

## **AgroPhotoVoltaico Multi-uso e aspetti di mitigazione**

### **IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI SPERIMENTALI IN FUNZIONE DEL DESIGN**

Comune di Orbetello (GR)

## Indice

1. Introduzione .....	3
2. Il contesto normativo .....	4
2.1. Il procedimento autorizzativo .....	7
2.2. Requisiti nuove linee guida.....	9
3. SoW-Scope of Work.....	10
4. Descrizione del sito.....	10
4.1. <i>Layout</i> dell'impianto.....	11
4.2. Effetti microclimatici dell'impianto APV.....	13
4.3. Caratterizzazione del suolo .....	14
4.4. Aspetti climatici .....	14
5. Soluzioni.....	15
5.1. Rotazioni.....	16
6. Soluzioni agro-zootecniche.....	18
7. Sperimentazione.....	19
7.1. Progettazione delle soluzioni e sperimentazioni.....	19
7.2. Progettazione delle soluzioni irrigue .....	22
8. <i>Design</i> sperimentale.....	22
8.1. Descrizione della sperimentazione per parcelle.....	22
8.2. Gestione delle attività e manutenzione .....	28
9. Monitoraggio della sperimentazione .....	29
9.1. In situ .....	29
9.2. Risultati attesi.....	29
10. Computo metrico.....	30
10.1. Analisi di costi e ricavi dell'attività agro-zootecnica .....	30
11. Analisi delle ricadute ambientali dell'intervento .....	33
11.1. Benefici dell'impianto APV .....	33
11.2. Impatti ambientali .....	34
12. Cronoprogramma .....	35
13. Caratteristiche e requisiti degli impianti agrivoltaici.....	36
13.1. REQUISITO A:.....	36
13.2. REQUISITO B: .....	38
13.3. REQUISITO C: .....	39
13.4. REQUISITO D ed E.: Sistemi di monitoraggio.....	39
14. Conclusioni.....	42

## 1. Introduzione

Con il termine AgriPhotoVoltaic (abbreviato APV) si indica un settore, ancora poco diffuso, caratterizzato da un utilizzo "ibrido" dei terreni agricoli per la produzione agricola e produzione di energia elettrica attraverso l'installazione, sullo stesso terreno, di impianti agrivoltaici in combinazione con la coltivazione agricola (agrivoltaico).

La cosiddetta "generazione distribuita", infatti, non potrà fare a meno, per molte ragioni, di impianti che occupano nuovi terreni oggi dedicati all'agricoltura per una parte. Per essere possibile è necessario adottare nuovi criteri di impiantistica, utilizzando criteri e modalità di gestione completamente nuovi per il nuovo settore APV. Esempi del passato di questo tipo di settore sono le "serre fotovoltaiche" nate non per esigenze agricole, ma per creare moduli fotovoltaici da collocare su terreno su cui, altrimenti, non sarebbe stato possibile installare impianti. Ora è necessario integrare la produzione agricola ed elettrica in nuovi sistemi.

I sistemi agrivoltaici sono un approccio strategico e innovativo per combinare il solare agrivoltaico (PV) con la produzione agricola e per il recupero delle aree marginali. La sinergia tra modelli di Agricoltura 4.0 e l'installazione di pannelli fotovoltaici di ultima generazione, garantirà una serie di vantaggi a partire dall'ottimizzazione del raccolto, sia dal punto di vista qualitativo sia quantitativo, con conseguente aumento della redditività e dell'occupazione.

Il Piano Agro-Solare ha come obiettivi principali l'incremento della produttività dei terreni agricoli coinvolti, attraverso lo sviluppo di un modello di agricoltura razionale, anche con nuove coltivazioni accanto a quelle tradizionali, compresi gli aspetti zootecnici e di sicurezza sul lavoro. Il programma mira alla produzione di energia rinnovabile in maniera sostenibile e in armonia con l'ambiente, puntando anche all'impiego di mezzi agricoli elettrici. Questa relazione tecnica deve servire anche come supporto all'Azienda per comprendere i fattori che agiscono sulla scelta della coltura in funzione del *design* impiantistico dell'impianto agrivoltaico.

## 2. Il contesto normativo

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 nei principali Stati mondiali ed europei.

A livello internazionale, nel settembre del 2015, l'ONU ha adottato un Piano mondiale per la sostenibilità denominato Agenda 2030 che prevede 17 linee di azione, tra le quali è presente anche lo sviluppo di impianti Agrovoltaici 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. Contiene obiettivi più ambiziosi dell'agenda ONU 2030, in particolare:

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

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

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

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

A partire dal 2021, nell'ambito del nuovo pacchetto «Energia pulita per tutti gli europei», la direttiva ha stabilito un obiettivo complessivo dell'UE in materia di energie rinnovabili per il 2030. Gli Stati membri potranno proporre i propri obiettivi energetici nazionali nei piani nazionali decennali per l'energia e il clima. I predetti piani saranno valutati dalla Commissione europea, che potrà adottare misure per assicurare la loro realizzazione e la loro coerenza con l'obiettivo complessivo dell'UE. I progressi compiuti verso gli obiettivi nazionali saranno misurati con cadenza biennale, quando gli

Stati membri dell'UE pubblicheranno le proprie relazioni nazionali sul processo di avanzamento delle energie rinnovabili.

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

L'UE per il periodo successivo al 2020 ha voluto fornire indicazioni ben precise agli investitori sul regime post-2020. Infatti, la strategia a lungo termine della Commissione definita «Tabella di marcia per l'energia 2050» del 15.12.2011 (COM(2011)0885) delinea i diversi possibili scenari per la decarbonizzazione del settore energetico che sono finalizzati al raggiungimento di una quota di energia rinnovabile pari ad almeno il 30% entro il 2030. In mancanza di ulteriori interventi da parte dei diversi Stati membri, dopo il 2020, si assisterà ad un rallentamento della crescita delle energie rinnovabili. Ulteriori indicazioni da parte della Commissione si hanno tramite la pubblicazione, nel marzo 2013, di un Libro verde dal titolo «Un quadro per le politiche dell'energia e del clima all'orizzonte 2030» (COM(2013)0169) con il quale vengono ridefiniti alcuni obiettivi strategici, quali la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra, la sicurezza dell'approvvigionamento energetico e il sostegno alla crescita, alla competitività e all'occupazione nell'ambito di un approccio che associ alta tecnologia, efficienza in termini di costo e efficacia nell'utilizzo delle risorse. A questi tre obiettivi strategici sono associati tre obiettivi principali per le riduzioni delle emissioni dei gas serra, l'energia rinnovabile e i risparmi energetici. Il libro verde fa riferimento ad una riduzione del 40% delle emissioni, entro il 2030, al fine di poter conseguire una riduzione dell'80-95% entro il 2050, in linea con l'obiettivo concordato a livello internazionale di limitare il riscaldamento globale a 2 °C.

Successivamente, la Commissione nella sua comunicazione del 22 gennaio 2014 dal titolo «Quadro per le politiche dell'energia e del clima per il periodo dal 2020 al 2030» (COM(2014)0015), risolvendo il problema posto dagli Stati membri, nel Libro verde, ha proposto di non rinnovare gli obiettivi nazionali vincolanti per le energie rinnovabili dopo il 2020. Infatti, è previsto un obiettivo vincolante, solo a livello di UE, della riduzione del 27% del consumo energetico da fonti rinnovabili in modo tale da stimolare la crescita nel settore dell'energia.

Nell'ambito della più ampia strategia relativa all'Unione dell'energia (COM(2015)0080) la Commissione ha pubblicato un pacchetto legislativo dal titolo «Energia pulita per tutti gli europei» (COM(2016)0860) del 30 novembre 2016. Si tratta di un passo di fondamentale importanza perché comprende una proposta di revisione della direttiva sulla promozione delle fonti energetiche rinnovabili (direttiva (UE) 2018/2001) con l'obiettivo di rendere l'UE un leader mondiale

nel campo delle fonti rinnovabili e garantire il conseguimento dell'obiettivo di un consumo di energia da fonti rinnovabili pari ad almeno il 27% del totale dell'energia consumata nell'UE entro il 2030. La proposta di direttiva presentata dalla Commissione mira, inoltre, a promuovere ulteriormente le fonti rinnovabili nel settore dell'energia in sei diversi settori quali l'energia elettrica, la fornitura di calore e freddo, la decarbonizzazione e diversificazione nel settore dei trasporti (con un obiettivo di fonti rinnovabili per il 2030 pari ad almeno il 14% del consumo totale di energia nei trasporti), la responsabilizzazione e informazione dei clienti, il rafforzamento dei criteri di sostenibilità dell'UE per la bioenergia, e l'assicurazione che l'obiettivo vincolante a livello di UE sia conseguito in tempo e in modo efficace in termini di costi.

La proposta di modifica della direttiva sulla promozione delle fonti energetiche rinnovabili è stata concordata in via provvisoria il 14 giugno 2018 con un accordo che ha fissato un obiettivo vincolante a livello di UE pari al 32% di energia da FER entro il 2030. Il Parlamento europeo e il Consiglio hanno adottato formalmente la direttiva modificata sulla promozione delle energie rinnovabili (direttiva (UE) 2018/2001) nel dicembre 2018.

In Italia il recepimento di questa direttiva comunitaria è stato anticipato prima attraverso il Decreto Milleproroghe (Legge 30 dicembre 2019, n. 162), poi con il decreto Rilancio (legge 19 maggio 2020, n. 34) e il *Superbonus*, che hanno attivato diversi meccanismi incentivanti.

Recentemente l'Unione si è attivata, altresì, per prevedere una nuova strategia agrovoltica europea da inserire nella futura Politica Agricola Comune (PAC), finalizzata alla promozione di questa nuova tecnologia in tutta Europa. La Commissione europea, per sostenere l'Agrivoltaico, intende attuare iniziative all'interno della *Farm to Fork Strategy* europea, con lo scopo di accelerare la transizione verso un nuovo sistema alimentare sostenibile. La Commissione, inoltre, ha già proposto di integrare l'Agrivoltaico nella *Climate Change Adaptation Strategy*, in via di approvazione, e vi sono varie proposte volte all'inserimento dell'Agrivoltaico nelle Agende europee in materia di transizione energetica.

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

Più nel dettaglio, il Piano nazionale integrato energia e clima prevede che in Italia per raggiungere gli obiettivi prefissati si dovrebbero installare circa 50 GW di impianti fotovoltaici entro il 2030, con una media di 6 GW l'anno e considerando che l'attuale potenza installata annuale è inferiore a 1 GW è chiaro che è necessario trovare soluzioni alternative per accelerare il passo. Basti pensare che

solamente in Italia il fabbisogno annuo di energia elettrica è pari a 320 TWh (dati Terna) e solo 24 TWh derivano da impianti fotovoltaici.

## 2.1. Il procedimento autorizzativo

Un ulteriore aspetto normativo che interessa l'installazione di impianti Agrovoltaiici sui terreni agricoli in Italia sono gli adempimenti autorizzativi e ambientali. Preme far presente che nel corso degli anni gli iter autorizzativi si sono spesso sovrapposti tra loro, creando non poche difficoltà e rallentamenti nell'installazione degli impianti di produzione di energie rinnovabili.

La direttiva europea 2009/28/CE al fine di favorire lo sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili ha espressamente chiesto agli Stati membri di semplificare e snellire i vari iter autorizzativi, rendendoli proporzionati e realmente necessari, nonché di rendere più adeguato possibile il procedimento amministrativo, ex lege 241/1990, connesso. Per tali motivi, con il D.M. del MITE del 27 giugno 2022 sono state emanate le nuove Linee Guida al fine di armonizzare gli iter procedurali e autorizzativi per l'installazione degli impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti energetiche rinnovabili.

