



**COMUNI DI GELA**  
**PROVINCIA DI CALTANISSETTA**  
**REGIONE SICILIA**

**PROGETTO DEFINITIVO DI UN IMPIANTO AGRI-FOTOVOLTAICO  
 DI POTENZA DI PICCO P=83'051.28 kWp CON SISTEMA DI  
 ACCUMULO PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE COMPLESSIVA  
 PARI A 100'000 kW**

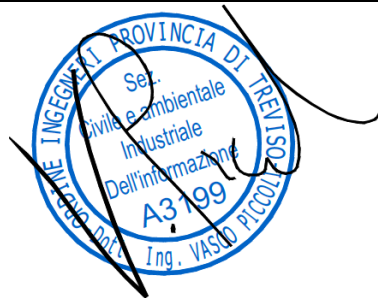
*Proponente*

**Gela Solar Power Srl**

CF e PI: 11947660961

Via Dante 7 (20123) - Milano (MI)

*Progettazione*



*Preparato*

**Dario Ing. Bertani**

*Verificato*

**Gianandrea Ing. Bertinazzo**

*Approvato*

**Vasco Ing. Piccoli**

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA**

*Titolo elaborato*

**IMPIANTO AGRI-FOTOVOLTAICO  
 RELAZIONE TECNICA ELETTRICA E MECCANICA**

*Elaborato N.*

**R011**

*Data emissione*

28/02/2022

*Nome file*

RS06REL0011A0

*N. Progetto*

**ENE059**

*Pagina*

COVER

00

28/02/22

PRIMA EMISSIONE

REV.

DATA

DESCRIZIONE

## Sommario

1	Premessa .....	3
1.1	Inquadramento Generale .....	4
1.2	Condizioni Ambientali.....	5
2	Configurazione Lato Corrente Continua .....	6
2.1	Moduli fotovoltaici .....	11
2.2	Strutture di Sostegno.....	13
2.3	Inverter di stringa .....	15
2.4	Cavi in Corrente Continua.....	17
2.4.1	Cavi di Stringa .....	18
3	Configurazione Lato Corrente Alternata .....	19
3.1	Cabina di trasformazione.....	19
3.1.1	Trasformatore.....	21
3.1.2	Quadro BT (QPCA) .....	22
3.1.3	Quadro MT.....	22
3.1.4	Sezione ausiliari .....	23
3.1.5	Collegamenti all'interno della cabina di trasformazione .....	23
3.2	Cabina MT di Smistamento.....	24
3.3	Cavi in Bassa Tensione .....	26
3.3.1	Modalità di installazione .....	26
3.4	Cavi in Media Tensione.....	28
3.4.1	Modalità di Installazione (distribuzione interna) .....	28
3.4.2	Modalità di installazione (distribuzione esterna ai campi).....	29
3.5	Sottostazione AT/MT .....	31
3.5.1	Componenti ed organi di manovra in Alta Tensione .....	32
3.5.2	Trasformatore AT/MT.....	32
3.5.3	Cabina di SE Utente Produttore .....	33
3.6	Cavi in Alta Tensione .....	34
3.7	Modalità di Installazione .....	34
4	Verifiche di Coordinamento .....	35
4.1	Coordinamento meccanico .....	35
4.2	Coordinamento Elettrico Lato CC .....	37
4.3	Coordinamento Elettrico Lato CA.....	39

00	28-02-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

## 1 Premessa

La presente relazione ha lo scopo descrivere tecnicamente i componenti principali e verificare il corretto coordinamento dell'impianto di generazione di energia elettrica agri-fotovoltaico denominato "Settefarine", da ubicarsi nel Comune di Gela (CL), di potenza nominale complessiva pari a circa 83,05 MWp e dotato di sistema di accumulo da 30MW / 60MWh, per una potenza di immissione complessiva in rete pari a 100 MW.

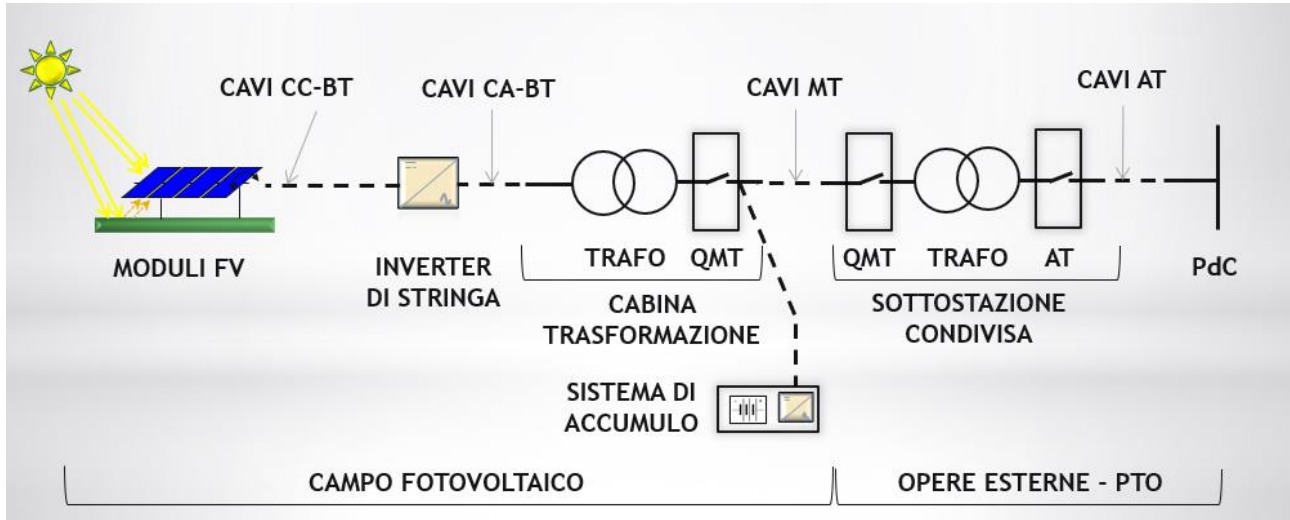
Per maggiore chiarezza, di seguito riportiamo la struttura della presente relazione tecnica:

- Configurazione lato Corrente Continua
  - o i moduli fotovoltaici,
  - o le strutture fotovoltaiche,
  - o i quadri di parallelo CC (SB);
  - o gli inverter;
  - o cavi in Corrente Continua.
  
- Configurazione lato Corrente Alternata
  - o le cabine di trasformazione MT/BT;
  - o cavi in Media Tensione;
  - o la sottostazione di trasformazione AT/MT;
  - o cavi in Alta Tensione.
  
- Verifiche coordinamento
  - o coordinamento meccanico;
  - o coordinamento elettrico lato CC;
  - o coordinamento elettrico lato CA.

00	28-02-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

## 1.1 Inquadramento Generale

L'impianto di generazione di energia elettrica da fonte fotovoltaica è tipicamente molto vasto, poiché l'energia viene generata da ogni modulo fotovoltaico. Compito dei collegamenti elettrici è convogliare tutta l'energia prodotta in un solo punto. Di seguito è illustrato uno schema di principio dell'impianto fotovoltaico:



L'impianto FV ha la capacità di generare energia elettrica dai Moduli FV: ogni singolo Modulo FV trasforma l'irraggiamento solare in energia elettrica, generata in forma di corrente continua.

Per il presente impianto sono stati previsti moduli con tecnologia bifacciale, ovvero in grado di convertire in energia elettrica sia la radiazione diretta dal sole che la radiazione sul lato posteriore dei moduli stessi (prevalentemente radiazione diffusa e riflessa dal terreno).

I pannelli FV sono posizionati su strutture dedicate (strutture FV), che sono in grado di massimizzare l'irraggiamento dal quale è investito il pannello lungo l'arco dell'intera giornata, e collegati elettricamente in serie a formare una "stringa" di moduli.

L'energia prodotta dai moduli FV è raggruppata tramite collegamenti in cavo CC, e successivamente immessa negli inverter di stringa che sono in grado di trasformare l'energia elettrica da corrente continua (CC) a corrente alternata (CA) in Bassa Tensione (BT). L'energia disponibile in corrente alternata BT verrà quindi trasformata in Media Tensione (MT) in Cabina di Trasformazione.

L'energia disponibile in corrente alternata MT verrà convogliata dalle varie cabine di trasformazione alla cabina di smistamento MT principale.

In parallelo all'impianto di produzione FV verrà previsto un sistema di accumulo capace di assorbire e rilasciare energia elettrica in maniera continuativa. La connessione in parallelo del sistema di accumulo avverrà in Media Tensione.

In uscita dal campo fotovoltaico è previsto un cavidotto esercito a 36 kV che permetterà di far arrivare l'energia generata alla sotto-stazione utente di trasformazione MT/AT (36/150 kV), condivisa con altri utenti produttori, ed infine verso il punto di consegna con la Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), ovvero la stazione di trasformazione 150/220 kV di Terna.

00	28-02-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

## 1.2 Condizioni Ambientali

L'impostazione delle condizioni di esercizio dell'impianto passa inevitabilmente dalla definizione delle condizioni ambientali dell'area dove sorgerà l'impianto fotovoltaico. Suddetta area dista qualche chilometro dal mare (in particolare intorno ai 4 km), per cui non risente dell'ambiente marino, particolarmente aggressivo e corrosivo.

I componenti principali saranno quindi adatti per l'utilizzo in ambiente C3 (Categoria di corrosione in accordo con la norma ISO12944), ovvero in zone definite come: "Fabbricati e componenti adatti a funzionare con un alto grado di umidità atmosferica ed un leggero inquinamento atmosferico derivante per lo più da produttori di alimenti, birrerie, caseifici e lavanderia"

Il sito di realizzazione dell'impianto presenta un'altitudine di poche decine di metri sopra il livello del mare (in particolare tra 30 e 75m slm), per cui elettricamente è una zona standard e non sottoposta ad alcuna limitazione di caratteristiche dielettriche limitate a causa dell'altitudine.

Ai fini del dimensionamento dei cavi elettrici, si considera il seguente intervallo di temperature ambiente:

*intervallo temperature di funzionamento* → -10 ... + 50°C

00	28-02-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

## 2 Configurazione Lato Corrente Continua

La configurazione Lato Corrente Continua dell'impianto prevedere essenzialmente:

- una potenza DC pari a 83'051,28 kWp, dati da:
  - o Nr. 145'704 Moduli Fotovoltaici;
  - o collegati in nr. 5'604 stringhe;
  - o che confluiscono in nr. 228 Inverter di stringa.
- una potenza AC pari a 72'000,00 kVA.

