

COMUNE DI: SASSARI

PROVINCIA: SASSARI
REGIONE: SARDEGNA

"FATTORIA SOLARE CASA SCACCIA"
AGRIVOLTAICO DI TIPO ELEVATO E AVANZATO

PROGETTO DEFINITIVO

DISCIPLINARE TECNICO

Tipo Elaborato	Codice Elaborato	Data	Scala CAD	Formato	Foglio / di	Scala
REL.	2202_R.12	15/07/2024	-	A4	1/21	-

PROPONENTE

AGRI BRUZIA Società Agricola A R.L.
Corso Europa, 1
87021 - Belvedere Marittimo (CS)

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	20/02/2023	Prima Emissione	Ing. G. Greco	Ing. M. Marsico	Ing. G. Greco
01	15/07/2024	Seconda Emissione	Ing. G. Greco	Ing. M. Marsico	Ing. G. Greco

DISCIPLINARE TECNICO

FATTORIA SOLARE “CASA SCACCIA”

AGRIVOLTAICO DI TIPO ELEVATO E AVANZATO

di potenza pari a 43,940 MWp

e sistema di accumulo pari a 12,50 MW

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 3
---	---	--------------

Sommario

1.	DATI GENERALI	4
2.	CARATTERISTICHE IMPIANTO FOTOVOLTAICO	5
2.1.	Tracker	6
2.2.	Moduli fotovoltaici.....	7
2.3.	Quadri di Parallelo Stringhe.....	8
2.4.	Inverter	9
2.5.	Power Station	9
2.6.	Storage Container	10
2.7.	Storage Inverter.....	10
2.8.	Storage Power Station.....	10
2.9.	Cabina di Raccolta.....	11
2.10.	Cavi di potenza BT e AT.....	11
2.11.	Cavidotto AT.....	12
2.12.	Cavi di segnale.....	14
2.13.	Sistemi SCADA.....	14
3.	SICUREZZA ELETTRICA DI IMPIANTO.....	15
3.1.	Misure di protezione generale	15
3.2.	Elementi di un impianto di terra.....	15
3.3.	Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione.....	16
3.4.	Protezione delle condutture elettriche.....	17
3.5.	Protezione da sovratensioni per fulminazione indiretta e di manovra.....	18
4.	OPERE CIVILI	19
4.1.	Preparazione del sito.....	19
4.2.	Strade e recinzione	19
4.3.	Infissione dei tracker	19
4.4.	Scavi fondazioni e percorso cavi	20
4.5.	Sistema di videosorveglianza.....	20

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

1. DATI GENERALI

Proponente	AGRI BRUZIA Società Agricola a r.l.
Progetto	Agrivoltaico: progetto di miglioramento fondiario integrato da strutture fotovoltaiche elevate di potenza nominale pari a 43,940 MWp e completato da un sistema di accumulo di potenza nominale pari a 12,5 MW, per una potenza in immissione complessivamente pari a 56,44 MW.
Coordinate geografiche	Latitudine: 40°41'46.67" NORD Longitudine: 8°20'32.65" EST
Comuni Interessati dal progetto	Sassari (SS)
Soluzione di Connessione	Codice Pratica Terna: 202103000

Il progetto, di cui il presente documento è parte integrante, ha come scopo la realizzazione dell'impianto Agrivoltaico denominato "Casa Scaccia".

Il progetto prevede il miglioramento fondiario di un'area di circa 80 Ha nel Comune di Sassari (SS), tramite l'implementazione di un piano agronomico integrato con strutture fotovoltaiche elevate e ad inseguimento solare monoassiale (c.d. tracker). L'impianto 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 AT da 36kV interrato di circa 5,6 km che si estende lungo la fascia a nord della Strada Provinciale SP65 fino allo stallo arrivo produttore nella nuova Stazione Elettrica (SE) "Olmedo 380".

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA 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. 2953, ciascun tracker supporta n.24 moduli;
 - Moduli fotovoltaici n.70.872 per una potenza complessiva pari a 43,940 MWp;
 - QPS, quadri parallelo stringhe n.190;
 - Power station n.11, corredate di inverter, trasformatore BT/AT, quadro AT;
 - Container batterie da 2,5 MW, n.5 per un totale di 12,5 MW;
 - 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 stringhe, QPS, Power Station;
 - Rete elettrica interna trifase AT per collegamento Power Station e Storage Power Station con la Cabina di raccolta;
 - Cavidotto di collegamento trifase AT, esterno per collegamento Cabina di raccolta, Stazione elettrica Olmedo 380;
 - Cavi di segnale;
 - Sistema di monitoraggio e controllo SCADA;
 - Impianto di Terra comprensiva di rete elettrosaldada 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 3,685 m (altezza a tracking 0°), con una distanza di interasse pari a circa 6 m. Adottando una tensione di sistema pari a 1500 V nel dimensionamento dell'impianto, su ogni tracker sono collegati 24 moduli su un'unica stringa.

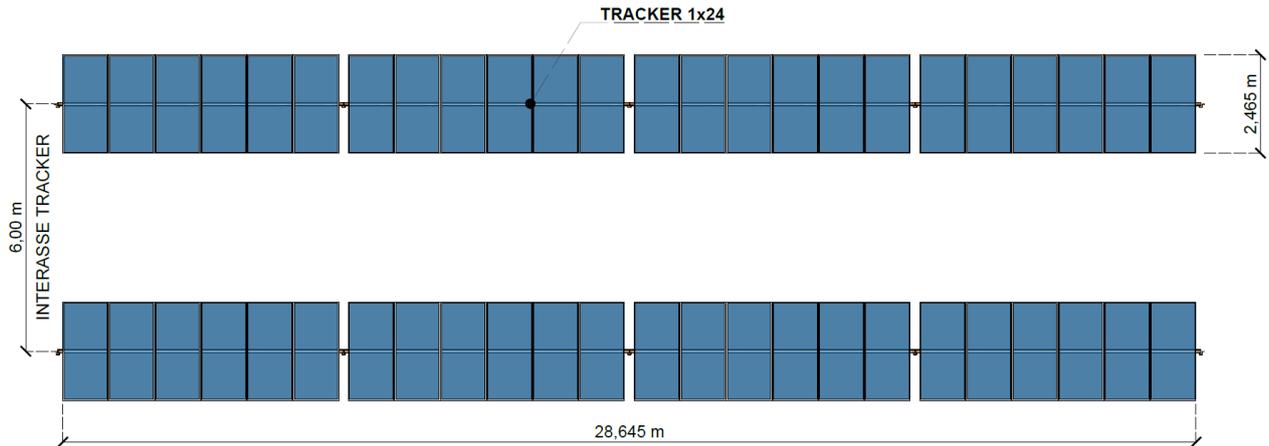


Figura 1: Vista in Pianta delle strutture (c.d. tracker)

Le strutture si sviluppano in direzione Nord-Sud per una lunghezza pari a 28,645 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 (2,465 m).

La disposizione dei tracker in campo è stata scelta valutando, inoltre, gli ombreggiamenti, il fenomeno del backtracking - l'ombreggiamento reciproco dei tracker durante le operazioni di inseguimento solare - e le esigenze logistiche e organizzative all'interno del sito.

2.2. Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici scelti rispettano i più avanzati standard tecnologici in termini di efficienza e di ottimizzazione della produzione. In particolare, si propone un modulo in silicio monocristallino, bifacciale e caratterizzato da tecnologia Half-Cell, del tipo JA SOLAR JAM78D40 620/GB o similari, dalla potenza nominale di 620 W. Il modulo è caratterizzato da 156 celle (6x26) 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.

JA SOLAR

JAM78D40 600-625/GB Series

MECHANICAL DIAGRAMS		SPECIFICATIONS																					
		<table border="1"> <tr> <td>Cell</td> <td>Mono-16BB</td> </tr> <tr> <td>Weight</td> <td>34.6kg</td> </tr> <tr> <td>Dimensions</td> <td>2465±2mm×1134±2mm×35±1mm</td> </tr> <tr> <td>Cable Cross Section Size</td> <td>4mm² (IEC), 12 AWG(UL)</td> </tr> <tr> <td>No. of cells</td> <td>156(6×26)</td> </tr> <tr> <td>Junction Box</td> <td>IP68, 3 diodes</td> </tr> <tr> <td>Connector</td> <td>QC 4,10-35/ MC4-EVO2A</td> </tr> <tr> <td>Cable Length (Including Connector)</td> <td>Portrait:200mm(+)/300mm(-); Landscape:1500mm(+)/1500mm(-)</td> </tr> <tr> <td>Front Glass/Back Glass</td> <td>2.0mm/2.0mm</td> </tr> <tr> <td>Packaging Configuration</td> <td>31pcs/Pallet, 496pcs/40HQ Container</td> </tr> </table>		Cell	Mono-16BB	Weight	34.6kg	Dimensions	2465±2mm×1134±2mm×35±1mm	Cable Cross Section Size	4mm ² (IEC), 12 AWG(UL)	No. of cells	156(6×26)	Junction Box	IP68, 3 diodes	Connector	QC 4,10-35/ MC4-EVO2A	Cable Length (Including Connector)	Portrait:200mm(+)/300mm(-); Landscape:1500mm(+)/1500mm(-)	Front Glass/Back Glass	2.0mm/2.0mm	Packaging Configuration	31pcs/Pallet, 496pcs/40HQ Container
Cell	Mono-16BB																						
Weight	34.6kg																						
Dimensions	2465±2mm×1134±2mm×35±1mm																						
Cable Cross Section Size	4mm ² (IEC), 12 AWG(UL)																						
No. of cells	156(6×26)																						
Junction Box	IP68, 3 diodes																						
Connector	QC 4,10-35/ MC4-EVO2A																						
Cable Length (Including Connector)	Portrait:200mm(+)/300mm(-); Landscape:1500mm(+)/1500mm(-)																						
Front Glass/Back Glass	2.0mm/2.0mm																						
Packaging Configuration	31pcs/Pallet, 496pcs/40HQ Container																						
<small>Remark: customized frame color and cable length available upon request</small>																							

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC						
TYPE	JAM78D40 -600/GB	JAM78D40 -605/GB	JAM78D40 -610/GB	JAM78D40 -615/GB	JAM78D40 -620/GB	JAM78D40 -625/GB
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	600	605	610	615	620	625
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	54.75	54.90	55.05	55.20	55.34	55.49
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	45.67	45.80	45.94	46.07	46.20	46.37
Short Circuit Current(Isc) [A]	14.02	14.09	14.16	14.23	14.30	14.36
Maximum Power Current(Imp) [A]	13.14	13.21	13.28	13.35	13.42	13.48
Module Efficiency [%]	21.5	21.6	21.8	22.0	22.2	22.4

Figura 2: Caratteristiche tecniche modulo fotovoltaico JAM78D40 620/GB

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 8
---	---	--------------

2.3. Quadri di Parallelo Stringhe

Per la connessione delle stringhe di moduli fotovoltaici si utilizzeranno opportuni quadri di parallelo stringa (c.d. QPS) del tipo SMA String-Combiner DC-CMB-U15-16 o similari. I QPS si installeranno in campo sul palo terminale di un tracker, in posizione pressoché centrale rispetto alla disposizione delle stringhe da raccogliere. Un ulteriore accorgimento è la disposizione dei quadri lungo la viabilità interna, al fine di agevolare gli interventi e non ostacolare il passaggio dei mezzi. Da un punto di vista di caratteristiche elettriche, si evidenzia la scelta di QPS compatibili con tensioni di esercizio pari a 1500 V e in grado di accogliere e proteggere mediante fusibile fino a 16 stringhe.

SMA STRING-COMBINER



Figura 3: QPS SMA DC-CMB-U15-16

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 9
---	---	--------------

2.4. Inverter

In funzione dei sottocampi di riferimento sono stati selezionati due tipi di inverter, il Sunny Central UP 2660 o il Sunny Central UP 4200, produttore SMA. Gli inverter di potenza AC pari a 2667 kVA avranno tensione di uscita pari a 600 V, quelli da 4200 kVA avranno tensione di uscita pari a 630 V. I gruppi di conversione così concepiti presentano un range MPPT in ingresso rispettivamente pari 880-1325 V e 921-1325 V, compatibili con tensioni di sistema a 1500 V e con il numero di moduli per stringa scelto.

Gli inverter prevedono un massimo di 24 ingressi protetti su entrambi i poli da fusibili e pertanto sono in grado di raccogliere tutte le linee DC provenienti dai QPS.



Figura 4: Inverter SMA Sunny Central UP

2.5. 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.11 Power Station, tutte costituite da un inverter centralizzato 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), 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. Le Power Station e i loro componenti saranno corredati da opportune tecnologie per il controllo e la gestione dei parametri, come ad

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

esempio la sensoristica per il monitoraggio della temperatura e la rilevazione di sovratensioni e sovracorrenti.

2.6. Storage Container

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 (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.

2.7. Storage Inverter

Ciascun Storage Container sarà connesso ad un inverter centralizzato (c.d. Storage Inverter) del tipo SMA Sunny Central Storage o similari. L'inverter, così come descritto per il campo di generazione fotovoltaica, è stato customizzato per avere una potenza di circa 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.

2.8. 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 l'elevazione di tensione BT/AT. Nello specifico, in maniera simile alle Power Station di campo, gli ingressi dello Storage Inverter sono dotati dei dispositivi necessari alla protezione delle linee provenienti dallo Storage Container e alla misura dei parametri elettrici. Lo Storage Inverter 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 HV 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.

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 11
---	---	---------------

2.9. 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 nei pressi della Strada Provinciale SP65 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.

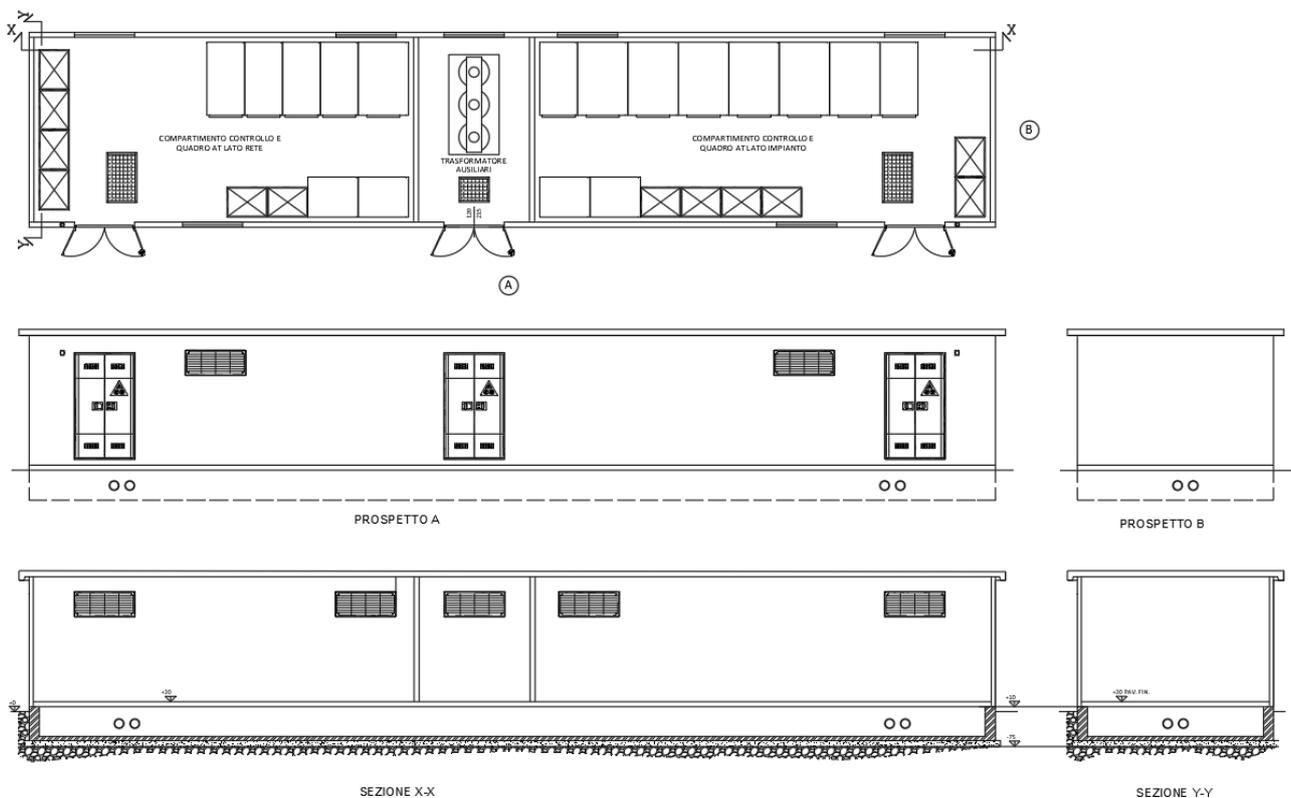


Figura 5: Pianta, Prospetti e Sezioni Cabina di Raccolta

2.10. Cavi di potenza BT e AT

Gli impianti saranno caratterizzati da linee elettriche con conduttori idonei per le varie sezioni, ovvero in bassa tensione e corrente continua (BT DC) o in alta tensione e corrente alternata (AT AC). 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.

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 12
---	---	---------------

Per la sezione di impianto in corrente continua è previsto il cablaggio del generatore fotovoltaico mediante cavi di stringa del tipo H1Z2Z2-K o similari, equipaggiati con connettori MC4 IP65, in posa libera fissata al retro delle strutture di sostegno, eventualmente canalizzate e interrata. Le stringhe così collegate arriveranno ai QPS.

I QPS saranno a loro volta collegati agli inverter tramite cavi del tipo FG16R16 o similari in posa prevalentemente interrata in tubo protettivo corrugato flessibile a doppia parete in PVC, con resistenza allo schiacciamento 450N e diametro esterno opportuno. Ogni linea di collegamento QPS-inverter avrà il suo tubo protettivo dedicato e, dove possibile, più linee condivideranno lo stesso scavo.

Per la sezione d'impianto in corrente alternata, i collegamenti inverter-trasformatore e trasformatore-quadro di alta tensione saranno eseguiti mediante barre conduttrici e cavi opportunamente dimensionati dal Costruttore.

Le linee AT dalle singole Power Station fino alla Cabina di Raccolta, invece, saranno dimensionate in relazione alle condizioni di posa e alla massima corrente che le attraversa. Tali linee saranno altresì 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.

2.11. Cavidotto AT

Il cavidotto che collega l'impianto Agrivoltaico alla SE 380/150/36 kV "Olmedo 380" è costituito per un primo tratto da tre terne di cavi in parallelo per una lunghezza 5,37 km e per un secondo tratto adiacente alla stazione da due terne di lunghezza 134 m, per una lunghezza complessiva di circa 5,6 km. Nel primo tratto le tre terne saranno formate da cavi unipolari in alluminio del tipo (N)A2X5(F)2Y 20,8/36 kV, ciascuno della sezione di 630 mmq. Di seguito le caratteristiche del cavo:

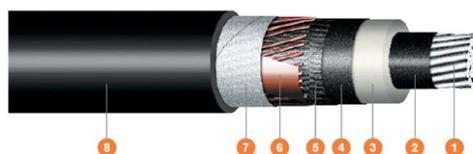


Figura 6: Cavo alluminio AT

1. Conduttore in alluminio
2. Strato semiconduttivo interno
3. Isolante in polietilene reticolato (XLPE)
4. Strato semiconduttivo esterno

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

5. Nastro di rivestimento protettivo
6. Schermatura in filo di rame e nastro di rame
7. Nastro idrorepellente
8. Guaina esterna in polietilene (PE)

Nell'ultimo tratto di 134 m in ingresso all'ampliamento a 36 kV della SE 380/150/36 kV "Olmedo 380", il cavidotto sarà composto da sole due terne di cavo, una dello stesso tipo e sezione delle precedenti, mentre la seconda sarà sempre di sezione 630 mmq ma in rame del tipo N2XS(FL)2Y 20,8/36 kV. 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 all'ampliamento 36 kV della SE 380/150/36 kV "Olmedo 380".

Di seguito le caratteristiche del cavo in rame:

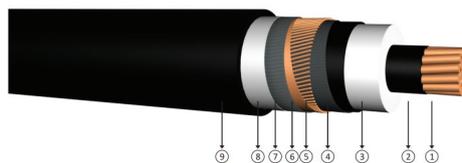


Figura 7: Cavo in rame AT

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)

La topologia nella quasi totalità del cavidotto è stata progettata attraverso l'utilizzo di tre terne parallele, in prossimità della stazione, il passaggio da tre a due terne attraverso l'utilizzo del giunto a "Y" risulta necessario in quanto Terna prevede l'accesso ai quadri 36 kV con il collegamento di massimo due terne.

Di seguito viene rappresentata la sezione tipo del giunto previsto:

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

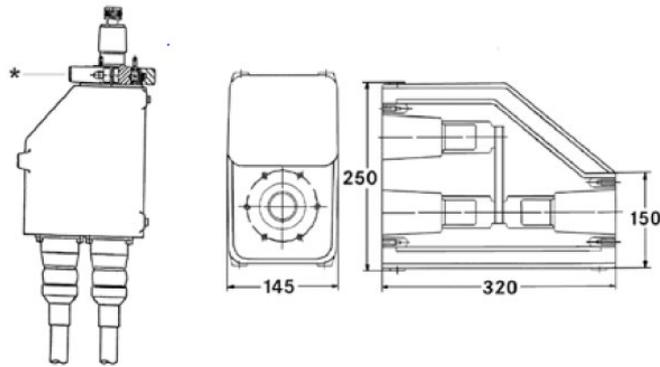


Figura 8: Sezione tipo del giunto "Y" previsto

2.12. 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.).

