

**MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA**  
**VALUTAZIONI ED AUTORIZZAZIONI AMBIENTALI**



**REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA**

Provincia di Oristano  
**COMUNI DI SOLARUSSA E SIAMAGGIORE**

*TITOLO*  
*TITLE*

**PROGETTO DEFINITIVO**  
**DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GIOJANA"**

*PROGETTAZIONE*  
*ENGINEERING*

**Sviluppatore:**

ENERGETICA  AGROLUX s.r.l.

**Progettisti:**

Studio Ing. Giuliano Giuseppe Medici  
Studio Ing. Valeria Medici

*COMMITTENTE*  
*CLIENT*

**GIOJANA s.r.l.**

*OGGETTO*  
*OBJECT*

**RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA**

*REL*

**R01**

*DATA / DATE*

**MAGGIO 2023**

*AUTORE/CREATOR*

**V.M.**

*CONTROLLO/EDIT*

**G.G.M.**

*APPR*

**G.C.**

*REV*

**00**

**REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA**

COMUNI DI SOLARUSSA SIAMAGGIORE (OR)

**PROGETTO DEFINITIVO**

DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GIOJANA"

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

Sviluppatore:

*Energetica Agrolux s.r.l.*

Progettisti:

*Studio Dott. Ing. Giuliano G. Medici*

*Studio Dott. Ing. Arch. Valeria Medici*

Cliente:

*Giojana s.r.l.*

maggio 2023

**INDICE**

<b>1. PREMESSA</b> .....	<b>4</b>
1.1 GLI IMPIANTI AGRIVOLTAICI .....	4
1.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	6
1.2.1 IL D.L. 77/2021 E LA DEFINIZIONE DI AGRIVOLTAICO .....	7
1.2.2 LINEE GUIDA IMPIANTI AGRIVOLTAICI .....	8
<b>2. LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO</b> .....	<b>10</b>
2.1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	12
2.2 INQUADRAMENTO CATASTALE.....	13
2.3. INQUADRAMENTO URBANISTICO.....	15
2.3.1 PUC SOLARUSSA.....	15
2.3.2 PUC SIAMAGGIORE .....	17
2.3.2 PUC ORISTANO .....	17
2.4.1 PARAMETRI LINEE GUIDA AGRIVOLTAICO .....	18
<b>3. DESCRIZIONE OPERE IN PROGETTO</b> .....	<b>22</b>
3.1 IMPIANTO AGRIVOLTAICO .....	22
3.1.1 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO AGV.....	22
3.2 MODALITÀ DI ESECUZIONE DELL'OPERA.....	23
3.3 OPERE CIVILI .....	24
3.3.1 DATI CARATTERISTICI DEL CANTIERE E PREPARAZIONE DEL SITO.....	24
3.3.3 AREA LOGISTICA DI CANTIERE.....	27
3.3.4 REALIZZAZIONE STRADELLI.....	28
3.3.5 REALIZZAZIONE RECINZIONE PERIMETRALE E CANCELLI .....	29
3.3.6 REALIZZAZIONE SIEPE PERIMETRALE .....	31
3.3.7 SISTEMA DI ILLUMINAZIONE E VIDEOSORVEGLIANZA .....	31
3.3.7.1 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE .....	31
3.3.7.2 VIDEO SORVEGLIANZA .....	32
3.5.8 STRUTTURE DI SOSTEGNO DEI MODULI FOTOVOLTAICI.....	33
3.3.9 REALIZZAZIONE DI SCAVI PER SHELTER DI CAMPO E CABINA DI RACCOLTA .....	34
3.3.10 REALIZZAZIONE DI TRINCEE E CAVIDOTTI RETE MT INTERNA.....	34
3.4 OPERE ELETTRICHE.....	35
3.4.1. MODULI FOTOVOLTAICI .....	37
3.4.2 GRUPPO INVERTER-TRASFORMATORI (SHELTER) .....	38
3.4.3 CABINA DI RACCOLTA.....	39
3.4.4 SOTTOSTAZIONE ELETTRICA PRODUTTORE (SSE) .....	41
3.4.3.1 QUADRO MT .....	42
3.4.3.2 TRASFORMATORI MT/AT .....	43
3.4.3.3 APPARECCHIATURE AT .....	43
3.4.3.4 SERVIZI AUSILIARI.....	43
3.4.3.5 RETE DI TERRA.....	45
3.4.4 CAVIDOTTO AT .....	46
3.5 OPERE AGRICOLE.....	47
3.5.1 GESTIONE DEL SUOLO .....	47
3.5.2 OMBREGGIAMENTO .....	48
3.5.3 MECCANIZZAZIONE E SPAZI DI MANOVRA .....	48
3.5.4 PRESENZA DI CAVIDOTTI INTERRATI .....	49
3.5.5 DEFINIZIONE DEL PIANO COLTURALE .....	49
3.5.5.1 VALUTAZIONE DELLE COLTURE ATTUALMENTE PRESENTI IN SITO.....	49
3.5.5.2 DESCRIZIONE DEL PIANO COLTURALE DEFINITO PER L'IMPIANTO AGRIVOLTAICO.....	50

3.6 MONITORAGGIO AMBIENTALE .....	51
3.6.1 BIOMONITORAGGIO .....	52
3.6.2 BIOINDICATORI.....	52
3.6.2.1 BIOINDICATORE “APIS MELLIFERA” .....	53
3.6.3 APICOLTURA ALL’INTERNO DEL PROGETTO .....	54

## 1. PREMESSA

Il progetto oggetto della presente relazione prevede la realizzazione di un impianto agrivoltaico in un'area ad uso agricolo situata nei comuni di Solarussa e Siamaggiore, nella provincia di Oristano.

Tale iniziativa rappresenta un caso favorevole nel campo sia delle energie rinnovabili che in campo agricolo, permettendo la riqualificazione agricola di terreni generalmente in stato di abbandono o comunque non adeguatamente utilizzati.

La società proponente GIOJANA s.r.l. nasce con l'intento di sviluppare energie rinnovabili e nello specifico sistemi solari fotovoltaici ma allo stesso tempo intraprendere iniziative agricole di concerto con imprese leader nel settore e/o imprese locali. L'obiettivo è infatti quello di creare occasioni di crescita imprenditoriale e professionale, sia per i professionisti direttamente coinvolti nella parte progettuale, sia per i soggetti interessati nella parte realizzativa dei sistemi e nell'esercizio dell'impianto e non in ultimo, per la comunità locale che beneficerà degli introiti in termini energetici, lavorativi ed ambientali.

Con la realizzazione dell'impianto si intende tra l'altro conseguire un significativo risparmio energetico mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal sole. Il ricorso a tale tecnologia nasce dall'esigenza di coniugare:

- la compatibilità con esigenze paesaggistiche e di tutela ambientale;
- nessun inquinamento acustico;
- un risparmio di combustibile fossile;
- una produzione di energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti.

Il progetto mira a contribuire inoltre al soddisfacimento delle esigenze di “Energia Verde” e allo “Sviluppo Sostenibile” invocate dal Protocollo di Kyoto, dalla Conferenza sul clima e l'ambiente di Copenaghen 2009 e dalla Conferenza sul clima di Parigi del 2015, oltre che a far fronte alla crisi energetica legata agli scenari geopolitici creatisi nell'ultimo anno.

### 1.1 GLI IMPIANTI AGRIVOLTAICI

L'ultimo ventennio ha rappresentato a livello globale un periodo di fortissimi cambiamenti irreversibili sia a livello energetico che a livello di climatico. La perdita progressiva di suoli fertili e lo sfruttamento intensivo dei terreni ritenuti idonei alla coltivazione ha portato ad una ricerca in campo agricolo sempre più orientata alla sperimentazione di soluzioni innovative e quanto più sostenibili possibile, sia per la natura che per le comunità, in prospettiva di scenari futuri decisamente preoccupanti.

In questo clima di crisi e di fabbisogno energetico ed alimentare, i sistemi agro-fotovoltaici rappresentano attualmente una delle applicazioni più promettenti per accelerare lo sviluppo delle energie rinnovabili e di produzione agricola

Questa tipologia di sistemi consiste in impianti che producono energia rinnovabile tramite pannelli solari, senza sottrarre terreni produttivi all'agricoltura e all'allevamento, ma bensì andando ad integrare le due attività; infatti, sfrutta i terreni agricoli per produrre energia solare ma senza entrare in competizione con la produzione di cibo e senza consumare suolo. Questo

obiettivo è raggiungibile tramite la collocazione dei pannelli non più al suolo, come avviene per i classici impianti fotovoltaici, ma al di sopra di pensiline orientabili chiamate tracker le quali, orientandosi sistematicamente in direzione della fonte solare (orientamento mono o bi-assiale) permettono un incremento della captazione solare e della produzione energetica. Inoltre, il posizionamento di tali strutture permette ai mezzi agricoli di poter effettuare tutte le lavorazioni previste ai fini della produzione agricola.

I vantaggi che tale sistema offre quindi sono molteplici, ad esempio:

- **creazione di zone d'ombra** che vanno a proteggere le colture da eventi climatici estremi
- **miglioramento della competitività delle aziende agricole** perché ne riduce fortemente i costi energetici;
- **raggiungimento degli obiettivi di de carbonizzazione;**
- **utilizzo di una parte dei terreni agricoli** abbandonati in maniera proficua;
- **diminuzione dell'evaporazione** dei terreni;
- **innovazione dei processi agricoli** rendendoli ecosostenibili e maggiormente competitivi.

Per sostenere l'agrivoltaico è necessario ripensare l'impianto fotovoltaico e, nello sviluppo attuale del settore, si sono delineate due diversi approcci:

- nuovo impianto a terra con moduli al suolo le cui fila sono poste ad una distanza maggiore rispetto al tradizionale impianto a terra;
- impianto agrivoltaico con moduli sopraelevati ad una altezza che permette la pratica agricola sull'intera superficie (sotto i moduli e tra le fila dei moduli c.d. interlinee).

L'obiettivo è quello di garantire in futuro l'integrazione del fotovoltaico con l'agricoltura e di permettere l'installazione di impianti solo a determinate condizioni, tra cui:

- presenza della figura agricola come imprescindibile nel processo;
- mantenimento del fondo a carattere agricolo principale;
- integrazione di reddito tra produzione di energia e produzione agricola;
- il posizionamento delle strutture portanti ad altezze maggiori favorirebbe la pratica agricola; per tali impianti agro-fotovoltaici, conformi alle disposizioni del DL. 77/2021, convertito nella L. 108/2021, sono previsti degli incentivi;
- aumento della forza lavoro in seguito ai processi di manutenzione del campo fotovoltaico oltre il mantenimento della forza lavoro agricola;
- fiscalità rivista per gli agricoltori che investono in prima persona sull'agrivoltaico.

## 1.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Negli ultimi anni l'ONU, l'Unione Europea e le principali agenzie internazionali che ricoprono un ruolo fondamentale in materia ambientale si sono occupate, con particolare attenzione, delle problematiche riguardanti la produzione di energie rinnovabili.

A livello internazionale, nel settembre del 2015, l'ONU ha adottato un Piano mondiale per la sostenibilità denominato Agenda 2030 che prevede 17 linee di azione, tra le quali è presente anche lo sviluppo di impianti agro-fotovoltaici per la produzione di energia rinnovabile.

L'Unione Europea ha recepito immediatamente l'Agenda 2030, obbligando gli Stati membri ad adeguarsi a quanto stabilito dall'ONU.

Il 10 novembre 2017, in Italia, è stata approvata la SEN 2030, Strategia Energetica Nazionale fino al 2030. Questa contiene obiettivi più ambiziosi rispetto a quelli dell'agenda ONU 2030, in particolare:

- la produzione di 30 GW di nuovo fotovoltaico;
- la riduzione delle emissioni CO<sub>2</sub>;
- lo sviluppo di tecnologie innovative per la sostenibilità.

A livello europeo, invece, l'art. 194 del Trattato sul funzionamento dell'Unione Europea prevede che l'Unione debba promuovere lo sviluppo di energie nuove e rinnovabili per meglio allineare e integrare gli obiettivi in materia di cambiamenti climatici nel nuovo assetto del mercato.

Nel 2018 è entrata in vigore la direttiva riveduta sulle energie rinnovabili (Direttiva UE/2018/2001), nel quadro del pacchetto «Energia pulita per tutti gli europei», inteso a far sì che l'Unione Europea sia il principale leader in materia di fonti energetiche rinnovabili e, più in generale, ad aiutare l'UE a rispettare i propri obiettivi di riduzione di emissioni ai sensi dell'accordo di Parigi.

La nuova direttiva stabilisce un nuovo obiettivo in termini di energie rinnovabili per il 2030, che deve essere pari ad almeno il 32% dei consumi energetici finali, con una clausola su una possibile revisione al rialzo entro il 2023.

Gli Stati membri potranno proporre i propri obiettivi energetici nazionali nei piani nazionali decennali per l'energia e il clima. I predetti piani saranno valutati dalla Commissione Europea, che potrà adottare misure per assicurare la loro realizzazione e la loro coerenza con l'obiettivo complessivo dell'UE. I progressi compiuti verso gli obiettivi nazionali saranno misurati con cadenza biennale, quando gli Stati membri dell'UE pubblicheranno le proprie relazioni nazionali sul processo di avanzamento delle energie rinnovabili.

Dunque, negli ultimi anni, l'Unione Europea ha incentivato notevolmente l'utilizzo di pannelli fotovoltaici al fine di produrre nuova energia "pulita" che dovrebbe contribuire a soddisfare il fabbisogno annuo di energia elettrica di ogni Stato.

A livello nazionale nel 2020 il MISE (Ministero dello Sviluppo Economico), ha adottato il Piano nazionale integrato energia e clima (PNIEC), che rappresenta uno strumento fondamentale per far volgere la politica energetica e ambientale del nostro Paese verso la decarbonizzazione.

Più nel dettaglio, il Piano nazionale integrato energia e clima prevede che in Italia per raggiungere gli obiettivi prefissati si dovrebbero installare circa 50 GW di impianti fotovoltaici entro al 2030, con una media di 6 GW l'anno e, considerando che l'attuale potenza installata annuale è inferiore a 1 GW, è chiaro che è necessario trovare soluzioni alternative per accelerare il passo; basti pensare che solamente in Italia il fabbisogno annuo di energia elettrica è pari a 320 TWh (dati Terna) e solo 24 TWh derivano da impianti fotovoltaici.

Nel processo di transizione ecologica che il nostro Paese sta affrontando appare necessaria una riforma dell'attuale sistema di incentivi. Basti pensare che, nell'ipotesi di ritardi o problematiche che limitino l'installazione degli impianti fotovoltaici sui tetti, resterebbe da collocare un buon 40% dei già menzionati impianti sui terreni agricoli e di conseguenza verrebbe utilizzato 0,34% della superficie agricola, pari a circa 40.000 ettari. Importante che il decreto FER2 dovrà prevedere particolari premialità anche per l'installazione di impianti agro-fotovoltaici sui terreni agricoli in Italia.

#### 1.2.1 IL D.L. 77/2021 E LA DEFINIZIONE DI AGRIVOLTAICO

La categoria degli impianti agro-fotovoltaici ha trovato una recente definizione normativa in una fonte di livello primario che ne riconosce la diversità e le peculiarità rispetto ad altre tipologie di impianti. Infatti, l'articolo 31 del D.L. 77/2021, come convertito con la recentissima L. 108/2021, anche definita *governante del Piano nazionale di ripresa e resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure*, ha introdotto, al comma 5, una definizione di impianto agrivoltaico, per le sue caratteristiche utili a coniugare la produzione agricola con la produzione di energia green, è ammesso a beneficiare delle premialità statali.

Nel dettaglio, gli impianti agro-fotovoltaici sono impianti che “adottino soluzioni integrative innovative con montaggio di moduli elevati da terra, anche prevedendo la rotazione dei moduli stessi, comunque in modo da non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale, anche consentendo l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione”.

Inoltre, sempre ai sensi della su citata legge, gli impianti devono essere dotati di “sistemi di monitoraggio che consentano di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate.”

Tale definizione, imprime al settore un preciso indirizzo programmatico e favorisce la diffusione del modello agrivoltaico con moduli elevati da terra che consente la coltivazione delle intere superfici interessate dall'impianto.

Nella norma non si rinviene un riferimento puntuale all'altezza di elevazione dei pannelli da terra idonea a consentire la pratica agricola ma tale norma deve essere letta insieme alla normativa storica, e tuttora attuale nella sostanza, che ha definito questo settore in Italia.

Tradizionalmente, infatti, gli impianti fotovoltaici si distinguevano, nei fatti e a livello normativo, in “impianti a terra”, ovvero con moduli al suolo, ed “impianti integrati”, montati sui tetti o sulle serre agricole.

Come previsto dall'art. 2 del D.M. 19.2.2007 e dall'art. 20 del D.M. 6.8.2010, "gli impianti a terra" ovvero "con moduli ubicati al suolo" vengono individuati e definiti normativamente come quelli "i cui moduli hanno una distanza minima da terra inferiore ai due metri". Tale definizione, individuata a fini incentivanti nel periodo dei "conti energia", non è stata superata e modificata da nessuna fonte regolamentare o legislativa successiva e risulta data per valida e acquisita ovunque e ogni volta che da allora si parla di "impianti a terra" a qualsiasi fine.

Parallelamente, ai sensi delle definizioni del D.M. 5 luglio 2012, troviamo la definizione di serra fotovoltaica identificata come "struttura di altezza minima di 2 metri, nella quale i moduli fotovoltaici costituiscono gli elementi costruttivi della copertura".

Già da principio, mentre gli impianti integrati, ed in particolare le serre nel contesto agricolo, sono stati visti con favore ed incentivati, gli impianti a terra vengono da sempre considerati negativamente a causa del consumo del suolo che comportano, poiché lo sottraggono all'uso agricolo. Per questo motivo, ed in particolare per effetto dell'art. 65 del D.L. n. 1/2012, gli impianti a terra sono stati esclusi dagli incentivi statali per il fotovoltaico, prima ancora che questi ultimi cessassero di esistere.

Il nuovo D.L. 77/2021, quindi, si inserisce legittimamente in questo percorso definitorio e riconosce agli impianti agro-fotovoltaici i benefici del supporto statale, differenziandoli, ancora una volta, dagli impianti a terra. Seguendo il filone suddetto, potremmo facilmente paragonare il nuovo impianto agrivoltaico ad "moderna serra aperta" o meglio ad un nuovo sistema green per la protezione delle colture tramite coperture fotovoltaiche mobili (senza comportare comunque costruzione di volumi chiusi), le cui caratteristiche strutturali conformi alla normativa, si sostanziano nel sopraelevare i moduli su strutture di altezza minima da terra pari a due metri, così da permettere pienamente la continuità delle attività di coltivazione.

Dalle esperienze riportate nei paragrafi successivi, si nota come alcuni dei nuovi impianti agro fotovoltaici oggi in proposta vanno in questa direzione, prevedendo altezze delle strutture pari a circa 3 metri con altezza minima da terra (a inclinazione massima del modulo montato su tracker – 60°) di circa 1,05 metri. Tale altezza permette la coltivazione delle intere superfici interessate dall'impianto e la gestione del campo con le consuete pratiche e macchine agricole.