Tutti questi componenti saranno sottesi a 24 cabine di trasformazione, che costituiscono i campi principali secondo questa suddivisione:

- Campo 1, composto da 4 cabine;
- Campo 2, composto da 11 cabine;
- Campo 3, composto da 8 cabine

Di seguito la configurazione di ogni singola cabina:

Cabina 1.1			
Moduli	6'006		
Stringhe	231		
String inverter	12	di cui	9 con 19 stringhe 3 con 20 stringhe
Potenza CC	3'423,42	kWp	
Potenza CA	3'000,0	kVA	

Cabina 1.2			
Moduli	5'980		
Stringhe	230		
String inverter	12	di cui	10 con 19 stringhe 2 con 20 stringhe
Potenza CC	3'408,60	kWp	
Potenza CA	3'000,0	kVA	

Cabina 1.3			
Moduli	5'928		
Stringhe	228		
String inverter	12	di cui	12 con 19 stringhe
Potenza CC	3'378,96	kWp	
Potenza CA	3'000,0	kVA	

00	28-02-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

<b>Cabina 1.4</b>			
<b>Moduli</b>	6'032		
<b>Stringhe</b>	232		
<b>String inverter</b>	12	di cui	8 con 19 stringhe 4 con 20 stringhe
<b>Potenza CC</b>	3'438,24	kWp	
<b>Potenza CA</b>	3'000,0	kVA	

<b>Cabina 2.1</b>			
<b>Moduli</b>	6'162		
<b>Stringhe</b>	237		
<b>String inverter</b>	12	di cui	3 con 19 stringhe 9 con 20 stringhe
<b>Potenza CC</b>	3'512,34	kWp	
<b>Potenza CA</b>	3'000,0	kVA	

<b>Cabina 2.2</b>			
<b>Moduli</b>	6'032		
<b>Stringhe</b>	232		
<b>String inverter</b>	12	di cui	8 con 19 stringhe 4 con 20 stringhe
<b>Potenza CC</b>	3'438,24	kWp	
<b>Potenza CA</b>	3'000,0	kVA	

<b>Cabina 2.3</b>			
<b>Moduli</b>	6'058		
<b>Stringhe</b>	233		
<b>String inverter</b>	12	di cui	7 con 19 stringhe 5 con 20 stringhe
<b>Potenza CC</b>	3'453,06	kWp	
<b>Potenza CA</b>	3'000,0	kVA	

<b>Cabina 2.4</b>			
<b>Moduli</b>	6'214		
<b>Stringhe</b>	239		
<b>String inverter</b>	12	di cui	1 con 19 stringhe 11 con 20 stringhe
<b>Potenza CC</b>	3'541,98	kWp	
<b>Potenza CA</b>	3'000,0	kVA	

<b>Cabina 2.5</b>			
<b>Moduli</b>	6'188		
<b>Stringhe</b>	239		
<b>String inverter</b>	12	di cui	9 con 20 stringhe 3 con 21 stringhe
<b>Potenza CC</b>	3'601,26	kWp	
<b>Potenza CA</b>	3'000,0	kVA	

00	28-02-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

<b>Cabina 2.7</b>			
<b>Moduli</b>	6'396		
<b>Stringhe</b>	246		
<b>String inverter</b>	12	di cui	6 con 20 stringhe 6 con 21 stringhe
<b>Potenza CC</b>	3'645,72	kWp	
<b>Potenza CA</b>	3'000,0	kVA	

<b>Cabina 2.8</b>			
<b>Moduli</b>	6'318		
<b>Stringhe</b>	243		
<b>String inverter</b>	12	di cui	9 con 20 stringhe 3 con 21 stringhe
<b>Potenza CC</b>	3'601,26	kWp	
<b>Potenza CA</b>	3'000,0	kVA	

<b>Cabina 2.9</b>			
<b>Moduli</b>	6'526		
<b>Stringhe</b>	251		
<b>String inverter</b>	12	di cui	1 con 20 stringhe 11 con 21 stringhe
<b>Potenza CC</b>	3'719,82	kWp	
<b>Potenza CA</b>	3'000,0	kVA	

<b>Cabina 2.10</b>			
<b>Moduli</b>	6'370		
<b>Stringhe</b>	245		
<b>String inverter</b>	12	di cui	7 con 20 stringhe 5 con 21 stringhe
<b>Potenza CC</b>	3'630,90	kWp	
<b>Potenza CA</b>	3'000,0	kVA	

<b>Cabina 2.11</b>			
<b>Moduli</b>	6'292		
<b>Stringhe</b>	242		
<b>String inverter</b>	12	di cui	10 con 20 stringhe 2 con 21 stringhe
<b>Potenza CC</b>	3'586,44	kWp	
<b>Potenza CA</b>	3'000,0	kVA	

00	28-02-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione



<b>Cabina 3.1</b>			
<b>Moduli</b>	5'590		
<b>Stringhe</b>	215		
<b>String inverter</b>	12	di cui	1 con 17 stringhe 11 con 18 stringhe
<b>Potenza CC</b>	3'186,3	kWp	
<b>Potenza CA</b>	3'000,0	kVA	

<b>Cabina 3.2</b>			
<b>Moduli</b>	5'824		
<b>Stringhe</b>	224		
<b>String inverter</b>	12	di cui	4 con 18 stringhe 8 con 19 stringhe
<b>Potenza CC</b>	3'319,68	kWp	
<b>Potenza CA</b>	3'000,0	kVA	

<b>Cabina 3.3</b>			
<b>Moduli</b>	5'928		
<b>Stringhe</b>	228		
<b>String inverter</b>	12	di cui	12 con 19 stringhe
<b>Potenza CC</b>	3'378,96	kWp	
<b>Potenza CA</b>	3'000,0	kVA	

<b>Cabina 3.4</b>			
<b>Moduli</b>	5'694		
<b>Stringhe</b>	219		
<b>String inverter</b>	12	di cui	9 con 18 stringhe 3 con 19 stringhe
<b>Potenza CC</b>	3'245,58	kWp	
<b>Potenza CA</b>	3'000,0	kVA	

<b>Cabina 3.5</b>			
<b>Moduli</b>	5'798		
<b>Stringhe</b>	223		
<b>String inverter</b>	12	di cui	5 con 18 stringhe 7 con 19 stringhe
<b>Potenza CC</b>	3'304,86	kWp	
<b>Potenza CA</b>	3'000,0	kVA	

<b>Cabina 3.6</b>			
<b>Moduli</b>	5'954		
<b>Stringhe</b>	229		
<b>String inverter</b>	12	di cui	11 con 19 stringhe 1 con 20 stringhe
<b>Potenza CC</b>	3'393,78	kWp	
<b>Potenza CA</b>	3'000,0	kVA	

00	28-02-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

<b>Cabina 3.7</b>			
<b>Moduli</b>	5'798		
<b>Stringhe</b>	223		
<b>String inverter</b>	12	di cui	5 con 18 stringhe 7 con 19 stringhe
<b>Potenza CC</b>	3'304,86	kWp	
<b>Potenza CA</b>	3'000,0	kVA	

<b>Cabina 3.8</b>			
<b>Moduli</b>	6'006		
<b>Stringhe</b>	231		
<b>String inverter</b>	12	di cui	9 con 19 stringhe 3 con 20 stringhe
<b>Potenza CC</b>	3'423,42	kWp	
<b>Potenza CA</b>	3'000,0	kVA	

<b>Cabina 3.9</b>			
<b>Moduli</b>	6'292		
<b>Stringhe</b>	242		
<b>String inverter</b>	12	di cui	10 con 20 stringhe 2 con 21 stringhe
<b>Potenza CC</b>	3'586,44	kWp	
<b>Potenza CA</b>	3'000,0	kVA	

00	28-02-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

## 2.1 Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici selezionati per il dimensionamento dell'impianto e per la redazione del presente progetto sono realizzati dal produttore Jinko Solar, modello JKM570N-72HL4-BDV, e presentano una potenza nominale a STC<sup>1</sup> pari a 570 Wp.

Ciascun modulo è composto da 144 mezze-celle realizzate in silicio mono-cristallino ad elevata efficienza, doppio vetro (frontale e posteriore) temprato ad elevata trasparenza e dotato di rivestimento anti-riflesso, cornice in alluminio, per una dimensione complessiva pari a 2'274 x 1'134 x 30 mm ed un peso pari a 32 kg.

I moduli sono costituiti da Silicio mono-cristallino con tecnologia bifacciale: le celle fotovoltaiche realizzate tramite questa innovativa tecnologia costruttiva sono in grado di convertire in energia elettrica la radiazione incidente sul lato posteriore del modulo FV. L'incremento di energia generata rispetto ad un analogo modulo tradizionale/mono-facciale è dipendente da molti fattori, primo fra tutti l'albedo<sup>2</sup> del terreno, e può raggiungere fino a +25% in casi particolarmente favorevoli. Nel caso del presente impianto, in considerazione delle caratteristiche del terreno e delle condizioni installative dei moduli FV, si ritiene conseguibile un guadagno in termini di energia prodotta compreso tra +5% e +10%, come peraltro confermato da svariate pubblicazioni scientifiche a livello internazionale<sup>3</sup>;

Questi ed altri accorgimenti consentono di raggiungere un elevato valore di efficienza di conversione della radiazione solare in energia elettrica, pari a 22.1%, con la possibilità di aumentare ulteriormente l'energia prodotta in funzione del contributo bifacciale.

In Tabella 1 vengono riportate le principali caratteristiche elettriche del modulo FV considerato.

Tabella 1 - Caratteristiche tecniche dei moduli fotovoltaici

<b>Modello modulo FV</b>	JKM570N-72HL4-BDV	
	STC	NOCT
<b>Potenza massima [Wp]</b>	570	425
<b>Tensione alla massima potenza – Vmpp [V]</b>	42.32	39.21
<b>Corrente alla massima potenza – Impp [A]</b>	13.47	10.84
<b>Tensione di circuito aperto – Voc [V]</b>	51.01	48.15
<b>Corrente di corto circuito – Isc [A]</b>	14.25	11.51
<b>Efficienza nominale a STC [%]</b>	22.1%	
<b>Temperatura di funzionamento [°C]</b>	-40 – +85	
<b>Tensione massima di sistema [V]</b>	1500 (IEC)	
<b>Corrente massima fusibili [A]</b>	30	
<b>Coefficiente di temperatura - Pmax</b>	-0.30%/°C	
<b>Coefficiente di temperatura - Voc</b>	-0.28%/°C	
<b>Coefficiente di temperatura - Isc</b>	0.048%/°C	

<sup>1</sup> STC - Standard Test Conditions: irraggiamento solare 1000 W/m<sup>2</sup>, temperatura modulo FV 25°C, Air Mass 1,5

<sup>2</sup> Rappresenta la frazione di radiazione solare incidente su una superficie che è riflessa in tutte le direzioni. Essa indica dunque il potere riflettente di una superficie.

<sup>3</sup> "bifiPV2020 Bifacial Workshop: A Technology Overview" – E.Urrajola et al. – BifiPV 2020 Workshop"

Revisione	Data	Descrizione
00	28-02-2022	Prima Emissione

Di seguito si riporta invece un estratto dal datasheet del modulo FV selezionato riportante le principali caratteristiche costruttive ed elettriche.



Si prevede di realizzare stringhe costituite da 26 moduli FV collegati elettricamente in serie per i moduli installati sui tracker mono-assiali.

Le stringhe saranno direttamente attestate alla sezione di input degli inverter di stringa, tramite connettori MC4 o similari.

Si ritiene opportuno sottolineare come la scelta definitiva del produttore/modello del modulo fotovoltaico da installare sarà effettuata in fase di progettazione costruttiva in seguito all'esito positivo della procedura autorizzativa, sulla base delle attuali condizioni di mercato nonché delle effettive disponibilità di moduli FV da parte dei produttori.

Le caratteristiche saranno comunque simili e comparabili a quelle del modulo FV precedentemente descritto, in termini di tecnologia costruttiva, dimensioni e caratteristiche elettriche e non sarà superata la potenza di picco totale dell'impianto (kWp).

00	28-02-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

## 2.2 Strutture di Sostegno

Le strutture di sostegno utilizzate sono:

N° strutture tracker mono-assiali (1x26)	5'298 strutture
N° strutture tracker mono-assiali (1x13)	612 strutture

Le strutture ad inseguimento mono-assiale (tracker) consentono la rotazione dei moduli stessi attorno ad un singolo asse, orizzontale ed orientato Nord-Sud, in maniera tale da variare il proprio angolo di inclinazione fino ad un limite massimo di  $\pm 55^\circ$  ed "inseguire" la posizione del Sole nel corso di ogni giornata. L'inseguimento solare Est/Ovest consente di mantenere i moduli FV il più possibile perpendicolari ai raggi solari, massimizzando la superficie utile esposta al sole e di conseguenza la radiazione solare captata dai moduli stessi per essere convertita in energia elettrica. Il guadagno in termini di produzione energetica, rispetto ai tradizionali impianti FV realizzati con strutture ad inclinazione fissa, è stimabile nel range  $+10 \div +20 \%$ .

Nello specifico, per il presente progetto sono stati considerati i tracker mono-assiali realizzati dal produttore ConvertItalia, in configurazione 1P, ovvero una fila di moduli posizionati verticalmente.



Figura 1 - immagine esemplificativa di inseguitori mono-assiali in configurazione 1P

Tutti gli elementi di cui è composto il tracker (pali di sostegno, travi orizzontali, giunti di rotazione, elementi di supporto e fissaggio dei moduli, ecc.) saranno realizzati in acciaio al carbonio galvanizzato a caldo.

Tali strutture di sostegno vengono infisse nel terreno mediante battitura dei pali montanti, o in alternativa tramite avvitamento, per una profondità di circa 2m. Non è quindi prevista la realizzazione di fondazioni in cemento o altri materiali. Tale scelta progettuale consente quindi di minimizzare l'impatto sul suolo e l'alterazione dei terreni stessi, agevolandone la rimozione alla fine della vita utile dell'impianto.

