

COMUNI DI:  
TRAMATZA, SIAMAGGIORE,  
SOLARUSSA

PROVINCIA: ORISTANO  
REGIONE: SARDEGNA

"FATTORIA SOLARE TRAMATZA"  
AGRIVOLTAICO DI TIPO ELEVATO E AVANZATO

**PROGETTO DEFINITIVO**

**DISCIPLINARE TECNICO**

Tipo Elaborato	Codice Elaborato	Data	Scala CAD	Formato	Foglio / di	Scala
REL.	2104_R.12	21/04/2023	-	A4	1/34	-

**PROPONENTE**

**EF AGRI Società Agricola A R.L.**  
Via del Brennero, 111  
38121 - Trento (TN)

**SVILUPPO**



**SET SVILUPPO s.r.l.**  
Corso Trieste, 19  
00198 - Roma (RM)

**PROGETTAZIONE**

Ing. Giacomo Greco



Ing. Marco Marsico



Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
00	21/04/2023	Prima Emissione	Ing. G. Greco	Ing. M. Marsico	Ing. G. Greco

**DISCIPLINARE TECNICO**

**FATTORIA SOLARE "TRAMATZA"**

**AGRIVOLTAICO DI TIPO ELEVATO E AVANZATO**

**di potenza pari a 55,932 MWp**

**e sistema di accumulo pari a 12,50 MW**

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRICOLA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 3
---------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	--------------

## SOMMARIO

1.	DATI GENERALI.....	4
2.	CARATTERISTICHE IMPIANTO FOTOVOLTAICO .....	5
2.1.	Tracker.....	5
2.2.	Moduli fotovoltaici .....	7
2.3.	Inverter.....	10
2.4.	Power Station.....	12
2.5.	Storage Container .....	13
2.6.	Storage Inverter .....	13
2.7.	Storage Power Station .....	13
2.8.	Cabina di Raccolta .....	14
2.9.	Cavi di potenza BT e AT.....	15
2.10.	Cavidotto AT.....	17
2.10.1	Dimensionamento del cavidotto .....	18
2.10.2	Caratteristiche dei materiali.....	19
2.11.	Cavi di segnale .....	20
2.12.	Sistemi SCADA.....	21
3.	SICUREZZA ELETTRICA DI IMPIANTO.....	22
3.1.	Misure di protezione generale.....	22
3.2.	Elementi di un impianto di terra .....	22
3.3.	Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione .....	23
3.4.	Protezione delle condutture elettriche .....	25
3.5.	Protezione da sovratensioni per fulminazione indiretta e di manovra.....	26
4.	NORME E SPECIFICHE TECNICHE .....	27
5.	OPERE CIVILI.....	31
5.1.	Preparazione del sito .....	31
5.2.	Strade e recinzione.....	31
5.3.	Infissione dei tracker .....	31
5.4.	Scavi per fondazioni, posa cavi di impianto e rete di terra .....	31
5.5.	Scavi e posa cavidotto di collegamento.....	32
5.6.	Sistema di videosorveglianza.....	34

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 4
-----------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	--------------

## 1. DATI GENERALI

<b>Proponente</b>	EF AGRI Società Agricola a r.l.
<b>Progetto</b>	<b>Agrivoltaico:</b> progetto di miglioramento fondiario integrato da strutture fotovoltaiche elevate di potenza nominale pari a 55,932 MWp e completato da un sistema di accumulo di potenza nominale pari a 12,5 MW, per una potenza in immissione complessivamente pari a 68,432 MW.
<b>Coordinate geografiche</b>	Latitudine: 39°58'42.24" N Longitudine: 8°38'12.24" E
<b>Comuni Interessati dal progetto</b>	Tramatza (OR) Siamaggiore (OR) Oristano (OR)
<b>Soluzione di Connessione</b>	Codice Pratica Terna: 202101695

Il progetto, di cui il presente documento è parte integrante, ha come scopo la realizzazione dell'impianto agrivoltaico denominato "Fattoria Solare Tramatza".

Il progetto prevede il miglioramento fondiario di un'area di circa 108 ha nel Comune di Tramatza (OR), tramite l'implementazione di un piano agronomico integrato con strutture fotovoltaiche elevate e ad inseguimento solare monoassiale (c.d. tracker). L'insieme agrivoltaico sarà inoltre corredato da un sistema di accumulo (c.d. storage), capace sia di assorbire che di immettere energia verso la Rete Elettrica Nazionale.

Le opere di connessione necessarie per il collegamento dell'impianto agrivoltaico e del sistema di accumulo alla RTN sono costituite da un cavidotto interato a 36 kV di circa 2,9 km che percorre una strada interpoderale fino allo stallo arrivo produttore a 36 kV nella nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 220/36 kV da inserire in entra-esce alla linea già esistente 220 kV "Codrongianos-Oristano".

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 5
-----------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	--------------

---

## 2. CARATTERISTICHE IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Vengono elencati di seguito i principali elementi costituenti l'impianto fotovoltaico:

- Tracker n. 3.801, ciascun tracker supporta n.27 moduli;
- Moduli fotovoltaici n. 102.627 per una potenza complessiva pari a 55,932 MWp;
- Inverter di stringa n. 340;
- Power station n.20, ogni Power Station è collegata a 17 inverter di stringa tramite quadro BT, ogni Power Station è inoltre corredata di trasformatore BT/AT e di un quadro AT;
- Container batterie da 2,5 MW, n.5 per un totale di 12,5 MW e una capacità di 3 MWh l'uno;
- Storage power station n.5 corredate di inverter, trasformatore BT/AT, quadro AT;
- Cabina di raccolta prefabbricata corredata di arrivi e partenze linee AT e gruppo di misura;
- Rete elettrica interna BT in corrente continua per collegamento tra stringhe, inverter e Power Station;
- Rete elettrica interna BT in corrente continua per collegamento tra Storage Container e Storage Power Station;
- Rete elettrica interna trifase AT per collegamento tra Power Station e Cabina di Raccolta;
- Rete elettrica interna trifase AT per collegamento tra Storage Power Station e Cabina di raccolta;
- Cavidotto di collegamento trifase AT esterno da 2,9 km, per collegamento tra Cabina di raccolta e Stazione elettrica Terna;
- Cavi di segnale;
- Sistema di monitoraggio e controllo SCADA;
- Impianto di Terra comprensiva di rete elettrosaldata in corrispondenza delle Power Station e Cabina di raccolta, picchetti, giunzioni e corde di rame nudo.

### 2.1. Tracker

Al fine di incrementare le ore equivalenti di produzione, l'impianto è progettato utilizzando la tecnologia ad inseguimento solare monoassiale in direzione Est-Ovest mediante l'installazione di tracker monofacciali TRJ di Convert o similari, posti ad un'altezza pari a 3,7 m (altezza a tracking 0°), con una distanza di interasse pari a circa 6 m per consentire lo svolgimento dell'attività agricola. Adottando una tensione di sistema pari a 1500 V nel dimensionamento dell'impianto, su ogni tracker sono collegati 27 moduli su un'unica stringa.

---

Vista dall'alto

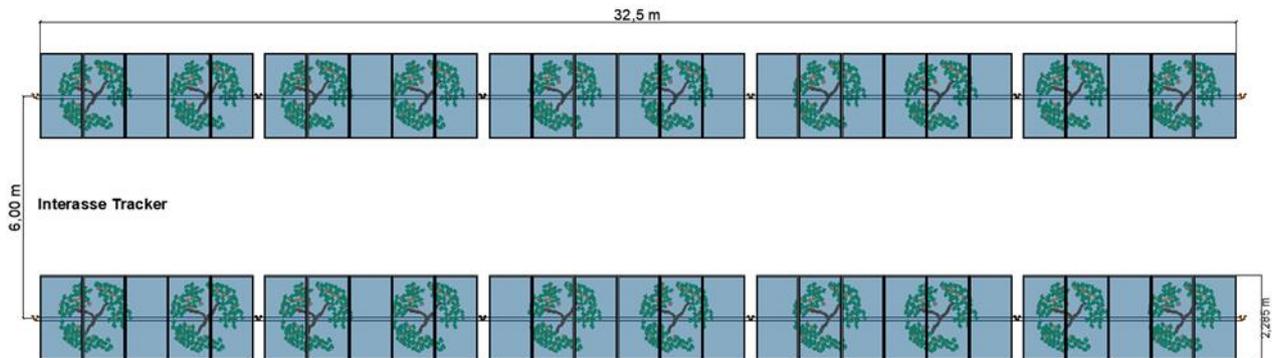


Figura 1: Vista in Pianta delle strutture (c.d. tracker)

Le strutture si sviluppano in direzione Nord-Sud per una lunghezza pari a 32,5 m e presentano una distanza reciproca pari a 50 cm nella stessa direzione. In direzione Est-Ovest, invece, le strutture sono caratterizzate dalla medesima dimensione del lato lungo del modulo (2,285 m).