#### 1.2.2 LINEE GUIDA IMPIANTI AGRIVOLTAICI

Nell'ambito del quadro normativo sopra esposto è stato elaborato e condiviso il documento definito "Linee guida in materia di impianti Agrivoltaici", prodotto nell'ambito di un gruppo di lavoro coordinato dal Ministero della Transizione Ecologica - Dipartimento per L'energia, e composto da:

- CREA - Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria;
- GSE - Gestore dei servizi energetici S.p.A.;
- ENEA - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile;
- RSE - Ricerca sul sistema energetico S.p.A.

Il lavoro prodotto ha lo scopo di chiarire quali sono le caratteristiche minime e i requisiti che un impianto fotovoltaico dovrebbe possedere per essere definito agrivoltaico, sia per ciò che riguarda gli impianti più avanzati, che possono accedere agli incentivi PNRR, sia per ciò che concerne le altre tipologie di impianti agrivoltaici, che possono comunque garantire un'interazione più sostenibile fra produzione energetica e produzione agricola.

Possono in particolare essere definiti i seguenti requisiti:

- REQUISITO A: Il sistema è progettato e realizzato in modo da adottare una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, tali da consentire l'integrazione fra attività agricola e produzione elettrica e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi;
- REQUISITO B: Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale;
- REQUISITO C: L'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra, volte a ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli;
- REQUISITO D: Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate;
- REQUISITO E: Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che, oltre a rispettare il requisito D, consenta di verificare il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici.

Si ritiene dunque che:

- Il rispetto dei requisiti A, B è necessario per definire un impianto fotovoltaico realizzato in area agricola come "agrivoltaico". Per tali impianti dovrebbe inoltre previsto il rispetto del requisito D.2.
- Il rispetto dei requisiti A, B, C e D è necessario per soddisfare la definizione di "impianto agrivoltaico avanzato" e, in conformità a quanto stabilito dall'articolo 65, comma 1-quater e 1-quinquies, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, classificare l'impianto come meritevole dell'accesso agli incentivi statali a valere sulle tariffe elettriche.
- Il rispetto dei A, B, C, D ed E sono pre-condizione per l'accesso ai contributi del PNRR, fermo restando che, nell'ambito dell'attuazione della misura Missione 2, Componente 2, Investimento 1.1 "Sviluppo del sistema agrivoltaico", come previsto dall'articolo 12, comma 1, lettera f) del decreto legislativo n. 199 del 2021, potranno essere definiti ulteriori criteri in termini di requisiti soggettivi o tecnici, fattori premiali o criteri di priorità.

## 2. LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO

Il progetto oggetto della seguente relazione, come già citato nella premessa, consiste in un impianto agrivoltaico sito nelle aree agricole dei comuni di Solarussa e Siamaggiore, provincia di Oristano. Per l'inquadramento del progetto è stata individuata un'area pari a circa 114 ettari, ma solo 79,3 di questi saranno effettivamente impegnati per le opere di seguito descritte.

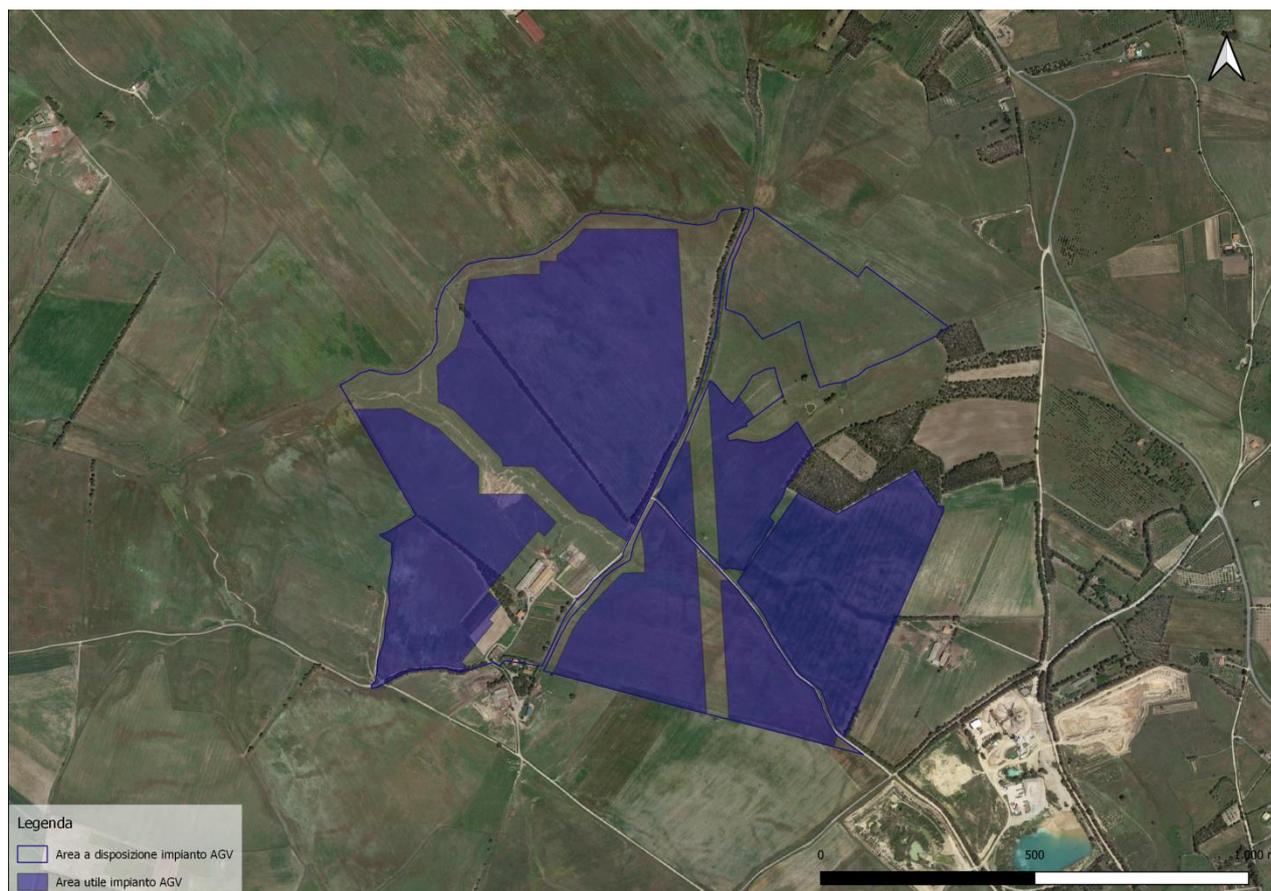


Figura 1: Stralcio aerofotogrammetria zona di intervento (fonte Google Earth).



Figura 2: Stralcio aerofotogrammetria lotto Sottostazione Produttore (fonte Google Earth).

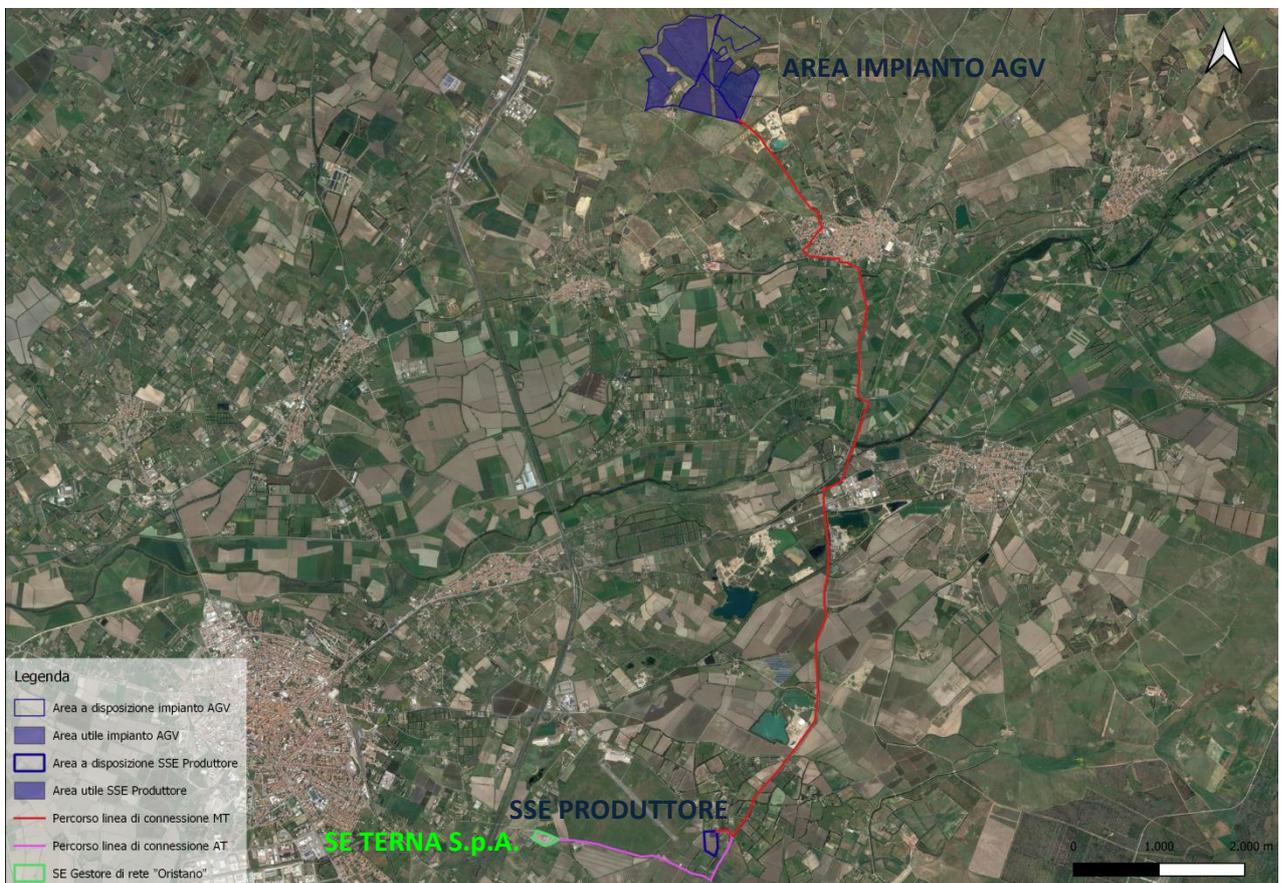


Figura 3: Aerofotogrammetria con indicazione del campo AGV e della linea di connessione (fonte Google Earth).

## 2.1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il sito individuato per la realizzazione dell'impianto agrivoltaico, si trova in località "Matza Serra" parte in agro del Comune di Solarussa e parte in agro del Comune di Siamaggiore nella Provincia di Oristano, nell'area a Nord-Ovest del territorio comunale di Solarussa.

I dati per l'individuazione dell'impianto sono i seguenti:

- Latitudine di 39°58'27" N e Longitudine di - 8°38'59" E; altitudine media di 38 m s.l.m.;
- Carta Tecnica Regionale della Sardegna in scala 1:10.000 foglio 528-040.

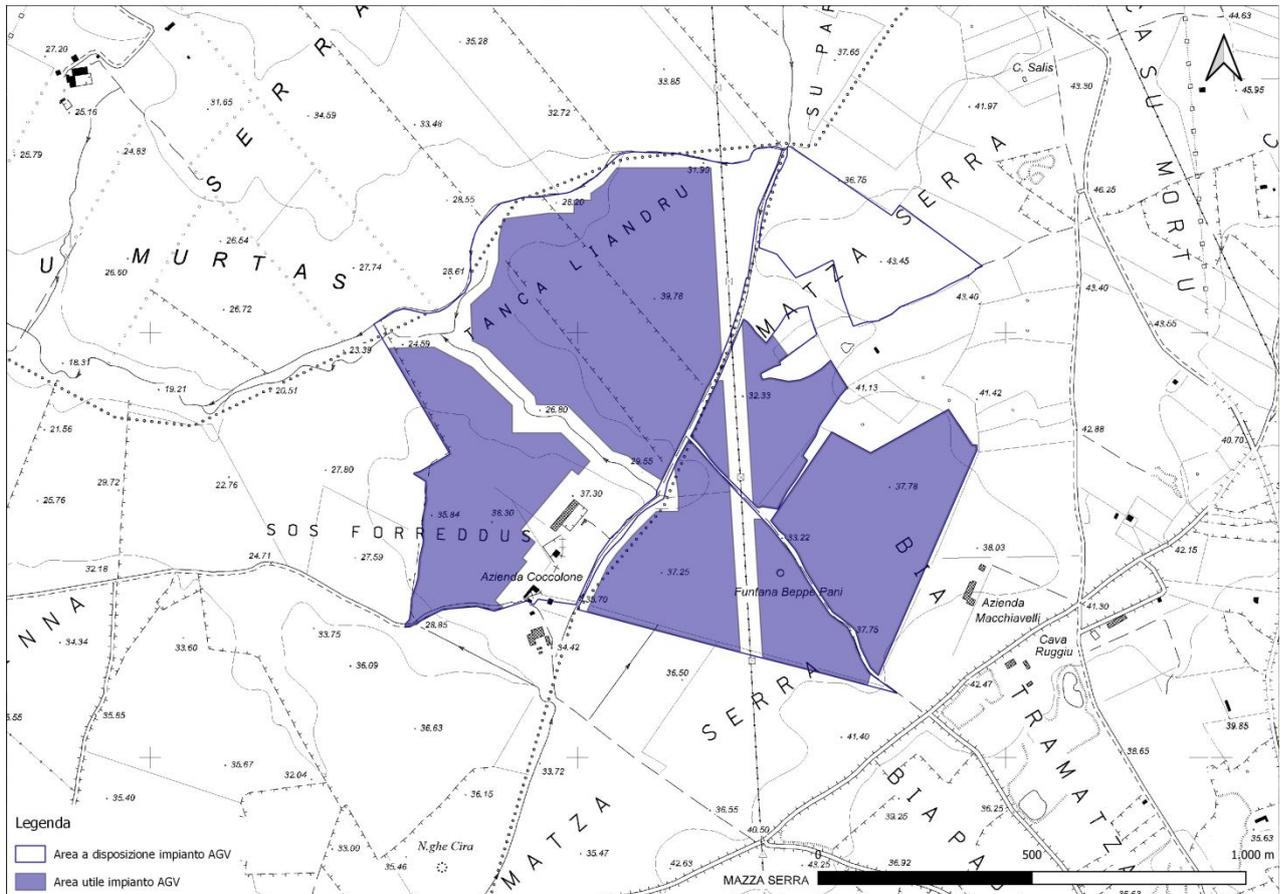


Figura 4: Planimetria area occupata dall'impianto AGV (agrivoltaico) su CTR.

I dati per l'individuazione del lotto nel quale sorgerà la Sottostazione Utente (SSE Utente) sono i seguenti:

- Latitudine di 39°53'27" N e Longitudine di - 8°39'10" E; altitudine media di 37 m s.l.m.;
- Carta Tecnica Regionale della Sardegna in scala 1:10.000 foglio 528-120.

La linea di connessione in MT di collegamento dell'impianto alla SSE Utente insisterà nei comuni di Solarussa, Simaxis e Oristano.

La linea di connessione in AT di collegamento alla SSE Utente alla Stazione di Rete (SE) insisterà nel comune di Oristano.

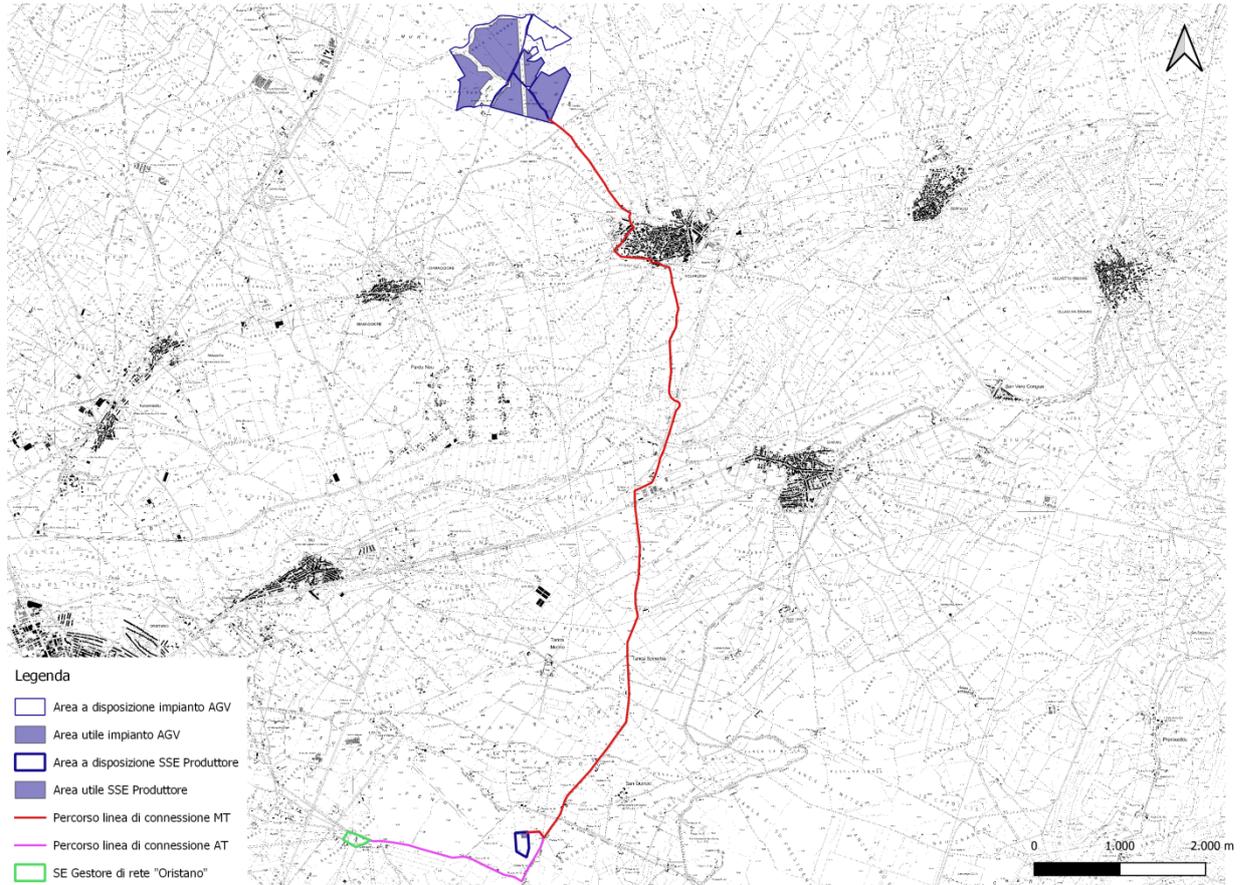


Figura 5: Planimetria con indicazione impianto AGV + linee di connessione + SSE Produttore su CTR.

## 2.2 INQUADRAMENTO CATASTALE

I lotti su cui verrà realizzato l'impianto e nei quali insisterà la Sostostazione del Produttore (SSE) sono individuati al Catasto dei Terreni del Comune di Solarussa e Siamaggiore come di seguito riportato.

*Lotti agricoli sui quali insiste l'impianto*

a. Comune di Solarussa

- Foglio 4 mappali - 20- 22- 23- 25- 29- 30- 31- 33- 45- 47- 78- 511- 539;
- Foglio 12 mappale 450.

