



MINISTERO DELLA  
TRANSIZIONE  
ECOLOGICA



REGIONE DEL VENETO

REGIONE  
VENETO



COMUNE  
DI  
ROVIGO

## CORTE SAN MARCO

# PROGETTO AGROVOLTAICO DA 49.004,28 kWp



## PRESENTAZIONE V.I.A. STATALE PROGETTO DEFINITIVO



Elaborato:		Oggetto:		Project Manager	
REL. D		RELAZIONE AGRONOMICA		<b>Ing. Giovanni Cis</b> Tel. +39 349 0737323 giovanni.cis@ingpec.eu	
Studio Ambientale <b>eambiente</b> Tel. +39 041-5093820 www.eambientegroup.com info@eambientegroup.com		Studio Agronomico <b>Sea Tuscia Srl</b> SPIN OFF ACCADEMICO DELL'UNIVERSITA' DELLA TUSCIA Seatuscia.com info@seatuscia.com		Studio Geologico & Idraulico <b>SIGEO S.a.s.</b> Tel. +39 0425 4125542 www.sigeo.info amministrazione@sigeo.info	
Progettazione Elettromeccanica <b>S.T.E. Energy S.r.l.</b> Via Sorio 120 - Padova (PD) Tel. +39 049 29 63 900 info@ste-energy.com		Relazione previsionale di impatto acustico <b>Ing. Francesco Tegazzin</b> SIC Studio Tel. +39 340 5860281 info@sicstudio.it		EPC <b>AIEM Group S.r.l.</b> Tel. +39 0425 471055 www.aiemgroup.com info@aiemgroup.com	
Logistica & Coordinamento <b>Ing. Giuseppe Romani</b> Tel. 333 3009991 ing.gromani@gmail.com		Calcoli Strutturali <b>Ing. Stefano Baldo</b> Tel. 349 4422244 ing.stefanobaldo@gmail.com			
Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica	Approvazione
00	Dicembre 2021	Emissione per progetto definitivo	Dott. Alessandro Delogu	Dott. Alessandro Delogu	Ing. Giovanni Cis
Formato:	A4	Società proponente	<b>AGROVOLTAICA S.r.l.</b> Via Filippi, 21 - 45021 Badia Polesine (RO) P.IVA: 01601730292 - www.agrovoltaica.it		 <b>AGROVOLTAICA®</b>
SCALA					

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

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

Corte San Marco  
Comune di Rovigo (RO)

## Indice

1. Introduzione .....	5
2. Il contesto normativo .....	7
2.1 Il procedimento autorizzativo .....	10
2.2 Requisiti nuove linee guida .....	12
2. <i>SoW-Scope of Work</i> .....	14
3. Descrizione del sito .....	14
4.1 <i>Layout</i> dell'impianto .....	15
4.2 Caratterizzazione del suolo .....	17
4.3 Aspetti climatici .....	17
5. Soluzioni .....	19
5.1 Rotazioni .....	19
5.2 Land Equivalent Ratio (LER) .....	21
6. Soluzioni agro-zootecniche .....	24
7. Sperimentazione .....	26
7.1 Progettazione delle soluzioni e sperimentazioni .....	26
7.2 Progettazione delle soluzioni irrigue .....	29
8. <i>Design</i> sperimentale .....	30
8.1 Descrizione della sperimentazione per parcelle .....	30
8.2 Gestione delle attività e manutenzione .....	36
9. Monitoraggio della sperimentazione .....	37
9.1 In situ .....	37
9.2 Risultati attesi .....	37
10. Computo metrico .....	38
10.1 Analisi di costi e ricavi dell'attività agro-zootecnica .....	38
11. Analisi delle ricadute ambientali dell'intervento .....	44
11.1 Benefici dell'impianto APV .....	44
11.2 Impatti ambientali .....	45
12. Cronoprogramma .....	47
13. Caratteristiche e requisiti degli impianti agrivoltaici .....	48
13.1 REQUISITO A .....	48
13.2 REQUISITO B.1 .....	49
13.3 REQUISITO C.: .....	
13.4 REQUISITO D ed E. ....	51
14. Conclusioni .....	54



## 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.

Il presente studio, oltre a valutare gli aspetti di sinergia tra colture agrarie e Fotovoltaico, mira anche a sperimentare l'applicazione di una Apicoltura 4.0 con gli impianti di produzione di energia rinnovabile.

Negli ultimi anni in Europa e in altri Paesi del mondo sono stati segnalati numerosi fenomeni di mortalità delle api o di spopolamento degli alveari, che in alcuni casi hanno assunto aspetti particolarmente preoccupanti.

Oggi gli addetti al settore concordano sul fatto che non esista un'unica causa alla base di questi fenomeni di morie, ma che siano piuttosto coinvolti diversi fattori che possono agire singolarmente, contemporaneamente o in sinergia. Le ricerche svolte finora hanno messo in evidenza che i fattori di rischio più probabili sono:

- i trattamenti fitosanitari,
- le malattie delle api,
- le pratiche apistiche,
- l'andamento climatico.

I trattamenti fitosanitari sono particolarmente critici e rilevanti, soprattutto quelli effettuati in primavera-estate nelle aree a coltivazione intensiva.

Incrementare uno studio, attraverso la tecnologia 4.0, permetterebbe di valutare l'andamento fisiologico delle api compresa la moria, effettuando un allevamento sostenibile connesso alla realizzazione di un impianto agrivoltaico.

Inoltre, il presente studio ha considerato l'utilizzo delle colture maggiormente adatte al territorio anche in funzione degli aspetti agricoli locali e sociali.

## 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 Agrovoltaici 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 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, 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.

### 2.3 Contesto normativo apistico

L'apicoltura svolge un ruolo cruciale nello sviluppo sostenibile delle zone rurali, e offre un importante servizio ecosistemico tramite l'impollinazione che contribuisce al miglioramento della biodiversità. Gli apicoltori, attraverso la gestione delle colonie di api, svolgono un servizio ambientale di primaria importanza, oltre a salvaguardare un modello produttivo sostenibile nell'ambiente rurale.

L'attuale legge che regola l'apicoltura in Italia è la Legge del 24 dicembre 2004, n. 313 "Disciplina dell'apicoltura" con successiva modifica con d.d.l. del 22 novembre 2016 concernente la disciplina dell'apicoltura amatoriale. Secondo la quale (ART. 1) "si riconosce l'apicoltura come attività di interesse nazionale utile per la conservazione dell'ambiente naturale, dell'economia e dell'agricoltura in generale ed è finalizzata a garantire l'impollinazione naturale e la biodiversità di specie apistiche, con particolare riferimento alla salvaguardia della razza di ape italiana (*Apis mellifera ligustica*) e delle popolazioni di api autoctone tipiche o delle zone di confine". La conduzione zootecnica delle api è considerata a tutti gli effetti attività agricola ai sensi dell'articolo 2135 del Codice civile, anche se non correlata necessariamente alla gestione del terreno (ART. 2). Secondo la suddetta legge (ART. 8) gli apiari devono essere collocati a non meno di dieci metri da strade di pubblico transito e a non meno di cinque metri da confini di proprietà pubbliche o private. Il rispetto delle distanze di cui al primo comma non è obbligatorio se tra l'apiario e i luoghi ivi indicati esistono dislivelli di almeno due metri o se sono interposti, senza soluzioni di continuità, muri, siepi o altri ripari idonei a non consentire il passaggio delle api. Tali ripari devono avere una altezza di almeno due metri. Inoltre, al fine della profilassi e del controllo sanitario, è fatto obbligo a chiunque detenga apiari e alveari di farne denuncia, specificando collocazione e numero di alveari, entro il 31 dicembre degli anni nei quali si sia verificata una variazione nella collocazione o nella consistenza degli alveari in misura percentuale pari ad almeno il 10 per cento in più o in meno. Chiunque intraprenda per la prima volta l'attività nelle forme di cui all'articolo 3 (apicoltore o imprenditore apistico) è tenuto a darne comunicazione ai sensi del comma 2 del ART. 6.

Per normative su base regionale si attiene alla Legge regionale 21 novembre 1988, n. 75 (regione Lazio) "Norme per l'incremento ed il potenziamento dell'apicoltura laziale".

## 2. SoW-Scope of Work

Scopo principale del presente *Report* è definire soluzioni agro-zootecniche da integrare con l'impianto solare per il sito "Corte San Marco Società Agricola Ss" ubicata nel Comune di Rovigo (RO). 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.

Inoltre, uno degli obiettivi che si vuole realizzare nel presente impianto è quello di effettuare una produzione di miele sostenibile, andando a monitorare il benessere delle api, in un contesto di Apicoltura 4.0.

## 3. Descrizione del sito

L'area oggetto della presente relazione è censita al N.C.T del Comune di Rovigo (RO); più precisamente interessa le Particelle 185, 187, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 53, 96 del Foglio 14 e nelle Particelle 32, 33, 35, 37, 39, 40, 42,45, 47, 9 del Foglio 15, per una superficie complessiva di circa 66 ha (Figura 1). Le coordinate geografiche sono: Latitudine: 45,1008518, Longitudine 11,8193615. L'altimetria è di circa 1,50 m s.l.m.. L'area di interesse è situata a circa 3.500 m a Nord-Est da Rovigo, a circa 1.434,7 m a Sud-Est di Boara Polesine e a circa 1.500 m a Est rispetto la Strada Statale 16 Adriatica (SS16).



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

#### 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 5,40 m di cui 4,60 m utili (Figura 3). I pannelli presentano un'altezza da terra di 3,07 m -punto di innesto del pannello sul palo di sostegno- e una larghezza di 2,384 m (Figura 3).

L'area d'interesse per la realizzazione dell'impianto agrovoltaico ad inseguimento mono-assiale, presenta un'estensione complessiva di circa 66 ha di cui circa 57 ha in cui insiste il campo fotovoltaico, la cui potenza complessiva massima sarà pari a **49.004,28 kWp**.

