

<b>Trina Atena Solar S.r.l.</b> , sede legale in Milano, Piazza Borromeo n. 14, 20123, P.IVA 11542600967 REA MI- 2609899, PEC trinaatenasolar@unapec.		<b>CODE</b> <b>SCS.DES.R.ELE.ITA.P.2051.0051.00</b>
		<b>PAGE</b> 1 di/of 30

**TITLE:** Calcoli Preliminari Impianti **AVAILABLE LANGUAGE:** IT

**IMPIANTO FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA 10,275 MWp CON INTEGRAZIONE AGRICOLA,  
UBICATO NEL COMUNE DI GROTTAGLIE (TA), LOCALITA' CONTRADA ANGIULLI SNC**

## RELAZIONE SUI CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI

File name: XXXXXXXX\_Calcoli Prelimpianti

<b>00</b>	<b>17/03/2021</b>	<b>EMISSIONE</b>	SCS INGEGNERIA V. DECAROLIS (SCS)	SCS INGEGNERIA S. MICCOLI (SCS)	SCS INGEGNERIA F. SPECCHIA
<b>REV.</b>	<b>DATE</b>	<b>DESCRIPTION</b>	<b>PREPARED</b>	<b>VERIFIED</b>	<b>APPROVED</b>

<b>SOGGETTO PROPONENTE / Proponent</b> <b>Trina Atena Solar S.r.l.</b> , sede legale in Milano, Piazza Borromeo n. 14, 20123, P.IVA 11542600967 REA MI- 2609899, PEC trinaatenasolar@unapec.	<b>PROGETTISTA / Technical Advisor</b> 	<b>PROGETTISTA / Technical Advisor</b> <b>ING. FEDERICA SPECCHIA</b> 
--	---	--

<b>IMPIANTO / Plant</b> <b>GROTTAGLIE</b> <b>(2051)</b>	<b>CODE</b>									
	<small>GROUP</small>	<small>FUNCION</small>	<small>TYPE</small>	<small>DISCIPLINE</small>	<small>COUNTRY</small>	<small>TEC</small>	<small>PLANT</small>	<small>PROGRESSIVE</small>	<small>REVISION</small>	
	<b>SCS</b>	<b>DES</b>	<b>R</b>	<b>E</b>	<b>L</b>	<b>E</b>	<b>I</b>	<b>T</b>	<b>A</b>	<b>P</b>

**CLASSIFICATION:** **UTILIZATION SCOPE** : ITER AUTORIZZATIVO

## INDICE

1	PREMESSA .....	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO PROGETTO ELETTRICO .....	4
3	CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI .....	5
3.1	DIMENSIONAMENTO DEI conduttori di fase .....	5
3.2	Dimensionamento del conduttore di neutro .....	8
3.3	Dimensionamento dei conduttori di protezione.....	8
3.4	Cadute di tensione.....	9
3.5	Scelta delle protezioni .....	9
3.6	Verifica della protezione a cortocircuito delle condutture .....	10
3.7	calcoli elettrici.....	11
4	DESCRIZIONE E SCHEMA DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO.....	13
4.1	Generatore fotovoltaico .....	14
4.2	Generatore fotovoltaico .....	14
4.3	QUADRO MT .....	17
4.4	Trasformatore MT/BT .....	21
4.5	Trasformatore BT/BT e quadro Aux .....	23
5	DIMENSIONAMENTO.....	24
5.1	Dimensionamento dei conduttori in BT.....	24
5.2	Dimensionamento dei conduttori in MT .....	26
6	IMPIANTO GENERALE DI TERRA .....	26
7	SISTEMA DI PROTEZIONE DALLE SOVRATENSIONI .....	26
8	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE E VIDEOSORVEGLIANZA.....	28
9	IMPIANTO FIBRA OTTICA .....	29

## 1 PREMESSA

La società "Trina Atena Solar Icaro S.r.l." è una società italiana del gruppo Trina Solar Italy System S.r.l.. Il gruppo, con sede legale a Milano in piazza Borromeo 14, fa capo alla multinazionale Trina Solar, società avente come base amministrativa e produttiva in Cina.

Trina Solar ha una presenza capillare in tutto il mondo con sedi locali nei principali mercati del fotovoltaico. Trina Solar Italy, è presente in Italia dal 2007 con i suoi uffici commerciali, di supporto tecnico e marketing.

Il presente progetto prevede la realizzazione, tramite la società di scopo Trina Atena Solar Icaro S.r.l., di un impianto fotovoltaico avente potenza DC pari a 10,275 MWp e una potenza AC pari a 8,500 MW. L'impianto è ubicato in agro del comune di Grottaglie, in provincia di Taranto, su un'area di circa 15,50 ha complessivi.

L'area di impianto è ubicata in contrada Angiulli SNC, a circa 6 chilometri a nord-ovest rispetto al centro abitato di Grottaglie.

Nella presente relazione si riportano i calcoli preliminari dell'impianto fotovoltaico.

## 2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO PROGETTO ELETTRICO**

A seguire un elenco della normativa di riferimento:

- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 64-8 Ed. 2012: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.
- CEI 11-20 2000 IVa Ed. Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti I e II categoria.
- CEI 23-3/1 Ia Ed. 2004: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari.
- CEI EN 60909-0 IIa Ed. (IEC 60909-0:2001-07): Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 0: Calcolo delle correnti.
- CEI 20-91 2010: Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.
- IEC 60090-4 First ed. 2000-7: Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 4: Esempi per il calcolo delle correnti di cortocircuito.
- CEI 17-5 VIIIa Ed. 2007: Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici
- CEI 11-28 1993 Ia Ed. (IEC 781): Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali e bassa tensione.
- IEC 60364-5-52 IIIa Ed. 2009: Electrical Installations of Buildings - Part 5-52: Selection and Erection of Electrical Equipment - Wiring Systems.
- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 99-2 (CEI EN 61936-1): Impianti con tensione superiore a 1 kV in c.a
- Guida CEI 99-4: Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale.
- IEC 60502-2 IIa Ed. 2005-03: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV up to 30 kV – Part 2.
- IEC 61892-4 Ia Ed. 2007-06: Mobile and fixed offshore units – Electrical installations. Part 4: Cables.

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

### 3 CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI

#### 3.1 DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI FASE

Il progetto prevede l'installazione di una tipologia di struttura portamoduli di tipo tracker. La tipologia di strutture a prevedersi permetterà l'alloggiamento di due o tre stringhe per ognuna, stringhe formate nello specifico da 39 moduli bifacciali connessi in serie.

Di seguito si riportano le caratteristiche principali del modulo usato:

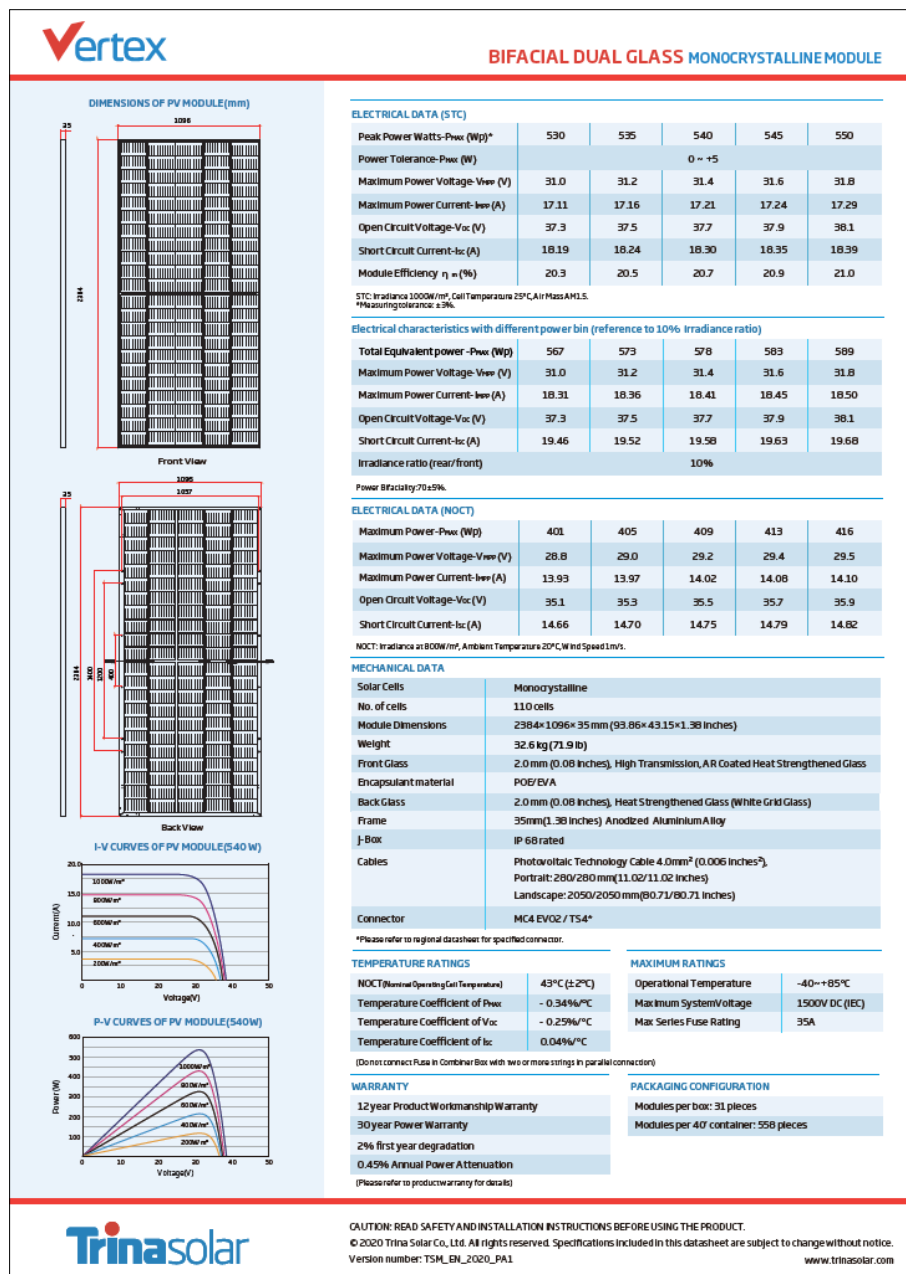


Figura 1: Datasheet modulo fotovoltaico

Il layout dell'impianto e gli schemi delle strutture sono riportati negli elaborati grafici progettuali.

Il criterio seguito per il dimensionamento dei cavi di fase è tale da poter garantire la protezione dei conduttori dalle sovracorrenti.

In base alla norma CEI 64-8/4 (par. 433.2), infatti, il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la conduttura in modo da verificare le condizioni:

$$a) I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$b) I_f \leq 1.45 \cdot I_z$$

Per la condizione a) è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte. Dalla corrente  $I_b$ , pertanto, viene determinata la corrente nominale della protezione (seguendo i valori normalizzati) e con questa si procede alla determinazione della sezione.

Il dimensionamento dei cavi rispetta anche i seguenti casi:

- condutture senza protezione derivate da una conduttura principale protetta contro i sovraccarichi con dispositivo idoneo ed in grado di garantire la protezione anche delle condutture derivate;
- conduttura che alimenta diverse derivazioni singolarmente protette contro i sovraccarichi, quando la somma delle correnti nominali dei dispositivi di protezione delle derivazioni non supera la portata  $I_z$  della conduttura principale.

L'individuazione della sezione si effettua utilizzando le tabelle di posa assegnate ai cavi.

Elenchiamo alcune tabelle, indicate per il mercato italiano:

- IEC 60364-5-52 (PVC/EPR);
- IEC 60364-5-52 (Mineral);
- CEI-UNEL 35024/1;
- CEI-UNEL 35024/2;
- CEI-UNEL 35026;
- CEI 20-91 (HEPR).

In media tensione, la gestione del calcolo si divide in funzione delle tabelle scelte:

- CEI 11-17;
- CEI UNEL 35027 (1-30kV).
- IEC 60502-2 (6-30kV)
- IEC 61892-4 off-shore (fino a 30kV)

La sezione viene scelta in modo che la portata del cavo selezionato sia superiore alla  $I_z$  min. Gli eventuali paralleli vengono calcolati nell'ipotesi che abbiano tutti la stessa sezione, lunghezza e tipo di posa (vedi norma 64.8 par. 433.3), considerando la portata minima come risultante della somma delle singole portate (declassate per il numero di paralleli dal coefficiente di declassamento per prossimità).

La condizione b) non necessita di verifica in quanto gli interruttori che rispondono alla norma CEI 23.3 hanno un rapporto tra corrente convenzionale di funzionamento  $I_f$  e corrente nominale  $I_n$  minore di 1.45 ed è costante per tutte le tarature inferiori a 125 A. Per le apparecchiature industriali, invece, le norme CEI 17.5 e IEC 947 stabiliscono che tale rapporto può variare in base alla corrente nominale, ma deve comunque rimanere minore o uguale a 1.45.

Dalla sezione dei conduttori selezionati deriva il calcolo dell'integrale di Joule, ossia la massima energia specifica ammessa dagli stessi, tramite la:

$$I^2 \cdot t = K^2 \cdot S^2$$

La costante K viene data dalla norma 64-8/4 (par. 434.3), per i conduttori di fase e neutro e, dal paragrafo 64-8/5 (par. 543.1), per i conduttori di protezione in funzione al materiale conduttore e al materiale isolante. Per i cavi ad isolamento minerale le norme attualmente sono allo studio, i paragrafi sopraccitati riportano però nella parte commento dei valori prudenziali.

I valori di K riportati dalla norma sono per i conduttori di fase (par. 434.3):

- Cavo in rame e isolato in PVC: K = 115
- Cavo in rame e isolato in gomma G: K = 135
- Cavo in rame e isolato in gomma etilenpropilenica G5-G7: K = 143
- Cavo in alluminio e isolato in PVC: K = 74
- Cavo in alluminio e isolato in G, G5-G7: K = 92

I valori di K per i conduttori di protezione unipolari (par. 543.1) tab. 54B:

- Cavo in rame e isolato in PVC: K = 143
- Cavo in rame e isolato in gomma G: K = 166
- Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7: K = 176
- Cavo in rame nudo: K = 228

### 3.2 DIMENSIONAMENTO DEL CONDUTTORE DI NEUTRO

La norma CEI 64-8 par. 524.2 e par. 524.3, prevede che la sezione del conduttore di neutro, nel caso di circuiti polifasi, possa avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- il conduttore di fase abbia una sezione maggiore di 16 mm<sup>2</sup>;
- la massima corrente che può percorrere il conduttore di neutro non sia superiore alla portata dello stesso
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm<sup>2</sup>, se il conduttore è in rame, e a 25 mm<sup>2</sup> se il conduttore è in alluminio.

Nel caso in cui si abbiano circuiti monofasi o polifasi e questi ultimi con sezione del conduttore di fase minore di 16 mm<sup>2</sup> se conduttore in rame e 25 mm<sup>2</sup> se e conduttore in alluminio, il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase.

### 3.3 DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI PROTEZIONE

Le norme CEI 64.8 par. 543.1 prevedono due metodi di dimensionamento dei conduttori di protezione:

- determinazione in relazione alla sezione di fase;
- determinazione mediante calcolo.

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore di protezione seguendo vincoli analoghi a quelli introdotti per il conduttore di neutro:

$$\begin{aligned} S_f < 16\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = S_f \\ 16 \leq S_f \leq 35\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = 16\text{mm}^2 \\ S_f > 35\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = S_f / 2 \end{aligned}$$

Il secondo criterio determina tale valore con l'integrale di Joule, ovvero la sezione del conduttore di protezione non deve essere inferiore al valore determinato con la seguente formula:

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

dove:

- $S_p$  è la sezione del conduttore di protezione (mm<sup>2</sup>);
- $I$  è il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione



per un guasto di impedenza trascurabile (A);

- $t$  è il tempo di intervento del dispositivo di protezione (s);
- $K$  è un fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e di altre parti.

In entrambi i casi si deve tener conto, per quanto riguarda la sezione minima, del paragrafo 543.1.3.

Esso afferma che la sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della condotta di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

- 2,5 mm<sup>2</sup> rame o 16 mm<sup>2</sup> alluminio se è prevista una protezione meccanica;
- 4 mm<sup>2</sup> o 16 mm<sup>2</sup> alluminio se non è prevista una protezione meccanica;

### 3.4 CADUTE DI TENSIONE

Le cadute di tensione sono calcolate mediante la formula approssimata:

$$c_{dt}(I_b) = k_{cdt} \cdot I_b \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot (R_{cavo} \cdot \cos \varphi + X_{cavo} \cdot \sin \varphi) \cdot \frac{100}{V_n}$$

con:

- $k_{cdt} = 2$  per sistemi monofase;
- $k_{cdt} = 1.73$  per sistemi trifase.

I parametri  $R_{cavo}$  e  $X_{cavo}$  sono ricavati dalla tabella UNEL in funzione del tipo di cavo (unipolare/multipolare) ed alla sezione dei conduttori; di tali parametri il primo è riferito a 70°C per i cavi con isolamento PVC, a 90°C per i cavi con isolamento EPR; mentre il secondo è riferito a 50 Hz, ferme restando le unità di misura in  $\Omega/\text{km}$ .

### 3.5 SCELTA DELLE PROTEZIONI

La scelta delle protezioni viene effettuata verificando le caratteristiche elettriche nominali delle condutture ed i valori di guasto; in particolare, le grandezze che vengono verificate sono:

- corrente nominale, secondo cui si è dimensionata la condotta;
- numero poli;
- tipo di protezione;
- tensione di impiego, pari alla tensione nominale dell'utenza;
- potere di interruzione, il cui valore dovrà essere superiore alla massima corrente di guasto a monte dell'utenza  $I_{km \max}$ ;
- taratura della corrente di intervento magnetico, il cui valore massimo per garantire la

protezione contro i contatti indiretti (in assenza di differenziale) deve essere minore della minima corrente di guasto alla fine della linea ( $I_{mag\ max}$ ).

### 3.6 VERIFICA DELLA PROTEZIONE A CORTOCIRCUITO DELLE CONDUTTURE

Secondo la norma 64-8 par.434.3, "Caratteristiche dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti.", le caratteristiche delle apparecchiature di protezione contro i cortocircuiti devono soddisfare a due condizioni:

- il potere di interruzione non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione (a meno di protezioni adeguate a monte);
- la caratteristica di intervento deve essere tale da impedire che la temperatura del cavo non oltrepassi, in condizioni di guasto in un punto qualsiasi, la massima consentita.

La prima condizione viene considerata in fase di scelta delle protezioni. La seconda invece può essere tradotta nella relazione:

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

ossia in caso di guasto l'energia specifica sopportabile dal cavo deve essere maggiore o uguale a quella lasciata passare dalla protezione.

La norma CEI al par. 533.3 "Scelta dei dispositivi di protezioni contro i cortocircuiti" prevede pertanto un confronto tra le correnti di guasto minima (a fondo linea) e massima (inizio linea) mediante i punti di intersezione tra le curve dell' $I^2t$  lasciato passare dall'interruttore automatico e quella dell' $I^2t$  sopportabile dal cavo. Pertanto:

- a) Protezione da cortocircuito assicurata da interruttori automatici. Si hanno due intersezioni per le quali:
  - $I_{ccmin} \geq I_{inters\ min}$  (quest'ultima riportata nella norma come Ia);
  - $I_{ccmin} \leq I_{inters\ max}$  (quest'ultima riportata nella norma come Ib).
- b) Protezione da cortocircuito assicurata da fusibili. Si ha un'unica intersezione per cui:
  - $I_{ccmin} \geq I_{inters\ min}$  (quest'ultima riportata nella norma come Ia).
- c) Protezione da cortocircuito e sovraccarico assicurata da unico dispositivo di protezione. In questo caso, la verifica della corrente di cortocircuito minima non è necessaria per via della tipologia di intersezione delle curve di riferimento dell' $I^2t$  del dispositivo di protezione e del cavo che si ottiene.

Sono pertanto verificate le relazioni in corrispondenza del guasto, calcolato, minimo e massimo. Nel caso in cui le correnti di guasto escano dai limiti di esistenza della curva della protezione il controllo non viene eseguito.

### 3.7 CALCOLI ELETTRICI

Si riportano di seguito due tabelle esemplificative relative alle caratteristiche tecniche dei cavi utilizzati per la distribuzione dell'energia prodotta dal generatore fotovoltaico oggetto della presente relazione di calcolo e in particolare riferite a:

- cavi di bassa tensione in alluminio di collegamento tra String Inverter e le cabine di trasformazione di campo;
- cavi di media tensione in alluminio per la distribuzione della potenza AC dalle cabine di trasformazione di campo alla cabina di parallelo MT interna al campo fotovoltaico;

Per quanto riguarda i cavi di stringa invece, necessari per il collegamento in parallelo a livello di ciascuno String Inverter delle stringhe di moduli fotovoltaici, è stata considerata una sezione di 6 mm<sup>2</sup>.

Tutti i cavi considerati ai fini della progettazione sono in linea con le specifiche tecniche della committenza in termini di caratteristiche tecniche richieste.

Per quanto riguarda il dimensionamento dei cavi di bassa tensione, in particolare delle tratte che vanno dagli string inverter alle rispettive cabine di trasformazione, la corrente nominale è stata calcolata secondo le tabelle IEC 60364-5-52 applicando i fattori di correzione (K) che dipendono dalla temperatura e dalle specifiche condizioni di installazione.

Per il progetto in esame i fattori di correzione utilizzati sono (metodo di installazione D2):

- K1: (Temperatura del terreno 30°C) = 0,93
- K2: (numero di circuiti nello stesso scavo a distanza pari a 0.25 m) = 0,7
- K3: (profondità di posa a 0,8 m) = 1,00
- K4: (resistività termica del suolo 2 K\*m/W) = 1,12

CIRCUITO BT		DETTAGLIO STRING INVERTER		CARATTERISTICHE DEL SISTEMA		CARATTERISTICHE DEL CIRCUITO				
ORIGINE	DESTINAZ.	STRINGHE IN PARALLELO	POTENZA DI INPUT (kWp)	Vac (V)	Ib (A)	CONFORMAZ.	LUNGHEZZA (m)	ΔV (%) STRING INVERTER - CABINA DI TRASFORMAZIONE	MATERIALE	
									CONDUTTORE	ISOLANTE
SI.1.1	MV Block 1	14	300,30	800	180,5	3 x (1x240mm2)	29	0,20%	Al	XLPE
SI.1.2	MV Block 1	14	300,30	800	180,5	3 x (1x240mm2)	99	0,71%	Al	XLPE
SI.1.3	MV Block 1	14	300,30	800	180,5	3 x (1x300mm2)	320	1,91%	Al	XLPE
SI.1.4	MV Block 1	14	300,30	800	180,5	3 x (1x300mm2)	331	1,97%	Al	XLPE
SI.1.5	MV Block 1	14	300,30	800	180,5	3 x (1x300mm2)	394	2,35%	Al	XLPE
SI.1.6	MV Block 1	14	300,30	800	180,5	3 x (1x300mm2)	405	2,41%	Al	XLPE
SI.1.7	MV Block 1	14	300,30	800	180,5	3 x (1x300mm2)	468	2,79%	Al	XLPE
SI.1.8	MV Block 1	14	300,30	800	180,5	3 x (1x300mm2)	477	2,85%	Al	XLPE

SI.2.1	MV Block 2	14	300,30	800	180,5	3 x (1x240mm <sup>2</sup> )	110	0,78%	AI	XLPE
SI.2.2	MV Block 2	14	300,30	800	180,5	3 x (1x240mm <sup>2</sup> )	68	0,49%	AI	XLPE
SI.2.3	MV Block 2	14	300,30	800	180,5	3 x (1x240mm <sup>2</sup> )	25	0,18%	AI	XLPE
SI.2.4	MV Block 2	14	300,30	800	180,5	3 x (1x240mm <sup>2</sup> )	19	0,13%	AI	XLPE
SI.2.5	MV Block 2	15	321,75	800	180,5	3 x (1x240mm <sup>2</sup> )	61	0,43%	AI	XLPE
SI.2.6	MV Block 2	14	300,30	800	180,5	3 x (1x240mm <sup>2</sup> )	106	0,75%	AI	XLPE
SI.3.1	MV Block 3	14	300,30	800	180,5	3 x (1x240mm <sup>2</sup> )	59	0,42%	AI	XLPE
SI.3.2	MV Block 3	14	300,30	800	180,5	3 x (1x240mm <sup>2</sup> )	260	1,85%	AI	XLPE
SI.3.3	MV Block 3	14	300,30	800	180,5	3 x (1x240mm <sup>2</sup> )	229	1,63%	AI	XLPE
SI.3.4	MV Block 3	15	321,75	800	180,5	3 x (1x240mm <sup>2</sup> )	218	1,55%	AI	XLPE
SI.3.5	MV Block 3	14	300,30	800	180,5	3 x (1x240mm <sup>2</sup> )	176	1,25%	AI	XLPE
SI.3.6	MV Block 3	14	300,30	800	180,5	3 x (1x240mm <sup>2</sup> )	134	0,96%	AI	XLPE
SI.3.7	MV Block 3	14	300,30	800	180,5	3 x (1x240mm <sup>2</sup> )	34	0,24%	AI	XLPE
SI.3.8	MV Block 3	14	300,30	800	180,5	3 x (1x240mm <sup>2</sup> )	34	0,24%	AI	XLPE
SI.4.1	MV Block 4	14	300,30	800	180,5	3 x (1x240mm <sup>2</sup> )	232	1,65%	AI	XLPE
SI.4.2	MV Block 4	14	300,30	800	180,5	3 x (1x240mm <sup>2</sup> )	140	0,99%	AI	XLPE
SI.4.3	MV Block 4	14	300,30	800	180,5	3 x (1x240mm <sup>2</sup> )	45	0,32%	AI	XLPE
SI.4.4	MV Block 4	15	321,75	800	180,5	3 x (1x240mm <sup>2</sup> )	33	0,24%	AI	XLPE
SI.4.5	MV Block 4	14	300,30	800	180,5	3 x (1x240mm <sup>2</sup> )	65	0,46%	AI	XLPE
SI.4.6	MV Block 4	14	300,30	800	180,5	3 x (1x240mm <sup>2</sup> )	85	0,60%	AI	XLPE
SI.5.1	MV Block 5	14	300,30	800	180,5	3 x (1x240mm <sup>2</sup> )	53	0,38%	AI	XLPE
SI.5.2	MV Block 5	14	300,30	800	180,5	3 x (1x240mm <sup>2</sup> )	42	0,30%	AI	XLPE
SI.5.3	MV Block 5	14	300,30	800	180,5	3 x (1x240mm <sup>2</sup> )	46	0,33%	AI	XLPE
SI.5.4	MV Block 5	14	300,30	800	180,5	3 x (1x240mm <sup>2</sup> )	69	0,49%	AI	XLPE
SI.5.5	MV Block 5	14	300,30	800	180,5	3 x (1x240mm <sup>2</sup> )	118	0,84%	AI	XLPE
SI.5.6	MV Block 5	14	300,30	800	180,5	3 x (1x240mm <sup>2</sup> )	255	1,82%	AI	XLPE

**Tabella 1: Caratteristiche tecniche dei cavi di bassa tensione (String Inverter - Cabine di Trasformazione)**

La caduta di tensione sul tratto stringa - string inverter è stata ottenuta considerando cautelativamente tutte i cavi di stringa di lunghezza lineare pari a 80 metri.

La massima caduta di tensione che si ottiene nella sezione AC in BT dell'impianto è quella sul circuito AC di collegamento tra lo String Inverter 1.8 e la cabina di trasformazione MV Block 1. La caduta di tensione totale in questo caso è pari all' 2,85%.

Per quanto riguarda le perdite di potenza totali sui circuiti AC, queste si attestano all'incirca a 59 kW.

Per quanto riguarda il dimensionamento dei cavi di media tensione, la corrente nominale è stata calcolata secondo le tabelle IEC 60502-2 2005, applicando i fattori di correzione (K) che dipendono dalla temperatura e dalle specifiche condizioni di installazione.

Per il progetto in esame i fattori di correzione utilizzati sono (metodo di installazione B.5.2.a):

- K1: (Temperatura del terreno 30°C) = 0,93
- K2: (numero di circuiti 2 installati nello stesso scavo a distanza 0,2 m) = 0,86
- K3: (profondità di posa a 1,0 m) = 0,98
- K4: (resistività termica del suolo 2 K\*m/W) = 0,9

CIRCUITO MT		DETTAGLIO CIRCUITO		CARATTERISTI CHE DEL SISTEMA		CARATTERISTICHE DEL CIRCUITO						
ORIGINE	DESTINAZIONE	SISTEMA	POTENZA TRASPORTATA (kVA)	V (kV)	Ib (A)	CONFORMAZIONE	LUNGHEZZA (m)	ΔV (%)	ΔP (%)	MATERIALE		V/Vm (kV)
										CONDUTTORE	ISOLANTE	
MV Block 1	MV Block 2	3φ	2000	20	57,7	(3 x 120 mm <sup>2</sup> )	280,3	0,05%	0,04%	AL	XLPE	12/20
MV Block 2	MV Block 3	3φ	3500	20	101	(3 x 120 mm <sup>2</sup> )	435,5	0,13%	0,11%	AL	XLPE	12/20
MV Block 3	CUTENTE	3φ	5000	20	158,8	(3 x 120 mm <sup>2</sup> )	425,9	0,20%	0,18%	AL	XLPE	12/20
MV Block 4	MV Block 5	3φ	1500	20	43,3	(3 x 120 mm <sup>2</sup> )	459,0	0,06%	0,05%	AL	XLPE	12/20
MV Block 5	CUTENTE	3φ	3000	20	86,6	(3 x 120 mm <sup>2</sup> )	130,5	0,03%	0,03%	AL	XLPE	12/20

**Tabella 2: Caratteristiche tecniche dei cavi di media tensione**

Tenuto conto che la massima corrente MT può essere assunta pari alla corrente nominale del trasformatore, le sezioni scelte indicate nello schema unifilare sono pari a 120 mm<sup>2</sup>, sovradimensionata rispetto ai parametri di funzionamento previsti.

Inoltre tale scelta è determinata dalla tenuta del cavo alle possibili correnti di cortocircuito che potrebbero instaurarsi a livello dei quadri di media tensione prima dell'apertura del circuito da parte delle protezioni in caso di guasto. Queste correnti sono state considerate elevate in questa fase progettuale non di dettaglio.

In merito alle cadute di tensione, sulle diverse linee MT interne al parco, come si evince dalla tabella precedente, esse sono molto contenute. La maggiore di esse si attesta allo 0,2 % sulla linea che trasporta la potenza AC dalla cabina di trasformazione numero 3 (MV Block 3) alla cabina utente.

#### 4 DESCRIZIONE E SCHEMA DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Il generatore fotovoltaico sarà composto da moduli fotovoltaici di potenza 550 Wp raggruppati in stringhe da 39 moduli ciascuna come indicato nello schema elettrico unifilare.

L'impianto fotovoltaico sarà suddiviso in cinque sottocampi identificabili con le diverse cabine di trasformazione presenti all'interno dell'area d'impianto. Ogni cabina di trasformazione ospita un trasformatore di potenza MT/BT, un trasformatore per l'alimentazione dei servizi ausiliari d'impianto, i quadri elettrici BT ed MT ed i servizi ausiliari.

In ciascuna stringa i moduli sono collegati in serie, con i terminali positivi e negativi di ognuna di esse collegati direttamente in ingresso all'inverter di stringa che provvede alla conversione

DC/AC. All'interno dell'impianto fotovoltaico, si avranno due tipologie di inverter di stringa in termini di potenza DC connessa in input. Infatti vi saranno n. 31 inverter di stringa con in ingresso una potenza DC pari a 300,30 kWp e n. 3 inverter di stringa con in ingresso una potenza DC pari a 321,75 kWp. Le tipologie di String inverter così definite saranno quindi rispettivamente caratterizzate da 14 stringhe e 15 stringhe in ingresso, lato DC. Ciascun circuito AC in uscita da ciascuno String inverter trasporterà l'energia prodotta verso una cabina di trasformazione di sottocampo dove verrà innalzata la tensione da BT a MT.

L'uscita in media tensione di ciascuna cabina di trasformazione si attesterà al quadro MT di un'ulteriore cabina di trasformazione oppure al quadro MT posto all'interno della cabina utente di impianto, individuata come punto di parallelo di tutte le linee MT dell'impianto stesso. Nello specifico si avranno tre linee di media tensione esercite in configurazione radiale, che si attesteranno al quadro MT della cabina utente.

#### 4.1 GENERATORE FOTOVOLTAICO

Il generatore fotovoltaico sarà composto da moduli fotovoltaici bifacciali in silicio cristallino aventi potenza 550 Wp raggruppati in stringhe da 39 moduli ciascuna come indicato nello schema elettrico unifilare. I moduli saranno installati a terra per file parallele su strutture di supporto di tipo tracker.