Vista Frontale

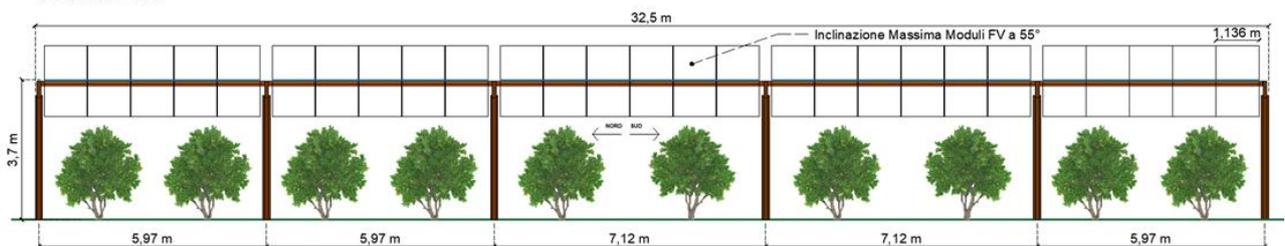


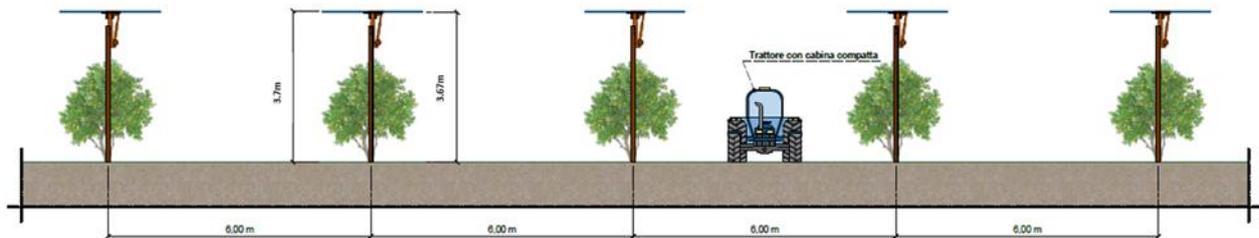
Figura 2: Particolare disposizione moduli su tracker in prospettiva (configurazione 1x27)

La disposizione dei tracker all'interno del campo fotovoltaico tiene conto delle imposte fasce di rispetto dalle strade, dalle interferenze e da tutti gli elementi emersi nelle analisi tecnico-ambientali, oltre che delle esigenze di viabilità interna al sito per agevolare il passaggio dei mezzi agricoli di maggiori dimensioni.

La disposizione dei tracker in campo è stata scelta tenendo conto, inoltre, degli ombreggiamenti, del fenomeno del backtracking – l'ombreggiamento reciproco dei tracker durante le operazioni di inseguimento solare – e delle esigenze logistiche e organizzative dell'azienda agricola che opererà all'interno del sito.

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 7
-----------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	--------------

Modulo a 0°



Modulo a 55°

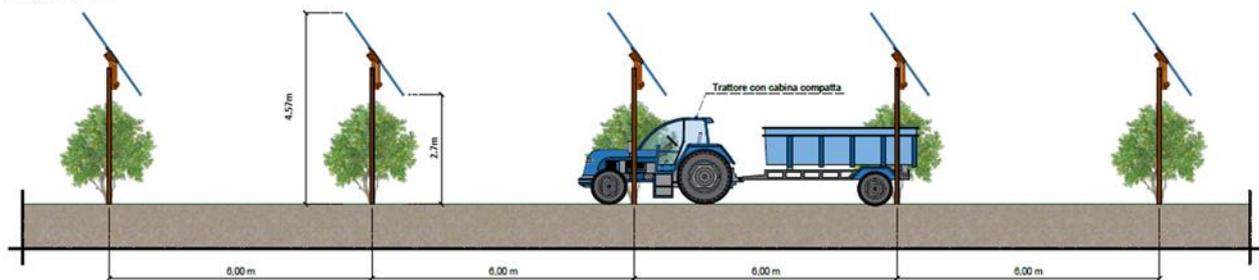


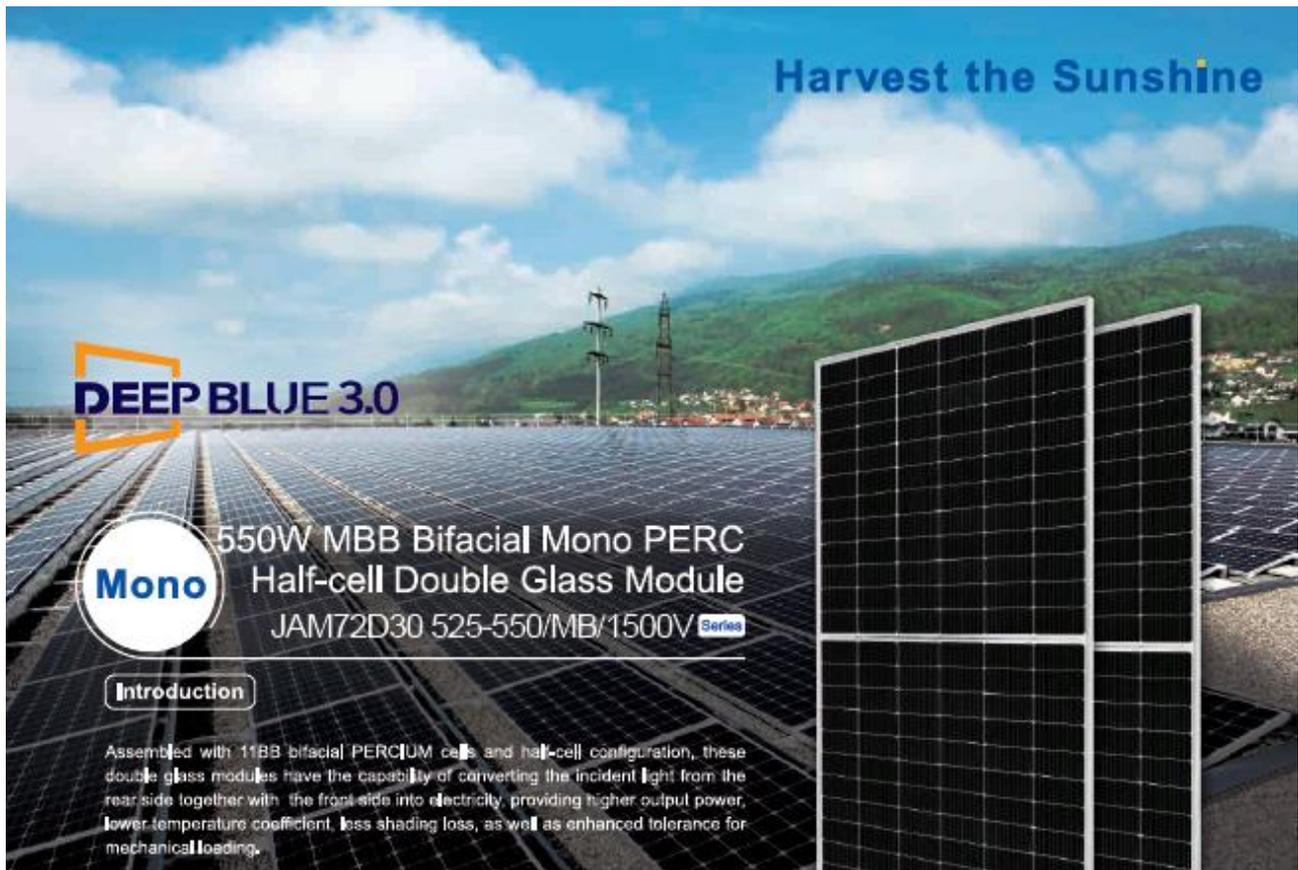
Figura 3: Particolare disposizione moduli su tracker: evidenza altezze dal suolo

## 2.2. Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici scelti rispettano i più avanzati standard tecnologici in termini di efficienza e di ottimizzazione della produzione specifica ( $Wp/mq$ ), in modo da migliorare notevolmente l'impatto visivo e ambientale a parità di potenza installata.

In particolare, è stato proposto un modulo in silicio monocristallino, bifacciale e caratterizzato da tecnologia Half-Cell, del tipo JA SOLAR JAM72D30 545/MB o similari, dalla potenza nominale di 545 W. Il modulo è caratterizzato da 144 celle (6x24) ed è dotato di cavetti di connessione muniti di connettori MC4 ad innesto rapido, al fine di garantire la massima sicurezza degli operatori e facilità di installazione.

I componenti elettrici e meccanici che lo caratterizzano sono conformi alle normative tecniche e sono tali da garantire elevate performance.



## DEEP BLUE 3.0

**Mono**

550W MBB Bifacial Mono PERC  
Half-cell Double Glass Module

JAM72D30 525-550/MB/1500V Series

### Introduction

Assembled with 11BB bifacial PERC cells and half-cell configuration, these double glass modules have the capability of converting the incident light from the rear side together with the front side into electricity, providing higher output power, lower temperature coefficient, less shading loss, as well as enhanced tolerance for mechanical loading.



Higher output power



More reliable, more stable power generation



Less shading effect

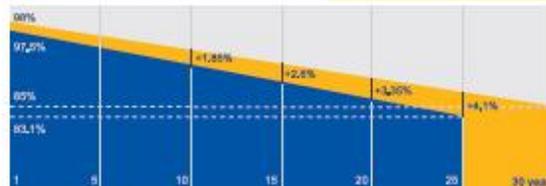


Lower temperature coefficient

### Superior Warranty

- 12-year product warranty
- 30-year linear power output warranty

0.45% Annual Degradation Over 30 years



■ Bifacial double glass module linear power warranty

■ Standard module linear power warranty

### Comprehensive Certificates

- IEC 61215, IEC 61730
- ISO 9001: 2015 Quality management systems
- ISO 14001: 2015 Environmental management systems
- ISO 45001: 2018 Occupational health and safety management systems



**JA SOLAR**

www.jasolar.com

Specifications subject to technical changes and tests.  
JA Solar reserves the right of final interpretation.  
Shanghai JA Solar Technology Co., Ltd.





Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 10
-----------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------

---

### 2.3. Inverter

Per la conversione DC/AC dell'impianto, si è optato per la distribuzione di inverter decentralizzati del tipo Huawei SUN2000-185KTL-H1 o similari, da installare su piccole strutture metalliche opportunamente ancorate al terreno. Le stesse saranno ubicate per lo più in corrispondenza delle strade funzionali alla viabilità interna al sito, al fine di agevolare le attività di manutenzione e non ostacolare le attività agricole. Gli inverter scelti presentano un grado di protezione IP65, tale da consentire l'installazione outdoor prevedendo al più minimi accorgimenti per evitare l'esposizione diretta alla radiazione solare.

Gli inverter sono caratterizzati da una potenza nominale di 185 kW AC e da una tensione di uscita di 800 V. Il gruppo di conversione presenta un range MPPT in ingresso pari a 500-1500 V, compatibile con tensioni di sistema a 1500 V e con il numero di moduli per stringa scelto. Con queste caratteristiche, gli inverter sono in grado di raccogliere le linee DC provenienti dal campo fotovoltaico fino ad un massimo di 12 stringhe, collegate direttamente agli ingressi mediante connettori MC4 ad innesto rapido. Si riporta di seguito la scheda tecnica dell'inverter sopraccitato.

SUN2000-185KTL-H1  
Smart String Inverter





9  
MPP Trackers



99.0%  
Max. Efficiency



String-level  
Management



Smart I-V Curve  
Diagnosis Supported



MBUS  
Supported



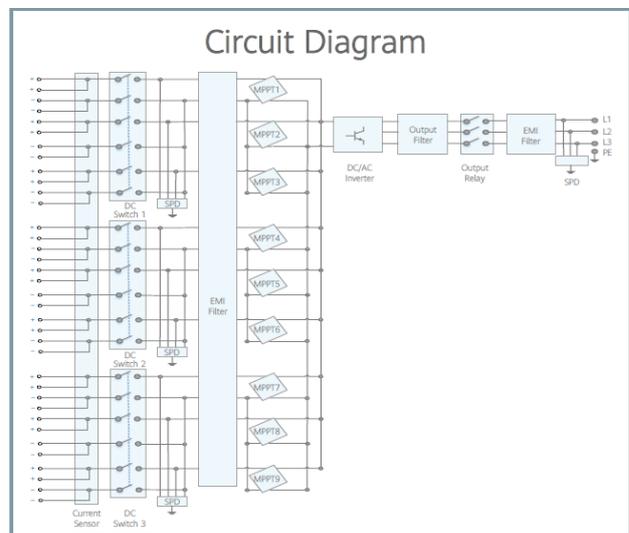
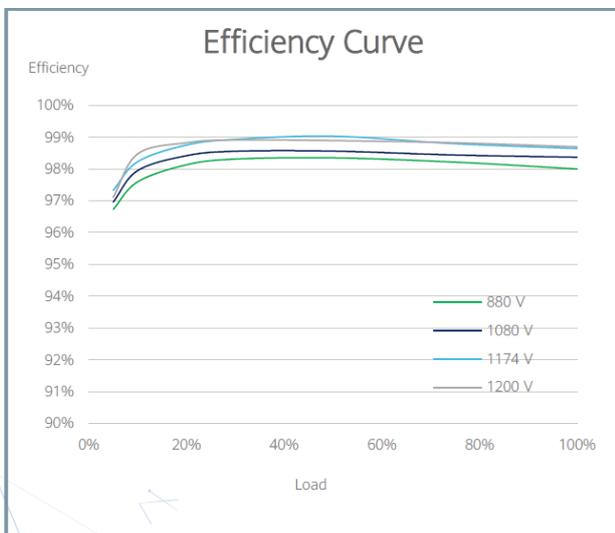
Fuse Free  
Design



Surge Arresters for  
DC & AC



IP66  
Protection



SUN2000-185KTL-H1

## Technical Specifications

Efficiency	
Max. Efficiency	99.03%
European Efficiency	98.69%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Max. Current per MPPT	26 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	40 A
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Number of Inputs	18
Number of MPP Trackers	9

Progetto: <b>Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRICOLA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.</b>	Titolo Elaborato: <b>Disciplinare Tecnico</b>	Pagina: <b>12</b>
-----------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------	----------------------

Output	
Nominal AC Active Power	175,000 W @40°C
Max. AC Apparent Power	185,000 VA
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	126.3 A @40°C
Max. Output Current	134.9 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%
Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, Bluetooth/WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch)
Weight (with mounting plate)	84 kg (185.2 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Staubli MC4 EVO2
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless
Standard Compliance (more available upon request)	
Certificates	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, IEC 61727, IEC 62910, P.O. 12.3, RD 1699, RD 661, RD 413, RD 1565, RD 1663, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, ABNT NBR IEC 62116

Figura 5: Scheda tecnica inverter Sun2000 – 185KTL – H1

## 2.4. Power Station

Le Power Station rappresentano il punto di raccolta dei singoli sottocampi e il punto in cui avviene l'elevazione della tensione BT di uscita degli inverter ad un livello di tensione pari a 36kV.

Il progetto prevede n.20 Power Station di Huawei o similari, tutte costituite da un quadro di raccolta QBT (o Low Voltage Switchgear) per il collegamento e la protezione delle linee elettriche e degli

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 13
-----------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------

---

inverter distribuiti in campo. Nel caso specifico, ad ogni PS giungono una linea per inverter, quindi il quadro di raccolta BT si compone al più di n.17 interruttori automatici opportunamente dimensionati e connessi ad un interruttore generale. All'interno del quadro sono presenti anche tutti i dispositivi necessari per le misure e il funzionamento degli ausiliari. Il QBT è quindi connesso ad un trasformatore BT/AT con isolamento in olio, dotato di adeguata vasca di raccolta. Lo stesso sarà a sua volta collegato ad un quadro di alta tensione (o HV Switchgear), il quale è dotato di adeguati organi di sezionamento, protezione e manovra per l'interconnessione del trasformatore e dei cavi AT alle altre Power Station o alla Cabina di Raccolta dell'impianto.

## **2.5. Storage Container**

L'impianto Storage è stato ricavato all'interno dell'area di impianto in una posizione funzionale sia dal punto di vista elettrico che di interazione con la movimentazione agricola in campo. L'organizzazione delle batterie agli ioni di litio è del tipo modulare all'interno di Container (c.d. Storage Container). Più batterie formano un modulo, più moduli in serie formano un rack e più rack in parallelo compongono il container. Le batterie sono gestite da un sistema di monitoraggio e controllo di carica e scarica delle batterie (c.d. BMS) e da un convertitore di potenza che permette l'immissione della corrente continua nelle linee DC in entrata o uscita dal container. Ogni unità presenta una potenza pari a 2,5 MW e una capacità pari a 3 MWh, caratteristiche che la rendono adatta per la modalità Fast Reserve, cioè l'immissione in rete della potenza nominale per un tempo di almeno 15 minuti.

## **2.6. Storage Inverter**

Ciascun Storage Container sarà connesso ad un inverter centralizzato (c.d. Storage Inverter) del tipo SMA SCS2900 o similari. L'inverter ha una potenza di 2,94 MVA ed è quindi in grado di erogare tutta la potenza proveniente dalle batterie, risultando idoneo alla modalità Fast Reserve. Lo Storage Inverter è caratterizzato da un range DC compreso tra 760 V e 1100 V e una tensione AC pari a 520 V. Lo stesso è altresì equipaggiato con i dispositivi di protezione SPD per le sovratensioni e gli interruttori automatici per le sovracorrenti, sia dal lato DC che dal lato AC.

## **2.7. Storage Power Station**

Gli Storage Inverter sono collocati all'interno delle rispettive Storage Power Station, che contengono tutti i dispositivi per la conversione tra corrente continua e corrente alternata e

---

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 14
-----------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------

---

l'elevazione di tensione BT/AT. Nello specifico, in maniera simile alle Power Station del campo agrivoltaico, gli ingressi dello Storage Inverter sono dotati dei dispositivi necessari alla protezione delle linee provenienti dallo Storage Container, alla misura dei parametri elettrici e al corretto funzionamento degli ausiliari. Quest'ultimo è collegato ad un trasformatore con isolamento in olio per l'elevazione della tensione BT/AT con opportuna vasca di raccolta. Quest'ultimo è a sua volta connesso ad un quadro elettrico di alta tensione (o High Voltage Switchgear), il quale è dotato di adeguati organi di sezionamento, protezione e dal quale si articoleranno le linee di interconnessione tra le varie Storage Power Station, fino al raggiungimento della Cabina di Raccolta.