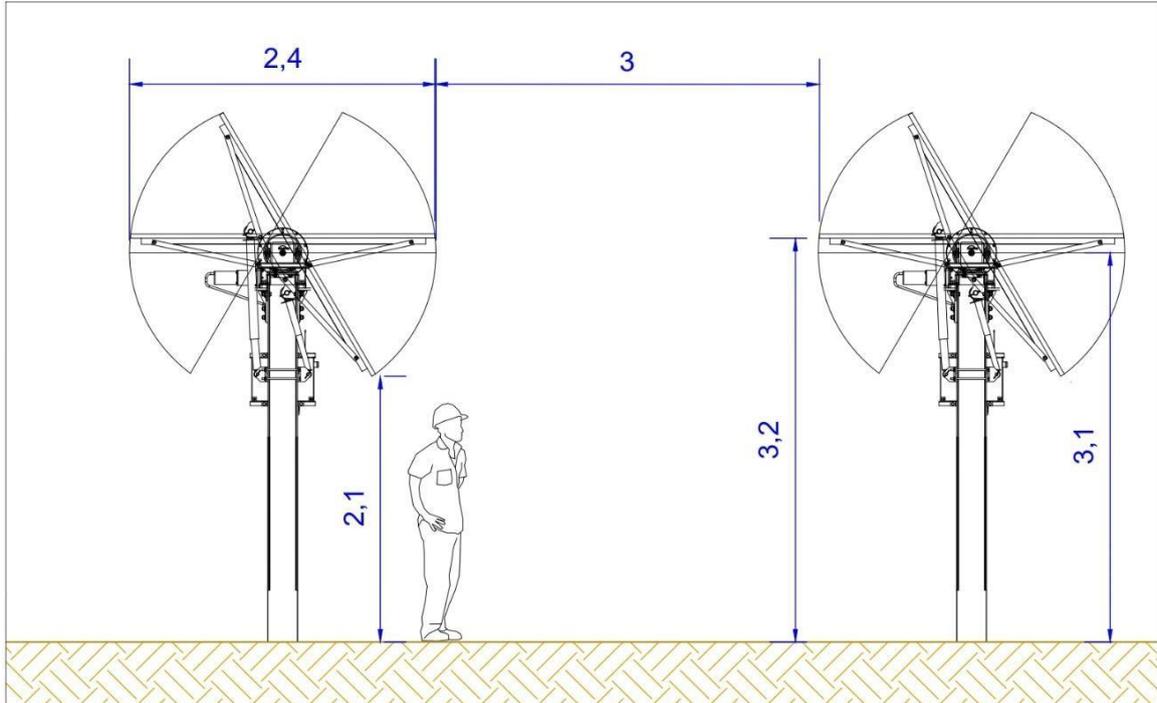
La superficie risulta essere così ripartita:

- Superficie Totale Impianto APV **64.52.35 ha**
- Superficie Coltivata APV: **49.72.70 ha**, nel computo della superficie coltivata è stata inclusa anche la superficie dedicata all'apicoltura, nello specifico **04.40.17 ha** sono rappresentati dal solo prato mellifero.
- Superficie non Colt.Pannelli APV: **07.05.82 ha**
- Fascia boscata perimetrale: **00.66.27 ha**
- Superficie Catastale: **66.22.84 ha**

SAT TOTALE-APV									
COLTURA	SUP. Colture	Sup.Trackers	Capezzagne	Area a verde	Fascia boscata	Tare	Sup.esproprio	SAT totale	Sup.Cat.
SOIA	22,2609	3,3531							
FRUMENTO	9,4214	2,1232							
ORZO	13,6430	2,1477							
PRATO POLIF.				4,4017	0,6627				
<b>TOT</b>	<b>45,3253</b>	<b>7,6240</b>	<b>3,4713</b>	<b>4,4017</b>	<b>0,6627</b>	<b>3,6043</b>	<b>1,7049</b>	<b>64,5235</b>	<b>66,2284</b>
%	70,2	10,9	5,4	6,8	1	5,6		100	



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



**Figura 3.** Caratteristiche del pannello

## 4.2 Caratterizzazione del suolo

L'area interessata dall'intervento si estende nella parte inferiore della Pianura Padana, pianura di origine alluvionale che si è creata con il succedersi di condizioni climatiche diverse. Il territorio in studio rientra completamente in quella fascia della Pianura Padana definita come bassa pianura recente, calcarea. Nel dettaglio, i terreni dell'area di interesse sono di tipo sabbioso e sabbioso-limoso, con buon grado di fertilità, freschi e profondi, poveri di scheletro in superficie, ricchi di elementi minerali e humus, con un buon contenuto in sostanza organica e buon livello di potenziale biologico. I terreni sono quindi a medio impasto, tendenti allo sciolto, profondi, poco soggetti a ristagni idrici. Il pH è tendenzialmente neutro.

## 4.3 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. Per avere una visione ampia del territorio in Tabella 1 è riportata la media della temperatura mensile dall'anno 1994 al 2020 della stazione meteo di Adria-Bellombra (RO), stazione meteo 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 sub-continentale con una media mensile annua di 13,6 °C. In Tabella 2 vengono riportate le precipitazioni medie mensili dall'anno 1994 al 2020 della stazione meteo di Adria-Bellombra (RO), stazione meteo più prossima all'area in oggetto. I dati mostrano come l'andamento medio pluviometrico risulti essere medio-alto, con precipitazioni concentrate nei mesi di maggio e ottobre.

**Tabella 1.** Temperature medie mensili dall'anno 1994 al 2020. Stazione meteo Adria-Bellombra (RO). Fonte ARPAV Centro Meteorologico di Teolo

Temperature Medie Mensili-Adria_Bellombra													
Anno	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Somma Annuale
1994	4,6	4	10,7	11,5	17,2	20,6	24,6	24,6	19	12,8	10	4,5	13,7
1995	1,6	5,2	7,1	11,5	16,6	19	24,1	21,3	17,1	13,8	6,9	4,2	12,4
1996	4,3	2,9	6	12,9	17,6	21,5	21,5	21,5	15,8	13,1	9,2	4	12,5
1997	3,7	5,2	9,5	10,8	18,1	20,6	22	22,2	19,3	13,7	8,6	4,5	13,2
1998	4	5,5	7,7	12,4	17,6	21,9	23,6	23,9	18,4	13,6	6,4	1,4	13
1999	2,2	2,8	8,7	13	18,6	20,8	23,1	23	20,6	14,1	6,4	2,2	13
2000	-0,1	4	8,5	14,2	19,4	22,2	21,9	24	19,2	14,8	9,8	5,4	13,6
2001	4,6	5,1	10,6	11,9	19,7	20,6	23,4	24,3	16,6	16,3	6,5	0,7	13,4
2002	0,5	5,9	10,1	12,8	18,5	23,2	22,9	22,5	18,5	14,2	11,3	5,8	13,8

2003	2,5	2,1	8,7	11,7	19,8	25,3	24,5	27	18,3	12,3	9,8	4,5	13,9
2004	2	3,2	7,9	13	16,2	21,4	22,9	22,8	18,6	15,8	8,5	4,8	13,1
2005	1,1	1,9	7,4	11,9	18,2	21,8	23,3	20,8	19,5	13,8	8,1	3,3	12,6
2006	2,2	3,7	7	13,4	17,5	21,6	24,6	20,5	19,9	15,6	8,9	5,2	13,3
2007	5,4	6,5	9,9	15,8	19,2	21,7	23,3	22,1	17,7	13,3	6,8	2,6	13,7
2008	4,6	4,6	8,3	12,6	18,4	21,5	23,7	23,7	18,4	15,4	9	4,4	13,7
2009	2,5	4,7	8,7	14	20,2	21,5	23,7	24,6	20,3	13,9	9,9	3,1	13,9
2010	2,1	4,9	8	13,5	17,7	21,7	25	22,5	18,1	12,8	9,6	1,8	13,1
2011	2,8	4,5	9	15,5	19,5	22	22,7	24,4	22	13,4	7,7	3,8	13,9
2012	1,1	1,6	11,2	13	18	23,4	25,3	25,8	19,8	14,8	10,5	2,2	13,9
2013	3,4	3,6	7,7	13,6	16,6	21,6	24,9	23,6	19,7	15,3	10	3,9	13,7
2014	6,5	8	10,7	14,8	17,3	21,9	22,2	21,8	18,5	16	11,5	6,1	14,6
2015	3,6	5,6	9	13,1	18,2	22,1	26,5	24,2	19,8	14,1	8,5	4	14,1
2016	3,5	7,7	9,5	14	17,1	21,5	24,7	22,6	20,7	13,6	9,5	3,2	14
2017	0,6	6,3	11,1	13,7	18,2	23,6	24,6	25,2	17,8	14,1	8,3	3,2	13,9
2018	5,5	3,9	7,4	15,7	19,6	22,5	24,5	24,4	20,5	15,7	11,4	3,6	14,6
2019	2,2	5,4	9,3	12,7	14,6	24,5	24,8	24,5	19,3	15,6	10,5	5,4	14,1
2020	3,4	7,1	9	13,8	18,5	21,3	23,6	24	20,1	13,5	8,5	6,1	14,1
<b>Media mensile</b>	<b>3</b>	<b>4,7</b>	<b>8,8</b>	<b>13,2</b>	<b>18,1</b>	<b>21,9</b>	<b>23,8</b>	<b>23,4</b>	<b>19</b>	<b>14,3</b>	<b>9</b>	<b>3,8</b>	<b>13,6</b>

ARPAV Centro Meteorologico di Teolo

**Tabella 2.** Precipitazioni medie mensili dall'anno 1994 al 2020. Stazione meteo Adria-Bellombra (RO). Fonte ARPAV Centro Meteorologico di Teolo

Precipitazioni Mensili-Adria_Bellombra													
Anno	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Somma Annuale
1994	45,6	31,4	1,6	74,4	26	108,6	30,4	48,4	134	89,2	19,6	30,6	639,8
1995	16,4	74,6	44,2	32,4	146,2	163,4	23	218,6	86	5	12,6	114,6	937
1996	54,4	36,8	27,6	85,8	103,2	63,6	16,6	58	62	95,6	56	130,4	790
1997	66,2	5	19,4	28	48,8	49,8	97,2	61,8	17,4	10,6	106	60	570,2
1998	34,6	7,2	9,6	59,8	79,6	21,8	56,4	4	81,4	120,8	19,6	25,8	520,6
1999	38,2	17,2	32,2	55	38,6	79,2	37,2	32,6	31,4	100,2	135,6	40,6	638
2000	4,4	7,2	47	49,8	60,6	45,2	57,6	52,4	87,6	166,4	145	60,6	783,8
2001	74,6	19,4	84,2	45,6	41,8	113,4	94	24,4	126	30,2	34,4	7,2	695,2
2002	26,6	44,2	2	104,4	102,2	49	152	93,4	112	88,6	87,2	116,8	978,4
2003	39,4	10,6	25,8	85,8	28,2	58,8	9,6	22,2	75	61,4	92,4	50,8	560
2004	51	122,2	141,6	104,6	59,6	54,2	27,4	53,6	50,2	115,4	97,8	90,2	967,8
2005	23,6	15,2	20,4	86,4	62,6	21,2	72,4	184,8	44,2	145,2	128	41,2	845,2
2006	21,4	22,8	35	36,8	80,8	6,4	46	77,8	77,4	17,2	25	17,8	464,4
2007	17,4	37,4	85,2	0,4	72,2	106,4	19,2	49,2	49,2	43,4	13,2	38,6	531,8
2008	22,4	17,2	34,8	57,8	56	143,8	15,8	43,4	56,2	26,2	125,6	94,2	693,4
2009	57,6	41,8	87	114,4	50,6	43,2	65,2	26,6	143	41	45,8	71	787,2
2010	50,8	98,6	45,4	57,2	116,4	91,6	47,2	98,4	59,2	76,8	83,6	59,6	884,8
2011	3,8	41	59	8,4	25,6	44,6	51,4	3,6	30	59,4	32,4	15,2	374,4
2012	4	18,2	0	61,6	54,8	18,6	11	1,4	127	152,4	59,6	25,8	534,4
2013	74,4	85,8	157,6	48,8	108,2	8	24,8	48	16,8	126,4	93	3,4	795,2
2014	140,8	118,8	72,6	69,8	57,4	49,6	97,4	32,4	68,6	46,6	78,8	56	888,8
2015	15,4	91,8	90,8	37,2	132,4	97	23,2	37,4	28,4	88,4	24,4	0	666,4
2016	34,4	139,2	64,2	7,4	154,6	86,6	11,2	53,8	100,8	103,8	98	0,2	854,2
2017	11,4	76,2	5,6	30,8	47,6	37,8	29,6	7,4	147,6	22,8	132	22,8	571,6
2018	17	93,8	92,2	18	70,8	44	51,4	105,4	59,8	97,2	64,8	18,4	732,8
2019	26,2	25	11,8	84,2	170,8	2,4	44,8	41,4	56,6	48,2	158,4	100,4	770,2
2020	15,8	4,6	37,4	21	9	148,2	75,8	111,4	22	92,2	11	93,4	641,8
<b>Media mensile</b>	<b>36,6</b>	<b>48,3</b>	<b>49,4</b>	<b>54,3</b>	<b>74,2</b>	<b>65,1</b>	<b>47,7</b>	<b>59</b>	<b>72,2</b>	<b>76,7</b>	<b>73,3</b>	<b>51,3</b>	<b>708,1</b>

ARPAV Centro Meteorologico di Teolo

## 5. Soluzioni

La scelta delle specie da utilizzare per l'agrovoltaico nel sito ubicato, nel Comune di Rovigo (RO), 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.

### 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, quindi, è ricaduta su piante erbacee spontanee nella flora italiana e specie erbacee già coltivate in zona, quali frumento duro, orzo da malto e soia.

In particolare, la scelta del frumento duro (*Triticum durum*), dell'orzo da malto (*Hordeum vulgare distichon*) e della soia (*Glycine max*), pur non essendo specie principalmente indirizzate all'allevamento apistico, è consequenziale alla tradizione agricola della provincia di Rovigo, la quale occupa l'11% della superficie nazionale destinata alla coltivazione di soia, l'1% della superficie nazionale di orzo e l'0,8% di frumento duro.

Le tre 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 primo ciclo con colture annuali e pluriennali spontanee (I Ciclo) ed un secondo (II Ciclo) costituito da tre colture annuali poste in avvicendamento.

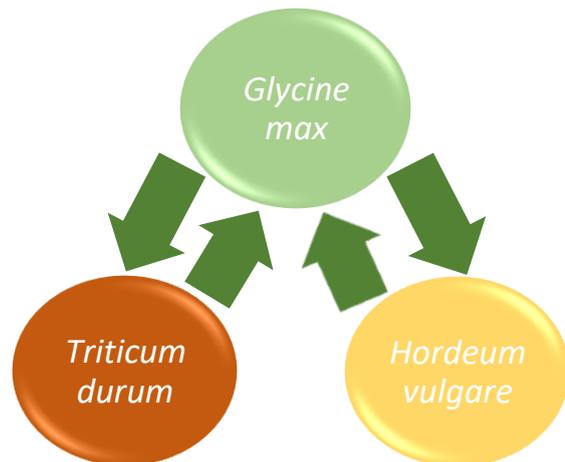
- **I Ciclo: prato mellifero** utilizzato esclusivamente per fini apistici ed ambientali. Le varie essenze, annuali e poliennali, verranno riseminate a cicli quadriennali.
- **II Ciclo: 2 anni con *Triticum durum*, *Hordeum vulgare distichon* e *Glycine max*.**

Tutte queste colture hanno durata annuale. La loro coltivazione è destinata alla produzione di granella, in particolare l'*Hordeum vulgare distichon* (orzo da malto) è finalizzato alla produzione di malto destinato ai birrifici siti nella zona di interesse. Infine, la coltura della soia (*Glycine max*), essendo una leguminosa, va a migliorare la fertilità del suolo, lasciandolo in condizioni migliori dal punto di vista fisico, microbiologico e chimico, grazie alla sua simbiosi radicale con batteri azotofissatori.

#### I CICLO- 4 ANNI



#### II CICLO – 2 ANNI



## 5.2 Land Equivalent Ratio (LER)

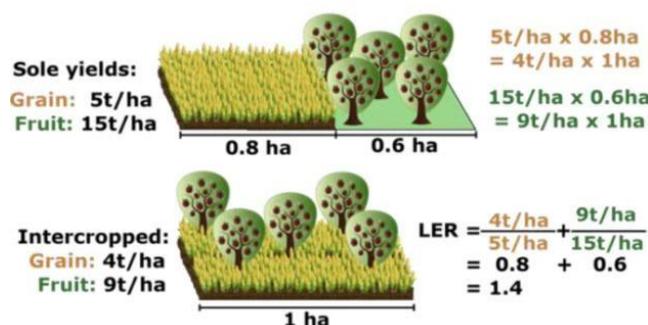
Il LER è un concetto elaborato in ambito agronomico che descrive la frazione relativa della superficie agricola richiesta dalle coltivazioni in monocoltura affinché forniscano la stessa produzione delle medesime colture, ma realizzate in consociazione fra loro.

Nel caso più semplice di due sole specie coltivate, il LER è il risultato della seguente formula:

$$LER = \frac{Y_{acons}}{Y_{a\text{mono}}} + \frac{Y_{bcons}}{Y_{b\text{mono}}}$$

Dove i pedici *a* e *b* indicano due ipotetiche coltivazioni agrarie, i termini “*mono*” e “*cons*” indicano, rispettivamente, la condizione monocolturale o quella consociata.

La tabella rappresenta il LER rapportato in termini economici, in quanto, l’impianto APV è stato considerato come un’attività agricola effettuata in consociazione, in grado di fornire un reddito all’agricoltore. Quindi 1 ha di consociazione, considerando l’impianto APV, equivale in termini economici a 1,37 ha di attività agricole pure. Il LER risulta essere positivo quando è maggiore ad 1.



	Soia	Soia + APV
Superficie netta [ha]	1,0000	0,7100
Resa [€/ha]	1.470	4.044
LER	1,00	1,36

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

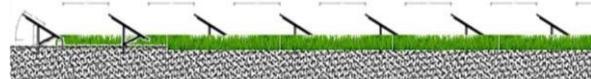
Soluzioni	Adattabilità con il sistema agrovoltico	Semina	Esigenze agronomiche	Fabbisogno idrico	Raccolta
 <p><b>Triticum durum</b> Resa: 2,5-4,5 t/ha</p> 	Il frumento duro è una pianta erbacea annuale, con altezza inferiore al metro.	La semina si effettua dalla seconda metà di ottobre fino all'inizio di dicembre, nel caso del meridione. La dose di seme è di circa 160-220 kg/ha ad una profondità di 4-5 cm.	Il frumento duro predilige terreni piuttosto argillosi e di buona capacità idrica mentre rifugge da quelli tendenti allo sciolto. È adatto ad ambienti aridi e caldi e soffre avversità come il freddo, l'umidità eccessiva e l'allettamento. Importanti sono le concimazioni azotate, fosfatice e potassiche, nelle dosi rispettivamente di 110 kg/ha, 50 kg/ha e 70 kg/ha.	Le irrigazioni risultano essere superflue.	La raccolta va da fine maggio-inizio giugno (meridione) alla seconda metà di giugno-inizio luglio (centro). La raccolta avviene per mezzo di una mietitrebbia.

Soluzioni	Adattabilità con il sistema agrovoltico	Semina	Esigenze agronomiche	Fabbisogno idrico	Raccolta
 <p><b>Hordeum vulgare distichon</b> Resa: 5 t/ha</p> 	L'orzo è una pianta erbacea annuale, con altezza compresa tra i 60-120 cm, a seconda delle cultivar.	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.	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 primavera sicciteose 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.	Le irrigazioni risultano essere superflue.	La raccolta si effettua in fase di maturazione con umidità della granella inferiore al 14%. La raccolta avviene per mezzo di una mietitrebbia.

Soluzioni	Adattabilità con il sistema agrovoltaico	Semina	Esigenze agronomiche	Fabbisogno idrico	Raccolta
 <p><b>Glycine max</b> Resa: 3,5-4,5 t/ha</p> 	<p>La soia è una pianta erbacea estiva, con altezza compresa tra i 70-120 cm, a seconda delle cultivar.</p>	<p>La semina si esegue nella seconda metà di aprile con seminatrici monoseme dotate di dischi distributori da soia o con seminatrici universali da grano. La distanza tra le file varia da 40 a 50 cm, nella fila da 3 a 5 cm. La densità va da 30 a 40 piante/m<sup>2</sup>.</p>	<p>La soia non necessita di particolari esigenze pedoclimatiche, tuttavia sono sconsigliabili terreni umidi e quelli troppo sciolti. Predilige terreni con pH di 6,5. Essendo una leguminosa non necessita di apporti di azoto. La concimazione deve essere quindi basata sul fosforo (80-100 kg/ha) e potassio (circa 80 kg/ha) nel caso di terreni carenti.</p>	<p>Le irrigazioni risultano necessarie dove la piovosità estiva non è regolare ed abbondante.</p>	<p>La raccolta si effettua quando la pianta è quasi completamente defogliata nel periodo di settembre-ottobre (in Italia). Può avvenire per mezzo di una mietitrebbia da frumento (abbassando la barra quanto più possibile al terreno).</p>

Soluzioni	Adattabilità con il sistema fotovoltaico	Semina	Esigenze agronomiche	Fabbisogno idrico	Raccolta
 <p><i>Achillea millefolium</i> <i>Calendula officinalis</i> <i>Taraxacum officinalis</i> <i>Trifolium subterraneum</i></p>	<p>Le specie scelte sono di tipo erbaceo sia annuali che poliennali. Le altezze raggiungono un massimo di circa 70 cm.</p>	<p>La semina viene effettuata in autunno, per facilitare la germinazione delle sementi.</p>	<p>Si tratta di specie rustiche che si adattano facilmente a condizioni di clima e di terreno eterogenee.</p>	<p>La richiesta idrica è minima.</p>	<p>Le specie non sono destinate alla raccolta, in quanto destinate ai fini apistici, grazie alle loro fioriture scalari.</p>

## 6. Soluzioni agro-zootecniche

	<p><i>Apis mellifera</i> L.</p>
<p><b>Descrizione biologica</b></p>	<p><b>Ordine: Hymenoptera</b>  <b>Famiglia: Apidae</b>  <b>Genere: Apis</b>  <b>Specie: A. mellifera</b></p>
<p>L'ape domestica compie il suo ciclo vitale all'interno di una società matriarcale, monoginica e pluriennale, formata da numerosi individui appartenenti a tre caste, tutte alate. Di norma in un alveare vivono una regina, unica femmina fertile, 20.000-60.000 femmine, tra operaie, guardiane e bottinatrici e, tra aprile e luglio, da 500 a 2.000 maschi, detti fuchi. La specie è polimorfica poiché le tre caste sono caratterizzate da conformazioni morfologiche diverse tra loro. La regina ha il compito di deporre le uova e di assicurare la coesione della colonia. Ha dimensioni maggiori rispetto agli altri individui ed è priva dell'apparato per la raccolta del polline, delle ghiandole faringee e delle ghiandole ceripare. La regina può vivere anche fino a 4-5 anni. I fuchi, che hanno il compito di fecondare la regina, sono più grandi delle femmine, ma più piccoli della regina; hanno la ligula molto più corta di quella delle operaie, sono privi di aculeo, di apparato di raccolta del polline, di ghiandole faringee e ghiandole ceripare. Le operaie sono una casta omogenetica che ripartisce le varie attività sociali secondo le classi di età, cui corrispondono cicli di sviluppo e di regressione di ghiandole esocrine. La vita media di un'operaia è di circa 30-45 giorni. Le api si nutrono raccogliendo polline e nettare dai fiori, a questo scopo l'apparato boccale delle operaie (bottinatrici) comprende una proboscide (o ligula) in grado di succhiare il nettare. Nel periodo in cui il raccolto di nettare è abbondante, una regina arriva a deporre fino a 2.000-3.000 uova al giorno, attaccando ciascun uovo sul fondo di una cella. L'uovo si schiude dopo circa tre giorni dalla deposizione e ne emerge una larva vermiforme, apoda e anoftalma. Per due giorni tutte le larve vengono alimentate con la pappa reale, dopodiché le larve dei fuchi e delle operaie riceveranno principalmente miele e polline, mentre le larve delle regine continueranno ad essere nutrite con pappa reale. Ciascuna larva accrescendosi subisce cinque mute; quindi, la sua cella viene opercolata, la larva si impupa, la pupa subisce una metamorfosi completa, ed infine taglia l'opercolo della cella con le proprie mandibole per sfarfallare come giovane ape. Il tempo di sfarfallamento per ciascuna casta è standardizzato, grazie alla termoregolazione nell'alveare.</p>	
<p><b>Finalità della produzione</b></p>	<p><b>Miele-Polline-Propoli-Pappa Reale-Nuclei-Regine</b></p>
<p>L'attività apistica, oltre ad incrementare le rese delle colture circostanti, grazie a maggiore impollinazione e quindi allegagione; è in grado di portare reddito con la produzione di miele e melata, nel primo anno di insediamento, e anche altri prodotti come polline, propoli e pappa reale, negli anni successivi. Il miele può essere sia monoflorale che poliflorare in base alla quantità di essenze che vengono visitate durante la bottinatura. Il prezzo del miele può variare dal tipo di essenza. La produzione di miele ad arnia varia dai 20 ai 40 kg/anno in base alle fioriture e all'andamento climatico.</p>	
<p><b>Meccanizzazione</b></p>	
<p>Oggi l'arnia razionale più adatta all'apicoltura stanziale risulta essere il modello cubo Dadant-Blatt da 10 telaini. Ogni singola arnia è costituita da un tetto, un coprifavo, un nido, un fondo e un melario da 9 telaini.</p>	

L'Apicoltura 4.0, grazie all'aggiunta di alcuni sensori, può monitorare con precisione la salute del singolo alveare e quindi migliorare la conduzione zootecnica che potrebbe portare ad un incremento delle produzioni. La tecnologia utilizzabile potrebbe essere un sensore Hive-Tech, composto da una doppia bilancia esterna e da un sensore interno, protetto da un *case* rigido e da un *layer* in silicone. Il sensore permette di avere una panoramica completa dello stato di salute delle api, monitorando non solo il peso dell'arnia, ma anche la temperatura interna del nido, i livelli di umidità e i suoni. Il dispositivo è dotato di un'antenna per la trasmissione dei dati, completamente incorporata, e di una SIM multi-operatore integrata. È in grado di rilevare i dati ogni due ore e trasmetterli su *cloud* due volte al giorno. I dati sono consultabili, sull'apposita piattaforma, da qualsiasi dispositivo mobile.

Per la scelta della locazione dell'apiario è necessario valutare la presenza e la distanza di altri apiari presenti nella stessa zona e rispettare le disposizioni legislative vigenti, sia quelle nazionali che locali. In generale, le arnie devono essere sollevate da terra di almeno 20 cm, per evitare il ristagno dell'umidità sul fondo nell'arnia. Devono essere esposte verso il quadrante compreso fra l'Est e il Sud, per facilitare l'insolazione del predellino di volo, favorendo quindi il precoce riscaldamento della colonia e, pertanto, l'attività delle bottinatrici. Devono, inoltre, avere a disposizione fonti di acqua dislocate. L'apiario deve essere facilmente accessibile per permettere la visita costante durante tutto l'anno.

Per quanto riguarda le prescrizioni preliminari e generali di sicurezza, generalmente le forti vibrazioni tendono ad infastidire le api, per questo, durante le lavorazioni del terreno è bene che l'apicoltore o l'operatore agricolo, qualora dovesse compiere lavorazioni meccaniche in prossimità dell'alveare, prenda le dovute precauzioni indossando mezzi di protezione apistica. Tuttavia, in generale, per qualsiasi altro lavoro di manutenzione che non preveda forti vibrazioni, quando vi si trova ad una distanza maggiore di 4 metri dal lato frontale delle arnie, le protezioni non sono necessarie.

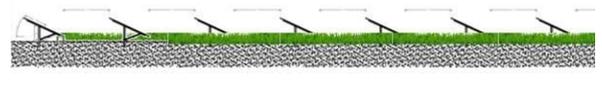


L'allevamento apistico, oltre che a fornire miele e sottoprodotti che trovano importanti campi di applicazione per quanto riguarda l'alimentazione umana e la cosmesi, comporta un netto miglioramento ambientale con conseguente incremento delle produzioni fino ad un 30 %.

Date le caratteristiche dell'impianto APV, si considera un apiario di circa 14 arnie dislocate in due apiari, con orientamento preferibilmente verso Sud-Ovest. La superficie destinata al sostentamento dell'allevamento apistico, costituita da prato polifita, avrà una superficie di 4,4 ha.

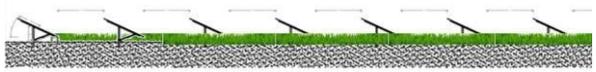
## 7. Sperimentazione

### 7.1 Progettazione delle soluzioni e sperimentazioni

	<i>Triticum durum</i> Desf.	
<b>Descrizione botanica</b>	<b>Ordine: Poales</b> <b>Famiglia: Poaceae</b> <b>Genere: <i>Triticum</i></b> <b>Specie: <i>T. durum</i></b>	
<p>Il frumento duro è una pianta erbacea annuale, in particolare un cereale autunno-vernino. 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 e consta di radici seminali e avventizie. Il fusto è un culmo costituito di nodi e internodi e termina con l'infiorescenza. Ogni foglia è formata da una guaina, che avvolge il culmo, e da una lamina lanceolata. L'infiorescenza è una pannocchia apicale, detta spiga, formata da un asse principale, rachide, che porta a ogni dente una spighetta formata da due glume esterne che racchiudono più fiori non tutti fertili. Il fiore presenta un ovario uniloculare con stilo bifido e stimma piumoso. La fioritura va da maggio a giugno. L'impollinazione è autogama. Il frutto è una cariosside nuda, dorsalmente convessa e solcata ventralmente, di consistenza vitrea. È una archeofita casuale con distribuzione altitudinale da 0 a 600 m s.l.m..</p>		
<b>Finalità della produzione</b>	<b>Alimentare</b>	
<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 elevata produzione alimentare.</p>		
<b>Meccanizzazione</b>		
<p>L'irrigazione d'emergenza estiva può essere effettuata con sistema ad aspersione.</p> <p>Il macchinario utilizzabile per la raccolta di questa essenza potrebbe essere una 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>Il frumento duro risulta essere una coltura ad elevata valenza alimentare per il settore agro-industriale. La varietà da impiegare deve essere adatta all'areale di produzione.</p>		



*Hordeum vulgare distichon L.*

<p><b>Descrizione botanica</b></p>	<p><b>Ordine: Poales</b>  <b>Famiglia: Poaceae</b>  <b>Genere: Hordeum</b>  <b>Specie: <i>H. vulgare distichon</i></b></p>
<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 1600 m s.l.m..</p>	
<p><b>Finalità della produzione</b></p>	<p><b>Alimentare</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 e per la sua elevata produzione alimentare.</p>	
<p><b>Meccanizzazione</b></p>	
<p>L'irrigazione d'emergenza estiva può essere effettuata con sistema ad aspersione.</p> <p>Il macchinario utilizzabile per la raccolta di questa essenza potrebbe essere una 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;">    </div>	
<p>L'orzo da malto risulta essere una coltura ad elevata valenza alimentare per il settore agro-industriale. La varietà da impiegare deve essere adatta all'areale di produzione.</p>	



*Glycine max* L.

**Descrizione botanica**

**Ordine: Fabales**  
**Famiglia: Fabaceae**  
**Genere: *Glycine***  
**Specie: *G. max***

La soia è una pianta erbacea annuale, leguminosa, con crescita che va da prostrata a eretta. La forma biologica è una fanerofita lianosa (P lian). Si tratta di una pianta legnosa con portamento rampicante.

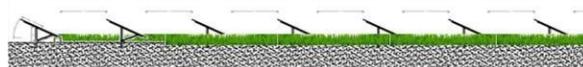
L'apparato radicale è fittonante, le radici sono colonizzate da uno specifico simbionte azoto-fissatore (*Rhizobium japonicum*). La pianta, eretta o cespugliosa, è interamente coperta da peli bruni o grigi. Le foglie sono trifogliate (unifogliate il primo paio). L'infiorescenza è un racemo ascellare che riunisce gruppi di 2-5 fiori di colore bianco o viola. La fecondazione è autogama, con un'elevata percentuale di aborti. Il frutto è un baccello villosa, appiattito, pendulo, contenente 3-4 semi di diametro di 6-13 mm. È una neofita casuale con distribuzione altitudinale da 0 a 300 m s.l.m..

