



COMUNE DI  
VILLACIDRO



COMUNE DI  
SAN GAVINO MONREALE



PROVINCIA DEL  
MEDIO CAMPIDANO



MINISTERO DELLA  
TRANSIZIONE ECOLOGICA



REGIONE AUTONOMA  
DELLA SARDEGNA



COMUNE DI  
SANLURI



COMUNE DI  
SERRAMANNA

# PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO "VILLACIDRO 3" E OPERE CONNESSE

COMUNI DI VILLACIDRO E SAN GAVINO MONREALE (VS)

POTENZA MASSIMA DI IMMISSIONE IN RETE 50.000 kW  
POTENZA MASSIMA INSTALLATA PANNELLI 51.300 kWp

A

IMPIANTO AGRIVOLTAICO

DATA  
25/02/2022

REVISIONE  
1

SCALA  
n.d.

CODICE

**A.AGR.1**

TITOLO

**RELAZIONE AGRONOMICA**

IL PROPONENTE

**GREEN ENERGY SARDEGNA 2 S.r.l.**  
Piazza del Grano, 3  
39100 Bolzano (BZ)

IL PROGETTISTA

**Dott. Agronomo Ignazio Marco Atzeni**  
Via Pergolesi n°8 – 09025 Sanluri (SU)  
Tel 070 9370628 mob. +39 328 7475273  
Email atzeni.m@tiscali.it

**GREENENERGYSARDEGNA2**

GREEN ENERGY SARDEGNA 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 39100 Bolzano (BZ)



## 1 INDICE

1-INDICE.....	1
2-PREMESSA.....	2
3-CONTESTO NORMATIVO.....	3
4-INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	5
5-CARATTERISTICHE CLIMATICHE.....	8
5.1 Effetti dei pannelli fotovoltaici sul microclima.....	9
6-CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE.....	10
7-DESCRIZIONE GENERALE DELLO STATO DEI LUOGHI.....	12
8-PRINCIPALI CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO IN PROGETTO.....	17
9-DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI AGRONOMICI PROPEDEUTICI ALL'IMPIANTO DELLE COLTURE IN PROGETTO.....	22
10-PIANO COLTURALE IN PROGETTO.....	26
10.1-Mirto.....	26
10.2-Colture foraggere.....	36
10.3-Sistema di monitoraggio.....	39
10.4-Calcolo ULA (unità lavorative annue) .....	40
11 COMPUTO METRICO ESTIMATIVO DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO AGRONOMICO E FERTILIZZAZIONE TERRENO, DI IMPIANTO DEL MIRTETO E DELLE COLTURE FORAGGERE, DELLE OPERE AUSILIARIE E DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO DELLE CONDIZIONI AMBIENTALI.....	41
12 PROGETTI DI RICERCA E SVILUPPO CON ENTI DI RICERCA PUBBLICI E PRIVATI.....	45
13-OPERE DI MITIGAZIONE.....	46
14-CONCLUSIONI.....	48

## **2 PREMESSA**

La presente relazione agronomica è stata redatta dal sottoscritto dottore agronomo Ignazio Marco Atzeni, iscritto all'Ordine dei Dottori Agronomi e dei Dottori Forestali di Oristano Sez. A con il n. 98 con studio a Sanluri in Via Pergolesi n.8 e a Tempio Pausania in Via Grazia Deledda 4/C.

Il proponente e titolare della proposta progettuale è la società Green Energy Sardegna 2 S.r.l. del gruppo Fri-El Green Power, con sede a Bolzano in piazza del Grano n° 3, partita IVA n. 02993950217 e numero REA 222872.

Di recente la società Green Energy Sardegna 2 S.r.l. ha sottoscritto un contratto con la Fri-El Green House S.r.l. Società Agricola, con sede legale in Ostellato (FE) in Via delle Serre n.1 per lo sviluppo congiunto di un impianto fotovoltaico e di un progetto agricolo.

La Fri-El Green House S.r.l. Società Agricola è una società che ha come oggetto sociale l'esercizio in via esclusiva di attività agricola ai sensi dell'art. 2135 del Codice Civile, in particolare nei settori della viticoltura, dell'ortofrutta e della coltivazione del mais, ed ha in programma l'avvio della produzione di colture officinali e coltivazioni arboree.

Il contratto congiunto stipulato tra le due società e nell'ambito del quale verrà sviluppato il progetto agrivoltaico in parola prevede in modo particolare le seguenti clausole.

La società Green Energy Sardegna 2 S.r.l. si occuperà:

- dell'individuazione e del monitoraggio della regolamentazione e normativa sul settore fotovoltaico (sussistenza e durata eventuali incentivi, procedure da seguire, adempimenti da espletare, criteri di accesso);
- dell'attività di richiesta e accettazione della STMG (preventivo di connessione inviato da Terna S.p.A. ai sensi del TICA, Testo Unico Integrato delle Connessioni Attive, per la connessione dell'impianto alla competente rete elettrica);
- della individuazione e della contrattualizzazione dei terreni;
- della progettazione dell'impianto;
- della redazione di tutta la documentazione necessaria al fine di presentare alle Autorità competenti la richiesta di rilascio del Provvedimento Autorizzativo Unico Regionale (PAUR) oppure della Verifica di Assoggettabilità a VIA e della Autorizzazione Unica (AU) avviando l'iter autorizzativo unico di cui al D.Lgs. 387/2003;
- di seguire con diligenza l'iter volto all'ottenimento della Autorizzazione Unica ai sensi della Legge 387/2003;
- ove necessario, di sottoscrivere la convenzione con il Comune territorialmente interessato e/o con gli altri Enti territoriali eventualmente interessati, al fine di definire gli importi dovuti alle municipalità a titolo di compensazione ambientale;
- di ottenere tutte le necessarie concessioni ed autorizzazioni accessorie per la costruzione e l'esercizio del progetto;

- dell'ottenimento di tutti i necessari diritti di connessione alla rete di TERNA o del distributore in MT o in AT con durata almeno pari al periodo durante il quale l'impianto rimarrà in esercizio;
- della costruzione a propria cura e spese dell'impianto fotovoltaico;
- della manutenzione tecnica, ordinaria e straordinaria, dell'impianto fotovoltaico.

La Fri-El Green House S.r.l. Società Agricola si occuperà invece:

- dell'individuazione, caso per caso, della giusta produzione agricola da realizzare come progetto agricolo;
- della realizzazione e della cura del progetto agricolo individuato;
- del mantenimento del progetto agricolo per tutta la durata in vita dell'impianto fotovoltaico;
- della manutenzione e cura di tutti i terreni su cui insisterà il comune progetto agrovoltaico.

La presente relazione agronomica, di cui fa parte integrante, viene redatta in particolare nell'ambito di un progetto di impianto agrivoltaico per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica e delle relative opere di connessione alla rete nazionale (cavidotto MT a 30 kV, Sottostazione Elettrica Utente, sistema di sbarre a 150 kV per condivisione in "condominio" dello stallo E-distribuzione S.p.A. con altri produttori). L'impianto agrivoltaico in progetto sarà denominato "PV Villacidro 3" con potenza massima installata di 51,3 MWp e con una potenza massima di immissione in rete pari a 50 MW.

Prima di redigere la presente relazione sono stati effettuati diversi sopralluoghi in situ per verificare l'uso attuale del suolo e valutare l'utilizzazione agronomica futura ed il contesto nel quale le opere s'inseriranno.

L'obiettivo del presente elaborato è pertanto quello di fornire un quadro sull'uso attuale della superficie interessata dal progetto e delle soluzioni agronomiche da svilupparsi in fase progettuale.

### **3 CONTESTO NORMATIVO**

Il concetto di agrivoltaico è stato concepito teoricamente da Adolf Goetzberger e Armin Zastrow al Fraunhofer Institute (organizzazione tedesca che raccoglie sessanta istituti di scienza applicata, Ndr) nel 1981. Questi hanno ipotizzato che i collettori di energia solare e l'agricoltura potevano coesistere sullo stesso terreno con vantaggi per entrambi i sistemi.

Il primo impianto pilota è stato installato a Montpellier, in Francia, nella primavera del 2010. In anni recenti il Fraunhofer Institute ha poi realizzato diversi progetti pilota, tra cui uno nel 2016 presso il lago di Costanza.

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 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 agrivoltaici 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/2018/2021), nel quadro del pacchetto "Energia pulita per tutti gli europei", finalizzata a fare dell'Unione Europea il principale leader in materia di fonti energetiche rinnovabili e, più in generale, ad aiutare a coadiuvare l'UE a rispettare i propri obiettivi di riduzione di emissioni ai sensi dell'accordo di Parigi sui cambiamenti climatici.

La nuova direttiva stabilisce un ulteriore 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 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.

A livello nazionale, la categoria degli impianti agrivoltaici ha trovato una recente definizione normativa in una fonte di livello primario che ne riconosce la diversità e la 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 governance 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, ammesso a beneficiare delle premialità statali.

Nel dettaglio, gli impianti agrivoltaici sono impianti che "adottano 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 succitata 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, in modo da consentire 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.

Finora la diffusione degli impianti agrovoltaici è stata ostacolata da un’apposita esclusione normativa al sistema degli incentivi. Fortunatamente l’ultima legge di semplificazione per l’applicazione del PNRR di cui sopra ha inserito anche l’agrovoltaico, in possesso di determinati requisiti, tra le tecnologie dedite alla produzione di energia rinnovabile incentivabili.

Gli incentivi statali (di cui al decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28) vengono ora estesi anche agli impianti fotovoltaici in ambito agricolo (o agrovoltaici), a patto che sia verificata la contemporanea presenza delle seguenti 3 condizioni:

- uso di soluzioni innovative;
- siano sollevati da terra (in modo da non compromettere l’attività agricola e pastorale);
- abbiano sistemi di monitoraggio che consentano di verificarne l’impatto ambientale.

#### **4 INQUADRAMENTO TERRITORIALE**

L’area oggetto di intervento è ubicata sia nel territorio del Comune di Villacidro che, in piccola parte, in quello di San Gavino Monreale, in località Figu Niedda. L’area che verrà interessata dalla posa in opera dell’impianto agrovoltaico ricade, secondo lo strumento urbanistico vigente del Comune di Villacidro, il PUC, in zona “E2.2a / *Funzione agricolo-produttiva (a media sensibilità ambientale)*”, mentre secondo quello del Comune di San Gavino Monreale, sempre il PUC, in zona “E1 *zone caratterizzate da produzioni agricole pregiate, tipiche e specializzate*”.

Cartograficamente l’area di progetto è inquadrata al Foglio I.G.M. N. 547– sez. IV quadrante denominato “San Gavino Monreale” alla scala 1:25.000.

Si propone di seguito un inquadramento dell'area su base IGM:



**Figura 1: Inquadramento area su base IGM**

Di seguito, invece, un inquadramento dell'area su base ortofoto



**Figura 2: Inquadramento area su base ortofoto**

Il corpo aziendale è raggiungibile percorrendo, dal centro abitato di Villacidro, in direzione di San Gavino Monreale, la Strada Provinciale 61 per 5 km; si svolta quindi a destra e ci si immette in una carrereccia che percorsa per circa 2 km ci porta al terreno in esame.

Da un punto di vista catastale, il corpo fondiario oggetto di intervento, sul quale verrà realizzato l'impianto agrivoltaico, risulta inquadrato come segue:

<i>Comune censuario</i>	<i>Sez.</i>	<i>Foglio</i>	<i>Mappale</i>	<i>Sup. catastale (ha)</i>	<i>Sup. da destinare all'impianto agrivoltaico (compresa di cabine, viabilità di servizio, tare e opere di mitigazione)</i>
Villacidro		105	36	03.20.00	01.91.71
Villacidro		105	41	05.83.40	03.47.22
Villacidro		105	46	00.41.95	00.02.71
Villacidro		105	47	00.07.80	00.45.60
Villacidro		105	60	25.92.00	14.97.43
Villacidro		105	57	06.27.70	04.67.67
Villacidro		105	9	29.58.90	25.83.89
Villacidro		105	16	00.07.20	00.04.00
Villacidro		105	14	13.93.90	00.68.90
San Gavino Monreale		72	602	01.57.30	00.52.10
San Gavino Monreale		72	605	00.02.55	00.00.15
San Gavino Monreale		72	603	06.61.60	06.50.05
<b>TOTALE</b>					<b>59.11.43</b>

Circa l'ubicazione del sito di intervento, si precisa che questo si trova in prossimità di un impianto di deposito, ricondizionamento e raggruppamento preliminari di rifiuti pericolosi e non pericolosi nella zona industriale di Villacidro, in località Cannamenda. L'impianto è gestito privatamente dalla Società IRECO S.r.l. e viene effettuato il servizio di raccolta, trasporto, stoccaggio (e smaltimento finale) di rifiuti speciali, pericolosi e non pericolosi, al fine del recupero e/o smaltimento in appositi centri adibiti allo scopo. In particolare, da indagini effettuate, si apprende che il servizio svolto è inerente in modo particolare i rifiuti provenienti da: attività agricole e agro-industriali; attività di demolizione, costruzione, attività di scavo; lavorazioni industriali; lavorazioni artigianali; attività commerciali; attività di servizio; attività di bonifiche di siti inquinati; demolizione di materiali contenenti amianto.

Il sito dove verrà realizzato l'impianto agrivoltaico si trova, inoltre, in un'area già interessata dalla presenza di impianti di energia rinnovabile. Infatti, oltre ad altri impianti fotovoltaici, è presente un parco eolico da 30 MW costituito da 14 pale ed installate nei terreni immediatamente circostanti i terreni dove verrà

realizzato l'agrivoltaico. Quest'ultimo verrà realizzato quindi in un'area particolarmente dedicata allo sviluppo di energia rinnovabile.

## **5 CARATTERISTICHE CLIMATICHE**

Il clima dell'intera area in esame non si discosta da quello dominante nell'intero settore del medio Campidano di Cagliari, di tipo mediterraneo sub-arido. Precipitazioni nevose e grandinate, sulle quali mancano serie di dati completi, sono da considerare del tutto eccezionali. Da un punto di vista generale, quindi, il clima di questa zona, non si discosta, dal tipo predominante in Sardegna con modeste escursioni termiche stagionali e con piovosità concentrata nei mesi invernali. In particolare, la posizione geografica e la vicinanza dal mare, consente un clima eccezionalmente mite accompagnato da una notevole serenità del cielo.