L'altezza dei pali di sostegno è stata determinata in maniera tale che la distanza tra il bordo inferiore dei moduli FV ed il piano di campagna sia non inferiore a 2,20 m (alla massima inclinazione dei moduli), al fine di consentire la conduzione di attività agricole al di sotto delle strutture stesse. Ciò comporta che la massima altezza raggiungibile dai moduli FV sia pari a 4.09m, sempre alla massima inclinazione.

00	28-02-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Tabella 2 - Caratteristiche tecniche degli inseguitori mono-assiali

<b>Tipologia di sistema ad inseguimento</b>	Singolo asse orizzontale con backtracking
<b>Angolo di tilt</b>	0°
<b>Angolo di azimuth</b>	0-18°
<b>Angolo di rotazione</b>	±55°
<b>Tipologia fondazioni</b>	Pali infissi nel terreno
<b>Temperatura di funzionamento</b>	-10°C ÷ +50°C
<b>Inclinazione massima del terreno</b>	≤15° Nord-Sud, illimitata Est/Ovest

La distanza tra gli inseguitori (solitamente denominata *pitch*) per il presente progetto è pari a 5,5m, al fine di ottimizzare la produzione energetica a parità di consumo di suolo da una parte, e dall'altra di consentire il passaggio di un mezzo tra file successive per la conduzione di attività agricole nonché per le operazioni di manutenzione e pulizia moduli.

Sarà infine possibile posizionare in maniera automatica gli inseguitori ad una inclinazione idonea per consentirne l'ispezione ai fini di manutenzione nonché per il lavaggio periodico dei moduli fotovoltaici.

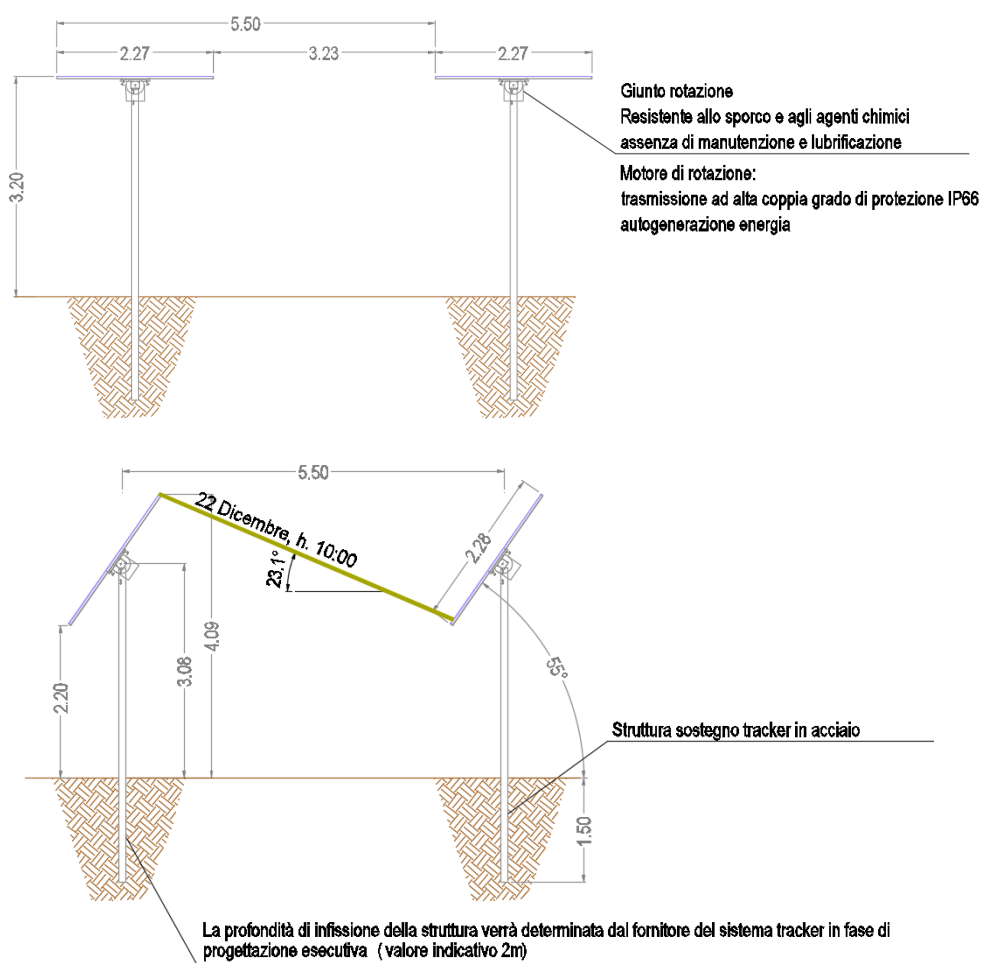


Figura 2 - Inseguitori mono-assiali: modalità di installazione e principali quotature

00	28-02-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

### 2.3 Inverter di stringa

Per il presente progetto è previsto l'impiego di inverter di stringa Sungrow, modello SG250HX, aventi una potenza nominale pari a 250 kW.



Figura 3 - Inverter di stringa Sungrow SG250 HX

I valori della tensione e della corrente di ingresso di questo inverter sono compatibili con quelli delle stringhe di moduli FV ad esso afferenti, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita (800 V – 50 Hz) sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Gli inverter avranno in ingresso i cavi DC provenienti dalle stringhe; ogni inverter è in grado di ricevere fino a 24 input; gli ingressi in corrente continua saranno protetti tramite sezionatori mentre la sezione in corrente alternata sarà protetta tramite interruttore.

Gli inverter, aventi grado di protezione IP 66, saranno installati direttamente in campo configurazione "outdoor" e risultano adatti ad operare nelle condizioni ambientali che caratterizzano il sito di installazione dell'impianto FV (intervallo di temperatura ambiente operativa: -25...+60 °C).

Ciascun inverter è in grado di monitorare, registrare e trasmettere automaticamente i principali parametri elettrici in corrente continua ed in corrente alternata. L'inverter selezionato è conforme alla norma CEI 0-16.

Nella seguente tabella si riportano le principali caratteristiche tecniche dell'inverter selezionato. Si ritiene opportuno sottolineare che la scelta definitiva del produttore/modello dell'inverter centralizzato sarà effettuata in fase di progettazione costruttiva in seguito all'esito positivo della procedura autorizzativa, sulla base delle attuali condizioni di mercato nonché delle effettive disponibilità da parte dei produttori. L'architettura d'impianto non subirà comunque alcuna variazione significativa.

00	28-02-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione



Tabella 3 – Principali caratteristiche dell'inverter selezionato

Type designation	SG250HX
<b>Input (DC)</b>	
Max. PV input voltage	1500 V
Min. PV input voltage / Startup input voltage	500 V / 500 V
Nominal PV input voltage	1160 V
MPP voltage range	500 V – 1500 V
MPP voltage range for nominal power	860 V – 1300 V
No. of independent MPP inputs	12
Max. number of input connector per MPPT	2
Max. PV input current	30 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 % I <sub>n</sub>
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
Overvoltage 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, EN 50549-1/2, 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

00	28-02-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione



## 2.4 Cavi in Corrente Continua

I cavi in corrente continua sono essenzialmente costituiti dai cavi di stringa, ovvero i cavi che collegano la stringa al corrispondente inverter di stringa.

La sezione CC verrà esercita con un Sistema Isolato. In accordo con il Sistema Normativo Internazionale, il funzionamento in Sistema Isolato:

- prevede entrambi i poli (Negativo e Positivo) NON connessi a terra in nessun punto ed in nessun caso;
- prevede un controllore di isolamento, che garantisca il continuo monitoraggio del valore di resistenza tra i poli e terra; il cedimento dell'isolamento dovrà essere chiaramente rilevato in modo da permettere al gestore dell'impianto di effettuare i necessari interventi di manutenzione straordinaria alla ricerca del guasto;
- permette il funzionamento del sistema con il primo guasto a terra, a patto che il primo guasto sia chiaramente rilevato e che il secondo guasto determini l'intervento degli organi di protezione atti al sezionamento della parte di circuito sottoposta al doppio guasto.

00	28-02-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

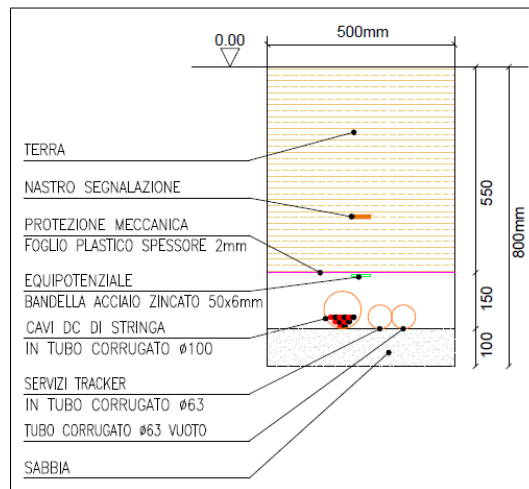
### 2.4.1 Cavi di Stringa

I moduli fotovoltaici di per sé stessi sono forniti già dotati di cavi e relativo connettore CC, ma di lunghezza tale da permettere il solo collegamento tra moduli fotovoltaici contigui. Sono invece oggetto del presente capitolo, i cavi di stringa, ovvero quelli che connettono la stringa al corrispondente inverter.

Per verificare il corretto dimensionamento del cavo è necessario conoscere la modalità di installazione.

I cavi avranno tratti sia all'aperto (tipicamente lungo la struttura fotovoltaica di sostegno dei moduli fotovoltaici), sia sottoterra per il raggiungimento degli SB.

Dato che il cavo avrà tratti in cui verrà esposto all'irraggiamento diretto è necessario che il cavo sia adatto a questo tipo di funzionamento. Dal punto di vista termico analizziamo la situazione più gravosa, ovvero l'installazione sottoterra, riportando un estratto delle sezioni tipo dei cavidotti:



La sezione tipica di questi cavidotti è essenzialmente costituita da una sezione larga 500mm e profonda 800mm, che sarà riempita con:

- Sabbia di fiume nella parte più profonda per evitare che i cavi direttamente interrati possano essere a contatto diretto con sassi e/o detriti che ne possano scongiurare l'integrità durante tutti gli anni di esercizio, con:
  - uno spessore pari a circa 100mm sul fondo;
  - uno spessore pari a circa 200mm nel quale verranno installati cavi e corrugati in base alla specificità di ogni tratta;
- Un foglio plastico per la separazione tra strato inferiore e strato superiore, avente anche la funzione di protezione meccanica;
- Terra di riporto per il riempimento dello strato superiore, fino al livellamento nativo della sezione.

00	28-02-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

### 3 Configurazione Lato Corrente Alternata

La configurazione Lato Corrente Alternata dell'impianto prevedere essenzialmente:

- nr. 288 inverter che ricevono una potenza una potenza DC pari a 83'051,28 kWp (@STC) e la convertono in AC una potenza pari a 72'000,00 kVA;
- nr. 24 trasformatori MT/BT per una potenza complessiva nominale pari a 72'000,00 kVA.
- nr. 1 trasformatore AT/MT per una potenza complessiva totale pari 100'000,00 kVA.

#### 3.1 Cabina di trasformazione

All'interno di ciascun campo saranno ubicate le cabine di trasformazione, realizzate in soluzione containerizzata, principalmente costituite da:

- Quadro BT
- 1 Trasformatore MT/BT;
- Quadro di media tensione;
- Quadro ausiliari.

Lo scopo di dette cabine è di ricevere la potenza elettrica in corrente alternata BT proveniente dagli inverter di stringa ubicati in campo, innalzarne il livello di tensione da BT a MT (da 800 V a 36 kV), collegarsi alla rete di distribuzione MT del campo al fine di veicolare l'energia generata verso la cabina di smistamento MT e successivamente verso la stazione elettrica di trasformazione MT/AT. In Figura 4 è riportato un layout preliminare di ciascuna cabina di trasformazione, nella quale è riportato il posizionamento dei principali componenti.

Saranno presenti cabine di una sola taglia, ovvero 3'000 kVA, a ciascuna delle quali risulteranno afferenti 12 inverter di stringa.