Con il d.lgs. n. 28 del 3 marzo 2011 il Governo ha modificato il suddetto D.M. e ha introdotto nuove misure di semplificazione dei procedimenti amministrativi per la realizzazione di impianti di energia rinnovabile. L'attuale quadro procedimentale e autorizzativo in materia di installazione di impianti di produzione di energie rinnovabili è il seguente:

- **Autorizzazione Unica (AU)**- è il provvedimento introdotto dall'articolo 12 del D.Lgs. 387/2003 per l'autorizzazione di impianti di produzione di energia elettrica alimentati da FER, al di sopra di prefissate soglie di potenza. Più nello specifico, l'AU è una procedura riservata agli impianti di almeno 20 Kw di potenza che hanno particolari vincoli o caratteristiche che richiedano un esame approfondito dell'Autorizzazione. L'Autorizzazione Unica è rilasciata al termine di un procedimento svolto nell'ambito della Conferenza dei Servizi alla quale partecipano tutte le amministrazioni interessate e costituisce titolo a costruire e a esercire l'impianto e, ove necessario, diventa variante allo strumento urbanistico. Il procedimento unico ha durata variabile. Nel dettaglio le tempistiche per il rilascio dell'AU sono di 15 giorni per i casi più semplici, i quali si applica anche il principio del silenzio-assenso; 30 giorni nel caso di procedimenti più complessi nei quali è necessario convocare la Conferenza dei Servizi; 90 giorni nei casi in cui l'Amministrazione competente debba richiedere modifiche o integrazioni al progetto (sulle quali decide entro 60 giorni dalla

loro presentazione). Nel caso di richiesta della Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) i tempi dilatano di ulteriori 45 giorni. **Nelle casistiche meno complesse** entro 90 giorni dall'avvio della procedura, se non incorrono integrazioni e intoppi, la conferenza dovrebbe garantire la conclusione del procedimento unico, ma ogni richiesta, ogni integrazione, ogni valutazione di impatto ambientale, costituisce una sospensione dei 90 giorni.

La competenza per il rilascio dell'Autorizzazione Unica è in capo alle Regioni che possono delegare i compiti alle Province.

- **Procedura Abilitativa Semplificata (PAS)**- è la procedura introdotta dal D.Lgs. 28/2011 che sostituisce la Denuncia di Inizio Attività (DIA). La PAS è utilizzabile per la realizzazione di impianti di produzione di energia elettrica alimentati da FER al di sotto di prefissate soglie di potenza (oltre le quali si ricorre alla Autorizzazione Unica) e per alcune tipologie di impianti di produzione di caldo e freddo da FER. La PAS deve essere presentata al Comune almeno 30 giorni prima dell'inizio dei lavori, accompagnata da una dettagliata relazione, a firma di un progettista abilitato, e dagli opportuni elaborati progettuali, attestanti anche la compatibilità del progetto con gli strumenti urbanistici e i regolamenti edilizi vigenti, nonché il rispetto delle norme di sicurezza e di quelle igienico-sanitarie. Alla Procedura Abilitativa Semplificata si applica il meccanismo del silenzio-assenso ovvero trascorso i 30 giorni dalla presentazione della PAS senza ottenere riscontri o notifiche da parte dell'Ente competente è possibile iniziare i lavori.
- **Valutazione d'Impatto Ambientale (VIA)**- è la procedura introdotta dalla Direttiva 85/337/CEE del Consiglio delle Comunità europee del 27 giugno 1985. La VIA è una procedura che ha lo scopo di individuare, descrivere e valutare, in via preventiva alla realizzazione delle opere, gli effetti sull'ambiente, sulla salute e benessere umano di determinati progetti pubblici o privati, nonché di identificare le misure atte a prevenire, eliminare o rendere minimi gli impatti negativi sull'ambiente, prima che questi si verifichino effettivamente, è quindi utilizzabile per la realizzazione di impianti di produzione di energia elettrica. La documentazione trasmessa dal proponente viene acquisita dalla DVA, la cui verifica amministrativa è svolta entro 15 giorni dall'acquisizione dell'istanza. Verificata la completezza dell'istanza e della documentazione allegata, tutta la documentazione trasmessa dal proponente è immediatamente pubblicata nel Portale delle Valutazioni Ambientali. Entro 60 giorni dalla data di pubblicazione dell'avviso al pubblico possono essere presentate le osservazioni alla DVA, la quale riceverà anche i pareri delle Amministrazioni e



degli Enti Pubblici. Successivamente possono essere presentate: Controdeduzioni, Richiesta d'Integrazioni, Sospensione, Nuova Pubblicazione e Nuova Consultazione Pubblica.

## 2.2. Requisiti nuove linee guida

Le nuove Linee Guida (D.M. del MITE del 27 giugno 2022) definiscono gli aspetti ed i requisiti che i sistemi agrivoltaici devono rispettare al fine di rispondere alla finalità generale per cui sono realizzati.

I requisiti definiti sono i seguenti:

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

Il rispetto dei requisiti A, B è necessario per definire un impianto fotovoltaico realizzato in area agricola come "agrivoltaico". Per tali impianti dovrebbe inoltre essere previsto il rispetto del requisito D.2.

Il rispetto dei requisiti A, B, C e D è necessario per soddisfare la definizione di "impianto agrivoltaico avanzato" e, in conformità a quanto stabilito dall'articolo 65, comma 1-quater e 1-quinquies, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, classificare l'impianto come meritevole dell'accesso agli incentivi statali a valere sulle tariffe elettriche. Il rispetto anche del requisito E è pre-condizione per l'accesso ai contributi del PNRR.

### 3. SoW-Scope of Work

Scopo principale del presente *Report* è definire soluzioni agro-zootecniche da integrare con l'impianto solare per il sito ubicato nel Comune di Orbetello (GR). Le attività richieste sono relative all'individuazione e alla sperimentazione di soluzioni di utilizzo polivalente del suolo per mitigare l'impatto dei grandi impianti FV e che non influiranno sull'efficienza della produzione energetica.

### 4. Descrizione del sito

L'area oggetto della presente relazione è censita al N.C.T del Comune di Orbetello (GR); più precisamente interessa le Particelle 118, 119, 499, 509, 510, 511, 513, 514, 14, 15, 16, 22 Foglio 23 e le Particelle 214, 215, 217 del Foglio 24, per una superficie complessiva di circa 82 ettari, comprensiva delle opere di mitigazione esterne al perimetro recintato (Figura 1). Le coordinate geografiche sono: 42°31'25.90"N e 11°12'21.79"E. L'altimetria è di circa 2 m s.l.m.. L'area di interesse è situata a circa 700 m a Ovest di San Donato Vecchio, a circa 2.100 m a Nord di Albinia e a circa 1.300 m a Est rispetto la Strada Statale 1 (SS1).



**Figura 1.** Area individuata dal sito Google Earth con ortofoto della località, Comune di Orbetello

#### 4.1. Layout dell'impianto

Di seguito (Figure 2 e 3), vengono individuati il *layout* dell'impianto e l'installazione dei pannelli. L'impianto in questione ha una distanza tra le fila di 5,30 m di cui 4,30 m utili (Figura 3). I pannelli, per aspetti di natura idraulica, il progetto ha previsto la suddivisione dell'impianto in 3 sottozone in cui i pannelli avranno altezze diverse in base alla quota del terreno esistente presentano altezza da terra differenti a seconda dell'area:

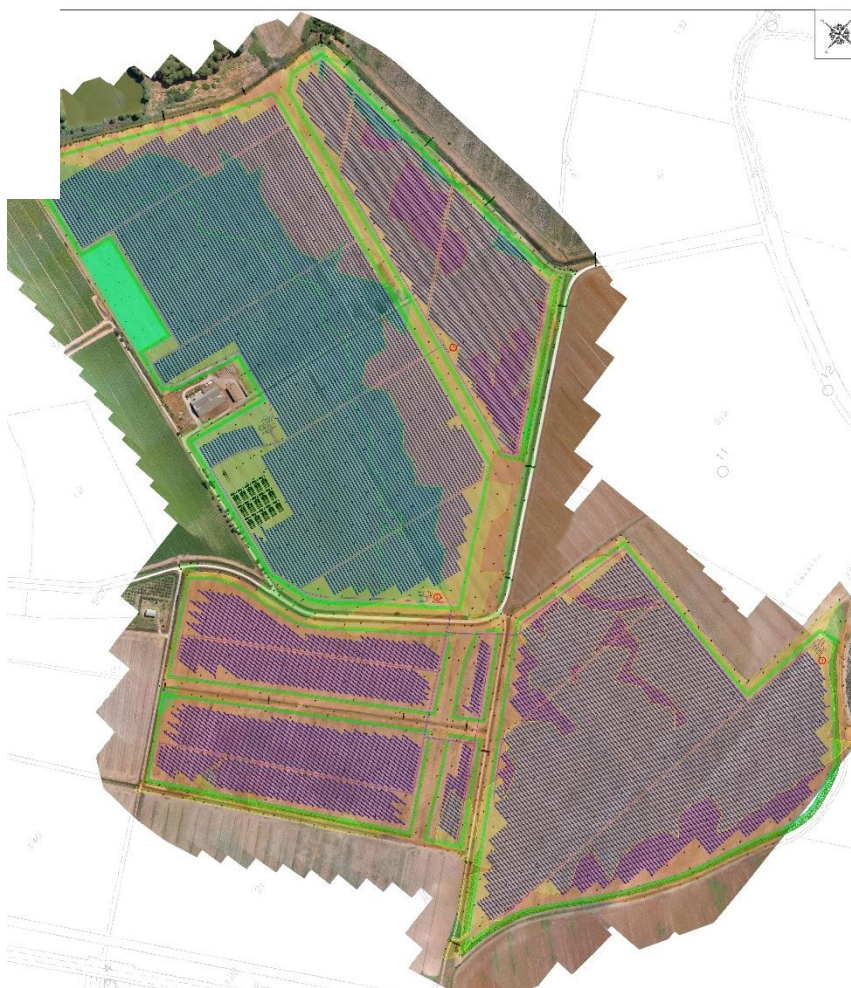
- area verde: 2,28 m -punto di innesto del pannello sul palo di sostegno- e una larghezza di 2,38 m
- area gialla: 2,82 m -punto di innesto del pannello sul palo di sostegno- e una larghezza di 2,38 m
- area arancione: 3,44 m -punto di innesto del pannello sul palo di sostegno- e una larghezza di 2,38 m (Figura 3).

L'area d'interesse per la realizzazione dell'impianto agrivoltaico presenta un'estensione complessiva di circa 82 ha, comprensiva delle opere di mitigazione esterne al perimetro recintato, la cui potenza complessiva massima sarà pari a **6.4093,68 kWp**.

La superficie risulta essere così ripartita:

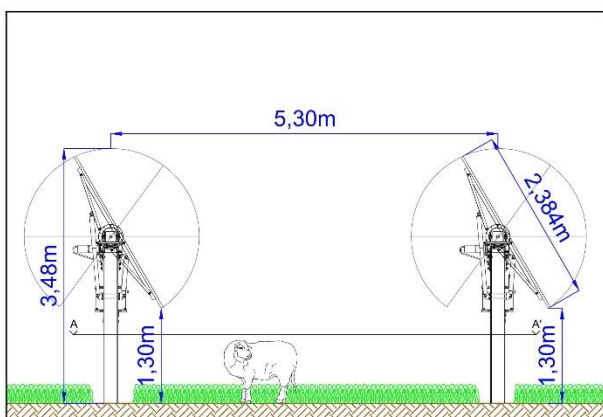
- Superficie Totale Impianto APV **82.14.47 ha**
- Superficie Coltivata APV: **76.18.22 ha**,
- Superficie non Colt. APV: **05.96.25 ha**,

<b>RIPARTIZIONE SAT</b>				
<b>COLTURA</b>	<b>S.agr</b>	<b>Fascia Mitigazione</b>	<b>Cabine</b>	<b>SAT</b>
<i>ERBA MEDICA</i>	13,7070	1,6167	0,0000	15,3237
<i>ERBAIO MISTO</i>	22,4507	1,2325	0,1049	23,7881
<i>ERBAIO DI LEGUMINOSE</i>	40,0245	1,9998	1,0086	43,0329
<b>TOT</b>	<b>76,1822</b>	<b>4,8490</b>	<b>1,1135</b>	<b>82,1447</b>
%	92,7	5,9	1,4	100

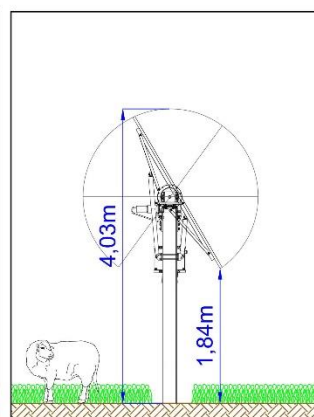


**Figura 2.** Visualizzazione generale dell'area

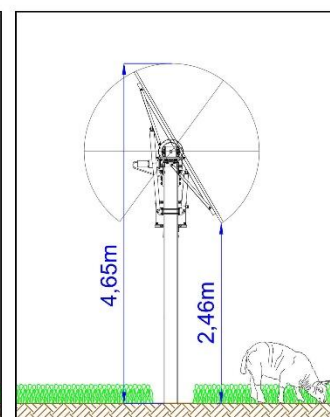
**PARTICOLARE - ZONA VERDE**



**PARTICOLARE - ZONA GIALLA**



**PARTICOLARE - ZONA ARANCIONE**



**Figura 3.** Caratteristiche del pannello

## 4.2. Effetti microclimatici dell'impianto APV

La presenza dei *trackers* dell'impianto APV determina alcune alterazioni a livello di disponibilità di radiazione, di temperatura e di umidità del suolo, che caratterizzano il microclima delle piante coltivate. L'impatto può essere più o meno incisivo, in funzione delle specifiche esigenze delle specie prese in considerazione per l'impianto.