### *Piovosità*

Sulla piana del Medio Campidano le precipitazioni sono alquanto scarse, le masse di aria umida occidentali, in genere superano l'area pianeggiante e scaricano il loro contenuto di acqua sui rilievi delle zone interne. I mesi più piovosi sono novembre e dicembre, con valori medi che vanno dai 71 mm ai 141 mm. Il periodo estivo, può presentarsi, a seconda dell'annata, completamente privo di precipitazioni, specialmente per i mesi di luglio e agosto, con il primo che risulta quello con un valore medio, per gli anni di osservazione, più basso in assoluto. In questi mesi, in presenza di irrilevanti precipitazioni, si instaura un periodo di elevata aridità.

### *Temperatura*

Per quanto concerne le temperature nella zona del Medio Campidano, nella quale ricade l'area oggetto di studio, queste non si discostano significativamente dal resto del territorio isolano, anche se si può osservare come la relativa vicinanza del mare e l'assenza di rilievi importanti, attenua sia gli eccessi di caldo che quelli di freddo. I mesi più freddi risultano essere gennaio e febbraio con medie mensili comprese tra 9,7°C e 10,3°C. In genere la primavera presenta medie intorno a 18°C, sempre però più basse di quelle registrabili per il periodo autunnale, che grazie al riscaldamento delle acque del mare, riesce a ottenere temperature più miti. A giugno inizia la stagione calda con temperature medie superiori a 21°C e il mese più caldo risulta essere agosto, durante il quale le medie mensili superano generalmente i 25°C.

Secondo la Carta Bioclimatica della Sardegna redatta dal Servizio Meteorologico Agrometeorologico ed Ecosistemi del Dipartimento Meteorologico dell'Agenzia Regionale per la protezione dell'ambiente della Sardegna (ARPAS) in collaborazione con l'Università degli Studi di Sassari, Dipartimento di Scienze della Natura e del Territorio, e l'Università degli Studi della Basilicata, Scuola di Scienze Agrarie, Forestali, Alimentari e Ambientali, l'area nel quale ricade il sito oggetto di intervento si trova nell'isobioclima Mediterraneo Pluvistagionale-Oceanico e più precisamente nel "Termomediterraneo superiore, secco inferiore, euoceanico attenuato".

Di seguito stralcio della Carta Bioclimatica della Sardegna con l'individuazione del sito oggetto di intervento



*Figura 3: Inquadramento area su Carta Bioclimatica della Sardegna*

### **5.1 Effetti dei pannelli fotovoltaici sul microclima**

La copertura totale o parziale di una coltura con pannelli fotovoltaici determina una modificazione della radiazione diretta a disposizione delle colture e, in minor misura, le altre condizioni microclimatiche (Marrou et al., 2013a).

La riduzione della radiazione incidente non genera sempre un effetto dannoso sulle colture che, spesso, possono adattarsi alla minore quantità di radiazione diretta intercettata, migliorando l'efficienza dell'intercettazione (Marrou et al., 2013b). La mancanza di studi specifici sulla grande maggioranza delle piante coltivate alle nostre latitudini, limita fortemente la valutazione dell'impatto della copertura fotovoltaica sulla produttività delle colture. Tuttavia, le specie ad elevata esigenza di radiazione sono sicuramente poco adatte alla coltivazione sotto una copertura fotovoltaica.

La copertura fotovoltaica potrebbe anche proteggere le colture da fenomeni climatici avversi (grandine, gelo, forti piogge) e, nei periodi di maggiore radiazione, una protezione data dal pannello può anche ridurre il verificarsi dello stress idrico, per la riduzione della evapo-traspirazione delle colture.

Recenti studi internazionali (Marrou et al., 2013) indicano che la sinergia tra fotovoltaico e agricoltura crea un microclima (temperatura e umidità) favorevole per la crescita delle piante che può migliorare le prestazioni di alcune colture.

La copertura fornita dai pannelli protegge anche da eventi meteorologici estremi, che rischiano di diventare più frequenti con i cambiamenti climatici.

L'ombra fornita dai pannelli solari, inoltre, riduce l'evaporazione dell'acqua e aumenta l'umidità del suolo (particolarmente vantaggiosa in ambienti caldi e secchi come quello che caratterizza l'area di Villacidro e San Gavino Monreale). A seconda del livello di ombra, è stato osservato un risparmio idrico del 14-29%.

Riducendo l'evaporazione dell'umidità, i pannelli solari alleviano anche l'erosione del suolo. Anche la temperatura del suolo si abbassa nelle giornate torride.

Al di sotto dei pannelli si crea un microclima favorevole al mantenimento della giusta umidità di crescita delle piante, evitando bruschi sbalzi di temperatura tra il giorno e la notte e smorzando l'attività del vento. La stessa umidità, poi, tiene sotto controllo anche la temperatura dei pannelli stessi, permettendone il raffreddamento e scongiurandone il surriscaldamento, responsabile di una sensibile perdita di resa da parte dell'impianto.

Una serie di ricerche portate avanti dall'Università dell'Arizona hanno dimostrato che l'ombra prodotta dai moduli giova profondamente alla produzione agricola.

## **6 CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE**

Per quanto riguarda le caratteristiche pedologiche, possiamo osservare quanto segue.

Il suolo in esame ricade, secondo la Carta dei Suoli della Sardegna (A. Aru, P. Baldaccini, A. Vacca, 1991), nell'unità di paesaggio e substrati "I" ossia "Alluvioni e arenarie eoliche cementate del Pleistocene" e più precisamente nell'unità cartografica 26 "Typic, Aquic ed Ultic Palexeralfs" secondo la classificazione U.S.D.A. Soil Taxonomy-1988, "Haplic Nitosols" secondo la classificazione "F.A.O. – 1988".

Si tratta di aree da subpianeggianti a pianeggianti, con prevalente utilizzazione agricola.

Questi suoli sono caratterizzati da Profili A-Bt-C, A-Btg-Cg e subordinatamente A-C-, profondi, da franco sabbiosi a franco sabbiosi argillosi in superficie, da franco sabbioso argillosi in profondità, da permeabili a poco permeabili, da subacidi ad acidi, da saturi a desaturati.

Sempre secondo la Carta dei Suoli della Sardegna, questi suoli sono classificati nella III-IV classe di capacità d'uso. Questi suoli sono caratterizzati da alcune limitazioni che possono influire negativamente nelle fasi colturali ed in particolare eccesso di scheletro, drenaggio da lento a molto lento, moderato pericolo di erosione. In modo particolare, nel sito in esame, si mette in evidenza la presenza di scheletro e le limitazioni nel drenaggio dovute alla presenza di uno strato impermeabile nel profilo del suolo al di sotto dello strato arabile. Come attitudine, generalmente questi tipi di suoli sono caratterizzati dalla presenza di colture erbacee e, nelle aree più drenate, da colture arboree anche irrigue.

Di seguito si riporta stralcio della Carta dei Suoli della Sardegna con l'individuazione dell'area in esame.

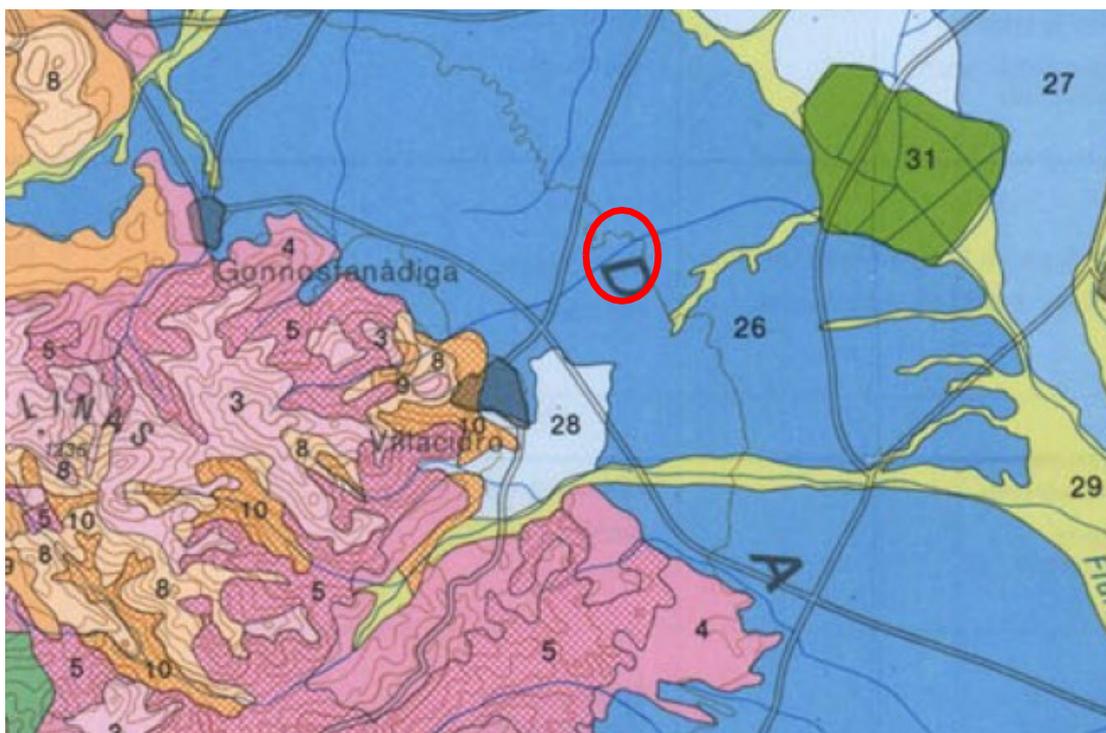


Figura 4: Inquadramento area su Carta dei Suoli della Sardegna

In data 13/10/2021, al fine di saggiare soprattutto la dotazione in elementi chimici del suolo, è stato prelevato un campione di terreno sottoposto poi ad analisi fisico-chimica presso un laboratorio accreditato. All'uopo, si allega alla presente relazione copia del referto. Sulla base dell'analisi condotta, possiamo osservare quanto segue:

- suolo con reazione (pH) leggermente acida;
- livello di salinità presenta valori normali;
- assenza di calcare dal quale deriva la reazione leggermente acida del terreno;
- basso tenore in sostanza organica;
- scarsa dotazione in azoto e fosforo;
- contenuto in microelementi e elementi secondari quali ferro, manganese, rame buono o normale;
- contenuto in boro molto basso.

Il livello di salinità, la reazione (pH) leggermente acida e l'assenza di calcare non influiscono negativamente sulla crescita e lo sviluppo delle colture in progetto (in modo particolare il mirto); influiscono negativamente invece il basso tenore in sostanza organica, la scarsa dotazione in azoto e fosforo e il contenuto in boro molto basso. Prima di procedere all'impianto delle colture in progetto sarà pertanto necessario ricorrere ad alcuni accorgimenti agronomici al fine di migliorare soprattutto il contenuto in sostanza organica e in azoto e fosforo del suolo. Le pratiche agronomiche che verranno adottate sono specificate nel dettaglio nel paragrafo 9 "Descrizione degli interventi agronomici propedeutici all'impianto delle colture in progetto".

Per maggiori dettagli circa le caratteristiche dei suoli del sito oggetto di intervento, vedasi il rapporto di prova n.5835/TF del laboratorio Inses S.r.l. rilasciato in data 19/10/2021 e allegato alla presente relazione.

## **7 DESCRIZIONE GENERALE DELLO STATO DEI LUOGHI**

Come menzionato, il sito di intervento è localizzato nei territori comunali di Villacidro e di San Gavino Monreale, nell'area del Campidano. La morfologia del terreno si presenta prevalentemente pianeggiante e l'area circostante è caratterizzata dalla presenza di terreni anch'essi coltivati e da capannoni e fabbricati per uso agricolo. Poco distante è presente la zona industriale di Villacidro.

La zona, a prevalente vocazione agricola, è caratterizzata dalla presenza di aziende agrumicole, olivicole, viticole, frutticole, zootecnico-foraggiere e cerealicole.

La zona di intervento ancora negli anni 50 e fino agli anni 60, aveva un assetto territoriale non dissimile da altri centri del Campidano di Cagliari, della parte pianeggiante della Marmilla di Sanluri o della Trexenta, caratterizzata da un paesaggio fortemente nudo e piatto peculiare di una economia tipicamente contadina e cerealicola. Nonostante il successivo e progressivo abbandono delle attività agricole, si coglie ancora la dominanza della cerealicoltura che, insieme alle colture orticole e agli agrumi sono tra le principali risorse agricole del territorio. Notevole è anche la coltivazione di foraggiere, soprattutto medica e, in quantità minore trifoglio.

La giacitura dell'area in cui è inserito il corpo fondiario in esame è prevalentemente pianeggiante ed è quindi compatibile con l'intervento di mezzi meccanici per lavorazione del terreno e per una buona gestione agronomica delle colture.

L'esposizione del corpo fondiario è a ovest – nordovest.

Attualmente i terreni oggetto di intervento sono per lo più caratterizzati dalla presenza di un eucalipteto risalente, come periodo di impianto, presumibilmente agli anni Novanta del secolo scorso. Nell'area oggetto di intervento, infatti, nel corso del secolo scorso, sono stati numerosi gli interventi di rimboschimento con eucalipto (in particolare *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh) che è una specie a portamento arboreo (fino a 20 - 40 m) con chioma espansa e irregolare ed originaria dell'Australia. E' stata introdotta in Italia ed in Sardegna agli inizi del '900, negli ambienti mediterranei per rimboschimento. E' stata diffusa soprattutto nelle aree di bonifica, come quella dove ricade il corpo fondiario oggetto di intervento. Si è diffuso poi come frangivento nelle zone costiere, come specie ornamentale e per l'industria della carta. Gran parte della superficie oggetto di intervento è interessata, pertanto, da un impianto di eucalipto.

Tale impianto risale, presumibilmente e vista l'età delle piante, agli anni '90 del secolo scorso. Tale rimboschimento di eucalipto, come altri nell'area nel quale ricade il sito oggetto di intervento, è stato realizzato con l'intento di produrre legname da utilizzarsi per fini economici. L'utilizzo economico del legname di eucalipto non è legato soltanto all'impiego come combustibile (legna da ardere); infatti da tale specie di eucalipto si ricava un legno rosso brillante che può variare da un colore rosa chiaro a una tonalità molto scura, a seconda dell'età e delle condizioni ambientali e che viene utilizzato anche per altri scopi. Tale tipo di legno, piuttosto friabile e spesso nodoso, tradizionalmente viene usato soprattutto per applicazioni come palchi, pali per recinzioni e travicelli e anche come legname per mobili. Il legno di eucalipto è anche apprezzato dagli ebanisti, in particolare se secco e ben stagionato.

