



GENNAIO 2025

GREEN FROGS PARMA SRL IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO

“PARMA”

COMUNI DI MONTECHIARUGOLO E
TRAVERSETOLO (PR)

PROVVEDIMENTO AUTORIZZATORIO UNICO
REGIONALE - art. da 15 a 21 della L.R. 4/2018

ELABORATO R18

RELAZIONE AGRONOMICA

Progettista

Corrado Pluchino / Ord. Ing. Milano A27174

Coordinamento

Arch. Sara Zucca

Codice elaborato

3162_6252_PA_PAUR_R18_Rev0_Relazione agronomica.docx

Montana

Montana S.p.A.

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

C. F. e P. IVA 10414270156
Cap. Soc. 600.000,00 €

www.montanambiente.com

Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
3162_6252_PA_PAUR_R18_Rev0_Relazione agronomica.docx	10/2024	Prima emissione	G.d.L.	S.Zucca	C.Pluchino

Gruppo di lavoro

Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Corrado Pluchino	Responsabile Tecnico Operativo	Ord. Ing. Milano A27174
Sara Zucca	Architetto - Coordinamento G.d.L.	
Andrea Mastio	Ingegnere Ambientale	
Andrea Delussu	Ingegnere Elettrico	
Michele Dessì	Ingegnere Elettrico	Ordine Ing. Prov. CA n. 9040 – Sez. A
Matthew Pisccedda	Esperto in discipline elettriche	
Damiano Collu	Ingegnere Ambientale	
Matteo Cuda	Naturalista	
Raffaella Bertolini	Naturalista	
Francisco Dimaculangan	Architetto	
Sergio Alifano	Architetto	
Fabio Lassini	Ingegnere Idraulico	Ordine Ing. Milano A29719
Enzo Baldi	Ingegnere Idraulico	
Vito Cucciniello	Geologo	
Stefano Adami	Ingegnere Ambientale	
Stefano Corrà	Ingegnere civile strutturista	
Matteo Zagarola	Archeologo	Matteo Zagarola

Montana S.p.A.

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

C. F. e P. IVA 10414270156
Cap. Soc. 600.000,00 €

www.montanambiente.com



Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Daniele Gerosa	Geologo	
Federico Miscali	Tecnico Competente in Acustica	Ord. Ing. Prov. CA n. 5061 - ENTECA n. 4017
Eliana Santoro – Bioma technology	Agronomo	Agronomo albo n.883 dottori agronomi e forestali provincia di Torino
Leonardo Cuscito	Perito Agrario Laureato	Periti Agrari della Provincia di Bari, n° 1371
Emanuela G. Forni	PHD	PHD - Scienze e Tecnologie Agrarie

Montana S.p.A.

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

C. F. e P. IVA 10414270156

Cap. Soc. 600.000,00 €

www.montanambiente.com



INDICE

1. PREMESSA	5
1.1 SCOPO DEL DOCUMENTO	7
2. POTENZIALITÀ DELL’AGRIVOLTAICO	8
3. PRINCIPI DELLA SOLUZIONE AGRIVOLTAICA.....	12
3.1 COLTIVAZIONE DI SEMINATIVI ED ORTICOLE E CONTESTUALE PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE	15
4. QUADRO NORMATIVO DELL’AGRIVOLTAICO.....	19
4.1 LINEE GUIDA IN MATERIA DI IMPIANTI AGRIVOLTAICI – MITE.....	24
5. AGRICOLTURA IN EMILIA-ROMAGNA.....	30
5.1 SUPERFICI, COLTIVAZIONI ED ALTRE ATTIVITÀ AGRICOLE.....	30
5.2 ANDAMENTO ECONOMICO-PRODUTTIVO DELLE COLTURE SEMINATIVE IN EMILIA ROMAGNA.....	33
5.3 INCENTIVI E SOSTEGNO ALL’AGRICOLTURA	33
6. INQUADRAMENTO DELL’AREA DI INTERVENTO	37
6.1 INQUADRAMENTO CATASTALE.....	39
6.2 ASPETTI PEDOLOGICI ED AGRONOMICI	41
6.3 INQUADRAMENTO METEOCLIMATICO	47
6.4 MODALITÀ DI CONDUZIONE ED ATTIVITÀ AGRICOLA - STATO DI FATTO	52
7. PROGETTO AGRIVOLTAICO.....	55
7.1 COMPONENTE FOTOVOLTAICA	57
7.2 COMPONENTE AGRONOMICA	59
7.2.1 PROPOSTA PROGETTUALI: AVVICENDAMENTO DI GRAMINACEE E LEGUMINOSE ED ORTICOLE	59
7.2.2 SCELTA DELLE SPECIE.....	62
7.2.3 OPERAZIONI COLTURALI	66
7.2.4 GESTIONE DELLE SUPERFICI	68
7.3 COMPONENTE MITIGATIVA.....	69
7.3.1 Specifiche per la messa a dimora e gestione delle quinte arbustive e del manto erboso	72
8. MONITORAGGIO AGROMETEOROLOGICO	76
9. ANALISI ECONOMICA COMPONENTE AGRICOLA.....	79
9.1 ANALISI COSTI E RICAVI DELLA PROPOSTA PROGETTUALE	83
9.2 ANALISI ECONOMICA MONITORAGGIO AGROMETEOROLOGICO	85
10. CONFORMITÀ ALLE LINEE GUIDA DEL MITE	86
11. CONCLUSIONI	92
BIBLIOGRAFIA.....	107