**Finalità della produzione**

**Alimentare**

La suddetta specie è stata selezionata per la sua idoneità dell'*habitus* all'impianto fotovoltaico, per la sua adattabilità all'areale e per la sua elevata produzione alimentare.

**Meccanizzazione**

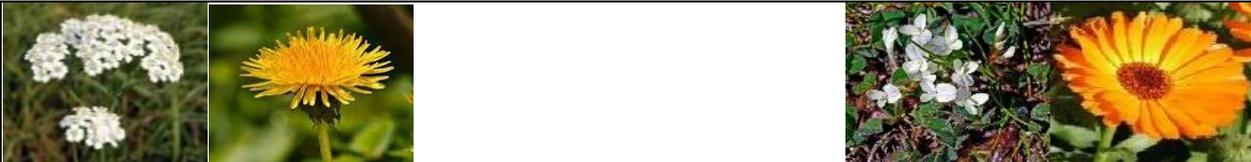
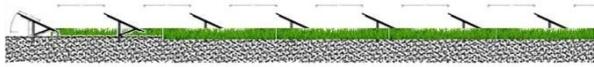


L'irrigazione d'emergenza estiva può essere effettuata con sistema d'irrigazione a goccia mobili.

Il macchinario utilizzabile per la raccolta di questa essenza potrebbe essere una 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.



La soia risulta essere una coltura ad elevata valenza alimentare per il settore agro-industriale. La varietà da impiegare deve essere adatta all'areale di produzione.

	
Prato mellifero	
<b>Descrizione botanica</b>	<i>Achillea millefolium</i> <i>Calendula officinalis</i> <i>Taraxacum officinalis</i> <i>Trifolium subterraneum</i>
<b>Finalità della produzione</b>	<b>Apistica-Agroecologica</b>
<p>Le suddette specie sono state selezionate per la loro idoneità dell'<i>habitus</i> all'impianto fotovoltaico, per il loro potenziale mellifero e per la loro scalarità nelle fioriture, in grado di garantire un fabbisogno alimentare adeguato alle api nel corso dell'anno. Sul prato mellifero non sono previsti né trattamenti né fertilizzazioni chimiche.</p>	
<b>Meccanizzazione</b>	
<p>Il miscuglio di queste essenze mellifere non necessita di un apporto idrico e la sua meccanizzazione risulta limitata al solo sfalcio e affienamento nel periodo post-fioritura, tale operazione si rende necessaria per scongiurare incendi. Le paglie affienate, dato il loro scarso quantitativo e valore nutrizionale, verranno reimpiegate come materiale pacciamante per la fascia vegetazionale.</p>	
	
<p>Le colture selezionate risultano avere elevate classi nettarifere, indispensabili ai fini apistici.</p>	

## 7.2 Progettazione delle soluzioni irrigue

Date le colture scelte e la piovosità media dell'areale non si ritiene necessario un sistema di irrigazione fisso. Nelle annate di grave deficit idrico l'apporto, soprattutto per la soia, verrà garantito da un sistema di irrigazione a goccia con ali gocciolanti mobili.

Per quanto riguarda il frumento, l'orzo ed il prato polifita non sono previsti interventi irrigui. In caso di importanti deficit idrico si interverrà con irrigazioni di soccorso mediante irrigazione per aspersione.

I micro-irrigatori funzioneranno con aree di bagnatura circolari o semicircolari, secondo una programmazione a zone e saranno attivati da un sistema di pompaggio costituito da motori elettrici alimentati dall'impianto fotovoltaico stesso per un contenimento delle emissioni rispetto ai tradizionali motori diesel.

L'approvvigionamento idrico verrà garantito attraverso il canale consortile Pestrina.

coltura	fabbisogno idrico (mm/anno/ha)	ciclo colturale	piovosità media (mm/anno)
SOIA	550-650	apr.- sett.	720
FRUMENTO	450-550	nov.-giu.	
ORZO	400-500	nov.-giu.	
PRATO POLIF.	550-600	poliennale	

## 8. Design sperimentale

### 8.1 Descrizione della sperimentazione per parcelle

Nel campo agrolvoltaico possono essere utilizzate specie con buon potenziale mellifero e/o limitata crescita verticale: frumento duro, orzo da malto, soia (Figura 4) e prato mellifero. In quest'ultimo caso, la scalarità di fioriture di specie con buona classe mellifera, riuscirà a soddisfare il sostentamento alimentare delle api per la gran parte dell'anno.

Le specifiche dei singoli sestri d'impianto sono riportate nelle Figure 4 e 8.

- **Frumento:** durata impianto 1 anno;
- **Orzo:** durata impianto 1 anno;
- **Soia:** durata impianto 1 anno.

Gli impianti saranno stabili per un anno. Dopo il primo ciclo colturale, quindi alla fine del secondo anno, verrà predisposto l'**avvicendamento tra soia e frumento-orzo** (Figura 5).

Nella Figura 7 vengono riportati i prospetti frontali delle colture agrarie inserite all'interno dell'impianto agrolvoltaico. 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 con dimensioni maggiori (Trebbiatrice) utilizzato per la raccolta di tutte e tre le colture. La Figura 8 mostra come, nonostante il macchinario abbia una lunghezza di 4,60 m, risulti possibile la movimentazione all'interno dell'APV.

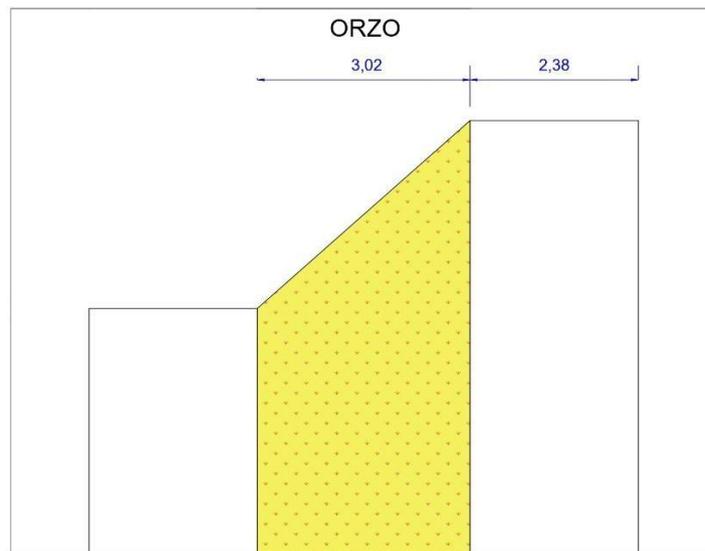
Nella progettazione agronomica è stata prevista anche la presenza di:

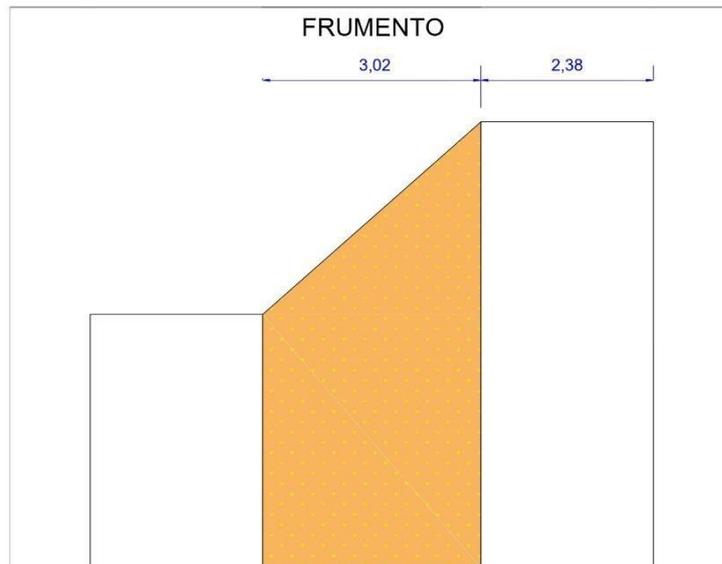
- **Siepe sempreverde:** lato Ovest dell'area di intervento, lunghezza 1.040 m.
- **Fascia arborea:** lato Nord-Est, lunghezza 2.258 m.

Le essenze messe a dimora saranno di tipo arboreo ed arbustivo, appartenenti alla flora autoctona locale. Per garantire il buon attecchimento delle piante verrà predisposto un sistema d'irrigazione a

goccia, mediante ala gocciolante, durante le prime fasi di allevamento. La gestione agronomica della siepe e della fascia arborea non prevede l'impiego di prodotti fitosanitari.

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.