L'impianto di eucalipto nel sito oggetto di intervento è stato realizzato quindi con l'intento di produrre legname da utilizzarsi per fini economici e non al fine di costituire una formazione boschiva "perenne", e da eliminarsi, pertanto, a fine ciclo. Il turno, ossia il periodo intercorrente tra un taglio di utilizzazione e quello successivo è in genere di 8 anni.

Da sopralluoghi effettuati in campo e dai rilievi dendrometrici eseguiti, è emerso che l'eucalipteto in parola è rappresentato, mediamente, da ceppaie di n.5 polloni ciascuna con un diametro medio di 12 cm ed una altezza di circa 5 metri. Sempre dai rilievi eseguiti in campo, è emerso che il sesto di impianto è di m 3x3 con una densità, pertanto, per ettaro pari 1.111 piante (ceppaie). Il numero complessivo di ceppaie di eucalipto presenti nell'area da destinarsi all'impianto agrivoltaico e da bonificare (50 ettari) è pertanto pari a 55.550.

Per la determinazione del quantitativo di legnatico presente nell'eucalipteto, si è proceduto nel seguente modo. Innanzitutto, si è provveduto al calcolo del volume del tronco d'albero "in piedi" il quale va poi moltiplicato per il valore della massa volumica (cioè il peso di 1 metro cubo di legno espresso in kg) per ottenere il peso effettivo del tronco preso in considerazione. Tale operazione è stata effettuata per tutti i fusti rilevati. Per calcolare il volume degli alberi, trattandosi di una latifolia, si utilizza la Formula di Bouvard, ossia

$$V = \frac{D^2 \times H}{2}$$

Dove V = volume della pianta, D = diametro, H = altezza della pianta.

Una volta ottenuto il volume, per risalire al peso in quintali, è necessario conoscere il peso specifico del legno di eucalipto che è pari secondo i dati di letteratura a disposizione, a 900 kg/m<sup>3</sup> (legno secco). Considerato che la determinazione del legnatico viene fatta sulla legna verde ed umida, per risalire ai relativi quintali, si applica una maggiorazione del 25% (dovuta al contenuto d'acqua presente nella legna appena tagliata) sul peso specifico sopra indicato: 900 x 1,25 = 1.125 kg/m<sup>3</sup>. Questo valore è quello che è stato utilizzato per i calcoli.

Dai calcoli scaturiti, risulta un quantitativo di legna (umida e verde) pari a 999,90 quintali per ettaro arrotondato a 1.000. Sull'intera superficie di eucalipto da bonificare è presente pertanto un quantitativo pari a circa 50.000 quintali.

Di seguito si riporta tabella esplicativa con i calcoli effettuati utilizzando appunto la formula di Bouvard.

Diametro a m 1,30 (in mt)	Altezza (in mt)	Numero complessivo di polloni per pianta	N. polloni	Peso specifico legno eucalipto (Kg/m <sup>3</sup> )	V (in m <sup>3</sup> ) singolo pollone	P (in kg) singolo pollone	P (in quintali) per pollone	P (in quintali) per ceppaia	P (in quintali) ettaro	P (in quintali) per superficie d'intervento
0,08	5	5	5	1.125	0,02	18	0,18	0,90	999,90	50.000

Su una piccola parte della superficie fondiaria è presente invece un piccolo rimboscimento della superficie di poco più di 3 ettari di *Quercus suber* L. (sughera).

Anche tale impianto, presumibilmente, risale, vista l'età delle piante, agli anni '80 e '90 del secolo scorso.

Di seguito alcune foto rappresentative del sito oggetto di intervento.



**Foto n.1 e n.2. Particolari del bosco artificiale di eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh) presente nel sito di intervento ed oggetto di espanto.**



*Foto n.3 e n.4. Come si può vedere dalle foto, all'interno del sito oggetto di intervento sono presenti degli sterrati che attraversano il bosco artificiale di eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh) e che collegano tra di loro i vari appezzamenti del corpo fondiario.*



***Foto n.5. Particolare degli eucalipti presenti sul confine sud del corpo fondiario oggetto di intervento. Gli eucalipti presenti sui confini non saranno oggetto di espanto e costituiranno le fasce di mitigazione per l'impianto agrivoltaico.***





*Foto n.6 e n.7. Particolari del rimboscimento di sughera realizzato negli anni '90 del secolo scorso e non oggetto di espianto.*

## **8 PRINCIPALI CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO IN PROGETTO**

L'impianto in progetto sarà costituito da moduli fotovoltaici montati su strutture metalliche ad inseguimento solare (Tracker) con movimentazione mono-assiale (da est verso ovest). L'impianto sarà connesso alla rete nazionale e prevede la totale cessione dell'energia prodotta a Terna S.p.A. tramite Rete Nazionale di Trasporto (RTN) dell'energia elettrica.

Nello specifico caso verranno utilizzati generatori fotovoltaici montati su strutture ad inseguimento solare del tipo monoassiale, cioè strutture che grazie al loro movimento, da est a ovest, con una inclinazione variabile da  $-60^\circ$  a  $+60^\circ$ , fanno in modo che i moduli siano esposti sempre in maniera ottimale rispetto alla radiazione solare, aumentando così l'energia captata. Ulteriore vantaggio si avrà grazie all'utilizzo di moduli bifacciali, cioè in grado di captare la radiazione solare anche nel lato non esposto direttamente al sole.

Come detto l'impianto fotovoltaico, denominato "PV Villacidro 3", con potenza massima installata di 51,3 MWp e con una potenza massima di immissione in rete pari a 50 MW, sarà connesso alla RTN per mezzo di una stazione elettrica utente di nuova realizzazione a sua volta da connettere alla esistente cabina primaria "Villacidro" di proprietà di e-distribuzione.

Le componenti principali dell'impianto fotovoltaico saranno:

### *Il generatore fotovoltaico*

Trattasi di una macchina che consente di convertire l'energia solare in energia elettrica. Esso è costituito da un insieme opportuno di moduli fotovoltaici (ogni modulo a sua volta è costituito da un insieme di lastre di piccole dimensioni di materiale semiconduttore, ossia la cella fotovoltaica) connessi tra loro in serie-parallelo.

### *La cella fotovoltaica*

La conversione della radiazione solare in energia elettrica avverrà nella cella fotovoltaica. Le celle fotovoltaiche "classiche", ovvero quelle volte a un consumo di massa, sono composte da una struttura complessa, realizzata con l'ausilio di un materiale semiconduttore, il silicio. Quest'ultimo viene ottenuto in strati sottili, detti "wafer", sui quali vengono costruiti circuiti integrati, attraverso drogaggi finalizzati a migliorare le proprietà del materiale. Grazie alla loro struttura, sono in grado di assorbire i fotoni derivati dalla luce del sole. Questi, una volta raggiunto lo strato di silicio di tipo "p", rilasciano elettroni che, condotti attraverso il circuito, vengono trasformati in energia elettrica. Tutto questo avviene grazie al cosiddetto "effetto fotovoltaico", proprio nel momento in cui si verifica il passaggio degli elettroni dalla banda di valenza del materiale semiconduttore alla banda di conduzione. Grazie a questo processo si generano due tipi di cariche elettriche: l'elettrone, carica elettrica negativa, e la "lacuna", carica elettrica positiva. Come detto quindi, la potenza di una cella varia in funzione della temperatura e dell'irraggiamento solare incidente.

La potenza che una cella tipica è in grado di erogare in condizioni STC è detta potenza di picco misurata in Wp. A seconda della tecnologia secondo la quale una cella fotovoltaica è realizzata (silicio policristallino, monocristallino, amorfo, half-cut, PERC, etc), in condizioni STC, essa è in grado di erogare una diversa corrente e tensione (e quindi potenza).

I moduli fotovoltaici, saranno collegati tra loro in serie, a formare le "stringhe". Si è scelto di utilizzare stringhe costituite da 26 moduli.

#### *Le strutture di supporto dei moduli*

I moduli saranno montati su strutture di supporto metalliche motorizzate, costituite da inseguitori monoassiali, con rotazione sull'asse N-S, quindi da Est a Ovest. L'angolo di rotazione massimo è pari a 120° ( $\pm 60^\circ$ ). L'ancoraggio al suolo avverrà mediante infissione diretta nel terreno, quindi senza l'ausilio di strutture in cemento armato. L'infissione sarà eseguita a mezzo di battipalo. I moduli saranno montati su due file in posizione orizzontale, in numero tale da formare tre tipologie di strutture:

- Tracker da 52 moduli, 2 stringhe in serie;
- Tracker da 26 moduli, 1 stringhe in serie.

Ciascun tracker monofila, grazie ad un sistema di backtracking, si muoverà in maniera indipendente rispetto agli altri poiché ognuno è dotato di un proprio motore. La movimentazione dei tracker nell'impianto fotovoltaico 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.

#### *Quadri elettrici di campo o parallelo stringhe*

Il quadro, detto anche di parallelo stringhe, raccoglie la corrente continua in bassa tensione prodotta dai moduli. Questa è poi trasferita sempre in c.c. e BT, al gruppo di conversione /trasformazione, dove avverrà dapprima la conversione in c.a. (corrente alternata) a mezzo di un inverter, e successivamente l'innalzamento di tensione sino a 30 kV. Il gruppo di conversione /trasformazione, sarà alloggiato all'interno di una cabina elettrica di campo.

#### *Cabine elettriche di campo*

Le cabine di campo saranno costituite da containers prefabbricati (Shelter) preassemblati in stabilimento dal produttore. Questi ospiteranno al loro interno il gruppo conversione/Trasformazione (Inverter + Trasformatore BT/MT) ed il Quadro MT, costituito dalle celle/scomparti per l'arrivo e la partenza delle linee di Media Tensione dell'Impianto. Le cabine avranno dimensioni pari a 20 x 4 x 4,5 m (LxWxH) e saranno poggiate su una vasca di fondazione prefabbricata, la cui funzione sarà anche quella di vasca porta cavi (in prossimità della cabina o all'interno della vasca di fondazione, sarà predisposta una scorta di cavo di 5-10 m). A sua volta la vasca sarà poggiata su strato di allettamento costituito da una soletta in calcestruzzo magro debolmente armata. È prevista l'installazione di 20 cabine di campo (Inverter Station), a formare 4 Sottocampi elettrici principali. Per i dettagli tecnici si rimanda al "Disciplinare descrittivo degli elementi tecnici".

#### *Gruppo di Conversione / Trasformazione*

La corrente prodotta dai moduli, prima di essere immessa in rete, necessita di qualche "ritocco". Quindi, dai moduli, dopo essere stata smistata dai quadri di parallelo stringa, arriva al convertitore, l'inverter. Questo è un dispositivo che trasforma la corrente continua prodotta dal generatore fotovoltaico, in corrente alternata; l'inverter inoltre, adatta la tensione del generatore a quella di rete effettuando l'inseguimento del punto di massima potenza ricavando così il massimo dell'energia prodotta dai moduli. Il "ruolo" dell'inverter è anche quello fornire una corrente con tensione costante. Infatti il generatore fotovoltaico fornisce valori di tensione e corrente variabili in funzione dell'irraggiamento e della temperatura. Le caratteristiche generali che deve avere l'inverter, compatibilmente con la funzione a cui è preposto, riguardano la potenza nominale, il rendimento e la tipologia. Generalmente, per impianti collegati alla rete vengono usati inverter del tipo a commutazione forzata con tecnica PWM (modulazione a larghezza di impulso) senza riferimenti interni ovvero assimilabili a sistemi non idonei a sostenere la tensione in assenza di rete. Tali inverter sono provvisti di controllo MPPT (inseguimento del punto di massima potenza), di sistema di gestione automatica e di protezioni contro i guasti interni, sovratensioni e sovraccarichi.

Inoltre, l'inverter deve rispondere alle norme generali su EMC (compatibilità elettromagnetica) e limitazione delle emissioni RF (radio frequenza). Dall'inverter la corrente, adesso alternata ed in bassa

tensione, arriva al trasformatore. È quel dispositivo che eleva la tensione ai valori opportuni per la connessione alla rete elettrica nazionale di media tensione (15.000 ÷ 30.000 V).

#### *Cabina di raccolta*

La cabina MT di smistamento sarà realizzata all'interno dell'area dell'impianto fotovoltaico. Sarà conforme alla norma CEI 0-16 ed avrà dimensioni approssimative esterne di 20x4x4,5m (LxWxH); si comporrà di tre locali, in particolare:

- vano quadri MT;
- vano per l'alloggiamento del trasformatore per i servizi ausiliari;
- vano per l'alloggiamento dei quadri BT e per il monitoraggio.

La cabina sarà prefabbricata, realizzata in cemento armato vibrato (c.a.v.) o shelter, completa di vasca di fondazione con funzione portacavi del medesimo materiale, posata su un magrone di sottofondazione in cemento.

#### *Cabina di controllo*

La cabina di controllo sarà realizzata all'interno dell'area dell'impianto fotovoltaico. Sarà conforme alla norma CEI 0-16 ed avrà dimensioni approssimative esterne di 20x4x4,5m (LxWxH); si comporrà di due locali, in particolare:

- vano controllo;
- vano per l'alloggiamento UPS e racks.

La cabina sarà prefabbricata, realizzata in cemento armato vibrato (c.a.v.) o shelter, completa divasca di fondazione con funzione portacavi del medesimo materiale, posata su un magrone di sottofondazione in cemento.

#### *Cavidotti in Bassa Tensione (BT) e Media Tensione (MT)*

All'interno dell'impianto fotovoltaico sono previste:

##### Connessioni in Bassa Tensione (BT)

- In corrente continua (c.c.), tra i moduli (serie) e tra le stringhe (26 moduli collegati in serie) e gli inverter;
- In corrente alternata (c.a.), tra gli inverter ed i Quadri di Parallelo (QP);

##### Connessioni in Media Tensione (MT)

- In corrente alternata (c.a.), tra le Cabine Elettriche di Campo.

L'energia prodotta dall'impianto e dalle sue sezioni o sottocampi, sarà trasportata quindi in una cabina di raccolta, a mezzo di elettrodotti in media tensione (MT a 30 kV).

