




Impianto agrivoltaico “Portomaggiore Fossa” di potenza pari a 24,97 MWp e relative opere di connessione ricadenti nei Comuni di Portomaggiore e Argenta (FE)


Relazione Agronomica

20 Novembre 2025	00	Emissione per autorizzazione	dott.ssa agr. Santoro E.; dott. per. agr. Cuscito L. dott. Devit N. dott.ssa Forni E. G.	Marabeti L.; D'Amico G.	Boni Castagnetti F.
Data	Rev.	Descrizione Emissione	Preparato	Verificato	Approvato
Logo Committente e Denominazione Commerciale			ID Documento Committente		
			CoD_098_FV_00083_BPR		
Logo Appaltatore e Denominazione Commerciale			ID Documento Appaltatore		
			-		


	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 2 / 115
		Numero Revisione
		00

Sommario

Sommario	2
1 Preambolo	1
2 Potenzialità dell’agrivoltaico	3
2.1 Principi della soluzione agrivoltaica	6
2.2 Coltivazione di seminativi ed orticole e contestuale produzione di energia da fonte rinnovabile	13
3 Quadro normativo dell’agrivoltaico	18
3.1 Linee Guida in materia di agrivoltaici – MiTE	24
4 L’agricoltura in Emilia-Romagna	30
4.1 Superfici, coltivazione ed altre attività agricole	30
4.2 Andamento economico delle colture di progetto	33
4.3 Incentivi e sostegno all’agricoltura	34
5 Inquadramento dell’area di intervento	38
5.1 Inquadramento catastale	40
5.2 Inquadramento climatico	41
5.3 Modalità di conduzione ed attività agricola – stato di fatto	44
5.4 Aspetti pedologici ed agronomici	47
6 Progetto agrivoltaico	52
6.1 Componente fotovoltaica	52
6.2 Componente agronomica	54
6.2.1 Proposta progettuale: avvicendamento di graminacee e leguminose da foraggio e coltivazione di orticole	55
6.2.2 Operazione colturali	63
6.2.3 Gestione delle superfici	64
7 Precision farming e monitoraggio agronomico	67
8 Analisi economica componente agricola	71
8.1 Analisi costi e ricavi	76
9 Conformità delle Linee Guida MiTE	80
9.1.1 Superficie totale del sistema agrivoltaico (S_{tot})	80
9.1.2 Superficie di ingombro del sistema agrivoltaico (S_{pv})	81
9.1.3 Superficie agricola (S_{agr})	81
9.2 Requisito A – L’impianto rientra nella definizione di “agrivoltaico”	84

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 3 / 115
		Numero Revisione
		00

9.2.1	A.1 Superficie minima coltivata ($S_{\text{agricola}} \geq 0,7 \times S_{\text{tot}}$):.....	85
9.2.2	A.2 Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR - Land Area Occupation Ratio $\leq 40\%$):.....	85
9.3	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.....	86
9.3.1	B.1.a Esistenza e resa della coltivazione.....	86
9.3.2	B.1.b Mantenimento dell’indirizzo produttivo o passaggio ad un nuovo indirizzo produttivo di valore economico più elevato.....	86
9.3.3	B.2 Producibilità elettrica minima	86
9.4	Requisito C – L’impianto agrivoltaico adotta soluzioni innovative con moduli elevati da terra	87
9.5	Requisito D – I sistemi di monitoraggio	88
9.5.1	D.1 Risparmio idrico.....	88
9.5.2	D.2 Monitoraggio della continuità dell’attività agricola.....	89
10	Conclusioni	90
	Bibliografia	95
	Allegato 1 – Dichiarazioni colture stato di fatto	100
	Allegato 2 - Producibilità elettrica impianto FV Standard	111

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 1 / 115
		Numero Revisione
		00


1 Preambolo

La presente relazione viene redatta su incarico conferito dalla società **EnviCons S.r.l.** – sede legale in lungo Po Antonelli n° 21, Torino, P.I. 10189620015, incaricata dalla società IREN GREEN GENERATION TECH S.r.l. - tramite la società PESCO S.P.A. - per la **redazione di una Relazione agronomica**, al fine di valutare le potenzialità e gli aspetti agronomici di un progetto di produzione agro-energetica sostenibile (**c.d. Agrivoltaico**) e **opere connesse (cavidotto 36 kV, nuova sottostazione utente SSU 36/132 kV e relativo cavidotto AT 132 kV)**¹, con le seguenti caratteristiche:

- Potenza nominale complessiva: 24,97 MWp.
- Superficie catastale delle particelle interessate dalla recinzione di impianto: ~ 48,85 ha.
- Superficie di impianto recintata: 42,33 ha.
- Superficie destinata alle attività agricole: ha 41,42 ha
- Classificazione architettonica: impianto a terra.
- Ubicazione area di impianto e opere di rete: Regione Emilia-Romagna | Provincia di Ferrara (FE)
 - Comune di Argenta →
 - Area di impianto.
 - Opere di rete:
 - Raccordo AT 380 kV SE 380/132/36 kV “Portomaggiore” alla linea esistente AT 380 kV “Ferrara Focomorto-Ravenna Canala” (Proponente società EG Dante S.r.l.).
 - Comune di Portomaggiore →
 - Area di impianto.
 - Opere di rete:
 - Cavidotto di connessione 36 kV.
 - SSU 36/132 kV e relativo cavidotto AT 132 kV.
 - SSU 30/132 kV (Proponente società Alfi Energy S.r.l.).
 - Cavo interrato AT 132 kV alla SE 36/132/380 kV “Portomaggiore” (Proponente società Alfi Energy S.r.l.).
 - Raccordo AT 380 kV SE 380/132/36 kV “Portomaggiore” alla linea esistente AT 380 kV “Ferrara Focomorto-Ravenna Canala” (Proponente società EG Dante S.r.l.).
 - Raccordi AT 132 kV SE 380/132/36 kV “Portomaggiore” alla linea esistente AT

¹ Le suddette opere dovranno essere integrate, ai fini della connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), con ulteriori infrastrutture di rete di competenza di altri produttori e, in particolare:

- SSU 30/132 kV e relativo cavidotto di connessione a 132 kV → società Alfi Energy S.r.l., titolare di un progetto BESS in corso di procedimento di Autorizzazione Unica di competenza ministeriale;
- SE 380/132/36 kV “Portomaggiore” e relative opere connesse → società EG Dante S.r.l., titolare di Autorizzazione Unica n. DET-AMB-2024-3386 del 14/06/2024 e di benessere TERNA protocollo n. 65511 del 22/06/2023.


	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 2 / 115
		Numero Revisione
		00

132 kV “CP Portomaggiore-CP Bando”
(Proponente società EG Dante S.r.l.).

- Dati catastali opere in progetto:
 - Superficie di impianto recintata:
 - Comune di Argenta
F. **36** - P.lle 1, 2, 47, 48, 49, 93, 94, 95, 134, 135, 142, 143, 173, 174, 175, 176, 177, 178.
 - Comune di Portomaggiore
F. **131** - P.lle 11, 15, 17, 18, 19, 23, 42, 49, 53, 54, 55, 74, 75, 81, 82, 83, 84, 89, 95, 102, 103, 106, 107, 124, 146, 149.
 - Cavidotto di connessione 36 kV: Comune di Portomaggiore
F. **131, 136, 132, 122, 134, 122A, 135, 141, 153, 157.**
 - SSU 36/132 kV e cavidotto AT 132 kV: Comune di Portomaggiore
F. **157** - P.lle 50 e 57.
- Ditta committente: Società IREN GREEN GENERATION TECH S.r.l.

L'elaborato è finalizzato a:

- a) introdurre e illustrare il concetto di agrivoltaico;
- b) descrivere l'area di intervento progettuale;
- c) illustrare gli interventi di carattere agronomico previsti in ottica di utilizzo plurimo (agro-energetico) della risorsa suolo e gli accorgimenti gestionali da adottare;
- d) definizione del piano di monitoraggio agricolo in fase di esercizio, necessario a valutare la fattibilità, continuità, e profittabilità delle coltivazioni agricole congiunte con l'esercizio dell'impianto fotovoltaico;
- e) valutare la conformità del progetto rispetto alle “linee guida in materia di impianti agrivoltaici” pubblicate dal mite il 18 giugno 2022 e alla norma CEI-PAS 82-93 in vigore dal 15 gennaio 2024, con particolare riferimento ai requisiti dell'“agrivoltaico avanzato”. Si specifica che il proponente non intende accedere a contributi del PNRR.
- f) Tale documento costituisce parte integrante e sostanziale della documentazione presentata per l'istanza di PAUR (art. 27-bis del D. Lgs. 152/2006).

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 3 / 115
		Numero Revisione
		00

2 Potenzialità dell'agrivoltaico

Secondo l'ultimo rapporto dell'European Environment Agency (EEA, 2025), nell'anno 2023 nel territorio dell'Unione Europea le emissioni totali di gas serra sono state inferiori del 37% rispetto ai livelli del 1990. Le emissioni si sono mantenute al di sotto del livello pre-pandemia di COVID-19 del 2019, confermando una tendenza di lungo periodo ribassista. Nel 2023 le emissioni sono risultate del 8% inferiori rispetto al 2022, registrando il maggior calo annuo da decenni.

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 da fonti rinnovabili ad una quota di almeno il 32% (portata al 42,5 % con ambizione 45 % con la nuova RED attuata nel novembre 2023²);
- incrementare di almeno il 32,5% l'efficienza energetica.

Gli scenari europei condivisi a dicembre 2020 impongono quindi il rialzo degli obiettivi nazionali del PNIEC³ elaborato a fine 2019. L'aggiornamento di giugno 2023 fissa al 2030 un obiettivo di circa 131 GW di capacità da fonti rinnovabili, ossia un incremento di 74 GW rispetto ai circa 56 GW FER installati nel 2021 (GSE, 2022). Alla fine del 2024, la capacità rinnovabile totale installata in Italia ha raggiunto circa 76,6 GW, con un aumento di circa 7,5 GW nel corso dell'anno. (GSE, 2024).

Risulta quindi evidente che **in Italia il ritmo di crescita è ancora troppo lento** per raggiungere gli obiettivi fissati per il 2030. 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 del 2021 e per il fotovoltaico circa 5,6 GW/anno contro gli 0,73 GW/anno⁴, traguardo di installazioni annue raggiunto parzialmente nel 2023, con circa 5,8 GW di nuove FER installate⁵.

Secondo quanto riportato da International Energy Agency (IEA) nel "World Energy Outlook" (WEO) – 2023, il **fabbisogno energetico** di molte economie mondiali (soprattutto quelle in via di sviluppo) **sta aumentando** velocemente e ciò richiede nuove forme di investimento in termini di infrastrutture energetiche (che spaziano dalla mera produzione di energia elettrica, all'installazione di stazioni di ricarica per veicoli elettrici). Per far fronte a questa crescente richiesta di energia una **soluzione vantaggiosa** dal punto di vista economico e ambientale è rappresentata dalle tecnologie energetiche **rinnovabili**. A livello mondiale sono state adottate diverse politiche che incoraggiano la produzione di energia da fonti rinnovabili fra cui "Inflation Reduction Act" negli Stati Uniti; "Production Linked Incentives Scheme" in India e "Net Zero Industry Act" in Unione Europea.


In particolare, la nuova realtà geopolitica e del mercato dell'energia impone all'EU di accelerare drasticamente la transizione verso l'energia pulita e di aumentare l'indipendenza energetica dell'Europa da fornitori inaffidabili e da combustibili fossili volatili, aumentando ulteriormente gli obiettivi su efficienza energetica e rinnovabili.

² https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-directive_en

³ Piano Nazionale Integrato 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 quasi di triplicarla.

⁴ <https://www.itismagazine.it/news/26947/energie-rinnovabili-il-ritmo-della-crescita-e-ancora-lento/>

⁵ https://download.terna.it/terna/Terna_consumi_elettrici_dicembre_2023_8dc1b45bd72a170.pdf

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 4 / 115
		Numero Revisione
		00

Con il recente piano di Bruxelles, il REPowerEU⁶ (revisione della direttiva 2018/2001/UE), proposto il 18 maggio 2022, l'esecutivo comunitario propone di:

- innalzare al 45% l'obiettivo UE vincolante per le energie rinnovabili;
- aumentare al 66% l'elettricità prodotta da energia rinnovabile – solare ed eolica nel mix complessivo al 2050 – raddoppiando la quota attuale;
- rafforzare le misure di efficienza a lungo termine per abbattere quanto possibile i consumi energetici di case e industrie.

Per ottenere tali obiettivi, le azioni previste consistono in:
risparmiare energia;

- diversificare l'approvvigionamento;
- sostituire rapidamente i combustibili fossili accelerando la transizione europea all'energia pulita;
- combinare investimenti e riforme in modo intelligente.

L'EU si pone quindi tra gli obiettivi principali: l'aumento della resilienza, della sicurezza e della sostenibilità del sistema energetico dell'Unione attraverso l'opportuna riduzione della dipendenza dai combustibili fossili e la diversificazione dell'approvvigionamento energetico a livello dell'Unione, anche aumentando la diffusione delle energie rinnovabili, l'efficienza energetica e la capacità di stoccaggio dell'energia. Gli stati membri devono integrare un nuovo capitolo nei piani nazionali di ripresa e resilienza (PNRR) nell'ambito di NextGenerationEU, per finanziare interventi strategici in grado di accelerare la transizione energetica. Questo programma mira ad aumentare la capacità installata da fonti rinnovabili fino a 1.236 GW entro il 2030, rispetto ai 1.067 GW previsti dal pacchetto "Fit for 55" adottato a fine giugno 2022.

In tale contesto, **il fotovoltaico (FV) riveste un ruolo centrale**, grazie alla sua maturità tecnologica, ai costi in calo⁷ e alla possibilità di riciclare quasi totalmente i materiali impiegati. Tuttavia, la necessità di ampie superfici rappresenta un ostacolo alla sua diffusione su larga scala, a differenza di altre tecnologie come l'eolico.


L'incremento di domanda in termini di energia, l'aumento della popolazione mondiale che, secondo l'ultimo report delle Nazioni Unite, arriverà a 9,7 Miliardi nel 2050-, uniti alla crescente domanda di cibo e di suolo agricolo, impone soluzioni che non compromettano la funzione produttiva dei terreni. Il raggiungimento degli obiettivi in termini di produzione da FV è quindi in apparente contrasto con gli obiettivi di sviluppo sostenibile e recupero dell'utilizzo del suolo delle Nazioni Unite (Herrick e Abrahamse, 2019). L'**agrivoltaico** emerge in questo scenario come una soluzione efficace, in grado di integrare produzione agricola ed energetica sulla stessa superficie, e di perseguire, quindi, simultaneamente gli obiettivi di riduzione delle emissioni e di recupero dei suoli (Reasoner et al, 2022).

Secondo il Joint Research Center della Commissione Europea (Chatzipanagi et al., 2023), basterebbe destinare appena l'1% della superficie agricola utile a impianti agrivoltaici per superare di oltre 200 GW l'obiettivo di fine decennio della RED III.

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

⁶ <https://www.consilium.europa.eu/it/press/press-releases/2022/12/14/eu-recovery-plan-provisional-agreement-reached-on-repowerEU/>

⁷ La tecnologia fotovoltaica è attualmente la FER più "economica" e alla latitudine italiana anche quella con il maggior potenziale (Mancini et al., 2020).

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 5 / 115
		Numero Revisione
		00

e risultano varie proposte per l’inserimento del connubio agro-energetico nelle Agende europee in materia di transazione energetica (Unitus, 2021).

La Strategia dell’UE per l’Energia Solare⁸, parte integrante del piano REPowerEU, prevede di raggiungere 320 GW di capacità solare fotovoltaica entro il 2025 e quasi 600 GW entro il 2030. In ragione di questa consapevolezza, l’UE ha inserito l’agrivoltaico tra le forme innovative di diffusione della tecnologia fotovoltaica indicando tra le azioni chiave per attuare la strategia dell’UE per l’energia solare l’integrazione degli incentivi per l’agrifotovoltaico, se del caso, in sede di definizione dei piani strategici nazionali della **Politica Agricola Comune (PAC)**.

La strategia Europea conferma quindi che:

- 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.

In **Italia**, secondo il report di Elettricità Futura e Confagricoltura (2021), per centrare gli obiettivi del PNIEC saranno necessari circa 50 GW di nuova potenza fotovoltaica entro il 2030, da realizzarsi in buona parte su suolo agricolo. Gli impianti agrivoltaici, quindi, non solo non compromettono la destinazione d’uso agricola, ma possono valorizzare terreni marginali o in disuso, contribuendo allo sviluppo rurale. Se l’1% della SAU utilizzata venisse investita nella realizzazione di impianti agrivoltaici, il potenziale energetico installato sarebbe 3 volte superiore a quello installato nel 2022. Per raggiungere la produzione di 72 GW previsti dagli obiettivi nazionali del “*National Energy and Climate Plan 2021-2030*” sarebbe necessario utilizzare fra lo 0,7% e il 3% della SAU italiana. Per raggiungere gli obiettivi del Green Deal entro il 2030, la superficie agricola necessaria, a seconda dell’efficienza della tecnologia utilizzata, è stata stimata tra i 30.000-40.000 ettari (Legambiente, 2020) - valore, di poco superiore allo 0,3% della Superficie Agricola Totale censita nel 2021⁹.

Il **consumo di suolo** delle energie rinnovabili non è da considerarsi in competizione con l’utilizzo agricolo delle superfici (GIS, 2023), anche considerando l’aggiornamento intercorso rispetto agli obiettivi 2030. A titolo esemplificativo, 5 GW/anno di nuovi impianti a terra richiederebbero circa 10.000 ettari, pari allo 0,06% dei 16,5 milioni di ettari agricoli nazionali. Su un decennio, **l’impatto complessivo sarebbe contenuto allo 0,6%**.


Infine, il rapporto "Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici" del 2024, pubblicato dal Sistema Nazionale per la Protezione dell’Ambiente (SNPA, 2024), il fotovoltaico a terra occupa attualmente meno dello 0,06% del territorio nazionale, evidenziando un impatto limitato sul consumo complessivo di suolo in Italia.

Lo stesso PNIEC raccomanda di privilegiare le installazioni su edifici, coperture, pensiline e di favorire i progetti agrivoltaici, in modo da ridurre il consumo di territorio.

L’adozione diffusa di sistemi di tipo agrivoltaico non rappresenta solo un’opportunità tecnica, ma anche una potenzialità concreta per il raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità (Mehta e Zorner, 2025). Questi sistemi possono rafforzare il **nexus acqua-energia-cibo**, riducendo la competizione

⁸ EU Solar energy strategy (COM (2022) 221 final. https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/solar-energy_en#eu-solar-energy-strategy

⁹ Tavole con dettaglio prevalentemente regionale e per Provincia autonoma relative al 7° Censimento Generale dell’Agricoltura <https://www.istat.it/it/files//2022/08/censimento-agricoltura-2021.xlsx>

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 6 / 115
		Numero Revisione
		00

per le risorse e garantendo un uso più efficiente del suolo e dell'acqua. Di conseguenza, l'agrifotovoltaico è in grado di incidere positivamente su diversi SDG¹⁰, tra cui: **SDG 2 (Fame zero)**, favorendo la sicurezza alimentare; **SDG 7 (Energia pulita e accessibile)**, tramite la produzione rinnovabile; **SDG 12 (Consumo e produzione responsabili)**, grazie a un modello agricolo più efficiente; **SDG 13 (Lotta al cambiamento climatico)**, riducendo le emissioni di gas serra; e **SDG 15 (Vita sulla terra)**, sostenendo pratiche agricole che preservano suolo e biodiversità.

Oltre agli aspetti ambientali, l'agrivoltaico rappresenta un'opportunità economica e occupazionale significativa. Secondo il rapporto "World Energy Employment 2023" dell'**International Energy Agency (IEA)**¹¹, il fotovoltaico impiega quasi 5 milioni di addetti a livello globale (su 13,7 milioni di occupati a livello globale nelle rinnovabili). Il **SolarPower Europe**¹² 2023 prevede oltre 1,2 milioni di posti di lavoro nel solare in Europa entro il 2030. Infine, la crescita del settore rappresenta un'opportunità per **rilanciare la manifattura fotovoltaica in Europa** e ridurre la dipendenza dalle importazioni, come indicato dal report **IRENA 2023** sulla filiera globale delle rinnovabili¹³.

In sintesi, l'agrivoltaico rappresenta una soluzione strategica per la transizione ecologica, capace di conciliare produzione agricola, energetica e tutela del suolo, con ricadute positive su occupazione, ambiente e sistema produttivo.

2.1 Principi della soluzione agrivoltaica

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"¹⁴.

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 e costituisce una valida alternativa a un sistema agricolo intensivo tradizionale¹⁵ promuovendo un modello più sostenibile e resiliente nel lungo periodo.

È fondamentale sottolineare che non si tratta semplicemente di installare impianti rinnovabili su suolo agricolo, ma di una reale **integrazione funzionale** tra agricoltura ed energia, capace di contribuire

¹⁰ Gli SDG (Obiettivi di Sviluppo Sostenibile) sono i 17 obiettivi dell'Agenda 2030 delle Nazioni Unite, adottati nel 2015, per promuovere lo sviluppo economico, sociale e ambientale sostenibile a livello globale entro il 2030. Essi mirano a porre fine a povertà e fame, garantire salute e istruzione di qualità, promuovere l'uguaglianza di genere, garantire acqua e energia pulite, incentivare crescita economica e lavoro dignitoso, costruire infrastrutture resilienti, ridurre le disuguaglianze, rendere le città sostenibili, promuovere il consumo responsabile, agire contro il cambiamento climatico, proteggere la vita sott'acqua e sulla terra, e rafforzare le partnership per raggiungere tutti gli obiettivi.


¹¹ <https://www.iea.org/reports/world-energy-employment-2023>

¹² <https://www.solarpowereurope.org/insights/outlooks/eu-market-outlook-for-solar-power-2023-2027>

¹³ https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Jul/IRENA_Renewable_energy_statistics_2023.pdf

¹⁴ Demofonti - 4 agosto 2021- Gdl Agro-fotovoltaico. <https://www.italiasolare.eu/eventi/>

¹⁵ Inteso come sistema agricolo il cui scopo principale è la massimizzazione delle produzioni, spesso a discapito delle risorse ambientali, con costi elevati per i suoli, tra cui una maggiore erosione del suolo, una maggiore lisciviazione dei nutrienti e una minore capacità di ritenzione idrica.

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 7 / 115
		Numero Revisione
		00

concretamente al processo di **decarbonizzazione**, anche del comparto agricolo. L'agricoltura intensiva è infatti tra le cause principali di inquinamento e cambiamento climatico: nel 2015¹⁶, il settore agricolo ha prodotto circa il **6,9% delle emissioni totali di gas serra** (in CO₂ equivalente), posizionandosi come **terza fonte emissiva** dopo il settore energetico e quello industriale.

La **proposta agrivoltaica** si basa sull'assunto che l'utilizzo simultaneo di una stessa superficie, per fini diversi, consente di **aumentare il Rapporto di Suolo Equivalente** (*Land Equivalent Ratio*, LER¹⁷, Figura 1) rispetto all'uso esclusivo per una sola produzione (Fraunhofer, 2024; Valle et al., 2017). Questo principio, già applicato nei **sistemi agroforestali** (in cui si integrano colture arboree e specie erbacee), trova oggi una nuova applicazione nell'integrazione fra fotovoltaico e coltivazioni agricole.

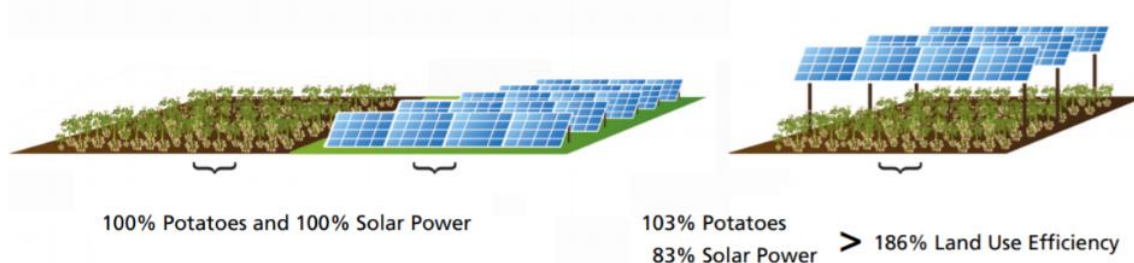


Figura 1. Aumento del LER attraverso l'utilizzo combinato della superficie.

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 (Schindele 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 come **l'agrivoltaico aumenti 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 (fino al 80-90% nei casi più virtuosi) può essere lavorato con le comuni macchine agricole. I vantaggi in termini di consumo di suolo sono perciò evidenti e promettenti¹⁸.

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


Si riportano, in sintesi, i risultati ottenibili con questo tipo di approccio progettuale (Marrou H. et al., 2013; Weselek 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

¹⁶ <https://www.controlsecurityambiente.com/inquinamento-causato-dalle-coltivazioni-agricole-intensive/>

¹⁷ 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>

¹⁸ <https://www.futuraenergie.it/2021/03/08/agrovoltico-i-vantaggi-del-fotovoltaico-in-agricoltura/>

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 8 / 115
		Numero Revisione
		00

singolarmente od isolatamente applicate. Cfr. indice LER (*Land Equivalent Ratio*) superiore all'unità;

- **ottimizzazione della scelta colturale:** 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 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, legge 108 del 2021, Green Deal, PNIEC, PTE, REPowerEU;
- **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.

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 finalizzati a costituire un modello funzionalmente unitario di coltivazione e/o pascolamento e/o allevamento e di generazione elettrica da pannelli fotovoltaici.

La contestuale sinergia tra l’installazione di moduli fotovoltaici e l’attività primaria sulla stessa superficie è un concetto che è stato introdotto già nel 1982 (Goetzberger e Zastrow, 1982) e attualmente - in Italia e nel Mondo - si stanno finalmente diffondendo impianti commerciali che utilizzano questo sistema, 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).

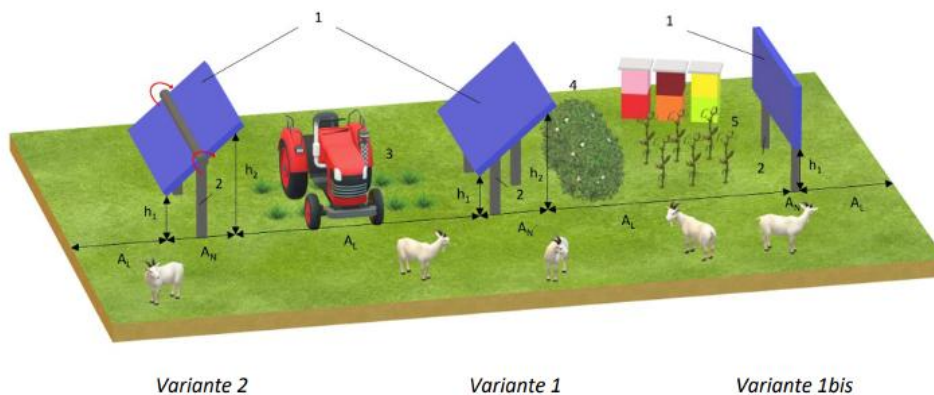


Figura 2. Raffigurazione relativa all'AGRO-FV INTERFILARE, Variante 1 (impianti FV fissi inclinati), Variante 2 (Impianti FV con tracker), Variante 1 bis (Impianti FV fissi verticali) Fonte: ANIE, 2022.

Le soluzioni finora adottate per questo tipo di impianti (Figura 3), hanno visto l'adozione di tecnologie diversificate tra le quali si trovano:

- impianti fissi, previo innalzamento della componente fotovoltaica, in modo da consentire il passaggio dei macchinari agricoli;
- installazione di moduli verticali per il privilegio di produzioni energetiche in fasce orarie differenti;
- sistemi ad inseguimento su singolo o doppio asse


Esistono, inoltre, esempi di tecnologie brevettate specificatamente per l'ambito agrivoltaico (es. tensostrutture sulle quali alloggiare inseguitori solari).



Figura 3. Esempi di differenti soluzioni agrivoltaiche.

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;

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 10 / 115
		Numero Revisione
		00

- 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). In un progetto agrivoltaico in un vigneto promosso da ENEA¹⁹, i pannelli fotovoltaici garantiscono l'ombreggiamento adeguato alle piante, 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 crea alcune variazioni microclimatiche che possono essere utili alla specie coltivate (Armstrong et al., 2016, Reasoner et al., 2022), quali:

- **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 (specialmente per le piante sciafile o brevi-diurne) 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 estiva (elemento premiale in ottica futura 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.

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

¹⁹ <https://www.agrivoltaicosostenibile.com/webinar/>

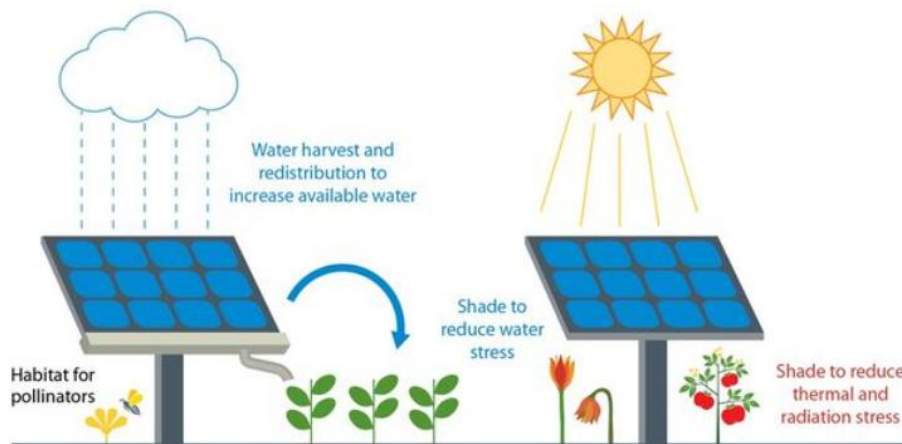


Figura 4. Alcuni benefici per le colture in un sistema agrivoltaico (InSPIRE/Project | Open Energy Information openei.org).

Non esiste quindi uno standard progettuale “assoluto” poiché ci sono diverse variabili che vanno analizzate in base alla localizzazione dell’impianto quali:

- l’ubicazione geografica;
- la conformazione del territorio;
- il clima;
- le colture coltivate tradizionalmente in loco;
- il tipo di coltura;
- il tipo di suolo.

“[...] 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 Sostenibile²⁰).

Un recente rapporto del National Renewable Energy Laboratory (NREL) (Macknick et al., 2022), redatto alla fine della seconda fase triennale di ricerca sulle sinergie tra energia solare e agricoltura, riassume molto bene quali siano gli elementi fondamentali per il successo di un impianto agrivoltaico (definiti la “ricetta delle 5 C”), identificando cinque elementi cardine (Figura 5) su cui lavorare quando si imposta un progetto:

- **clima:** suolo e condizioni ambientali; le condizioni ambientali devono essere adatte sia alla produzione di energia fotovoltaica sia alle colture o alle coperture del suolo desiderate;
- **configurazione:** intesa come tecnologie solari e design; la scelta della tecnologia fotovoltaica, il layout del sito e le altre infrastrutture possono influenzare dalla quantità di luce che raggiunge i moduli solari alla possibilità di far passare un trattore, se necessario, sotto i pannelli;

²⁰ <https://www.media.enea.it/comunicati-e-news/archivio-anni/anno-2021/energia-enea-lancia-la-prima-rete-nazionale-per-l-agrivoltaico-sostenibile.html?highlight=WyJyZXRIIwiJ3JldGUiLCIncmV0ZSciLCJuYXppb25hbGUiLCInbmF6aW9uYWxlJyIsImFneml2b2x0YWljbyIsImFneml2b2x0YWljbycsIiwicmV0ZSBuYXppb25hbGUiLCJyZXRIIG5heml2b2x0YWljbyZ3Jpdm9sdGFpY28iLCJuYXppb25hbGUgYWdyaXZvbHRhaWNvIl0=>

- **colture:** selezione delle specie e dei metodi di coltivazione, i progetti agrivoltaici devono selezionare colture o coperture del terreno che crescano sotto i moduli, in considerazione del clima locale e che siano redditizie nei mercati locali;
- **compatibilità e flessibilità:** il fotovoltaico deve essere progettato in modo da soddisfare le esigenze concorrenti dei proprietari di impianti fotovoltaici, degli operatori del settore e degli agricoltori o dei proprietari terrieri per consentire attività agricole efficienti;
- **collaborazione e partnership:** per il successo di qualsiasi progetto, la comunicazione e la comprensione tra le aziende agricole e i proprietari terrieri sono fondamentali.

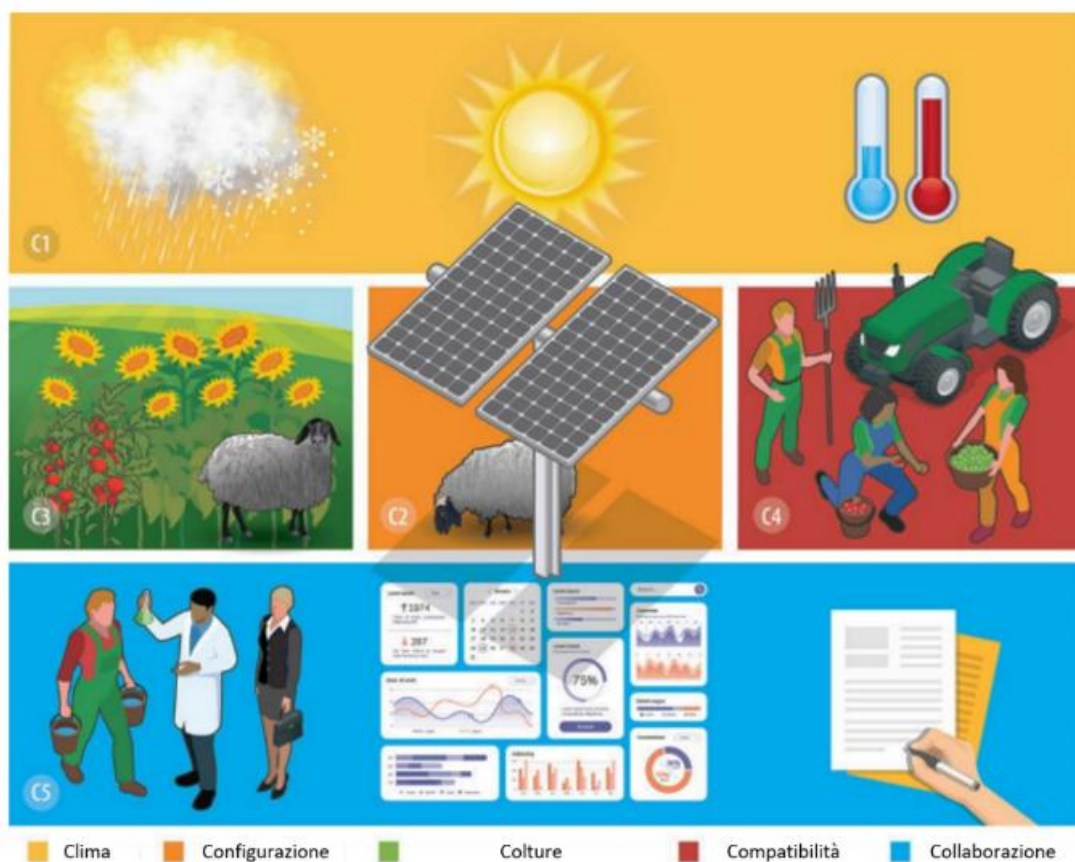



Figura 5. Le 5 C per il successo di un progetto agrivoltaico (Macknick et al., 2022).

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 13 / 115
		Numero Revisione
		00

2.2 Coltivazione di seminativi ed orticole e contestuale produzione di energia da fonte rinnovabile


L'utilizzo della superficie sottostante i pannelli, per la coltivazione di piante erbacee, è risultata una buona soluzione per ovviare alla competizione nell'uso del suolo tra la produzione di energia e agricoltura. Studi recentemente condotti in Italia hanno dimostrato che l'ombra generata dai moduli ha un impatto minimo sulla resa agricola e in alcuni casi migliora addirittura la produzione (Agostini et al., 2021).

