posto sul primario dei trasformatori AT/MT delle cabine primarie di distribuzione.

Il controllo della tensione sarà tipicamente realizzato attraverso almeno due modalità operative: variare sottocarico il rapporto di trasformazione del trasformatore AT/MT mediante un regolatore automatico che impone alla sbarra MT un valore di tensione calcolato secondo una legge prefissata; scegliere a vuoto il rapporto di trasformazione dei trasformatori MT/BT poiché non dotati di variatore sottocarico.

Sarà inoltre presente un sistema completo per il controllo e regolazione "plant controller che comunicherà con gli apparati RTU ed UPDM dello stesso impianto.

#### [4.5.4 Cavi di controllo e TLC](#)

Per le connessioni dei dispositivi di monitoraggio che di security saranno utilizzati prevalentemente due tipologie di cavo:

- Cavi in rame multipolari twistati e non;
- Cavi in fibra ottica.

I primi verranno utilizzati per consentire la comunicazione su brevi distanze data la loro versatilità, mentre la fibra verrà utilizzata per superare il limite fisico della distanza di trasmissione dei cavi in rame, quindi comunicazione su grandi distanze, e nel caso in cui sia necessaria una elevata banda passante come nel caso dell'invio di dati. L'interconnessione in fibra ottica interesserà:

1. Ciascun inverter di stringa;
2. Cabine di trasformazione;
3. Cabina di Raccolta;
4. Sottostazione produttore.

Qui di seguito sono riportate le caratteristiche della Fibra Ottica prevista a progetto.

- Numero delle fibre 12
- Tipo di fibra multimodale 62.5/125  $\mu\text{m}$
- Diametro cavo 11,7 mm
- Lunghezza d'onda 1300 nm
- Banda 500 MHz/Km
- Peso del cavo 130 kg/km circa
- Massima trazione a lungo termine 3000 N
- Massima trazione a breve termine 4000 N
- Minimo raggio di curvatura in installazione 20 cm
- Minimo raggio di curvatura in servizio 10 cm

#### 4.5.5 Sistema di sicurezza e antintrusione

Il sistema di sicurezza e anti intrusione ha lo scopo di preservare l'integrità dell'impianto contro atti criminosi mediante deterrenza e monitoraggio delle aree interessate.

Il sistema impiegato si basa sull'utilizzo di differenti tipologie di sorveglianza/deterrenza per scongiurare eventuali atti dolosi nei confronti dei sistemi e apparati installati presso l'impianto fotovoltaico.

La prima modalità di protezione messa in atto consiste nel creare una barriera protettiva perimetrale lungo la recinzione che prevede la rilevazione di eventuali scavalcamenti o tagli della stessa.

Abbinata a questa sarà presente un sistema di video sorveglianza perimetrale TVCC, con copertura video di tutto il perimetro.

La seconda consiste nel creare un sistema di rilevazione e monitoraggio mediante sistema di video sorveglianza a circuito chiuso delle aree dell'impianto maggiormente sensibili e cruciali quali:

- cabine;
- zone in cui si concentrano gran numero di apparati;
- aree difficilmente monitorabili;
- aree di transito.

Il terzo sistema adottato è un semplice sistema meccanico di deterrenza che prevede l'utilizzo di viti e dadi anti effrazione da impiegarsi nei fissaggi dei moduli FV e dei dispositivi posti sul campo non protetti direttamente con altri sistemi.

Ai sistemi sopra indicati verranno abbinati un sistema di controllo varchi del personale di tipo manuale mediante consegna e registrazione delle chiavi d'impianto per il controllo delle attività nel campo.

Tutti i sistemi saranno conformi alle normative vigenti e in particolare alle normative relative alla garanzia della riservatezza della privacy.

#### 4.6 Cavi di potenza MT e bt

La connessione delle apparecchiature dell'impianto fotovoltaico avverrà tramite linee in cavo in MT e bt. Tali cavi saranno, posati in canalizzazioni protettive adeguate al tipo di posa o in alternativa direttamente interrati, ad esclusione dei cavi di distribuzione in CC (cavi di collegamento dai moduli FV agli inverter di stringa) che saranno posizionati all'interno di tubi protettivi fissati all'interno delle strutture metalliche di supporto dei moduli.

In particolare, per le linee in MT a 33 kV i cavi saranno di tipo unipolare a spirale visibile con isolamento XLPE/EPR a spessore ridotto, anima di alluminio e guaina a spessore maggiorato di PE, a tenuta d'acqua e resistenti all'impatto, tipo armato, norme EN 60228; HD 620; IEC 60502-2; CEI 20-68.

Il cavo sarà provvisto di una guaina a spessore maggiorato di uno speciale composto termoplastico che migliora notevolmente la resistenza allo schiacciamento e all'impatto. Esso sarà progettato per tutte quelle situazioni dove è fondamentale la protezione contro i danneggiamenti.

Il cavo sarà opportunamente marcato con le indicazioni sulle caratteristiche tecniche principali: unipolare/tripolare; Tensione nominale; anno di costruzione; marcatura metrica.

Le portate di corrente saranno calcolate considerando:

- Temperatura del terreno: 30°C
- Resistività termica del terreno: 1,5 m×K/W
- Profondità di posa: 1,5 m
- Posa interrata con cavi disposti a trifoglio su tubi f220

I cavi saranno del tipo ARG7H1R, adeguati al tipo di posa, saranno del tipo con grado di isolamento 19/33 kV; nei particolari avranno le seguenti caratteristiche minime di costruzione:

Materiale del conduttore:	Alluminio;
Tipo di conduttore:	Corda rotonda compatta classe2;
Materiale del semi-conduttore interno:	Mescola semiconduttrice;
Isolamento:	XLPE/EPR;
Materiale del semi-conduttore esterno:	Mescola semiconduttrice;
Materiale per la tenuta dell'acqua:	Semiconductingswelling tape;
Schermo:	Nastro di alluminio longitudinale;
Guaina esterna:	PE;

Colore guaina esterna:	Rosso;
Caratteristiche d'utilizzo:	
Massima forza di tiro durante la posa:	50.0 N/mm <sup>2</sup> ;
Temperatura massima di servizio del conduttore:	90 °C;
Temperatura massima di cortocircuito del conduttore:	250 °C;
Temperatura d'installazione minima:	-20 °C;
Fattore di curvatura durante l'installazione:	20 (xD);
Fattore di curvatura per installazione fissa:	15 (xD);
Tenuta d'acqua radiale:	SI;
Tenuta d'acqua longitudinale:	SI.

Per le connessioni dei cavi di potenza di media tensione si adopereranno giunti a resina colata nei quali i terminali conduttori sono giuntati mediante terminali a compressione bimetallici.

I terminali potranno essere del tipo unipolare per interno, del tipo termorestringente, oppure del tipo “per esterno”; dovranno essere idonei per i cavi MT impiegati.

La testa cavo realizzata dovrà essere opportunamente amarrata ai dispositivi di serraggio disponibili.

In particolare i terminali necessari per i collegamenti dei cavi di media tensione avranno le seguenti caratteristiche:

- Tipo da interno elastico modulare con isolante estruso. Il terminale sarà costituito da due componenti elastici (controllo di campo elettrico e bocchettone isolante). Installazione con infilaggio elastico a freddo senza l'utilizzo di attrezzi o fonti di calore. Temperatura di funzionamento 90°C e temperatura di cortocircuito 250°C. Uo/U 12/30 kV. Norma CEI 20-24.
- Tipo da esterno elastico modulare con isolante estruso. Il terminale sarà costituito da due componenti elastici (controllo di campo elettrico e bocchettone isolante), e da una serie di isolatori in silicone che lo rendono adatto per usi esterni. Installazione con infilaggio elastico a freddo senza l'utilizzo di attrezzi o fonti di calore. Temperatura di funzionamento 90 °C e temperatura di cortocircuito 250°C. Uo/U 12/30 kV. Norma CEI 20-24.
- Tipo sconnettibile per collegamento a trasformatori, adatto per cavi unipolari estrusi di media tensione sia per interno che per esterno. Terminale in gomma angolato a 90°; Temperatura di funzionamento 90°C e temperatura di cortocircuito 250°C.. Norma ENEL DJ4135, IEC 71,540 – VDE 0278 – ANSI/IEE 386 – EDFMN 52-5-61.

Per le linee in Bassa Tensione saranno utilizzati cavi unipolari e multipolari a bassa emissione di fumi opachi e gas tossici (limiti previsti dalla Norma CEI 20-38 con modalità di prova previste dalla Norma CEI 20-37) e assenza di gas corrosivi. I cavi dovranno essere coperti da almeno uno dei seguenti brevetti: EP839, 801; EP-893, 802; WO 99/05688; WO 00/19452. Essi dovranno rispondere alle seguenti caratteristiche:

- tipo FG16(O)R16 per tensioni 0.6/1 kV unipolari e multipolari;
- temperatura di funzionamento 90°C;
- temperatura di cortocircuito 250°C;
- assenza di piombo;
- conduttore a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto;
- isolante in gomma HEPR ad alto modulo;
- Condizioni di posa;
- temperatura minima di posa 0° C;
- in tubo o canalina in aria;
- in aria libera e protezione in tubo e manufatto in calcestruzzo.

In particolare per i cavi in BT di connessione delle stringhe verranno impiegati cavi unipolari flessibili stagnati per collegamenti di impianti fotovoltaici. Isolamento e guaina realizzati con mescola elastomerica senza alogeni non propagante la fiamma.

- Conduttore: Corda flessibile di rame stagnato, classe 5
- Isolante: Mescola LSOH di gomma reticolata speciale di qualità G21 LSOH = LowSmoke ZeroHalogen
- Guaina esterna: Mescola LSOH di gomma reticolata speciale di qualità M21
- Colore anime: Nero
- Colore guaina: Blu, rosso, nero
- Tensione massima: 1800 V c.c. – 1200 V c.a.
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -40°C
- Temperatura minima di posa: -40°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C
- Sforzo massimo di trazione: 15 N/mm<sup>2</sup>
- Raggio minimo di curvatura: 4 volte il diametro esterno massimo

Condizioni di impiego: per l'interconnessione di elementi di impianti fotovoltaici. Adatti per l'installazione fissa all'esterno e all'interno, entro tubazioni in vista o incassate o in sistemi chiusi similari. Adatti per la

posa incanala in aria. I collegamenti tra i moduli, le stringhe e le cassette di parallelo, saranno realizzati attraverso l'utilizzo di cavi solari unipolari tipo FG21M21 (PV1500VCC) con tensione nominale fino a 1500 kV in corrente continua e isolamento a 1800V.