## **2.8. Cabina di Raccolta**

I Sottocampi dell'impianto agrivoltaico e il Sistema di Accumulo, dimensionati come sopra descritto, faranno capo ad un'unica Cabina di Raccolta collocata in sito in posizione pressoché baricentrica, nei pressi della strada vicinale che taglia l'impianto a metà. Il collegamento tra le due parti di produzione, ovvero impianto agrivoltaico e Storage, e la Cabina di Raccolta avverrà mediante cavi (N)A2XS(F)2Y 20,8/36 kV.

La Cabina è stata progettata in seguito alla valutazione dei componenti a corredo della stessa e delle loro taglie, tenendo conto dell'organizzazione degli anelli di interconnessione, dell'entità delle correnti in gioco e delle altre grandezze elettriche che caratterizzano l'impianto.

---

Progetto: <b>Fattoria Solare "TRAMATZA"</b> <b>EF AGRISOCIETA' AGRICOLA A R.L.</b>	Titolo Elaborato: <b>Disciplinare Tecnico</b>	Pagina: <b>15</b>
------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------	----------------------

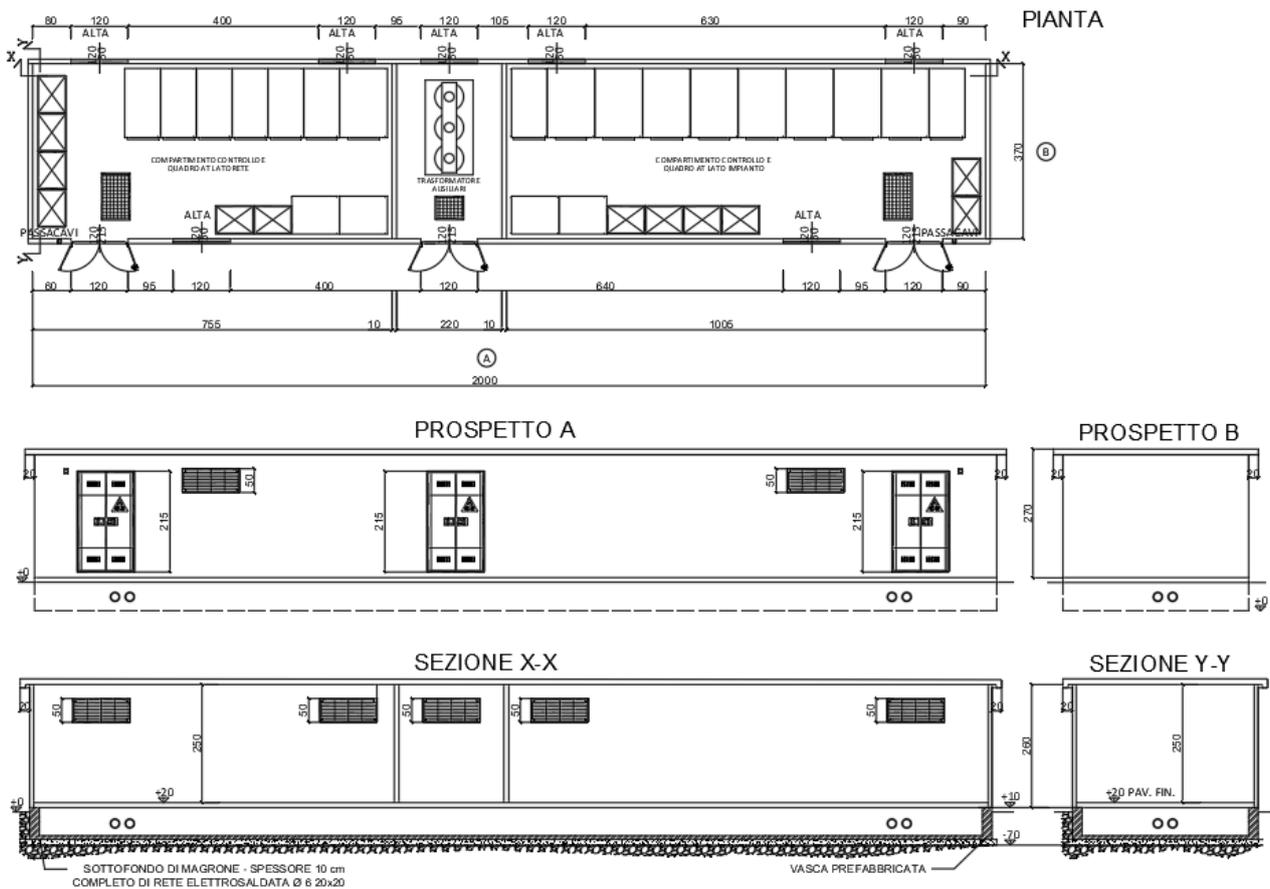


Figura 6: Pianta, Prospetti e Sezioni Cabina di Raccolta

## 2.9. Cavi di potenza BT e AT

Gli impianti saranno caratterizzati da linee elettriche con conduttori idonei per le varie sezioni (DC, AC BT e AC AT). L'esperienza costruttiva ha consentito l'individuazione di tipologie di cavi (formazione, sezione del conduttore, isolante, guaina protettiva, ecc.) che garantiscono, in accordo alle condizioni di posa, una vita utile del cavo più longeva di quella dell'impianto.

Per la sezione di impianto in corrente continua è previsto il cablaggio del generatore fotovoltaico mediante cavi di stringa equipaggiati con connettori MC4 IP65, in posa libera fissata al retro delle strutture di sostegno, eventualmente canalizzate.

Il collegamento inverter-Power Station verrà eseguito mediante cavi AC BT disposti "a trifoglio", in posa prevalentemente interrata in tubo protettivo corrugato flessibile a doppia parete in PVC, con resistenza allo schiacciamento 450N e diametro esterno opportuno.

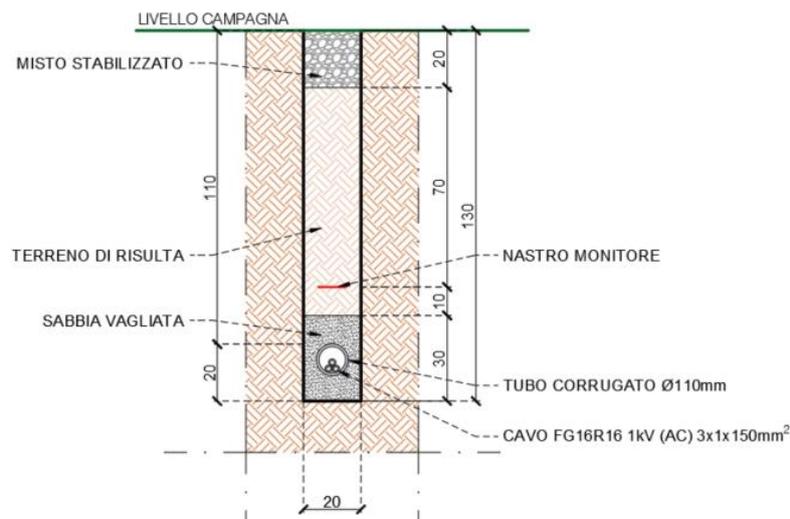


Figura 7: Sezione di scavo cavidotto AC BT

Le linee AT dalle singole Power Station fino alla Cabina di Raccolta, verranno anch'esse interrate, prevedendo opportuno tegolo per la protezione meccanica dei cavi. Si precisa in questo senso che, laddove all'interno del medesimo cavidotto correranno più linee AT, le stesse saranno distanziate di 25 cm dal centro del conduttore.

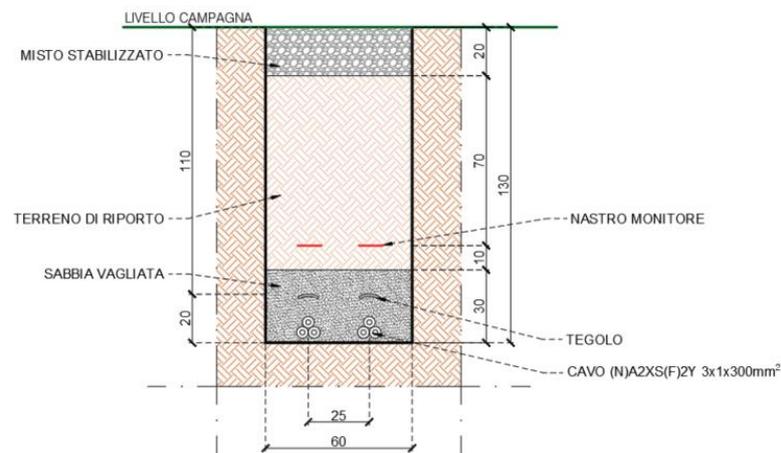


Figura 8: Sezione di scavo cavidotto AC AT

Per maggiori dettagli sulle sezioni di scavo si rimanda alle tavole di progetto, dove si evidenziano anche i punti di intersezione di più linee di campo e le particolarità di ogni tipo di cavo e cavidotto.

I cavi sopraccitati sono adatti ad una condizione di posa interrata in ottemperanza alla Norma CEI 11-17 vigente in materia. Detta norma stabilisce che l'integrità dei cavi deve essere garantita da una robusta protezione meccanica supplementare in grado di assorbire le varie sollecitazioni statiche e dinamiche che possono verificarsi nel corso della vita utile dell'impianto. Pertanto, si prevede per ciascun cavo il tubo protettivo opportunamente dimensionato al fine di garantire l'integrità dei singoli cavi.