Per quanto concerne le **colture cerealicole**, nel caso del frumento, ad esempio, sono stati registrati incrementi produttivi nelle annate siccitose e decrementi nelle annate più umide; l'ombreggiamento risulta inoltre favorire il contenuto proteico delle cariossidi (Weselek et al., 2019). Uno studio condotto nel 2011 (Dupraz et al., 2011) sul grano duro ha evidenziato che, installando i moduli con una densità minore rispetto al fotovoltaico per consentire la coltivazione della superficie, non si riscontrano perdite significative nella produzione (-13 % in sostanza secca e -8% in raccolto). Nello stesso studio, i valori di LER ottenuti per il sistema agrivoltaico risultano superiori a quelli calcolati in altri sistemi di utilizzo combinato della superficie con un aumento della produzione ottenibile dalla superficie tra il 60 e il 70%. Per quanto riguarda il mais, invece, la produzione è risultata leggermente inferiore nei sistemi agrivoltaici in condizioni di risorsa idrica non limitante e, addirittura, superiore in condizioni di stress idrico (Amaducci et al., 2018).

In Germania la Doppel Ernte ha installato un impianto AGV di quasi 2 MWp in cui si pratica la coltivazione di cereali ed è stata mantenuta la rotazione precedente, il sistema è ancora operativo e si è ampliato nel 2021 (Solar Power, 2023), la produzione ottenuta è risultata leggermente inferiore negli anni umidi e addirittura analoga alla precedente negli anni aridi (Figura 6).



Figura 6. Impianto agrivoltaico in Bavaria, Germania.

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 14 / 115
		Numero Revisione
		00

Schindele et al. (2020) riportano esempi di coltivazione in Germania di **patate, frumento, orzo primaverile, barbabietola, porri, sedano, trifoglio e leguminose**, come specie utilizzabili per la coltivazione in sistema agro-fotovoltaico.

Enel²¹ ha attualmente in corso diversi progetti in Grecia, Spagna e Italia in cui si stanno sperimentando gli utilizzi di erbe aromatiche, fiori, prati polifiti e varie colture ortive, tra cui anche leguminose. In questo caso la coltivazione è stata inserita in impianti fotovoltaici esistenti, registrando un aumento dal 15 al 60% nei raccolti a seconda della coltura e del tipo di impianto (fisso, tracker, mono facciale o bifacciale) e un risparmio idrico del 15-20% (Figura 7).



Figura 7. Erbaio coltivato al di sotto dei pannelli fotovoltaici. Fonte: https://hypergeometric.files.wordpress.com/2020/10/trackers_bee-the-change_mike_kiernan_hero.jpg?w=1024.

Hassanpour Akeh. *et al.* (2018) hanno confrontato gli effetti ambientali dei pannelli solari su un erbaio 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 microclimatiche negli impianti 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, nella velocità e nella direzione del vento e nell'umidità del suolo. Le aree sotto i pannelli fotovoltaici 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 8).

²¹ <https://www.enelgreenpower.com/it/media/news/2021/02/agri-fotovoltaico-nuove-soluzioni>

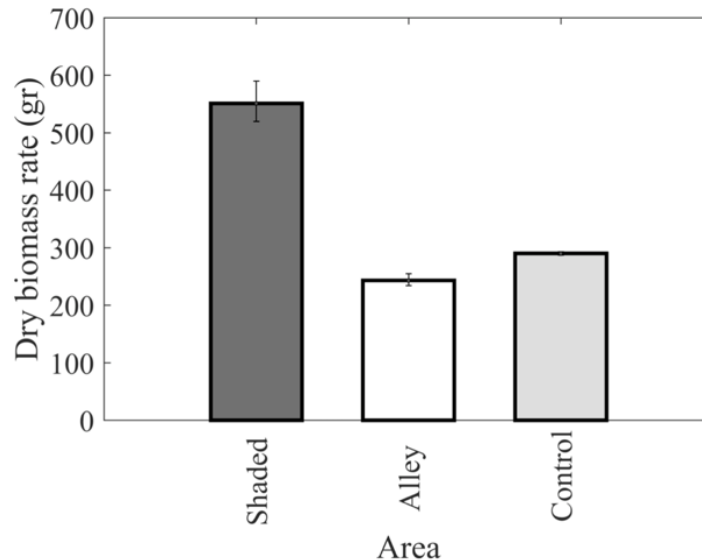



Figura 8. Confronto della biomassa secca nei tre luoghi di campionamento dello studio di Hassanpour Adeh. et al. (2018): all'ombra dei pannelli (shaded), nelle aree aperte tra i pannelli (alley) e nell'area di controllo al di fuori dell'impianto agrivoltaico (control).

I ricercatori statunitensi hanno così confermato che nelle aree sottese ai moduli fotovoltaici si crea 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 osservando 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 climi semi-aridi con inverni umidi risultano essere ottimi candidati per sistemi agrivoltaici, supportati anche dai notevoli guadagni in termini di produttività.

Grazie a diversi studi, che hanno osservato e analizzato la produzione di **specie orticole**, sono state individuate le specie più idonee alla coltivazione con contestuale presenza delle strutture fotovoltaiche, fra queste: *Cucurbita pepo* Linn. (**zucchina**), *Lagenaria siceraria* (**zucca**), *Citrullus fistulosus* Stock (**cocomero**), ecc. (Santra et al., 2017), *Lactuca sativa* L. (**lattuga**), *Capsicum annuum* L. (**peperone**) e in caso di condizioni pedoclimatiche particolarmente aride la presenza delle strutture fotovoltaiche ha permesso di produrre il 100% in più di *Lycopersicon esculentum* Mill. (**pomodoro**) (Barron-Gafford; Ferreira et al., 2024).

L'ombreggiamento ha effetti diretti anche sulle **culture oleaginose**: la composizione degli acidi grassi prodotti dalle colture è infatti influenzata dai cambiamenti in termini di radiazione solare intercettata. È stato rilevato che una riduzione dell'intensità luminosa comporta infatti una riduzione della percentuale di acido oleico prodotto nei semi di colza, mais e girasole, nonché un aumento del contenuto in acidi grassi polinsaturi quali acido linoleico e linolenico (Izquierdo et al., 2009). Gauthier et al., 2017 hanno confermato che la percentuale di acido linoleico prodotto dalla colza è inversamente correlata alla radiazione solare captata dalla coltura.

Un recente studio (Edouard et al., 2023) ha osservato, per un periodo di 2 anni, l'andamento della produzione dell'**erba medica** al di sotto dei pannelli fotovoltaici. Ciò che si evince dallo studio è che dal punto di vista della composizione e del valore nutrizionale il prodotto non ha subito alcun cambiamento, mentre è cambiata la sua morfologia con un aumento della lunghezza degli steli e della

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 16 / 115
		Numero Revisione
		00

superficie delle foglie. Inoltre, trattandosi di una coltura particolarmente sensibile ai deficit idrici, la presenza dei pannelli ha (in taluni casi) aumentato la produzione (+10%) grazie a una diminuzione dell'evapotraspirazione.

Lo studio di Mehta e Zörner (2025) propone una revisione internazionale sulle scelte colturali più idonee all'interno dei sistemi agrivoltaici. La ricerca dimostra come questi sistemi possano diventare una **soluzione strategica per superare la competizione tradizionale tra produzione agricola e produzione energetica, trasformando il conflitto in sinergia**. Tra i risultati più significativi emerge come l'**orzo** può mantenere rese prossime al controllo in condizioni di ombreggiamento moderato e che in alcuni casi si osservano lievi miglioramenti qualitativi (contenuto nutritivo) con microclimi più freschi. Per quanto concerne le Poaceae con analogie fisiologiche all'**avena** presentano una media adattabilità all'ombreggiamento mantenendo una buona produzione di biomassa. Infine, per quanto concerne le leguminose il **trifoglio** risulta altamente compatibile con i sistemi agrivoltaici mantenendo rese soddisfacenti in condizioni agrivoltaiche. Tra i risultati ottenuti nei diversi casi studio emerge inoltre che il **pisello** risulta mantenere una produttività soddisfacente in condizioni di ombreggiamento moderato risultando adatto in configurazioni AGV non troppo dense, mentre specie come il **pomodoro** possono presentare incrementi di resa fino al +20% grazie all'ombreggiamento controllato, che riduce stress termico e consumi idrici, risultando tra le specie più favorite dal microclima agrivoltaico. Infine, per le colture a radice come il **ravanello**, i risultati mostrano come essi risultino moderatamente adatti ai sistemi Agri-PV, grazie alla buona tolleranza all'ombreggiamento moderato. Nel caso specifico del ravanello da seme, considerando che la fase riproduttiva richiede una maggiore disponibilità di luce rispetto al ravanello da radice si può considerare una coltura con compatibilità media.

Per quanto concerne invece progetti realizzati, la società francese TSE ha inaugurato nel settembre del 2022 il suo primo progetto pilota agrivoltaico nella città di Amance, nella Francia nordorientale, con l'obiettivo di dimostrare che l'ombreggiamento può influire positivamente sulla resa esprimibile da colture quali **soia, frumento, segale, orzo e colza**.

In un intervento durante la Fieragricola tenutasi a marzo 2022, Alessandra Scognamiglio, coordinatrice della Task Force Enea Agrivoltaico Sostenibile²², riporta che in prove compiute su mais, frumento e foraggio la variazione di produttività va da un minimo di -8% a un massimo di +10%. Le perdite per patata, pomodoro, zucca e melone, variano da un -5% a un -8%.


Allargando il contesto oltreoceano, le installazioni agrivoltaiche si stanno moltiplicando. Esempio interessante è la Corea del Sud, che nel 2016 ha installato 100 kWp con coltivazione di riso, soia, e altre colture erbacee, ma anche la Cina (Xue, 2017) che tra il 2015 e il 2017 ha installato 4,0 GWp di sistemi agrivoltaici. Sempre in Cina, nella contea di Qianyang della città di Baoji, sono stati recentemente installati 100 MWp di agrivoltaico, associando la produzione di energia con la coltivazione del frumento (Figura 9).

Le scelte di questi paesi scaturiscono anche dalla consapevolezza dell'attuale contesto climatico caratterizzato spesso da eventi meteorici straordinari, nel quale le colture potranno addirittura giovare dell'effetto protettivo dei pannelli contro gli eventi estremi quali, ad esempio, grandine e temperature estreme.

²² <https://www.agrivoltaicosostenibile.com/>



Figura 9. Frumento coltivato al di sotto dei pannelli fotovoltaici nelle campagne di Baoji (Cina, 2021) Fonte: <https://www.longi.com/us/news/6716/>.

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 18 / 115
		Numero Revisione
		00

3 Quadro normativo dell'agrivoltaico

A livello internazionale, lo sviluppo degli impianti agrivoltaici è stato per la prima volta richiamato tra gli obiettivi strategici dell'**Agenda 2030, adottata nel 2015 dalle Nazioni Unite (ONU)**, e recepita immediatamente dall'**Unione Europea**. L'UE ha da sempre sostenuto la produzione di energia da fonti rinnovabili, in particolare tramite il fotovoltaico, ma **solo di recente ha avviato un percorso normativo più definito** volto a regolamentare gli impianti agrivoltaici, ovvero quegli impianti "ibridi" che integrano produzione agricola ed energetica sullo stesso suolo.

Inizialmente, la crescita di questi sistemi è stata rallentata da un quadro legislativo **frammentato e talvolta contraddittorio**, ma oggi si è finalmente avviato un processo di **definizione condivisa di "impianto agrivoltaico"** e di **armonizzazione normativa** a livello europeo e nazionale.


La disciplina dell'agrivoltaico in Italia è passata da una fase di chiusura a un'apertura normativa selettiva.

Il **D. Lgs. 28/2011**, che attuava la prima direttiva europea sulle rinnovabili, includeva già incentivi per le fonti rinnovabili in ambito agricolo ma, all'art. 10, commi 4 e 5, introduceva **limiti significativi**, culminati con il **D.L. 1/2012, art. 65**, che escludeva dagli incentivi gli "impianti solari fotovoltaici con moduli collocati a terra in aree agricole".

Solo nel **2021**, con l'**art. 31, comma 5 della Legge 108/2021** (conversione del D.L. 77/2021), viene ufficialmente riconosciuta la **figura dell'impianto agrivoltaico**:

- il **comma 1-quater** stabilisce che sono ammessi incentivi per impianti "che adottano soluzioni integrative innovative con 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 modificato dalla **L. 34/2022**, subordina l'accesso agli incentivi alla **realizzazione di sistemi di monitoraggio** per verificare l'impatto su colture, uso dell'acqua, continuità aziendale e produttività agricola, secondo linee guida definite dal Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (**CREA**), in collaborazione con il Gestore dei Servizi Energetici (**GSE**).

L'**art. 9 del D.L. 17/2022** ha introdotto un importante strumento per accelerare l'installazione di impianti agrivoltaici: l'**estensione della Procedura Abilitativa Semplificata (PAS)** agli impianti agrivoltaici (art. 65, comma 1-quater, D.L. 1/2012) situati entro 3 km da aree industriali, artigianali o commerciali. Lo stesso decreto ha **eliminato il vincolo del 10%** massimo di copertura agricola ai fini dell'accesso agli incentivi e ha ribadito l'obbligo di installare sistemi di monitoraggio conformi alle **Linee guida CREA-GSE**. Lo stesso CREA, in sede di conversione del D.L. 17/2022, ha sottolineato l'importanza di progetti che non sottraggano suolo fertile in modo permanente, evidenziando il legame tra agrivoltaico e 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.

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 19 / 115
		Numero Revisione
		00

Come già evidenziato nei paragrafi precedenti Strategia dell'UE per l'Energia Solare²³ sottolinea l'importanza per gli Stati membri di integrare, ove opportuno, **specifici incentivi per l'agrivoltaico** nei Piani Strategici Nazionali della **Politica Agricola Comune (PAC)**. In tal senso, le norme in materia di **aiuti di Stato nel settore agricolo** prevedono la possibilità di sostenere investimenti in energia sostenibile, tra cui rientra l'agrivoltaico.

È utile ricordare che, già nel quadro del **Regolamento (UE) n. 1307/2013**, all'art. 32 (par. 3) – relativo agli ettari ammissibili ai fini dell'attivazione dei diritti all'aiuto – era previsto che, pur mantenendo l'uso prevalente agricolo, potessero essere svolte **attività non agricole**, purché queste:

- fossero **preventivamente comunicate** all'organismo pagatore competente, e
- **non ostacolassero in modo significativo** l'attività agricola, tenuto conto dell'intensità, natura, durata e calendario delle attività extra-agricole.

Lo stesso principio è stato confermato con l'entrata in vigore del **Regolamento (UE) n. 2021/2115**, che ha abrogato il regolamento precedente, mantenendo all'articolo 3 la **definizione di superficie agricola** e, all'articolo 4, una **precisazione fondamentale** in merito alla determinazione dell'**ettaro ammissibile** ai fini dei pagamenti diretti, stabilendo che l'ettaro ammissibile comprende le superfici a disposizione dell'agricoltore che rientrano in una delle seguenti categorie:

A. Superfici agricole utilizzate prevalentemente per attività agricole, anche qualora siano adibite anche ad attività non agricole, purché queste ultime non ostacolino in modo significativo l'attività agricola.

B. Superfici che presentano elementi specifici, quali:

- elementi del paesaggio soggetti all'obbligo di mantenimento (Norma BCAA 8 – Allegato III);
- superfici impiegate per il rispetto della quota minima di seminativi destinati a superfici ed elementi non produttivi (compresi i terreni a riposo);
- superfici destinate a regimi per il clima e l'ambiente (art. 31), per la durata dell'impegno.

Gli Stati membri possono consentire che l'ettaro ammissibile includa **ulteriori elementi caratteristici del paesaggio**, purché:

- non siano predominanti,
- non ostacolino significativamente l'attività agricola,
- non superino la quota massima eventualmente stabilita a livello nazionale.

C. Superfici che hanno dato diritto a pagamenti in base al regime di pagamento di base (Reg. UE n. 1307/2013), ma che non rientrano più tra gli ettari ammissibili secondo i criteri di cui sopra, purché:


- la loro esclusione sia conseguente all'applicazione di normative ambientali europee (**Direttive 92/43/CEE, 2009/147/CE, 2000/60/CE**), oppure
- siano oggetto di interventi agroambientali o regimi nazionali coerenti con gli obiettivi di biodiversità, riduzione dei gas serra e adattamento climatico (art. 6, par. 1, lett. d), e) e f)).

Per garantire uno sviluppo sostenibile di questi nuovi sistemi, le principali associazioni di settore (ANIE Rinnovabili, Italia Solare, Elettricità Futura) hanno proposto il **“Position Paper – Sistemi AGRO-FOTOVOLTAICI”**²⁴ per standardizzare la definizione di impianto agrivoltaico (ANIE, 2022).

Un sistema agrivoltaico può essere considerato tale se:

²³ EU Solar energy strategy (COM (“=”) 221 final. https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/solar-energy_en#eu-solar-energy-strategy

²⁴ <https://www.italiasolare.eu/wp-content/uploads/2022/03/AR-EF-IS-Position-Paper-Agrivoltaico.pdf>

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 20 / 115
		Numero Revisione
		00

- la **fattibilità dell'attività agricola** del sistema viene **asseverata** da parte di **un tecnico competente**, sia in fase autorizzativa, sia annualmente;
- è previsto un **monitoraggio costante** della produzione agricola;
- **non più del 30% della superficie** è occupata da strutture permanenti non coltivabili.

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;
- 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, il **28 giugno 2022** è finalmente avvenuta la pubblicazione da parte del MiTE (Ministero della Transizione Ecologica) (oggi MASE – Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica) delle **“Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici”** (MiTE, 2022) e ancora più recenti sono le PAS della CEI, pubblicate nella loro prima edizione a gennaio 2023 e poi ripubblicate a dicembre 2023 (CEI, 2023), che hanno fornito una prima base tecnico-normativa unificata.

La diffusione di questa tipologia di impianti è stata infatti a lungo 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’agrivoltaico viene dedicato il primo punto della missione Energia Rinnovabile, Idrogeno, Rete e Mobilità Sostenibile (M2C2) (Figura 10).

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 21 / 115
		Numero Revisione
		00



M2C2 - ENERGIA RINNOVABILE, IDROGENO, RETE E MOBILITA' SOSTENIBILE

Ambiti di intervento/Misure	Totale
1. Incrementare la quota di energia prodotta da fonti di energia rinnovabile	5,90
Investimento 1.1: Sviluppo agro-voltaico	1,10
Investimento 1.2: Promozione rinnovabili per le comunità energetiche e l'auto-consumo	2,20
Investimento 1.3: Promozione impianti innovativi (incluso <i>off-shore</i>)	0,68
Investimento 1.4: Sviluppo biometano	1,92
Riforma 1.1: Semplificazione delle procedure di autorizzazione per gli impianti rinnovabili <i>onshore</i> e <i>offshore</i> , nuovo quadro giuridico per sostenere la produzione da fonti rinnovabili e proroga dei tempi e dell'ammissibilità degli attuali regimi di sostegno	-
Riforma 1.2: Nuova normativa per la promozione della produzione e del consumo di gas rinnovabile	-

23,78
Mld
Totale

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

Il **DM nr. 436 del 22/12/2023 (DM Agrivoltaico)** pubblicato sul sito del MASE ed entrato in vigore il 14 febbraio 2024 ha infine finalmente chiarito quali debbano essere i requisiti tecnici dell'agrivoltaico che può accedere agli incentivi PNRR. E il 31 maggio 2024 sono state pubblicate le **Regole Operative del GSE** volte ad aumentare la chiarezza normativa per i progetti agrivoltaici "avanzati", definendo una serie di parametri e modalità di calcolo, anche per la definizione della superficie totale del sistema agrivoltaico e della superficie destinata ad attività agricola.


Appare chiara la tendenza nazionale a favorire la realizzazione di sistemi agrivoltaici avanzati, in grado cioè di massimizzare l'integrazione tra sistema di produzione agronomico e sistema di produzione energetico, anche mediante utilizzo di sistemi di monitoraggio in grado di verificarne le condizioni ottimali di esercizio e gli effetti sui benefici concorrenti.

Si auspica che la definizione di agrivoltaico diventi sempre più chiara e normata, basti pensare che gli unici riferimenti legislativi a tale siano rappresentati da articoli che fanno specifico riferimento agli incentivi:

- art 14, comma 1, lettera c) del D. Lgs. 199/2021 che li definisce come "sistemi ibridi agricoltura-produzione energetica che non compromettano l'utilizzo dei terreni dedicati all'agricoltura";
- articolo 65, comma 1-quater, del D.L. 1/2012 che parlando di "soluzioni integrative innovative con montaggio dei moduli elevati da terra" descrive un impianto agrivoltaico associabile al concetto di agrivoltaico avanzato, senza però fornire indicazioni specifiche, che mancano anche per stabilire i requisiti necessari per accedere alla procedura semplificata (PAS).

L'entrata in vigore del **D.L. 63/2024** "Disposizioni urgenti per le imprese agricole, della pesca e dell'acquacoltura, nonché per le imprese di interesse strategico nazionale" (**cd. D.L. Agricoltura**), mediante l'art. 5, ha introdotto il **comma 1-bis all'art. 20 del D. Lgs 199/2021, vietando l'installazione di impianti fotovoltaici a terra nelle zone classificate come agricole dai piani urbanistici** ma consentendo, sempre nelle medesime zone:

- gli interventi di modifica, rifacimento, potenziamento o integrale ricostruzione di impianti già installati, a condizione che non comportino un incremento dell'area occupata [cfr. comma 8, lettera a)];

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 22 / 115
		Numero Revisione
		00

- l’installazione nelle aree di cui alle lettere c e c-ter 2) e 3) comma 8 dell’art. 20;
- di progetti finalizzati alla costruzione di una comunità energetica rinnovabile o **finanziati dal piano nazionale di ripresa e resilienza (PNRR)**, dal piano nazionale degli investimenti complementari al PNRR (PNC) o da altri progetti necessari per il conseguimento degli obiettivi del PNRR.

L’intento del provvedimento è quello di limitare l’uso del suolo agricolo vietando gli impianti fotovoltaici a terra. **Il suddetto decreto sancisce quindi che un impianto agrivoltaico** che, in conformità con l’art. 65 comma 1-quater del D.Lgs. 1/2012, adotta soluzioni integrative innovative e che prevede l’applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione e l’adozione di sistemi di monitoraggio, da attuare sulla base delle linee guida adottate dal Consiglio per la ricerca in agricoltura e l’analisi dell’economia agraria, in collaborazione con il GSE, per verificare l’impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per i diversi tipi di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate, **non compromette la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale**, motivo per il quale l’art. 5 del D.L. Agricoltura non fa riferimento agli impianti “agrivoltaici” ma ai soli impianti fotovoltaici²⁵.

Il riferimento agli obiettivi del PNRR normalmente è stato interpretato come apertura agli impianti agrivoltaici avanzati (anche considerando gli obiettivi del D.L. 63/2024, e il tenore del dibattito), ma in realtà non è chiaro che non si possa estendere anche agli agrivoltaici standard. Bisogna infatti considerare che la Missione 2, “Rivoluzione verde e transizione ecologica”, si compone di azioni volte all’incremento dell’utilizzo di fonti rinnovabili, la semplificazione delle procedure e la promozione dell’agrivoltaico. Più specificamente, la relazione del PNRR riconosce la necessità di “Semplificazione e razionalizzazione delle normative in materia ambientale” e individua come Obiettivo specifico la realizzazione di impianti da rinnovabili ed il target del fotovoltaico.

Anche il **DM del 21 giugno 2024 (cd “Decreto Aree Idonee”)**, che regola l’identificazione delle superfici e delle aree adatte all’installazione di impianti a fonti rinnovabili e sancisce le aree agricole per le quali vige il divieto di installazione di impianti fotovoltaici con moduli collocati a terra ai sensi dell’art. 20, comma 1-bis, del D.Lgs. 199/2021, prevedeva che entro il 30 dicembre 2024, ogni Regione emanasse una propria legge per definire le aree in cui sono consentiti gli impianti rinnovabili, le aree incompatibili, le zone soggette ai regimi autorizzatori ordinari e quelle in cui è proibita l’installazione di impianti fotovoltaici a terra.


Nello stesso decreto è stata introdotta una distinzione, tra agrivoltaico semplice e agrivoltaico avanzato ai sensi del comma 1-quater dell’art. 65, quest’ultimo oggetto naturalmente di un maggiore “favor” sotto il profilo della realizzabilità degli interventi.

La definizione ha carattere funzionale e non sostituisce le definizioni tecniche precedenti (Linee Guida MiTE 2022, DM 436/2023, Regole Operative GSE 2024), che restano valide per incentivi, monitoraggio e certificazione della continuità agricola.

Gli impianti localizzati in aree classificate idonee possono beneficiare di:

- riduzione dei tempi autorizzativi;
- maggiore coordinamento tra enti competenti;

²⁵ È fondamentale sottolineare che la norma fa espresso riferimento esclusivamente agli impianti “fotovoltaici” con moduli collocati a terra e che, come ormai riconosciuto dalla giurisprudenza amministrativa di primo grado (cfr. TAR Bari, sent. n. 568/2022; nonché TAR Lecce, sentenze nn. 1799/2022 e 586/22, 1267/22, 1583/22, 1584/22, 1585/22, 1586/22) costituiscono una categoria diversa dagli impianti “agrivoltaici”. In tale direzione è ormai orientata la prevalente che ha ripetutamente annullato analoghi dinieghi assunti sulla base di un errata assimilazione tra le due categorie di impianti fotovoltaici.

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 23 / 115
		Numero Revisione
		00

- possibili applicazioni del silenzio-assenso.


In conclusione, ad oggi l'installazione degli impianti agrivoltaici in area agricola rimane possibile, ma subordinata alla classificazione regionale delle aree idonee secondo i criteri introdotti dal decreto. Continua quindi la sfida attuale in cui si trovano ad oggi le regioni italiane che devono garantire uniformità interpretativa tra Stato e Regioni, valorizzando il potenziale dell'agrivoltaico **senza sacrificare il suolo fertile e rispettando le priorità della PAC e della transizione ecologica nazionale.**

La chiara tendenza nazionale a favorire la realizzazione di sistemi agrivoltaici avanzati - in grado cioè di massimizzare l'integrazione tra sistema di produzione agronomico e sistema di produzione energetico, anche mediante utilizzo di sistemi di monitoraggio in grado di verificarne le condizioni ottimali di esercizio e gli effetti sui benefici concorrenti - viene parzialmente modificata con la recentissima pubblicazione del **DLgs del 21 Novembre 2025 n.175** e del **DLgs 26 novembre 2025, n. 178** che hanno apportato alcune modifiche al DLgs 190/2024, tra gli altri abrogando l'art.20 della legge 199/2021, e introducendo una nuova regolamentazione per le "aree idonee" all'installazione di impianti da fonti rinnovabili. È importante sottolineare che il D.L. 175/2025 **non introduce distinzioni tra impianti agrivoltaici "standard" e "avanzati", ma riporta una definizione generale di impianto agrivoltaico ai fini dell'identificazione delle aree idonee.** Elemento particolarmente rilevante è il comma 2 secondo cui **nelle zone classificate agricole dai piani urbanistici vigenti è "comunque sempre consentita l'installazione di impianti agrivoltaici di cui all'articolo 4, comma 1, lettera f-bis), attraverso l'impiego di moduli collocati in posizione adeguatamente elevata da terra".** Nel medesimo decreto viene definito il termine di "impianto agrivoltaico" (art 4 comma 1 lettera f-bis) quale **impianto fotovoltaico che preserva la continuità delle attività colturali e pastorali sul sito di installazione. Al fine di garantire la continuità delle attività colturali e pastorali, l'impianto può prevedere la rotazione dei moduli collocati in posizione elevata da terra e l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione.**

In conclusione, **ad oggi l'installazione degli impianti agrivoltaici in area agricola rimane possibile**, ma subordinata alla classificazione regionale delle aree idonee secondo i criteri introdotti dal decreto. Continua quindi la sfida in cui si trovano ormai da anni le regioni italiane che devono garantire uniformità interpretativa tra Stato e Regioni, valorizzando il potenziale dell'agrivoltaico **senza sacrificare il suolo fertile e rispettando le priorità della PAC e della transizione ecologica nazionale.**

In termini di aree idonee l'**Emilia Romagna** aveva infatti normato la realizzazione di impianti rinnovabili in linea con quanto richiesto dalla normativa nazionale precedente al DL 175 con la delibera 23 maggio 2023 n.125, elaborata con l'obiettivo di armonizzare i criteri localizzativi degli impianti fotovoltaici stabiliti dalla DAL n. 28/2010 con le previsioni statali introdotte dall'art. 20, d.lgs. n. 199/2021. La Delibera riconosce gli impianti agrivoltaici, e in particolare gli impianti di tipo avanzato, come soluzione compatibile con la destinazione agricola delle superfici, definendo la tipologia di impianto che può essere installata sulle aree agricole a seconda dell'idoneità dell'area come segue:

- su aree c-ter e in assenza di colture certificate da più di 3 anni è possibile installare un impianto di tipo fotovoltaico sul 100% della superficie in disponibilità del proponente;
- su aree c-ter e in presenza di colture certificate è possibile installare solo impianti Agrivoltaici di tipo avanzato
- su aree agricole c-quater e le restanti aree che "non siano state dichiarate idonee" dalla disciplina statale e regionale in materia - purché non sussista un'espressa previsione di inidoneità - è

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 24 / 115
		Numero Revisione
		00

possibile installare impianti fotovoltaici standard sul 10% della superficie in disponibilità del proponente

- laddove le già menzionate aree siano interessate da una coltivazione certificata è possibile realizzare solo impianti agrivoltaici avanzati, rispondenti alla normativa tecnica di riferimento, ivi compresi gli impianti agrivoltaici con tecnologia di tipo verticale (cioè, “a spalliera”, comunemente anche “bifacciali”)

In ossequio a quanto previsto al punto 2.2 della DAL 125/2023, la Regione, con la Deliberazione della Regione Emilia-Romagna n. 693/2024 recante “Criteri per l'individuazione delle aree interessate da coltivazioni certificate e procedure di controllo ai fini dell'installazione di impianti fotovoltaici in area agricola”, definisce i criteri per l'individuazione delle aree interessate dalle coltivazioni certificate, ritenendo tali:

- produzioni biologiche ai sensi del Reg. (UE) n. 848/2018.
- produzioni registrate nel Sistema di Qualità Nazionale Produzione Integrata, in conformità con l'art. 2 della Legge n. 4 del 2011.
- produzioni a Denominazione di Origine Protetta (DOP) e Indicazione Geografica Protetta (IGP), ai sensi del Reg. (UE) n. 1151/2012 e Reg. (UE) n. 1308/2013.
- foraggi prodotti nella zona d'origine del Parmigiano Reggiano DOP, come disciplinato dal Regolamento (UE) n. 794/2011.

3.1 Linee Guida in materia di agrivoltaici – MiTE

Le “Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici” (MiTE, 2022) sono il frutto di un lavoro congiunto tra CREA²⁶, GSE²⁷, ENEA²⁸ ed RSE²⁹, coordinato dallo stesso MiTE (ora MASE), allo scopo di rappresentare un punto di riferimento per l'Agrivoltaico in Italia, non solo per poter definire cosa renda un impianto, che usa la tecnologia fotovoltaica, “agrivoltaico”, ma anche per identificare elementi concreti e quantificabili che consentono di distinguere tra diversi tipi di impianti agrivoltaici, identificando tra questi quali possano/potranno o meno accedere ai contributi statali e del PNRR.

Un ulteriore riferimento è rappresentato dalle norme CEI PAS 82-93 “Impianti Agrivoltaici” di dicembre 2023 (“Norme CEI” – Public Available Specification) dedicate agli impianti agrivoltaici, che partendo dalla LG del MASE propone una classificazione delle tipologie di impianti agrivoltaici, le tipologie di installazioni che si ritengono realizzabili, i requisiti di base e il monitoraggio e la valutazione della produzione elettrica. La PAS fornisce anche elementi sulla sicurezza elettrica nell'esercizio delle attività elettriche e agricole, le attività di O&M e le verifiche degli impianti agrivoltaici. È fondamentale considerare che il documento riporta tipologie installative che, allo stato attuale, si ritengono realizzabili, ma non vuole essere limitativo nei confronti di altre possibili tipologie di impianti e sistemi agrivoltaici.


Entrambi i riferimenti forniscono quindi una classificazione della tipologia di impianti agrivoltaici in base alla rispondenza a determinati requisiti, definiti con criteri analoghi, che si riferiscono sia all'impianto fotovoltaico sia al piano tecnico-agronomico delle colture, quali:

²⁶ Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria.

²⁷ Gestore dei servizi energetici S.p.A.

²⁸ Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile.

²⁹ Ricerca sul sistema energetico S.p.A.

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 25 / 115
		Numero Revisione
		00

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:

- **A.1 Superficie minima coltivata:** per garantire il prosieguo dell'attività agricola la superficie agricola (S_{agr}) non deve essere inferiore al 70% della superficie totale (S_{tot}) dell'area oggetto di intervento;
- **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%.

A proposito di quest'indice in particolare è interessante osservare come esso non sia stato inserito tra i parametri da tenere in considerazione nel concetto di avanzato per il PNRR (allegato 2-DM nr. 436 del 22/12/2023).

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:

- **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.

REQUISITO C: L'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra, volte a ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli.

Altezza minima dei moduli fotovoltaici dal suolo:

- almeno pari a 2,1 m nel caso di attività colturale;
- almeno pari a 1,3 m nel caso di attività zootecnica (altezza minima per consentire il passaggio con continuità dei capi di bestiame).


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:

- D.1: risparmio idrico;
- D.2: monitoraggio della continuità dell'attività agricola.

Con particolare riferimento al bilancio idrico, le stesse LG indicano che "Nelle aziende non irrigue il monitoraggio di questo elemento dovrebbe essere escluso."

REQUISITO E: Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che, oltre a rispettare il requisito D, consenta di verificare:

- E.1: il recupero della fertilità del suolo;

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 26 / 115
		Numero Revisione
		00

- E.2: il microclima;
- E3: la resilienza ai cambiamenti climatici.

I requisiti introdotti dal MASE (ex MiTE) consentono di definire alcune tipologie di impianto a seconda della configurazione spaziale, considerando che l'area destinata a coltura oppure ad attività zootecniche può coincidere con l'intera area del sistema agrivoltaico oppure essere ridotta ad una parte di essa (considerando parte della superficie dell'impianto come Superficie non agricola S_N), per effetto delle scelte di configurazione spaziale dell'impianto agrivoltaico.

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)”;
- 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.

Le Linee Guida sopracitate definiscono 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”. Il pattern fotovoltaico è infatti caratterizzato da **porosità**, definita come il rapporto tra l'area totale di installazione e l'area occupata dai moduli: lo spazio nel quale il pattern fotovoltaico è organizzato è quindi una sorta di spazio “vuoto” definito “**spazio poro**”.

Nello specifico caso di un impianto Agrivoltaico (impianto in cui coesistono elementi agricoli – coltivazione – ed elementi tecnologici finalizzati alla produzione di energia – fotovoltaico), il concetto di spazio poro viene definito come lo “*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*” (MiTE, 2022).

In termini di superfici la PAS CEI utilizza un approccio diverso (Figura 11), considerando diverse categorie di superfici.

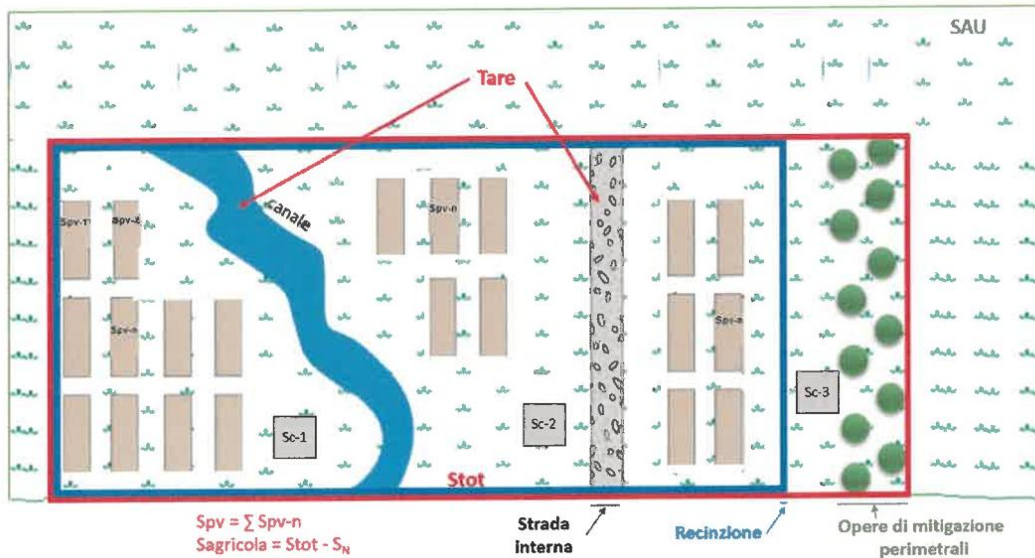


Figura 11. Identificazione delle varie superfici di interesse per il sistema agrivoltaico; sono indicate la SAU (superficie agricola utilizzata), la Stot (Superficie del sistema agrivoltaico) all'interno del perimetro rosso, la recinzione dell'impianto agrivoltaico (perimetro in blu), la Spv (Superficie totale di ingombro dei moduli fotovoltaici), come somma delle varie porzioni Spv-n, e la Sc (superficie occupata da apparecchiature elettriche); non fanno parte della Stot le tare agricole (nel caso di questa figura, queste sono il canale e la strada interna), mentre ne fanno parte le opere di mitigazioni perimetrali.