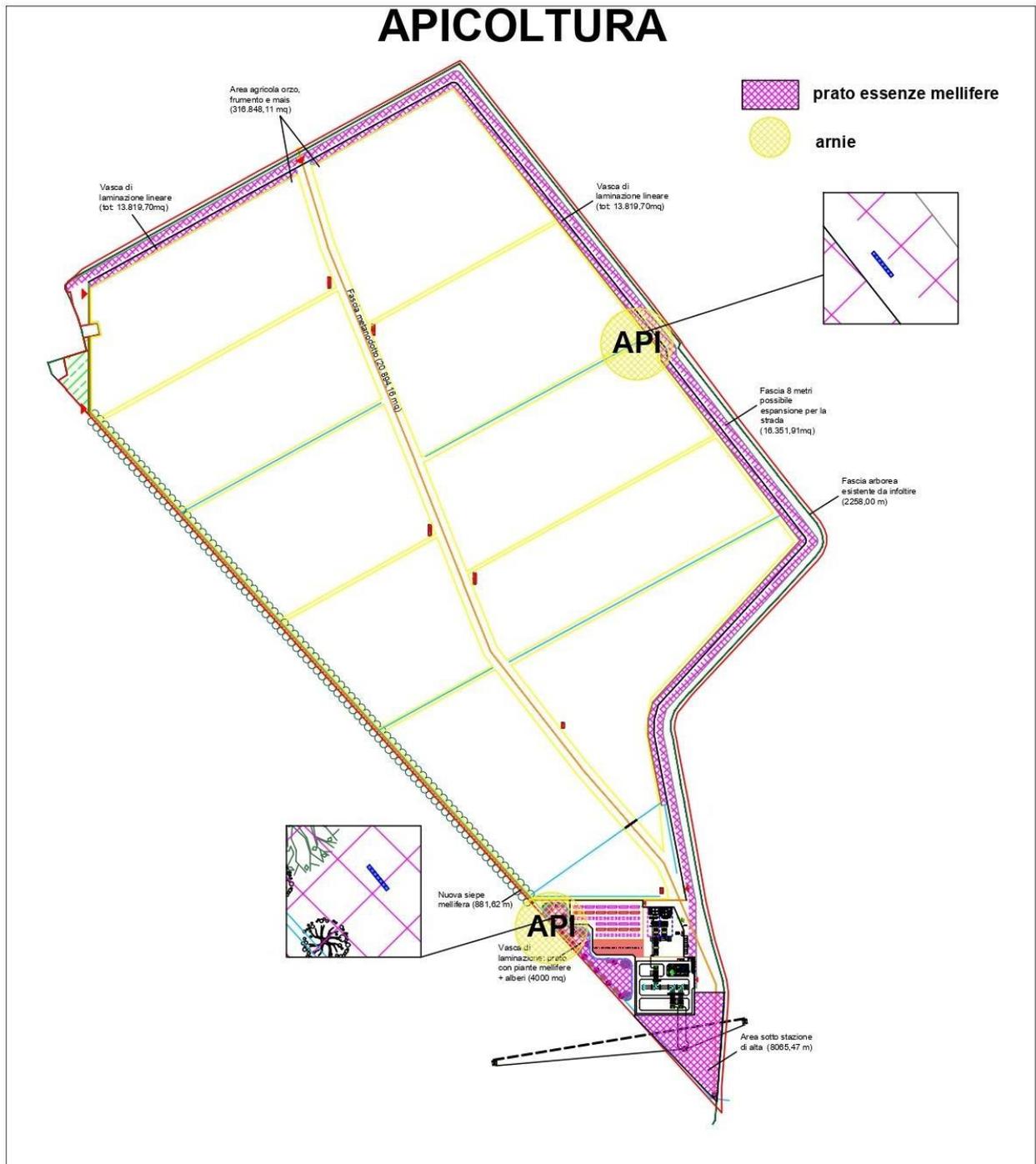




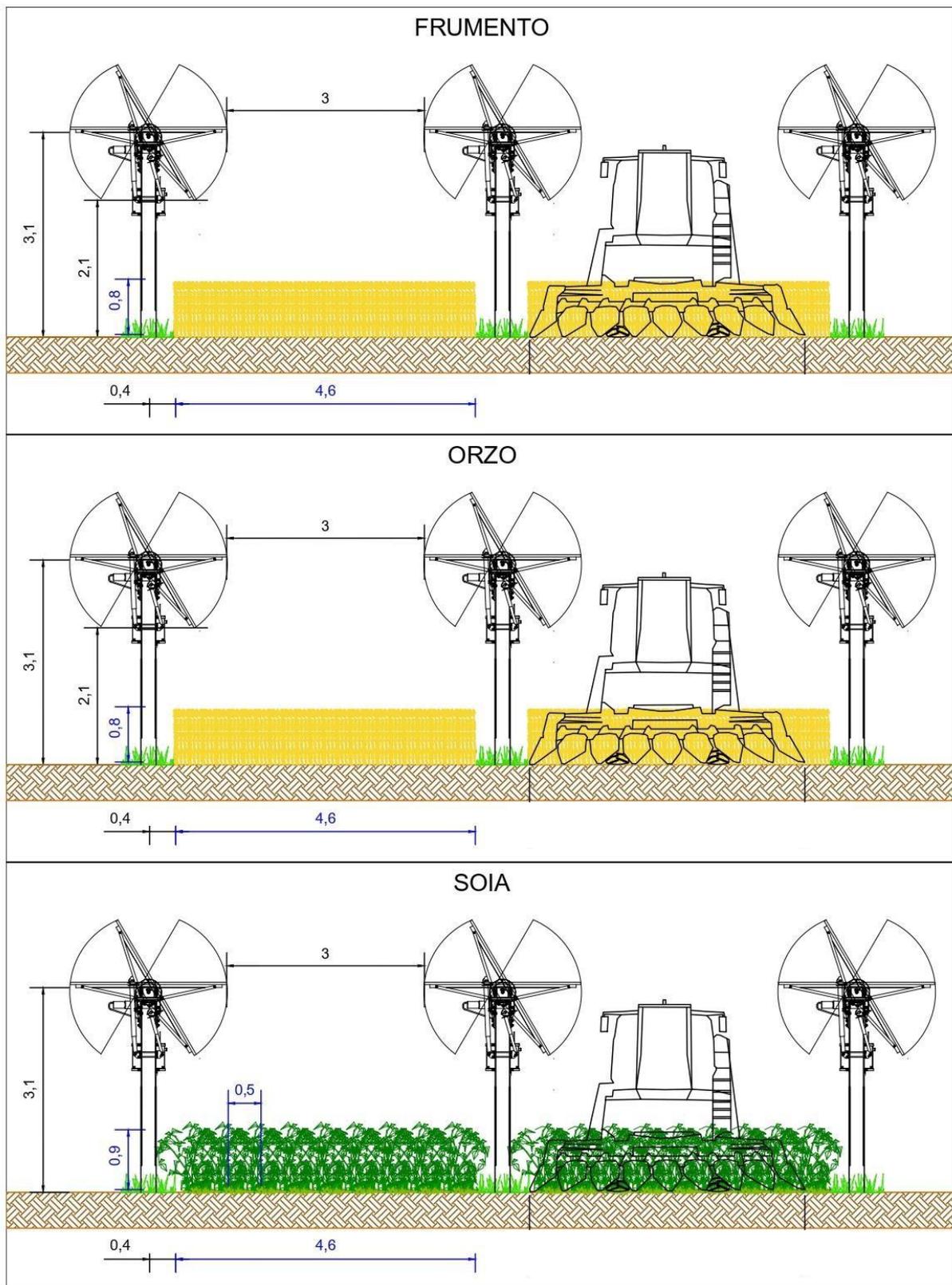
**Figura 4.** Rappresentazione degli impianti delle colture di frumento duro, orzo da malto e soia



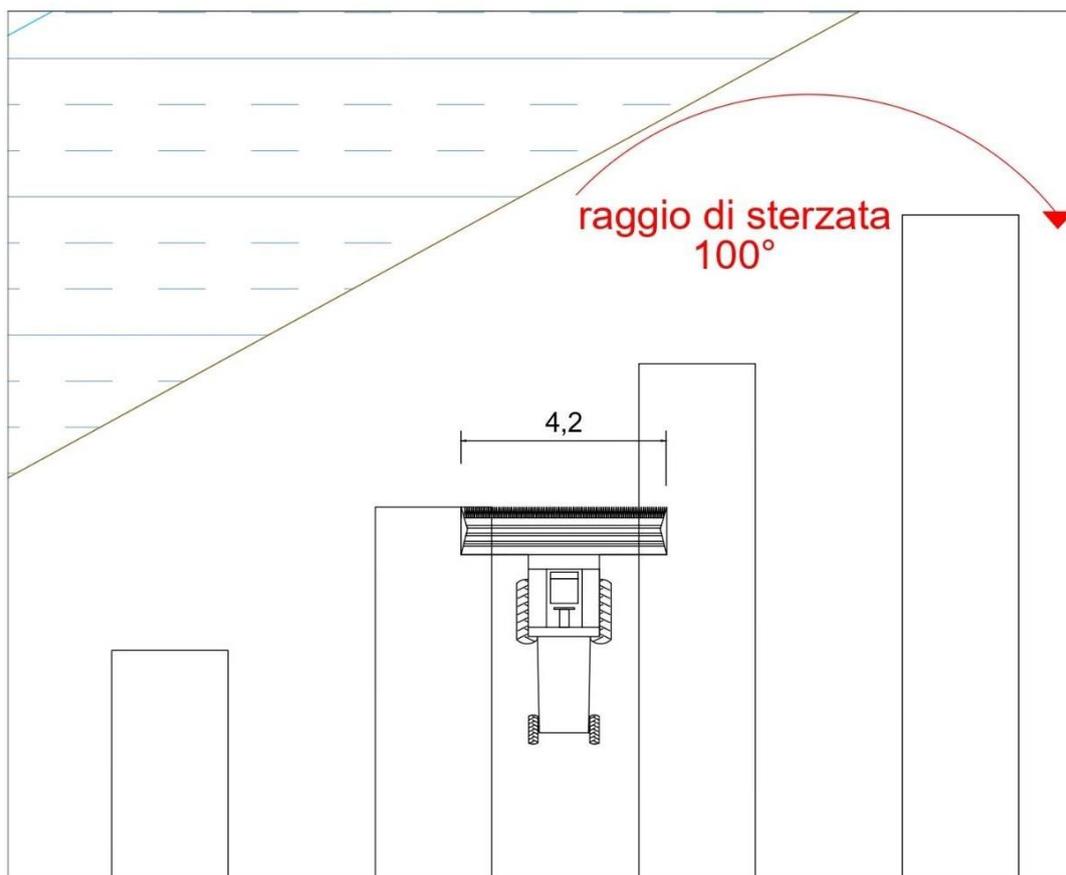
Figura 5. Rappresentazione dell'impianto al primo e secondo anno



**Figura 6.** Rappresentazione ubicazione arnie



**Figura 7.** Rappresentazione del prospetto frontale delle colture di frumento, orzo, soia



**Figura 8.** Rappresentazione del raggio di sterzata del macchinario per la trebbiatura

## 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. 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.

## 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
- Valutazione delle morti di api tramite monitoraggio 4.0

### 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.
- Monitoraggio e salvaguardia delle api.

## 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 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 tre appezzamenti distinti per posizione e superficie, si andrà a riportare di seguito l'alternanza delle tre colture annuali nei diversi appezzamenti.

1°ANNO		2°ANNO		3°ANNO		4°ANNO		5°ANNO		6°ANNO	
SUP. HA	COLTURA										
9,42	FRUMENTO	23,06	SOIA	9,42	FRUMENTO	23,06	SOIA	9,42	FRUMENTO	23,06	SOIA
13,64	ORZO	13,80	FRUMENTO	13,64	ORZO	13,80	FRUMENTO	13,64	ORZO	13,80	FRUMENTO
22,26	SOIA	8,46	ORZO	22,26	SOIA	8,46	ORZO	22,26	SOIA	8,46	ORZO

Di seguito si riportano i costi e i ricavi su base annua del *Triticum durum*.

FRUMENTO	COSTI					
	OPERAZIONE	€/ha	1° ANNO		2° ANNO	
			Sup.NETTA (ha)	€/TOT	Sup.NETTA (ha)	€/TOT
CONCIMAZIONE D FONDO	200,00 €	9,42	1.884,27 €	13,80	2.759,66 €	
ARATURA	210,00 €	9,42	1.978,48 €	13,80	2.897,65 €	
ERPICATURA X 2	120,00 €	9,42	1.130,56 €	13,80	1.655,80 €	
ACQUISTO SEME	180,00 €	9,42	1.695,84 €	13,80	2.483,70 €	
SEMINA	120,00 €	9,42	1.130,56 €	13,80	1.655,80 €	
TRATTAMENTI	80,00 €	9,42	753,71 €	13,80	1.103,86 €	
RACCOLTA (trebbiatura)	150,00 €	9,42	1.413,20 €	13,80	2.069,75 €	
<b>TOTALE</b>			<b>9.987 €</b>		<b>14.626 €</b>	

FRUMENTO		RICAVI		
		1° ANNO		
PRODOTTO	Sup.NETTA (ha)	q TOT	€/q	€/TOT
GRANELLA	9,42	471	32,00 €	15.074,17 €
	2° ANNO			
	Sup.NETTA (ha)	q TOT	€/q	€/TOT
	13,80	690	32,00 €	22.077,30 €



Di seguito si riportano i costi e i ricavi su base annuale del *Glycine max*.