I moduli sono collegati a gruppi di 39 in serie che formano una stringa le cui caratteristiche risultanti sono riportati in tabella:

Moduli per stringa	N°	39
Potenza nominale	Wp	21.450
Tensione nominale	V	1240,2
Tensione a circuito aperto	V	1485,9
Corrente nominale	A	17,29
Corrente di cortocircuito	A	18,39

#### 4.2 GENERATORE FOTOVOLTAICO

Nell'impianto sono previsti complessivamente 34 inverter di stringa per consentire il parallelo delle stringhe e la conversione DC/AC; a ciascuno string inverter saranno collegate 14 o 15 stringhe in parallelo delle quali risultano le grandezze indicate in tabella seguente:

Stringhe per String Inverter	N°	14	15
Potenza nominale	kWp	300,30	321,75

Di seguito si riporta il datasheet di riferimento per lo string inverter a installarsi all'interno dell'impianto fotovoltaico:

## SG250HX **New**

**SUNGROW**  
 Clean power for all

Multi-MPPT String Inverter for 1500 Vdc System



### HIGH YIELD

- 12 MPPTs with max. efficiency 99%
- Compatible with bifacial module
- Built-in Anti-PID and PID recovery function

### LOW COST

- Compatible with Al and Cu AC cables
- DC 2 in 1 connection enabled
- Power line communication (PLC)
- Q at night function

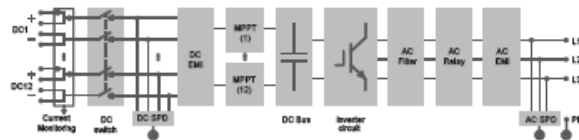
### SMART O&M

- Touch free commissioning and remote firmware upgrade
- Online IV curve scan and diagnosis\*
- Fuse free design with smart string current monitoring

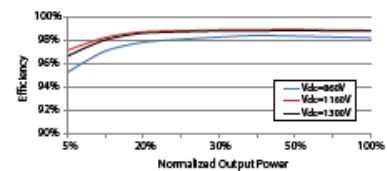
### PROVEN SAFETY

- IP66 and C5 protection
- Type II SPD for both DC and AC
- Compliant with global safety and grid code

### CIRCUIT DIAGRAM



### EFFICIENCY CURVE



SG250HX

Type designation	SG250HX
<b>Input (DC)</b>	
Max. PV input voltage	1500 V
Min. PV input voltage / Startup input voltage	600 V / 600 V
Nominal PV input voltage	1160 V
MPP voltage range	600 V – 1500 V
MPP voltage range for nominal power	860 V – 1300 V
No. of independent MPP inputs	12
Max. number of input connectors per MPPT	2
Max. PV input current	26 A * 12
Max. DC short-circuit current	50 A * 12
<b>Output (AC)</b>	
AC output power	250 kVA @ 30 °C / 225 kVA @ 40 °C / 200 kVA @ 50 °C
Max. AC output current	180.5 A
Nominal AC voltage	3 / PE, 800 V
AC voltage range	680 – 880V
Nominal grid frequency / Grid frequency range	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz
THD	< 3 % (at nominal power)
DC current injection	< 0.5 % In
Power factor at nominal power / Adjustable power factor	> 0.99 / 0.8 leading – 0.8 lagging
Feed-in phases / connection phases	3 / 3
<b>Efficiency</b>	
Max. efficiency	99.0 %
European efficiency	98.8 %
<b>Protection</b>	
DC reverse connection protection	Yes
AC short circuit protection	Yes
Leakage current protection	Yes
Grid monitoring	Yes
Ground fault monitoring	Yes
DC switch	Yes
AC switch	No
PV String current monitoring	Yes
Q at night function	Yes
Anti-PID and PID recovery function	Yes
Oversvoltage protection	DC Type II / AC Type II
<b>General Data</b>	
Dimensions (W*H*D)	1051 * 660 * 363 mm
Weight	99kg
Isolation method	Transformerless
Ingress protection rating	IP66
Night power consumption	< 2 W
Operating ambient temperature range	-30 to 60 °C
Allowable relative humidity range (non-condensing)	0 – 100 %
Cooling method	Smart forced air cooling
Max. operating altitude	5000 m (> 4000 m derating)
Display	LED, Bluetooth+APP
Communication	RS485 / PLC
DC connection type	MC4-Evo2 (Max. 6 mm <sup>2</sup> , optional 10mm <sup>2</sup> )
AC connection type	OT/DT terminal (Max. 300 mm <sup>2</sup> )
Compliance	IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, VDE-AR-N 4110:2018, VDE-AR-N 4120:2018, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-4, EN 50549, UNE 206007-1:2013, P.O.12.3, UTE C15-712-1:2013
Grid Support	Q at night function, LVRT, HVRT, active & reactive power control and power ramp rate control

\*: Only compatible with Sungrow logger and iSolarCloud



### 4.3 QUADRO MT

Il Quadro di Media Tensione a semplice sistema di sbarre sarà esente da manutenzione, assemblato in fabbrica, testato con prove di tipo.

Sarà in esecuzione tripolare, protetto in carpenteria metallica e isolato in gas. Il quadro sarà conforme alla Norma/Standard IEC 62271-200.

Di seguito si riporta il riferimento al datasheet del quadro di media tensione a installarsi all'interno delle cabine di trasformazione:

		DATA SHEET		Project	
		MEDIUM VOLTAGE SWITCHGEARS 24KV		Project-No.	
				Building	
SWITCHBOARDS					
1 Cell	Line IN			STD	
2 Cell	Transformer protection with VCB			STD	
3 Cell	IMS line out for ring solution			OPTIONAL	
Manufacturer	SEL	Loss of service continuity category [LSC]		LSC2	
Model	TPR6-24V	Internal arc classification [IAC]		A-FLR	
Applicable standard	IEC 62271-200	Arc fault current and duration [IA, tA]		16	kA, s
Number of phases	3	Operating temperature		-5°C +40°C	°C-°C
Rated Voltage [Ur]	24	kV	Operating humidity	95	%
Rated lighting impulse withstand voltage [Up]	125/145	kV	Operating altitude	< 3000 m	m
Rated power frequency withstand voltage [Ud]	50/60	kV	Storage temperature	-25°C +60°C	°C
Rated frequency [fr]	50	Hz	IP code	3X	
Rated normal current [Ir]	630	A	IK code (only for outdoor type)	N.A. (indoor)	
Rated short-time withstand current [Ik]	16	kA	Length	1090	mm
Rated peak withstand current [Ip]	40 (2,5*Ik)	kA	Height	1470+300	mm
Rated duration of short circuit [tk]	1	s	Depth	760	mm
Rated filling level for insulation [Pre]		kPa	Weight total	640 ±20	kg
Alarm level for insulation [Pae]		kPa	Color (RAL)	7035	
Minimum functional level for insulation [Pme]		kPa			
CIRCUIT BREAKERS					
Manufacturer		Opening duration		<50	ms
Model		Closing duration		<60	ms
Applicable standard	IEC 62271-100	Rated supply voltage of closing and opening devices		230Vac	V
Rated normal current [Ir]	630	A	Rated supply voltage of auxiliary circuits	230Vac	V
Rated short-circuit breaking current [Isc]	16	kA	Rated operating sequence	0-0,3s-CO-3min-CO	
Rated duration of short circuit [tk]	1	s	Electrical endurance classification [Ex]	E1	
Rated out off phase breaking current [Ii]	N.A	kA	Mechanical endurance classification [Mx]	M1	
Rated cable charging breaking current [Ic]	N.A	A	Restrike performance during capacitive current switching [Cx]	N.A	
SWITCHES (ON-LOAD DISCONNECTOR)					
Manufacturer		Rated mainly active load breaking current [Iload]		630	A
Model		Rated distribution line closed-loop breaking current [Iloop]		630	A

Applicable standard	IEC 62271-103		Rated cable-charging breaking current [I <sub>cc</sub> ]	32	A
Rated normal current [I <sub>r</sub> ]	630	A	Rated line-charging breaking current [I <sub>lc</sub> ]	32	A
Rated short time withstand current [I <sub>k</sub> ]	16	kA	Electrical endurance classification [Ex]	E3	
Rated duration of short circuit [T <sub>k</sub> ]	1	s	Mechanical endurance classification [Mx]	M1	
Rated peak withstand current [I <sub>p</sub> ]	40	kA			
Designation of the type of the switch	Three position switch				
<b>EARTH SWITCHES (OFF-LOAD)</b>					
Manufacturer			Rated duration of short circuit [T <sub>k</sub> ]	1	s
Model			Rated peak withstand current [I <sub>p</sub> ]	2,5 I <sub>k</sub>	kA
Applicable standard	IEC 62271-102		Electrical endurance classification [Ex]	E1	
Rated short time withstand current [I <sub>k</sub> ]	16	kA	Mechanical endurance classification [Mx]	M0	
<b>SWITCH FUSES</b>					
Manufacturer	N.A.		Rated voltage [U <sub>r</sub> ]	N.A.	V
Model	N.A.		Rated maximum breaking current	N.A.	kA
Applicable standard	N.A.		Maximum application temperature	N.A.	°C
Rated normal current of the base [I <sub>r</sub> ]	N.A.	A	Class	N.A.	
Rated voltage of the base [U <sub>r</sub> ]	N.A.	V	Mechanical operations	N.A.	n
Rated normal current [I <sub>r</sub> ]	N.A.	A	Time-current characteristics	N.A.	curve
<b>CURRENT TRANSFORMER</b>					
Manufacturer			<i>CT for protection:</i>		
Model			Accuracy class	5	
Applicable standard	IEC 61869-2		Rated output [S <sub>r</sub> ]	1	VA
Rated frequency [f <sub>r</sub> ]	50	Hz	Precision limit factor	P10	
Highest voltage [U <sub>m</sub> ]	N.A.	kV	<i>CT for measurement:</i>		
Rated insulation level	0,72	kV	Accuracy class	N.A.	
Rated dynamic current	50	kA	Rated output [S <sub>r</sub> ]	N.A.	VA
Rated short circuit thermal current	20	kA	Safety factor	N.A.	
Rated transformation ratio [k <sub>r</sub> ]	125/1	A/A	Temperature category	N.A.	
IP code	IPXXB		Weight	1	kg
IK code	N.A.				
<b>VOLTAGE TRANSFORMER</b>					
Manufacturer	N.A.		<i>VT for protection:</i>		
Model	N.A.		- Accuracy class	N.A.	
Applicable standard	N.A.		- Rated output [S <sub>r</sub> ]	N.A.	VA
Rated frequency [f <sub>r</sub> ]	N.A.	Hz	- Precision limit factor	N.A.	
Highest voltage [U <sub>m</sub> ]	N.A.	kV	<i>VT for measurement:</i>		
Rated insulation level	N.A.	kV	- Accuracy class	N.A.	

