

AgroPhotoVoltaico Multi-uso e aspetti di mitigazione

RELAZIONE AGRONOMICA-IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI SPERIMENTALI IN FUNZIONE DEL DESIGN

COMUNE DI CANINO (VT)

Agrivolt Musignano S.r.l.

Indice

1.	Introduzione	1
2.	Il contesto normativo	2
2.1	Il procedimento autorizzativo.....	5
2.2	Requisiti nuove linee guida.....	7
3.	<i>SoW-Scope of Work</i>	8
4.	Descrizione del sito.....	8
4.1	<i>Layout</i> dell'impianto	10
4.2	Effetti microclimatici dell'impianto APV	11
4.3	Caratterizzazione del suolo.....	12
4.4	Aspetti climatici	13
5.	Soluzioni.....	14
5.1	Rotazioni	14
6.	Sperimentazione.....	18
6.1	Progettazione delle soluzioni e sperimentazioni	18
7.	<i>Design</i> sperimentale	22
7.1	Descrizione della sperimentazione per parcelle.....	22
7.2	Gestione delle attività e manutenzione.....	28
8.	Monitoraggio della sperimentazione	29
8.1	In situ.....	29
8.2	Risultati attesi	29
9.	Computo metrico.....	30
9.1	Analisi di costi e ricavi dell'attività agricola	30
10.	Analisi delle ricadute ambientali dell'intervento.....	36
10.1	Benefici dell'impianto APV.....	36
10.2	Impatti ambientali	37
11.	Cronoprogramma.....	38
12.	Caratteristiche e requisiti degli impianti agrivoltaici	39
12.1	REQUISITO A	39
12.2	REQUISITO B.....	40
12.3	REQUISITO D	42
13.	Conclusioni	43

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 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. Contiene obiettivi più ambiziosi dell'agenda ONU 2030, in particolare:

- la produzione di 30 GW di nuovo fotovoltaico;
- la riduzione emissioni CO₂;
- 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 agrivoltaica 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 Agrivoltaici 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.

- **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 e 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 previsto il rispetto del requisito D.2.

3. SoW-Scope of Work

Scopo principale del presente *Report* è definire soluzioni agronomiche da integrare con l'impianto solare dell'Agrivolt Musignano S.r.l. ubicata nel Comune di Canino (VT). 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'Agrivolt Musignano S.r.l. è censita al N.C.T del Comune di Canino (VT); più precisamente ha sede in loc. Musignano, 01011-Canino. L'area interessata dall'impianto APV è divisa in tre appezzamenti che occupano rispettivamente: le particelle 7,8 e 9 del Foglio 3 del Comune di Canino per l'Area A; la particella 42 del Foglio 20, la particella 80 del Foglio 2 e la particella 2 del Foglio 31 del Comune di Canino per l'Area B; e la particella 42 del Foglio 20 del Comune di Canino per l'Area C (Figura 1).



Figura 1. Ortofoto dell'area, Comune di Canino

L'area interessata dal progetto APV è priva di vincoli nel PTPR approvato dalla regione Lazio. I confini della proprietà per alcuni tratti coincidono con quelli amministrativi del Comune di Canino, con il Comune di Ischia di Castro (zona limitrofa al Fiume Fiora, confine ovest) e quindi della Regione Lazio con la Regione Toscana. L'azienda si estende dalla Strada Regionale Castrense (a est) fino al fiume

Fiora (a ovest). La proprietà è costituita da due corpi di forma irregolare, la cui dimensione maggiore è, disposta in direzione nord ovest – sud est. L’azienda è divisa in due parti dalla Strada Provinciale Doganella e le due porzioni presentano orografie tra loro nettamente distinte: il corpo ovest (“Piano”) è pianeggiante mentre quello est (“Monti”) è prevalentemente collinare. I seminativi sono concentrati quasi unicamente nel corpo pianeggiante, mentre i boschi sono localizzati su entrambi. La gran parte della superficie in proprietà è interessata dalla presenza di boschi, quasi unicamente cedui quercini e misti. La restante parte della proprietà è destinata ad attività agricole (seminativi e pascoli). All’interno della proprietà sono posti il Centro Aziendale di Riminino e quello di Musignano dove sono localizzate le strutture e i fabbricati ad uso aziendale e residenziale. L’azienda alleva bovini ed equini di razza Maremmana in purezza allo stato brado. L'allevamento è reso possibile dall'ampia disponibilità di foraggi provenienti da prati, pascoli e boschi, che vengono razionalmente utilizzati dal bestiame allevato allo stato brado, a cui si affiancano integrazioni alimentari nei periodi più critici.

La ripartizione della superficie territoriale secondo quanto riscontrato sul Portale SIAN, e secondo le misurazioni GIS eseguite da AGEA al fine dell’erogazione di contributi pubblici, è la seguente (Tabella 1):

Tabella 1. Superficie misurata GIS secondo i macrousi riscontrati. Fonte: Fasciolo Aziendale (SIAN)

Livelli - Macrouso - Occupazione	Superficie [ha]
SEMINATIVO	478.62.19
OLIVO	02.54.22
PRATO POLIFITA	54.28.07
PRATO PASCOLO	21.00.00
PASCOLO ARBORATO - CESPUGLIATO TARA 20%	291.32.44
PASCOLO ARBORATO - TARA 50%	670.07.14
BOSCO	804.53.64
MANUFATTO NON DETTAGLIATO	04.86.30
ALTRO	00.08.87
USO NON AGRICOLO - ALTRO	13.94.60
USO NON AGRICOLO - TARE	12.11.32
Totale	2332.39.00

L'azienda conduce i propri terreni e l'allevamento in regime di "agricoltura biologica" ai sensi delle vigenti normative nazionali e comunitarie.

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 un *pitch* di 5 m e un interfila minimo (con pannelli in posizione orizzontale) di 2,83 m (Figura 3). I pannelli presentano un'altezza da terra di 1,80 m -punto di innesto del pannello sul palo di sostegno- e una larghezza di 2,17 m (Figura 3).

L'area d'interesse per la realizzazione dell'impianto agrivoltaico ad inseguimento mono-assiale, presenta un'estensione complessiva di circa 95 ettari, la cui potenza complessiva massima sarà pari a 71,547 MWp.

La superficie risulta essere così ripartita:

- Superficie Totale Impianto APV: **95.33.63 ha**
- Superficie Coltivata APV: **67.65.24 ha**
- Superficie Pannelli: **12.88.62 ha**
- Superficie Tare: **14.79.77**

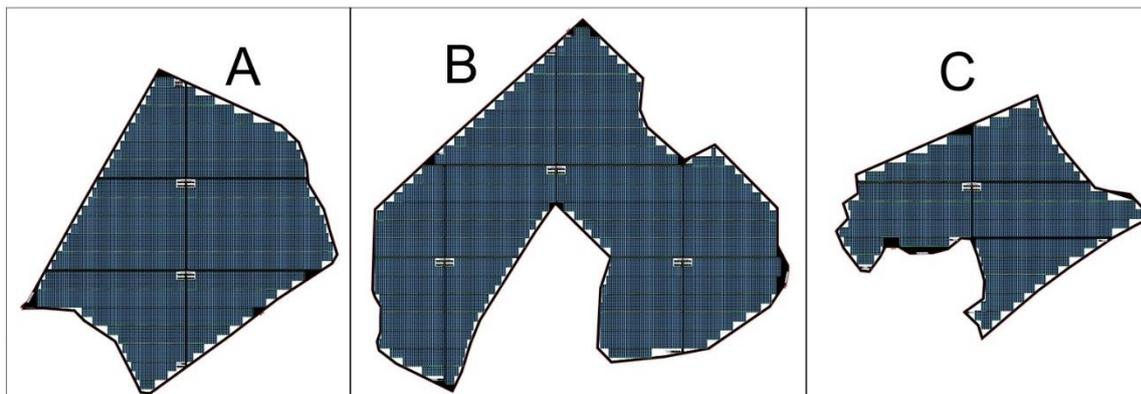


Figura 2. Layout dell'impianto

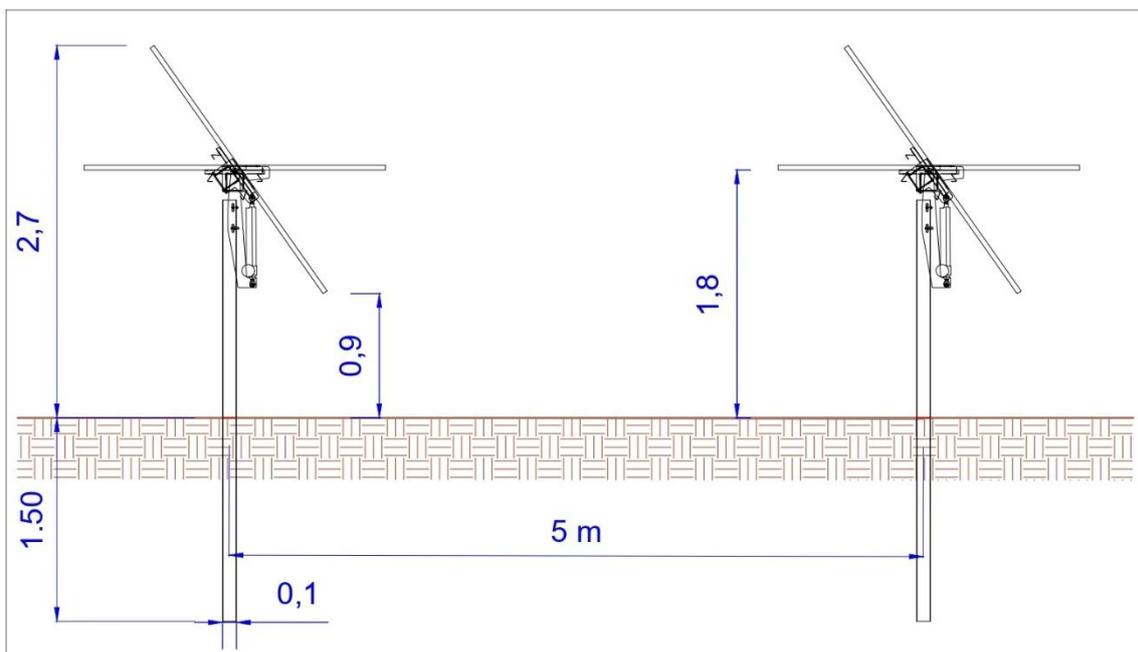


Figura 3. Caratteristiche del pannello

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 un *tracker* 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 *trackers* 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 agrivoltaico 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