La rete così costituita sarà composta in sintesi da:

- collegamento MT a mezzo di elettrodotto interrato, tra le cabine di conversione/trasformazione collegate tra loro in serie (configurazione entra-esce) e tra l'ultima della serie e la cabina utente o di raccolta;
- collegamento MT a mezzo di elettrodotto interrato, tra la cabina di smistamento e la

sottostazione elettrica utente (SSE) MT/AT.

#### *Dorsale MT esterna*

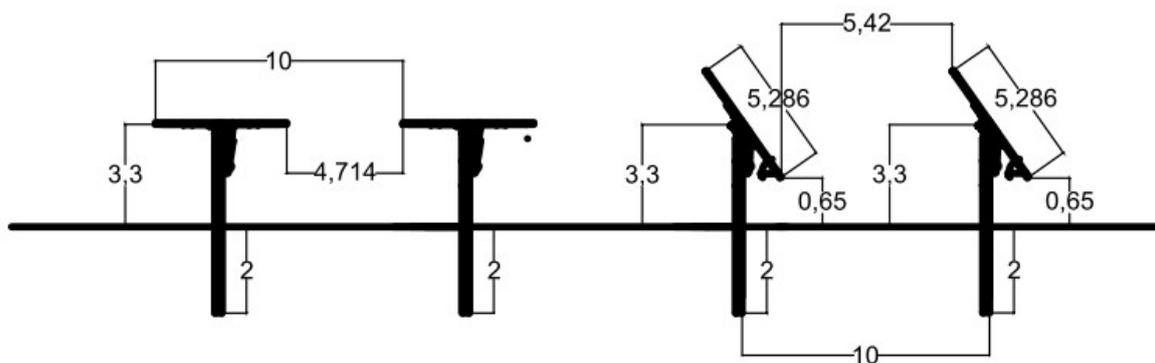
La dorsale esterna MT per il collegamento dell’Impianto alla esistente cabina primaria “Villacidro”, sarà costituita da n° 1 terna di cavi MT a 30 kV. Si svilupperà su strada esistente per un percorso di lunghezza pari a circa 2 km. Come per i cavidotti MT interni all’impianto fotovoltaico, sarà costituita da cavi disposti a trifoglio tipo ARG16H1R16 18/30 kV (qualora disponibili sul mercato prima dell’esecuzione dell’impianto) o altrimenti tipo ARG7H1R 18/30 kV o similare.

#### *Fondazioni*

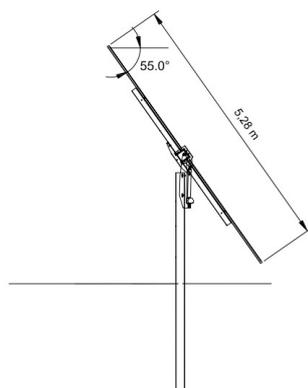
I tracker saranno fissati al terreno tramite pali infissi direttamente “battuti” nel terreno. La profondità standard di infissione è di 1,5 m, tuttavia in fase esecutiva in base alle caratteristiche del terreno ed ai calcoli strutturali tale valore potrebbe subire modifiche che tuttavia si prevede siano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

Le cabine elettriche di campo (di cui si dirà più avanti), dove troveranno alloggiamento il gruppo di conversione/trasformazione e le celle MT, saranno poggiate su una vasca di calcestruzzo del tipo prefabbricata la cui funzione sarà anche quella di vasca porta cavi (in prossimità della cabina o all’interno della vasca di fondazione, sarà predisposta una scorta di cavo di 5-10 m). A sua volta la vasca sarà poggiata su strato di allettamento costituito da una soletta in calcestruzzo magro debolmente armata.

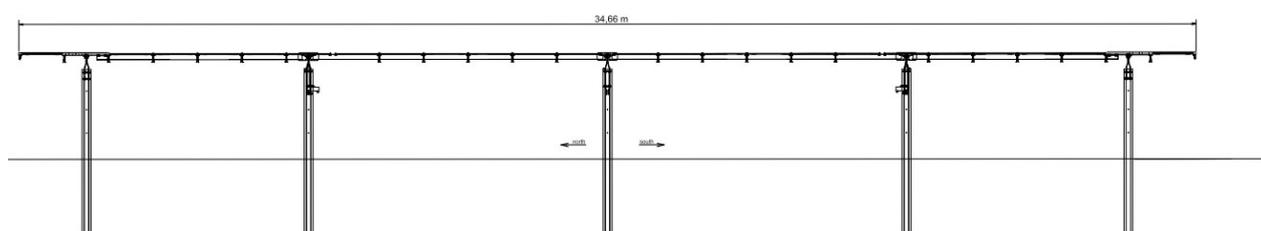
Di seguito alcune immagini rappresentative dei pannelli e dei trackers in progetto.



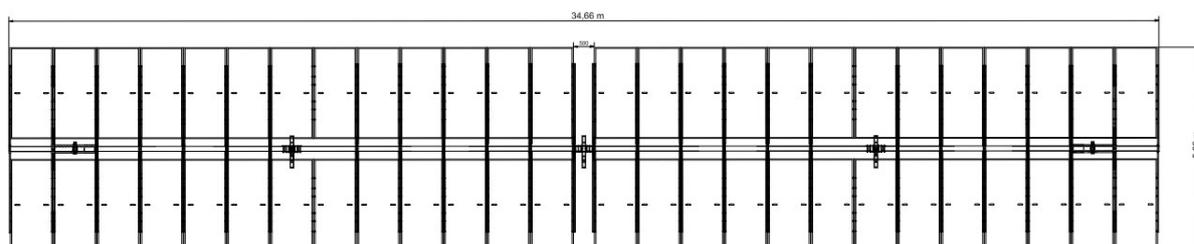
**Figura n.5. tracker in progetto**



**Figura n.6. Particolare di pannello fotovoltaico in progetto**



**Figura n.7. Sezione di filare di pannelli fotovoltaici in progetto**



**Figura n.8. Pianta di filare di pannelli fotovoltaici in progetto**

Per maggiori dettagli, vedasi relazione tecnica illustrativa e descrittiva.

## **9 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI AGRONOMICI PROPEDEUTICI ALL'IMPIANTO DELLE COLTURE IN PROGETTO**

In generale, le caratteristiche morfologiche del fondo e quelle pedologiche e strutturali del suolo si presentano idonee ad ospitare diversi tipi di coltura con ottimi risultati al di là di quelle in progetto, ossia il mirto e le colture foraggere.

Al fine di saggiare ulteriormente le caratteristiche pedologiche del corpo fondiario oggetto di intervento, è stata fatta una analisi chimico-fisica del suolo presso un laboratorio accreditato. Sinteticamente, i risultati di tali analisi sono stati i seguenti: reazione (pH) leggermente acida; livello di salinità su valori normali; assenza di calcare; scarsa dotazione in sostanza organica del suolo; scarsa dotazione in azoto e fosforo; buono o normale contenuto in microelementi e elementi secondari quali ferro, manganese, rame; scarsa dotazione in boro.

Prima di procedere all'impianto delle colture in progetto, sarà pertanto necessario ricorrere ad alcuni correttivi del suolo sia per migliorarne la struttura che la dotazione in elementi nutritivi.

Preliminarmente all'impianto delle colture su indicate, considerato che l'area dove verrà installato l'impianto agrivoltaico è caratterizzato per la quasi totalità dalla presenza del bosco artificiale di eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh) su descritto, sarà necessario procedere alla integrale bonifica del terreno, con l'eliminazione di tutti i residui della coltura, in primis le ceppaie.

Per le operazioni di taglio si prevede l'impiego di pinze deforestatrici-abbattitrici idrauliche, da applicare su escavatori semoventi, progettate specificamente per l'abbattimento e il disboscamento di alberi ad alto fusto e per il diradamento di arbusti di differenti dimensioni con un sicuro e veloce abbattimento degli stessi. Si tratta di macchine operatrici particolarmente utili per interventi di taglio rapidi ed efficaci delle vegetazioni boschive, come quella in esame. La pinza tipo che si intende utilizzare è una macchina operatrice in grado di assicurare una alta produttività rendendo il materiale di risulta adatto alle successive fasi di trasformazione (accatastamento, cippatura, triturazione ecc.).



**Foto n.8. Esempio di pinza deforestatrice-abbattitrice da utilizzarsi**

Una volta effettuato il taglio del materiale legnoso, questo verrà disposto in apposite aree libere nelle quali verranno effettuate le prime lavorazioni del legname potenzialmente utilizzabile e la distruzione del materiale non utilizzabile. La distruzione del materiale non oggetto di successivo utilizzo avverrà tramite cippatura.

Per le operazioni di estrazione dei ceppi e delle radici, si ricorrerà invece all'ausilio di pinze idrauliche estrattive degli stessi. Si tratta di attrezzature studiate e realizzate per recidere le radici ed estrarre direttamente dal suolo la ceppaia di un albero. Si tratta di macchine che riducono le dimensioni del ceppo

dopo averlo estratto, rendendo il materiale di risulta adatto alle fasi di trasformazione (cippatura, triturazione, biomassa, etc.) e ne favorisce l'asciugatura sfruttando il processo naturale. Con queste attrezzature si è in grado di completare il lavoro di disboscamento eliminando tutte le parti radicate al suolo di ogni tipo di materiale legnoso esistente in natura.

La potenza di taglio è prodotta dalla spinta di un cilindro idraulico che consente l'estrazione del ceppo dal terreno e la successiva riduzione volumetrica.



*Foto n.9. Esempio di pinza estrattrice di ceppi da utilizzarsi*

L'impiego delle suddette pinze, vista l'estensione della superficie boscata in esame, risulta particolarmente adatta per velocizzare le operazioni di esbosco e bonifica.

Per i lavori di taglio ed espianto delle piante di eucalipto (compresa la rimozione dei ceppi e delle radici), al fine di bonificare completamente l'area da destinare all'impianto agrivoltaico, ci si affiderà ad una impresa specializzata in operazioni di esbosco.

Da una indagine di mercato, risulta un prezzo medio di acquisto del legname per quintale pari a 2,50 €. Pertanto, dall'operazione di vendita delle piante di eucalipto, si prevede un incasso di  $2,50 \text{ €} \times 50.000 \text{ q.li} = 125.000,00 \text{ €}$

Per le operazioni di rimozione delle ceppaie, sempre da indagini di mercato, è scaturito un costo per ettaro di circa € 800,00 compreso di trasporto all'impianto di biomassa per la produzione di energia elettrica a mezzo combustione. Quindi, per una superficie di 50 ettari, è previsto un costo complessivo di 40.000,00 euro. Dalle operazioni di taglio e bonifica emerge quindi un saldo positivo pari a € 85.000,00.

Una volta terminate le operazioni di bonifica, sarà necessario procedere al livellamento del terreno con piano inclinato garantendo così una adeguata pendenza (con modesti movimenti di terra al fine di eliminare dossi ed avvallamenti), al fine di favorire lo sgrondo delle acque meteoriche.

Nessun intervento verrà invece realizzato a carico del rimboschimento di sughera che verrà lasciato intatto e che non sarà interessato in alcun modo dall'impianto agrivoltaico.

Al fine di reintegrare la dotazione organica del suolo a seguito dell'asportazione delle piante di eucalipto, sarà pertanto necessario migliorare il contenuto della sostanza organica del suolo agrario oggetto di intervento. In primis verrà realizzato un impianto di foraggiere leguminose a ciclo poliennale, quale ad esempio il trifoglio subterraneo, per 3/5 anni, e il successivo interrimento delle stesse colture o dei residui colturali prima di impiantare le colture in progetto. Ciò permetterà oltre che di migliorare la fertilità del suolo anche di migliorarne le proprietà fisiche ed in modo particolare la struttura contribuendo a ridurre il deficit di sostanza organica. Le colture di leguminose come il trifoglio subterraneo aiutano la sostenibilità in agricoltura, grazie alla loro capacità di arricchire di azoto i terreni in cui sono coltivati e quindi di migliorarne la fertilità. Con la coltivazione delle leguminose si eviterà il ricorso all'eccessiva concimazione del terreno attraverso prodotti di sintesi: ciò, infatti, inquina potenzialmente l'ambiente poiché soltanto una parte dell'azoto contenuto nei concimi viene assimilato dalle piante, mentre il resto rimane nel suolo e i microorganismi presenti nel terreno lo trasformano in composti (nitrati) che sono possibile fonte di contaminazione delle falde acquifere. Verrà adottato, pertanto, un approccio di fertilizzazione biologica dei suoli in luogo di quello classico legato alla concimazione con concimi di sintesi. Prima di procedere all'impianto delle colture in progetto ed in particolare il mirto, verrà adottata la pratica del sovescio: ossia l'interrimento delle colture o dei residui colturali delle leguminose prima di impiantare le colture in progetto. Ciò permette oltre che di migliorare la fertilità del suolo anche di migliorarne le proprietà fisiche ed in modo particolare la struttura. Sempre come operazione pre-impianto, al fine di migliorare la struttura e la fertilità del terreno si ricorrerà ad un intervento di fertilizzazione a base di compost ed in particolare di Ammendante Compostato Verde (ACV) che è un materiale ottenuto attraverso il processo di compostaggio a partire da rifiuti costituiti da residui vegetali derivanti dalla manutenzione del verde pubblico e privato (sfalci d'erba, potature, ramaglie), da residui di coltivazioni agricole o di lavorazione del legno. Tale tipo di compost una volta distribuito e incorporato nel terreno ha la principale funzione di apportare sostanza organica umificata in grado di migliorare la struttura del terreno, contrastare il compattamento dei profili del suolo, aumentare la capacità di ritenzione idrica e limitare i fenomeni di erosione del terreno. Il prodotto è quindi particolarmente efficace per il suolo agrario in esame e destinato ad essere impiantato a mirto. L'impianto di foraggiere leguminose a ciclo poliennale, quale ad esempio il trifoglio subterraneo, per 3/5 anni, e il successivo interrimento delle stesse colture prima dell'impianto del mirto è efficace per integrare la dotazione di azoto in quanto il suolo, come da analisi chimico-fisiche effettuate, è scarsamente dotato di questo elemento; per integrare la dotazione in fosforo si ricorrerà invece all'impiego di concimi fosfatici non necessariamente di sintesi, ma anche di origine naturale da eseguirsi sempre nella fase di pre-impianto. Infine, al fine di correggere il deficit di boro del quale il terreno è scarsamente dotato, sarà necessario procedere con una concimazione specifica e localizzata lungo i filari delle colture da

ripetere poi negli anni successivi. Gli interventi agronomici su proposti, ad eccezione della concimazione localizzata con il boro, saranno propedeutici all'impianto della coltura vera e propria.