Rispetto alle superfici indicate dal MASE quindi le **norme CEI** considerano come superfici totale non solo quella delle tessere ma l'intera superficie occupata dalle coltivazioni, comprese le mitigazioni, "purché si tratti di aree coltivate comprese nel Piano agronomico che hanno interazione con il sistema agrivoltaico." La PAS della CEI introduce, per le tipologie di impianti che impiegano moduli su strutture ad inseguimento solare, il concetto che la Superficie non agricola S_N può variare in funzione delle scelte progettuali di carattere geometrico e dimensionale e, colturali, se opportunamente giustificato da un agronomo professionista.

Un sistema agrivoltaico quindi, oltre a creare un connubio virtuoso tra produzione di energia elettrica e agricola, risulta avere le potenzialità per poter garantire un migliore inserimento paesaggistico rispetto ad un impianto fotovoltaico di tipo tradizionale.

In termini di indicazioni relative alle valutazioni di un impianto AGV sono state anche pubblicate le Prassi di riferimento **UNI/PdR 148:2023** entrate in vigore il 3 agosto 2023, documento pubblicato da UNI e previsto dal Regolamento UE n. 1025/2012 che prescrive le prassi condivise insieme ad altri enti sui "Sistemi agrivoltaici: integrazione di attività agricole e impianti fotovoltaici".

In

Tabella 1 si riportano i requisiti a cui un progetto deve essere rispondente per poter essere classificato nelle diverse categorie di impianto agrivoltaico, secondo le citate LG.


	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 28 / 115
		Numero Revisione
		00

Tabella 1. Requisiti necessari per classificare i progetti agrivoltaici.

VOCE		A1	A2	B	C	D1	D2	E
Impianto agrivoltaico	MiTE	x	x	x			x	
	CEI	x	x	x				
Impianto agrivoltaico avanzato	MiTE	x	x	x	x	x	x	
	CEI	x	x	x	x	x	x	
Impianto agrivoltaico avanzato ai fini PNRR	MiTE	x	x	x	x	x	x	x
	CEI	x	x	x	x	x	x	x

Le suddette LG 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, distinguendo tra questi quali possano o meno accedere ai contributi statali e del PNRR.


Per la valutazione della conformità delle superfici in termini di “agrivoltaico avanzato” il DM Agrivoltaico (**DM 436 del 22/12/2023**) le **Regole Operative del GSE³⁰** (di seguito anche RO GSE), costituiscono un importante supporto in quanto esse recepiscono le LG del MASE, integrando di fatto anche le considerazioni in termini di superfici introdotte dalla norma CEI-PAS 82-93.

Per gli agrivoltaici avanzati è prevista l’esclusione del LAOR, nel caso di impianti agrivoltaici “avanzati”, l’attività agricola può infatti essere perpetuata su tutta la superficie sottesa alle strutture fotovoltaiche in ragione della prescrizione dell’altezza minima.

In particolare, i requisiti identificati per l’accesso agli incentivi risultano:

- impianto definibile **“agrivoltaico di natura sperimentale (avanzato)”** in conformità a quanto stabilito dall’articolo 65, commi 1-quater e 1-quinquies, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1. Gli indicatori sul recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici, sono individuati dal GSE, sentito il crea, nell’ambito delle regole applicative di cui all’articolo 12, comma 2 del dm 436/23;
- **superficie minima** destinata all’attività agricola ($S_{agr} \geq 0,7 * S_{tot}$);
- adozione di soluzioni costruttive integrate innovative: in particolare **l’altezza minima dei moduli** dell’impianto agrivoltaico avanzato rispetto al suolo deve consentire la continuità delle attività agricole (o zootecniche) anche sotto ai moduli fotovoltaici e rispetta, in ogni caso, i valori minimi di seguito riportati:
 - 1,3 metri nel caso di attività zootecnica (altezza minima per consentire il passaggio con continuità dei capi di bestiame) e impianti agrivoltaici che prevedono l’installazione di moduli in posizione verticale fissa;
 - 2,1 metri nel caso di attività colturale (altezza minima per consentire l’utilizzo di macchinari funzionali alla coltivazione);
- produttività elettrica minima: ($f_{vagr} \geq 0,6 * f_{vstandard}$);

³⁰ www.gse.it/servizi-per-te/attuazione-misure-pnrr/sviluppo-agrivoltaico/documenti

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 29 / 115
		Numero Revisione
		00


- continuità dell'attività agricola e pastorale sul terreno oggetto dell'intervento (condizione da verificare con le modalità stabilite da CREA-GSE nelle "Linee guida per il monitoraggio della continuità dell'attività agricola"³¹).

Si rappresentano (Tabella 2) le definizioni e gli schemi grafici introdotti dalle RO GSE, utilizzati anche per la valutazione del progetto presentato.

Tabella 2. Parametri e schema grafico nelle Regole Operative del GSE.

Parametro	Descrizione	Schema grafico
S_{totale}/S_{tot}	$S_{tot} = S_{agr} + S_{non\ agricola}$ superficie utilizzata per coltura e/o zootecnia + superficie totale su cui insiste l'impianto agrivoltaico a cui vengono poi sottratti valori di <i>Superfici non coltivabili</i> (es. fabbricati, cortili, fossi, reticolo idrografico, strade impermeabilizzate).	
$S_{agricola}/S_{agr}$	Porzione di S_{tot} che continua a essere utilizzata per le attività agricole, di coltivazione e/o di allevamento al netto della $S_{non\ agricola}$ (es. strutture di sostegno moduli), possono essere comprese le opere di mitigazione se rientrano nel piano agronomico.	
$S_{non\ agricola}$	Componenti dell'impianto agrivoltaico (strutture, cabine, inverter, strade impermeabilizzate) + <i>Superfici non coltivabili</i> .	
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).	

³¹ [www.gse.it/documenti_site/Documenti%20GSE/Servizi%20per%20te/Attuazione%20misure%20PNRR / Sviluppo%20agrivoltaico/Guide/Linee%20guida%20monitoraggio.pdf](http://www.gse.it/documenti_site/Documenti%20GSE/Servizi%20per%20te/Attuazione%20misure%20PNRR/Sviluppo%20agrivoltaico/Guide/Linee%20guida%20monitoraggio.pdf)

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 30 / 115
		Numero Revisione
		00

4 L'agricoltura in Emilia-Romagna

L'**Emilia-Romagna** si distingue per l'elevato grado di fertilità dei suoli e per un comparto agricolo tra i più strutturati e produttivi d'Italia. Le ampie aree di pianura, caratterizzate da terreni profondi e facilmente lavorabili, consentono un utilizzo intensivo e razionale delle superfici coltivate e favoriscono l'impiego di tecniche agronomiche moderne e sostenibili. L'efficiente rete di **canali irrigui e opere di bonifica**, gestita dai Consorzi territoriali, garantisce una distribuzione capillare delle risorse idriche, elemento strategico per la produttività delle principali filiere regionali.

Negli ultimi anni, tuttavia, la **variabilità climatica** ha reso più complessa la gestione dell'acqua e delle pratiche agronomiche. Il biennio 2022-2023 è stato segnato da una severa **crisi idrica** che ha colpito trasversalmente i comparti agricoli, mentre il 2024 ha mostrato un'inversione di tendenza, con precipitazioni abbondanti e persistenti che, pur garantendo un buon ripristino delle riserve idriche, hanno ostacolato le operazioni colturali e favorito l'insorgenza di patologie fungine e fitosanitarie.

Parallelamente, la **congiuntura economica e geopolitica** ha inciso sui costi di produzione e sulle scelte colturali, accelerando un processo di trasformazione strutturale già avviato da tempo. Molte aziende hanno orientato la propria strategia verso una maggiore **specializzazione e integrazione di filiera**, puntando su produzioni ad alto valore aggiunto e sulla sinergia con il settore agroindustriale. Sul piano territoriale, si è consolidata l'influenza dell'"**economia del gusto**", che ha valorizzato la straordinaria varietà delle produzioni tipiche regionali – dal **Parmigiano Reggiano** al **Prosciutto di Parma**, dal **Lambrusco** ai **cereali e ortaggi di pianura** – contribuendo al rilancio socioeconomico di molte aree rurali e rafforzando la competitività complessiva del sistema agricolo.

Infine, un ruolo decisivo continua a essere svolto dalle **politiche pubbliche**, in particolare dalla **Politica Agricola Comune (PAC)** e dai Programmi di Sviluppo Rurale, che orientano le scelte produttive e promuovono la transizione ecologica e digitale delle imprese agricole.

4.1 Superfici, coltivazione ed altre attività agricole

La regione ha un'estensione totale di 2,2 milioni di ettari di cui circa il 48% rientra nella fascia altimetrica della pianura, il 27% in collina e il 25% in montagna; degli ettari totali 1.326.010 ha rappresentano la superficie agricola totale (SAT) di cui circa il 78% (1.044.823 ha) costituiscono la SAU (superficie agricola utilizzata).

La SAT è investita prevalentemente a colture seminative, boschi e coltivazioni legnose agrarie (Figura 12). I principali seminativi sono rappresentati da foraggere avvicendate, cereali (frumento e mais), colture industriali (barbabietola da zucchero, soia, ecc.) e ortive (Figura 13).

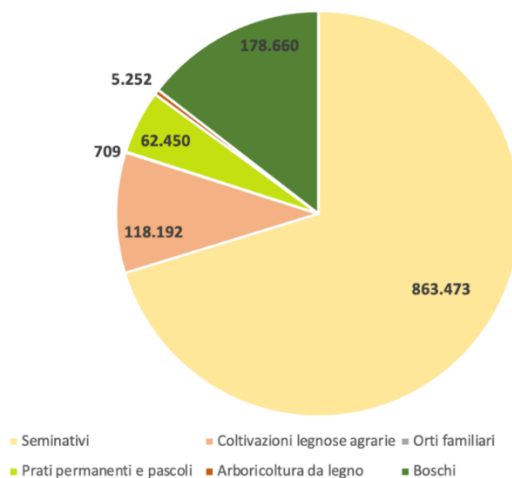


Figura 12. Ripartizione (ettari) delle coltivazioni nel suolo agricolo in Emilia-Romagna. (Elaborazione su dati censimento ISTAT).

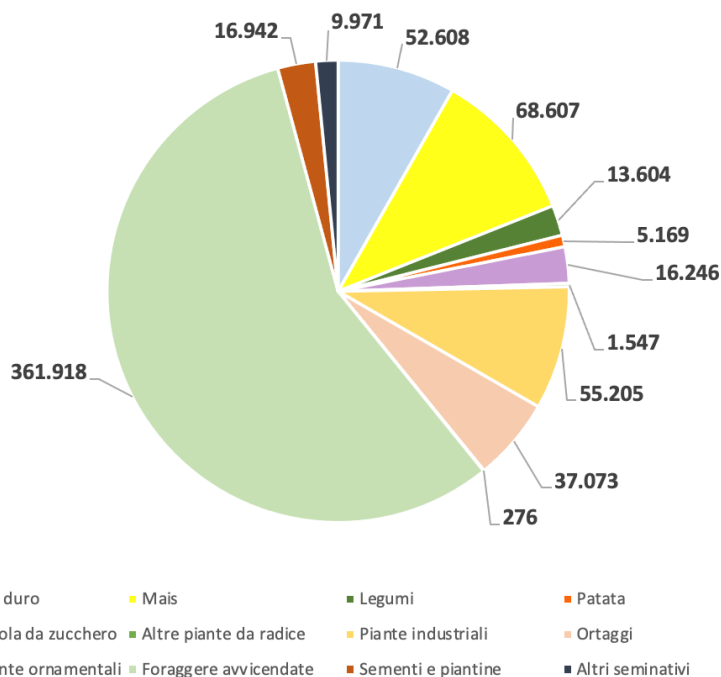



Figura 13. Ripartizione (ettari) dei principali seminativi coltivati in Emilia-Romagna. (Elaborazione su dati censimento ISTAT).

Oltre che per i suoi 863 mila ettari di seminativi (12% del totale nazionale), la regione è altresì importante nell'ambito della zootecnia, settore chiave dell'economia regionale; i prodotti zootecnici sono di alta qualità e largamente esportati sia a livello nazionale sia a livello internazionale. L'Emilia-Romagna conta infatti circa il 10% del patrimonio bovino nazionale (il 16% considerando le sole vacche da latte), l'11,7% dei suini e il 17,7% degli avicoli.

I dati dell'ultimo censimento ISTAT riportano 53.753 aziende agricole presenti sul territorio regionale pari al 4,7% del totale nazionale, le aziende risultano meno di un terzo rispetto al dato registrato nel 1982.

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 32 / 115
		Numero Revisione
		00

Il Ministero delle Politiche agricole e alimentari, in collaborazione con la regione stessa, ha riconosciuto 184 eccellenze gastronomiche emiliane e romagnole come "tradizionali", delle quali 75 riconosciute dall'Unione Europea con i marchi DOP, IGP e STG.

In Italia, il valore complessivo delle produzioni DOP, IGP e STG ammonta a 16,6 miliardi di euro, le cui principali eccellenze gastronomiche in termini di valore vengono prodotte in Emilia-Romagna con un impatto economico regionale di 2.779 milioni di euro, dato che le assicura il primo posto nella classifica nazionale, e il secondo dopo il Veneto, se si considerano anche le eccellenze enologiche (Ismea-Qualivita, 2022). Tra queste produzioni, a livello gastronomico, si annoverano il Grana Padano DOP, il Parmigiano-Reggiano DOP, l'Aceto Balsamico tradizionale di Modena e Reggio Emilia DOP, il Culatello di Zibello DOP, la mortadella di Bologna IGP, lo squacquerone di Romagna DOP, i salumi piacentini DOP e tanti altri. Protagoniste del settore enologico sono le famose DOC dei Colli Bolognesi e Piacentini, il Lambrusco di Sorbara, Grasparossa di Castelvetro e quello Salamino di Santa Croce (...), le DOCG Colli Bolognesi Pignoletto e Romagna Albana (...), le IGT Bianco di Castelfranco Emilia, Forlì, Ravenna, Rubicone e tante altre ancora.

Secondo le rilevazioni del Sistema d'Informazione Nazionale sull'Agricoltura Biologica (SINAB, 2022) l'Emilia-Romagna nel 2021 occupava il quinto posto della classifica nazionale nell'ambito della conduzione in regime biologico (Figura 14), con una SAU di circa 183.578 ha.

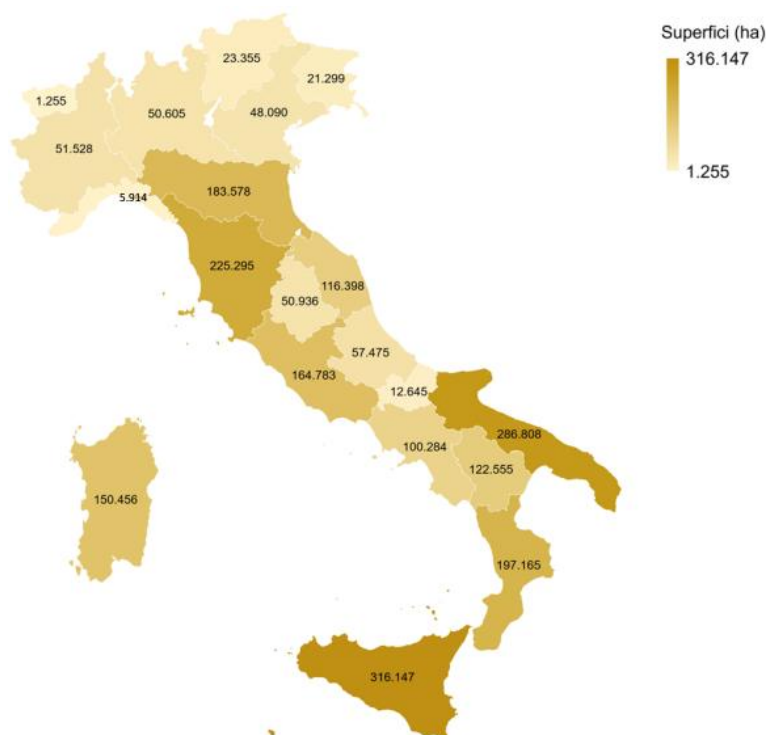



Figura 14. Distribuzione regionale delle superfici (ha) condotte in biologico in Italia (SINAB,2022).

Secondo l'aggiornamento SINAB 2024, il settore del biologico, nel 2023, registra una contrazione a livello regionale, infatti, i produttori sono diminuiti del -2,1%, mentre la SAU biologica dell'0,7% (192.015 ha); le colture principali sono quelle foraggere (Figura 15).

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 33 / 115
		Numero Revisione
		00

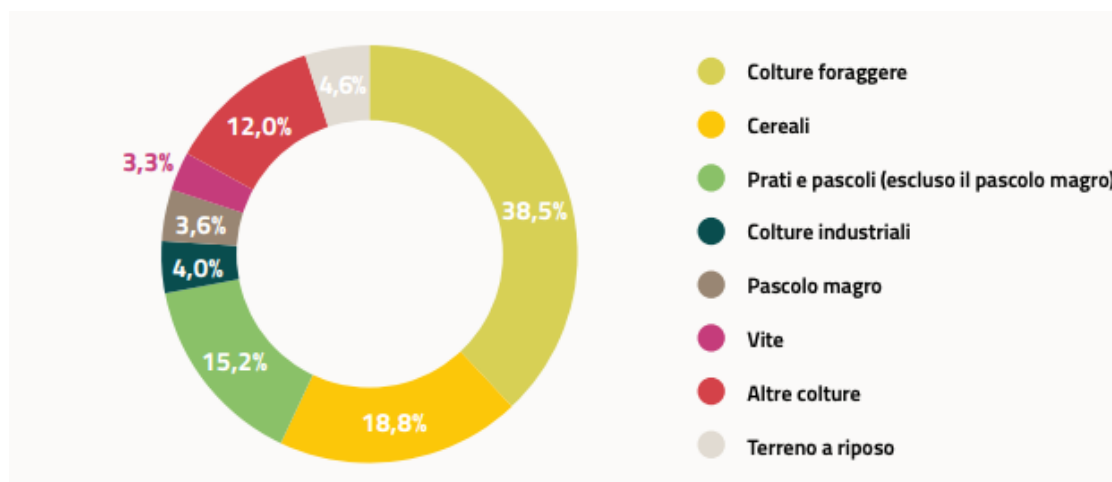


Figura 15. Superfici e coltura a livello regionale (valori espressi in ettari).

4.2 Andamento economico delle colture di progetto


Il 2024 si conferma come un anno di notevole ripresa e crescita per il comparto agroalimentare emiliano-romagnolo. Dopo le criticità causate dalle gelate primaverili e dalle gravi alluvioni del 2023, dalla siccità nel 2022 e dalle gelate nel 2021 il settore ha raggiunto risultati senza precedenti, superando i 6 miliardi di euro di produzione lorda vendibile agricola e registrando un incremento del 13% rispetto all'anno precedente³². Risulta comunque sempre più evidente come i cambiamenti climatici stiano avendo un impatto significativo e crescente sulla produzione agricola. L'aumento delle temperature, le precipitazioni irregolari e gli eventi meteorologici estremi, oltre al conseguente moltiplicarsi delle problematiche fitosanitarie e alle difficoltà nel controllarle, stanno sempre più mettendo a dura prova le attività agricole.

Nel 2024 il **comparto dei cereali** mostra un'ulteriore riduzione del valore della produzione (-8,9%), che segue il forte calo registrato nel 2023. Tuttavia, la diminuzione non ha riguardato tutte le colture, ma si è concentrata principalmente sui cereali autunno-vernini: frumento tenero (-8,3%), frumento duro (-17,7%) e orzo (circa -30%). Tale andamento è direttamente legato a una marcata riduzione delle superfici coltivate, con contrazioni del -11,5% per il frumento tenero, -22,6% per il frumento duro e circa -40,6% per l'orzo.

Il **settore orticolo** registra invece una crescita superiore al 10%, trainata soprattutto dagli ottimi risultati economici di patate (+44%) e altri ortaggi (+45%), nonostante le gravi difficoltà che hanno colpito la filiera del pomodoro da industria, principale produzione del comparto. Il record regionale delle superfici coltivate a pomodoro da industria (27.232 ha) è stato infatti vanificato dal forte calo delle rese, dovuto a una combinazione di fattori avversi: le piogge persistenti che hanno ostacolato i trapianti iniziali, le elevate temperature estive e una lunga campagna di raccolta segnata da continui arresti a causa delle frequenti e intense precipitazioni, che hanno limitato la piena operatività degli impianti di trasformazione.

Il **comparto delle foraggere** mostra nel 2024 una notevole ripresa, con la produzione che passa da 428,5 a 756,6 mila tonnellate, registrando un incremento significativo rispetto all'anno precedente

³² <https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/agricoltura-in-cifre/rapporto-agroalimentare/rapporto-2024/il-sistema-agroalimentare-dellemiliana-romagna-rapporto-anno-2024>

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 34 / 115
		Numero Revisione
		00

(+76,6%). Tale risultato riflette condizioni climatiche più favorevoli rispetto al 2023, anno fortemente penalizzato dagli eventi meteorologici estremi, e una ripresa delle superfici coltivate e delle rese per ettaro. La crescita produttiva del settore contribuisce in modo rilevante al rafforzamento della zootecnia regionale, garantendo una maggiore disponibilità di alimenti per il bestiame e una riduzione della dipendenza da approvvigionamenti esterni (Regione Emilia-Romagna, 2025).

4.3 Incentivi e sostegno all'agricoltura

Dopo il primo anno di validità per la PAC 2023-2027, nel 2024 arrivano le modifiche (giugno 2024) a seguito di durissime proteste nei Paesi membri; le modifiche hanno seguito un iter accelerato e saranno retroattive e valide dal 1° gennaio 2024.

Rimane valida l'elaborazione, da parte di ciascuno Stato membro, di un Piano Strategico Nazionale della PAC (di seguito **PSP** o **PSN**) che rappresenta una vera e propria sfida per il sistema Paese, in quanto per la prima volta **vengono raccolti in un unico documento di programmazione tutti gli strumenti della PAC**, rafforzando la coerenza degli interventi messi in atto.

Le azioni programmate a livello comunitario concorrono al raggiungimento dei **3 obiettivi generali articolandosi nei 9 obiettivi specifici** (OS) (Figura 16) completati e interconnessi all'obiettivo trasversale di modernizzare il settore agricolo tramite la promozione e la condivisione di conoscenza, innovazione e digitalizzazione in agricoltura e nelle zone rurali.

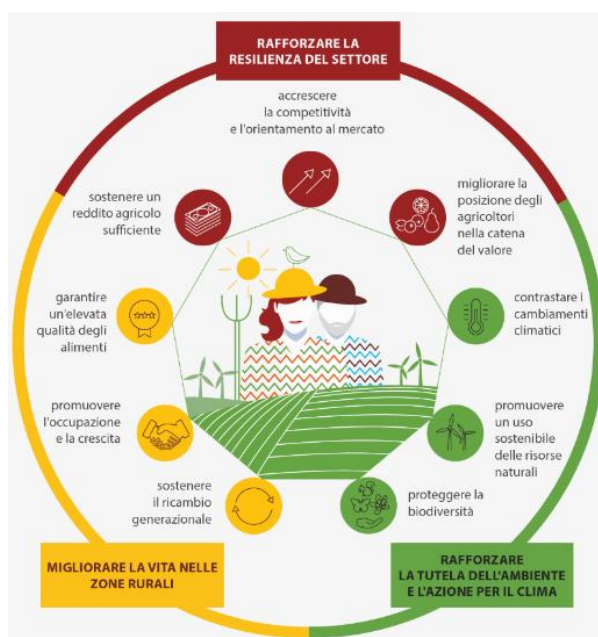



Figura 16. 13 obiettivi generali della PAC (nei riquadri colorati) e 9 obiettivi specifici della strategia unitaria PAC. Fonte: <https://www.consilium.europa.eu/it/infographics/cap-reform-objectives/>

La Politica Agricola Comune ha inserito a pieno titolo, tra i propri obiettivi specifici, il contributo alla mitigazione e adattamento al cambiamento climatico e alla tutela della qualità dell'aria, delle risorse naturali e di protezione del suolo, delineando, nella propria ossatura una **nuova "architettura verde"**, quale strumento funzionale per il raggiungimento degli obiettivi climatico-ambientali che devono essere conseguiti a livello di Stato Membro. Tale architettura si articola in particolare

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 35 / 115
		Numero Revisione
		00

su 3 componenti: condizionalità rafforzata ed eco-schemi per i pagamenti diretti e specifici interventi per lo sviluppo rurale (SR) declinati a livello regionale (PSP, 2022).

Tutti i pagamenti diretti e i pagamenti annuali sono subordinati a un sistema di condizionalità rafforzata³³ Per affrontare le sfide in materia di clima, protezione e gestione delle acque, qualità del suolo e biodiversità la PAC inserisce particolari Criteri di Gestione Obbligatorie (CGO) stabiliti da un elenco di atti giuridici vigenti nell'UE e norme per il mantenimento dei terreni in buone condizioni agronomiche e ambientali che includono anche i criteri previsti per il greening (Figura 17).

Tema principale	Requisiti e norme	
Cambiamenti climatici (mitigazione e adattamento)	BCAA 1	Mantenimento dei prati permanenti sulla base di una percentuale di prati permanenti in relazione alla superficie agricola a livello nazionale, regionale, subregionale, di gruppo di aziende o di azienda rispetto all'anno di riferimento 2018. Diminuzione massima del 5 % rispetto all'anno di riferimento
	BCAA 2	Protezione di zone umide e torbiere
	BCAA 3	Divieto di bruciare le stoppie, se non per motivi di salute delle piante
Acqua	CGO 1	Direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 ottobre 2000, che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque (GU L 327 del 22.12.2000, pag. 1): articolo 11, paragrafo 3, lettera e) e lettera h), per quanto riguarda i requisiti obbligatori per controllare le fonti diffuse di inquinamento da fosfati
	CGO 2	Consiglio, del 12 dicembre 1991, relativa alla protezione delle acque dell'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole (GU L 375 del 31.12.1991, pag. 1): articoli 4 e 5
	BCAA 4	Introduzione di fasce tampone lungo i corsi d'acqua
Suolo (protezione e qualità)	BCAA 5	Gestione della lavorazione del terreno per ridurre i rischi di degrado ed erosione del suolo, tenendo anche conto del gradiente della pendenza.
	BCAA 6	Copertura minima del suolo per evitare di lasciare nudo il suolo nei periodi più sensibili
	BCAA 7	Rotazione delle colture sui seminativi, ad eccezione delle colture sommerse
Biodiversità e paesaggio (protezione e qualità)	CGO 3	Direttiva 2009/147/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 30 novembre 2009, concernente la conservazione degli uccelli selvatici (GU L 20 del 26.1.2010, pag. 7): articolo 3, paragrafo 1, articolo 3, paragrafo 2, lettera b), articolo 4, paragrafi 1, 2 e 4
	CGO 4	Direttiva 92/43/CEE del Consiglio, del 21 maggio 1992, relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche (GU L 206 del 22.7.1992, pag. 7): articolo 6, paragrafi 1 e 2
	BCAA 8	Percentuale minima della superficie agricola destinata a superfici o elementi non produttivi ¹ - Percentuale minima di almeno il 4 % dei seminativi a livello di azienda agricola destinati a superfici ed elementi non produttivi, comprese le superfici lasciate a riposo. - Se un agricoltore si impegna a destinare almeno il 7 % dei propri seminativi a superfici o elementi non produttivi, compresi i terreni lasciati a riposo, nell'ambito di un regime ecologico rafforzato a norma dell'articolo 31, paragrafo 6, la quota da attribuire al rispetto della presente norma BCAA è limitata al 3 %. - Percentuale minima di almeno il 7 % dei seminativi a livello di azienda agricola, se essa comprende anche colture intercalari o colture azotofissatrici, coltivate senza l'uso di prodotti fitosanitari, di cui il 3 % è costituito da superfici lasciate a riposo o elementi non produttivi. Gli Stati membri dovrebbero utilizzare il fattore di ponderazione dello 0,3 per le colture intercalari. - Mantenimento degli elementi caratteristici del paesaggio - Divieto di potare le siepi e gli alberi nella stagione della riproduzione e della nidificazione degli uccelli - A titolo facoltativo, misure per combattere le specie vegetali invasive
	BCAA 9	Divieto di conversione o aratura dei prati permanenti indicati come prati permanenti sensibili sotto il profilo ambientale nei siti di Natura 2000
Sicurezza alimentare	CGO 5	Regolamento (CE) n. 178/2002 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 28 gennaio 2002, che stabilisce i principi e i requisiti generali della legislazione alimentare, istituisce l'Autorità europea per la sicurezza alimentare e fissa procedure nel campo della sicurezza alimentare (GU L 31 dell'1.2.2002, pag. 1): articoli 14 e 15, articolo 17, paragrafo 11, e articoli 18, 19 e 20
	CGO 6	Direttiva 96/22/CE del Consiglio, del 29 aprile 1996, concernente il divieto d'utilizzazione di talune sostanze ad azione ormonica, tireostatica e delle sostanze β -agoniste nelle produzioni animali e che abroga le direttive 81/602/CEE, 88/146/CEE e 88/299/CEE (GU L 125 del 23.5.1996, pag. 3): articolo 3, lettere a), b), d) ed e), e articoli 4, 5 e 7
Prodotti fitosanitari	CGO 7	Regolamento (CE) n. 1107/2009 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 21 ottobre 2009, relativo all'immissione sul mercato dei prodotti fitosanitari e che abroga le direttive del Consiglio 79/117/CEE e 91/414/CEE (GU L 309 del 24.11.2009, pag. 1): articolo 55, prima e seconda frase
	CGO 8	Direttiva 2009/128/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 21 ottobre 2009, che istituisce un quadro per l'azione comunitaria ai fini dell'utilizzo sostenibile dei pesticidi (GU L 309 del 24.11.2009, pag. 71): articolo 5, paragrafo 2, e articolo 8, paragrafi da 1 a 5 articolo 12 in relazione alle restrizioni all'uso dei pesticidi in zone protette definite sulla base della direttiva 2000/60/EC e della legislazione relativa a Natura 2000 articolo 13, paragrafi 1 e 3, sulla manipolazione e lo stoccaggio dei pesticidi e lo smaltimento dei residui
Benessere degli animali	CGO 9	Direttiva 2008/119/CE del Consiglio, del 18 dicembre 2008, che stabilisce le norme minime per la protezione dei vitelli (GU L 10 del 15.1.2009, pag. 7): articoli 3 e 4
	CGO 10	Direttiva 2008/120/CE del Consiglio, del 18 dicembre 2008, che stabilisce le norme minime per la protezione dei suini (GU L 47 del 18.2.2009, pag. 5): articoli 3 e 4
	CGO 11	Direttiva 98/58/CE del Consiglio, del 20 luglio 1998, riguardante la protezione degli animali negli allevamenti (GU L 221 dell'8.8.1998, pag. 23): articolo 4

³³ Il sistema di condizionalità subordina l'ottenimento completo del sostegno al rispetto di una serie di norme che comprendono un elenco di criteri di gestione obbligatorie (CGO) e di norme per il mantenimento dei terreni in buone condizioni agronomiche e ambientali (BCAA).


	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 36 / 115
		Numero Revisione
		00

Figura 17. Condizionalità nella PAC 23-27: BCAA e CGO. Fonte: <https://terraevita.edagricole.it/featured/condizionalita-rafforzata-vietata-la-monosuccessione>

A seguito dell'approvazione del Piano Strategico dell'Italia è stato approvato il testo del **Complemento Sviluppo Rurale 2023-2027 della Regione Emilia-Romagna**, di cui attualmente è in vigore la seconda versione adottata con DGR n. 1112 del 7 luglio 2025.


Il CSR 2023-2027 costituisce il riferimento unico e completo ai 50 interventi di sostegno allo sviluppo rurale del PSP Italia 2023-2027 attuati in Emilia-Romagna, di cui 18 relativi agli impegni per lo Sviluppo Rurale in materia di Ambiente e di clima e altri impegni in materia di gestione (SRA).

Gli impegni attivati a livello regionale risultano:

- SRA01 – ACA 1 – produzione integrata;
- SRA03 – ACA 3 – tecniche lavorazione ridotta dei suoli;
- SRA04 – ACA 4 – apporto di sostanza organica nei suoli;
- SRA07 – ACA 7 – conversione seminativi a prati e pascoli;
- SRA08 – ACA 8 – gestione prati e pascoli permanenti;
- SRA10 – ACA 10 – gestione attiva infrastrutture ecologiche;
- SRA12 – ACA 12 – colture a perdere corridoi ecologici fasce ecologiche;
- SRA13 – ACA 13 – impegni specifici per la riduzione delle emissioni di ammoniaca di origine zootecnica;
- SRA14 – ACA 14 – allevatori custodi dell'agrobiodiversità;
- SRA15 – ACA 15 – agricoltori custodi dell'agrobiodiversità;
- SRA18 – ACA 18 – impegni per l'apicoltura;
- SRA19 – ACA 19 – riduzione impiego fitofarmaci;
- SRA22 – ACA 22 – impegni specifici risaie;
- SRA25 – ACA 25 – tutela delle colture arboree a valenza ambientale e paesaggistica;
- SRA26 – ACA 26 – ritiro seminativi dalla produzione
- SRA28 – sostegno per mantenimento della forestazione/imboschimento e sistemi agroforestali;
- SRA29 – pagamento al fine di adottare e mantenere pratiche e metodi di produzione biologica;
- SRA30 – benessere animale.

Come meglio evidenziato nel paragrafo relativo al progetto agronomico, la conduzione proposta risulta in linea con gli obiettivi di sviluppo sostenibile dell'agricoltura promossi dalla PAC e in particolare con:

- **SRA01 – PRODUZIONE INTEGRATA:** obiettivo di tale misura è promuovere lo sviluppo sostenibile e un'efficiente gestione delle risorse naturali, incoraggiando la riduzione dell'uso di pesticidi e la diffusione dell'energia sostenibile. L'adozione di tale misura permette di diminuire l'esposizione del suolo all'azione degli agenti atmosferici e ridurre il rischio di erosione del suolo, razionalizzare e ridurre l'uso di fertilizzanti, anche con una corretta gestione delle successioni colturali, favorire la difesa fitosanitaria a basso apporto di prodotti chimici, lo spreco e le perdite per deriva, ruscellamento e percolazione e utilizzare l'acqua in modo razionale;

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 37 / 115
		Numero Revisione
		00

- SRA03 – TECNICHE LAVORAZIONE RIDOTTA DEI SUOLI:** obiettivo di tale misura è quello di contribuire alla mitigazione dei cambiamenti climatici (riducendo le emissioni di gas serra a effetto serra e migliorando il sequestro di carbonio, nonché promuovere l’energia sostenibile) e promuovere lo sviluppo sostenibile e un’efficiente gestione delle risorse naturali. Inoltre, tale misura mira a favorire la conservazione de suolo attraverso la diffusione di tecniche di coltivazione che ne minimizzano il disturbo e favoriscono il miglioramento della sua fertilità. La tipologia di agricoltura che abbraccia tecniche di lavorazione volte al perseguimento di tale obiettivo è l’agricoltura conservativa che prevede l’attuazione di una particolare gestione agronomica, attraverso il minimo disturbo del terreno, le rotazioni diversificate delle colture e la copertura continuativa del terreno mantenendo in loco i residui vegetali;

Seppur attualmente non attivata nel CSR dell’Emilia Romagn, tra le attività di sostegno del “Piano strategico nazionale PAC 2023-2027” con cui il progetto è in linea (vedasi quanto descritto nel paragrafo 7), rientra anche l’adozione di tecniche di agricoltura di precisione sostenuta attraverso la “**SRA24 – PRATICHE AGRICOLTURA DI PRECISIONE**”. Questo intervento mira a promuovere una gestione delle superfici agricole che sia meno impattante dal punto di vista ambientale, cercando di ridurre la pressione ambientale del settore primario. L’intervento mira a ridurre l’utilizzo di sostanza chimiche e acqua attraverso l’adozione di pratiche di agricoltura di precisione, preservando gli agroecosistemi e i cicli naturali; migliorare l’efficienza nell’uso delle risorse per favorire una produzione sostenibile, riducendo il rischio di inquinamento collegato all’uso di prodotti fitosanitari e fertilizzanti; promuovere l’uso sostenibile del suolo e prevenirne il degrado.