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 17
-----------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------

La scelta dei cavi e dei tubi protettivi tiene conto altresì dell'articolo 2.3.04 delle Norme CEI 11-17 "Sollecitazioni a trazione" che, per ciò che riguarda i conduttori in alluminio, prescrive che gli sforzi di tiro necessari durante le operazioni di posa dei cavi non deve superare una sollecitazione di 50 N/mm<sup>2</sup> (limite sui conduttori).

Dopo la posa, i cavi andranno sottoposti a collaudo per verificare l'insorgere di eventuali difettosità, grossolani errori di confezionamento dei giunti e terminali e/o danneggiamenti avvenuti durante i lavori, al fine di garantire la perfetta regola d'arte.

## **2.10. Cavidotto AT**

La progettazione riportata di seguito è stata realizzata nel rispetto delle specifiche tecniche di connessione di centrali fotovoltaiche di tipo 2, descritte al paragrafo 6.1.2. dell'allegato A68 al codice di rete Terna.

Secondo quanto riportato nell'allegato A68 la linea di collegamento a 36 kV dell'impianto di Utente alla stazione RTN, se realizzata in cavo, deve essere connessa ad una singola cella 36 kV con un numero di terne in parallelo non superiore a 2. In caso di potenze di impianto non trasportabili con 2 terne di cavi, si dovranno utilizzare due celle distinte sulla medesima sezione 36 kV della SE Terna.

La linea di collegamento a 36 kV dell'impianto di Utente alla stazione RTN deve essere dotata di vettori ridondati in Fibra Ottica fra gli estremi con coppie di fibre disponibili e indipendenti utilizzabili per:

- telemisure e telesegnali da scambiare con Terna;
- scambio dei segnali associati alla regolazione locale della tensione;
- segnali di telescatto associati al sistema di protezione dei reattori shunt di linea eventualmente presenti;
- eventuali segnali logici e/o analogici richiesti dai sistemi di protezione;
- segnali per il sistema di Difesa, che permette il controllo in emergenza del sistema elettrico.

Le condutture e le apparecchiature devono essere dimensionate per una tenuta alla corrente di cortocircuito  $\geq 20$  kA per 1,0 s.

Il livello di isolamento richiesto per tutte le apparecchiature è pari a  $U_r=40,5$  kV, valore previsto dalla norma CEI EN 62271-1 e tale da rispettare la massima tensione di esercizio garantita da Terna pari a +10% della  $V_n$ .

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 18
-----------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------

### 2.10.1 Dimensionamento del cavidotto

Il cavidotto che collega l'impianto Agrovoltaiico alla nuova futura SE 220/36 kV è costituito per un primo tratto da cinque terne di cavi in parallelo per una lunghezza di circa 2,8 km e per un secondo tratto, adiacente alla stazione, da due terne di lunghezza di circa 100 m. Il cavidotto ha una lunghezza complessiva di circa 2,9 km. La massima potenza in transito sarà di 72,50 MVA mentre la tensione di esercizio è di 36 kV.

Nel primo tratto le tre terne saranno formate da cavi unipolari in alluminio del tipo (N)A2X5(F)2Y 20,8/36 kV, o equivalente, ciascuno della sezione di 630 mm<sup>2</sup>; solamente nell'ultimo tratto, di circa 100 m in ingresso alla SE 220/36 kV, il cavidotto sarà composto da sole due terne di cavo, delle quali una dello stesso tipo e sezione delle precedenti; mentre la seconda sarà sempre di sezione 630 mm<sup>2</sup>, ma in rame del tipo N2XS(FL)2Y 20,8/36 kV, o equivalente. Ciò si rende necessario per trasportare la corrente in transito in due delle tre terne costituenti la tratta principale del cavidotto, tramite una giunzione "Y", da installarsi nell'ultimo giunto localizzato nell'area pozzetti esterna alla sezione 36 kV della nuova SE 220/36 kV.

La topologia, nella quasi totalità del cavidotto, è stata progettata attraverso l'utilizzo di cinque terne parallele. In prossimità della stazione elettrica RTN, il passaggio da cinque a due terne, attraverso l'utilizzo di giunti a "Y", risulta necessario in quanto la versione aggiornata dell'Allegato A.68 al Codice di Rete di Terna prevede l'accesso ai quadri 36 kV con il collegamento di massimo due terne.

Di seguito in figura viene rappresentata la sezione tipo del giunto previsto:

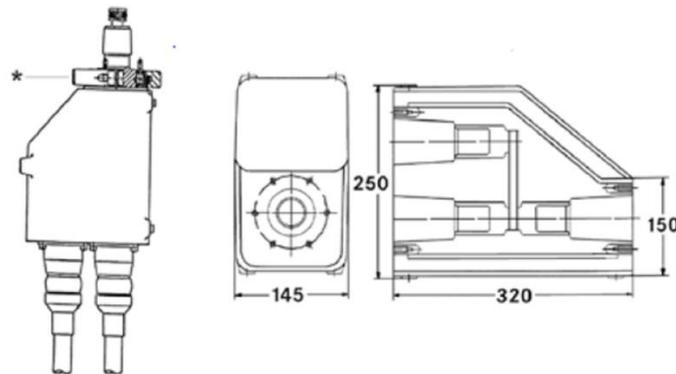


Figura 9: Giunto a "Y"

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRICOLA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 19
---------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------

### 2.10.2 Caratteristiche dei materiali

Si prevede l'utilizzo di cavi 36 kV del tipo unipolari isolati in XLPE senza piombo, sotto guaina di PVC.

Si riportano di seguito i dati elettrici di progetto utilizzati per il dimensionamento del cavidotto:

- Tensione nominale  $U_0/U$ : 20,8/36 kV;
- Temperatura massima di esercizio: 90°C;
- Temperatura minima di esercizio: -35°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche);
- Resistenza elettrica massima dello schermo: 3  $\Omega$ /km;
- Temperatura minima di posa: 0 °C;
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C;
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 870 mm;
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 60 N/mm<sup>2</sup> di sezione del conduttore elettrico.

Di seguito si riportano le caratteristiche del cavo commerciale selezionato per il primo tratto da 2,9 km. Il cavo si presenta come in figura sotto:

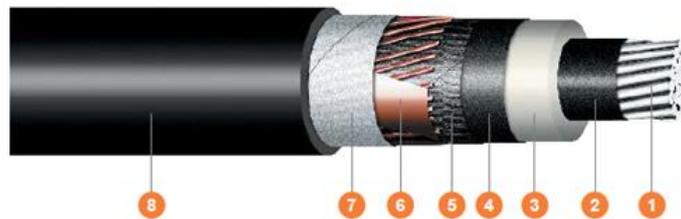


Figura 10: Cavo AT

1. Conduttore in alluminio;
2. Strato semiconduttivo interno;
3. Isolante in polietilene reticolato (XLPE);
4. Strato semiconduttivo esterno;
5. Nastro di rivestimento protettivo;
6. Schermatura in filo di rame e nastro di rame;
7. Nastro idrorepellente;
8. Guaina esterna in polietilene (PE).

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 20
-----------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------

Di seguito si riportano le caratteristiche del cavo commerciale selezionato per il secondo tratto da 100 m. Il cavo si presenta come in figura sotto:

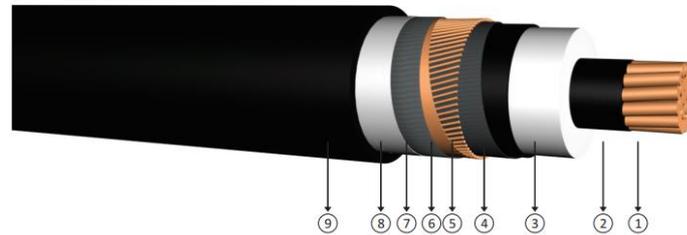


Figura 11: Cavo AT

1. Conduttore in rame;
2. Strato semiconduttivo interno;
3. Isolante in polietilene reticolato (XLPE);
4. Strato semiconduttivo esterno;
5. Nastro di rivestimento protettivo;
6. Schermatura in filo di rame;
7. Nastro idrorepellente;
8. Strato di alluminio rivestito;
9. Guaina esterna in polietilene (PE).

Tali cavi sono adatti per applicazioni a tensione nominale 20,8/36 kV e sono conformi alla normativa vigente in materia. Dopo la posa, i cavi andranno sottoposti a collaudo per verificare l'insorgere di eventuali difettosità, grossolani errori di confezionamento dei giunti e terminali e/o danneggiamenti avvenuti durante i lavori, al fine di garantire la perfetta regola d'arte.

### 2.11. Cavi di segnale

Oltre alle linee di potenza si citano quelle di segnale, ovvero tutte le linee necessarie alla connessione dei dispositivi di monitoraggio e di security, per i quali sono previsti cavi in fibra ottica e cavi in rame multipolari twistati e non. Tali linee avranno una condizione di posa opportuna, sulla base della loro funzione (ad esempio le linee che acquisiscono i segnali dai vari dispositivi di security diffusi nel campo saranno interrate entro tubi protettivi, mentre quelle dei dispositivi di monitoraggio presenti in cabina saranno posate entro passerelle, tubi rigidi o flessibili, ecc.).

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 21
-----------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------

---

## 2.12. Sistemi SCADA

Sarà installato un sistema di monitoraggio e controllo basato su architettura SCADA-RTU, al fine di garantire una resa ottimale dell'impianto agrivoltaico in tutte le situazioni. Il sistema consentirà infatti di ricevere ed elaborare diverse informazioni tra cui:

- stato della rete;
  - energia immagazzinata e fornita dallo storage;
  - produzione dal campo solare;
  - produzione dagli apparati di conversione;
  - produzione e scambio dai sistemi di misura;
  - dati climatici e ambientali dalle stazioni di rilevamento meteo;
  - dati relativi al tracking;
  - allarmi da tutti gli interruttori e sistemi di protezione;
  - parametri agricoli del campo agrivoltaico.
-

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRICOLA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 22
---------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------

---

### 3. SICUREZZA ELETTRICA DI IMPIANTO

#### 3.1. Misure di protezione generale

Dovranno essere protette contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, normalmente non in tensione ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse). Pertanto, tutte le masse metalliche accessibili esistenti nell'area di impianto dovranno essere collegate ad un impianto di terra.

#### 3.2. Elementi di un impianto di terra

Per ogni apparecchiatura contenente impianti elettrici dovrà essere opportunamente previsto, in sede di costruzione, un proprio impianto di messa a terra.

Tale impianto dovrà essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche periodiche di efficienza e comprende:

- il dispersore (o i dispersori) di terra, costituito da uno o più elementi metallici posti in intimo contatto con il terreno e che realizza il collegamento elettrico con la terra (norma CEI 64-8/5);
  - il conduttore di terra, non in intimo contatto con il terreno destinato a collegare i dispersori fra di loro e al collettore (o nodo) principale di terra. I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno dovranno essere considerati a tutti gli effetti dispersori per la parte interrata e conduttori di terra per la parte non interrata o comunque isolata dal terreno (norma CEI 64-8/5);
  - il conduttore di protezione, parte del collettore di terra, arriverà in ogni impianto e dovrà essere collegato a tutte le prese a spina o direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione con parti metalliche comunque accessibili. Nei sistemi TT (cioè nei sistemi in cui le masse sono collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra del sistema elettrico) il conduttore di neutro non potrà essere utilizzato come conduttore di protezione;
  - il collettore (o nodo) principale di terra nel quale confluiranno i conduttori di terra, di protezione, di equipotenzialità ed eventualmente di neutro, in caso di sistemi TN, in cui il
-

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 23
-----------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------

conduttore di neutro avrà anche la funzione di conduttore di protezione (norma CEI 64-8/5);

- il conduttore equipotenziale, avente lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee ovvero le parti conduttrici, non facenti parte dell'impianto elettrico, suscettibili di introdurre il potenziale di terra (norma CEI 64-8/5).

### 3.3. Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione

Il coordinamento fra impianto di messa a terra e interruttori differenziali prevede quanto riportato di seguito. Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con relè differenziale che assicuri l'apertura dei circuiti da proteggere non appena eventuali correnti di guasto creino situazioni di pericolo.

I parametri da considerare per il dimensionamento degli impianti di terra sono i seguenti:

- valore della corrente di guasto a terra;
- durata del guasto a terra;
- caratteristiche del suolo (resistività).

Il principale indicatore per la verifica dell'adeguatezza dell'impianto di terra è la curva di sicurezza delle tensioni di contatto ammissibili  $U_{tp}$  che, in funzione del tempo di eliminazione del guasto  $T_f$  è calcolata mediante la formula seguente:

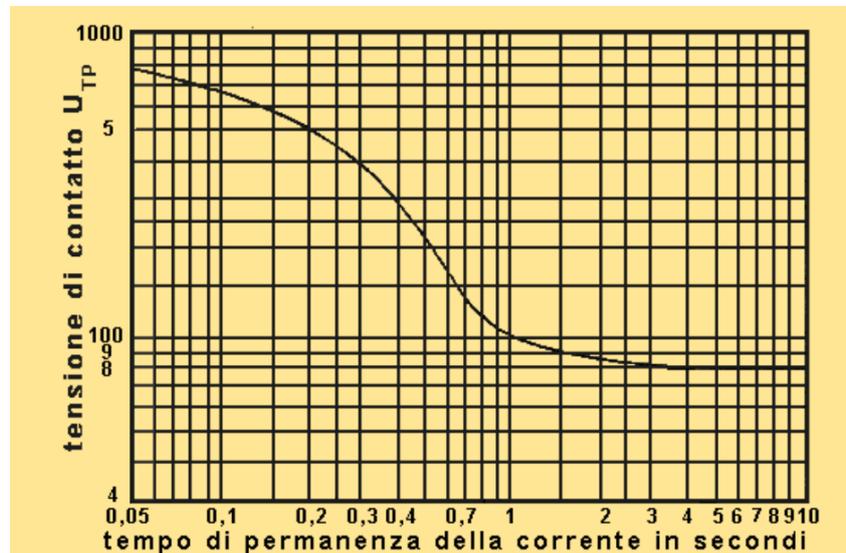
$$U_{TP}(T_F) = I_B(T_F) * \frac{1}{H_F} * Z_T(U_T) * B_F$$

Dove:

- $I_b(T_f)$ : corrente (percorso mano sinistra-piedi), che determina una probabilità di fibrillazione ventricolare  $\leq 5\%$ ;
- $Z_t(U_t)$ : impedenza del corpo umano (percorso mano-mano, superfici di contatto estese in condizioni di asciutto) con probabilità  $\leq 50\%$  della popolazione di essere superata;
- $B_f$ : fattore corporeo che determina il valore di  $Z_t(U_t)$  in relazione al diverso percorso della corrente (0,75 percorso mano-piedi, 0,5 percorso mani-piedi);
- $H_f$ : fattore di percorso, per alcuni percorsi della corrente (1,0 mano sinistra sinistra-piede(i) piede(i), 0,4 mano sinistra-mano destra, 0,8 mano destra-piede(i), 0,04 piede destro-piede sinistro);

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 24
-----------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------

La curva di sicurezza delle tensioni di contatto ammissibili  $U_{TP}$  per correnti di durata limitata, in funzione del tempo di eliminazione del guasto  $T_f$  è mostrata nel grafico sottostante:



- La norma prevede che per guasti con durata notevolmente superiore a 10s si può usare una  $U_{TP}$  pari a 80V. Inoltre, la stessa norma, in materia di tensione di passo ammissibile  $U_{SP}$ , stabilisce che se un impianto è idoneo alla verifica  $U_{TP}$ , sarà idoneo anche per  $U_{SP}$ .

L'impianto disperdente di terra deve essere dimensionato e costruito in modo tale da garantire tensioni di contatto in tutti i punti dell'impianto dovute ad un guasto a terra non superiori i valori della tensione di contatto ammissibile  $U_{TP}$  in relazione alla durata del guasto.

Per la determinazione della resistenza di terra  $R_e$  è necessaria la conoscenza della corrente di terra  $I_e$ . Si considera che la tensione di terra  $U_e$  risulti sempre minore o uguale alla tensione di contatto ammissibile.

Quindi, se:

$$U_e \leq U_{TP}$$

ed essendo:

$$U_e = R_e * I_e$$

Allora:

$$R_e < U_{TP} / I_e$$

Se non è noto il valore della corrente di terra si fa riferimento al valore della corrente convenzionale di guasto a terra  $I_{fc}$ .

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 25
-----------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------

---

### 3.4. Protezione delle condutture elettriche

I conduttori che costituiscono gli impianti dovranno essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti. La protezione contro i sovraccarichi dovrà essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8/1 ÷ 7.

In particolare, i conduttori dovranno essere scelti in modo che la loro portata ( $I_z$ ) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego ( $I_b$ ) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente). Gli interruttori automatici magnetotermici da installare a loro protezione dovranno avere una corrente nominale ( $I_n$ ) compresa fra la corrente di impiego del conduttore ( $I_b$ ) e la sua portata nominale ( $I_z$ ) ed una corrente convenzionale di intervento ( $I_f$ ) minore o uguale a 1,45 volte la portata ( $I_z$ ).

In tutti i casi dovranno essere soddisfatte le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \text{ ed } I_f \leq 1,45 * I_z$$

Gli interruttori automatici magnetotermici dovranno interrompere le correnti di corto circuito che possano verificarsi nell'impianto in tempi sufficientemente brevi per garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione:

$$I_{cc}^2 * t \leq K^2 * S^2$$

Dove:

- $I_{cc}$  è la corrente di cortocircuito;
  - $t$  è il tempo di intervento dell'interruttore;
  - $K$  è un coefficiente che dipende dal tipo di isolamento del cavo;
  - $S$  è la sezione del cavo.
-

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 26
-----------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------

---

### **3.5. Protezione da sovratensioni per fulminazione indiretta e di manovra**

- Protezione di impianto: al fine di proteggere l'impianto e le apparecchiature elettriche ed elettroniche ad esso collegate, contro le sovratensioni di origine atmosferica (fulminazione indiretta) e le sovratensioni transitorie di manovra e limitare scatti intempestivi degli interruttori differenziali, all'inizio dell'impianto dovrà essere installato un limitatore di sovratensioni denominato SPD (Surge Protection Device) in conformità alla normativa tecnica vigente.
  - Per la protezione di particolari utenze molto sensibili alle sovratensioni, quali ad esempio computer video terminali, centraline elettroniche in genere e dispositivi elettronici a memoria programmabile, le prese di corrente dedicate alla loro inserzione nell'impianto dovranno essere alimentate attraverso un dispositivo limitatore di sovratensione in aggiunta al dispositivo di cui al punto sopra.
-

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRICOLA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 27
---------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------

---

#### 4. NORME E SPECIFICHE TECNICHE

Le opere in argomento sopra esposte, se non diversamente precisato nelle Prescrizioni o nelle Specifiche Tecniche del Gestore di rete in esse richiamate, saranno in ogni modo progettate, costruite e collaudate in osservanza di norme CEI, IEC, CENELEC, ISO, UNI in vigore al momento della accettazione, con particolare attenzione a quanto previsto in materia di compatibilità elettromagnetica.