## **10 PIANO CULTURALE IN PROGETTO**

Di seguito vengono descritte le colture previste in progetto, ossia il mirto, e delle foraggere annuali consociate di leguminose e graminacee (trifoglio/loietto, avena da foraggio/veccia).

Più precisamente, la coltura di mirto verrà impiantata su gran parte della superficie da destinarsi all'impianto agrivoltaico, pari a circa 44 ettari, mentre la restante, escluse le tare e la fascia perimetrale interessata dalle opere di mitigazione e pari a 10 ettari circa, verrà dedicata alle colture foraggere su descritte.

### **10.1 Mirto**

Il Mirto è una pianta tipica della macchia mediterranea, appartiene alla famiglia delle Mirtacee, assume forma cespugliosa, e ben si adatta all'ambiente pedoclimatico della zona in esame. I prodotti che si ottengono sono: le bacche che possono essere utilizzate per la produzione dei liquori e le foglie per uso cosmetico. Considerato il pitch in progetto (10 metri) la coltivazione deve essere realizzata, al fine di ottimizzare la superficie coltivabile, adottando un sesto di impianto pari a 2,50 m tra le file e di metri 1,00 lungo la fila. La densità di impianto è quindi di 4.000 piante per ettaro di coltivazione. In questo modo, tra una stringa di trackers e l'altra, è possibile realizzare 2 filari di mirto.

Come detto, la superficie dell'impianto agrivoltaico occupata dal mirteto sarà pari a circa 44,00 ettari.

Di seguito degli schemi rappresentativi circa la disposizione dei filari di mirto tra una stringa di trackers e l'altra:

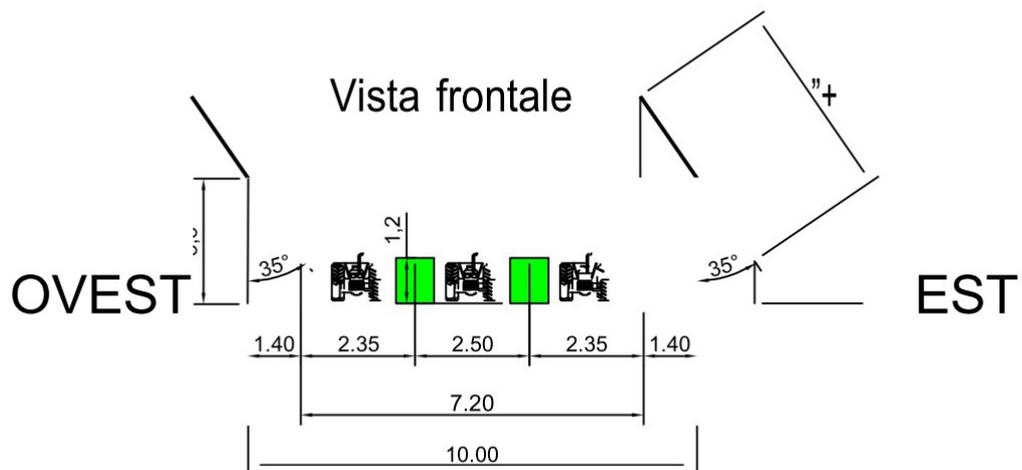


Figura n.9. Vista frontale dei trackers e dei filari di mirto

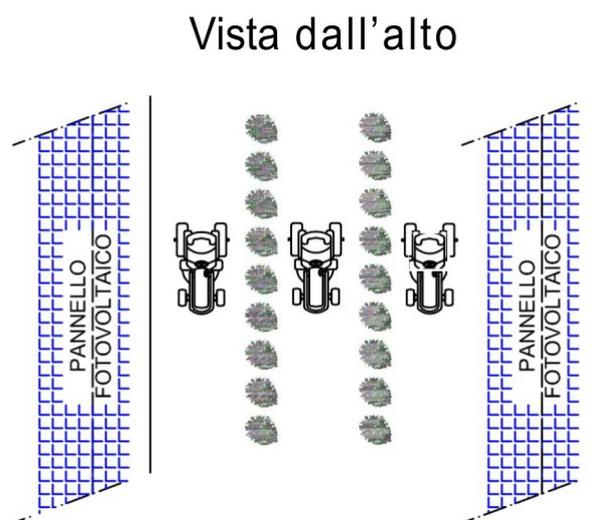


Figura n.10. Vista dall'alto dei trackers e dei filari di mirto

Di seguito vengono descritte quelle che sono le operazioni che verranno realizzate per l'impianto del mirteto.

Gli interventi che saranno eseguiti per avere una buona riuscita dell'impianto saranno i seguenti: leggera sistemazione superficiale, ripperatura, aratura superficiale, erpicatura.

Sistemazione superficiale del terreno. Al fine di preparare il terreno per le successive operazioni, sono previsti degli interventi di sistemazione superficiale in modo tale da rendere il terreno perfettamente piano.

Ripperatura. La ripperatura è una lavorazione che prevede la lavorazione del terreno compatto mediante una serie di tagli verticali, che a seconda delle caratteristiche meccaniche del suolo possono o

meno produrre lo sgretolamento delle zolle, ed in generale comportano una ridotta od assente alterazione del profilo degli strati. E' una operazione che viene usata in alternativa allo scasso: verrà effettuata raggiungendo una profondità di almeno 50 cm. Questa operazione verrà effettuata ad inizio estate poiché la messa a dimora avverrà nella stagione autunno-invernale; questo, da una parte, al fine di conseguire un adeguato immagazzinamento delle riserve idriche necessarie allo sviluppo degli apparati radicali delle piantine, e dall'altra al fine di consentire un assestamento del terreno smosso anche a seguito dell'azione disgregante ad opera degli agenti atmosferici con conseguente modificazione delle caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche del terreno.



**Foto n.10. Ripper tipo da impiegarsi per la ripperatura nelle lavorazioni preparatorie del mirteto**

Aratura e frangizollatura. Queste lavorazioni complementarie (aratura alla profondità di 30-40 cm e frangizollatura superficiale) verranno effettuate per ottenere un buono sminuzzamento del terreno.



**Foto n.11. Aratro trivomere tipo da impiegarsi per l'aratura alla profondità di 30-40 cm per le lavorazioni preparatorie del mirteto**



**Foto n.12. Frangizolle tipo da utilizzarsi per la frangizollatura per le lavorazioni preparatorie del mirto**

Messa a dimora delle piantine. Al fine di ottenere le massime garanzie di attecchimento, assicurare le condizioni ideali per lo sviluppo, minimizzare gli stress conseguenti al trapianto e con essi gli input richiesti nella manutenzione, la messa a dimora delle piantine verrà effettuata nel periodo autunno-invernale in quanto le piantagioni primaverili pur presentando dei vantaggi per il minor pericolo delle gelate, sono sconsigliabili per i maggiori rischi derivanti dalle scarse precipitazioni che si registrano in questa stagione. Inoltre la fase di risveglio vegetativo che la specie utilizzata attraversa nel periodo primaverile, la rende più vulnerabile alle conseguenze dovute allo stress da trapianto. Le piante di mirto da utilizzare saranno allevate in fitocella e dell'età di 1/2 anni e proverranno da vivai autorizzati e certificati.

La messa a dimora delle piante rappresenta un aspetto critico dalla cui corretta od errata esecuzione dipende lo stato di salute degli individui messi a dimora e conseguentemente il livello di cure da prestare agli stessi nelle fasi successive del ciclo colturale, pertanto verranno messe in opera le seguenti azioni:

- mettere a dimora il prima possibile le piante dopo lo scarico;
- non danneggiare e rimuovere i rami nelle operazioni di carico e scarico;
- scartare il materiale con radici fascianti e strozzanti;
- predisporre il tutoraggio della pianta con l'accortezza di fissare i tutori al di fuori del perimetro circolare che delimita l'ingombro del pane radicale;
- le sacche di aria tra le radici, limitata ad inumidire la parte superficiale o il primo substrato in cui è contenuto l'apparato radicale.

Al fine di regolarizzare le produzioni durante gli anni di impianto si propone di gestire la coltura in irriguo; in particolare si propone di utilizzare un sistema di irrigazione a goccia o "irrigazione localizzata" o anche "microirrigazione" del tipo interrato ossia la cosiddetta "subirrigazione". Con questo sistema le ali gocciolanti verrebbero sotterrate e non sarebbero di intralcio per l'esecuzione delle lavorazioni con macchine agricole in superficie. Con questo metodo di irrigazione, l'acqua verrà somministrata lentamente

alle piante e depositata o sulla superficie del terreno contigua alle stesse o direttamente alla zona della radice. L'obiettivo è quello di minimizzare l'utilizzo dell'acqua mantenendo però al contempo nello strato di terreno esplorato dalle radici un livello ottimale di umidità. L'impianto sarà costituito da delle condotte principali complete di curve e pezzi speciali e sfiati del diametro di 63 mm. Dalle tubazioni principali si dipartiranno, mediante dei raccordi, le ali gocciolanti in PE con gocciolatore incorporato con portata nominale da 1,0 / 4,0 litri/ora. Il diametro esterno delle ali gocciolanti sarà di mm 20. I gocciolatori saranno posti alla distanza di 0,50 metri l'uno dall'altro. Le ali gocciolanti, come detto, verranno interrate ad una profondità di 25 cm.

L'impianto di irrigazione verrà completato poi dalle opportune saracinesche con filtri. Per garantire l'approvvigionamento idrico, verranno realizzati quattro pozzi trivellati; l'acqua, prima di essere immessa nell'impianto di irrigazione verrà pompata tramite delle condotte di adduzione, in appositi serbatoi a tenuta stagna della capacità di 10.000 litri ciascuno. Si prevede di porre in opera n.11 serbatoi.

Circa i consumi irrigui della coltura, in condizioni climatiche "normali" e con una piovosità annua nella media climatologica di riferimento, il volume di adacquamento (volume irriguo) annuo oscilla intorno ai 3.000 mc per ettaro.

Una volta realizzato l'impianto di mirto, vista comunque la scarsa dotazione del suolo agrario e tenendo conto delle asportazioni di elementi nutritivi da parte delle colture, sarà comunque necessario procedere ad una concimazione annuale con azoto e fosforo. Le somministrazioni di fosforo ed azoto andranno distribuite in modo frazionato nel periodo compreso fra la fioritura e l'accrescimento dei frutti, evitando apporti in prossimità della maturazione, e alla ripresa vegetativa.

Per il primo anno di impianto non si otterrà nessuna produzione, la raccolta del fogliame sarà effettuata a partire dal mese di giugno del secondo anno nel quale si prevede di ottenere 20 quintali di fogliame (produzione per ettaro), la raccolta delle bacche inizierà invece al terzo anno d'impianto nel quale si prevede di produrre 15 quintali di prodotto (produzione per ettaro). La maturità produttiva del mirteto si avrebbe a partire dal quinto anno nel quale si prevede di produrre 25 quintali di bacche e 50 quintali di fogliame sempre per ettaro. Il mirteto resterà in produzione venticinque anni.

#### *Operazioni colturali successive all'impianto del mirteto*

Una volta che l'impianto del mirteto verrà realizzato, sarà necessario procedere con le seguenti operazioni colturali.

Al fine di ridurre la competizione delle erbe infestanti, evitando l'uso di diserbanti chimici, è opportuno provvedere, a metà primavera (aprile-maggio), a una prima trinciatura meccanica delle erbe infestanti presenti negli interfilari. L'operazione dovrà essere effettuata con trinciatrici meccaniche accoppiate ad una trattatrice agricola. La trinciatura meccanica permetterà di non ricorrere al trattamento con diserbanti di sintesi. Lungo i filari il contenimento delle specie infestanti avverrà, invece, nei primi anni dell'impianto, mediante l'ausilio di decespugliatori a spalla.

Sempre al fine del contenimento delle erbe infestanti, è opportuno provvedere, verso la fine del mese di giugno, a effettuare una seconda trinciatura meccanica sia nelle interfile che lungo i filari.

Per le operazioni colturali successive all'impianto del mirteto si ricorrerà, come trattrice, ad una classica da vigneto/frutteto, gommata e dotata di cabina, della potenza nominale di circa 75 CV avente una larghezza di circa 150 cm, una lunghezza di circa 400 cm ed una altezza di circa 235 cm. Si tratta di una trattrice, quindi, aventi caratteristiche tecniche compatibili con la coltura in progetto. La trattrice, grazie alla sua limitata lunghezza, al passo corto, all'altezza contenuta, garantirà un elevato livello di visibilità e manovrabilità.

La tipologia di trattrice prevista in progetto è particolarmente adatta per le applicazioni in piantagioni specializzate con altezza bassa, come la coltura di mirto in parola, ed efficace al fine di evitare interferenze con la chioma e i rami delle piante.

Di seguito delle foto rappresentative della tipologia di trattrice prevista e da impiegarsi nella gestione delle operazioni colturali post impianto ed in modo particolare dedite al contenimento delle specie erbacee infestanti.



*Foto n.13 e n.14. Tipologia di trattrice da impiegarsi nelle operazioni colturali per il mirteto negli anni successivi all'impianto*



**Foto n.15. Trinciatrice tipo da accoppiarsi alla trattrice e da utilizzarsi per la trinciatura meccanica delle erbe infestanti presenti negli interfilari**



**Foto n.16. Decespugliatore a scoppio tipo da utilizzarsi, nei primi anni dell'impianto, per il contenimento delle specie erbacee infestanti lungo i filari di mirto**

Per quanto riguarda le altre operazioni colturali, dall'inizio del mese di dicembre sino alla fine del mese di febbraio si provvederà alla raccolta del prodotto che dovrà essere fatta manualmente.

Nel complesso si tratta di una coltura che non necessita di interventi con presidi fitosanitari in quanto abbastanza resistente alle malattie batteriche e/o fungine. L'unica operazione che viene fatta, di norma, è il diserbo, ma, come detto sopra, si ricorrerà a quello meccanico e non all'impiego di erbicidi di sintesi.