SOIA	COSTI				
		1° ANNO		2° ANNO	
OPERAZIONE	€/ha	Sup.NETTA (ha)	€/TOT	Sup.NETTA (ha)	€/TOT
CONCIMAZIONE D FONDO	200,00 €	22,26	4.452,18 €	23,06	4.612,87 €
ARATURA	210,00 €	22,26	4.674,79 €	23,06	4.843,51 €
ERPICATURA X 2	120,00 €	22,26	2.671,31 €	23,06	2.767,72 €
ACQUISTO SEME	90,00 €	22,26	2.003,48 €	23,06	2.075,79 €
SEMINA	210,00 €	22,26	4.674,79 €	23,06	4.843,51 €
DISERBO MECC	180,00 €	22,26	4.006,97 €	23,06	4.151,58 €
RACCOLTA (trebbiatura)	150,00 €	22,26	3.339,14 €	23,06	3.459,65 €
<b>TOTALE</b>			<b>25.823 €</b>		<b>26.755 €</b>

SOIA		RICAVI		
		1° ANNO		
PRODOTTO	Sup.NETTA (ha)	q TOT	€/q	€/TOT
GRANELLA	22,26	779	42,00 €	32.723,56 €
		2° ANNO		
	Sup.NETTA (ha)	q TOT	€/q	€/TOT
	23,06	807	42,00 €	33.904,59 €

BUSINESS PLAN-SOIA			
ANNO	COSTI	PLV	RICAVI NETTI
1°	25.823 €	32.724 €	<b>6.901 €</b>
2°	26.755 €	33.905 €	<b>7.150 €</b>

Di seguito si riportano i costi su base annuale del Prato mellifero.

PRATO MELLIFERO	COSTI		
			1° ANNO
OPERAZIONE	€/ha	Sup.NETTA (ha)	€/TOT
ERPICATURA X 2	120,00 €	4,40	528,00 €
ACQUISTO SEME	200,00 €	4,40	880,00 €
SEMINA	120,00 €	4,40	528,00 €
<b>TOTALE</b>			<b>1.936 €</b>

I costi del Prato mellifero verranno sostenuti ogni 4 anni.

Di seguito si riportano i costi e i ricavi relativi all'apicoltura.

API	COSTI				
	1° ANNO	2° ANNO	3° ANNO	4° ANNO	5° ANNO
<b>OPERAZIONE</b>	<b>€</b>	<b>€</b>	<b>€</b>	<b>€</b>	<b>€</b>
ARNIE+ATTREZZATURA	1.680,00 €	-	-	-	-
SENSORI	420,00 €	-	-	-	-
FAMIGLIE API	1.120,00 €	-	-	-	-
CURE	210,00 €	210,00	210,00 €	210,00	210,00 €
PRODUZIONE MIELE	700,00 €	700,00	700,00 €	700,00	700,00 €
<b>TOTALE</b>	<b>4130 €</b>	<b>910 €</b>	<b>910 €</b>	<b>910 €</b>	<b>910 €</b>

API	RICAVI			
		1° ANNO		
PRODOTTO	N.ARNIE	kg MIELE	€/kg	€ TOT
MIELE	14	280 €	6 €	1.680 €
		2° ANNO		
		kg MIELE	€/kg	€ TOT
		280 €	6 €	1.680 €
		3° ANNO		
		kg MIELE	€/kg	€ TOT
		280 €	6 €	1.680 €
		4° ANNO		
		kg MIELE	€/kg	€ TOT
		280 €	6 €	1.680 €
		5° ANNO		
		kg MIELE	€/kg	€ TOT
		280 €	6 €	1.680 €

BUSINESS PLAN-API			
ANNO	COSTI	PLV	RICAVI NETTI
1°	4.130 €	1.680 €	-2.450 €
2°	910 €	1.680 €	770 €
3°	910 €	1.680 €	770 €
4°	910 €	1.680 €	770 €
5°	910 €	1.680 €	770 €
<b>TOTALE</b>			<b>630 €</b>

Di seguito si riportano i dati relativi ai costi, ricavi e ricavi netti ripartiti per la durata utile dell'impianto (30 anni).

Considerando una durata utile dell'impianto di 30 anni, complessivamente si avrà un beneficio netto totale di **656.917,00 €**. 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						ZOOTECNIA	Δ TOTALE
		SOIA	FRUMENTO	ORZO	PRATO API	MIELE + ATTREZZATURE		
1°	COSTI	25.823 €	9.987 €	14.052 €	1.936 €		4.130 €	55.928 €
	PLV	32.724 €	15.074 €	20.055 €	-		1.680 €	69.533 €
	RICAVI NETTI	6.901 €	5.087 €	6.003 €			-2.450 €	13.605 €
2°	COSTI	26.755 €	14.626 €	8.716 €			910 €	51.007 €
	PLV	33.905 €	22.077 €	20.055 €			1.680 €	77.717 €
	RICAVI NETTI	7.150 €	7.451 €	11.339 €			770 €	26.710 €
3°	COSTI	25.823 €	9.987 €	14.052 €			910 €	50.772 €
	PLV	32.724 €	15.074 €	20.055 €	-		1.680 €	69.533 €
	RICAVI NETTI	6.901 €	5.087 €	6.003 €			770 €	18.761 €
4°	COSTI	26.755 €	14.626 €	8.716 €			910 €	51.007 €
	PLV	33.905 €	22.077 €	20.055 €			1.680 €	77.717 €
	RICAVI NETTI	7.150 €	7.451 €	11.339 €			770 €	26.710 €
5°	COSTI	25.823 €	9.987 €	14.052 €	1.936 €		910 €	52.708 €
	PLV	32.724 €	15.074 €	20.055 €	-		1.680 €	69.533 €
	RICAVI NETTI	6.901 €	5.087 €	6.003 €			770 €	16.825 €
6°	COSTI	26.755 €	14.626 €	8.716 €			910 €	51.007 €
	PLV	33.905 €	22.077 €	20.055 €			1.680 €	77.717 €
	RICAVI NETTI	7.150 €	7.451 €	11.339 €			770 €	26.710 €
7°	COSTI	25.823 €	9.987 €	14.052 €			910 €	50.772 €
	PLV	32.724 €	15.074 €	20.055 €	-		1.680 €	69.533 €
	RICAVI NETTI	6.901 €	5.087 €	6.003 €			770 €	18.761 €
8°	COSTI	26.755 €	14.626 €	8.716 €			910 €	51.007 €
	PLV	33.905 €	22.077 €	20.055 €			1.680 €	77.717 €
	RICAVI NETTI	7.150 €	7.451 €	11.339 €			770 €	26.710 €
9°	COSTI	25.823 €	9.987 €	14.052 €	1.936 €		910 €	52.708 €
	PLV	32.724 €	15.074 €	20.055 €	-		1.680 €	69.533 €
	RICAVI NETTI	6.901 €	5.087 €	6.003 €			770 €	16.825 €
10°	COSTI	26.755 €	14.626 €	8.716 €			910 €	51.007 €
	PLV	33.905 €	22.077 €	20.055 €			1.680 €	77.717 €
	RICAVI NETTI	7.150 €	7.451 €	11.339 €			770 €	26.710 €
11°	COSTI	25.823 €	9.987 €	14.052 €			4.130 €	53.992 €
	PLV	32.724 €	15.074 €	20.055 €	-		1.680 €	69.533 €
	RICAVI NETTI	6.901 €	5.087 €	6.003 €			-2.450 €	15.541 €
12°	COSTI	26.755 €	14.626 €	8.716 €			910 €	51.007 €
	PLV	33.905 €	22.077 €	20.055 €			1.680 €	77.717 €
	RICAVI NETTI	7.150 €	7.451 €	11.339 €			770 €	26.710 €
13°	COSTI	25.823 €	9.987 €	14.052 €	1.936 €		910 €	52.708 €
	PLV	32.724 €	15.074 €	20.055 €	-		1.680 €	69.533 €
	RICAVI NETTI	6.901 €	5.087 €	6.003 €			770 €	16.825 €
14°	COSTI	26.755 €	14.626 €	8.716 €			910 €	51.007 €
	PLV	33.905 €	22.077 €	20.055 €			1.680 €	77.717 €
	RICAVI NETTI	7.150 €	7.451 €	11.339 €			770 €	26.710 €
15°	COSTI	25.823 €	9.987 €	14.052 €			910 €	50.772 €
	PLV	32.724 €	15.074 €	20.055 €	-		1.680 €	69.533 €
	RICAVI NETTI	6.901 €	5.087 €	6.003 €			770 €	18.761 €
16°	COSTI	26.755 €	14.626 €	8.716 €			910 €	51.007 €
	PLV	33.905 €	22.077 €	20.055 €			1.680 €	77.717 €
	RICAVI NETTI	7.150 €	7.451 €	11.339 €			770 €	26.710 €
17°	COSTI	25.823 €	9.987 €	14.052 €	1.936 €		910 €	52.708 €
	PLV	32.724 €	15.074 €	20.055 €	-		1.680 €	69.533 €
	RICAVI NETTI	6.901 €	5.087 €	6.003 €			770 €	16.825 €
18°	COSTI	26.755 €	14.626 €	8.716 €			910 €	51.007 €
	PLV	33.905 €	22.077 €	20.055 €			1.680 €	77.717 €
	RICAVI NETTI	7.150 €	7.451 €	11.339 €			770 €	26.710 €