Inoltre nei tratti in esterno, i conduttori saranno protetti attraverso la posa all'interno di specifica canalizzazione di protezione.

I cavi come detto saranno unipolari per incrementare la sicurezza contro eventuali cortocircuiti e rendere più agevole la posa.

Il collegamento tra i moduli in serie per la realizzazione delle stringhe, avverrà con l'utilizzo di sistemi di collegamento rapido a spine.

I conduttori di stringa andranno ad attestarsi alle relative quadri di parallelo da cui partono le dorsali in corrente continua verso gli inverter centralizzati posizionati nella cabina MT/BT della sezione d'impianto corrispondente.

I cavi di collegamento in corrente alternata saranno del tipo FG16(O)R16.

#### **4.7 Rete di terra e sovratensioni impianto fotovoltaico**

L'impianto di terra sarà realizzato in ossequio alle disposizioni imposte dalla normativa CEI vigente in materia; in particolare l'impianto di terra interno al campo fotovoltaico sarà costituito dall'intero sistema di conduttori, giunzioni, dispersori al fine di assicurare alla corrente di guasto un ritorno verso terra attraverso una bassa impedenza.

Al fine di verificare il dimensionamento del futuro impianto di terra, si è proceduto alla analisi della corrente massima di guasto verso terra generato dal contributo al guasto verso terra generato dalla componente capacitiva delle linee MT dato dall'impianto fotovoltaico. Quest'ultima considerando la lunghezza complessiva delle reti MT 23km, genererà un lieve corrente di guasto in una misura assunta pari a 137A.

Il nuovo impianto fotovoltaico si estenderà su una superficie di circa 120 ha con una resistenza di terra globale pari a 0,074 Ohm.

La sezione minima scelta sarà non inferiore ai 50 mm<sup>2</sup>. Per la posa dei dispersori verrà sfruttato il passaggio cavi MT e DC interno all'impianto; l'area di impianto così magliata, dovrà essere poi chiusa ad anello.

Verranno collegati alla rete di terra anche i pali dei tracker (nelle sezioni in cui è previsto l'utilizzo di strutture su palo). In riferimento alla recinzione tutti i tratti che ricadono all'interno della maglia di terra globale dovranno essere collegati a terra; i tratti esterni alla maglia globale andranno invece isolati da terra.

In tali tratti deve essere garantita una distanza minima tra recinzione e struttura di sostegno dei moduli di almeno 5 metri.

---

Al completamento dell'impianto andrà valutata la resistenza tra le parti e/o strutture metalliche non direttamente connesse a terra e la terra stessa: se tali resistenze sono inferiori ai 1000 Ohm allora occorre collegare tali parti e/o strutture all'impianto di terra.

Le misure di protezione mediante isolamento delle parti attive e mediante involucri o barriere sono intese a fornire una protezione totale contro i contatti diretti.

La protezione del suddetto tipo di contatto sarà quindi assicurata dai provvedimenti seguenti:

- copertura completa delle parti attive a mezzo di isolamento rimovibile solo con la distruzione di quest'ultimo;
- parti attive poste dentro involucri tali da assicurare il grado di protezione adeguato al tipo di ambiente in cui sono installate.

Le protezioni dai contatti indiretti avrà come principio base l'interruzione automatica dell'alimentazione e, pertanto, il collegamento equipotenziale di tutte le masse metalliche che, per un difetto dell'isolamento primario possano assumere un potenziale pericoloso ( $U_T > 50\text{ V}$ ), unitamente all'estinzione del guasto tramite apertura del dispositivo di protezione a monte della zona in cui si è manifestato il guasto. A tal fine occorre che il valore della resistenza di terra e l'intervento del dispositivo di protezione siano tra loro coordinati affinché l'estinzione del guasto avvenga entro i limiti previsti dalle norme vigenti in materia.

La protezione contro i contatti indiretti, pur essendo eseguibile mediante impiego di dispositivi a massima corrente in quanto gli impianti sono realizzati con tipologia distributiva TN-S verrà comunque realizzata al fine di rendere ancora più tempestivi gli interventi delle protezioni - mediante l'installazione di dispositivi a corrente differenziale installati a monte delle linee terminali e la connessione all'impianto di terra esistente. I conduttori di protezione saranno collegati all'impianto di terra globale mediante installazione di un conduttore PE che dalle barre di terra dei quadri collegherà tali masse e le masse estranee ivi presenti al collettore di terra generale di cabina.

La protezione contro i contatti indiretti in caso di guasto a terra nei sistemi di distribuzione TN-S è prevista con collegamento a terra delle masse e interruttori differenziali ad alta sensibilità (0,03 A, 0,3 A, 0,5 A), al fine di rispettare le condizioni di sicurezza indicata dalle norme CEI 64-8 in 413.1.4.2.

Nella distribuzione DC (dal modulo fino all'inverter) è previsto un sistema con entrambi i poli flottanti (sistema isolato); il primo guasto verso terra è conseguentemente a corrente nulla. Nel caso in cui il primo guasto non fosse rilevato e si verificasse un secondo guasto verso terra, si creerebbero correnti di guasto verso terra dell'ordine di svariati kA, non risolvibili dall'impianto di terra in quanto sarebbe necessaria una resistenza di terra MT molto bassa, difficilmente raggiungibile.

---

Pertanto, al fine di proteggere il sistema e limitare le tensioni di contatto (indicate nella CEI EN 50522) entrambi i poli DC di tutte le stringhe dovranno monitorati costantemente attraverso un controllo dell'isolamento verso terra.

#### **4.8 Impianti di illuminazione**

Alcune aree di impianto verranno illuminate in periodo notturno al fine di minimizzare il rischio di furti e permettere un sicuro accesso al sito da parte del personale di impianto.

In particolare è stata prevista l'illuminazione in prossimità della cabina di raccolta, delle singole cabine di trasformazione e dei percorsi perimetrale e interni di accesso alle cabine di trasformazione. L'illuminazione sarà effettuata mediante l'impiego di corpi illuminanti a Led, e proiettori a led per illuminazione esterna, ubicati sulle pareti esterne delle cabine nonché su paline ancorate al terreno mediante piccolo plinto di fondazione, per i percorsi perimetrali e quelli interni di accesso alle cabine di trasformazione.

Tali corpi illuminanti saranno alimentati da specifica linea elettrica prevista come carico ausiliario di cabina.

L'illuminazione di emergenza sarà realizzata mediante kit inverter più batterie localizzati nei corpi illuminanti già previsti all'interno delle cabine.

## 5. SPECIFICHE TECNICHE OPERE ELETTRICHE DI SOTTOSTAZIONE

La realizzazione della Sottostazione Elettrica Produttore (SSE) comprende sia opere elettriche che opere civili necessarie per il funzionamento della stessa. La sottostazione condominiale avrà una dimensione in pianta di forma rettangolare e perimetralmente verrà realizzata una recinzione. Essa sarà ubicata in adiacenza alla futura Stazione TERNA 380/150kV di MANFREDONIA “Macchia Rotonda”. Lo stallo della Stazione TERNA si collegherà ad un sistema di sbarre 150kV interno alla cabina primaria produttore mediante cavo interrato AT.

I dati generali riportati nella **Tabella 5a** e nella **Tabella 5b**, si riferiscono a quelli utilizzati per il dimensionamento della SSE.

<b>Tensione di esercizio del sistema</b>	150	kV
<b>Tensione massima del sistema di riferimento per l'isolamento</b>	170	kV
<b>Frequenza Nominale</b>	50	Hz
<b>Tensione di tenuta a frequenza industriale</b>	325	kV
<b>Tensione di tenuta ad impulso atmosferico</b>	750	kV
<b>Corrente nominale di breve durata</b>	31,5	kA per 1 s
<b>Corrente di guasto monofase a terra</b>	10	kA

**Tabella 5a. Caratteristiche della Stazione di trasformazione AT/MT – lato 150 kV**

<b>Tensione di esercizio del sistema</b>	20	kV
<b>Tensione massima del sistema di riferimento per l'isolamento</b>	24	kV
<b>Frequenza Nominale</b>	50	Hz
<b>Tensione di tenuta a frequenza industriale</b>	70	kV
<b>Tensione di tenuta ad impulso atmosferico</b>	170	kV

*Tab. 6 . Caratteristiche della Stazione di trasformazione AT/MT – lato 20 kV*

Le opere elettriche da realizzare in Sottostazione sono costituite principalmente dalle apparecchiature elettromeccaniche che nel seguito verranno descritte in modo dettagliato in narrativa, dai cavi di bt e MT di collegamento tra i quadri elettrici presenti nei locali tecnici e le apparecchiature elettriche, dai sistemi di protezione, dai servizi ausiliari e dall'impianto di terra.

Lo schema elettrico di sottostazione è composto da due stalli di trasformazione di potenza nominale pari a 25/30 MVA e uno stallo di ingresso. Su ciascuno stallo di trasformazione sono stati lasciati gli spazi necessari per l'inserimento di un trasformatore di riserva in caso di guasto di quello d'impianto (Transformer Spare)

Nelle tavole di progetto allegate, sono riportate lo schema planimetrico, particolari e lo schema elettrico unifilare della sottostazione.