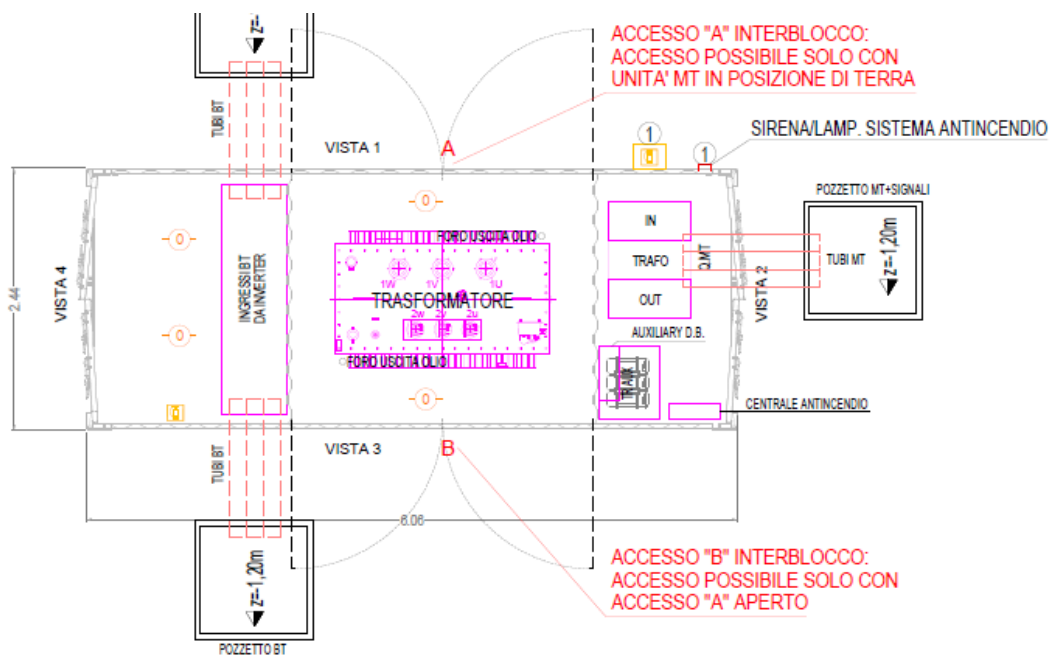


Figura 4 - Layout preliminare cabina di trasformazione BT/MT in configurazione skid

00	28-02-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Le cabine di tipo container marino Hi-Cube da 20'' ed hanno dimensioni approssimative pari a 6,06 x 2,89 x 2,44 m, e peso pari a circa 18 t, realizzate in acciaio galvanizzato a caldo e costruiti per garantire un grado di protezione dagli agenti atmosferici esterni pari a IP54. Essendo tale cabina con un'apposita struttura prefabbricata, tale struttura (precaria) non necessita alcuna autorizzazione urbanistica accessoria.



Figura 5 - Immagine esemplificativa della cabina di trasformazione

Le cabine saranno situate in posizione baricentrica rispetto agli inverter di stringa ad essa afferenti, al fine di minimizzare la lunghezza dei cavidotti in bassa tensione e posate su apposite fondazioni in calcestruzzo tali da garantirne la stabilità, e nelle quali saranno predisposti gli opportuni cavedi e tubazione per il passaggio dei cavi di potenza e segnale, nonché la vasca di raccolta dell'olio del trasformatore. Per ulteriori dettagli in merito alle fondazioni nonché al sistema di fissaggio del container si rimanda al sovra-menzionato elaborato dedicato (*Particolare locali tecnici*).

00	28-02-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

### 3.1.1 Trasformatore

All'interno di ciascuna cabina sarà ubicato un trasformatore elevatore MT/BT, raffreddato ad olio, sigillato ermeticamente ed installato su apposita vasca di raccolta olio.

Ogni trasformatore è essenzialmente definito da potenza nominale ed un rapporto di trasformazione pari tensione primaria / tensione secondaria. Le principali caratteristiche della macchina selezionata sono riportate di seguito.

Tabella 4 - Trasformatore BT/MT: principali caratteristiche tecniche

<b>Caratteristiche costruttive</b>	Ermetico - KNAN Natural Oil (FR3)
<b>Potenza</b>	3'000 kVA
<b>Gruppo vettoriale</b>	Dy11y11
<b>Tensione primario - <math>V_1</math></b>	36'000 V
<b>Tensione secondario - <math>V_2</math></b>	800 V
<b>Frequenza nominale</b>	50 Hz
<b><math>V_{cc}</math></b>	6%
<b>Perdite nel ferro</b>	$\leq 0,15\%$
<b>Perdite nel rame</b>	$\leq 0,8\%$
<b>Dimensioni</b>	2,4x1,5x2,5 [m]
<b>Peso – con olio</b>	7 t
<b>Peso – senza olio</b>	5,35 t

L'olio utilizzato come isolante all'interno del trasformatore è del tipo naturale FR3, quindi caratterizzato da un minor impatto ambientale rispetto al più "tradizionale" olio minerale in quanto realizzato interamente con oli vegetali biodegradabili e con punto di fuoco molto più alto. Sono previsti non più di 1'850 litri di olio per ogni macchina.

In accordo con le Normative di riferimento, ed in particolare la IEC 60076-1/2/3, la potenza di un trasformatore è definita ad una temperatura ambiente di riferimento pari a 40°C; essendo una macchina passiva, il limite di potenza è definito in funzione di un surriscaldamento dei componenti e della relativa vita utile del componente con classe termica inferiore. Dato che la temperatura raggiunta dal singolo componente è in funzione sia della temperatura ambiente che della potenza passante:

- per  $T_{amb} < 40^\circ\text{C}$ , la potenza sopportata dal trasformatore sarà superiore alla potenza nominale;
- per  $T_{amb} > 40^\circ\text{C}$ , la potenza sopportata dal trasformatore sarà inferiore alla potenza nominale.

Nel verificare il coordinamento inverter-trasformatore saranno considerati solo i due punti a temperatura ambiente 40 e 50°C.

In particolare il costruttore è tenuto a condividere la curva potenza in funzione della temperatura ambiente: durante la progettazione esecutiva sarà necessario verificare il completo coordinamento inverter-trasformatore MT/BT lungo tutti i range possibili di temperatura ambiente.

00	28-02-2022	Prima Emissione
<b>Revisione</b>	<b>Data</b>	<b>Descrizione</b>

Il trasformatore è corredato dei relativi dispositivi di protezione elettromeccanica, quali sensori di temperatura, relè Buchholtz., ecc; nella figura sottostante è riportata un'immagine esemplificativa della tipologia di trasformatore installato presso ciascuna cabina.



### 3.1.2 Quadro BT (QPCA)

Nella sezione in bassa tensione di ciascuna cabina di trasformazione saranno ubicati due quadri di parallelo (QPCA - 1000V – 2500A – 20kA) per la connessione in parallelo degli inverter di stringa. Ciascun QPCA sarà in grado di ricevere in ingresso fino a sei (6) inverter e sarà dotato di:

- interruttore di tipo scatolato (3Px2500A), motorizzato con funzione di protezione da sovracorrenti e sezionamento;
- Misuratore dell'energia generata;
- Scaricatore (classe 1+2) per protezione da sovratensioni;
- Relè di controllo della resistenza di isolamento (il sistema di distribuzione è IT);
- Dispositivo di generatore FV: n°6 interruttori manuali (3Px250A), ovvero un interruttore per ciascun inverter.

L'uscita di ciascun QPCA sarà quindi collegata al circuito secondario del trasformatore BT/MT.

### 3.1.3 Quadro MT

Il quadro di media tensione (QMT) è classificato in accordo alla Norma di riferimento CEI EN 62271-200 come segue:

40,5kV-16kA-630A - LSC2A/PI IAC AFLR 16kA x 1s

ovvero in particolare con l' Internal Arc Certification (IAC) su tutti e 4 i lati (Fronte Lati Retro) a massima sicurezza dell'operatore.

Il quadro sarà composto da tre unità:

- nr. 2 per l'attestazione dei cavi di MT sia lato rete che lato campo;
- nr. 1 per la protezione trasformatore MT/BT, con un relè di protezione dedicato per le protezioni:
  - massima corrente di fase con ritardo intenzionale (50) ed istantanea (51);
  - massima corrente omopolare per la rimozione dei guasti monofase a terra (51N).

00	28-02-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

### 3.1.4 Sezione ausiliari

Nella sezione in bassa tensione saranno ubicati due quadri in bassa tensione contenenti:

- Quadro di alimentazione sezione ausiliari;
- Trasformatori BT/BT (isolato in resina) di potenza nominale pari a 30 kVA per l'alimentazione dei servizi ausiliari;
- Un quadro di distribuzione secondaria per l'alimentazione dei carichi della cabina di trasformazione, suddivisi in
  - Sezione "normale" di alimentazione dei servizi non essenziali;
  - Sezione "preferenziale" sotto UPS, dedicata all'alimentazione dei servizi essenziali, quali ad esempio: comandi elettrici di emergenza, SCADA per segnalazione allarmi e stato dei componenti principali.
- Un quadro UPS per alimentazione di emergenza (6kVA – 230/230V, autonomia 2h@ 200 VA).

### 3.1.5 Collegamenti all'interno della cabina di trasformazione

La cabina di trasformazione è quell'insieme di componenti atti a rendere disponibile l'energia prodotta dall'inverter (in Bassa Tensione) ai capi dei quadri MT (in Media Tensione). I componenti principali sono:

- quadro BT (QPCA) dove viene effettuato il parallelo degli inverter di stringa, convogliando l'energia proveniente dagli inverter stessi verso il trasformatore, sempre in Bassa Tensione;
- Trasformatore MT/BT, ovvero la macchina elettromeccanica che trasforma l'energia resa disponibile dall'inverter in Bassa a Media Tensione;
- QMT (Quadro Media Tensione), ovvero il quadro che rende disponibile i cavi MT per la distribuzione MT.

La sezione Bassa Tensione verrà esercita con un Sistema Trifase Isolato 3F+PE, a tutti gli effetti un sistema IT. In accordo con il Sistema Normativo Internazionale, il funzionamento in IT:

- prevede tutte e tre le fasi (R-S-T) NON connesse a terra in nessun punto ed in nessun caso;
- prevede un controllore di isolamento, che garantisca il continuo monitoraggio del valore di resistenza tra i poli e terra; il cedimento dell'isolamento dovrà essere chiaramente rilevato in modo da permettere al gestore dell'impianto di effettuare i necessari interventi di manutenzione straordinaria alla ricerca del guasto;
- permette il funzionamento del sistema con il primo guasto a terra, a patto che il primo guasto sia chiaramente rilevato e che il secondo guasto determini l'intervento degli organi di protezione atti al sezionamento della parte di circuito sottoposta al doppio guasto.

La sezione Media Tensione verrà esercita con un Sistema Trifase Isolato 3F, a tutti gli effetti un sistema IT. In accordo con il Sistema Normativo Internazionale, il funzionamento in IT:

- prevede tutte e tre le fasi (U-V-W) NON connesse a terra in nessun punto ed in nessun caso;
- prevede un coordinamento tra le protezioni di fase e di neutro, in modo che il cavo risulti sempre protetto.

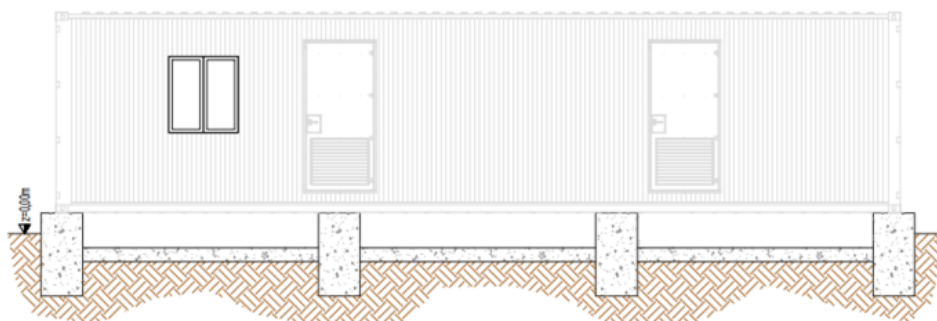
00	28-02-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

### 3.2 Cabina MT di Smistamento

All'interno di ciascun campo sarà ubicata una cabina di smistamento in media tensione, esercita a 36kV-50Hz, avente lo scopo principale di veicolare la produzione energetica proveniente dalle cabine di trasformazione ubicate nel rispettivo campo FV verso la cabina di smistamento MT principale.