1. PREMESSA

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto solare agrivoltaico di tipo avanzato all'interno di un'area recintata di circa 19,2 ettari nei territori comunali di Montechiarugolo e Traversetolo, in provincia di Parma (PR), di potenza nominale pari a 15,81 MW.

La società proponente è la GREEN FROGS PARMA s.r.l., con sede legale in via Fratelli Cairoli 2, 25122, Brescia (BS), la quale in considerazione della complessità del progetto e della sensibilità del territorio di riferimento, ha deciso di presentare volontariamente il progetto in Valutazione di Impatto Ambientale, al fine di valutare approfonditamente gli eventuali impatti del progetto sul territorio e tutte le componenti ambientali.

Il progetto risponde alla necessità di produrre energia rispettando, al contempo, l'esigenza, ormai da tempo sentita sia a livello nazionale sia internazionale, di una maggiore sostenibilità ambientale delle attività economiche. Nel caso specifico, si fa riferimento all'impiego privilegiato di risorse energetiche rinnovabili, ottenute mediante tecnologie produttive poco impattanti sull'ambiente, ovvero caratterizzate da emissioni contenute di inquinanti e calore.

L'impianto in esame sarà eseguito in regime "agrivoltaico", in modo da produrre energia elettrica "zero emission" da fonti rinnovabili attraverso un sistema integrato che permetta di preservare l'attività agricola presente nel territorio, garantendo un modello eco-sostenibile che fornisca energia pulita e prodotti sani da agricoltura biologica.

Il D. Lgs. n. 199 dell'8 novembre 2021 "Attuazione della direttiva (UE) 2018/2001 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2018, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili", con l'obiettivo di accelerare il percorso di crescita sostenibile del Paese, reca le disposizioni in materia di energia da fonti rinnovabili, in coerenza con gli obiettivi europei di decarbonizzazione del sistema energetico al 2030 e di completa decarbonizzazione al 2050.

Al fine, pertanto, di permettere alle regioni e Province Autonome l'individuazione delle aree idonee all'installazione della potenza eolica e fotovoltaica indicata nel PNIEC, il D. Lgs. 199/2021 fornisce le modalità per minimizzare il relativo impatto ambientale e la massima porzione di suolo occupabile dai suddetti impianti per unità di superficie, nonché dagli impianti a fonti rinnovabili di produzione di energia elettrica già installati e le superfici tecnicamente disponibili.

Inoltre, il recente Testo Unico FER - Decreto Legislativo 25 novembre 2024, n. 190, entrato in vigore il 30/12/2024, integra e semplifica ulteriormente il quadro normativo, introducendo disposizioni specifiche per l'autorizzazione e la realizzazione di impianti agrivoltaici avanzati come quello in esame.

Tuttavia, poiché il termine di 180 giorni per l'adeguamento delle regioni e degli enti locali ai principi del Testo Unico FER non è ancora decorso, in questa fase si applica la disciplina previgente. Nonostante ciò, è importante sottolineare che il progetto in esame rispetta pienamente sia le normative previgenti che i principi e le disposizioni del nuovo Testo Unico FER, garantendo la conformità alle migliori pratiche di sostenibilità ambientale e amministrativa.

L'area su cui si prevede di installare l'agrivoltaico avanzato risponde ai requisiti di cui all'art. 20 "Disciplina per l'individuazione di superfici e aree idonee per l'installazione di impianti a fonti rinnovabili", comma 8, lett. c-ter) punti 1 e 2 del summenzionato Decreto 199 del 2021, e si qualifica inoltre come idonea secondo le disposizioni aggiornate del Testo Unico FER, così come evidenziato all'articolo 3 comma 3:

"È fatta salva l'individuazione delle aree ai sensi dell'articolo 20 del decreto legislativo 8 novembre 2021, n. 199."

Idoneità dell'area ai sensi dell'art 20 comma 8 lett. c-ter) n.1

L'area in esame rientra tra le aree ex lege idonee per la realizzazione di impianti fotovoltaici ai sensi dell'art. 20, comma 8, lett. c-ter n. 1, D.lgs. 199/2021 secondo cui sono considerate aree idonee, in assenza di vincoli della parte seconda del codice dei beni culturali e del paesaggio, di cui al decreto

legislativo 22 gennaio 2004, n. 42: “le aree classificate agricole, racchiuse in un perimetro i cui punti distino non più di 500 metri da zone a destinazione industriale, artigianale e commerciale, compresi i siti di interesse nazionale, nonché le cave e le miniere”.

Infatti, nel caso di specie, l’intera area di impianto si trova a una distanza inferiore a 500 metri da una zona classificata, sulla base degli strumenti urbanistici attualmente vigenti, come a uso per attività produttiva (industriale e artigianale) e commerciale, e dunque rientra all’interno delle aree idonee prevista dall’art. 20, comma 8, lett. c-ter n. 1, D.lgs. 199/2021.

Ciò chiarito, è bene segnalare che il divieto previsto dall’art. 5 del D.L. n. 63/2024 (c.d. D.L. Agricoltura) di realizzazione di impianti fotovoltaici a terra in alcune aree agricole, tra cui anche le aree di cui all’art. 20, comma 8, lett. c-ter n. 1, D.lgs. 199/2021, è riferito esclusivamente agli impianti fotovoltaici e non agli impianti agrivoltaici. Pertanto, nel caso di specie, il predetto divieto non trova applicazione, posto che la Società non intende realizzare un semplice impianto fotovoltaico, bensì un impianto agrivoltaico avanzato. A ciò si aggiunga che l’impianto agrivoltaico che si intende realizzare – come precisato anche dalla giurisprudenza consolidata sul punto (v. Consiglio di Stato n. 8029/2023) si differenzia rispetto un impianto fotovoltaico classico, considerato che - diversamente da quest’ultimo - adotta soluzioni volte a preservare lo svolgimento e la continuità dell’attività agricola sull’area interessata dall’intervento.

Idoneità dell’area ai sensi dell’art 20 comma 8 lett. c-ter) n.2

In ogni caso, l’area interessata dalla realizzazione dell’impianto rientra anche tra le aree idonee ex lege previste dall’art. 20, comma 8, lett. c-ter n. 2, D.lgs. 199/2021 secondo cui sono considerate aree idonee per la realizzazione degli impianti fotovoltaici, in assenza di vincoli della parte seconda del codice dei beni culturali e del paesaggio, di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42: *“le aree interne agli impianti industriali e agli stabilimenti, questi ultimi come definiti dall’articolo 268, comma 1, lettera h), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, nonché le aree classificate agricole racchiuse in un perimetro i cui punti distino non più di 500 metri dal medesimo impianto o stabilimento”*.

Ciò posto, nel caso di specie l’area agricola interessata dalla realizzazione dell’impianto si trova racchiusa in un perimetro i cui punti distino non più di 500 metri da uno stabilimento denominato “Azienda Agricola Drugolo S.r.l.” riguardante un allevamento di suini. Come già citato precedentemente, quindi, il divieto di installazione di impianti fotovoltaici con moduli a terra previsto dall’art. 5 del D.L. Agricoltura non riguarda le aree agricole idonee ai sensi dell’art. 20, comma 8, lett. c-ter n. 2, D.lgs. 199/2021 e, pertanto, in tali aree ne è consentita la realizzazione senza alcun tipo di limitazione.