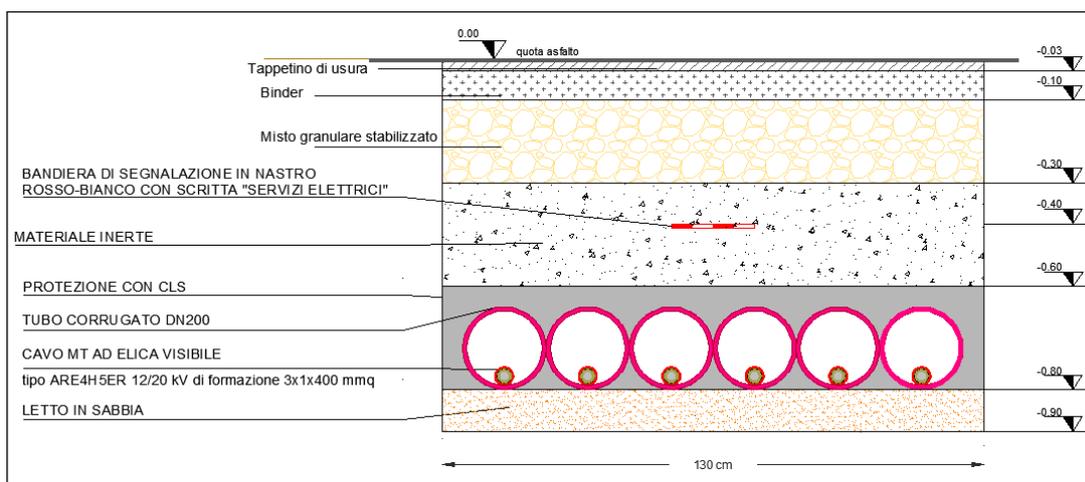
### 5.1. Cavi MT interni alla SSE 20/150 kV

All'interno della Sottostazione, i cavi MT provenienti dal parco eolico in arrivo ai locali tecnici, sono costituiti da una doppia terna di cavi MT tipo ARE4H5ER di formazione 3x1x400 mm<sup>2</sup>. Ogni conduttore verrà protetto con tubazione pieghevole corrugata di diametro 200 mm.



*Fi. 7. Particolare del tubo corrugato di protezione dei cavi MT interni alla SSE.*

Il particolare scavo in sezione della posa in opera è individuato nella figura seguente.



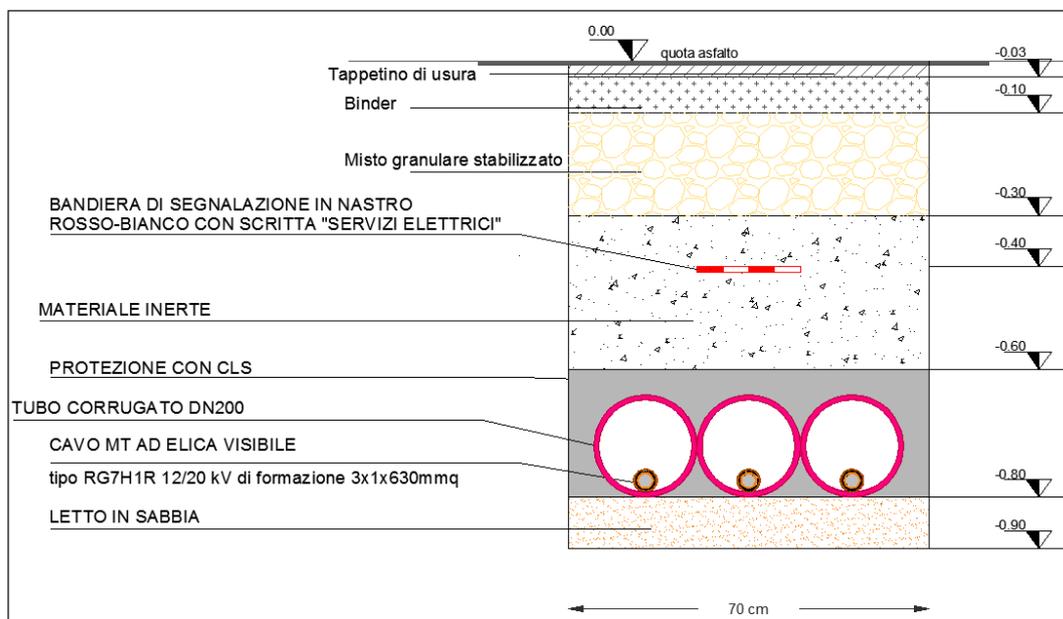
*Fig. 8. Particolare scavo dei cavi MT in SSE in ingresso agli edifici quadro MT tipo shelter.*

Internamente alla SSE, il cavo in MT di collegamento tra il quadro MT dei locali tecnici e lo stallo di trasformazione è costituito da una singola terna di cavi tipo RG7H1R-12/20 kV di formazione 3x1x630 mm<sup>2</sup>. Trattasi di cavo con conduttore a corda rotonda compatta di rame rosso, semiconduttore elastomerico estruso, isolato con mescola di gomma e guaina in PVC rossa.



*Fig. 9. Particolare cavo MT tipo RG7H1R-19/33 kV.*

Il particolare scavo all'interno della SSE, di questo tratto di cavidotto è mostrato nella figura seguente



*Fig. 10. Particolare scavo per la posa in area SSE produttore del cavo MT tipo RG7H1R-19/33 kV*

Nelle tavole del progetto esecutivo, la quota progettuale di riferimento 0.00 è quella relativa all'asfalto all'interno della Sottostazione Elettrica Produttore.

## 5.2. Sistemi di protezione, controllo e misure.

Il sistema scelto per la protezione, il comando e il controllo dell'Impianto di utenza apparterrà ad una generazione di apparecchiature in tecnologia digitale, aventi l'obiettivo di integrare le funzioni acquisizione dati, controllo locale e remoto, protezione ed automazione. Per le misure il sistema è provvisto di contatore tele leggibile sul lato AT. Sul lato MT, la linea in arrivo dal campo eolico è provvista di contatore, così come, all'interno del parco eolico, ciascuna delle linee provenienti dagli aerogeneratori è munita di proprio contatore.

## 5.3. Terminale cavo AT – lato Utente.

Si tratta di un terminale cavo AT da 400 mm<sup>2</sup> della Nexans italia S.p.A. Da tale terminale, il cavo AT viene interrato e si collegherà ai terminali cavo della Stazione TERNA 380/150 kV esistente di Manfredonia. Il terminale cavo è costituito da due elementi distinti: la terminazione del cavo e l'isolatore. Detti elementi saranno forniti dal medesimo costruttore e montati in tempi e luoghi diversi. Il montaggio della terminazione del cavo viene effettuata in campo mentre l'isolatore viene montato sull'apparecchiatura prefabbricata presso lo stabilimento di produzione. L'isolatore realizzato in resina epossidica o altro materiale equivalente ha lo scopo di realizzare la connessione elettrica tra la terminazione del cavo e l'apparecchiatura blindata e di mantenere l'isolamento nel punto di connessione. L'isolatore si interfaccia con la terminazione del cavo, è a tenuta stagna e garantisce la separazione dei due ambienti SF<sub>6</sub>/aria anche in assenza della terminazione del cavo. L'isolatore ingloba un sistema elastico di contatto per alloggiare il sistema di contatto scorrevole della terminazione del cavo, assicura il passaggio della corrente nominale alla temperatura massima di esercizio del conduttore del cavo e sopporta le correnti di guasto specificate. L'isolatore è dotato di un dispositivo atto ad assicurare il fissaggio del terminale alla flangia dell'apparecchiatura blindata, nonché la tenuta meccanica e all'SF<sub>6</sub>. Tale dispositivo deve anche garantire l'isolamento elettrico tra l'apparecchiatura blindata e il rivestimento metallico del cavo. L'isolatore e la relativa flangia di fissaggio dovranno inoltre essere conformi alle normative vigenti per quanto riguarda le apparecchiature in pressione. La terminazione del cavo ha la funzione di realizzare l'accoppiamento all'isolatore passante senza l'impiego di fluidi isolanti intermedi ed è costituita dai seguenti elementi:

- Un capocorda atto a realizzare un sistema di contatto scorrevole e in grado di assicurare il passaggio della corrente nominale e sopportare le correnti di guasto previste;

- Un corpo elastico prefabbricato contenente al suo interno l'elemento per il controllo del campo elettrico;
- Un corpo metallico, con l'eventuale dispositivo di pressione dell'isolatore elastico, atto a realizzare la connessione della terminazione del cavo all'isolatore. È dotato di morsetto di messa a terra;
- Un dispositivo di chiusura per garantire la tenuta idraulica tra il corpo metallico e la guaina del cavo.

Sotto un immagine di tale struttura.



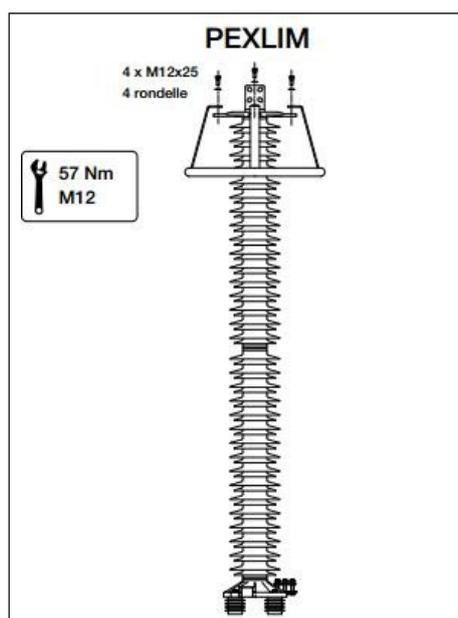
*Fig. 11. Terminale cavo AT tipo.*

#### **5.4. Scaricatore AT 170 kV con contascariche PEXLIM.**

Gli scaricatori di sovratensione AT saranno ad ossido di zinco conformi alle norme CEI EN 60099-4 e IEC 99-4. Per ottenere la massima protezione, gli scaricatori di sovratensione devono essere collegati con conduttori sia di linea che di messa a terra più corti possibili. Essi sono dimensionati per una tensione di esercizio uguale o inferiore alla tensione di esercizio continuo  $U_c$  (norma IEC) che viene indicata sulla targhetta dei dati nominali. Gli scaricatori, i contascariche ed il relativo cavo di collegamento all'impianto di terra devono essere isolati dal sostegno metallico dello scaricatore stesso. Nella tabella seguente si riassumono le caratteristiche nominali.