Le cabine saranno costituite da elementi prefabbricati di tipo containerizzato (container marino Hi-Cube da 40'' con dimensioni pari a 12,2x2,44x2,9 m; peso indicativo di 12 t), realizzati in acciaio galvanizzato a caldo e costruiti per garantire un grado di protezione dagli agenti atmosferici esterni pari a IP33. Essendo la cabina costruita con un'apposita struttura prefabbricata, tale struttura (precaria) non necessita alcuna autorizzazione urbanistica accessoria.

La cabina sarà posata su apposite fondazioni in calcestruzzo tali da garantirne la stabilità, e nelle quali saranno predisposti gli opportuni cavedi e tubazione per il passaggio dei cavi di potenza e segnale. Per ulteriori dettagli in merito alle fondazioni nonché al sistema di fissaggio del container si rimanda all'elaborato "Particolare Cabina di Smistamento MT", di cui di seguito si riporta un estratto:



All'interno della cabina MT di campo FV sarà essenzialmente previsto:

- Nr. 1 locale tecnico con Quadro MT e sezione ausiliari con trasformatore da 100kVA,
- Nr. 1 locale libero con una postazione SCADA di controllo impianto ed area dedicata ad un minimo di magazzino.



00	28-02-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione



Il quadro di media tensione (QMT) è classificato in accordo alla Norma di riferimento CEI EN 62271-200 come segue:

40,5kV-16kA-1600A - LSC2A/PI IAC AFLR 16kA x 1s

ovvero in particolare con l' Internal Arc Certification (IAC) su tutti e 4 i lati (Fronte Lati Retro) a massima sicurezza dell'operatore.

Il quadro sarà composto dalle seguenti unità:

- nr. X partenze delle linee radiali, con X determinato dal numero di linee radiali in ingresso dal campo FV, ovvero pari a 3 per il campo n°1 e pari a 2 per i campi n°2 e 3; questa unità serve per la protezione della linea in MT di ingresso ed è quindi accessoriata con un relè avente le seguenti protezioni MT:
  - massima corrente di fase con ritardo intenzionale (50) ed istantanea (51);
  - massima corrente direzionale omopolare per l'apertura in caso di guasto a terra (67).
- nr. 1 partenza per la protezione del trasformatore ausiliari con sezionatore-fusibile MT;
- nr. 1 scomparto TV per l'alloggio dei trasformatori di misura di tensione che servono per il controllo dei parametri elettrici di sbarra MT;
- nr. 1 scomparto partenza cavi MT che va verso la cabina MT di SE di Trasformazione.

La sezione ausiliari sarà completata da un trasformatore MT/BT (resina E2C2F1, 33/0.4kV, installato nel locale tecnico di cabina) di potenza nominale pari a 100 kVA per l'alimentazione dei servizi ausiliari, costituiti da:

- Sezione "normale" di alimentazione dei servizi non essenziali;
- Sezione "preferenziale" sotto UPS, dedicata all'alimentazione dei servizi essenziali, quali ad esempio: comandi elettrici di emergenza, SCADA per segnalazione allarmi e stato dei componenti principali;
- Un quadro UPS per alimentazione di emergenza (6kVA – 230/230V, autonomia 12h@ 200 VA).

La cabina di smistamento MT principale avrà configurazione analoga alle cabine MT di campo FV, mentre il relativo quadro MT sarà composto dalle seguenti unità:

- nr. 5 partenze delle linee dirette verso campi FV e sistema di accumulo; questa unità serve per la protezione della linea in MT di ingresso ed è quindi accessoriata con un relè avente le seguenti protezioni MT:
  - massima corrente di fase con ritardo intenzionale (50) ed istantanea (51);
  - massima corrente direzionale omopolare per l'apertura in caso di guasto a terra (67).
- nr. 1 partenza per la protezione del trasformatore ausiliari con sezionatore-fusibile MT;
- nr. 1 scomparto TV per l'alloggio dei trasformatori di misura di tensione che servono per il controllo dei parametri elettrici di sbarra MT;
- nr. 1 scomparto partenza cavi MT che va verso la cabina MT di smistamento principale.

00	28-02-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

### 3.3 Cavi in Bassa Tensione

I cavi in corrente alternata sono necessari per collegare in parallelo gli inverter sul Quadro Parallelo Corrente Alternata (di seguito QPCA).

La sezione CA lato generatore verrà esercita con un Sistema Trifase Isolato 3F+PE, a tutti gli effetti un sistema IT. In accordo con il Sistema Normativo Internazionale, il funzionamento in IT:

- prevede tutte e tre le fasi (R-S-T) NON connesse a terra in nessun punto ed in nessun caso;
- prevede un controllore di isolamento, che garantisca il continuo monitoraggio del valore di resistenza tra i poli e terra; il cedimento dell'isolamento dovrà essere chiaramente rilevato in modo da permettere al gestore dell'impianto di effettuare i necessari interventi di manutenzione straordinaria alla ricerca del guasto;
- permette il funzionamento del sistema con il primo guasto a terra, a patto che il primo guasto sia chiaramente rilevato e che il secondo guasto determini l'intervento degli organi di protezione atti al sezionamento della parte di circuito sottoposta al doppio guasto.

Per la realizzazione della rete di distribuzione in corrente alternata, ovvero per il collegamento elettrico in BT degli inverter di stringa al quadro di parallelo (QPCA), posizionato all'interno della cabina di trasformazione, si prevede l'utilizzo di cavi di tipo ARG16R16, le cui principali caratteristiche sono riportate nella seguente tabella.

<b>Modello</b>	ARG16R16
<b>Conduttore</b>	Corda compatta a fili di alluminio (CEI 20-29, classe 2)
<b>Isolante</b>	HEPR
<b>Guaina</b>	PVC speciale di qualità Rz
<b>Temperatura di esercizio</b>	0 – 90°C
<b>Tensione massima AC</b>	1200 V
<b>Tensione massima DC</b>	1800 V
<b>Sezione conduttore</b>	300 mm <sup>2</sup>
<b>Portata corrente in aria</b>	548 A
<b>Portata corrente (direttamente interrato)</b>	385 A

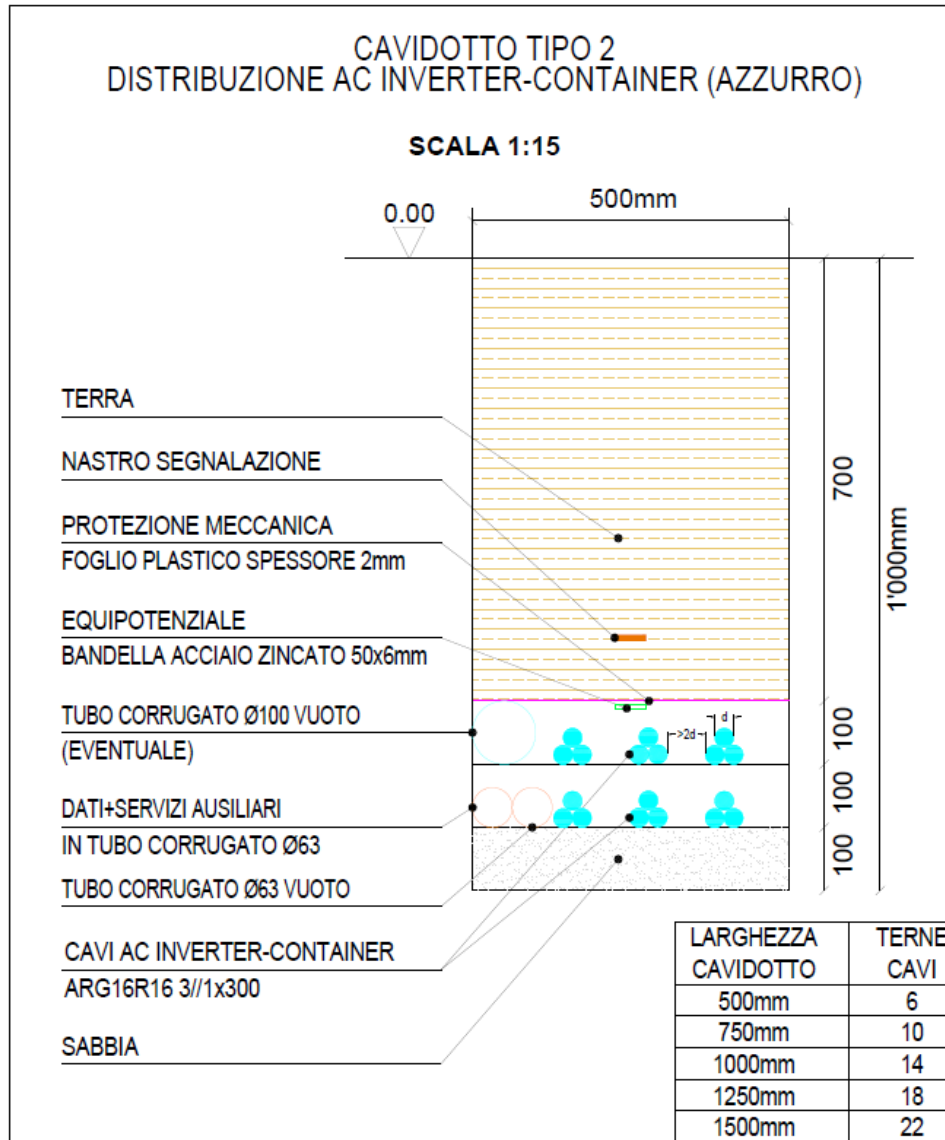
#### 3.3.1 Modalità di installazione

I cavi BT in corrente alternata saranno installati:

- direttamente interrati lungo tutto il percorso, in formazione a trifoglio;
- all'interno di tubo corrugato agli estremi (un tubo per terna cavi inverter), in uscita dall'inverter per evitare l'irraggiamento diretto e in prossimità della cabina di trasformazione per raggiungere ordine il proprio interruttore scatolato (di seguito MCCB).

Dal punto di vista termico analizziamo la situazione più gravosa, ovvero l'installazione sottoterra, riportando un estratto delle sezioni tipo dei cavidotti:

00	28-02-2022	Prima Emissione
<b>Revisione</b>	<b>Data</b>	<b>Descrizione</b>



La sezione tipica di questi cavidotti è essenzialmente costituita da una sezione larga da 500mm a 1500mm (in funzione del numero di terne di cavi) e profonda 1'000mm, che sarà riempita con:

- Sabbia di fiume nella parte più profonda per evitare che i cavi direttamente interrati possano essere a contatto diretto con sassi e/o detriti che ne possano scongiurare l'integrità durante tutti gli anni di esercizio, con:
  - uno spessore pari a circa 100mm sul fondo;
  - uno spessore pari a circa 200mm nel quale verranno installati cavi e corrugati in base alla specificità di ogni tratta;
- Un foglio plastico per la separazione tra strato inferiore e strato superiore, avente anche la funzione di protezione meccanica;
- Terra di riporto per il riempimento dello strato superiore, fino al livellamento nativo della sezione.

In talune sezioni il cavidotto potrà essere allargato per evitare che i cavi siano troppo vicini.

00	28-02-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

### 3.4 Cavi in Media Tensione

I cavi in Media Tensione sono necessari per collegare in parallelo le varie cabine di trasformazione sparse per il Campo Fotovoltaico fino a raggiungere la propria Cabina di Smistamento e poi la Cabina MT della Sottostazione AT/MT.

La Media Tensione verrà esercita con un Sistema Trifase Isolato 3F, a tutti gli effetti un sistema IT. In accordo con il Sistema Normativo Internazionale, il funzionamento in IT:

- prevede tutte e tre le fasi (U-V-W) NON connesse a terra in nessun punto ed in nessun caso;
- prevede un coordinamento tra le protezioni di fase e di neutro, in modo che il cavo risulti sempre protetto.

È stato selezionato un cavo di tipo RG7H1R, per i collegamenti di distribuzione secondaria (radiali di campo), per i collegamenti di distribuzione primaria (fino alla cabina di smistamento MT principale) e per il cavidotto MT esterno.