- La radiazione solare è un fattore essenziale per le piante, regola il processo di fotosintesi clorofilliana, l'accrescimento e la loro produttività.

In generale, la presenza di *moduli fissi* tende a ridurre la percentuale di radiazione diretta, con intensità variabile in funzione della distanza dal pannello, del momento del giorno e del periodo dell'anno, e tende ad aumentare la quantità di radiazione diffusa. Tuttavia, la moderna tipologia di *moduli fissi* ad inseguimento mono-assiale e l'ampia distanza tra questi, consentono alle piante coltivate di sfruttare sia la radiazione riflessa che quella diffusa dai pannelli stessi.

- La temperatura dell'aria, essendo in stretta correlazione con la radiazione solare, tende a variare nell'area sottostante l'impianto andando a ridursi anche di 3-4 °C e aumentando la propria umidità.

In funzione delle esigenze termiche, le piante vengono raggruppate in microterme, aventi modeste esigenze termiche, e macroterme che necessitano di temperature mediamente più elevate. A causa degli impatti agricoli dovuti ai cambiamenti climatici, oggi, si tende ad ombreggiare le colture con siepi, alberature e reti ombreggianti, per cercare di mitigare fenomeni di stress termici, scottature e carenze idriche. A tal fine l'impianto agrovoltaiico potrebbe rappresentare un servizio analogo. Così come le piante microterme trarrebbero certamente vantaggio dalla condizione di ombreggiamento parziale, anche le macroterme ne sarebbero avvantaggiate per la riduzione dei picchi di temperatura estivi e per la riduzione dell'evapotraspirazione. Inoltre, il parziale ombreggiamento dell'impianto andrebbe a influire anche sulla temperatura del suolo che nel periodo estivo tenderebbe a diminuire e nel periodo invernale, grazie al riflesso delle radiazioni emesse dalla terra durante il raffreddamento notturno e trattenute dai pannelli, tenderebbe ad aumentare.

- L'evapotraspirazione definisce la quantità d'acqua che effettivamente evapora dalla superficie del terreno e traspira attraverso gli apparati fogliari delle piante, in determinate condizioni di temperatura. La condizione di ombreggiamento, intervenendo sulla radiazione solare, sulla temperatura dell'aria e infine, sulla temperatura del suolo, tende a ridurre la

traspirazione fogliare e, in maggior misura, l'evapotraspirazione del terreno, determinando un aumento dell'efficienza d'uso delle riserve idriche del suolo con conseguente riduzione degli apporti idrici necessari.

#### 4.3. Caratterizzazione del suolo

L'area interessata dall'intervento si estende nel territorio comunale di Orbetello, situato nella porzione terminale sud-occidentale della Toscana meridionale. Il territorio è caratterizzato da una prevalenza di forme morfologiche tipiche della zona costiera con ampie aree umide, palustri e lagunari. Le aree di piana costiera, sia di carattere alluvionale che di carattere palustre/lagunare, sono delimitate da dorsali collinari con direzione prevalentemente antiappenninica. Il contesto di margine del comune di Orbetello ha avuto invece un'evoluzione tettonica associata all'orogenesi dell'Appennino Settentrionale.

Nel dettaglio, i terreni dell'area di interesse, zona San Donato, secondo il foglio 135 della Carta Geologica d'Italia, sono classificati come terreni con *alluvioni fluviali recenti e attuali*, quindi con *terreni limosi, talvolta torbosi, di ambiente lagunare o palustre*. Presentano quindi un buon contenuto in sostanza organica e buon livello di potenziale biologico.

#### 4.4. Aspetti climatici

Esistono diversi dati climatici per comprendere il sito in cui verranno implementate le colture. Questi dati influenzano la scelta finale della coltura. La temperatura e la piovosità sono i fattori principali da tenere a mente. Le Tabelle 1 e 2 riportano le temperature e le precipitazioni medie mensili rispettivamente nel periodo 2010-2022 e nel periodo 2017-2022 della stazione meteo di San Donato (GR), stazione più prossima all'area in oggetto. Legando la temperatura alle colture è importante osservare il termoperiodismo, cioè la risposta delle piante alle fluttuazioni del livello termico, alle variazioni di temperatura giornaliere o stagionali. I dati sottoesposti definiscono l'areale di coltivazione in una fascia climatica tipica mediterranea con una media mensile annua di 15,9 °C. Inoltre, i dati mostrano come l'andamento medio pluviometrico risulti essere medio (752.9 mm), con precipitazioni concentrate nel periodo da ottobre a gennaio.

**Tabella 1.** Temperature medie mensili dall'anno 2017 al 2022. Stazione meteo San Donato (GR).

TEMPERATURE MEDIE 2017-2022 (SIR Toscana_staz.S.Donato GR)													
ANNO	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	TOT °C
2017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.7	7.8	<b>9.7</b>
2018	10.0	6.6	10.3	15.3	18.1	21.9	25.3	25.6	22.3	18.3	13.5	8.8	<b>16.3</b>
2019	6.1	9.0	11.1	12.9	15.0	22.8	24.9	25.2	21.8	16.8	13.8	10.6	<b>15.8</b>
2020	8.6	10.1	10.0	12.9	18.0	20.9	24.4	25.8	21.6	15.4	12.8	9.4	<b>15.8</b>
2021	7.0	9.7	9.3	11.5	16.4	22.1	24.9	25.1	22.0	16.3	13.8	8.4	<b>15.6</b>
2022	7.3	9.2	8.9	12.3	18.5	24.2	26.0	25.7	21.2	18.6	12.9	11.6	<b>16.4</b>
<b>Media °C</b>	<b>7.8</b>	<b>8.9</b>	<b>10.0</b>	<b>13.0</b>	<b>17.2</b>	<b>22.4</b>	<b>25.1</b>	<b>25.5</b>	<b>21.8</b>	<b>17.1</b>	<b>13.1</b>	<b>9.4</b>	<b>15.9</b>

**Tabella 1.** Precipitazioni medie mensili dall'anno 2010 al 2022. Stazione meteo San Donato (GR).

PRECIPITAZIONI 2010-2022 (SIR Toscana_staz.S.Donato GR)													
ANNO	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	TOT mm
2010	78.0	90.0	76.0	85.0	71.0	8.0	4.0	81.0	6.0	6.0	20.0	13.0	<b>538.0</b>
2011	57.0	85.0	110.0	50.0	18.0	8.0	123.0	0.0	15.0	72.0	117.0	49.0	<b>704.0</b>
2012	16.0	54.0	6.0	54.0	82.0	2.0	7.0	25.0	97.0	125.0	533.0	42.2	<b>1043.2</b>
2013	116.0	112.0	131.0	44.0	84.0	2.0	24.0	4.0	22.0	115.0	116.0	22.0	<b>792.0</b>
2014	172.0	105.0	87.0	74.0	35.0	70.0	84.0	47.0	81.0	65.0	174.0	150.0	<b>1144.0</b>
2015	46.0	90.0	107.0	75.0	40.0	31.0	1.0	29.0	58.0	54.0	28.0	5.0	<b>564.0</b>
2016	29.0	156.0	53.0	21.0	35.0	32.0	26.0	1.0	59.0	155.0	117.0	20.0	<b>704.0</b>
2017	16.6	43.0	27.0	17.0	21.0	6.2	1.2	8.6	108.8	6.2	30.0	50.0	<b>335.6</b>
2018	55.0	104.0	125.0	54.0	103.0	21.0	7.0	89.0	24.0	106.0	178.0	99.0	<b>965.0</b>
2019	85.0	25.6	13.2	104.2	167.6	2.4	34.6	3.0	100.2	150.0	389.0	69.0	<b>1143.8</b>
2020	25.2	17.6	53.4	65.8	17.4	11.2	25.8	73.8	103.4	109.8	38.0	116.2	<b>657.6</b>
2021	123.8	27.6	5.0	40.2	31.6	6.8	4.2	20.0	0.8	48.0	182.4	112.6	<b>603.0</b>
2022	24.2	29.4	36.8	26.4	29.2	11.8	0.4	19.4	161.2	13.4	88.2	153.4	<b>593.8</b>
<b>Media mm</b>	<b>64.9</b>	<b>72.2</b>	<b>63.9</b>	<b>54.7</b>	<b>56.5</b>	<b>16.3</b>	<b>26.3</b>	<b>30.8</b>	<b>64.3</b>	<b>78.9</b>	<b>154.7</b>	<b>69.3</b>	<b>752.9</b>

## 5. Soluzioni

L'impianto in questione si configura come impianto agrivoltaico connesso all'attività pastorale, infatti le superfici interessate sono attualmente adibite al pascolo ovino e continueranno ad esserlo. La presenza dei moduli sarà molto utile anche ai fini del benessere animale, fornendo riparo dagli eventi atmosferici ed ombreggiamento nei periodi estivi. La scelta colturale si è incentrata su specie ad alto valore nutrizionale e con buona pabularità, in grado di fornire alimentazione durante la maggior parte dell'anno. Le differenti altezze dei tracker consentiranno in tutti i casi le normali lavorazioni del terreno ed il pascolamento ovino, non creando problematiche al fine della gestione aziendale.

La scelta delle specie da utilizzare per l'agrovoltaico nel sito ubicato, nel Comune di Orbetello (GR), è vincolata dalle seguenti limitazioni:

1. caratteristiche pedo-climatiche del sito;
2. larghezza delle fasce coltivabili tra i pannelli;
3. altezza dei pannelli da terra.

Il secondo vincolo produce due effetti negativi: 1) limita fortemente la possibilità di meccanizzare le colture, orientando la scelta verso specie che richiedono pochi interventi di gestione e con piccoli macchinari; 2) durante le ore più calde potrebbero verificarsi fenomeni di ombreggiamento, i quali non si ritiene possano causare problematiche a livello fisiologico della pianta.

Il terzo vincolo è forse il più limitante, perché restringe la scelta a quelle specie e/o varietà che hanno un *habitus* strisciante o prostrato, in modo da non superare i 50-90 cm di altezza e quindi non creare problemi di ombreggiamento per i pannelli fotovoltaici. Per quanto riguarda la gestione delle coltivazioni non è previsto l'impiego di fertilizzanti e fitofarmaci chimici di sintesi.

### 5.1. Rotazioni

In base a questi dati, si è deciso quindi di puntare in primo luogo su colture che avessero un *habitus* adatto alla tipologia d'impianto APV. Successivamente, tra queste, si è scelto un *set* di colture che fosse adatto alla coltivazione nell'areale del sito d'impianto e che avesse uno stretto legame con il territorio. La scelta agronomica è quindi ricaduta su piante erbacee poliennali e annuali della flora italiana, adatte all'utilizzo zootecnico.

In particolare, la scelta si è incentrata su:

- *Medicago sativa*, leguminosa rustica-poliennale adatta alla fienagione;
- Erbaio misto (*Avena sativa* e *Trifolium squarrosum*), consociazione tra una graminacea ed una leguminosa adatta alla fienagione;
- Erbaio di leguminose (*Trifolium incarnatum* e *Trifolium squarrosum*) adatto alla fienagione.

La scelta di tali specie è consequenziale alla tradizione agricola della Provincia di Grosseto, dove l'attività pastorale ha ancora un notevole rilievo, anche date le caratteristiche orografiche e pedologiche del territorio.

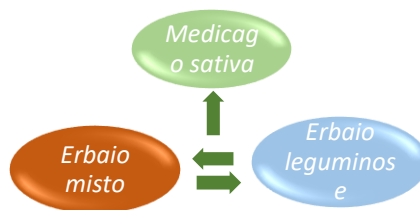
I tre impianti scelti sono stati ideati in un sistema di consociazione leguminosa-graminacea, ideale per il corretto apporto nutrizionale zootecnico e per il miglioramento della fertilità del suolo, anche grazie all'azione azotofissatrice delle leguminose.