Complessivamente l'area ha una giacitura irregolare e ampiamente diversificata. Il corpo ovest ha natura sostanzialmente pianeggiante: è posto ad una quota che oscilla tra i 100 m slm e i 225 m s.l.m. raggiunti sulla sommità del "Monte Fumaiolo", piccola collina che si erge all'interno della pianura; l'esposizione nel suo complesso è principalmente rivolta a sud. Il corpo est al contrario è prevalentemente collinare-montuoso: questo si estende sulle pendici e versanti di quattro rilievi principali indicati in cartografia come "Monte Doganella" (circa 430 m s.l.m.), "Monte Canino" (circa 520 m s.l.m.), "Poggio Olivastro" (circa 400 m s.l.m.) e il colle localmente denominato "Monte della Pineta" (circa 433 s.l.m.). Le quote minori si localizzano mediamente a circa 200 m e scendono fino 150 m nelle vicinanze del Torrente Timone. L'esposizione si presenta abbastanza irregolare, tuttavia vi è una leggera prevalenza dei versanti esposti a sud-est. In generale il suolo, si presenta di fertilità

medio-bassa con la prevalenza di aree a fertilità migliore nel corpo ad ovest, e all'interno di questo, la fertilità è migliore nelle porzioni ovest verso il fiume; la restante parte del corpo di pianura e il corpo aziendale dei "Monti" ad est, sono caratterizzati da una fertilità inferiore dove la quantità della roccia affiorante aumenta notevolmente e si riduce di conseguenza il profilo di terreno esplorabile dalle radici. I seminativi aziendali sono localizzati principalmente nel corpo di pianura ad ovest, e si collocano nelle aree esterne ai boschi e ai pascoli caratterizzate da un terreno più profondo e quindi maggiormente adatto alle attività agricole. Complessivamente ricoprono una superficie pari a circa 478 ettari, così come riscontrati da AGEA nel "Fascicolo Aziendale". Su questi vengono coltivati maggiormente cereali da granella e foraggi, destinati alla vendita ma anche e soprattutto al sostentamento degli animali presenti in azienda.

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 è il fattore principale da tenere a mente. Il sito ricade in un'area a clima caldo e temperato. La temperatura più bassa si raggiunge a gennaio quando la media delle minime è di 2,8 °C. Il mese più caldo risulta essere agosto, con una temperatura media di 23,9 °C. La precipitazione media annua è di 881 mm, con concentrazioni maggiori nel mese di novembre (media mensile 136 mm). Legando la temperatura alle colture è importante osservare il termoperiodismo, cioè la risposta delle piante alle fluttuazioni del livello termico, alle variazioni di temperatura giornaliera o stagionali. In Tabella 2 sono riportate le medie delle temperature e precipitazioni dall'anno 1991 al 2021 del Comune di Canino.

Tabella 2. Dati termo-pluviometrici medi annui riferiti al periodo 1991-2021. Stazione meteo di Canino (VT)

	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Medie Temperatura (°C)	5.8	6.2	9	12.3	16.4	21.1	23.8	23.9	19.5	15.6	11	7.1
Temperatura minima (°C)	2.8	2.8	5.1	8	11.8	16	18.6	19.1	15.7	12.5	8.2	4.4
Temperatura massima (°C)	9.3	10.2	13.4	16.9	21.1	26	29	29.1	23.9	19.5	14.2	10.4
Precipitazioni (mm)	66	72	74	81	65	42	26	30	81	118	136	90
Giorni di pioggia (g.)	7	6	7	8	7	5	3	4	7	8	9	8
Ore di sole (ore)	5.5	6.3	7.5	9.4	10.9	12.2	12.4	11.3	9.3	6.9	5.7	5.4

5. Soluzioni

La scelta delle specie da utilizzare per l'agrivoltaico nel sito del Comune di Canino (VT), 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: 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, ma anzi ridurre, specie durante i mesi estivi, l'utilizzo della risorsa idrica.

Il terzo vincolo è forse il più limitante, perché restringe la scelta a quelle specie e/o varietà che hanno un *habitus* adatto alla coltivazione al disotto dei moduli, con altezze non superiori ai 120-150 cm. In modo da non creare problemi di ombreggiamento per i pannelli fotovoltaici e di meccanizzazione per l'impianto.

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. La scelta, quindi, è ricaduta principalmente su piante erbacee annuali e autoctone della flora italiana.

Le colture scelte sono state ideate in un sistema di rotazione annuale per limitare al minimo il fenomeno della stanchezza del terreno.

Nel dettaglio, si può considerare un ciclo (Ciclo I) con quattro impianti colturali annuali posti in avvicendamento tra loro.

La scelta, quindi, è ricaduta principalmente su piante da reddito annuali già coltivate in zona quali, *Vicia faba* var. *minor*, *Avena sativa*, *Hordeum vulgare* ed infine un Erbaio costituito da *Avena sativa* e *Trifolium squarrosum*.

- **Ciclo I:** 4 anni (1+1+1+1) con *Vicia faba var. minor*, *Avena sativa*, *Hordeum vulgare* e **Erbaio**.

Tutti gli impianti hanno durata annuale. Il favino (*Vicia faba var. minor*), l'avena (*Avena sativa*) e l'orzo (*Hordeum vulgare*) verranno coltivati per la produzione di granella a fini zootecnici, mentre l'erbaio verrà sfalciato per produrre fieno. Tutti i prodotti dell'impianto agrivoltaico verranno impiegati all'interno dell'azienda per il mantenimento dei capi di bestiame.

Inoltre, essendo il favino una leguminosa, questo contribuirà anche ad incrementare il contenuto di azoto e di sostanza organica nel terreno tra una coltura e l'altra.

SAT TOTALE				
COLTURA	SUP. Colture	Sup.non Colt.	Tare-stradoni	SAT
ERBAIO	22,0034	4,1911	4,6254	30,82
AVENA	21,4031	4,0768	6,4167	45,12
FAVINO	11,1117	2,1165		
ORZO	13,1342	2,5018	3,7556	19,39
TOT	67,6524	12,8862	14,7977	95,3363
%	71,0	13,5	15,5	100,0

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

Soluzioni	Adattabilità con il sistema agrovoltaico	Semina	Esigenze agronomiche	Fabbisogno idrico	Raccolta
 <p>Avena sativa Resa: 3,5-5 t/ha</p> 	L'avena è una pianta erbacea annua con asse eretto allungato.	La semina autunnale avviene in ottobre, quella primaverile, in marzo-aprile. La dose di semina è di 120-150 kg/ha.	L'avena si adatta bene a terreni magri o sub-acidi, molto compatti o molto sciolti, ma è poco resistente al freddo ed alla siccità. La dose massima applicabile di concimazione azotata va da 30 a 80 kg/ha di azoto a causa del facile allettamento dell'avena.	L'irrigazione non risulta essere necessaria.	L'epoca di raccolta va da marzo a giugno in base al periodo di semina.

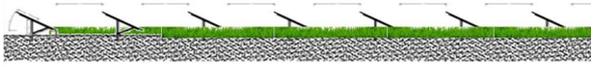
Soluzioni	Adattabilità con il sistema agrovoltaico	Semina	Esigenze agronomiche	Fabbisogno idrico	Raccolta
 <p>Vicia faba var. minor Resa: 20-30 q/ha</p> 	Il favino è una pianta erbacea annua con asse eretto allungato, spesso privo di foglie che può arrivare al metro di altezza.	Il favino si semina direttamente in pieno campo a file, con una densità di 50-60 piante/mq, quindi 160-220 kg/ha. Il periodo di semina è in ottobre al Nord Italia e la prima quindicina di Novembre al centro Sud.	Il favino si adatta a tutti i tipi di terreno, purchè non siccitoso. Tuttavia, predilige terreni di medio impasto, argilloso-calcarei, profondi, freschi, nei quali non si verificano prolungati ristagni d'acqua. Il pH che più conviene al favino è quello subalcalino. Evitare la concimazione organica in pre-semine. La concimazione minerale, invece, va basata principalmente sul fosforo. Possono essere utili le pratiche di sarchiatura, rincalzatura e cimatura.	L'irrigazione risulta essere superficiale.	L'epoca di raccolta va da metà giugno a metà luglio e si esegue con una mietitrebbia da grano.