2.13. 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 "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 15
---	---	---------------

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

Progetto: Fattoria Solare "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 16
---	---	---------------

- 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).

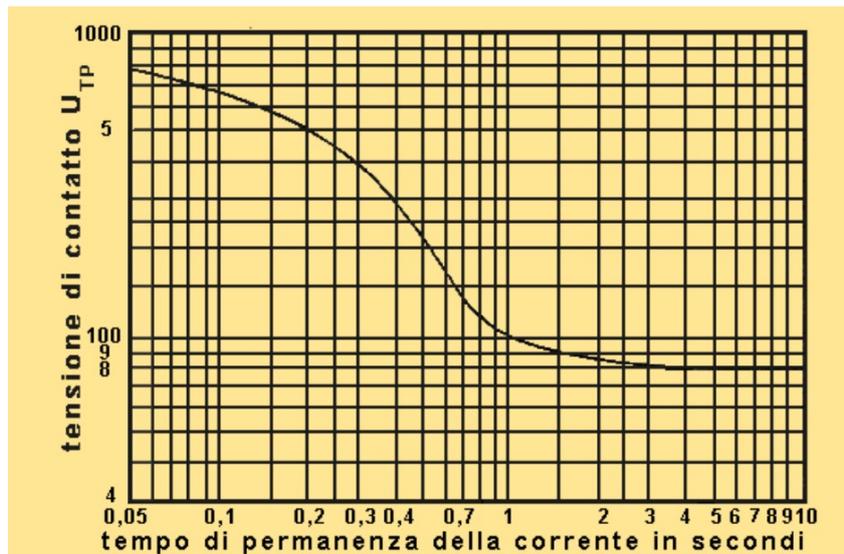
Il principale indicatore per la verifica dell'adeguatezza dell'impianto di terra è la curva di sicurezza delle tensioni di contatto ammissibili U_{tp} che, in funzione del tempo di eliminazione del guasto T_f è calcolata mediante la formula seguente:

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

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);

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}.

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.

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

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

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 "Casa Scaccia" AGRI BRUZIA SOCIETA' AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Disciplinare Tecnico	Pagina: 19
---	---	---------------

4. OPERE CIVILI

Vengono descritti di seguito i lavori civili necessari alla realizzazione dell'opera, si rimanda alla specifica relazione "2202_R.19_Piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo" per dettagli relativi alla gestione delle terre e rocce da scavo.

4.1. 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 e scasso delle rocce superficiali tramite macchina spietratrice ed escavatore. Per mezzo di macchina frantumatrice si andrà poi a ridurre la dimensione delle rocce superficiali in modo da rendere il terreno livellabile ed idoneo ai lavori di installazione delle apparecchiature elettriche.

4.2. 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 4-6 metri e il fondo stradale verrà realizzato con ghiaietto e misto stabilizzato. A tale scopo si ipotizza di poter utilizzare il terreno stesso, movimentato in sito, arricchito dalla frantumazione delle rocce rinvenute nelle operazioni di scavo. Sempre in questa fase saranno installati recinzione e cancelli di accesso come descritto di seguito. L'intero impianto di produzione infatti sarà dotato di recinzione del tipo paletti e rete in maglia metallica leggera arricchita da una siepe verde perimetrale con il duplice obiettivo di mitigare le strutture fotovoltaiche e di non alterare l'attuale vista del sito dalle strade e altri confini limitrofi. Ad integrazione della recinzione di nuova costruzione, è prevista l'installazione di n.23 cancelli ad ingresso carrabile e pedonale per consentire l'accesso alle varie sezioni del campo, compatibilmente alle esigenze operative e di conduzione dell'impianto e nel rispetto dell'attuale viabilità dell'area interessata dal progetto.

4.3. 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. Si precisa che la formazione geologica superficiale su cui poggeranno le strutture portanti è dotata di buone caratteristiche meccaniche e laddove si presentassero trovanti, blocchi isolati di dimensioni idonee, sarà possibile considerarli

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

direttamente come piano di posa dei tracker. In alternativa, si procederà alla frantumazione degli stessi o alla rimozione.

4.4. Scavi fondazioni e percorso cavi

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 più power station e una cabina di raccolta dalla quale si articolerà il cavidotto di collegamento alla stazione elettrica. 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 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

4.5. 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

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

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.