ANNO	BP						ZOOTECNIA	Δ TOTALE
		SOIA	FRUMENTO	ORZO	PRATO API	MIELE + ATTREZZATURE		
19°	COSTI	25.823 €	9.987 €	14.052 €			910 €	50.772 €
	PLV	32.724 €	15.074 €	20.055 €	-		1.680 €	69.533 €
	RICAVI NETTI	6.901 €	5.087 €	6.003 €			770 €	18.761 €
20°	COSTI	26.755 €	14.626 €	8.716 €			910 €	51.007 €
	PLV	33.905 €	22.077 €	20.055 €			1.680 €	77.717 €
	RICAVI NETTI	7.150 €	7.451 €	11.339 €			770 €	26.710 €
21°	COSTI	25.823 €	9.987 €	14.052 €	1.936 €		4.130 €	55.928 €
	PLV	32.724 €	15.074 €	20.055 €	-		1.680 €	69.533 €
	RICAVI NETTI	6.901 €	5.087 €	6.003 €			-2.450 €	13.605 €
22°	COSTI	26.755 €	14.626 €	8.716 €			910 €	51.007 €
	PLV	33.905 €	22.077 €	20.055 €			1.680 €	77.717 €
	RICAVI NETTI	7.150 €	7.451 €	11.339 €			770 €	26.710 €
23°	COSTI	25.823 €	9.987 €	14.052 €			910 €	50.772 €
	PLV	32.724 €	15.074 €	20.055 €	-		1.680 €	69.533 €
	RICAVI NETTI	6.901 €	5.087 €	6.003 €			770 €	18.761 €
24°	COSTI	26.755 €	14.626 €	8.716 €			910 €	51.007 €
	PLV	33.905 €	22.077 €	20.055 €			1.680 €	77.717 €
	RICAVI NETTI	7.150 €	7.451 €	11.339 €			770 €	26.710 €
25°	COSTI	25.823 €	9.987 €	14.052 €	1.936 €		910 €	52.708 €
	PLV	32.724 €	15.074 €	20.055 €	-		1.680 €	69.533 €
	RICAVI NETTI	6.901 €	5.087 €	6.003 €			770 €	16.825 €
26°	COSTI	26.755 €	14.626 €	8.716 €			910 €	51.007 €
	PLV	33.905 €	22.077 €	20.055 €			1.680 €	77.717 €
	RICAVI NETTI	7.150 €	7.451 €	11.339 €			770 €	26.710 €
27°	COSTI	25.823 €	9.987 €	14.052 €			910 €	50.772 €
	PLV	32.724 €	15.074 €	20.055 €	-		1.680 €	69.533 €
	RICAVI NETTI	6.901 €	5.087 €	6.003 €			770 €	18.761 €
28°	COSTI	26.755 €	14.626 €	8.716 €			910 €	51.007 €
	PLV	33.905 €	22.077 €	20.055 €			1.680 €	77.717 €
	RICAVI NETTI	7.150 €	7.451 €	11.339 €			770 €	26.710 €
29°	COSTI	25.823 €	9.987 €	14.052 €	1.936 €		910 €	52.708 €
	PLV	32.724 €	15.074 €	20.055 €	-		1.680 €	69.533 €
	RICAVI NETTI	6.901 €	5.087 €	6.003 €			770 €	16.825 €
30°	COSTI	26.755 €	14.626 €	8.716 €			910 €	51.007 €
	PLV	33.905 €	22.077 €	20.055 €			1.680 €	77.717 €
	RICAVI NETTI	7.150 €	7.451 €	11.339 €			770 €	26.710 €

RICAVI NETTI 1°- 30° = 656.917 €  
RICAVI NETTI €/anno= 21.897 €

## 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:

- **10,9 % Superficie non Coltivata Pannelli**

- **77 % Superficie Coltivata Totale**

- 70,2 % Superficie Coltivata APV

- 16,5 % Sup.non 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'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.

-Incremento delle produzioni grazie all'azione pronuba delle api. Molte specie agrarie hanno un tipo di impollinazione entomofila.

-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. Inoltre, il territorio vede già la coesistenza di altri impianti fotovoltaici con i quali quello del progetto si pone in relazione, tale da inserirsi in un polo energetico consolidato ormai da anni.

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 agrolvoltaico 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.

- Prato mellifero avvicendato

L'area coltivata a prato mellifero non permanente, date le specie selezionate e le non lavorazioni previste (ogni 5 anni), porteranno ad un incremento della fertilità del suolo e ad una mitigazione degli impatti ambientali agricoli. I vantaggi includono: i) incremento della sostanza organica; ii) miglioramento della biodiversità ambientale e microbiologica; iii) apporto di elementi nutritivi; iv) contenimento dell'erosione e di lisciviazione di elementi nutritivi e fitofarmaci; v) miglioramento della struttura del suolo grazie alla maggiore stabilità degli aggregati e al migliore equilibrio tra macro- e micro-porosità del suolo.

- 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.

- Apicoltura

La presenza di api incrementa la percentuale di impollinazione delle colture circostanti, accrescendo quindi la futura produzione.

- 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
<b>Triticum durum</b> FRUMENTO DURO	Lavorazione primaria/secondaria 		Semina/Concimazione 		Crescita vegetativa della pianta 			Concimazione 		Crescita 	Raccolta 		Lavorazione 	
<b>Hordeum vulgare distichon</b> ORZO DA MALTO	Lavorazione primaria/secondaria 		Concimazione 					Semina 	Crescita 		Raccolta 		Lavorazione 	
<b>Glycine max</b> SOIA	Lavorazione primaria/secondaria 							Concimazione/ Semina 		Crescita vegetativa/Irrigazione 			Raccolta 	
<b>PRATO MELLIFERO</b>	Lavorazione primaria/secondaria 		Semina 					Crescita/Fioritura 						

SECONDO ANNO														
	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE
<b>Glycine max</b> SOIA	Lavorazione primaria/secondaria 							Concimazione/ Semina 		Crescita vegetativa/Irrigazione 			Raccolta 	
<b>Triticum durum</b> FRUMENTO DURO	Lavorazione primaria/secondaria 		Semina/Concimazione 		Crescita vegetativa della pianta 			Concimazione 		Crescita 	Raccolta 		Lavorazione 	
<b>Hordeum vulgare distichon</b> ORZO DA MALTO	Lavorazione primaria/secondaria 		Concimazione 					Semina 	Crescita 		Raccolta 		Lavorazione 	
<b>PRATO MELLIFERO</b>								Crescita/Fioritura 						

ANNO APISTICO + FIORITURE												
	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE
<b>Triticum durum</b>												
<b>Hordeum vulgare distichon</b>												
<b>Glycine max</b>												
<b>Achillea millefolium</b>												
<b>Calendula officinalis</b>												
<b>Taraxacum officinale</b>												
<b>Trifolium subterraneum</b>												
<b>Robinia pseudoacacia</b>												
<b>Apis mellifera</b>	Nutrimento/Preparazione attrezzature apistiche per l'anno successivo 		Controllo delle arnie 		Raccolta miele/Smielatura 		Raccolta miele/Smielatura/Trattamento anti-varroa 		Controllo delle arnie 		Trattamento anti-varroa/Nutrimento/Preparazione attrezzature apistiche per l'anno successivo 	

## 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 agricola  $S_{agri} = 49,72$  ha

Superficie del sistema agrivoltaico ( $S_{tot}$ ) = 64,52 ha

$$S_{agri} / S_{tot} = 49.72 / 64.52 = 0,77 \geq 0,70$$

Il requisito A.1. risulta VERIFICATO.

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

Il progetto prevede l'installazione di 66.222 moduli di dimensioni 2,975 mq, montati su strutture ad inseguimento. Risulta una Superficie totale di ingombro dell'impianto agrivoltaico ( $S_{pv}$ ) = 19,70 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:

$$LAOR = 19,70 \text{ ha} / 66,23 \text{ ha} = 30\% < 40\%$$

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:** Esistenza 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 ANTE IMPIANTO				
anno	coltura	sup. (ha)	€/ha RICA	€/anno TOT
2020	frumento t.	11,94	1.458 €	17.415 €
	mais	29,82	2.099 €	62.583 €
	orzo	20,59	1.254 €	25.814 €
	soia	4,70	1.089 €	5.120 €
2021	mais	29,02	2.099 €	60.913 €
	frumento d.	32,01	2.016 €	64.541 €
2022	orzo	11,94	1.254 €	14.973 €
	soia	32,08	1.089 €	34.939 €
	frumento d.	19,5254	2016	39.363 €
<b>Media €/ha/anno</b>				<b>1.705 €</b>

valori RICA 2017\_Veneto

VALORI INDIRIZZO PRODUTTIVO POST IMPIANTO				
anno	coltura	sup. (ha)	€/ha RICA	€/anno TOT
1° APV	frumento d.	9,42	2.016 €	18.993 €
	orzo	13,64	1.254 €	17.108 €
	soia	22,26	1.089 €	24.242 €
	capezzagne	3,47	1.453 €	5.044 €
	allevamento	sup. (ha)	€/arnia RICA	€/anno TOT
	api	4,40	180 €	2.520 €
<b>Media €/ha/anno</b>				<b>1.277 €</b>

valori RICA 2017\_Veneto

Il valore economico dell'indirizzo produttivo è stato calcolato in base ai valori RICA della regione Veneto del 2017. Il modello di coltivazione attuale prevede l'avvicendamento tra: leguminose e graminacee da granella. Il nuovo ordinamento colturale prevede il mantenimento delle precedenti specie erbacee, fatta eccezione per il mais (elevata altezza). Inoltre parte della superficie verrà destinata alla coltivazione di prato mellifero per la produzione di miele, infatti è previsto il

posizionamento di 14 arnie. Come si evince dalla tabella la riduzione della SAU e l'introduzione dell'apicoltura comportano una leggera diminuzione della produzione standard nel post-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](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#PVP) .

Dai calcoli eseguiti risulta:

- Producibilità elettrica annua Impianto Standard [kWh/kWp/anno]: 87.551
- Producibilità elettrica annua Impianto Agrivoltaico [kWh/kWp/anno]: 77.175
- Superficie utile (effettivamente utilizzabile per l'alloggiamento di un impianto fotovoltaico, al netto quindi di possibili restrizioni): 64,52 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] = 1,344

$FV\ standard$  [GWh/ha/anno] = 1,524

**$FV\ agri / FV\ standard = 0,88 > 0,60$**

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 su strutture mobili superiore ai 2,10 m 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 frumento, orzo e soia, colture che richiedono un limitato apporto idrico data la pluviometria media dell'areale di coltivazione, fatta eccezione per la soia. L'apporto idrico artificiale verrà garantito durante il periodo di massimo deficit idrico (estivo) mediante un sistema di irrigazione a goccia, il cui approvvigionamento verrà garantito dalla presenza di corpi idrici aziendali. Per l'ottimizzazione degli interventi irrigui si farà ricorso allo studio e modellizzazione dei data set, provenienti dall'installazioni di una centralina meteo provvista di sensoristica utile al monitoraggio di importanti parametri, come: evapotraspirazione, piovosità, temperatura, umidità e temperatura de terreno.

Al fine di monitorare l'uso della risorsa idrica e quindi 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 cumulato 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: N-C-S.O.-pH-C.S.C-tessitura-C/N-P-K.

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

Il monitoraggio del microclima verrà eseguito mediante l'installazione di apposita sensoristica: sensori PT100 (T°), 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,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.