Soluzioni	Adattabilità con il sistema fotovoltaico	Semina	Esigenze agronomiche	Fabbisogno idrico	Raccolta
<p><i>Avena sativa</i> <i>Trifolium squarrosum</i></p> 	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 agrovoltaico	Semina	Esigenze agronomiche	Fabbisogno idrico	Raccolta
 <p><i>Hordeum vulgare</i> Resa: 4-5 t/ha</p> 	<p>L'orzo è una pianta erbacea annuale, con altezza compresa tra i 60-120 cm, a seconda delle cultivar.</p>	<p>Nell'Italia settentrionale la semina si può effettuare in autunno solo con varietà provatamente resistenti al freddo, altrimenti viene effettuata all'uscita dell'inverno (marzo). Nell'Italia centrale e meridionale è più usuale la semina autunnale. La dose di seme è di circa 100-150 kg/ha ad una profondità di 4-5 cm.</p>	<p>L'orzo risulta essere molto rustico, ma predilige terreni magri, sciolti, marginali, purchè ben drenati. È molto resistente alla salinità, ma tollera di meno il freddo. La quantità di azoto da somministrare dipende dalla produzione che si prevede di raggiungere. Nelle aree a clima mite con primavere siccitose la maggior quantità di azoto va distribuita in inverno, mentre al nord è consigliabile intervenire alla ripresa vegetativa e ad inizio levata. La quantità di azoto va ridotta quando la coltura è destinata alla produzione di malto. La concimazione fosfopotassica è da effettuarsi in presemina.</p>	<p>Le irrigazioni risultano essere superflue.</p>	<p>La raccolta si effettua in fase di maturazione con umidità della granella inferiore al 14%. La raccolta avviene per mezzo di una mietitrebbia.</p>

6. Sperimentazione

6.1 Progettazione delle soluzioni e sperimentazioni

	<p><i>Avena sativa</i> L.</p>	
<p>Descrizione botanica</p>	<p>Ordine: Poales Famiglia: Poaceae Genere: <i>Avena</i> Specie: <i>A. sativa</i></p>	
<p>L'avena è una pianta erbacea annuale, eretta. La forma biologica è una terofita scaposa (T scap). Si tratta di una pianta annua con asse allungato, spesso privo di foglie. L'apparato radicale è di tipo fascicolato avventizio. Il fusto è un culmo solitario, glabro, ascendente, cavo e snello. Le foglie, disposte in modo alterno sul culmo, sono distiche e si originano dai vari nodi. Sono composte da una guaina, una ligula e una lamina. L'infiorescenza è di tipo racemoso terminale, formata da diverse spighette disposte unilateralmente. Le spighette, compresse lateralmente con forme da ellittiche a oblunghe, sottese da due brattee distiche e strettamente sovrapposte chiamate glume, sono formate da due o tre fiori. Il frutto è una cariosside ellissoide, piano-convessa, di 7-8,5x3-3,5 mm, solcata ventralmente, densamente irsuta, giallastra o biancastra. È una archeofita casuale con distribuzione altitudinale da 0 a 1.200 m s.l.m..</p>		
<p>Finalità della produzione</p>	<p>Alimentare animale</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 e per la sua valenza zootecnica.</p>		
<p>Meccanizzazione</p>		
<p>Il macchinario utilizzabile per la raccolta di questa specie potrebbe essere un macchinario simil mietitrebbiatrice Kubota DC-93G da 69.6 kW/2600 rpm, con lunghezza complessiva di 5,43 m, larghezza di 2,42 m e altezza di 2,88 m. La mietitrebbiatrice ha una velocità minima di 0,86 m/s e una massima di 2,10 m/s. La capacità del serbatoio della granella è di 1800 L.</p>		
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>		
<p>L'avena risulta essere una coltura ad elevata valenza alimentare per il settore zootecnico. La varietà da impiegare deve essere adatta all'areale di produzione.</p>		



Vicia faba var. minor L.

Descrizione botanica	Ordine: Fabales Famiglia: Fabaceae Genere: <i>Vicia</i> Specie: <i>V. faba var. minor</i>
-----------------------------	--

Il favino è una pianta annuale, a rapido sviluppo, con portamento eretto. La forma biologica è una terofita scaposa (Ch scap). Si tratta di una pianta annua con asse fiorale allungato, spesso privo di foglie. L'apparato radicale è fittonante, con numerose ramificazioni laterali di struttura reniforme che ospitano specifici batteri azotofissatori. Il fusto ha sezione quadrangolare, cavo, ramificato alla base, con accrescimento indeterminato, alto da 70 a 100 cm. Le foglie sono alterne, paripennate, composte da due o tre paia di foglioline sessili ellittiche intere, con la fogliolina terminale trasformata in un'appendice poco appariscente, ma riconducibile al cirro delle *Vicieae*. Le infiorescenze sono formate da fiori raccolti in racemi che si sviluppano all'ascella delle foglie a partire dal settimo nodo. Ogni racemo porta da 1 a 6 fiori. I fiori hanno una lunghezza di 25 mm, con vessillo ondulato, di colore bianco striato di nero e ali bianco-violacee macchiate di nero. La fioritura va da marzo a maggio. Il frutto è un legume allungato, contenente da 2 a 10 semi con ilo evidente, inizialmente verdi e di colore più scuro (dal nocciola al bruno) a maturità. È un'entità archeofita casuale con distribuzione altitudinale da 0 a 1.400 m s.l.m..

Finalità della produzione	Alimentare animale
----------------------------------	---------------------------

La suddetta specie è stata selezionata per la sua idoneità dell'*habitus* all'impianto fotovoltaico, per la sua adattabilità all'areale, nonché per i suoi molteplici utilizzi. La *Vicia faba var. minor* è una pianta alimentare che si coltiva per la sua granella ad uso zootenico e, essendo una leguminosa azotofissatrice, viene utilizzata anche come coltura miglioratrice. In conclusione, oltre la produzione di prodotto destinato alla zootecnia, risulta essere importante anche per il risanamento del suolo.

Meccanizzazione	
------------------------	--

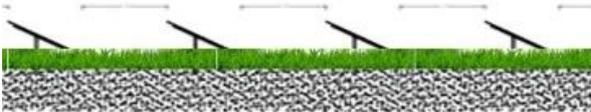
Il macchinario utilizzabile per la raccolta di questa essenza potrebbe essere un macchinario simil mietitrebbiatrice Kubota DC-93G da 69.6 kW/2600 rpm, con lunghezza complessiva di 5,43 m, larghezza di 2,42 m e altezza di 2,88 m. La mietitrebbiatrice ha una velocità minima di 0,86 m/s e una massima di 2,10 m/s. La capacità del serbatoio della granella è di 1800 l.



Il favino (var. *minor*) risulta essere una coltura importante per l'alimentazione animale e per il miglioramento del terreno. La cultivar adatta a questo tipo d'impianto risulta essere quella con altezza sotto il metro.



Erbaio polifita

<p>Descrizione botanica</p>	<p><i>Avena sativa</i> <i>Trifolium squarrosum</i></p>
<p>Finalità della produzione</p>	<p>Alimentazione zootecnica-Agroecologica</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>Meccanizzazione</p>	
<p>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> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>	
<p>L'erbaio polifita 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.</p>	



Hordeum vulgare L.

Descrizione botanica	Ordine: Poales Famiglia: Poaceae Genere: <i>Hordeum</i> Specie: <i>H. vulgare</i>
<p>L'orzo è una pianta erbacea annuale, comprendente <i>cultivar</i> primaverili e <i>cultivar</i> autunnali. La forma biologica è una terofita scaposa (T scap). Si tratta di una pianta annua con asse allungato, spesso privo di foglie.</p> <p>L'apparato radicale è di tipo fascicolato profondo. Il fusto è un culmo cilindrico, suddiviso in 5-8 internodi cavi, separati da setti trasversali ai nodi. Le foglie, disposte in modo alterno sul culmo, prendono origine dai nodi e sono costituite da guaina (avvolgente il culmo), lamina, ligula poco appariscente ed auricole più lunghe rispetto ad altre cerealicole. L'infiorescenza è una spiga apicale che presenta, a ogni nodo del rachide, tre spighe uniflore i cui fiori, nelle varietà distiche, non sono tutti fertili. Il fiore, ermafrodita, è formato da tre stami e due stimmi pelosi. L'impollinazione è anemofila. Il frutto è una cariosside ricoperta dagli involucri seminali il cui colore prevalente è giallognolo. È una archeofita casuale con distribuzione altitudinale da 0 a 1.600 m s.l.m..</p>	
Finalità della produzione	Alimentare animale
<p>La suddetta specie è stata selezionata per la sua idoneità dell'<i>habitus</i> all'impianto fotovoltaico, per la sua adattabilità all'areale e per la sua valenza zootecnica.</p>	
Meccanizzazione	
<p>Il macchinario utilizzabile per la raccolta di questa specie potrebbe essere un macchinario simil mietitrebbiatrice Kubota DC-93G da 69.6 kW/2600 rpm, con lunghezza complessiva di 5,43 m, larghezza di 2,42 m e altezza di 2,88 m. La mietitrebbiatrice ha una velocità minima di 0,86 m/s e una massima di 2,10 m/s. La capacità del serbatoio della granella è di 1800 L.</p>	
<p>L'orzo risulta essere una coltura ad elevata valenza alimentare per il settore zootecnico. La varietà da impiegare deve essere adatta all'areale di produzione.</p>	

7. Design sperimentale

7.1 Descrizione della sperimentazione per parcelle

Nelle parcelle possono essere utilizzate specie di interesse agronomico e limitata crescita verticale: il favino, l'avena, l'orzo e l'erbaio polifita (Figure 4, 5 e 6).