*Lotti agricoli destinati a sola attività agricola (sui quali non insiste l'impianto)*

- Foglio 4 mappali 11- 14- 43- 52.

b. Comune di Siamaggiore

- Foglio 1 mappali 454- 457.

*Lotto destinato alla SSE*

Comune di Oristano

- Foglio 24 mappali 1644- 1975.

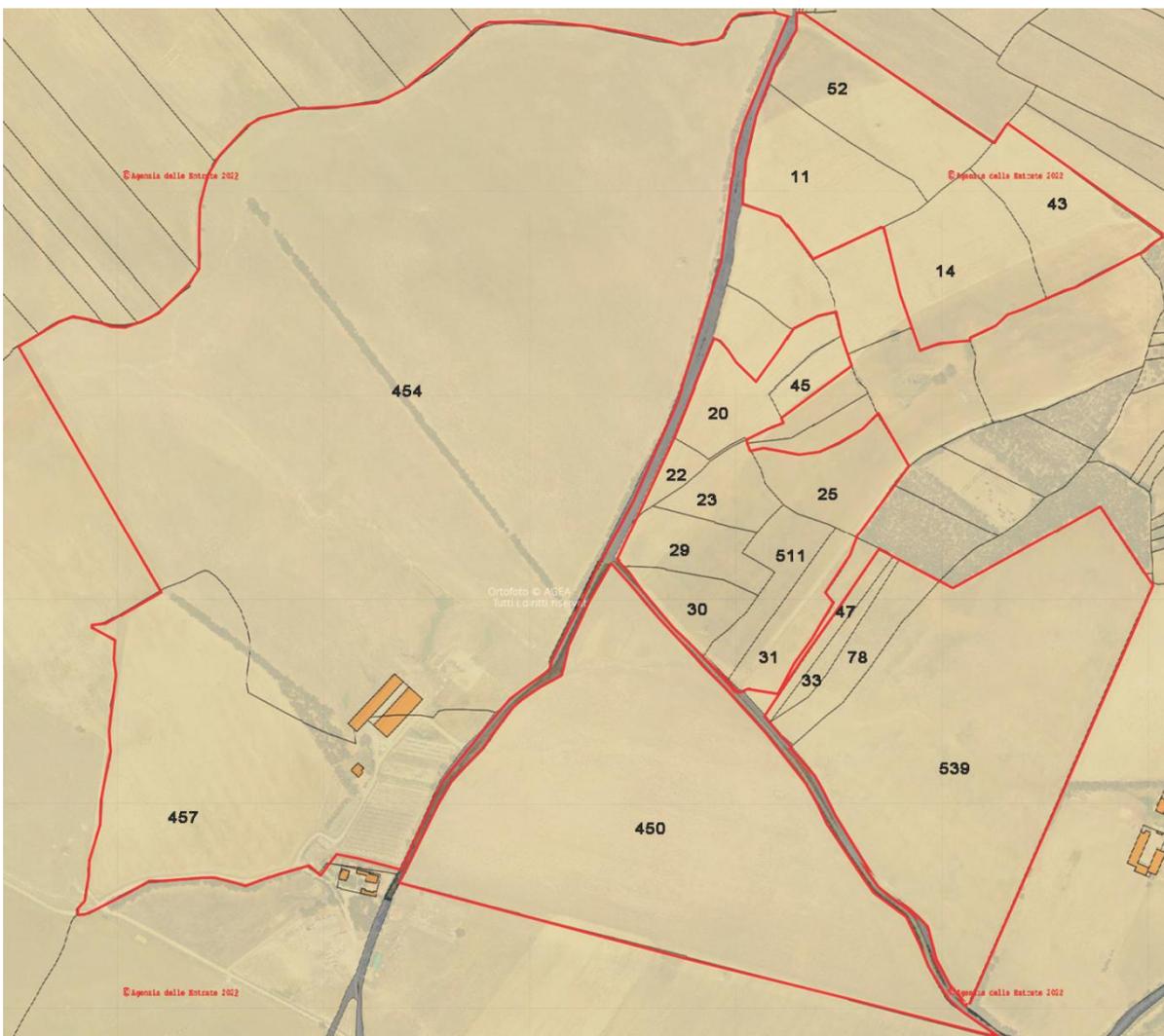


Figura 6: Stralcio planimetria catastale area di impianto (fonte Geolive).



Figura 7: Stralcio planimetria catastale Sottostazione Produttore (fonte Formaps).

Per quanto concerne i parametri urbanistici di progetto, i lotti a disposizione della società proponente possiedono un'estensione pari a circa 1.144.400 mq, mentre la superficie interessata dall'installazione dell'impianto avrà un'estensione pari a circa 793.000 mq (comprese le aree libere tra le schiere).

Per quanto concerne la superficie coperta occupata, questa sarà ripartita secondo la tabella seguente.

<b>CALCOLO SUPERFICI COPERTE</b>					
	<b>n°</b>	<b>L [m]</b>	<b>Largh [m]</b>	<b>Parz.[m<sup>2</sup>]</b>	<b>TOT [m<sup>2</sup>]</b>
<b>Tracker 56 moduli FV</b>	2.037	38,46	4,79	184,22	375.263,07
<b>Tracker 28 moduli FV</b>	239	19,94	4,79	95,51	22.826,89
<b>Shelter inverter/trasformatori 6250 kVA</b>	10	12,19	2,44	29,72	297,20
<b>Shelter inverter/trasformatori 3125 kVA</b>	4	6,06	2,44	14,77	59,08
<b>Area Cabine BT</b>	5	3,28	2,52	8,27	41,35
<b>Area Cabina di Raccolta MT</b>	1	20,00	3,10	50,00	62,00
<b>Area Cabina di trasformazione MT/AT</b>	1	20,00	2,50	50,00	50,00
					<b>398.599,59</b>

Tabella 2.1: calcolo superfici coperte.

## **2.3. INQUADRAMENTO URBANISTICO**

### **2.3.1 PUC SOLARUSSA**

Il PUC di Solarussa e' stato adottato dal consiglio comunale con deliberazione n.10 del 07.09.2015.

In data 24.02.2016 il consiglio comunale con deliberazione n.7 ha provveduto alla nuova adozione del PUC a seguito di integrazione.

Il PUC identifica gli elementi dell'assetto insediativo, delle componenti di paesaggio, dei beni paesaggistici e dei beni identitari presenti nel territorio, ai sensi dell'art. 107, comma 4 delle nta del PPR.

L'area nella quale insisterà l'intervento è classificata come "E – Agricola".

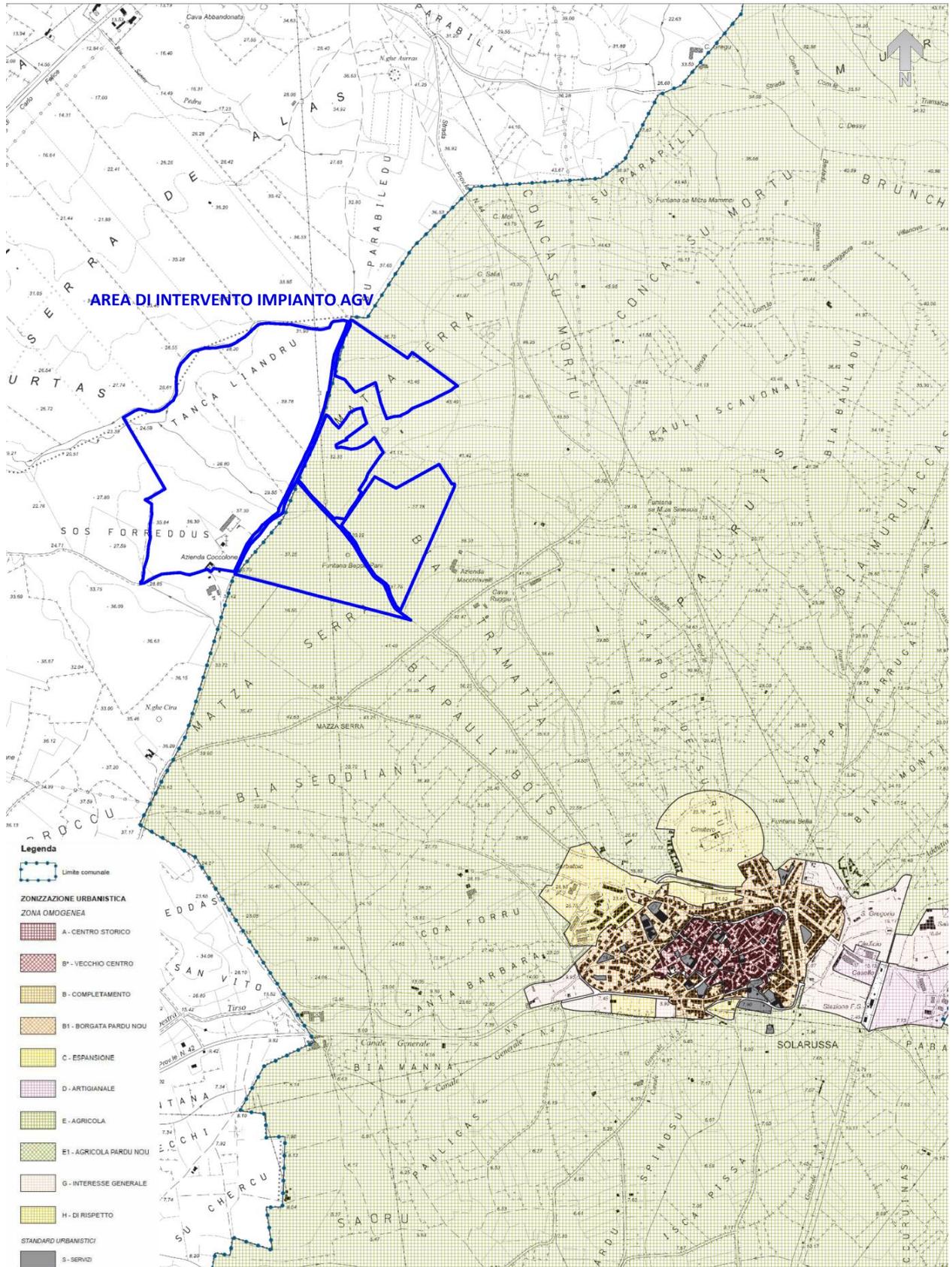


Figura 8: Stralcio Tav. C03 – pianificazione urbanistica del PUC del Comune di Solarussa.

### 2.3.2 PUC SIAMAGGIORE

Il PUC di Siamaggiore individua le aree di progetto come ricadenti in zona E - Sottozona E2: sottozona a estensione prevalente con funzione zootecnica e agricolo-produttiva (seminativo irriguo ed asciutto, pascoli). Le NTA per queste zone omogenee non prevedono limitazioni alla costruzione di impianti alimentati da energie rinnovabili.

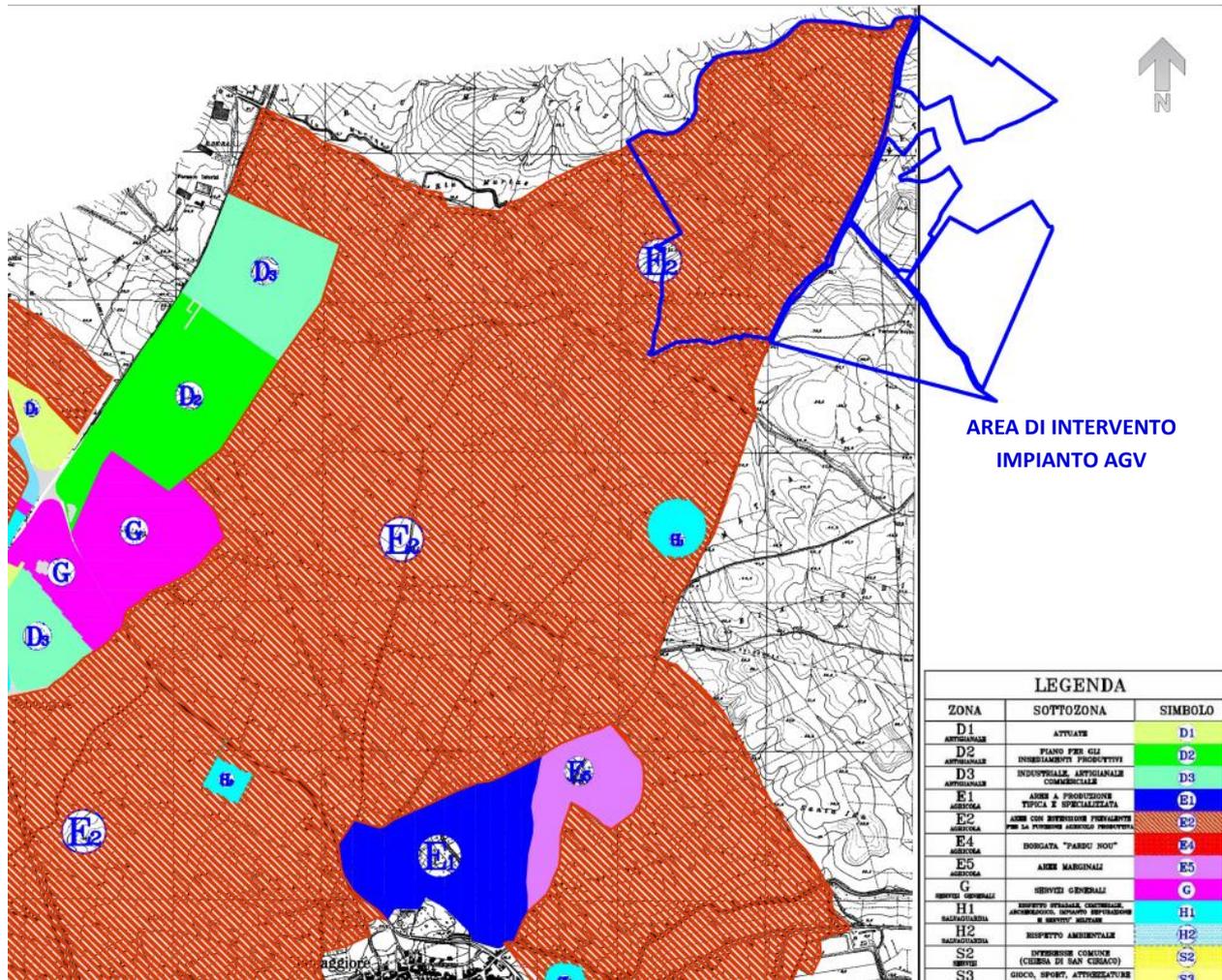


Figura 9: Stralcio Tav. zonizzazione PUC del Comune di Siamaggiore.

### 2.3.2 PUC ORISTANO

Con Deliberazione del Consiglio Comunale n° 45 in data 13/05/2010 è stato adottato definitivamente il PUC in adeguamento al P.P.R. ed al P.A.I., il quale è entrato in vigore il 18 novembre del 2010, data di pubblicazione dell'avviso sul BURAS. In data settembre 2017 sono state apportate ulteriori modifiche ed adeguamenti alla cartografia. Nel PUC di Oristano è identificato il lotto ove sorgerà la SSE Produttore, ricadente in zona urbanistica E2-Agricola.

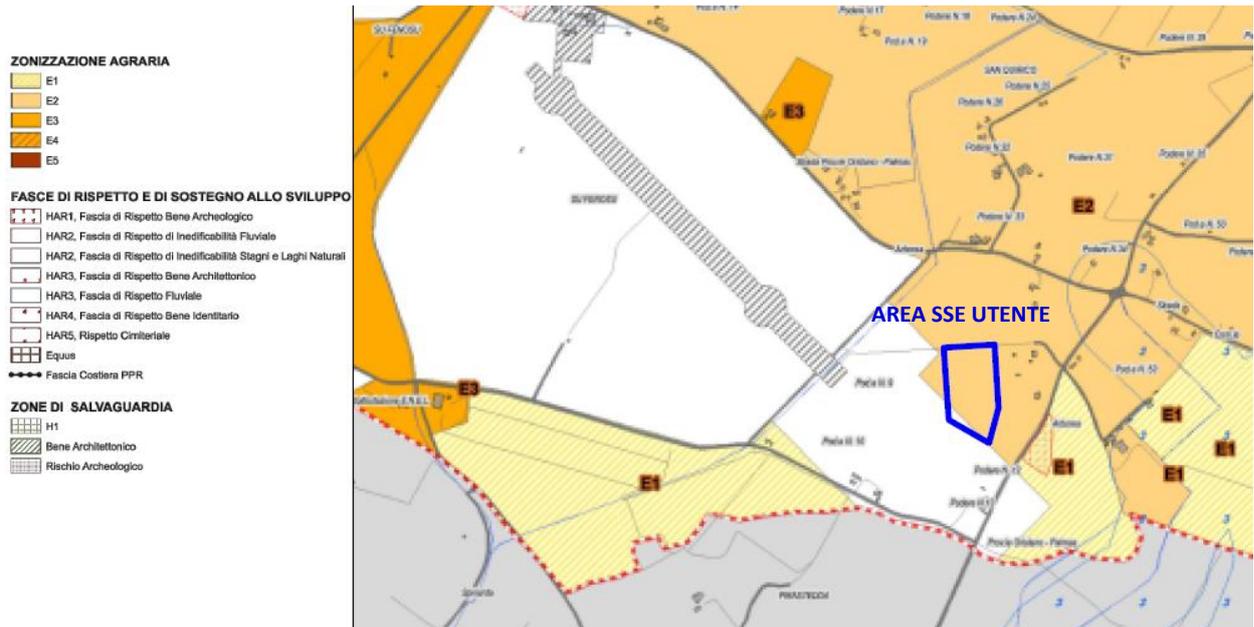


Figura 10: Stralcio Tav. zonizzazione PUC del Comune di Oristano.

#### 2.4.1 PARAMETRI LINEE GUIDA AGRIVOLTAICO

L'impianto in oggetto, in ottemperanza alle "Linee Guida in materia di Impianti agrivoltaici" pubblicate nel giugno 2022, rispetta i seguenti requisiti:

- **REQUISITO A:** Il sistema è progettato e realizzato in modo da adottare una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, tali da consentire l'integrazione fra attività agricola e produzione elettrica e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi;
- **REQUISITO B:** Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale;
- **REQUISITO C:** L'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra, volte a ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli;
- **REQUISITO D:** Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate;
- **REQUISITO E:** Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che, oltre a rispettare il requisito D, consenta di verificare il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici.

Si riassumono in tabella i dati relativi alle due caratteristiche principali che definiscono l'impianto "Agrivoltaico", ovvero:

A.1 Superficie minima coltivata: è prevista una superficie minima dedicata alla coltivazione.

Si dovrebbe garantire sugli appezzamenti oggetto di intervento (superficie totale del sistema agrivoltaico,  $S_{tot}$ ) che almeno il 70% della superficie sia destinata all'attività agricola, nel rispetto delle Buone Pratiche Agricole (BPA).

$$S. agricola \geq 0,7 \cdot S_{tot}$$

A.2 LAOR massimo: è previsto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola (LAOR= *Land Area Occupation Ratio*).