L'obiettivo che si vuole seguire è quello di adottare pratiche e lavorazioni che riducano il ricorso a pesticidi e diserbanti. Il diserbo chimico è una pratica agricola che consiste nel distribuire nel terreno o sulle colture prodotti chimici di sintesi finalizzata a eliminare le piante infestanti e le erbacce che crescono in maniera spontanea. Il diserbo chimico è considerato un modo di operare nocivo per l'ambiente e deleterio per l'ecosistema del terreno stesso. Inoltre, alcuni residui potrebbero inquinare le falde acquifere e intaccare frutti e alimenti. Proprio per questo motivo, nella gestione del mirteto verranno privilegiate tecniche di diserbo meccanico in grado comunque di garantire il controllo degli infestanti perché facilitano il lavoro e

lo svolgono in maniera efficace. Anche per le concimazioni post-impianto si privilegerà il ricorso a concimi organici preferibilmente non di sintesi.

Il mirteto verrà gestito, per quanto possibile, secondo i crismi dell'agricoltura sostenibile. Si precisa che il mirteto resterà in produzione anche dopo la dismissione della parte elettrica dell'impianto agrivoltaico. Inoltre, le strisce di terreno che in fase di esercizio dell'impianto agrivoltaico saranno occupate dalla presenza dei pannelli fotovoltaici saranno utilizzate, una volta dismessi, per l'impianto di nuovi filari di mirto i quali saranno gestiti anch'essi secondo le stesse modalità della coltura prevista in progetto. Il sesto di impianto per i nuovi filari sarà sempre di 2,50 metri tra una fila e di 1,00 metri tra le file andandosi così ad integrare in modo armonico ed omogeneo con quelli presenti durante il periodo di vita e di esercizio dell'impianto agrivoltaico. Anche i nuovi filari di mirto verranno gestiti in irriguo con l'ausilio di un impianto di irrigazione a goccia.

Come su specificato, la produttività della coltura non sarà costante nel tempo, ma variabile in funzione dello sviluppo e del grado di maturità della coltura.

Di seguito viene proposto un conto colturale con stima dei costi e PLV per ettaro distinto per le varie fasi di sviluppo e crescita del mirteto.

<b>CONTO CULTURALE MIRTO IRRIGUO (1° ANNO)</b>			
<b>ELEMENTI DI COSTO DI PRODUZIONE E STIMA DELLA REDDITIVITA'</b>			
<b>VOCI DI COSTO</b>			<b>VALORI IN €/HA</b>
(Sv) Spese varie: mezzi tecnici e lavorazioni			
Concimi			€ 90,00
Sementi			€ 0,00
Trattamenti			€ 0,00
Lavorazioni			€ 250,00
Impianto irriguo (ammortamento)			€ 70,00
Raccolta			€ 0,00
<b>TOTALE Spese varie</b>			<b>€ 410,00</b>
Altri costi			€ 1.500,00
Manodopera - Salari			€ 700,00
Spese gestione 2% P.L.V.			€ 0,00
<b>TOTALE Spese</b>			<b>€ 2.610,00</b>
<b>PRODUZIONE LORDA VENDIBILE</b>	<b>UNITA' DI MISURA IN Q.LI</b>	<b>PREZZO UNITARIO</b>	<b>VALORE</b>
PLV (foglie)	0	40	€ 0,00
PLV (bacche)	0	400	€ 0,00
<b>TOTALE PLV</b>			<b>€ 0,00</b>
<b>(R.N.) REDDITO NETTO (P.L.V.) - TOTALE SPESE</b>			<b>-€ 2.610,00</b>
<b>CONTO CULTURALE MIRTO IRRIGUO (2° ANNO)</b>			

<b>ELEMENTI DI COSTO DI PRODUZIONE E STIMA DELLA REDDITIVITA'</b>			
<b>VOCI DI COSTO</b>			<b>VALORI IN €/HA</b>
(Sv) Spese varie: mezzi tecnici e lavorazioni			
Concimi			€ 90,00
Sementi			€ 0,00
Trattamenti			€ 0,00
Lavorazioni			€ 250,00
Impianto irriguo (ammortamento)			€ 70,00
Raccolta			€ 0,00
<b>TOTALE Spese varie</b>			<b>€ 410,00</b>
Altri costi			€ 1.500,00
Manodopera - Salari			€ 900,00
Spese gestione 2% P.L.V.			€ 16,00
<b>TOTALE Spese</b>			<b>€ 2.826,00</b>
PRODUZIONE LORDA VENDIBILE	UNITA' DI MISURA IN Q.LI	PREZZO UNITARIO	VALORE
PLV (foglie)	20	40	€ 800,00
PLV (bacche)	0	400	€ 0,00
<b>TOTALE PLV</b>			<b>€ 800,00</b>
<b>(R.N.) REDDITO NETTO (P.L.V.) - TOTALE SPESE</b>			<b>-€ 2.026,00</b>

<b>CONTO CULTURALE MIRTO IRRIGUO (3° ANNO)</b>			
<b>ELEMENTI DI COSTO DI PRODUZIONE E STIMA DELLA REDDITIVITA'</b>			
<b>VOCI DI COSTO</b>			<b>VALORI IN €/HA</b>
(Sv) Spese varie: mezzi tecnici e lavorazioni			
Concimi			€ 90,00
Sementi			€ 0,00
Trattamenti			€ 0,00
Lavorazioni			€ 250,00
Impianto irriguo (ammortamento)			€ 70,00
Raccolta			€ 0,00
<b>TOTALE Spese varie</b>			<b>€ 410,00</b>
Altri costi			€ 1.500,00
Manodopera - Salari			€ 1.050,00
Spese gestione 2% P.L.V.			€ 144,00
<b>TOTALE Spese</b>			<b>€ 3.104,00</b>
PRODUZIONE LORDA VENDIBILE	UNITA' DI MISURA IN Q.LI	PREZZO UNITARIO	VALORE
PLV (foglie)	30	40	€ 1.200,00

PLV (bacche)	15	400	€ 6.000,00
<b>TOTALE PLV</b>			<b>€ 7.200,00</b>
<b>(R.N.) REDDITO NETTO (P.L.V.) - TOTALE SPESE</b>			<b>€ 4.096,00</b>

<b>CONTO CULTURALE MIRTO IRRIGUO (4° ANNO)</b>			
<b>ELEMENTI DI COSTO DI PRODUZIONE E STIMA DELLA REDDITIVITA'</b>			
<b>VOCI DI COSTO</b>			<b>VALORI IN €/HA</b>
(Sv) Spese varie: mezzi tecnici e lavorazioni			
Concimi			€ 90,00
Sementi			€ 0,00
Trattamenti			€ 0,00
Lavorazioni			€ 250,00
Impianto irriguo (ammortamento)			€ 70,00
Raccolta			€ 0,00
<b>TOTALE Spese varie</b>			<b>€ 410,00</b>
Altri costi			€ 1.500,00
Manodopera - Salari			€ 1.200,00
Spese gestione 2% P.L.V.			€ 192,00
<b>TOTALE Spese</b>			<b>€ 3.302,00</b>
PRODUZIONE LORDA VENDIBILE	UNITA' DI MISURA IN Q.LI	PREZZO UNITARIO	VALORE
PLV (foglie)	40	40	€ 1.600,00
PLV (bacche)	20	400	€ 8.000,00
<b>TOTALE PLV</b>			<b>€ 9.600,00</b>
<b>(R.N.) REDDITO NETTO (P.L.V.) - TOTALE SPESE</b>			<b>€ 6.298,00</b>

<b>CONTO CULTURALE MIRTO IRRIGUO DAL 5° AL 30° ANNO (PIENA MATURITA')</b>			
<b>ELEMENTI DI COSTO DI PRODUZIONE E STIMA DELLA REDDITIVITA'</b>			
<b>VOCI DI COSTO</b>			<b>VALORI IN €/HA</b>
(Sv) Spese varie: mezzi tecnici e lavorazioni			
Concimi			€ 90,00
Sementi			€ 0,00
Trattamenti			€ 0,00
Lavorazioni			€ 250,00
Impianto irriguo (ammortamento)			€ 70,00

Raccolta			€ 1.000,00
<b>TOTALE Spese varie</b>			<b>€ 1.410,00</b>
<b>Altri costi</b>			€ 1.500,00
<b>Manodopera - Salari</b>			<b>€ 1200,00</b>
<b>Spese gestione 2% P.L.V.</b>			<b>€ 240,00</b>
<b>TOTALE Spese</b>			<b>€ 4.350,00</b>
<b>PRODUZIONE LORDA VENDIBILE</b>	<b>UNITA' DI MISURA IN Q.LI</b>	<b>PREZZO UNITARIO</b>	<b>VALORE</b>
PLV (foglie)	50,00	40,00	<b>€ 2.000,00</b>
PLV (bacche)	25,00	400,00	<b>€ 10.000,00</b>
<b>TOTALE PLV</b>			<b>€ 12.000,00</b>
<b>(R.N.) REDDITO NETTO (P.L.V.) - TOTALE SPESE</b>			<b>€ 7.650,00</b>

### 10.2 Colture foraggere

Per quanto riguarda le colture foraggere, considerate le caratteristiche tecniche dell'impianto agrovoltico (ampi spazi tra le interfile, ma maggiore ombreggiamento in prossimità delle strutture di sostegno, con limitazione per gli spazi di manovra), si opterà per un tipo di inerbimento pressoché totale: il cotico erboso occuperà quasi tutta la fascia di terreno tra un tracker e l'altro.

La superficie del corpo fondiario dedito alla coltivazione delle colture foraggere sarà pari a circa 10 ettari.

L'inerbimento tra le interfile sarà di tipo artificiale, ottenuto dalla semina di miscugli di 4 specie autunno-vernine ben selezionate, che richiedono pochi interventi per la gestione. In particolare si opterà per le seguenti specie:

- *Trifolium subterraneum* (comunemente detto trifoglio) o *Vicia sativa* (veccia) per quanto riguarda le leguminose;
- *Lolium multiflorum* var. *italicum* (loietto italico) o *Avena sativa* L. (avena) per quanto riguarda le graminacee.

L'impianto degli erbai avverrà all'inizio dell'autunno. A seguito delle lavorazioni preparatorie del terreno (aratura, erpicatura, rullatura ecc.), la semina verrà effettuata mediante l'impiego di seminatrici di precisione avente una larghezza di massimo 4,00 m dotata di serbatoi distinti per le varie specie foraggere da impiegarsi.

Per l'esecuzione delle lavorazioni di preparazione del terreno e per la semina, in considerazione della superficie da coltivare e delle attività da svolgere si ricorrerà all'utilizzo di una trattrice gommata convenzionale della potenza nominale di almeno 120 CV e dotata di cabina.

Si tratta di una macchina particolarmente adatta e versatile per svolgere le operazioni colturali previste per le colture foraggere in parola. Le caratteristiche tecniche della trattrice da impiegarsi saranno le seguenti:

lunghezza circa 490 cm, larghezza circa 225 cm, altezza circa 270 cm con una velocità (massima) di avanzamento pari a 40 km/h.

Di seguito una immagine rappresentativa della trattrice che si prevede di impiegare.



**Foto n.17. Tipologia di trattrice da impiegarsi nelle lavorazioni preparatorie e nella semina delle colture foraggere**

Di seguito invece una immagine rappresentativa della seminatrice di precisione che invece si intende utilizzare per la semina dei miscugli per gli erbai.



**Foto n.18. Tipologia seminatrice di precisione da impiegarsi nella semina delle colture foraggere**

La produzione foraggera non sarà destinata ad essere sfalciata o ad operazioni di fienagione. Essa verrà invece destinata al pascolamento da parte di ovini da latte, provenienti da un allevamento zootecnico condotto da un imprenditore agricolo che opera nella zona e che è stato nella persona del Sig. Vincenzo Piras e con il quale vi è un accordo di massima da formalizzare. La scelta delle specie su richiamate deriva anche dal fatto che esse rientrano tra le essenze foraggere coltivate più appetibili per gli ovini da latte ed in

grado di garantire una produzione di latte soddisfacente sia da un punto di vista quantitativo che qualitativo.

La superficie foraggera sarà suddivisa in più settori in modo che, a rotazione, venga garantita la “messa a riposo” per un periodo non inferiore all’anno; questo per evitare fenomeni di "stanchezza" del terreno e garantire il mantenimento della fertilità del suolo secondo la buona pratica agronomica.

Le colture foraggere verranno gestite in asciutto.

Per quanto riguarda la tecnica di pascolamento, si ricorrerà a quella a rotazione, in modo tale che gli animali non insistano troppo sullo stesso appezzamento (sovrapascolamento), per garantire il giusto sviluppo vegetativo delle essenze pabulari.

Il pascolamento a rotazione si ha quando il gregge utilizza un’area o settore di pascolo per un periodo limitato di tempo per poi essere dislocato su altri settori fino a tornare su quello di partenza (rotazione). In questo caso il pascolamento di una data area è interrotto da un periodo di ricrescita indisturbata dell’erba. L’erba quindi si accumula tra le successive utilizzazioni raggiungendo altezze generalmente elevate (15-30 cm) all’inizio dell’utilizzazione successiva. Nel pascolamento a rotazione la composizione strutturale del pascolo è più equilibrata rispetto al pascolo utilizzato di continuo, perché le diverse specie vegetali che costituiscono il manto erboso hanno la possibilità di ricrescere tra una pascolata e la successiva, allungando la vita effettiva del pascolo stesso.

Per una corretta gestione della superficie foraggera, la stessa verrà suddivisa in più settori; questi saranno delimitati da delle recinzioni elettriche a basso voltaggio al fine di impedire lo sconfinamento in altri settori. La banda di elettrificazione avrà un’altezza di 1,05 metri e sarà sorretta da picchetti per bande da posizionarsi ogni 5 metri. La banda di elettrificazione verrà alimentata da elettrificatori a batteria con basso voltaggio aventi una autonomia di 10.000 ore. Lo scopo di realizzare una recinzione elettrificata, a basso voltaggio, è quello di creare una barriera psicologica per evitare lo sconfinamento da parte degli ovini.

La recinzione sarà costituita da un elettrificatore che eroga gli impulsi elettrici, dai cavi di collegamento per lo stesso alla recinzione, dal sistema di messa a terra composto da uno o più pali collegati tra di loro, e dalla struttura vera e propria composta a sua volta da pali, isolatori, fili conduttori, ecc.