Il progetto rispetta inoltre i requisiti riportati all’interno delle “Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici” in quanto la superficie minima per l’attività agricola è pari al 96,3% mentre la LAOR (Land Area Occupation Ratio), che determina la percentuale di superficie ricoperta dai moduli, è pari al 34,8 %, garantisce la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli, adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra (altezza minima superiore ai 2,10 m) e rispetta altresì i requisiti in termini di monitoraggio e rispetta quindi i parametri necessari per poter essere definito “agrivoltaico avanzato”.

Il progetto verrà connesso alla rete MT (15 kV) di e-distribuzione fino alla cabina primaria denominata CP Montechiarugolo a circa 6 km dall’impianto in progetto. La STMG è identificata dal codice di tracciabilità 381295977. La richiesta è stata effettuata per lotto di impianti di produzione, e in particolare il lotto totale sarà suddiviso in 2 impianti di potenza pari a 5612,00 kW e 8418,00 kW, con la realizzazione di n. 2 cabine di consegna.



1.1 SCOPO DEL DOCUMENTO

Il presente documento costituisce la **Relazione Agronomica**, quale parte integrante e sostanziale della documentazione presentata per l'istanza di PAUR (art. 27 bis del D. Lgs. 152/2006) e viene redatto al fine di valutare le potenzialità e gli aspetti agronomici di un progetto di produzione agro-energetica sostenibile (c.d. Agrivoltaico) con le seguenti caratteristiche:

- Potenza nominale complessiva: 15,81 MWp
- Superficie catastale agricola totale di proprietà dell'Azienda Drugolo: 32,34 ha
- Effettiva superficie di impianto recintata: 19,24 ha
- Superficie d'impianto destinata all'attività agricola: 18,52 ha
- Classificazione architettonica: impianto agrivoltaico avanzato
- Ubicazione: Regione Emilia-Romagna | Provincia di Parma | Comuni di Montechiarugolo e Traversetolo
- Superficie catastale disponibile: Comune di Montechiarugolo Fg. n° 43 P.lle n° 5-7-8-28 | Comune di Traversetolo Fg. n° 2 P.lle n° 5-45-61-64-82-87-95-96-97-150-284-287
- Superficie catastale recintata e interessata dall'impianto: Comune di Montechiarugolo Fg. n° 43 P.lle n° 5-7-8-28 | Comune di Traversetolo Fg. n° 2 P.lle n° 5-95-96-97-287

L'elaborato è finalizzato a:

- introdurre e illustrare il concetto di agrivoltaico;
- descrivere l'area di intervento progettuale;
- illustrare gli interventi di carattere agronomico previsti in ottica di utilizzo plurimo (agro-energetico) della risorsa suolo e gli accorgimenti gestionali da adottare;
- definire il 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;
- 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.



2. POTENZIALITÀ DELL'AGRIVOLTAICO

Secondo il rapporto 2023 dell'European Environment Agency (EEA,2023), nell'anno 2021 nel territorio dell'Unione Europea le emissioni totali di gas serra sono state inferiori del 30% rispetto ai livelli del 1990; le emissioni sono rimaste al di sotto del livello pre-pandemia di COVID-19 del 2019, confermando un trend di lungo periodo ribassista, nonostante rispetto al 2020 siano aumentate del 6,2%.

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%;
- incrementare di almeno il 32,5% l'efficienza energetica.