Il LAOR è il rapporto tra la superficie totale di ingombro dell'impianto agrivoltaico ( $S_{pv}$ ), e la superficie totale occupata dal sistema agrivoltaico ( $S_{tot}$ ). Il valore è espresso in percentuale.

$$LAOR \leq 40\%$$

S.Tot IMPIANTO (mq)	S. agricola IMPIANTO (mq)	S. coperta MODULI FV (mq)	S. agricola/S. tot (%)	LAOR (%)	RISPETTO REQUISITI
1.114.400	956.000	398.090	85,8	35,7	SI

Tabella 2.2: Rispetto dei requisiti A delle Linee guida sugli impianti agro voltaici dell'impianto in progetto.

#### B.1 Continuità dell'attività agricola.

a) L'esistenza e la resa della coltivazione.

Come si evince dai dati presenti nella relazione specialistica, attualmente l'attività condotta dall'azienda agricola Coccollone sull'area è di tipo agro zootecnico ed è volta all'allevamento ed ingrasso di bestiame ed alla coltivazione di foraggi soprattutto per finalità di auto consumo aziendale.

Più precisamente sono seminati circa 70 ettari a foraggio e pascolo (Loietto, Trifoglio, Veccia, Avena) e cereali (Pisello, Favino, Orzo e Granella) ed i restanti sono utilizzati per uso pascolo. La tipologia delle colture seminate comporta complessivamente l'utilizzo di sementi per circa 150 quintali annui.

I capi di bestiame allevati sono complessivamente circa 900 così suddivisi:

- 800 ovini;
- 25 bovini;
- 60 suini.

L'approvvigionamento idrico per gli scopi aziendali avviene attraverso n. 2 pozzi artesiani realizzati negli anni '90, a suo tempo regolarmente denunciati al Genio Civile e attualmente muniti di regolare autorizzazione concessoria, che soddisfano più che sufficientemente il fabbisogno del bestiame e delle colture che insistono nell'area. Su una parte della superficie del fondo sono presenti ulteriori varie prese d'acqua di un impianto di irrigazione utilizzato per il funzionamento di irrigatori a pioggia.

L'azienda inoltre, percepisce ogni anno circa € 90.000 di entrate dovuti alla PAC - Difesa del suolo Benessere Animale - Indennità Compensativa.

#### b) Il mantenimento dell'indirizzo produttivo.

Ove sia già presente una coltivazione a livello aziendale, andrebbe rispettato il mantenimento dell'indirizzo produttivo o, eventualmente, il passaggio ad un nuovo indirizzo di valore economico più elevato.

Nel caso di progetto si è optato per il mantenimento dell'indirizzo produttivo attualmente in essere, più precisamente una parte dei lotti saranno da destinarsi al pascolo e parte alle colture foraggere, da stabilire di concerto con l'azienda agricola operante in sito.

#### B.2 Producibilità elettrica minima.

In base alle analisi svolte, si ritiene che, la produzione specifica di un impianto agrivoltaico, paragonata alla producibilità elettrica specifica di riferimento di un impianto fotovoltaico standard, non dovrebbe essere inferiore al 60% di quest'ultima, ovvero:

$$FV_{\text{agri}} \geq 0,6 FV_{\text{standard}}$$

Nel caso in progetto, si ritiene che la producibilità specifica del sistema agrivoltaico, in base alla potenza ed efficienza dei pannelli utilizzati ed al sistema di inseguimento di rollio monoassiale, si attesti su valori decisamente superiori al 60% della producibilità di un impianto FV standard. Infatti, i sistemi solari ad inseguimento di rollio forniscono un incremento di energia rispetto ai sistemi tradizionali di almeno il 15%. Si riportano di seguito dati di producibilità per entrambi i sistemi ricavati da software di calcolo (PV syst):

- Producibilità annua presunta sistema Agrivoltaico: 152,9 GWh/a - 1,34 GWh/ha/anno;
- Producibilità annua presunta sistema FV tradizionale: 134,3 GWh/a - 1,17 GWh/ha/anno.

Confrontando i valori si ottiene soddisfatto il requisito:

$$152,9 \text{ GWh/a} > 80,58 \text{ GWh/a}$$

#### D.2 Monitoraggio della continuità dell'attività agricola.

Gli elementi da monitorare nel corso della vita dell'impianto sono:

1. l'esistenza e la resa della coltivazione;
2. il mantenimento dell'indirizzo produttivo.

Come indicato al requisito B.2 a), attualmente l'attività condotta dall'azienda agricola Coccollone sull'area è di tipo agro zootecnico ed è volta all'allevamento ed ingrasso di bestiame ed alla coltivazione di foraggi soprattutto per finalità di auto consumo aziendale, già operante da parecchi anni nei terreni in oggetto.

Più precisamente sono seminati circa 70 ettari a foraggio e pascolo (Loietto, Trifoglio, Veccia, Avena) e cereali (Pisello, Favino, Orzo e Granella) ed i restanti sono utilizzati per uso pascolo. La tipologia delle colture seminate comporta complessivamente l'utilizzo di sementi per circa 150 quintali annui.

I capi di bestiame allevati sono complessivamente circa 900 così suddivisi:

- 800 ovini;

- 25 bovini;
- 60 suini.

Come si evince dagli elaborati “Piano di Monitoraggio” e “Definizione del piano colturale”, anche l’attività agricola sarà soggetta ad un monitoraggio continuo. In particolare verranno monitorati parametri specifici quali:

- fertilità del suolo;
- piano di coltivazione;
- utilizzo di concimi;
- risparmio idrico;
- resa delle colture;
- qualità dell’aria;
- qualità delle acque.

In particolare sarà compito di un agronomo nominato dall’azienda, redigere un resoconto annuale sull’attività agricola, indicando la resa della coltivazione, eventuali modifiche all’indirizzo produttivo, condizioni di crescita delle piante, impiego di concimi, ecc.

### 3. DESCRIZIONE OPERE IN PROGETTO

Il progetto si compone di due aspetti differenti ma che saranno coniugati tra loro:

- produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile (solare);
- organizzazione agricola dell'area.

Questo si traduce in una serie di opere progettuali così identificate:

- opere legate alla realizzazione dell'impianto agrivoltaico;
- opere legate alla preparazione del suolo e all'organizzazione agricola dei fondi (approvvigionamento idrico, ricovero attrezzi e macchinari...).

#### 3.1 IMPIANTO AGRIVOLTAICO

La Committente intende realizzare nel territorio dei Comuni di Solarussa e Siamaggiore (OR), Località Matza Serra, un impianto agrivoltaico da 83.327 kWp (70.000 kW in immissione) con inseguitori monoassiali (tracker), comprensivo delle relative opere di connessione in AT alla RTN. La Società, in data 19/12/2019, ha presentato a Terna S.p.A. la richiesta di connessione alla RTN per una potenza in immissione di 70 MW. Il gestore ha trasmesso la soluzione tecnica minima generale per la connessione (STMG) formalmente accettata dalla Società in data 09/10/2020. La STMG prevede che l'impianto agrivoltaico debba essere collegato in antenna a 150 kV con la sezione 150 kV dell'esistente stazione elettrica 380/150 kV della RTN di Oristano (la "Stazione RTN").

A seguito del ricevimento della STMG è stato possibile definire puntualmente le opere progettuali da realizzare, che si possono così sintetizzare:

- Impianto agrivoltaico ad inseguimento monoassiale, della potenza complessiva installata di 83.327 kWp;
- Futura stazione elettrica di trasformazione 150/30 kV SSE (Sottostazione Utente-SSE), di proprietà della Società, da realizzarsi nel Comune di Oristano (OR), in un'area nelle vicinanze della Stazione RTN;
- Collegamento interrato, in cavo 36 kV, per il collegamento dell'impianto alla Sottostazione Utente (SSE), lunghezza pari a circa 10,3 km, da realizzarsi nei comuni di Solarussa, Simaxis e Oristano;
- collegamento interrato in cavo a 150 kV tra lo stallo della Sottostazione Utente ed il nuovo stallo arrivo produttore nella sezione a 150 kV dell'esistente Stazione RTN di Oristano, avente una lunghezza di circa 2,6 km, da realizzarsi nel comune di Oristano;
- Nuovo stallo arrivo produttore a 150 kV che dovrà essere realizzato nella sezione a 150 kV dell'esistente Stazione elettrica 380/150 kV della RTN di Oristano, di proprietà del gestore di rete.

##### 3.1.1 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO AGV

L'impianto in progetto, del tipo ad inseguimento monoassiale (inseguitori di rollio), prevede l'installazione di strutture di supporto dei moduli fotovoltaici (realizzate in materiale metallico),

disposte in direzione Nord-Sud su file parallele ed opportunamente spaziate tra loro (interasse di 8 m), per ridurre gli effetti degli ombreggiamenti. I moduli ruotano sull'asse da Est a Ovest, seguendo l'andamento giornaliero del sole. L'angolo massimo di rotazione dei moduli di progetto è di +/- 60°. L'altezza dell'asse di rotazione dal suolo è pari a 3,15 m.

Lo spazio libero minimo tra una fila e l'altra di moduli, quando questi sono disposti parallelamente al suolo (ovvero nelle ore centrali della giornata), risulta essere pari a 3,22 m.

L'ampio spazio disponibile tra le strutture, come vedremo in dettaglio ai paragrafi seguenti, fanno in modo che non vi sia alcun problema per quanto concerne il passaggio di tutte le tipologie di macchine trattatrici ed operatrici in commercio.

In sintesi l'impianto sarà costituito da:

- 120.764 moduli fotovoltaici di potenza unitaria paria a 690 Wp, installati su strutture di sostegno in acciaio di tipo mobile (inseguitori), con relativi motori elettrici per la movimentazione. Le strutture saranno ancorate al suolo tramite paletti in acciaio direttamente infissi nel terreno evitando qualsiasi struttura in calcestruzzo, riducendo sia i movimenti in terra (scavi e rinterrati) che le opere di ripristino conseguenti. È previsto in particolare che siano installati 2.037 inseguitori che sostengono 56 moduli e 239 inseguitori che sostengono 28 moduli;
- 10 cabinati (Shelter) preassemblati in stabilimento dal fornitore e contenuti il gruppo conversione/trasformazione da 6.250 kVA;
- 4 cabinati (Shelter) preassemblati in stabilimento dal fornitore e contenuti il gruppo conversione/trasformazione da 3.125 kVA;
- Una Cabina di Raccolta (CdR FV) per la raccolta dell'energia prodotta dall'Impianto;
- Tutta la rete BT, ovvero dei cavi BT in c.c. (cavi solari) e relativa quadristica elettrica (quadri di parallelo stringhe), dei cavi BT in c.a. e relativa quadristica elettrica di comando, protezione e controllo;
- Il cavidotto interrato MT, per il trasferimento dell'energia prodotta dall'impianto agrivoltaico (raccolta nella CdS) verso la SSE Produttore 150/30 kV di trasformazione;
- Il cavidotto AT per la connessione della SSE Produttore alla SE Terna a cui sarà elettricamente connessa.

### **3.2 MODALITÀ DI ESECUZIONE DELL'OPERA**

Il progetto prevede la realizzazione dell'opera mediante la seguente sequenza di operazioni:

- Pulizia del terreno e preparazione del piano di posa della strutture porta moduli e cabine;
- Realizzazione delle recinzioni;
- Realizzazione scavi a sezione ristretta per la posa dei cavidotti e posa dei pozzetti di raccolta;
- Posa in opera delle strutture portanti (tracker) mediante infissione nel terreno dei pali di sostegno;
- Posa in opera dei basamenti delle cabine/shelter prefabbricati, relativi allacci alle reti tecnologiche;
- Montaggio e cablaggio moduli e degli shelter (gruppo inverter/trasformatori);



- Trinciatutto	3
- Pala meccanica	3
- Escavatori	3
- Trattori con rimorchio	6
- Muletti	2
- Manitou	2
- Camioncini	2
- Miniescavatori	3
- Rulli compattatori	2
- Autobotti per abbattimento polveri	2

**Sottocantieri**

- Numero sottocantieri	6
------------------------	---

***Ogni sottocantiera disporrà di:***

- Ufficio	1
- Toilette	2
- Docce	2
- Spogliatoio	2
- Operai	da 30 a 80

**Cantiere principale**

- Uffici	2
- Ricovero attrezzi	1

Il ricovero attrezzi sarà ricavato preferibilmente all'interno di strutture preesistenti nelle aziende occupate ed idoneamente adattate.

- Officina	1
------------	---

L'officina sarà ricavata preferibilmente all'interno di struttura preesistente nelle aziende occupate ed idoneamente adattata.

- Mensa con pasti preparati da struttura esterna	1
--	---

La mensa sarà allestita in struttura prefabbricata temporanea (per la sola durata temporale del cantiere) idonea all'uso dotata di tavoli e panche per la seduta e capace di ospitare il personale impegnato nella realizzazione dell'opera. I pasti saranno forniti direttamente in cantiere da azienda specializzata in servizi per comunità che dovrà distribuire il pasto nell'arco di 15 minuti dal momento di arrivo al cantiere.

- Toilette e bagni con scarico in minidepuratore	8
- Spogliatoi	8
- Container infermeria e pronto soccorso	1

- Accumulo per acqua potabile 10.000 Litri
- Impianto antincendio 10.000 Litri



Figura 11: Esempi di macchine operatrici impegnate per la costruzione dell'impianto (Autocarro e Pala cingolata).



Figura 12: Esempi di macchine operatrici per la costruzione dell'impianto (Escavatore e macchina battipalo).



Figura 13: Esempi di macchine operatrici impegnate per la costruzione dell'impianto (Bobcat e Manitou).

Se necessaria, verrà effettuata una pulizia propedeutica del terreno dalle graminacee e dalle piante selvatiche preesistenti o qualsiasi altro tipo di coltura arborea; queste ultime potranno eventualmente essere espantate e collocate in aree del terreno non interessate dall'impianto AGV.

In generale gli interventi di spianamento e di livellamento, dovendo essere ridotti al minimo, saranno ottimizzati in fase esecutiva. Si prevede la realizzazione dell'impianto per lotti, così come evidenziato nella figura sottostante.

### 3.3.3 AREA LOGISTICA DI CANTIERE

Per l'alloggiamento dei prefabbricati di cantiere si prevede l'occupazione di un'area di 50 m x 100 m, affiancata da un'area di stoccaggio materiali/mezzi di dimensioni 30x100 m.

Le aree sopraccitate saranno collocate nel lotto del sito più vicino a strada asfaltata di accesso, al fine di facilitare l'accesso dei mezzi e il trasporto dei materiali, come riportato nella figura seguente.

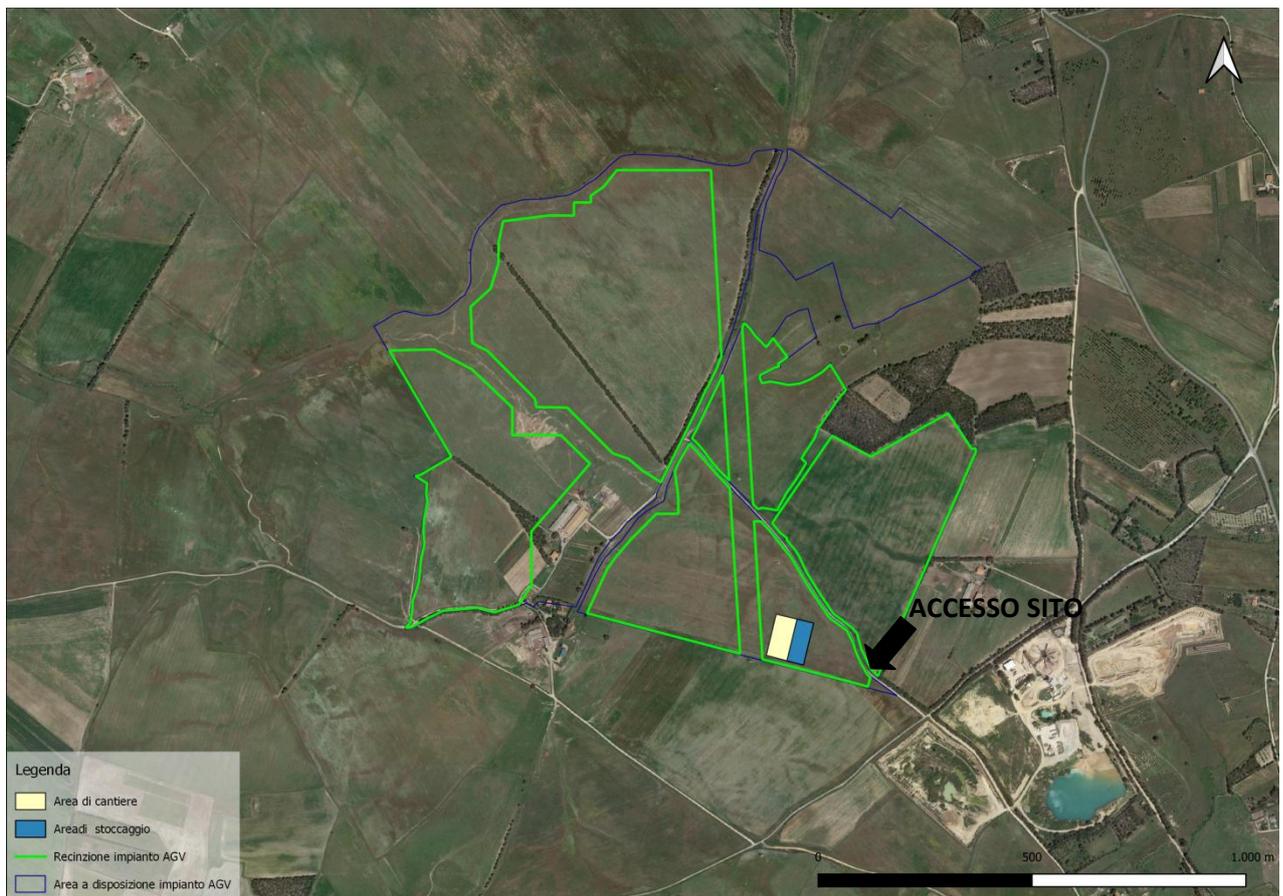
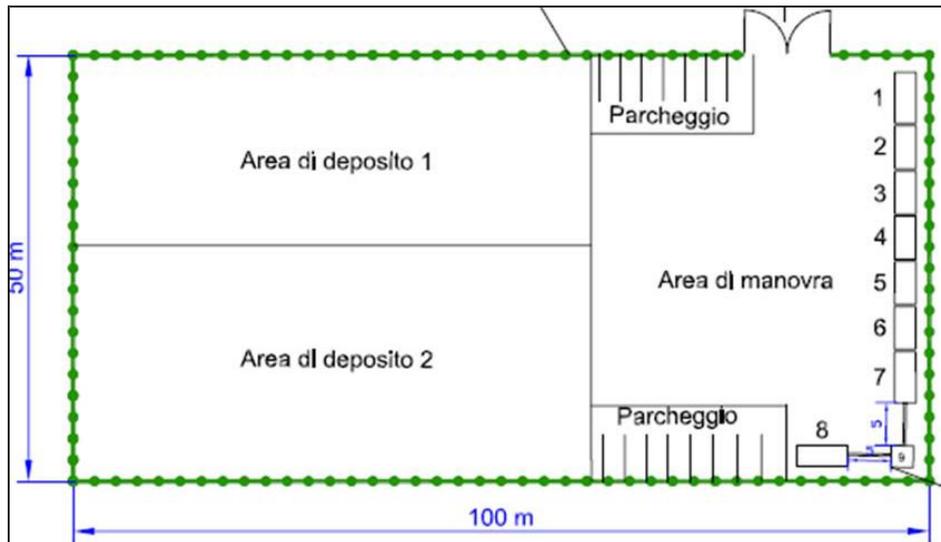


Figura 14: Indicazione aree di cantiere sito di intervento.