<b>Caratteristiche nominali scaricatori ad ossido di zinco senza spinterometri (opzionali)</b>			
Tensione nominale (kV)	132	150	220
Tensione massima (kV)	145	170	245
Tensione servizio continuo U <sub>c</sub> (kV)	94	108	156
Max tensione temporanea 1 s (kV)	132	156	219
Max tensione residua con impulsi atmosferici (8/20 μs)	336 kV a 10 kA	396 kV a 10 kA	520 kV a 20 kA
Max tensione residua con impulsi fronte ripido (1 μs)	386 kV a 10 kA	455 kV a 10 kA	600 kV a 20 kA
Max tensione residua con impulsi manovra (30/60 μs)	1000 A: 270 kV	1000 A: 318 kV	2000 A: 440 kV
Classe di scarica della linea (IEC)	3	3	4
Corrente nominale scarica (kA)	10	10	20
Valore di cresta impulsi forte corrente (kA)	100	100	100
Corrente nominale di corto circuito (kA)	40	40	50

*Tab.7. Caratteristiche nominali degli scaricatori*

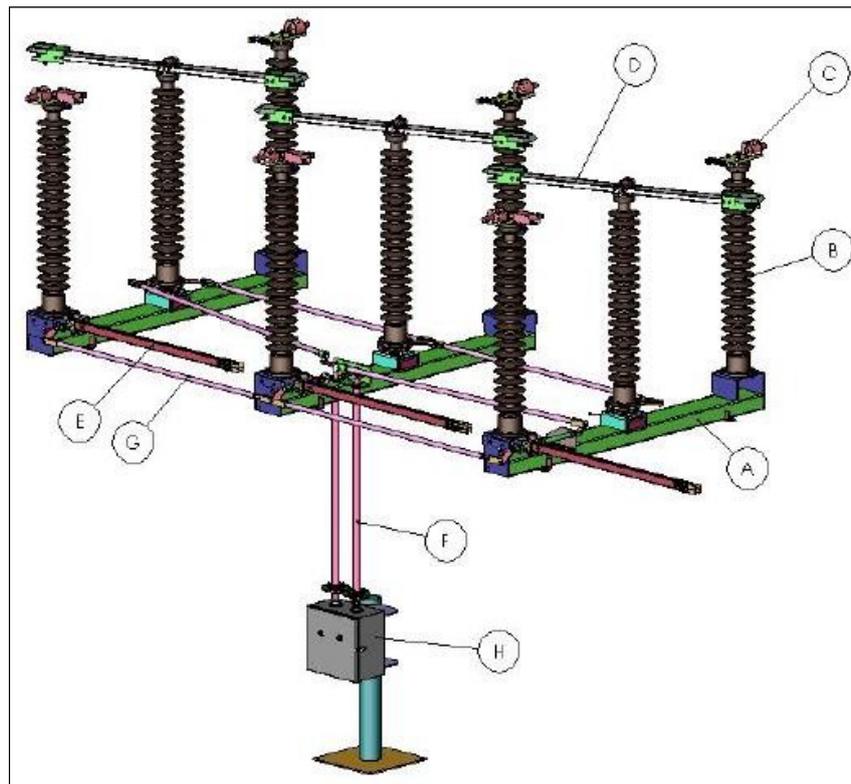


*Fig. 12. Particolare di dettaglio dello scaricatore AT.*

### 5.5. Sezionatore tripolare orizzontale 145-170 kV.

Il sezionatore tripolare orizzontale 145-170 kV con lame di messa a terra e comando motorizzato, conforme alle Norme CEI EN 62271-102 e IEC 129, è provvisto appunto di comando motorizzato e manuale, così come previsto dalla Norma CEI EN 61129. I sezionatori sono dotati di tre colonne di isolatori per polo, di cui quella centrale rotante. Durante la manovra di chiusura il braccio mobile si muove dapprima su di un piano orizzontale restando solidale all'isolatore centrale e successivamente, ad imbocco avvenuto, ruota attorno

al suo asse longitudinale. Le parti principali che compongono un sezionatore tripolare sono illustrate nella figura sottostante con la seguente descrizione: le basi di appoggio (A), gli isolatori (B), i contatti fissi (C) due per ogni polo, i bracci mobili in lega di alluminio e di rame per i contatti (D), le lame di terra (E), il sistema di trasmissione verticale (F) e orizzontale (G), il meccanismo di manovra motorizzato o manuale con resistenza anti-condensa e morsetteria componibile (H).



*Fig. 13. Parti principali che compongono un sezionatore.*

Le caratteristiche nominali sono riassunte nella tabella sottostante.

Sezionatori orizzontali 145-170 kV con lame di terra, caratteristiche nominali				
Tipo Terna	Y21/2	Y21/4	Y21/6	Y21/8
Classe di corrente indotta del sezionatore di terra	A		B	
Salinità di tenuta a 98 kV (kg/m <sup>3</sup> )	56			
Tensione nominale (kV)	170			
Corrente nominale (A)	2000			
Frequenza nominale (Hz)	50			
Corrente nominale di breve durata:				
- valore efficace (kA)	31,5	40	31,5	40
- valore di cresta (kA)	80		100	
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)	1			
Accoppiamento elettromagnetico (sezionatore di terra)				
- corrente induttiva nominale(A)	50		125	
- tensione induttiva nominale (kV)	1		10	
Accoppiamento elettrostatico (sezionatore di terra)				
- corrente induttiva nominale (A)	0,4		5	
- tensione induttiva nominale (kV)	3		6	
Tensione di prova ad impulso atmosferico:				
- verso massa (kV)	650			
- sul sezionamento (kV)	750			
Tensione di prova a frequenza di esercizio:				
- verso massa (kV)	275			
- sul sezionamento (kV)	315			
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:				
- orizzontale longitudinale (N)	800			
- orizzontale trasversale (N)	250			
- verticale (N)	1000			
Tensione nominale di alimentazione:				
- motore (V <sub>cc</sub> )	110			
- circuiti di comando ed ausiliari (V <sub>cc</sub> )	110			
- resistenza di riscaldamento (V <sub>ca</sub> )	230			
Assorbimento massimo complessivo dei motori di comando di ciascun sezionatore (kW)	2			
Tempo di apertura/chiusura (s)	≤15			

Tab. 8. Caratteristiche del sezionatore AT 150 kV

### 5.6. Trasformatore di tensione induttivo in olio EMF 170 kV.

Il trasformatore di tensione induttivo montato su supporto metallico, usato per le misure, è conforme alla Norma CEI 38-2 e IEC 185. Il dielettrico è costituito da carta impregnata di olio minerale biodegradabile, compatibile con l'ambiente. Gli avvolgimenti di induzione permettono una elevata stabilità e precisione in tutte le condizioni di esercizio e per questo tali trasformatori vengono utilizzati per le misure. Gli

avvolgimenti sono ermeticamente sigillati e il TV-I è provvisto al suo interno di dispositivo di compensazione delle variazioni di volume del liquido isolante.

**Trasformatori di tensione induttivi 145-170-245 kV, caratteristiche nominali**

<i>Tipo Terna</i>		Y43/2	Y46/2	Y44/2
<i>Tensione primaria nominale</i>	[kV]	220/ $\sqrt{3}$	150/ $\sqrt{3}$	132/ $\sqrt{3}$
<i>Tensione secondaria nominale</i>	[V]	100/ $\sqrt{3}$		
<i>Numero avvolgimenti secondari</i>	[n]	1		
<i>Frequenza nominale</i>	[Hz]	50		
<i>Prestazione nominale e classe di precisione secondario di misura</i>	[VA/Cl.]	50/0,2		
<i>Tensione massima per l'apparecchiatura</i>	[kV]	245	170	145
<i>Tensione di tenuta a frequenza industriale</i>	[kV]	460	325	275
<i>Tensione di tenuta ad impulso atmosferico</i>	[kV]	1050	750	650
<i>Tensione di tenuta ad impulso di manovra</i>	[kV]	-	-	-
<i>Carico di tenuta meccanica sui terminali AT</i>	[N]	2500	2000	2000

Tab. 9. Trasformatori di tensione



Fig. 14. Particolare TVI tipo.

### 5.7. Interruttore tripolare con trasformatori di corrente incorporati.

Il modulo interruttore 145/170 kV con TA incorporato è completo di:

- Comando a molla di tipo BLK 222 tripolare;
- Ciclo di interruzione O-0, 3s-CO-1 min-CO;
- Trasformatori di corrente in SF<sub>6</sub> con n. 2-4 nuclei (2 nuclei misura / 2 nuclei protezione), armadio di comando, armadio di supporto e gas di primo riempimento.