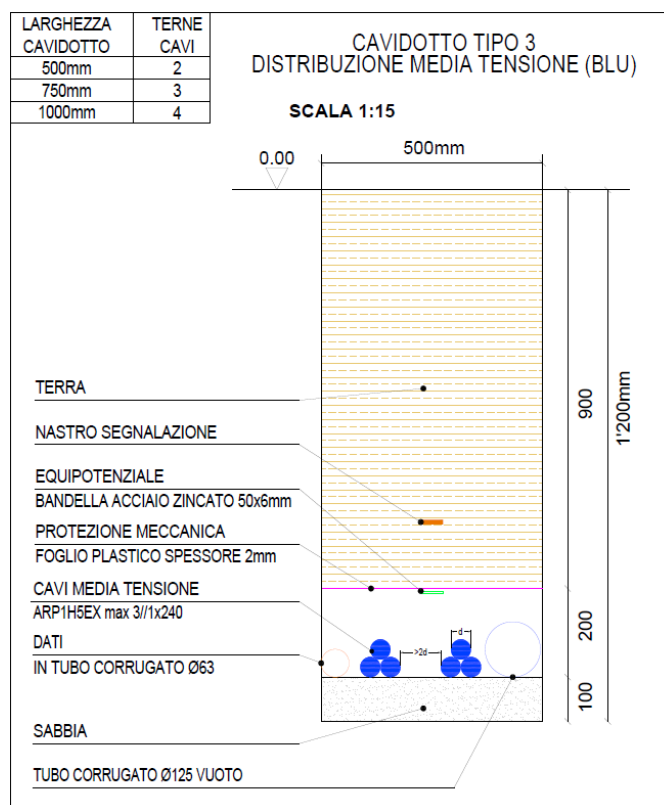
#### 3.4.1 Modalità di Installazione (distribuzione interna)

Per verificare il corretto dimensionamento del cavo è necessario conoscere la modalità di installazione.

I cavi saranno installati:

- direttamente interrati lungo tutto il percorso, in formazione a trifoglio;
- all'interno di tubo corrugato agli estremi (un tubo per terna cavi inverter), in ingresso ed in uscita dalle varie cabine di collegamento.

Di seguito si riporta un estratto delle sezioni tipo dei cavidotti:



00	28-02-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

La sezione tipica di questi cavidotti è essenzialmente costituita da una sezione larga 500mm a 1'000mm e profonda 1'200mm, che sarà riempita con:

- Sabbia di fiume nella parte più profonda per evitare che i cavi direttamente interrati possano essere a contatto diretto con sassi e/o detriti che ne possano scongiurare l'integrità durante tutti gli anni di esercizio, con:
  - uno spessore pari a circa 100mm sul fondo;
  - uno spessore pari a circa 200mm nel quale verranno installati cavi e corrugati in base alla specificità di ogni tratta; dovrà essere usata l'accortezza di posizionare i cavi MT opportunamente distanziati tra di loro (>2D con D diametro del cavo MT);
- Un foglio plastico per la separazione tra strato inferiore e strato superiore, avente anche la funzione di protezione meccanica;
- Terra di riporto per il riempimento dello strato superiore, fino al livellamento nativo della sezione.

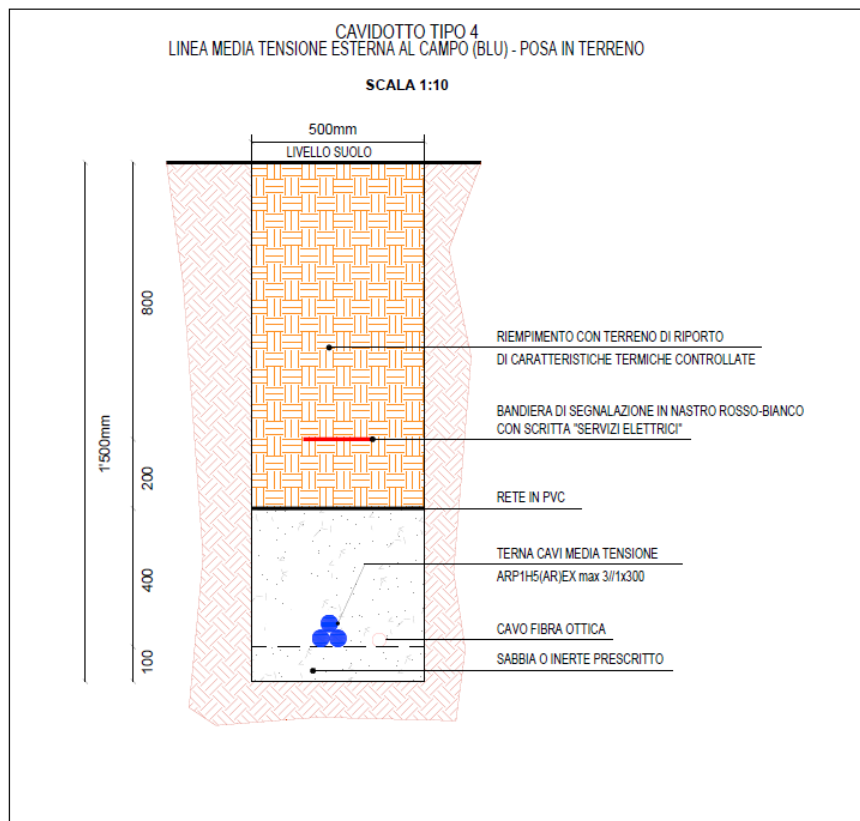
In talune sezioni il cavidotto potrà essere allargato per evitare che i cavi siano troppo vicini.

### 3.4.2 Modalità di installazione (distribuzione esterna ai campi)

I cavidotti in media tensione esterni ai campi fotovoltaici saranno installati:

- direttamente interrati lungo tutto il percorso, in formazione a trifoglio;
- all'interno di tubo corrugato agli estremi (un tubo per terna cavi inverter), in ingresso ed in uscita dalle varie cabine di collegamento.

Di seguito viene riportato un estratto delle sezioni tipo dei cavidotti esterni:



00	28-02-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

La sezione tipica di questi cavidotti è essenzialmente costituita da una sezione larga 500mm a 1'000mm e profonda 1'500mm, che sarà riempita con:

- Sabbia di fiume nella parte più profonda per evitare che i cavi direttamente interrati possano essere a contatto diretto con sassi e/o detriti che ne possano scongiurare l'integrità durante tutti gli anni di esercizio, con:
  - uno spessore pari a circa 100mm sul fondo;
  - uno spessore pari a circa 400mm nel quale verranno installati cavi e corrugati in base alla specificità di ogni tratta; dovrà essere usata l'accortezza di posizionare i cavi MT opportunamente distanziati tra di loro (>2D con D diametro del cavo MT);
- Bandiera plastica di segnalazione;
- Un foglio plastico per la separazione tra strato inferiore e strato superiore, avente anche la funzione di protezione meccanica;
- Terra di riporto per il riempimento dello strato superiore, fino al livellamento nativo della sezione.

00	28-02-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

### 3.5 Sottostazione AT/MT

La sottostazione condivisa sarà ubicata in posizione adiacente alla futura Sottostazione Terna, nel Comune di Butera (CL), ed interesserà una superficie pari a circa 6900 m<sup>2</sup>.

Di seguito è riportato il layout della sottostazione utente, per ulteriori dettagli e quotature si rimanda all'elaborato dedicato "PTO - SE Condivisa – Layout e Viste".

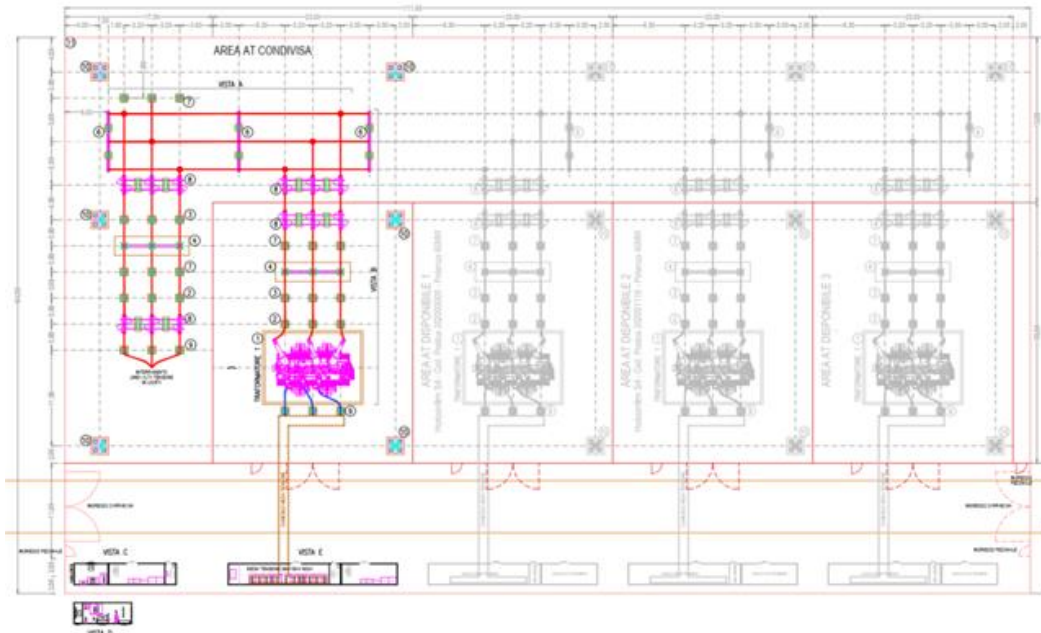


Figura 6 - Layout della sotto-stazione utente

La sezione tratteggiata in grigio a destra è la predisposizione all'ampliamento per altri Utenti Produttori che richiedessero la connessione a Terna nelle vicinanze di questo impianto.

La sottostazione Utente Produttore è quella riportata a sinistra ed è costituita essenzialmente da:

- Componenti ed organi di manovra in Alta Tensione;
- Nr. 1 Trasformatore AT/MT di potenza pari a 100(120) MVA;
- Cabina Condivisa con le cabine consegna MT per i servizi ausiliari di SE Condivisa;
- Cabina di Sottostazione;
- Accessori (sistema antintrusione, illuminazione, protezione scariche atmosferiche, etc).

00	28-02-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

### 3.5.1 Componenti ed organi di manovra in Alta Tensione

I componenti ed organi di manovra in Alta Tensione e le loro funzionalità sono ben indicate dell'elaborato "Schema Unifilare Generale", e riassumibili essenzialmente in:

- Sbarre AT con relativi isolatori di supporto a 245kV;
- N°1 stallo di trasformatore dotato di:
  - Interruttore;
  - Trasformatori di corrente (TA) e di tensione (TV) induttivi;
  - Scaricatori di sovratensione;
- N°1 stallo generale di linea dotato di:
  - Interruttore;
  - TA e TV induttivi e capacitivi;
  - Scaricatori di sovratensione;
- Ciascuno stallo trasformatore e di linea in uscita sarà provvisto di sezionatore a doppia apertura laterale con lame di terra.

### 3.5.2 Trasformatore AT/MT

È previsto un trasformatore MT/AT da 100 (120) MVA.

Si riportano nella tabella seguente i dati di targa del trasformatore AT/MT:

<b>Caratteristiche costruttive</b>	ONAN / ONAF (Olio minerale)
<b>Potenza</b>	100 / 120 MVA
<b>Gruppo vettoriale</b>	YNd11
<b>Tensione primario - V<sub>1</sub></b>	150'000 V
<b>Tensione secondario - V<sub>2</sub></b>	36'000 V
<b>Regolazione Tensione primaria</b>	±12x1,25%
<b>Frequenza nominale</b>	50 Hz
<b>V<sub>cc</sub></b>	11%
<b>Rendimento (indice PEI)</b>	99,77%
<b>Dimensioni</b>	9,5 x 6,5 x 6 [m]
<b>Peso</b>	105t con olio 76t senza olio

Il massimo volume d'olio previsto per ciascuna macchina sarà non superiore a 35'000 litri.

Il trasformatore sarà installato all'interno di apposita vasca di fondazione per la raccolta oli, realizzata in cemento ed opportunamente trattata al fine di essere impermeabile agli oli stessi.

La superficie in pianta della vasca, al netto dello spazio occupato dal trasformatore, sarà pari a circa 70m<sup>2</sup>, ed avrà un'altezza pari a 0.7m, per un volume utile complessivo pari a 49 m<sup>3</sup>.