Nel dettaglio, si può considerare un unico ciclo di tre anni dove l'erba medica rimarrà fissa nello stesso appezzamento per la durata dell'intero ciclo e i due erbai si alterneranno in un sistema di rotazione annuale per limitare al minimo il fenomeno della stanchezza del terreno.



**Ciclo I:** 3 anni con erba medica ed erbai misti e di leguminose utilizzati esclusivamente per fini zootecnici ed ambientali. La produzione di foraggio contribuirà al mantenimento dell'allevamento ovino da latte.





## CICLO I-3 ANNI





Nelle tabelle seguenti sono elencate le possibili soluzioni e alcuni aspetti agronomici.

Soluzioni	Adattabilità con il sistema fotovoltaico	Semina	Esigenze agronomiche	Fabbisogno idrico	Raccolta
 <b>Medicago sativa</b> Resa: 20-35 t/ha/anno 	L'erba medica è una pianta erbacea poliennale, con portamento eretto poco ramificato. Ha un'altezza di circa 80-10 cm.	La semina può essere effettuata in autunno o all'uscita dall'inverno. La semina può essere effettuata a spaglio o a file distanti 14-16 cm, con una profondità massima di 20-30 mm e una dose di seme non superiore a 15-20 kg/ha.	Si tratta di una specie rustica, ma preferisce terreni a medio impasto e argillosi con buona struttura, profondi, in modo da non ostacolare l'approfondimento delle radici. Non tollera ristagni idrici e pH acidi.	Il medicaio può essere gestito sia in irriguo che in asciutto.	Considerando una durata d'impianto di tre anni, si può arrivare ad avere 5-6 tagli all'anno, ad esclusione del primo anno.

Soluzioni	Adattabilità con il sistema fotovoltaico	Semina	Esigenze agronomiche	Fabbisogno idrico	Raccolta
<b>Avena sativa</b> <b>Trifolium squarrosum</b> 	Le specie scelte sono di tipo erbaceo e annuale. Le altezze raggiungono un massimo di circa 100 cm.	La semina viene effettuata in autunno (settembre-ottobre) previa ripuntatura del terreno ed erpicatura. La semina può essere effettuata a file o a spaglio, con dosi di 90-100 kg/ha di seme.	Si tratta di specie rustiche che si adattano facilmente a condizioni di clima e di terreno eterogenee.	La richiesta idrica è minima.	Le specie verranno sfalciate nel periodo di maggio-giugno.

Soluzioni	Adattabilità con il sistema fotovoltaico	Semina	Esigenze agronomiche	Fabbisogno idrico	Raccolta
<b>Trifolium incarnatum</b> <b>Trifolium squarrosum</b> 	Le specie scelte sono di tipo erbaceo e annuale. Le altezze raggiungono un massimo di circa 100 cm.	La semina viene effettuata in autunno (settembre-ottobre) previa ripuntatura del terreno ed erpicatura. La semina può essere effettuata a file o a spaglio, con dosi di 90-100 kg/ha di seme.	Si tratta di specie rustiche che si adattano facilmente a condizioni di clima e di terreno eterogenee.	La richiesta idrica è minima.	Le specie verranno sfalciate nel periodo di maggio-giugno.

## 6. Soluzioni agro-zootecniche

	<h3><i>Ovis Aries</i></h3>	
<b>Descrizione biologica</b>	<b>Ordine: Artiodactyla</b> <b>Famiglia: Bovidae</b> <b>Genere: <i>Ovis</i></b> <b>Specie: <i>Ovis aries</i></b>	
<p>La pecora Sarda è una razza italiana autoctona della Sardegna, dove storicamente ha sempre avuto una notevole importanza culturale ed economica ed è una delle razze ovine più antiche tra quelle allevate nei paesi europei. Si ritiene che discenda dal muflone selvatico, ancora molto presente sulle aree montuose dell'isola. Attualmente è diffusa anche in centro Italia, con un numero totale di capi di circa 3.500.000.</p> <p>L'attitudine produttiva principale della pecora sarda è la produzione di latte, secondariamente anche carne e lana. La produzione media di latte per i capi iscritti (al netto del latte poppato dall'agnello) è di 158 litri per le primipare (lattazione convenzionale 100 giorni) e di 225 litri per le pluripare (lattazione convenzionale 180 giorni). La percentuale media di grasso nella lattazione è del 6% e quella delle proteine del 5,3%. Il latte viene per la gran parte trasformato in importanti DOP (Denominazione di Origine Protetta) come il Pecorino Romano, il Fiore Sardo, il Pecorino Sardo, e altri pecorini con denominazioni regionali.</p> <p>La produzione di carne è garantita in modo prevalente da agnelli da latte, del peso di circa 10 kg (o inferiori) oppure da agnelli macellati a pesi superiori in funzione delle realtà locali. Il peso degli agnelli è di kg 3,8-3,5 alla nascita, kg 35,3-26,9 a 6 mesi, kg 44,6-32,5 ad un anno, rispettivamente per i maschi e per le femmine. Come nel caso del latte anche per la commercializzazione degli agnelli esistono dei Consorzi di tutela IGP (Identificazione Geografica Protetta) che ne garantiscono la tracciabilità, la qualità e nel contempo la valorizzazione economica (Agnello di Sardegna IGP, Abbacchio Romano IGP e Agnello del Centro Italia IGP).</p> <p>La produzione media annuale di lana è di 2,5 kg per gli arieti e 1,1 kg per le pecore, la qualità è mediocre.</p> <p>La razza Sarda presenta cicli estrali durante quasi tutto l'anno, con un breve intervallo di anaestro. L'età media al primo parto è di 15 mesi. Si ottiene di solito un parto all'anno con un tasso di gemellarità del 20-25% in funzione dell'ordine di parto e del sistema di allevamento.</p>		
<b>Finalità della produzione</b>	<b>Latte ovino</b>	
<p>L'attività zootecnica, già praticata in azienda, avrà come fine produttivo la produzione di latte. Il fabbisogno alimentare verrà garantito dai pascoli aziendali, con possibilità di integrare l'alimentazione con mangimi o granelle. La presenza dell'impianto agrivoltaico non andrà ad alterare in alcun modo il pascolamento degli ovini, piuttosto potrà garantire ombreggiamento durante il periodo estivo. Attualmente il prezzo del latte ovino è di circa 1,40 €/l.</p> <p>Il numero di capi allevati, considerando anche la quota di rimonta, sarà di 400 capi su una superficie di circa 87 ha (APV). Il tipo di allevamento praticato sarà di tipo estensivo, nel terreno adiacente sono presenti stalle per il ricovero e la mungitura degli animali.</p>		
		

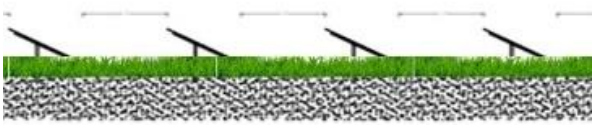
## 7. Sperimentazione

### 7.1. Progettazione delle soluzioni e sperimentazioni

	<p><i>Medicago sativa</i> L.</p>	
<p><b>Descrizione botanica</b></p>	<p><b>Ordine: Fabales</b>  <b>Famiglia: Fabaceae</b>  <b>Genere: <i>Medicago</i></b>  <b>Specie: <i>M. sativa</i></b></p>	
<p>L'erba medica è una pianta erbacea poliennale eretta che può arrivare fino a 80-100 cm. La forma biologica è una emicriptofita scaposa (H scap). Si tratta di una pianta perennante per mezzo di gemme poste a livello del terreno e con asse fiorale allungato, spesso privo di foglie. L'apparato radicale è fittonante, con radice robusta che può raggiungere i 3-5 m di profondità. Presenta una corona basale da cui si originano steli più o meno eretti che possono raggiungere il metro di altezza, cavi all'interno. Le foglie sono trifogliate, con foglia centrale non sessile, ma picciolata. Le infiorescenze sono racemi costituiti da fiori zigomorfi di colore viola-azzurro. La fioritura va da marzo a novembre. Il frutto è un legume spiralato con 2-3 spire a superficie reticolata e pubescente, contenente numerosi semi lucidi. È un'entità mediterranea in senso stretto con distribuzione altitudinale da 0 a 1.800 m s.l.m..</p>		
<p><b>Finalità della produzione</b></p>	<p><b>Alimentare animale</b></p>	
<p>La suddetta specie è stata selezionata per la sua idoneità dell'<i>habitus</i> all'impianto fotovoltaico, per la sua adattabilità all'areale, nonché per i suoi molteplici utilizzi. La <i>Medicago sativa</i> è una pianta ideale per il foraggio ed è inoltre una leguminosa azotofissatrice, quindi importante per il risanamento del suolo.</p>		
<p><b>Meccanizzazione</b></p>		
<p>Il macchinario utilizzabile per lo sfalcio di questa specie potrebbe essere una falciatrice tipo Fendt Slicer 260 FPS con larghezza di lavoro di 2,5 m, larghezza dell'andata 1,35 m, numero di dischi falcianti 4, velocità presa di forza 540/1000 U/min, potenza richiesta 28 kW, peso 0,504 t.</p>		
		
<p>L'erba medica risulta essere una coltura importante per l'alimentazione animale, inoltre, essendo una leguminosa, comporta un miglioramento del terreno.</p>		



## Erbaio misto

<b>Descrizione botanica</b>	<b><i>Avena sativa</i></b> <b><i>Trifolium squarrosum</i></b>
<b>Finalità della produzione</b>	<b>Zootecnica</b>
Le suddette specie sono state selezionate per la loro idoneità dell' <i>habitus</i> all'impianto fotovoltaico, per la loro adattabilità all'areale e per la produzione di foraggio qualitativamente equilibrato.	
<b>Utilizzazione-Meccanizzazione</b>	

Il miscuglio non necessita di apporto idrico, ma l'irrigazione, se necessaria, può essere effettuata a pioggia con il serbatoio a bordo campo.

Il macchinario utilizzabile per lo sfalcio di queste essenze potrebbe essere una falciatrice tipo Fendt Slicer 260 FPS con larghezza di lavoro di 2,5 m, larghezza dell'andata 1,35 m, numero di dischi falcianti 4, velocità presa di forza 540/1000 U/min, potenza richiesta 28 kW, peso 0,504t.

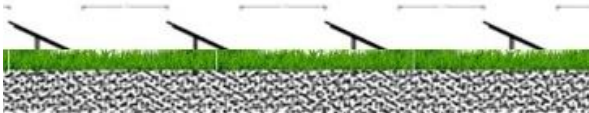

Lo sfalcio, una volta essiccato, andrà imballato.



L'erbaio misto è stato selezionato per la progettazione dell'impianto poiché, oltre ad avere una rilevanza zootecnica, la sua tipica consociazione tra specie graminacee e leguminose va ad apportare un miglioramento nella fertilità del terreno.



## Erbaio di leguminose

<p><b>Descrizione botanica</b></p>	<p><i>Trifolium incarnatum</i> <i>Trifolium squarrosum</i></p>
<p><b>Finalità della produzione</b></p>	<p><b>Zootecnica</b></p>
<p>Le suddette specie sono state selezionate per la loro idoneità dell'<i>habitus</i> all'impianto fotovoltaico, per la loro adattabilità all'areale e per la produzione di foraggio qualitativamente equilibrato.</p>	
<p><b>Utilizzazione-Meccanizzazione</b></p>	
<p>Il miscuglio non necessita di apporto idrico, ma l'irrigazione, se necessaria, può essere effettuata a pioggia con il serbatoio a bordo campo.          Il macchinario utilizzabile per lo sfalcio di queste essenze potrebbe essere una falciatrice tipo Fendt Slicer 260 FPS con larghezza di lavoro di 2,5 m, larghezza dell'andata 1,35 m, numero di dischi falcianti 4, velocità presa di forza 540/1000 U/min, potenza richiesta 28 kW, peso 0,504t.          Lo sfalcio, una volta essiccato, andrà imballato.</p>	
	
<p>L'erbaio di leguminose è stato selezionato per la progettazione dell'impianto poiché, oltre ad avere una rilevanza zootecnica per l'elevato valore nutrizionale, le leguminose vanno ad apportare un notevole miglioramento nella fertilità del terreno.</p>	

## 7.2. Progettazione delle soluzioni irrigue

Date le specie erbacee scelte e la piovosità media dell'areale, non si ritiene necessario adottare un sistema d'irrigazione stabile per le colture.

## 8. Design sperimentale

### 8.1. Descrizione della sperimentazione per parcelle

Nel campo agrivoltaico saranno utilizzate specie con buon valore nutrizionale e limitata crescita verticale: erba medica, erbaio misto (avena sativa e trifoglio squaroso) ed erbaio di leguminose (trifoglio incarnato e trifoglio squaroso) (Figura 4).

Le specifiche dei singoli sestri d'impianto sono riportate nelle Figure 4 e 6.

- **Erba medica:** durata impianto 3 anni;
- **Erbaio misto:** durata impianto 1 anno;
- **Erbaio di leguminose:** durata impianto 1 anno.

L'impianto di erba medica sarà stabile per tre anni. Mentre i **due erbai**, avendo durata annuale, entreranno **in avvicendamento** tra loro alla fine di ogni stagione colturale.

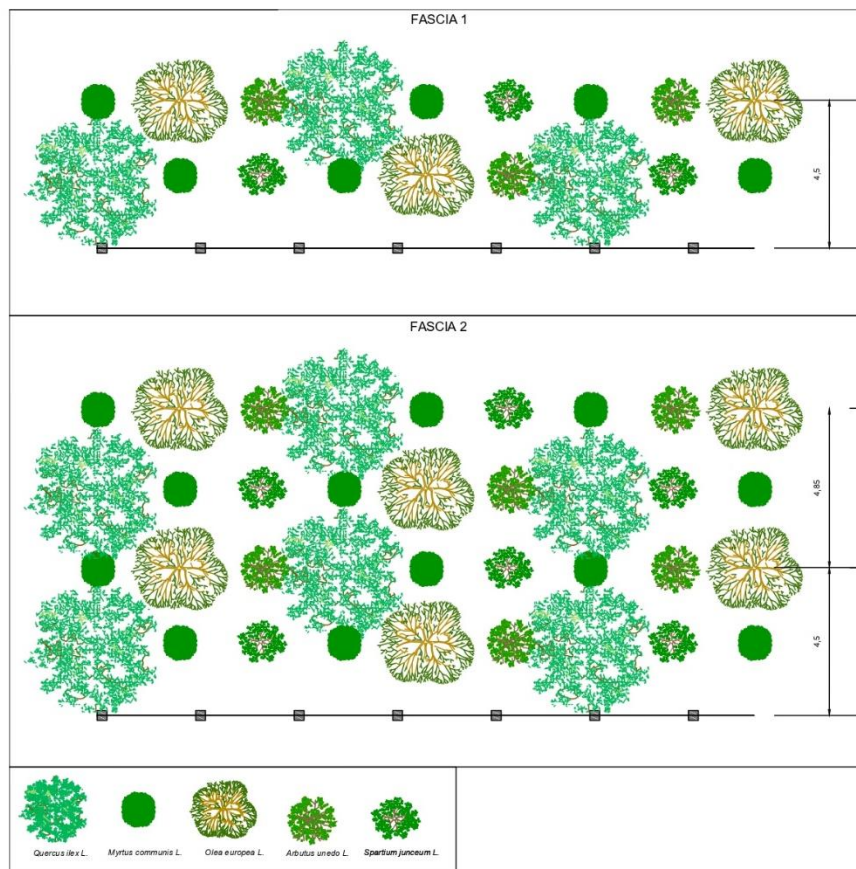
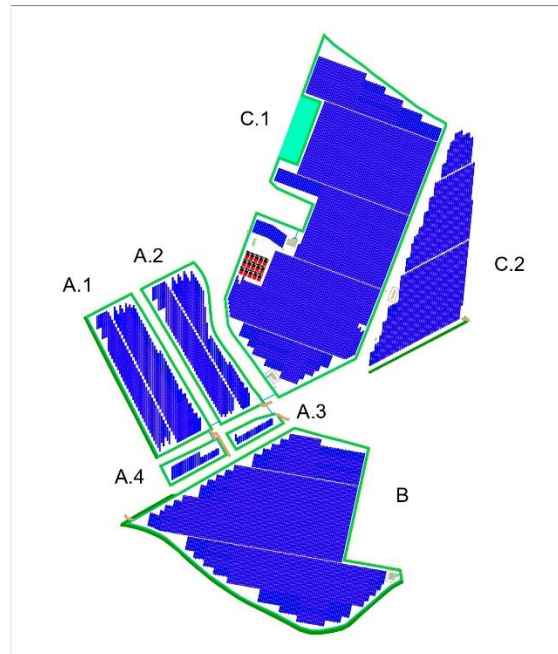
Nella Figura 6 vengono riportati i prospetti frontali delle colture agrarie inserite all'interno dell'impianto agrivoltaico. Come è possibile desumere dall'immagine, dati i sestri e le altezze dei *trackers*, è consentita una meccanizzazione agevole delle varie operazioni colturali e del pascolamento. La Figura 7 mostra come, nonostante il macchinario abbia una larghezza di 1,85 m, risulti possibile la movimentazione all'interno dell'APV.

Nella progettazione agronomica è stata prevista anche la presenza di:

**Fascia di mitigazione:** Per la mitigazione esterna del parco agrivoltaico è prevista la messa a dimora di una fascia perimetrale, costituita da un doppio filare (Fascia1), e di una doppia fascia perimetrale (Fascia2) nell'area ovest del sottocampo A.4, nell'area sud-est del sottocampo B e nell'area sud del sottocampo C.2, costituita da specie arboree (*Quercus ilex*) ed arbustive (*Olea europea*, *Myrtus communis*, *Arbutus unedo* e *Spartium junceum*), appartenenti alla flora autoctona locale, le specie verranno disposte a doppio filare e verranno messe a dimora nel periodo autunnale, prevedendo una concimazione organica per favorire l'attecchimento. Durante i primi anni, in caso periodi prolungati di forte stress idrico, dovranno essere previste

delle irrigazioni di soccorso. Al fine di garantire la corretta formazione dell'apparato aereo verranno eseguite delle potature a cadenza triennale.

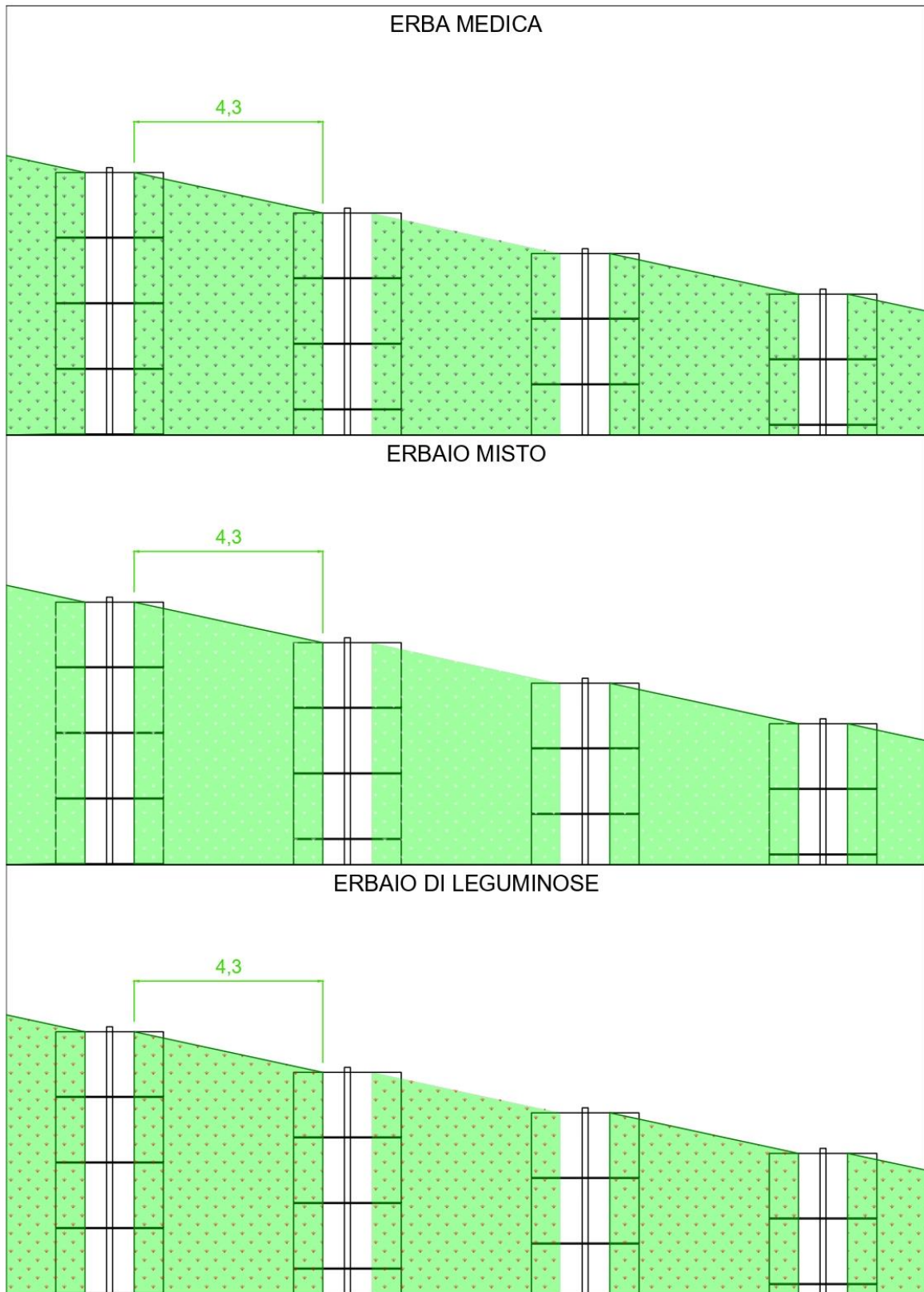
Inoltre è prevista la creazione di un'area di mitigazione a nord del sottocampo C.1 costituita anche in questo caso da specie sia di tipo arboreo che arbustivo.



La fascia di mitigazione, non si configura come semplice barriera geometrica ma come una fascia tampone armonizzata con il territorio che rende minimo l'impatto del progetto.

Il presente impianto agrivoltaico sarà caratterizzato dalla presenza di specie arboree, arbustive ed erbacee, utili a contribuire al miglioramento ecologico ed ecosistemico dell'areale di coltivazione. In particolare i differenti apparati epigei ed ipogei, la scalarità nelle fioriture, costituiranno un habitat utile al sostentamento di molte specie di animali, insetti e microrganismi.





**Figura 4.** Rappresentazione del medicaio, dell'erbaio misto e di leguminose

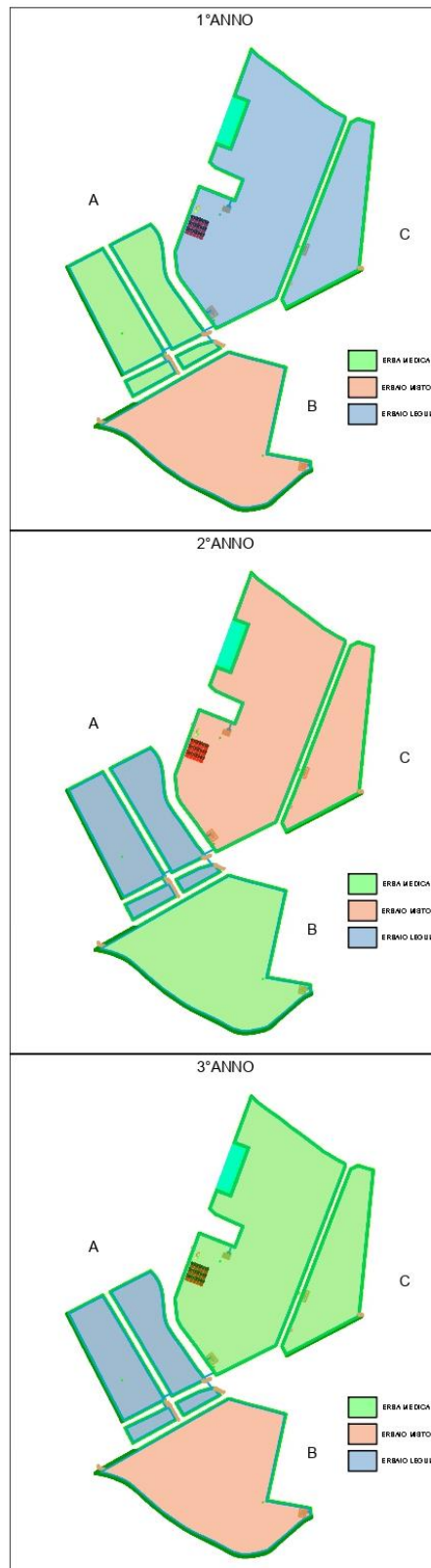
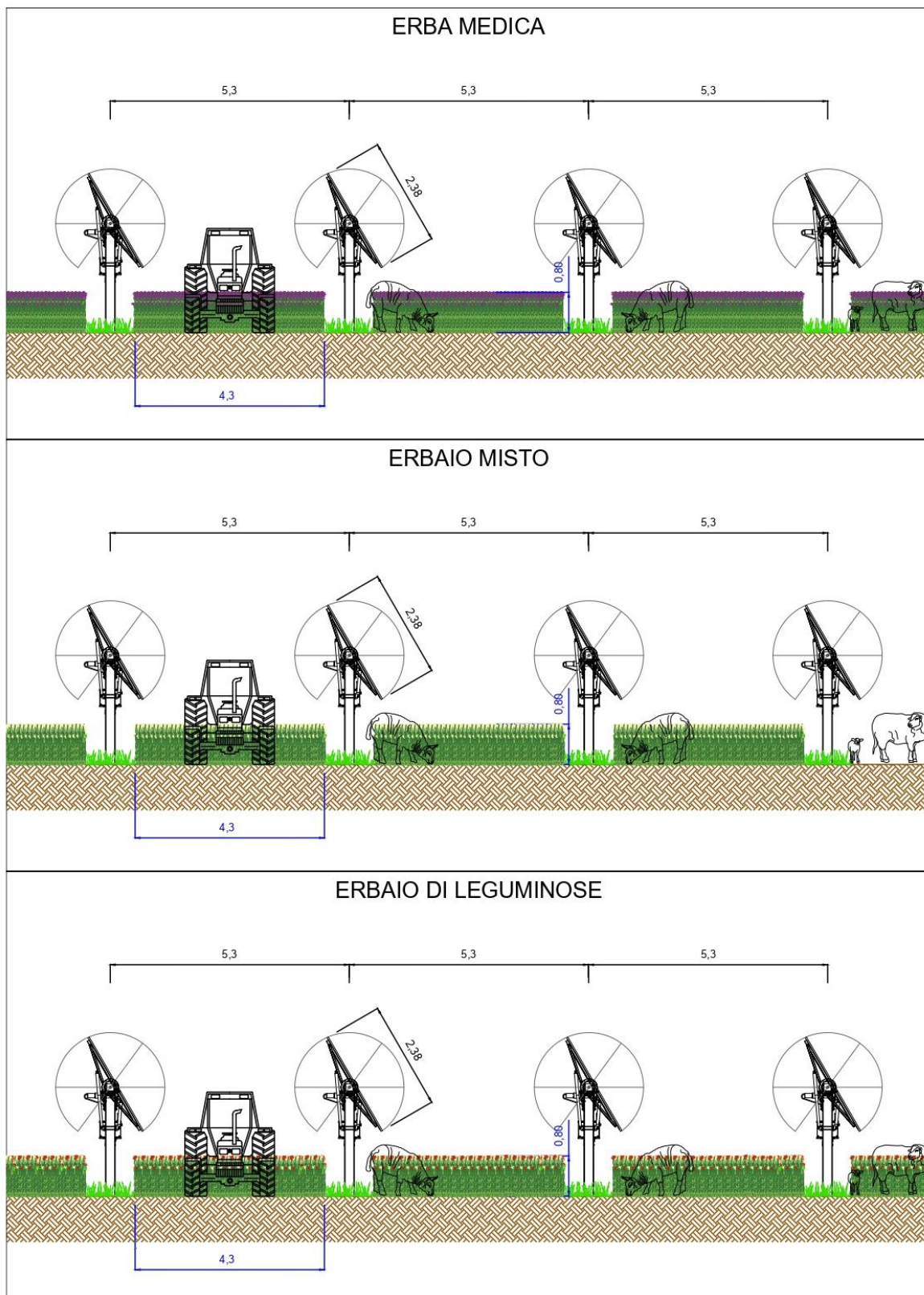
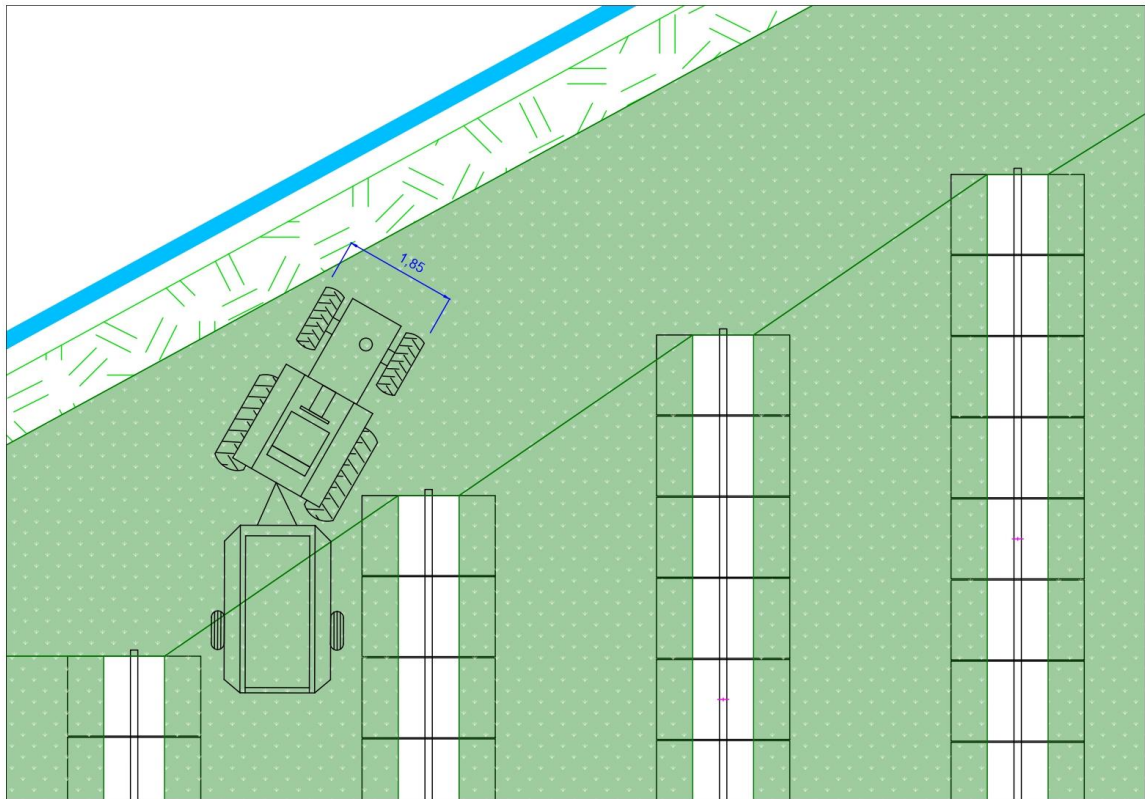


Figura 5. Rappresentazione degli impianti al primo, secondo e terzo anno



**Figura 6.** Rappresentazione del prospetto frontale dell'erba medica, erbaio misto ed erbaio di leguminose



**Figura 7.** Rappresentazione del raggio di sterzata del macchinario per la raccolta

## 8.2. Gestione delle attività e manutenzione

1. Mantenimento di terreni a vocazione agricola.
2. Integrazione del reddito agricolo.
3. Eventi divulgativi e disponibilità per gli Istituti di istruzione scolastica di diverso ordine e grado.
4. Monitoraggio mensile della coltura a supporto del sistema decisionale ai fini di una corretta gestione colturale.

## 9. Monitoraggio della sperimentazione

### 9.1. In situ

- Consumo d'acqua
- Consumo energetico per unità di prodotto (applicazione LCA)
- Misurazione dell'albedo
- Valutazione dell'ombreggiatura

### 9.2. Risultati attesi

- Possibile applicazione della certificazione biologica delle produzioni.
- Tutela colture floristiche e risorse autoctone e/o endemiche, con particolare attenzione all'individuazione degli ecotipi locali che possono costituire in termini di adattamenti morfo-funzionali e presenza di principi attivi, risorsa di grande interesse agronomico, vivaistico e nutraceutico.
- Conservazione di un patrimonio culturale comprendente la storia, i costumi, le tradizioni che costituiscono un insieme di risorse.
- Gestione e manutenzione della riduzione dei costi.
- Valorizzazione economica della superficie libera.
- Maggiore integrazione nel territorio.
- Aumento dei posti di lavoro.
- Diversificazione dei prodotti agricoli.
- Modernizzazione delle metodologie e delle tecnologie.
- Sviluppo sostenibile.
- Basso impatto ambientale.
- Opportunità economica sul territorio.

## 10. Computo metrico

### 10.1. Analisi di costi e ricavi dell'attività agro-zootecnica

Per ogni operazione di ciascun impianto agro-zootecnico, è stato analizzato il costo totale ad ettaro, quindi la superficie effettiva ad ettaro utilizzata, escludendo la superficie non coltivabile dell'impianto APV. Stessa analisi è stata condotta per il conteggio dei ricavi (prontuario REDA).

Infine, costi e ricavi sono stati rapportati per ottenere il *business plan* completo di ciascuna attività rapportato al numero di ettari coltivati. I costi e i prezzi di vendita dei prodotti sono stati calcolati in base ai prezzi medi della zona di interesse.

Si riporta di seguito l'alternanza delle tre colture nei tre diversi appezzamenti.

AREA					
1°ANNO		2°ANNO		3°ANNO	
SUP.	COLTURA	SUP.	COLTURA	SUP.	COLTURA
13,71	ERBA MEDICA	13,71	ERBA MEDICA	13,71	ERBA MEDICA
22,45	ERBAIO MISTO	22,45	ERBAIO DI LEGUMINOSE	22,45	ERBAIO MISTO
40,02	ERBAIO DI LEGUMINOSE	40,02	ERBAIO MISTO	40,02	ERBAIO DI LEGUMINOSE

Di seguito si riportano i costi e i ricavi su base poliennale della *Medicago sativa*.

ERBA MEDICA		COSTI					
		1°ANNO		2° ANNO		3° ANNO	
OPERAZIONE	€/ha	Sup.NETTA (ha)	€/TOT	Sup.NETTA (ha)	€/TOT	Sup.NETTA (ha)	€/TOT
CONCIMAZIONE DI FONDO	170,00 €	13,71	2.330 €	13,71	-	13,71	-
ARATURA	220,00 €	13,71	3.016 €	13,71	-	13,71	-
ERPICATURAx2	160,00 €	13,71	2.193 €	13,71	-	13,71	-
ACQUISTO SEME	400,00 €	13,71	5.483 €	13,71	-	13,71	-
SEMINA	60,00 €	13,71	822 €	13,71	-	13,71	-
FIENAGIONE	200,00 €	13,71	2.741 €	13,71	2.741 €	13,71	2.741 €
<b>TOTALE</b>			<b>16.585 €</b>		<b>2.741 €</b>		<b>2.741 €</b>

ERBA MEDICA		RICAVI	
		1° ANNO	
PRODOTTO	Sup.NETTA (ha)	t TOT	PRODOTTO REIMPIEGATO IN AZIENDA
FORAGGIO	13,71	27	
	2° ANNO		
	Sup.NETTA (ha)	t TOT	PRODOTTO REIMPIEGATO IN AZIENDA
	13,71	82	
	3° ANNO		
	Sup.NETTA (ha)	t TOT	PRODOTTO REIMPIEGATO IN AZIENDA
	13,71	103	

Di seguito si riportano i costi e i ricavi su base annua dell'Erbaio misto.