<b>Interruttori 170 kV, caratteristiche nominali</b>		
<b>Tipo Terna</b>	<b>Corrente di interruzione (kA)</b>	
Y3/4-C	31,5	
Y3/4-P	31,5	
Y3/6-C	40	
Y3/6-P	40	
<b>GRANDEZZE NOMINALI</b>		
Tipo	Y3/4	Y3/6
Tensione nominale (kV)	170	
Livello di isolamento nominale:		
- tensione nominale di tenuta a impulso atmosferico (kV):	750	
- tensione nominale di tenuta a frequenza industriale (kV):	325	
Frequenza nominale (Hz)	50	
Corrente nominale (A)	2000	
Durata nominale di corto circuito (s)	1	
Tensioni nominali di alimentazione dei circuiti ausiliari:		
- corrente continua (V)	110	
- corrente alternata monofase/trifase a quattro fili (V)	230/400	
Potenza massima assorbita da ogni singolo circuito indipendente (CH, AP1, AP2, AP3, motore/i, climatizzazione):		
- corrente continua (W)	1500	
- corrente alternata monofase/trifase (VA)	850/2500	
Corrente di stabilimento nominale di corto circuito (kA)	80	100
Sequenza di manovra nominale	O-0,3 s-CO-1 min-CO	
Corrente di interruzione nominale di linee a vuoto (A)	63	
Corrente di interruzione nominale di cavi a vuoto (A)	160	
Corrente di interruzione nominale di batteria singola di condensatori (A)	400	
Corrente di interruzione nominale in discordanza di fase (kA)	8	10
Durata massima di interruzione (ms)	60	
Durata massima di stabilimento/interruzione (ms) (con bobina a lancio)	80	
Durata massima di stabilimento/interruzione (ms) (con bobina a mancanza)	120	
Durata massima di chiusura (ms)	150	
Forze statiche ai morsetti:		
- orizzontale longitudinale (N)	1250	
- orizzontale trasversale (N)	750	
- verticale (N)	1000	
Livello di qualificazione sismica	AF5	

Tab. 10. Interruttori



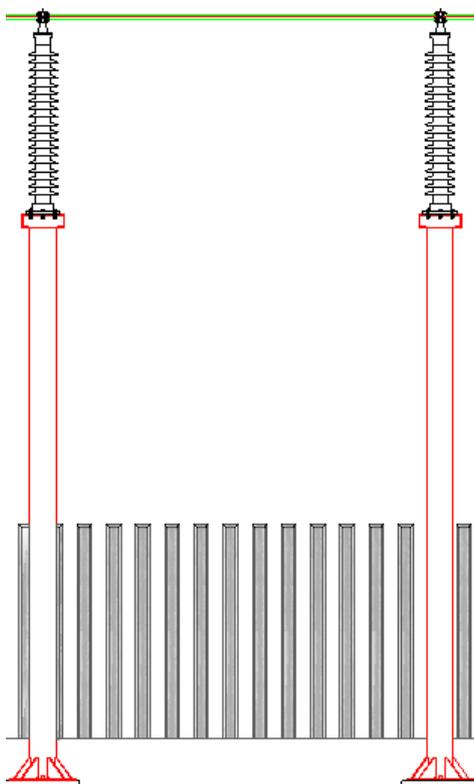
*Fig. 15. Particolare Interruttore con TA incorporato.*

### **5.8. Supporto per rompitratta unipolare.**

Il colonnino rompitratta è costituito da sostegni rispondenti alle seguenti Norme Tecniche di legge:

- Norma CEI 7-6 *“Controllo della zincatura a caldo”*;
- Norma CEI 11-4 *“Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne”*;
- Norma UNI 3740 *“Elementi di collegamento filettati di acciaio”*;
- Norma UNI 7091 *“Tubi saldati in acciaio non legato. Tubi lisci per usi generici”*;
- Norma UNI-EN 10025 *“Prodotti laminati a caldo di acciai non legati per impieghi strutturali – Condizioni tecniche di fornitura”*;
- Norma UNI-EN 10045/1 *“Materiali metallici – Prova di resilienza”*;
- Norma CNR-UNI 10011 *“Costruzioni di acciaio – Istruzioni per il calcolo, l’esecuzione, il collaudo e la manutenzione delle costruzioni di acciaio”*;
- Legge 5 Novembre 1971, n. 1086 *“Norma per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”*.

Tutti i materiali per la costruzione dei sostegni saranno, di norma, scelti tra quelli indicati dalle Norme UNI EN 10025, con l'esclusione degli acciai Fe 490, Fe 590 e Fe 690. I collegamenti filettati per tutti i tipi di sostegno sono conformi alle Norme UNI 3740. Tutto il materiale ferroso sarà zincato a caldo, secondo quanto prescritto dalla Norma CEI 7-6. Tutti i sostegni sono completi di tutti gli accessori necessari e sono predisposti per la messa a terra, secondo quanto previsto dalla Norma CEI 11-4. Nella figura seguente si individuano tali supporti in sezione e poi in foto.



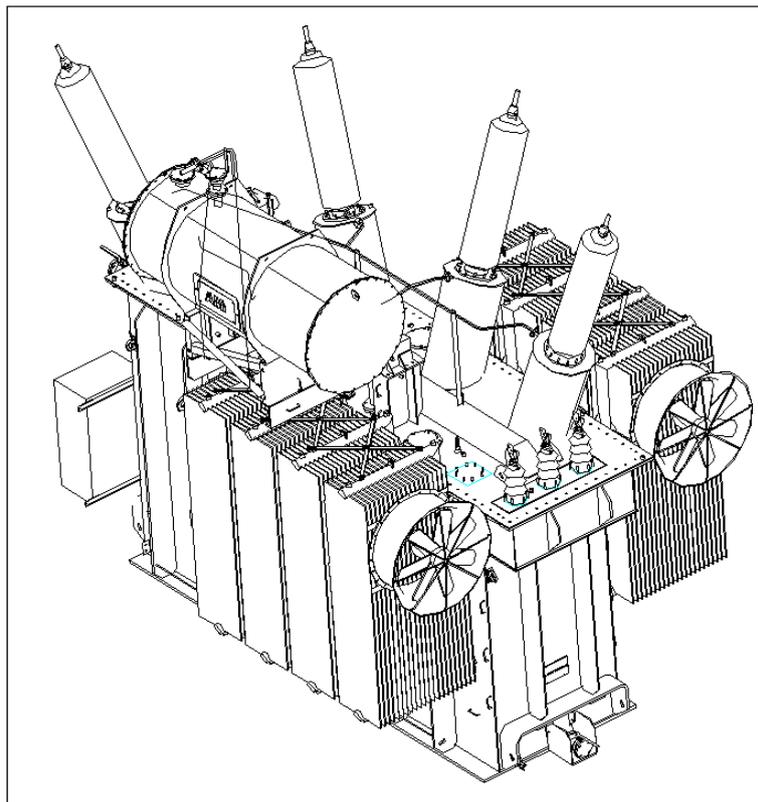
*Fig. 16. Particolare prospettico dei supporti rompitratta unipolari*



*Fig. 17. Particolare in foto di tali supporti*

### 5.9. Trasformatore di potenza.

Il trasformatore di potenza AT/MT, 150/20 kV sarà conforme alla Norma CEI 14-4. Esso avrà potenza di 25 MVA in funzionamento ONAN e potenza di 30 MVA in funzionamento ONAF. Il trasformatore da installare è del tipo isolato in olio minerale per installazione all'esterno, a rapporto variabile, con raffreddamento naturale dell'aria e dell'olio (ONAN), con radiatori addossati al cassone, completo di serbatoio dell'olio per il funzionamento e di serbatoio dell'olio di riserva, predisposto per il sistema di raffreddamento (ONAF). Nel caso di raffreddamento ONAF, la circolazione dell'aria sarà ottenuta mediante elettroventilatori ed opportuna apparecchiatura di comando e controllo. Esso sarà posizionato sopra una speciale vasca per il contenimento dell'eventuale fuoriuscita dell'olio in caso di guasto. Il trasformatore sarà completo di cassetto di protezione, contenente gli scaricatori a 20 kV. Tale unità di trasformazione costituisce una modesta sorgente di rumore in accordo ai limiti fissati dalla legge quadro sull'inquinamento acustico, in corrispondenza dei recettori sensibili.



*Fig. 18. Vista assometrica del trasformatore di progetto*

## 6. SPECIFICHE TECNICHE OPERE STRUTTURALI

### 6.1 Allestimento cantiere

Il lotto oggetto del presente intervento presenta sarà dotato di recinzione in rete zincata fissata a paletti in acciaio poggiati su plinti in calcestruzzo. Tale recinzione sarà utilizzata per delimitare il campo fotovoltaico e dovrà essere ultimata con i tratti previsti a progetto come da elaborati grafici progettuali, prima dell'inizio dei lavori di realizzazione dell'impianto fotovoltaico.

Per l'area destinata ai baraccamenti si prevede di utilizzare un'area ad oggi libera da manufatti ed impianti. Tutta l'area di cantiere dovrà essere delimitata con recinzione tipo orsofrill fissata a paletti di acciaio annegati in blocchi di fondazione in cls e posti ad interasse di 1 mt. L'altezza della recinzione dovrà essere di mt. 2,00. L'accesso a tale area di cantiere dovrà avvenire tramite un cancello di accesso di larghezza 8 mt [due parti da 4 mt cadauna] sufficiente per il transito dei mezzi pesanti. Le due aree [baraccamenti e deposito materiali/sosta mezzi] saranno distinte in modo da prevenire il rischio di collisione tra automezzi. Tutti i mezzi che accederanno a tale area dovranno procedere a passo d'uomo e sostare nelle aree opportunamente segnalate e comunicate al momento dell'ingresso in cantiere. Tutta l'area dovrà presentare una pavimentazione in spaccato di ghiaia da realizzare dopo uno scavo di scotico e la posa di un tessuto non tessuto per fondazioni stradali. All'interno dell'area per il deposito dei materiali e la sosta dei veicoli, in posizione il più prossima all'ingresso, dovrà essere realizzata una piazzola per il deposito dei rifiuti di cantiere [imballaggi, materiali di scarto, etc.], anche mediante la posa in opera di cassoni per la raccolta differenziata dei rifiuti ingombranti [carta e cartone, plastica, legno, etc.], e di cassonetti per la raccolta di rifiuti civili [organico, indifferenziato, vetro]. L'impresa appaltatrice principale dovrà provvedere allo smaltimento prevedendo il conferimento dei rifiuti alle pubbliche discariche a seconda della tipologia di rifiuto.

Per l'accesso al lotto si utilizzerà in parte la viabilità esistente all'interno del sito e in parte la nuova viabilità. La viabilità interna al sito deve essere mantenuta sempre libera da mezzi e materiali, questi ultimi dovranno essere sempre stoccati all'interno dell'area di cantiere. Tutti i mezzi che accedono all'area dovranno rispettare i limiti di velocità presenti ed i sensi di marcia indicati, è fatto comunque divieto di superare il

limite di velocità di 30 km/h. All'interno dei lotti di intervento, sia per le dimensioni delle strade che per la caratteristica del fondo [strade sterrate], si fissa un limite di velocità massimo di 10 km/h. Si prescrive comunque l'obbligo di mantenere sempre umide tali viabilità al fine di contenere lo svilupparsi ed il propagarsi di polveri.