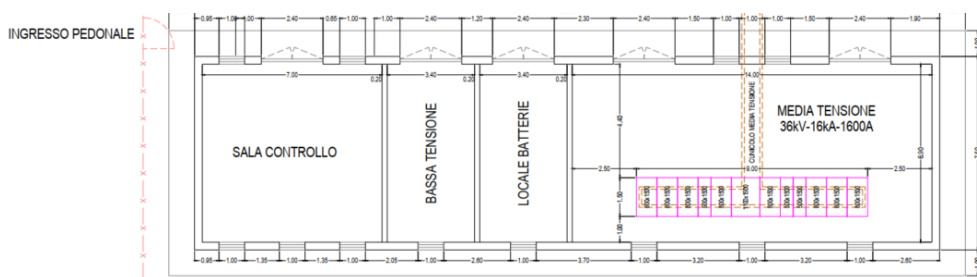
Per ulteriori dettagli costruttivi in merito alla vasca di raccolta oli si rimanda all'elaborato grafico dedicato "Particolare Costruttivi Vasca Olio Trafo AT".

00	28-02-2022	Prima Emissione
<b>Revisione</b>	<b>Data</b>	<b>Descrizione</b>



### 3.5.3 Cabina di SE Utente Produttore

La cabina di SE Utente Produttore è essenzialmente costituita da 4 locali tecnici come chiaramente indicato dall'elaborato di riferimento "PTO-SE Condivisa-Particolari Cabina", di cui si riporta di seguito un estratto:



I locali sono:

- Sala di Controllo, dove saranno installati: il quadro di comando delle apparecchiature di AT, i relè di protezione AT, il contatore di energia ed il power plant controller, lo SCADA per la comunicazione con l'operatore di RTN e di supervisione dell'impianto di generazione;
- Locale Bassa Tensione, dove è installato il quadro BT di alimentazione dei servizi ausiliari di SE;
- Locale Batterie, dove sono installati gli organi per garantire la continuità dei servizi ausiliari essenziali;
- Il Locale Media Tensione, dove è installato il quadro Media Tensione (QMT) che sarà classificato in accordo alla Norma di riferimento CEI EN 62271-200 come segue:

40,5kV-16kA-1'600A - LSC2A/PI IAC AFLR 16kA x 1s

ovvero in particolare con l' Internal Arc Certification (IAC) su tutti e 4 i lati (Fronte Lati Retro) a massima sicurezza dell'operatore. Il quadro sarà composto dalle seguenti unità:

- nr. 1 unità di partenza delle linee MT, dedicata all'impianto FV; questa unità serve per la protezione linea MT, ed è quindi accessoriata con un relè avente le seguenti protezioni MT:
  - massima corrente di fase con ritardo intenzionale (50) ed istantanea (51);
  - massima corrente direzionale omopolare per l'apertura in caso di guasto a terra (67).
- Nr. 2 unità TV per i Trasformatori di Misura di Tensione che servono per il controllo dei parametri elettrici delle due semi-sbarre MT;
- nr. 1 unità per la protezione trasformatore sezione ausiliari di SE;
- Nr. 1 unità di arrivo delle linee MT dal trasformatore AT/MT, le cui protezioni ed il comando saranno necessariamente coordinate con le protezioni AT;
- Nr. 1 unità congiuntore, per spezzare in due sezioni le sbarre MT.

00	28-02-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

### 3.6 Cavi in Alta Tensione

I cavi in Alta Tensione sono necessari per collegare la Sottostazione AT/MT Utente-Produttore con il punto di connessione alla RTN presso la SSE di Smistamento a 150/220kV denominata “Butera 2”.

L’ Alta Tensione verrà esercita con un Sistema Trifase 3F. Il collegamento del Neutro (centro stella nel trasformatore AT/MT) sarà indicato dal gestore (o dall’ufficio locale del gestore) della RTN.

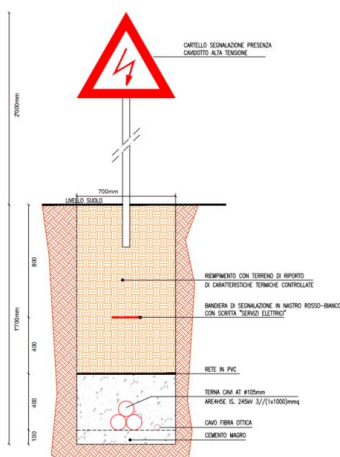
### 3.7 Modalità di Installazione

Per verificare il corretto dimensionamento del cavo è necessario conoscere la modalità di installazione.

I cavi saranno installati:

- direttamente interrati lungo tutto il percorso, in formazione a trifoglio;
- all’interno di tubo corrugato agli estremi (un tubo per terna cavi inverter), in ingresso ed in uscita dalle varie cabine di collegamento.

Dal punto di vista termico analizziamo la situazione più gravosa, ovvero l’installazione sottoterra, riportando un estratto delle sezioni tipo dei cavidotti:



La sezione tipica di questi cavidotti è essenzialmente costituita da una sezione larga 700mm e profonda 1’700mm, che sarà riempita con:

- Sabbia di fiume nella parte più profonda per evitare che i cavi direttamente interrati possano essere a contatto diretto con sassi e/o detriti che ne possano scongiurare l’integrità durante tutti gli anni di esercizio, con:
  - uno spessore pari a circa 100mm sul fondo;
  - uno spessore pari a circa 400mm nel quale verranno installati cavi e corrugati in base alla specificità di ogni tratta; dovrà essere usata l’accortezza di posizionare i cavi MT opportunamente distanziati tra di loro (>2D con D diametro del cavo MT);
- Una rete in PVC per la separazione tra strato inferiore e strato superiore, avente anche la funzione di protezione meccanica;
- Terra di riporto per il riempimento dello strato superiore, fino al livellamento nativo della sezione, con ad un’altezza pari a circa 400mm dalla rete PVC, una bandella di segnalazione in nastro rosso-bianco con la scritta “Servizi Elettrici”.

00	28-02-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

## 4 Verifiche di Coordinamento

### 4.1 Coordinamento meccanico

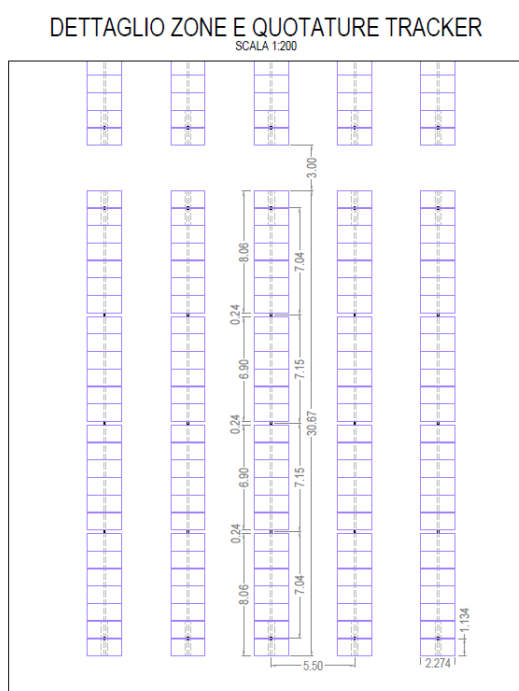
Il coordinamento meccanico non è altro che assicurarsi che la struttura fotovoltaica, installata in questa particolare area geografica ed in questo particolare terreno, sia in grado di sostenere i moduli fotovoltaici.

Il carattere definitivo della presente progettazione non permette di fare delle verifiche puntuali del coordinamento meccanico, ma di dare dei criteri che dovranno poi essere applicati anche in progettazione esecutiva; è da tenere in considerazione che in fase di progettazione esecutiva:

- a causa delle disponibilità del mercato e delle condizioni commerciali, potrebbe essere cambiato fornitore e modello dei moduli fotovoltaici, ma dovrà essere mantenuto il limite di potenza di picco [Wp] installata autorizzata (83,05128 MWp);
- a causa delle disponibilità del mercato e delle condizioni commerciali, potrebbero essere cambiato fornitore e modello delle strutture di supporto, ma dovrà essere mantenuto:
  - o il limite di altezza massima del punto più alto dei moduli fotovoltaico fissato alla struttura (<4,1m);
  - o l'impatto del suolo e/o alterazione dei terreni, e quindi assenza di fondazioni in cemento o altri materiali per aumentare la portanza del sistema terreno + strutture con moduli;
- a causa delle verifiche geologiche puntuali lungo tutta l'area del campo, potrebbe essere necessario aumentare il limite di 2m come profondità massima nel terreno dei pali di fissaggio della struttura, ma dovranno essere rispettati i vincoli imposti dalle altre infrastrutture sotterranee.

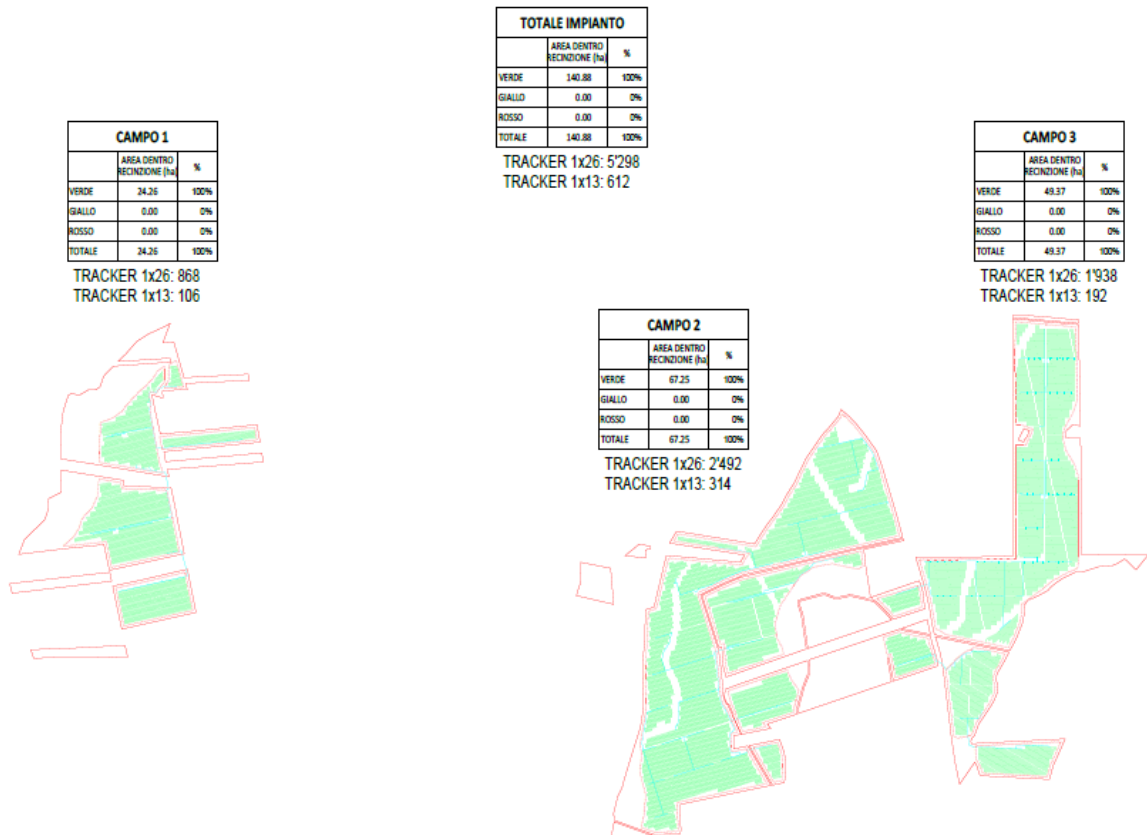
In questa progettazione definitiva sono stati verificati:

- il coordinamento meccanico dimensionale tra moduli e struttura, come illustrato nell'elaborato "*Particolari struttura FV e dettagli*", del quale si riportano di seguito alcuni estratti:



00	28-02-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

- con l'ausilio di un rilievo topografico dedicato, il coordinamento tra strutture di sostegno e conformazione specifica del terreno, posizionando i moduli solo dove le pendenze lo permettevano, come illustrato nell'elaborato "Dettaglio Pendenze Campo", del quale si riporta di seguito un dettaglio:



Si potrà vedere che è tracciata una linea in corrispondenza di ogni struttura, sia essere a tracker o fissa, colorandola in:

- \* verde, se la pendenza è largamente entro i massimi consentiti;
- \* gialli, se la pendenza è entro i massimi consentiti, tracciamento da attenzionare in fase esecutiva;
- \* rossi, se la pendenza è oltre i massimi consentiti, per cui saranno necessari alcuni interventi di spostamento terra per la riduzione della pendenza dell'area.