ERBAIO MISTO		COSTI					
		1° ANNO		2° ANNO		3° ANNO	
OPERAZIONE	€/ha	Sup.NETTA (ha)	€/TOT	Sup.NETTA (ha)	€/TOT	Sup.NETTA (ha)	€/TOT
CONCIMAZIONE DI FONDO	120,00 €	22,45	2.694 €	40,02	4.803 €	22,45	2.694 €
ARATURA	220,00 €	22,45	4.939 €	40,02	8.805 €	22,45	4.939 €
ERPICATURAx2	160,00 €	22,45	3.592 €	40,02	6.404 €	22,45	3.592 €
ACQUISTO SEME	180,00 €	22,45	4.041 €	40,02	7.204 €	22,45	4.041 €
SEMINA	60,00 €	22,45	1.347 €	40,02	2.401 €	22,45	1.347 €
FIENAGIONE	200,00 €	22,45	4.490 €	40,02	8.005 €	22,45	4.490 €
<b>TOTALE</b>			<b>21.104 €</b>		<b>37.623 €</b>		<b>21.104 €</b>

ERBAIO MISTO		RICAVI		
		1° ANNO		
PRODOTTO	Sup.NETTA (ha)	t TOT	PRODOTTO REIMPIEGATO IN AZIENDA	
FORAGGIO	22,45	146		
	2° ANNO			
	Sup.NETTA (ha)	t TOT	PRODOTTO REIMPIEGATO IN AZIENDA	
	40,02	260		
	3° ANNO			
	Sup.NETTA (ha)	t TOT	PRODOTTO REIMPIEGATO IN AZIENDA	
22,45	146			

Di seguito si riportano i costi e i ricavi su base annua dell'Erbaio di leguminose

ERBAIO LEGUMINOSE		COSTI					
		1° ANNO		2° ANNO		3° ANNO	
OPERAZIONE	€/ha	Sup.NETTA (ha)	€/TOT	Sup.NETTA (ha)	€/TOT	Sup.NETTA (ha)	€/TOT
CONCIMAZIONE DI FONDO	120,00 €	40,02	4.803 €	22,45	2.694 €	40,02	4.803 €
ARATURA	220,00 €	40,02	8.805 €	22,45	4.939 €	40,02	8.805 €
ERPICATURAx2	160,00 €	40,02	6.404 €	22,45	3.592 €	40,02	6.404 €
ACQUISTO SEME	230,00 €	40,02	9.206 €	22,45	5.164 €	40,02	9.206 €
SEMINA	60,00 €	40,02	2.401 €	22,45	1.347 €	40,02	2.401 €
FIENAGIONE	200,00 €	40,02	8.005 €	22,45	4.490 €	40,02	8.005 €
<b>TOTALE</b>			<b>39.624 €</b>		<b>22.226 €</b>		<b>39.624 €</b>

ERBAIO LEGUMINOSE		RICAVI		
		1° ANNO		
PRODOTTO	Sup.NETTA (ha)	t TOT	PRODOTTO REIMPIEGATO IN AZIENDA	
FORAGGIO	40,02	240		
	2° ANNO			
	Sup.NETTA (ha)	t TOT	PRODOTTO REIMPIEGATO IN AZIENDA	
	22,45	135		
	3° ANNO			
	Sup.NETTA (ha)	t TOT	PRODOTTO REIMPIEGATO IN AZIENDA	
40,02	240			

Di seguito si riportano i costi e i ricavi dell'allevamento ovino.

PRATO PASCOLO POLIF.		RICAVI/ANNO		
		1°-5° ANNO		
PRODOTTO	N.Capi	L TOT	€/L	€/TOT
LATTE OVINO	400	57600	1,35 €	77.760 €

Di seguito si riportano i dati relativi ai costi, ricavi e ricavi netti ripartiti in tre anni di ciclo colturale. Come si può osservare, il progetto APV, oltre ad un beneficio economico derivante dalla produzione di energia, riesce a fornire un discreto introito derivante dall'attività agro-zootecnica.

ANNO	BP	ERBA MEDICA	ERBAIO MISTO	ERBAIO LEG.	Δ TOTALE
1°	COSTI	16.585 €	21.104 €	39.624 €	77.313 €
	PLV (latte)	77.760 €			
	RICAVI NETTI	447 €			
2°	COSTI	2.741 €	37.623 €	22.226 €	62.591 €
	PLV (latte)	77.760 €			
	RICAVI NETTI	15.169 €			
3°	COSTI	2.741 €	21.104 €	39.624 €	63.469 €
	PLV (latte)	77.760 €			
	RICAVI NETTI	14.291 €			



## 11. Analisi delle ricadute ambientali dell'intervento

### 11.1. Benefici dell'impianto APV

Uno dei maggiori problemi dei classici impianti fotovoltaici a terra è l'uso del suolo, ovvero date le caratteristiche dell'impianto è impossibile la gestione agricola dei terreni. Questi sistemi hanno un grosso impatto in diverse aree del mondo dal punto di vista dello sfruttamento dell'uso dei suoli. Questa problematica riveste un ruolo estremamente importante e attuale dato dal progressivo fenomeno della desertificazione dei terreni, con conseguente perdita di produttività dei suoli. Per questo motivo il sistema APV offre un'importante e valida alternativa rendendo possibile la coltivazione dei terreni e la produzione di energia.

Considerando il presente progetto APV possiamo vedere come l'agricoltura rivesta un ruolo primario in termini di superficie:

- **7,3 % Superficie non Coltivata Totale**

- **92,7 % Superficie Coltivata Totale**

Il presente sistema di APV consente di apportare molteplici benefici, sia in termini economici che ambientali, rispetto al tradizionale sistema di agricoltura impiegato nell'areale di interesse.

Nello specifico i benefici apportati sono:

-Suddivisione del rischio d'impresa impiegando differenti specie agrarie. Questo sistema consente di suddividere il rischio dato da fattori meteorologici e dall'oscillazione dei prezzi delle produzioni agricole, diversamente da quanto può avvenire in un sistema di coltivazione tradizionale locale dove a prevalere è una sola specie colturale, come ad esempio il frumento.

-Impiego di colture facilmente meccanizzabili, con la possibilità dunque di ottimizzazione delle produzioni dal punto di vista qualitativo e quantitativo. Le finestre temporali in cui effettuare la raccolta dei prodotti, in modo da preservare la quantità e la qualità delle produzioni, oggi, a causa dei cambiamenti climatici, si stanno rivelando sempre più ridotte. È per questo motivo che la meccanizzazione delle colture si constata essere sempre più un fattore determinante.

-Contrasto alla desertificazione e alla perdita di fertilità dei suoli grazie all'impiego di *cover crops* (colture di copertura) e all'ombreggiamento dato dai pannelli. Si attenua così l'impatto negativo dato dalla radiazione solare e dai fenomeni erosivi, determinando una minor perdita di sostanza organica nel terreno.

-Incremento della biodiversità dato dall'impiego di differenti specie agrarie, con conseguente minor pressione da parte dei patogeni.

-Riduzione di input chimici grazie ad un corretto avvicendamento delle colture e all'impiego di colture miglioratrici (leguminose). L'avvicendamento è uno dei fattori che incide maggiormente sul mantenimento e sull'incremento della fertilità dei suoli, consentendo la riduzione e, in alcuni casi, l'eliminazione di fertilizzanti chimici di sintesi. Difatti, la rotazione tra una coltura depauperante e una miglioratrice contrasta il verificarsi del così detto fenomeno della "stanchezza del terreno". Questo fenomeno si verifica generalmente nei terreni dove viene praticata la monocoltura, ovvero la coltivazione della stessa specie per più anni consecutivi sullo stesso appezzamento, determinando così un peggioramento strutturale e nutritivo del terreno.

## 11.2. Impatti ambientali

L'area di interesse per l'impianto APV, mostra già i segni del fenomeno dello "*sprawl*", ovvero un modello insediativo diffuso dove il consumo di quantità di territorio da parte degli insediamenti e delle infrastrutture extraurbane avviene oramai a velocità vertiginosa.

L'area del progetto, sotto il profilo paesaggistico, si caratterizza per un discreto livello di antropizzazione. L'impatto cumulativo è connesso alle caratteristiche paesaggistiche del sito.

L'impatto più significativo generato da un impianto agrovoltaiico è senza dubbio l'impatto visivo. Tuttavia, la struttura, sia per la sua "leggerezza costruttiva", sia per le limitate dimensioni dei pannelli, risulta adeguatamente integrata all'ambiente agricolo e al paesaggio circostante.

In aggiunta, è essenziale evidenziare anche le ricadute positive del progetto:

- Ombreggiamento

La minore radiazione impattante al suolo va a limitare la perdita di sostanza organica del terreno. L'ombreggiamento quindi, proporzionale alla crescita adeguata delle piante, risulta essere una strategia per il contrasto alla desertificazione.

- Leguminose

Le specie leguminose sono definite colture miglioratrici, capaci di migliorare sia la fertilità sia la struttura fisica del terreno. La loro capacità azotofissatrice permette di "catturare" l'azoto atmosferico a livello radicale rilasciandolo nel terreno a disposizione della coltura successiva, inoltre il profondo apparato radicale svolge un'importante azione fisica nel terreno.

- Fascia Vegetazionale


Per la mitigazione esterna del parco fotovoltaico è prevista la messa a dimora di una fascia perimetrale di essenze tipiche del luogo di altezza pari alla recinzione perimetrale dell'impianto fotovoltaico. La siepe perimetrale ha lo scopo di schermare l'impianto e contribuire all'inserimento paesaggistico e ambientale dell'opera.

In conclusione, l'opera di progetto non andrà ad incidere in maniera irreversibile né sulla qualità dell'area né sul grado di naturalità dell'area o sull'equilibrio naturalistico presente.

Le soluzioni adottate per il progetto andranno a mitigare le problematiche caratterizzanti la zona, quali desertificazione ed eccessivo sfruttamento del suolo.

## 12. Cronoprogramma

Di seguito il diagramma di Gantt per il supporto alla gestione del progetto, con l'identificazione delle specie e il loro ciclo agronomico, fenologico, meccanico, ecc.

PRIMO ANNO														
	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE
<i>Medicago sativa</i> ERBA MEDICA	Lavorazione primaria/secondaria 						Semina 			Primo sfalcio 			Crescita vegetativa 	
ERBAIO MISTO	Lavorazione primaria/secondaria 		Semina 			Crescita vegetativa 				Raccolta/Produzione foraggio 			Lavorazione 	
ERBAIO LEGUMINOSE	Lavorazione primaria/secondaria 		Semina 			Crescita vegetativa 				Raccolta/Produzione foraggio 			Lavorazione 	

SECONDO ANNO														
	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE
<i>Medicago sativa</i> ERBA MEDICA	Secondo sfalcio 					Crescita vegetativa 				Terzo sfalcio 			Crescita vegetativa 	
ERBAIO LEGUMINOSE	Lavorazione primaria/secondaria 		Semina 			Crescita vegetativa 				Raccolta/Produzione foraggio 			Lavorazione 	
ERBAIO MISTO	Lavorazione primaria/secondaria 		Semina 			Crescita vegetativa 				Raccolta/Produzione foraggio 			Lavorazione 	

## 13. Caratteristiche e requisiti degli impianti agrivoltaici

Le Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici, prodotte nell'ambito di un gruppo di lavoro coordinato dal MINISTERO DELLA TRANSIZIONE ECOLOGICA-DIPARTIMENTO PER L'ENERGIA e pubblicate nel mese di giugno 2022, definiscono quali sono le caratteristiche minime e i requisiti che un impianto fotovoltaico dovrebbe possedere per essere definito agrivoltaico. Per impianto "agrivoltaico" si intende un impianto fotovoltaico che consente di preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale sul sito di installazione, garantendo, al contempo, una buona produzione energetica da fonti rinnovabili.

### 13.1. REQUISITO A: l'impianto rientra nella definizione di "agrivoltaico"

#### **REQUISITO A.1.: Superficie minima per l'attività agricola**

Si deve garantire che almeno il 70% della superficie totale del sistema agrivoltaico sia destinata all'attività agricola, nel rispetto delle Buone Pratiche Agricole (BPA).

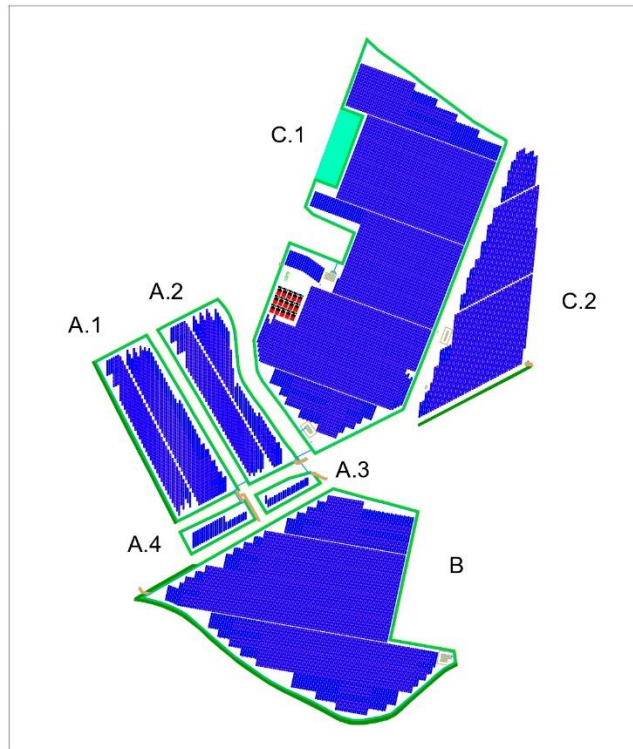
Dagli elaborati di progetto risulta:

Superficie del sistema agrivoltaico ( $S_{tot}$ ) = 82,15 ha

S.non agr.TOT = S.Fascia mit. + Cabine = 5,96 ha

Superficie agricola  $S_{agri}$  = 77,30 ha

<b>Appezamento</b>	<b>S.tot</b>	<b>S.int.rec.</b>	<b>S.agr</b>	<b>Fascia mit.</b>	<b>Cabine</b>	<b>A1 (S.agr/S.tot)</b>
Campo A.1	7,2999	6,5860	6,5860	0,7139		90,2%
Campo A.2	6,1530	5,6245	5,6245	0,5285		91,4%
Campo A.3	0,7733	0,6054	0,6054	0,1679		78,3%
Campo A.4	1,0975	0,8911	0,8911	0,2064		81,2%
Campo B	23,7881	22,5556	22,4507	1,2325	0,1049	94,4%
Campo C.1	32,4225	31,1547	30,2508	1,2678	0,9039	93,3%
Campo C.2	10,6104	9,8784	9,7737	0,732	0,1047	92,1%
<b>TOT =</b>	<b>82,1447</b>	<b>77,2957</b>	<b>76,1822</b>	<b>4,8490</b>	<b>1,1135</b>	<b>92,7%</b>



$$S_{agri} / S_{tot} = 7,30 \text{ ha} / 82,15 \text{ ha} = 0,927 \geq 0,70$$

Il requisito A.1. risulta VERIFICATO.

#### **REQUISITO A.2.: Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR)**

Il progetto prevede una Superficie totale di ingombro dell'impianto agrivoltaico ( $S_{pv}$ ) = 27,65 ha  
 Il LAOR (Land Area Occupation Ratio) è il rapporto tra la superficie totale di ingombro dell'impianto agrivoltaico ( $S_{pv}$ ), e la superficie totale occupata dal sistema agrivoltaico ( $S_{tot}$ ). Il suo valore è dunque, per l'impianto in oggetto:

$$LAOR = 27,65 \text{ ha} / 82,15 \text{ ha} = 34\% < 40\%$$

Il requisito A.2. risulta VERIFICATO

13.2. REQUISITO B: Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica dell'impianto, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli

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

- **REQUISITO B.1.a: Eesistenza e resa della coltivazione**

Al fine di valutare la continuità dell'attività agricola, verrà predisposta una zona di controllo per il monitoraggio della biomassa prodotta sia nell'area a pieno campo sia nell'area ombreggiata. Verranno identificate due aree studio di 4 m<sup>2</sup>, una sulla fascia ombreggiata ed una sulla fascia in pieno campo.

Tali dati verranno elaborati nella relazione agronomica annuale.

VALORI INDIRIZZO PRODUTTIVO POST IMPIANTO				
anno	allevamento	n.capi in lattazione	€/capoRICA	€/anno TOT
1° APV	ovini	280	349 €	97.720 €
<b>Media €/ha/anno</b>				<b>1.115 €</b>

valori RICA 2017\_Toscana

Il valore economico dell'indirizzo produttivo è stato calcolato in base ai valori RICA della regione Toscana del 2017. Il nuovo ordinamento colturale andrà a prevedere l'introduzione di erba medica ed aerbaio misto e di leguminose, essenze erbacee annuali e poliennali ad elevato valore nutrizionale ai fini zootecnici, di cui la prevalenza costituito da specie miglioratrici ed azotofissatrici, erba medica e trifogli. Per quanto riguarda la gestione delle coltivazioni non è previsto l'impiego di fertilizzanti e fitofarmaci chimici di sintesi.

Tale tipo di consociazione si rende necessaria per limitare la perdita di sostanza organica del terreno, fenomeno che contribuisce al processo di desertificazione dei suoli.

#### REQUISITO B.2.: Producibilità elettrica minima

Si confronta la producibilità elettrica dell'impianto agrivoltaico a progetto (FVagri) con la producibilità elettrica di un impianto fotovoltaico di riferimento (FVstandard), caratterizzato da moduli con efficienza 20% su supporti fissi orientati a Sud e inclinati con un angolo pari alla latitudine meno 10 gradi, collocato nello stesso sito dell'impianto agrivoltaico.

FV agri [GWh/ha/anno] = 122,35

FV standard [GWh/ha/anno] = 95,27

$$FV_{agri} \geq 0,6 * FV_{standard} = 122,35 \geq 55,36$$

Dunque, il requisito B2 risulta VERIFICATO.

### 13.3. REQUISITO C.: L'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra

L'impianto è identificabile come di TIPO 1) in quanto l'altezza minima dei moduli è studiata in modo da consentire la continuità delle attività agricole anche sotto ai moduli fotovoltaici. Si configura una condizione nella quale esiste un doppio uso del suolo, ed una integrazione massima tra l'impianto agrivoltaico e la coltura, e cioè i moduli fotovoltaici svolgono una funzione sinergica alla coltura, che si può esplicitare nella prestazione di protezione della coltura (da eccessivo soleggiamento, grandine, etc.) compiuta dai moduli fotovoltaici.

Con un'altezza media dei moduli superiore ai 1,3 m, in caso di attività zootecnica, l'impianto può considerarsi agrivoltaico avanzato rispondente al REQUISITO C.

### 13.4. REQUISITO D ed E.: Sistemi di monitoraggio

#### **REQUISITO D.1.: Monitoraggio del risparmio idrico**

Il nuovo ordinamento colturale prevede la coltivazione di prato polifita, costituito da essenze che richiedono un limitato apporto idrico data la pluviometria media dell'areale di coltivazione.

Al fine di monitorare il risparmio idrico derivante dall'installazione dei pannelli APV, verranno determinate due aree studio di 4 m<sup>2</sup>, posizionate una sotto la fascia ombreggiata ed una nella fascia di pieno campo. Nelle due aree studio verrà installata la sensoristica necessaria alla determinazione del fabbisogno e deficit idrico della coltura nelle due differenti condizioni di coltivazione.

Le valutazioni agronomiche riguardanti il risparmio idrico derivante dall'installazione di pannelli APV verranno riportate nella relazione agronomica, redatta annualmente.

#### **REQUISITO D.2.: Monitoraggio della continuità dell'attività agricola**

- ***Esistenza e la resa della coltivazione***
- ***Mantenimento dell'indirizzo produttivo***

Al fine di monitorare la continuità dell'attività agricola verrà redatta una relazione agronomica annuale recante indicazioni in merito alle specie annualmente coltivate, alla superficie

effettivamente destinata alle coltivazioni, alle condizioni di crescita delle piante e alle tecniche di coltivazione (sesto di impianto, densità di semina, impiego di concimi, trattamenti fitosanitari). Parte delle informazioni sopra richiamate verranno fornite tramite Fascicolo Aziendale, come previsto dalla normativa vigente per le imprese agricole che percepiscono contributi comunitari. All'interno di esso si colloca il Piano di coltivazione, che deve contenere la pianificazione dell'uso del suolo dell'intera azienda agricola.

Per verificare e valutare l'impatto dell'impianto APV sulle colture, verrà installata una centralina meteo provvista di sensoristica utile al monitoraggio dei principali parametri agro-meteorologici, sia sotto i moduli che in pieno campo.

I parametri monitorati saranno:

- Temperatura dell'aria → il monitoraggio delle temperature verrà eseguito mediante sensore PT100 posizionato nelle due aree di saggio, sotto i moduli ed in pieno campo.
- Umidità dell'aria → il monitoraggio dell'umidità dell'aria verrà eseguito mediante igrometro/psicrometro posizionato nelle due aree di saggio, sotto i moduli ed in pieno campo.
- Anemometria → il monitoraggio dell'intensità e direzione del vento verrà eseguito mediante anemometro posizionato nelle due aree di saggio, sotto i moduli ed in pieno campo.
- Pluviometria → il monitoraggio dell'intensità e cumulo di pioggia verrà eseguito mediante pluviometro posizionato nelle due aree di saggio, sotto i moduli ed in pieno campo.
- Radiazione solare → il monitoraggio della radiazione solare (visibile, PAR, UV) verrà eseguito mediante solarimetro posizionato nelle due aree di saggio, sotto i moduli ed in pieno campo.
- Conducibilità elettrica del terreno → il monitoraggio della conducibilità elettrica del terreno verrà eseguito mediante analisi con conduttivimetro nelle due aree di saggio, sotto i moduli ed in pieno campo.
- Umidità e Temperatura del terreno → il monitoraggio dell'umidità e temperatura del terreno verrà eseguito mediante appositi sensori installati nelle due aree di saggio, sotto i moduli ed in pieno campo.
- Bagnatura fogliare → il monitoraggio della bagnatura fogliare verrà eseguito mediante foglia elettronica posizionata sia sotto i moduli che in pieno campo.
- Evapotraspirazione di riferimento e della coltura → il monitoraggio dell'evapotraspirazione verrà eseguito mediante vasche evaporimetre posizionate sia sotto i moduli che in pieno



campo. Moltiplicando  $ET_0$  per il coefficiente colturale ( $k_c$ ) si ottiene l'evapotraspirazione della specifica coltura.

- Biomassa ( $kg/m^2$ ) → il monitoraggio della biomassa prodotta verrà eseguito mediante periodici sfalci delle varie colture, sia sotto i moduli che in pieno campo. Una volta prelevata la biomassa di 4 mq, per ogni singola area di saggio, si procederà alla determinazione del peso della biomassa verde ed essiccata.
- Sostanza Organica → il contenuto in sostanza organica del terreno verrà determinato prelevando ed analizzando campioni di terreno nelle due aree di saggio, sotto i moduli ed in pieno campo. Le analisi verranno compiute a cicli triennali.

La rilevazione dei parametri agro-climatici, nelle due differenti aree di coltivazione, consentirà una precisa ed accurata valutazione dell'effetto sulle colture agricole dell'impianto APV, particolare attenzione verrà prestata al rilevamento dei parametri inerenti il consumo idrico della coltura, come previsto dall'Articolo 31 comma 5 del Decreto legge n° 77 del 31 maggio 2021.

#### **REQUISITO E.1.: Monitoraggio del recupero della fertilità del suolo**

Tra le maggiori problematiche derivanti dal cambiamento climatico si ha la perdita di fertilità dei suoli, questo fenomeno è determinato da diversi fattori, come l'eccessiva radiazione solare ed i fenomeni legati al ruscellamento. L'introduzione dei pannelli APV potrebbe determinare nel corso della durata dell'impianto un'incremento della Sostanza Organica. Il monitoraggio verrà effettuato a cadenza triennale mediante l'analisi chimico-fisica dei campioni di terreno provenienti dalle due aree studio, sotto i pannelli ed in pieno campo.

I parametri analizzati saranno: S.O., Struttura e grado di aggregazione del suolo, Densità apparente, Reazione del suolo, Tessitura, Contenuto in frammenti grossolani e Contenuto in macro e micro nutrienti.

#### **REQUISITO E.2.: Monitoraggio del microclima**

Il monitoraggio del microclima verrà eseguito mediante l'installazione di apposita sensoristica: sensori PT100 ( $T^\circ$ ), anemometri (velocità dell'aria) e igrometri/psicrometri, nelle due aree di saggio. Le valutazioni agronomiche riguardanti il microclima derivante dall'installazione di pannelli APV verranno riportate nella relazione agronomica, redatta annualmente.

## 14. Conclusioni

Da quanto sopra esposto, il presente impianto agrivoltaico può essere definito come “impianto agrivoltaico avanzato” in quanto vengono rispettati i requisiti A, B, C e D delle Nuove Linee Guida, inoltre l’installazione di sistemi di monitoraggio della fertilità e del microclima consentono il rispetto del requisito E, utile per l’accesso ai contributi del PNRR. Inoltre, considerando che l’attività produttiva aziendale è incentrata sull’allevamento ovino, l’installazione dell’impianto APV consentirà una perfetta coniugazione con l’attività svolta, permettendo sia il pascolamento sia la gestione meccanica dei terreni.