Il meccanismo di funzionamento sarà il seguente. L’elettrificatore lancia impulsi elettrici lungo i fili della recinzione. L’impulso elettrico, se non ci sono grosse dispersioni, si esaurisce sulla recinzione. Quando l’animale tocca la recinzione chiude il circuito, come fosse un interruttore, e l’impulso elettrico attraversa lo stesso e, mediante il terreno, fluisce verso il sistema di messa a terra e ritorna all’elettrificatore. Quando l’animale tocca la recinzione elettrica riceve una scossa che gli causa un lieve dolore, facendolo allontanare. Questo tipo di recinzione non sarà fisso, ma del tipo amovibile in modo che il gregge venga spostato con facilità da un settore all’altro.

Di seguito viene proposto un conto colturale con stima dei costi e PLV per ettaro.

<b><u>CONTO COLTURALE ERBAIO IN ASCIUTTO</u></b>			
<b>ELEMENTI DI COSTO DI PRODUZIONE E STIMA DELLA REDDITIVITA'</b>			
<b>VOCI DI COSTO</b>			<b>VALORI IN €/HA</b>
<b>(Sv) Spese varie: mezzi tecnici e lavorazioni</b>			
Concimi			€ 130,00
Preparazione terreno e semina			€ 150,00
Sementi			€ 120,00
<b>TOTALE Spese varie</b>			<b>€ 400,00</b>
<b>(Im) Altri costi generici</b>			€ 200,00
<b>(Sa) Manodopera - Salari</b>			€ 104,00
<b>(I) Interesse capitale agrario</b>			
4/12 x 6% (Sv+Im+Sa)			€ 12,00
<b>(St) Spese gestione 2% P.L.V.</b>			<b>€ 24,00</b>
<b>TOTALE SPESE</b>			<b>€ 740,00</b>
<b>PRODUZIONE LORDA VENDIBILE</b>	<b>UNITA' DI MISURA IN Q.LI</b>	<b>PREZZO UNITARIO</b>	<b>VALORE</b>
Foraggio	60,00	20,00	€ 1.200,00
<b>TOTALE PLV</b>			<b>€ 1.200,00</b>
<b><u>(R.N.) REDDITO NETTO</u></b>			<b>€ 460,00</b>
<b><u>(P.L.V.) - TOTALE SPESE</u></b>			

### **10.3 Sistema di monitoraggio**

Il sistema di monitoraggio che verrà adottato per l'impianto agrivoltaico in parola riguarderà in modo particolare, ma non solo, la coltura di mirto. Verrà installato, in particolare, un sistema integrato che permetta di raccogliere i dati sulle colture previste in progetto e sulle condizioni ambientali che influiscono sulla resa delle colture stesse.

Questo sistema di monitoraggio servirà sia per operazioni automatiche (es. azionare l'impianto di microirrigazione previsto per il mirto) sia per fornire dati sulla base dei quali decidere eventuali azioni sulla coltura quali, ad esempio, un intervento di fertilizzazione.

Il sistema di sensoristica verrà installato in campo aperto; perciò tutti i componenti verranno isolati in maniera opportuna in modo da essere in grado di resistere ai fattori esterni. La trasmissione dei dati verrà garantita 24h su 24.

Il sistema di monitoraggio sarà composto dai seguenti elementi.

Innanzitutto ci saranno dei sensori che misureranno fattori ambientali quali umidità/temperatura del terreno. Questi sensori saranno integrati all'interno di colonnine meteo (stazioni meteo) che verranno disposte in più punti del corpo fondiario destinato ad accogliere l'impianto agrivoltaico.

In particolare le stazioni meteo che si prevede di impiegare saranno dotate di anemometro (in grado di misurare intensità media/raffica, direzione del vento), pluviometro (in grado di misurare pioggia cumulata e intensità di precipitazione) e sensometri in grado di misurare la bagnatura fogliare (bagnatura su faccia superiore ed inferiore), la radiazione solare (globale, UV, PAR), l'umidità, la temperatura del terreno e la pressione atmosferica. Queste stazioni meteo saranno alimentate con pannelli solari.

I dati provenienti dai sensori verranno poi trasmessi a un sistema di raccolta dati. Trattandosi di un corpo fondiario occupato dall'impianto agrivoltaico di notevoli dimensioni con una estensione di 54 ettari, la comunicazione avverrà tramite sistema wifi in collegamento con la stazione principale.

I dati inviati verranno poi raccolti su dei server dedicati o su piattaforma cloud. La visualizzazione dei dati avverrà tramite browser con l'utente finale che accede via web alla propria area riservata e visualizza i dati provenienti dai sensori installati negli appezzamenti occupati dalle coltivazioni; agli stessi dati si può accedere poi tramite APP installate sugli smartphone sviluppata dall'azienda che fornirà il sistema di monitoraggio.

Una volta raccolti i dati forniti dai vari sensori installati, questi verranno scaricati su PC al fine di essere elaborati e analizzati. Il sistema di monitoraggio in progetto prevederà inoltre l'attivazione di alert via mail o notifiche tramite app se i valori misurati supereranno soglie predefinite. In alcuni casi al superamento delle soglie sarà possibile poi far partire delle operazioni automatiche (es. far partire o interrompere l'impianto di irrigazione per il mirteto).

#### **10.4 Calcolo ULA (unità lavorative annue)**

Per il calcolo del fabbisogno di manodopera necessario per la normale conduzione delle coltivazioni previste in progetto, si è fatto riferimento alla Tabella "Fabbisogno di manodopera in agricoltura" di cui all'Allegato al Decreto dell'Assessore dell'Agricoltura e Riforma Agro-Pastorale n. 122/DecA/2 del 21.01.2019.

Sulla base del piano colturale previsto nell'impianto agrivoltaico, avremo pertanto il seguente numero di ore di lavoro necessarie:

Coltura	Sup. netta coltivata (ha)	h/uomo/ha	Totale h per coltura
Mirto	22.00.00	880	19.360
Erbai misti	10.00.00	34	340
		<b>Totale h</b>	<b>19.700</b>

Considerato che il monte ore annuo previsto per un lavoratore agricolo (ULA) è definito in 1900 ore, avremo, visto il fabbisogno di manodopera su calcolato, la necessità di un numero di ULA pari a 19.700:  $1.900 = 10,37$  arrotondate a **10 ULA**.

Evidenti quindi le ricadute economico-sociali a livello locale in termini produttivi e occupazionali che deriveranno dalla sola attuazione della parte "agricola" dell'impianto agri-voltaico: l'impianto del mirto e delle colture foraggere permetterà infatti l'assunzione in servizio di almeno 10 operai a tempo indeterminato garantendo loro una relativa stabilità occupazionale ed economica per un tempo lungo e ben oltre il periodo di vita utile dell'impianto (30 anni).

#### **11 COMPUTO METRICO ESTIMATIVO DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO AGRONOMICO E FERTILIZZAZIONE TERRENO, DI IMPIANTO DEL MIRTETO E DELLE COLTURE FORAGGERE, DELLE OPERE AUSILIARIE E DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO DELLE CONDIZIONI AMBIENTALI**

Si riporta di seguito il computo metrico estimativo dei lavori da realizzare e necessari per gli interventi di miglioramento agronomico e fertilizzazione terreno, di impianto del mirteto e delle colture foraggere e delle opere ausiliarie, nonché per il monitoraggio delle condizioni ambientali, in parte in base alle voci del Prezzario Agricoltura Regione Sardegna del 2016 e in parte in base, per alcune lavorazioni, sui prezzi di mercato praticati.

Descrizione	U.d.m.	Prezzo	Quantità	Costo
<b>LAVORI DI MIGLIORAMENTO AGRONOMICO E FERTILIZZAZIONE TERRENO</b>				
Aratura alla profondità di cm 30 - 40 per interrimento erbe spontanee	Ha	279,40	50,00	13.970,00
Sistemazione di terreno con modesti movimenti di terra (entro 400 mc) onde eliminare dossi ed avvallamenti ivi compreso eventuale formazione di scoline a carattere annuale	Ha	771,50	50,00	38.575,00
Frangizollatura con erpice a dischi o a denti rigidi	Ha	116,50	50,00	5.825,00

Semina eseguita con trattrice gommata e seminatrice portata o trainata: a - per trasporto e distribuzione sementi	Ha	140,20	50,00	7.010,00
Semina eseguita con trattrice gommata e seminatrice portata o trainata: b - per acquisto seme (a fattura), misura massima accessibile	Ha	201,60	50,00	10.080,00
Frangizollatura con erpice a dischi o a denti rigidi	Ha	116,50	50,00	5.825,00
Aratura alla profondità di cm 30 - 40 per interrimento leguminose per miglioramento fertilità dei suoli	Ha	279,40	50,00	13.970,00
<b>TOTALE LAVORI DI MIGLIORAMENTO AGRONOMICO E FERTILIZZAZIONE TERRENO</b>				<b>95.255,00</b>
<b>LAVORI DI IMPIANTO MIRTETO E OPERE AUSILIARI</b>				
Leggera sistemazione superficiale di terreni con lama livellatrice portata/trainata da trattrice della potenza di 60-80 Hp da assentirsi nell'impianto di fruttiferi in genere.	Ha	376,40	22,00	8.280,80
Ripperatura da eseguirsi con ripper di q.li 10 distanza fra i denti non superiore a cm 50, per terreni pietrosi o con strati di inibenza fisica sottosuperficiale (es. alcuni tipi di gregori), ad una profondità' di cm 50	Ha	834,10	22,00	18.350,20
Aratura, alla profondità' di 30-40 cm, per amminutamento del terreno e per l'interramento dei fertilizzanti utilizzati nella concimazione di fondo prima dell'impianto di fruttiferi in genere	Ha	279,40	22,00	6.146,80
Frangizollatura con erpice a dischi od a denti rigidi da assentirsi nell'impianto di fruttiferi in genere.	Ha	116,50	22,00	2.563,00
Acquisto piantine di mirto in fitocella	Cadauno	1,00	88.000,00	88.000,00
Messa a dimora di essenze vegetali aromatiche ed officinali ad utilità poliennale, compreso il tracciamento, il trasporto e la sostituzione delle fallanze, nella misura massima del 5%. Escluse le spese di acquisto e fornitura delle piante	Cadauno	1,30	88.000,00	114.400,00
Condotte per impianti irrigui ed a uso potabile in tubo P.E.100 A.D. a norma UNI 10910 fornito in rotoli da un minimo di 50 a 500 metri a seconda del diametro, complete di curve e pezzi speciali, sfiati e scarichi esclusi gli idranti e le saracinesche: PN 12,5 diam. Esterno 63	m	9,10	1.900,00	17.290,00

Ali gocciolanti, integrale autocompensante antidrenaggio, in PE con gocciolatore incorporato con portata nominale da 0,7 / 3,5 litri/ora, in rotoli indivisibili, stese sul piano di campagna complete di raccordi per collegamento alla tubazione principale, curve,riduzioni, tappi e pezzi speciali, in opera del diam. esterno mm 20- distanza gocciolatoi metri 0,50	m	1,72	88.000,00	151.360,00
Saracinesca in ghisa corpo ovale PN16 - diam.65	cadauno	237,30	22,00	5.220,60
Filtro autopulente in acciaio verniciato con F.033.002 funzionamento a vortice, completo di manometri e valvola di scarico, con attacco flangiato Attacco flangiato - diam. 80 mm - 10 l/s	cadauno	450,70	11,00	4.957,70
Scavo a sezione ristretta e obbligata in linea per la posa di reti idriche-fognarie di qualsiasi tipo o per cavidotti di reti elettriche e telefoniche, eseguito con qualsiasi mezzo ... a sciolto che compatto, anche misto a pietre, escluso le rocce tenere e dure.	mc	17,52	313,00	5.483,76
Rinterro di cavi a sezione ristretta ed obbligata risultanti dopo l'esecuzione dei manufatti di reti idriche-fognarie e di cavidotti di linee elettriche- telefoniche, eseguito con ma ... piego di materiali provenienti dagli scavi eseguiti nell'ambito del cantiere	mc	8,62	313,00	2.698,06
Interramento di ala gocciolante con attrezzo specifico tipo aratro-talpa, profondità 25-30 cm	m	0,40	88.000,00	35.200,00
Fornitura a piè d'opera di serbatoi in cemento armato prefabbricato con pareti dello spessore minimo di mm. 100 a tenuta stagna, completi pareti , fondo e solaio con botola d'ispezione delle dimensioni minime di cm. 40x40, compreso di bocchetta di uscita filettata in ferro zincato, per usi civili e zootecnici. a) capacità litri 10.000	cad.	1.800,00	11,00	19.800,00
Esecuzione di pozzo trivellato sino alla profondità di metri 100 in terreno di qualsiasi natura escluso granito, compreso lo spurgo e l'incamiciamento del foro, incollaggio o rivettatura dei tubi nei dovuti giunti prezzi di perforazione al metro- da metri 00 a metri 100. b) diametro mm 250 per profondità 100 metri per numero quattro pozzi	m	55,00	400,00	22.000,00

Rivestimento pozzo in PVC diametro mm 200 spessore mm 6 per profondità 100 m per numero quattro pozzi	m	28,00	400,00	11.200,00
Fornitura elettropompa sommersa compresa di accessori della potenza di 2 CV per pompaggio acqua da pozzi a serbatoi accumulo acqua	cad.	4,00	700,00	2.800,00
Fornitura elettropompa sommersa compresa di accessori della potenza di 1,5 CV per pompaggio acqua da serbatoi ad impianto di irrigazione	cad.	11,00	200,00	2.200,00
Costi per ottenimento autorizzazioni alla realizzazione di ricerche idriche (pozzi) e per l'emungimento	a corpo	1,00	10.000,00	10.000,00
<b>TOTALE LAVORI DI IMPIANTO MIRTETO E OPERE AUSILIARIE</b>				<b>527.950,92</b>
<b>LAVORI DI IMPIANTO COLTURE FORAGGERE E OPERE AUSILIARIE</b>				
Aratura alla profondità di cm 30 - 40 per interrimento erbe spontanee	Ha	279,40	10,00	2.794,00
Frangizollatura con erpice a dischi o a denti rigidi	Ha	116,50	10,00	1.165,00
Semina eseguita con trattrice gommata e seminatrice portata o trainata: a - per trasporto e distribuzione sementi	Ha	140,20	10,00	1.402,00
Semina eseguita con trattrice gommata e seminatrice portata o trainata: b - per acquisto seme (a fattura), misura massima accessibile	Ha	201,60	10,00	2.016,00
Realizzazione recinzione elettrica a basso voltaggio con banda di elettrificazione altezza 1,05 metri sorretta da picchetti per bande da posizionarsi ogni 5 metri compresa di elettrificatori, cavi di collegamento, pali, isolatori, fili conduttori, ecc.	m	1,00	800,00	800,00
<b>TOTALE LAVORI DI IMPIANTO COLTURE FORAGGERE E OPERE AUSILIARIE</b>				<b>8.177,00</b>
<b>SISTEMI DI MONITORAGGIO CONDIZIONI AMBIENTALI</b>				
Fornitura e installazione di stazione agrometeorologica dotata di unità principale con pluviometro, termoigrometro, barometro, anemometro, solarimetro dotata di modem GPRS, unità periferiche, sensore bagnatura fogliare a doppia esposizione (superiore e inferiore), sensori umidità/temperatura terreno. Dotata di: collegamento in wifi con stazione principale, piattaforma web per gestione generale e specifica della stazione agrometeorologica, modelli agronomici DSS per ottimizzazione difesa fitosanitaria, abbonamento invio dati agrometeorologici ecc.	Cadauno	2,00	7.320,00	14.640,00
<b>TOTALE INTERVENTI</b>				<b>646.022,92</b>

## 12 PROGETTI DI RICERCA E SVILUPPO CON ENTI DI RICERCA PUBBLICI E PRIVATI

La società Green Energy Sardegna 2 S.r.l. è in procinto di attivare una collaborazione con un ente di ricerca pubblico per lo sviluppo di progetti di ricerca di base e sperimentali.