Vengono di seguito elencati come esempio, alcuni riferimenti normativi relativi ad apparecchiature e componenti d'impianto.

- Norma **CEI 0-21** Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica;
  - Norma **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;
  - Norma **CEI 64-08** impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
  - Norma **CEI 11-27** "Lavori su impianti elettrici";
  - Norma **CEI EN 61936-1** "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. - Prescrizioni comuni";
  - Norma **CEI EN 50522** "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.";
  - Norma **CEI EN 50341-2-13** "Linee elettriche aeree con tensione superiore a 1 kV in c.a. - Aspetti Normativi Nazionali (NNA) per l'Italia";
  - Norma **CEI 11-17; V1** "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo";
  - Norma **CEI EN 62271-100** "Interruttori a corrente alternata ad alta tensione";
  - Norma **CEI EN 62271-102** "Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata per alta tensione";
  - Norma **CEI EN 60896-22** "Batterie stazionarie al piombo - Tipi regolate con valvole - Prescrizioni";
  - Norma **CEI EN 60332-1-1** "Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio - Prova per la propagazione verticale della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato - Apparecchiatura";
-

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRISOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 28
----------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------

- Norma **CEI 20-37-0** "Metodi di prova comuni per cavi in condizione di incendio - Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi - Generalità e scopo";
- Norma **CEI EN 61009-1** "Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari";
- Norma **CEI EN 60358-1** "Condensatori di accoppiamento e divisori capacitivi - Norme generali";
- Norma **CEI 36-12** "Caratteristiche degli isolatori portanti per interno ed esterno destinati a sistemi con tensioni nominali superiori a 1000 V";
- Norma **CEI EN 61869-1** "Trasformatori di misura - Prescrizioni generali";
- Norma **CEI EN 61869-2** "Trasformatori di misura - Prescrizioni addizionali per trasformatori di corrente";
- Norma **CEI EN 61896-3** "Trasformatori di misura - Prescrizioni addizionali per trasformatori di tensione induttivi";
- Norma **CEI EN 61896-5** "Trasformatori di misura - Prescrizioni addizionali per trasformatori di tensione capacitivi";
- Norma **CEI 57-2** "Bobine di sbarramento per sistemi a corrente alternata";
- Norma **CEI 57-3; V1** "Dispositivi di accoppiamento per impianti ad onde convogliate";
- Norma **CEI 64-2** "Impianti elettrici in luoghi con pericolo di esplosione";
- Norma **CEI 64-8; V5** "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua";
- Norma **CEI 79-2; V2** "Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione - Norme particolari per le apparecchiature";
- Norma **CEI 79-3** "Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione - Norme particolari per gli impianti";
- Norma **CEI EN 60839-11-1** "Sistemi di allarme e di sicurezza elettronica - Sistemi elettronici di controllo d'accesso - Requisiti per il sistema e i componenti";
- Norma **CEI EN 60335-2-103** "Norme particolari per attuatori per cancelli, porte e finestre motorizzati";
- Norma **CEI EN 60076-1** "Trasformatori di potenza";
- Norma **CEI EN 60076-2** "Trasformatori di potenza - Sovratemperature in trasformatori immersi in liquidi";
- Norma **CEI EN 60137** "Isolatori passanti per tensioni alternate superiori a 1 kV";
- Norma **CEI EN IEC 60721-3-3** "Classificazioni delle condizioni ambientali";

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRISOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 29
----------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------

- Norma **CEI EN IEC 60721-3-4** "Classificazioni delle condizioni ambientali";
- Norma **CEI EN IEC 60068-3-3** "Prove climatiche e meccaniche fondamentali Parte 3: Guida – Metodi di prova sismica per apparecchiature";
- Norma **CEI EN 60099-4** "Scaricatori ad ossido di zinco senza spinterometri per reti a corrente alternata";
- Norma **CEI EN 60099-5** "Scaricatori – Raccomandazioni per la scelta e l'applicazione";
- Norma **CEI EN 50110-1 e 2** "Esercizio degli impianti elettrici";
- Norma **CEI 7-6** "Norme per il controllo della zincatura a caldo per immersione su elementi di materiale ferroso destinati a linee e impianti elettrici";
- Norma **UNI EN ISO 2178** "Misurazione dello spessore del rivestimento";
- Norma **UNI EN ISO 2064** "Rivestimenti metallici ed altri rivestimenti inorganici. Definizioni e convenzioni relative alla misura dello spessore";
- Norma **CEI EN 60507** "Prove di contaminazione artificiale degli isolatori per alta tensione in sistemi a corrente alternata";
- Norma **CEI EN 62271-1** "Prescrizioni comuni per l'apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione";
- Norma **CEI EN 60947-7-2** "Morsetti componibili per conduttori di protezione in rame";
- Norma **CEI EN 60529** "Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)";
- Norma **CEI EN 60168** "Prove di isolatori per interno ed esterno di ceramica e di vetro per impianti con tensione nominale superiore a 1000 V";
- Norma **CEI EN 60383-1** "Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V – Parte 1 Isolatori in materiale ceramico o in vetro per sistemi in corrente alternata";
- Norma **CEI EN 60383-2** "Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V – Parte 2 Catene di isolatori e equipaggiamenti completi per reti in corrente alternata";
- Norme **CEI EN 61284** "Linee aeree – Prescrizioni e prove per la morsetteria";
- Norme **UNI EN 54-1** "Componenti di sistemi di rilevazione automatica di incendio";
- Norme **UNI 9795** "Sistemi automatici di rilevazione e di segnalazione manuale d'incendio";
- Norma **CEI EN 61000-6-2** "Immunità per gli ambienti industriali";
- Norma **CEI EN 61000-6-4** "Emissione per gli ambienti industriali";
- Norma **CEI EN 50182** "Conduttori per linee aeree - Conduttori a fili circolari cordati in strati concentrici";
- Norma **CEI EN 61284** "Linee aeree - Prescrizioni e prove per la morsetteria";

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 30
-----------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------

---

- Norma **CEI EN 60383-1**; V1 "Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V – Isolatori in materiale ceramico o in vetro per sistemi in corrente alternata - Definizioni, metodi di prova e criteri di accettazione";
  - Norma **CEI EN 60305** "Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V - Elementi di isolatori di vetro e di ceramica per sistemi in corrente alternata - Caratteristiche degli elementi di isolatori a cappa e perno - Caratteristiche di elementi di catene di isolatori a cappa e perno";
  - Norma **CEI 11-60** "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne";
  - Norma **CEI 211-4** "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche";
  - Norma **CEI 211-6**, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana";
  - Norma **CEI 103-6** "Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto";
  - Norma **CEI 106-11** "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) - Linee elettriche aeree e in cavo";
  - Codice di rete emesso da Terna.
-

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRICOLA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 31
---------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------

---

## **5. OPERE CIVILI**

Vengono descritti di seguito i lavori civili necessari alla realizzazione dell'opera.

### **5.1. Preparazione del sito**

Il terreno che ospiterà le opere di progetto verrà preparato in modo tale da permettere l'installazione delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici e di tutte le apparecchiature necessarie all'esercizio dell'impianto. Nello specifico verrà effettuato scotico del terreno superficiale con successiva rippatura e livellamento. Per mezzo di macchina frantumatrice si andrà poi a ridurre la dimensione delle rocce superficiali per rendere il terreno idoneo ai lavori di installazione delle apparecchiature elettriche.

### **5.2. Strade e recinzione**

Contestualmente ai lavori di preparazione del sito verrà realizzata la viabilità interna e perimetrale del sito. Le strade saranno della larghezza di 6 metri e il fondo stradale verrà realizzato con ghiaietto e misto stabilizzato. Sempre in questa fase saranno installati la recinzione perimetrale e i cancelli di accesso al sito.

### **5.3. Infissione dei tracker**

I tracker verranno infissi a terra per mezzo di macchine battipalo, non si prevedono opere di fondazione per il sostegno degli stessi. Rispetto alle tradizionali fondazioni in cemento armato tale sistema risulta essere meno invasivo e permette una maggiore facilità di rimozione al momento della dismissione dell'impianto.