Determinazione dirigenziale ARPAE FE n. DET-AMB-2024-3386 del 14/06/2024 e benestariata da TERNA con prot. n. 65511 del 22/06/2023. La nuova SE “Portomaggiore” sarà realizzata con inserimento in entra-esce sulla linea RTN a 380 kV “Ferrara Focomorto – Ravenna Canala” e sulla linea RTN a 132 kV “Portomaggiore – Bando” (Figura 19).

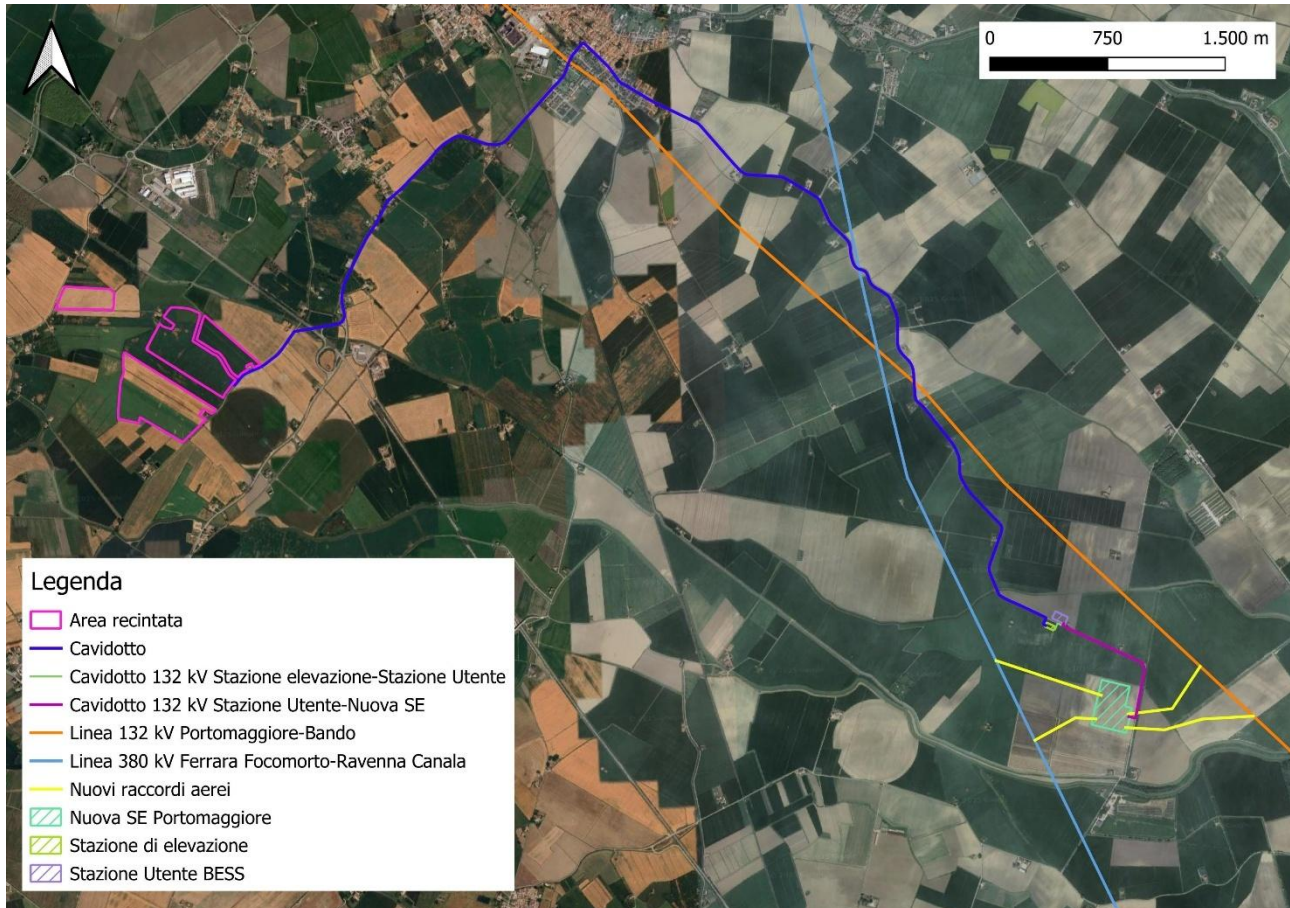


Figura 19. Inquadramento opere di progetto.

5.1 Inquadramento catastale

I fondi rustici interessati dal progetto agronomico, sono censiti al Catasto Terreni dei Comuni di Argenta (FE) e Portomaggiore (FE), le cui caratteristiche sono riassunte in Tabella 3.

Tabella 3. Particellare dei fondi interessati dal progetto agronomico.

Comune	Provincia	Foglio	Particella	Superficie catastale (ha)
Argenta	Ferrara	36	1	0,3040
Argenta	Ferrara	36	2	3,7290
Argenta	Ferrara	36	47	2,6020
Argenta	Ferrara	36	48	1,5500
Argenta	Ferrara	36	49	0,5660
Argenta	Ferrara	36	93	1,4810
Argenta	Ferrara	36	94	1,6620
Argenta	Ferrara	36	95	2,0160
Argenta	Ferrara	36	134	0,5060
Argenta	Ferrara	36	135	0,3960
Argenta	Ferrara	36	142	0,3210
Argenta	Ferrara	36	143	0,1600
Argenta	Ferrara	36	173	0,4850
Argenta	Ferrara	36	174	0,7210
Argenta	Ferrara	36	175	0,4680
Argenta	Ferrara	36	176	1,4555
Argenta	Ferrara	36	177	0,2100
Argenta	Ferrara	36	178	0,0915
Portomaggiore	Ferrara	131	11	2,6150
Portomaggiore	Ferrara	131	14	0,2100
Portomaggiore	Ferrara	131	15	0,3400
Portomaggiore	Ferrara	131	17	0,4330
Portomaggiore	Ferrara	131	18	0,3140
Portomaggiore	Ferrara	131	19	0,6410
Portomaggiore	Ferrara	131	23	1,1660
Portomaggiore	Ferrara	131	42	0,5330
Portomaggiore	Ferrara	131	43	0,4180
Portomaggiore	Ferrara	131	44	0,5820
Portomaggiore	Ferrara	131	45	0,5700
Portomaggiore	Ferrara	131	49	0,3860
Portomaggiore	Ferrara	131	53	0,9590
Portomaggiore	Ferrara	131	54	1,5570
Portomaggiore	Ferrara	131	55	0,6440
Portomaggiore	Ferrara	131	74	1,5700
Portomaggiore	Ferrara	131	75	1,5550
Portomaggiore	Ferrara	131	81	0,6720
Portomaggiore	Ferrara	131	82	1,9200
Portomaggiore	Ferrara	131	83	1,6380
Portomaggiore	Ferrara	131	84	2,9160
Portomaggiore	Ferrara	131	89	0,3630
Portomaggiore	Ferrara	131	95	0,8170
Portomaggiore	Ferrara	131	97	1,1930
Portomaggiore	Ferrara	131	101	0,5410
Portomaggiore	Ferrara	131	102	0,2880
Portomaggiore	Ferrara	131	103	3,3800
Portomaggiore	Ferrara	131	104	0,8960
Portomaggiore	Ferrara	131	105	2,9320
Portomaggiore	Ferrara	131	106	0,7060
Portomaggiore	Ferrara	131	107	0,9120

Comune	Provincia	Foglio	Particella	Superficie catastale (ha)
Portomaggiore	Ferrara	131	124	0,3130
Portomaggiore	Ferrara	131	146	1,6302
Portomaggiore	Ferrara	131	149	1,8622
TOTALE				56,1964

Si riporta di seguito (Figura 20) uno stralcio dell'inquadramento superfici interessate dal progetto agronomico (di estensione pari a 56,1964 ha) su base catastale.

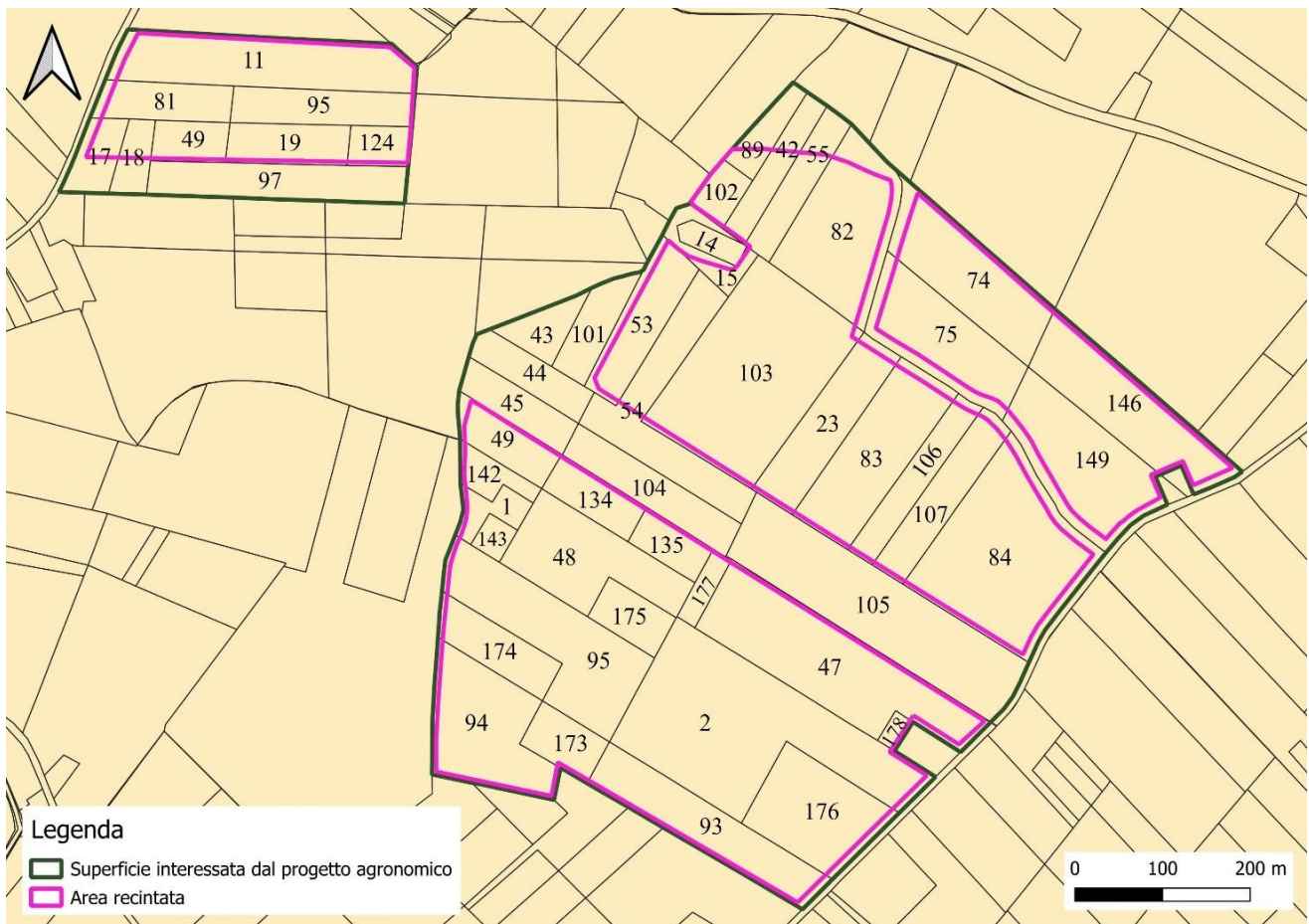



Figura 20. Inquadramento delle superfici interessate dal progetto agronomico.

5.2 Inquadramento climatico

Secondo il rapporto dell'European Environment Agency (EEA, 2025), nel 2023 le attività umane hanno causato un riscaldamento globale senza precedenti ed emerge che l'Europa sia il continente che si riscalda più velocemente. La velocità del cambiamento climatico, così come l'entità di tale cambiamento, dipende dall'impegno e dalle azioni che verranno svolte a livello mondiale.

La maggioranza della comunità scientifica internazionale concorda nell'affermare che l'influenza dell'uomo sul clima sia una certezza e che l'aumento della concentrazione di gas serra, avvenuto dal 1750 in poi, sia inequivocabilmente causato dalle attività umane (IPCC, 2023).

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 42 / 115
		Numero Revisione
		00

Dall'ultimo rapporto IPCC³⁴ (2023) si evince come le attuali temperature globali abbiano superato la soglia di tolleranza per molte specie così come le manifestazioni dei cambiamenti climatici (piogge intense, grandinate estreme, allagamenti, frane, esondazioni, temperature anomale, ecc.), espongono milioni di persone in tutto il mondo a insicurezza alimentare e idrica.

Il territorio italiano non è escluso dall'innalzamento delle temperature, infatti, ricerche scientifiche mostrano, per la porzione centrale del territorio italiano, un aumento delle temperature medie annue a partire dall'inizio del XX secolo, con un tasso più elevato dopo il 1980 (0,06 °C/anno – Aruffo e Di Carlo, 2019). A tal proposito, Fioravanti et al. (2016) indicano che, dal 1978 al 2011, l'Italia ha sperimentato ondate di calore crescenti ad un ritmo medio di 7,5 giorni/decennio. Inoltre, Amendola et al. (2019) sottolineano come tale incremento medio (in Italia, e nei paesi del Mediterraneo in generale) sia superiore alla media globale.

Per quanto concerne le precipitazioni, inoltre, diversi studi hanno evidenziato come si verifichi, rispetto al passato, una riduzione del numero di eventi a intensità medio-bassa a parità di apporti medi annuali (Brunetti *et al.*, 2004; Todeschini, 2012). Ne consegue una generale tendenza, per tutte le regioni italiane, a un aumento dell'intensità delle precipitazioni e una riduzione della loro durata (Brunetti et al., 2006).

Come dichiarato dalla comunità internazionale, l'aumento delle temperature globali in ambiente urbano si tradurrà nei prossimi decenni in una modifica delle condizioni meteorologiche; nello specifico, ci si riferisce alla maggiore frequenza e intensità degli eventi estremi (come le alluvioni improvvise), così come all'aumento della temperatura estiva (come il verificarsi delle ondate di calore, sempre più frequenti e violente). Si può ipotizzare che il progredire verso condizioni di maggiore insolazione, legato alla diminuzione della copertura nuvolosa, renderà i territori sempre più adatti all'impiego di tecnologie come solare fototermico e fotovoltaico.

In **Emilia-Romagna** l'anno 2024 è stato l'anno più caldo dal 1961, per temperatura media e minima, e il terzo più caldo in termini di temperatura massima, dopo il 2022 e il 2023.


Nel 2024 l'andamento termico ha mostrato un **chiaro e continuo segnale di riscaldamento**, con temperature frequentemente superiori ai valori climatici di riferimento e numerosi record registrati nel corso dell'anno.

L'**inverno** meteorologico (dicembre 2023 – febbraio 2024) è stato il più caldo dal 1961, con una temperatura media di 6,6 °C, superiore di 2,8 °C alla norma climatica 1991-2020. Dopo un inizio d'anno insolitamente mite, seguito da un temporaneo calo, le temperature di fine gennaio hanno raggiunto un nuovo record massimo regionale, mentre il mese di febbraio è risultato eccezionalmente caldo, superando in più occasioni i massimi storici e classificandosi come il più caldo della serie storica.

La **primavera** è stata caratterizzata da un'elevata variabilità termica. Marzo è stato il quarto più caldo dal 1961, mentre aprile ha alternato picchi estremi di caldo e di freddo. Nel complesso, la stagione primaverile è risultata comunque la quarta più calda dal 1961, con una temperatura media di 13,4 °C, superiore di 0,9 °C ai valori attesi.

Durante l'**estate**, dopo un mese di giugno in linea con la normale variabilità climatica, tra la seconda decade di luglio e la terza di agosto le temperature si sono mantenute costantemente elevate, rendendo la stagione la quarta più calda dal 1961 con una media di 24 °C, pari a un'anomalia positiva di 1,5

³⁴ Intergovernmental Panel on Climate Change è l'organismo delle Nazioni Unite per la valutazione della scienza relativa ai cambiamenti climatici.

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 43 / 115
		Numero Revisione
		00

°C. Luglio e agosto sono stati rispettivamente il terzo e il quarto mese più caldi delle rispettive serie storiche.

L'**autunno** ha mantenuto temperature superiori alla norma, pur senza anomalie eccezionali, ma ha comunque registrato tre nuovi record giornalieri per l'indice termico regionale. L'anno si è infine concluso con un mese di dicembre sostanzialmente nella norma.

Nel 2024 le **precipitazioni** hanno raggiunto livelli eccezionalmente elevati, con un totale medio regionale di **1.208,2 mm**, il valore più alto registrato dal 1961, leggermente superiore a quello del 2010. Tale abbondanza è stata determinata non solo dalla frequenza delle piogge, ma anche dalla loro **intensità**, con numerosi episodi di precipitazioni giornaliere e orarie particolarmente forti. Le piogge giornaliere superiori al 95° percentile dei dati storici hanno infatti stabilito un nuovo record regionale, in particolare nella pianura piacentina, mentre la frequenza di eventi orari intensi (oltre 30 mm/h) è risultata la **quarta più alta dal 2004**.

Il mese di **gennaio** è stato caratterizzato da precipitazioni abbondanti, superiori del **38% rispetto alla media climatica**, concentrate soprattutto nella prima decade. **Febbraio** è risultato ancora più piovoso, con accumuli che hanno superato del **73%** i valori normali, soprattutto nella parte finale del mese.

Durante la **primavera** le piogge sono state generalmente frequenti e diffuse, talvolta anche di tipo convettivo, ma senza carattere eccezionale.

Nel corso dell'**estate**, le precipitazioni sono risultate inferiori alla media, ad eccezione del mese di **giugno**, che ha mostrato un andamento più regolare

La situazione si è completamente ribaltata in **autunno**, quando si sono verificate condizioni di piovosità straordinaria: nei mesi di **settembre e ottobre** le precipitazioni hanno superato di oltre il **100%** i valori climatici di riferimento (1991-2020). Settembre 2024 è stato il **secondo mese più piovoso** dal 1961, dopo il 1973, mentre ottobre è risultato il **terzo più piovoso**, dopo il 1964 e il 1992. Nonostante un **novembre molto secco**, il terzo meno piovoso dal 1961, l'autunno nel suo complesso è stato il **secondo più piovoso** della serie storica, dopo quello del 1966. Le piogge eccezionali di settembre e ottobre hanno avuto effetti significativi sul territorio: in molte aree di pianura i suoli si sono completamente saturati, con conseguente **innalzamento della falda**.

Il 2024 si è infine concluso con un **mese di dicembre in linea con la media climatica**, suggellando un anno complessivamente eccezionale dal punto di vista pluviometrico, segnato da un'elevata frequenza di eventi intensi e da un surplus idrico diffuso su scala regionale (Rapporto IdroMeteoClima 2024, Arpa Emilia-Romagna).

Per quanto riguarda l'andamento meteorologico sito-specifico sono stati analizzati i dati relativi alla stazione meteorologica più vicina all'area in esame, che risulta essere quella di Sandolo sita nel Comune di Portomaggiore³⁵ (Figura 21).

³⁵ <https://simc.arpa.e.it/dext3r/>

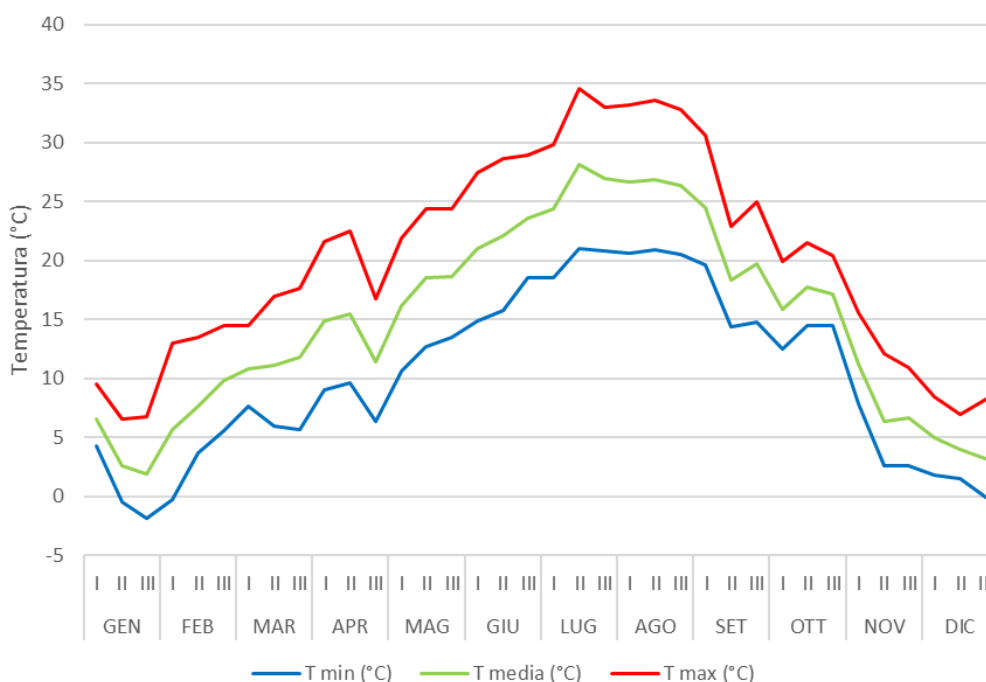


Figura 21. Andamento delle temperature registrate presso la stazione meteorologica Sandolo sita nel Comune di Portomaggiore nel 2024.


5.3 Modalità di conduzione ed attività agricola – stato di fatto

Attraverso l'analisi dei fascicoli e lo studio dei piani colturali, è stato possibile delineare la vocazionalità dei fondi rustici interessati dal progetto agronomico.

Di seguito è riportata la situazione ante operam:

- Comune: Argenta (FE); Foglio: 36; Particelle: 1, 2, 47, 48, 49, 93, 94, 95, 134, 135, 142, 143, 173, 174, 175, 176, 177, 178; **Proprietaria:** Miccoli Elisa; **Conduttrice:** Miccoli Elisa;
- Comune: Portomaggiore (FE); Foglio: 131; Particelle: 11, 17, 18, 19, 49, 81, 95, 97, 124; **Proprietaria:** Miccoli Elisa; **Conduttrice:** Miccoli Elisa;
- Comune: Portomaggiore (FE); Foglio: 131; Particelle: 74, 75, 146, 149; **Proprietario:** Bottoni Alberto; **Conduttori:** Bottoni Sergio fino al 2024, Trevisan Gianluigi nel 2025
- Comune: Portomaggiore (FE); Foglio: 131; Particelle: 14, 15, 23, 42, 43, 44, 45, 53, 54, 55, 82, 83, 84, 89, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107; **Proprietario:** Società Semplice Stella; **Conduttore:** Terra del Persico Società Agricola a R.L.

Lo stato di fatto desunto è stato validato dai diretti interessati attraverso le autodichiarazioni riprodotte nel documento "Dichiarazione sostitutiva DGR 693-2024" e le autodichiarazioni riprodotte in allegato 1. In Tabella 4 sono riassunto le modalità di coltivazione delle superfici in esame, con riferimento al quadriennio 2022-2025 riportando le informazioni relative alle coltivazioni con rispettive superfici per ciascun anno considerato.

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 45 / 115
		Numero Revisione
		00

Dall'analisi effettuata, l'area risulta vocata alla coltivazione di **seminativi avvicendati** (frumento tenero, frumento duro, girasole, orzo, soia, mais, barbabietola da zucchero), **foraggiere** (erba medica, frumento da foraggio), **orticole da produzione e da riproduzione** (pisello da industria, pomodoro da industria, coriandolo da seme, ravanella da seme).

La conduzione attuale risulta riferibile ad un'**agricoltura convenzionale**, che prevede tecniche colturali e lavorazioni meccaniche tipiche delle colture sopracitate (aratura, erpicatura, semina, concimazioni, trattamenti, mietitrebbiatura/trinciatura) effettuate con cadenza annuale in relazione alle diverse esigenze colturali. Le colture sopra citate vengono irrigate con metodo di **irrigazione per aspersione tramite rotolone**.



	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 46 / 115
		Numero Revisione
		00

Tabella 4. Elaborazione dei dati colturali nei fondi interessati dal progetto agronomico nel quadriennio 2022-2025.

2022		2023		2024		2025	
Coltura	Sup (ha)	Coltura	Sup (ha)	Coltura	Sup (ha)	Coltura	Sup (ha)
Fasce tampone ripariali	<0,1	Barbabietola da zucchero	9,1	Barbabietola da zucchero	8,5	Coriandolo da seme	7,3
Fossati e canali	0,3	Fossati e canali	0,5	Fasce tampone non ripariali	<0,1	Mais energetico	5,7
Frumento tenero	15,4	Frumento tenero	9,1	Fossati e canali	0,2	Pomodoro da industria	12,1
Girasole	9,0	Maceri, stagni, laghetti	0,2	Frumento duro	22,8	Fasce tampone ripariali	<0,1
Margini campi	0,8	Margini campi	1,6	Maceri	<0,1	Fossati e canali	0,6
Medica	22,6	Erba medica	22,6	Margini campi	1,5	Frumento da foraggio	22,6
Orzo	7,4	Ravanello da seme	7,1	Medica	22,6	Maceri	<0,1
Uso non agricolo	1,0	Soia	6,1	Superfici ritirate	0,2	Margini campi	0,5
		Uso non agricolo	0,3	Uso non agricolo	0,6	Pisello da industria	6,3
						Soia	28,9
						Sup ritirate	0,2
						Uso non agricolo	0,6

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 47 / 115
		Numero Revisione
		00

5.4 Aspetti pedologici ed agronomici

A livello globale l'ONU segnala che un quarto delle terre coltivate sono in **condizioni di crescente degrado, con gravi rischi per la continuità della produzione agricola**. La degradazione della risorsa suolo ha ripercussioni sull'intera collettività poiché essa ha un valore ambientale, sociale, culturale ed economico; le principali forme di degradazione a cui il suolo è sottoposto sono:

- contaminazione;
- diminuzione della biodiversità;
- riduzione della sostanza organica;
- erosione;
- impermeabilizzazione;
- compattazione.

I fattori sopra elencati sono perlopiù interconnessi e riconducibili a fattori naturali e antropici; **fra i fattori antropici sicuramente un ruolo importante è svolto da uno sfruttamento intensivo dei suoli**, da lavorazioni inappropriate e da gestioni non sostenibili.

La **diffusione delle monocolture** e dall'agricoltura industriale ha prodotto nel corso dei decenni una **riduzione della sostanza organica** e una **diminuzione della biodiversità**; in Italia le pianure coltivate presentano generalmente tenori di sostanza organica eccessivamente bassi, < 2% e, al Sud e nelle isole maggiori, addirittura < 1%³⁶. Dunque, applicare tecniche conservative che riducano le perdite o, meglio, che incrementino i quantitativi di carbonio nel suolo, ha riscontri positivi sulla fertilità e sul clima.

Osservando le carte derivate dai tematismi dei suoli, scaricabili dal sito del Geoportale 3D della regione Emilia-Romagna³⁷, è possibile conoscere il contenuto di sostanza organica (S.O.) nei primi 30 cm di suolo ed è possibile affermare che il suolo in cui ricade l'area di impianto è caratterizzato da un contenuto **“normale”** e in parte **“scarso”** (Figura 22). Il contenuto di S.O. è influenzato fra le altre cose da fattori antropici, ad esempio l'apporto di ammendanti che da un lato è da favorire perché mantiene e/o accresce il contenuto di sostanza organica nei terreni; d'altra parte, se effettuati con una logica di “smaltimento” aumentano il rischio di dispersione di azoto ed infiltrazione nelle falde e dunque di inquinamento ambientale.

³⁶ <https://soil4life.eu/degrado-del-suolo/>

³⁷ <https://mappe.regione.emilia-romagna.it/>; <https://geoportale.regione.emilia-romagna.it/servizi/servizi-ogc/elenco-capabilities-dei-servizi-wms/ambiente/service-1>



Figura 22. Estratto della Carta Applicativa - Sostanza organica nei primi 30 cm di suolo.

Il contenuto di sostanza organica, che è uno dei principali indici di qualità del suolo, varia con il tipo di suolo, ma anche al variare dell'uso del suolo e delle attività antropiche ivi condotte e in particolare quelle agro-silvopastorali.

La rimozione della parte superficiale del suolo ricca di sostanza organica ne riduce, anche in modo rilevante, la produttività e può portare nel caso di suoli poco profondi a una perdita irreversibile di terreni coltivabili.

La tessitura del suolo risulta essere **franca** (miscela equilibrata di sabbia, limo e argilla) nella porzione ad est dell'impianto e **franco-limoso** (miscela equilibrata di sabbia, limo e argilla, con la parte limosa che prevale sulla sabbiosa) nella porzione ad ovest (Figura 23).

Si tratta, dunque, di suoli che presentano un'elevata concentrazione di argilla e limo e, grazie alla tessitura media e alla buona disponibilità di ossigeno, sono più facili da gestire. La presenza di molti pori di medie dimensioni favorisce elevata capacità di acqua disponibile per le piante.

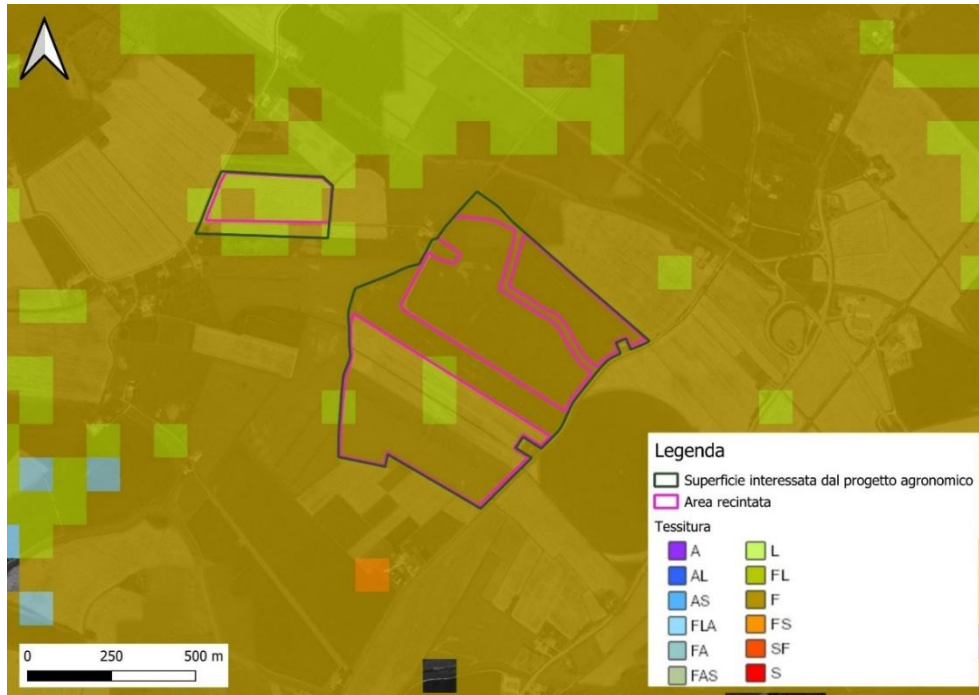
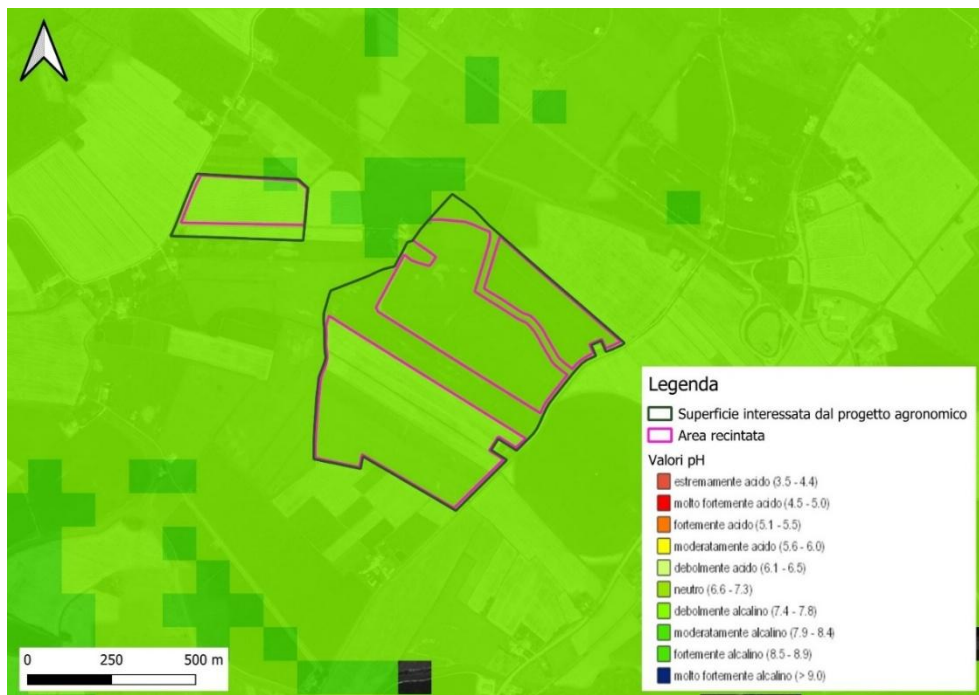


Figura 23. Estratto della “carta della tessitura dei suoli della pianura emiliano-romagnola strato 0-30 cm”.

Come spesso accade in presenza di un terreno con alto contenuto di argilla, anche in questo caso il pH risulta alcalino (da debolmente a moderatamente) (Figura 24).




	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 50 / 115
		Numero Revisione
		00

Figura 24. Estratto della “Carta del pH della regione Emilia-Romagna”.

Inoltre, stando a quanto riportato dalla carta capacità d’uso del suolo, l’area considerata ricade all’interno della **classe II** (Figura 25), si tratta di suoli con poche limitazioni, nella fattispecie le limitazioni sono legate alla disponibilità di ossigeno per le radici (**w1**) e alla lavorabilità (**s2**).

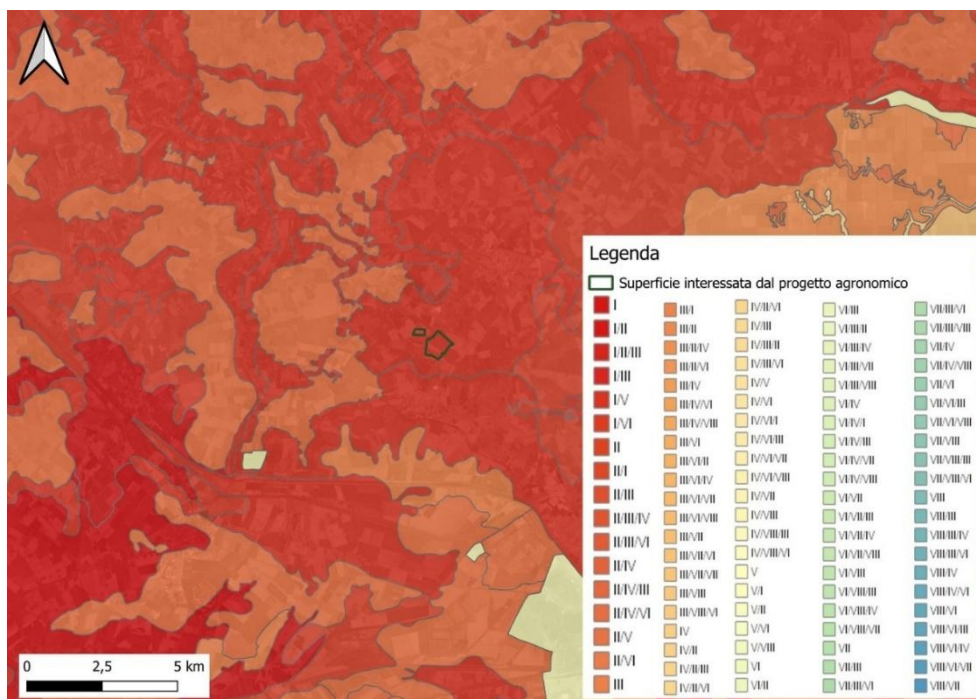


Figura 25. Estratto della “Carta della capacità d’uso della regione Emilia-Romagna”.

Per concludere, secondo la classificazione dell’uso del suolo di **Corine**³⁸ del 2018, l’area in esame risulta ricadere in parte in “**seminativi in aree non irrigue**” individuato con il **n. 211** e in parte in “**sistemi culturali complessi**” individuato con il **n. 242** (Figura 26).

³⁸ Programma CORINE (COoRdination of INformation on the Environment - Decisione 85/338/EEC)

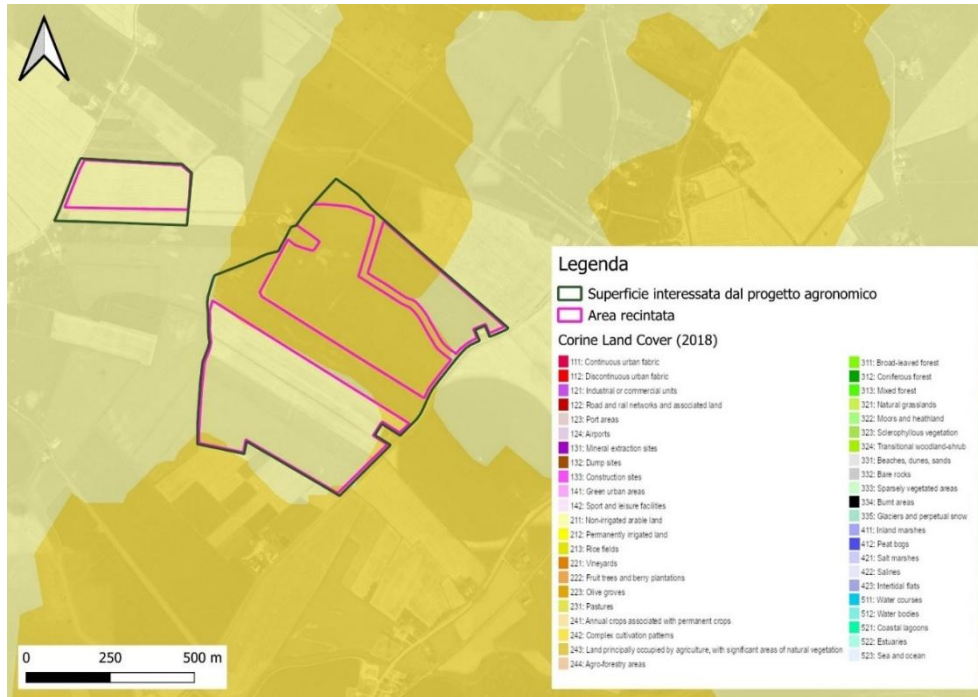


Figura 26. Estratto della “Carta Uso del Suolo”.

6 Progetto agrivoltaico

La progettazione dell'impianto agrivoltaico proposto è stata condotta attraverso un'analisi integrata delle esigenze agronomiche e delle specificità tecnologico-energetiche legate all'installazione fotovoltaica, al fine di pervenire a **una soluzione progettuale in grado di valorizzare le rese di entrambe le componenti**, nel rispetto dell'ambiente e delle risorse del contesto territoriale di riferimento.

Le scelte progettuali sono state attentamente contestualizzate rispetto alle condizioni **produttive, pedologiche e meteo-climatiche** specifiche del sito oggetto di studio.

Il layout dell'impianto agrivoltaico proposto è illustrato nella Figura 27.

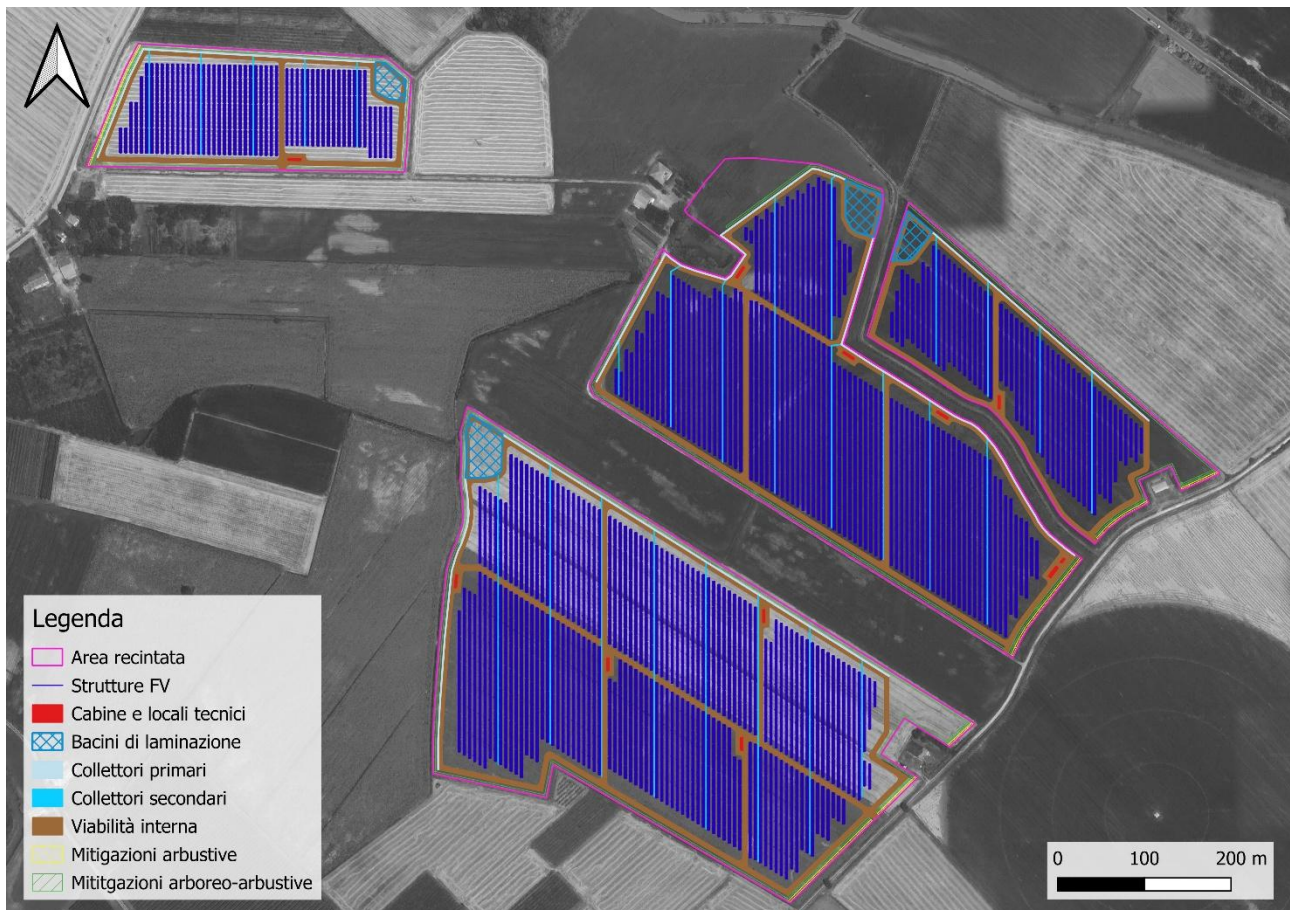



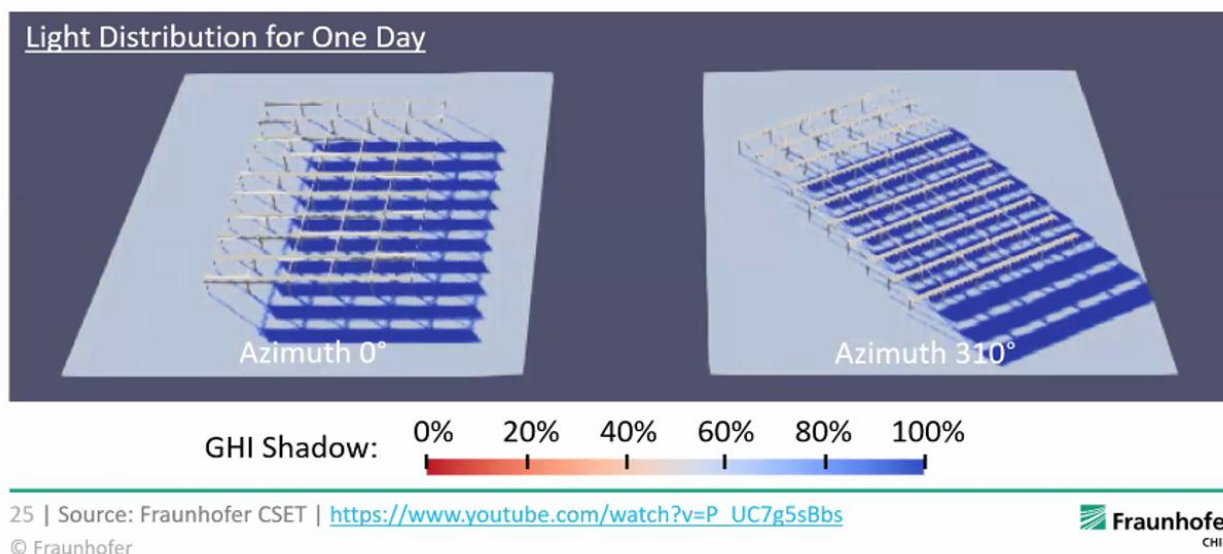
Figura 27. Layout dell'impianto agrivoltaico proposto.

6.1 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:

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 53 / 115
		Numero Revisione
		00

- 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 28);
- 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 semina o la mietitrebbiatura) che richiedano il passaggio di mezzi con altezza superiore alla minima distanza del pannello dal suolo.



25 | Source: Fraunhofer CSET | https://www.youtube.com/watch?v=P_UC7g5sBbs

© Fraunhofer

 Fraunhofer
CHILE

Figura 28. 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).

Attraverso la valutazione delle ombre, si è cercato di minimizzare e, ove possibile, eliminare l'effetto di ombreggiamento, così da garantire una perdita pressoché nulla del rendimento annuo in termini di produttività dell'impianto fotovoltaico in oggetto.

Il sistema fotovoltaico proposto prevede di utilizzare **inseguitori monoassiali a singola vela (1P – single portrait) con moduli bifacciali**, che ruotano (tilt massimo $\pm 50^\circ$) 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, denominata "*pitch*") pari a **6 m** per ridurre gli effetti degli ombreggiamenti. Le strutture impiegate hanno una larghezza pari a **2,38 m**. L'altezza libera superiore è pari a **3,95 m**, mentre l'altezza libera inferiore è pari a **2,10 m**. Il nodo è posizionato a **2,90 m** da terra (Figura 29).

Tale soluzione consente di avere, nel momento di massima apertura - Zenith solare - **una fascia di larghezza di 3,67 m**, completamente libera dalla copertura dei pannelli (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.

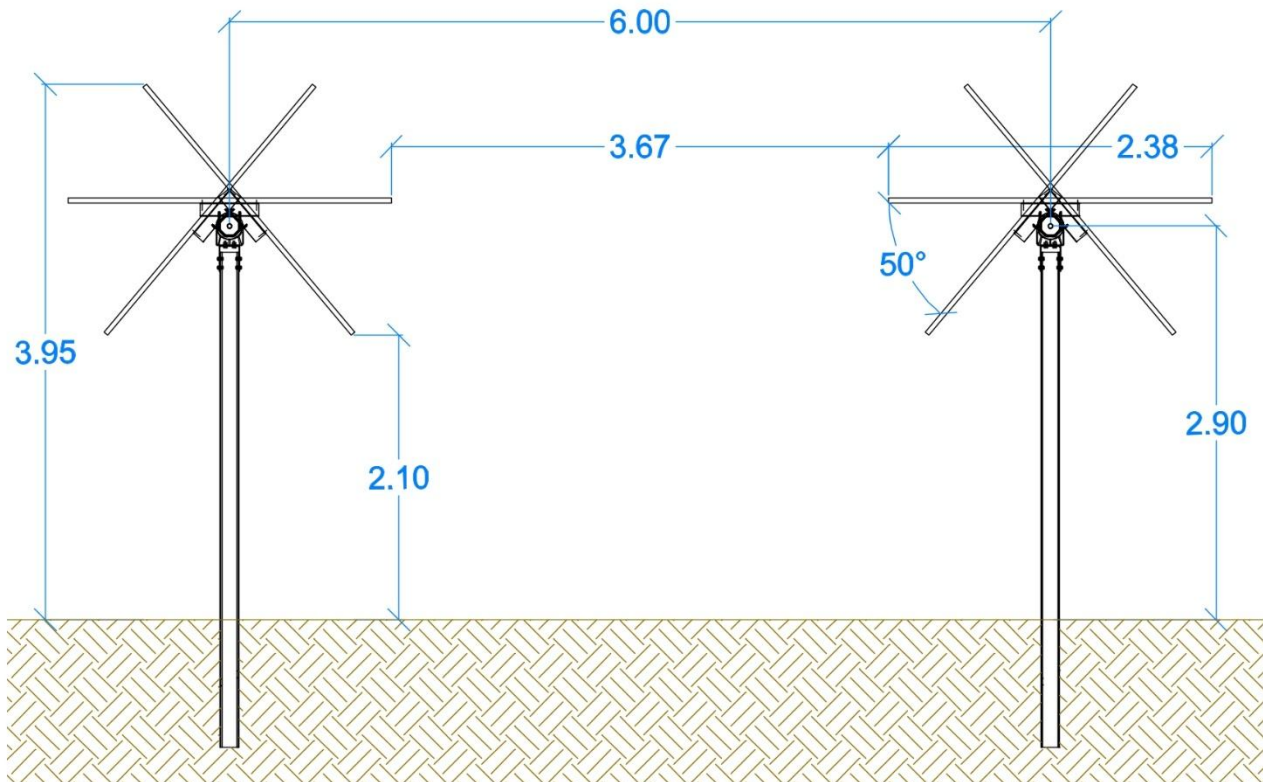



Figura 29. Vista delle strutture fotovoltaiche in sezione previste per il progetto.

Il progetto in esame prevede, inoltre, la realizzazione di una **fascia compresa tra la fascia mitigativa e le strutture** che sorreggono i moduli, di **almeno 10 m** e finalizzata a consentire un agevole spazio di manovra ai macchinari necessari all'attività agricola.

6.2 Componente agronomica

Le scelte agronomiche e gli accorgimenti tecnici da adottare per l'integrazione della componente energetica nel contesto agricolo del progetto proposto sono stati concepiti al fine di soddisfare diverse esigenze, quali:

- assicurare la **coesistenza tra componente agricola ed energetica** attraverso oculate scelte tecniche ed agronomiche (in termini di specie - vedasi paragrafo 2.2- tecniche, operazioni colturali, ecc.) volte a contribuire a soddisfare il fabbisogno di energia da fonti rinnovabili e al contempo valorizzare il territorio e le sue risorse in ottica rurale;
- mantenere l'**indirizzo culturale attuale**, ovvero la coltivazione in rotazione di specie seminatrici e orticole, proponendo soluzioni tecnico-agronomiche atte a garantire una resa costante e la sostenibilità del sistema colturale in termini di sfruttamento delle risorse nonché la costituzione di un'**integrazione diretta del reddito** del proprietario del fondo;
- **ridurre le lavorazioni meccaniche in situ** e l'uso oculato, limitato e consapevole di prodotti per la fertilizzazione ed il diserbo delle colture, valutando l'opportunità, nel corso della vita

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 55 / 115
		Numero Revisione
		00

dell'impianto, dell'adozione di pratiche riferibili all'agricoltura conservativa e conforme a quanto previsto dai disciplinari di produzione integrata, prevedendo anche l'impiego di supporti previsti nell'agricoltura di precisione.

•
Come emerge dall'analisi di seguito effettuata, rispetto al profilo reddituale (vedasi analisi al Capitolo 8) e gestionale la proposta agronomica garantirà:

- il mantenimento della redditività dei terreni agricoli in linea con quella attuale;
- l'impiego di tipologie di macchine e attrezzi analoghi a quelli già impiegati sui medesimi appezzamenti o comunque facilmente reperibili e nella disponibilità dei contoterzisti della zona.

6.2.1 Proposta progettuale: avvicendamento di graminacee e leguminose da foraggio e coltivazione di orticole

Per la progettazione dell'impianto agrivoltaico si è presa in considerazione la necessità di offrire **continuità all'indirizzo produttivo** in atto, identificando una soluzione in cui l'inserimento della componente energetica risultasse compatibile con la produzione agricola, valorizzando al contempo il territorio e le sue risorse.

Come esposto nel Paragrafo 5.3, l'area oggetto di intervento è risultata prevalentemente vocata alla coltivazione di specie seminatrici annuali per l'alimentazione umana e animale a ciclo autunno-vernino e primaverile-estivo e la coltivazione di specie orticole in pieno campo.


La definizione dell'avvicendamento colturale da adottare è stata quindi orientata a garantire la compatibilità tra componente agronomica ed energetica attraverso un'approfondita analisi in termini di potenzialità economiche e produttive con particolare riferimento allo storico colturale dei terreni interessati (vedasi analisi economica riportata al Capitolo 8).

Le specie che solitamente si succedono in una rotazione colturale si possono suddividere in tre gruppi principali:

- **specie depauperanti:** sfruttano gli elementi nutritivi presenti nel terreno e lo impoveriscono. Tra queste si possono citare i cereali autunno-vernini, come il frumento, l'orzo, la segale e generalmente tutti i cereali da granella;
- **specie da rinnovo:** richiedono cure colturali specifiche, come l'ottima preparazione del terreno ed equilibrate concimazioni organiche che a fine ciclo incidono positivamente sulla struttura del terreno. Le specie che rientrano in questa categoria sono, per esempio, il mais, la barbabietola da zucchero, la patata, il pomodoro, il girasole, il colza, ecc.;
- **specie miglioratrici:** aumentano la fertilità del terreno, arricchendolo di elementi nutritivi. Le protagoniste di questa tipologia sono le leguminose, quali ad esempio l'erba medica, il trifoglio e la soia, che naturalmente sono in grado di fissare l'azoto atmosferico.

Inoltre, la tecnica dell'avvicendamento colturale produce benefici ed intrinseci effetti ambientali riconosciuti ormai da secoli, quali:

- maggiore biodiversità;
- maggiore equilibrio dei fabbisogni idrici nel tempo;
- minori danni da erosione del terreno;
- minori rischi di lisciviazione di nitrati;

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 56 / 115
		Numero Revisione
		00

- valorizzazione del paesaggio agrario.

Come già anticipato, la disposizione spaziale progettata per la componente energetica all'interno e all'esterno delle aree recintate del futuro impianto agrivoltaico, consentirà un'agevole gestione delle attività agricole previste.


In ragione degli approfondimenti effettuati e dei calcoli relativi alla superficie coltivabile esplicitati nel capitolo relativo all'analisi economica (vedi capitolo 8) e in quello dedicato all'analisi di conformità del progetto (vedasi capitolo 9), la proposta agronomica (Figura 30) prevede:

- l'utilizzo della superficie sottesa ai pannelli per la **coltivazione di seminativi in rotazione**, su una superficie agricola pari a **34,92 ha**;
- proseguimento della **coltivazione di orticole** su una superficie di **6,50 ha** libera dalla componente fotovoltaica, ma facenti parte del progetto.
-



Figura 30. Organizzazione spaziale delle colture nelle superfici interessate dal progetto agronomico.

Avendo a disposizione differenti aree fisicamente separate (Figura 30) sarà inoltre possibile prevedere agilmente di dedicare determinate superfici ad un'unica destinazione produttiva nell'arco temporale analizzato, e di poterla variare negli anni successivi, in funzione dell'andamento meteo-climatico e dei risultati produttivi registrati.

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 57 / 115
		Numero Revisione
		00

6.2.1.1 Seminativi in rotazione

L'avvicendamento per le aree dedicate ai seminativi (Figura 31) prevede l'alternanza di coltivazioni di graminacee da erbaio (specie depauperanti quali avena e orzo) con erbai di trifoglio (specie miglioratrice). Si è escluso l'utilizzo di specie da rinnovo. Queste ultime, infatti, richiedono in genere lavorazioni profonde, numerosi passaggi colturali e un elevato impiego di concimazioni e mezzi meccanici, elementi non compatibili con la presenza della componente energetica.

AVVICENDAMENTO CULTURALE IPOTIZZATO													
A \ M	OTT	NOV	DIC	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	
1°		ERBAIO ORZO/AVENA											
2°	ERBAIO TRIFOGLIO ALESSANDRINO												
3°		ERBAIO ORZO/AVENA											
4°	ERBAIO TRIFOGLIO ALESSANDRINO												
5°		ERBAIO ORZO/AVENA											

Figura 31. Dettaglio dell'avvicendamento colturale proposto.

6.2.1.1.1 Orzo (*Hordeum vulgare* L.)


L'**orzo** (*Hordeum vulgare* L.) è una specie erbacea a ciclo autunno-vernino (Figura 32) appartenente alla famiglia delle Poaceae (anche dette graminacee), coltivata per molteplici usi.



Figura 32. Campo coltivato ad orzo³⁹.

Questa coltura si adatta facilmente a condizioni di notevole siccità, elevata salinità e freddo moderato. Tollera inoltre le elevate temperature (fino a 38°C). Ha basse esigenze in azoto (dimezzate rispetto al frumento), il che consentirà di limitare gli apporti di fertilizzanti contenenti questo elemento, sfruttando la fertilità residua delle specie che lo precederanno.

³⁹ <https://agronotizie.imagelinenetwork.com/agricoltura-economia-politica/2022/07/13/allevamenti-e-industria-di-trasformazione-in-crisi-l-orzo-ci-salvera/75574>

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 58 / 115
		Numero Revisione
		00

Oltre alla produzione di cariossidi destinate all'uso umano tal quali e all'impiego nel processo della maltazione per la produzione di birra, l'orzo è coltura di riferimento per l'alimentazione zootecnica. Il kg di orzo è infatti l'equivalente di 1 Unità Foraggera (U.F.)⁴⁰, esteso come alimento per tutte le specie allevate e caratterizzato da un elevato valore energetico e da un equilibrato rapporto proteina/energia.

L'orzo coltivato a fini zootecnici può avere diverse destinazioni: erbaio verde o appassito, granello secco, trinciato raccolto nella fase di maturazione latteo-cerosa e destinato all'insilaggio.

Rispetto al frumento, l'orzo ha un ciclo biologico più breve (la semina avviene solitamente intorno al 15 ottobre e la raccolta invece si esegue solitamente intorno al 15 giugno, in relazione alle esigenze di mercato, di destinazione del prodotto e alle condizioni climatiche dell'annata). La sua precocità gli permette di sfruttare al meglio la dotazione di acqua disponibile nel terreno e sfuggire alla stretta.

6.2.1.1.2 Avena

L'avena (*Avena sativa* L.) è una specie erbacea a ciclo annuale autunno-vernino appartenente alla famiglia delle graminacee, coltivata anch'essa per usi zootecnici e per l'alimentazione umana (Figura 33).




Figura 33. Campo coltivato di avena⁴¹.

È una coltura poco esigente in termini di condizioni ambientali, di tipologia di terreno, di lavorazioni preparatorie e di fertilità. Le rese medie ottenibili con lavorazioni ridotte o semina su sodo non sono significativamente diverse da quelle conseguibili con le lavorazioni classiche. È una coltura tuttavia depauperante, avvantaggiandosi dall'essere preceduta e successa da una specie miglioratrice come una leguminosa. Le cariossidi che produce sono spesso usate intere per l'alimentazione di equini, ovini e suini o di norma schiacciate o macinate per quella bovina da latte e da carne.

Nell'areale di riferimento, occupa tipicamente l'arco temporale delle altre graminacee.

⁴⁰ 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).

⁴¹ <https://antropocene.it/2018/09/27/avena-sativa/>

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 59 / 115
		Numero Revisione
		00

6.2.1.1.3 Trifoglio alessandrino

Il **trifoglio alessandrino** (*Trifolium alexandrinum* L.) è una specie annuale appartenente alla famiglia delle Fabaceae (anche dette leguminose), coltivabile a ciclo autunno-vernino anche negli ambienti settentrionali (Figura 34). Si inserisce nelle rotazioni come coltura principale, alternandosi tipicamente con i cereali (in particolare con il frumento), completando il suo intero ciclo biologico mediamente in 7- 8 mesi. Viene coltivato prevalentemente come erbaio destinato allo sfalcio e alla fienagione (2-3 sfalci nell'arco di un anno).

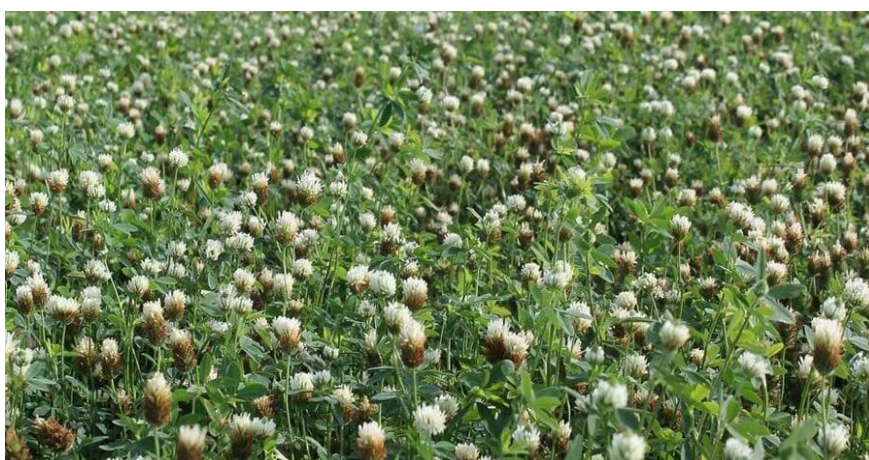


Figura 34. Prato di trifoglio alessandrino in fioritura⁴².

È una specie che resiste bene alle alte temperature (fino a 40°C) e notoriamente non molto esigente in fatto di lavorazioni, venendo sovente seminata anche su sodo⁴³ in virtù del suo apparato radicale fittonante capace di esplorare gli strati di terreno più bassi alla ricerca di acqua. L'apparato radicale presenta inoltre una spiccata presenza di tubercoli che si formano ad opera di *Phyllobacterium trifolii* (ex *Rhizobium trifolii*), batterio simbiotico⁴⁴ capace di fissare nel terreno l'azoto atmosferico molecolare e renderlo biodisponibile per le piante: questa peculiarità (tipica per altro di tutte leguminose), rende il trifoglio alessandrino pianta miglioratrice (Valverde et al., 2005).

In regime asciutto (non irrigazione), la stagione produttiva di questa specie può essere prolungata fino a giugno-luglio, fornendo quindi biomassa foraggiabile in una finestra temporale in cui le colture tradizionali hanno già terminato il loro ciclo.

6.2.1.2 Colture ortive


Considerando la necessità di mantenere un indirizzo produttivo economicamente in linea con l'*ante operam* si è optato per dedicare uno dei settori della superficie interessata dal progetto agronomico alla coltivazione di piante ortive.

⁴² <https://www.noisiamoagricoltura.com/trifoglio-alessandrino/>

⁴³ La semina su sodo è una tecnica che prevede l'uso di macchinari appositi in grado di seminare in maniera diretta su terreni

non lavorati od occupati dai residui colturali delle coltivazioni precedenti.

⁴⁴ Il *Phyllobacterium trifolii* infetta tipicamente gli apparati radicali dei generi *Trifolium* e *Lupinus*.

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 60 / 115
		Numero Revisione
		00

In considerazione dell'ubicazione e della situazione rilevata allo stato di fatto si è ipotizzato di coltivare **pisello da industria** (*Pisum sativum* L.), **pomodoro da industria** (*Solanum lycopersicum* L.) e **ravanello** (*Raphanus sativus* L.).

6.2.1.2.1 Pisello

Il **pisello** (*Pisum sativum* L.) (Figura 35) è una leguminosa annuale, in Italia coltivata in tutte le regioni. I piselli si distinguono in varie categorie: da consumo fresco, da consumo secco, da foraggio e per industria e le varietà di ciascuna categoria a loro volta, a seconda dello sviluppo del fusto, possono essere nane, seminane, rampicanti. Il seme è tondeggiante liscio o rugoso, il fusticino porta foglie composte, in numero di 2-3 paia ed altre trasformate in cirri. L'infiorescenza è ascellare. Il frutto è un legume tipico detto baccello che contiene da 4 a 10 semi.




Figura 35. Coltivazione di pisello in pieno campo⁴⁵.

Il pisello richiede temperature di 10-20 °C anche se la germinazione avviene può avvenire a temperature superiori a 4°C.

È una coltura a ciclo breve, per cui in terreni irrigui, può essere seguita da una coltura in secondo raccolto a ciclo breve. Il pisello si può seminare sia in autunno che in primavera, richiede terreni fertili e ben strutturati. È utile una concimazione fosfo-potassica (100 unità) e l'apporto di una quantità ridotta di azoto (30 unità).

Nella coltura del pisello da industria la semina si effettua a file semplici impiegando seminatrici da grano. In condizioni ottimali la semina inizia nella seconda metà di febbraio e procede scalaramente, per consentire alle industrie di prolungare il periodo del ritiro del prodotto e della lavorazione.

⁴⁵ <https://www.freshplaza.it/article/9551735/pisello-da-industria-un-accurata-scelta-varietale-puo-fare-la-differenza/>

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 61 / 115
		Numero Revisione
		00

Per il controllo delle infestanti si può agire in pre-semina, in pre-emergenza, in post-emergenza fino allo stadio di 4 foglie.

Per le varietà da industria si procede alla raccolta meccanica con mietitrebbie pettinatrici sbaccellatrici. La produzione di granella verde varia tra i 30 e i 45 q/ha.

6.2.1.2.2 Pomodoro da industria

Il **pomodoro da industria** (*Solanum lycopersicum L.*) (Figura 36) è una Solanacea annuale, rustica. Il suo apparato radicale è fittonante, il fusto si presenta grosso, cilindrico, quasi legnoso, con corteccia verde. Lungo l'estensione del fusto sono presenti molti nodi, ad ognuno di essi corrisponde una gemma. Possono esserci tre tipi di pianta: indeterminata, semideterminata e determinata. Tutte le parti epigee sono ricche di peli glandulosi. I fiori sono di colore giallo, ermafroditi e riuniti in infiorescenze. Il frutto è una bacca acquosa e carnosa.




Figura 36. Campo coltivato a pomodoro da industria⁴⁶.

Questa coltura si adatta a tutti i tipi di terreno, purché presentino un buon drenaggio, i terreni di medio impasto e ricchi di sostanza organica sono i preferiti. Predilige un pH tra 6,5 e 7, ma tollera bene terreni mediamente acidi e decisamente alcalini. Il clima preferito è temperato-caldo secco, con temperature inferiori a 12 °C o superiori a 35°C non avviene l'allegagione.

È una coltura a ciclo primaverile-estivo, che giova di una buona sistemazione e preparazione del terreno per evitare il ristagno idrico e l'approfondimento radicale.

Nella coltura del pomodoro da industria solitamente si effettua il trapianto delle piantine quando la temperatura è costantemente superiore a 12 °C (da circa metà aprile fino a fine maggio) con un sesto d'impianto di 22-24 cm sulla fila e 150 cm tra le file che permette di ottenere un'ipotetica densità di impianto di 30 mila piante/ha.

⁴⁶ <https://agronotizie.imagelinenetwork.com/agricoltura-economia-politica/2024/09/09/pomodoro-da-industria-al-nord-rese-in-calo-e-qualita-mai-vista-prima/85671>

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 62 / 115
		Numero Revisione
		00

La raccolta avviene tra luglio e ottobre con macchine semoventi o trainate. La lama frontale recide le piante alla base, un piano elevatore porta le piante su grossi setacci oscillanti che favoriscono il distacco delle bacche. Le produzioni si attestano in media sopra le **70 t/ha**.

6.2.1.2.3 Ravanello da seme

Il **ravanello** (*Raphanus sativus* L.) è una specie erbacea appartenente alle Brassicaceae (Figura 37). Pur essendo biologicamente una specie biennale, nelle condizioni pedoclimatiche dell'Emilia-Romagna può essere condotto a **ciclo annuale**, grazie alla vernalizzazione naturale che avviene tra la fine dell'inverno e le prime settimane primaverili. La coltura da seme è diffusa soprattutto negli areali di pianura interna e pedecollinare, caratterizzati da inverni sufficientemente freddi e da primavere fresche e stabili.

Le tipologie varietali includono ravanelli a radice tonda, ellittica o cilindrica, con epidermide rossa, bianca o bicolore. Le piante destinate alla produzione di seme derivano da una prima selezione morfologica della radice, seguita dall'avvio della fase riproduttiva dopo la vernalizzazione. La pianta emette quindi uno scapo florale ramificato; l'infiorescenza è un racemo e il frutto è una **siliqua** contenente vari semi.

Le esigenze termiche per la fase vegetativa ottimale sono di 12–20 °C, mentre la maturazione del seme avviene correttamente a temperature comprese tra 18 e 28 °C.


La concimazione privilegia fosforo e potassio, mentre l'azoto va somministrato con moderazione per evitare eccessi vegetativi che ritarderebbero la fioritura. La semina si effettua tra **fine febbraio e marzo**, a file semplici mediante seminatrici di precisione. Durante la fase vegetativa è fondamentale il controllo delle infestanti, adottando interventi in pre-semina o sarchiature meccaniche, poiché la competizione interferisce con la regolare emissione dello scapo florale.

La raccolta del seme si esegue con mietitrebbie opportunamente regolate quando le silique raggiungono la completa maturazione fisiologica (viraggio giallo-paglierino). In condizioni ottimali di gestione e selezione varietale, la produzione media si attesta su **4–8 q/ha** di seme commerciale.



Figura 37. Campo coltivato a ravanello⁴⁷.

⁴⁷ <https://www.freshplaza.com/north-america/article/9645994/field-grown-radishes-are-pure-top-sport/>

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 63 / 115
		Numero Revisione
		00

6.2.2 Operazione colturali

La conduzione proposta consente di **ridurre al minimo l'uso delle sostanze chimiche di sintesi** (fitofarmaci e fertilizzanti) attraverso un'attenta programmazione e conseguente razionalizzazione degli interventi in funzione della coltura considerata, garantendo il rispetto dei principi ecologici, economici e tossicologici, anche attraverso l'impiego di supporti informativi.

Al fine di impostare una gestione agronomica sostenibile (anche in termini di abbattimento dei costi di produzione) si prevede il ricorso a tecniche in linea con i Disciplinari di produzione integrata che garantiscano un minor impatto ambientale contribuendo alla riduzione dell'immissione nell'ambiente di sostanze chimiche, introducendo anche tecniche riferibili all'**agricoltura conservativa (AC)** per le superfici dedicate ai seminativi.

Le tecniche di agricoltura conservativa (Figura 38), garantiscono il **minimo disturbo del suolo** e una **copertura continua**, contribuendo a mitigare fenomeni di eccessivo depauperamento della risorsa suolo, migliorandone la fertilità e la struttura, aumentando la capacità di infiltrazione delle acque e contribuendo a una gestione più efficace della risorsa idrica.

Inoltre, attraverso **avvicendamenti colturali virtuosi** si contribuisce a preservare la fertilità agronomica e la sostanza organica del suolo e a garantire la diversificazione dell'agroecosistema. L'AC si è dimostrata utile per il controllo e il miglioramento della qualità del suolo e della sua capacità di resilienza (Derpsch e Friedrich, 2009) e rappresenta un utile rimedio per i problemi legati al consumo di suolo dovuto all'erosione superficiale ad opera di vento ed acqua.

Le tecniche proposte, oltre a garantire un minor impatto dell'attività agricola sull'ambiente, meglio si adattano alla coesistenza dell'infrastruttura energetica, contemplando un minor numero di interventi in campo e riducendo quindi il rischio di sporcare eccessivamente la componente fotovoltaica durante le fasi di preparazione del suolo.



1 disturbo minimo del suolo



2 copertura continua del suolo (adeguata e razionale gestione dei residui colturali sulla superficie del suolo)




3 avvicendamenti colturali

Figura 38. Principi dell'agricoltura conservativa. Fonte: <https://www.fao.org/conservation-agriculture/en/>.

L'introduzione della minima lavorazione **(1)** e l'impiego di macchine combinate, capaci di svolgere più operazioni in un unico passaggio, può consentire inoltre, a seconda del tipo di terreno e di coltura, una riduzione dei consumi di gasolio pari o superiore al 50% rispetto alle tecniche convenzionali (Veneto Agricoltura, 2019).

La scelta delle specie e delle modalità di esecuzione delle operazioni agricole (esclusione delle operazioni di aratura) mirano a garantire una copertura continua del suolo **(2)** durante l'arco dell'anno solare, e prevedono la possibilità di sfruttare i residui colturali per la semina diretta di altre specie (semina su sodo) e come apporto di sostanza organica (sovescio parziale dei residui).

Al fine di minimizzare l'impatto sull'ambiente verrà impostata una rotazione colturale **(3)** che prevede la variazione della specie coltivata nello stesso appezzamento, migliorando la fertilità del terreno e assicurando, a parità di condizioni, una resa maggiore.

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 64 / 115
		Numero Revisione
		00

L'agricoltura conservativa sostiene quindi l'importanza attribuita alla fertilità agronomica, alla sostanza organica, alle rotazioni colturali, alle colture intercalari e, più in generale, alla diversificazione dell'agroecosistema. Si tratta inoltre di tecniche maggiormente compatibili con la presenza dei moduli fotovoltaici poiché prevedono un minor numero di interventi in campo rispetto all'agricoltura convenzionale.

La gestione agronomica proposta per le **superfici a seminativi** risulta quindi pienamente in linea con i principi della Politica Agricola Comune (vedasi Capitolo 4.3) e in particolare SRA01 – ACA1 - Produzione integrata, SRA03 – ACA3 - Tecniche lavorazione ridotta dei suoli e SRA24 – ACA24 - Pratiche agricoltura di precisione, anche se quest'ultima non è attivata dalla Regione Emilia-Romagna. Nello specifico, si prevede il ricorso alla **minima lavorazione** (Minimum Tillage - **MT**): la preparazione del letto di semina di tutte le specie proposte sarà effettuata **con un solo passaggio di discatura eseguito con erpice a dischi o una fresatura profonda al massimo 15 cm**. Tale operazione garantirà la trinciatura e l'interramento dei residui colturali della specie precedente, delle infestanti estive e l'affinamento delle zone più superficiali del terreno, predisponendolo alla successiva semina. Verranno inoltre impiegate sementi conciate, riducendo drasticamente il rischio di propagazione di parassiti fungini.

Per quanto concerne le superfici ad **orticole**, la preparazione del terreno è fase cruciale che pone le basi per il successo della coltivazione e che ogni intervento, dal miglioramento delle caratteristiche fisico-chimiche alla creazione di un letto di semina adeguato, debba essere finalizzato a garantire condizioni ottimali per la crescita e lo sviluppo delle piante e la successiva fruttificazione. Per queste superfici si prevedono quindi lavorazioni meccaniche di aratura, fresatura ed erpicatura.

L'**aratura** permette di rompere la crosta superficiale, migliorare il drenaggio e incorporare nel terreno la sostanza organica distribuita durante la concimazione di fondo.

La **fresatura**, eseguita dopo la concimazione di fondo (descritta di seguito), livella il terreno e rompe le zolle, preparando la superficie per le lavorazioni successive.


L'**erpatura** affina il letto di semina, creando una struttura soffice e ben aerata che favorisce la germinazione dei semi o l'attecchimento delle piantine trapiantate. Tali lavorazioni sono altresì necessarie per ripristinare la struttura del terreno post installazione della componente fotovoltaica, che potrebbe aver generato compattamento causa passaggio di mezzi utilizzati durante le fasi appunto di installazione.

Un ulteriore intervento è la **concimazione di fondo** (da eseguire tra l'aratura e le altre lavorazioni meccaniche preparatorie descritte sopra). Questa pratica prevede l'incorporazione nel terreno di letame maturo, compost o fertilizzanti chimici per aumentare la disponibilità di nutrienti. Si prevede **l'apporto di una quantità pari a 20-30 tonnellate per ettaro di letame maturo**, da reperire dalle limitrofe aziende zootecniche, arricchendo il terreno di azoto, fosforo e potassio.

6.2.3 Gestione delle superfici

La rotazione e la gestione agronomica previste sono orientate a garantire la sostenibilità del sistema e il miglioramento della struttura del terreno, della sua disponibilità organica e della capacità di trattenere acqua, ciò appare di fondamentale importanza poiché i suoli destinati all'attività agricola, se non gestiti opportunamente, vanno in contro a riduzione della biodiversità, della sostanza organica, a fenomeni erosivi, impermeabilizzazione e a compattazione.

Per assicurare lo sviluppo ottimale delle **specie orticole** e massimizzare la produzione, l'irrigazione è un elemento centrale e deve essere regolata in base alle esigenze idriche delle colture. Si ipotizza di

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 65 / 115
		Numero Revisione
		00

condurre la pratica irrigua con le medesime modalità dello stato di fatto (acqua consortile e/o pozzi di acque sotterranee).

La **fertilizzazione** è un altro aspetto fondamentale. Le colture orticole richiedono un apporto continuo di nutrienti, modulato in base alle diverse fasi di crescita.

Un'adeguata gestione delle infestanti è altrettanto importante: si prevede di intervenire quanto più possibile con diserbi manuali o meccanici.

Per quanto riguarda le **colture seminative**, l'avvicendamento proposto garantirà un miglioramento della struttura del terreno, della sua disponibilità organica e della capacità di trattenere acqua; il mantenimento parziale dei residui vegetali fino alle successive semine e la presenza della componente impiantistica per la produzione di energia fotovoltaica concorreranno al mantenimento di una buona umidità del suolo. Come già accade per queste colture, **non si farà ricorso alla pratica irrigua**.

Inoltre, si verrà a creare un circolo virtuoso in cui le specie godranno del mutuo beneficio, diminuendo così il ricorso ad operazioni colturali e all'utilizzo di prodotti di sintesi, sia per la fertilizzazione sia per la difesa fitosanitaria.


La struttura dello strato attivo sarà migliorata oltre che dall'apporto di sostanza organica derivante dalla biomassa lasciata sul suolo a fine ciclo colturale, anche dall'azione meccanica derivante dalla crescita delle radici delle stesse (che hanno caratteristiche differenti in termini di capacità di approfondimento).

L'avvicendamento colturale previsto contribuirà inoltre a limitare il rischio derivante dall'avvento di fisiopatie, molto probabile invece nel caso di ristoppio. Si prevedono trattamenti preventivi con l'impiego di soli prodotti naturali ed organici, ammessi peraltro anche nel regime biologico.


Qualora, in base allo sviluppo vegetativo delle colture, dovessero risultare necessari interventi di fertilizzazione si farà ricorso quanto più possibile a prodotti derivanti dalle aziende zootecniche locali, tale soluzione appare sostenibile dal punto di vista **ambientale** poiché si riduce l'immissione nell'ambiente di prodotti inquinanti; **economico** in termini di risparmio rispetto all'acquisto di fertilizzanti chimici e **sociale** poiché l'utilizzo di scarti di altre filiere produttive, pienamente in linea con i principi dell'economia circolare⁴⁸, permette di ottimizzare il consumo di risorse nel ciclo produttivo, valorizzando gli scarti di altre produzioni con consequenziali vantaggi per l'intera società. Si specifica che le quantità di effluenti zootecnici palabili (letame) e le modalità attraverso cui saranno somministrati saranno quelle previste dalla normativa vigente in merito, la quantità sarà modulata con oculatezza anche in base ai dati raccolti dal monitoraggio agronomico e che lo spandimento sarà evitato nei giorni di pioggia e nei giorni immediatamente successivi, scongiurando rischi di lisciviazione dei nitrati e percolazione degli stessi verso gli strati più interni di terreno e nelle falde sottostanti.

Per il monitoraggio dell'impianto, si valuterà l'opportunità di introdurre l'utilizzo di un **Decision Support System (DSS)** agricolo, come specificato di seguito al Capitolo 7, strumento che consente di garantire un uso più razionale delle risorse e rappresenta un utile supporto per monitorare le produzioni. I DSS integrano l'andamento meteorologico, lo sviluppo fenologico delle colture e algoritmi matematici per fornire all'utente informazioni preziose per la gestione della coltura e dei trattamenti di difesa, consentendo così un'ottimale programmazione delle operazioni ed un risparmio in termini di trattamenti fitosanitari. Tale approccio risulta in linea anche con quanto sostenuto con lo **SRA24 - pratiche agricoltura precisione** con la PAC 2024-2027.

⁴⁸ Il passaggio da un'economia lineare ad un'economia circolare è un prerequisito per raggiungere l'obiettivo di neutralità climatica sancito dal Green Deal per il 2050 (Commissione Europea, 2019)

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 66 / 115
		Numero Revisione
		00

Si ribadisce, infine, che le scelte agronomiche proposte sono frutto di valutazioni multifattoriali che tengono conto anche della natura innovativa del sistema, che prevede la coesistenza della produzione di energia e la gestione agricola dello stesso appezzamento.

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 67 / 115
		Numero Revisione
		00

7 Precision farming e monitoraggio agronomico

Come descritto nel Capitolo dedicato alla conduzione agronomica (paragrafo 6.2) si prevede di condurre le superfici oggetto di intervento secondo i principi dell'agricoltura conservativa.

In aggiunta si ipotizza la possibilità di migliorare la gestione attraverso accorgimenti che consentiranno di avvicinare progressivamente l'azienda a una gestione sempre più orientata ad un'Agricoltura di Precisione (AP)⁴⁹.

Le definizioni di AP (Pisante, 2013) riguardano l'adozione di tecniche che consentono di:

- migliorare l'apporto di input attraverso l'analisi di dati raccolti da sensori e la relativa elaborazione con strumenti informativi (DSS⁵⁰, meglio descritti più avanti), che, gestendo la variabilità temporale, permettono di dosare al meglio l'impiego di input (acqua, prodotti fitosanitari e concimi);
- garantire la tracciabilità del prodotto utilizzando tecnologie informatiche per la registrazione dei dati di campo;
- impiegare "macchine intelligenti" in grado di modificare la propria modalità operativa all'interno delle diverse aree.

A livello nazionale esistono delle "Linee Guida per lo sviluppo dell'Agricoltura di Precisione in Italia"⁵¹, redatte a cura del Gruppo di Lavoro nominato con DM n. 8604 dell'1/09/2015 e pubblicate nel settembre 2017 da parte del Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, che costituiscono uno specifico approfondimento sull'innovazione tecnologica in campo agricolo, illustrando le metodologie da attuare per la realizzazione dell'Agricoltura di Precisione. Tali Linee Guida sono state utilizzate come modello di riferimento nella predisposizione del modello di gestione di monitoraggio del progetto.

Considerata la realtà aziendale e l'estensione dell'area si prevede di introdurre:


- una stazione agrometeorologica dotata di sensori standard per la misurazione di temperatura del suolo e dell'aria, quantità di pioggia, velocità e direzione del vento, umidità del suolo e dell'aria, radiazione solare totale, evapotraspirazione e bagnatura fogliare (Figura 39);
- impiego di un supporto informativo (Decision Support System, DSS, Figura 39) per la registrazione delle operazioni di campo, la consultazione e l'elaborazione dei dati meteo per garantire un utilizzo razionale degli input agronomici. La registrazione dei dati di produzione, se integrata con il DSS, consente la compilazione in tempo reale dei dati necessari per il quaderno di campagna⁵². Tale aspetto è particolarmente rilevante considerando che – secondo le ultime disposizioni nazionali – dovrebbe diventare obbligatoria a partire dal 1° gennaio

⁴⁹ Agricoltura che impiega strumenti, tecnologie e sistemi informativi allo scopo di supportare il processo di assunzione di decisioni in merito alla produzione dei raccolti (Gebbers e Adamchuk, 2010)

⁵⁰ DSS sono sistemi informatici che raccolgono, organizzano, interpretano e integrano in modo automatico le informazioni provenienti in tempo reale dal monitoraggio dell'«ambiente coltura» (attraverso sensori o attività di monitoraggio). I DSS analizzano questi dati per mezzo di avanzate tecniche di modellistica e, sulla base degli output dei modelli, generano una serie di allarmi e supporti alle decisioni.

⁵¹ <https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/12069>

⁵² Il Quaderno di campagna o Registro dei trattamenti, come indicato al comma 3 dell'art. 42 del DPR n. 290/01, è un registro obbligatorio per tutte le aziende agricole che utilizzano prodotti fitosanitari per la difesa delle colture agrarie che riporta cronologicamente l'elenco dei trattamenti eseguiti sulle diverse colture oppure, in alternativa, una serie di moduli distinti, ciascuno relativo ad una singola coltura.

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 68 / 115
		Numero Revisione
		00

2027 la compilazione del Quaderno di Campagna digitale integrato nel Sistema Informativo Agricolo Nazionale (SIAN), che consentirà di registrare in formato elettronico tutte le operazioni colturali e i trattamenti fitosanitari, assicurando tracciabilità, trasparenza e controllo sull'uso degli input produttivi. L'impiego del DSS renderà quindi più agile tale processo in futuro contribuendo all'evoluzione verso modelli gestionali coerenti con i principi dell'Agricoltura di Precisione, grazie all'informatizzazione dei dati di campo e alla possibilità di effettuare controlli incrociati in tempo reale.

Si esclude al momento l'integrazione dei dati di posizionamento dei macchinari con il DSS.

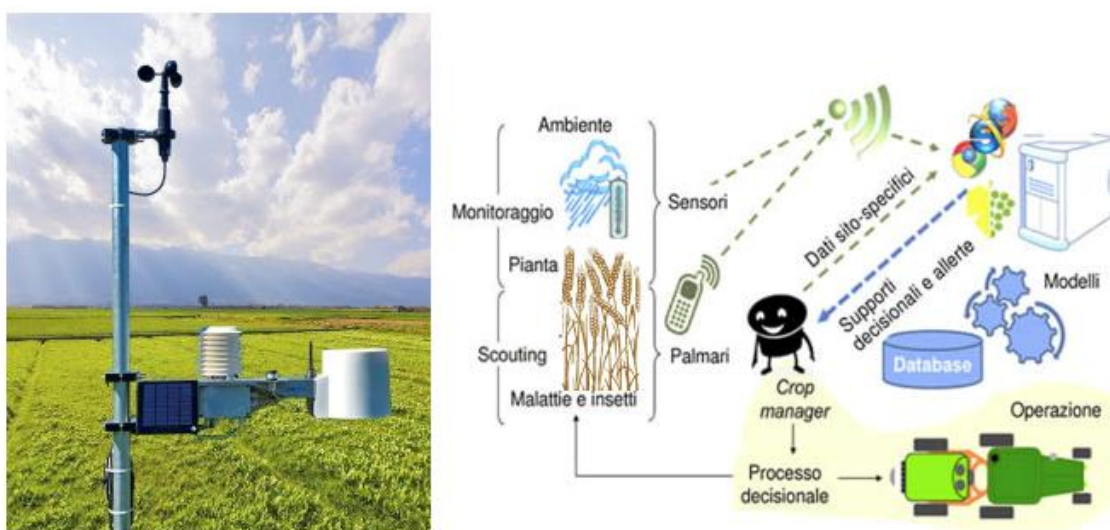



Figura 39. Stazione agrometeorologica e schema di flusso dei DSS.

L'installazione della stazione agrometeorologica sarà conforme a quanto indicato dalle "Linee Guida per l'Applicazione dell'Agro-fotovoltaico in Italia" (Unitus, 2021). 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. A tale scopo l'ubicazione e il tipo di stazione verranno eletti nel rispetto dei parametri (Figura 40) 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).

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 69 / 115
		Numero Revisione
		00

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 40. Caratteristiche dei sensori e dei siti di installazione (WMO, 2018).

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

La raccolta dei dati meteo avverrà durante la fase di esercizio dell'impianto (corso d'opera).

La scelta del DSS da impiegare verterà, in particolare, sull'identificazione di un sistema in grado di fornire gli indici di rischio per le malattie delle colture scelte per la proposta progettuale. Attraverso il DSS sarà possibile:

- la registrazione delle concimazioni effettuate con l'indicazione dei prodotti specifici e delle relative titolazioni, la definizione delle quantità di concime da applicare in funzione del tipo di terreno, dell'andamento meteorologico, della resa attesa e del processo colturale, l'ottimizzazione delle tempistiche;
- la registrazione delle produzioni ottenute, utile anche per la creazione di un database relativo alla coltivazione in un sistema agrivoltaico di pieno campo su un periodo di 25-30 anni;
- la registrazione di eventuali trattamenti fitosanitari.
- la registrazione degli apporti irrigui


L'integrazione, tra i dati meteo registrati in campo e l'elaborazione dei dati da parte del DSS e le analisi ad opera di un tecnico specializzato potranno essere utilizzate per orientare al meglio le decisioni agronomiche, favorendo quindi:

- l'utilizzo sostenibile dei prodotti (prodotti fitosanitari e concimi);
- l'individuazione del momento migliore di intervento in campo;
- la registrazione delle produzioni e la tracciabilità del prodotto;
- il monitoraggio delle produzioni ottenibili in un sistema agrivoltaico.


Come meglio descritto nel capitolo dedicato alla conformità dell'impianto alle LG del MiTE per quanto concerne il requisito D (sistemi di monitoraggio – vedasi Capitolo 9.5), si prevede che per il monitoraggio relativo all'esistenza e resa della coltivazione saranno inoltre di supporto i documenti di contabilità che dimostrino la presenza della coltivazione agraria, nonché la registrazione dei fascicoli aziendali ed è prevista la registrazione dei volumi di adacquamento per contribuire al monitoraggio in termini di risparmio idrico.

L'analisi e l'integrazione dei dati rilevati in campo (monitoraggi, stato fitosanitario, fenologia, operazioni di campo, produzioni) verranno elaborate in relazioni agronomiche periodiche riferite all'intera area.

Per tutte le colture in rotazione la registrazione delle produzioni ottenute dalle diverse colture porterà alla creazione di un database relativo alla coltivazione in un sistema agrivoltaico di pieno campo su

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 70 / 115
		Numero Revisione
		00

un periodo di 25-30 anni. L'analisi di questi dati contribuirà quindi anche ad aumentare le conoscenze utili ad individuare le colture più adatte a tale sistema produttivo in condizioni agroambientali analoghe a quelle del sito di intervento.

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 71 / 115
		Numero Revisione
		00

8 Analisi economica componente agricola

Al fine di identificare una soluzione atta a garantire una produzione agricola compatibile con le caratteristiche pedoclimatiche dell'areale e che, al contempo, valorizzasse il territorio e le sue risorse, nella fase di progettazione di un impianto agrivoltaico si presta particolare attenzione:

- alla vocazionalità territoriale;
- all'andamento economico del comparto agricolo della Regione (analizzato nel Capitolo 4);
- a garantire il mantenimento dell'indirizzo produttivo, in linea con quanto indicato al punto B.1.a delle linee guida del MiTE (vedasi Capitolo 3.1), attraverso la valutazione dell'Orientamento Tecnico Economico (OTE) e la Produzione Standard (PS)/Produzione Lorda Vendibile (PLV).

L'OTE può essere definito come un'evoluzione del più abituale concetto di *indirizzo produttivo* e si basa sul concetto di affinità che ciascuna attività agricola presenta con le altre.

A seconda del livello di dettaglio è possibile distinguere un **OTE generale**, un **OTE principale** e un **OTE particolare**, secondo la categorizzazione riportata in Figura 41.

OTE generali	OTE principali	OTE particolari
Aziende specializzate - produzioni vegetali		
1 Aziende specializzate nei seminativi	15 Aziende specializzate nella coltivazione di cereali e di piante oleaginose e proteaginose	151 Specializzate nei cereali (escluso il riso) e piante oleose e proteiche
		152 Risicole specializzate
	16 Aziende specializzate in altre colture a seminativi	153 Combinazioni di cereali, riso, piante oleose e piante proteiche
		161 Specializzate nelle piante sarchiate
		162 Combinazioni di cereali, oleaginose, proteiche e sarchiate
		163 Specializzate in orti in pieno campo
2 Aziende specializzate in ortofloricoltura	21 Aziende specializzate in ortofloricoltura da serra	164 Specializzate nella coltura di tabacco
		165 Specializzate nella coltura di cotone
		166 Con diverse colture di seminativi combinate
	22 Aziende specializzate in ortofloricoltura all'aperto	211 Specializzate in orticoltura da serra
		212 Specializzate in floricoltura e piante ornamentali da serra
		213 Specializzate in ortofloricoltura mista da serra
23 Aziende specializzate in altri tipi di ortofloricoltura	221 Specializzate in orticoltura all'aperto	
	222 Specializzate in floricoltura e piante ornamentali all'aperto	
	223 Specializzate in ortofloricoltura mista all'aperto	
3 Aziende specializzate nelle colture permanenti	35 Aziende specializzate in viticoltura	231 Specializzate nella coltura dei funghi
		232 Specializzate in vivai
		233 Specializzate in diverse colture ortofloricole
		351 Vinicole specializzate nella produzione di vini di qualità
	36 Aziende specializzate in frutticoltura e agrumicoltura	352 Vinicole specializzate nella produzione di vini non di qualità
		353 Specializzate nella produzione di uve da tavola
37 Aziende specializzate in olivicoltura	354 Viticole di altro tipo	
	361 Specializzate produzione frutta fresca (esclusi agrumi, f. tropicale e f. a guscio)	
38 Aziende con diversa combinazione di colture permanenti	362 Specializzate produzione di agrumi	
	363 Specializzate produzione di frutta a guscio	
	364 Specializzate produzione di frutta tropicale	
	365 Specializzate produzione mista di frutta fresca, agrumi, f. tropicale e f. a guscio	
	370 Specializzate in olivicoltura	
	380 Con diversa combinazione di colture permanenti	


	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 72 / 115
		Numero Revisione
		00

Figura 41. Schematizzazione degli OTE secondo RICA. Fonte : <https://rica.crea.gov.it/tabella-degli-ote-validi-a-partire-dall-esercizio-contabile-2010-25.php>.

La **PS** corrisponde al valore monetario medio ponderato della produzione agricola lorda totale (cioè, di tutte le colture e comprendente oltre al prodotto principale anche eventuali prodotti secondari) rilevato a livello regionale.

La **PLV** corrisponde al valore monetario realizzato in un determinato arco temporale da un'azienda, frutto della sommatoria delle quantità prodotte per il loro prezzo unitario di vendita.

Per la valutazione della redditività aziendale dello stato di fatto, si è fatto riferimento ai valori di Produzione Standard, calcolati dal RICA per la Regione Emilia-Romagna⁵³ e riferiti all'annualità 2020. In Figura 42 di seguito sono riportate le PS delle colture prese in considerazione, coltivate nelle cinque precedenti annate agrarie:

ANNO	FADN_REGION	NUTS2	Regione_P.A.	COD_PRODUCT	Rubrica_RICA	Descrizione_Rubrica	SOC_EUR	UM
2020	260	ITH5	Emilia-Romagna	C1110T	D01	Frumento tenero e spelta	1.868	€/ha
2020	260	ITH5	Emilia-Romagna	C1120T	D02	Frumento duro	2.764	€/ha
2020	260	ITH5	Emilia-Romagna	C1300T	D04	Orzo	1.389	€/ha
2020	260	ITH5	Emilia-Romagna	R2000T	D11	Barbabietola da zucchero	2.844	€/ha
2020	260	ITH5	Emilia-Romagna	V0000_S0000T	D14	Orticole - all'aperto	22.343	€/ha
2020	260	ITH5	Emilia-Romagna	V0000_S0000TO	D14A	Orticole - all'aperto - in pieno campo	19.556	€/ha
2020	260	ITH5	Emilia-Romagna	V0000_S0000TK	D14B	Orticole - all'aperto - in orto industriale	25.125	€/ha
2020	260	ITH5	Emilia-Romagna	G0000T	D18	Piante raccolte verdi	1.673	€/ha
2020	260	ITH5	Emilia-Romagna	I1130T	D28	Soia	1.410	€/ha
2020	260	ITH5	Emilia-Romagna	G1000T	D18A	Prati avvicendati (medica, sulla, trifoglio, lupinella, ecc.)	1.592	€/ha
2020	260	ITH5	Emilia-Romagna	G2000T	D18D	Altre foraggere: Leguminose	1.044	€/ha
2020	260	ITH5	Emilia-Romagna	I1120T	D27	Girasole	879	€/ha
2020	260	ITH5	Emilia-Romagna	E0000T	D19	Semi e piantine seminativi	5.470	€/ha

Figura 42. Produzioni standard - anno 2020 della regione Emilia-Romagna - colture stato di fatto.

Ai fini del calcolo della PS, è stato utilizzato il dato di **superficie agricola utilizzata (SAU)** desunto dai fascicoli aziendali (cfr. Paragrafo 5.3), pari a **54,09 ha** complessivi (SAU media delle 4 annualità rilevate), classificato sulla base dei piani colturali e delle informazioni fornite dagli attuali conduttori.

⁵³ <https://rica.crea.gov.it/produzioni-standard-ps-210.php>



	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 73 / 115
		Numero Revisione
		00

Tabella 5. Elaborazione PLV delle superfici oggetto di intervento relative all'arco temporale considerato (2022-2025)

Ann o	Colture	Sup (ha)	Voce PS	PS (€/ha)	PLV totale (€)
2022	Fabbricati	0,00	-	0,00	0,00
	Fasce tampone ripariali	0,04	-	0,00	0,00
	Fossati e canali	0,21	-	0,00	0,00
	Frumento tenero	15,42	Frumento tenero e spelta	1.868,30	28.817,59
	Girasole	8,95	Girasole	879,04	7.869,08
	Margini campi	0,83	-	0,00	0,00
	Medica	21,78	Prati avvicendati (medica, sulla, trifoglio, lupinella, ecc.)	1.591,77	34.666,84
	Orzo	7,40	Orzo	1.388,84	10.272,28
	Siepi e fasce alberate	0,00	-	0,00	0,00
	Uso non agricolo	1,04	-	0,00	0,00
2023	Barbabetola da zucchero	9,09	Barbabetola da zucchero	2.844,15	25.858,16
	Fabbricati	0,00	-	0,00	0,00
	Fossati e canali	0,45	-	0,00	0,00
	Frumento tenero	9,07	Frumento tenero e spelta	1.868,30	16.940,44
	Maceri, stagni, laghetti	0,22	-	0,00	0,00
	Margini campi	1,52	-	0,00	0,00
	Erba medica	21,78	Prati avvicendati (medica, sulla, trifoglio, lupinella, ecc.)	1.591,77	34.663,82
	Ravanello da seme	7,14	Semi e piantine seminativi	5.470,36	39.058,92
	Soia	6,06	Soia	1.409,69	8.544,41
	Uso non agricolo	0,29	-	0,00	0,00
2024	Barbabetola da zucchero	8,48	Barbabetola da zucchero	2.844,15	24.131,76
	Fabbricati	0,00	-	0,00	0,00
	Fasce tampone non ripariali	0,04	-	0,00	0,00
	Fossati e canali	0,17	-	0,00	0,00
	Frumento duro	22,82	Frumento duro	2.764,29	63.085,52
	Maceri	0,03	-	0,00	0,00
	Margini campi	1,53	-	0,00	0,00
	Medica	21,78	Prati avvicendati (medica, sulla, trifoglio, lupinella, ecc.)	1.591,77	34.666,68
	Pascolo avvicendato di leguminose	0,00	Altre foraggere: Leguminose	1.044,23	0,00
	Siepi e fasce alberate	0,00	-	0,00	0,00
2025	Superfici ritirate	0,21	-	0,00	0,00
	Uso non agricolo	0,62	-	0,00	0,00
	Coriandolo da seme	7,32	Semi e piantine seminativi	5.470,36	40.066,01
	Mais energetico	5,68	Altre foraggere: Mais verde	2.636,16	14.971,02
	Pomodoro da industria	12,06	Orticole - all'aperto	22.342,58	269.444,81
	Fabbricati	0,00	-	0,00	0,00
	Fasce tampone ripariali	0,04	-	0,00	0,00
	Fossati e canali	0,53	-	0,00	0,00
	Frumento da foraggio	21,78	Piante raccolte verdi	1.673,08	36.435,17
	Maceri	0,00	-	0,00	0,00
	Margini campi	0,54	-	0,00	0,00
	Pisello da industria	6,27	Orticole - all'aperto	22.342,58	140.096,91
	Soia	28,05	Soia	1.409,69	39.538,56
Superfici ritirate	0,21	-	0,00	0,00	
Uso non agricolo	0,63	-	0,00	0,00	
				Totale (€)	869.127,97

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 74 / 115
		Numero Revisione
		00

Ann o	Colture	Sup (ha)	Voce PS	PS (€/ha)	PLV totale (€)
				Totale annuo (€/anno)	217.281,99
				Totale annuo (€/anno/ha)	4.017,24

Da quanto analizzato risulta che le superfici considerate, hanno potuto esprimere una PLV, calcolata sulla base delle PS, di circa **869.128 €**, pari a circa **4.017 €/ha annui** (considerando l'estensione dell'intera SAU, pari a 54,09 ha).

Come riportato nel Paragrafo 6.2.1, la **proposta progettuale** prevede una **rotazione di seminativi foraggeri e la coltivazione di specie orticole**.

Per la **valutazione della coerenza della proposta progettuale** sono quindi stati individuati i valori di PS relativi alle colture in progetto (Figura 43).

ANNO	FADN_REGION	NUTS2	Regione_P.A.	COD_PRODUCT	Rubrica_RI CA	Descrizione_Rubrica	SOC_EUR	UM
2020	260	ITH5	Emilia-Romagna	G0000T	D18	Piante raccolte verdi	1.673	€/ha
2020	260	ITH5	Emilia-Romagna	G1000T	D18A	Prati avvicendati (medica, sulla, trifoglio, lupinella, ecc.)	1.592	€/ha
2020	260	ITH5	Emilia-Romagna	V0000_S0000TO	D14A	Orticole - all'aperto - in pieno campo	19.556	€/ha
2020	260	ITH5	Emilia-Romagna	E0000T	D19	Semi e piantine seminativi	5.470	€/ha


Figura 43. Produzioni standard - anno 2020 della regione Emilia-Romagna - colture stato di progetto.

Il calcolo della PLV esprimibile dalle superfici dell'impianto agrivoltaico è stato effettuato considerando la capacità produttiva della sola "superficie agricola di progetto" del sistema, pari a **41,42 ha**. Come calcolato in (vedasi per maggior dettaglio anche quanto riportato al Paragrafo 9.2).

Tabella 6 tale valore è stato desunto sottraendo alla superficie iniziale (SAU, superficie agricola utilizzata) l'area occupata dalle superfici "non agricole" (vedasi per maggior dettaglio anche quanto riportato al Paragrafo 9.2).

Tabella 6. Calcolo superfici di progetto.

VOCE	VALORE
Superficie Agricola Utilizzata - SAU (m ²)	540.874,00
tare stato di fatto (m ²)	23.637,00
n° strutture 24x1 moduli	1.515
lunghezza strutture 24x1 moduli (m)	69,54
n° strutture 12x1 moduli	124
lunghezza strutture 12x1 moduli (m)	35,25
larghezza fasce non coltivabili (m)	0,72
superficie fasce non coltivabili (m ²)	79.001,35
tare: sup. totale cabine e locali tecnici	381,42
altre tare: opere idrauliche (m ²)	11.818,62
altre tare: mitigazioni (m ²)	11.820,18
Superficie non agricola (m ²)	126.658,57

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 75 / 115
		Numero Revisione
		00

VOCE	VALORE
Superficie agricola di progetto (m ²)	414.215,43

L'area agricola totale di progetto ha un'estensione di **41,42 ha**.
Come già argomentato nei capitoli precedenti, considerando la possibilità e la necessità produttiva di destinare **due differenti aree alle proposte agronomiche previste**, l'intera area è stata suddivisa in **due distinti lotti**, indicati in Figura 44.




Figura 44. Organizzazione spaziale delle colture nelle superfici interessate dal progetto agronomico.

L'**area ad orticole**, è stata desunta considerando l'area catastale al netto delle tare (che dall'analisi effettuata al Paragrafo 5.3 risultano pari al 4%) ottenendo un valore di **6,50 ha**, di conseguenza l'area agricola che verrà dedicata alle colture seminative, risulta di **34,92 ha**.
Le estensioni ottenute sono state utilizzate per il calcolo della PLV del progetto (Tabella 7) **considerando un arco temporale di 4 anni**.

Tabella 7. Produzioni lorde vendibili delle superfici oggetto di intervento relative alla proposta progettuale.

Anno	Colture	Sup (ha)	Voce PLV	PLV (€/ha)	PLV totale (€)
------	---------	----------	----------	------------	----------------

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 76 / 115
		Numero Revisione
		00

I	Erbaio orzo	34,92	Piante raccolte verdi	1.673	58.423,95
	Pisello da industria	6,50	Orticole - all'aperto - in pieno campo	19.556	127.115,24
II	Erbaio trifoglio	34,92	Prati avvicendati (medica, sulla, trifoglio, lupinella, ecc.)	1.592	55.592,64
	Pomodoro da industria	6,50	Orticole - all'aperto - in pieno campo	19.556	127.115,24
III	Erbaio avena	34,92	Piante raccolte verdi	1.673	58.423,95
	Ravanello da seme	6,50	Semi e piantine seminativi	5.470,36	35.557,34
IV	Erbaio trifoglio	34,92	Prati avvicendati (medica, sulla, trifoglio, lupinella, ecc.)	1.592	55.592,64
	Pisello da industria	6,50	Orticole - all'aperto - in pieno campo	19.556	127.115,24
				Totale(€)	644.936,23
				Totale annuo (€/anno)	161.234,06
				Totale a ettaro (€/anno/ha)	2.980,99

La PLV delle superfici condotte come da proposta avanzata risulta pari a circa **2.980,99 €/ha annui**; si specifica che per il calcolo del valore medio ad ettaro la PLV totale è stata divisa per l'estensione della superficie agricola utilizzata (SAU) ante operam pari a **54,09 ha**.

La proposta progettuale garantirà il mantenimento dell'indirizzo produttivo, con una redditività in linea con quella attualmente esprimibile dalla superficie oggetto di studio, pari a circa l'74% della PLV dello stato di fatto.

Nel Paragrafo seguente è riportata l'analisi economica dell'attività agricola, con il dettaglio di costi e ricavi relativi alla rotazione biennale proposta.

8.1 Analisi costi e ricavi

In Tabella 8 è riportata l'analisi "costi e ricavi" delle superfici destinate alla coltivazione di specie seminatrici in avvicendamento e alla coltivazione di orticole in pieno campo (vedasi Capitolo 6.2.1). I costi delle operazioni previste impostati nel calcolo economico sono frutto di indagini nell'areale di intervento, nonché di esperienze pregresse.

Per tale analisi economica, sono stati utilizzati i medesimi valori di superficie agricola riportati in Tabella 7 per un totale **41,42 ha**.

Tabella 8. Analisi costi e ricavi della proposta progettuale ipotizzata.

COSTI DI COLTIVAZIONE ANNO I				
Operazione	UM	Costo Unitario (€)	Quantità	Totale (€)
Concimazione di fondo (spandimento letame)	ha	80,00 €	34,92	2.793,60 €
Discatura con erpice	ha	178,00 €	34,92	6.215,76 €
Acquisto sementi avena (180 Kg/Ha)	kg	1,00 €	6285,60	6.285,60 €
Semina erbaio e rullatura	ha	60,00 €	34,92	2.095,20 €
Trattamento preventivo (acquisto prodotti e distribuzione)	ha	80,00 €	34,92	5.952,00 €
Sfalcio erbaio avena (1 sfalci)	ha	180,00 €	34,92	6.285,60 €
Raccolta e pressatura erbaio avena (1 raccolta)	ha	100,00 €	6,50	650,00 €
Concimazione di fondo (spandimento letame)	ha	70,00 €	6,50	455,00 €
Fresatura ed erpicatura	ha	150,00 €	6,50	975,00 €
Acquisto sementi pisello da industria (200 kg/ha)	kg	4,00 €	1300	5.200,00 €
Semina pisello da industria	ha	60,00 €	6,50	390,00 €
Irrigazione di soccorso	ha	200,00 €	6,50	1.300,00 €

COSTI DI COLTIVAZIONE ANNO I				
Operazione	UM	Costo Unitario (€)	Quantità	Totale (€)
Trattamento preventivo (acquisto prodotti e distribuzione)	ha	50,00 €	6,50	325,00 €
Diserbo meccanico	ha	100,00 €	6,50	650,00 €
Raccolta meccanica	ha	250,00 €	6,50	1.625,00 €
TOTALE				41.197,76 €

COSTI DI COLTIVAZIONE ANNO II				
Operazione	UM	Costo Unitario (€)	Quantità	Totale (€)
Acquisto sementi trifoglio alessandrino (30 Kg/Ha)	kg	4,50 €	1047,60	4.714,20 €
Semina trifoglio alessandrino e rullatura	ha	60,00 €	34,92	2.095,20 €
Trattamento preventivo (acquisto prodotti e distribuzione)	ha	80,00 €	34,92	5.952,00 €
Sfalcio trifoglio alessandrino (3 sfalci)	ha	540,00 €	34,92	18.856,80 €
Raccolta e pressatura trifoglio (3 raccolte)	ha	300,00 €	34,92	10.476,00 €
Aratura profonda	ha	180,00 €	6,50	1.170,00 €
Concimazione di fondo (spandimento letame)	ha	70,00 €	6,50	455,00 €
Fresatura ed erpicatura	ha	150,00 €	6,50	975,00 €
Acquisto piantine pomodoro da industria (25.000/ha)	unità	0,05 €	162500	8.125,00 €
Messa a dimora piantine	ha	60,00 €	6,50	390,00 €
Irrigazione di soccorso	ha	200,00 €	6,50	1.300,00 €
Trattamento preventivo (acquisto prodotti e distribuzione)	ha	50,00 €	6,50	325,00 €
Diserbo meccanico	ha	100,00 €	6,50	650,00 €
Raccolta e trasporto (60 t/ha)	€/t	3.000,00 €	6,50	19.500,00 €
TOTALE				74.984,20 €

COSTI DI COLTIVAZIONE ANNO III				
Operazione	UM	Costo Unitario (€)	Quantità	Totale (€)
Concimazione di fondo (spandimento letame)	ha	80,00 €	0,00	0,00 €
Discatura con erpice	ha	178,00 €	0,00	0,00 €
Acquisto sementi orzo (140 Kg/Ha)	kg	1,00 €	6285,60	6.285,60 €
Semina erbaio e rullatura	ha	60,00 €	34,92	2.095,20 €
Trattamento preventivo (acquisto prodotti e distribuzione)	ha	80,00 €	34,92	5.952,00 €
Sfalcio erbaio orzo (1 sfalci)	ha	180,00 €	34,92	6.285,60 €
Raccolta e pressatura erbaio orzo (1 raccolta)	ha	100,00 €	6,50	650,00 €
Concimazione di fondo (spandimento letame)	ha	70,00 €	6,50	455,00 €
Fresatura ed erpicatura	ha	150,00 €	6,50	975,00 €
Acquisto sementi ravanello (8 kg/ha)	kg	70,00 €	52	3.640,00 €
Semina ravanello	ha	60,00 €	6,50	390,00 €
Irrigazione di soccorso	ha	200,00 €	6,50	1.300,00 €
Trattamento preventivo (acquisto prodotti e distribuzione)	ha	50,00 €	6,50	325,00 €
Diserbo meccanico	ha	100,00 €	6,50	650,00 €
Raccolta meccanica	ha	350,00 €	6,50	2.275,00 €
TOTALE				31.278,40 €


COSTI DI COLTIVAZIONE ANNO IV				
Operazione	UM	Costo Unitario (€)	Quantità	Totale (€)
Acquisto sementi trifoglio alessandrino (30 Kg/Ha)	kg	4,50 €	1047,60	4.714,20 €
Semina trifoglio alessandrino e rullatura	ha	60,00 €	34,92	2.095,20 €
Trattamento preventivo (acquisto prodotti e distribuzione)	ha	80,00 €	34,92	5.952,00 €
Sfalcio trifoglio alessandrino (3 sfalci)	ha	540,00 €	34,92	18.856,80 €
Raccolta e pressatura trifoglio (3 raccolte)	ha	300,00 €	34,92	10.476,00 €
Aratura profonda	ha	180,00 €	6,50	1.170,00 €
Concimazione di fondo (spandimento letame)	ha	70,00 €	6,50	455,00 €
Fresatura ed erpicatura	ha	150,00 €	6,50	975,00 €
Acquisto sementi pisello da industria (200 kg/ha)	kg	4,00 €	1300	5.200,00 €
Semina pisello da industria	ha	60,00 €	6,50	390,00 €
Irrigazione di soccorso	ha	250,00 €	6,50	1.625,00 €
Trattamento preventivo (acquisto prodotti e distribuzione)	ha	50,00 €	6,50	325,00 €
Diserbo meccanico	ha	100,00 €	6,50	650,00 €
Raccolta meccanica	ha	250,00 €	0,00	0,00 €
TOTALE				52.884,20 €

COSTI TOTALI	
ANNO I	41.197,76 €
ANNO II	74.984,20 €
ANNO III	31.278,40 €
ANNO IV	52.884,20 €
TOTALE	200.344,56 €

RICAVI				
Anno-Coltura	Produzione (t/ha)	Produzione Totale (t)	Prezzo di vendita (€/t)	Totale (€)
I - erbaio avena	7	244,44	200	48.888,00 €
I - pisello da industria	7	45,5	225	10.237,50 €
II - erbaio trifoglio	6	209,52	200	41.904,00 €
II - pomodoro da industria	60	390	135	52.650,00 €
III - erbaio orzo	8	279,36	130	36.316,80 €
III - ravanello da seme	1	6,5	4000	26.000,00 €
IV - erbaio trifoglio	6	209,52	200	41.904,00 €
IV - pisello da industria	7	45,5	220	10.010,00 €
TOTALE				267.910,30 €

REDDITO ATTESO 4 ANNI			
Totale costi	200.344,56 €	Costo medio ha/anno	1.209,23 €
Totale ricavi	267.910,30 €	Ricavo medio ha/anno	1.617,03 €
UTILE	67.565,74 €	Reddito medio ha/anno	407,81 €

L'utile totale atteso nell'arco del quadriennio considerato ammonta a circa 200.344 €, corrispondenti a circa **407 € annui/ha** (considerando una superficie agricola totale di **41,42 ha**).

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 80 / 115
		Numero Revisione
		00

9 Conformità delle Linee Guida MiTE

In questo capitolo si analizza la conformità del progetto rispetto alle Linee Guida del MiTE (Capitolo 3.1).

In considerazione del fatto che il progetto proposto non intende accedere ad alcun tipo di contributo statale né agli incentivi del PNRR, l'analisi è stata sviluppata per confermare la rispondenza dell'impianto rispetto delle condizioni A, B, C e D, identificati dal MiTE quali requisiti che un progetto come quello proposto deve possedere per essere definito "agrivoltaico avanzato" (vedasi quanto illustrato al Capitolo 3.1).

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

9.1.1 Superficie totale del sistema agrivoltaico (S_{tot})

Per il progetto in oggetto, è stata considerata come (S_{tot}) l'intera superficie agricola utilizzata (SAU), dedotta dall'analisi dei fascicoli aziendali in cui sono registrati i terreni interessati dal progetto rappresentata in verde in Figura 45, al netto della SANU, ovvero la superficie agricola non utilizzata sempre dedotta dai medesimi fascicoli e rappresentata in rosso; tale superficie ha estensione pari a 58,09 ha.




	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 81 / 115
		Numero Revisione
		00

Figura 45. Superficie interessata dal progetto agronomico in verde scuro e tare dello stato di fatto in rosso.

9.1.2 Superficie di ingombro del sistema agrivoltaico (S_{pv})

Tale superficie corrisponde alla somma delle superfici individuate dal profilo esterno di massimo ingombro (con i moduli ortogonali al terreno, dunque la massima superficie proiettata) di tutti i moduli fotovoltaici costituenti l'impianto.

Per il caso in oggetto il valore è quindi stato ottenuto moltiplicando la singola superficie del modulo per il numero totale di moduli. Il numero totale di moduli deriva dalla moltiplicazione del numero di moduli per ciascuna struttura - considerando che il progetto prevede l'impiego di due diverse tipologie, con differenti lunghezze e numero di moduli (Figura 46).

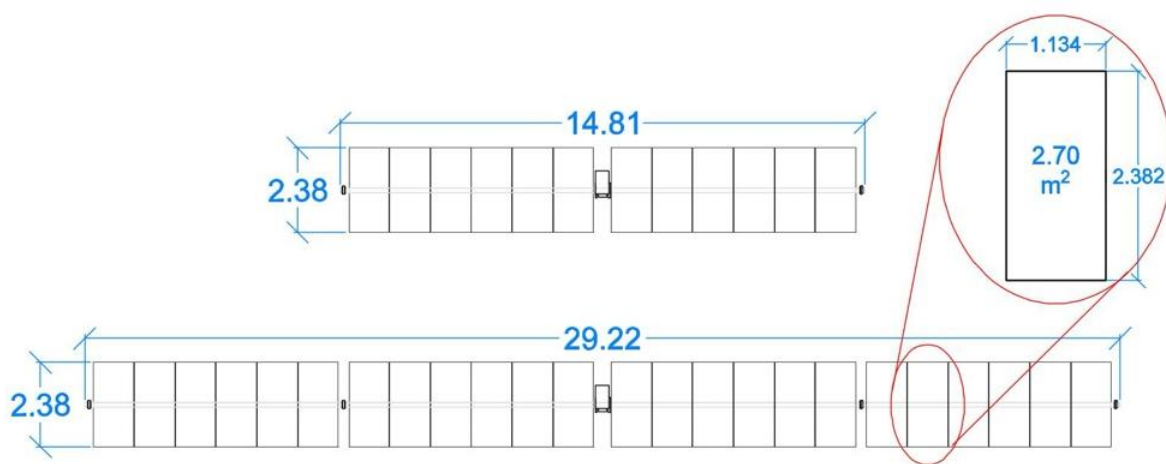


Figura 46. Rappresentazione delle strutture fotovoltaiche impiegate nel progetto e dettaglio dimensionale del singolo modulo.

9.1.3 Superficie agricola (S_{agr})

L'area effettivamente utilizzabile per l'attività agricola (rappresentata in) e definita come **Superficie Agricola del sistema agrivoltaico (S_{agr})** è stata calcolata detraendo la "Superficie non agricola" dalla (S_{tot}).

La $S_{non\ agricola}$ è stata calcolata sommando le superfici occupate da:

- locali tecnici;
- cabine;
- ingombro strutture di sostegno;
- tare dello stato di fatto;
- mitigazioni;
- opere idrauliche, ovvero bacini di laminazione (11.820,18 m²), collettori principali (aventi una lunghezza lineare totale di 2.594 m e una larghezza di 1 m) e secondari (aventi una lunghezza lineare totale di 5.337,23 m e una larghezza di 0,40 m), quantificato in un totale di 11.818,62 (Figura 47).



Figura 47. Disposizione spaziale delle opere idrauliche all'interno delle aree destinate all'impianto agrivoltaico.

In conformità con quanto indicato dalle regole operative del GSE, la viabilità interna, in quanto non rappresentata da superfici impermeabilizzate, è stata considerata superfici funzionale all'attività agricola.

Considerando la natura avanzata del sistema proposto (vedasi Figura 48 e Paragrafo 6.1), per calcolare l'ingombro delle strutture, sono state considerate come "non coltivabili" le fasce di terreno occupate dalle file dei pali di sostegno dei tracker, calcolate moltiplicando la larghezza dei pali più 0,25 m cautelativi per lato (per un totale di 0,72 m) per la lunghezza lineare totale delle diverse strutture (rappresentate in Figura 46).

Una volta definite le Aree che compongono il sistema di è proceduto alla valutazione dei diversi indici.

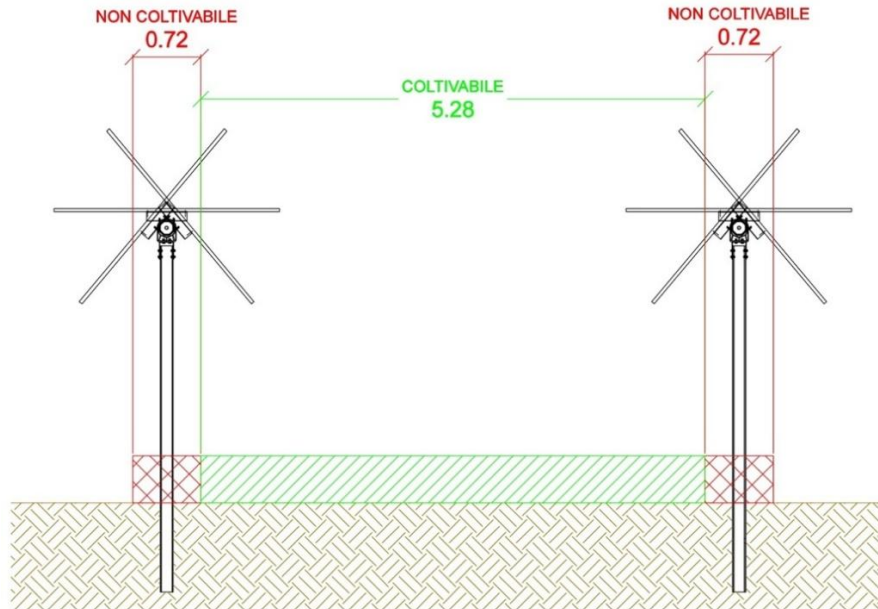


Figura 48. Rappresentazione delle strutture fotovoltaiche impiegate nel progetto e dettaglio dimensionale del singolo modulo.



Figura 49. Rappresentazione delle strutture fotovoltaiche impiegate nel progetto e dettaglio dimensionale del singolo modulo.

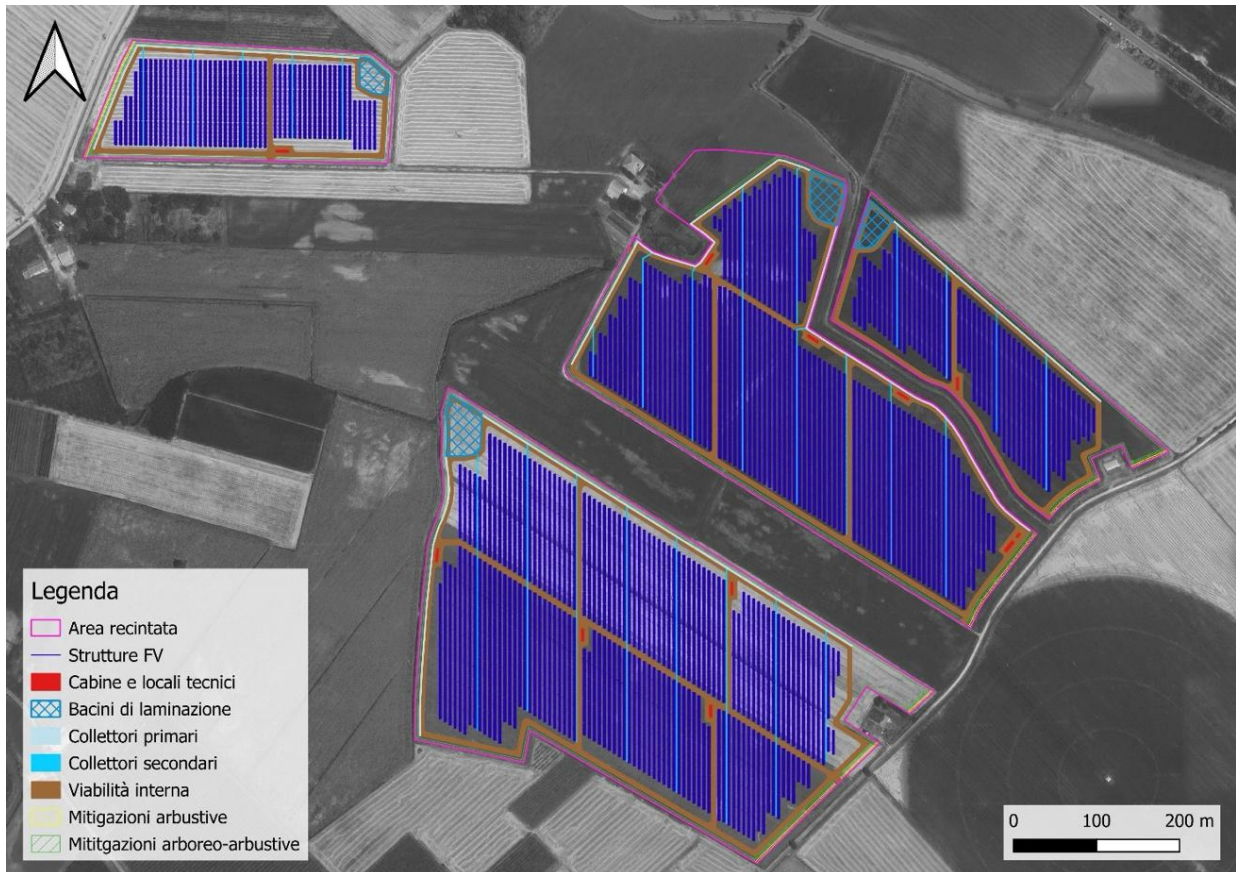


Figura 50. Layout dell'impianto agrivoltaico proposto.

9.2 Requisito A – L'impianto rientra nella definizione di "agrivoltaico"

Come già esplicitato, 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.

In Tabella 9, si riportano gli indici ottenuti per la componente agricola all'interno dell'area destinata all'installazione dell'impianto agrivoltaico.


	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 85 / 115
		Numero Revisione
		00

Tabella 9. Calcolo delle superfici di progetto e indici di conformità al requisito A delle Linee Guida del MiTE.

VOCE	VALORE
S_{tot} (SAU da fascicoli aziendali) (m²)	540.874,00
tare stato di fatto (m ²) (A)	23.637,00
n° strutture 24x1 moduli	1.515
lunghezza strutture 24x1 moduli (m)	69,54
n° strutture 12x1 moduli	124
lunghezza strutture 12x1 moduli (m)	35,25
larghezza fasce non coltivabili (m)	0,72
superficie fasce non coltivabili (m ²) (B)	79.001,35
n° cabine trafo	9
Sup. unit. cabina trafo (m ²)	36,03
n° cabine di raccolta	1
Sup. unit. cabina di raccolta (m ²)	47,25
n° cabina monitoraggio	1
Sup. unit. cabina monitoraggio (m ²)	9,90
Sup. totale cabine e locali tecnici ©	381,42
altre tare: opere idrauliche (m ²) (D)	11.818,62
altre tare: mitigazioni (m ²) (E)	11.820,18
Superficie non agricola (m²) (=A+B+C+D+E)	126.658,57
Superficie agricola di progetto (m²) (S_{tot}- S_{non agricola})	414.215,43
S_{agr}/S_{tot} %	76,6
n° moduli FV installati	37.848
superficie singolo modulo (m ²)	2,7
superficie totale proiettata moduli FV (S _{pv}) (m ²)	102.189,60
LAOR %	18,9

9.2.1 A.1 Superficie minima coltivata (S_{agricola} ≥ 0,7 x S_{tot}):


Considerando i risultati ottenuti, risulta che il prosieguo dell'attività agricola sarà garantito su una superficie agricola di:

- S_{agr} 414.215,43 m², pari al 76,6% della S_{tot} (540.874,00 m²)

Tale valore risulta essere assolutamente in linea con i parametri richiesti dal MiTE.

9.2.2 A.2 Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR - Land Area Occupation Ratio ≤ 40%):

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 agricola.

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 86 / 115
		Numero Revisione
		00

Le scelte progettuali e la componente fotovoltaica impiegata, le cui caratteristiche tecniche sono riassunte nel Paragrafo 6.1 e più ampiamente indicate negli elaborati tecnici, garantirà il soddisfacimento di tale requisito.

Nello specifico:

- S_{pv} 102.189,60 m², pari al 18,9% della S_{tot} (540.874,00 m²)

Anche tale valore risulta assolutamente in linea con i parametri richiesti dal MiTE.

9.3 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

L’impianto agrivoltaico è stato progettato per perseguire l’obiettivo di realizzare una condizione di integrazione tra il sistema agricolo ed il sistema di produzione di energia elettrica, massimizzando il potenziale produttivo dei due sottosistemi. Nello specifico:

9.3.1 B.1.a Esistenza e resa della coltivazione

Come precedentemente esposto, la proposta progettuale garantirà il prosieguo dell’attività agricola ed il mantenimento dell’indirizzo produttivo delle superfici interessate dal futuro impianto agrivoltaico. Nell’analisi economica esplicitata nel Capitolo 8 - è espresso il valore della produttività delle superfici progettuali in termini di Produzione Lorda Vendibile (PLV): da quanto analizzato risulta che l’attività agricola proposta garantirà un valore di circa **2.980 €/ha, pari al’74% di quella dello stato di fatto, risultata pari a 4.017 €/ha.**

Nel Paragrafo 8.1 è stata inoltre redatta un’analisi “costi e ricavi” preliminare dell’attività agricola prevista sulle superfici agrivoltaiche, la cui sintesi è illustrata in Tabella 10.

Tabella 10. Utile atteso della proposta progettuale nell’arco temporale considerato.

REDDITO ATTESO 4 ANNI			
Totale costi	200.344,56 €	Costo medio ha/anno	1.209,23 €
Totale ricavi	267.910,30 €	Ricavo medio ha/anno	1.617,03 €
UTILE	67.565,74 €	Reddito medio ha/anno	407,81 €

9.3.2 B.1.b Mantenimento dell’indirizzo produttivo o passaggio ad un nuovo indirizzo produttivo di valore economico più elevato

In conformità con le Linee guida, **il presente progetto risulta garantire il mantenimento dell’indirizzo produttivo attualmente in corso**, ovvero la coltivazione in rotazione di specie seminate annuali e di orticole. Come illustrato nell’analisi economica (Capitolo 8) il valore economico misurato in termini di valore di produzione standard calcolato a livello complessivo aziendale per lo stato di progetto risulta superiore a quello esprimibile dallo stato di fatto.

9.3.3 B.2 Producibilità elettrica minima

Considerando che:

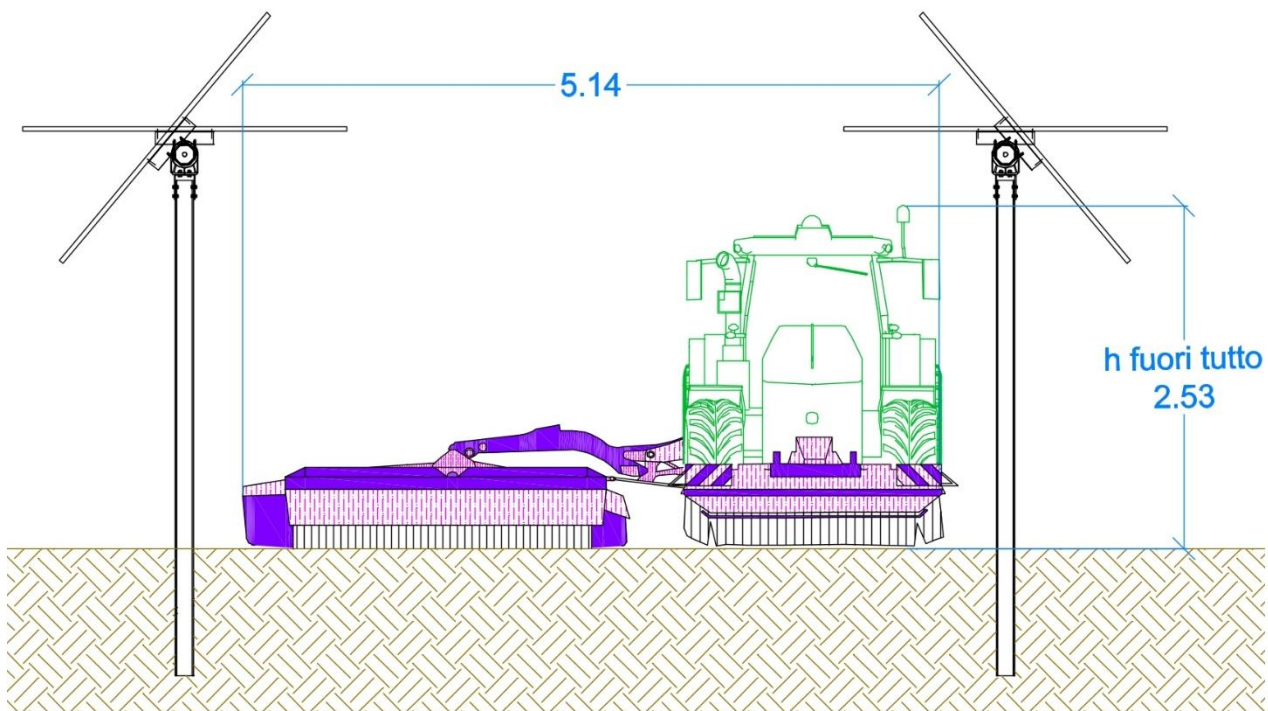
- la produzione elettrica specifica dell'impianto agrivoltaico risulta pari a **41,85 GWh/anno** (vedasi elaborato CoD_098_FV_00018_BER_R00A - Relazione di Calcolo Producibilità Impianto), pari a **0,99 GWh/anno annui per ettaro** considerando l'area recintata pari a **42,33 ha**;
- un impianto FV standard di riferimento (ottimizzato per la sola produzione di energia) può garantire sulla stessa superficie una produttività di **57,3 GWh/anno** (vedasi ALLEGATO 2), pari a **1,35 GWh/anno annui per ettaro** considerando l'area recintata pari a **42,33 ha**;

risulta che **il sistema proposto risulta in grado di garantire il 73,3% della producibilità di un impianto fotovoltaico standard idealmente realizzabile sulla stessa area.**

9.4 Requisito C – L'impianto agrivoltaico adotta soluzioni innovative con moduli elevati da terra

Come illustrato in Figura 51, le strutture impiegate garantiscono un'altezza di 2,10 m dal piano di campagna. Tale caratteristica rappresenta un elemento distintivo che garantisce la massima integrazione tra la componente energetica e le colture.

La configurazione spaziale dell'impianto agrivoltaico, unitamente all'altezza minima dei moduli da terra, concorre a garantire un agevole svolgimento delle attività agricole su tutta l'area sottesa ai pannelli, inoltre la possibilità di programmare l'orientamento dei pannelli, consentirà la regolare esecuzione delle operazioni meccaniche sull'intera superficie in caso di necessità.




	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 88 / 115
		Numero Revisione
		00

Figura 51. Dettaglio in sezione delle strutture energetiche scelte per l'impianto agrivoltaico con passaggio dei mezzi agricoli.

Questa tipologia di impianto agrivoltaico permette la continuazione dell'attività agricola tra le file dei moduli fotovoltaici, nonché al di sotto di essi.

Le Linee Guida del MiTE fissano come valori di riferimento per tale tipologia le altezze minime di 1,30 m nel caso di attività zootecniche e di **2,10 m nel caso di attività culturali** per il soddisfacimento del Requisito C. Le strutture impiegate e la disposizione spaziale all'interno dell'area recintata contribuiscono a caratterizzare tale progetto come “**agrivoltaico avanzato**”.

9.5 Requisito D – I sistemi di monitoraggio

In conformità con quanto indicato dalle LG del GSE, la base informativa che costituisce prerequisito obbligatorio del monitoraggio è rappresentato dal fascicolo aziendale, per cui le superfici interessate dal progetto saranno inclusi all'interno del fascicolo dell'azienda agricola che si occuperà della conduzione delle superfici. Ad integrazione di tale elemento verrà redatta una relazione agronomica elaborata e sottoscritta da un professionista iscritto a un ordine. In fase di avvio la relazione conterrà tutti i contenuti indicati dal GSE volti a fornire tutte le informazioni necessarie alle verifiche post-intervento (storia e criticità del sito, infrastrutture (irrigazione)), macchinari e disciplinari in atto; metodologia di rilevazione dei consumi idrici, dati di carattere economico mediante la compilazione della procedura contabile Rica⁵⁴. Una volta realizzato l'impianto si procederà all'aggiornamento annuale del fascicolo aziendale e verrà redatta opportuna relazione agronomica, che integrando anche i dati rilevati dai sensori (vedasi Capitolo 7) e relativi ai consumi idrici (come dettagliato di seguito), consentirà di evidenziare eventuali differenze rispetto alla situazione iniziale. Al terzo anno (n+3) verrà effettuata la valutazione dell'impatto sulle colture e sulla produttività.

L'attività di monitoraggio è necessaria a garantire la continuità dell'attività agricola proposta, nello specifico: risparmio idrico e monitoraggio della continuità dell'attività agricola.


9.5.1 D.1 Risparmio idrico

È importante evidenziare che, come dimostrato da numerosi studi, la presenza della componente fotovoltaica contribuisce a ridurre l'evapotraspirazione e la temperatura del suolo, con conseguente diminuzione del fabbisogno idrico delle colture. Questo fattore contribuisce ad aumentare la resilienza del settore agroalimentare agli effetti del cambiamento climatico.

In conformità con quanto previsto dalle Linee Guida, il volume di irrigazione effettivamente somministrato alle superfici nel corso dell'annata agraria potrà essere monitorato introducendo paratoie con sensori o misuratori di portata per le superfici a riso e mediante misuratori o contatori installati sui punti di prelievo per le superfici ad ortive.


I volumi di acqua effettivamente utilizzati potranno quindi essere confrontati con quelli mediamente impiegati su superfici coltivate con le stesse produzioni, ma prive della componente fotovoltaica, e consentire di valutare l'eventuale risparmio idrico derivante dall'installazione dei moduli fotovoltaici.

⁵⁴ rica.crea.gov/#rica

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 89 / 115
		Numero Revisione
		00

9.5.2 D.2 Monitoraggio della continuità dell'attività agricola

Come anticipato nel capitolo dedicato al monitoraggio agronomico (Capitoli 7), la produttività dell'impianto, le operazioni colturali e le condizioni microclimatiche verranno monitorate annualmente attraverso l'utilizzo di una stazione agrometeorologica interfacciata con un DSS. Si prevede inoltre che i risultati ottenuti, insieme a quanto riportato e registrato annualmente nei fascicoli aziendali siano elaborati e raccolti in relazioni tecniche asseverate da parte di un professionista abilitato, riportanti anche i valori delle produzioni ottenute (quantità ad ettaro).

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 90 / 115
		Numero Revisione
		00

10 Conclusioni

Data la ormai improrogabile necessità di cambiare paradigma produttivo dell'energia, puntando a produzioni sostenibili da fonti rinnovabili, e dalla crescente richiesta di terreno, per far fronte all'aumento della popolazione e della conseguenziale richiesta di cibo, diventa necessaria l'**ottimizzazione delle superfici**, combinando i vantaggi della produzione di energia e l'utilizzo del terreno libero fra le strutture per l'attività agricola. Pertanto, l'obiettivo principale nella progettazione dell'impianto proposto è stato quello di garantire una sinergica integrazione tra le strutture per la produzione di energia rinnovabile e le attività agricole, promuovendo un uso equilibrato e sostenibile del territorio.

La proposta progettuale consentirà di:


- **Assicurare il mantenimento dell'attività agricola sulle superfici oggetto di intervento** e predisponendole al duplice utilizzo "agro-energetico"; il layout dell'impianto agrivoltaico è stato progettato nell'ottica di consentire la coesistenza e la sinergia della componente agricola con quella energetica: le scelte riguardanti la disposizione delle strutture fotovoltaiche e quelle agronomiche garantiranno la sostenibilità economica e produttiva dell'intero sistema, pur mantenendo autonome e sostenibili le due componenti.
- **Garantire la possibilità**, visto il mantenimento dell'uso agricolo, **di continuare ad accedere al pagamento base della pac**, 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.
- **Sfruttare positivamente le conoscenze esistenti e più aggiornate**, 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 ed eventuale risparmio idrico, nonché in termini di riparo offerto dalle strutture contro i venti e gli eventi meteorici.
- **Proporre un'attività agricola da condurre in maniera avveduta nei confronti delle problematiche ambientali**, perseguendo l'adozione di pratiche e tecniche agronomiche che garantiscano un miglior utilizzo del suolo e delle risorse, diminuendo al contempo l'impatto negativo della stessa sulla salute umana, animale e sull'ambiente; si ribadisce che l'adozione delle modalità di conduzione proposte sono in linea con quanto sostenuto e finanziato dalla programmazione della nuova pac 2023-2027 con la possibilità eventualmente anche di poter accedere a tali finanziamenti.

Al fine di comprendere come il progetto sia coerente con la Politica Agricola Comune, è importante considerare che la presenza dell'impianto agrivoltaico non interferisce di fatto con la possibilità di percepire aiuti. Infatti, il progetto, 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.

A completamento di quanto descritto, vale la pena richiamare alcuni aspetti trattati negli altri elaborati specialistici 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;


	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 91 / 115
		Numero Revisione
		00

- 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.

Il progetto proposto è quindi caratterizzato in senso positivo da molteplici parametri degni di menzione, quali:

- L'utilizzo di moduli fotovoltaici ad alta efficienza;
- La configurazione spaziale studiata ad hoc per le specifiche esigenze colturali;
- L'impiego di sistemi ed approcci volti al miglioramento della biodiversità del sito oggetto di intervento, limitando il ricorso a prodotti chimici di sintesi per il diserbo e la concimazione;
- L'attenzione all'integrazione paesaggistica dell'impianto agrivoltaico, perseguito con le misure di mitigazione messe in atto meglio largamente argomentate negli altri elaborati specialistici presentati per il procedimento di autorizzazione.

La proposta possiede inoltre gli elementi necessari per il successo di un progetto agrivoltaico (Figura 52) e, come argomentato nel Capitolo 9, **soddisfa pienamente i requisiti definiti dal MiTE nelle Linee Guida per poter definire un impianto "Agrivoltaico avanzato"** (Figura 52).

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 92 / 115
		Numero Revisione
		00












ELEMENTO	DESCRIZIONE	VALUTAZIONE
Clima	 <p>Le condizioni ambientali e del contesto risultano adatte sia alla produzione di energia fotovoltaica che alle colture prescelte</p>	
Configurazione	 <p>La scelta della tecnologia fotovoltaica e la progettazione del layout fotovoltaico è stata effettuata in considerazione:</p> <ul style="list-style-type: none"> dello stato dei luoghi e delle necessità delle colture che si intendono coltivare del fatto che il layout influenzerà il microclima in cui si troveranno a crescere le colture della necessità di consentire il passaggio dei mezzi agricoli 	
Colture	 <p>Sono state selezionate colture adatte e che offrissero varietà compatibili per taglia e produzione alle condizioni agrivoltaiche. Sono inoltre state valutate le potenzialità economiche del progetto proposto.</p>	
Compatibilità	 <p>Il layout della componente fotovoltaica è scaturito dal confronto tra società proponente, proprietario dei fondi, attuale conduttore e eventuale contoterzista incaricato di effettuare le operazioni sui terreni interessati. Il progetto che soddisfa sia le esigenze delle produzioni agricole sia quelle relative alla produzione di energia. 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. La soluzione finale offre inoltre la possibilità per soluzioni di coltivazione alternative.</p>	
Collaborazione	 <p>Il progetto oltre ad essere stato concepito con la collaborazione di tutti gli attori, prevede attività di monitoraggio in corso d'opera che costituiranno importante mezzo di comunicazione anche in corso d'opera.</p>	

Figura 52. Valutazione sintetica del progetto agrivoltaico proposto.

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 93 / 115
		Numero Revisione
		00

REQUISITO	DESCRIZIONE	VALUTAZIONE
A L'impianto rientra nella definizione di "agrivoltaico"	La soluzione proposta adotta 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.	
A.1 Superficie minima coltivata Agricola $\geq 0,7 \times Stot$	L'impianto proposto risulta avere una Agricola $\geq 0,7$, corrispondente nello specifico allo 0,98.	
A.2 Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR – Land Area Occupation Ratio $\leq 40\%$):	Il valore di LAOR medio per l'impianto proposto è in tutti i casi (trattandosi di un impianto costituito da tre tessere) inferiore al 40%, nello specifico pari a 28,8% .	
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	Il progetto proposto consente il mantenimento della destinazione produttiva agricola dei fondi rustici destinati al progetto, massimizzando il potenziale produttivo dei due sottosistemi.	
B.1.a Esistenza e resa della coltivazione	Per il monitoraggio relativo all'esistenza e resa della coltivazione saranno di supporto: <ul style="list-style-type: none"> • documenti di contabilità che dimostrino la presenza della coltivazione agraria; • fascicoli aziendali; • relazioni agronomiche; • impiego di un DSS per la registrazione delle rese. 	
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 in corso , ovvero la coltivazione di specie annuali seminate garantendo un valore di produzione standard pari al 74% di quella ottenibile allo stato di fatto	
B.2 Producibilità elettrica minima la produzione elettrica specifica dell'impianto agrivoltaico (espressa in GWh/ha/anno) non inferiore al 60% rispetto a quella di un impianto fotovoltaico standard	Il sistema proposto risulta in grado di garantire il 74,4% della producibilità di un impianto fotovoltaico classico installato a terra con strutture fisse idealmente realizzabile sulla stessa area.	
C L'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra, volte a ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli	Il sistema proposto contempla l'utilizzo di strutture aventi altezza minima pari a 2,10 m dal piano di campagna.	
D.1 Monitoraggio del risparmio idrico	Sui terreni agricoli oggetto di intervento continuerà a essere eseguita la pratica irrigua. Non risulta quindi possibile comparare il risparmio idrico rispetto allo stato di fatto, fermo restando che la presenza della componente fotovoltaica concorrerà alla diminuzione del fenomeno di evapotraspirazione con conseguente aumento della naturale disponibilità idrica per le piante coltivate al di sotto di essa.	
D.2 Monitoraggio della continuità dell'attività agricola	Gli strumenti di monitoraggio in progetto (l'utilizzo di un DSS e la redazione di relazioni tecnico-agronomiche) andranno a costituire un importante database utile a dimostrare la continuità delle produzioni agricole.	


	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 94 / 115
		Numero Revisione
		00

Figura 53. Conformità del progetto alla definizione di “agrivoltaico avanzato”.


Il progetto nel suo complesso ha inteso sviluppare il binomio agricoltura-energia sin dalla fase di progettazione, al fine di applicare il c.d. *Sustainable Agriculture Concept*, volto a garantire la compatibilità della componente fotovoltaica e delle pratiche agricole in progetto, atte a contribuire non solo al mantenimento, ma anche al miglioramento della produzione agricola derivante dalle stesse.

A completamento di quanto descritto, vale la pena richiamare alcuni aspetti trattati negli altri elaborati specialistici 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.

Il progetto proposto è quindi caratterizzato in senso positivo da molteplici parametri degni di menzione, quali:

- L’utilizzo di moduli fotovoltaici ad alta efficienza;
- La configurazione spaziale studiata ad hoc per le specifiche esigenze colturali;
- L’impiego di sistemi ed approcci volti al miglioramento della biodiversità del sito oggetto di intervento, limitando il ricorso a prodotti chimici di sintesi per il diserbo e la concimazione;
- L’attenzione all’integrazione paesaggistica dell’impianto agrivoltaico, perseguito con le misure di mitigazione messe in atto meglio largamente argomentate negli altri elaborati specialistici presentati per il procedimento di autorizzazione.

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 95 / 115
		Numero Revisione
		00

Bibliografia

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

Amaducci S., Yin X, Colauzzi M. (2018) Agrivoltaic systems to optimise land use for electric energy production, *Applied Energy*, Volume 220, Pages 545-561, ISSN 0306-2619, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.03.081>.

Amendola, S., Maimone, F., Pelino, V., & Pasini, A. (2019). New records of monthly temperature extremes as a signal of climate change in Italy. *International Journal of Climatology*, 39: 2491-2503.

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., 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.

Arpa Emilia-Romagna (2024). Rapporto IdroMeteoClima Emilia Romagna – DATI 2024.


Aruffo, E., & Di Carlo, P. (2019). Homogenization of instrumental time series of air temperature in Central Italy (1930–2015). *Climate Research*, 77: 193-204.

Barron-Gafford GA, Pavao-Zuckerman MA, Minor RL, Sutter LF, Barnett-Moreno I, Blackett DT, Thompson M, Dimond K, Gerlak AK, Nabhan GP (2019) Agrivoltaics provide mutual benefits across the food–energy–water nexus in drylands.

Brunetti, M., Maugeri, M., Monti, F., & Nanni, T. (2004). Changes in daily precipitation frequency and distribution in Italy over the last 120 years. *Journal of Geophysical Research*, 109, D05102. doi:10.1029/2003JD004296.

Brunetti, M., Maugeri, M., & Nanni, T. (2006). Trends of the daily intensity of precipitation in Italy and teleconnections. *Il Nuovo Cimento*, 29 C (1): 105-116.

Chatzipanagi, A., Taylor, N. and Jaeger-Waldau, A. (2023) Overview of the potential and challenges for Agri-Photovoltaics in the European Union., EUR 31482 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2023, ISBN 978-92-68-02431-7, doi:10.2760/208702, JRC132879.

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 96 / 115
		Numero Revisione
		00

Derpsch R., Friedrich T. (2009) Global Overview of Conservation Agriculture Adoption. Proceedings, Lead Paper, 4th World Congress on Conservation Agriculture, pp. 429-438. <https://journals.openedition.org/factsreports/1941>.

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.

Edouard S., Combes D., Van Iseghem M., Ng Wing Tin M., Escobar-Gutiérrez A. J. (2023). Increasing land productivity with agriphotovoltaics: Application to an alfalfa field, *Applied Energy*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261922014647>

EEA (2025). Annual European Union greenhouse gas inventory 1990-2023 and inventory report 2025. Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/annual-european-union-greenhouse-gas-inventory-2025>

Ferreira R.F., Marques Lameirinhas R.A., CP Correia V. Bernardo, Torres J.P.N., Santos M. (2024). Agri-PV in Portugal: How to combine agriculture and photovoltaic production, *Energy for Sustainable Development*. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2024.101408>.

Fioravanti, G., Piervitali, E. & Desiato, F. (2016). Recent changes of temperature extremes over Italy: an index-based analysis. *Theoretical and Applied Climatology*, 123: 473–486.


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>.

Fraunhofer ISE (2024). Agrivoltaics: opportunities for agriculture and the energy transition – third edition. <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/en/documents/publications/studies/APV-Guideline.pdf>.

Gauthier M, Pellet D, Monney C, Herrera JM, Rougier M, Baux A. (2017) Fatty acids composition of oilseed rape genotypes as affected by solar radiation and temperature. *Field Crop Res* 212:165–174. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.07.013>.

GIS (2023). Rinnovabili, no ai limiti per il fotovoltaico su terreni agricoli inattivi. 5 settembre 2023. Redazione *QualeEnergia.it*. <https://www.qualenergia.it/articoli/rinnovabili-no-limiti-fotovoltaico-terreni-agricoli-inattivi/>

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

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 97 / 115
		Numero Revisione
		00

GSE (2022). Rapporto statistico 2020 - energia da fonti rinnovabili in italia
https://www.gse.it/documenti_site/documenti%20gse/rapporti%20statistici/rapporto%20statistico%20gse%20-%20fer%202020.pdf.

GSE (2024) Rapporto statistico 2023 – Energia da fonti rinnovabili in Italia
https://www.gse.it/documenti_site/documenti%20gse/rapporti%20statistici/solare%20fotovoltaico%20-%20rapporto%20statistico%202023.pdf.

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.

IPCC (2023). Climate Change 2023: Synthesis Report_ Full Volume.
https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/ipcc_ar6_syr_fullvolume.pdf.

Izquierdo N.G., Aguirrezábal L.A.N., Andrade F.H., Geroudet C., Valentinuz O., Pereyra Iraola M. (2009). Intercepted solar radiation affects oil fatty acid composition in crop species. Field Crop Res 114:66–74. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.07.007>.

ISMEA (2022). <https://www.qualivita.it/attivita/rapporto-isma-qualivita-2022/>


Macknick J., Hartmann H., Barron-Gafford G., Beatty B., Burton R., Seok Choi C., Davis M., Davis R., Figueroa J., Garrett A., Hain L., Herbert S., Janski J., Kinzer A., Knapp A., Lehan M., Losey J., Marley J., MacDonald J., McCall J., Nebert L., Ravi S., Schmidt J., Staie B and Walston L. (2022). The 5 Cs of Agrivoltaic Success Factors in the United States: Lessons from the InSPIRE Research Study. Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory. NREL/TP-6A20-83566.
<https://www.nrel.gov/docs/fy22osti/83566.pdf>.

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

Marrou H., Guillioni 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.

Mehta K., Zörner W., Crop selection in Agri-PV: international review based strategic decision-making model, Solar Compass, Volume 16, 2025, 100143, ISSN 2772-9400,
<https://doi.org/10.1016/j.solcom.2025.100143>.

Pisante M. (2013). Agricoltura sostenibile. Edagricole, ISBN 978-88-506-5411-6.

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 98 / 115
		Numero Revisione
		00

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>.

Regione Emilia-Romagna (2025) Il sistema agro-alimentare dell'Emilia-Romagna. Rapporto 2024 <https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/agricoltura-in-cifre/rapporto-agroalimentare/rapporto-2024/il-sistema-agroalimentare-dellemilie-romagna-rapporto-anno-2024/@@download/publicationFile>

Santra, P.; Pande, P.C.; Kumar, S.; Mishra, D.; Singh, R.K., (2017) Agri-voltaics or solar farming: The concept of integrating solar PV based electricity generation and crop production in a single land use system. *Int. J. Renew. Energy Res.* <https://elk.adalidda.com/2017/07/5582-23376-1-PB.pdf>

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.

SINAB (2022). Bio in cifre. https://sinab.it/wp-content/uploads/2024/10/BIO-IN-CIFRE-2022_0.pdf

SINAB (2024). Bio in cifre. <https://sinab.it/wp-content/uploads/2024/10/BIO-in-cifre-2024.pdf>

SNPA (2024). Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. https://www.snpambiente.it/wp-content/uploads/2025/01/Rapporto_consumo_di_suolo_2024.pdf.


Todeschini, S. (2012). Trends in long daily rainfall series of Lombardia (northern Italy) affecting urban storm water control. *International Journal of Climatology*, 32: 900–919.

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.

Valverde, A.; Velázquez, E.; Fernández-Santos, F.; Vizcaíno, N.; Rivas, R.; Mateos, P.F.; Martínez-Molina, E.; Mariano, J.I.; Willems, A. *Phyllobacterium trifolii* sp. nov., nodulating *Trifolium* and *Lupinus* in Spanish soils. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 2005, 55, 1985–1989


	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 99 / 115
		Numero Revisione
		00

Veneto Agricoltura (2019). Agricoltura Conservativa – 8 anni di esperienze in Veneto. Ed. Veneto Agricoltura – Agenzia veneta per l’innovazione nel settore primario. ISBN 978-88-6337-208-3.

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).

Xue J. (2017). Photovoltaic agriculture - New opportunity for photovoltaic applications in China. Renew Sustain Energy Rev 2017; 73:1–9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.098>

	ID Documento Committente CoD_098_FV_00083_BPR	Pagina 100 / 115
		Numero Revisione
		00

Allegato 1 – Dichiarazioni colture stato di fatto

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: PORTOMAGGIORE FOSSA e opere connesse

Variant: PORTOMAGGIO FOSSA - Variante impianto standard

Sheds on ground

System power: 35.96 MWp

Ponte Botticino - Italy

Author

KELSE ENGINEERING SRL (Italy)



Project: PORTOMAGGIORE FOSSA e opere connesse

Variant: PORTOMAGGIO FOSSA - Variante impianto standard

PVsyst V8.0.18

VC3, Simulation date:
03/12/25 10:55
with V8.0.18

KELSE ENGINEERING SRL (Italy)

Project summary

Geographical Site Ponte Botticino Italy	Situation Latitude 44.67 °(N) Longitude 11.78 °(E) Altitude 10 m Time zone UTC+1	Project settings Albedo 0.20
Weather data Ponte Botticino PVGIS api TMY		

System summary

Grid-Connected System Orientation #1 Fixed plane Tilt/Azimuth 34.7 / 0 °	Sheds on ground Near Shadings Linear shadings : Fast (table)	User's needs Unlimited load (grid)
System information		
PV Array		Inverters
Nb. of modules 54480 units		Nb. of units 90 units
Pnom total 35.96 MWp		Total power 27000 kWac
		Pnom ratio 1.33

Results summary

Produced Energy 57309 MWh/year	Specific production 1594 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR 88.78 %
		Bifacial perf. ratio 83.12 %

Table of contents

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



PVsyst V8.0.18

VC3, Simulation date:
03/12/25 10:55
with V8.0.18

KELSE ENGINEERING SRL (Italy)

General parameters

Grid-Connected System

Orientation #1

Fixed plane

Tilt/Azimuth 34.7 / 0 °

Models used

Transposition Perez
Diffuse Imported
Circumsolar separate

Bifacial system definition

Orientation #1

Bifacial system

Model Unlimited Sheds 2D Model

Bifacial model geometry

Sheds spacing 5.00 m
Sheds width 2.38 m
Limit profile angle 24.0 °
GCR Bifacial 47.6 %
Height above ground 1.50 m
Nb. of sheds 253 units

Bifacial model definitions

Ground albedo 0.30
Bifaciality factor 70 %
Rear shading factor 5.0 %
Rear mismatch loss 10.0 %
Shed transparent fraction 0.0 %

Sheds on ground

Sheds configuration

Nb. of sheds 2270 units
Set of tables
Shading limit angle
Limit profile angle 24 °

Horizon

Free Horizon

Sizes

Sheds spacing 5.00 m
Sensitive width 2.38 m
GCR Shading 47.6 %

Near Shadings

Linear shadings : Fast (table)

User's needs

Unlimited load (grid)

PV Array Characteristics

PV module

Manufacturer Longi Solar
Model LR7-72HVH-660M
(Custom parameters definition)
Longi_LR7_72HVH_660M.PAN
Unit Nom. Power 660 Wp
Number of PV modules 54480 units
Nominal (STC) 35.96 MWp
Modules 2270 string x 24 In series

At operating cond. (50°C)

Pmpp 33.64 MWp
U mpp 1003 V
I mpp 33524 A

Total PV power

Nominal (STC) 35957 kWp
Total 54480 modules
Module area 147161 m²
Cell area 129931 m²

Inverter

Manufacturer Huawei Technologies
Model SUN2000-330KTL-H1
(Original PVsyst database)

Unit Nom. Power 300 kWac
Number of inverters 90 units
Total power 27000 kWac
Operating voltage 550-1500 V
Max. power (=>30°C) 330 kWac
Pnom ratio (DC:AC) 1.33
Power sharing within this inverter

Total inverter power

Total power 27000 kWac
Max. power 29700 kWac
Number of inverters 90 units
Pnom ratio 1.33



Project: PORTOMAGGIORE FOSSA e opere connesse

Variante: PORTOMAGGIO FOSSA - Variante impianto standard

PVsyst V8.0.18

VC3, Simulation date:
03/12/25 10:55
with V8.0.18

KELSE ENGINEERING SRL (Italy)

Array losses

Thermal Loss factor

Module temperature according to irradiance
Uc (const) 20.0 W/m²K
Uv (wind) 0.0 W/m²K/m/s

DC wiring losses

Global array res. 0.49 mΩ
Loss Fraction 1.50 % at STC

Module Quality Loss

Loss Fraction -0.75 %

Module mismatch losses

Loss Fraction 2.00 % at MPP

Strings Mismatch loss

Loss Fraction 0.10 %

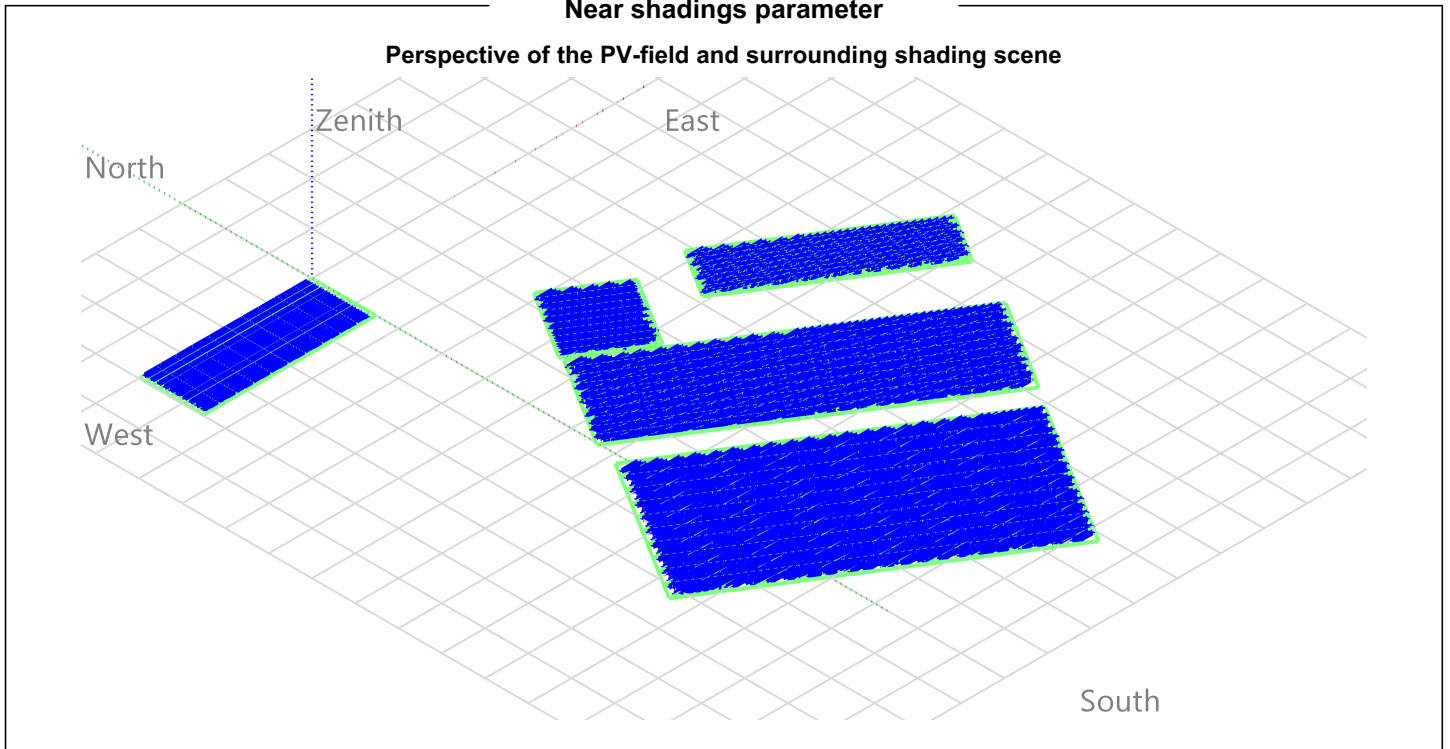
IAM loss factor

Incidence effect (IAM): Fresnel smooth glass, n = 1.526

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.998	0.981	0.948	0.862	0.776	0.636	0.402	0.000



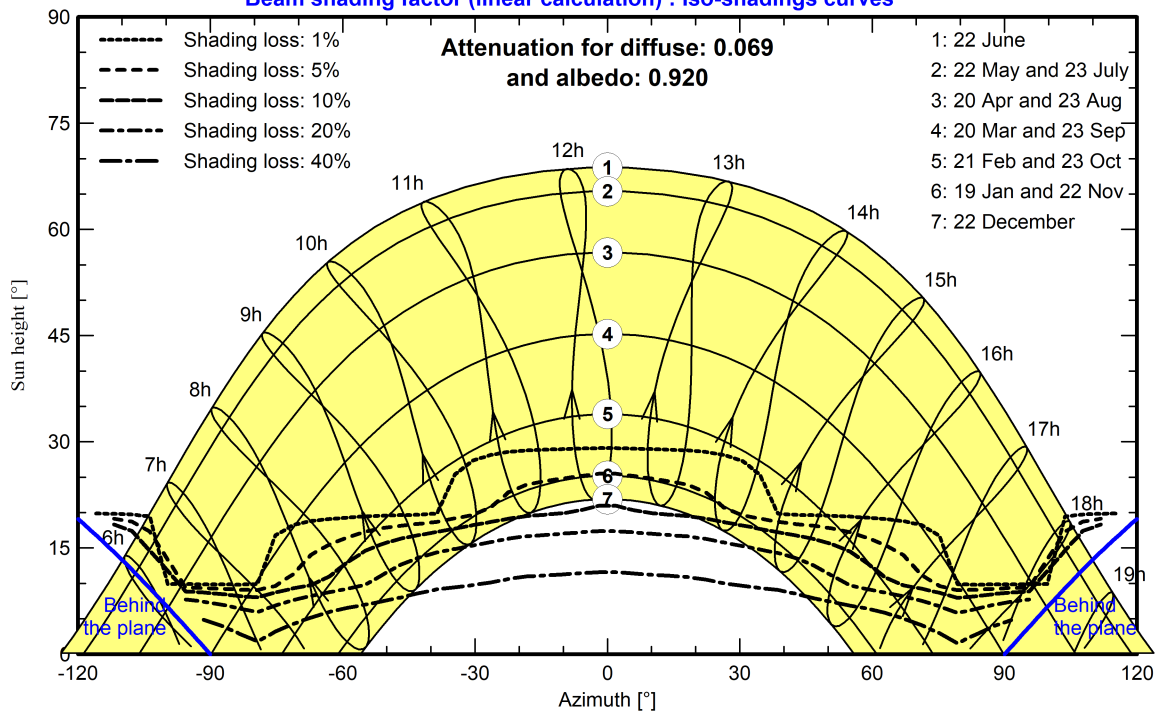
Near shadings parameter



Iso-shadings diagram

Orientation #1 - Fixed plane, Tilts/azimuths: 34.7°/ 0°

Beam shading factor (linear calculation) : Iso-shadings curves





Project: PORTOMAGGIORE FOSSA e opere connesse

Variant: PORTOMAGGIO FOSSA - Variante impianto standard

PVsyst V8.0.18

KELSE ENGINEERING SRL (Italy)

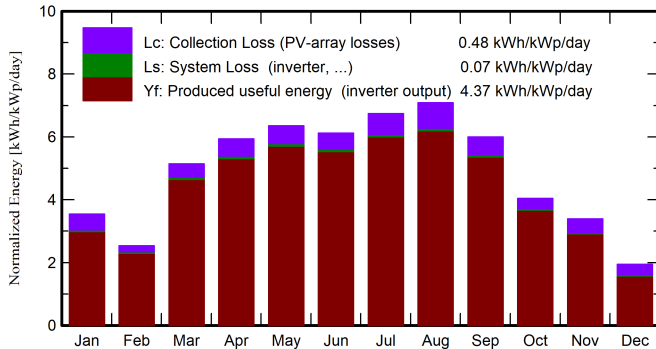
VC3, Simulation date:
03/12/25 10:55
with V8.0.18

Main results

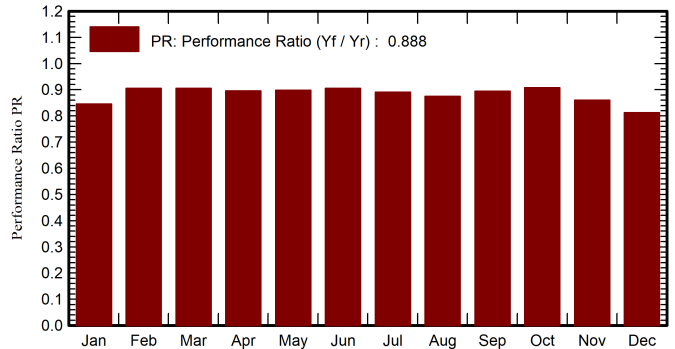
System Production

Produced Energy	57309 MWh/year	Specific production	1594 kWh/kWp/year
		Perf. Ratio PR	88.78 %
		Bifacial perf. ratio	83.12 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

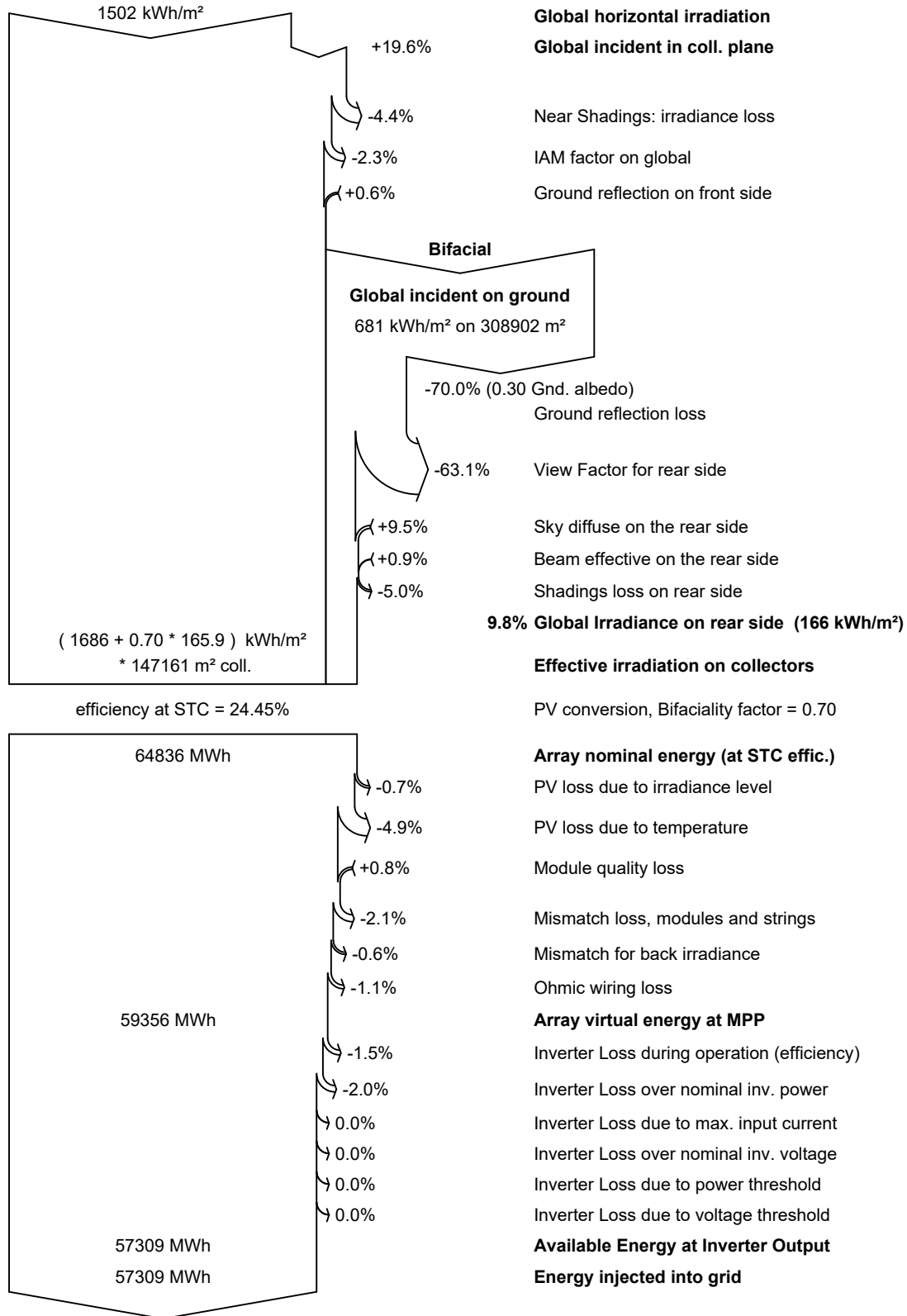
	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR	PRBifi
	kWh/m ²	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	MWh	MWh	ratio	ratio
January	56.8	22.80	1.83	109.9	94.8	3393	3340	0.845	0.829
February	50.2	27.96	5.25	71.2	66.2	2369	2315	0.905	0.864
March	120.3	48.43	9.46	159.4	152.2	5266	5191	0.906	0.854
April	157.9	60.41	12.87	178.2	169.8	5820	5737	0.895	0.832
May	192.3	76.39	18.25	197.1	187.6	6458	6363	0.898	0.827
June	190.9	78.79	21.83	183.5	173.3	6066	5972	0.905	0.825
July	211.0	73.04	26.78	209.0	198.7	6791	6693	0.891	0.816
August	200.1	62.08	27.43	219.8	210.3	7000	6909	0.874	0.812
September	141.1	47.90	21.79	179.9	172.5	5864	5785	0.895	0.840
October	86.9	40.80	14.80	125.4	118.9	4160	4096	0.908	0.867
November	57.7	25.36	10.48	101.9	91.4	3201	3149	0.860	0.839
December	36.4	24.23	6.48	60.2	49.9	1807	1758	0.812	0.783
Year	1501.6	588.20	14.83	1795.2	1685.7	58195	57309	0.888	0.831

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	PRBifi	Bifacial Performance Ratio
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings		



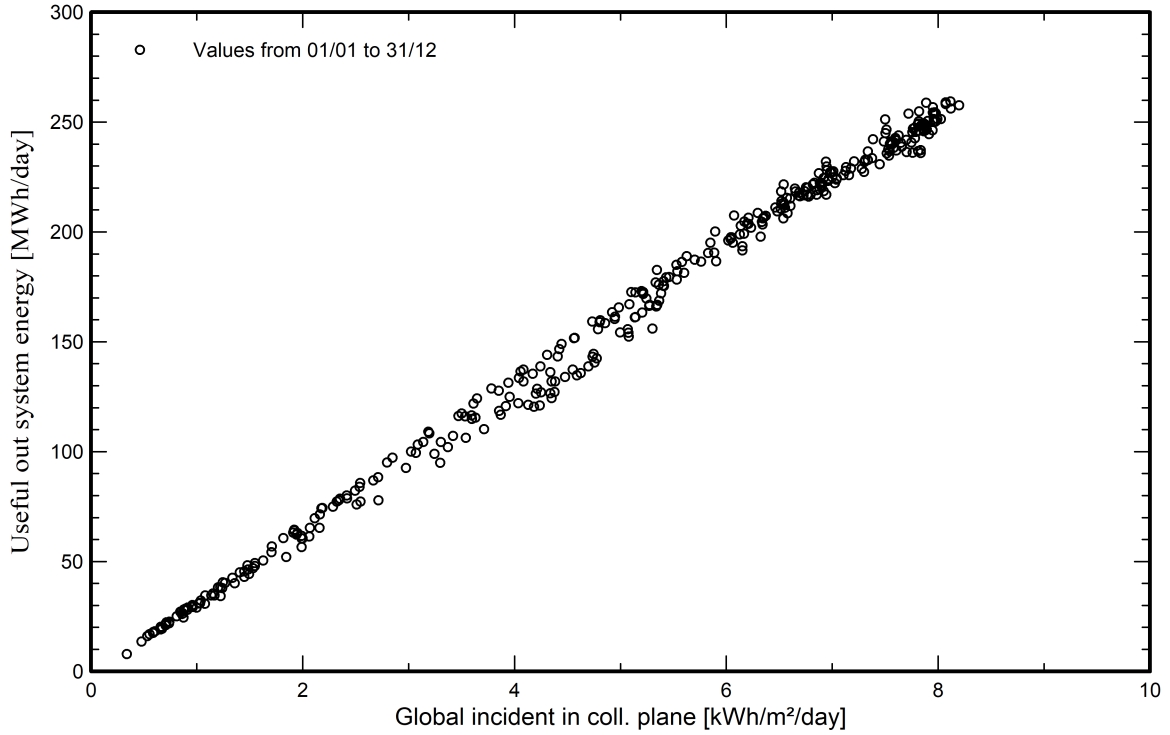
Loss diagram



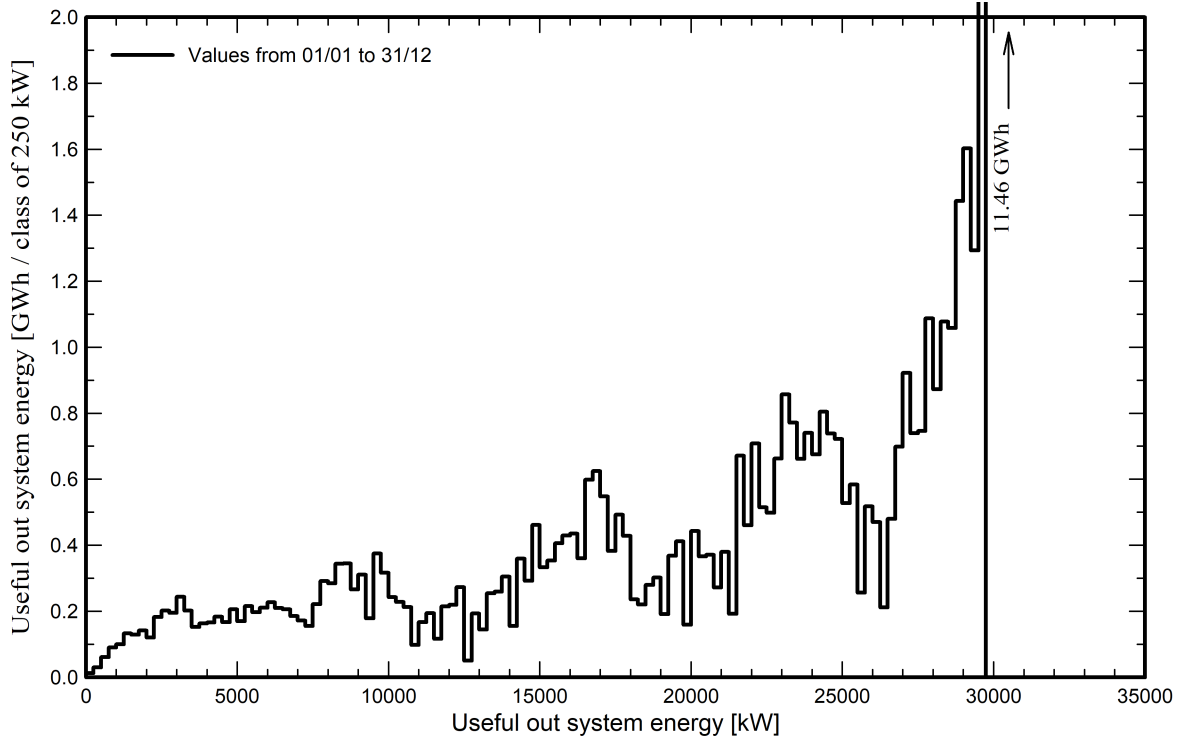


Predef. graphs

Daily Input/Output diagram



System Output Power Distribution

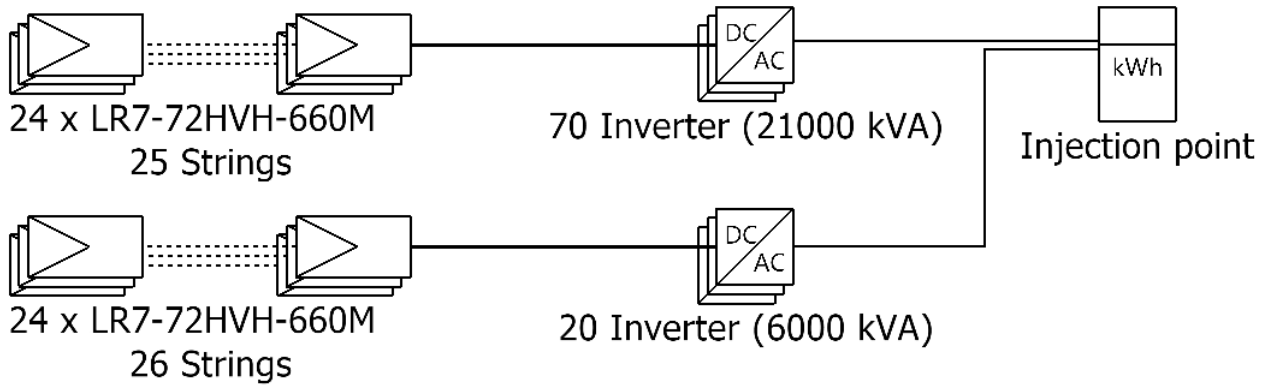




Single-line diagram

PVsyst V8.0.18

VC3, Simulation date:
03/12/25 10:55
with V8.0.18



PV module	LR7-72HVH-660M
Inverter	SUN2000-330KTL-H1
String	24 x LR7-72HVH-660M

PORTOMAGGIORE FOSSA e opere connesse

KELSE ENGINEERING SRL (Italy)

VC3 : PORTOMAGGIO FOSSA - Variant e impianto standard

03/12/25