Le aree destinate alle baracche ed allo stoccaggio dei materiali e dei rifiuti verranno installati come da tavola di cantierizzazione.

Dall'analisi del cronoprogramma, allegato al presente documento, si ipotizza che il numero massimo di lavoratori presenti contemporaneamente in cantiere sia pari a 100-150.

A servizio degli addetti alle lavorazioni si prevedono i seguenti baraccamenti, dimensionati ed attrezzati tenendo conto del numero massimo di lavoratori contemporaneamente presenti in cantiere:

- Uffici direzione lavori: saranno collocati in cabine prefabbricate;
- Spogliatoi: i locali dovranno essere aerati, illuminati, ben difesi dalle intemperie, riscaldati durante la stagione fredda, muniti di sedili e mantenuti in buone condizioni di pulizia. Inoltre, dovranno essere dotati di opportuni armadietti affinché ciascun lavoratore possa chiudere a chiave i propri indumenti durante il tempo di lavoro.
- Refettorio e locale ricovero: i locali dovranno essere forniti di sedili e di tavoli, ben illuminati, aerati e riscaldati nella stagione fredda. Il pavimento e le pareti dovranno essere mantenuti in buone condizioni di pulizia. Nel caso i pasti vengano consumati in cantiere, i lavoratori dovranno disporre di attrezzature per scaldare e conservare le vivande ed eventualmente di attrezzature per preparare i loro pasti in condizioni di soddisfacente igienicità.
- Servizi igienico assistenziali: la qualità dei servizi sarà finalizzata al soddisfacimento delle esigenze igieniche ed alla necessità di realizzare le condizioni di benessere e di dignità personale indispensabili per ogni lavoratore. I locali che ospitano i lavabi dovranno essere dotati di acqua corrente, se necessario calda e di mezzi detergenti e per asciugarsi. I lavabi dovranno essere in numero minimo di 1 ogni 5 lavoratori, 1 gabinetto ed 1 doccia ogni 10 lavoratori impegnati nel cantiere. I locali dovranno essere ben illuminati, aerati, riscaldati nella stagione fredda (zona docce) e mantenuti puliti.
- Cabina di infermeria dotata di kit primo soccorso e Defibrillatore Semiautomatico Esterno (DAE);
- Per l'alimentazione elettrica si prevede l'utilizzo di un apposito generatore o dell'impianto esistente previo accordo con la Committenza, per l'acqua necessaria a docce si prevede l'utilizzo di acqua a

servizio. Per i servizi igienici si prevede l'utilizzo di bagni chimici. In tutti i locali è vietato fumare ed è necessario predisporre l'apposito cartello con indicato il divieto. Dovranno essere predisposti allacciamenti a forniture e scarichi o in alternativa prevedere idonee forniture e impianto di scarico con trattamento in loco;

Date le dimensioni notevoli dell'area di cantiere si prevede di disporre all'interno dei lotti in progetto un adeguato numero di bagni chimici, di idonee dimensioni al numero di persone operanti in esse.

Non si prevede l'illuminazione notturna delle aree di lavoro né dell'area di stoccaggio dei materiali e dei baraccamenti.

Vista la posizione del cantiere all'interno di un'area isolata si prescrive l'obbligo di garantire un servizio di guardiana continuo [diurno e notturno].

## **6.2 Movimenti terra**

Le attività di movimento terra saranno caratterizzate da :

- Movimenti superficiali di pulizia generale dell'area con rimozione pietrame, taglio della vegetazione in sito dove presente, ;
- Realizzazione di viabilità interna: la viabilità interna alla centrale fotovoltaica sarà costituita da tratti esistenti e da tratti di strada di nuova realizzazione in terra battuta tutti inseriti nelle aree contrattualizzate;
- Scavi a sezione ristretta per posa cavi quali BT e MT, ecc;
- Scavi a sezione obbligata e riprofilatura per realizzazione di sistema di gestione acque meteoriche.

## **6.3 Movimenti terra**

Come mostrato negli elaborati di progetto si è proceduto considerando uno "schema tipo", che presenta caratteristiche tecnico-costruttive analoghe a quelle desumibili dai prodotti commerciali più comunemente utilizzati per impianti FV simili a quello in oggetto.

Nell'ipotesi di struttura tracker tipologica indicata in progetto è stata considerata una soluzione tecnologica a palo infisso in acciaio zincato. Considerate le caratteristiche dei terreni in sito è stata inoltre valutata un'alternativa soluzione tecnologica costituita da pali a elica zincati. Durante la fase esecutiva sulla base della struttura tracker scelta saranno definite le fondazioni e scelta la soluzione tecnologica di fondazione più adatta.

L'acciaio per strutture metalliche deve rispondere alle prescrizioni delle Norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2018. Tutte le strutture metalliche saranno preventivamente sottoposte a zincatura a caldo,

secondo UNI –EN-ISO 14713. Durante la fase esecutiva sarà valutato il trattamento anti-corrosivo delle fondazioni in considerazione delle condizioni ambientali di installazione.

Possono essere impiegati prodotti conformi ad altre specifiche tecniche qualora garantiscano un livello di sicurezza equivalente e tale da soddisfare i requisiti essenziali della direttiva 89/106/CEE. Tale equivalenza sarà accertata dal Ministero delle infrastrutture, Servizio tecnico centrale.

È consentito l'impiego di tipi di acciaio diversi da quelli sopra indicati purché venga garantita alla costruzione, con adeguata documentazione teorica e sperimentale, una sicurezza non minore di quella prevista dalle presenti norme.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova sono rispondenti alle prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377, UNI 552, UNI EN 10002-1, UNI EN 10045 -1.

Le tolleranze di fabbricazione devono rispettare i limiti previsti dalla EN 1090.

In sede di progettazione si possono assumere convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

1. Modulo elastico  $E = 210.000 \text{ N/mm}^2$
2. Modulo di elasticità trasversale  $G = E/2(1+ \nu) \text{ N/mm}^2$
3. Coefficiente di Poisson  $\nu = 0,3$
4. Coefficiente di espansione termica lineare  $\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1}$  (per temperature fino a  $100^\circ\text{C}$ )
5. Densità  $\rho = 7.850 \text{ kg/m}^3$

Tutta la carpenteria metallica, dove espressamente indicato negli elaborati progettuali, dovrà essere fornita in cantiere già zincata a caldo.

Il fissaggio meccanico dei moduli alle strutture di sostegno sarà eseguito con sistemi antisvitamento con bulloni di sicurezza o altri sistemi meccanici analoghi.

#### **6.4 Fondazioni cabine**

La scelta della tipologia di fondazione da utilizzare è stata valutata in base alle caratteristiche geotecniche del terreno, alla morfologia del sito, alla posizione ed accessibilità del sito.

Le fondazioni sono costituite da platee in calcestruzzo armato.

La profondità del piano di posa deve essere scelta in relazione alle caratteristiche e alle prestazioni da raggiungere della struttura in elevato, alle caratteristiche dei terreni e alle condizioni geologico-idrogeologiche.

Il piano di fondazione deve essere posto al di fuori del campo di variazioni significative di contenuto d'acqua del terreno e essere sempre posto a profondità tale da non risentire di fenomeno di erosione o scalfamento da parte di acque di scorrimento superficiale.

Il piano di posa degli elementi strutturali di fondazione deve essere regolarizzato e protetto con conglomerato cementizio magro o altro materiale idoneo eventualmente indicato dal direttore dei lavori.

Saranno previsti rinterri di raccordo tra la superficie del piano campagna e la quota di installazione cabine.

## 6.5 Calcestruzzo

Per le opere in c.a. è previsto l'uso dei seguenti calcestruzzi:

	CLASSE DI RESISTENZA RCK (KG/CM <sup>2</sup> )	CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE	CLASSE DI CONSISTENZA	DMAX
Tutte le opere in CA	400	XC4, XA2 e XS1	S4	20

*Tab. 11. Tipologia cls*

A tale classe di esposizione corrispondono le seguenti proprietà:

- rapporto massimo a/c pari a 0.50;
- contenuto minimo di cemento pari a 340 kg/m<sup>3</sup>.

NOTA: nel caso in cui si verifichi la possibilità di attacco chimico o corrosione indotta da cloruri la classe di esposizione deve essere adeguatamente aggiornata secondo le condizioni ambientali presenti.

Deve essere opportunamente valutata l'eventuale necessità di usare cemento resistente ai solfati per la Classe di Esposizione XA2.

### 6.5.1 Acciaio per calcestruzzo

#### Barre ad aderenza migliorata tipo B450C (ex Fe B 44 k)

Tipo di acciaio	Fe B 44 k
Peso specifico	$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$
Modulo di elasticità:	$E = 210000 \text{ N/mm}^2$
Tensione caratteristica di snervamento:	$f_{yk} > 450 \text{ N/mm}^2$
Tensione di snervamento di progetto ( $v_s = 1,15$ ):	$f_{yd} = f_{yk} / v_s = 391 \text{ N/mm}^2$
Massima tensione di esercizio:	$6_s = 0,8 f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$

- Acciaio per calcestruzzo armato.  
Si prevede l'impiego di acciaio B450C.  
Relativamente ai profili HEB100 Fe360
- Acciaio strutturale.  
Si prevede l'impiego di acciaio con caratteristiche minime S275JR.

- Acciaio strutturale per unioni bullonate.

Si prevede l'impiego di bulloni con classe di resistenza  $>_ 8.8$ .