A completamento, in fase di progettazione esecutiva dovrà essere presentata la certificazione strutturale della struttura individuata, completa con un type test report che tiene conto dei massimi carichi sopportabili dalla struttura con il modulo selezionato.

00	28-02-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

#### 4.2 Coordinamento Elettrico Lato CC

L'elemento di partenza per il coordinamento lato CC è il modulo fotovoltaico, i cui dati elettrici riportati alle condizioni STC sono:

$$P = 570\text{Wp con } -0,30\%/^{\circ}\text{C}$$

$$V_{OC} = 51,01\text{V con } -0,28\%/^{\circ}\text{C} - V_{MPP} = 42,32\text{V}$$

$$I_{SC} = 14,25\text{A con } +0,048\%/^{\circ}\text{C} - I_{MPP} = 13,47\text{A}$$

Si procede quindi con la personalizzazione dei dati elettrici del modulo con le condizioni ambientali del presente progetto; l'intervallo di funzionamento è tra le temperature ambiente di 0 e 50°C, che corrisponde ad una temperatura di funzionamento delle celle FV tra 0 e 70°C, e quindi i parametri elettrici sono:

$$V_{OC} = 54,58\text{V @}0^{\circ}\text{C} - V_{MPP} = 46,35\text{V}$$

$$I_{SC} = 14,55\text{A @}70^{\circ}\text{C} - I_{MPP} = 13,76\text{A}$$

Come già scritto, si prevede di realizzare stringhe costituite da 26 moduli FV collegati tra di loro elettricamente in serie. La stringa elettricamente si identifica come segue:

$$V_{OC} = 54,58 \times 26 = 1'419,1\text{V} - V_{MPP} = 46,35 \times 26 = 1'205,1\text{V}$$

$$I_{SC} = 14,55\text{A @}70^{\circ}\text{C} - I_{MPP} = 13,76\text{A}$$

##### A) Verifica di coordinamento → tensione di isolamento CC

$$V_{IS\ DC} \geq 1'419,1\text{V}$$

Moduli / SB / Inverter sono tutti con tensione di isolamento pari a 1'500V.

Si rimanda alla relazione dedicata "Relazione di Calcolo Dimensionamento Cavi CC, BT, MT e AT" per la verifica della tensione di isolamento dei cavi DC.

##### B) Verifica di coordinamento → inverter: corrente di stringa CC

$$I_{SC} = 14,55\text{A @}70^{\circ}\text{C} - I_{MPP} = 13,76\text{A}$$

Si rimanda alla relazione dedicata "Relazione di Calcolo Dimensionamento Cavi CC, BT, MT e AT" per la verifica della portata di corrente del cavo DC di stringa.

00	28-02-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Per ciascun MPPT saranno collegate un massimo di 2 stringhe per cui:

$$I_{SC} = 29,1A @70^{\circ}C - I_{MPP} = 27,52A$$

Inverter  $\rightarrow$   $I_{mpp,max}$  per MPPT = 30A > 27,5 A **OK ✓**

Per quanto concerne la verifica di coordinamento a livello di inverter di stringa si considera la configurazione più gravosa elettricamente per verificarne il coordinamento, ovvero inverter con 21 stringhe (da 26 moduli FV in serie ciascuna).

Quindi le grandezze elettriche da verificare sono:

$$V_{OC} = 54,58 \times 26 = 1'419,1V - V_{MPP} = 46,35 \times 26 = 1'205,1V$$

$$\text{Inverter} \rightarrow P_{CC} = 311,22 \text{ kWp} - I_{MAX} = 14,55 \times 21 = 305,55A - I_{MPP} = 13,76 \times 21 = 288,96A$$

Inverter  $\rightarrow$   $I_{max}$  in ingresso = 360 A > 288,96 A **OK ✓**

C) Verifica di coordinamento  $\rightarrow$  inverter: tensione isolamento e range MPP

$$V_{IS} = 1'500V \geq 1'419,1V - \text{Stringhe da 26 moduli: } V_{MPP, sup} = 1'205,1V > 1'300V \text{ **OK ✓**}$$

D) Verifica di coordinamento  $\rightarrow$  tensione di isolamento BT

$$V_{IS} \geq 800V$$

Inverter, cavi di collegamento BT e trasformatori lato BT sono tutti con tensione di isolamento pari a 1'500V.

00	28-02-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

### 4.3 Coordinamento Elettrico Lato CA

L'elemento di partenza per il coordinamento lato CA è l'inverter, le cui grandezze elettriche lato CA sono di seguito riassunte:

$$V_N = 800V \pm 10\% - 50/60\text{Hz}$$

Inverter → Potenza Uscita @50°C = 200 kVA, @40°C = 225 kVA, @25°C = 250 kVA

$$I_{MAX} = 180,5A - \text{intervallo } \cos \varphi = 0,5_{CAP} \dots 0,5_{IND}$$

#### A) Verifica di coordinamento → Trasformatore MT/BT

Tensione Uscita Inverter 800V – Rapporto di trasformazione MT/BT 36'000/800 [V] **OK ✓**

12 Inverter per cabina → Potenza inverter 2'700kVA@40°C

Potenza trasformatore MT/BT 3'000kVA@40°C **OK ✓**

#### B) Verifica di coordinamento → tensione di isolamento BT

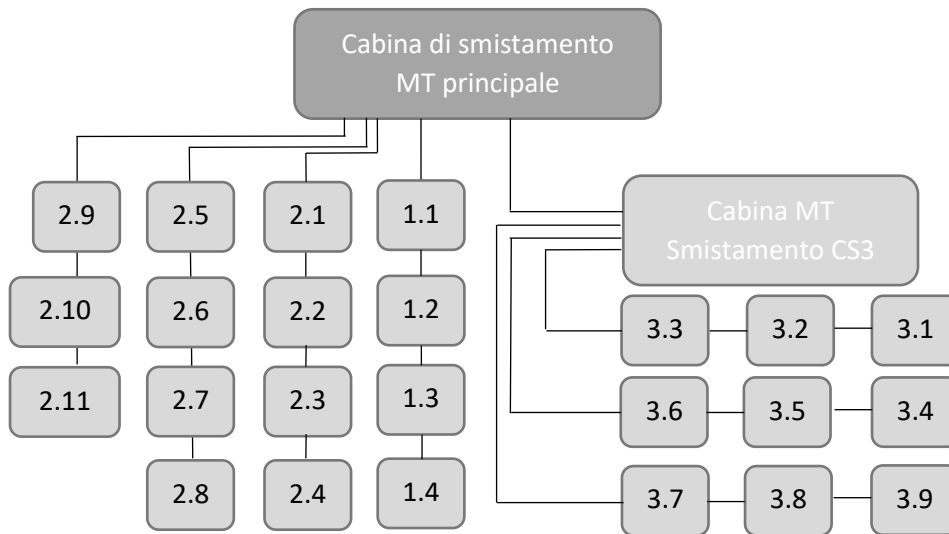
$$V_{IS\ BT} \geq 800V$$

Gli inverter d'impianto sono tutti con tensione di isolamento pari a 1000V.

Si rimanda alla relazione dedicata "Relazione di Calcolo Dimensionamento Cavi CC, BT, MT e AT" per la verifica della tensione di isolamento dei cavi CA.

00	28-02-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Come ben specificato nello schema unifilare, la distribuzione MT di campo è costituita da linee radiali che confluiscono in cabine di smistamento, di seguito riportato lo schema a blocchi e le potenze di ogni singola tratta:



Cabina	Linea MT	Potenza [MVA]	Corrente [A] @36kV
1.1		3,00	48,2
1.2		3,00	48,2
1.3		3,00	48,2
1.4		3,00	48,2
	Radiale L11	12,00	192,8
2.1		3,00	48,2
2.2		3,00	48,2
2.3		3,00	48,2
2.4		3,00	48,2
	Radiale L21	12,00	192,8
2.5		3,00	48,2
2.6		3,00	48,2
2.7		3,00	48,2
2.8		3,00	48,2
	Radiale L22	12,00	192,8
2.9		3,00	48,2
2.10		3,00	48,2
2.11		3,00	48,2
	Radiale L23	9,00	144,6
<b>CS3</b>	Linea L1	27,00	433,8
3.3		3,00	48,2
3.2		3,00	48,2
3.1		3,00	48,2
	Radiale L31	9,00	144,6
3.6		3,00	48,2
3.5		3,00	48,2
3.4		3,00	48,2
	Radiale L32	9,00	144,6
3.7		3,00	48,2
3.8		3,00	48,2
3.9		3,00	48,2
	Radiale L33	9,00	144,6
<b>TOTALE</b>		<b>72,00</b>	<b>1156</b>

00	28-02-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione



C) Verifica di coordinamento → Quadro MT di cabina di trasformazione

Caratteristiche e classificazione: 40,5kV-16kA-630A - LSC2A/PI IAC AFLR 16kA x 1s

Tensione Uscita Trasformatore 36'000V - Tensione isolamento quadro MT di Cabina 41'500V **OK** ✓

Corrente massima linee radiali 433,8A – Corrente nominale quadro MT di cabina 630A **OK** ✓

D) Verifica di coordinamento → corrente di linea MT

Si rimanda alla relazione dedicata "Relazione di Calcolo Dimensionamento Cavi CC, BT, MT e AT" per la verifica della portata di corrente del cavo MT nelle varie tratte.

E) Verifica di coordinamento → Quadro MT di cabina di smistamento

Caratteristiche e classificazione: 40,5kV-16kA-1'600A - LSC2A/PI IAC AFLR 16kA x 1s

Tensione Uscita Trasformatore 36'000V - Tensione isolamento quadro MT di Cabina 40'500V **OK** ✓

Corrente massima linee radiali 1'156,0A – Corrente nominale quadro MT di cabina 1'600A **OK** ✓

Come illustrato sempre nello schema unifilare, il quadro MT di SSE sarà alimentato da un trasformatore AT/MT di potenza pari a 100 MVA in grado di arrivare a 120 MVA in condizione di raffreddamento forzato (ONAF).

00	28-02-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

F) Verifica di coordinamento → Trasformatore AT/MTRapporto di trasformazione AT/MT 150/36[kV] – Rapporto di trasformazione MT/BT 36/0,80[kV] **OK** ✓

Potenza immissione impianto 100,0MVA

Potenza tot impianto x 1,2 (20% sovraccarico richiesto da Terna su impianti FV) = 120,0MVA

Potenza trasformatore AT/MT = 100 (120) MVA **OK** ✓G) Verifica di coordinamento → Quadro MT di cabina di SSE

Caratteristiche e classificazione: 40,5kV-16kA-1'600A - LSC2A/PI IAC AFLR 16kA x 1s

Tensione Uscita Trasformatore 36'000V - Tensione isolamento quadro MT di Cabina 40'500V **OK** ✓

Corrente massima uscita trasformatore AT/MT (@120MVA) = 1926,8 A

Corrente sbarra → 1926,8 < 2000 A **OK** ✓H) Verifica di coordinamento → corrente di linea ATPotenza totale immissione impianto 100MW →  $I_{AT} = 385,3A$ 

Si rimanda alla relazione dedicata "Relazione di Calcolo Dimensionamento Cavi CC, BT, MT e AT" per la verifica della portata di corrente del cavo AT.

I) Verifica impianto → Rapporto potenza DC / potenza AC

Potenza DC = 83,05128MWp – Potenza in corrente alternata = 72,0MW

Rapporto potenze DC/AC = 1,15 **OK** ✓

Tenuto conto:

- della potenza effettivamente resa disponibile nel punto di generazione per effetto degli scostamenti dalle STC (25°C temperatura di cella FV, 1000 W/m<sup>2</sup>)
- delle perdite dal punto di generazione (morsetti moduli FV) al PdC (Punto di consegna AT in SE Terna) si ritiene che il rapporto DC/AC sia corretto.

00	28-02-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione