

AgroPhotoVoltaico Multi-uso e aspetti di mitigazione

IDENTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI SPERIMENTALI IN FUNZIONE DEL DESIGN

Comune di Serracapriola (FG)

Indice

1. Introduzione	1
2. Il contesto normativo	3
2.1. Il procedimento autorizzativo	6
2.2. Requisiti nuove linee guida.....	7
2.3. Contesto normativo apistico	8
3. SoW-Scope of Work.....	9
4. Descrizione del sito.....	10
4.1. <i>Layout</i> dell'impianto.....	10
4.2. Effetti microclimatici dell'impianto APV.....	12
4.3. Caratterizzazione del suolo	13
4.4. Aspetti climatici	13
5. Soluzioni.....	14
5.1. Rotazioni	15
5.2. Land Equivalent Ratio (LER).....	17
6. Soluzioni agro-zootecniche.....	20
7. Sperimentazione.....	22
7.1. Progettazione delle soluzioni e sperimentazioni.....	22
7.2. Progettazione delle soluzioni irrigue	26
8. <i>Design</i> sperimentale	27
8.1. Descrizione della sperimentazione per parcelle.....	27
8.2. Gestione delle attività e manutenzione	34
9. Monitoraggio della sperimentazione	35
9.1. In situ	35
9.2. Risultati attesi.....	35
10. Computo metrico.....	36
10.1. Analisi di costi e ricavi dell'attività agro-zootecnica.....	36
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: l'impianto rientra nella definizione di "agrivoltaico"	48
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.....	49
13.3. REQUISITO D: Sistemi di monitoraggio.....	51
14. Conclusioni	53

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 CO₂;
- lo sviluppo di tecnologie innovative per la sostenibilità.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Recentemente l'Unione si è attivata, altresì, per prevedere una nuova strategia 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 è necessario per definire un impianto fotovoltaico realizzato in area agricola come "agrivoltaico". Per tali impianti dovrebbe inoltre essere previsto il rispetto del requisito D.2.

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

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'econosistema 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".

3. SoW-Scope of Work

Scopo principale del presente *Report* è definire soluzioni agro-zootecniche da integrare con l'impianto solare per il sito ubicato nel Comune di Serracapriola (FG). 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.

4. Descrizione del sito

L'area oggetto della presente relazione è censita al N.C.T del Comune di Serracapriola (FG); più precisamente interessa le Particelle 7, 15, e 12 del Foglio 12, per una superficie complessiva di circa 89 ha (Figura 1). Le coordinate geografiche sono: Latitudine: 41°50'43.34" N, Longitudine: 15°13'23.67" E. L'altimetria è di circa 50 m s.l.m.. L'area di interesse confina a Nord con la Strada Provinciale 41b (SP41b) e si trova a Est di Chieuti, ad una distanza di circa 4.300 m in linea d'aria.



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

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 11 m di cui 10 m utili (Figura 3). I pannelli presentano un'altezza da terra di 3,50 m -punto di innesto del pannello sul palo di sostegno- e una larghezza di 5,32 m (Figura 3).

L'area d'interesse per la realizzazione dell'impianto agrovoltaico ad inseguimento mono-assiale, presenta un'estensione complessiva di circa 89 ha di cui circa 63 ha in cui insiste il campo agrofotovoltaico, la cui potenza nominale massima sarà pari a **46.632 MWp**.

La superficie risulta essere così ripartita:

- Superficie Totale Impianto APV **63.92.35 ha**
- Superficie Coltivata APV: **47.28.27 ha**, nel computo della superficie coltivata è stata inclusa anche la superficie dedicata all'apicoltura
- Superficie non Coltivata Pannelli APV: **04.72.83 ha**
- Superficie a Verde e tare Interne APV: **11.91.96 ha**

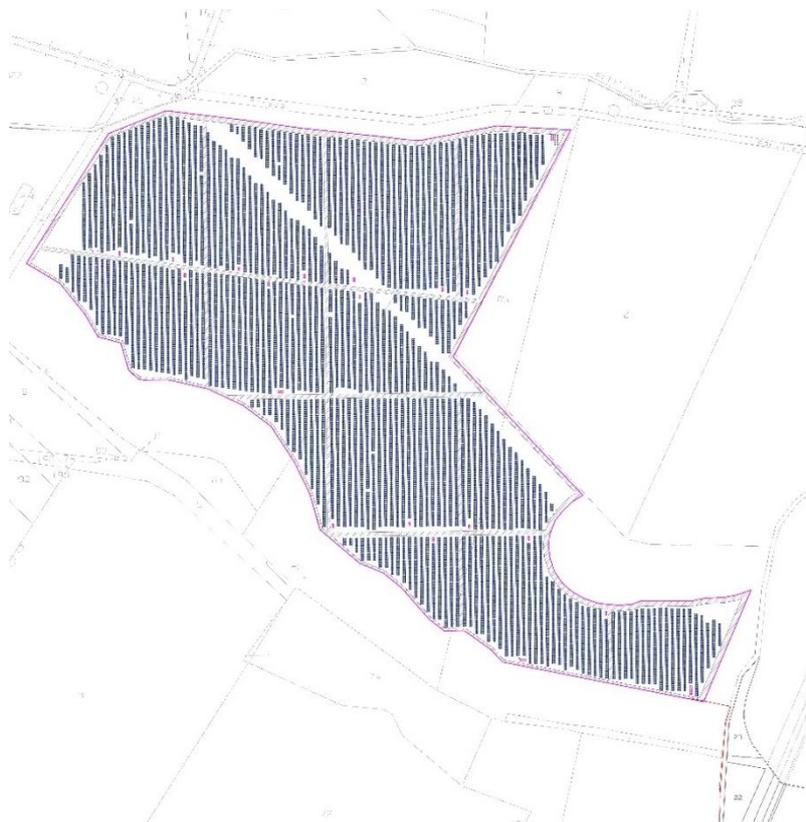


Figura 2. Visualizzazione generale dell'area

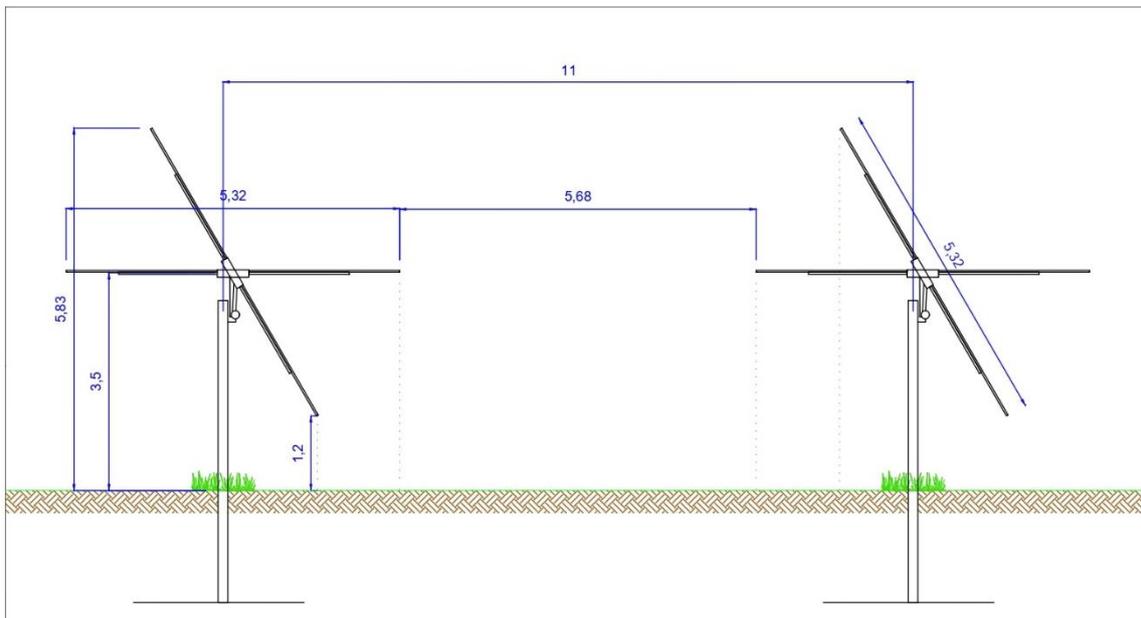


Figura 3. Caratteristiche del pannello

4.2. Effetti microclimatici dell'impianto APV

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

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

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

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

In funzione delle esigenze termiche, le piante vengono raggruppate in microterme, aventi modeste esigenze termiche, e macroterme che necessitano di temperature mediamente più

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

- L'evapotraspirazione definisce la quantità d'acqua che effettivamente evapora dalla superficie del terreno e traspira attraverso gli apparati fogliari delle piante, in determinate condizioni di temperatura. La condizione di ombreggiamento, intervenendo sulla radiazione solare, sulla temperatura dell'aria e infine, sulla temperatura del suolo, tende a ridurre la traspirazione fogliare e, in maggior misura, l'evapotraspirazione del terreno, determinando un aumento dell'efficienza d'uso delle riserve idriche del suolo con conseguente riduzione degli apporti idrici necessari.

4.3. Caratterizzazione del suolo

L'area interessata dall'intervento si estende nel territorio compreso tra il Sub-Appennino Dauno ed il Promontorio del Gargano, situato nell'alto Tavoliere della Provincia di Foggia. Nel territorio affiorano terreni di età Pliocenica e Pleistocenica, caratterizzati da argille marnose e siltose-sabbiose, sabbie più o meno cementate e ghiaie e glomerati di facies marina. Nel dettaglio, i terreni dell'area di interesse sono argillo-calcarei, mediamente profondi, non soggetti ai ristagni idrici, di reazione neutra e con presenza di scheletro in superficie, ricco di elementi minerali.

4.4. Aspetti climatici

Esistono diversi dati climatici per comprendere il sito in cui verranno implementate le colture. Questi dati influenzano la scelta finale della coltura. La temperatura e la piovosità sono i fattori principali da tenere a mente. Per avere una visione ampia del territorio in Tabella 1 sono riportate le medie annue delle precipitazioni e temperature degli ultimi 30 anni raccolte dalla stazione meteo Foggia-

Amendola, 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 giornaliera o stagionali. L'area in esame rientra nella fascia climatica mediterranea, con inverni miti e piovosi ed estati caldi e secche, con precipitazioni concentrate nel periodo autunno-vernino. Il mese più freddo -gennaio- registra una temperatura media di circa 9 °C, mentre la media delle massime, in luglio, è di 32 °C. Inoltre, il sito è caratterizzato da precipitazioni mal distribuite, che si concentrano in pochi giorni annui, sotto forma di forti rovesci temporaleschi.

Mese	T min	T max	Precip.	Umidità	Vento	Eliofania
Gennaio	3 °C	12 °C	42 mm	80 %	n/d	4 ore
Febbraio	3 °C	13 °C	41 mm	77 %	n/d	5 ore
Marzo	5 °C	15 °C	43 mm	74 %	n/d	5 ore
Aprile	7 °C	19 °C	36 mm	71 %	n/d	7 ore
Maggio	11 °C	24 °C	37 mm	69 %	n/d	8 ore
Giugno	15 °C	28 °C	36 mm	65 %	n/d	9 ore
Luglio	18 °C	32 °C	26 mm	61 %	n/d	11 ore
Agosto	18 °C	31 °C	27 mm	64 %	n/d	10 ore
Settembre	15 °C	28 °C	46 mm	68 %	n/d	8 ore
Ottobre	11 °C	22 °C	53 mm	74 %	n/d	6 ore
Novembre	7 °C	17 °C	53 mm	79 %	n/d	5 ore

Tabella 1. Dati termo-pluviometrici medi annui riferiti agli ultimi 30 anni. Stazione meteo di Foggia-Amendola

5. Soluzioni

La scelta delle specie da utilizzare per l'agrovoltaico nel sito ubicato, nel Comune di Serracapriola (FG), 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 90-110 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 trifoglio, farro, camomilla e rosmarino.

In particolare, la scelta del farro (*Triticum dicoccum*) pur non essendo specie principalmente indirizzata all'allevamento apistico, è consequenziale alla tradizione agricola della provincia di Foggia.

Attualmente in azienda vengono coltivati: pomodoro da industria, frumento duro e pisello da industria.

Le quattro 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 tre colture annuali poste in avvicendamento (I Ciclo) ed un secondo (II Ciclo) costituito dalla rotazione delle colture annuali con la coltura pluriennale.

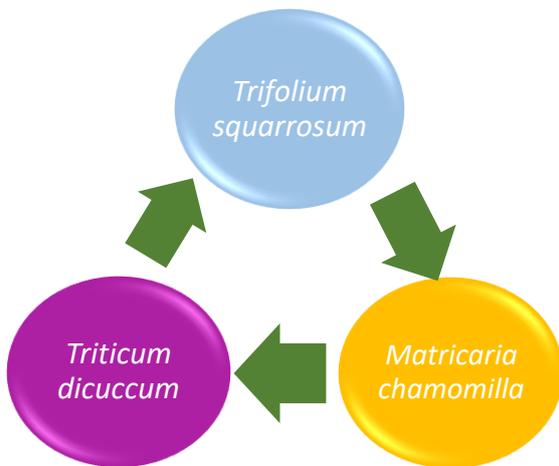
- **I Ciclo: 7 anni con *Trifolium squarrosum*, *Triticum dicoccum* e *Matricaria chamomilla***

Le varie essenze roteranno tra loro per 7 anni. Tutte queste colture hanno durata annuale e vengono utilizzate per fini alimentari, zootecnici, apistici ed ambientali. In particolare la coltivazione di farro sarà destinata alla produzione di granella, la camomilla sarà finalizzata alla produzione di capolini, interessanti dal punto di vista alimentare e farmacologico, ed, infine, la coltura di trifoglio, oltre ad essere importante dal punto apistico, potrà produrre ottimo foraggio e semente, oltre a migliorare la fertilità del suolo grazie alla sua simbiosi radicale con batteri azotofissatori.

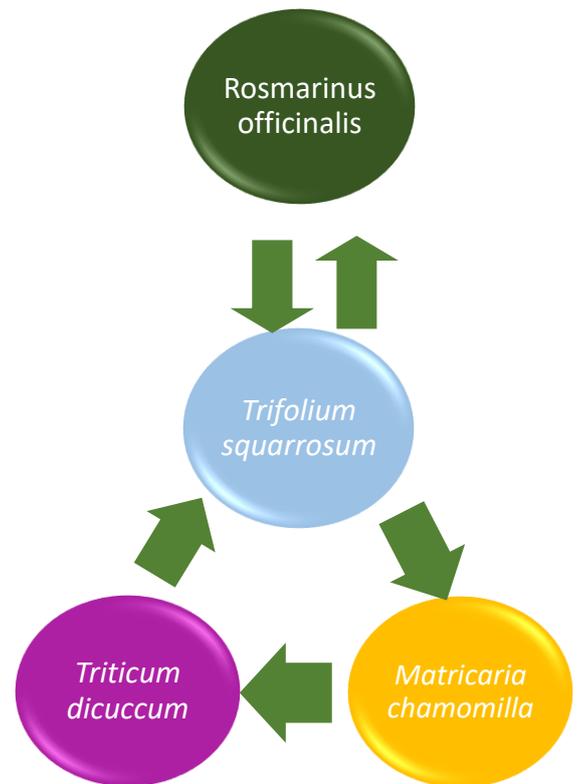
II Ciclo: 7 anni con *Rosmarinus officinalis* e 7 anni con *Trifolium squarrosum* + *Triticum dicoccum* + *Matricaria chamomilla*

Il *Rosmarinus officinalis* verrà utilizzato per i fini apistici e in post-fioritura verrà sfalciato ogni anno per la produzione di olio essenziale. Al termine del settimo anno le colture annuali si avvicenderanno annualmente nell’appezzamento precedentemente occupato dal rosmarino.

I CICLO – 7 ANNI



II CICLO – 7+7 ANNI



5.2. Land Equivalent Ratio (LER)

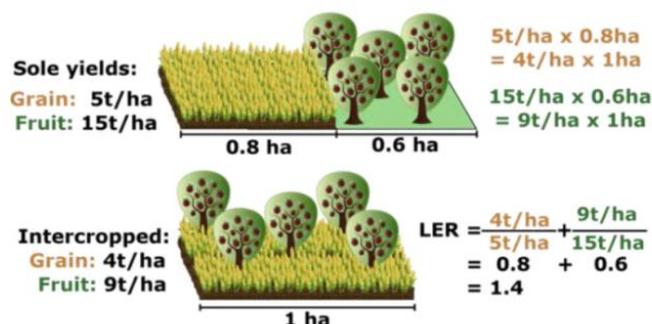
Il LER è un concetto elaborato in ambito agronomico che descrive la frazione relativa della superficie agricola richiesta dalle coltivazioni in monocoltura affinché forniscano la stessa produzione delle medesime colture, ma realizzate in consociazione fra loro.

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

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

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 2,40 ha di attività agricole pure. Il LER risulta essere positivo quando è maggiore ad 1.



	ROSMARINO	Miele	AFV	SAU
Superficie netta [ha]	0,8654		0,1346	1,0000
Resa mono [€/ha]	502 €	740 €	88.278 €	
Resa cons [€/ha]	434 €	641 €	58.852 €	
LER	0,87	0,87	0,67	2,40

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

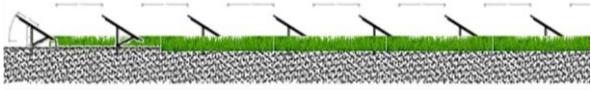
Soluzioni	Adattabilità con il sistema agrovoltaico	Semina	Esigenze agronomiche	Fabbisogno idrico	Raccolta
 <p>Trifolium squarrosus Resa: 40-50 t/ha foraggio fresco; 8-10 q/ha di seme</p> 	<p>Il trifoglio squarroso è una pianta erbacea annuale, con portamento eretto e poco ramificato. Ha un'altezza di circa 70-100 cm.</p>	<p>Il trifoglio squarroso, in coltura pura, si semina ai primi di ottobre con circa 30-40 kg/ha di seme, in file distanti 18-20 cm.</p>	<p>Il trifoglio squarroso è particolarmente adatto agli ambienti mediterranei, ai terreni argillosi e sabbiosi. In quanto leguminosa non necessita di concimazioni azotate.</p>	<p>Le irrigazioni risultano essere superflue.</p>	<p>La raccolta viene effettuata in fioritura (giugno) per la produzione di foraggio e in post-fioritura per la produzione di seme.</p>

Soluzioni	Adattabilità con il sistema agrovoltaico	Semina	Esigenze agronomiche	Fabbisogno idrico	Raccolta
 <p>Triticum dicoccum Resa: 2,8-3 t/ha</p> 	<p>Il farro è una pianta erbacea annuale, con altezza compresa tra i 60-120 cm, a seconda delle cultivar.</p>	<p>La semina del farro è di norma autunnale. La semina post-invernale può avvenire da fine febbraio ad aprile inoltrato. La dose di semina è variabile da 70 a 150 kg/ha di seme vestito e può avvenire a spaglio o con le comuni seminatrici per cereali. La preparazione del letto di semina non richiede particolari accorgimenti come avviene per altri cereali.</p>	<p>Il farro è un cereale rustico adatto anche a terreni marginali. L'esigenza di elementi nutritivi è modesta e una letamazione pre-semina risulta essere sufficiente. Limitatissimo o assente è l'impiego di prodotti chimici di sintesi, in particolare di erbicidi.</p>	<p>Le irrigazioni risultano essere superflue.</p>	<p>La raccolta del farro è tardiva e varia da metà luglio fino a metà agosto in base all'areale e alla varietà. La trebbiatura richiede velocità ridotte a causa della fragilità del rachide.</p>

Soluzioni	Adattabilità con il sistema agrovoltaiico	Semina	Esigenze agronomiche	Fabbisogno idrico	Raccolta
 <p>Matricaria chamomilla Resa: 400 kg/ha di capolini</p> 	<p>La camomilla è una pianta erbacea annuale con fusto eretto alto circa 50 cm.</p>	<p>La semina della camomilla si effettua in agosto-settembre nei climi freddi e fino ad ottobre-novembre nelle zone più calde. Le semine primaverili sono possibili, ma comportano produzioni inferiori e la necessità di irrigazione. La semina può essere effettuata a spaglio o a file con densità di circa 2-3 kg/ha di seme puro o 20-25 piante/m².</p>	<p>La camomilla cresce facilmente anche spontaneamente, ma se coltivata predilige terreni asciutti, anche poveri, e tollera bene un certo livello di calcare. Sopporta suoli salini.</p>	<p>L'irrigazione è consigliabile solo nelle prime fasi di crescita, poichè in seguito la pianta resiste bene alla siccità.</p>	<p>La raccolta della camomilla interessa principalmente i capolini, ma si può anche decidere di recidere l'intera pianta alla base. La fioritura va da maggio a settembre, quindi la raccolta può essere scalare o avvenire quando la maggior parte dei capolini si trova in posizione orizzontale rispetto al fusto.</p>

Soluzioni	Adattabilità con il sistema agrovoltaiico	Semina	Esigenze agronomiche	Fabbisogno idrico	Raccolta
 <p>Rosmarinus officinalis Resa: 3-4 t/ha di prodotto fresco, corrispondenti a circa 1,5-1,8 t/ha di droga grezza secca</p> 	<p>Il rosmarino è una pianta arbustiva perenne, compatta, di taglia medio-alta (altezza massima in coltura 100 cm) con fusti legnosi molto ramificati. Un impianto professionale tende a rimanere produttivo fino a 8-10 anni.</p>	<p>Il rosmarino si riproduce principalmente per talea. I rametti già radicati, prelevati in primavera, vengono messi a dimora in autunno o nella primavera successivi con una densità ottimale di 2 piante/mq (sesto d'impianto 1-1,5 m tra le file e 0,5 m sulla fila).</p>	<p>Il rosmarino si adatta a tutti i tipi di terreno, ma predilige quelli calcarei, leggeri e ben drenati. Si trova prevalentemente in pianura e in collina (da 0 a 650 m s.l.m.). Predilige luoghi soleggati e non tollera gli inverni umidi e freddi. Il rosmarino è una pianta poco esigente in elementi nutritivi e, dopo una buona concimazione di fondo con letame maturo (circa 400 q/ha), l'apporto di elementi chimici può essere facoltativo (60-80 unità/ha alla ripresa vegetativa e 80 unità/ha di fosforo e potassio all'impianto).</p>	<p>L'irrigazione è consigliata solo al momento dell'impianto per garantire l'attecchimento delle piantine. In seguito, quando le piante saranno ben radicate, l'apporto d'acqua dovrà essere limitato al solo periodo estivo e dopo numerosi giorni di caldo secco.</p>	<p>La raccolta va effettuata al momento balsamico, tra la fine della primavera e l'inizio dell'estate. Per la produzione di olio essenziale si predilige in genere il periodo della piena fioritura. La modalità di raccolta è uno sfalcio in prossimità del terreno.</p>

6. Soluzioni agro-zootecniche

	
<p><i>Apis mellifera</i> L.</p>	
<p>Descrizione biologica</p>	<p>Ordine: Hymenoptera Famiglia: Apidae Genere: <i>Apis</i> Specie: <i>A. mellifera</i></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>Finalità della produzione</p>	<p>Miele-Polline-Propoli-Pappa Reale-Nuclei-Regine</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>Meccanizzazione</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> <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</p>	

sensores 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.

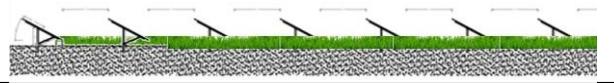


L'allevamento apistico, oltre che a fornire miele e sottoprodotti che trovano importanti campi di applicazione per quanto riguarda l'alimentazione umana e la cosmesi, comporta un netto miglioramento ambientale con conseguente incremento delle produzioni fino ad un 30 %.

Date le caratteristiche dell'impianto APV, si considera un apiario di circa 20 arnie dislocate, con orientamento preferibilmente verso Sud-Est.

7. Sperimentazione

7.1. Progettazione delle soluzioni e sperimentazioni

	<p><i>Trifolium squarrosum</i> Savi</p>	
<p>Descrizione botanica</p>	<p>Ordine: Fabales Famiglia: Fabaceae Genere: <i>Trifolium</i> Specie: <i>T. squarrosum</i></p>	
<p>Il trifoglio squarroso è una pianta erbacea annuale, eretta che può arrivare fino a 100 cm, poco ramificata e pubescente. La forma biologica è una terofita scaposa (T scap). Si tratta di una pianta annua con asse fiorale allungato, spesso privo di foglie. L'apparato radicale è fittonante, con radice robusta e ricca di tubercoli radicali dovuti al simbionte <i>Rhizobium</i>. Il fusto è eretto e ramificato. Le foglie sono alterne e tripartite. Le 3 foglioline sono sub-ovate, denticolate all'apice ed articolate sullo stesso punto. Le infiorescenze sono capolini spiciformi posti all'apice del fusto. I fiori sono di colore bianco, ermafroditi, con calice attinomorfo. La fioritura va da marzo a giugno. Il frutto è un diclesio, una camara indeiscente inclusa nel calice, con pericarpo membranoso e con 1 seme di 1,8-2,7 mm, liscio, giallastro. È un'entità indigena con distribuzione altitudinale da 0 a 1.100 m s.l.m..</p>		
<p>Finalità della produzione</p>	<p>Alimentare animale-Apistica</p>	
<p>La suddetta specie è stata selezionata per la sua idoneità dell'<i>habitus</i> all'impianto fotovoltaico, per la sua adattabilità all'areale, nonché per i suoi molteplici utilizzi. Il <i>Trifolium squarrosum</i> è una pianta ideale per il foraggio. È una leguminosa azotofissatrice, quindi viene utilizzata come coltura da rinnovo e la sua buona classe nettarifera (4, su una scala da 1 a 6) indica una buona potenzialità di produzione di chilogrammi di nettare ad ettaro. In conclusione, oltre la produzione di prodotto fresco per la vendita di foraggio, la produzione di seme, risulta essere importante anche per la produzione apistica e per il risanamento del suolo.</p>		
<p>Meccanizzazione</p>		
<p>L'irrigazione, se necessaria, può essere effettuata a pioggia, con il serbatoio a bordo campo. Il macchinario utilizzabile per la raccolta di questa specie potrebbe essere essere un macchinario simil mietitrebbiatrice Kubota DC-93G da 69.6 kW/2600 rpm, con lunghezza complessiva di 5,43 m, larghezza di 2,42 m e altezza di 2,88 m. La mietitrebbiatrice ha una velocità minima di 0,86 m/s e una massima di 2,10 m/s. La capacità del serbatoio della granella è di 1800 L.</p>		
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div>		
<p>Il trifoglio risulta essere una coltura importante per l'alimentazione animale e per l'allevamento delle api. Inoltre, essendo una leguminosa, comporta un miglioramento del terreno. Le cultivar adatte a questo tipo d'impianto risultano essere quelle con altezza sotto il metro.</p>		



Triticum dicoccum L.

Descrizione botanica	Ordine: Poales Famiglia: Poaceae Genere: <i>Triticum</i> Specie: <i>T. dicoccum</i>
-----------------------------	--

Il farro 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. L'apparato radicale è di tipo fascicolato e superficiale. 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, compatta e generalmente aristata. Ad ogni dente della spiga si trova una spighetta contenente di norma due cariossidi, raramente tre. La fioritura va da maggio a giugno. L'impollinazione è autogama. Il frutto è una cariosside "vestita", ossia rimane avvolta dalle glume e glumelle anche dopo la trebbiatura. È una archeofita casuale con distribuzione altitudinale da 0 a 1000 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, se necessaria, può essere effettuata a pioggia, con il serbatoio a bordo campo. Il macchinario utilizzabile per la raccolta di questa specie potrebbe essere essere un macchinario simil mietitrebbiatrice Kubota DC-93G da 69.6 kW/2600 rpm, con lunghezza complessiva di 5,43 m, larghezza di 2,42 m e altezza di 2,88 m. La mietitrebbiatrice ha una velocità minima di 0,86 m/s e una massima di 2,10 m/s. La capacità del serbatoio della granella è di 1800 L.



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



Matricaria chamomilla L.

Descrizione botanica	Ordine: Asterales Famiglia: Asteraceae Genere: <i>Matricaria</i> Specie: <i>M. chamomilla</i>
-----------------------------	--

La camomilla è una pianta erbacea annuale con portamento eretto e fusto ramificato. La forma biologica è una terofita scaposa (T scap). Si tratta di una pianta annua con asse fiorale allungato, spesso privo di foglie.

L'apparato radicale è a fittone. La pianta ha portamento cespitoso, con più fusti che sono più o meno ramificati nella porzione superiore. Le foglie sono alterne e sessili, oblunghie. La lamina fogliare è bipennatosetta o tripennatosetta, con lacinie lineari molto strette. L'infiorescenza è un capolino con ricettacolo conico e cavo. Più infiorescenze sono riunite in cime corimbose. I fiori esterni hanno la ligula bianca, quelli interni sono tubulosi con corolla gialla. Tali fiori sono interessanti dal punto di vista farmacologico, poiché caratterizzati dalla presenza del principio attivo azulene e da un insieme di altre sostanze quali acido salicilico, acido oleico, acido stearico e alfa-bisabololo. La fioritura va da maggio a settembre. L'impollinazione è entomofila. Il frutto è una cipsela di circa 1 mm di lunghezza, di colore chiaro, privo di pappo.

È un'entità indigena, con distribuzione altitudinale da 0 a 1800 m s.l.m..

Finalità della produzione	Alimentare-Officinale-Apistica
<p>La suddetta specie è stata selezionata per la sua idoneità dell'<i>habitus</i> all'impianto fotovoltaico, per la sua adattabilità all'areale, nonché per i suoi molteplici utilizzi.</p> <p>La <i>Matricaria chamomilla</i> è una pianta officinale, commestibile e con discreto valore apistico. In conclusione, oltre la produzione di prodotto fresco ed essiccato per la vendita alimentare e farmacosmetologica, risulta essere importante anche per la produzione apistica.</p>	

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

L'irrigazione all'impianto può essere effettuata a pioggia con serbatoio a bordo campo.

Il macchinario utilizzabile per la raccolta di questa essenza potrebbe essere un macchinario simil Falcia Autocaricante Trainato Bonino-AB 45 TR GV con barra falciante di 1,85 m, con larghezza totale di 2,25 m e altezza di 2,80 m. Capacità 19 mc, pneumatici: 400/60 x 15,5 PR 14 traction, capienza: 1100 L.



La camomilla è una coltura ad alta valenza alimentare e officinale.



Rosmarinus officinalis L.

Descrizione botanica

Ordine: Lamiales
Famiglia: Lamiaceae
Genere: *Rosmarinus*
Specie: *R. officinalis*

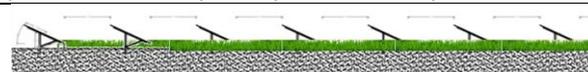
Il rosmarino è una pianta arbustiva perenne, sempreverde e aromatica. La forma biologica è una fanerofita cespugliosa (P caesp). Si tratta di una pianta perenne, cespugliosa e legnosa alla base, con gemme perennanti poste tra 20 cm e 2 m dal suolo. Le radici sono profonde, fibrose, resistenti e ancoranti. La parte aerea del fusto è legnosa e molto ramificata. Le foglie, persistenti e coriacee, sono lunghe 2-3 cm e larghe 1-3 mm, sessili, opposte, lineari-lanceolate; addensate numerosissime sui rametti. Sono ricche di ghiandole oleifere. Le infiorescenze sono formate da fiori raccolti in grappoli all'ascella di foglie fiorifere sovrapposte. I fiori, ermafroditi, sono sessili e piccoli, con calice campanulato, tomentoso, con labbro superiore tridentato e quello inferiore bifido. La fioritura va da marzo ad ottobre. L'impollinazione è entomofila. Il frutto è uno microbasario (tetrachenio) brunastro, racchiuso nel calice, con quattro acheni (nucule), ovoidi color castano chiaro. È un'entità indigena con distribuzione altitudinale da 0 a 500 m s.l.m..

Finalità della produzione

Alimentare-Officinale-Apistica

La suddetta specie è stata selezionata per la sua idoneità dell'*habitus* all'impianto fotovoltaico, per la sua adattabilità all'areale, nonché per i suoi molteplici utilizzi. Il *Rosmarinus officinalis* è una pianta officinale, commestibile e di grande valore apistico. La sua classe nettarifera elevata (6, su una scala da 1 a 6) indica un'alta potenzialità di produzione di chilogrammi di nettare ad ettaro. In conclusione, oltre la produzione di prodotto fresco ed essiccato per la vendita alimentare e farma-cosmetologica, risulta essere importante anche per la produzione apistica.

Meccanizzazione



L'irrigazione all'impianto può essere effettuata con ali gocciolanti alimentate con serbatoio a bordo campo. Il macchinario utilizzabile per la raccolta di questa essenza potrebbe essere un macchinario simil Falcia Autocaricante Trainato Bonino-AB 45 TR GV con barra falciante di 1,85 m, con larghezza totale di 2,25 m e altezza di 2,80 m. Capacità 19 mc, pneumatici: 400/60 x 15,5 PR 14 traction, capienza: 1100 L.



Il rosmarino è una coltura ad alta valenza alimentare e officinale. Inoltre, trova un'importante applicazione in ambito apistico grazie all'elevata produzione di nettare.

7.2. Progettazione delle soluzioni irrigue

Date le colture scelte e la piovosità media dell'areale non si ritiene necessario un sistema d'irrigazione fisso. Nelle annate di grave deficit idrico l'apporto, soprattutto per il rosmarino, verrà garantito da un sistema di irrigazione a goccia con ali gocciolanti mobili (Figura 4).

Per quanto riguarda il trifoglio, il farro e la camomilla 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 autocisterne.

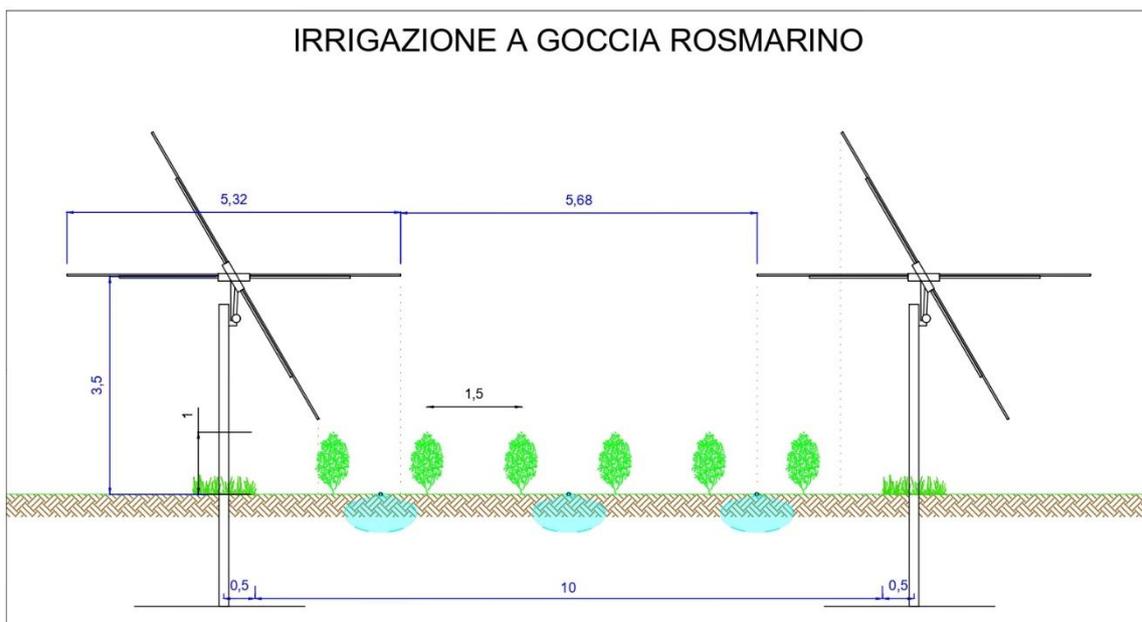


Figura 4. Rappresentazione irrigazione con ali gocciolanti rosmarino.

8. Design sperimentale

8.1. Descrizione della sperimentazione per parcelle

Nel campo agrovoltico vengono utilizzate specie con buon potenziale mellifero e/o limitata crescita verticale: trifoglio squaroso, farro, camomilla e rosmarino (Figura 5).

La scalarità di fioriture delle specie selezionate, 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 5 e 9.

- **Trifoglio:** durata impianto 1 anno;
- **Farro:** durata impianto 1 anno;
- **Camomilla:** durata impianto 1 anno;
- **Rosmarino:** durata impianto 7 anni.

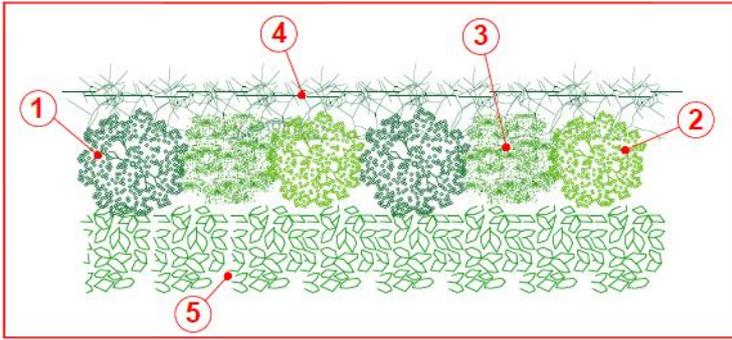
I primi tre impianti saranno stabili per un anno. Dopo il primo ciclo colturale, quindi alla fine del settimo anno, verrà predisposto l'**avvicendamento** tra **rosmarino** e **trifoglio-farro-camomilla** (Figure 6 e 7).

Nella Figura 9 vengono riportati i prospetti frontali delle colture agrarie inserite all'interno dell'impianto agrovoltico. 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 10 viene rappresentato il raggio di sterzata del macchinario con dimensioni maggiori (Mietitrebbia) utilizzato per la raccolta di trifoglio e farro. La Figura 10 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:

- **Fascia vegetazionale:** La fascia sarà costituita da specie autoctone arboree ed arbustive sempreverdi. Specie utilizzate: *Crataegus monogyna*, *Pistacia terebinthus* L., *Ligustrum vulgare*, *Hedera helix* L. *subsp. helix* e *Laurus nobilis*.

La presenza di una fascia vegetazionale 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.



SPECIE PER SIEPI

1. *Crataegus monogyna*
2. *Pistacia terebinthus* L.
3. *Ligustrum vulgare*
4. *Hedera helix* L. subsp. *helix*
5. *Laurus nobilis* L.



1. BIANCOSPINO "*Crataegus monogyna*"



2. TEREBINTO "*Pistacia terebinthus* L."



3. LIGUSTRO COMUNE "*Ligustrum vulgare*"



4. EDERA "*Hedera helix* L. subsp. *helix*"



5. ALLORO "*Laurus nobilis* L."

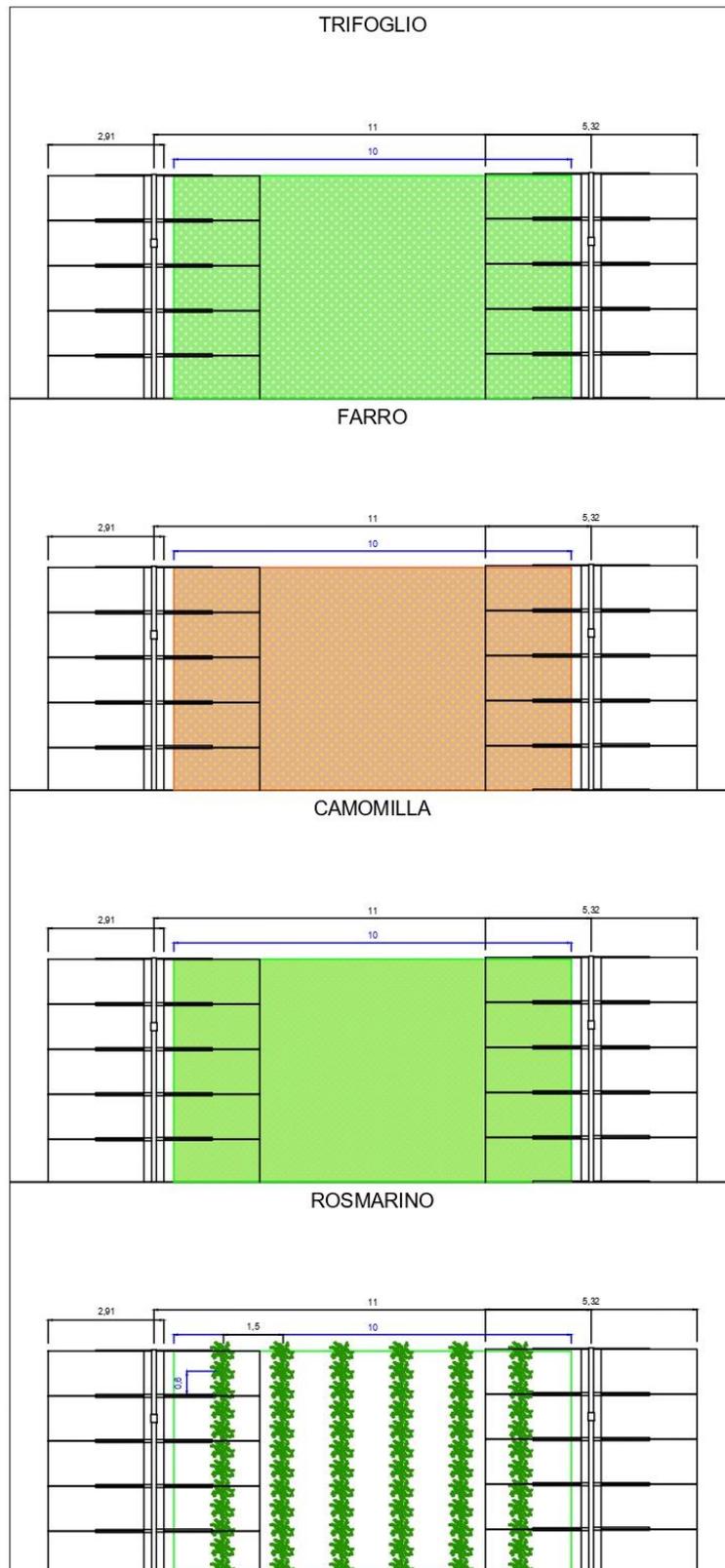


Figura 5. Rappresentazione degli impianti delle colture di trifoglio, farro, camomilla e rosmarino

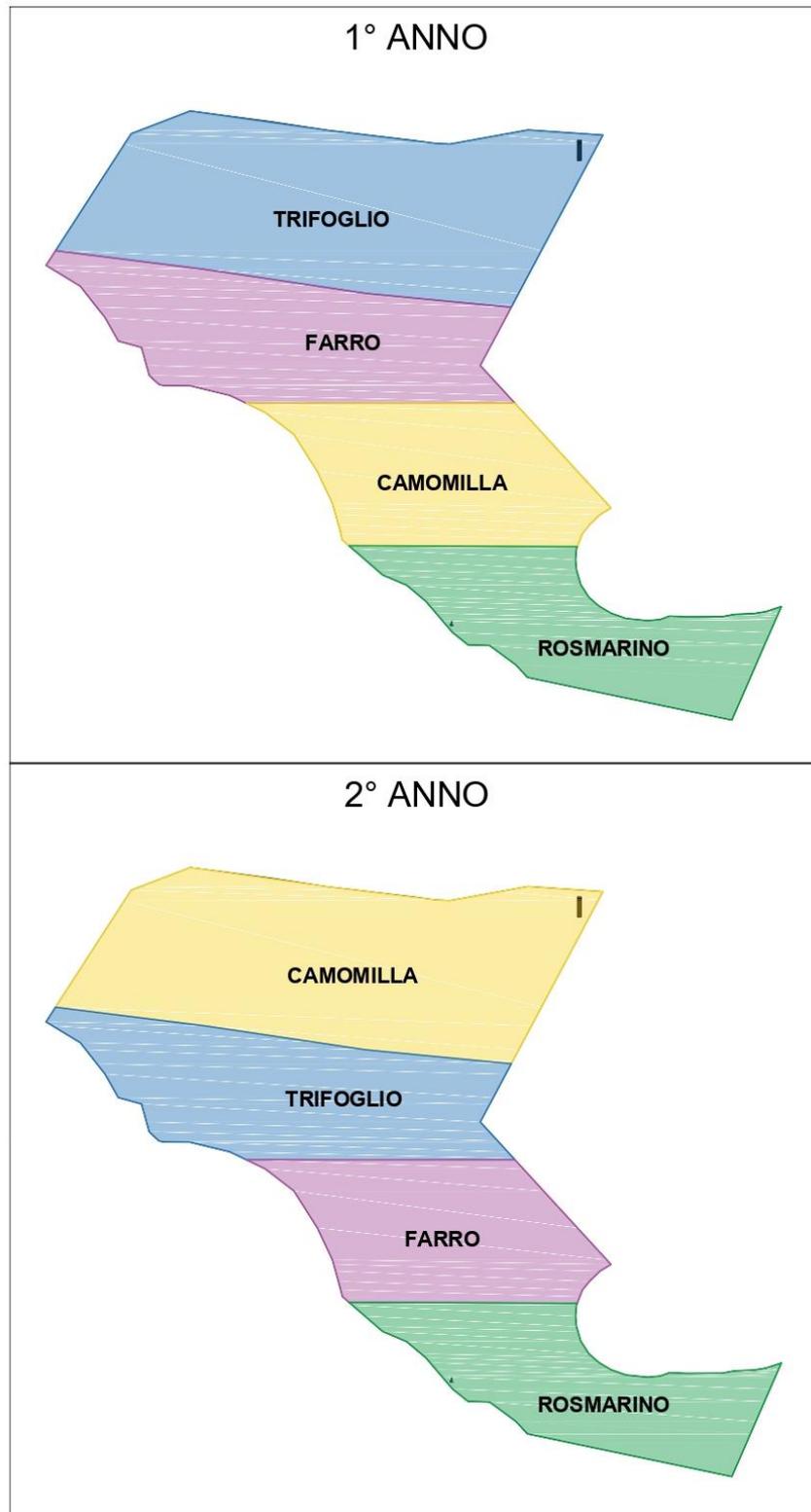


Figura 6. Rappresentazione dell'impianto al primo e secondo anno

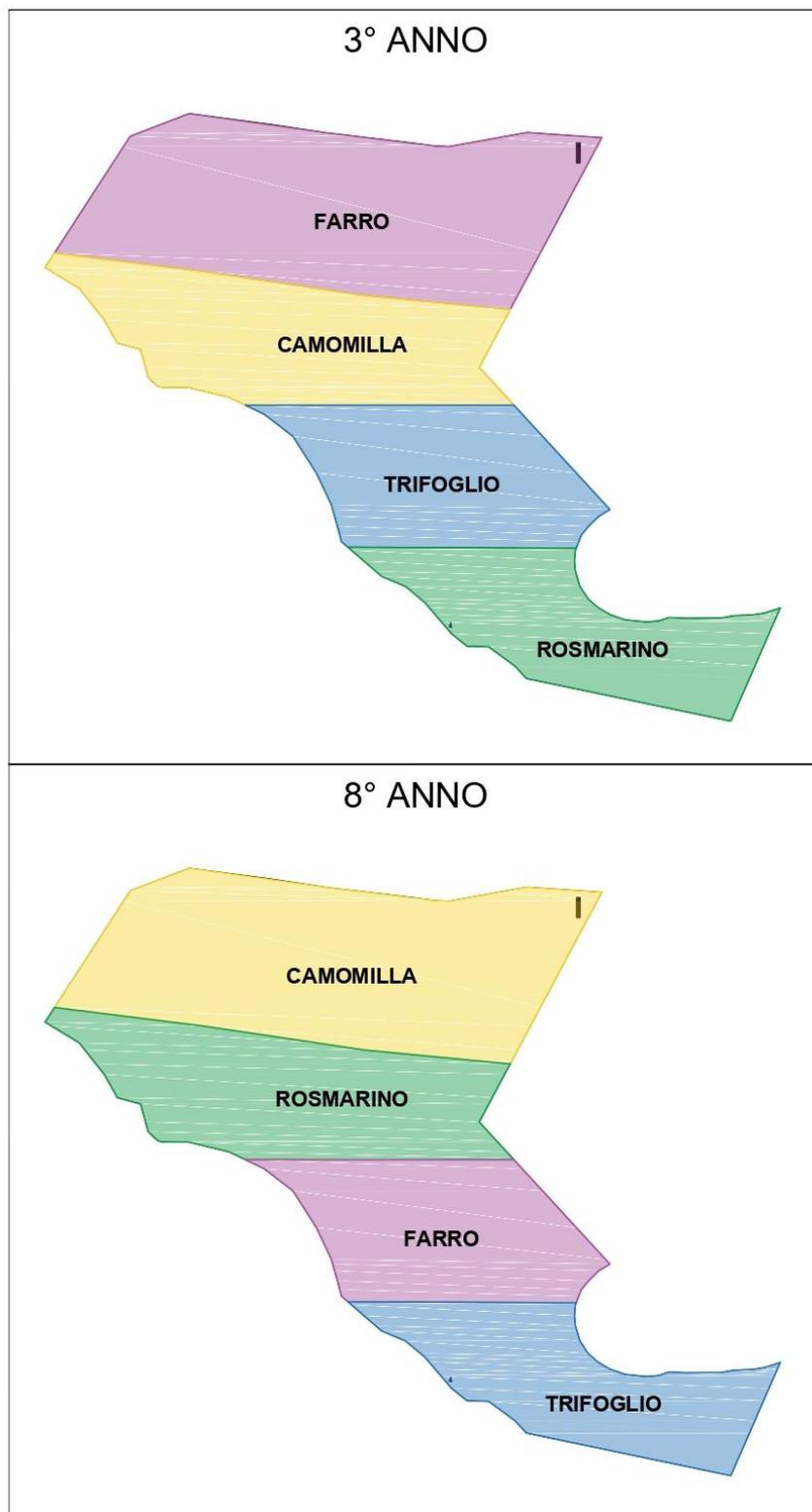


Figura 7. Rappresentazione dell'impianto al terzo e ottavo anno

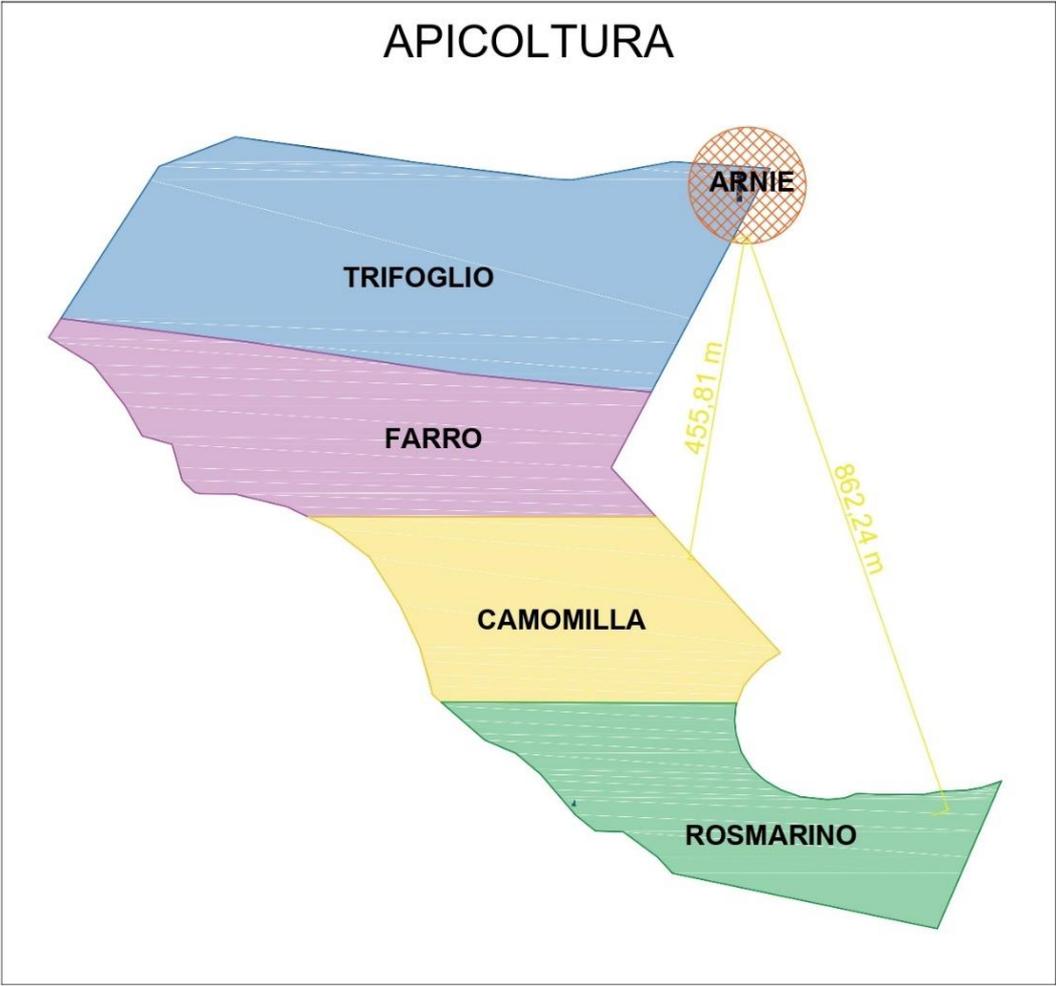


Figura 8. Rappresentazione ubicazione arnie

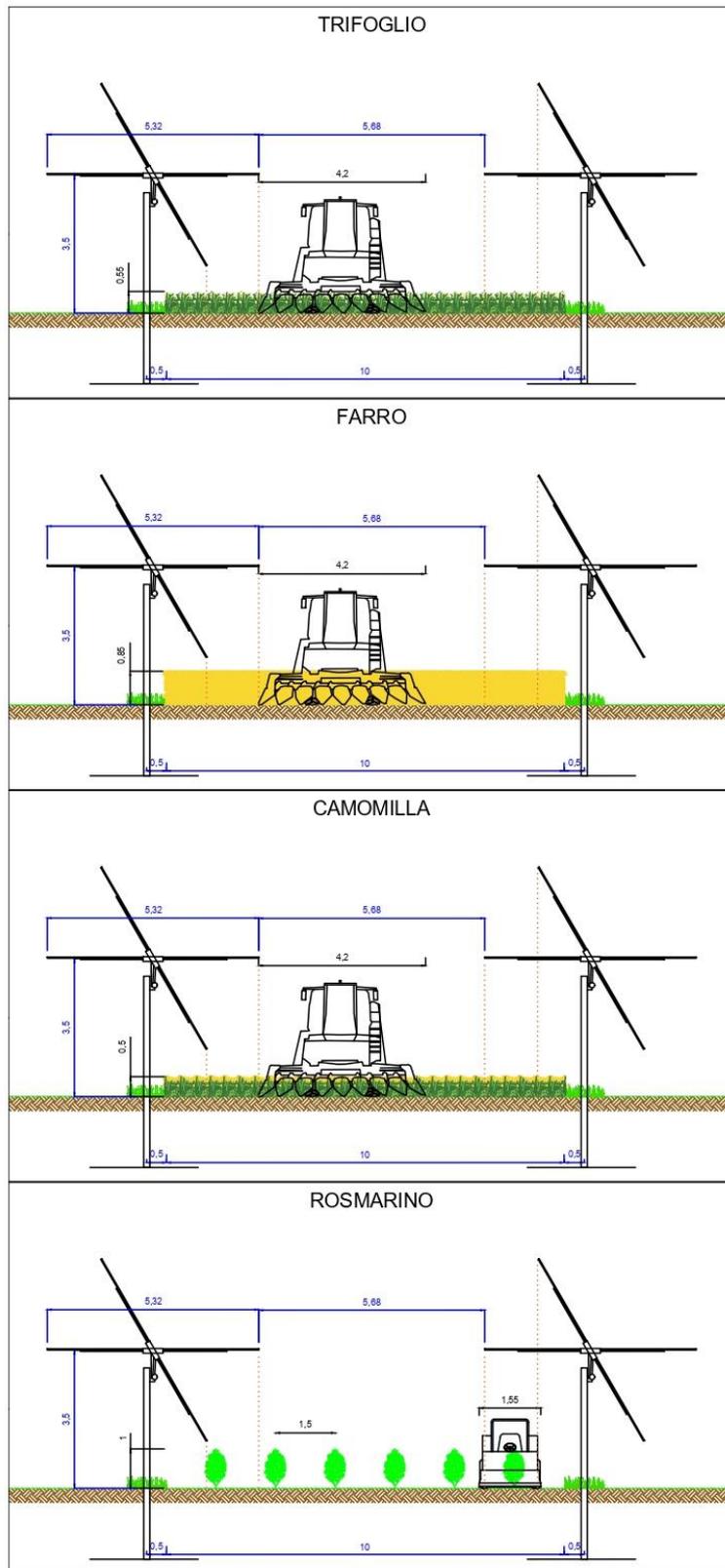


Figura 9. Rappresentazione del prospetto frontale delle colture di

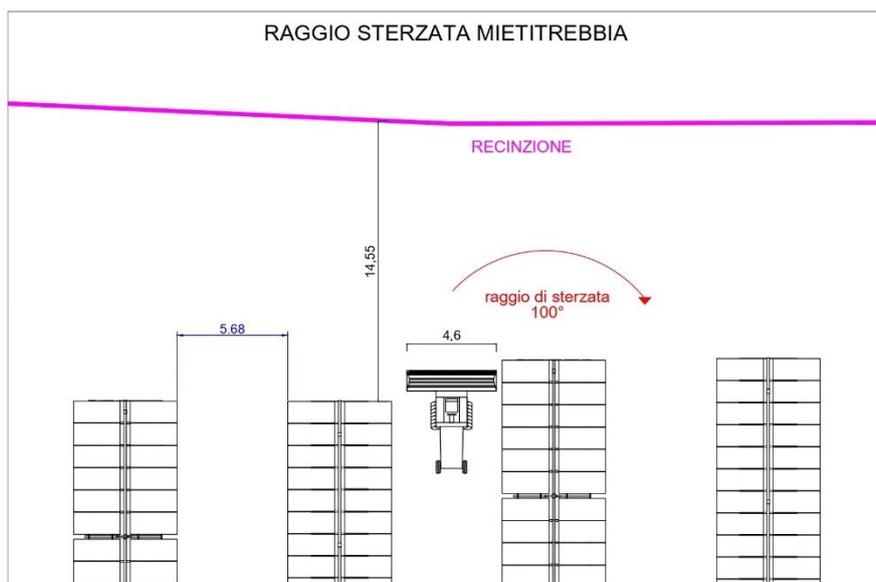


Figura 10. Rappresentazione del raggio di sterzata del macchinario per la trebbiatura

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.

Nel disegno progettuale è stato ipotizzato anche un annesso per il rimessaggio dei macchinari di dimensioni 8 x 6 m (Figura 11).

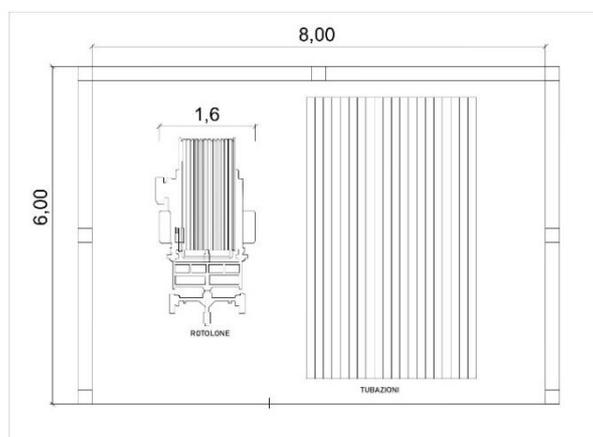


Figura 11. Annesso agricolo per il rimessaggio dei macchinari agricoli

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 (prontuario REDA), 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.

Per quanto concerne i costi riguardanti l'acquisto delle sementi, talee, api ed attrezzature apistiche verranno sostenuti dall'azienda progettista.

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

AREA															
1°ANNO		2°ANNO		3°ANNO		4°ANNO		5°ANNO		6°ANNO		7°ANNO		8°ANNO	
SUP.	COLTURA														
18,16	TRIFOGLIO	18,16	CAMOMILLA	18,16	FARRO	18,16	TRIFOGLIO	18,16	CAMOMILLA	18,16	FARRO	18,16	TRIFOGLIO	18,16	CAMOMILLA
11,52	FARRO	11,52	TRIFOGLIO	11,52	CAMOMILLA	11,52	FARRO	11,52	TRIFOGLIO	11,52	CAMOMILLA	11,52	FARRO	11,52	ROSMARINO
8,95	CAMOMILLA	8,95	FARRO	8,95	TRIFOGLIO	8,95	CAMOMILLA	8,95	FARRO	8,95	TRIFOGLIO	8,95	CAMOMILLA	8,95	FARRO
8,65	ROSMARINO	8,65	TRIFOGLIO												

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

FARRO	COSTI											
	1°ANNO		2° ANNO		3° ANNO		4° ANNO		8° ANNO			
OPERAZIONE	€/ha	Sup.NETTA (ha)	€/TOT	Sup.NETTA (ha)	€/TOT	Sup.NETTA (ha)	€/TOT	Sup.NETTA (ha)	€/TOT	Sup.NETTA (ha)	€/TOT	
ARATURA	220,00 €	11,52	2.533 €	8,95	1.969 €	18,16	3.996 €	11,52	2.533 €	8,95	1.969 €	
CONCIMAZIONE 1	70,00 €	11,52	806 €	8,95	626 €	18,16	1.271 €	11,52	806 €	8,95	626 €	
ERPICATURA X 2	160,00 €	11,52	1.843 €	8,95	1.432 €	18,16	2.906 €	11,52	1.843 €	8,95	1.432 €	
ACQUISTO SEME	-	11,52	-	8,95	-	18,16	-	11,52	-	8,95	-	
SEMINA	60,00 €	11,52	691 €	8,95	537 €	18,16	1.090 €	11,52	691 €	8,95	537 €	
CONCIMAZIONE 2	40,00 €	11,52	461 €	8,95	358 €	18,16	727 €	11,52	461 €	8,95	358 €	
RACCOLTA	180,00 €	11,52	2.073 €	8,95	1.611 €	18,16	3.270 €	11,52	2.073 €	8,95	1.611 €	
TOTALE			8.407 €		6.533 €		13.260 €		8.407 €		6.533 €	

FARRO		RICAVI		
		1° ANNO		
PRODOTTO	Sup.NETTA (ha)	kg TOT	€/kg	€/TOT
GRANELLA	11,52	34548	0,45 €	15.546 €
	2° ANNO			
	Sup.NETTA (ha)	kg TOT	€/kg	€/TOT
	8,95	26846	0,45 €	12.081 €
	3° ANNO			
	Sup.NETTA (ha)	kg TOT	€/kg	€/TOT
	18,16	54492	0,45 €	24.521 €
	4° ANNO			
	Sup.NETTA (ha)	kg TOT	€/kg	€/TOT
	11,52	34548	0,45 €	15.546 €
	5° ANNO			
	Sup.NETTA (ha)	kg TOT	€/kg	€/TOT
	8,95	26846	0,45 €	12.081 €
	6° ANNO			
	Sup.NETTA (ha)	kg TOT	€/kg	€/TOT
	18,16	54492	0,45 €	24.521 €
7° ANNO				
Sup.NETTA (ha)	kg TOT	€/kg	€/TOT	
11,52	34548	0,45 €	15.546 €	
8° ANNO				
Sup.NETTA (ha)	kg TOT	€/kg	€/TOT	
8,95	26846	0,45 €	12.081 €	

BUSINESS PLAN-FARRO			
ANNO	COSTI	PLV	RICAVI NETTI
1°	8.407 €	15.546 €	7.140 €
2°	6.533 €	12.081 €	5.548 €
3°	13.260 €	24.521 €	11.262 €
4°	8.407 €	15.546 €	7.140 €
5°	6.533 €	12.081 €	5.548 €
6°	13.260 €	24.521 €	11.262 €
7°	8.407 €	15.546 €	7.140 €
8°	6.533 €	12.081 €	5.548 €

Di seguito si riportano i costi e i ricavi su base annuale del *Trifolium squarrosum*.

TRIFOGLIO		COSTI							
		1° ANNO		2° ANNO		3° ANNO		8° ANNO	
OPERAZIONE	€/ha	Sup.NETTA (ha)	€/TOT						
CONCIMAZIONE DI FONDO	70,00 €	18,16	1.271 €	11,52	806 €	8,95	626 €	8,65	606 €
ERPICATURA X 2	160,00 €	18,16	2.906 €	11,52	1.843 €	8,95	1.432 €	8,65	1.385 €
ACQUISTO SEME	-	18,16	-	11,52	-	8,95	-	8,65	-
SEMINA	60,00 €	18,16	1.090 €	11,52	691 €	8,95	537 €	8,65	519 €
RACCOLTA	180,00 €	18,16	3.270 €	11,52	2.073 €	8,95	1.611 €	8,65	1.558 €
TOTALE			8.537 €		5.412 €		4.206 €		4.067 €

TRIFOGLIO		RICAVI		
PRODOTTI		1° ANNO		
Sup.NETTA (ha)	kg TOT	€/kg	€/TOT	
18,16	8174	1,20 €	9.809 €	
2° ANNO				
Sup.NETTA (ha)	kg TOT	€/kg	€/TOT	
11,52	5182	1,20 €	6.219 €	
3° ANNO				
Sup.NETTA (ha)	kg TOT	€/kg	€/TOT	
8,95	4027	1,20 €	4.832 €	
4° ANNO				
Sup.NETTA (ha)	kg TOT	€/kg	€/TOT	
18,16	8174	1,20 €	9.809 €	
5° ANNO				
Sup.NETTA (ha)	kg TOT	€/kg	€/TOT	
11,52	5182	1,20 €	6.219 €	
6° ANNO				
Sup.NETTA (ha)	kg TOT	€/kg	€/TOT	
8,95	4027	1,20 €	4.832 €	
7° ANNO				
Sup.NETTA (ha)	kg TOT	€/kg	€/TOT	
18,16	8174	1,20 €	9.809 €	
8° ANNO				
Sup.NETTA (ha)	kg TOT	€/kg	€/TOT	
8,65	3894	1,20 €	4.673 €	

BUSINESS PLAN-TRIFOGLIO			
ANNO	COSTI	PLV	RICAVI NETTI
1°	8.537 €	9.809 €	1.271 €
2°	5.412 €	6.219 €	806 €
3°	4.206 €	4.832 €	626 €
4°	8.537 €	9.809 €	1.271 €
5°	5.412 €	6.219 €	806 €
6°	4.206 €	4.832 €	626 €
7°	8.537 €	9.809 €	1.271 €
8°	4.067 €	4.673 €	606 €

Di seguito si riportano i costi e i ricavi su base annuale della *Matricaria chamomilla*.

CAMOMILLA		COSTI							
		1° ANNO		2° ANNO		3° ANNO		8° ANNO	
OPERAZIONE	€/ha	Sup.NETTA (ha)	€/TOT						
ARATURA	220,00 €	8,95	1.969 €	18,16	3.996 €	11,52	2.533 €	18,16	3.996 €
CONCIMAZIONE 1	120,00 €	8,95	1.074 €	18,16	2.180 €	11,52	1.382 €	18,16	2.180 €
ERPICATURA X 2	160,00 €	8,95	1.432 €	18,16	2.906 €	11,52	1.843 €	18,16	2.906 €
ACQUISTO SEME	-	8,95	-	18,16	-	11,52	-	18,16	-
SEMINA	70,00 €	8,95	626 €	18,16	1.271 €	11,52	806 €	18,16	1.271 €
RACCOLTA	200,00 €	8,95	1.790 €	18,16	3.633 €	11,52	2.303 €	18,16	3.633 €
ESSICCAZIONE	450,00 €	8,95	4.027 €	18,16	8.174 €	11,52	5.182 €	18,16	8.174 €
TOTALE			10.917 €		22.160 €		14.049 €		22.160 €

CAMOMILLA		RICAVI		
PRODOTTO	Sup.NETTA (ha)	1° ANNO		
		kg TOT	€/kg	€/TOT
PRODOTTO SECCO/MIELE	8,95	8949	4,50 €	40.269 €
	2° ANNO			
	Sup.NETTA (ha)	kg TOT	€/kg	€/TOT
	18,16	18164	4,50 €	81.738 €
	3° ANNO			
	Sup.NETTA (ha)	kg TOT	€/kg	€/TOT
	11,52	11516	4,50 €	51.821 €
	4° ANNO			
	Sup.NETTA (ha)	kg TOT	€/kg	€/TOT
	8,95	8949	4,50 €	40.269 €
	5° ANNO			
	Sup.NETTA (ha)	kg TOT	€/kg	€/TOT
	18,16	18164	4,50 €	81.738 €
	6° ANNO			
	Sup.NETTA (ha)	kg TOT	€/kg	€/TOT
	11,52	11516	4,50 €	51.821 €
7° ANNO				
Sup.NETTA (ha)	kg TOT	€/kg	€/TOT	
8,95	8949	4,50 €	40.269 €	
8° ANNO				
Sup.NETTA (ha)	kg TOT	€/kg	€/TOT	
18,16	18164	4,50 €	81.738 €	

BUSINESS PLAN-CAMOMILLA			
ANNO	COSTI	PLV	RICAVI NETTI
1°	10.917 €	40.269 €	29.352 €
2°	22.160 €	81.738 €	59.578 €
3°	14.049 €	51.821 €	37.772 €
4°	10.917 €	40.269 €	29.352 €
5°	22.160 €	81.738 €	59.578 €
6°	14.049 €	51.821 €	37.772 €
7°	10.917 €	40.269 €	29.352 €
8°	22.160 €	81.738 €	59.578 €

Di seguito si riportano i costi su base ottennale del *Rosmarinus officinalis*.

ROSMARINO		COSTI															
OPERAZIONE	€/ha	Sup.NETTA (ha)	1° ANNO	2° ANNO	3° ANNO	4° ANNO	5° ANNO	6° ANNO	7° ANNO	Sup.NETTA (ha)	8° ANNO	9° ANNO	10° ANNO	11° ANNO	12° ANNO	13° ANNO	14° ANNO
			€/TOT	€/TOT	€/TOT	€/TOT	€/TOT	€/TOT	€/TOT		€/TOT	€/TOT	€/TOT	€/TOT	€/TOT	€/TOT	€/TOT
CONCIMAZIONE D FONDO	400,00 €	8,65	3.462 €	-	-	-	-	-	-	11,52	4.606 €	-	-	-	-	-	-
ARATURA	220,00 €	8,65	1.904 €	-	-	-	-	-	-	11,52	2.533 €	-	-	-	-	-	-
ESTIRPATURA	80,00 €	8,65	692 €	-	-	-	-	-	-	11,52	921 €	-	-	-	-	-	-
FRESATURA	180,00 €	8,65	1.558 €	-	-	-	-	-	-	11,52	2.073 €	-	-	-	-	-	-
ACQUISTO PIANTE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TRAPIANTO	300,00 €	8,65	2.596 €	-	-	-	-	-	-	11,52	3.455 €	-	-	-	-	-	-
GESTIONE INFESTANTI	200,00 €	8,65	1.731 €	1.731 €	1.731 €	1.731 €	1.731 €	1.731 €	1.731 €	11,52	2.303 €	2.303 €	2.303 €	2.303 €	2.303 €	2.303 €	2.303 €
RACCOLTA	400,00 €	8,65	3.462 €	3.462 €	3.462 €	3.462 €	3.462 €	3.462 €	3.462 €	11,52	4.606 €	4.606 €	4.606 €	4.606 €	4.606 €	4.606 €	4.606 €
RINCALZATURA	200,00 €	8,65	1.731 €	1.731 €	1.731 €	1.731 €	1.731 €	1.731 €	1.731 €	11,52	2.303 €	2.303 €	2.303 €	2.303 €	2.303 €	2.303 €	2.303 €
TOTALE			17.135 €	6.923 €		22.801 €	9.213 €										

ROSMARINO		RICAVI					
PRODOTTO	Sup.NETTA (ha)	1° ANNO			8° ANNO		
		kg TOT	€/kg	€/TOT	Sup.NETTA (ha)	€/TOT	
PRODOTTO SECCO/MIELE	8,65	3462	1,5 €	5.192 €	11,52	6.910 €	
	2° ANNO				9° ANNO		
	8,65		€/kg	€/TOT	Sup.NETTA (ha)	€/TOT	
		6058	1,5 €	9.087 €	11,52	12.092 €	
	3° ANNO				10° ANNO		
	8,65		€/kg	€/TOT	Sup.NETTA (ha)	€/TOT	
		7789	1,5 €	11.683 €	11,52	15.546 €	
	4° ANNO				11° ANNO		
	8,65		€/kg	€/TOT	Sup.NETTA (ha)	€/TOT	
		10385	1,5 €	15.577 €	11,52	20.729 €	
	5° ANNO				12° ANNO		
	8,65		€/kg	€/TOT	Sup.NETTA (ha)	€/TOT	
		10385	1,5 €	15.577 €	11,52	20.729 €	
	6° ANNO				13° ANNO		
8,65		€/kg	€/TOT	Sup.NETTA (ha)	€/TOT		
	8654	1,5 €	12.981 €	11,52	17.274 €		
7° ANNO				14° ANNO			
8,65		€/kg	€/TOT	Sup.NETTA (ha)	€/TOT		
	6058	1,5 €	9.087 €	11,52	12.092 €		

BUSINESS PLAN-ROSMARINO			
ANNO	COSTI	PLV	RICAVI NETTI
1°	17.135 €	5.192 €	-11.943 €
2°	6.923 €	9.087 €	2.164 €
3°	6.923 €	11.683 €	4.760 €
4°	6.923 €	15.577 €	8.654 €
5°	6.923 €	15.577 €	8.654 €
6°	6.923 €	12.981 €	6.058 €
7°	6.923 €	9.087 €	2.164 €
TOTALE			20.510 €
8°	22.801 €	6.910 €	-15.892 €
9°	9.213 €	12.092 €	2.879 €
10°	9.213 €	15.546 €	6.334 €
11°	9.213 €	20.729 €	11.516 €
12°	9.213 €	20.729 €	11.516 €
13°	9.213 €	17.274 €	8.061 €
14°	9.213 €	12.092 €	2.879 €
TOTALE			27.293 €

Di seguito si riportano i costi relativi all'acquisto dei macchinari.

ATTREZZATURE	MODELLO	COLTURA	COSTO
IRRIGATORE	G163 G320	ROSM	12.000,00 €
TUBAZIONE			9.800,00 €
			21.800,00 €

Per quanto riguarda gli altri macchinari proposti nel progetto, non ne è previsto l'acquisto, quindi ci si avvarrà di contoterzismo.

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

API	COSTI				
	1° ANNO	2° ANNO	3° ANNO	4° ANNO	5° ANNO
OPERAZIONE	€	€	€	€	€
ARNIE+ATTREZZATURA	-	-	-	-	-
SENSORI	-	-	-	-	-
FAMIGLIE API	-	-	-	-	-
CURE	200 €	200 €	200 €	200 €	200 €
PRODUZIONE MIELE	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €	1.000 €
TOTALE	1.200 €				

API	RICAVI			
	PRODOTTI	N. ARNIE	1° ANNO	
kg MIELE			€/kg	€ TOT
MIELE	20	600	8	4.800,00 €
		2° ANNO		
		kg MIELE	€/kg	€ TOT
		600	8	4.800,00 €
		3° ANNO		
		kg MIELE	€/kg	€ TOT
		600	8	4.800,00 €
		4° ANNO		
		kg MIELE	€/kg	€ TOT
		600	8	4.800,00 €
		5° ANNO		
		kg MIELE	€/kg	€ TOT
		600	8	4.800,00 €

BUSINESS PLAN-APICOLTURA			
ANNO	COSTI	PLV	RICAVI NETTI
1°	1.200 €	4.800 €	3.600 €
2°	1.200 €	4.800 €	3.600 €
3°	1.200 €	4.800 €	3.600 €
4°	1.200 €	4.800 €	3.600 €
5°	1.200 €	4.800 €	3.600 €

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 **1.549.800 €**. 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					ATTREZZATURA		Δ TOTALE
		FARRO	TRIFOGLIO	CAMOMILLA	ROSMARINO	MIELE	PARCO MACCHINE	ATTREZZATURE APISTICHE	
1°	COSTI	8.407 €	8.537 €	10.917 €	17.135 €	1.200 €	21.800 €	-	67.996 €
	PLV	15.546 €	9.809 €	40.269 €	5.192 €	4.800 €	-	-	75.617 €
	RICAVI NETTI	7.140 €	1.271 €	29.352 €	-11.943 €	3.600 €	-	-	7.620 €
2°	COSTI	6.533 €	5.412 €	22.160 €	6.923 €	1.200 €	-	-	42.228 €
	PLV	12.081 €	6.219 €	81.738 €	9.087 €	4.800 €	-	-	113.924 €
	RICAVI NETTI	5.548 €	806 €	59.578 €	2.164 €	3.600 €	-	-	71.696 €
3°	COSTI	13.260 €	4.206 €	14.049 €	6.923 €	1.200 €	-	-	39.638 €
	PLV	24.521 €	4.832 €	51.821 €	11.683 €	4.800 €	-	-	97.658 €
	RICAVI NETTI	11.262 €	626 €	37.772 €	4.760 €	3.600 €	-	-	58.020 €
4°	COSTI	8.407 €	8.537 €	10.917 €	6.923 €	1.200 €	-	-	35.984 €
	PLV	9.087 €	9.809 €	40.269 €	15.577 €	4.800 €	-	-	79.542 €
	RICAVI NETTI	680 €	1.271 €	29.352 €	8.654 €	3.600 €	-	-	43.558 €
5°	COSTI	6.533 €	5.412 €	22.160 €	6.923 €	1.200 €	-	-	42.228 €
	PLV	12.081 €	6.219 €	81.738 €	15.577 €	4.800 €	-	-	120.414 €

ANNO	BP	FARRO	TRIFOGLIO	CAMOMILLA	ROSMARINO	ZOOTECNIA	ATTREZZATURA		Δ TOTALE
						MILELE	PARCO MACCHINE	ATTRZZATURE APISTICHE	
	RICAVI NETTI	5.548 €	806 €	59.578 €	8.654 €	3.600 €	-	-	78.186 €
6°	COSTI	13.260 €	4.206 €	14.049 €	6.923 €	1.200 €	-	-	39.638 €
	PLV	24.521 €	4.832 €	51.821 €	12.981 €	4.800 €	-	-	98.956 €
	RICAVI NETTI	11.262 €	626 €	37.772 €	6.058 €	3.600 €	-	-	59.318 €
7°	COSTI	8.407 €	8.537 €	10.917 €	6.923 €	1.200 €	-	-	35.984 €
	PLV	15.546 €	9.809 €	40.269 €	9.087 €	4.800 €	-	-	79.511 €
	RICAVI NETTI	7.140 €	1.271 €	29.352 €	2.164 €	3.600 €	-	-	43.527 €
8°	COSTI	9.213 €	4.067 €	22.160 €	22.801 €	1.200 €	-	-	59.442 €
	PLV	12.092 €	4.673 €	81.738 €	6.910 €	4.800 €	-	-	110.212 €
	RICAVI NETTI	2.879 €	606 €	59.578 €	-15.892 €	3.600 €	-	-	50.771 €
9°	COSTI	8.407 €	8.537 €	10.917 €	17.135 €	1.200 €	-	-	46.196 €
	PLV	15.546 €	9.809 €	40.269 €	5.192 €	4.800 €	-	-	75.617 €
	RICAVI NETTI	7.140 €	1.271 €	29.352 €	-11.943 €	3.600 €	-	-	29.420 €
10°	COSTI	6.533 €	5.412 €	22.160 €	6.923 €	1.200 €	-	-	42.228 €
	PLV	12.081 €	6.219 €	81.738 €	9.087 €	4.800 €	-	-	113.924 €
	RICAVI NETTI	5.548 €	806 €	59.578 €	2.164 €	3.600 €	-	-	71.696 €
11°	COSTI	13.260 €	4.206 €	14.049 €	6.923 €	1.200 €	-	9.000 €	48.638 €
	PLV	24.521 €	4.832 €	51.821 €	11.683 €	4.800 €	-	-	97.658 €
	RICAVI NETTI	11.262 €	626 €	37.772 €	4.760 €	3.600 €	-	-	49.020 €
12°	COSTI	8.407 €	8.537 €	10.917 €	6.923 €	1.200 €	-	-	35.984 €
	PLV	9.087 €	9.809 €	40.269 €	15.577 €	4.800 €	-	-	79.542 €
	RICAVI NETTI	680 €	1.271 €	29.352 €	8.654 €	3.600 €	-	-	43.558 €
13°	COSTI	6.533 €	5.412 €	22.160 €	6.923 €	1.200 €	-	-	42.228 €
	PLV	12.081 €	6.219 €	81.738 €	15.577 €	4.800 €	-	-	120.414 €
	RICAVI NETTI	5.548 €	806 €	59.578 €	8.654 €	3.600 €	-	-	78.186 €
14°	COSTI	13.260 €	4.206 €	14.049 €	6.923 €	1.200 €	-	-	39.638 €
	PLV	24.521 €	4.832 €	51.821 €	12.981 €	4.800 €	-	-	98.956 €
	RICAVI NETTI	11.262 €	626 €	37.772 €	6.058 €	3.600 €	-	-	59.318 €
15°	COSTI	8.407 €	8.537 €	10.917 €	6.923 €	1.200 €	-	-	35.984 €
	PLV	15.546 €	9.809 €	40.269 €	9.087 €	4.800 €	-	-	79.511 €
	RICAVI NETTI	7.140 €	1.271 €	29.352 €	2.164 €	3.600 €	-	-	43.527 €
16°	COSTI	9.213 €	4.067 €	22.160 €	22.801 €	1.200 €	-	-	59.442 €
	PLV	12.092 €	4.673 €	81.738 €	6.910 €	4.800 €	-	-	110.212 €
	RICAVI NETTI	2.879 €	606 €	59.578 €	-15.892 €	3.600 €	-	-	50.771 €
17°	COSTI	8.407 €	8.537 €	10.917 €	17.135 €	1.200 €	-	-	46.196 €
	PLV	15.546 €	9.809 €	40.269 €	5.192 €	4.800 €	-	-	75.617 €
	RICAVI NETTI	7.140 €	1.271 €	29.352 €	-11.943 €	3.600 €	-	-	29.420 €
18°	COSTI	6.533 €	5.412 €	22.160 €	6.923 €	1.200 €	-	-	42.228 €
	PLV	12.081 €	6.219 €	81.738 €	9.087 €	4.800 €	-	-	113.924 €
	RICAVI NETTI	5.548 €	806 €	59.578 €	2.164 €	3.600 €	-	-	71.696 €
19°	COSTI	13.260 €	4.206 €	14.049 €	6.923 €	1.200 €	-	-	39.638 €
	PLV	24.521 €	4.832 €	51.821 €	11.683 €	4.800 €	-	-	97.658 €
	RICAVI NETTI	11.262 €	626 €	37.772 €	4.760 €	3.600 €	-	-	58.020 €
20°	COSTI	8.407 €	8.537 €	10.917 €	6.923 €	1.200 €	-	-	35.984 €
	PLV	9.087 €	9.809 €	40.269 €	15.577 €	4.800 €	-	-	79.542 €
	RICAVI NETTI	680 €	1.271 €	29.352 €	8.654 €	3.600 €	-	-	43.558 €
21°	COSTI	6.533 €	5.412 €	22.160 €	6.923 €	1.200 €	21.800 €	9.000 €	73.028 €
	PLV	12.081 €	6.219 €	81.738 €	15.577 €	4.800 €	-	-	120.414 €
	RICAVI NETTI	5.548 €	806 €	59.578 €	8.654 €	3.600 €	-	-	47.386 €
22°	COSTI	13.260 €	4.206 €	14.049 €	6.923 €	1.200 €	-	-	39.638 €
	PLV	24.521 €	4.832 €	51.821 €	12.981 €	4.800 €	-	-	98.956 €
	RICAVI NETTI	11.262 €	626 €	37.772 €	6.058 €	3.600 €	-	-	59.318 €
23°	COSTI	8.407 €	8.537 €	10.917 €	6.923 €	1.200 €	-	-	35.984 €
	PLV	15.546 €	9.809 €	40.269 €	9.087 €	4.800 €	-	-	79.511 €
	RICAVI NETTI	7.140 €	1.271 €	29.352 €	2.164 €	3.600 €	-	-	43.527 €

ANNO	BP	FARRO	TRIFOGLIO	CAMOMILLA	ROSMARINO	ZOOTECNIA	ATTREZZATURA		Δ TOTALE
						MILELE	PARCO MACCHINE	ATTRZZATURE APISTICHE	
24°	COSTI	9.213 €	4.067 €	22.160 €	22.801 €	1.200 €	-	-	59.442 €
	PLV	12.092 €	4.673 €	81.738 €	6.910 €	4.800 €	-	-	110.212 €
	RICAVI NETTI	2.879 €	606 €	59.578 €	-15.892 €	3.600 €	-	-	50.771 €
25°	COSTI	8.176 €	8.355 €	14.318 €	16.529 €	1.200 €	-	-	48.579 €
	PLV	15.546 €	9.809 €	40.269 €	5.192 €	4.800 €	-	-	75.617 €
	RICAVI NETTI	7.370 €	1.453 €	25.951 €	-11.337 €	3.600 €	-	-	27.038 €
26°	COSTI	8.407 €	8.537 €	10.917 €	17.135 €	1.200 €	-	-	46.196 €
	PLV	15.546 €	9.809 €	40.269 €	5.192 €	4.800 €	-	-	75.617 €
	RICAVI NETTI	7.140 €	1.271 €	29.352 €	-11.943 €	3.600 €	-	-	29.420 €
27°	COSTI	6.533 €	5.412 €	22.160 €	6.923 €	1.200 €	-	-	42.228 €
	PLV	12.081 €	6.219 €	81.738 €	9.087 €	4.800 €	-	-	113.924 €
	RICAVI NETTI	5.548 €	806 €	59.578 €	2.164 €	3.600 €	-	-	71.696 €
28°	COSTI	13.260 €	4.206 €	14.049 €	6.923 €	1.200 €	-	-	39.638 €
	PLV	24.521 €	4.832 €	51.821 €	11.683 €	4.800 €	-	-	97.658 €
	RICAVI NETTI	11.262 €	626 €	37.772 €	4.760 €	3.600 €	-	-	58.020 €
29°	COSTI	8.407 €	8.537 €	10.917 €	6.923 €	1.200 €	-	-	35.984 €
	PLV	9.087 €	9.809 €	40.269 €	15.577 €	4.800 €	-	-	79.542 €
	RICAVI NETTI	680 €	1.271 €	29.352 €	8.654 €	3.600 €	-	-	43.558 €
30°	COSTI	6.533 €	5.412 €	22.160 €	6.923 €	1.200 €	-	-	42.228 €
	PLV	12.081 €	6.219 €	81.738 €	15.577 €	4.800 €	-	-	120.414 €
	RICAVI NETTI	5.548 €	806 €	59.578 €	8.654 €	3.600 €	-	-	78.186 €
RICAVI NETTI 1° - 30° =									1.549.800,98 €
€/ANNO =									51.660,03 €

11. Analisi delle ricadute ambientali dell'intervento

11.1. Benefici dell'impianto APV

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

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

- **7 % Superficie non Coltivata Pannelli**

- **74 % Superficie Coltivata Totale**

- 26 % 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 metereologici e dall'oscillazione dei prezzi delle produzioni agricole, diversamente da quanto può avvenire in un sistema di coltivazione tradizionale locale dove a prevalere è una sola specie colturale, come ad esempio il frumento.

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

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

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

-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 ed eolici 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 agrovoltaico 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.

- Cover Crops

L'utilizzo di colture di copertura non destinate alla raccolta, viene impiegato per migliorare la fertilità del suolo e mitigare gli impatti ambientali agricoli. I vantaggi di questa tecnica agronomica, nel

dettaglio, includono: i) incremento della sostanza organica; ii) miglioramento della biodiversità ambientale e microbiologica; iii) apporto di elementi nutritivi alla coltura in successione; 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	
Trifolium squarrosum TRIFOGLIO SQUARROSO	Lavorazione primaria/secondaria 		Semina/Concimazione 				Crescita vegetativa della pianta 				Raccolta 			Lavorazione 	
Triticum dicoccum FARRO	Lavorazione primaria/secondaria 		Semina/Concimazione 					Concimazione 			Raccolta 			Lavorazione 	
Matricaria chamomilla CAMOMILLA	Lavorazione primaria/secondaria 		Semina/Concimazione 				Crescita vegetativa della pianta 							Raccolta 	
Rosmarinus officinalis ROSMARINO	Lavorazione primaria/secondaria 		Concimazione/Trapianto/Irrigazione 				Crescita vegetativa della pianta/Concimazione primaverile 					1° Sfalcio 1° anno 			Crescita 

SECONDO ANNO														
	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE
Matricaria chamomilla CAMOMILLA	Lavorazione primaria/secondaria 		Semina/Concimazione 											Raccolta 
Trifolium squarrosum TRIFOGLIO SQUARROSO	Lavorazione primaria/secondaria 		Semina/Concimazione 				Crescita vegetativa della pianta 					Raccolta 		Lavorazione 
Triticum dicoccum FARRO	Lavorazione primaria/secondaria 		Semina/Concimazione 					Concimazione 				Raccolta 		Lavorazione 
Rosmarinus officinalis ROSMARINO							Crescita vegetativa della pianta 			Concimazione 		1° Sfalcio 2° anno 		Crescita vegetativa 

ANNO APISTICO + FIORITURE												
	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE
Trifolium squarrosum												
Triticum dicoccum												
Matricaria chamomilla												
Rosmarinus officinalis												
Apis mellifera	Nutrimto/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/Nutrimto/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 $S_{agri} = 47,28$ ha

Superficie del sistema agrivoltaico (S_{tot}) = 63,92 ha

$$S_{agri} / S_{tot} = 47,28 / 63,29 = 0,74 \geq 0,70$$

Il requisito A.1. risulta VERIFICATO.

Il progetto prevede l'installazione di 80.400 moduli di dimensioni 2,618 mq, montati su strutture ad inseguimento. Risulta una Superficie totale di ingombro dell'impianto agrivoltaico (S_{pv}) = 21,982 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:

$$LAOR = 21,982 \text{ ha} / 63,92 \text{ ha} = 34,4\% < 40\%$$

Il requisito A.2. risulta VERIFICATO

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

REQUISITO B.1.Continuità dell'attività agricola

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

Al fine di valutare la continuità dell'attività agricola, verrà predisposta una zona di controllo per il monitoraggio della biomassa prodotta sia nell'area a pieno campo sia nell'area ombreggiata. Verranno identificate due aree studio di 4 m², 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
2022	pomodoro	39,05	16.234 €	634.016 €
	pisello	72,35	1.061 €	76.768 €
	frumento d.	12,2	1.017 €	12.407 €
Media €/ha/anno				8.553 €

valori RICA 2017_Puglia

VALORI INDIRIZZO PRODUTTIVO POST IMPIANTO				
anno	coltura	sup. (ha)	€/ha RICA	€/anno TOT
1° APV	farro	11,52	1.139 €	13.117 €
	rosmarino	8,65	27.556 €	238.474 €
	trifoglio	18,16	1.370 €	24.885 €
	camomilla	8,95	1.760 €	15.750 €
	allevamento	n.arnie	€/arnia RICA	€/anno TOT
	api	20	269 €	5.380 €
Media €/ha/anno				6.294 €

valori RICA 2017_Puglia

Il valore economico dell'indirizzo produttivo è stato calcolato in base ai valori RICA della regione Puglia del 2017. Il modello di coltivazione attuale prevede l'avvicendamento tra: leguminose da granella, pomodoro da industria e graminacee da granella. Il nuovo ordinamento colturale prevede la coltivazione di farro, trifoglio, camomilla e rosmarino. Inoltre parte della superficie verrà destinata alla produzione di miele, infatti è previsto il posizionamento di 20 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 (Puglia 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 media pari a 24,4% su supporti ad inseguimento, collocati nello stesso sito dell'impianto agrivoltaico.

Per l'impianto fotovoltaico di riferimento è stata considerata una densità di potenza pari a 0,80 MW/ha. Per la stima della producibilità, è stato utilizzato il software Pvsyst disponibile al sito www.pvsyst.com.

Dai calcoli eseguiti risulta:

- Producibilità elettrica annua Impianto Standard [kWh/kWp/anno]: 1.924
- Producibilità elettrica annua Impianto Agrivoltaico [kWh/kWp/anno]: 1721
- Superficie utile (effettivamente utilizzabile per l'alloggiamento di un impianto fotovoltaico, al netto quindi di possibili restrizioni): 63,92 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] = 0,89

FV standard [GWh/ha/anno] = 1,09

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

Dunque, il requisito B2 risulta VERIFICATO.

13.3. REQUISITO D: Sistemi di monitoraggio

REQUISITO D.1.: Monitoraggio del risparmio idrico

Il nuovo ordinamento colturale prevede la coltivazione di trifoglio, farro, camomilla e rosmarino, colture che richiedono un limitato apporto idrico data la pluviometria media dell'areale di coltivazione, fatta eccezione nelle annate siccitose per il rosmarin. 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 da autocisterne. 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 risora idrica e quindi monitorare il risparmio idrico derivante dall'installazione dei pannelli APV, verranno determinate due aree studio di 4 m², posizionate una sotto la fascia ombreggiata ed una nella fascia di pieno campo. Nelle due aree studio verrà installata le 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 ed 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 istallata una centralina meteo provvista di sensoristica utile al monitoraggio dei principali parametri agro-metereologici, sia sotto i moduli che in pieno campo.

I parametri monitorati saranno:

- Temperatura dell'aria → il monitoraggio delle temperature verrà eseguito mediante sensore PT100 posizionato nelle due aree di saggio, sotto i moduli ed in pieno campo.
- Umidità dell'aria → il monitoraggio dell'umidità dell'aria verrà eseguito mediante igrometro/psicrometro posizionato nelle due aree di saggio, sotto i moduli ed in pieno campo.
- Anemometria → il monitoraggio dell'intensità e direzione del vento verrà eseguito mediante anemometro posizionato nelle due aree di saggio, sotto i moduli ed in pieno campo.
- Pluviometria → il monitoraggio dell'intensità e cumulo di pioggia verrà eseguito mediante pluviometro posizionato nelle due aree di saggio, sotto i moduli ed in pieno campo.
- Radiazione solare → il monitoraggio della radiazione solare (visibile, PAR, UV) verrà eseguito mediante solarimetro posizionato nelle due aree di saggio, sotto i moduli ed in pieno campo.
- Conducibilità elettrica del terreno → il monitoraggio della conducibilità elettrica del terreno verrà eseguito mediante analisi con conduttivimetro nelle due aree di saggio, sotto i moduli ed in pieno campo.
- Umidità e Temperatura del terreno → il monitoraggio dell'umidità e temperatura del terreno verrà eseguito mediante appositi sensori installati nelle due aree di saggio, sotto i moduli ed in pieno campo.
- Bagnatura fogliare → il monitoraggio della bagnatura fogliare verrà eseguito mediante foglia elettronica posizionata sia sotto i moduli che in pieno campo.
- Evapotraspirazione di riferimento e della coltura → il monitoraggio dell'evapotraspirazione verrà eseguito mediante vasche evaporimetre posizionate sia sotto i moduli che in pieno campo. Moltiplicando ET_0 per il coefficiente colturale (k_c) si ottiene l'evapotraspirazione della specifica coltura.
- Biomassa (kg/m^2) → il monitoraggio della biomassa prodotta verrà eseguito mediante periodici sfalci delle varie colture, sia sotto i moduli che in pieno campo. Una volta prelevata la biomassa di 4 mq, per ogni singola area di saggio, si procederà alla determinazione del peso della biomassa verde ed essiccata.
- Sostanza Organica → il contenuto in sostanza organica del terreno verrà determinato prelevando ed analizzando campioni di terreno nelle due aree di saggio, sotto i moduli ed in pieno campo. Le analisi verranno compiute a cicli triennali.

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

14. Conclusioni

Da quanto sopra esposto, il presente impianto fotovoltaico può essere definito come “impianto agrivoltaico” in quanto vengono rispettati i requisiti A, B e D delle Nuove Linee Guida.