1	Modulo prefabbricato adibito a sala riunioni (6x2.5x2.5m)
2-3-4	Moduli prefabbricati adibiti ad uffici (5x2.5x2.5m)
5	Modulo prefabbricato adibito a spogliatoio (5x2.5x2.5m)
6	Modulo prefabbricato adibito a refettorio (5x2.5x2.5m)
7	Modulo bagni attrezzato con 4 docce, 2 lavabi e 3 WC (6x2.5x2.5m)
8	Modulo bagni attrezzato con 4 docce, 2 lavabi e 3 WC (6x2.5x2.5m)
9	Pozzo nero

N.B.

- n.3 turche da cantiere saranno di volta in volta ubicate in posizioni diverse a seconda delle esigenze
- n.2 moduli prefabbricati (5x2.5x2.5m) saranno posizionati in prossimità dell'area di costruzione della SSE ed adibiti uno ad ufficio e l'altro a refettorio / riposo
- n. 1 turca da cantiere sarà posizionata in prossimità dell'area di costruzione della SSE

Figura 15: Organizzazione tipica area di cantiere + Legenda.

### 3.3.4 REALIZZAZIONE STRADELLI

La viabilità interna all'impianto fotovoltaico, come indicato negli elaborati di progetto, sarà costituita da una strada perimetrale interna alla recinzione e da una serie di stradelli che attraversano trasversalmente le aree di impianto. E' prevista una larghezza pari a 3,5 metri per le strade perimetrali e pari a 8 m per gli stradelli interni al lotto.

Dal punto di vista strutturale, le strade perimetrali di impianto saranno costituite da una massiciata tipo Macadam, per la quale sono previste le seguenti fasi di lavorazione:

- scotticamento superficiale per una profondità massima di 20 cm;
- posa di strato di base costituito da materiale lapideo proveniente da cave di prestito o scavi di cantiere, per uno spessore di 20 cm – pezzatura 70-100 mm;
- posa di uno strato superiore a formare il piano viabile, in misto di cava per uno spessore di 10 cm al quale verrà miscelato un catalizzatore per la stabilizzazione (terra stabilizzata).

In base alla tipologia del terreno di sottofondo riscontrato, potrebbe essere necessario l'utilizzo di telo di geo-tessuto ad ulteriore rinforzo del sottofondo, così da evitare cedimenti al passaggio dei mezzi di servizio, e crescita di erbe infestanti durante la fase di esercizio dell'impianto.

Il materiale di posa sopraccitato potrà essere rinvenuto direttamente in sito durante le fasi di scavo per la posa delle Cabine di Campo. Ciò consentirà di ridurre notevolmente l'apporto di materiale da cave di prestito, riducendo così anche i costi dell'intero progetto.

Per gli stradelli interni all'impianto invece non sarà prevista alcun intervento rispetto alla situazione attuale del sito, ma resterà invariata la natura del terreno e le colture presenti (erbaio e foraggiere in generale).

Le strade perimetrali e quelle interne, seguiranno l'andamento orografico attuale, che di per se risulta pressoché pianeggiante.

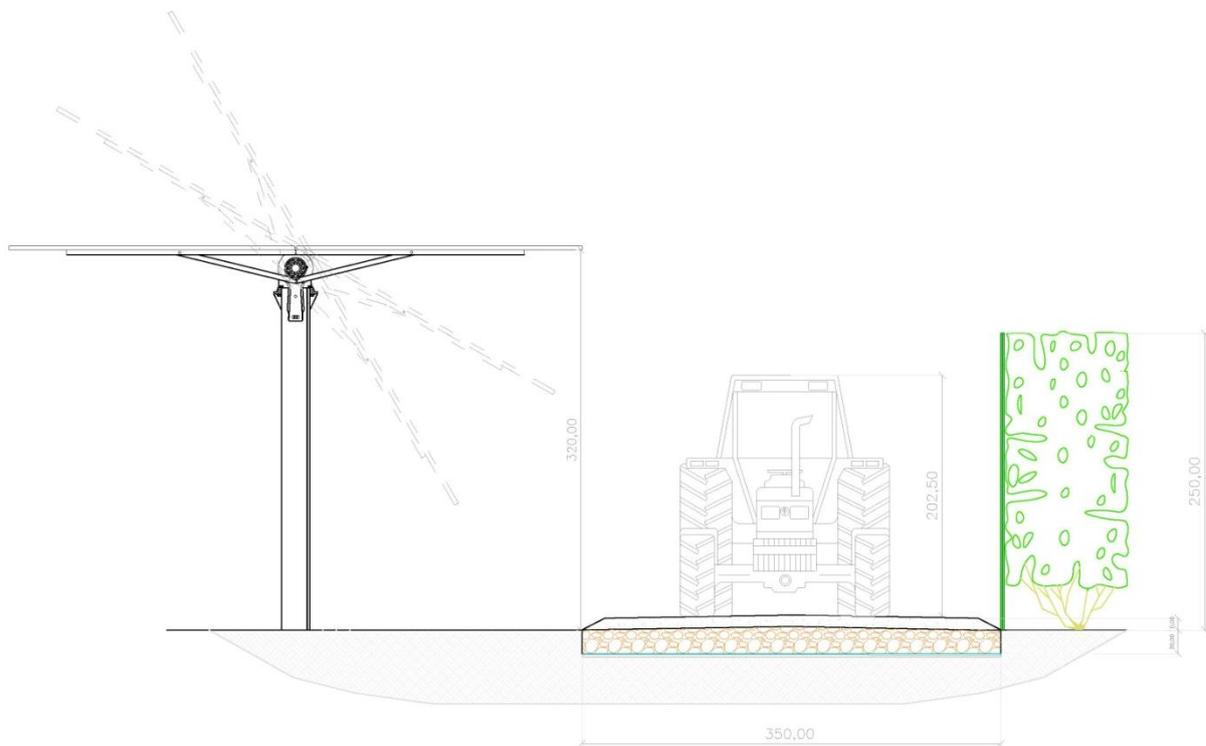


Figura 16: Sezione tipo strada perimetrale impianto.

### 3.3.5 REALIZZAZIONE RECINZIONE PERIMETRALE E CANCELLI

L'area nella quale sorgerà l'impianto sarà recintata con pannelli di rete metallica con maglia 50x200 mm, di lunghezza pari a 2,00 m ed altezza di 2,50 m; per assicurare una adeguata protezione dalla corrosione il materiale sarà zincato e rivestito con PVC di colore verde. I pannelli saranno fissati a paletti di acciaio anche essi con colorazione verde. I paletti saranno infissi nel terreno e alcuni saranno poi opportunamente controventati.

Alcuni dei moduli elettrosaldati saranno rialzati in modo da lasciare uno spazio verticale di 30 cm circa tra terreno e recinzione, per permettere il movimento interno-esterno (rispetto l'area di impianto) della piccola fauna.

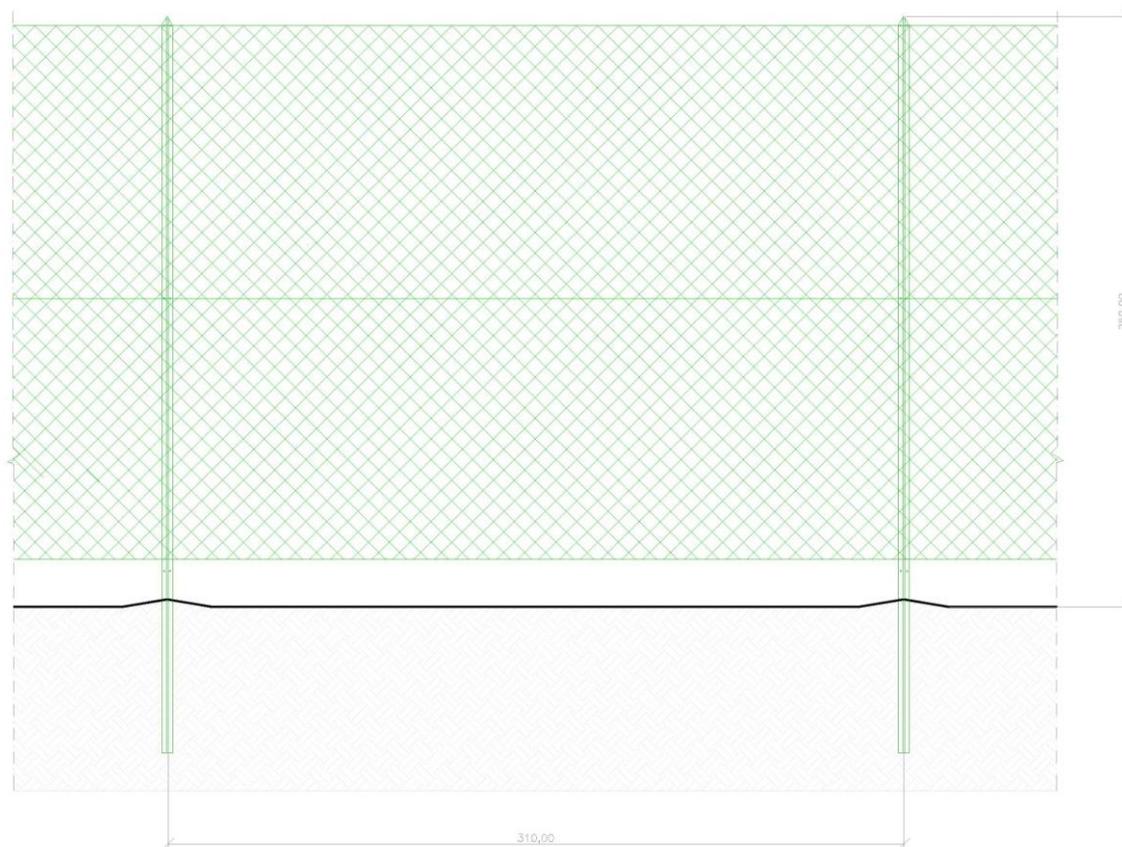


Figura 17: Prospetto tipo recinzione perimetrale.

La recinzione tipo presenterà le seguenti caratteristiche tecniche:

**Dimensioni**

- Maglia 50x200 mm;
- Tondo diametro 5 mm;
- Larghezza mm 2000;
- Maglie mm 150x50;

**Materiale**

- Acciaio S235 Jr EN10025–zincato second la Norma EN10244-2;

**Rivestimento**

- Verniciatura con poliestere;

**Colore**

- Verde RAL6005.

N.B. In fase di progettazione esecutiva le caratteristiche della recinzione potrebbero subire modifiche.

L'impianto sarà dotato di cancelli carrabili, uno ogni per ogni lotto recintato (per una precisa descrizione si rimanda agli elaborate grafici di progetto). I cancelli saranno realizzati in acciaio zincato anch'essi grigliati e sostenuti da 2 pilastri in acciaio zincato ancorati ad una trave di fondazione e avranno apertura pari a 5,00 m.

Si prevede la realizzazione di 1 cancello di accesso per ogni lotto di impianto (per un totale di 8 cancelli).

### 3.3.6 REALIZZAZIONE SIEPE PERIMETRALE

Al di fuori della recinzione sarà installata una siepe perimetrale di altezza pari a quella della stessa recinzione, il cui scopo è quello di mitigare l'impatto visivo. Nei punti in cui è presente vegetazione spontanea esistente, la siepe potrebbe essere non installata.

La specie arborea ipotizzata per l'installazione perimetrale è il corbezzolo, il quale non richiede un ingente apporto idrico per la crescita. Per il primo anno di crescita della siepe è previsto l'approvvigionamento idrico tramite l'utilizzo di autobotti; successivamente si valuterà se proseguire con questa soluzione o di prevedere un differente sistema di irrigazione.

Contestualmente alla piantumazione della siepe perimetrale, verranno fissati ogni 10 m lungo la recinzione, dei pali tutori per l'avifauna come ulteriore misura di mitigazione, per permettere la creazione e/o il ripristino di corridoi ecologici.

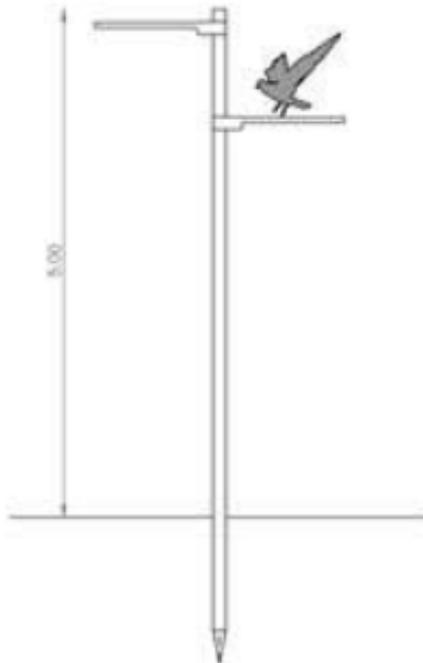


Figura 18: Esempio palo tutore per volatili.

### 3.3.7 SISTEMA DI ILLUMINAZIONE E VIDEOSORVEGLIANZA

#### 3.3.7.1 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

L'impianto di illuminazione sarà costituito da 2 sistemi:

*Illuminazione perimetrale:*

- Tipo lampada: Proiettori LED, Pn = 250W;

- Tipo armatura: proiettore direzionabile;
- Numero lampade: 500;
- Numero palificazioni: 250;
- Funzione: illuminazione stradale notturna e anti-intrusione;
- Distanza tra i pali: circa 40 m.

#### *Illuminazione esterno cabina:*

- Tipo lampade: Proiettori LED - 40W;
- Tipo armatura: corpo Al pressofuso, forma ogivale;
- Numero lampade: 4;
- Modalità di posa: sostegno su tubolare ricurvo aggraffato alla parete. Posizione agli angoli di cabina;
- Funzione: illuminazione piazzole per manovre e sosta.

Il suo funzionamento sarà esclusivamente legato alla sicurezza dell'impianto. Ciò significa che qualora dovesse verificarsi un'intrusione durante le ore notturne, il campo verrà automaticamente illuminato a giorno dai proiettori a led, installati sugli stessi pali montanti le telecamere dell'impianto di videosorveglianza. Quindi sarà a funzionamento discontinuo ed eccezionale. Inoltre la direzione di proiezione del raggio luminoso, sarà verso il basso, senza quindi oltrepassare la linea dell'orizzonte o proiettare la luce verso l'altro.

#### **3.3.7.2 VIDEO SORVEGLIANZA**

L'accesso all'area recintata sarà sorvegliato automaticamente da un sistema di Sistema integrato Anti-intrusione composto da:

- N. 250 telecamere TVCC tipo fisso Day-Night, per visione diurna e notturna, con illuminatore a IR, ogni 40 m circa così suddivisi:
  - cavo *alfa* con anime magnetiche, collegato a sensori microfonic, aggraffato alle recinzioni a media altezza, e collegato alla centralina d'allarme in cabina;
  - barriere a microonde sistemate in prossimità della muratura di cabina e del cancello di ingresso;
- N.1 badge di sicurezza a tastierino, per accesso alla cabina;
- N.1 centralina di sicurezza integrata installata in cabina. I sistemi appena elencati funzioneranno in modo integrato.

Il cavo alfa sarà in grado di rilevare le vibrazioni trasmesse alla recinzione esterna in caso di tentativo di scavalco o danneggiamento.

Le barriere a microonde rileveranno l'accesso in caso di scavalco o effrazione nelle aree del cancello e/o della cabina. Le telecamere saranno in grado di registrare oggetti in movimento all'interno del campo, anche di notte; la centralina manterrà in memoria le registrazioni.

I badges impediranno l'accesso alla cabina elettrica e alla centralina di controllo ai non autorizzati. Al rilevamento di un'intrusione, da parte di qualsiasi sensore in campo, la centralina di controllo, alla quale saranno collegati tutti i sopradetti sistemi, invierà una chiamata alla più vicina stazione di polizia e al responsabile di impianto tramite un combinatore telefonico automatico e trasmissione via antenna *gsm*.

### 3.5.8 STRUTTURE DI SOSTEGNO DEI MODULI FOTOVOLTAICI

Le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici saranno costituite da inseguitori (tracker) monoassiali, ovvero strutture di sostegno mobili che nell'arco della giornata "inseguono" il movimento del sole orientando i moduli fotovoltaici su di essi installati da est a ovest, con range di rotazione completo del tracker da est a ovest pari a  $120^\circ$  ( $-60^\circ/+60^\circ$ ).

I moduli fotovoltaici saranno installati sull'inseguitore su due file con configurazione 2V-portrait (verticale rispetto l'asse di rotazione del tracker).

Il numero dei moduli posizionati su un inseguitore è variabile. Nell'impianto in progetto si avranno inseguitori da 28 e da 56 moduli.

La loro installazione avverrà mediante infissione diretta nel terreno, con l'ausilio di opportuna macchina battipalo; i pali di sostegno raggiungeranno una profondità minima di 1,6 m dal piano campagna e saranno poi sottoposti a idonee prove di resistenza allo sfilaggio.

Tuttavia in fase esecutiva in base alle caratteristiche del terreno ed ai calcoli strutturali tale valore potrebbe subire modifiche che tuttavia si prevede siano non eccessive. La scelta di questo tipo di inseguitore evita l'utilizzo di cemento e minimizza i movimenti terra per la loro installazione.