Le specifiche dei singoli sestri d'impianto sono riportate nelle Figure 4 e 7.

- **Favino:** durata impianto 1 anno;
- **Avena:** durata impianto 1 anno;
- **Erbaio:** durata impianto 1 anno;
- **Orzo:** durata impianto 1 anno.

Gli impianti di favino, avena, orzo e l'erbaio saranno stabili per un anno. Dopo il primo ciclo colturale, quindi alla fine del primo anno, verrà predisposto l'**avvicendamento** tra le **quattro colture** (Figure 5 e 6).

In Figura 7 viene riportato un prospetto frontale 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. In Figura 8 viene rappresentato il raggio di sterzata del macchinario per le operazioni colturali. La Figura 8 mostra come, nonostante il macchinario abbia una lunghezza di 4,20 m, risulti possibile la movimentazione all'interno dell'APV.

Nella progettazione agronomica è stata prevista anche la presenza di:

- **Siepe arboreo-arbustiva campestre:** La siepe non è posta lungo il perimetro delle aree di impianto (essendo già presenti aree naturali e semi-naturali nell'interno territoriale) ma è localizzata a sud e lungo lo sviluppo del fosso Forma della Doganella, non lontano dalla SP106 Doganella. Sarà costituita da specie arboree e arbustive appartenenti a ecotipi locali tipiche del contesto d'intervento in modo da riproporre formazioni il più possibile naturaliformi che evitino l'effetto barriera e che contribuiscano ad incrementare la rete locale di connettività ecologica; gli arbusti dovranno prevedere almeno una specie sempreverde, per garantire un'adeguata copertura visiva dall'esterno, alternata a specie a foglia caduca in modo tale da garantire contemporaneamente la diversificazione specifica e la mitigazione percettiva dell'impianto oltre che allo scopo di creare un effetto il più naturale possibile.

Specie utilizzate: *Quercus pubescens*, *Ulmus minor*, *Fraxinus angustifolia*, *Prunus spinosa*, *Paliurus spina christi*, *Cornus sanguinea* e *Pistacia lentiscus*.

La presenza di una fascia arbustiva ed una arborea ha come scopo quello di mitigare la percezione visiva dell'impianto, migliorare ed ampliare gli elementi della rete ecologica locale esistente e fornire un contributo mellifero per il sostentamento delle api, grazie alla presenza di specie mellifere.

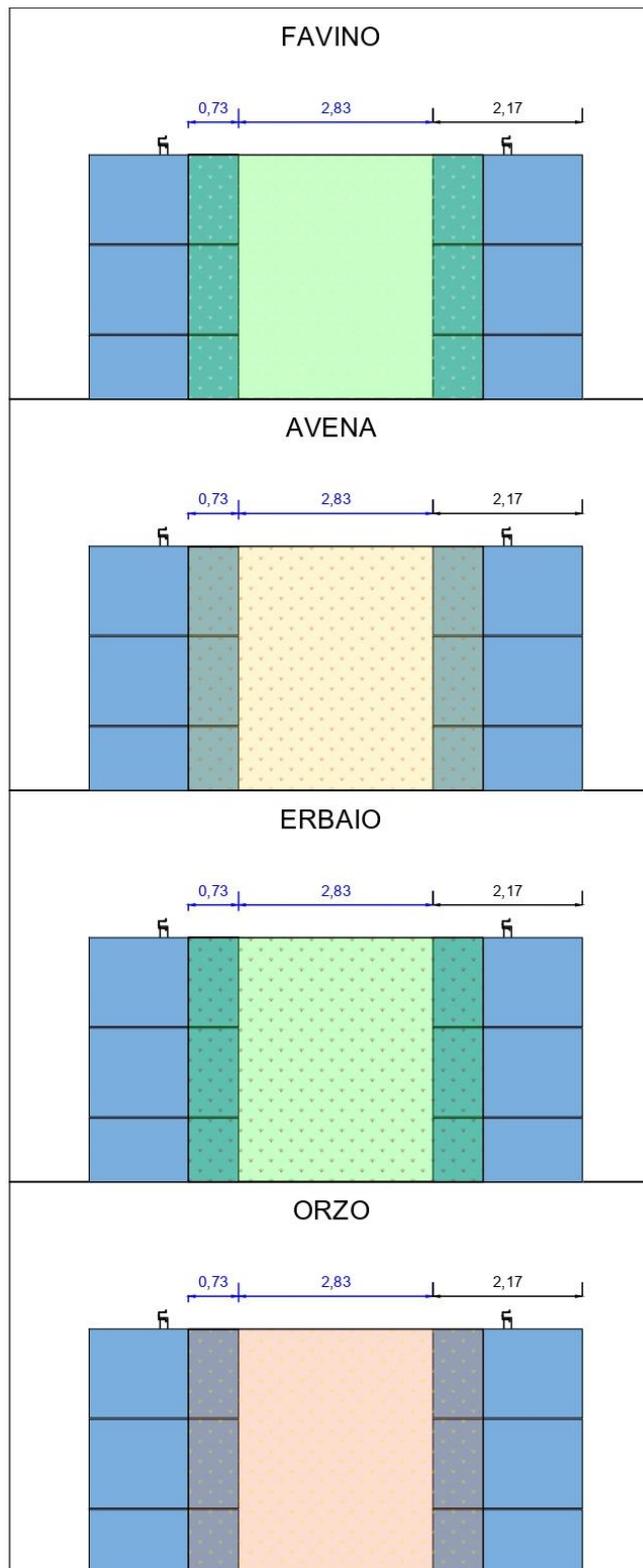


Figura 4. Rappresentazione degli impianti delle colture di favino, avena, orzo ed erbaio

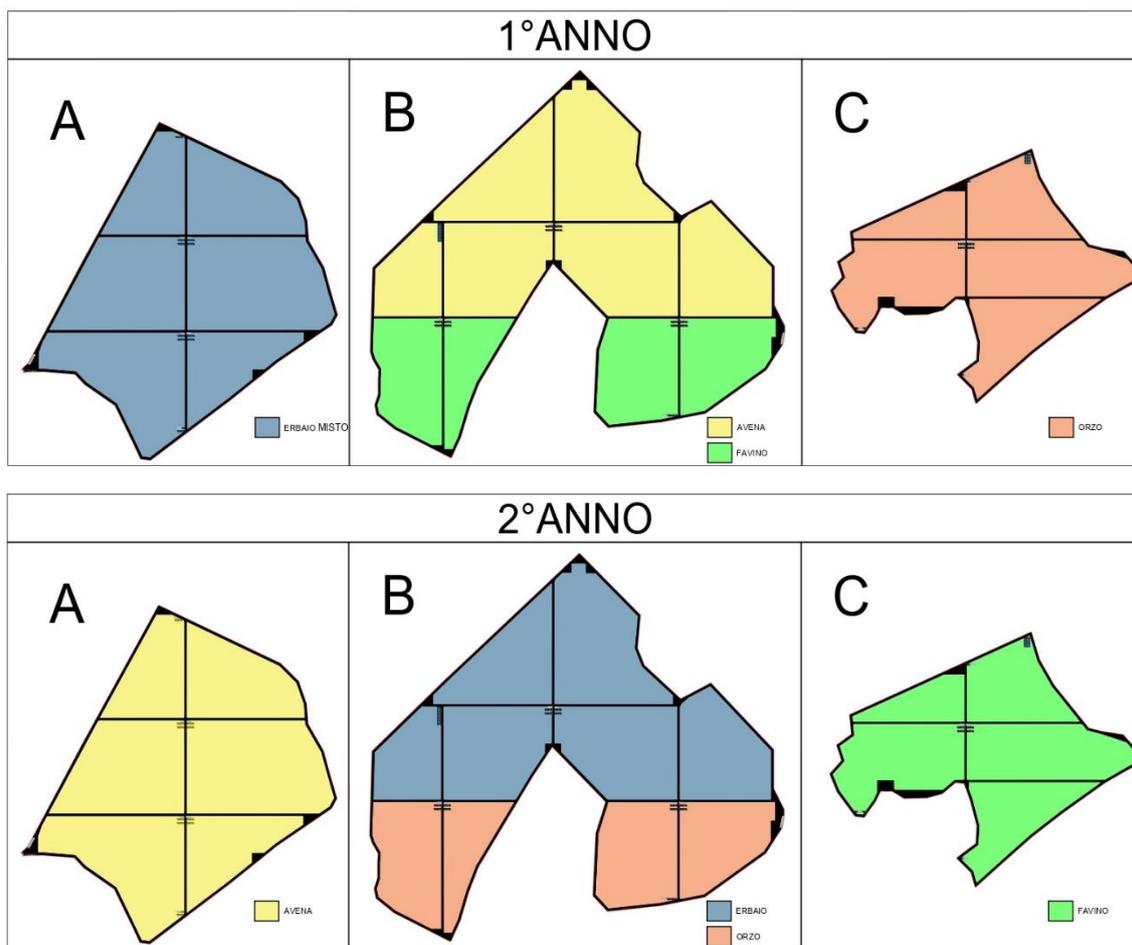


Figura 5. Rappresentazione dell'impianto al primo e secondo anno

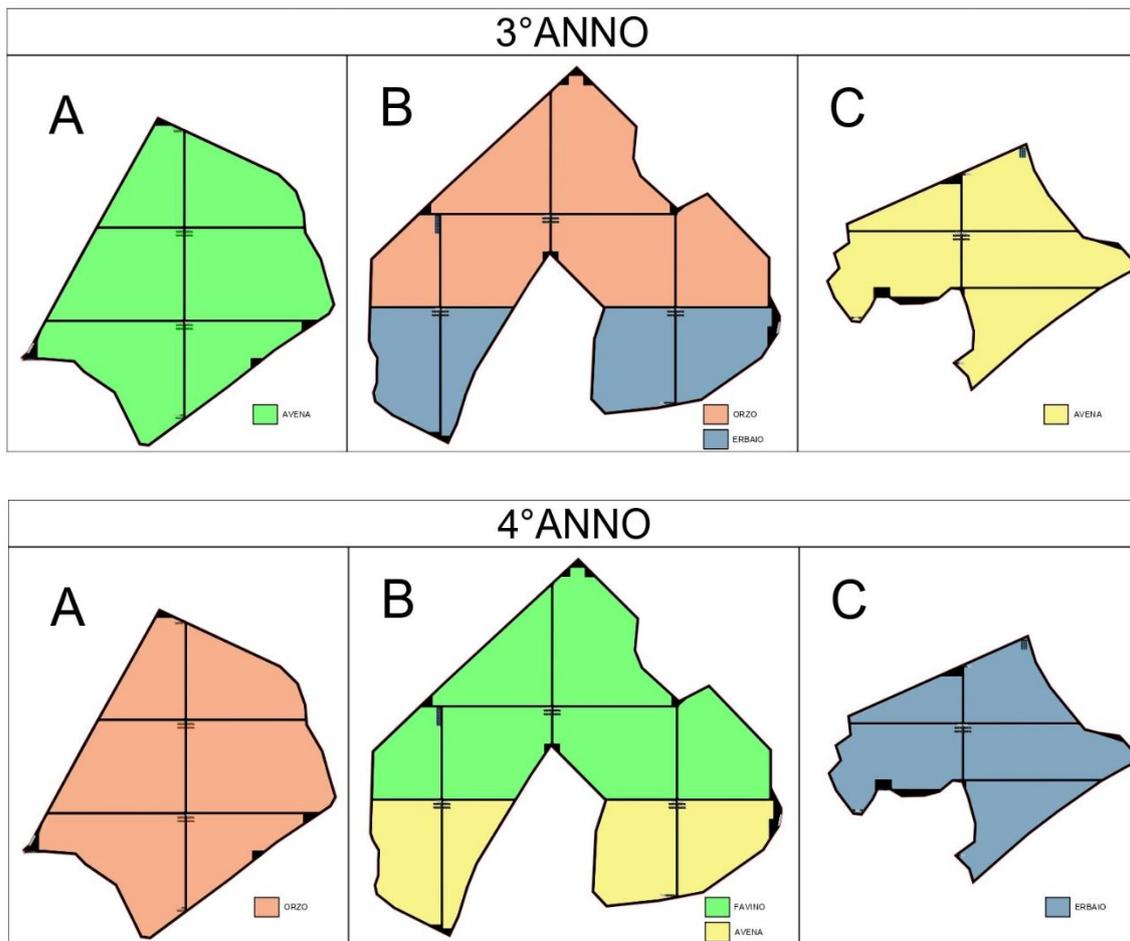


Figura 6. Rappresentazione dell'impianto al terzo e quarto anno

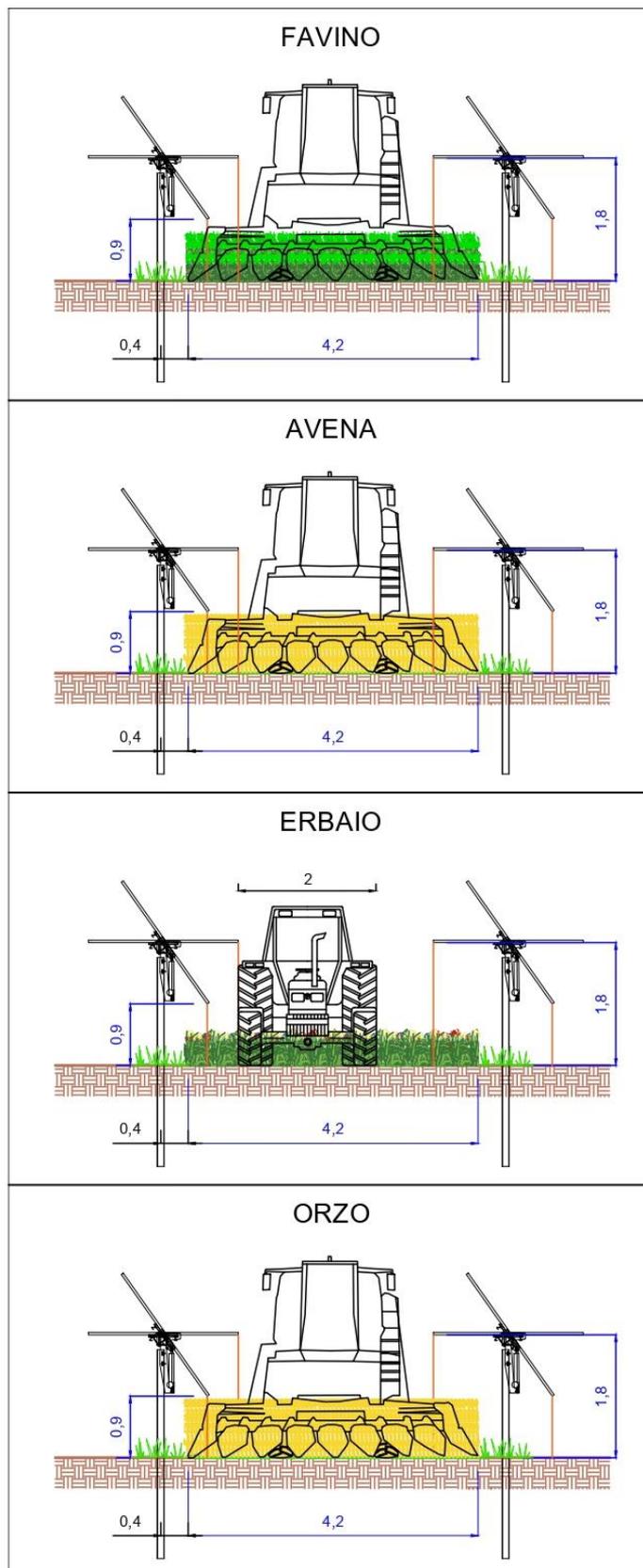


Figura 7. Rappresentazione del prospetto frontale delle colture favino, avena, orzo ed erbaio

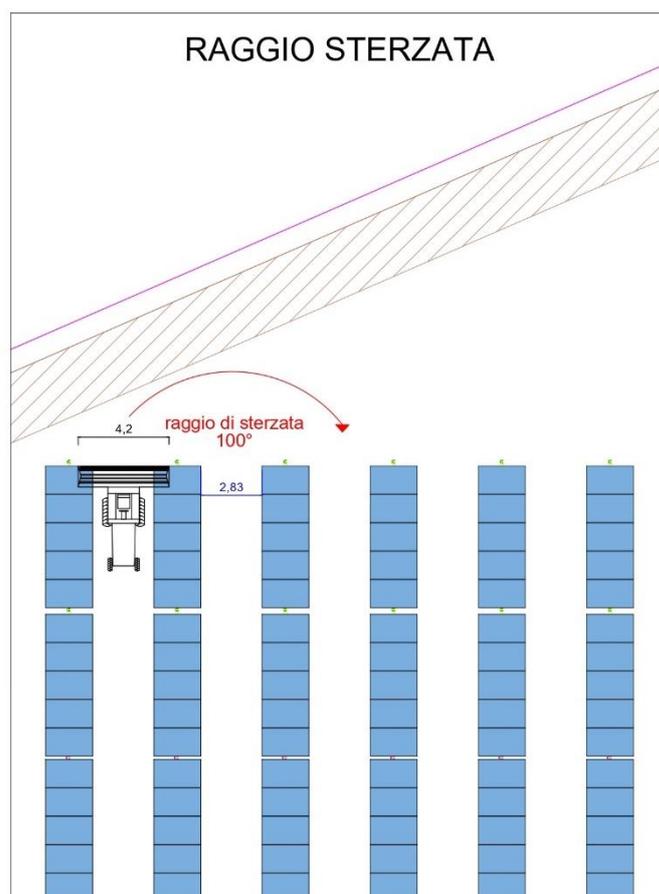


Figura 8. Rappresentazione del raggio di sterzata del macchinario per le operazioni colturali

7.2 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. Acquisto di attrezzature e macchinari in base alla coltura.
5. Monitoraggio mensile della coltura a supporto del sistema decisionale ai fini di una corretta gestione colturale.

8. Monitoraggio della sperimentazione

8.1 In situ

- Consumo d'acqua
- Consumo energetico per unità di prodotto (applicazione LCA)
- Misurazione dell'albedo
- Valutazione dell'ombreggiatura
- Misurazione Evapotraspirazione, Umidità del terreno, Temperatura, Anemometria ed Incremento S.O.

Tali misurazioni verranno eseguite sia mediante valutazioni di campo sia mediante l'installazione di apposite centraline munite della sensoristica necessaria. Tali misurazioni verranno condotte sia al di sotto dei pannelli sia in pieno campo.

8.2 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.

9. Computo metrico

9.1 Analisi di costi e ricavi dell'attività agricola

Per ogni operazione di ciascun impianto colturale, è stato analizzato il costo totale ad ettaro, quindi la superficie effettiva ad ettaro utilizzata, escludendo l'impianto APV, e il totale dei costi ad anno. Stessa analisi è stata condotta per il conteggio dei ricavi.

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.

Avendo a disposizione quattro appezzamenti distinti per posizione e superficie, si andrà a riportare di seguito l'alternanza delle quattro colture nei diversi anni e appezzamenti.

AREE							
1°ANNO		2°ANNO		3°ANNO		4°ANNO	
COLTURA	SUP. Colture						
ERBAIO	22,00	AVENA	22,00	FAVINO	22,00	ORZO	22,00
AVENA	21,40	ERBAIO	21,40	ORZO	21,40	FAVINO	21,40
FAVINO	11,11	ORZO	11,11	ERBAIO	11,11	AVENA	11,11
ORZO	13,13	FAVINO	13,13	AVENA	13,13	ERBAIO	13,13

Di seguito si riportano i costi e i ricavi su base annua e pluriennale della *Vicia faba var. minor*.

FAVINO		COSTI							
		1° ANNO		2° ANNO		3° ANNO		4° ANNO	
OPERAZIONE	€/ha	Sup.NETTA (ha)	€/TOT	Sup.NETTA (ha)	€/TOT	Sup.NETTA (ha)	€/TOT	Sup.NETTA (ha)	€/TOT
CONCIMAZIONE DI FONDO	80,00 €	11,11	889 €	13,13	1.051 €	22,00	1.760 €	21,40 €	1.712 €
ERPICATURA X 2	120,00 €	11,11	1.333 €	13,13	1.576 €	22,00	2.640 €	21,40 €	2.568 €
ACQUISTO SEME	160,00 €	11,11	1.778 €	13,13	2.101 €	22,00	3.521 €	21,40 €	3.425 €
SEMINA	80,00 €	11,11	889 €	13,13	1.051 €	22,00	1.760 €	21,40 €	1.712 €
RACCOLTA	120,00 €	11,11	1.333 €	13,13	1.576 €	22,00	2.640 €	21,40 €	2.568 €
TOTALE			6.223 €		7.355 €		12.322 €		11.986 €

FAVINO		RICA VI		
		1° ANNO		
PRODOTTO	Sup.NETTA	t TOT	€/t	€/TOT
GRANELLA	11,11	17	450 €	7.500 €
	Sup.NETTA	2° ANNO		
	13,13	t TOT	€/t	€/TOT
		20	450 €	8.866 €
	Sup.NETTA	3° ANNO		
	22,00	t TOT	€/t	€/TOT
		33	450 €	14.852 €
	Sup.NETTA	4° ANNO		
	21,40	t TOT	€/t	€/TOT
		32	450 €	14.447 €

BUSINESS PLAN-FAVINO			
ANNO	COSTI	PLV	RICA VI NETTI
1°	6.223 €	7.500 €	1.278 €
2°	7.355 €	8.866 €	1.510 €
3°	12.322 €	14.852 €	2.530 €
4°	11.986 €	14.447 €	2.461 €

Di seguito si riportano i costi e i ricavi su base annua e pluriennale dell'*Avena sativa*.

AVENA		COSTI							
		1° ANNO		2° ANNO		3° ANNO		4° ANNO	
OPERAZIONE	€/ha	Sup.NETTA (ha)	€/TOT	Sup.NETTA (ha)	€/TOT	Sup.NETTA (ha)	€/TOT	Sup.NETTA (ha)	€/TOT
CONCIMAZIONE DI FONDO	80,00 €	21,40	1.712 €	22,00	1.760 €	13,13	1.051 €	11,11 €	889 €
ARATURA	180,00 €	21,40	3.853 €	22,00	3.961 €	13,13	2.364 €	11,11 €	2.000 €
ERPICATURA X 2	120,00 €	21,40	2.568 €	22,00	2.640 €	13,13	1.576 €	11,11 €	1.333 €
ACQUISTO SEME	120,00 €	21,40	2.568 €	22,00	2.640 €	13,13	1.576 €	11,11 €	1.333 €
SEMINA	80,00 €	21,40	1.712 €	22,00	1.760 €	13,13	1.051 €	11,11 €	889 €
RACCOLTA	120,00 €	21,40	2.568 €	22,00	2.640 €	13,13	1.576 €	11,11 €	1.333 €
TOTALE			14.982 €		15.402 €		9.194 €		7.778 €

AVENA		RICA VI		
		1° ANNO		
PRODOTTO	Sup.NETTA	t TOT	€/t	€/TOT
GRANELLA	21,40	64	300 €	19.263 €
	Sup.NETTA	2° ANNO		
	22,00	t TOT	€/t	€/TOT
		66	300 €	19.803 €
	Sup.NETTA	3° ANNO		
	13,13	t TOT	€/t	€/TOT
		39	300 €	11.821 €
	Sup.NETTA	4° ANNO		
	11,11	t TOT	€/t	€/TOT
		33	300 €	10.000 €

BUSINESS PLAN-AVENA			
ANNO	COSTI	PLV	RICA VI NETTI
1°	14.982 €	19.263 €	4.281 €
2°	15.402 €	19.803 €	4.401 €
3°	9.194 €	11.821 €	2.627 €
4°	7.778 €	10.000 €	2.222 €

Di seguito si riportano i costi e i ricavi su base annua e pluriennale dell'erbaio polifita.

ERBAIO		COSTI							
		1° ANNO		2° ANNO		3° ANNO		4° ANNO	
OPERAZIONE	€/ha	Sup.NETTA (ha)	€/TOT	Sup.NETTA (ha)	€/TOT	Sup.NETTA (ha)	€/TOT	Sup.NETTA (ha)	€/TOT
CONCIMAZIONE DI FONDO	80,00 €	22,00	1.760 €	21,40	1.712 €	11,11	889 €	13,13 €	1.051 €
ERPICATURA X 2	120,00 €	22,00	2.640 €	21,40	2.568 €	11,11	1.333 €	13,13 €	1.576 €
ACQUISTO SEME	140,00 €	22,00	3.080 €	21,40	2.996 €	11,11	1.556 €	13,13 €	1.839 €
SEMINA	80,00 €	22,00	1.760 €	21,40	1.712 €	11,11	889 €	13,13 €	1.051 €
RACCOLTA	150,00 €	22,00	3.301 €	21,40	3.210 €	11,11	1.667 €	13,13 €	1.970 €
TOTALE			12.542 €		12.200 €		6.334 €		7.486 €

ERBAIO		RICAVI		
		1° ANNO		
PRODOTTO	Sup.NETTA	t TOT	€/t	€/TOT
FORAGGIO SECCO	22,00	176	90 €	15.842 €
	Sup.NETTA	2° ANNO		
	21,40	t TOT	€/t	€/TOT
		171	90 €	15.410 €
	Sup.NETTA	3° ANNO		
	11,11	t TOT	€/t	€/TOT
		89	90 €	8.000 €
	Sup.NETTA	4° ANNO		
	13,13	t TOT	€/t	€/TOT
		105	90 €	9.457 €

BUSINESS PLAN-ERBAIO			
ANNO	COSTI	PLV	RICAVI NETTI
1°	12.542 €	15.842 €	3.301 €
2°	12.200 €	15.410 €	3.210 €
3°	6.334 €	8.000 €	1.667 €
4°	7.486 €	9.457 €	1.970 €

Di seguito si riportano i costi e i ricavi su base annua e pluriennale dell'*Hordeum vulgare*.

ORZO		COSTI							
		1° ANNO		2° ANNO		3° ANNO		4° ANNO	
OPERAZIONE	€/ha	Sup.NETTA (ha)	€/TOT	Sup.NETTA (ha)	€/TOT	Sup.NETTA (ha)	€/TOT	Sup.NETTA (ha)	€/TOT
CONCIMAZIONE DI FONDO	80,00 €	13,13	1.051 €	11,11	889 €	21,40	1.712 €	22,00 €	1.760 €
ARATURA	180,00 €	13,13	2.364 €	11,11	2.000 €	21,40	3.853 €	22,00 €	3.961 €
ERPICATURA X 2	120,00 €	13,13	1.576 €	11,11	1.333 €	21,40	2.568 €	22,00 €	2.640 €
ACQUISTO SEME	120,00 €	13,13	1.576 €	11,11	1.333 €	21,40	2.568 €	22,00 €	2.640 €
SEMINA	80,00 €	13,13	1.051 €	11,11	889 €	21,40	1.712 €	22,00 €	1.760 €
RACCOLTA	120,00 €	13,13	1.576 €	11,11	1.333 €	21,40	2.568 €	22,00 €	2.640 €
TOTALE			9.194 €		7.778 €		14.982 €		15.402 €

ORZO		RICAVI		
		1° ANNO		
PRODOTTO	Sup.NETTA	t TOT	€/t	€/TOT
GRANELLA	13,13	37	320 €	11.768 €
	Sup.NETTA	2° ANNO		
	11,11	t TOT	€/t	€/TOT
		31	320 €	9.956 €
	Sup.NETTA	3° ANNO		
	21,40	t TOT	€/t	€/TOT
		60	320 €	19.177 €
	Sup.NETTA	4° ANNO		
22,00	t TOT	€/t	€/TOT	
	62	320 €	19.715 €	

BUSINESS PLAN-ORZO			
ANNO	COSTI	PLV	RICAVI NETTI
1°	9.194 €	11.768 €	2.574 €
2°	7.778 €	9.956 €	2.178 €
3°	14.982 €	19.177 €	4.195 €
4°	15.402 €	19.715 €	4.313 €

Di seguito si riportano i dati relativi ai costi, ricavi e ricavi netti ripartiti per la durata utile dell'impianto (35 anni).

Considerando una durata utile dell'impianto di 35 anni, complessivamente si avrà un beneficio netto totale di **565.298,92 €**. Ciò sta a dimostrare che il progetto APV, oltre ad un beneficio economico derivante dalla produzione di energia, riesce a fornire un discreto introito derivante dall'attività agricola.

ANNO	BP	ERBAIO	AVENA	FAVINO	ORZO	Δ TOTALE
1°	COSTI	12.542 €	14.982 €	6.223 €	9.194 €	42.941 €
	PLV	15.842 €	19.263 €	7.500 €	11.768 €	54.374 €
	RICAVI NETTI	3.301 €	4.281 €	1.278 €	2.574 €	11.433 €
2°	COSTI	12.200 €	15.402 €	7.355 €	7.778 €	42.736 €
	PLV	15.410 €	19.803 €	8.866 €	9.956 €	54.035 €
	RICAVI NETTI	3.210 €	4.401 €	1.510 €	2.178 €	11.299 €
3°	COSTI	6.334 €	9.194 €	12.322 €	14.982 €	42.832 €
	PLV	8.000 €	11.821 €	14.852 €	19.177 €	53.851 €
	RICAVI NETTI	1.667 €	2.627 €	2.530 €	4.200 €	11.019 €
4°	COSTI	7.486 €	7.486 €	11.986 €	15.402 €	42.361 €
	PLV	9.457 €	10.000 €	14.447 €	19.715 €	53.619 €
	RICAVI NETTI	1.970 €	2.514 €	2.461 €	4.200 €	11.258 €
5°	COSTI	12.542 €	14.982 €	6.223 €	9.194 €	42.941 €
	PLV	15.842 €	19.263 €	7.500 €	11.768 €	54.374 €
	RICAVI NETTI	3.301 €	4.281 €	1.278 €	2.574 €	11.433 €

ANNO	BP	ERBAIO	AVENA	FAVINO	ORZO	Δ TOTALE
6°	COSTI	12.200 €	15.402 €	7.355 €	7.778 €	42.736 €
	PLV	15.410 €	19.803 €	8.866 €	9.956 €	54.035 €
	RICAVI NETTI	3.210 €	4.401 €	1.510 €	2.178 €	11.299 €
7°	COSTI	6.334 €	9.194 €	12.322 €	14.982 €	42.832 €
	PLV	8.000 €	11.821 €	14.852 €	19.177 €	53.851 €
	RICAVI NETTI	1.667 €	2.627 €	2.530 €	4.200 €	11.019 €
8°	COSTI	7.486 €	7.486 €	11.986 €	15.402 €	42.361 €
	PLV	9.457 €	10.000 €	14.447 €	19.715 €	53.619 €
	RICAVI NETTI	1.970 €	2.514 €	2.461 €	4.200 €	11.258 €
9°	COSTI	12.542 €	14.982 €	6.223 €	9.194 €	42.941 €
	PLV	15.842 €	19.263 €	7.500 €	11.768 €	54.374 €
	RICAVI NETTI	3.301 €	4.281 €	1.278 €	2.574 €	11.433 €
10°	COSTI	12.200 €	15.402 €	7.355 €	7.778 €	42.736 €
	PLV	15.410 €	19.803 €	8.866 €	9.956 €	54.035 €
	RICAVI NETTI	3.210 €	4.401 €	1.510 €	2.178 €	11.299 €
11°	COSTI	6.334 €	9.194 €	12.322 €	14.982 €	45.974 €
	PLV	8.000 €	11.821 €	14.852 €	19.177 €	31.901 €
	RICAVI NETTI	1.667 €	2.627 €	2.530 €	4.200 €	-14.073 €
12°	COSTI	7.486 €	7.486 €	11.986 €	15.402 €	12.688 €
	PLV	9.457 €	10.000 €	14.447 €	19.715 €	51.011 €
	RICAVI NETTI	1.970 €	2.514 €	2.461 €	4.200 €	38.323 €
13°	COSTI	12.542 €	14.982 €	6.223 €	9.194 €	7.139 €
	PLV	15.842 €	19.263 €	7.500 €	11.768 €	19.191 €
	RICAVI NETTI	3.301 €	4.281 €	1.278 €	2.574 €	12.052 €
14°	COSTI	12.200 €	15.402 €	7.355 €	7.778 €	28.142 €
	PLV	15.410 €	19.803 €	8.866 €	9.956 €	48.348 €
	RICAVI NETTI	3.210 €	4.401 €	1.510 €	2.178 €	20.206 €
15°	COSTI	6.334 €	9.194 €	12.322 €	14.982 €	12.688 €
	PLV	8.000 €	11.821 €	14.852 €	19.177 €	46.900 €
	RICAVI NETTI	1.667 €	2.627 €	2.530 €	4.200 €	34.212 €
16°	COSTI	7.486 €	7.486 €	11.986 €	15.402 €	42.032 €
	PLV	9.457 €	10.000 €	14.447 €	19.715 €	29.470 €
	RICAVI NETTI	1.970 €	2.514 €	2.461 €	4.200 €	-12.562 €
17°	COSTI	12.542 €	14.982 €	6.223 €	9.194 €	12.586 €
	PLV	15.842 €	19.263 €	7.500 €	11.768 €	49.188 €
	RICAVI NETTI	3.301 €	4.281 €	1.278 €	2.574 €	36.602 €
18°	COSTI	12.200 €	15.402 €	7.355 €	7.778 €	7.479 €
	PLV	15.410 €	19.803 €	8.866 €	9.956 €	20.609 €
	RICAVI NETTI	3.210 €	4.401 €	1.510 €	2.178 €	13.130 €
19°	COSTI	6.334 €	9.194 €	12.322 €	14.982 €	26.598 €
	PLV	8.000 €	11.821 €	14.852 €	19.177 €	47.537 €
	RICAVI NETTI	1.667 €	2.627 €	2.530 €	4.200 €	20.939 €
20°	COSTI	7.486 €	7.486 €	11.986 €	15.402 €	12.586 €
	PLV	9.457 €	10.000 €	14.447 €	19.715 €	44.671 €
	RICAVI NETTI	1.970 €	2.514 €	2.461 €	4.200 €	32.085 €
21°	COSTI	12.542 €	14.982 €	6.223 €	9.194 €	45.974 €
	PLV	15.842 €	19.263 €	7.500 €	11.768 €	31.901 €
	RICAVI NETTI	3.301 €	4.281 €	1.278 €	2.574 €	-14.073 €
22°	COSTI	12.200 €	15.402 €	7.355 €	7.778 €	12.688 €
	PLV	15.410 €	19.803 €	8.866 €	9.956 €	51.011 €
	RICAVI NETTI	3.210 €	4.401 €	1.510 €	2.178 €	38.323 €