### **5.4. Scavi per fondazioni, posa cavi di impianto e rete di terra**

A valle delle operazioni di preparazione del sito sarà possibile iniziare gli scavi per le fondazioni delle apparecchiature, per il passaggio dei cavi BT/AT e per la posa della rete di terra. Come descritto precedentemente, a servizio dell'impianto agrivoltaico sono previste apparecchiature preassemblate e cabine prefabbricate. All'interno del campo sarà quindi necessario prevedere il fissaggio delle suddette apparecchiature elettriche a basamenti in calcestruzzo armato. Gli scavi previsti saranno della profondità di circa 40 cm per le platee delle

---

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRICOLA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 32
---------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------

power station e degli storage container. Per la cabina di raccolta invece si prevede uno scavo di 75 cm, all'interno del quale verrà alloggiata la vasca prefabbricata a corredo della cabina stessa, a sua volta la vasca poggerà su uno strato di magrone dello spessore di 10 cm.

Per la posa dei cavi BT e AT di impianto saranno previste differenti sezioni di scavo, in funzione del numero di cavi interessati dalla singola sezione. La sezione tipo, partendo dal fondo dello scavo a risalire fino a livello campagna, prevede quanto descritto di seguito:

- Strato in sabbia vagliata all'interno del quale saranno posati i cavi elettrici, contenuti all'interno di tubi corrugati o a diretto contatto con la sabbia stessa;
- Per i cavi AT, qualora questi vengano posati a diretto contatto con la sabbia vagliata, sarà predisposta opportuna protezione meccanica (tegolo di protezione);
- Strato di terreno di riporto all'interno del quale verrà annegato del nastro monitore a identificare la presenza dei cavi;
- Strato di misto stabilizzato fino a livello campagna.

La larghezza dello scavo è funzione del numero di cavi interessati dal singolo tratto.

### **5.5. Scavi e posa cavidotto di collegamento**

La larghezza dello scavo è di circa 1,5 m, mentre la quota di posa delle terne di cavi sarà pari a circa 1,75 metri di profondità per la terna inferiore e 1,2 m per le due terne superiori, al di sopra un letto in sabbia o terra vagliata. La distanza minima tra l'asse delle terne, disposte a trifoglio, sarà pari a 25 cm.

In corrispondenza di ogni giunto verrà realizzato un pozzetto di ispezione. Nel medesimo scavo verrà posata la fibra ottica armata, al fine di garantire la comunicazione tra il sistema di protezione dell'impianto agrolvoltaico e il sistema di protezione installato nel fabbricato 36kV di Terna.

Oltre alla segnalazione in superficie della presenza del cavidotto mediante opportuni ceppi di segnalazione, verrà anche posizionato un nastro monitore al di sopra dei cavi al fine di segnalarne preventivamente la presenza in caso di esecuzione di scavi.

Le terminazioni dei cavi di 36kV saranno dotate di terminali unipolari, con isolamento estruso, mentre gli schermi dei cavi stessi saranno messi a terra in corrispondenza delle terminazioni. I giunti che si andranno ad impiegare saranno quelli unipolari diritti, con isolamento a spessore

ridotto e schermo in tubo di alluminio. Infine, i cavi saranno ulteriormente protetti tramite la posa, superiormente ad essi, di tegoli di protezione.

Gran parte del tracciato del cavidotto sarà percorso condividendo lo scavo con cavidotti di collegamento di impianti limitrofi che si conetteranno alla stessa stazione elettrica Terna. Si riportano di seguito, a titolo di esempio, due sezioni di scavo tipo rappresentative di quanto descritto precedentemente. In figura sotto vengono riportati in nero i cavi relativi progetto in proposta.

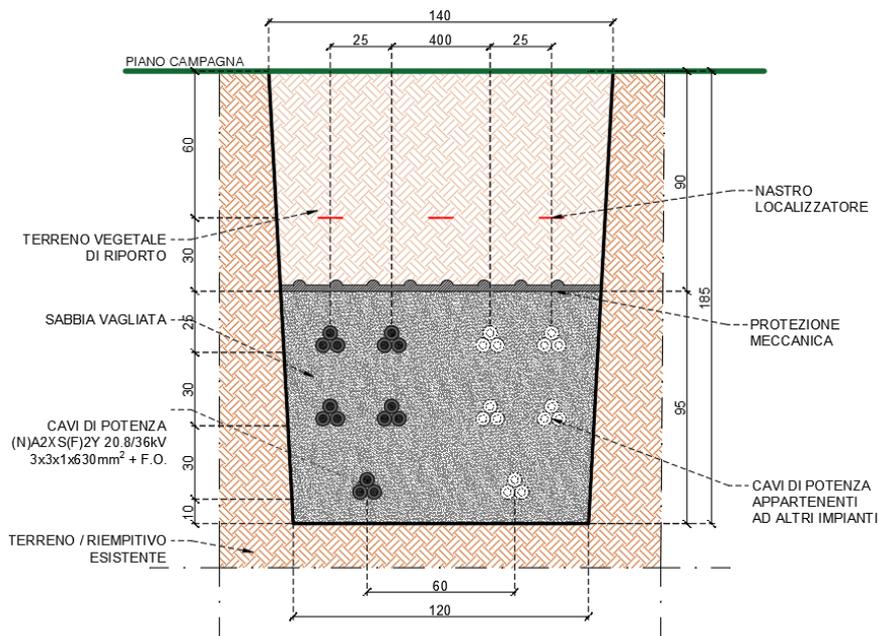


Figura 12: Sezione tipica di scavo tratto 2,8 km

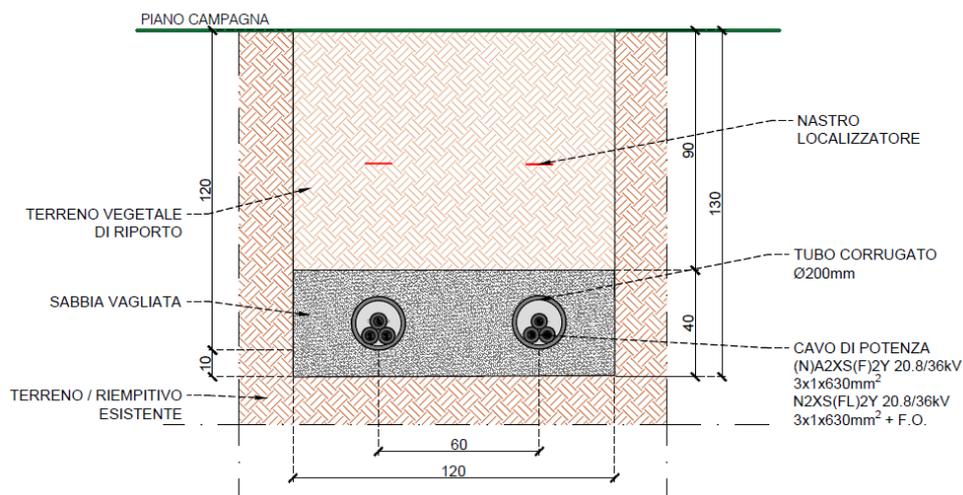


Figura 13: Sezione tipica di scavo tratto 100 m

Progetto: Fattoria Solare "TRAMATZA" EF AGRICOLA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 34
---------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	---------------

---

Le fasi lavorative necessarie alla realizzazione degli elettrodotti in cavo interrato sono:

- scavo in trincea;
- posa cavi;
- rinterrati trincea;
- esecuzione giunzioni e terminali;
- rinterro buche di giunzione.

Lo scavo della trincea avverrà tramite escavatore a benna stretta con tratti pari all'incirca alla pezzatura dei cavi da posare. Agli estremi di queste tratte verranno realizzate le buche per i giunti, mentre il terreno scavato verrà posato, durante la fase di posa dei cavi, al fianco dello scavo stesso. Una volta completata la posa, il medesimo terreno verrà riutilizzato per ricoprire lo scavo. Lo scavo, per tutto il periodo nel quale sarà aperto, verrà opportunamente delimitato da recinzione. Una volta creato il letto di posa (sabbia o terreno vagliato) verranno posizionati i rulli sui quali far scorrere il cavo, mentre alle estremità verranno posti un argano per il tiro e le bobine. Una volta realizzati i giunti, all'interno delle apposite buche, ospitanti le selle di supporto protette da cassonetti di muratura, le buche stesse verranno riempite con sabbia vagliata e materiale di riporto.

Gli impatti maggiori previsti per queste attività riguardano l'emissione di rumore, comunque limitato al solo utilizzo dell'escavatore, e di polveri anch'esse limitate dalla posa del terreno asportato di fianco allo scavo stesso e successivamente riutilizzato per il riempimento del cavidotto.

## **5.6. Sistema di videosorveglianza**

Il sito sarà dotato di un sistema di sicurezza e antintrusione con lo scopo di preservare l'integrità dell'impianto contro atti criminosi mediante deterrenza e monitoraggio delle aree interessate. Il sistema di sorveglianza/deterrenza potrà utilizzare sia sistemi di antintrusione perimetrale cablati in fibra ottica sulla recinzione e sia sistemi di rilevazione video mediante telecamere digitali a doppia tecnologia ad alta risoluzione che consentiranno di monitorare in tempo reale il perimetro e le aree di maggior interesse impiantistico. I sistemi video saranno posti sui pali di illuminazione che si trovano lungo il perimetro. Il sistema di video sorveglianza avrà il compito di garantire al servizio di vigilanza locale gli strumenti necessari per effettuare un'analisi immediata degli eventi a seguito di allarme generato dal sistema perimetrale e per eventuali azioni da intraprendere.

---