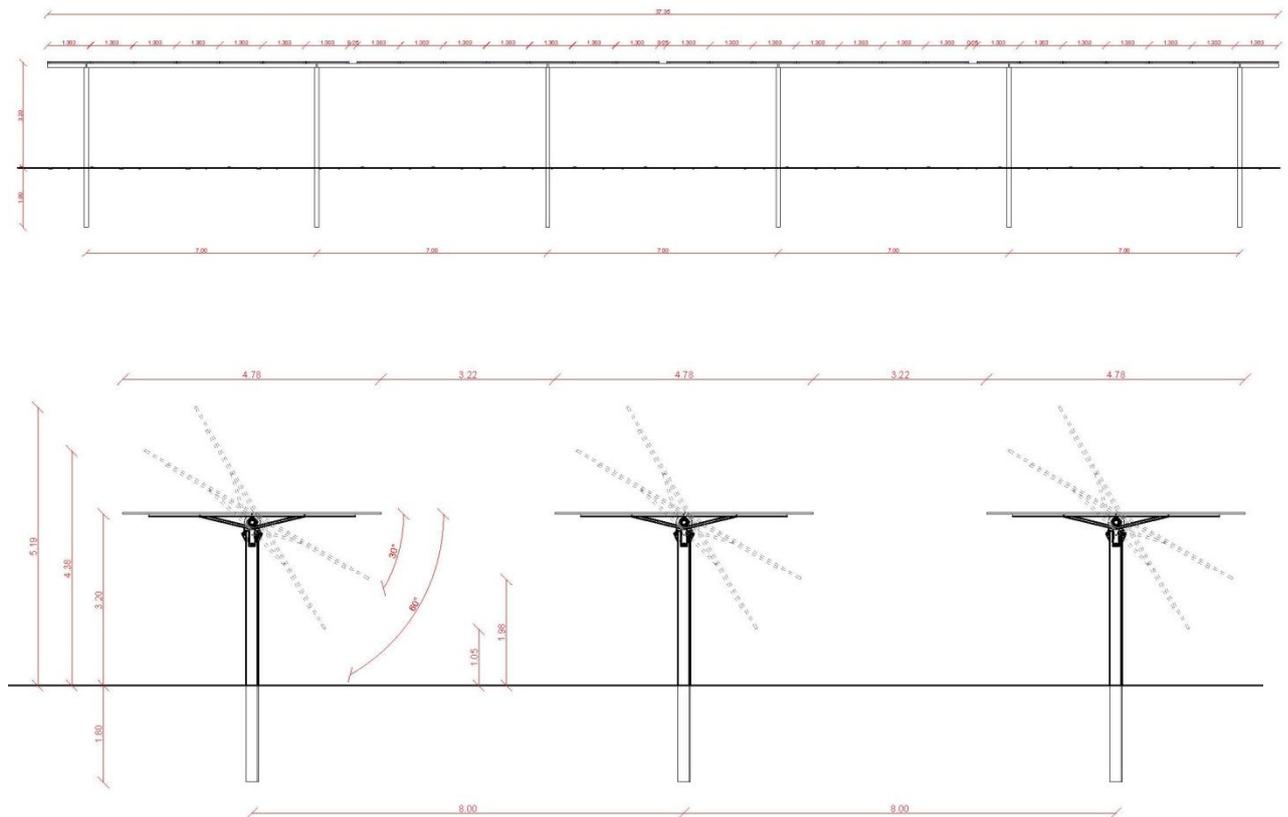


Figura 19: Sezioni tipo inseguitori monoassiali (trasversale – longitudinale).

Ciascun tracker si muove in maniera indipendente rispetto agli altri poiché ognuno è dotato di un proprio motore. La movimentazione dei tracker nell'impianto agrivoltaico è controllata da un software che include un algoritmo di backtracking per evitare ombre reciproche tra file adiacenti. Quando l'altezza del sole è bassa, i pannelli ruotano dalla

loro posizione ideale di inseguimento per evitare l'ombreggiamento reciproco, che ridurrebbe la potenza elettrica delle stringhe. L'inclinazione non ideale riduce la radiazione solare disponibile ai pannelli fotovoltaici, ma aumenta l'output complessivo dell'impianto, in quanto globalmente le stringhe fotovoltaiche sono esposte in maniera più uniforme all'irraggiamento solare.

Da un punto di vista strutturale il tracker è realizzato in acciaio da costruzione in conformità agli Eurocodici, con maggior parte dei componenti zincati a caldo. I tracker possono resistere fino a velocità del vento di 55 km/h, ed avviano la procedura di sicurezza (ruotando fin all'angolo di sicurezza) quando le raffiche di vento hanno velocità superiore a 50 km/h. L'angolo di sicurezza non è zero (posizione orizzontale) ma un angolo diverso da zero, per evitare instabilità dinamica ovvero particolari oscillazioni che potrebbero danneggiare i moduli ed il tracker stesso.

Per quanto attiene le fondazioni i tracker saranno fissati al terreno tramite pali infissi direttamente "battuti" nel terreno. La profondità standard di infissione è di 1,5 m, tuttavia in fase esecutiva in base alle caratteristiche del terreno ed ai calcoli strutturali tale valore potrebbe subire modifiche che tuttavia si prevede siano non eccessive. La scelta di questo tipo di inseguitore evita l'utilizzo di cemento e minimizza i movimenti terra per la loro installazione.

### 3.3.9 REALIZZAZIONE DI SCAVI PER SHELTER DI CAMPO E CABINA DI RACCOLTA

Per il posizionamento degli Shelter di Campo e della Cabina di Raccolta verrà realizzato uno scavo a sezione ampia di profondità che varia dai 65 cm ai 100 cm a seconda delle dimensioni della cabina. Lo sbancamento sarà eseguito per un'area di 1 m oltre l'ingombro massimo della cabina in tutti i lati, questo per consentire la realizzazione dell'impianto di terra esterno, secondo quanto previsto dalle specifiche Enel, che a sua volta sarà collegato all'anello perimetrale di terra dell'impianto.

Il materiale di risulta dello scavo, sarà destinato al riutilizzo o al conferimento in idonea discarica. Nel caso in progetto è prevista l'installazione di n°14 Shelter di Campo di ingombro massimo pari a 12,20 x 2,90 x 2,40 m (L, H, p) e di n°1 Cabina di Raccolta (CdR) di ingombro massimo pari a 20,00 x 3,10 x 2,50 m (L, H, p).

### 3.3.10 REALIZZAZIONE DI TRINCEE E CAVIDOTTI RETE MT INTERNA

Gli scavi (trincee) a sezione ristretta necessari per la posa dei cavi avranno ampiezza variabile in relazione al numero di terne di cavi che dovranno essere posate (da 40 a 60 cm), avranno profondità variabile in relazione alla tipologia di cavi che si andranno a posare. Per i cavi BT la profondità di posa sarà di minimo 0,7 m, per i cavi MT ed AT sarà di minimo 0,8 m.

Il percorso dei cavidotti sarà tale da minimizzare i movimenti di materiale. La posa dei cavi MT dagli Shelter dei sottocampi alla SSE Utente, e del cavo AT dalla SSE Utente alla SE Terna, sarà ottimizzato in termini di impatto ambientale, intendendo con questo che i cavidotti saranno realizzati, per quanto più possibile, al lato di strade esistenti ovvero delle piste di nuova realizzazione all'interno dell'area di impianto.

Pur prevedendo il progetto scavi in trincea a cielo aperto per la posa dei Cavi BT

attraversamento linea AT, i cavi saranno posati mediante TOC (Trivellazione Orizzontale Controllata) al fine di evitare qualsiasi movimento di materia su tutta la fascia di rispetto di pertinenza.



Figura 20: Scavo tipo per posa cavidotto.

### 3.4 OPERE ELETTRICHE

Da un punto di vista elettrico, il generatore fotovoltaico è costituito da stringhe. Una stringa sarà formata da 28 moduli collegati in serie, pertanto la tensione di stringa è data dalla somma delle tensioni a vuoto dei singoli moduli, mentre la corrente di stringa coincide con la corrente del singolo modulo.

Moduli per stringa	VOC (V) - STC	Imp <sub>p</sub> (A) – STC	Tensione max stringa
28	49,65	16,60	1390 V

Nella tabella seguente si evidenziano il numero di stringhe contenute nei tracker a seconda della loro lunghezza.

	Pot. Modulo (Wp)	Numero moduli	N° di stringhe
Tracker 28moduli	690	28	1
Tracker 56 moduli	690	56	2

L'energia prodotta dalle stringhe afferisce nei Quadri di Parallelo Stringhe, posizionati in campo in prossimità delle strutture di sostegno dei moduli. L'energia raccolta in ciascuno di essi viene poi trasportata all'interno degli Shelter preassemblati in stabilimento dal fornitore, contenenti il

gruppo conversione/trasformazione, dove afferirà a degli inverter centralizzati, 1 o 2 per ogni Shelter. L'inverter sarà dotato di un numero di ingressi pari a 32 (18 nel caso di inverter singolo da 3125 kVA), con una massima tensione di ingresso pari a 1.500 V (la tensione massima di stringa è di 1.390,20 V) e range operativo 875/1.300 V. Come detto, in ciascuno dei 32 ingressi dell'inverter potrà afferire un quadro di parallelo stringhe. Nel particolare caso del presente progetto avremo un massimo di 32 stringhe per Inverter.

L'inverter effettua la conversione della corrente continua in corrente alternata a 550 V trifase, con frequenza di 50 Hz. È prevista l'installazione di:

- n° 10 inverter con massima potenza in uscita lato AC pari a 2x3.125 kVA, per una potenza nominale totale di 62.500 kVA.
- n° 4 inverter con massima potenza in uscita lato AC pari a 3.125 kVA, per una Potenza nominale totale di 9.375 kVA.

All'interno degli Shelter l'energia a 550 V in c.a. subirà un innalzamento di tensione sino a 35 kV. In ciascuno Shelter sarà installato infatti un trasformatore MT/BT di taglia pari a 6.250 o 3.125 kVA.

In uscita dagli Shelter, l'energia sarà trasportata verso la Cabina di Raccolta MT.

Nella tabella seguente sono riassunte le caratteristiche principali dell'impianto.

Tipologia Tracker	n. Tracker	n. Stringhe	n. Pannelli	Peak Power (kWp)
<b>Trck 56 - 2V</b>	2.037	4.074	114.072	78.709,7
<b>Trck 28 - 2V</b>	239	239	6.692	4.617,5
<b>Totale</b>	<b>2.276</b>	<b>4.313</b>	<b>120.764</b>	<b>83.327,2</b>

L'energia di ciascun sottocampo (in totale 5) sarà convogliata (sempre tramite linee MT in cavo), nella Cabina Raccolta del tipo MT/MT.

Dalla Cabina di Raccolta l'energia sarà trasportata, tramite linea in cavo MT a 36 kV (costituita da 2 terne di cavi Air-Bag da 630 mm<sup>2</sup>, di lunghezza pari a circa 10,3 km), nella Sottostazione Elettrica Produttore di nuova realizzazione.

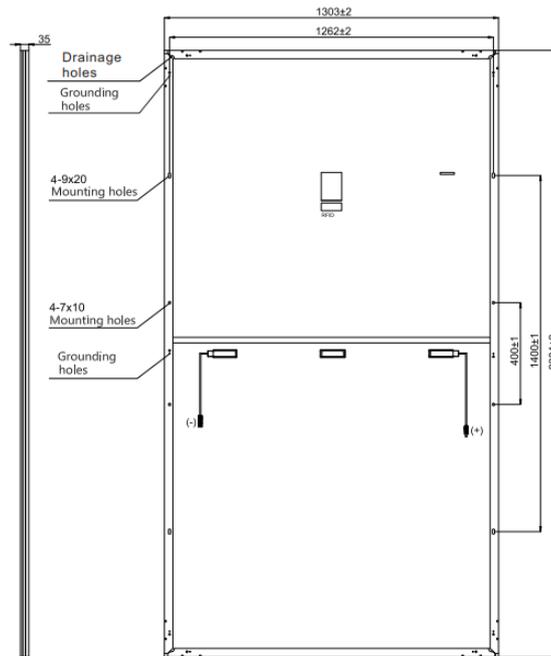
Nella *SSE Produttore* avverrà un altro innalzamento di tensione da MT (36 kV) ad AT (150 kV). La SSE sarà collegata tramite un cavidotto AT a 150 kV, di lunghezza pari a circa 2,6 km, alla Stazione Terna "Oristano" per la cessione dell'energia prodotta.

Il collegamento alla rete RTN di TERNA avverrà tramite cavidotto interrato lungo la banchina stradale delle infrastrutture presenti; nel caso di interferenze quali incroci stradali o corsi d'acqua, la posa dei cavi avverrà tramite tecnica TOC -trivellazione orizzontale controllata (per i dettagli sulle interferenze presenti si rimanda agli elaborati progettuali specifici).

### 3.4.1. MODULI FOTOVOLTAICI

I moduli fotovoltaici che si prevede di utilizzare saranno in silicio monocristallino di potenza pari a 690 Wp. Avranno dimensioni pari a 2.384 x 1.303 x35 mm.

**Dimensions of PV Module** Unit: mm



### ELECTRICAL DATA (STC)

Model Number	RSM132-8-675BHDG	RSM132-8-680BHDG	RSM132-8-685BHDG	RSM132-8-690BHDG	RSM132-8-695BHDG	RSM132-8-700BHDG
Rated Power in Watts-Pmax(Wp)	<b>675</b>	<b>680</b>	<b>685</b>	<b>690</b>	<b>695</b>	<b>700</b>
Open Circuit Voltage-Voc(V)	49.38	49.47	49.56	49.65	49.74	49.83
Short Circuit Current-Isc(A)	17.40	17.48	17.56	17.66	17.74	17.82
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	41.41	41.48	41.56	41.63	41.71	41.78
Maximum Power Current-Impp(A)	16.32	16.41	16.50	16.60	16.68	16.77
Module Efficiency (%) ★	21.7	21.9	22.1	22.2	22.4	22.5

STC: Irradiance 1000 W/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5 according to EN 60904-3.  
Bifacial factor:(%) 85±5 ★ Module Efficiency (%): Round-off to the nearest number

### Electrical characteristics with 10% rear side power gain

Total Equivalent power -Pmax (Wp)	743	748	754	759	765	770
Open Circuit Voltage-Voc(V)	49.38	49.47	49.56	49.65	49.74	49.83
Short Circuit Current-Isc(A)	19.14	19.23	19.32	19.43	19.51	19.60
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	41.41	41.48	41.56	41.63	41.71	41.78
Maximum Power Current-Impp(A)	17.95	18.05	18.15	18.26	18.35	18.44

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

**MECHANICAL DATA**

Solar cells	HJT cell
Cell configuration	132 cells (6×11+6×11)
Module dimensions	2384×1303×35mm
Weight	41 kg
Superstrate	High Transmission, Low Iron, Tempered ARC Glass
Substrate	Tempered Glass
Frame	High strength alloy steel
J-Box	Potted, IP68, 1500VDC, TÜV&UL Certified
Cables	4.0mm <sup>2</sup> (12AWG), Positive(+)350mm, Negative(-)230mm (Connector Included)
Connector	Risen Twinsel PV-SY02, IP68

**TEMPERATURE & MAXIMUM RATINGS**

Nominal Module Operating Temperature (NMOT)	43°C±2°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.22%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.047%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.24%/°C
Operational Temperature	-40°C~+85°C
Maximum System Voltage	1500VDC
Max Series Fuse Rating	35A
Limiting Reverse Current	35A

Figura 21: Caratteristiche dimensionali e tecniche del pannello fotovoltaico.

**3.4.2 GRUPPO INVERTER-TRASFORMATORI (SHELTER)**

Cabinati preassemblati dal fornitore (shelter), dotati dalla fabbrica al loro interno di Inverter e Trasformatore MT/BT (gruppo conversione-trasformazione), saranno installati in campo. L'energia prodotta dai moduli in bassa tensione, tramite la rete BT arriverà ai Quadri di Parallelo Stringa posizionati in prossimità delle strutture di sostegno dei moduli. Da questi poi verrà trasportata all'interno degli shelter per la conversione in corrente alternata e la trasformazione in Media Tensione a 30 kV.

Il gruppo di conversione / trasformazione di 3.125 kVA è costituito da:

- 1 Inverter centralizzato da 3.125 kVA per la conversione della corrente proveniente dai Quadri di Parallelo Stringhe, da corrente continua a corrente alternata;
- 1 trasformatore MT/BT di taglia pari a 3.125 kVA per l'innalzamento di tensione da 0,6 kV a 35 kV.

Il gruppo di conversione / trasformazione di 6.250 kVA è costituito da:

- 2 Inverter centralizzati ciascuno da 3.125 kVA per la conversione della corrente proveniente dai Quadri di Parallelo Stringhe, da corrente continua a corrente alternata;
- 1 trasformatore MT/BT di taglia pari a 6.250 kVA per l'innalzamento di tensione da 0,6 kV a 35 kV.

La corrente in uscita dal gruppo di conversione/trasformazione viene trasportata, tramite cavidotto in MT alla Cabina di Raccolta.

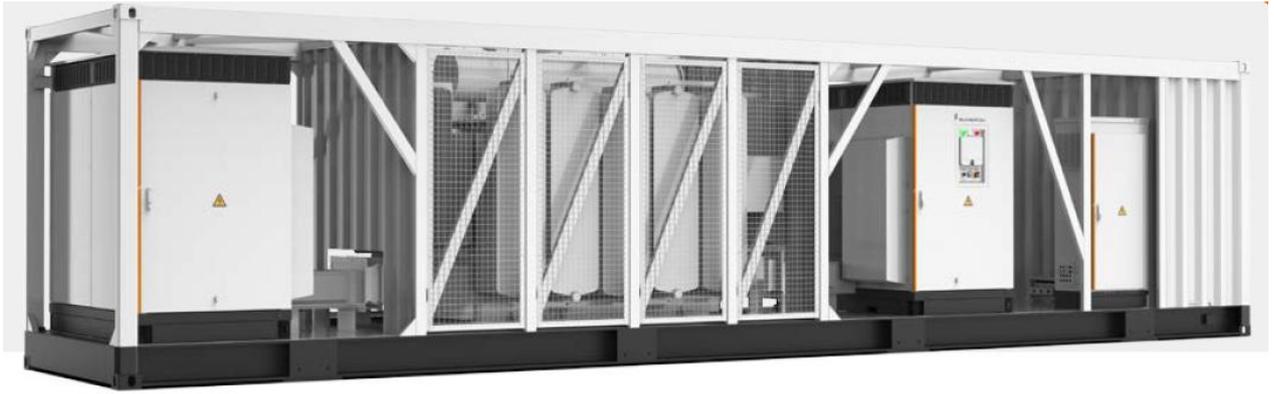


Figura 22: Inverter centralizzati Sungrow

### 3.4.3 CABINA DI RACCOLTA

In linea generale le cabine elettriche svolgono la funzione di edifici tecnici adibiti a locali per la posa dei quadri, degli inverter, del trasformatore, delle apparecchiature di telecontrollo, di consegna e misura.

Nel caso in oggetto la *Cabina di Raccolta* sarà a struttura monoblocco del tipo prefabbricato, composta da n° 2 vani atti a contenere le apparecchiature elettriche: il quadro generale in BT, il Quadro MT per l'arrivo e la partenza delle linee in cavo e gli organi di comando e protezione MT contenuti negli appositi scomparti, come rappresentato negli elaborati grafici costituenti il progetto.

La cabina, come accennato, sarà a struttura prefabbricata (tuttavia in fase di progettazione esecutiva si potrà optare per una struttura gettata in opera), che pertanto non necessita di fondazioni in cemento, fatta eccezione per la base di supporto della cabina stessa che sarà costituita da una platea in cemento dello spessore di 30 cm ed armata con rete elettrosaldata 20x20  $\varnothing$  10.

La cabina sarà dotata di impianto di illuminazione ordinario e di emergenza, forza motrice, alimentate da apposito quadro BT installato in loco, nonché di accessori normalmente richiesti dalle normative vigenti (schema del quadro, cartelli comportamentali, tappeti isolanti 30 kV, guanti di protezione 30 kV, estintore ecc.). Il sostegno dei circuiti ausiliari dei quadri per la sicurezza e per il funzionamento continuativo dei sistemi di protezione elettrica avverrà da gruppi di continuità (UPS) installati in loco.