**Per tutti gli elementi strutturali di acciaio deve essere prevista un'adeguata protezione contro la corrosione, ad esempio zincatura a caldo come da norma UNI –EN-ISO 14713.**

### 6.5.2 Copriferro

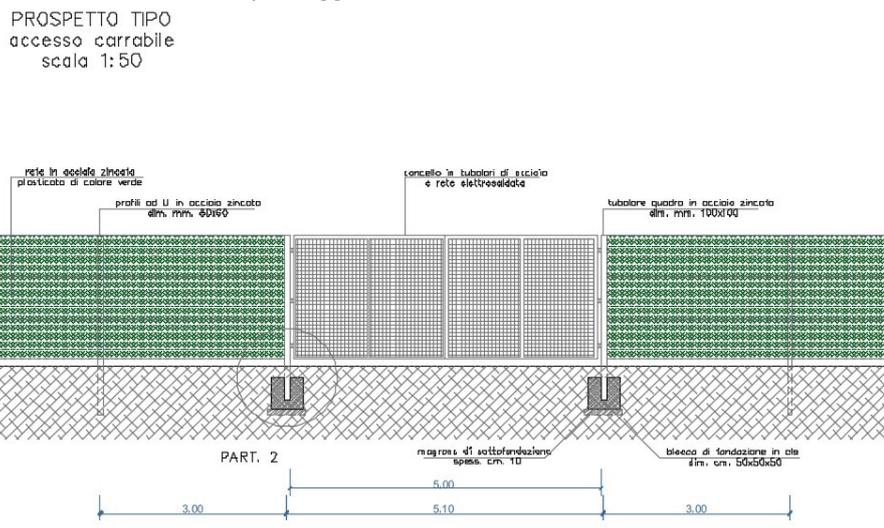
Si considerano i seguenti valori di copriferro:

- Calcestruzzo gettato contro il terreno e permanentemente a contatto con esso 75 mm;
- Calcestruzzo a contatto con il terreno o con acqua 50 mm;
- Calcestruzzo non a contatto con il terreno o con acqua 40 mm.
- 

## 6.6 Recinzione

È prevista la realizzazione di una recinzione perimetrale a delimitazione dell'area di installazione dell'impianto; la recinzione sarà formata da rete metallica a pali con plinti.

Ad integrazione della recinzione di nuova costruzione, è prevista la realizzazione di varchi di accesso; essi saranno costituiti ciascuno da un cancello pedonale e da un cancello carrabile per un agevole accesso all'area d'impianto. Per non ostacolare il passaggio della fauna locale, la recinzione verrà sollevata da terra di 20 cm.



### 6.6.1 Cancelli di accesso

Sono previsti 3 cancelli di accesso all'impianto di nuova installazione essenzialmente carrabile con sezione di passaggio pari ad almeno 4 m di larghezza e 2,2 m di altezza. Il tamponamento sarà conforme alla tipologia di recinzione utilizzata e la serratura sarà di tipo manuale. Il materiale dovrà essere acciaio rifinito mediante

zincatura a caldo.

## 6.7 Analisi idraulica

Al fine di non modificare la rete naturale allo stato attuale e definire un sistema di drenaggio interno al sito con il minor impatto è stata eseguita una simulazione del modello digitale del terreno disponibile identificando le principali informazioni morfologiche e idrologiche a scala di bacino nello stato di fatto (pendenze e isoipse, delimitazione del bacino idrografico, rete principale e secondaria).

La rete sarà realizzata in corrispondenza dei principali solchi di drenaggio naturali esistenti; questi ultimi sono stati identificati sulla base della simulazione del modello digitale del terreno.

La rete drenaggio in progetto sarà costituita da fossi e cunette di forma trapezoidale scavate nel terreno naturale e non rivestiti. Tutte le opere di regimazione rientreranno nell'ambito dell'Ingegneria naturalistica. L'area di intervento è stata suddivisa, sulla base della morfologia di progetto, in bacini imbriferi non necessariamente coincidenti con i singoli settori dell'impianto. I bacini sono delimitati verso il monte idrologico da "alti" naturali (orli di scarpata, rilievi) mentre il valle idrologico coincide con l'ubicazione di progetto dei canali da realizzarsi in scavo per il collettamento delle acque meteoriche.

Lo scopo delle canalette è quello di consentire il drenaggio dei deflussi al netto delle infiltrazioni nel sottosuolo. Le acque meteoriche ricadenti su ogni settore, per la parte eccedente rispetto alla naturale infiltrazione del suolo, verranno infatti intercettate dalle canalette drenanti realizzate lungo i lati morfologicamente più depressi. Il bacino idrologico presenta un'altitudine media pari a circa 50 m s.l.m..

### 6.7.1 Tratti tombinati

I tratti tombinati sono previsti per la risoluzione delle interferenze con la viabilità interna. Saranno previste tubazioni in HDPE carrabili interrate o posa di scatolari prefabbricati in CA carrabili.

### 6.7.2 Fossi di drenaggio drenanti

I fossi in terra saranno realizzati in scavo con una sezione trapezoidale di larghezza e profondità variabile in funzione della portata di progetto e sponde inclinate di angolo  $\alpha$  pari a circa 26°.

Lo scopo delle cunette è quello di consentire il drenaggio dei deflussi al netto delle infiltrazioni nel sottosuolo. Le acque meteoriche ricadenti su ogni settore, per la parte eccedente rispetto alla naturale infiltrazione del suolo, verranno infatti intercettate dalle cunette drenanti realizzate lungo i lati morfologicamente più depressi

### 6.7.3 Scarichi rete

In corrispondenza degli scarichi della rete di drenaggio nei fossi esistenti sono previste opere di ingegneria naturalistica consistenti nella messa a dimora di pietrame reperito in sito, avente funzione di rallentamento dei flussi e di protezione dall'erosione superficiale.

Tutte le opere saranno dettagliate durante la fase di progettazione esecutiva.

In fase costruttiva si potrà certamente ottimizzare la sezione e la soluzione progettuale dei drenaggi ove coincidente con la viabilità, mantenendone la capacità di drenaggio idraulica minima calcolata.

Lo scopo delle cunette è quello di permettere il deflusso dell'intera portata di progetto, relativa a un Tempo di Ritorno di 25 anni.

### 6.8 Viabilità interna di servizio

In assenza di viabilità esistente adeguata sarà realizzata una strada in terrarmata (larghezza carreggiata netta 4,5 m) per garantire l'ispezione dell'area di impianto dove necessario e per l'accesso alle piazzole delle cabine.

La viabilità è stata prevista lungo gli assi principali di impianto.

La scelta della tipologia pacchetto stradale è stata valutata in base alle caratteristiche geotecniche del terreno, alla morfologia del sito, alla posizione ed accessibilità del sito.

## 7. NORME E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

La legislazione e normativa nazionale cui si fa riferimento nel progetto è rappresentata da:

### Leggi e decreti:

Direttiva Macchine 2006/42/CE - "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" indicate dal DM del 14 Gennaio 2018, pubblicate sulla Gazzetta ufficiale n° 29 del 4/2/2008 - Suppl. Ordinario n. 30, integrate dalle "Istruzioni per l'applicazione delle Norme NTC" di cui al DM 14/01/2018, Circolare del 02/02/2009 n.617, Pubblicate nella Gazzetta Ufficiale n. 47 del 26 febbraio 2009 – Suppl. Ordinario n. 27

### Eurocodici

- UNI EN 1991 (serie) Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture.
- UNI EN 1993 (serie) Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio.
- UNI EN 1994 (serie) Eurocodice 4 – Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo.
- UNI EN 1997 (serie) Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica.
- UNI EN 1998 (serie) Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica.
- UNI EN 1999 (serie) Eurocodice 9 – Progettazione delle strutture di alluminio.

#### Altri documenti

Esistono inoltre documenti (Istruzioni CNR) che non hanno valore di normativa, anche se in qualche caso i decreti ministeriali fanno espressamente riferimento ad essi:

- CNR 10022/84 Costruzioni di profilati di acciaio formati a freddo;
- CNR 10011/97 Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione;
- CNR 10024/86 Analisi mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo.
- CNR-DT 207/2008, "Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni".

Eventuali normative non elencate, se mandatorie per la progettazione del sistema possono essere referenziate.

In caso di conflitto tra normative e leggi applicabili, il seguente ordine di priorità dovrà essere rispettato:

- Leggi e regolamenti Italiani;
- Leggi e regolamenti comunitari (EU);
- Documento in oggetto;
- Specifiche di società (ove applicabili);
- Normative internazionali.

#### Legislazione e normativa nazionale in ambito Civile e Strutturale

- Decreto Ministeriale Infrastrutture 14 gennaio 2018 "Nuove Norme tecniche per le costruzioni";
- Circ. Min. Infrastrutture e Trasporti 2 febbraio 2009, n. 617 "Istruzioni per l'applicazione norme tecniche per le costruzioni";
- Legge 5.11.1971 N° 1086 - (norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica);
- CNR-UNI 10021- 85 - (Strutture di acciaio per apparecchi di sollevamento. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione).

### Legislazione e normativa nazionale in ambito Elettrico

- D. Lgs 9 Aprile 2008 n. 81 e s.m.i..
- Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 Agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro).
- CEI EN 50110-1 (Esercizio degli impianti elettrici)
- CEI 11-27 (Lavori su impianti elettrici)
- CEI 0-10 (Guida alla manutenzione degli impianti elettrici)
- CEI 82-25
- CEI 0-16
- CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici
- CEI EN 60445 (CEI 16-2) Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione – Identificazione dei morsetti degli apparecchi e delle estremità dei conduttori\_

### Sicurezza elettrica

- CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed M delle imprese distributrici di energia elettrica
- CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici
- 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 64-8/7 (Sez.712) - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari
- CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario
- CEI 64-14 Guida alla verifica degli impianti elettrici utilizzatori
- IEC/TS 60479-1 Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects
- IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings – Part 7-712: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems
- CEI EN 60529 (CEI 70-1) Gradi di protezione degli involucri (codice IP)
- CEI 64-57 Edilizia ad uso residenziale e terziario - Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici - Impianti di piccola produzione distribuita.