I progetti di ricerca, ancora in fase di definizione contrattuale, verteranno sulle seguenti tematiche:

- 1) **valutare la produttività di un pascolo/seminativo sotto pannelli fotovoltaici orientabili.** La linea di ricerca si propone di valutare come le particolari condizioni microambientali in cui vengono esposte le colture in un sistema agrivoltaico (ad es. luminosità, arieggiamento, prolungato ombreggiamento, variazione delle precipitazioni dirette sulla chioma, densità di semina per ettaro, etc.) possano influenzarne la qualità del pascolo per ovini da latte in termini di biomassa prodotta e composizione chimica della stessa rispetto ai parametri utilizzati nel razionamento animale (contenuto in proteina, frazioni fibrose e altri carboidrati, digeribilità della fibra in vitro, grado di lignificazione della fibra etc) e sulla risposta animale (produzione e qualità del latte etc.) e di come l'ombreggiamento del pascolo possa influenzare i parametri di benessere animale di risposta allo stress termico nel periodo primaverile ed estivo;
- 2) **aspetti critici e indirizzi per un corretto inserimento paesaggistico e ambientale di un sistema fotovoltaico.** Gli impianti fotovoltaici a terra e le cosiddette 'serre fotovoltaiche' stanno acquisendo una certa rilevanza anche in ambiti prettamente rurali. Tali impianti possono contribuire al degrado ambientale, territoriale e paesaggistico in termini di consumo di suolo, frammentazione degli habitat e perdita di biodiversità, nonché innescare -o esacerbare- il fenomeno delle isole di calore. Risulta dunque di interesse indagare questi fenomeni al fine di prevedere nella transizione al fotovoltaico adeguate misure di mitigazione e adattamento;
- 3) **efficienza economica e sociale di impianti agrivoltaici.** Scopo della ricerca è quello di ampliare le conoscenze sull'efficienza economica e sociale di impianti agrivoltaici rispetto ad altri sistemi di produzione di energia legati all'uso di superficie agricola. L'analisi punterà l'attenzione ai costi e benefici di natura privata come pure si studierà l'impatto sul welfare e, quindi, sui costi e benefici sociali legati a queste tipologie di impianto;
- 4) **automazione di impianti di irrigazione da input di sensori termici colturali.** La risposta termica delle colture sotto stress idrico può essere un efficiente indicatore per l'individuazione del momento di intervento irriguo. La linea di ricerca si propone di individuare modalità di interazione tra una sensoristica dell'infrarosso termico e le centraline di controllo degli impianti idrici dell'impianto agrofotovoltaico;
- 5) **valutazione delle caratteristiche chimico-fisiche e tecnologiche delle produzioni vegetali ottenute all'interno di agroecosistemi agrivoltaici.** Scopo della linea di ricerca è quello di individuare l'impatto dei sistemi agrivoltaici sulle caratteristiche nutrizionali e tecnologiche delle produzioni primarie ottenute in tali agroecosistemi rispetto a quelle convenzionali.

Verrà individuata, inoltre, una specifica parcella di terreno, della superficie minima di 5.000 mq, in pieno campo e in un'area non interessata dalla presenza dei tracker (quindi senza alcun tipo di ombreggiamento)

dove verrà realizzata una coltivazione sperimentale di mirto. Scopo di tale coltivazione sperimentale sarà quello di saggiare le caratteristiche di crescita e di sviluppo di questa essenza vegetale, nonché le caratteristiche qualitative e quantitative dei prodotti ottenibili (bacche e foglie di mirto) rispetto a quelle della coltura coltivata tra un tracker e l'altro.

In particolare, la parcella di terreno sperimentale verrà individuata in un'area a nord ovest dell'impianto agrivoltaico non interessata da esso. In particolare, la parcella verrà realizzata in prossimità di un oliveto della superficie di circa un ettaro. La superficie di 5.000 mq dove verrà realizzata tale parcella non è interessata attualmente da alcuna coltura arborea. Trattasi, infatti, come macrouso, di un "seminativo" e non verranno pertanto realizzati interventi di bonifica, prima dell'impianto del mirteto sperimentale, come quelli previsti per i terreni ove verrà realizzato l'impianto agrivoltaico.

Di seguito, su foto aerea, viene individuata (in rosso) l'area in parola a nord ovest dell'impianto dove verrà individuata (in verde) la parcella sperimentale.



*Figura 11: Inquadramento su foto aerea dell'area a nordovest dell'impianto dove verrà individuata la parcella sperimentale per il mirto di 5.000 mq.*

### **13 OPERE DI MITIGAZIONE**

Di seguito vengono descritte le opere di mitigazione che si prevedono per la schermatura dell'impianto agrivoltaico da realizzarsi. Gli impatti potenzialmente correlati alla costruzione, all'esercizio e alla dismissione dell'impianto agrivoltaico in oggetto saranno infatti moderati da adeguate opere di mitigazione che andranno a compensare e a ridurre il più possibile gli eventuali effetti negativi potenzialmente generati.

In particolare le opere di mitigazione saranno costituite da una fascia di due filari di eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh), già presenti nel sito tra l'altro, lungo tutto il bordo del corpo fondiario dove verrà realizzato l'impianto agrivoltaico. Questi filari non verranno interessati, pertanto, dalle operazioni di taglio e rimozione descritte in precedenza. La fascia sarà costituita quindi da esemplari di eucalipto già sviluppati e conformati i quali garantiranno fin da subito un effetto schermante nei confronti dell'impianto agrivoltaico oltre che una adeguata funzione frangivento.

Sempre in questa fascia, al fine di garantire un ulteriore effetto schermante e al fine di rendere tale contesto il più naturale possibile, e di migliorarla sotto il profilo ambientale, verranno messe a dimora, in modo casuale tra di loro, previa realizzazione di buche delle dimensioni di 40 x 40 x 40 cm, delle piantine appartenenti a specie arbustive caratteristiche della macchia mediterranea ed in particolare *Pistacia lentiscus* (Lentisco), *Myrtus communis* (Mirto), *Olea europea* var. *sylvestris* (Olivastro). Di seguito una breve descrizione delle specie da impiegarsi.

*Olea europea* var. *sylvestris* (Olivastro). L'olivo selvatico si distingue per le drupe e le foglie più piccole e per i rami giovani induriti o spinescenti, ma non per il portamento che può essere arboreo anche se tozzo e contorto. E' una pianta pienamente sclerofilla resistente all'aridità, essendo specie eliofila predilige terreni ben esposti, preferibilmente a est e a sud-est. Si ritiene possa avere un ruolo importante nella ricostituzione della copertura arborea in terreni degradati, anche in funzione della diffusione dei semi da parte di alcuni uccelli, che con la digestione intaccano il tegumento e ne facilitano la germinabilità.

*Pistacia lentiscus* (Lentisco). Arbusto tipico della macchia mediterranea, con fiori bianchi e bacche rosse, è indifferente alla natura della roccia madre del suolo. E' comunemente considerato eliofilo. E' poco infiammabile e a combustione lenta, adatto per siepi ai margini delle strade o dei viali parafuoco.

*Myrtus communis* (Mirto). Pianta spontanea in quasi tutta l'area mediterranea, dal livello del mare fino a circa 500 metri d'altitudine. Il mirto prospera ove il clima è mite, sopporta bene la siccità.

Inoltre, sempre come intervento di mitigazione e di miglioramento ambientale del contesto in cui verrà messo in opera l'impianto agrivoltaico, verrà realizzata, per il bacino artificiale di acqua dolce posto a nordovest dell'impianto, una fascia di alberi, nelle sponde per una larghezza pari ad almeno 2 metri dal perimetro di massima piena della zona umida, appartenenti alla specie *Tamarix gallica* (Tamerice comune).

La tamerice comune è un piccolo alberello spogliante alto fino a 5-6 metri (talvolta in condizioni favorevoli può toccare i 10 m), con chioma disordinata, grigio-azzurrognola, molto leggera, in Sardegna vegeta allo stato spontaneo prevalentemente nelle zone costiere, vicino alle foci dei fiumi.

È una pianta molto rustica e frugale, estremamente resistente alla salsedine ed ai venti forti, anche salmastri, coltivata pure in parchi e giardini sia per il suo bel fogliame squamiforme, simile a quello di alcuni ginepri, sia per l'abbondante ed appariscente fioritura primaverile.

La tamerice comune non ha bisogno di essere irrigata con regolarità, anzi può sopportare agevolmente brevi periodi di siccità, tollerando persino l'acqua salmastra nel terreno. Si moltiplica con grande facilità mediante talee, prelevandole in inverno (gennaio-febbraio) e collocandole subito a dimora, in piena terra.

Infine, sempre come intervento di mitigazione/miglioramento ambientale, nelle aree non interessate dall'impianto agrivoltaico, dai rimboschimenti e dalla parcella sperimentale di mirto, le superfici verranno mantenute a riposo e saranno costituite da soli elementi erbacei. Il soprassuolo di tali superfici sarà costituito solo da pascoli naturali, pertanto.

## **14 CONCLUSIONI**

L'impianto in progetto, così come è stato ideato ed articolato, rientra pienamente nella categoria degli impianti agrivoltaici normati ai sensi dell'articolo 31 del D.L. 77/2021, come convertito con la L. 108/2021, anche definita governance del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza. L'impianto rientra pienamente nella definizione di cui al comma 5 della succitata legge in quanto trattasi di un impianto che adotta soluzioni integrative innovative con il montaggio di moduli elevati da terra, ruotanti su se stessi, e disposti in modo da non compromettere la continuità dell'attività di coltivazione agricola e con l'adozione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione. Inoltre, l'impianto sarà dotato di un sistema di monitoraggio che consente di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità dell'attività dell'azienda agricola coinvolta proprio come prevede la suddetta legge n.108/2021.

Secondo le "Linee Guida per l'applicazione dell'agro-fotovoltaico in Italia" redatte dal Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali dell'Università Degli Studi della Tuscia in collaborazione con varie enti ed associazioni, gli impatti positivi sulla collettività derivanti dalla realizzazione di impianti agrivoltaici in termini sociali ed economici assumono un ruolo fondamentale ed indispensabile. Secondo varie ricerche condotte, durante la fase di costruzione di un impianto agrivoltaico si creano mediamente circa 35 nuovi posti di lavoro, e nella fase di manutenzione 1 posto ogni 2-5 MW prodotti. Da ciò l'evidenza di impatti positivi sotto il punto di vista occupazionale.

Sempre dal punto di vista economico, la minore o nulla competizione di utilizzo del suolo tra agricoltura (nel nostro caso la coltivazione di mirto e le colture foraggere) ed impianti fotovoltaici permette di ottenere contemporaneamente sullo stesso appezzamento di terreno produzioni e redditi diversificati.

Evidenti, quindi, i vantaggi degli impianti "agrivoltaici" rispetto ai classici "campi fotovoltaici", ossia impianti fotovoltaici totalmente dedicati alla produzione di energia rinnovabile, realizzati su terreni inidonei alla coltivazione: di fatto distese di pannelli solari più o meno vaste che sottraevano terreni alle coltivazioni agricole e agli allevamenti.

Nel caso degli impianti agrivoltaici, come quello in parola con la coltivazione del mirto e delle colture foraggere, invece di avere una competizione tra la produzione energetica e agricola, si ha una virtuosa sinergia da cui entrambe traggono beneficio. Secondo uno studio ENEA-Università Cattolica del Sacro Cuore (Agostini et al., 2021), le prestazioni economiche e ambientali degli impianti agrivoltaici sono simili a quelle degli impianti fotovoltaici a terra: il costo dell'energia prodotta è di circa 9 centesimi di euro per kWh, mentre le emissioni di gas serra ammontano a circa 20 g di CO<sub>2</sub>eq per megajoule di energia elettrica. Recenti studi internazionali (Marrou et al., 2013) indicano che la sinergia tra fotovoltaico e agricoltura crea

un microclima (temperatura e umidità) favorevole per la crescita delle piante che può migliorare le prestazioni di alcune colture come quelle in progetto.

La combinazione di agricoltura e pannelli fotovoltaici ha degli effetti sinergici che supportano la produzione agricola, la regolazione del clima locale, la conservazione dell'acqua e la produzione di energia rinnovabile. Nella scelta delle coltivazioni (mirto e colture foraggere) si è optato per delle specie che possano valorizzare al massimo tale sinergia.

Sulla base di quanto su esposto si può concludere che l'investimento proposto non prevede interventi che possano compromettere in alcun modo il suolo agrario e in ragione delle operazioni di miglioramento sopra descritte avrà ricadute positive per il territorio in termini di miglioramento agronomico ed ambientale.

Il tecnico  
Ignazio Marco Atzeni  
Dottore agronomo  
Via Pergolesi n° 8  
09025 Sanluri (SU)  
E-mail atzeni.m@tiscali.it  
PEC i.atzeni@epap.conafpec.it