

Comune di Gavignano

Comune di Paliano

Comune di Anagni

Committente:

GRUPOTEC SOLAR ITALIA 15 SRL



Via Statuto, 10 - 20121 Milano - Italy
pec: grupotecsolaritalia15srl@legalmail.it

PROCEDIMENTO VIA NAZIONALE ai sensi degli artt. 23-24-25 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.

Denominazione progetto:

REALIZZAZIONE IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"

Potenza nominale complessiva = 16.428,75 kWp

Sito in:

COMUNI DI GAVIGNANO (RM), PALIANO (FR) E ANAGNI (FR)

Titolo elaborato:

Relazione agronomica



Elaborato n. **VIA10a**

Scala -

Responsabile Coordinamento e revisione progetto : dott. for. Edoardo Pio Iurato

TIMBRI E FIRME:

Progettisti : dott.ssa Agr. Eliana Santoro

Collaboratori : dott.ssa Agr. Chiara Costamagna
dott.ssa Emanuela Gaia Forni



REV.:	REDAZIONE:	CONTROLLO:	APPROVAZIONE :	DATA:	FIRMA/TIMBRO COMMITTENTE:
00	dott.ssa Eliana Santoro	dott.ssa Eliana Santoro	dott.ssa Eliana Santoro	13/12/2021	
01	dott.ssa Eliana Santoro	dott.ssa Eliana Santoro	dott.ssa Eliana Santoro	05/12/2022	
02					



Flyren Development S.r.l.
Lungo Po Antonelli, 21 - 10153 Torino (TO)
tel: 011/ 8123575 - fax: 011/ 8127528
email: info@flyren.eu
web: www.flyren.eu
C.F. / P. IVA n. 12062400010

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
VIA 10	Relazione agronomica	Rev. 01	05.12.2022	Pagina 1 di 66

PREAMBOLO	2
1. AGRIVOLTAICO	3
2. PRINCIPI DELLA SOLUZIONE AGRIVOLTAICA	6
2.1. IL PASCOLO E LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE.....	9
2.2. L' ATTIVITÀ APISTICA E LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE	12
2. QUADRO NORMATIVO DELL' AGRIVOLTAICO	14
3. L' AGRICOLTURA IN LAZIO	21
4. INQUADRAMENTO CLIMATICO	24
5. INQUADRAMENTO DELL' AREA DI INTERVENTO	27
6. CONDUZIONE ATTUALE DELL' AZIENDA AGRICOLA	32
7. ASPETTI AGRONOMICI DEL SITO	34
8. PROGETTO AGRIVOLTAICO	37
8.1 COMPONENTE FOTOVOLTAICA	37
8.2. COMPONENTE AGRONOMICA.....	39
8.3. PRATO POLIFITA E RELATIVO PASCOLAMENTO	40
8.4 ATTIVITÀ APISTICA	44
9 MONITORAGGIO AGRONOMIC	46
10 INDICAZIONI ECONOMICHE	49
10.1 PRATO POLIFITA	49
10.2 ATTIVITÀ APISTICA	49
10.3 SOSTENIBILITÀ PRODUTTIVA DELLE SUPERFICI	52
10.4 COSTI MONITORAGGIO AGROMETEO	53
11 CONFORMITÀ ALLE LINEE GUIDA DEL MITE	55
12 CONCLUSIONI	60
BIBLIOGRAFIA	62
ALLEGATI	66

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
VIA 10	Relazione agronomica	Rev. 01	05.12.2022	Pagina 2 di 66

Preambolo

La presente relazione viene redatta su incarico conferito dalla società FlyRen Development S.r.l. – in rappresentanza della società Grupotec Solar Italia 15 S.r.l. - al fine di valutare le potenzialità e gli aspetti agro-zootecnici di un progetto di produzione agro-energetica sostenibile (c.d. Agrivoltaico) con le seguenti caratteristiche:

- **Potenza nominale complessiva: 16,428 MWp**
- Superficie catastale interessata: 39,55 ha
- **Superficie di impianto recintata: 22,99 ha**
- **Superficie destinata alle attività agricole/zootecniche: 22,19 ha**
- Classificazione architettonica: impianto a terra.
- Ubicazione: Comune di Gavignano (RM), Paliano (FR), Anagni (FR) – Regione Lazio
- Particelle superficie catastale disponibile: F. 1 - P. 32, 123, 131, 135, 178; F. 2 - P. 52, 97, 137
- Particelle superficie di impianto recintata: F. 1 - P. 32, 123, 131, 178; F.2 - P. 97, 137
- Ditta committente: Grupotec Solar Italia 15 S.r.l.

L'elaborato è finalizzato a:

1. introdurre e illustrare il concetto di *agrivoltaico*;
2. descrivere l'area di intervento progettuale;
3. illustrare gli interventi di carattere agronomico-ambientale previsti in ottica di utilizzo plurimo (agro-energetico) della risorsa suolo e gli accorgimenti gestionali da adottare.
4. **Valutare la conformità della proposta con le Linee Guida del MiTE (Mite,2022). Si specifica che il progetto presentato intende rispettare la conformità ai requisiti minimi definiti dal MiTE nelle Linee Guida per poter definire un impianto "Agrivoltaico". Il progetto proposto non intende accedere ad alcun tipo di contributo statale.**

Tale documento costituisce parte integrante e sostanziale della documentazione presentata per l'istanza di VIA Nazionale, di cui all'Art.23 D. Lgs.152/2006.

La presente revisione (R01) è stata redatta in riscontro alle richieste di integrazioni pervenute con la Nota prot. CTVA/5251 del 27/07/2022. Tutti gli aggiornamenti sono stati formattati in colore verde. Oltre a quanto richiesto, si è proceduto ad aggiornare l'intero documento in tutte le parti in cui le informazioni risultassero superate in ragione dell'anno trascorso dalla prima redazione.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
VIA 10	Relazione agronomica	Rev. 01	05.12.2022	Pagina 3 di 66

1. Agrivoltaico

Secondo l'ultimo rapporto dell'European Environment Agency (EEA, 2022), l'Unione Europea ha raggiunto l'obiettivo 2020 di riduzione delle emissioni di gas a effetto serra, raggiungendo il 20% in meno rispetto al 1990. Tra i fattori chiave che hanno consentito tale miglioramento rientra *"la diffusione delle energie rinnovabili, l'uso di combustibili fossili a minore intensità di carbonio e il miglioramento dell'efficienza energetica, i cambiamenti strutturali nell'economia, la minore domanda di riscaldamento dovuta agli inverni più caldi in Europa"*, così come anche gli effetti del COVID-19.

Come più approfonditamente illustrato nello Studio di Impatto Ambientale, la strada da percorrere risulta però ancora lunga. Nell'ambito del Green Deal europeo nel settembre 2020 la Commissione Europea ha infatti proposto di:

- innalzare dal 40% al 55% la riduzione entro il 2030 delle emissioni nette di gas climalteranti rispetto ai livelli del 1990;
- portare la produzione di energia prodotta ad una quota di almeno il 32% da fonti rinnovabili;
- incrementare di almeno il 32,5% l'efficienza energetica.

I nuovi scenari europei condivisi a dicembre 2020 comportano la necessità di rivedere al rialzo gli obiettivi nazionali del PNIEC¹, elaborato a fine 2019. Il nuovo traguardo in termini di energia rinnovabile dovrà raggiungere quota 65.000 MW, invece dei 51.000 MW previsti: un incremento di circa 42.406 MW rispetto ai 22.594 MW installati in Italia a fine 2021 (GSE, 2022). I nuovi scenari impongono di triplicare la potenza di fotovoltaico installata in Italia entro il 2030, ma il ritmo di crescita è ancora troppo lento. Se la crescita non subirà un'accelerazione al 2030 la potenza installata da eolico e fotovoltaico sarà di poco superiore ai 50 GW, rendendo impossibile l'obiettivo (ulteriormente aumentato con il PTE², il Piano per la Transizione Ecologica) di un installato totale di rinnovabili tra i 125 e i 130 GW. Queste cifre saranno raggiungibili solo alimentando il tasso di installazione, raggiungendo per l'eolico circa 1,75 GW/anno (contro gli 0,38 GW/anno di oggi) e per il fotovoltaico circa 5,6 GW/anno (contro gli 0,73 GW/anno)³.

Il ruolo dell'energia prodotta dal settore fotovoltaico (FV) è fondamentale dal momento che in larghissima misura il *gap* potrà essere coperto da nuova capacità collegata alla fonte solare. La tecnologia fotovoltaica ha raggiunto un grado di maturità tecnologica che, unitamente alla diminuzione dei costi⁴, alla crescita di produttività dei moduli e alla quasi integrale possibilità di riciclo dei materiali, la rende un valido sostituto delle fonti fossili nella generazione di energia elettrica.

Uno dei principali fattori limitanti alla diffusione di tali impianti risiede però nella disponibilità di superfici utili. La tecnologia fotovoltaica richiede infatti, a differenza ad esempio dell'eolico, di un maggiore sviluppo areale. Il progressivo aumento della popolazione mondiale (che secondo l'ultimo report delle Nazioni Unite, si prevede arriverà a 9,7 Miliardi nel 2050) porta con sé, oltre all'incremento di domanda in termini di energia, anche un aumento della domanda in termini di cibo e quindi di terre coltivabili. Il raggiungimento degli

¹ Piano nazionali integrati per l'energia e il clima: obiettivo fissato per i PNIEC degli Stati membri richiedeva una riduzione del 40%, pari al doppio di quella stabilita per il 2020: -20%, il nuovo target prevede di quasi triplicarla.

² nuovo strumento di programmazione nazionale (D.L 1° marzo 2021 n. 22 (Disposizioni urgenti in materia di riordino delle attribuzioni dei ministeri), convertito con modificazioni dalla Legge 22 aprile 2021, n. 55). Secondo il Pte, la generazione di energia elettrica dovrà dismettere l'uso del carbone entro il 2025 e provenire nel 2030 per il 72% da fonti rinnovabili, fino a sfiorare livelli prossimi al 95-100% nel 2050. Il Pte riporta come dato rilevante che l'Italia beneficia di un irraggiamento solare superiore del 30-40% rispetto alla media europea, ma che questi vantaggi energetico-ambientali sono stati ostacolati da difficoltà autorizzative che hanno frenato gli investitori e la crescita del settore.

³ <https://www.itismagazine.it/news/26947/energie-rinnovabili-il-ritmo-della-crescita-e-ancora-lento/>

⁴ La tecnologia fotovoltaica, è attualmente la FER più "economica" e alla latitudine Italiana anche quella con il maggior potenziale (Mancini *et al.*, 2020).

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
VIA 10	Relazione agronomica	Rev. 01	05.12.2022	Pagina 4 di 66

obiettivi in termini di produzione da FV è quindi in contrasto con gli obiettivi di sviluppo sostenibile e recupero dell'utilizzo del suolo delle Nazioni Unite (Herrick and Abrahamse, 2019). La risposta a questa apparente conflitto è rappresentata da quelle che vengono definite le installazioni *agrivoltaiche*, progettate in modo da consentire la coltivazione dell'area sottostante l'infrastruttura energetica e consentendo quindi di perseguire simultaneamente gli obiettivi di riduzione delle emissioni e di recupero dei suoli (Reasoner *et al*, 2022).

È fondamentale considerare che, per raggiungere i nuovi obiettivi al 2030, occorrerà prevedere un utilizzo di superficie agricola tra i 30.000-40.000 ettari - valore comunque inferiore allo 0,5% della Superficie Agricola Totale - per cui è necessario proporre tecnologie e progetti che assicurino la compatibilità tra gli obiettivi energetici e climatici e gli obiettivi di tutela del paesaggio, di qualità dell'aria e dei corpi idrici, di salvaguardia della biodiversità e di tutela del suolo (Legambiente, 2020).

Un impianto agrivoltaico può essere definito come *"un impianto fotovoltaico, che nel rispetto dell'uso agricolo e/o zootecnico del suolo, anche quando collocato a terra, non inibisce tale uso, ma lo integra e supporta garantendo la continuità delle attività pre-esistenti ovvero la ripresa agricola e/o zootecnica e/o biodiversità sulla stessa porzione di suolo su cui insiste l'area di impianto, contribuendo così ad ottimizzare l'uso del suolo stesso con ricadute positive sul territorio in termini occupazionali, sociali ed ambientali."*⁵

Si tratta, quindi, di una soluzione di *solar sharing*, poiché la risorsa radiativa proveniente dal sole viene ripartita fra il processo di coltivazione e quello di generazione energetica.

Tale approccio costituisce una valida alternativa a un sistema agricolo intensivo in un'ottica di sostenibilità a lungo termine. È importante considerare che non si tratta solo di una soluzione finalizzata ad utilizzare i terreni agricoli per installare impianti ad energia rinnovabile, bensì di una concreta possibilità di contribuire alla decarbonizzazione del sistema agricolo attraverso l'integrazione delle energie rinnovabili. Sappiamo infatti che l'agricoltura intensiva è concausa dell'inquinamento e del riscaldamento globale, in generale si è stimato che l'agricoltura è stata responsabile nel 2015 del 6,9% delle emissioni totali di gas serra, espressi in CO₂ equivalente ed è pertanto la terza fonte di emissioni di gas serra dopo il settore energetico e il settore dei processi industriali⁶.

Esistono svariati sistemi che consentono di combinare la produzione agricola con altri sistemi produttivi, vedasi, ad esempio, i sistemi *agroforestali* che prevedono la coltivazione di colture arboree ed erbacee sulla stessa superficie. È ampiamente provato come l'utilizzo simultaneo di una stessa superficie, per fini diversi, consenta di aumentare il Rapporto di Suolo Equivalente (Land Equivalent Ratio, LER⁷, **Figura 1**) rispetto all'impiego della stessa superficie per un'unica produzione (Fraunhofer, 2020; Valle *et al.*, 2017).

⁵ Demofonti- 4 Agosto 2021- Gdl Agro-fotovoltaico. <https://www.italiasolare.eu/eventi/>

⁶ <https://www.controlsecurityambiente.com/inquinamento-causato-dalle-coltivazioni-agricole-intensive/>

⁷ LAND EQUIVALENT RATIO (LER): rapporto tra la superficie in coltura unica e la superficie in consociazione necessaria per ottenere la stessa resa a parità di gestione. È la somma delle frazioni delle rese in consociazione divise per le rese in coltura unica. <http://www.fao.org/3/x5648e/x5648e0m.htm>



Figura 1. Aumento del LER attraverso l'utilizzo combinato della superficie (Fraunhofer, 2020).

Dupraz (2011) ha dimostrato come l'Agrivoltaico rappresenti una soluzione valida e innovativa per superare la competizione rispetto all'uso del suolo. Diversi studi, mirati alla valutazione tecnica economica di questo sistema (Shindle *et al.*, 2020) e all'analisi della compatibilità tra la coltivazione agraria e l'installazione di pannelli in molteplici casi reali (Aroca-Delgado *et al.*, 2018), dimostrano che l'agrivoltaico aumenta l'efficienza d'uso del suolo consentendo la coltivazione e la produzione di energia in simultanea, sfruttando la sinergia tecno-ecologica-economica dei due sistemi.

Secondo uno studio dell'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (ENEA), infatti, gran parte del terreno al di sotto dei pannelli solari (80-90%) può essere lavorato con le comuni macchine agricole. Il restante 10-20% non è comunque sprecato perché può essere sfruttato in altri modi: per coltivare orti, come pascolo per il bestiame e per tutte quelle attività che non impiegano macchinari di grandi dimensioni. I vantaggi in termini di consumo di suolo sono, perciò, molto evidenti e promettenti.⁸

L'agrivoltaico può rappresentare, quindi, una "nuova opportunità in ambito agricolo laddove, tramite modelli "win-win", si esaltino le sinergie tra produzione agricola e generazione di energia" (M. Iannetta, responsabile della Divisione ENEA di Biotecnologie e Agroindustria).

Tale sistema rappresenta un'importante opportunità per l'Italia poiché consente di garantire la compatibilità tra la produzione agricola e la produzione energetica attraverso nuove tecnologie, nel rispetto delle norme vigenti che tutelano territorio, paesaggio, comunità locali e loro attività, con benefici in termini di sostenibilità ambientale, economica e sociale.

Si riportano in sintesi i risultati ottenibili con questo tipo di approccio progettuale (Marrou H. *et al.*, 2013; Weswelek A. *et al.*, 2019):

- **sinergia dei risultati:** è possibile conseguire esiti produttivi ed economici che sono superiori alla semplice somma dei risultati che potrebbero essere ascritti alle soluzioni semplici, ossia singolarmente od isolatamente applicate. Cfr indice LER (*Land Equivalent Ratio*) superiore all'unità;
- **ottimizzazione della scelta culturale** attraverso una razionale ed efficace individuazione delle colture agrarie e/o attività zootecniche che possano manifestare la piena espressione del risultato produttivo atteso;
- **diversificazione del sistema agro-ecologico:** coltivazione in regimi non convenzionali (quali biologico, agricoltura conservativa, agricoltura sostenibile) finalizzata al raggiungimento di obiettivi di compatibilità ambientale e sostenibilità ecologica sommati a indirizzi di diversificazione ecologica ("greening") mediante la realizzazione di plurimi elementi d'interesse ecologico ("ecological focus

⁸ <https://www.futuraenergie.it/2021/03/08/agrovoltico-i-vantaggi-del-fotovoltaico-in-agricoltura/>

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
VIA 10	Relazione agronomica	Rev. 01	05.12.2022	Pagina 6 di 66

area") ed elementi caratteristici del paesaggio, per costituire una sorta di "rete ecologica" aziendale capace di connettersi a quella territoriale mediante la realizzazione di fasce tampone, margini inerbiti, siepi arboreo-arbustive ed altre infrastrutture ecologiche;

- **coerenza con gli orientamenti normativi nazionali e comunitari:** leggi n.34,51 e 91 del 2022, L. 108 del 2021, Green Deal, PNIEC, PTE;
- **creazione di un nuovo modello paesaggistico:** grazie alla gamma di miglioramenti ambientali, alla rifunzionalizzazione di tipo agro-ecologico, nonché all'adozione di un design impiantistico che permette di coniugare con successo la disponibilità delle risorse con le esigenze della società attuale, si arriva alla definizione un "nuovo modello tradizionale", tramandabile da una generazione alla successiva, grazie al successo e alla stabilità di alcune soluzioni tecniche. La tradizione viene in tal modo "tradotta" per mantenerla vitale, assegnando ad essa nuove finalità entro nuove contestualizzazioni.

2. Principi della soluzione agrivoltaica

Il complesso dei requisiti agronomici ed ingegneristici associati/associabili alla proposta agrivoltaica la rendono un vero e proprio sistema integrato agro-energetico: un insieme articolato di processi tecnologici connessi l'uno all'altro a costituire un modello funzionalmente unitario di coltivazione e/o pascolamento e/o allevamento e di generazione elettrica da pannelli fotovoltaici.

L'associazione tra l'installazione di pannelli fotovoltaici e contestuali coltivazioni sulla stessa superficie è un concetto che è stato introdotto già nel 1982 (Goetzberger and Zastrow, 1982) e attualmente - in Italia e nel mondo - si stanno finalmente diffondendo impianti commerciali che utilizzano questo, [con una notevole impennata registrata negli ultimi cinque anni \(Reasoner et al. 2022\)](#).

[La presenza dei moduli su suolo agrario non preclude l'uso agricolo dell'area, anzi tale modello agrivoltaico può rappresentare un percorso virtuoso per coniugare la produzione alimentare e la produzione energetica da fonti rinnovabili \(Figura 2\).](#)

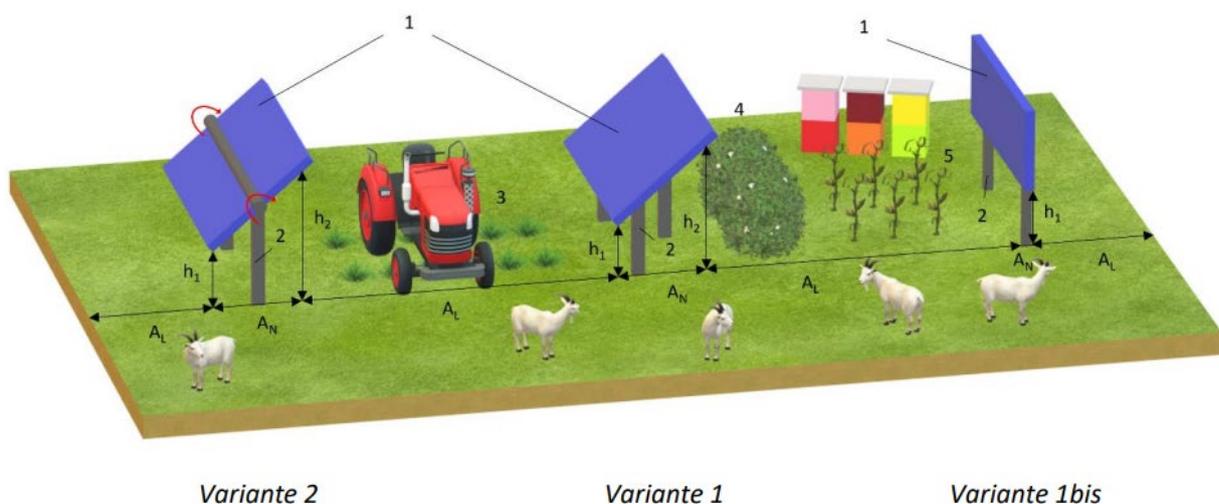


Figura 2. Raffigurazione relativa all'AGRO-FV INTERFILARE, Variante 1 (impianti FV fissi inclinati) Variante 2 (Impianti FV con tracker), Variante 1 bis (Impianti FV fissi verticali) Fonte: ANIE, 2022.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
VIA 10	Relazione agronomica	Rev. 01	05.12.2022	Pagina 7 di 66

Le soluzioni finora adottate per questo tipo di impianti (Figura 3), hanno visto l'adozione di tecnologie diversificate tra le quali si trovano: **i)** impianti fissi, previo innalzamento della componente fotovoltaica, in modo da consentire il passaggio dei macchinari agricoli; **ii)** installazione di moduli verticali per il privilegio di produzioni energetiche in fasce orarie differenti; **iii)** sistemi ad inseguimento su singolo o doppio asse. Esistono, inoltre, esempi di tecnologie brevettate specificatamente per l'ambito agrivoltaico (e.g. tensostrutture sulle quali alloggiare inseguitori solari).



Figura 3. Esempi di differenti soluzioni agrivoltaiche: impianti fissi (Legambiente, 2020); moduli verticali; sistemi di inseguimento (Toledo e Scognamiglio, 2021); Sistema Agrovoltaico® (<https://remtec.energy/agrovoltaico>).

Diversi studi (Weselek *et al.*, 2019; Hassanpour A. *et al.*, 2018; Fraunhofer, 2020; Toledo e Scognamiglio, 2021) ne mettono in luce i molteplici vantaggi, quali a titolo di esempio:

- incremento della produttività del suolo;
- miglioramento della produzione vegetale;
- incremento dell'efficienza d'uso dell'acqua e conseguente risparmio idrico;
- possibilità di intercettare e stoccare l'acqua piovana per usi irrigui;
- miglioramento dello stock di C organico del suolo;
- creazione di un ambiente favorevole per insetti pronubi;
- generazione di fonte di reddito aggiuntiva per gli agricoltori.

Le soluzioni agrivoltaiche che prevedono l'utilizzo dei *tracker* consentono di poter regolare opportunamente l'inclinazione dei pannelli sia in considerazione della quantità di luce necessaria per la coltura sottostante, sia per poter eseguire le operazioni meccaniche. Sono documentati esempi di integrazione tra gestione agronomica e produzione di energia fotovoltaica, progettati e regolati in modo da ottenere un equilibrio virtuoso tra produzione agricola ed energetica (Dupraz, 2011). A tal proposito riportiamo un caso studio promosso da ENEA⁹, che ha realizzato un progetto fotovoltaico in un vigneto, i cui pannelli fotovoltaici assicurano l'ombreggiamento perfetto alle piante di vite, contrastando l'incremento di temperatura durante la germinazione per garantire quindi lo sviluppo ottimale della coltura.

Per quanto concerne irraggiamento, temperatura dell'aria e umidità del suolo (**Figura 4**), dagli studi finora condotti, è risultato che la presenza dei pannelli fotovoltaici crei alcune variazioni microclimatiche che possono essere utili alla specie coltivata (Armstrong *et al.* 2016, Reasoner *et al.* 2022), quali:

⁹ <https://www.agrivoltaicosostenibile.com/webinar/>

- Irraggiamento: la presenza del pannello fotovoltaico riduce la percentuale di radiazione diretta, ovvero quella che raggiunge direttamente il suolo, con intensità variabile in funzione della distanza dal filare fotovoltaico, del momento del giorno e del periodo dell'anno (ma, al contempo, si prevede un aumento della quantità di radiazione diffusa). In base alle specie selezionate questo aspetto potrà tradursi, laddove opportunamente gestito, in un incremento complessivo della produzione di sostanza secca e della qualità.
- Temperatura dell'aria: il parziale ombreggiamento può attenuare l'impatto negativo delle elevate temperature e della carenza idrica estive (specie in ottica futura nell'ipotesi di aggravio di tale aspetto in relazione ai dinamismi causati dai cambiamenti climatici) mitigando la temperatura dell'aria e del suolo e promuovendo, pertanto, un maggior accrescimento radicale (anche grazie alla maggior umidità del terreno). Ogni specie vegetale, infatti, necessita di una specifica temperatura minima per accrescersi, il cosiddetto "zero di vegetazione", e temperature troppo elevate possono fortemente danneggiare l'accrescimento delle piante.
- Umidità del suolo: il parziale ombreggiamento variabile che viene a verificarsi può determinare una diminuzione della evapotraspirazione. La riduzione dell'evaporazione di acqua dal terreno, in particolare, consente un più efficace utilizzo della risorsa idrica del suolo.

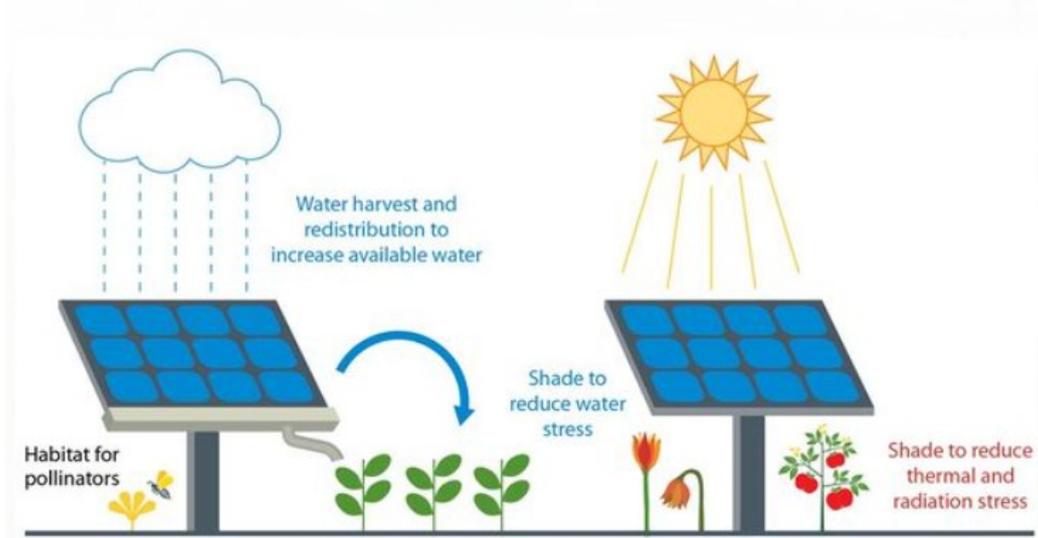


Figura 4. I benefici per le colture in un sistema agrivoltaico ([InSPIRE/Project | Open Energy Information \(openei.org\)](https://inspire.ec.europa.eu/projects/0000000122)).

Per quanto riguarda l'effetto sulle coltivazioni esso varia ovviamente in funzione delle specie coltivate e della relativa sensibilità all'ombreggiamento (Marrou, 2013; Agostini *et al.*, 2021). I risultati ottenuti variano anche in funzione del luogo in cui la sperimentazione è stata condotta.

L'installazione dei pannelli su suoli agricoli in ambienti aridi mostra effetti molto positivi in ragione della protezione da una radiazione eccessiva e della riduzione dell'evapotraspirazione.

Non esiste quindi uno standard di sviluppo ma ci sono diverse variabili che vanno analizzate in base alla situazione locale quali:

- l'ubicazione geografica dell'impianto,
- le colture coltivate tradizionalmente in loco,

- il tipo di coltura,
- il terreno,
- la conformazione del territorio.

"Riteniamo che non esista un solo agrivoltaico, ma diverse soluzioni da declinare secondo le specifiche caratteristiche dei siti oggetto di intervento: la sfida è trasformare una questione tecnica in una questione di cultura complessa, con un approccio transdisciplinare supportato dai risultati della ricerca sulle migliori combinazioni colture/sistemi fotovoltaici". (A. Scognamiglio, ENEA task force Agrivoltaico Sostenibile).

2.1. Il pascolo e la produzione di energia da fonte rinnovabile

La creazione dei cosiddetti *pascoli (o fattorie) solari* rappresenta una buona soluzione di agrivoltaico, perché consente di ovviare alla competizione nell'uso del suolo tra la produzione di energia e l'agricoltura. Queste soluzioni prevedono la semina di un prato polifita, caratterizzato dalla consociazione di due o più specie foraggere coltivate sullo stesso terreno, che possono essere impiegate come foraggio verde per il bestiame che pascola nell'area di impianto o raccolte per la fienagione.

A titolo esemplificativo, in Figura 5 si illustra la conduzione di un impianto agrivoltaico negli Stati Uniti, nel quale alla produzione fotovoltaica si abbina il pascolo di ovini.



Figura 5. Esempio operativo di agrivoltaico con pascolamento di ovini. Nella prima immagine e a seguire: a) definizione delle aree di pascolo con una recinzione provvisoria; b) pascolamento degli ovini nel lotto perimetrato; c) sistemazione di un abbeveratoio mobile; d) rimozione della recinzione per l'installazione in altre aree di pascolamento.

Dal punto di vista operativo, l'area dell'impianto viene suddivisa in parcelle che, delimitate da una recinzione provvisoria (e mobile), permettono un pascolamento progressivo all'interno dell'intero appezzamento per evitare che alcune porzioni vengano sfruttate più di altre. In ogni parcella viene assicurato l'abbeveramento del bestiame con contenitori mobili e pronti per essere facilmente spostati nelle parcelle successive. Nella Figura 5 l'abbeveratoio è approvvigionato con una cisterna di acqua caricata su un carro. Gli ovini, dopo aver

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
VIA 10	Relazione agronomica	Rev. 01	05.12.2022	Pagina 10 di 66

brucato la parcella, vengono in seguito spostati in un'area di pascolamento successiva e la recinzione provvisoria viene rimossa per essere posizionata nella nuova porzione.

La soluzione agrivoltaica abbinata al pascolamento permette di conseguire svariati benefici di carattere agro-zootecnico. La presenza di animali infatti, consente di contenere la proliferazione di specie infestanti che molto spesso, se non opportunamente gestite, si sviluppano anche al di sotto dei moduli fotovoltaici, riducendo e/o evitando eventuali decrementi dell'efficienza provocata dall'ombreggiamento degli stessi. Inoltre, la presenza animale favorisce la riduzione dell'impiego di diserbanti di origine chimica (Figura 6), assicurando una gestione più sostenibile dell'attività agricolo-zootecnica.



Figura 6. Crescita non controllata dalle erbe infestanti in un impianto fotovoltaico.

In aggiunta, la coesistenza fotovoltaico-pascolamento può consentire una diminuzione dei costi dell'attività zootecnica, in quanto la tecnologia fotovoltaica (tracker + modulo) è in grado di fornire un rifugio artificiale al bestiame, riducendo di fatto il costo iniziale della realizzazione dell'infrastruttura apposita per il ricovero del bestiame. Il pascolamento permette inoltre di evitare le operazioni di fienagione (taglio e/o raccolta del foraggio), diminuendo così il costo della manodopera impiegata per la gestione del cotico erboso presente sotto i pannelli.

Lo studio di Andrew A.C. (2021), che ha confrontato la crescita degli agnelli e la produzione foraggera del pascolo in un sistema tradizionale ed uno agrivoltaico, ha riportato come nell'arco del primo anno il bestiame allevato nel pascolo solare abbia dimostrato una riduzione dello stress termico delle pecore e la relativa diminuzione nel consumo idrico, grazie al microclima più fresco e mite creato all'ombra dei pannelli. Inoltre, gli animali hanno beneficiato delle strutture per ripararsi non solo dal sole, ma anche dal vento e dai predatori. I risultati dello studio hanno infine registrato una effettiva diminuzione della fitomassa prodotta dalla semina del prato, tuttavia accompagnata da un aumento della qualità del foraggio, che ha conseguito una nascita primaverile degli agnelli simile a quella dei pascoli aperti. Per concludere, i risultati hanno confermato che la produttività del terreno potrebbe essere notevolmente aumentata combinando il pascolo delle pecore con la produzione di energia solare, incentivando la realizzazione dei sistemi agrivoltaici¹⁰.

Hassanpour A. *et al.* (2018) hanno invece confrontato gli effetti ambientali dei pannelli solari su un pascolo non irrigato, sottoposto a stress idrico frequente. L'obiettivo dello studio è stato quello di dimostrare l'impatto della componente energetica sul prato, quantificando i cambiamenti del microclima, dell'umidità del suolo, dell'uso dell'acqua e della produttività della biomassa dovuti alla presenza dei pannelli solari. Tramite l'installazione di stazioni microclimatologiche collocate nei campi solari agrivoltaici e l'utilizzo della tecnologia sensoristica applicata -l'umidità del suolo è stata quantificata utilizzando le letture di una sonda a neutroni- si sono evidenziate differenze significative nella temperatura media dell'aria, nell'umidità relativa,

¹⁰ Andrew AC, Higgins CW, Smallman MA, Graham M and Ates S (2021) Herbage Yield, Lamb Growth and Foraging Behavior in Agrivoltaic Production System. *Front. Sustain. Food Syst.* 5:659175. doi: 10.3389/fsufs.2021.659175

nella velocità e nella direzione del vento e nell'umidità del suolo. Le aree sotto i pannelli solari hanno mantenuto un'umidità del suolo più elevata per tutto il periodo di osservazione, si è registrato un aumento significativo della biomassa (+90%) ed infine le porzioni sotto i moduli fotovoltaici sono risultate significativamente più efficienti dal punto di vista idrico (+328%).

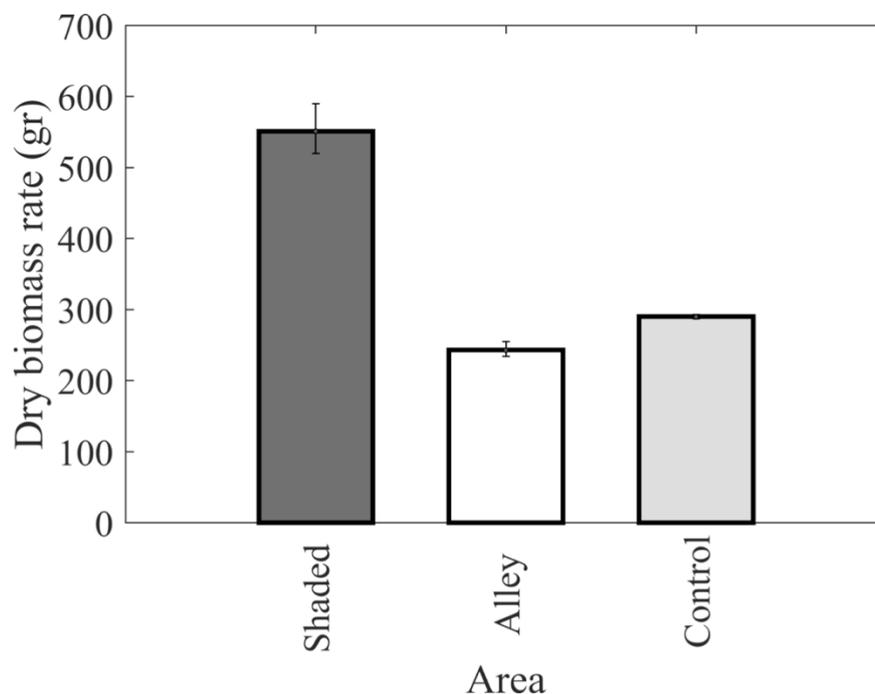


Figura 7. Confronto della biomassa secca nei tre luoghi di campionamento dello studio di Hassanpour A. *et al.* (2018): all'ombra dei pannelli (*shaded*), nelle aree aperte tra i pannelli (*alley*) e nell'area di controllo al di fuori dell'impianto agrivoltaico (*control*). Fonte: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203256.g006>

I ricercatori statunitensi hanno così confermato che le aree sotto i pannelli solari hanno un microclima diverso rispetto alle aree esposte: le piante in pieno sole consumano la risorsa idrica più in fretta e, una volta terminata, appassiscono, mentre quelle protette dai moduli utilizzano l'acqua più lentamente e sono quindi meno soggette a stress idrico. I ricercatori concludono anche che non tutte le colture sono indicate per i sistemi agrivoltaici e che la ricerca in questo campo ha bisogno di ulteriori studi. Tuttavia, recenti studi, permettono di affermare che i pascoli semi-aridi con inverni umidi risultano essere i candidati ideali per sistemi agrivoltaici, supportati anche dai notevoli guadagni in termini di produttività¹¹.

Nonostante i numerosi studi già pubblicati, la ricerca in questo campo necessita ancora di ulteriori approfondimenti, anche in ragione dell'attuale contesto climatico caratterizzato sempre più spesso da eventi meteorici straordinari per i quali le colture potranno addirittura giovare dell'effetto protettivo dei pannelli contro gli eventi estremi quali, ad esempio, grandine e temperature molto elevate.

¹¹ Hassanpour A, Selker JS, Higgins CW (2018) Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, micrometeorology and water-use efficiency. PLoS ONE 13(11): e0203256. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203256>

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
VIA 10	Relazione agronomica	Rev. 01	05.12.2022	Pagina 12 di 66

2.2. L'attività apistica e la produzione di energia da fonte rinnovabile

L'apicoltura si configura come un'attività di salvaguardia degli insetti impollinatori e come fonte di reddito attraverso le sue produzioni, in primis quella del miele. In tempi recenti si è assistito ad una crescente minaccia verso la salute degli insetti impollinatori, a causa di avversità sia di natura biotica (parassiti, predatori, patogeni) sia di carattere antropico. **L'idea di sfruttare le superfici destinate all'impianto agrivoltaico per l'installazione di apiari, porta con sé i benefici di utilizzare la flora nettariana ivi presente, oltre a quella delle zone contermini, dove sarà nullo l'utilizzo di agrofarmaci.**

Il declino degli impollinatori osservato in tutto il mondo negli ultimi anni (Hanley *et al.*, 2015; Klein *et al.*, 2007; Potts *et al.*, 2016 a, b) fornisce un punto di partenza per l'integrazione dell'attività apistica alla produzione di energia da fonte rinnovabile degli impianti fotovoltaici, oltre ai numerosi benefici indiretti. Infatti, la presenza di alveari accanto agli impianti fotovoltaici può aumentare la resa delle coltivazioni circostanti, grazie alle attività di impollinazione delle api, assicurando da una parte i già citati vantaggi ambientali e dall'altra benefici di tipo economico, perché i terreni diventano più produttivi¹².

Mentre la maggior parte degli impatti ambientali sono difficili da monetizzare, gli impatti degli impianti fotovoltaici sugli impollinatori possono essere stimati attraverso le produzioni dei raccolti e le vendite di miele. Lo studio di Armstrong *et al.* (2021) ha stimato per la prima volta i potenziali costi e benefici economici dell'integrazione di alveari in impianti fotovoltaici localizzati in Gran Bretagna. Tuttavia, l'analisi è stata basata su un approccio e una metodologia facilmente replicabile in altri Stati. Tra gli obiettivi dello studio si è cercato di quantificare le rese e i costi del servizio di impollinazione di diverse colture distribuite intorno ai parchi solari; ne è risultato che per l'Inghilterra il più alto beneficio del servizio di impollinazione delle api si è registrato per i semi oleosi. Inoltre, i frutti di bosco, in particolare le fragole, hanno raggiunto i risultati migliori per unità di superficie, dato il loro alto valore di mercato e la dipendenza relativamente alta degli impollinatori. Ne consegue che, massimizzando i benefici economici del servizio di impollinazione, le colture con il più alto valore di impollinazione delle api per ettaro dovrebbero essere coltivate all'interno dell'area recintata dell'impianto fotovoltaico.



Figura 8. Apiari in prossimità di pannelli fotovoltaici. Fonte: <https://solarmagazine.com/solar-fields-of-green-researchers-find-symbiosis-food-water-energy-nexus/>

Sebbene si registri un aumento della produzione, Armstrong *et al.* (2021) convengono che l'apicoltura può essere potenzialmente dannosa per gli impollinatori selvatici, a causa della competizione per le risorse e della diffusione delle malattie (Cane e Tepedino, 2017; Mallinger *et al.*, 2017; Wojcik *et al.*, 2018). Nondimeno, il cambiamento climatico degli ultimi anni ha seriamente compromesso la crescita e lo sviluppo di popolazioni

¹² <https://www.qualenergia.it/articoli/api-fotovoltaico-accoppiata-vincente-agricoltura-biodiversita/>

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
VIA 10	Relazione agronomica	Rev. 01	05.12.2022	Pagina 13 di 66

selvatiche e spesso gli impianti sono situati in contesti agricoli gestiti in modo intensivo, dominati da monocolture e pratiche di agricoltura convenzionale, dove gli habitat degli impollinatori sono degradati e si registra un deficit del servizio di impollinazione (Aizen e Harder, 2009; Breeze *et al.*, 2011). Ne consegue che l'introduzione di alveari e la diffusione dell'attività apistica forniscono un fondamentale valore aggiunto, oltre ad un incremento delle produzioni, in ambienti agricoli gestiti in modo intensivo.

D'altro canto, le strutture fotovoltaiche possono diventare siti di protezione per gli impollinatori selvatici, offrendo una serie di co-benefici per fauna selvatica ed ecosistemi (Pywell *et al.*, 2002). Infatti, i parchi solari sono luoghi relativamente sicuri, dove gli habitat degli impollinatori e gli alveari delle api possono essere sistemati senza danni intenzionali o non intenzionali da parte degli esseri umani. Inoltre, il mantenimento dei pannelli per 25-40 anni permette di non modificare l'uso del suolo e le nicchie climatiche fornite dai pannelli solari (Armstrong *et al.*, 2016) potrebbero mitigare gli impatti dei cambiamenti climatici sugli impollinatori (Potts *et al.*, 2016a; Rasmont *et al.*, 2015). Per esempio, la presenza degli impollinatori selvatici può indirettamente contribuire alla conservazione della biodiversità attraverso la fornitura di habitat per altri invertebrati, uccelli e mammiferi (Wratten *et al.*, 2012).

La coabitazione di api e impianti fotovoltaici vanta già esempi di successo. È il caso di *Connexus Energy* in Minnesota¹³ - ma sono ormai innumerevoli gli esempi in tutto il mondo, uno dei maggiori produttori e distributori di energia elettrica da fotovoltaico, ha iniziato dal 2016 un progetto di apicoltura in alcune delle sue installazioni fotovoltaiche, che ha portato alla produzione di un miele brandizzato "Solar Honey".

¹³ <https://cleantechnica.com/2019/06/22/bees-butterflies-solar-panels-learn-to-share-the-land-in-minnesota/>

2. Quadro normativo dell'agrivoltaico

Come meglio illustrato nello SIA sviluppato per la presente istanza, le Fonti Energetiche Rinnovabili (FER) e, tra queste, in particolare, il fotovoltaico, rivestono ormai un ruolo chiave nella "transizione energetica" (Figura 9) volta al contenimento del c.d. *Global Warming* e della necessaria progressiva decarbonizzazione del processo di produzione di energia.

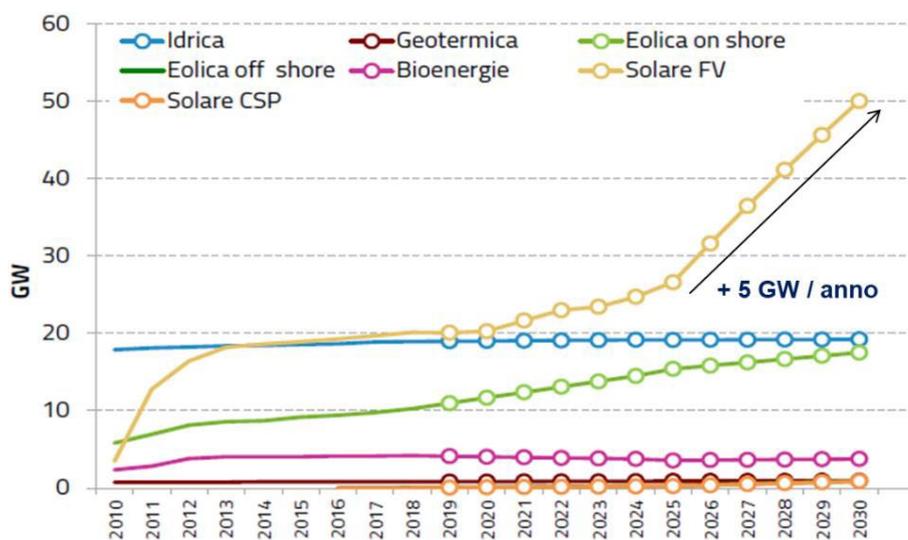


Figura 9. Stima prospettica dell'incremento atteso di installazione di impianti di produzione energetica da FER. Fonte: PNIEC.

A livello internazionale lo sviluppo di impianti agrivoltaici viene presentato per la prima volta tra le linee di azione di Agenda 2030, adottata dall'ONU nel 2015 e recepita immediatamente dall'Unione Europea. L'UE ha finora incentivato notevolmente l'utilizzo dei pannelli fotovoltaici per produrre energia "pulita", ma solo recentemente sta lavorando su direttive o regolamenti che disciplinino o diano indicazioni tecniche precise riferite a questa tipologia di impianti "ibridi". La Commissione europea intende attuare iniziative di sostegno all'interno della strategia sulla biodiversità europea al fine di accelerare la transizione verso un nuovo sistema alimentare sostenibile. La Commissione ha inoltre già proposto di integrare l'agrivoltaico nella Climate Change Adaptation Strategy in via di approvazione, e risultano varie proposte per l'inserimento del connubio agro-energetico nelle Agende europee in materia di transazione energetica (Unitus, 2021).

Per quanto riguarda l'Italia, come sintetizzato dal Report di Elettricità Futura e Confagricoltura (2021)¹⁴, "[...] nell'ipotesi quindi di dover installare 50 GW di nuova potenza fotovoltaica in meno di nove anni (rispetto ai 21,6 GW realizzati in circa quindici anni), è ragionevole supporre che lo sviluppo atteso dovrà essere assicurato soprattutto dagli impianti a terra, mentre le installazioni su coperture continueranno presumibilmente a crescere con lo stesso ritmo riscontrato ad oggi". Si consideri che al 2030, in un'ipotesi di ubicazione su suolo di 35 GW di impianti solari, si renderà necessaria una superficie complessiva inferiore allo 0,5% della superficie agricola totale nazionale. A tal proposito, viene sottolineato come "[...] la crescita attesa del fotovoltaico al 2030 dovrà prevedere un più ampio coinvolgimento degli agricoltori e dovrà valutare l'inserimento a terra, su aree agricole, degli impianti FV soprattutto attraverso soluzioni impiantistiche in grado di integrare la produzione di energia in ambito agricolo e di contribuire, se ne ricorrano le condizioni, a rilanciarne l'attività nei terreni abbandonati non utilizzabili o non utilizzati in ambito rurale".

¹⁴ Elettricità Futura e Confagricoltura, 2021. Impianti FV in aree rurali: sinergie tra produzione agricola ed energetica.

Queste asserzioni permettono di chiarire **due elementi essenziali**, finora spesso ritenuti controversi:

- gli impianti fotovoltaici utility-scale non comportano forme di "consumo" del suolo: il suolo è infatti in grado di mantenere e addirittura migliorare la propria fertilità intesa come funzione di abitabilità e nutrizione;
- la filiera agricola e quella energetica non sono in contrapposizione, ma possono divenire fattori sinergici in cui la componente energetica funge da motore di sviluppo rurale e di crescita/stabilità di comparti a maggior fragilità.

Nonostante l'evidente e riconosciuta potenzialità, il quadro normativo risulta oggi ancora piuttosto frammentario e talvolta discordante, ma finalmente dal 2022 si sta lavorando per arrivare a una definizione condivisa e condivisibile di "Impianto agrivoltaico".

Fino a quest'anno la diffusione di questa tipologia di impianti è stata limitata dall'assenza di un sistema incentivante, ma il "Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)", inserisce l'agrivoltaico (se in possesso di determinati requisiti) tra le produzioni di energia rinnovabile incentivabili e comincia a dare indicazioni rispetto alle caratteristiche che deve avere un progetto per essere definito "Agrivoltaico".

Il PNRR, infatti, nella sua versione definitiva trasmessa alla UE, prevede stanziamenti superiori al miliardo di euro per lo "Sviluppo Agrivoltaico" (e relativi monitoraggi) e una capacità produttiva di 2,43 GW. Proprio allo sviluppo dell'agrovoltaico viene dedicato il primo punto della missione Energia Rinnovabile, Idrogeno, Rete e Mobilità Sostenibile (M2C2) (**Figura 10**).



Figura 10. Componente M2C2 "Energia rinnovabile, idrogeno, rete e mobilità sostenibile"

In Italia, il **D. Lgs. 28/2011** ha introdotto gli incentivi statali su impianti fotovoltaici in ambito agricolo che:

- utilizzino soluzioni innovative;
- siano sollevati da terra (in modo da non compromettere l'attività agricola);
- abbiano sistemi di monitoraggio per verificarne l'impatto ambientale.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
VIA 10	Relazione agronomica	Rev. 01	05.12.2022	Pagina 16 di 66

Nel corso degli anni sono state introdotte deroghe (Decreto-Legge n° 1/2012, successivamente convertito in Legge con la L. 27/2012) all'articolo 65, comma 1 del D.Lgs. 28/2011¹⁵, che disponeva il divieto agli impianti solari fotovoltaici con moduli collocati a terra in aree agricole di poter accedere agli incentivi statali per le FER.

Solo nel 2020, l'**art. 56, comma 8-bis della Legge n. 120 del 2020** (conversione del D.L. 76/2020) amplia la possibilità di accesso agli incentivi introducendo dopo il comma 1:

- *comma 1-bis "Il comma 1 non si applica agli impianti solari fotovoltaici da realizzare su aree dichiarate come siti di interesse nazionale purché siano stati autorizzati ai sensi dell'articolo 4, comma 2, del decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28¹⁶, e in ogni caso l'accesso agli incentivi per tali impianti non necessita di ulteriori attestazioni e dichiarazioni";*
- *comma 1-ter "Il comma 1 non si applica altresì agli impianti solari fotovoltaici da realizzare su discariche e lotti di discarica chiusi e ripristinati, cave o lotti di cave non suscettibili di ulteriore sfruttamento per le quali l'autorità competente al rilascio dell'autorizzazione abbia attestato l'avvenuto completamento delle attività di recupero e ripristino ambientale previste nel titolo autorizzatorio nel rispetto delle norme regionali vigenti (...) e in ogni caso l'accesso agli incentivi per tali impianti non necessita di ulteriori attestazioni e dichiarazioni";*

e finalmente nel 2021 con l'**art. 31, comma 5, legge n. 108 del 2021** (conversione del D.L. 77/2021) vengono ufficialmente inseriti gli impianti agrivoltaici:

- *comma 1-quater "Il comma 1 non si applica agli impianti agrivoltaici che adottino soluzioni integrative innovative con montaggio dei moduli elevati da terra, anche prevedendo la rotazione dei moduli stessi, comunque in modo da non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale, anche consentendo l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione";*
- *comma 1-quinquies (poi così modificato dall'art. 11, comma 1, lettera a, Legge n. 34 del 2022): "l'accesso agli incentivi per gli impianti di cui al comma 1-quater è inoltre subordinato alla contestuale realizzazione di sistemi di monitoraggio, da attuare sulla base di linee guida adottate dal Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, in collaborazione con il Gestore dei servizi energetici (GSE) (...), che consentano di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate".*

Infine, l'**art. 9 della Legge n. 34 del 22 aprile 2022** "Semplificazioni per l'installazione di impianti a fonti rinnovabili" prevede l'estensione della Procedura Abilitativa Semplificata (PAS), in particolare: "[...] Per l'attività di costruzione ed esercizio di impianti fotovoltaici di potenza fino a 20 MW e delle relative opere di connessione alla rete elettrica di alta e media tensione localizzati in aree a destinazione industriale, produttiva o commerciale nonché in discariche o lotti di discarica chiusi e ripristinati ovvero in cave o lotti di cave non suscettibili di ulteriore sfruttamento, e delle relative opere connesse e infrastrutture necessarie, per i quali l'autorità competente al rilascio dell'autorizzazione abbia attestato l'avvenuto completamento delle attività di recupero e di ripristino ambientale previste nel titolo autorizzatorio nel rispetto delle norme regionali vigenti, si applicano le disposizioni di cui al comma 1. Le medesime disposizioni di cui al comma 1 si applicano ai progetti di nuovi impianti fotovoltaici da realizzare nelle aree classificate idonee ai sensi dell'articolo 20 del

¹⁵ comma 1: "Agli impianti solari fotovoltaici con moduli collocati a terra in aree agricole, non è consentito l'accesso agli incentivi statali di cui al decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28".

¹⁶ Il comma 2 art. 4 si riferisce alle all'Autorizzazione Unica (D.Lgs. 387/2003), alla Procedura Abilitativa Semplificata (D.Lgs. 28/2011)

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
VIA 10	Relazione agronomica	Rev. 01	05.12.2022	Pagina 17 di 66

decreto legislativo 8 novembre 2021, n. 199, ivi comprese le aree di cui al comma 8 dello stesso articolo 20, di potenza fino a 10 MW, nonché agli impianti agro-voltaici di cui all'articolo 65, comma 1-quater, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, convertito, con modificazioni, dalla legge 24 marzo 2012, n. 27, che distino non più di 3 chilometri da aree a destinazione industriale, artigianale e commerciale".

La nuova formulazione dell'**art. 11 della Legge n. 34 del 2022** sopprime inoltre definitivamente il vincolo del 10% di copertura della superficie agricola totale ai fini dell'accesso agli incentivi statali per gli impianti agrovoltaici con montaggio dei moduli sollevati da terra e possibilità di rotazione e per quelli che adottino altre soluzioni innovative.

Il Consiglio per la Ricerca in agricoltura e l'analisi dell'Economia Agraria (CREA) ha contribuito con le proprie *"Considerazioni connesse allo sviluppo del sistema agrovoltaico"* all'esame del D.L. 17/2022, prima della conversione in legge. Dal testo di questo approfondimento emergono numerose informazioni preziose utili ad inquadrare gli impianti agrovoltaici nel contesto degli aiuti economici derivanti dalla Politica Agricola Comune (PAC). L'ente sottolinea che occorre prediligere impianti che non vadano a sottrarre in maniera permanente suolo all'attività agricola - ed anzi favorire con l'installazione di essi il ripristino della piena funzionalità agro-biologica del suolo - ha riflessi anche in quello che è il mantenimento dei titoli PAC. Dal punto di vista procedurale e regolatorio, infatti, il mantenimento dei suddetti aiuti comunitari è legato principalmente al prosieguo dell'attività primaria, potendo integrare altre attività "accessorie", purché esse non vadano ad ostacolare l'attività agricola in sé. Da qui, dunque, il bisogno di uno strutturato iter progettuale della componente agronomica, con uno sguardo alle nuove tecnologie dell'agricoltura di precisione e digitale, integrando anche accorgimenti tecnici che possano permettere un miglioramento quali-quantitativo delle colture in ottica di ottimizzazione dell'uso delle risorse (ad esempio la componente idrica) e limitazione degli sprechi.

Al fine di contribuire alla definizione di "agrovoltaico", il *"Position Paper - Sistemi AGRO-FOTOVOLTAICI"*¹⁷, sottoscritto da ANIE Rinnovabili, Elettricità Futura e Italia Solare (ANIE, 2022), definisce gli indicatori minimi per qualificare ed etichettare come tale un sistema agrovoltaico, ovvero la coesistenza nel progetto di tutte le tre condizioni di seguito riportate:

- la fattibilità dell'attività agricola del sistema deve essere asseverata da parte di un tecnico competente, sia in fase autorizzativa, sia annualmente;
- l'esecuzione del monitoraggio ed il controllo dei fattori della produzione, le cui modalità devono essere scelte in base alla tipologia di attività esercitata;
- il limitare la superficie non utilizzabile ai fini agricoli (ovvero le porzioni di suolo non più disponibili dopo l'installazione dei moduli, come ad esempio quelle occupate dalle strutture di sostegno) a non più del 30% della superficie totale del progetto.

Lo stesso documento contribuisce anche a definire alcuni criteri incrementali definiti "Plus" - la cui presenza si auspica possa essere presa in considerazione per l'assegnazione di una priorità di ammissione del progetto, nonché di sostegno finanziario, rispetto ad altri dello stesso ambito energetico che misurano un più elevato livello di integrazione dell'attività di produzione di energia da fonte fotovoltaica sulle superfici vocate alla produzione primaria, quali ad esempio:

- l'utilizzo di strumenti digitali facenti parte della sfera dell'agricoltura di precisione (o agricoltura 4.0);
- il miglioramento dell'utilizzo della risorsa idrica mediante accorgimenti tecnico-agronomici che si traduca in un aumento del valore d'uso del suolo;

¹⁷ <https://www.italiasolare.eu/wp-content/uploads/2022/03/AR-EF-IS-Position-Paper-Agrovoltaico.pdf>

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
VIA 10	Relazione agronomica	Rev. 01	05.12.2022	Pagina 18 di 66

- l'utilizzo di misure di mitigazione ambientali atti a favorire un miglior inserimento dell'impianto nel contesto agricolo e rurale;
- la tutela della biodiversità, delle specie di interesse agrario, del suolo dai fenomeni erosivi e l'uso di colture identitarie del territorio o specie zootecniche autoctone.

Infine, è recentissima (28 giugno 2022) la pubblicazione da parte del **MiTE** (Ministero della Transizione Ecologica) delle "**Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici**" (MiTE, 2022). Tale documento è stato prodotto da un gruppo di lavoro composto da **CREA** (Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria), **GSE** (Gestore dei servizi energetici S.p.A.), **ENEA** (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile) ed **RSE** (Ricerca sul sistema energetico S.p.A), coordinato dallo stesso MiTE.

Le linee guida redatte chiariscono e definiscono le **caratteristiche minime ed i requisiti** da soddisfare affinché un impianto fotovoltaico realizzato in area agricola possa essere definito "**agrivoltaico**":

- **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 D:** per quanto concerne la continuità dell'attività agricola, ovvero: l'impatto sulle colture, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture o allevamenti e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate;

Nello stesso documento vengono, inoltre, descritti i **requisiti "plus"** che un impianto deve soddisfare per essere definito "**impianto agrivoltaico avanzato**", diventando meritevole dell'accesso agli incentivi statali a valere sulle tariffe elettriche, come stabilito dall'articolo 65, comma 1-quater e 1-quinquies del DL n. 1/2012, nonché quelli per l'accesso ai contributi del PNRR (esclusi quelli ulteriori soggettivi o tecnici, premiali e di priorità che potranno essere definiti successivamente):

- **REQUISITO D:** l'azienda deve essere dotata di un adeguato sistema di monitoraggio che consenta di verificare le prestazioni del sistema agrivoltaico anche in termini di risparmio idrico;
- **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.

Tali Linee Guida rappresentano in Italia ad oggi, il riferimento non solo per poter definire cosa renda un impianto che usa la tecnologia fotovoltaica "agrivoltaico", ma anche per identificare elementi concreti e quantificabili che consentano di distinguere tra diversi tipi di impianti agrivoltaici, identificando tra questi quali possano/potranno o meno accedere ai contributi statali e del PNRR.

Entrando nel dettaglio, i requisiti minimi che un progetto "agrivoltaico" come quello proposto deve possedere per essere definito tale sono:

- **A.1 Superficie minima coltivata:** garantire il prosieguo dell'attività agricola su una superficie non inferiore al 70% della superficie totale dell'area oggetto di intervento;

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
VIA 10	Relazione agronomica	Rev. 01	05.12.2022	Pagina 19 di 66

- **A.2 Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR - Land Area Occupation Ratio):** il rapporto tra la superficie totale di ingombro dell'impianto fotovoltaico e la superficie totale occupata dal sistema agrivoltaico deve essere non superiore al 40%;
- **B.1.a Esistenza e resa della coltivazione:** bisogna accertare la destinazione produttiva agricola dei fondi rustici destinati al progetto, valutando e confrontando il valore della produzione agricola media ante intervento con quello della produzione agricola ipotizzata per il sistema agrivoltaico, ad esempio esprimendola in €/ha o €/UBA.
- **B.1.b Mantenimento dell'indirizzo produttivo:** garantire il mantenimento dell'indirizzo produttivo dello stato di fatto o l'eventuale passaggio ad uno dal valore economico più elevato. Andrebbero mantenute comunque le produzioni DOP e IGP;
- **B.2 Producibilità elettrica minima:** garantire che la produzione elettrica specifica dell'impianto agrivoltaico (espressa in GWh/ha/anno) non sia inferiore al 60% rispetto a quella di un impianto fotovoltaico standard idealmente realizzato sulla stessa area;
- **D.2 Monitoraggio della continuità dell'attività agricola:** monitorare attraverso la redazione di una relazione tecnica asseverata da un agronomo - con cadenza stabilita - l'esistenza e la resa della coltivazione, nonché il mantenimento dell'indirizzo produttivo proposto.

FOCUS PRODUZIONI DOP / IGP

Le **Linee Guida al requisito minimo B.1.b.** definiscono che, nel caso di impianti agrivoltaici progettati in aree soggette a produzioni di marchi di qualità, è auspicabile il **mantenimento di produzioni DOP e/o IGP**. Inoltre, specificano che *"(...) a titolo di esempio, un'eventuale riconversione dell'attività agricola da un indirizzo intensivo (es. ortofloricoltura) ad uno molto più estensivo (es. seminativi o prati pascoli), o l'abbandono di attività caratterizzate da marchi DOP o DOCG, non soddisfano il criterio di mantenimento dell'indirizzo produttivo"*. **Ne consegue che per gli impianti agrivoltaici non si applica quanto indicato nel D.M. 10.09.2010 all'Allegato 3 (paragrafo 17) Criteri per l'individuazione di aree non idonee**, che include tra le aree non idonee *"le aree agricole interessate da produzioni agricole-alimentari di qualità (produzioni biologiche, produzioni D.O.P., I.G.P., S.T.G., D.O.C., D.O.C.G., produzioni tradizionali) e/o di particolare pregio rispetto al contesto paesaggistico-culturale, in coerenza e per le finalità di cui all'art. 12, comma 7, del decreto legislativo n. 387 del 2003 anche con riferimento alle aree, se previste dalla programmazione regionale, caratterizzate da un'elevata capacità d'uso del suolo; (...)"*. Inoltre, lo stesso decreto riporta al **punto 16.4. della Parte IV - Inserimento degli impianti nel paesaggio e sul territorio** *"Nell'autorizzare progetti localizzati in zone agricole caratterizzate da produzioni agro-alimentari di qualità (produzioni biologiche, produzioni D.O.P., I.G.P., S.T.G., D.O.C., D.O.C.G., produzioni tradizionali) e/o di particolare pregio rispetto al contesto paesaggistico-culturale, deve essere verificato che l'insediamento e l'esercizio dell'impianto non comprometta o interferisca negativamente con le finalità perseguite dalle disposizioni in materia di sostegno nel settore agricolo, con particolare riferimento alla valorizzazione delle tradizioni agroalimentari locali, alla tutela della biodiversità, così come del patrimonio culturale e del paesaggio rurale."*

Come anticipato, le Linee Guida forniscono non solo le definizioni, ma anche gli elementi e i concetti necessari per definire le componenti del sistema che possono essere utilizzate per la verifica della conformità di un impianto al concetto di *agrivoltaico* quali:

- **"Superficie totale di ingombro dell'impianto agrivoltaico (S_{pv}):** somma delle superfici individuate dal profilo esterno di massimo ingombro di tutti i moduli fotovoltaici costituenti l'impianto (superficie attiva compresa la cornice)."

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
VIA 10	Relazione agronomica	Rev. 01	05.12.2022	Pagina 20 di 66

Tale superficie è riferibile alla somma di tutte le superfici dei moduli fotovoltaici proiettate ortogonalmente al terreno.

- **“Superficie di un sistema agrivoltaico (S_{tot}):** area che comprende la superficie utilizzata per coltura e/o zootecnia e la superficie totale su cui insiste l’impianto agrivoltaico.”

Tale superficie è riferibile alla superficie delle singole tessere che vanno a comporre la totalità del Sistema Agrivoltaico proposto.

Il MiTE introduce anche il concetto di **tessera**, che nel presente lavoro è stato considerato come un gruppo di pannelli con caratteristiche omogenee (i.e. una strada interna che cambia il pitch divide l’impianto in due tessere) che vanno a comporre la totalità del Sistema Agrivoltaico e sottolinea che i requisiti minimi devono essere soddisfatti distintamente da ciascuna tessera.

Oltre alla definizioni in termini di superfici, il MiTE introduce gli elementi per la descrizione e definizione di un impianto anche dal punto di vista spaziale, considerando il **sistema agrivoltaico** “come un “pattern spaziale tridimensionale”, composto dall’impianto agrivoltaico, e segnatamente, dai moduli fotovoltaici e dallo spazio libero tra e sotto i moduli fotovoltaici, montati in assetti e strutture che assecondino la funzione agricola, o eventuale altre funzioni aggiuntive, spazio definito **“volume agrivoltaico” o “spazio poro”**.”

Utilizzando la definizione del MiTE per **“spazio poro”** si intende: *“spazio dedicato all’attività agricola, caratterizzato dal volume costituito dalla superficie occupata dall’impianto agrivoltaico (superficie maggiore tra quella individuata dalla proiezione ortogonale sul piano di campagna del profilo esterno di massimo ingombro dei moduli fotovoltaici e quella che contiene la totalità delle strutture di supporto) e dall’altezza minima dei moduli fotovoltaici rispetto al suolo”*.

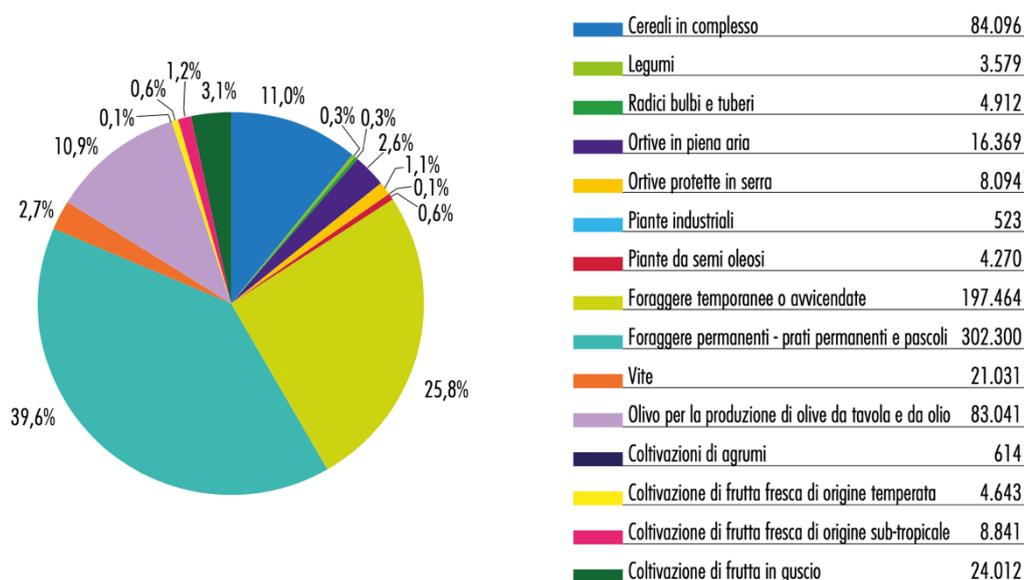
Quanto definito dal MiTE rappresenta pre-condizione preziosissima per definire o meno la possibilità di accesso ai contributi del PNRR, “fermo restando che, nell’ambito dell’attuazione della misura Missione 2, Componente 2, Investimento 1.1 “Sviluppo del sistema agrivoltaico”, come previsto dall’articolo 12, comma 1, lettera f) del decreto legislativo n. 199 del 2021, potranno essere definiti ulteriori criteri in termini di requisiti soggettivi o tecnici, fattori premiali o criteri di priorità”. Si tratta ancora solo di generiche indicazioni di massima, poiché il bando vero e proprio dovrebbe arrivare entro fine 2022.

Le risorse stanziare dal PNRR al momento ammontano a 1,1 miliardi e sono destinate a finanziare a fondo perduto parte dei costi della realizzazione degli impianti agrovoltaici. Il contributo è riconosciuto nella misura massima del 40% delle spese ammissibili. Il costo di investimento massimo ammissibile è di 1.500 euro a KW. Oltre all’incentivo a fondo perduto sarà affiancata una tariffa incentivante applicata alla produzione di energia elettrica netta immessa in rete. La tariffa incentivante sarà riconosciuta per venti anni.

3. L'agricoltura in Lazio

In Lazio le coltivazioni occupano il 44% del territorio regionale, contro il 42% della media italiana, e rappresentano il 6% delle coltivazioni agricole nazionali e il 36,9% di quelle del centro Italia. In Figura 11 sono illustrate le dinamiche delle coltivazioni agricole e il valore assoluto (espresso in ettari), nella quale è possibile notare come risaltano le foraggere permanenti e temporanee, che da sole superano il 65% delle superfici coltivate, e a seguire i cereali, gli ortaggi in pieno campo, l'olivicoltura, i vigneti e la frutta in guscio¹⁸.

Utilizzo del suolo agricolo Lazio, anno 2018 (ha)



Fonte: elaborazioni su dati ISTAT

Figura 11. Ripartizione (%) delle coltivazioni nel suolo agricolo laziale. Fonte: Dati ISTAT, elaborazione CREA¹⁹

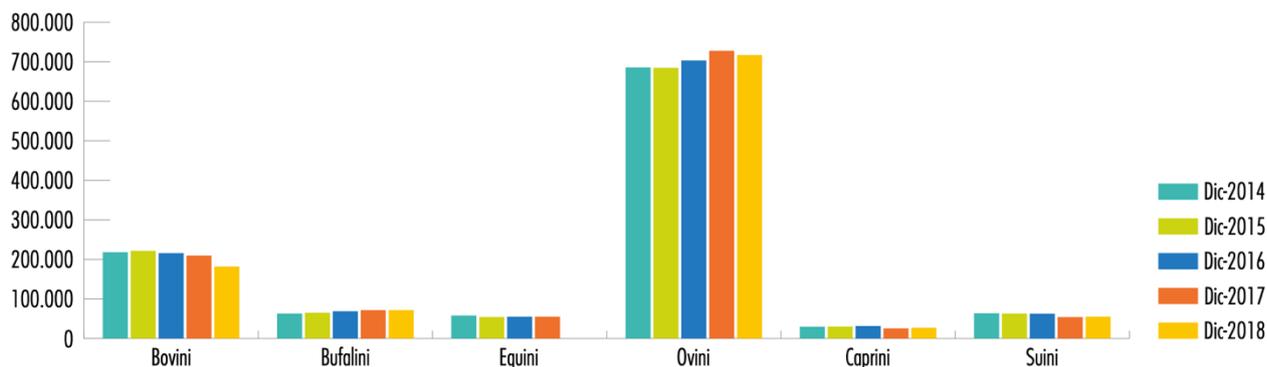
Dal punto di vista economico, tra le produzioni vegetali (ragionando in termini percentuali) spiccano le coltivazioni legnose, che assorbono il 20% della produzione complessiva, le ortive con protagonisti lo zucchini (6,3%) ed il pomodoro (4%), a seguire le foraggere che rappresentano il 3,8% e le coltivazioni arboree, tra cui l'actinidia, quasi il 5%.

Per quanto concerne la zootecnia, il comparto regionale mostra una varietà nella consistenza del bestiame, sia in termini di numerosità sia per specie animali. Si contano circa 1 milione di capi, che rappresentano il 4,5% del totale nazionale. Considerata la ripartizione delle specie rispetto alla media nazionale, l'allevamento bufalino si colloca al primo posto con il 17,9%, seguono quello ovino con il 9,9% e infine quello bovino (3,1%), caprino (2,1%) e suino (0,6%). Rispetto invece all'incidenza dei capi di bestiame sul totale regionale, quasi l'86% è rappresentato da ovini e bovini, con quote rispettivamente pari a 68,4% e 17,3%, bufalini e caprini coprono complessivamente il 6,8% e l'1,9%, mentre i suini raggiungono un valore del 5,3% (Figura 12).

¹⁸ <http://www.crea.gov.it>

¹⁹ <http://www.crea.gov.it>

Numero di capi di bestiame per specie, anni 2014-2018



Fonte: elaborazioni su dati ISTAT

Figura 12. Numero di capi di bestiame per specie (2014-2018). Fonte: Dati ISTAT, elaborazione CREA²⁰

Per quanto concerne la produzione delle carni e del latte si riscontrano andamenti differenziati negli anni: le carni ovine e caprine presentano un andamento decrescente nel tempo, sebbene con ritmi contenuti. Infatti, nell'arco temporale 2014-2018 si registra una variazione negativa passando a 11.437 (migliaia di euro) rispetto al valore registrato nel 2014 (13.903 migliaia di euro), tuttavia con un lieve aumento dello 0,2% nel periodo 2017-2018.

La filiera lattiero-casearia del Lazio riveste un ruolo importante nell'economia regionale e si articola su quattro comparti fondamentali: bovino, bufalino, ovino e caprino. Nel 2018, la produzione di latte raccolto è stata di 4.295.815 quintali con una lieve variazione positiva, rispetto al 2017, pari ad un punto percentuale. La produzione del latte oviceprino (5,9% della quantità totale regionale) ha registrato una riduzione del volume passando da 253.067 quintali nel 2018 a 259.894 quintali nel 2017, con una contrazione pari a 2,6%. In termini economici, il comparto del latte bovino e di bufala è stato interessato da una progressiva riduzione della produzione pari al 3,1% (2017-2018). Il comparto del latte caprino e di pecora ha seguito una dinamica strutturale differente a quello bovino e bufalino. Infatti, rispetto al 2017, ha evidenziato un incremento, seppur contenuto, pari al 2,5% del valore.²¹

In generale, il valore della produzione agricola regionale del 2018 è aumentato rispetto al 2017 di un punto percentuale. Il confronto mette in evidenza come il settore zootecnico ed il lattiero caseario hanno subito contrazioni, tranne per il comparto della carne ovina e caprina ed il totale del latte raccolto, le cui quantità si mantengono su livelli di produzione tendenzialmente stabili.

L'affermarsi delle nuove dimensioni qualitative e l'orientamento verso l'innovazione di prodotto da parte dei consumatori forniscono un ruolo sempre maggiore alle strategie di diversificazione e internazionalizzazione della regione. Negli ultimi anni, nel Lazio, si è registrata una presenza modesta di aziende multifunzionali, così come risulta più accentuato lo sfruttamento delle opportunità offerte dall'utilizzo della filiera corta, con una più larga diffusione dei *farmer's market* e, quindi, forme di vendita diretta.

Nel 2019, l'ampliamento del paniere che raccoglie i prodotti commercializzati attraverso il sistema delle indicazioni geografiche protette (DOP e IGP) ed i marchi di origine o biologico, testimonia come il settore agricolo regionale sia dotato di una importante dinamicità, in grado di affrontare mercati sempre più competitivi e di attuare strategie di qualificazione dei prodotti, volte al rafforzamento dei percorsi di governance per la valorizzazione delle aree rurali²². Per quanto riguarda la produzione di prodotti tipici, nel

²⁰ <http://www.crea.gov.it>

²¹ <http://www.crea.gov.it>

²² <http://www.crea.gov.it>

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
VIA 10	Relazione agronomica	Rev. 01	05.12.2022	Pagina 23 di 66

2019, il Lazio contava 27 prodotti tipici per un valore complessivo del comparto *food* pari a 61 milioni di euro (-2,8% rispetto al 2018) e 69 milioni di euro per il *wine* (+24,6% rispetto al 2018)²³. Tra questi prodotti si annovera la DOP del Pecorino Romano e della Ricotta Romana, l'Abbacchio Romano IGP, il Prosciutto Amatriciano IGP, il Vitellone Bianco dell'Appennino Centrale IGP, l'Olio di Roma IGP, gli Oli Extravergine di Canino DOP, Colline Pontine DOP, Sabina DOP e Tuscia DOP, il Carciofo Romanesco IGP, la Castagna di Vallerano DOP, il Kiwi Latina IGP, la Nocciola Romana DOP e molti altri ancora²⁴.

Fornendo un focus sul settore apistico, il valore dell'apicoltura mondiale, in termini di produzione lorda vendibile e limitatamente al miele, può essere stimato intorno ai 20,6 milioni di € all'anno. Comprendendo i prodotti minori, i nuclei e le api regine il fatturato dovrebbe raggiungere i 30 milioni di €, mentre l'indotto complessivo legato al settore apistico è stimato dell'ordine dei 57-62 milioni di €, valore che rappresenta circa il 3‰ della P.L.V. dell'intera agricoltura italiana (Fonte: "Documento programmatico per il settore apistico" (DAP) di cui all'art. 5, comma 1, della legge 24 dicembre 2004 n. 313).

Stando a quanto riportato da un recente studio dell'Università di Grugliasco (DiSAFA, 2019), che ha elaborato i dati FAO, la produzione mondiale di miele è, inoltre, in continuo aumento e una stima attuale della consistenza del settore in Italia conta circa 50'000 apicoltori, con 1,37 milioni di alveari, per un valore medio di circa 28 alveari per apicoltore. Secondo ISMEA (2019) l'apicoltura risulta essere una delle attività maggiormente colpite dai recenti effetti dei cambiamenti climatici, dalla erosione del suolo agricolo e dalla presenza nell'ambiente di pesticidi e agenti chimici: il 37% delle api è in declino. Si tratta, quindi, di un comparto, che deve essere tutelato poiché oltre ad assicurare la produzione di miele e di altri pregiati prodotti dell'alveare, rappresenta una delle più autentiche espressioni della multifunzionalità agricola.

Le imprese agricole italiane, tra le più multifunzionali d'Europa, stanno evolvendosi sempre più verso la diversificazione delle funzioni aziendali e delle fonti di reddito e proprio grazie a tali attività, oltre alla sostenibilità economica, hanno spesso raggiunto buoni livelli in termini di sostenibilità ambientale e sociale, producendo beni collettivi, e assolvendo anche funzioni "pubbliche" (esternalità positive).

A livello nazionale la Legge 313/04 riconosce l'apicoltura come attività d'interesse nazionale, utile per la conservazione dell'ambiente naturale, dell'ecosistema e dell'agricoltura in generale in quanto 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* Spinola) e delle popolazioni di api autoctone tipiche o delle zone di confine.

Per quanto riguarda la produzione di miele in Lazio, i dati relativi al censimento effettuato dall'osservatorio nazionale del miele²⁵ riportano un totale 39.707 alveari di cui 31.760 destinati al commercio, con mille alveari in più rispetto ai dati del 2014 riportati dall'Istituto profilattico regionale²⁶. Un dato interessante riporta che la produzione media di miele per alveare in Lazio si attesta sui 22,5 kg ad alveare con una media nazionale di 17,3 kg (DISAFA, 2019). Di recentissima emanazione è la Legge Regionale n. 14 del 2021, che ha introdotto delle modifiche alla legge regionale sull'apicoltura (L.R. 75/1988) con l'obiettivo di tutelare le api e la loro salute e di salvaguardare l'*Apis mellifera ligustica*, considerata a rischio di erosione genetica, a causa dell'utilizzo di incroci e altre sottospecie non autoctone introdotte in regione per fini produttivi. Le modifiche riguardano alcuni commi della legge regionale e puntano a contrastare l'abbandono e l'incuria degli alveari, a promuovere la coltivazione di piante nettariifere e a tutelare la sottospecie ligustica.

²³ Ismea - Fondazione Qualivita, 2020. Rapporto 2020 Ismea – Qualivita sulle produzioni agroalimentari e vitivinicole italiane DOP, IGP e STG. 2020. <https://www.ismea.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/11279>

²⁴ <https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/2090>

²⁵ <https://www.informamiele.it/document/i-numeri-dellapicoltura-italiana-numero-di-alveari-censiti-e-produzione-per-regione>

²⁶ <https://www.izslt.it/apicoltura/wp-content/uploads/sites/4/2017/03/Apicoltura-nella-Regione-Lazio.pdf>

4. Inquadramento climatico

Analizzando i dati relativi al comune di Gavignano (RM) è possibile sintetizzare quanto segue: **i)** la temperatura media annuale è pari a 13.5 °C, **ii)** agosto è il mese più caldo dell'anno, con una temperatura media di 23.6 °C, **iii)** luglio è il mese più secco, con 44 mm di pioggia, mentre **iv)** gennaio è il più freddo (T media 4.4 °C)²⁷. In termini di precipitazioni, invece, il cumulo medio annuale si attesta normalmente sui 1204 mm, con una distribuzione mensile maggiore in autunno e in primavera e un minimo nel periodo estivo. Il dettaglio delle temperature e delle precipitazioni viene riportato nella Figura 13.

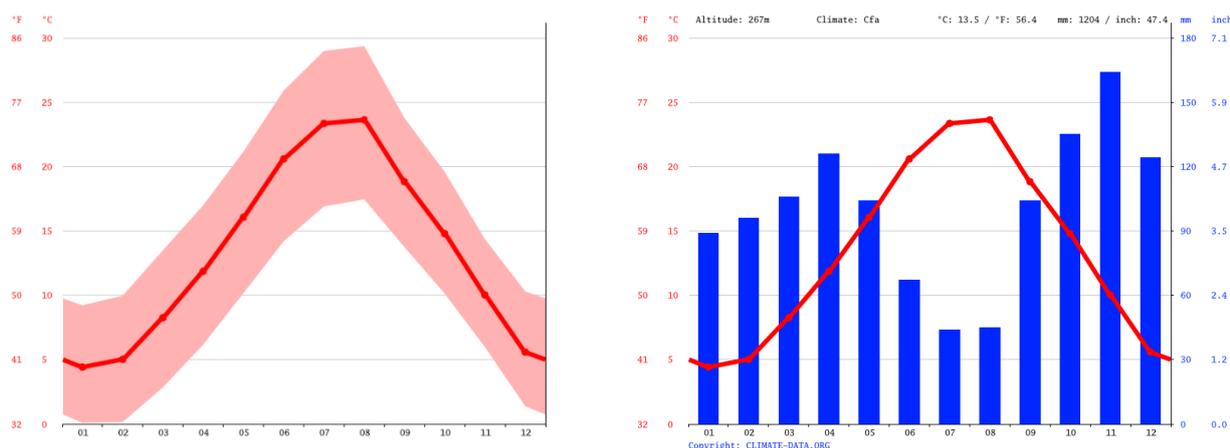


Figura 13. Temperature e Precipitazioni medie mensili a Gavignano (RM).

Dall'analisi della localizzazione delle stazioni elettroniche costituenti la rete agrometeorologica del Lazio²⁸, nel comune di Gavignano non risulta essere presente nessuna stazione; tuttavia, a circa 5 km Sud-Est, nel comune di Sgurgola, è presente la centralina di Campo Lungo, i cui dati sono stati utilizzati per la caratterizzazione del clima di Gavignano. In particolare, nel 2020, i giorni piovosi totali dell'anno sono stati 78, mentre il quantitativo pluviometrico giornaliero massimo assoluto è stato registrato in data 08/12, con 75 mm (nella media dei massimi assoluti che abitualmente si attestano tra i 50 e i 100 mm/giorno)²⁹. La precipitazione cumulata annuale 2020, riportata in Figura 14, mostra un valore di piovosità leggermente inferiore alla media (i.e. 1000-1100 mm), rispetto ai dati rilevati nel 2019 (cfr. Figura 15), che avevano invece registrato un quantitativo pluviometrico leggermente superiore alla media (con circa 1500 mm nella zona selezionata per l'installazione dell'impianto agrivoltaico).

In assenza di uno studio specifico sulle serie storiche disponibili, dalla semplice analisi dei dati di piovosità dell'ultimo decennio, non si ravvisa alcun trend evidente sui quantitativi complessivi annuali, viceversa appare evidente una estrema variabilità inter-annuale con *range* che vanno, grossomodo, dai 300 ai 1500 mm.

Volendo addivenire a una classificazione climatica, quindi, è possibile definire il clima di Gavignano (secondo la classificazione di Köppen e Geiger – Kottek et al., 2006) come caldo e temperato, con estate umida e temperatura media del mese più caldo superiore a 22 °C.

²⁷ <https://it.climate-data.org/europa/italia/lazio/gavignano-116921/>

²⁸ <https://www.siarl-lazio.it/C1.asp>

²⁹ https://www.siarl-lazio.it/E1_1.asp

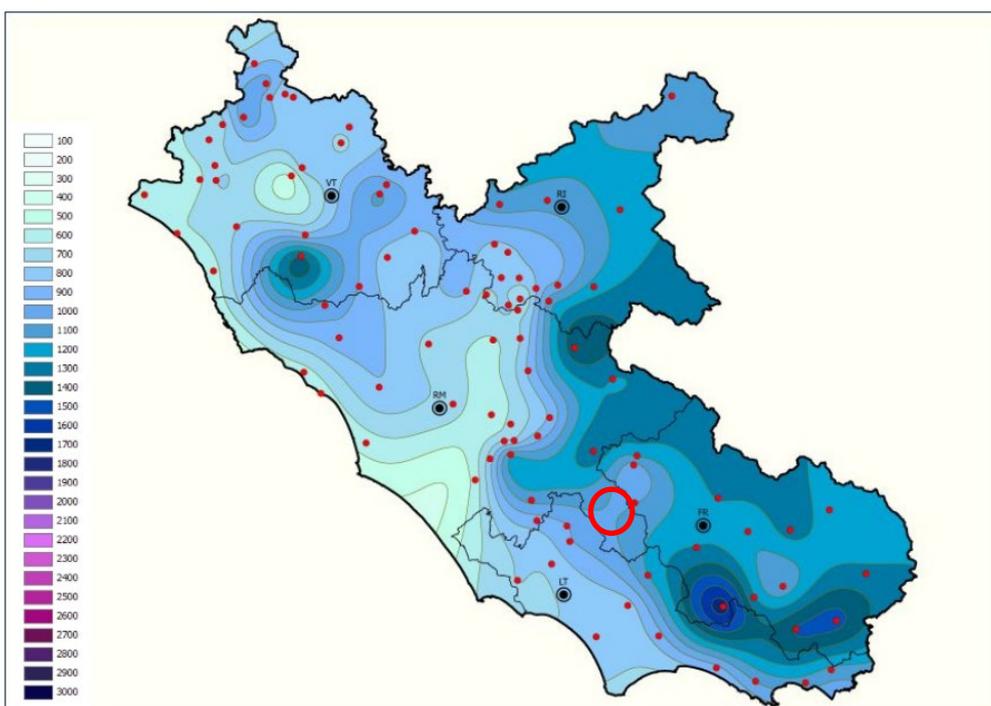


Figura 14. Precipitazioni cumulate del 2020 in Lazio³⁰ - anno nella media.

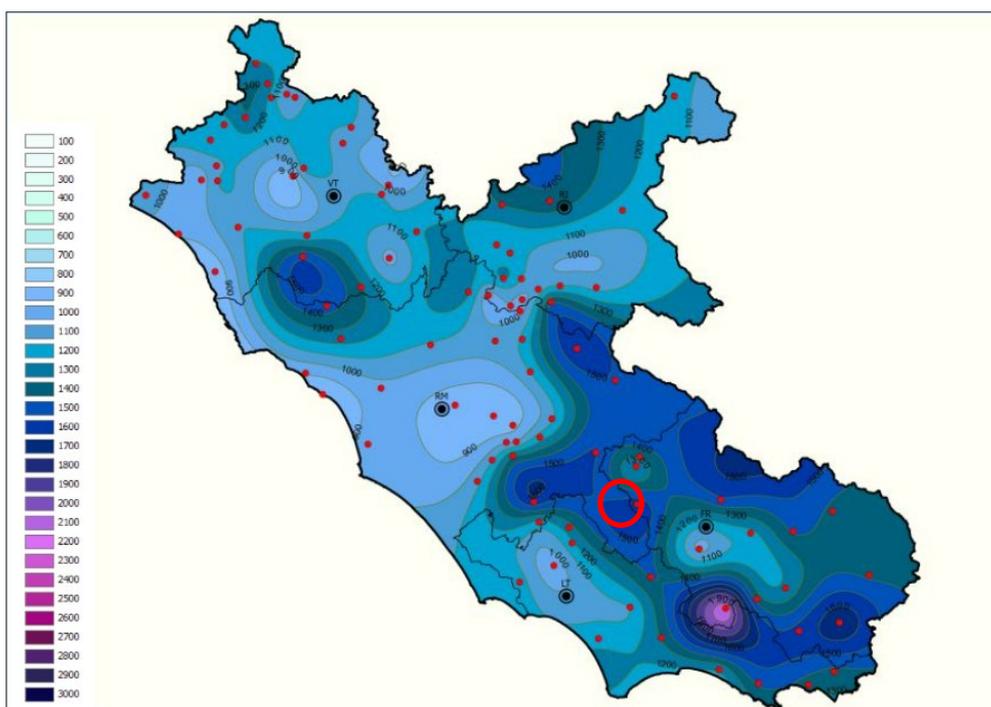


Figura 15. Precipitazioni cumulate nel 2019 in Lazio - anno piovoso.

Un altro riscontro climatico è rappresentato dalle diverse Regioni fitoclimatiche del Lazio (Blasi, 1994) evidenziate in Figura 16. Il territorio in cui si localizza il comune di Gavignano ricade nella "Regione mediterranea di transizione", caratterizzata da un "termotipo mesomediterraneo superiore" con "ombrotipo subumido superiore" (parametro derivante dal rapporto tra la somma delle precipitazioni dei mesi estivi e la somma delle temperature medie dei mesi estivi - indice ombrotermico)³¹. Ne risulta, quindi, che la macroarea

³⁰ https://www.siarl-lazio.it/E3_21.asp

³¹ <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17445647.2014.891472>

di progetto sia caratterizzata da un clima per lo più caldo e temperato, con una buona ritenzione idrica dei suoli.

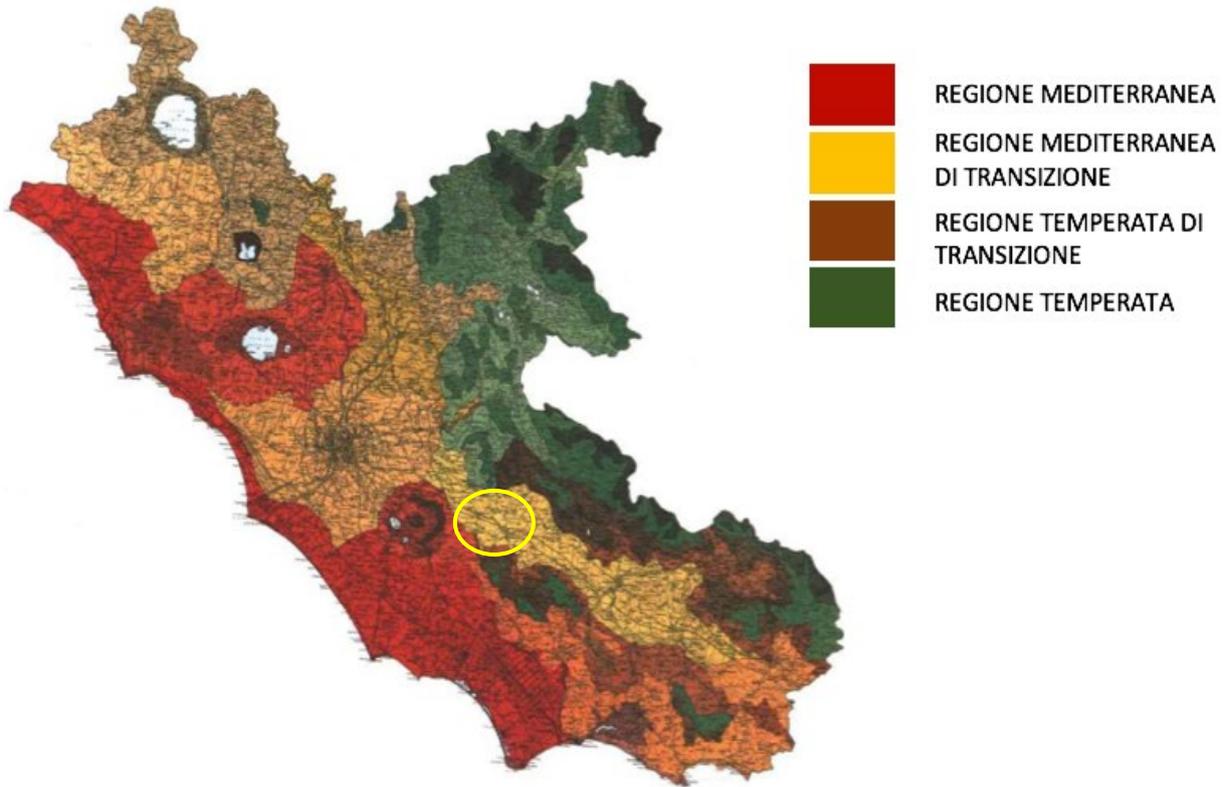


Figura 16. Carta fitoclimatica del Lazio (Blasi,1994).

5. Inquadramento dell'area di intervento

L'area identificata per l'installazione dell'impianto agrivoltaico "Gavignano", è localizzata nell'omonimo comune, in località Macerone, in provincia di Roma. Il progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico installato a terra, suddiviso in n. 3 lotti di impianto (T1, T2 e T3), con perpetrazione dell'uso zootecnico delle superfici e introduzione di attività produttiva apistica, la cui localizzazione spaziale (coordinate 41°43'09.39"N e 13°03'59.46"E) è riportata in Figura 17.

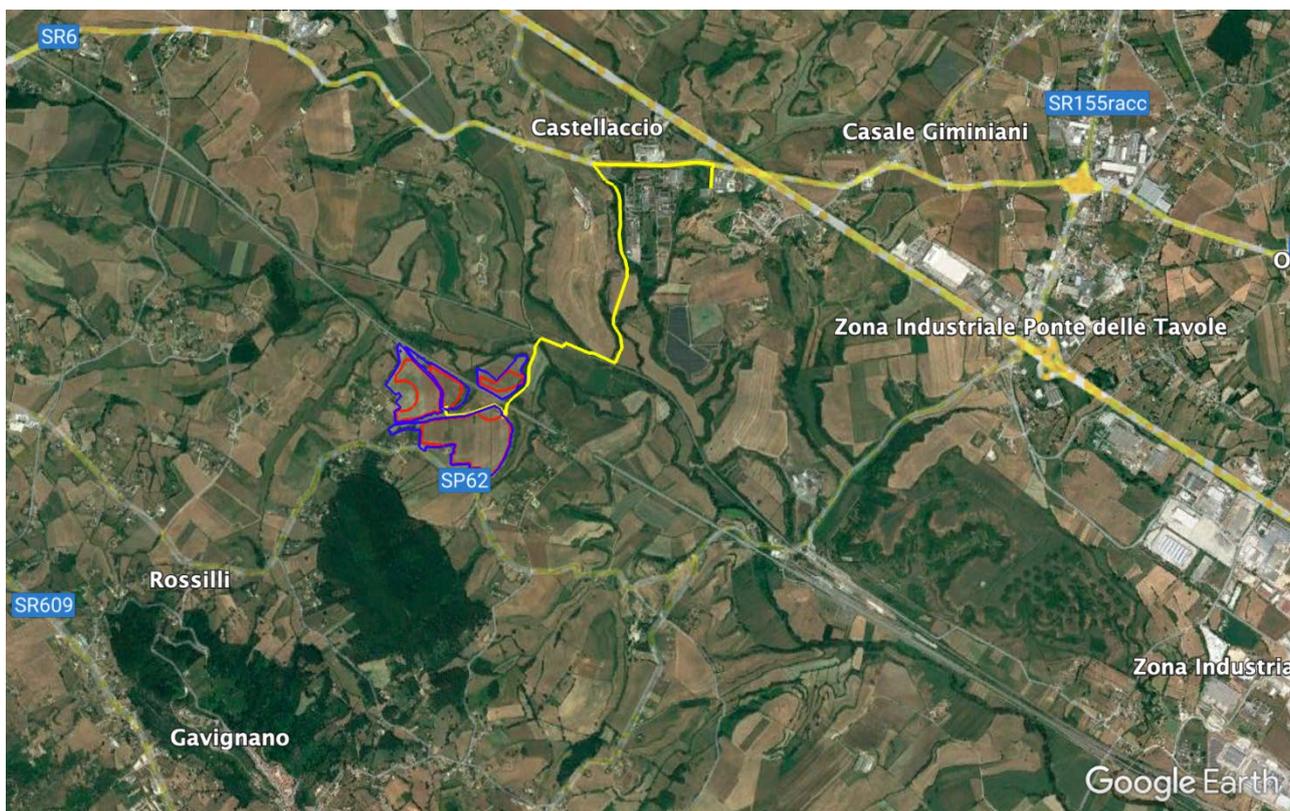


Figura 17. Localizzazione dell'area di intervento su foto satellitare: linea blu= superficie catastale; linea rossa = superficie recintata; linea gialla= cavidotto di connessione – (Fonte cartografica di base: Google Earth).

L'area catastale disponibile per il progetto ha un'estensione pari a 39,55 ha, mentre l'area di impianto, delimitata dalla recinzione perimetrale, misura **22,99 ha** e si trova, in linea d'aria (rispetto agli abitati più prossimi), a circa 2.6 km Nord/Nord-Est dal centro abitato di Gavignano, a circa 4.6 km Nord-Est dal Comune di Segni, a circa 5 km Est/Sud-Est dall'abitato di Colferro, a circa 9.7 km Sud/Sud-Est da Paliano, a circa 8 km Sud-Ovest dall'abitato di Anagni, a circa 8.6 km Ovest/Nord-Ovest dal centro di Sgurgola, a circa 7.8 km Ovest/Nord-Ovest dal Comune di Gorga.

Dal punto di vista viabilistico, a livello sovralocale l'area di impianto è raggiungibile dall'Autostrada del Sole A1, a livello locale il sito di impianto è invece facilmente accessibile dalla Strada Provinciale 62 (SP62) attraverso un accesso localizzato ad Est.

In Tabella 1 si riassumono le informazioni catastali relative all'area disponibile identificata per la realizzazione del progetto agrivoltaico. Le particelle su cui verrà realizzato l'impianto sono in disponibilità della ditta individuale STIRPE FRANCESCO dall'inizio del 2012.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
VIA 10	Relazione agronomica		Rev. 01	Pagina 28 di 66

Tabella 1. Dati catastali delle particelle interessate dal progetto.

NCT	FOGLIO	PARTICELLA	SUPERFICIE (ha are ca)	QUALITA' - CLASSE	PROPRIETARI	TITOLO SUL TERRENO
Gavignano (RM)	1	32	03.00.00 00.21.50	Seminativo – 3 Pascolo - 1	STRLDA64P19D945M STRSST58E05D945Q	Opzione diritto di superficie
	1	123	04.07.20	Seminativo – 3	STRLDA64P19D945M STRSST58E05D945Q	Opzione diritto di superficie
	1	131	00.30.00 00.02.00	Seminativo – 3 Pascolo – 2	STRLDA64P19D945M STRSST58E05D945Q	Opzione diritto di superficie
	1	135	00.00.30 00.31.00	Seminativo – 2 Pascolo – 1	STRLDA64P19D945M STRSST58E05D945Q	Opzione diritto di superficie
	1	178	07.77.75	Seminativo -3	STRLDA64P19D945M STRSST58E05D945Q	Opzione diritto di superficie
	2	52	00.43.00 00.07.70	Seminativo – 4 Pascolo - 1	STRLDA64P19D945M STRSST58E05D945Q	Opzione diritto di superficie
	2	97	04.60.70 00.28.08	Seminativo – 4 Pascolo arborato	STRLDA64P19D945M STRSST58E05D945Q	Opzione diritto di superficie
	2	137	18.45.92	Seminativo - 4	STRLDA64P19D945M STRSST58E05D945Q	Opzione diritto di superficie
			39.55.15	TOTALE area catastale		
			22,99	TOTALE area recintata		
			22,19	TOTALE area attività agricole/zootecniche/ambientali		

Entrando nel merito del contesto territoriale, l'area di progetto si inserisce in uno scenario sub-collinare, in una compagine territoriale caratterizzata da appezzamenti agricoli intervallati da fasce boscate residuali in corrispondenza dei corsi d'acqua.

L'area di impianto, nello specifico, **risulta ad oggi alla coltivazione si specie dedicate al foraggiamento di ovini, caprini e ovini allevati regime foraggero misto³²**- attività che sarà proseguita dal medesimo conduttore del fondo anche ad impianto realizzato – e risulta quasi completamente circondata da campi agricoli, in un contesto periurbano a densità abitativa medio/bassa. Nelle immediate vicinanze delle aree di impianto si distinguono alcuni fabbricati rurali e preesistenze di edilizia residenziale. Inoltre, le aree di impianto risultano inframmezzate, a Nord, dalla linea ferroviaria di Alta Velocità Roma-Napoli. Infine, si segnala la presenza, a circa 200 metri in linea d'aria dal sito di impianto, del Fiume Sacco.

Nel complesso il terreno mostra una morfologia di tipo sub-collinare/sub-pianeggiante nell'intorno dell'area e sub-pianeggiante nell'area di impianto, con morbide ondulazioni dove le colture agricole predominanti, ovvero erbai/prati destinati al pascolo, lasciano presupporre un valore di tipo agronomico-ambientale "medio-basso" con ampio margine di miglioramento.

In base alla consultazione delle tavole del Piano Regolatore Generale (PRG) del Comune di Gavignano (Approvato con Deliberazione della Giunta Regionale n. 3803 del 14 luglio 1987) e dei Certificati di Destinazione Urbanistica (CDU) relativi all'area di impianto (Prot. 1924 e 1925 del 13/05/2021, del Comune di Gavignano) emerge che tutte particelle ricadono in *Zona agricola*. Si segnala, inoltre, che alcune particelle,

³² Sistema di allevamento in cui l'utilizzazione dell'erba al pascolo è la componente più importante nella dieta degli animali. Si basa sull'utilizzo integrato di pascoli e colture foraggere (Veneto Agricoltura,2021)

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
VIA 10	Relazione agronomica	Rev. 01	05.12.2022	Pagina 29 di 66

ovvero porzioni non direttamente interessate dalle strutture fotovoltaiche, ricadono in zone soggette a vincolo e nello specifico:

- le particelle n. **32, 33,123, 131, 135 e 178** relative al foglio n. **1** risultano sottoposte a "Vincolo PTPR di distanza dal Fiume Sacco", "Vincolo ferroviario" e "Vincolo puntuale archeologico (TP 0580901)";
- le particelle n. **52, 97, 124 e 136** del foglio n. **2** risultano sottoposte a "Vincolo PTPR di distanza dal Fiume Sacco", "Vincolo ferroviario", "Vincolo puntuale archeologico (TP 0580902)".

Si riportano, infine, alcuni fotogrammi relativi a un sopralluogo effettuato, scattati da diversi punti di osservazione.



Figura 18. Particolare dell'accesso al centro aziendale dalla Contrada Macerone.



Figura 19. Veduta dal centro del lotto T3 lungo la capezzagna che collega tutti gli appezzamenti al centro aziendale.



Figura 20. Veduta dell'area T1 lungo la capezza di accesso al lotto.



Figura 21. La Contrada Colle delle Torce (a dx) e la ferrovia dell'alta velocità (a sx) delimitano l'appezzamento T1 nella porzione Nord-Ovest dell'area.



Figura 22. Veduta in direzione Nord-Ovest lungo il tracciato ferroviario; si nota la fascia ripariale lungo il canale irriguo che delimita il lotto T1 dal T3.



Figura 23. Veduta dell'appezzamento T2; coltivazione di seminativi per foraggio (frumento tenero e/o avena).



Figura 24. Veduta del lotto T3 dalla SP62 Contrata Macerone; bovini che pascolano sull'appezzamento prospiciente la stalla.



Figura 25. Veduta sulla cabina di servizio del metanodotto insistente nell'area T3; oltre alla cabina si intravede la linea ferroviaria, mentre sulla destra si delinea la strada di accesso alla futura area recintata di impianto.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
VIA 10	Relazione agronomica	Rev. 01	05.12.2022	Pagina 32 di 66

6. Conduzione attuale dell'azienda agricola

Come anticipato l'area in oggetto è attualmente soggetta a pascolamento, pratica condotta dalla ditta individuale STIRPE FRANCESCO, che alleva ovini, caprini e bovini.

Come riportato anche nel fascicolo aziendale allegato alla documentazione progettuale, i terreni considerati:

- 1) sono ad oggi coltivati in rotazione tra seminativi quali avena, frumento tenero e leguminose da erbaio;
- 2) sono soggetti a pascolamento di ovini, caprini e bovini;
- 3) non sono coltivati con specie o varietà che perseguano un fine specifico di tutela e/o valorizzazione della biodiversità e non insistono produzioni agroalimentari di qualità e di particolare pregio come prodotti IGP, DOC, DOCG o riconducibili a marchi di qualità.

Dai registri di carico e scarico aziendale individuale per il bestiame, che illustrano il carico animale aggiornato al 10/12/2021, risultano:

- 90 pecore di razza *Sarda* e meticcias (*Sarda x Comisana*), allevate per la produzione di latte;
- 26 caprini di razza *Saanen*, *Camosciata delle Alpi* e meticcias, allevati per la produzione di carne;
- 13 bovini da latte, di razza *Pezzata rossa italiana Simmental*, *Frisona*, *Jersey* e meticcias;

Il numero dei capi varia durante l'anno in funzione della fertilità del gregge o della mandria (nel caso dei bovini), degli ingressi (acquisti, rientri per mancate vendite, trasferimenti, ...) e delle uscite dalla stalla (vendite, furti o smarrimenti, trasferimenti, macelli, morti, ...).

Per quanto riguarda gli ovini:

- La *sarda* è una pecora da latte originaria della Sardegna, tra le razze ovine è quella che più si è diffusa nell'Italia centrale, in particolare in Toscana e Lazio, dove le caratteristiche dei pascoli consentono produzioni del tutto ragguardevoli. È una razza molto rustica e produttiva. La produzione di latte raggiunge 120 kg a lattazione nelle primarie e 180 kg nelle pecore adulte. Fornisce poca lana e di scarso valore commerciale.
- La *comisana* è originaria delle province di Ragusa, in particolar modo Comiso (da cui prende il nome), e Siracusa. Oltre che in Sicilia, è allevata anche in altre regioni d'Italia. La produzione media di latte è di circa 120-150 kg a lattazione.

Relativamente ai caprini, invece:

- La *Saanen* è una razza originaria della Svizzera. Le femmine pesano attorno ai 70 kg, mentre i maschi sfiorano in media i 92 kg. È la più grande lattifera tra le razze caprine, e produce un latte più povero di grassi rispetto a quello delle altre capre da latte. In azienda viene allevata anche per la vendita della carne.
- La *camosciata delle Alpi*, originaria della Svizzera, è presente su tutto il territorio nazionale grazie all'elevata produzione di latte ed alle sue proprietà organolettiche ritenute superiori alla media. In Italia la produzione media è di 539 litri nelle pluripare, 506 litri nelle secondipare e 342 litri nelle primipare.

Per quanto concerne l'allevamento di bovini, tra i capi presenti in azienda oltre alle meticce si ritrovano:

- La *Pezzata rossa italiana Simmental*, appartiene al gruppo di razze *Simmental*, numericamente fra le più numerose al mondo, con la duplice attitudine latte e carne. Produce latte in grande quantità e di ottima qualità e, contemporaneamente, si può giovare del reddito aggiuntivo non indifferente

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
VIA 10	Relazione agronomica	Rev. 01	05.12.2022	Pagina 33 di 66

ottenibile dalla vendita della carne. Nel 2019 la produzione media annua si è attestata sui 7.146 kg di latte³³.

- La *Frisona* è una bovina dal caratteristico mantello pezzato nero, famosa per la spiccata attitudine ad un'elevata produzione di latte con buon titolo di grassi e di proteine, senza escludere l'attitudine a una produzione quantitativa di carne. Le produzioni di latte della frisona sono molto alte, che riesce, in un periodo di lattazione di 305 giorni, a produrre 9.200 kg di latte. Nel 2019 la produzione media annua si è attestata sui 9.940 kg di latte³³.
- La *Jersey*, di origine inglese, possiede un'estrema capacità di adattamento a tutti i tipi d'allevamento e di clima. In Italia viene allevata per lo più insieme alle frisone, perché il latte della Jersey aumenta la resa media in grasso della produzione di latte totale dell'allevamento bovino. La Jersey ha però una produzione di latte molto inferiore alla frisona, con una media di 22-23 litri di latte al giorno, contro i circa 30 litri della frisona.

Gli ovini e i bovini, allevati per il latte nella stalla del centro aziendale limitrofa gli appezzamenti, vengono quotidianamente munti (meccanicamente) mediante mungitrice. Le capre, invece, allevate per la carne, pascolano insieme agli ovini negli appezzamenti a disposizione del proprietario.

Secondo il piano di pascolamento aziendale, l'allevamento è di tipo "estensivo": gli ovini e i caprini, infatti, pascolano tutto il giorno, durante l'intero arco dell'anno fino a disponibilità di cotico, mentre la sera vengono condotti nella stalla.

Le vacche da latte pascolano esclusivamente nell'appezzamento prospiciente la stalla, senza compiere lunghe distanze, in ragione del fatto che devono essere munte due volte al giorno. Il latte prodotto viene poi conferito, tramite un contratto di filiera, alla Cooperativa "Casalina" di Val Montone.

Il latte prodotto dagli ovini viene venduto a due caseifici, rispettivamente di Roma e Latina, che lo impiegano per la produzione di Pecorino Romano. Gli stessi caseifici ritirano anche la lana e si occupano direttamente dello smaltimento, visto lo scarso valore economico.

Dagli approfondimenti condotti, inoltre, al netto degli ordinari contributi PAC subordinati alle colture di anno in anno effettuate, non risultano presenti contributi agroambientali a valere su misure vincolanti e/o pluriennali (e.g. fondi PSR).

Riguardo all'autorizzazione di impianti di produzione elettrica da fonti rinnovabili in aree agricole, le normative vigenti, nello specifico il **DM 10/9/2010 – p.to 16.4. ed il D.Lgs. 387/2003, Art. 12.7**, prescrivono che i progetti non devono interferire negativamente con le finalità perseguite dalle disposizioni in materia di sostegno nel settore agricolo, con particolare riferimento alla valorizzazione delle tradizioni agroalimentari locali (produzioni biologiche, produzioni DPO, IGP, STG, DOC, DOCG, produzioni tradizionali), alla tutela della biodiversità, così come del patrimonio culturale e del paesaggio rurale. Come meglio illustrato in seguito, l'insediamento e l'esercizio dell'impianto agrivoltaico **non comprometterà e/o interferirà negativamente** con le finalità perseguite dalle disposizioni in materia di sostegno nel settore agricolo, come prescritto dalle normative vigenti sopracitate.

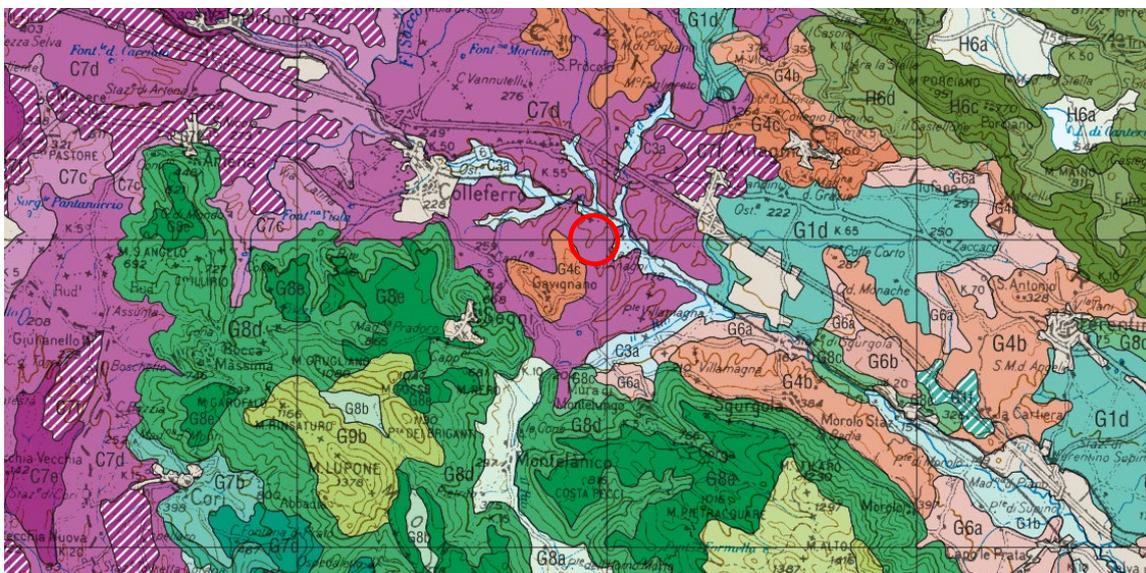
³³ Bollettino AIA 2019.

7. Aspetti agronomici del sito

Secondo la *Carta dei Suoli del Lazio* (ARSIAL, 2019) la macroarea oggetto di analisi appartiene alla "Regione Pedologica C", la quale racchiude le "Aree collinari vulcaniche dell'Italia centrale e meridionale". Tale Regione pedologica, occupa un'ampia fascia di territorio, la quale comprende i Monti Vulsini, i Monti Sabatini e che prosegue verso Sud fino ai Colli Albani occupando complessivamente il 30.7% del territorio regionale. Al suo interno, il sito oggetto di studio è ascrivibile al "Sistema di Suolo C7 – Area del "plateau" vulcanico inciso afferente all'apparato dei Colli Albani" (Figura 26), il quale, dal punto di vista geografico, si sviluppa prevalentemente a Sud di Roma, sul territorio che circonda il complesso vulcanico dei Colli Albani. All'interno di questo Sistema di Suolo si trova la Compone la cosiddetta "campagna romana".

Nello specifico, l'area di progetto ricade all'interno del "Sottosistema di Suolo C7d - "Versanti e superfici di "plateau" eroso su prodotti piroclastici prevalentemente consolidati (tufi)", i quali si concentrano nella parte bassa delle pendici dei Colli Albani tra 10 e 600 m s.l.m. ed è caratterizzata da un assetto geomorfologico con pendenze deboli o moderate (3-14%).

In base alle informazioni presenti in cartografia ed alle indagini svolte *in situ*, risulta come il suolo presente in corrispondenza dell'area di progetto sia caratterizzato da una profondità utile molto elevata, da una buona capacità di drenaggio, da una scarsa presenza di frammenti litoidi e da una classe tessiturale franco-argillosa. Il pH è debolmente acido in superficie, tendente al neutro negli orizzonti sottostanti e non si rileva la presenza di carbonati lungo il profilo. Nel complesso i suoli sono adatti all'uso agricolo, anche se sussistono limitazioni dovute alle caratteristiche del suolo ed al rischio di erosione. A livello tipologico le caratteristiche riscontrate sono riconducibili, secondo la classificazione WRB (FAO, 2015), ai *Luvic Phaeozems*.



Sistema di suolo C7 - Area del "plateau" vulcanico inciso afferente all'apparato dei Colli Albani.

Sottosistemi di suolo	C7a	Aree vulcaniche depresse e caldere con sedimenti fluvio-palustri e fluvio-lacustri. Cambic Fluvic Phaeozems (Suoli: Manc3; 25-50%); Calcaric Cambisols (Suoli: Gran1; 25-50%); Endocalcaric Cambic Phaeozems (Suoli: Manc1; 10-25%).
	C7b	Terrazzi antichi sui versanti collinari del "plateau" vulcanico con sedimenti fluvio-lacustri e prodotti piroclastici prevalentemente consolidati (tufi). Cambic Fluvic Phaeozems (Suoli: Manc3; 10-25%); Endocalcaric Cambic Phaeozems (Suoli: Manc1; 10-25%); Calcaric Cambisols (Suoli: Gran2; <10%).
	C7c	Versanti delle incisioni torrentizie su prodotti piroclastici prevalenti e secondariamente depositi vulcanici rimaneggiati. Endocalcaric Cambic Phaeozems (Suoli: Manc1; 10-25%); Haplic Phaeozems (Suoli: Camp2; 10-25%); Eutric Cambisols (Suoli: Abba5; <10%).
	C7d	Versanti e superfici di "plateau" eroso su prodotti piroclastici prevalentemente consolidati (tufi). Haplic Phaeozems (Suoli: Camp2; 25-50%); Luvic Phaeozems (Suoli: Para1; 10-25%); Haplic Phaeozems (Suoli: Camp3; <10%).
	C7e	"Plateau" vulcanico e versanti delle incisioni su prodotti piroclastici prevalentemente consolidati (tufi) e secondariamente rimaneggiati. Haplic Phaeozems (Suoli: Camp3; 10-25%); Eutric Cambisols (Suoli: Abba5; 10-25%); Luvic Phaeozems (Suoli: Para1; 10-25%).
	C7f	"Plateau" vulcanico e versanti delle incisioni su prodotti piroclastici prevalentemente consolidati (tufi). Haplic Phaeozems (Suoli: Camp2; 25-50%); Luvic Phaeozems (Suoli: Para1; 10-25%); Cambic Endoleptic Phaeozems (Suoli: Fala1; <10%).
	C7g	Versanti su lave e prodotti piroclastici prevalentemente consolidati (tufi). Epileptic Phaeozems (Suoli: Forn2; 25-50%); Luvic Phaeozems (Suoli: Para1; 10-25%); Haplic Phaeozems (Suoli: Camp2; 10-25%).

Figura 26. Estratto della carta dei suoli del Lazio relativo all'area di studio.

Secondo la "Carta della Capacità d'Uso dei Suoli del Lazio" (ARSIAL, 2019) (Figura 27) – *Land Capability Classification* (A. A. Klingebiel, 1961), l'area di studio rientra completamente all'interno della Classe III.ii ossia "Suoli con limitazioni sensibili che riducono la scelta delle colture impiegabili, del periodo di semina e di raccolta e delle lavorazioni del suolo, o richiedono speciali pratiche di conservazione", con fertilità moderata e limitazioni riconducibili alle caratteristiche stesse del suolo.

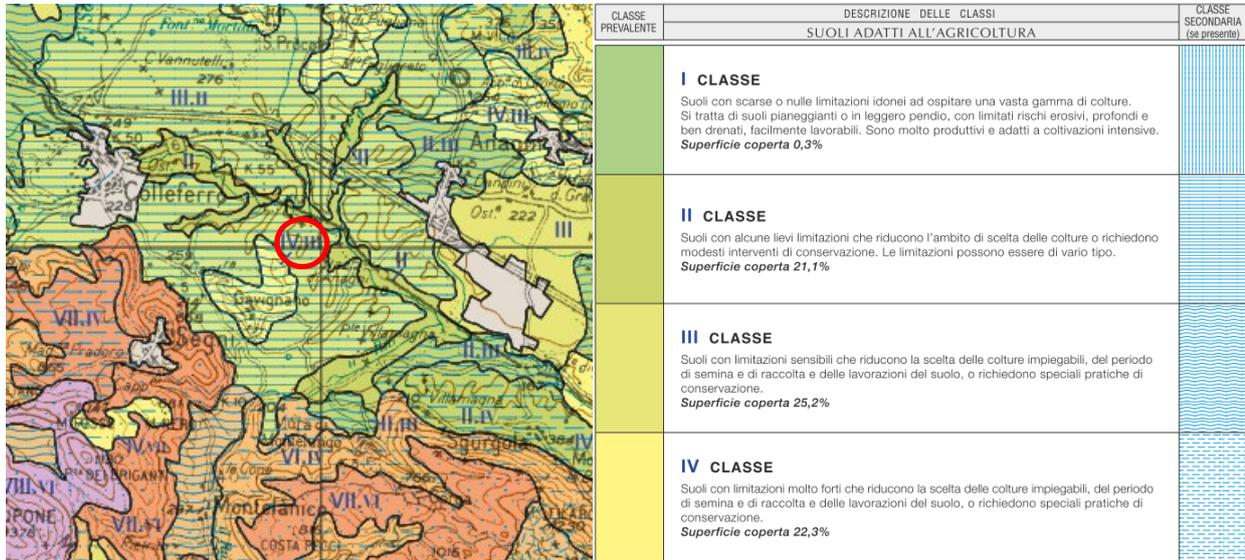


Figura 27. Estratto della carta della capacità d'uso dei suoli del Lazio relativo all'area di studio.

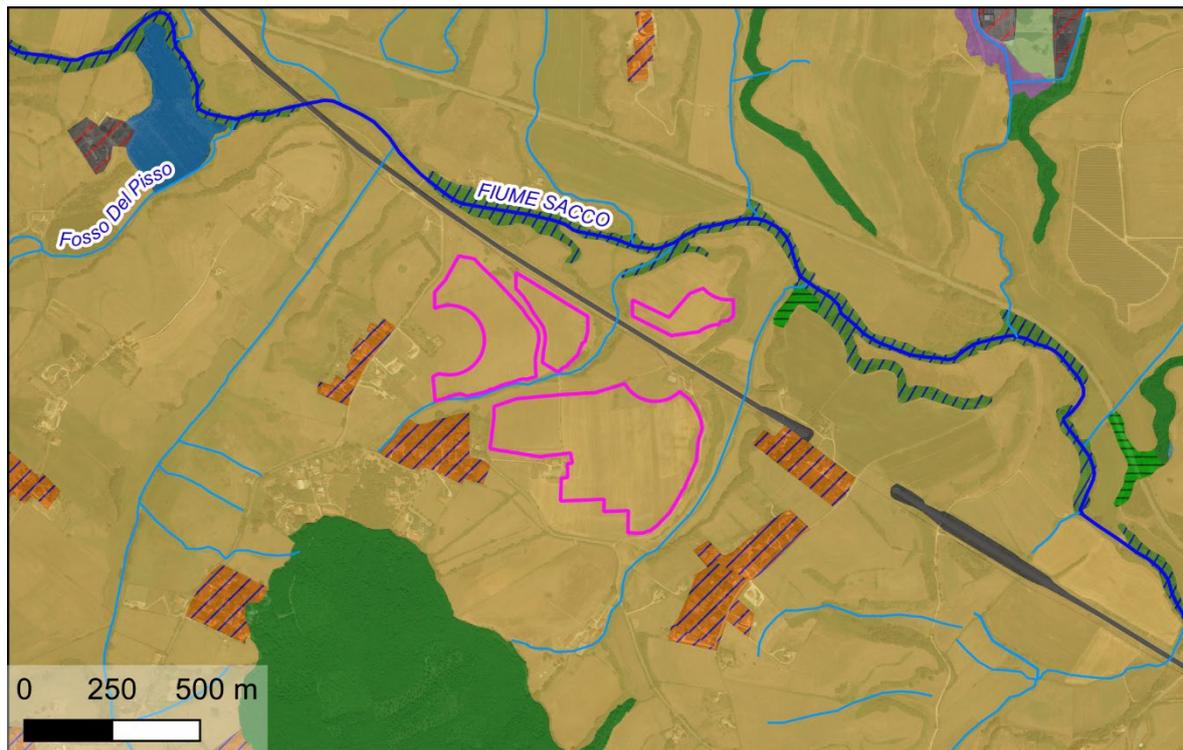
Secondo la classificazione CORINE³⁴, l'impianto in progetto si trova all'interno di una zona a vocazione agricola, prevalentemente destinata alla coltura di seminativi non irrigui, intercalata da alcuni insediamenti residenziali (non completamente cartografati) (Figura 28). Le superfici forestali sono limitate, a Nord dell'area di impianto, ad alcune lingue boscate disposte in zone ad elevata pendenza con funzione di protezione dei versanti e da una cerreta (indicate in cartografia come "macchia di Gavignano") e dalla vegetazione tipicamente igrofila presente lungo le sponde del Fiume Sacco

I terreni in corrispondenza dell'area di impianto sono attualmente destinati al pascolo di ovini, caprini e bovini, attività che sarà proseguita dal medesimo conduttore del fondo anche a seguito della realizzazione dell'impianto (Figura 29).



Figura 28. Assetto agronomico del piano di campagna all'interno dell'area di progetto.

³⁴ Programma CORINE (COOrdination of INformation on the Environment – Decisione 85/338/EEC



- | | |
|--|--|
| Area di impianto | Insediamento industriale o artigianale con spazi annessi |
| CORINE | Reti ferroviarie e spazi accessori |
| Boschi igrofilo a pioppi e salice bianco e/o ad ontano nero e/o a frassino meridionale | Seminativi semplici in aree irrigue |
| Cantieri e spazi in costruzione e scavi | Seminativi semplici in aree non irrigue |
| Cerrete collinari | Superfici a copertura erbacea densa |
| Cespuglieti a dominanza di prugnolo, rovi, ginestre e/o felce aquilina | Tessuto residenziale sparso |
| Formazioni spontanee a robinia e/o ailanto | |

Figura 29. Tipologie di uso del suolo presenti nell'intorno dell'area di studio secondo la classificazione CORINE.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
VIA 10	Relazione agronomica	Rev. 01	05.12.2022	Pagina 37 di 66

8. Progetto Agrivoltaico

Come illustrato in precedenza, la progettazione di un impianto agrivoltaico parte dall'analisi combinata dell'esigenze agronomico-colturali con quelle tecnologico-energetiche dell'installazione fotovoltaica, per addivenire ad un progetto finale che valorizzi le rese di entrambe le componenti, nel rispetto dell'ambiente in cui si inserisce e delle relative risorse. Nello specifico, la proposta progettuale parte dalla considerazione che la presenza dell'infrastruttura fotovoltaica prescelta (moduli di nuova generazione di tipo tracker) escluda la possibilità di dedicare i fondi al pascolamento di bovini (in ragione della dimensione dei capi) e caprini (i capi di questa specie tendono naturalmente ad arrampicarsi), per cui il progetto AGV è stato formulato al fine di poter fornire foraggiamento sufficiente al sostentamento della sola componente ovina.

8.1 Componente fotovoltaica

Per la scelta della soluzione tecnica da impiegare nel presente progetto si è optato per l'utilizzo di moduli di nuova generazione, posizionati su sistemi di supporto ad inseguimento (tracker), in ragione del fatto che:

- consentono di coltivare la superficie interessata dall'installazione fotovoltaica, poiché non si creano zone d'ombra concentrata, grazie alla lenta rotazione da est a ovest permessa dal sistema ad inseguimento solare (Figura 30);
- è possibile regolare l'inclinazione dei tracker in relazione sia alle esigenze delle colture, in funzione dello stadio fenologico, sia all'eventualità di ricorrere ad operazioni colturali (come la concimazione o la semina) che richiedano il passaggio di attrezzi con altezza superiore alla minima distanza del pannello dal suolo.

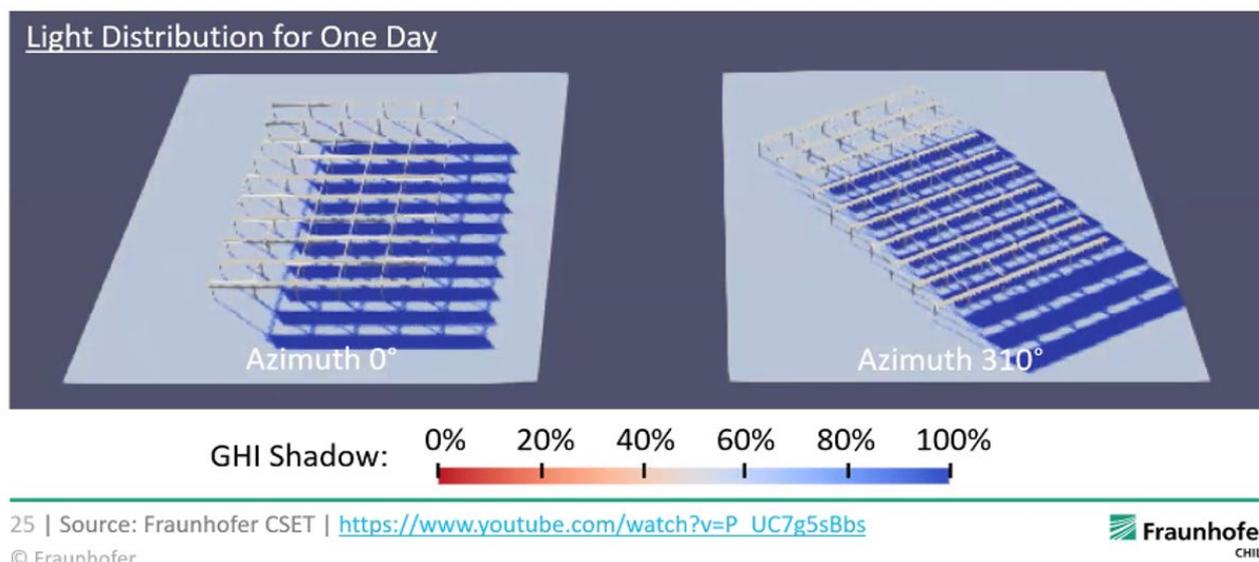


Figura 30. Distribuzione della zona d'ombra sotto i pannelli durante il giorno. FCR CSET: Light Simulation for Agrivoltaics plant with azimuth of 0° and -30° (Central Chile).

Il sistema fotovoltaico proposto prevede quindi di utilizzare inseguitori solari monoassiali a singola vela con pannelli bifacciali che ruotano sull'asse Est-Ovest seguendo l'andamento del sole. Le strutture metalliche di supporto sono disposte lungo l'asse Nord-Sud su file parallele opportunamente distanziate tra loro con un interasse (distanza palo-palo) pari a 5 m per ridurre gli effetti degli ombreggiamenti. L'altezza del nodo di rotazione è pari a 1,50 m dal suolo (Figura 31).

Tale soluzione consente di avere, nel momento di massima apertura -zenith solare- una fascia di larghezza pari a 2,53 m, completamente libera dalla copertura dei pannelli tra le stringhe (di seguito denominata *gap*). Prima e dopo il mezzogiorno, la superficie libera e conseguentemente la zona di ombra si modificherà in base all'inclinazione dei moduli, dipendente a sua volta dalla posizione del sole.

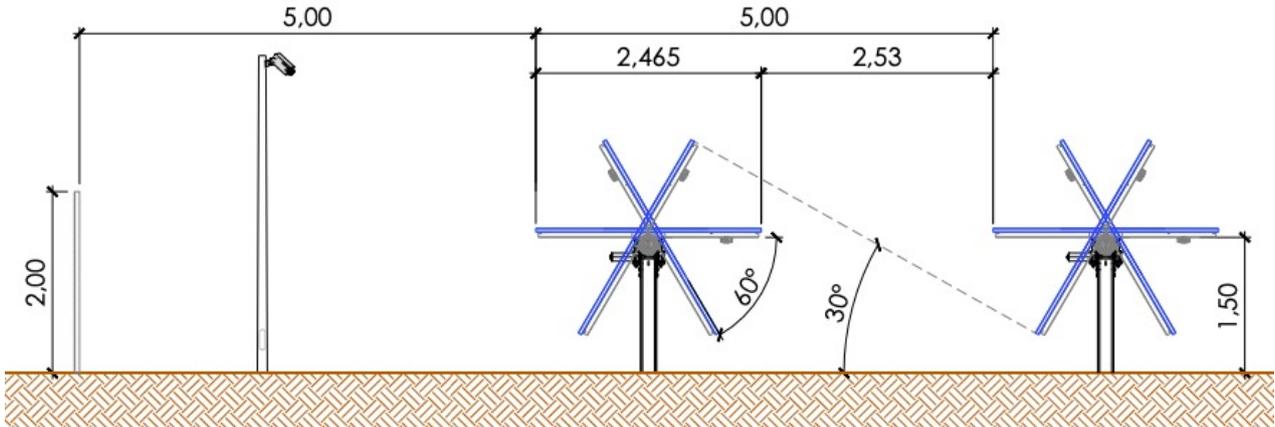


Figura 31. Particolare esemplificativo di una sezione trasversale di impianto.

In ultimo, è importante menzionare che è possibile regolare (manualmente o tramite software) l'inclinazione dei pannelli per eseguire specifiche operazioni colturali, per particolari esigenze della coltura in atto e/o per esigenze legate alla manutenzione di impianto. Anche la presenza di cavi interrati nell'area di impianto, poiché la profondità minima di inserimento è di 0,7 m, non costituisce ostacolo per le eventuali lavorazioni del terreno che usualmente non superano i 0,3-0,4 m.

Lo spazio tra i pannelli, unitamente alla possibilità di regolare l'inclinazione dei pannelli in funzione delle necessità operative, consentirà di svolgere agevolmente le ordinarie attività agricole e la movimentazione dei relativi mezzi meccanici (Figura 31).

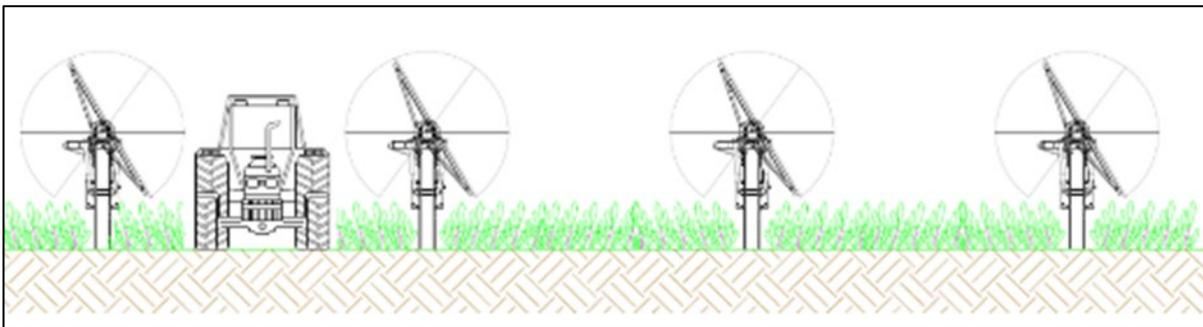


Figura 32. Particolare esemplificativo del passaggio con mezzi operativi.

8.2. Componente agronomica

Al fine di soddisfare la salvaguardia dei servizi ecosistemici, il fabbisogno di energia da fonti rinnovabili e la valorizzazione del territorio e delle sue risorse in ottica agropastorale locale, si prevede che l'intera superficie interessata dai pannelli sia coltivata a prato polifita destinato alla produzione di foraggio verde per i capi attualmente allevati. Verrà inoltre realizzato un apiario e si prevede di posizionare in vari punti strategici dei cumuli di pietre finalizzati alla creazione di microhabitat utili alla fauna locale.

Le opere previste riguardano pertanto:

- realizzazione di un prato polifita ad alto valore foraggero (foraggio verde), **autoriseminante da gestire con opportune trasemine e senza il ricorso a lavorazioni annuali**;
- progetto di apicoltura.



Figura 33. Disposizione spaziale delle superfici dedicate alla coltivazione del prato polifita (destinato ad essere foraggio per gli ovini attualmente allevati in azienda) e al progetto di apicoltura.

Come visibile in **Figura 33**, estratto dell'elaborato VIA05 – REV01- Mitigazioni agro-ambientali, che costituisce parte integrante della presente relazione, l'intera superficie recintata sarà dedicata alla messa a dimora e mantenimento di un pascolo ad alto valore foraggero. La superficie coltivabile è stata calcolata sottraendo dall'area recintata la superficie occupata dai locali tecnici, dagli stradelli e dai pali che sorreggono i pannelli, per un valore risultante pari a 22,19 ha (vedasi per maggiori dettagli i calcoli effettuati al capitolo 11). Le arnie saranno invece disposte tra la recinzione e le fasce alberate nella porzione sud-est dell'area di progetto.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
VIA 10	Relazione agronomica	Rev. 01	05.12.2022	Pagina 40 di 66

8.3. Prato polifita e relativo pascolamento

Nell'ottica di miglioramento ed efficientamento dell'uso dell'area in esame, si prevede di conservare l'attuale destinazione a pascolo delle superfici, introducendo una gestione volta che garantirà il miglioramento del cotico, mantenendo l'allevamento estensivo del bestiame.



Figura 34. Render relativo al pascolo in progetto- Estratto da VIA05 – REV01- Mitigazioni agro-ambientali,

A differenza della conduzione attuale, si prevede di gestire il prato nel rispetto della definizione comunitaria di "prato permanente", contenuta nell'art. 4, paragrafo 1, lettera h), del regolamento (UE) n. 1307/2013, prendendo in considerazione i due elementi chiave per classificare le superfici agricole come riportate nel Decreto Ministeriale n. 6513 del 18 novembre:

- Impiego di specie classificate come "erba o altre piante erbacee da foraggio", tutte tradizionalmente rinvenute nei pascoli naturali o solitamente comprese nei miscugli di sementi per pascoli o prati nello Stato membro, utilizzati o meno per il pascolo degli animali (art. 4, paragrafo 1, lettera i) del reg. 1307/2013);
- successione per cinque anni consecutivi fuori rotazione.

Nella fase tra la posa dei pali e l'installazione dei pannelli, si andrà ad effettuare la messa a dimora del prato sulle superfici attualmente gestite a seminativi e trasemina³⁵ delle superfici già a prato. Tali operazioni consentiranno di incrementare la percentuale di essenze con proprietà foraggere. Il manto erboso sarà inoltre monitorato e ristorato nel tempo (vedasi attività di monitoraggio agronomico integrato anche nel monitoraggio ambientale REL VIA 12), per garantire il mantenimento di una percentuale ottimale delle specie con buone proprietà nutrizionali e mellifere.

È importante ricordare infatti che il pascolo è un'entità biologica quasi sempre inizialmente eterogenea per la diversità delle piante componenti, ma che varia nel tempo in base all'insieme delle condizioni ambientali

³⁵ Tecnica che prevede di seminare le specie foraggere che si ritengono più adatte direttamente nel vecchio cotico erboso, senza operare la distruzione della copertura vegetale preesistente. L'operazione si esegue in genere in primavera, ma può essere rimandata alla fine dell'estate in zone caratterizzata da un periodo primaverile-estivo siccitoso e da inverni miti (Ciricofolo e Onofri, 2003)

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
VIA 10	Relazione agronomica	Rev. 01	05.12.2022	Pagina 41 di 66

e antropiche e, in particolare, alle modalità di utilizzazione da parte del bestiame (più o meno ben controllato e gestito).

La composizione floristica dei pascoli e, conseguentemente, il loro valore foraggero, è quindi molto variabile non solo in dipendenza delle condizioni ambientali, ma anche della loro modalità di utilizzazione. Accanto a pascoli caratterizzati da residui secchi erbacei di vegetazioni precedenti, la cosiddetta necromassa - spesso ricca di infestanti ed il cui decadimento è anche dovuto alla mancata od errata utilizzazione per un insufficiente carico di bestiame -, ne esistono altri degradati a seguito del sovraccarico di bestiame e del sovrapascolamento protratto nel tempo, che non permette la ricostituzione del cotico erboso. In particolare, il sovrapascolamento può portare ad un continuo e sistematico impoverimento delle specie più appetite e alla diffusione di quelle di minor pregio o addirittura infestanti/dannose. Gli animali esercitano una notevole pressione sulle essenze da essi maggiormente gradite, pascolandole con intensità superiore, mentre utilizzano in minima parte le essenze non pabulari: ciò determina una propagazione eccessiva di queste ultime a discapito delle prime. Il risultato di questo insieme di condizioni è il degrado lento, costante ed inesorabile dei cotici erbosi, con l'invasione di infestanti erbacee poliennali e arbustive ed il diradamento delle essenze pabulari.

L'ipotesi progettuale prevede, pertanto, la trasemina di un miscuglio specialmente formulato al fine di rigenerare i terreni destinati al pascolo, aumentandone la produttività e ripristinando la vita dell'ecosistema nel periodo invernale, presumibilmente alla fine dell'anno solare.

Per il popolamento erbaceo si ipotizza un mix di 40% leguminose e 60% graminacee, al fine di mantenere una elevata biodiversità vegetale. Tale inerbimento comporterà anche una maggiore biodiversità microbica e della mesofauna del terreno, nonché quella della fauna selvatica che trova rifugio nel prato e contribuirà al miglioramento dei suoli in virtù delle proprietà anti-erosive, all'utilizzo di piante azotofissatrici e alla riduzione della diffusione di specie infestanti.

Il prato polifita permanente, inoltre, non necessitando per definizione di alcuna rotazione e di lavorazioni annuali (come avviene invece nei seminativi tradizionali), favorisce la stabilità del biota e la conservazione/aumento della sostanza organica del terreno, e, allo stesso tempo, la produzione del foraggio verde. Il cotico erboso permanente consentirà infine un agevole passaggio dei mezzi meccanici che verranno utilizzati per la pulizia periodica dei pannelli fotovoltaici anche in condizioni di elevata umidità del suolo.

Tra le specie più adatte alle condizioni pedoclimatiche del sito in esame (in condizioni di non irrigazione, dunque resistenti alla siccità), saranno selezionate quelle con migliori proprietà foraggere appartenenti al patrimonio floristico spontaneo regionale quali:

- **Erba mazzolina** (*Dactylis glomerata* L. subsp. *hispanica*) - 20%: graminacea foraggera di buona qualità e appetibilità poco sensibile all'ombreggiamento di ottima resistenza al freddo e ottima resistenza alla siccità, controlla bene le infestanti sia in coltura pura che in consociazione e si presta bene a miscugli oligofiti o polifiti. La subspecie considerata infatti cresce spontanea nei prati aridi e nelle garighe nell'areale romano. Il periodo di fioritura è compreso tra maggio e luglio.
- **Loiessa o Loglio Maggiore** (*Lolium multiflorum* L.) - 20%: graminacea annuale o biennale tra le più utilizzate, molto produttiva e competitiva nei confronti delle malerbe. La specie risponde molto bene alle concimazioni e alla fertilità del terreno, producendo un ottimo foraggio utilizzabile direttamente con il pascolamento o per l'ottenimento di fieno e insilato. Molto appetito dagli animali è caratterizzato da un elevato profilo nutrizionale. Nell'areale considerato, cresce nei prati ruderalizzati ed anche nei campi incolti ed è utilizzata come principale specie foraggera nei tappeti erbosi. Il periodo di fioritura è compreso tra maggio e luglio.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
VIA 10	Relazione agronomica	Rev. 01	05.12.2022	Pagina 42 di 66

- **Trifoglio incarnato** (*Trifolium incarnatum* L. biotipo "Saidi") - 20%: leguminosa foraggera con ottime prestazioni, adatta al clima del luogo con ottime proprietà mellifere. Il biotipo considerato è spiccatamente resistente alla siccità. Utilizzata anche come foraggera da sfalcio. Il periodo di fioritura è compreso tra aprile e giugno.

- **Trifoglio sotterraneo** (*Trifolium subterraneum* L. - 20%: foraggera per eccellenza grazie all'elevata produttività, alla grande longevità e grande capacità di ricaccio. Presenta numerose varietà adatte a tutte le situazioni, dai terreni asfittici, a quelli ombreggiati delle sugherete, a quelli acidi, poveri e siccitosi. Nell'areale romano cresce nei prati e nei pascoli aridi e nei terreni incolti, anche ombreggiati. Il periodo di fioritura è compreso tra maggio e giugno.

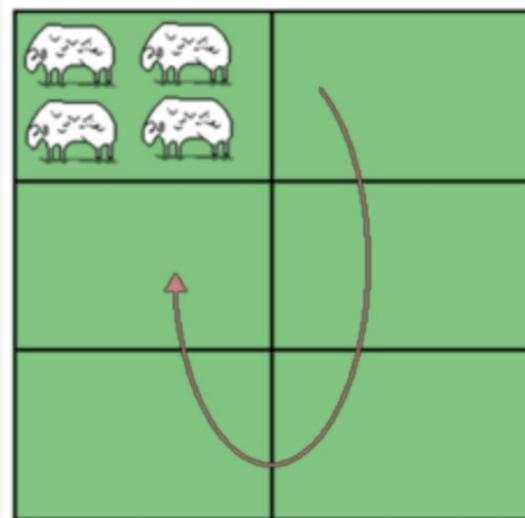
- **Ginestrino** (*Lotus corniculatus* L. subsp. *corniculatus*) - 20%: leguminosa perenne con ottime proprietà foraggere e con discrete proprietà mellifere che, diversamente dall'erba medica, non dà luogo a fenomeni di meteorismo negli animali. Cresce lentamente e soffre molto la competizione di altre essenze ma ha buone prestazioni se utilizzata in miscuglio con altre specie a accrescimento più rapido. Nell'areale romano è diffusa nei prati seminaturali e nei prati da sfalcio, molto resistente alla siccità. Il periodo di fioritura è compreso tra aprile e giugno.

Le leguminose foraggere, come i trifogli ed il ginestrino, essendo anche piante mellifere, contribuiranno inoltre alla creazione di un ambiente idoneo per i pronubi selvatici e per l'ape domestica.

Per quanto concerne il pascolamento, il prato polifita sarà a servizio dei soli ovini. Le razioni dei bovini e dei caprini (in disponibilità dell'azienda agricola) saranno soddisfatte in aree non interessate dalle installazioni fotovoltaiche e dal fieno prodotto in altre superfici, della medesima azienda agricola. I bovini presentano infatti una taglia troppo elevata in considerazione dello spazio dell'interfila mentre per i caprini si preferisce evitarne il pascolamento nell'area fotovoltaica al fine di prevenire eventuali rosure causate dagli animali o danni fisici dovuti alla loro naturale tendenza all'arrampicamento.

Per una gestione ottimale del prato e per garantire la presenza di fioriture utili all'attività apistica, si prevede una gestione del pascolamento in rotazione suddividendo, per tale fine, l'area (all'interno della superficie di impianto) in appositi settori. Tale sistema consentirà al gregge di utilizzare un'area o un settore di pascolo (tanca) per un periodo controllato di tempo per poi essere dislocato su altri settori fino a tornare su quello di partenza (Figura 35).

Figura 35. Pascolamento a rotazione di 6 settori (Molle et al., 2014).



I vantaggi del pascolamento in rotazione possono essere così riassumibili (Cirifolo e Onofri, 2003):

- possibilità di scegliere l'epoca ottimale per il consumo delle specie vegetali presenti: le graminacee vanno pascolate quando sono ancora nella fase di accestimento o da inizio levata, per evitare un evidente decadimento della qualità (più fibra, meno protidi, minore appetibilità, maggiori scarti) e compromettere il futuro ricaccio (la presenza di steli blocca lo sviluppo di nuovi germogli di accestimento);

- la quantità di foraggio consumato è più elevata, cosa che fa salire notevolmente il coefficiente di utilizzazione
- il bestiame può essere diviso in gruppi omogenei per esigenze alimentari (animali in produzione, animali giovani, ecc.), esercitando quindi un certo controllo sul razionamento dei singoli individui.
- al termine del pascolamento si può procedere alle cure necessarie per il mantenimento di un buon cotico erboso (concimazione, sfalcio dei rifiuti, spandimento delle deiezioni, ecc.);
- in primavera, quando vi è sovrabbondanza di produzione di foraggio, le sezioni migliori possono essere lasciate per lo sfalcio, in modo da costituire scorte di fieno per i periodi di carenza di foraggio;
- le sezioni possono essere diversificate con risemine o trasemine di specie foraggere di diversa precocità in modo da costituire una "catena" di pascolamento, in cui "anelli" giungono scalarmemente allo stadio ottimale di utilizzazione

A titolo esemplificativo, si riporta in Figura 36 la comparazione tra le produzioni unitarie medie attese in differenti regimi di conduzione finalizzati all'ottenimento di foraggio verde (Regione Umbria, fonte RICA). Sulla base di quanto esposto si desume immediatamente come la produzione tipica di un prato polifita non irriguo sia nettamente superiore, se comparato, a quanto atteso da un pascolo naturale. Ancorché si pensi a proseguire l'attività di pascolamento con ovini senza prevedere la raccolta ed il successivo essiccamento del foraggio, cosa che permetterebbe di eguagliare a livello economico gli introiti relativi al frumento, il miglioramento in termini quantitativi e qualitativi del foraggio permetteranno di ottenere un'alimentazione di qualità al bestiame con un probabile potenziamento del profilo nutrizionale del latte.

PRODUZIONE UNITARIE MEDIE E CORRISPONDENTI UNITA' FORAGGERE PER QUINTALE DELLE PRINCIPALI COLTURE FORAGGERE					
COLTURE	Q/HA		UF/Q	UFL/Q	UFC/Q
	MIN	MAX			
A) FORAGGI VERDI					
prato pascolo	120	160	14	16	15
pascolo naturale(*)	20	80	18	20	16
prato polifita non irriguo	180	240	13	16	15
prato polifita irriguo	400	600	14	16	15
prato di trifoglio	200	260	14	14	13
prato di lupinella	160	220	16	18	15
prato di medica	240	480	12	14	13

Figura 36. Produzioni unitarie medie delle principali colture foraggere e corrispondenti unità foraggere per quintale di prodotto – Regione Umbria- dati RICA

Le attività agronomiche dovranno essere avviate in autunno e si consiglia di prevedere:

- a) concimazione di origine organica (letame bovino o digestato da biogas ottenuto esclusivamente da impianti agricoli) in ragione di 60 ton/ha, operazione effettuabile tra la posa dei pali e l'installazione dei pannelli;
- b) acquisto di semente delle specie erbacee locali;
- c) **semina/trasemina** del miscuglio di cui al punto precedente con idonei mezzi agricoli, nei punti più critici sarà possibile ricorrere alla pratica dell'idrosemia (applicazione al terreno di una miscela fluida composta di semi e sostanze che accelerano la germinazione e la radicazione, tramite una gittata a lunga distanza).

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
VIA 10	Relazione agronomica	Rev. 01	05.12.2022	Pagina 44 di 66

Successivamente alla semina, le attività agronomiche necessarie a garantire il corretto sviluppo e mantenimento del prato saranno programmate in funzione dello sviluppo e della vigoria del cotico erboso. Ogni 4 anni, qualora il prato tendesse a ridurre la capacità vegetativa, potrà essere effettuata una ripuntatura superficiale o il sovescio con successiva trasemina con un miscuglio delle specie erbacee che necessitano ripopolamento, con particolare attenzione alle erbacee nettarifere. Il pascolo così condotto rappresenta un sistema estensivo a elevata biodiversità e qualità: rispetto allo stato attuale.

La conduzione agronomica proposta apporterà diversi benefici in quanto consentirà di:

- prevenire le situazioni di degrado ed erosione, grazie all'infittimento del cotico con piante perenni e auto riseminanti (es. il trifoglio),
- incrementare la disponibilità di foraggio fresco,
- migliorare la qualità foraggera del pascolo, consentendo quindi una probabile riduzione della necessità di ricorrere all'uso di mangimi.

Il pascolamento dei capi, al contempo:

- favorirà l'incremento della produzione e l'emissione di nuovi steli (riducendo la taglia), contenendo di fatto i fenomeni di allettamento, senescenza e marcescenza del cotico erboso,
- contribuirà a sopperire alle esigenze nutritive del prato grazie alle deiezioni dei capi, che saranno periodicamente sparse (la presenza di deiezioni concentrate in certi punti del campo è un ostacolo ad un corretto ributto del cotico erboso).

L'installazione fotovoltaica si integrerà quindi in modo sinergico al contesto rurale in cui si inserisce. Sarà infatti possibile perpetuare l'utilizzo agricolo dell'intera area sottesa ai pannelli e garantendo al tempo stesso l'incremento della resa in foraggio. E' infatti comprovato (vedasi anche paragrafo 2.1) il beneficio dovuto all'effetto di schermo e protezione dei moduli fotovoltaici (che garantisce il parziale ombreggiamento nelle ore più assolate delle giornate estive ed assicura il mantenimento di condizioni ottimali di umidità del terreno per un tempo più prolungato. La progettazione tecnica prevista, come precedentemente accennato, unitamente alla possibilità di forzare l'inclinazione dei pannelli con appositi automatismi consentirà la lavorazione del terreno fino ai sostegni dei moduli e l'accesso a qualsiasi tipo di mezzo meccanico agricolo per le necessarie lavorazioni o interventi di manutenzione.

8.4 Attività apistica

L'apicoltura si configura come un'attività di salvaguardia degli insetti impollinatori e come fonte di reddito attraverso le sue produzioni, in primis quella del miele. In tempi recenti si è assistito ad una crescente minaccia verso la salute degli insetti impollinatori, a causa di avversità sia di natura biotica (parassiti, predatori, patogeni) sia di carattere antropico. La coabitazione di api e impianti fotovoltaici vanta già esempi di successo (vedasi paragrafo 2.2).

L'idea di sfruttare le superfici destinate all'installazione agrivoltaica, dove sarà nullo l'utilizzo di agrofarmaci, per l'installazione di apiari, porta con sé i benefici di utilizzare la flora nettarifera ivi presente, oltre a quella delle zone contermini, la flora nettarifera presente nell'area di pascolo, nelle fasce di mitigazione e nel suo congruo intorno consentiranno la produzione di miele millefiori.

Si prevede quindi di dedicare un'area posta a sud della superficie progettuale (**Figura 37**. Ubicazione attività apistica e dettaglio disposizione alveari), alla creazione di postazioni adatte all'installazione di un apiario che apporterà ricadute significative anche sul comparto ecologico-produttivo della macro-zona in ragione del ruolo strategico degli insetti impollinatori a livello ecosistemico (e.g. salvaguardia della biodiversità, conservazione e salute degli habitat locali, monitoraggio ambientale).

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
VIA 10	Relazione agronomica	Rev. 01	05.12.2022	Pagina 45 di 66

L'ubicazione dell'apiario (**Figura 37. Ubicazione attività apistica e dettaglio disposizione alveari**) è stata progettata nella zona indicata in quanto ottimale per gli insetti e di facile accesso all'apicoltore attraverso la viabilità interna. In considerazione dell'area individuata e della necessità di dover garantire l'esposizione sud del predellino di volo (unica apertura dell'arnia da cui le api escono/entrano dal/nell'alveare) si è giunti alla disposizione rappresentata in **Figura 37. Ubicazione attività apistica e dettaglio disposizione alveari**. Tra una fila e l'altra verrà mantenuta una distanza di 3,5 metri, utile a favorire sia l'attività delle api sia l'intervento dell'apicoltore e le arnie saranno disposte a 25 cm l'una dalla altre. Le basi saranno strutturate in modo da creare un'inclinazione verso l'uscita dell'alveare e per favorire la raccolta del prodotto. Risulta quindi possibile l'installazione di 50 arnie, disposte su più file di 10 alveari.

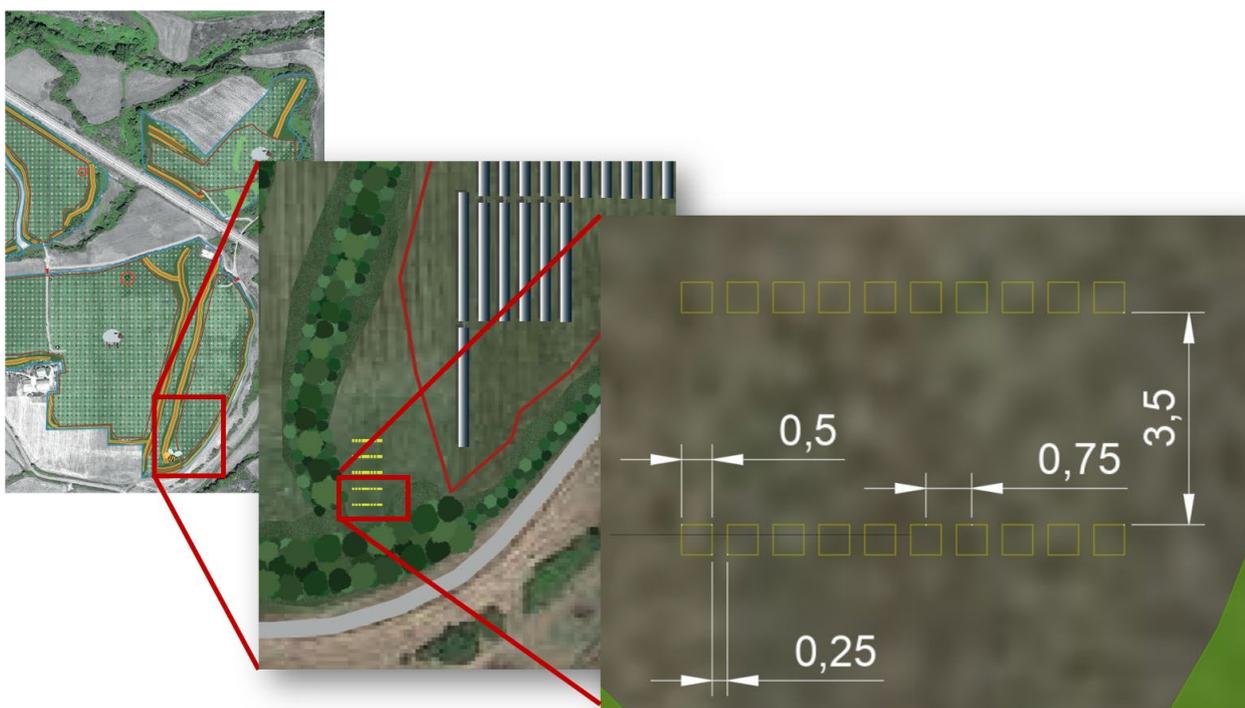


Figura 37. Ubicazione attività apistica e dettaglio disposizione alveari

Grazie alla presenza di specie mellifere, sia nelle aree di pascolo sia nelle fasce arboree/arbustive di prossimità, sommata alle fioriture localizzate entro un raggio di 2-3 km dalle arnie, si stima una produzione annua di miele per arnia pari a 15 kg.

I vantaggi derivanti dall'integrazione dell'attività nel parco fotovoltaico possono essere così riassumibili:

- salvaguardia e tutela dell'*Apis mellifera* e altri impollinatori selvatici;
- aumento della biodiversità in situ;
- azzeramento dei trattamenti con agrofarmaci e creazione di oasi ecologiche;
- creazione di impiego per la gestione dell'apiario e ottenimento di un prodotto esclusivo e brandizzabile.

9 Monitoraggio agronomico

In conformità alle "Linee Guida per l'Applicazione dell'Agro-fotovoltaico in Italia" (Unitus, 2021) si prevede l'installazione, già in fase Ante-Operam, di una stazione **agrometeorologica** e del relativo software di utilizzo. Per poter controllare lo stato quali-quantitativo della componente/fattore ambientale biota, nonché la sua evoluzione nello spazio e nel tempo, è infatti di fondamentale importanza la conoscenza dei parametri ambientali.

L'ubicazione e il tipo di stazione verranno eletti nel rispetto dei parametri (Figura 38) indicati dal WMO (WMO, 2018) che definisce i quattro criteri necessari per ottenere delle misurazioni di qualità:

- utilizzare stazioni meteorologiche automatiche;
- utilizzare sensori di qualità elevata;
- installare i sensori in siti idonei, con una corretta altezza dal suolo ed esposizione;
- garantire un elevato standard di supervisione (manutenzione, ispezione e calibrazione dei sensori).

Strumento	Altezza installazione	Localizzazione
Termo/igrometro	da 1.70 a 2.00 metri	Superficie erbosa obbligatoria, esposizione schermo solare a Sud, distanza da eventuali edifici, almeno 10 metri.
Pluviometro	Alla medesima altezza del sensore di temperatura/umidità.	In campo aperto, lontano almeno 10 metri da ostacoli verticali, quali edifici o alberi che ne impediscano l'accumulo della pioggia o neve soprattutto in caso di precipitazioni trasversali.
Radiazione Solare.	Oltre i 2.00 metri	Alla sommità del palo dove sarà installata la stazione meteorologica.
Anemometro	Da 2.50 a 10.00 metri di altezza.	Anch'esso in campo aperto, alla sommità del palo e comunque non oltre i 10 metri di altezza, lontano da ostacoli verticali per almeno 10 metri.
Schermatura consigliata	-	Schermo solare passivo(5 o 8 piatti Davis) o ventilato o capannina.

Figura 38. Caratteristiche dei sensori e dei siti (WMO, 2018).

La stazione verrà posizionata all'interno di uno dei lotti in conformità con quanto appena indicato.

La disponibilità di tali dati consentirà anche di monitorare l'andamento delle produzioni in termini di:

- benessere animale
- moria delle api

Per quanto concerne il **benessere degli ovini** e la conseguente qualità delle produzioni, si prevede di:

- utilizzare i dati meteo per il monitoraggio dell'**indice di disagio** (THI -Temperature Humidity Index), al fine di prevedere eventuali rischi di stress termico;
- effettuare rilievi vegetazionali per la stima del **valore pastorale (VP)** del pascolo, al fine di garantire la corretta alimentazione dei capi.

Il monitoraggio dell'**indice di disagio** si basa sul fatto che le temperature elevate possono compromettere il benessere animale. Ciò è dovuto agli effetti dello stress termico (Heat stress - HS), che si manifesta con alterazioni delle funzioni fisiologiche (riproduzione, accrescimento) con conseguente peggioramento della qualità e quantità delle produzioni (Peana *et al.*, 2006a; Cannas, 2015 Lowe *et al.*,2002; Di Giuseppe *et al.*, 2008).

Lo stress termico sta diventando un problema sempre più diffuso a livello mondiale, non solo per le zone caratterizzate da climi caldi, ma anche per le zone temperate a causa delle sempre più frequenti ondate di calore. Nel 2018 in Australia l'HS, dovuto al progressivo innalzamento della temperatura, ha causato la morte

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
VIA 10	Relazione agronomica	Rev. 01	05.12.2022	Pagina 47 di 66

di 2900 pecore³⁶, evento che ha portato la comunità scientifica a prestare sempre più attenzione a questo aspetto e allo sviluppo di strategie utili alla sua mitigazione.

La valutazione dello stress termico può essere analizzata attraverso quello che viene definito l'indice di disagio THI (Temperature Humidity Index), calcolato sui valori orari di temperatura e umidità relativa, secondo la formula di Kelly e Bond:

$$THI = (1.8 \cdot T + 32) - (0.55 - 0.55 \cdot (H)/100) \cdot ((1.8 \cdot T + 32) - 58)$$

Dove: T=temperatura [°C]; H=umidità dell'aria [%]

Valori crescenti dell'indice individuano livelli di stress crescente e una maggiore condizione di disagio e rischio per gli animali. Per gli ovini, sono stati considerati i seguenti valori: THI<68 termoneutralità; 68≤THI<72 lieve disagio; 72≤THI<75 disagio; 75≤THI<79 allerta; 79≤THI<84 pericolo e THI≥84 emergenza (Di Giuseppe *et al.*, 2008; Peana *et al.*, 2006b). Lo studio di Lowe *et al.* (2002), mostra che negli ovini uno stress termico di breve durata non compromette la qualità della carne, ma conferma che un eccessivo calore prolungato può avere effetti negativi anche su questa componente. Ne consegue che il monitoraggio in continuo delle condizioni meteo e dell'indice THI risulterà un supporto utile per valutare il rischio dell'incorrere di situazioni rischiose per gli animali. Zhang *et al.*, 2020 riportano tra le misure utili a prevenire l'HS la creazione di zone ombreggiate e protette e strategie nutrizionali.

Nell'ottica di **monitorare e migliorare le proprietà del prato-pascolo polifita** non solo in termini di proprietà foraggiere, ma anche di conservazione del cotico e di potenziamento della biodiversità, verrà periodicamente effettuato uno studio della vegetazione finalizzato a descrivere la stessa dal punto di vista floristico e bio-ecologico e a evidenziarne i dinamismi e le relazioni con l'attività pastorale (Gusmeroli e Pozzoli, 2003). I risultati dei rilievi consentiranno di mettere in atto le operazioni necessarie al miglioramento della composizione specifica.

Il campionamento del manto erboso verrà effettuato una prima volta in fase ante-operam solo sulle aree attualmente a pascolo, al fine di valutare esattamente le specie da impiegare per la prima trasemina, e poi una volta ogni 2-3 anni sull'intera superficie. Il rilievo verrà condotto con il metodo indicato da Bolzan (2009), che prevede di effettuare un rilievo in primavera (maggio) e uno in autunno (ottobre) di ciascun anno di campionamento, in modo da consentire una valutazione più approfondita di eventuali variazioni stagionali nella composizione floristica. La metodologia fitopastorale impiegata è quella dell' **analisi lineare**³⁷, proposta da Daget & Poissonet (1969), che prevede il rilevamento della composizione vegetazionale delle risorse pascolive su 2 transetti di 25 m. Dalla composizione vegetazionale, con opportuni coefficienti, si otterrà il **Valore Pastorale (VP)**³⁸, che si è rilevato essere un buon indice della qualità complessiva della prateria, sia dal punto di vista produttivo che della composizione floristica (Daget & Poissonet, 1969; Baldoni e Giardini, 2002). Rispetto ad altri metodi, quali la valutazione foraggiere o la capacità di carico, presenta infatti migliore rappresentatività e minore onerosità operativa (Baldoni e Giardini, 2002). Tale indice fornirà indicazioni

³⁶<https://www.theguardian.com/world/2018/apr/05/disgusting-death-of-2900-australian-sheep-on-ship-to-middle-east-sparks-investigation#:~:text=About%20%2C400%20sheep%20died%20on,showed%20dead%20and%20decaying%20sheep.>

³⁷ Il metodo dell'analisi lineare prevede il censimento delle specie presenti all'interno di un'area definita come una porzione di terreno di estensione contenuta in cui le condizioni ecologiche sono omogenee e caratterizzate da una vegetazione uniforme.

³⁸ Per il calcolo di VP viene utilizzato l'indice specie specifico ISI che varia da 0 (specie di nessun interesse foraggiere) a 5 (specie ottima per qualità, appetibilità e produttività) (Roggero *et al.*, 2002). Il VP può variare da 0 a 100 e sulla base di tale valore le aree prative possono essere classificate in tre categorie: pascoli di scarsa qualità (PV ≤ 5), media qualità (15 < PV < 25), buona qualità (PV > 25) (Bolzan, 2009).

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
VIA 10	Relazione agronomica	Rev. 01	05.12.2022	Pagina 48 di 66

sull'adeguatezza foraggera del prato e consente di valutare la necessità di riequilibrare la presenza delle specie attraverso operazioni di trasemina.

I risultati di questi rilievi saranno fondamentali anche per valutare la presenza di specie con proprietà mellifere a supporto dell'attività dei bottinatori e saranno utili per il completamento del monitoraggio ambientale.

Il monitoraggio agropastorale prevede, quindi, il coinvolgimento di una figura professionale incaricata di:

1. valutare la possibilità di rischi termici per i capi utilizzando i dati meteo;
2. valutare la composizione del manto erboso sia per il suo utilizzo come foraggio sia in termini di biodiversità;
3. formulare eventuali indicazioni operative mirate al miglioramento della gestione del manto erboso (trasemina e relativa composizione specifica).

Infine, i dati meteo raccolti potranno essere utili anche per valutare eventuali casi di **morìa delle api**, che dovessero evidenziarsi nel corso degli anni. Non esiste infatti un'unica causa alla base di tale fenomeno e tra i fattori di rischio più probabili, oltre ai trattamenti fitosanitari, le malattie delle api e le pratiche apistiche, risulta anche l'andamento climatico. È stato infatti osservato, che le condizioni meteorologiche influenzano le entità di infestazione degli insetti come l'acaro *Varroa destructor* (Bortolotti *et al.*, 2009), che esercita sulle api un'azione immunosoppressiva e può aggravare l'effetto di agenti patogeni, come il virus delle ali deformi (Yang e Cox-Foster, 2005).

10 Indicazioni economiche

10.1 Prato polifita

La superficie seminata a prato polifita è stata calcolata sottraendo dall'area recintata la superficie occupata dai locali tecnici, dagli stradelli e dai pali che sorreggono i pannelli, per un totale di **22,19 ha**.

Si riporta in Tabella 2 l'analisi dei costi relativa al progetto previsto. La stima è stata effettuata considerando di dover seminare l'intera superficie.

Tabella 2. Analisi economica estimativa per la semina del prato polifita.

Operazione	UM	Costo unitario (€)	Quantità	Totale (€)
Concimazione di fondo (60 t/ha * 22,19 ha)	t	10	1331,4	13314,00
Ripuntatura	ha	200	22,19	4438,00
Erpicatura	ha	90	22,19	1997,10
Semina	ha	65	22,19	1442,35
Sementi (25 kg/ha * 22,19 ha)	kg	4	554,75	2219,00
Trasemina	ha	65	22,19	1442,35
Totale				24852,80

Come indicato nel capitolo precedente, la finalità del prato polifita sarà la produzione di foraggio verde di qualità che verrà direttamente pascolato dal gregge di pecore, la cui produzione di latte verrà conferita presso due caseifici laziali per la produzione di Pecorino Romano.

Il foraggio verde costituisce un alimento dal buon apporto nutritivo che può portare, senza aggiunta di concentrati alla dieta, ad un incremento nella qualità nutrizionale del latte. Come precedentemente descritto, il pascolo naturale attualmente presente nell'area presenta un forte stato di degrado e l'intervento in progetto potrà apportare un incremento significativo in termini di produttività. Inoltre, è importante sottolineare come le caratteristiche del foraggio che variano in funzione delle specie botaniche presenti, si ripercuotano su quelle chimiche e nutraceutiche del latte, così come sulla resa casearia.

È quindi possibile riscontrare un generale impatto positivo sull'attività pastorale e sulla rendita ottenibile dalla vendita dei prodotti zootecnici, con un probabile beneficio in termini socioeconomici.

10.2 Attività apistica

L'attività agricola apistica proposta è organizzata in modo tale da permettere l'installazione di **50 arnie** circondate da un prato polifita composto da specie nettariifere erbacee, arbustive e arboree specificamente dedicato, con la possibilità di inserire l'attività in un contesto ambientale valutato di elevato interesse per la produzione di diverse tipologie di miele. La vicinanza nel raggio di pochi chilometri di colline con vegetazione varia, di corsi d'acqua con relative fasce alberate spondali, di pascoli e di colture agrarie confermano questo orientamento.

L'apicoltore potrà operare collocando le proprie arnie nelle postazioni e svolgere l'attività senza essere gravato da costi di investimento (realizzazione delle postazioni). Per motivi legati alla normativa veterinaria e amministrativa, l'apicoltore dovrà portare con sé unicamente le arnie e le attrezzature normalmente necessarie per la conduzione degli apiari. L'analisi economica preliminare che seguirà terrà conto del fatto che non saranno a carico del produttore costi di investimento iniziale, così come i costi d'uso/affitto delle postazioni. Inoltre, si è preferito riportare solo le risultanze in termini di redditività annuale ante imposta,

ipotizzando che i costi dell'investimento iniziale non graveranno sul gestore delle postazioni e che l'apicoltore sarà dotato nella propria sede aziendale dei locali e delle attrezzature per l'estrazione e confezionamento del miele già ammortizzati.

Per quanto riguarda le spese sono stati stimati gli ammortamenti delle nuove arnie e delle attrezzature usate normalmente per gestire le stesse su 10 anni (Tabella 3) e le spese vive da sostenere per il funzionamento degli apiari (Tabella 4).

Tabella 3. Analisi dei costi iniziali da sostenere per la predisposizione dell'attività apistica (parte di questi verranno sostenuti direttamente dal proponente).

Costo	UM	Costo unitario (€)	Quantità	Totale	Ammortamento
Arnie	n	150	50	7500,00	750,00
Famiglie	n	65	50	3250,00	-
Supporti arnie	m	11	50	550,00	55,00
Lavorazioni per preparazione postazioni (10 ore manodopera)	h	11	10	110,00	-
Totale				11410,00	805,00

Tabella 4. Analisi dei costi annuali da sostenere per l'attività di apicoltura.

Costo	UM	Costo unitario (€)	Quantità	Totale
Cambio regine	arnie	15	25	375,00
Trattamento varroa	arnie	10	50	500,00
Nutrizione	arnie	10	50	500,00
Spese invasettamento				500,00
Trasporto commercializzazione	h	30	10	300,00
Totale				2175,00

Per la determinazione della redditività si è considerato il reddito potenziale proveniente dai 50 alveari e per la produzione di mille millefiori, considerando la sola vendita di miele ed escludendo tutti gli altri prodotti dell'alveare quali polline, propoli e vendita di famiglie.

Si è assunta una produzione media annuale prudenziale di miele pari a 15 kg/arnia e un prezzo medio di vendita di 7 €/kg, valore indicativo e prudenziale che non tiene conto della quantità ceduta tramite vendita diretta e della rarità del prodotto locale viste le difficoltà degli ultimi anni. Pertanto, valutando l'installazione di 50 arnie all'inizio dell'attività, in piena produzione si potrà ipotizzare una produzione vendibile di 750 kg/anno.

Tabella 5. Analisi costi/ricavi legati all'attività apistica

Anno	Arnie	Produzione e per arnia	Produzione totale	Prezzo	Ricavi	Ammorta menti	Spese correnti	Reddito (ante imposte)
		kg	kg	€/kg	€	€	€	€
1	50	15	750	7	5250,00	-750,00	-2175,00	2325,00
2	50	15	750	7	5250,00	-750,00	-2175,00	2325,00
3	50	15	750	7	5250,00	-750,00	-2175,00	2325,00
4	50	15	750	7	5250,00	-750,00	-2175,00	2325,00
5	50	15	750	7	5250,00	-750,00	-2175,00	2325,00
6	50	15	750	7	5250,00	-750,00	-2175,00	2325,00
7	50	15	750	7	5250,00	-750,00	-2175,00	2325,00
8	50	15	750	7	5250,00	-750,00	-2175,00	2325,00
9	50	15	750	7	5250,00	-750,00	-2175,00	2325,00
10	50	15	750	7	5250,00	-750,00	-2175,00	2325,00
11	50	15	750	7	5250,00		-2175,00	3075,00
12	50	15	750	7	5250,00		-2175,00	3075,00
13	50	15	750	7	5250,00		-2175,00	3075,00
14	50	15	750	7	5250,00		-2175,00	3075,00
15	50	15	750	7	5250,00		-2175,00	3075,00
16	50	15	750	7	5250,00		-2175,00	3075,00
17	50	15	750	7	5250,00		-2175,00	3075,00
18	50	15	750	7	5250,00		-2175,00	3075,00
19	50	15	750	7	5250,00		-2175,00	3075,00
20	50	15	750	7	5250,00		-2175,00	3075,00
21	50	15	750	7	5250,00		-2175,00	3075,00
22	50	15	750	7	5250,00		-2175,00	3075,00
23	50	15	750	7	5250,00		-2175,00	3075,00
24	50	15	750	7	5250,00		-2175,00	3075,00
25	50	15	750	7	5250,00		-2175,00	3075,00
26	50	15	750	7	5250,00		-2175,00	3075,00
27	50	15	750	7	5250,00		-2175,00	3075,00
28	50	15	750	7	5250,00		-2175,00	3075,00
29	50	15	750	7	5250,00		-2175,00	3075,00
30	50	15	750	7	5250,00		-2175,00	3075,00

Quanto riportato in Tabella 5 ha valore indicativo e prudentiale; considerando una produzione potenziale di 20 kg/arnia (media potenzialmente raggiungibile) e come prezzo medio di vendita 8,00 €/kg, il risultato ante imposte potrà essere superiore ai 5.000,00 €/anno.

Anche questa attività sarà in grado di apportare benefici apporti sia dal punto di vista socio-occupazionale, come implementazione alla redditività agricola, sia dal punto di vista ambientale sia agro-ecosistemico.

10.3 fertilità produttiva delle superfici

Come ampiamente evidenziato, il progetto proposto ha come obiettivo il mantenimento dell'indirizzo produttivo attuale, ovvero colture dedicate al **foraggiamento zootecnico**, proponendo una soluzione estensiva che prevede la messa a dimora di un prato polifita autoriseminante ad alto valore foraggero, da gestire con opportune trasemine, senza ricorso a lavorazioni annuali, se non in casi di specifica necessità né a prodotti di sintesi (agrofarmaci, fertilizzanti).

I calcoli della produttività foraggera sono stati effettuati considerando un'area destinata all'attività agro-zootecnica di 22,19 ha ottenuta sottraendo alle aree recintate le aree non agricole (locali tecnici, superfici relative all'ingombro delle file di pali di sostegno delle strutture fotovoltaiche e superfici occupate dagli stradelli di viabilità interna rif. Tabella 11. Calcoli per la verifica di conformità al Requisito A delle Linee Guida del MiTE).

L'area di intervento è stata dedicata finora alla coltivazione di specie foraggere quali frumento tenero, avena e leguminose pratensi in rotazione. La produzione media calcolata per questo tipo di gestione in UF (Unità Foraggera)³⁹ è stata calcolata utilizzando i dati forniti dal RICA⁴⁰ (**Tabella 6**).

Tabella 6. Unità foraggere risultanti dalle superfici ante-intervento, calcolate sulla base delle produzioni unitarie medie e corrispondenti unità foraggere per quintale.

PRODUZIONI UNITARIE MEDIE E CORRISPONDENTI UNITA' FORAGGERE PER QUINTALE DELLE PRINCIPALI COLTURE FORAGGERE									
FORAGGI VERDI	q/ha		UF/q	UFL/q	UFC/q	Superficie ha	UF Aziendali	UFL Aziendali	UFC Aziendali
	MIN	MAX							
prato di trifoglio	200	260	14	14	13	22,19	71.451	71.451	66.348
GRANELLE	q/ha		UF/q	UFL/q	UFC/q	Superficie ha	UF Aziendali	UFL Aziendali	UFC Aziendali
	MIN	MAX							
avena vestita	30	40	86	91	88	22,19	66.791	70.675	68.345
frumento tenero	40	60	102	103	102	22,19	113.169	114.278	113.169

Considerando un avvicendamento delle tre colture, le **Unità Foraggere Latte annue** ottenibili con la conduzione attuale sono mediamente quantificabili in **85.000** (media aritmetica dei valori delle singole colture).

In riferimento alla proposta progettuale, la produzione media calcolata in **UF** (Unità Foraggere) ottenibile dalle medesime superfici è stata calcolata come di seguito (**Tabella 7**), utilizzando la medesima metodologia.

³⁹ In zootecnica, l'UF (Unità Foraggera) è un'unità di misura convenzionale basata sull'equivalenza del valore nutritivo dei foraggi rispetto a 1kg di amido, orzo o avena. Può essere catalogata anche in UF (tradizionale), UFL (Latte - esprime il valore nutritivo degli alimenti per i capi destinati alla produzione di latte) e UFC (Carne - esprime il valore nutritivo degli alimenti per i soggetti in accrescimento rapido all'ingrasso).

⁴⁰https://applicazioni.regione.umbria.it/bandi1;jsessionid=8155CFE77A72E83822F731985BFE891E?p_p_id=bandi_WAR_bandiportlet&p_p_lifecycle=2&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&p_p_cacheability=cacheLevelPage&_bandi_WAR_bandiportlet_documentID=1059784&_bandi_WA

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
VIA 10	Relazione agronomica	Rev. 01	05.12.2022	Pagina 53 di 66

Tabella 7. Unità foraggiere risultanti dal sistema proposto, calcolate sulla base delle produzioni unitarie medie e corrispondenti unità foraggiere per quintale.

PRODUZIONI UNITARIE MEDIE E CORRISPONDENTI UNITA' FORAGGERE PER QUINTALE DELLE PRINCIPALI COLTURE FORAGGERE									
FORAGGI VERDI	g/ha		UF/g	UFL/g	UFC/g	Superficie di progetto ha	UF	UFL	UFC
	MIN	MAX							
prato polifita non irriguo	180	240	13	16	15	22,19	60.579	74.558	69.899

Il potenziale produttivo dell'area recintata (ha 22,99, di cui **ha 22,19 destinati all'attività agro-zootecnica**) è quantificabile in circa **75.500 Unità Foraggiere Latte annue**.

Tale resa in UF consente di soddisfare il fabbisogno alimentare annuo di circa **130 capi di pecore da latte**, come calcolato di seguito utilizzando i dati forniti dal RICA in **Tabella 8**.

Tabella 8. Calcolo della consistenza zootecnica espressa in numero di capi ovini da latte sostenibile dalle superfici agricole del sistema agrivoltaico.

FABBISOGNO DELLE SPECIE ANIMALI DI INTERESSE ZOOTECNICO ESPRESSO IN UF-UFL-UFC PER CAPO/ANNO								
OVICAPRINI	UF		UFL		UFC		Consistenza zootecnica foraggiabile	Fabbisogno UFL
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX		
pecore da latte			508	609			130	72.605

La proposta progettuale, seppur con una diminuzione delle Unità Foraggiere producibili sulla medesima superficie (**circa -11%**) risulta quindi pienamente idonea a soddisfare il fabbisogno alimentare della consistenza ovina del proprietario dei fondi, che risulta essere di **90 capi**, allevati per la produzione di latte.

Si sottolinea che, come già esposto, la restante consistenza zootecnica (caprini e bovini) verrà foraggiata diversamente, anche mediante pascolamento diretto delle superfici non recintate e non interessate dalle strutture fotovoltaiche.

10.4 Costi monitoraggio agrometeo

Come indicato nel **Capitolo 9**, si prevede l'installazione di una stazione agrometeorologica in campo per la quale si stimano i costi indicati in **Tabella 9**, ottenuti ipotizzando una vita dell'impianto di 25 anni e la licenza al Sistema di Supporto Decisionale.

Tabella 9. Analisi economica estimativa per una stazione agrometeorologica.

STRUMENTAZIONE MONITORAGGIO	COSTO (€)
Stazione agrometeorologica dotata di: · Temperatura/umidità · Pluviometro · Anemometro (velocità/direzione vento) · Radiazione solare globale/evapotraspirazione · Bagnatura fogliare	3.500,00 €
Manutenzione stazione (costo annuo 250 €x 25 anni)	6.250,00 €
TOTALE	9.750,00 €

Nelle diverse fasi di monitoraggio si prevede la figura di un Agronomo che monitori i dati rilevati in campo (stato fitosanitario, fenologia, rilievi vegetazionali) e registrati dalla stazione agrometeo. Lo stesso agronomo

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
VIA 10	Relazione agronomica	Rev. 01	05.12.2022	Pagina 54 di 66

dovrà monitorare l'andamento dell'indice di rischio per garantire il benessere animale e i risultati dai rilievi vegetazionali. Tali elaborazioni serviranno per l'elaborazione di indicazioni tecniche di conduzione e trasmesse attraverso report specifici, per un impegno totale di circa 2 giorni l'anno (**Tabella 10**).

Tabella 10. Analisi economica estimativa per il monitoraggio agrometeo delle coltivazioni.

Fase progettuale*		Monitoraggio meteorologico		Raccolta/ gestione/ analisi dati meteo	Monitoraggio qualità del pascolo		Importo (€)
				Agronomo	Rilievi (operaio)	Consulenza agronomica	
Ante Operam		Installazione stazione meteo	3.500,00				3.500,00
Corso d'Opera							
Post Operam	Fase di esercizio**	Manutenzione e licenza SW	6.250,00	8750,00	2400,00	8750,00	26.150,00
	Fase di dismissione						
TOT. Monitoraggio agro-pastorale							29.650,00

*è stato considerato un agronomo Senior per un costo giornaliero di 350€/giorno

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
VIA 10	Relazione agronomica	Rev. 01	05.12.2022	Pagina 55 di 66

11 Conformità alle Linee Guida del MiTE

In questo capitolo si analizza la conformità del progetto rispetto alle Linee Guida del MiTE (Mite,2022). Si specifica che il progetto presentato intende rispettare la conformità ai requisiti minimi definiti dal MiTE nelle Linee Guida per poter definire un impianto "Agrivoltaico". Il progetto proposto non intende accedere ad alcun tipo di contributo statale.

Al fine di agevolare la comprensione si riporta di seguito la modalità di calcolo dei parametri utilizzati per la valutazione per il progetto proposto:

- **Superficie totale di ingombro dell'impianto agrivoltaico (S_{pv}):** è stata considerata l'area riferibile alla somma di tutte le superfici delle strutture fotovoltaiche proiettate ortogonalmente al terreno. Il numero delle stringhe (3 diverse tipologie, rappresentate in **Figura 39**) impiegate per le tessere "A, B, C, D, E" è stato moltiplicato per l'area proiettata della singola stringa, ottenuta graficamente ed includendo la proiezione dei moduli, delle cornici, delle staffe di sostegno e dei motori dei tracker.

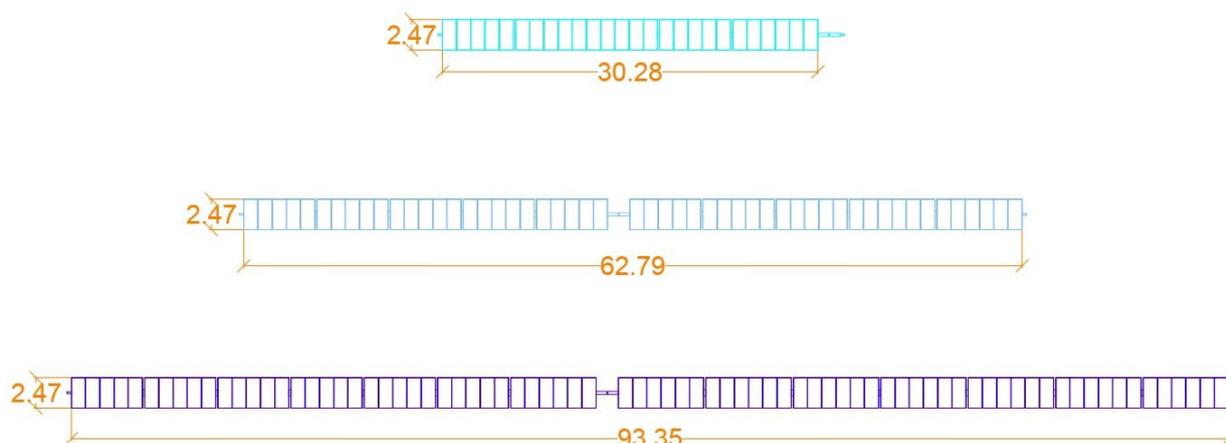


Figura 39. Rappresentazione delle strutture fotovoltaiche utilizzate.

- **Superficie di un sistema agrivoltaico (S_{tot}):** per ottenere tale parametro si è fatto riferimento alla superficie delle singole "tessere" che compongono la totalità del Sistema Agrivoltaico proposto: in virtù del fatto che il progetto prevede l'utilizzo delle intere aree recintate per il pascolamento degli ovini, l'area recintata è stata assunta come "superficie della tessera".
- **Superficie agricola:** per ciascuna tessera, l'area effettivamente utilizzata per l'attività agricola è stata calcolata sottraendo alla S_{tot} la "superficie non agricola": la superficie non agricola delle singole tessere è stata calcolata sommando l'area occupata dai locali tecnici, dagli stradelli e delle fasce occupate dai pali di sostegno delle strutture fotovoltaiche (calcolate moltiplicando il lato del singolo palo di sostegno per la somma delle lunghezze delle singole stringhe).
- L'impianto agrivoltaico proposto risulta composto da 5 tessere, rappresentata in **Figura 40**, a seguire si riportano le valutazioni effettuate per ciascuna tessera.

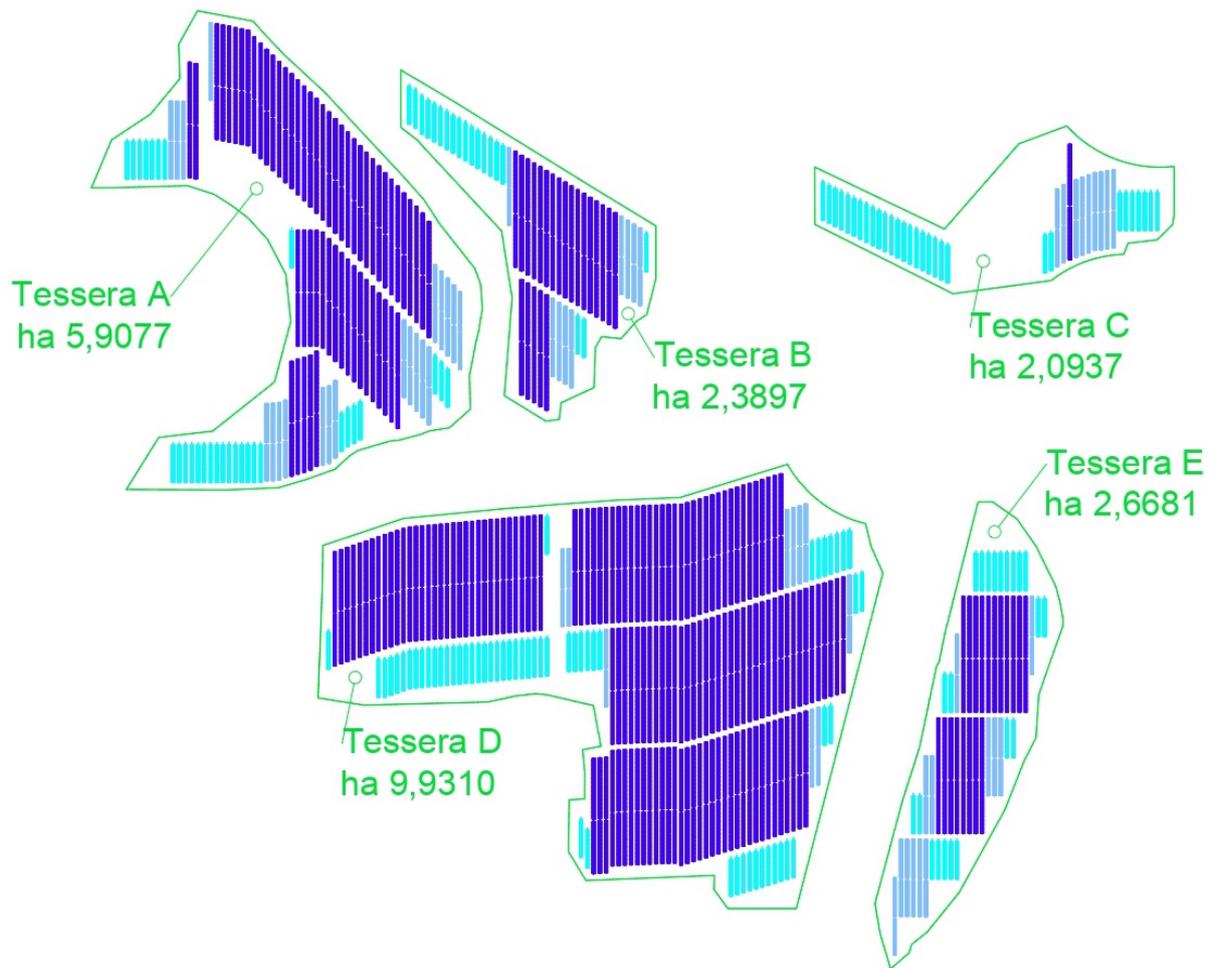


Figura 40. Distribuzione spaziale delle tessere della proposta agrivoltaica

- **Requisito A - L'impianto rientra nella definizione di "agrivoltaico"**

L'impianto è stato progettato in modo tale da non compromettere la continuità dell'attività primaria, garantendo al contempo una sinergia della stessa con l'attività di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile e la tessera rientra nei valori indicati nelle linee guida. In **Tabella 11** si riportano le specifiche delle tessere.

Tabella 11. Calcoli per la verifica di conformità al Requisito A delle Linee Guida del MiTE

	Tessera A	Tessera B	Tessera C	Tessera D	Tessera E
Superficie Tessera (Stot) (ha)	5,9077	2,3897	2,0937	9,9310	2,6681
n° Stringhe "Singole"	30	19	30	60	22
n° Stringhe "Doppie"	21	9	9	10	13
n° Stringhe "Triple"	59	22	1	141	19
Lunghezza Stringa S (m)	30,28	30,28	30,28	30,28	30,28
Lunghezza Stringa D (m)	62,79	62,79	62,79	62,79	62,79
Lunghezza Stringa T (m)	93,35	93,35	93,35	93,35	93,35
Larghezza strutture di supporto (m ²)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Locali tecnici	40,97	47,73	14,76	73,94	59,18
Stradelli	656,34	0	0	550,29	214,5
Superficie Non Agricola Tessera (m ²)	2244,24	686,56	328,13	3745,64	924,90
Superficie Agricola Tessera S_{agr} (m²)	56832,76	23210,44	20608,87	95564,36	25756,10
A.1 Rapporto S_{agr}/Stot %	96,2	97,1	98,4	96,2	96,5
Superficie proiettata Stringa S (m ²)	74,79	74,79	74,79	74,79	74,79
Superficie proiettata Stringa D (m ²)	155,09	155,09	155,09	155,09	155,09
Superficie proiettata Stringa T (m ²)	230,57	230,57	230,57	230,57	230,57
Sup. TOT proiettata Stringhe S (m ²)	2243,75	1421,04	2243,75	4487,50	1645,42
Sup. TOT proiettata Stringhe D (m ²)	3256,92	1395,82	1395,82	1550,91	2016,19
Sup. TOT proiettata Stringhe T (m ²)	13603,90	5072,64	230,57	32511,00	4380,92
Sup. TOT proiettata Stringhe (S_{pv}) (m²)	19104,56	7889,50	3870,14	38549,41	8042,52
A.2 LAOR % (S_{pv}/Stot)	32,3	33,0	18,6	38,8	30,1

- **A.1 Superficie minima coltivata** ($S_{agricola} \geq 0,7 \times S_{tot}$):

Il prosieguo dell'attività agricola sarà garantito su una superficie di:

- Tessera A: $S_{agricola}$ ha 5,68 pari al **96,2%** della S_{tot} (ha 5,91)
- Tessera B: $S_{agricola}$ ha 2,32 pari al **97,1%** della S_{tot} (ha 2,39)
- Tessera C: $S_{agricola}$ ha 20,61 pari al **98,4%** della S_{tot} (ha 2,10)
- Tessera D: $S_{agricola}$ ha 95,56 pari al **96,2%** della S_{tot} (ha 9,93)
- Tessera E: $S_{agricola}$ ha 25,76 pari al **96,5%** della S_{tot} (ha 2,67)

Si specifica tuttavia che l'attività agro-pastorale proseguirà anche al di fuori delle superfici recintate.

- **A.2 Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli** (LAOR - Land Area Occupation Ratio $\leq 40\%$):

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
VIA 10	Relazione agronomica	Rev. 01	05.12.2022	Pagina 58 di 66

Il progetto Agrivoltaico proposto è caratterizzato da una configurazione (distanza tra i moduli, tipologia dei moduli, tipologia delle strutture di sostegno di tipo "tracker", ecc.) tale da garantire la continuità dell'attività agro-pastorale. Le scelte progettuali e la componente fotovoltaica impiegata, le cui caratteristiche tecniche sono riassunte nel **paragrafo 8.1** e più ampiamente indicate negli elaborati tecnici, garantirà il soddisfacimento di tale requisito.

Nello specifico:

- S_{pv} Tessera A ha 1,91 pari al **32,3%** della S_{tot} Tessera A (ha 5,91)
- S_{pv} Tessera B ha 0,79 pari al **33,0%** della S_{tot} Tessera B (ha 2,39)
- S_{pv} Tessera C ha 0,39 pari al **18,6%** della S_{tot} Tessera C (ha 2,09)
- S_{pv} Tessera D ha 3,85 pari al **38,8%** della S_{tot} Tessera D (ha 9,93)
- S_{pv} Tessera E ha 0,80 pari al **30,1%** della S_{tot} Tessera E (ha 2,67)

Il valore di **LAOR medio (Land Area Occupation Ratio Medio)** per l'impianto proposto, trattandosi di un impianto costituito da cinque tessere risulta pari a **33,7%**.

- **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**

Come più volte descritto, l'impianto agrivoltaico è stato progettato per perseguire l'obiettivo di realizzare una condizione di integrazione tra il sistema agro-pastorale ed il sistema di produzione di energia elettrica, massimizzando il potenziale produttivo dei due sottosistemi.

Nello specifico:

- **B.1.a Esistenza e resa della coltivazione:** come analizzato e calcolato nel **Capitolo 10**, la proposta progettuale garantirà il mantenimento della sostenibilità produttiva delle superfici considerate. Le Unità Foraggiere annue ottenibili dalla Superficie Agricola (**UFL 75.500**) post-intervento soddisferanno pienamente il fabbisogno zootecnico dei capi ovini da latte che pascoleranno l'area recintata. Si avrà effettivamente una diminuzione, pari all'11%, rispetto allo stato di fatto (**UFL annue 85.000**), ma è importante considerare che il mantenimento di un pascolo comporta costi di gestione nettamente inferiori rispetto a una superficie dedicata alla coltivazione di foraggiere in rotazione. Per il monitoraggio relativo a esistenza e resa della coltivazione saranno di supporto i documenti di contabilità dell'azienda conduttrice che dimostrino la presenza della coltivazione a pascolo, nonché la registrazione dei fascicoli aziendali e delle relazioni agronomiche previste (vedasi capitolo 9) riferite esclusivamente alle particelle all'interno dell'area recintata.
- **B.1.b Mantenimento dell'indirizzo produttivo o passaggio ad un nuovo indirizzo produttivo di valore economico più elevato:** il presente progetto garantirà il mantenimento dell'indirizzo produttivo attualmente dedicato a coltivazioni per il foraggiamento zootecnico;

B.2 Producibilità elettrica minima: considerando che la produzione elettrica specifica dell'impianto agrivoltaico risulta pari a 29,298 GWh/anno (vedasi EL 10- Stima di producibilità dell'impianto), corrispondente a **1,274 GWh/ha/anno** (considerando l'area recintata pari a **ha 22,99**) e che un impianto ottimizzato per la produzione di energia elettrica che utilizzi la stessa tecnologia (vedasi Allegato 1 alla presente) può garantire una produttività di 35,168 GWh/anno (pari a **1,529**

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
VIA 10	Relazione agronomica	Rev. 01	05.12.2022	Pagina 59 di 66

GWh/ha/anno sulla stessa superficie), il sistema proposto risulta in grado di garantire l'**83,3%** della producibilità di un impianto fotovoltaico classico idealmente realizzabile sulla stessa area.

- **Requisiti D ed E - i sistemi di monitoraggio**

L'attività di monitoraggio è necessaria a garantire la continuità dell'attività agricola proposta, nello specifico:

- **D.2 Monitoraggio della continuità dell'attività agricola:** l'andamento produttivo ed il mantenimento dell'attività agro-zootecnica proposta verrà monitorata annualmente attraverso la redazione di relazioni tecniche asseverate da parte di un professionista abilitato che riporterà i risultati dei monitoraggi previsti.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
VIA 10	Relazione agronomica	Rev. 01	05.12.2022	Pagina 60 di 66

12 Conclusioni

Considerata la necessità urgente di produzione da fonti rinnovabili, il progetto agrivoltaico qui proposto si pone l'obiettivo di integrare il nuovo impianto fotovoltaico alla conduzione agro-zootecnica in atto, perseguendo la massimizzazione dei benefici derivanti dalla sinergia delle due attività.

In termini **agro-zootecnici** si è proceduto alla strutturazione di un piano finalizzato a:

- assicurare continuità all'indirizzo produttivo in atto sull'appezzamento in oggetto (**foraggiamento della consistenza zootecnica attraverso pascolamento diretto**), adattandolo al contesto progettuale dell'impianto agrivoltaico, attraverso una gestione orientata e maggiormente efficace del ciclo "agro-energetico";
- migliorare l'attuale attività agricola, proponendo la semina di un prato polifita, garantendo ai capi foraggio fresco migliore dal punto di vista quali-quantitativo ed al contempo un **miglior utilizzo del suolo e delle risorse**.
- sfruttare positivamente le conoscenze esistenti che testimoniano come la presenza della componente energetica di progetto comporti spesso miglioramenti per le colture sottostanti in termini di **riduzione della radiazione incidente**, con **conseguente riduzione dell'evapotraspirazione** e quindi condizioni più favorevoli per lo sviluppo della coltura, nonché **benefici diretti per gli animali che pascoleranno l'area**;
- concretizzare il mutuo beneficio tra la componente agrivoltaica e l'ecosistema, in quanto le scelte delle specie del mix designato per la creazione del prato-pascolo (costituito da essenze mellifere quali trifogli e ginestrino per il 60% del totale) e l'inserimento delle misure di mitigazione paesaggistico-ambientali favoriranno il **mantenimento dell'equilibrio in termini di presenza dell'entomofauna** e fornirà **habitat naturali e riparo per altre specie animali** quali uccelli, roditori, rettili, ecc. (specie arboree ed arbustive delle fasce di mitigazione, nonché i pannelli stessi);
- mantenere la possibilità di percepire il sostegno della PAC, vista la prosecuzione della pratica agropastorale attualmente in atto, come auspicato dal CREA nelle "Considerazioni connesse allo sviluppo del sistema agrivoltaico" per l'esame del D.L. 17/2022 prima della conversione in legge (vedere **Capitolo 2**). Grazie alle soluzioni adottate infatti l'impianto agrivoltaico proposto:
 - non interferisce con l'attività agricola
 - non utilizza strutture che impediscono l'ordinario ciclo colturale
 - consente il mantenimento di buone condizioni agronomiche e ambientali
- l'avvio di una nuova attività di stampo tipicamente agricolo come l'apicoltura, con conseguenti vantaggi dal punto di vista ambientale, ecologico e socioeconomico.

Come ampiamente argomentato nel **Capitolo 11**, il progetto proposto soddisfa pienamente i requisiti minimi definiti dal MiTE nelle Linee Guida per poter definire un impianto "Agrivoltaico".

Si specifica inoltre che quanto proposto adempie ulteriori parametri degni di menzione, quali:

- l'utilizzo di moduli fotovoltaici ad alta efficienza;
- la configurazione spaziale studiata *ad hoc* per le specifiche esigenze agro-zootecniche;
- l'impiego di sistemi ed approcci volti al miglioramento della biodiversità del sito oggetto di intervento, quali l'utilizzo di specie mellifere e l'esclusione del ricorso a prodotti chimici di sintesi per la conduzione dei fondi agricoli;

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
VIA 10	Relazione agronomica	Rev. 01	05.12.2022	Pagina 61 di 66

- l'impiego di sistemi ed approcci volti al miglioramento della qualità dei suoli, come il mantenimento della copertura vegetale del suolo durante il corso dell'anno;
- l'attenzione all'integrazione paesaggistica dell'impianto agrivoltaico, perseguito con le misure di mitigazione messe in atto meglio largamente argomentate nel SIA.

In fase di progettazione si è quindi lavorato sul **binomio agricoltura-energia**, al fine di applicare il c.d. *Sustainable Agriculture Concept*, volto a garantire che la componente fotovoltaica non sia in conflitto con le pratiche agricole in progetto, atte a contribuire non solo al mantenimento, ma anche al miglioramento della produzione foraggera derivante dalle stesse, vedasi **Capitolo 8.3**.

A completamento di quanto descritto, vale la pena richiamare alcuni aspetti trattati nel SIA (al quale si rimanda per tutti gli approfondimenti) relativi alla componente suolo e risorse naturali che vanno ad integrare i benefici sopraesposti quali:

- a livello progettuale-realizzativo le opere sono state concepite senza l'uso di materiali cementizi e/o bituminosi, fatto salvo per i soli basamenti dei trasformatori e delle cabine di consegna e sezionamento che saranno rimossi a fine vita;
- l'impianto non sarà fonte di emissioni significative: né di tipo acustico/luminoso (fatta salva l'illuminazione automatica di emergenza), né di tipo climalterante, inquinante o polveroso;
- l'area di progetto sarà protetta dalle intrusioni involontarie attraverso una ordinaria recinzione perimetrale. Tale recinzione, tuttavia, sarà dotata di varchi per il passaggio della fauna di piccola e media taglia al fine di consentirne la libera circolazione;
- il progetto prevede la messa a dimora di fasce di mitigazione perimetrali di tipo arboreo/arbustivo, che contribuiranno all'inserimento armonico del progetto nel paesaggio.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
VIA 10	Relazione agronomica	Rev. 01	05.12.2022	Pagina 62 di 66

Bibliografia

A.A. Klingebiel and P. H. Montgomery, "Land Capability Classification. USDA Agricultural Handbook 210, US Government Printing Office, Washington DC," 1961.

Agostini A., Colauzzi M., Amaducci S. (2021) Innovative agrivoltaic systems to produce sustainable energy: An economic and environmental assessment. *Applied Energy* 281: 116102

Aizen M.A., Harder L.D. (2009). The global stock of domesticated honey bees is growing slower than agricultural demand for pollination. *Curr. Biol.* 19, 915–918.

Andrew AC, Higgins CW, Smallman MA, Graham M and Ates S (2021). Herbage Yield, Lamb Growth and Foraging Behavior in Agrivoltaic Production System. *Front. Sustain. Food Syst.* 5:659175. doi: 10.3389/fsufs.2021.659175

ANIE (2022). Position Paper Sistemi AGRO-FOTOVOLTAICI – 18 maggio 2022. <https://anierinnovabili.anie.it/position-paper-sistemi-agro-fotovoltaici-18-maggio-2022/?contesto-articolo=/notizie#.Y2JRMnbMI2w>

Armstrong A., Brown L., Davies G., Whyatt J. D., Potts S. G. (2021). Honeybee pollination benefits could inform solar park business cases, planning decisions and environmental sustainability targets. *Biological Conservation* 263 (2021) 109332, <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109332>

Armstrong A., Ostle N.J., Whitaker j. (2016). Solar park microclimate and vegetation management effects on grassland carbon cycling. *Environ. Res. Lett.* 11 :074016.

Aroca-Delgado, R., Perez-Alonso, J., Jesus Callejon-Ferre, A. & Velazquez-Marti, B. (2018) Compatibility between crops and solar panels: an overview from shading systems. *Sustainability* 10, 743

ARSIAL, "Carta dei suoli del Lazio," 2019, [Online]. Available: www.arsial.it.

ARSIAL, "Carta della Capacità d'Usò dei Suoli del Lazio," 2019, [Online]. Available: www.arsial.it.

Baldoni R., Giardini L. (2002). Coltivazioni erbacee – Foraggere e tappeti erbosi. Patron, Bologna. DISPA.

Blasi, C., Michietti, L. (2007). Phytoclimatic map of Italy, 1:1.000.000/1:250.000. In: Blasi, C., Boitani, L., La Posta, S., Manes, F., Marchetti, M., editors. *Biodiversity in Italy*. Rome: Palombi Editori. Pp. 57-66.

Bolzan A. (2009) Analisi dei parametri vegetazionali e dei caratteri funzionali di specie guida come strumenti di studio di comunità prative, [Dissertation thesis], Alma Mater Studiorum Università di Bologna. Dottorato di ricerca in Colture erbacee, genetica agraria, sistemi agroterritoriali, 21 Ciclo. doi 10.6092/unibo/amsdottorato/1969.

Bortolotti L., Porrini C., Mutinelli F., Pochi D., Marinelli E., Balconi C., Nazzi F., Lodesani M., Sabatini A.G. (2009) Salute delle api: analisi dei fattori di rischio. Il progetto Apenet. *APOidea* Vol. 6, 3-22.

Breeze T.D., Bailey A.P., Balcombe K.G., Potts S.G. (2011). Pollination services in the UK: how important are honeybees? *Agric. Ecosyst. Environ.* 142, 137–143.

Cane, J.H. Tepedino, V.J. (2017). Gauging the effect of honey bee pollen collection on native bee communities. *Conserv. Lett.* 10, 205–210.

Cannas A. (2015). Alimentazione e benessere animale. http://sardegnaagricoltura.it/documenti/14_43_20151104133617.pdf.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
VIA 10	Relazione agronomica	Rev. 01	05.12.2022	Pagina 63 di 66

Cirifolo E., Onofri A. (2003). Gestione delle risorse foraggere. Facoltà di AGRARIA - SISTEMI FORAGGERI - Parte I, 68 pp.

Daget, P., Poissonet J., (1969). "Analyse phytologique des prairies. Applications agronomiques." CNRS CEPE, Montpellier, doc. 48, 66 pp.

Di Giuseppe E., Esposito S., Quaresima S., Sorrenti S., Beltramo M.C. (2008) - Caratterizzazione del territorio italiano per il rischio di stress termici per gli allevamenti bovini da latte. 11° Convegno Nazionale di Agrometeorologia AIAM -S.Michele all'Adige (TN)

DiSAFA (2019) Una panoramica di struttura, produzioni e commercio del miele. <https://www.collane.unito.it/oa/files/original/d377cc844e077c5bf524413a2f4d1c83.pdf>

Dupraz C., Marrou H., Talbot G., Dufour L., Nogier A., Ferard Y (2011). Combining solar photovoltaic panels and food crops for optimising land use: Towards new agrivoltaic schemes. *Renewable Energy* 36: 2725-2732.

EEA (2022). Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2020 and inventory report 2022. Submission to the UNFCCC Secretariat. <https://www.eea.europa.eu/publications/annual-european-union-greenhouse-gas-1>.

FAO, 2015. World reference base for soil resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. Update 2015. World Soil Resources Reports No. 106. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. 192p. Available at [Access date: 21.11.2019]: <http://www.fao.org/3/i3794en/i3794en.pdf>

Fraunhofer ISE (2020) Agrivoltaics: opportunities for agriculture and the energy transition. <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/en/documents/publications/studies/APV-Guideline.pdf>

Goetzberger and Zastrow, 1982. On the coexistence of solar-energy conversion and plant cultivation. *Int J Solar Energy* 1:55–69.

GSE (2022). Rapporto Statistico 2020 - Energia da Fonti Rinnovabili in Italia https://www.gse.it/documenti_site/Documenti%20GSE/Rapporti%20statistici/Rapporto%20Statistico%20SE%20-%20FER%202020.pdf

Gusmeroli F. e Pozzoli M.L (2003). "Vegetazione dell'Alpe mola e sua relazione con l'attività pastorale (Brescia, Lombardia)". *Natura Bresciana, Ann. Museo Civico di Scienze Naturali di Brescia*, 33, 37-61.

Hanley N., Breeze T.D., Ellis C., Goulson D. (2015). Measuring the economic value of pollination services: principles, evidence and knowledge gaps. *Ecosyst. Serv.* 14, 124–132.

Hassanpour Adeg E, Selker JS, Higgins CW (2018) Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, micrometeorology and water-use efficiency. *PLoS ONE* 13(11): e0203256. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203256>

Herrick J.E., Abrahamse T. (2019). Land Restoration for Achieving the Sustainable Development Goals; A think piece of the International. Resource Panel; United Nations Environment Programme: Nairobi, Kenya.

Ismea - Fondazione Qualivita, 2020. Rapporto 2020 Ismea – Qualivita sulle produzioni agroalimentari e vitivinicole italiane DOP, IGP e STG. 2020. <https://www.ismea.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/11279>

Ismea (2019) Tendenze Miele 2020. <https://www.ismea.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/11269>

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
VIA 10	Relazione agronomica	Rev. 01	05.12.2022	Pagina 64 di 66

Klein, A.-M., Vaissière, B.E., Cane, J.H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C., Tscharntke, T., 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.* 274, 303–313.

Kottek, M., Grueser, J., Beck, C., Rudolf, B., Rubel, F. (2006). World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, Vol. 15 (3), pp. 259-263.

Legambiente, 2020. Agrivoltaico: le sfide per un'Italia agricola e solare. <https://www.legambiente.it/wp-content/uploads/2020/11/agrivoltaico.pdf>.

Lowe T. E. , Gregory N.G. , Fisher A.D., Payne S. R. (2002) The effects of temperature elevation and water deprivation on lamb physiology, welfare, and meat quality. *Australian Journal of Agricultural Research* 53, 707-714

Mallinger R.E., Gaines-Day H.R., Gratton C.(2017). Do managed bees have negative effects on wild bees?: a systematic review of the literature. *PLoS One* 12, e0189268.

Mancini F.; Nastasi B. (2020) Solar energy data analytics: PV deployment and land use. *Energies* 13, 417.

Marrou H., Guilioni L., Dufour L., Dupraz C., Wery J. (2013) Microclimate under agrivoltaic systems: Is crop growth rate affected in the partial shade of solar panels?. *Agricultural and Forest Meteorology* 177: 117–132.

Molle, G., Decandia, M., (2014) Buone pratiche di pascolamento delle greggi di pecore e capre. http://www.sardegnaagricoltura.it/documenti/14_43_20140203163233.pdf

Peana I, Cossu Q. A., Fois G., Canu S., Cannas A. (2006b) Stress termici sugli ovini da latte in Sardegna: elaborazione di mappe di rischio. 9° Convegno Nazionale di Agrometeorologia AIAM -Torino (TO)

Peana I., Fois G., Di Maur C., Carta M., Gaspa M., Cannas A. (2006a) Influenza dello stress da caldo sulla produzione di latte in ovini di razza sarda. 9° Convegno Nazionale di Agrometeorologia AIAM -Torino (TO).

Pisseri, 2021. Miglioramento della autosufficienza aziendale e della qualità delle produzioni tramite la catena di pascolamento. Veneto Agricoltura. <https://www.venetoagricoltura.org/wp-content/uploads/2021/09/Catena-pascolamento.pdf>

Potts S.G., Imperatriz-Fonseca V., Ngo H.T., Aizen M.A., Biesmeijer J.C., Breeze T.D., Dicks L.V., Garibaldi L.A., Hill R., Settele J., Vanbergen A.J. (2016a). Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature* 540, 220.

Potts S.G., Imperatriz-Fonseca V.L., Ngo H.T., Biesmeijer J.C., Breeze T.D., Dicks L.V., Garibaldi L.A., Hill R., Settele J., Vanbergen A.J. (2016 b). In: IPBES (Ed.), *The Assessment Report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on Pollinators, Pollination and Food Production*. Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany.

Potts S.G., Imperatriz-Fonseca V.L., Ngo H.T., Biesmeijer J.C., Breeze T.D., Dicks L.V., Garibaldi L.A., Hill R., Settele J., Vanbergen A.J. (2016 b). In: IPBES (Ed.), *The Assessment Report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on Pollinators, Pollination and Food Production*. Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany.

Pywell R.F., Bullock J.M., Hopkins A., Walker K.J., Sparks T.H., Burke M.J.W., Peel S. (2002). Restoration of species-rich grassland on arable land: assessing the limiting processes using a multi-site experiment. *J. Appl. Ecol.* 39, 294–309.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
VIA 10	Relazione agronomica	Rev. 01	05.12.2022	Pagina 65 di 66

Reasoner M., Ghosh A. (2022). Agrivoltaic Engineering and Layout Optimization Approaches in the Transition to Renewable Energy Technologies: A Review. *Challenges* 2022, 13, 43. <https://doi.org/10.3390/challe13020043>

Schindele, S., Trommsdorff, M., Schlaak, A., Obergfell, T., Bopp, G., Reise, C., Braun, C., Weselek, A., Bauerle, Petra Högy, a., Goetzberger, A., Weber, E., (2020) Implementation of agrophotovoltaics: Techno-economic analysis of the price-performance ratio and its policy implications, *Applied Energy*, Volume 265, 114737.

Toledo C., Scognamiglio A. (2021) Agrivoltaic Systems Design and Assessment: A Critical Review, and a Descriptive Model towards a Sustainable Landscape Vision (Three-Dimensional Agrivoltaic Patterns). *Agrivoltaic Systems Design and Assessment: A Critical Review, and a Descriptive Model towards a Sustainable Landscape Vision (Three-Dimensional Agrivoltaic Patterns)*. *Sustainability* 13, 6871. <https://doi.org/10.3390/su13126871>.

Unitus (2021) Linee Guida per l'Applicazione dell'Agro-fotovoltaico in Italia. ISBN 978-88-903361-4-0. <http://www.unitus.it/it/dipartimento/dafne>

Valle, B., Simonneau, T., Sourd, F., Pechier, P., Hamard, P., Frisson, T., Ryckewaert, M., Christophe, A., 2017. "Increasing the total productivity of a land by combining mobile photovoltaic panels and food crops," *Applied Energy*, Elsevier, vol. 206(C), pages 1495-1507.

Weselek, A., Ehmann, A., Zikeli, S., Lewandowski, I., Schindele, S., Högy B., (2019). Agrophotovoltaic systems: applications, challenges, and opportunities. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 39, 35 <https://doi.org/10.1007/s13593-019-0581-3>

WMO (2018). *Guide to Instruments and Methods of Observation*. (WMO-No. 8).

Wojcik V.A., Morandin L.A., Davies Adams L., Rourke K.E. (2018). Floral resource competition between honey bees and wild bees: is there clear evidence and can we guide management and conservation? *Environ. Entomol.* 47, 822–833.

Wratten S.D., Gillespie M., Decourtye A., Mader E., Desneux, N. (2012). Pollinator habitat enhancement: benefits to other ecosystem services. *Agric. Ecosyst. Environ.* 159, 112–122.

Yang X., Cox-Foster D.L. (2005). Impact of an ectoparasite on the immunity and pathology of an invertebrate: evidence for host immunosuppression and viral amplification. *PNAS*, 102: 7470-7475.

Zhang M., Dunshea F.R., Warner R.D., DiGiacomo K., Osei-Amponsah R., Chauhan S.S. (2020). Impacts of heat stress on meat quality and strategies for amelioration: a review. *International Journal of Biometeorology*: <https://doi.org/10.1007/s00484-020-01929-6>

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
VIA 10	Relazione agronomica	Rev. 01	05.12.2022	Pagina 66 di 66

Allegati

Allegato 1- Stima producibilità per impianto ottimizzato per la produzione di energia elettrica

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: Gavignano - Lazio - Italy

Variant: VC3_Gavignano_REV T-B-S-72M-60°-6.5-SG (AU)_No Agri PV

Trackers single array, with backtracking

System power: 19.11 MWp

Gavignano_Lazio - Italy

Author

Grupotec UK (United Kingdom)



Project: Gavignano - Lazio - Italy

Variant: VC3_Gavignano_REV T-B-S-72M-60°-6.5-SG (AU)_No Agri PV

PVsyst V7.2.12

VC3, Simulation date:
05/12/22 16:29
with v7.2.12

Grupotec UK (United Kingdom)

Project summary

Geographical Site Gavignano_Lazio Italy	Situation Latitude 41.72 °N Longitude 13.07 °E Altitude 211 m Time zone UTC+1	Project settings Albedo 0.20
Meteo data Gavignano_Lazio SolarGIS Monthly aver. , period not spec. - Synthetic		

System summary

Grid-Connected System Simulation for year no 1	Trackers single array, with backtracking		
PV Field Orientation Tracking plane, horizontal N-S axis Axis azimuth 0 °	Near Shadings According to strings Electrical effect 100 %	User's needs Unlimited load (grid)	
System information			
PV Array		Inverters	
Nb. of modules 30576 units		Nb. of units 84 units	
Pnom total 19.11 MWp		Pnom total 14.70 MWac	
		Pnom ratio 1.300	

Results summary

Produced Energy 35168313 kWh/year	Specific production 1840 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR 88.26 %
-----------------------------------	---------------------------------------	------------------------

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Horizon definition	5
Near shading definition - Iso-shadings diagram	6
Main results	7
Loss diagram	8
Special graphs	9



PVsyst V7.2.12

VC3, Simulation date:
05/12/22 16:29
with v7.2.12

Grupotec UK (United Kingdom)

General parameters

Grid-Connected System		Trackers single array, with backtracking	
PV Field Orientation		Backtracking strategy	
Orientation		Nb. of trackers	130 units
Tracking plane, horizontal N-S axis		Single array	
Axis azimuth	0 °	Sizes	
		Tracker Spacing	6.50 m
		Collector width	2.47 m
		Ground Cov. Ratio (GCR)	37.9 %
		Left inactive band	0.02 m
		Right inactive band	0.02 m
		Phi min / max.	-/+ 55.0 °
		Backtracking limit angle	
		Phi limits	+/- 67.2 °
Horizon		Near Shadings	
Average Height	3.4 °	According to strings	
		Electrical effect	100 %
Bifacial system		User's needs	
Model	2D Calculation unlimited trackers	Unlimited load (grid)	
Bifacial model geometry		Bifacial model definitions	
Tracker Spacing	6.50 m	Ground albedo	0.15
Tracker width	2.51 m	Bifaciality factor	80 %
GCR	38.5 %	Rear shading factor	10.0 %
Axis height above ground	1.00 m	Rear mismatch loss	2.5 %
		Shed transparent fraction	0.0 %

PV Array Characteristics

PV module		Inverter	
Manufacturer	Jinkosolar	Manufacturer	Huawei Technologies
Model	JKM625N-78HL4-BDV	Model	SUN2000-185KTL-H1@40C
(Custom parameters definition)		(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	625 Wp	Unit Nom. Power	175 kWac
Number of PV modules	30576 units	Number of inverters	84 units
Nominal (STC)	19.11 MWp	Total power	14700 kWac
Modules	1176 Strings x 26 In series	Operating voltage	500-1500 V
At operating cond. (50°C)		Max. power (=>30°C)	185 kWac
Pmpp	17.68 MWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.30
U mpp	1101 V		
I mpp	16051 A		
Total PV power		Total inverter power	
Nominal (STC)	19110 kWp	Total power	14700 kWac
Total	30576 modules	Number of inverters	84 units
Module area	85469 m ²	Pnom ratio	1.30
Cell area	78750 m ²		



PVsyst V7.2.12

VC3, Simulation date:
05/12/22 16:29
with v7.2.12

Grupotec UK (United Kingdom)

Array losses

Array Soiling Losses

Loss Fraction 1.5 %

Thermal Loss factor

Module temperature according to irradiance

Uc (const) 29.0 W/m²K

Uv (wind) 0.0 W/m²K/m/s

DC wiring losses

Global array res. 0.37 mΩ

Loss Fraction 0.5 % at STC

LID - Light Induced Degradation

Loss Fraction 1.5 %

Module Quality Loss

Loss Fraction -0.8 %

Module mismatch losses

Loss Fraction 0.9 % at MPP

Strings Mismatch loss

Loss Fraction 0.1 %

Module average degradation

Year no 1

Loss factor 0.5 %/year

Mismatch due to degradation

Imp RMS dispersion 0.4 %/year

Vmp RMS dispersion 0.4 %/year

IAM loss factor

Incidence effect (IAM): User defined profile

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	1.000	1.000	0.987	0.969	0.929	0.741	0.000

System losses

Unavailability of the system

Time fraction 1.0 %
3.7 days,
3 periods

Auxiliaries loss

Proportionnal to Power 4.0 W/kW
0.0 kW from Power thresh.

AC wiring losses

Inv. output line up to MV transfo

Inverter voltage 800 Vac tri

Loss Fraction 2.21 % at STC

Inverter: SUN2000-185KTL-H1@40C

Wire section (84 Inv.) Copper 84 x 3 x 10000 mm²

Average wires length 33770 m

MV line up to Injection

MV Voltage 20 kV

Wires Copper 3 x 500 mm²

Length 3300 m

Loss Fraction 0.58 % at STC

AC losses in transformers

MV transfo

Grid voltage 20 kV

Operating losses at STC

Nominal power at STC 18754 kVA

Iron loss (night disconnect) 18.75 kW

Loss Fraction 0.10 % at STC

Coils equivalent resistance 3 x 0.34 mΩ

Loss Fraction 1.00 % at STC



PVsyst V7.2.12

VC3, Simulation date:
05/12/22 16:29
with v7.2.12

Grupotec UK (United Kingdom)

Horizon definition

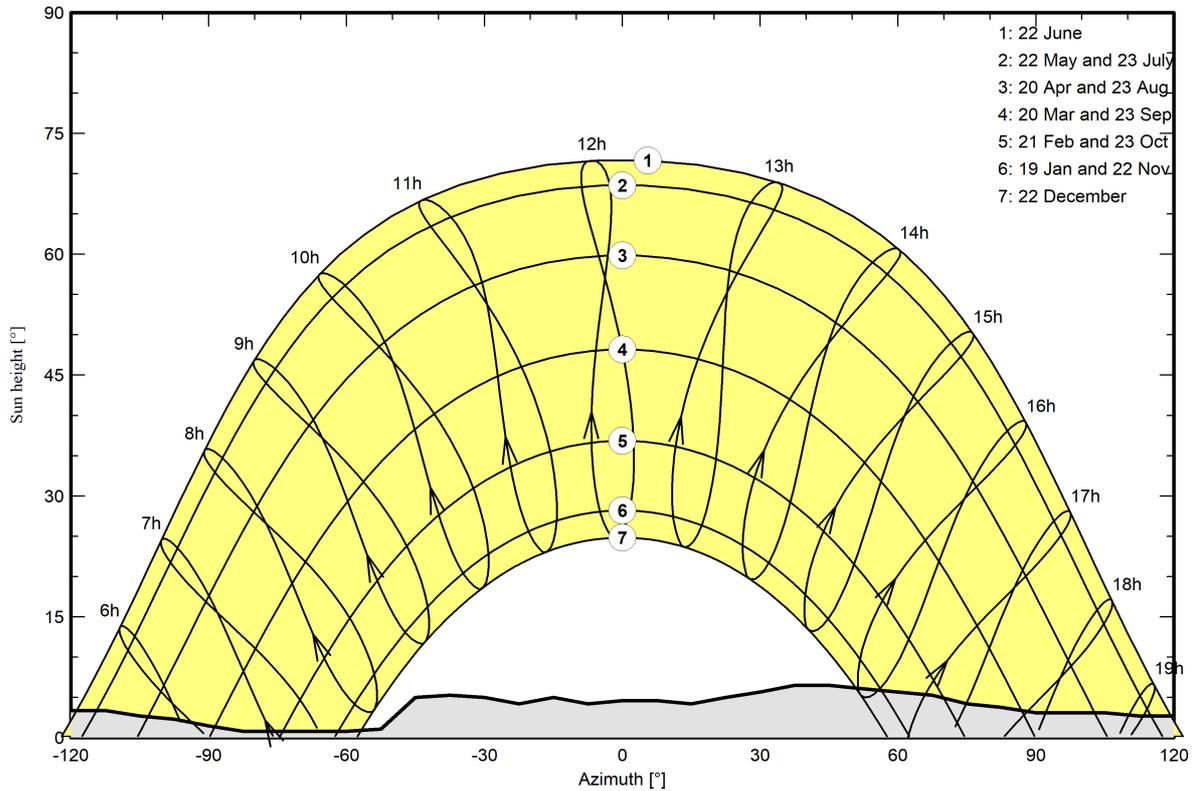
Horizon from PVGIS website API, Lat=41°43'7", Long=13°4'4", Alt=211m

Average Height	3.4 °	Albedo Factor	0.80
Diffuse Factor	0.95	Albedo Fraction	100 %

Horizon profile

Azimuth [°]	-180	-173	-165	-158	-150	-143	-135	-128	-120	-113	-105	-98	-90	-83
Height [°]	1.9	3.1	4.2	3.8	3.4	3.4	3.1	3.1	3.4	3.4	2.7	2.3	1.5	0.8
Azimuth [°]	-60	-53	-45	-38	-30	-23	-15	-8	0	8	15	23	30	38
Height [°]	0.8	1.1	5.0	5.3	5.0	4.2	5.0	4.2	4.6	4.6	4.2	5.0	5.7	6.5
Azimuth [°]	45	53	60	68	75	83	90	105	113	143	158	173	180	
Height [°]	6.5	6.1	5.7	5.3	4.2	3.8	3.1	3.1	2.7	2.7	1.5	1.5	1.9	

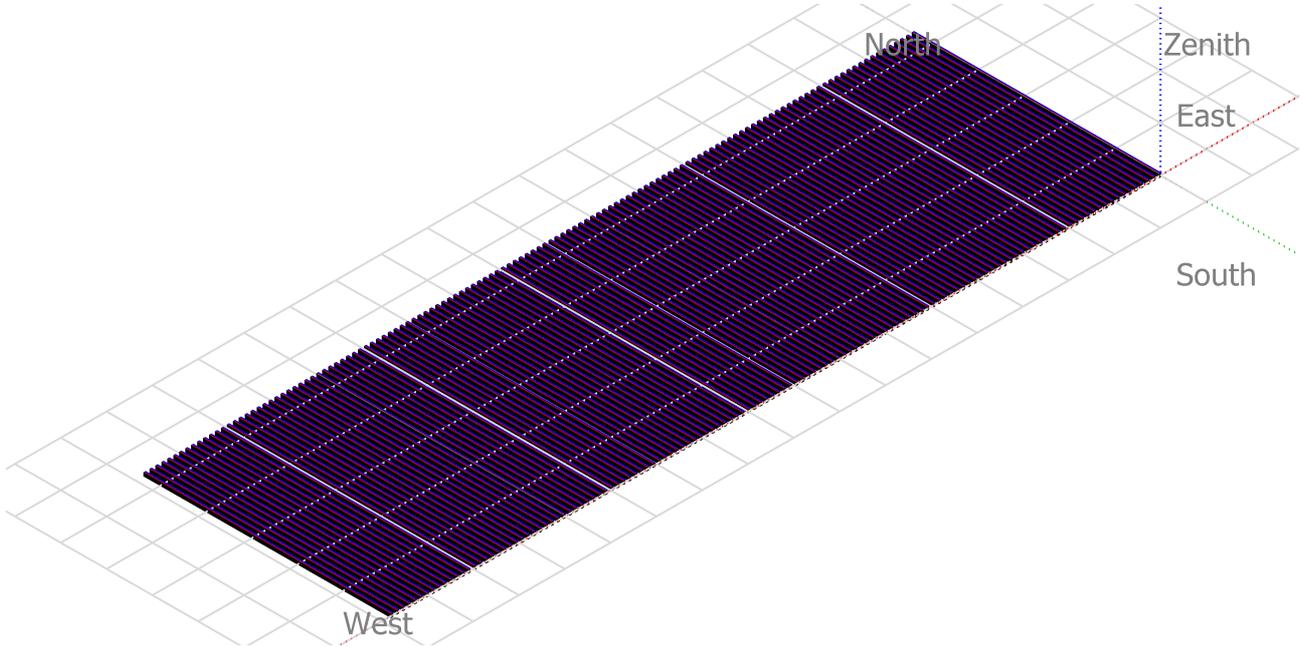
Sun Paths (Height / Azimuth diagram)





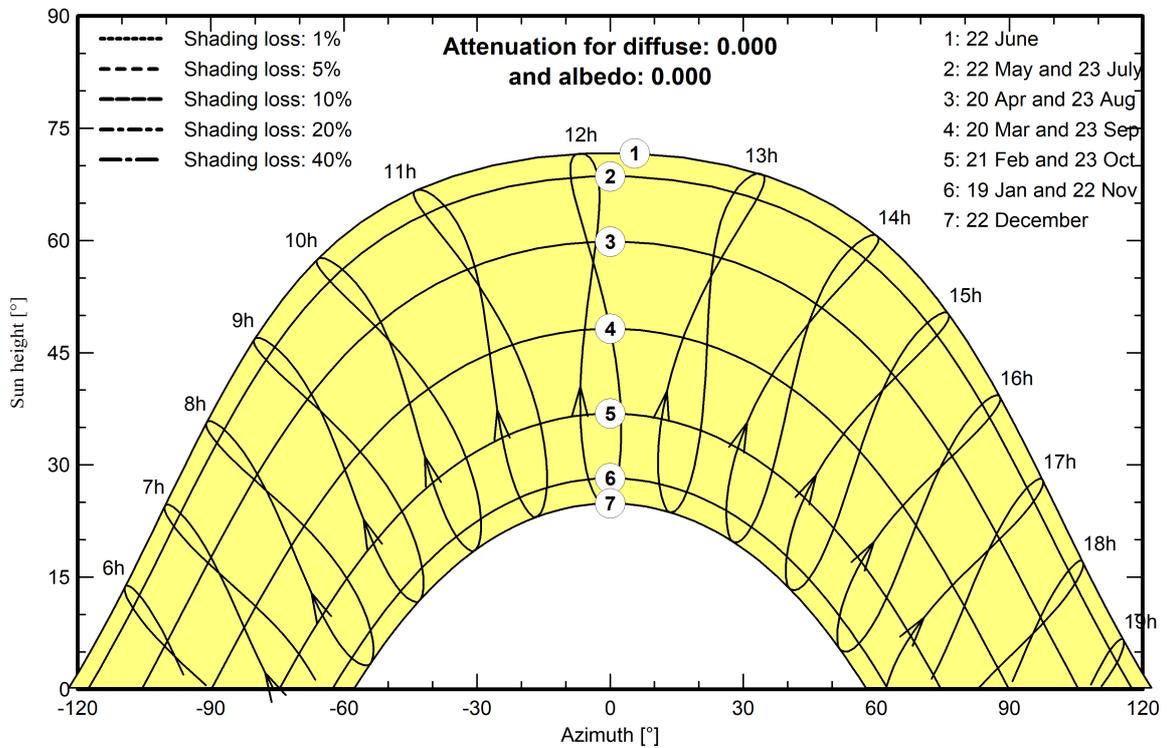
Near shadings parameter

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram

Orientation #1





Project: Gavignano - Lazio - Italy

Variant: VC3_Gavignano_REV T-B-S-72M-60°-6.5-SG (AU)_No Agri PV

PVsyst V7.2.12

VC3, Simulation date:
05/12/22 16:29
with v7.2.12

Grupotec UK (United Kingdom)

Main results

System Production

Produced Energy 35168313 kWh/year

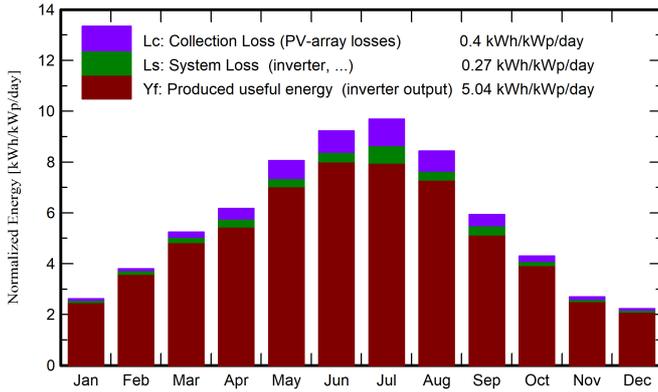
Specific production

1840 kWh/kWp/year

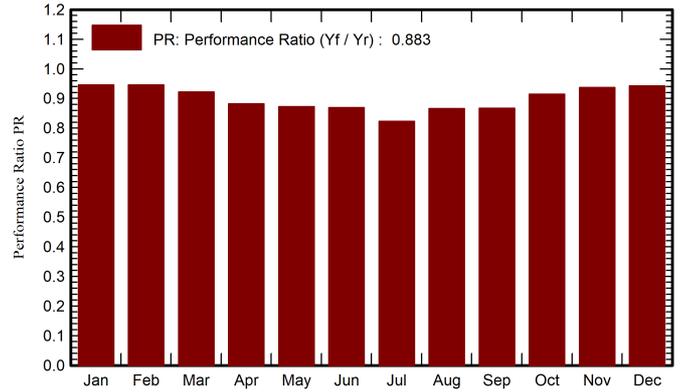
Performance Ratio PR

88.26 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m ²	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh	kWh	ratio
January	58.0	25.00	6.30	81.1	77.5	1518034	1466605	0.946
February	78.0	31.00	6.40	106.4	102.5	1997157	1923637	0.946
March	123.0	51.00	8.80	162.7	156.8	2994931	2868150	0.922
April	145.0	64.00	11.40	185.4	178.5	3309323	3127069	0.883
May	191.0	77.00	16.60	249.8	241.2	4360605	4167129	0.873
June	209.0	76.00	21.10	276.7	268.0	4814359	4594342	0.869
July	225.0	72.00	24.20	300.4	290.9	5133299	4722439	0.823
August	195.0	68.00	23.80	261.3	252.9	4532558	4325504	0.866
September	136.0	57.00	19.00	178.0	171.5	3160617	2949853	0.867
October	100.0	43.00	15.30	133.5	128.3	2426311	2332372	0.914
November	60.0	28.00	10.60	80.7	77.4	1497297	1444993	0.938
December	50.0	22.00	7.40	69.2	65.9	1288514	1246220	0.943
Year	1570.0	614.00	14.29	2085.2	2011.5	37033004	35168313	0.883

Legends

GlobHor	Global horizontal irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	E_Grid	Energy injected into grid
T_Amb	Ambient Temperature	PR	Performance Ratio
GlobInc	Global incident in coll. plane		
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings		

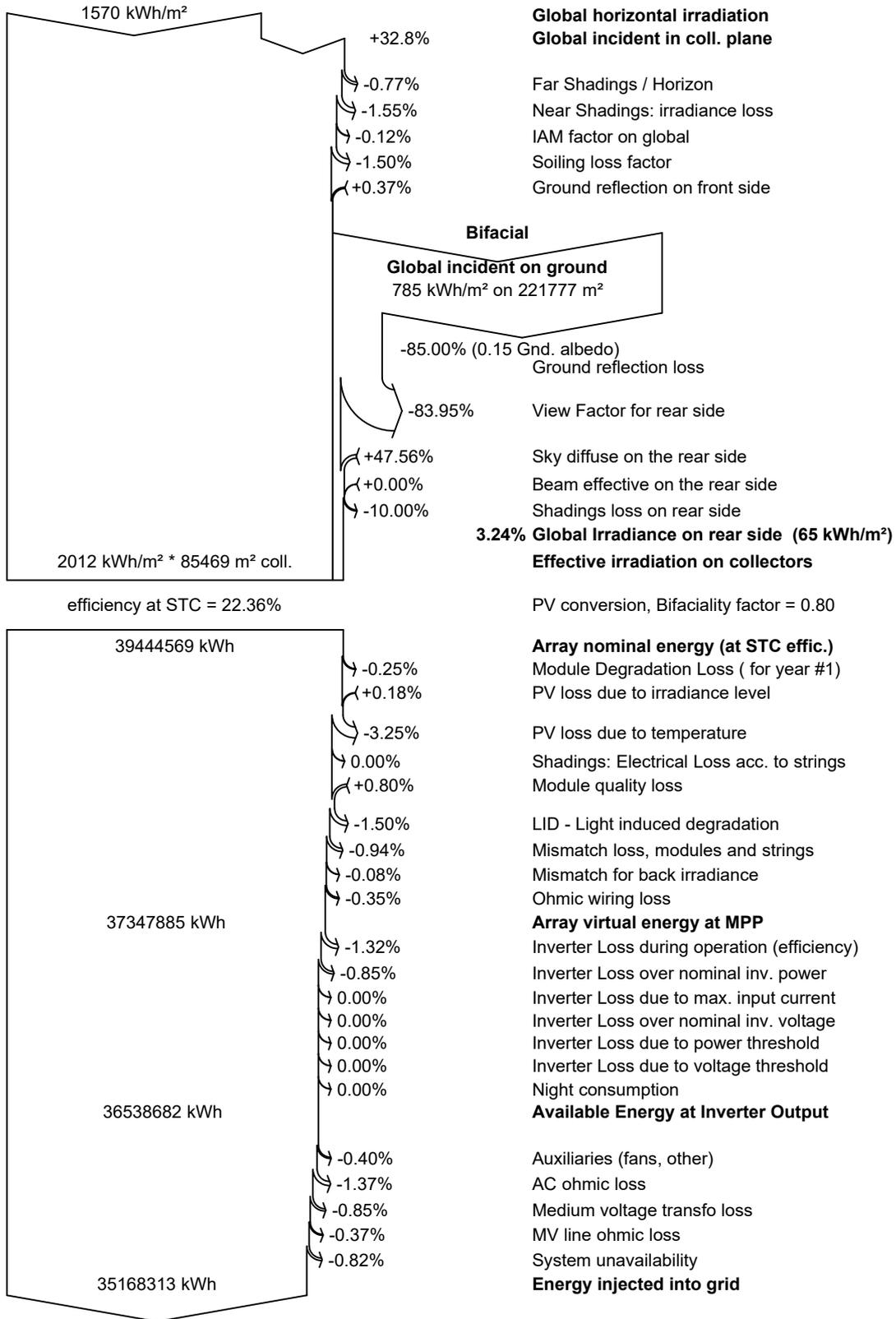


PVsyst V7.2.12

VC3, Simulation date:
05/12/22 16:29
with v7.2.12

Grupotec UK (United Kingdom)

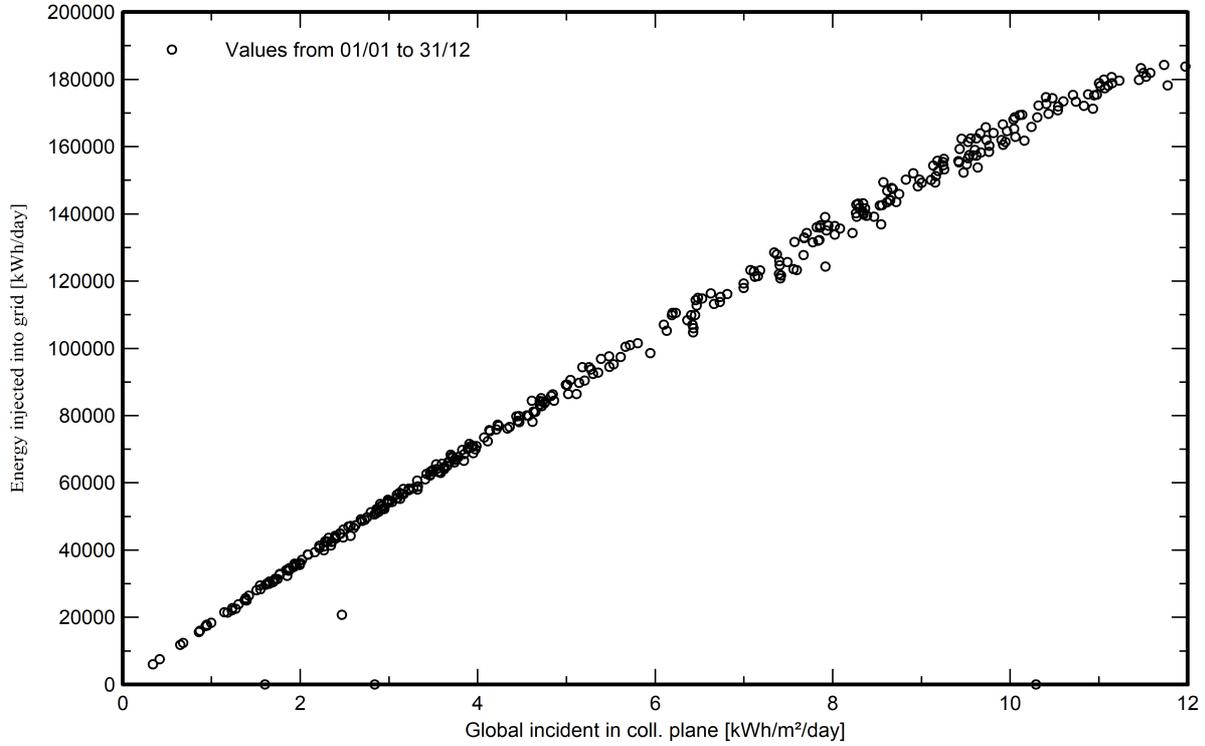
Loss diagram





Special graphs

Daily Input/Output diagram



System Output Power Distribution