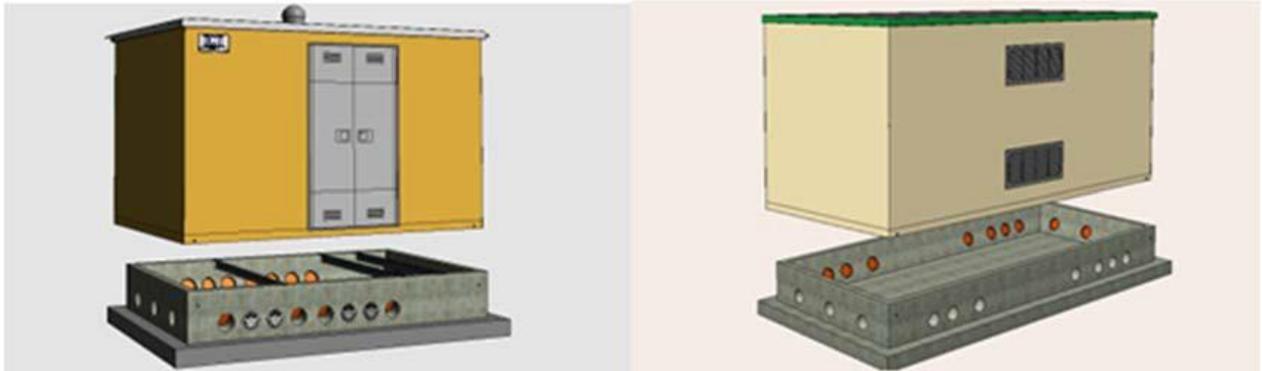


Figura 23: tipico Cabina prefabbricata monoblocco.

In linea generale, il box viene realizzato ad elementi componibili (il che consente anche in fase esecutiva di modificare le dimensioni della Cabina prevista, semplicemente accoppiando altri elementi ma sempre rimanendo nella sagoma volumetrica del presente progetto) prefabbricati in cemento armato vibrato, materiale a bassa infiammabilità (come previsto dalla norma CEI 11-1 al punto 6.5.2 e CEI 17-63 al punto 5.5) e prodotto in modo tale da garantire pareti interne lisce e senza nervature e una superficie interna costante lungo tutte le sezioni orizzontali come indicato nelle tavole allegate.

Il calcestruzzo utilizzato per la realizzazione degli elementi costituenti il box viene additivato con idonei fluidificanti-impermeabilizzanti al fine di ottenere adeguata protezione contro le infiltrazioni d'acqua per capillarità secondo quanto previsto dalla norma CEI 11-1 al punto 6.5.2.1.

Le dimensioni e le armature metalliche delle pareti sono sovrabbondanti rispetto a quelle occorrenti per la stabilità della struttura in opera, in quanto le sollecitazioni indotte nei vari elementi durante le diverse fasi di sollevamento e di posa in opera sono superiori a quelle che si generano durante l'esercizio.

Come appena detto, nelle cabine è prevista una fondazione prefabbricata in c.a.v. interrata, costituita da una o più vasche in c.a. unite e di dimensioni uguali a quelle esterne del box e di altezza variabile da 60 cm fino a 100 cm a seconda della tipologia impiegata.

Per l'entrata e l'uscita dei cavi vengono predisposti nella parete della vasca dei fori a frattura prestabilita, idonei ad accogliere le tubazioni in PVC contenenti i cavi; gli stessi fori appositamente flangiati possono ospitare dei passa cavi a tenuta stagna; entrambe le soluzioni garantiscono comunque un grado di protezione contro le infiltrazioni anche in presenza di falde acquifere.

L'accesso alla vasca avviene tramite una botola ricavata nel pavimento interno del box; sotto le apparecchiature vengono predisposti nel pavimento dei fori per permettere il cablaggio delle stesse.

Come già detto, il posizionamento delle Cabine di Campo e della Cabina di Smistamento prevede la realizzazione di uno scavo a sezione ampia di profondità che varia dai 65 cm ai 100 cm a seconda delle dimensioni della cabina. Lo sbancamento sarà eseguito per un'area di 1 m oltre l'ingombro massimo della cabina in tutti i lati, questo per consentire la realizzazione dell'impianto di terra esterno secondo quanto previsto dalle specifiche Enel DG10061 ed. V, che a sua volta sarà collegato all'anello perimetrale di terra dell'impianto.

Il materiale di risulta dello scavo, sarà destinato al riutilizzo o al conferimento in idonea discarica. Nel caso di progetto è prevista l'installazione di n°1 Cabina di Raccolta (*CdR*) di ingombro massimo pari a (*L, H, p*) 20,00 x 3,10 x 2,50 m.

#### 3.4.4 SOTTOSTAZIONE ELETTRICA PRODUTTORE (SSE)

L'energia prodotta dall'impianto agrivoltaico viene raccolta come detto nella CdR e convogliata verso la Stazione Elettrica Produttore (tramite linea MT a 36 kV in cavo interrato); nella SSE viene effettuata la trasformazione di tensione (30/150 kV) e la consegna dell'energia. La SSE sarà ubicata in un'area nelle vicinanze della sottostazione del gestore di rete (Terna S.p.A.).

La Sottostazione sarà costituita da:

- Un edificio servizi;
- 2 stalli AT.

La SSE si prevede che occupi complessivamente una superficie di 3.500 m<sup>2</sup> circa, per l'installazione dei 2 trasformatori MT/AT e dell'edificio locali tecnici.

L'area sarà recintata perimetralmente con recinzione realizzata con moduli in cls prefabbricati "a pettine" di altezza pari a 2,5 m circa. L'area sarà dotata di ingresso carrabile e pedonale.

I componenti elettrici principali della SSE Utente sono:

- il quadro MT
- i trasformatori MT/AT – 30/150 kV
- le apparecchiature AT di protezione e controllo.



Figura 24: Planimetria tipo SSE Produttore.

#### 3.4.3.1 QUADRO MT

Sarà installato in apposito locale nell'ambito del edificio facente parte della SSE Utente, si compone di:

- interruttore Linea A – dalla CdR FV (impianto fotovoltaico);
- interruttore Linea B – dalla CdR FV (impianto fotovoltaico);
- protezione trasformatore ausiliari;
- interruttore generale;
- sezionatore;
- arrivo linea da trasformatore MT/AT (30/150 kV);
- scomparto misure/ TV sbarra.

Si tratta di un quadro MT di tipo protetto (più una risalita sbarre). Per quanto riguarda il trasformatore dei Servizi Ausiliari (SA) è prevista l'installazione un trasformatore da 100 kVA.

Il quadro sarà in esecuzione da interno, di tipo protetto, realizzato in lamiera d'acciaio con spessore minimo 2 mm, saldata, ripiegata e rinforzata opportunamente, sarà completo di sbarre principali e di derivazione dimensionate secondo i carichi e le correnti di corto circuito.

Ciascuno scomparto sarà composto dalle seguenti celle segregate tra loro:

- cella interruttore MT, allacciamento cavi e sezionatore di terra con porta esterna di accesso cernierata;
- cella sbarre omnibus (comune per tutto il quadro);

- cella per circuiti ausiliari BT con porta esterna di accesso cernierata.

Nei quadri saranno inseriti tutti gli interblocchi necessari per prevenire errate manovre, che possano compromettere l'efficienza delle apparecchiature e la sicurezza del personale addetto all'esercizio dell'impianto.

A valle del trasformatore ausiliari sarà installato un quadro BT utilizzato per l'alimentazione di tutte le utenze BT della SSE Utente.

#### 3.4.3.2 TRASFORMATORI MT/AT

Per la trasformazione di tensione 30/150 kV saranno utilizzati 2 trasformatori trifase con avvolgimenti immersi in olio, da esterno, di potenza nominale pari a 40 MVA, muniti di variatore di rapporto sotto carico (150+/- 10 x 1,25%), con neutro ad isolamento pieno verso terra, gruppo vettoriale YNd11, esercito con il centro stella lato AT non collegato a terra, ma comunque accessibile e predisposto al collegamento futuro se necessario e/o richiesto.

#### 3.4.3.3 APPARECCHIATURE AT

Le apparecchiature AT, dello stallo utente, saranno collegate tra di loro tramite conduttori rigidi o flessibili in alluminio.

A partire dal trasformatore, la disposizione elettromeccanica delle apparecchiature AT sarà la seguente:

1. Scaricatori di tensione – n. 3
2. Trasformatori di corrente in SF6 (TA di misura e protezione) – n. 3
3. Interruttore tripolare in SF6
4. Trasformatori di tensione induttivi (TVI) – n. 3
5. Sezionatore a doppia apertura con lame di terra

Ciascuno dei 2 stalli sarà poi collegato al sistema di Sbarre AT a sua volta collegato allo Stallo di consegna all'interno della SE Terna "Oristano", nodo della RTN su cui avverrà la cessione dell'energia, mediante linea interrata AT.

#### 3.4.3.4 SERVIZI AUSILIARI

Per l'alimentazione dei Servizi Ausiliari in corrente alternata sarà prevista una fonte interna derivata direttamente dal quadro MT di sottostazione ed il gruppo elettrogeno di emergenza in grado di alimentare tutte le utenze della sottostazione.

#### *Trasformatore MT/BT*

L'alimentazione dal quadro MT avverrà per il tramite di trasformatore di distribuzione trifase / formatore di neutro, isolato in olio, tipo ermetico senza conservatore, installato all'interno del locale MT, con le seguenti caratteristiche:

- Potenza nominale avvolgimento secondario                      kVA100

- Corrente di neutro	500 A
- Ciclo di carico	4% continuo / 100% x 1 sec.
- Rapporto di trasformazione	30 ± 2x2,5% / 0,400kV
- Livelli di isolamento I	36 / 70 / 170kV
- Livelli di isolamento II	1,1/ 3 / -kV
- Collegamento	Zig-Zag / Stella con neutro
- Gruppo vettoriale	ZNn11
- Raffreddamento	ONAN

#### *Quadro BT corrente alternata*

Sarà previsto un armadio dedicato opportunamente dimensionato, prevedendo gli adattamenti necessari alle effettive esigenze di impianto, con struttura auto-portante, fondo chiuso da piastre asportabili per ingresso cavi, accessibilità dal fronte :

- Tensione nominale:	1.000 V
- Tensione esercizio:	400/230 V
- Corrente nominale:	160 A
- Corrente corto circuito:	10 kA
- Grado di protezione:	IP30

ed indicativamente sarà composto da:

- n. 1 interruttore 4x160 A di arrivo dal trasformatore di distribuzione, scatolato, protezione magneto-termica, contatti ausiliari segnalazione scatto; equipaggiato con un gruppo misura costituito da voltmetro e amperometro
- n. 1 interruttore 4x100 A di arrivo dal gruppo elettrogeno GE, scatolato, protezione magneto-termica, contatti ausiliari segnalazione scatto; l'interruttore sarà interbloccato con l'interruttore di arrivo del trasformatore di distribuzione
- interruttori modulari bipolari-quadripolari, protezione magneto-termica, contatto ausiliario di segnalazione posizione; alcuni interruttori saranno previsti con blocco differenziale 300 mA
- n. 1 relè di minima tensione
- n. 1 contatore statico multifunzione tipo FRER o equivalente classe 0,5, ad uso UTF.

#### *Sistema di distribuzione corrente continua*

Per l'alimentazione dei Servizi Ausiliari in corrente continua sarà previsto un sistema di distribuzione costituito da:

- n. 1 raddrizzatore carica batteria a due rami
- n. 1 inverter con by-pass completo di distribuzione 230 V CA (utenze privilegiate)
- n. 1 quadro di distribuzione 110 V CC.

#### *Gruppo elettrogeno*

I servizi ausiliari di stazione saranno alimentati solo dalla rete a 150 kV, per il tramite di trasformazioni AT/MT e MT/BT, e sarà presente un gruppo elettrogeno di emergenza da 25kVA. La commutazione rete gruppo avverrà in automatico in modo che nessun parallelo con la Rete possa verificarsi.

Il gruppo elettrogeno di emergenza sarà destinato ad alimentare le utenze BT nel caso di mancata tensione del trasformatore di distribuzione dei servizi ausiliari e sarà posizionato all'interno dell'edificio di stazione in apposito locale dedicato.

Il gruppo elettrogeno sarà dotato di:

- serbatoio combustibile di 50 litri, secondo circolare 31 MI.SA 78 (11), completo di indicatore di livello carburante a quadrante e di sensore di allarme min/max livello e avviamento arresto elettropompa carburante.
- quadro elettrico di comando e controllo per il funzionamento in automatico che, al mancare della tensione di rete, anche su una sola fase, inizia il ciclo di avviamento automatico, con
- un breve ritardo, per evitare partenze in caso di microinterruzioni della rete. Appena il gruppo ha raggiunto le condizioni nominali, dopo circa 10 secondi dalla mancanza della tensione di rete, viene abilitata l'inserzione del gruppo sull'utenza. Al rientro della tensione di rete, dopo un tempo opportuno, viene disinserito il gruppo dall'utenza e ripristinata l'alimentazione della rete. Dopo un tempo adeguato, necessario per il raffreddamento del motore, viene comandato l'arresto automatico del gruppo.
- Interruttore magnetotermico quadripolare per la protezione del generatore contro i corto circuiti, in esecuzione fissa, comando manuale.
- relè di protezione differenziale contro i contatti indiretti.
- carenatura insonorizzata in lamiera di acciaio zincato per il contenimento del gruppo elettrogeno, completa di sportelli apribili per la manutenzione e oblò lato quadro comando e controllo.
- marmitta con apposito condotto per evacuazione all'esterno dei fumi di combustione.
- silenziatore gas di scarico tipo residenziale e pulsante arresto di emergenza integrati nella sagoma della carenatura.

#### *3.4.3.5 RETE DI TERRA*

La rete di terra della SSE utente sarà estesa a tutta l'area recintata e all'area delle sbarre AT per la condivisione. L'impianto sarà costituito essenzialmente da una maglia realizzata con corda di rame nuda di sezione 50/70 mmq, posta ad intimo contatto con il terreno ad una profondità di

circa 80 cm dal piano campagna. Le maglie saranno quadrate, regolari e il dimensionamento del lato della maglia dipenderà dalla corrente di guasto a terra che sarà comunicata da TERNA prima della realizzazione dell'impianto e sarà tale da limitare le tensioni di passo e contatto a valori non pericolosi così come previsto dalla Norma CEI 11-1. La maglia sarà infittita in corrispondenza delle apparecchiature AT ed in generale nei punti con maggiore gradiente di potenziale. Inoltre la maglia sarà collegata ai ferri di armatura dei plinti di fondazione delle apparecchiature e del locale tecnico in più punti. Il collegamento ai ferri dei plinti è consentito dalla norma e non provoca alcun tipo di danno (corrosione) ai ferri di armatura stessi. Tutte le apparecchiature saranno collegate al dispersore mediante due o quattro corde di rame (sezione tipica 125 mmq). Prima dell'installazione dell'impianto di terra sarà effettuata una misura della resistività del terreno, e una volta realizzata la rete di terra sarà effettuata una misura di verifica per testare una eventuale necessità di irrobustimento della rete di terra stessa con l'adozione di accorgimenti specifici (picchetti aggiuntivi, aumento della magliatura).

#### 3.4.4 CAVIDOTTO AT

Come detto, è previsto che la centrale fotovoltaica venga allacciata alla rete di Distribuzione tramite una Sottostazione Elettrica Utente (30/150 kV) di trasformazione e consegna da realizzare contestualmente; questa, a sua volta, sarà collegata alla Stazione Elettrica SE di Terna (380/150 kV) "Oristano" che dista circa 2,6 km a Sud-Ovest dell'area della SSE.

Il cavo AT avrà le seguenti caratteristiche principali:

- Conduttore: Alluminio
- Isolamento: XLPE
- Guaina: Alluminio termofuso
- Diametro conduttore 48,9 mmq
- Sezione del conduttore: 1600 mmq
- Spessore del semiconduttore interno: 2mm
- Spessore medio isolante: 15,8mm
- Spessore del semiconduttore esterno: 1,3mm
- Spessore guaina metallica (circa): 0,6mm
- Spessore guaina: 4mm
- Diametro esterno nominale: 100mm
- Sezione schermo: 180mmq
- Peso approssimativo: 10kg/m
- Massima tensione di funzionamento: 170kV
- Messa a terra degli schermi – posa a trifoglio o posa in piano: assenza di circolazioni

- Portata di corrente posa a trifoglio, cavi interrati a 30°C: 970
- Portata di corrente posa in piano, cavi interrati a 30°C: 1050A
- Massima elettrica del conduttore a 20°C c.c.: 0,019 Ohm/km
- Capacità nominale: 0,3 microF/km
- Corrente ammissibile di cortocircuito: 20kA
- Tensione operativa: 150kV

La terna di cavi sarà posata all'interno di una trincea avente profondità massima di 1,1 m. I cavi saranno posati su letto di sabbia e completamente annegati essi stessi nella sabbia. Nel caso di interferenze quali attraversamenti stradali o corsi d'acqua, la posa del cavidotto avverrà tramite tecnica TOC – trivellazione orizzontale controllata (per una descrizione dettagliata delle interferenze si rimanda agli elaborati progettuali specifici).

I terminali saranno realizzati con schermi messi a terra da entrambi i lati (SSE e SE Terna).

### 3.5 OPERE AGRICOLE

#### 3.5.1 GESTIONE DEL SUOLO

Per il progetto dell'impianto agrivoltaico in esame, considerate le dimensioni relativamente ampie dell'interfila tra le strutture, tutte le lavorazioni del suolo, nella parte centrale dell'interfila, possono essere compiute tramite macchine operatrici convenzionali senza particolari problemi (8,00 m). A ridosso delle strutture di sostegno risulta invece necessario mantenere costantemente il terreno libero da infestanti mediante diserbo, che può essere effettuato tramite lavorazioni del terreno o utilizzando prodotti chimici di sintesi. Siccome il diserbo chimico, nel lungo periodo, può comportare gravi problemi ecologici e di impatto ambientale, nella fascia prossima alle strutture di sostegno si effettuerà il diserbo meccanico, avvalendosi della fresa interceppo, come già avviene nei moderni arboreti.



Figura 25: Esempio di fresatrice interceppo per le lavorazioni sulla fila (fonte Cucchi Macchine Agricole).

Trattandosi di terreni già adibiti a pascolo e a coltivazione di foraggio, bisognerà valutare la necessità di compiere trasformazioni e/o implementazioni idraulico-agrarie.

Per quanto concerne le lavorazioni periodiche del terreno dell'interfila, quali aratura, erpicatura o rullatura, queste vengono generalmente effettuate con mezzi che presentano un'altezza da terra molto ridotta, pertanto potranno essere utilizzate varie macchine operatrici presenti in commercio senza particolari difficoltà, in quanto ne esistono di tutte le larghezze e per tutte le potenze meccaniche. Le lavorazioni periodiche del suolo, in base agli attuali orientamenti, è consigliabile che si effettuino a profondità non superiori a 40,00 cm.

### 3.5.2 OMBREGGIAMENTO

L'esposizione diretta ai raggi del sole è fondamentale per la buona riuscita di qualsiasi produzione agricola. L'impianto in progetto, ad inseguimento mono-assiale, di fatto mantiene l'orientamento dei moduli in posizione perpendicolare a quella dei raggi solari, proiettando delle ombre sull'interfila che saranno tanto più ampie quanto più basso sarà il sole all'orizzonte.

Sulla base delle simulazioni degli ombreggiamenti per tutti i mesi dell'anno, elaborate dalla Società, si è potuto constatare che la porzione centrale dell'interfila, nei mesi da maggio ad agosto, presenta tra le 7 e le 8 ore di piena esposizione al sole. Naturalmente nel periodo autunnovernino, in considerazione della minor altezza del sole all'orizzonte e della brevità del periodo di illuminazione, le ore luce risulteranno inferiori. A questo bisogna aggiungere anche una minore quantità di radiazione diretta per via della maggiore nuvolosità media che si manifesta (ipotizzando andamenti climatici regolari per l'area in esame) nel periodo invernale.