ANNO	BP	ERBAIO	AVENA	FAVINO	ORZO	Δ TOTALE
23°	COSTI	6.334 €	9.194 €	12.322 €	14.982 €	7.139 €
	PLV	8.000 €	11.821 €	14.852 €	19.177 €	19.191 €
	RICAVI NETTI	1.667 €	2.627 €	2.530 €	4.200 €	12.052 €
24°	COSTI	7.486 €	7.486 €	11.986 €	15.402 €	28.142 €
	PLV	9.457 €	10.000 €	14.447 €	19.715 €	48.348 €
	RICAVI NETTI	1.970 €	2.514 €	2.461 €	4.200 €	20.206 €
25°	COSTI	12.542 €	14.982 €	6.223 €	9.194 €	12.688 €
	PLV	15.842 €	19.263 €	7.500 €	11.768 €	46.900 €
	RICAVI NETTI	3.301 €	4.281 €	1.278 €	2.574 €	34.212 €
26°	COSTI	12.200 €	15.402 €	7.355 €	7.778 €	42.032 €
	PLV	15.410 €	19.803 €	8.866 €	9.956 €	29.470 €
	RICAVI NETTI	3.210 €	4.401 €	1.510 €	2.178 €	-12.562 €
27°	COSTI	6.334 €	9.194 €	12.322 €	14.982 €	12.586 €
	PLV	8.000 €	11.821 €	14.852 €	19.177 €	49.188 €
	RICAVI NETTI	1.667 €	2.627 €	2.530 €	4.200 €	36.602 €
28°	COSTI	7.486 €	7.486 €	11.986 €	15.402 €	7.479 €
	PLV	9.457 €	10.000 €	14.447 €	19.715 €	20.609 €
	RICAVI NETTI	1.970 €	2.514 €	2.461 €	4.200 €	13.130 €
29°	COSTI	12.542 €	14.982 €	6.223 €	9.194 €	26.598 €
	PLV	15.842 €	19.263 €	7.500 €	11.768 €	47.537 €
	RICAVI NETTI	3.301 €	4.281 €	1.278 €	2.574 €	20.939 €
30°	COSTI	12.200 €	15.402 €	7.355 €	7.778 €	12.586 €
	PLV	15.410 €	19.803 €	8.866 €	9.956 €	44.671 €
	RICAVI NETTI	3.210 €	4.401 €	1.510 €	2.178 €	32.085 €
31°	COSTI	6.334 €	9.194 €	12.322 €	14.982 €	45.974 €
	PLV	8.000 €	11.821 €	14.852 €	19.177 €	31.901 €
	RICAVI NETTI	1.667 €	2.627 €	2.530 €	4.200 €	-14.073 €
32°	COSTI	7.486 €	7.486 €	11.986 €	15.402 €	12.688 €
	PLV	9.457 €	10.000 €	14.447 €	19.715 €	51.011 €
	RICAVI NETTI	1.970 €	2.514 €	2.461 €	4.200 €	38.323 €
33°	COSTI	12.542 €	14.982 €	6.223 €	9.194 €	7.139 €
	PLV	15.842 €	19.263 €	7.500 €	11.768 €	19.191 €
	RICAVI NETTI	3.301 €	4.281 €	1.278 €	2.574 €	12.052 €
34°	COSTI	12.200 €	15.402 €	7.355 €	7.778 €	28.142 €
	PLV	15.410 €	19.803 €	8.866 €	9.956 €	48.348 €
	RICAVI NETTI	3.210 €	4.401 €	1.510 €	2.178 €	20.206 €
35°	COSTI	6.334 €	9.194 €	12.322 €	14.982 €	12.688 €
	PLV	8.000 €	11.821 €	14.852 €	19.177 €	46.900 €
	RICAVI NETTI	1.667 €	2.627 €	2.530 €	4.200 €	34.212 €
RICAVI TOTALI =						565.298,92 €
€/ANNO =						16.151,40 €

10. Analisi delle ricadute ambientali dell'intervento

10.1 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:

- **13,5 % Superficie Pannelli**
- **71 % Superficie Agricola**
- 15,5 % Superficie Tare e stradoni.

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.

10.2 Impatti ambientali

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

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

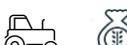
Per la mitigazione esterna del parco agrivoltaico è prevista la messa a dimora di una fascia perimetrale di essenze tipiche del luogo di altezza pari o superiore alla recinzione perimetrale dell'impianto agrivoltaico. La siepe perimetrale ha lo scopo di schermare l'impianto e contribuire all'inserimento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

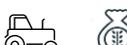
In conclusione, l'opera di progetto non andrà ad incidere in maniera irreversibile né sulla qualità dell'area né sul grado di naturalità dell'area o sull'equilibrio naturalistico presente

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

11. 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
Vicia faba var. minor FAVINO	Lavorazione primaria/secondaria 		Semina 		Crescita vegetativa 				Raccolta 				Lavorazione 	
Avena sativa AVENA	Lavorazione primaria/secondaria 		Semina/Concimazione 		Crescita vegetativa 				Raccolta 				Lavorazione 	
ERBAIO POLIFITA	Lavorazione primaria/secondaria 		Semina 		Crescita vegetativa 				Sfalcio / Produzione di foraggio 				Lavorazione 	
Hordeum vulgare ORZO	Lavorazione primaria/secondaria 		Semina/Concimazione 		Crescita vegetativa 				Raccolta 				Lavorazione 	

	SECONDO ANNO													
	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE
Hordeum vulgare ORZO	Lavorazione primaria/secondaria 		Semina/Concimazione 		Crescita vegetativa 				Raccolta 				Lavorazione 	
ERBAIO POLIFITA	Lavorazione primaria/secondaria 		Semina 		Crescita vegetativa 				Sfalcio / Produzione di foraggio 				Lavorazione 	
Avena sativa AVENA	Lavorazione primaria/secondaria 		Semina/Concimazione 		Crescita vegetativa 				Raccolta 				Lavorazione 	
Vicia faba var. minor FAVINO	Lavorazione primaria/secondaria 		Semina 		Crescita vegetativa 				Raccolta 				Lavorazione 	

12. 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.

12.1 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 agricola $S_{agri} = 67,6$ ha

Superficie del sistema agrivoltaico (S_{tot}) = 95,3 ha

$$S_{agri} / S_{tot} = 67,6 / 95,3 = 0,71 \geq 0,70$$

Il requisito A.1. risulta VERIFICATO.

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

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:

$$LAOR = 34,95 \text{ ha} / 95,34 \text{ ha} = 37\% < 40\%$$

Il requisito A.2. risulta VERIFICATO

12.2 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.

Tali dati verranno elaborati nella relazione agronomica annuale.

- **REQUISITO B.1.b: Mantenimento dell'indirizzo produttivo**

VALORI INDIRIZZO PRODUTTIVO-ANTE IMPIANTO			
coltura	sup. (ha)	€/ha RICA	€ TOT
ERBA MEDICA	478,62	876 €	419.081 €
FAVINO			
FRUMENTO DURO			
FRUMENTO TENERO			
ORZO			
TRIFOGLIO			
OLIVO	2,54	2.058 €	5.232 €
PRATO POLIFITA	54,28	451 €	24.481 €
PRATO PASCOLO	21,00	451 €	9.471 €
PASCOLO ARBORATO - CESPUGLIATO TARA 20%	291,32	302 €	87.980 €
PASCOLO ARBORATO - TARA 50%	670,07	302 €	202.362 €
€/anno/ante impianto =			748.606 €

valori RICA 2017_Lazio

VALORI INDIRIZZO PRODUTTIVO-POST IMPIANTO			
coltura	sup. (ha)	€/ha RICA	€ TOT
ERBA MEDICA	450,94	823 €	371.272 €
FAVINO			
FRUMENTO DURO			
FRUMENTO TENERO			
ORZO			
AVENA			
TRIFOGLIO+ERBAIO	2,54	2.058 €	5.232 €
OLIVO			
PRATO POLIFITA	54,28	451 €	24.481 €
PRATO PASCOLO	21,00	451 €	9.471 €
PASCOLO ARBORATO - CESPUGLIATO TARA 20%	291,32	302 €	87.980 €
PASCOLO ARBORATO - TARA 50%	670,07	302 €	202.362 €
€/anno/post impianto =			700.797 €

valori RICA 2017_Lazio

Il valore economico dell'indirizzo produttivo è stato calcolato in base ai valori RICA della regione Lazio del 2017. Il modello di coltivazione attuale prevede l'avvicendamento tra: leguminose da granella e foraggio, graminacee da granella ed erbaio polifita. Il nuovo ordinamento colturale non prevede nessuna variazione sostanziale, in quanto la totalità delle materie prime prodotte in azienda vengono reimpiegate per il sostentamento dell'allevamento bovino ed equino aziendale. Dalla tabella data la riduzione della SAU, la produzione standard risulta leggermente superiore nell'ante-impianto, dati RICA (Lazio 2017).

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.

Per l'impianto fotovoltaico di riferimento è stata considerata una densità di potenza pari a 1 MW/ha. Per la stima della producibilità, in entrambi i casi, è stato utilizzato l'applicazione PVGIS disponibile al seguente indirizzo https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#PVP.

Dai calcoli eseguiti risulta:

- Producibilità elettrica annua Impianto Standard [kWh/kWp/anno]: 1471
- Producibilità elettrica annua Impianto Agrivoltaico [kWh/kWp/anno]: 1611
- Superficie utile (effettivamente utilizzabile per l'alloggiamento di un impianto fotovoltaico, al netto quindi di possibili restrizioni): 95,3 ha
- FV agri = Potenza nominale*Producibilità elettrica/ Superficie totale [GW/ha/anno]
- FV standard = Densità di potenza*Superficie utile*Producibilità elettrica/ Superficie totale [GW/ha/anno]

FV agri [GWh/ha/anno] = 1,21

FV standard [GWh/ha/anno] = 1,47

FV agri / FV standard = 0,82 > 0,60

Dunque, il requisito B2 risulta VERIFICATO.

12.3 REQUISITO D: Sistemi di monitoraggio

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.

13. Conclusioni

Da quanto sopra esposto, il presente impianto fotovoltaico può essere definito come "impianto agrivoltaico" in quanto vengono rispettati i requisiti A, B, e D2 delle Nuove Linee Guida in materia di impianti Agrivoltaici.