Rated transformation ratio [kr]	N.A.	V/V	- Rated output [Sr]	N.A.	VA
Magnetic induction (rated voltage)	N.A.	Tesla	- Safety factor	N.A.	
IP code	N.A.		Temperature category	N.A.	
IK code	N.A.		Weight	N.A.	kg
Temperature category	N.A.				
<b>BUSHING</b>					
Manufacturer			Lighting impulse withstand voltage [BIL]	125/145	kV
Model			Switching impulse withstand voltage [SIL]	N.A.	kV
Applicable standard	IEC60137, EN 50181		Power frequency withstand voltage [AC] *	50/60	kV
Highest voltage (Um)	27	kV	Bushing capacitance	26	pF
Rated current [Ir]	630	A	Dielectric dissipation factor	N.A.	%
Rated frequency [fr]	50	Hz			
<b>PROTECTION</b>					
Manufacturer			<i>ETR function (Event and Trip Recorder):</i>		
Model			- ETR recordings time resolution	1	ms
Applicable standard	IEC60255-1		- ETR recordings time precision	N.A.	ms
Rated power supply	24...230 Vca/cc	V			
Rated insulation level	1	kV	<i>Measurement functions:</i>		
Operating temperature	-25°C +70°C	°C-°C	Phase/earth current		
Humidity	10...95	%	- precision class	4% ± 1%In	
IP code	IP52 frontal IP20 rear		- measurement range	1	A
<i>Thermal capacity:</i>			Phase/connected voltage		
- Continuous	25	n-In	- precision class	N.A.	
- transitory	500/1	n-In/s	- measurement range	N.A.	V
- Limit	1250	n-In	Active/reactive/apparent power		
Reaction time on fault	<30	ms	- precision class	N.A.	
Reaction time to command	N.A.	ms	Active/reactive energy		
Digital input	3	n	- precision class	N.A.	
Digital output	4	n			
Analogic input	4	n	<i>HMI interface &amp; LCD display</i>		
Analogic output	-	n	- configurable command buttons	-	n

Protection function available	50 51 50N 51N	ANSI	- configurable warning LED	-	n
Oscillopertubograph function:			- acces key to local command	No	
- n./duration of recordings	5/240	n	Interface type	RS232 / RS485	
- sample frequency	800	Hz	Synchronisation mode	N.A.	
<b>AUXILIARY EQUIPMENT</b>					
Rated Voltage [Ur]	230	Vca	Auxiliary relay Manufacturer and type	N.A.	
Rated Frequency [fr]	50	Hz	Auxiliary relay Manufacturer and type	N.A.	
Insulation voltage for 1 sec	1	kV	Openin coil Manufacturer and type	TBD	
Rated power supply	230Vca	V	AC MCB Manufacturer and type	TBD	
Rated insulation level	1	kV	Selectors Manufacturer and type	N.A.	
Rated cut-off power on short circuit	4	kA	Terminal Manufacturer and type	CABUR CBD.4	

Figura 2: Scheda Tecnica Quadro MT di PTU

#### 4.4 TRASFORMATORE MT/BT

L'uscita del quadro di parallelo in corrente alternata sarà collegata ad un trasformatore trifase MT/BT avente potenza in funzione del cabinato di trasformazione corrispondente (2000 KVA oppure 1500 KVA).

L'uscita MT di ogni trasformatore sarà collegata ad un quadro di media tensione composto da uno scomparto con un interruttore automatico MT con relativa protezione di massima corrente, come indicato nello schema unifilare.

L'uscita in media tensione di ciascuna cabina di trasformazione sarà collegata, mediante una linea MT indipendente, ad una partenza nel quadro MT installato nella cabina di trasformazione successiva appartenente all'anello di MT oppure alla cabina utente di campo.

**Trina Atena Solar S.r.l.**,  
sede legale in Milano, Piazza  
Borromeo n. 14, 20123,  
P.IVA 11542600967  
REA MI- 2609899,  
PEC trinaatenasolar@unapec.



CODE

**SCS.DES.R.ELE.ITA.P.2051.051.00**

PAGE

22 di/of 30

TECHNICAL DATA TRANSFORMER 2 MVA 20/0,8 KV	
<b>TECHNICAL DATA</b>	
RATED POWER	2000 kVA
FREQUENCY	50 Hz
PHASES	3
PRIMARY VOLTAGE	20 kV
PRIMARY TAPPING VOLTAGE RANGE	± 2x2,5%
ALTITUDE	<1000
PRIMARY CONNECTION	Delta
SECONDARY VOLTAGE	800
SECONDARY CONNECTION	Wye
WITHSTAND VOLTAGE Um/FI/IMP - PRIMARY	24/50/125
WITHSTAND VOLTAGE Um/FI/IMP - SECONDARY	3,6/10
PHASE DISPLACEMENT	Dy11
COOLING METHOD	ONAN
INSULATING MATERIAL CLASSIFICATION PRI/SEC	A/A
OPERATING TEMPERATURE MIN/MAX	- 25 / + 40° C
OIL/WINDINGS TEMPERATURE RISE (OIL/WINDINGS TEMPERATURE RISE FOR TEST)	60 / 65° C
HOTSPOT	< 78° C
NO-LOAD LOSSES (AT RATED VOLTAGE)	IEC60076 / UE 548-2014
LOAD LOSSES (AT 75° C)	IEC60076 / UE 548-2014
PEI	99,51 %
SHORT-CIRCUIT IMPEDANCE (AT 75° C) - PRI/SEC1+SEC2	6 %
NO-LOAD CURRENT (AT RATED VOLTAGE)	< 0,5 %
WINDINGS MATERIAL	Al/Al
SOUND PRESSURE (AT 1 M DISTANCE)	< 59 dB(A)
WEIGHT	5200 Kg
DIMENSIONS	1900 x 1400 x 2500 H mm
MAX OIL QUANTITY	1200 kg
LV TERMINALS	Porcelain bushing for outdoor - Type 3,6 kV - 3150 A
MV TERMINALS	Plug-in bushing - Type C 36 kV - 630 A
INRUSH PEAK CURRENT Ki	< 0,9 In
INRUSH DAMPING TIME	< 0,27 sec
DEGREE OF CORROSION	C4H (ISO 12944)
<b>ACCESSORIES</b>	
NAMEPLATE	YES, n. 2
ELETTROSTATIC SHIELD MV/LV	YES
FILLING PLUG	YES
DRAIN VALVE WITH SAMPLER DN40	YES, n. 2
PT100 PROBE	YES, n. 1
THERMOMETER WITH CONTACT (ALLARM AND TRIP)	YES IF TYPE WITH CONSERVATOR
PRESSURE RELIEF DEVICE WITH CONTACTS	YES IF TYPE WITH CONSERVATOR
GROUNDING TERMINALS	YES, n. 4
MT CABLE BOX WITH AREL LOCK	YES
LV CABLE BOX	YES
CONSERVATOR (WITHOUT RUBBER BAG)	YES IF TYPE WITH CONSERVATOR
TAP CHANGER (SIMPLE TYPE) WITH LOCK - 120 A 36 Kv (70/170 kV)	YES
DEHIDRATING BREATHER	YES IF TYPE WITH CONSERVATOR
MARSHALLING KIOSK	YES IF TYPE WITH CONSERVATOR
FIXING BASE WITH ANTIVIBRATION PADS	YES
BUCHHOLZ AND OIL LEVEL WITH CONTACTS (ALLARM AND TRIP)	YES IF TYPE WITH CONSERVATOR
DGPT2	YES IF TYPE HERMETIC