Pertanto è opportuno praticare prevalentemente colture che svolgano il ciclo riproduttivo e la maturazione nel periodo primaverile/estivo.

È bene però considerare che l'ombreggiamento creato dai moduli fotovoltaici non crea soltanto svantaggi alle colture: si rivela infatti eccellente per quanto riguarda la riduzione dell'evapotraspirazione, considerando che nei periodi più caldi dell'anno le precipitazioni avranno una maggiore efficacia.

### 3.5.3 MECCANIZZAZIONE E SPAZI DI MANOVRA

Date le dimensioni e le caratteristiche dell'appezzamento, non si può di fatto prescindere da una totale o quasi totale meccanizzazione delle operazioni agricole, che permette una maggiore rapidità ed efficacia degli interventi ed a costi minori. Essendo l'interasse tra una struttura e l'altra di moduli (tracker) pari a 8 m e lo spazio libero tra una schiera e l'altra di moduli fv variabile da un minimo di 3,22 m (quando i moduli sono disposti in posizione parallela al suolo, – tilt pari a 0° - ovvero nelle ore centrali della giornata) ad un massimo di 5,58, m (quando i moduli hanno un tilt pari a 60°, ovvero nelle primissime ore della giornata o al tramonto), risulta pertanto facilitato il passaggio delle macchine trattatrici, considerato che le più grandi in commercio, non possono avere una carreggiata più elevata di 2,50 m, per via della necessità di percorrere tragitti anche su strade pubbliche.

DIMENSIONI <sup>1)</sup>	
A: Lunghezza totale senza attrezzi / con sollevatore/zavorramento anteriore (mm)	6.015 / 6.295 / 6.225
con assale posteriore heavy-duty	- / - / -
B: Altezza totale (mm)	3.375
C: Larghezza totale (all'estensione dei parafanghi posteriori) (mm)	2.550
D: Passo standard / con assale posteriore heavy-duty (mm)	3.105 / -
E: Distanza dal centro assale posteriore al tetto cabina (mm)	2.488
F: Carreggiata anteriore (mm)	1.560 - 2.256
Carreggiata posteriore (mm)	1.470 - 2.294

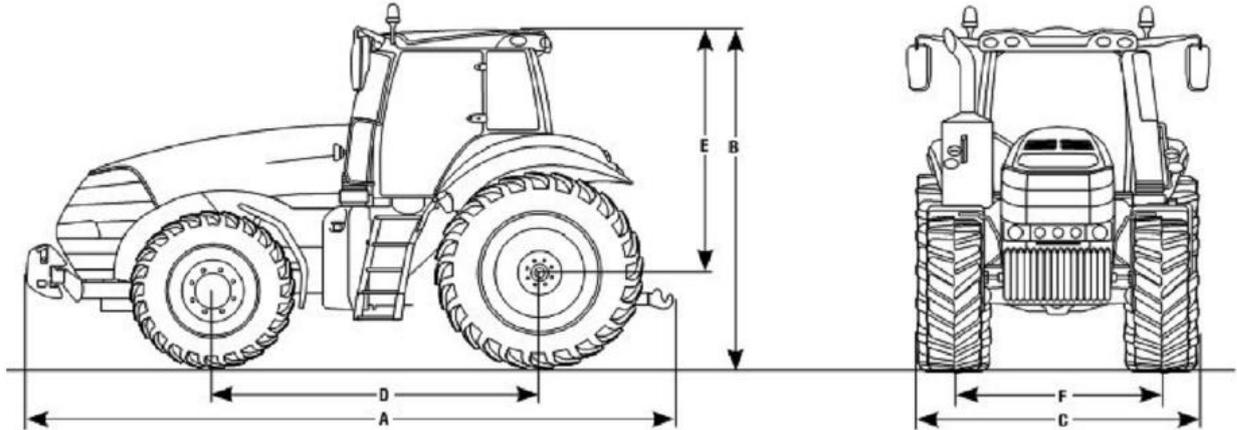


Figura 26: Dimensioni di trattore gommato di grandi dimensioni.

Qualche problematica potrebbe essere associata alle macchine operatrici (trainate o portate), che hanno delle dimensioni maggiori, ma esistono in commercio macchine di dimensioni idonee ad operare negli spazi liberi tra le interfile.

Per quanto riguarda gli spazi di manovra a fine corsa questi saranno non inferiori ai 10,00 m tra la fine delle interfile in prossimità della viabilità di impianto.

### 3.5.4 PRESENZA DI CAVIDOTTI INTERRATI

La presenza dei cavi interrati nell'area dell'impianto agrivoltaico non rappresenta una problematica per l'effettuazione delle lavorazioni periodiche del terreno durante la fase di esercizio dell'impianto. Infatti queste lavorazioni non raggiungono mai profondità superiori a 40 cm, mentre i cavi interrati saranno posati ad una profondità minima di 90 cm.

### 3.5.5 DEFINIZIONE DEL PIANO COLTURALE

Per la definizione del piano colturale sono state valutate le colture attualmente prodotte nei terreni interessati. Naturalmente sarà fatta una distinzione tra le aree coltivabili tra le strutture di sostegno (interfile) e la fascia arborea perimetrale, per la quale saranno previste delle specie arboree differenti.

#### 3.5.5.1 VALUTAZIONE DELLE COLTURE ATTUALMENTE PRESENTI IN SITO

In prima battuta si è fatta una valutazione se orientarsi verso colture ad elevato grado di meccanizzazione oppure verso colture ortive e/o floreali. Queste ultime sono state però

considerate poco adatte per la coltivazione tra le interfile dell'impianto agrivoltaico per i seguenti motivi:

- necessitano di molte ore di esposizione diretta alla luce;
- richiedono l'impiego di molta manodopera specializzata;
- hanno un fabbisogno idrico elevato;
- la gestione della difesa fitosanitaria è molto complessa.

Ci si è orientati pertanto verso colture ad elevato grado di meccanizzazione o del tutto meccanizzate (considerata anche l'estensione dell'area) quali:

- a) Copertura con manto erboso
- b) Colture da foraggio
- c) Colture aromatiche e officinali
- d) Colture arboree intensive (fascia perimetrale)
- e) Cereali e leguminose da granella.

Nello specifico, essendo già l'area interessata da colture foraggere con alternanza a pascolo dall'azienda agricola "Coccollone", la società è intenzionata a rispettare la vocazione dei suoli e delle pratiche colturali in essere ottimizzando la meccanizzazione dei raccolti ed incrementando la producibilità.

### *3.5.5.2 DESCRIZIONE DEL PIANO COLTURALE DEFINITO PER L'IMPIANTO AGRIVOLTAICO*

Contemporaneamente all'installazione dell'impianto agrivoltaico, sarà realizzata quindi la fascia arborea perimetrale che presenterà una superficie pari a 2,50 ha circa. Si tratterà di corbezzolo, arbusto sempreverde e molto ramificato, tipico della macchia mediterranea, con la particolarità che non richiede particolari costi di gestione e manutenzione, costituito solo da un filare su una lunghezza pari a circa 10 km (equivalente ai perimetri delle aree interessate dall'impianto AGV).

Per il primo anno di crescita, l'irrigazione verrà eseguita tramite autobotte, al fine di un accrescimento rapido.

Per quanto riguarda l'intera superficie occupata dall'impianto, questa continuerà ad essere coltivata a foraggio (trifoglio, vecchia, orzo da foraggio), per un totale di 79 ha circa (le superfici indicate sono quelle calcolate al netto delle varie fasce di rispetto, le viabilità perimetrali e le piazzole di servizio in cui saranno posizionati gli inverter).

Questo tipo di colture non richiedono, per loro natura, grandi apporti idrici, pertanto si potrà proseguire con lo sfruttamento dei pozzi presenti e con i sistemi di irrigazione presenti.

In buona sostanza verranno praticati lo sfalcio, l'asciugatura e l'imballatura del prodotto.

Si farà pertanto ricorso ad un mezzo meccanico, la falciacondizionatrice, che effettuerà lo sfalcio, convogliando il prodotto tra due rulli in gomma sagomati che ne effettuano lo schiacciamento e disponendolo poi, grazie a due semplici alette, in andane (striscie di fieno disposte ordinatamente sul terreno). In commercio vi sono falciacondizionatrici con larghezza di taglio da 3,50 m che sono perfettamente utilizzabili tra le interfile dell'impianto agrivoltaico.

Completate queste operazioni e terminata la fase di asciugatura, si procederà con l'imballatura del fieno, che verrà effettuata circa 7-10 giorni dopo lo sfalcio, utilizzando una rotoimballatrice (macchina che lavora in asse con la macchina trattrice e pertanto idonea per muoversi tra le

interfile). Questa macchina imballerà il prodotto in balle cilindriche (rotoballe), da 1,50-1,80 m di diametro e 1,00 m di altezza. Si sceglierà in un secondo momento se utilizzare una rotoimballatrice a camera fissa o a camera variabile. La differenza consiste nel fatto che quella a camera fissa imballa il prodotto sempre con le stesse modalità, mentre quella a camera variabile consente di produrre balle con dimensioni, pesi e densità variabili in funzione del prodotto raccolto.



Figura 27: Esempio di falcia condizionatrice e rotoimballatrice a camera fissa.

Dato il peso delle rotoballe (in genere pari a 250 kg), per la rimozione e la movimentazione sarà necessario utilizzare un trattore dotato di sollevatore anteriore a forche ma, visti gli spazi a disposizione tra le interfile la rimozione del fieno imballato non richiederà particolari manovre per essere caricato su un camion o rimorchio che verrà posizionato alla fine dell'interfila.

### 3.6 MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il monitoraggio ambientale nella VIA comprende 4 fasi principali:

- 1) monitoraggio, ossia l'insieme delle misure effettuate, periodicamente o in maniera continua, attraverso rilevazioni nel tempo (antecedentemente e successivamente all'attuazione del progetto) di determinati parametri biologici, chimici e fisici che caratterizzano le sorgenti di contaminazione/inquinamento e/o le componenti ambientali impattate dalla realizzazione e/o dall'esercizio delle opere;
- 2) valutazione della conformità con i limiti di legge e con le previsioni d'impatto effettuate in fase di verifica della compatibilità ambientale del progetto;
- 3) gestione di eventuali criticità emerse in sede di monitoraggio non già previste in fase di verifica della compatibilità ambientale del progetto;
- 4) comunicazione dei risultati delle attività di monitoraggio, valutazione, gestione all'autorità competente e alle agenzie interessate.

Le attività necessarie per la redazione del Piano di Monitoraggio Ambientale sono definite in funzione di:

- analisi dei documenti di riferimento e definizione del quadro informativo esistente;
- esecuzione di specifici sopralluoghi specialistici finalizzati all'acquisizione di dati sullo stato delle componenti ambientali;
- misurazione periodica di specifici parametri indicatori dello stato di qualità delle predette componenti;
- individuazione di eventuali azioni correttive laddove gli standard di qualità ambientale stabiliti dalla normativa applicabile dovessero essere superati.

### 3.6.1 BIOMONITORAGGIO

Con il termine di Biomonitoraggio si intende il monitoraggio dell'inquinamento mediante organismi viventi. Le principali tecniche di biomonitoraggio consistono nell'uso di organismi Bioaccumulatori (organismi in grado di sopravvivere in presenza di inquinanti che accumulano nei loro tessuti; con il loro uso è possibile ottenere dati sia di tipo qualitativo che quantitativo) e di organismi Bioindicatori (organismi che subiscono variazioni evidenti nella fisiologia, nella morfologia o nella distribuzione spaziale sotto l'influsso delle sostanze presenti nell'ambiente).

Spesso non si conosce nulla riguardo la presenza delle migliaia di molecole sintetiche veicolate in atmosfera, trasportate dall'acqua, deposte al suolo, delle quali sono ignote non solo la pericolosità e il grado di biodisponibilità (se una sostanza inquinante non è biodisponibile non risulta dannosa per l'organismo) ma, nella maggioranza dei casi, sono sconosciuti anche il nome, la formula chimica, l'origine. Tanto meno si conosce il comportamento di queste molecole nell'ambiente, nelle varie condizioni meteorologiche, le loro modalità di assunzione e i loro effetti sugli esseri viventi, le sinergie e le reazioni che esse provocano all'interno di questi.

Le maggiori difficoltà nelle misurazioni dirette delle alterazioni ambientali si verificano in presenza di basse concentrazioni di inquinanti propagati da sorgenti puntiformi o diffuse, spesso discontinue, le cui sostanze immesse nell'ambiente subiscono trasformazioni ignote. Queste difficoltà possono essere superate con l'uso degli organismi viventi bioindicatori che, seppure non in grado di definire le sostanze tossiche presenti nell'ambiente, sono senz'altro capaci di rilevare gli effetti tossici che queste sostanze hanno su di essi.

Il biomonitoraggio, rispetto alle tecniche analitiche tradizionali, ha il vantaggio di fornire stime sugli effetti combinati di più inquinanti sugli esseri viventi, ha costi di gestione limitati e dà la possibilità di coprire con relativa facilità vaste zone e territori diversificati, consentendo una adeguata mappatura del territorio. ( fonte [www.apat.gov.it](http://www.apat.gov.it)).

### 3.6.2 BIOINDICATORI

Come «bioindicatore» si indica una struttura biologica capace di rilevare una qualsiasi variazione di tipo ambientale attraverso una correlazione di tipo “causa-effetto”. Gli indicatori biologici sono in grado di rilevare gli effetti negativi che gli inquinanti hanno su di essi. I bioindicatori, inoltre, forniscono informazioni integrate mettendo in evidenza alterazioni causate da diversi fattori: la risposta di un bioindicatore a una perturbazione deve essere quindi interpretata e valutata in quanto sintetizza l'azione sinergica di tutte le componenti ambientali. La stretta

relazione che esiste tra le forme di vita e i diversi tipi di ambiente fa della struttura un descrittore dell'ambiente stesso. Il bioindicatore può essere una comunità, un gruppo di specie con comportamento analogo, una specie particolarmente sensibile, oppure una porzione di organismo.

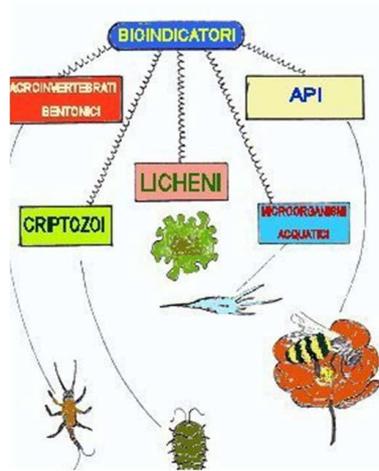


Figura 28: diversi tipi di bioindicatori.

#### 3.6.2.1 BIOINDICATORE "APIS MELLIFERA"

L'«*Apis mellifera*» detta "ape domestica" è uno degli insetti più studiati e pertanto abbiamo a disposizione il maggior numero possibile di dati.

Da circa trent'anni il Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari (DISTAL) dell'Università degli studi di Bologna in collaborazione con l'Istituto Nazionale di Apicoltura indaga sul rapporto tra api e pesticidi e impiega le api per stabilire il grado di inquinamento ambientale. Allo studio dei pesticidi è stato affiancato lo studio dei radionuclidi e dei contaminanti tipici delle aree urbane e industriali (Metalli Pesanti e Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)).

- Le api sono un ottimo bioindicatore per diversi motivi:
- Il corpo peloso trattiene le polveri;
- Riproduzione elevata;
- Numerose ispezioni al giorno;
- Campionano il suolo, vegetazione, acqua e aria;
- Moltitudine di indicatori per alveare;
- Organizzazione sociale retta su regole "ripetitive" e "codificate" .

Un alveare di api mellifere contiene in media 50.000 api, di cui 10.000 sono le "raccoltrici". Ognuna di queste raccoltrici visita al giorno circa 1.000 fiori. Ogni alveare compie al giorno 10.000.000 di micro-prelievi in ambiente, in un'area definita sul raggio medio di volo delle api (1,5 km) pari a 7 km<sup>2</sup>. Tutto ciò che le api campionano in ambiente viene stoccato in un unico punto, l'alveare, luogo di misura del biomonitoraggio mediante api. Ragion per cui il miele è la sintesi finale di questa capillare presenza di api sul territorio.

Attraverso le analisi melissopalinoologiche sulla “matrice miele” infatti è possibile risalire alla derivazione botanica e geografica dello stesso, dato utile per stabilire la flora circostante all'alveare.

I limiti di impiego sono:

- Volano con temperature superiori ai +10°C;
- Alcune api possono non far rientro nell'alveare;
- Il censimento in tempo reale della famiglia per stadio ed età è difficile;
- Scelgono autonomamente il cibo.

### 3.6.3 APICOLTURA ALL'INTERNO DEL PROGETTO

Il progetto consiste nell'installazione di arnie all'interno dell'area recintata utilizzata per l'installazione dei moduli fotovoltaici.

La presenza di alveari nel sito di progetto porta l'intero ecosistema a beneficiare dell'importate ruolo che le api assumono in natura, cioè quello di impollinatori. Ospitare le api nell'area di progetto ha degli effetti pratici quali:

- l'aumento della biodiversità vegetale e animale;
- la produzione di miele;
- la possibilità di effettuare un bio monitoraggio.

Le api sono le migliori alleate delle piante e garantiscono ad esse un'alta probabilità di riproduzione. Grazie alla precisa impollinazione delle api, le piante possono aumentare la loro presenza nel territorio locale e diversificarsi per far fronte alle difficoltà ambientali.

L'aumento della presenza vegetale porta direttamente ad un aumento di altre specie di insetti, volatili e mammiferi che di quelle piante si nutrono. L'aumento della varietà di piante presenti in un determinato luogo, invece sono segno tangibile della qualità ambientale e dell'alta resilienza dell'ecosistema. Da questa perfetta sincronizzazione nasce l'attività di apicoltura e dei prodotti che ne derivano, il più importante dei quali è il miele che darà la misura finale della qualità e della biodiversità.

Gli alveari saranno utilizzati al fine di biomonitorare l'ecosistema dell'area oggetto di studio; le arnie verranno collocate in diverse aree del sito al fine di permettere un monitoraggio esaustivo.

Verrà seguito un protocollo di campionamento e il risultato finale sarà espresso direttamente dal miele prodotto. Il miele estratto, infatti, non sarà caratterizzato esclusivamente dal suo valore nutritivo e dalla ricchezza sensoriale, ma anche dal grado di informazione che riesce ad esprimere per mezzo di analisi di laboratorio dedicate, i cui risultati potranno essere veicolati al consumatore finale, dotando il barattolo di miele di etichetta interattiva capace di informare il consumatore circa la natura del prodotto, la qualità e la sua sicurezza alimentare.

Gli obiettivi della ricerca scientifica consistono nel misurare il livello di qualità ambientale dell'area di progetto, come detto ubicata nei Comuni di Solarussa e Siamaggiore (OR).

Si potranno individuare i metalli pesanti, il particolato, le diossine e gli IPA presenti negli alveari ubicati nell'area d'indagine. Altri agenti inquinanti saranno noti solo al conseguimento delle analisi di laboratorio.