- CEI EN 61140 (CEI 0-13) Protezione contro i contatti elettrici - Aspetti comuni per gli impianti e le apparecchiature

Parte fotovoltaica

- ANSI/UL 1703:2002 Flat-Plate Photovoltaic Modules and Panels
- IEC/TS 61836 Solar photovoltaic energy systems – Terms, definitions and symbols
- CEI EN 50380 (CEI 82-22) Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici
- CEI EN 50438 (CEI 311-1) Prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione
- CEI EN 50461 (CEI 82-26) Celle solari - Fogli informativi e dati di prodotto per celle solari al silicio cristallino
- CEI EN 50521(82-31) Connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove
- CEI EN 60891 (CEI 82-5) Caratteristiche I-V di dispositivi fotovoltaici in Silicio cristallino – Procedure di riporto dei valori misurati in funzione di temperatura e irraggiamento
- CEI EN 60904-1 (CEI 82-1) Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione
- CEI EN 60904-2 (CEI 82-2) Dispositivi fotovoltaici – Parte 2: Prescrizione per i dispositivi solari di riferimento
- CEI EN 60904-3 (CEI 82-3) Dispositivi fotovoltaici – Parte 3: Principi di misura dei sistemi solari fotovoltaici (PV) per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento
- CEI EN 60904-4 (82-32) Dispositivi fotovoltaici - Parte 4: Dispositivi solari di riferimento Procedura per stabilire la tracciabilità della taratura
- CEI EN 60904-5 (82-10) Dispositivi fotovoltaici - Parte 5: Determinazione della temperatura equivalente di cella (ETC) dei dispositivi solari fotovoltaici (PV) attraverso il metodo della tensione a circuito aperto
- CEI EN 60904-7 (82-13) Dispositivi fotovoltaici - Parte 7: Calcolo della correzione dell'errore di disadattamento fra le risposte spettrali nelle misure di dispositivi fotovoltaici
- CEI EN 60904-8 (82-19) Dispositivi fotovoltaici - Parte 8: Misura della risposta spettrale di un dispositivo fotovoltaico
- CEI EN 60904-9 (82-29) Dispositivi fotovoltaici - Parte 9: Requisiti prestazionali dei simulatori solari
- CEI EN 60068-2-21 (91-40) 2006 Prove ambientali - Parte 2-21: Prove - Prova U: Robustezza dei terminali e dell'interconnessione dei componenti sulla scheda

- CEI EN 61173 (CEI 82-4) Protezione contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici (FV) per la produzione di energia – Guida
- CEI EN 61215 (CEI 82-8) Moduli fotovoltaici (FV) 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 61277 (CEI 82-17) Sistemi fotovoltaici (FV) di uso terrestre per la generazione di energia elettrica – Generalità e guida
- CEI EN 61345 (CEI 82-14) Prova all'UV dei moduli fotovoltaici (FV)
- CEI EN 61683 (CEI 82-20) Sistemi fotovoltaici - Condizionatori di potenza - Procedura per misurare l'efficienza
- CEI EN 61701 (CEI 82-18) Prova di corrosione da nebbia salina dei moduli fotovoltaici (FV)
- 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 alla rete
- 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 61829 (CEI 82-16) Schiere di moduli fotovoltaici (FV) in Silicio cristallino – Misura sul campo delle caratteristiche I-V
- CEI EN 62093 (CEI 82-24) Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali
- CEI EN 62108 (82-30) Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) – Qualifica del progetto e approvazione di tipo

#### Quadri elettrici

- CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS);

- CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 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 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.

*Rete elettrica del distributore e allacciamento degli impianti*

- CEI 99-2 (EN 61936-1): “ Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata: Parte 1. Prescrizioni comuni”;
- CEI 99-3 (EN 50522): “Messa a terra degli impianti elettrici a tensione > 1 kV c.a.”;
- CEI 99-4: “Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale”;
- CEI 99-5: “Guida per l'esecuzione degli impianti di terra delle utenze attive e passive connesse ai sistemi di distribuzione con tensione superiore a 1 kV in c.a.”;
- CEI 11-17: (2006-07, 3<sup>a</sup> ed.) Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo.
- CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria
- CEI 11-20, V1 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria – Variante
- CEI 11-20, V2 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati alle reti di I e II categoria – Allegato C - Prove per la verifica delle funzioni di interfaccia con la rete elettrica per i micro generatori
- CEI EN 50110-1 (CEI 11-48) Esercizio degli impianti elettrici
- CEI EN 50160 (CEI 8-9) Caratteristiche della tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione dell'energia elettrica

*Cavi, cavidotti e accessori*

- CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV
- CEI 20-14 Cavi isolati con polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 kV a 3 kV
- 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

- CEI-UNEL 35026 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata
  - CEI 20-40 Guida per l'uso di cavi a bassa tensione
  - CEI 20-65 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico, termoplastico e isolante minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua  
Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati in fascio contenente conduttori di sezione differente
  - CEI 20-67 Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV
  - CEI 20-91 Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogenata non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici
  - CEI EN 50086-1 (CEI 23-39) Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Parte 1: Prescrizioni generali
  - CEI EN 50086-2-4 (CEI 23-46) Sistemi di canalizzazione per cavi - Sistemi di tubi
  - Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati
  - CEI EN 50262 (CEI 20-57) Pressacavo metrici per installazioni elettriche
  - CEI EN 60423 (CEI 23-26) Tubi per installazioni elettriche – Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi e accessori
  - CEI EN 61386-1 (CEI 23-80) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 1: Prescrizioni generali
  - CEI EN 61386-21 (CEI 23-81) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 21: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori
  - CEI EN 61386-22 (CEI 23-82) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche
  - Parte 22: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori
  - CEI EN 61386-23 (CEI 23-83) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche
  - Parte 23: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori
- Conversione della Potenza
- CEI 22-2 Convertitori elettronici di potenza per applicazioni industriali e di trazione
  - CEI EN 60146-1-1 (CEI 22-7) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-1: Specifiche per le prescrizioni fondamentali

- CEI EN 60146-1-3 (CEI 22-8) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-3: Trasformatori e reattori
- CEI UNI EN 45510-2-4 (CEI 22-20) Guida per l’approvvigionamento di apparecchiature destinate a centrali per la produzione di energia elettrica – Parte 2-4:
- Apparecchiature elettriche – Convertitori statici di potenza  
Scariche atmosferiche e sovratensioni
- CEI EN 50164-1 (CEI 81-5) Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC) – Parte 1: Prescrizioni per i componenti di connessione
- CEI EN 61643-11 (CEI 37-8) Limitatori di sovratensioni di bassa tensione – Parte 11: Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi di bassa tensione – Prescrizioni e prove
- CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1) Protezione contro i fulmini – Parte 1: Principi generali
- CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2) Protezione contro i fulmini – Parte 2: Valutazione del rischio
- CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3) Protezione contro i fulmini – Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone
- CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4) Protezione contro i fulmini – Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture  
Dispositivi di Potenza
- CEI EN 50123 (serie) (CEI 9-26 serie) Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi -Apparecchiatura a corrente continua
- CEI EN 50178 (CEI 22-15) Apparecchiature elettroniche da utilizzare negli impianti di potenza
- CEI EN 60898-1 (CEI 23-3/1) Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari – Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata
- CEI EN 60898-2 (CEI 23-3/2) Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari - Parte 2: Interruttori per funzionamento in corrente alternata e in corrente continua
- CEI EN 60947-1 (CEI 17-44) Apparecchiature a bassa tensione - Parte 1: Regole generali
- CEI EN 60947-2 (CEI 17-5) Apparecchiature a bassa tensione – Parte 2: Interruttori automatici
- CEI EN 60947-4-1 (CEI 17-50) Apparecchiature a bassa tensione – Parte 4-1: Contattori ed avviatori– Contattori e avviatori elettromeccanici  
Compatibilità elettromagnetica

- CEI 110-26 Guida alle norme generiche EMC
- CEI EN 50263 (CEI 95-9) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Norma di prodotto per i rele di misura e i dispositivi di protezione
- 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 61000-2-2 (CEI 110-10) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-2: Ambiente – Livelli di compatibilità per i disturbi condotti in bassa frequenza e la trasmissione dei segnali sulle reti pubbliche di alimentazione a bassa tensione
- CEI EN 61000-2-4 (CEI 110-27) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-4: Ambiente – Livelli di compatibilità per disturbi condotti in bassa frequenza negli impianti industriali
- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-2: Limiti – Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso 16 A per fase)
- CEI EN 61000-3-3 (CEI 110-28) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-3: Limiti – Limitazione delle fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature concorrente nominale 16 A e non soggette ad allacciamento su condizione
- CEI EN 61000-3-12 (CEI 210-81) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-12: Limiti - Limiti per le correnti armoniche prodotte da apparecchiature collegate alla rete pubblica a bassa tensione aventi correnti di ingresso  $> 16\text{ A}$  e  $\leq 75\text{ A}$  per fase.
- CEI EN 61000-6-1 (CEI 210-64) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-1: Norme generiche - Immunità per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera
- CEI EN 61000-6-2 (CEI 210-54) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-2: Norme generiche - Immunità per gli ambienti industriali
- CEI EN 61000-6-3 (CEI 210-65) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-3: Norme generiche - Emissione per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera
- CEI EN 61000-6-4 (CEI 210-66) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-4: Norme generiche - Emissione per gli ambienti industriali

#### Energia solare

- UNI 8477-1 Energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Valutazione dell'energia raggiante ricevuta
- UNI EN ISO 9488 Energia solare - Vocabolario
- UNI 10349 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici

### Sistemi di misura dell'energia elettrica

- CEI 13-4 Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica
- CEI EN 62052-11 (CEI 13-42) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Parte 11: Apparato di misura
- CEI EN 62053-11 (CEI 13-41) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 11: Contatori elettromeccanici per energia attiva (classe 0,5, 1 e 2)
- 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 62053-22 (CEI 13-44) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 22: Contatori statici per energia attiva (classe 0,2 S e 0,5 S)
- 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 - Apparato di misura (indici di classe A, B e C)
- CEI EN 50470-2 (CEI 13-53) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 2: Prescrizioni particolari - Contatori elettromeccanici per energia attiva (indici di classe A e B)
- 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 62059-31-1 (13-56) Apparat per la misura dell'energia elettrica – Fidatezza Parte 31-1: Prove accelerate di affidabilità -Temperatura ed umidità elevate