TECHNICAL DATA TRANSFORMER 1,5 MVA 20/0,8 KV	
<b>TECHNICAL DATA</b>	
RATED POWER	1500 kVA
FREQUENCY	50 Hz
PHASES	3
PRIMARY VOLTAGE	20 kV
PRIMARY TAPPING VOLTAGE RANGE	± 2x2,5%
ALTITUDE	<1000
PRIMARY CONNECTION	Delta
SECONDARY VOLTAGE	800
SECONDARY CONNECTION	Wye
WITHSTAND VOLTAGE Um/FI/IMP - PRIMARY	24/50/125
WITHSTAND VOLTAGE Um/FI/IMP - SECONDARY	3,6/10
PHASE DISPLACEMENT	Dy11
COOLING METHOD	ONAN
INSULATING MATERIAL CLASSIFICATION PRI/SEC	A/A
OPERATING TEMPERATURE MIN/MAX	- 25 / + 40° C
OIL/WINDINGS TEMPERATURE RISE (OIL/WINDINGS TEMPERATURE RISE FOR TEST)	60 / 65° C
HOTSPOT	< 78° C
NO-LOAD LOSSES (AT RATED VOLTAGE)	IEC60076 / UE 548-2014
LOAD LOSSES (AT 75° C)	IEC60076 / UE 548-2014
PEI	99,51 %
SHORT-CIRCUIT IMPEDANCE (AT 75° C) - PRI/SEC1+SEC2	6,0%
NO-LOAD CURRENT (AT RATED VOLTAGE)	< 0,5 %
WINDINGS MATERIAL	Al/Al
SOUND PRESSURE (AT 1 M DISTANCE)	< 59 dB(A)
WEIGHT	4500 Kg
DIMENSIONS	1900 x 1400 x 2500 H mm
MAX OIL QUANTITY	1000 kg
LV TERMINALS	Porcelain bushing for outdoor - Type 3,6 kV - 3150 A
MV TERMINALS	Plug-in bushing - Type C 36 kV - 630 A
INRUSH PEAK CURRENT Ki	< 0,9 In
INRUSH DAMPING TIME	< 0,27 sec
DEGREE OF CORROSION	C4H (ISO 12944)
<b>ACCESSORIES</b>	
NAMEPLATE	YES, n. 2
ELETTROSTATIC SHIELD MV/LV	YES
FILLING PLUG	YES
DRAIN VALVE WITH SAMPLER DN40	YES, n. 2
PT100 PROBE	YES, n. 1
THERMOMETER WITH CONTACT (ALLARM AND TRIP)	YES IF TYPE WITH CONSERVATOR
PRESSURE RELIEF DEVICE WITH CONTACTS	YES IF TYPE WITH CONSERVATOR
GROUNDING TERMINALS	YES, n. 4
MT CABLE BOX WITH AREL LOCK	YES
LV CABLE BOX	YES
CONSERVATOR (WITHOUT RUBBER BAG)	YES IF TYPE WITH CONSERVATOR
TAP CHANGER (SIMPLE TYPE) WITH LOCK - 120 A 36 Kv (70/170 kv)	YES
DEHIDRATING BREATHER	YES IF TYPE WITH CONSERVATOR
MARSHALLING KIOSK	YES IF TYPE WITH CONSERVATOR
FIXING BASE WITH ANTIVIBRATION PADS	YES
BUCHHOLZ AND OIL LEVEL WITH CONTACTS (ALLARM AND TRIP)	YES IF TYPE WITH CONSERVATOR
DGPT2	YES IF TYPE HERMETIC

#### 4.5 TRASFORMATORE BT/BT E QUADRO AUX

A monte di ogni trasformatore MT/BT (quindi lato BT), è prevista una linea per l'alimentazione dei servizi ausiliari di cabina e dell'intero impianto che andrà a confluire in un quadro elettrico specifico.

L'alimentazione in BT dei servizi ausiliari sarà consentita tramite la presenza di un trasformatore BT/BT (800/400 Vac) di potenza nominale di 40 kVA (isolato in resina) e, in parallelo, in assenza di alimentazione dall'impianto, sarà comunque garantita da una linea temporanea di backup indipendente.

## 5 DIMENSIONAMENTO

Sulla base dei componenti sopra indicati, si riportano i calcoli di dimensionamento atti a verificare se tutti i componenti del generatore fotovoltaico sono correttamente accoppiati; inoltre, vengono definite le sezioni dei conduttori da impiegare in modo da verificare le portate degli stessi conduttori e la caduta di tensione.

### 5.1 DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI IN BT

Il dimensionamento dei conduttori viene eseguito in base a due criteri: criterio della caduta di tensione e criterio termico.

Relativamente alla caduta di tensione la normativa non prevede specifici valori per gli impianti fotovoltaici; tuttavia in considerazione che le perdite hanno un elevato valore economico, derivante dall'incentivo del conto energia è opportuno limitare la caduta di tensione totale in CC a valori prossimi al 2% nella quasi totalità dei circuiti.

Il calcolo della caduta di tensione nei diversi tratti è eseguito applicando l'espressione:

$$\Delta V = \frac{2xIxLx\rho}{S}$$

dove:

- I = l'intensità della corrente in A;
- L = la lunghezza del cavo in m;
- S = la sezione del cavo in mm<sup>2</sup>;
- r = la resistività (rame 0,01725 ed alluminio 0,028 Ohm<sup>2</sup>/m).

Relativamente al criterio termico per i singoli conduttori, si fa riferimento, come corrente di impiego  $I_b$ , alla corrente di cortocircuito (la massima che può percorrere il circuito) stilata in accordo alle prescrizioni della normativa vigente in materia e, a favore della sicurezza, ulteriormente maggiorata del 10%. Tale corrente, dovrà essere inferiore alla portata del conduttore scelto, calcolata con la seguente espressione:

$$I_z = I_0 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4$$

Dove:

- K1: Fattore di correzione che tiene conto della temperatura dell'aria/terreno;
- K2: Fattore di correzione che tiene conto del mutuo distanziamento dei circuiti;
- K3: Fattore di correzione che tiene conto della profondità di posa del circuito



(valido per installazioni caratterizzate da posa interrata);

- K4: Fattore di correzione che tiene conto della resistività termica del terreno (valido per installazioni caratterizzate da posa interrata).

La protezione dal sovraccarico e dal corto circuito deve essere garantita sia per i cavi che per i moduli.

I moduli connessi in serie a formare ciascuna stringa fotovoltaica, sono protetti mediante dei fusibili con corrente nominale pari a 25A; la loro corrente nominale risulta superiore alla corrente di cortocircuito di una stringa e, pertanto, idonea a garantire la protezione dei moduli che tollerano sempre una corrente inversa (quella che li interessa in caso di cortocircuito) superiore a 2 volte la corrente di cortocircuito del modulo (che è pari alla corrente di cortocircuito della stringa).

## 5.2 DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI IN MT

I cavi in media tensione sono previsti per ciascuno dei tre collegamenti del primario del trasformatore al quadro MT della cabina di trasformazione e da questo alla partenza della cabina di trasformazione successiva o a quella utente installata all'interno del campo;

I cavi saranno posati direttamente nel terreno, in accordo al tracciato indicato nel layout di riferimento. I cavi impiegati saranno caratterizzati da un conduttore in alluminio con isolamento in XLPE. Tenuto conto che la massima corrente MT può essere assunta pari alla corrente nominale del trasformatore, la sezione scelta indicata nello schema unifilare è 120mmq, nettamente sovradimensionata rispetto ai parametri di funzionamento previsti.

Anche la linea elettrica di cui al punto b) sarà in cavo con conduttore in alluminio con isolamento in XLPE con tensione di isolamento 12/20 kV di sezione pari a 120 mmq.

## 6 IMPIANTO GENERALE DI TERRA

L'impianto di terra da realizzare deve soddisfare le disposizioni imposte dalla normativa CEI vigente in materia; in particolare, si ricorda che l'impianto di terra è costituito dall'intero sistema di conduttori, giunzioni, dispersori al fine di assicurare alla corrente di guasto un ritorno verso terra, attraverso una bassa impedenza.

## 7 SISTEMA DI PROTEZIONE DALLE SOVRATENSIONI

Sarà realizzato un sistema di protezione dalle sovratensioni costituito da:

- limitatori di sovratensione per linee dati delle unità centrali;
- limitatori di sovratensione per protezione delle centrali di apparati sensibili come : centrale telefonica, rivelazione incendio, etc.;
- limitatori di sovratensione per protezione di linee di segnale;
- limitatori di sovratensione per protezioni delle linee dati.

Si dovranno fornire e posare in opera protezioni per le linee Ethernet, e tutte le linee dati e per tutte le unità centrali di centri informatici (supervisione, eccetera).

Dovranno essere utilizzate apparecchiature del seguente tipo:

- protezione compatte delle linee dati e sistemi di trasmissione:
  - Tipo 1 reti ethernet;
  - tensione segnale 6 Volt;
  - Corrente nominale di scarica isn (8/20) 8 kA;
  - trasmissione 10 Mbits;
  - Capacità trasversale Cq minore di 30 pF;
  - Perdita di trasmissione a 2 Mhz minore di 0.6 dB;

- Tempo di innesco minore di 1 ns;
- tensione massima segnale 15 V;
- Tipo 1 linee dati:
- tensione segnale 6 Volt;
- Corrente nominale di scarica isn(8/20) 8 kA;
- trasmissione 10 Mbits;
- Capacità trasversale Cq minore di 50 pF;
- Perdita di trasmissione a 2 Mhz minore di 0.6 dB;
- Tempo di innesco minore di 1 ns;
- tensione massima segnale 15 V.
  
- Protezioni dirette le linee di trasmissione e di ricezione direttamente nel cavo saranno inoltre protetti con Connettori tipo UHF tipo:
  - potenza di trasmissione 400 W;
  - Corrente nominale di scarica isn(8/20) 5 kA;
  - Frequenza di trasmissione 2,5 Ghz;
  - Perdita di trasmissione fino a 2,5 GHz minore di 0,8 dB;
  - Tempo di innesco minore di 100 ns.
  
- Impedenza 75 Ω;
  
- Protezioni di tutti gli ingressi/uscite delle unità centrali contro le sovratensioni nelle linee dati tipo:
  - Tensione segnale Us +/-12 V;
  - Tensione massima segnale Usmax +/-15 V;
  - Corrente nominale 100 mA;
  - Corrente nominale di scarica isn(8/20) 5 kA;
  - Corrente massima di prova isg 10 kA;
  - Frequenza di trasmissione 2,5 Ghz;
  - Rete di trasmissione 100 kBits;
  - Limitazione tensione a 1kV/micros 20 V;
  - Tempo di innesco minore di 1 ns;
  - Impedenza 75 ohm.

L'opera comprende l'integrazione al sistema equipotenziale e dovrà essere coordinato in sede di scelta delle apparecchiature e delle reti effettivamente montate dall'Appaltatore.

Il sistema nel suo complesso dovrà essere rispondente alla CEI 81-4 e dovrà garantire la protezione dalle scariche atmosferiche e dalle sovratensioni.

Dovrà essere assicurata la protezione contro le sovratensioni che si inducono direttamente nelle linee BUS per accoppiamento elettromagnetico con la corrente di fulmine in edifici.

Dovranno essere evitati:

- parallelismi tra BUS e parti metalliche appartenenti a sistemi di protezione contro i fulmini;
- formazioni di spire costituite da linee BUS, linee elettriche e altre parti metalliche.
- Collegamento a terra degli schermi: quando il sistema prevede l'uso di cavi schermati, lo schermo va collegato a terra in un solo punto per evitare che possa convogliare le correnti di guasto e quindi diventare una sorgente di disturbo o, peggio, subire danni per effetto Joule.

## 8 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE E VIDEOSORVEGLIANZA

L'impianto di illuminazione sarà alimentato derivandolo dal quadro BT ubicato in ognuna delle cabine di trasformazione dell'impianto. Saranno previste luci intorno al perimetro dell'impianto e verranno illuminate le aree di accesso all'impianto, le sale all'interno delle cabine ed i loro perimetri esterni. Ogni cabinato dovrà essere dotato di un impianto di illuminazione interna ed esterna alimentata dal circuito dedicato. I corpi illuminati dovranno essere di tipo LED e avere la massima efficienza e la minima manutenzione. I raccordi dovranno essere adatti alla classificazione dell'area in cui verranno installati. Nel dimensionamento dell'impianto di illuminazione sarà tenuto conto della diminuzione del flusso luminoso della lampada dovuto a polvere, sporcizia, cambiamenti dei materiali delle superfici riflettenti. Inoltre dovrà essere posta particolare attenzione alla progettazione per evitare gli effetti stroboscopici e di abbagliamento.

La posizione delle apparecchiature di illuminazione deve consentire la facile sostituzione della lampada nonché la loro pulizia. Inoltre non dovrà essere installata nelle vicinanze dirette di apparecchiature che hanno parti in movimento. I circuiti di illuminazione saranno a 230 V monofase (fase-neutro). L'Illuminazione esterna sarà gestita da interruttori automatici comandati da sensori di presenza/crepuscolare con possibilità di by-pass manuale.

L'impianto sarà dotato di un sistema di videosorveglianza TVCC del perimetro e dell'area d'impianto, con registrazione video digitale, speed dome e rilevatore di movimento video.

Il sistema TVCC sarà conforme alla norma EN 62676. Il servizio di videosorveglianza sarà tale da attivare una registrazione video in caso di evento di sicurezza innescato e ciascuna telecamera sarà in grado di trasmettere la registrazione video di quanto accaduto prima, durante e dopo l'evento ai fini dell'elaborazione.

Le telecamere TVCC a installarsi saranno del tipo:

- PTZ (Pan Tilt Zoom);
- Cupola;
- Bullet.

Con tecnologia:

- IP;
- Infrarossi;
- Giorno e notte;
- Rilevazione del movimento;
- Termografia.

L'altezza della telecamera sarà di circa 2,5 m per una visualizzazione ottimale delle immagini e un facile cablaggio. Verrà inoltre installato un sistema di videoregistrazione per sistemi di videosorveglianza e sistemi di monitoraggio video in IP. Sarà quindi in grado di registrare tramite una scheda di rete Ethernet e punti di accesso analogici, consentendo l'accesso a un numero illimitato di utenti (utilizzando password crittografate) e operando simultaneamente in diretta, registrazione, visualizzazione remota, backup e con accesso HSDPA / UMTS, ecc. Se richiesto, il sistema di videoregistratore sarà integrato con una trasmissione UMTS dispositivo per inviare allarmi e avvisi tramite sms, mms ed e-mail con allegati.

## 9 IMPIANTO FIBRA OTTICA

L'insieme di sistemi TLC dovranno essere integrati sinergicamente affinché venga garantita l'interoperabilità dei differenti protocolli di comunicazione.

I dati elaborati dalle singole RTU dovranno essere inviati su rete LAN TCP/IP in fibra ottica ad anello che metterà in comunicazione tutti i singoli RTU e il sistema SCADA. Dallo SCADA i dati verranno inviati su rete Ethernet e connessa alla rete intranet della committenza e alla rete Internet.

Il sistema di telecomunicazioni che sarà implementato si baserà quindi su un'infrastruttura di telecomunicazioni su fibra ottica e rame.

I seguenti servizi di telecomunicazione dovranno essere forniti di:

- Servizi di interfacciamento ai collegamenti verso i carrier elettrici secondo le modalità definite;
- Servizi di Local Area Network (LAN), di routing e di firewalling per la predisposizione delle reti di processo, di supervisione e corporate secondo il paradigma architetturale IEC 62443 e l'integrazione alle reti esistenti di sito.

I cavi in fibra ottica utilizzati per realizzare i collegamenti remoti dovranno avere un numero di coppie di fibre ottiche pari al numero di coppie necessarie al collegamento degli apparati previsti, incrementato di 6 coppie ma comunque non inferiori a 24, in modo da fornire un'adeguata riserva.

I cavi dovranno essere rispondenti alla normativa CEI EN 60794-3 e dovranno essere equipaggiati con fibre ottiche di tipo monomodale rispondenti alla normativa ITU3T G.652.

**Trina Atena Solar S.r.l.**,  
sede legale in Milano, Piazza  
Borromeo n. 14, 20123,  
P.IVA 11542600967  
REA MI- 2609899,  
PEC trinaatenasolar@unapec.



CODE

**SCS.DES.R.ELE.ITA.P.2051.051.00**

PAGE

30 di/of 30

I cavi dovranno essere idonei per posa in esterno entro tubi, con guaina interna in polietilene del tipo a bassa densità e guaina esterna in polietilene ad alta densità, protezione antiroditore costituita da armatura metallica in nastri d'acciaio impermeabili.

I cavi dovranno avere la guaina esterna del tipo LSZH termoplastica allo scopo di rispettare le norme specifiche che ne rendono possibile il loro utilizzo anche in ambienti interni. I cavi dovranno essere in grado di resistere alle sollecitazioni di posa mediante tecnologie che usano normale attrezzatura, argano a motore, aria e/o acqua se l'infrastruttura ne possiede le caratteristiche per questo tipo di posa, ed in ogni caso dovranno avere le caratteristiche idonee alla tecnica di posa prevista dall'appaltatore. Ogni cavo sarà contraddistinto da una sigla di identificazione prevista dalle vigenti norme CEI3UNEL 36011 e dovrà essere univocamente riconoscibile

IL PROGETTISTA

Ing. Federica SPECCHIA