Gli scenari europei condivisi a dicembre 2020 impongono quindi il rialzo degli obiettivi nazionali del PNIEC¹, elaborato a fine 2019. Il nuovo traguardo in termini di energia rinnovabile deve attualmente raggiungere quota 65.000 MW invece dei 51.000 MW previsti: un incremento di circa 42.406 MW rispetto ai 22.594 MW installati in Italia a fine 2021 (GSE, 2022). Tali scenari impongono di triplicare la potenza di fotovoltaico installata in Italia entro il 2030, paese in cui il ritmo di crescita è ancora troppo lento. Se la crescita manterrà l'attuale trend, al 2030 la potenza installata a eolico e fotovoltaico sarà di poco superiore ai 50 GW, rendendo impossibile l'obiettivo (ulteriormente aumentato con il PTE², il Piano per la transizione ecologica) di un installato totale di rinnovabili tra i 125 e i 130 GW. Queste cifre saranno raggiungibili solo alimentando il tasso di installazione, raggiungendo per l'eolico circa 1,75 GW/anno contro gli 0,38 GW/anno di oggi e per il fotovoltaico circa 5,6 GW/anno contro gli 0,73 GW/anno³.

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. Con il recente piano di Bruxelles, il REPowerEU (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;

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

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

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



- 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 da REPowerEU 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.

In termini pratici, gli stati membri potranno aggiungere un nuovo capitolo dedicato al piano REPowerEU ai rispettivi piani nazionali di ripresa e resilienza (PNRR) nell'ambito di NextGenerationEU, allo scopo di finanziare investimenti e riforme chiave che contribuiranno al conseguimento degli obiettivi del piano REPowerEU⁴.

Il piano REPowerEU porterebbe la capacità complessiva di produzione di energia rinnovabile a 1236 GW entro il 2030, a fronte dei 1067 GW previsti nel pacchetto "Pronti per il 55%" (Fit for 55) che è stato adottato a fine giugno 2022.

In questo scenario il ruolo dell'energia prodotta dal settore fotovoltaico (FV) è fondamentale dal momento che in larghissima misura il gap potrà essere coperto da nuova capacità collegata alla fonte solare. La tecnologia fotovoltaica ha raggiunto un grado di maturità tecnologica che, unitamente alla diminuzione dei costi⁵, alla crescita di produttività dei moduli e alla quasi integrale possibilità di riciclo dei materiali, la rende un valido sostituto delle fonti fossili nella generazione di energia elettrica.

Uno dei principali fattori limitanti alla diffusione di tali impianti risiede però nella disponibilità di superfici utili. La tecnologia fotovoltaica richiede, infatti, a differenza ad esempio dell'eolico, di un maggiore sviluppo areale.

Considerando il progressivo aumento della popolazione mondiale (che secondo l'ultimo report delle Nazioni Unite, si prevede arriverà a 9,7 Miliardi nel 2050), oltre l'incremento di domanda in termini di energia, è in aumento anche la domanda in termini di cibo e quindi di terre coltivabili. 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 et Abrahamse, 2019), ma la soluzione esiste ed è rappresentata da quelle che vengono definite le **installazioni agrivoltaiche**, progettate in modo da consentire la coltivazione dell'area sottostante l'infrastruttura energetica e di perseguire, quindi, simultaneamente gli obiettivi di riduzione delle emissioni e di recupero dei suoli (Reasoner *et al.*, 2022).

Considerando quanto riportato nella ricerca pubblicata da Joint Research Center (JRC) della Commissione Europea (Chatzipanagi *et al.*, 2023), l'agrivoltaico, considerato come un'implementazione del fotovoltaico, sta attirando sempre più interesse in UE come soluzione per la produzione di energia

⁴<https://www.consilium.europa.eu/it/press/press-releases/2022/12/14/eu-recovery-plan-provisional-agreement-reached-on-repowereu/>

⁵ La tecnologia fotovoltaica è attualmente la FER più "economica" e alla latitudine italiana anche quella con il maggior potenziale (Mancini *et al.*, 2020).



rinnovabile; infatti, sostiene le politiche di transizione energetica e rispecchia gli obiettivi del Green Deal europeo. Dal medesimo approfondimento si evince che *“se l'1% della SAU dell'UE fosse coperto da sistemi agrivoltaici, il potenziale sarebbe compreso tra 315 e 1 415 GW (a seconda della densità di potenza). Anche il limite inferiore di questo potenziale è molto vicino all'obiettivo complessivo Fit-for-55 (FF55) per il fotovoltaico”*.

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 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 Solare⁶, parte integrante del piano REPowerEU, mira a mettere in rete oltre 320 GW di solare fotovoltaico entro il 2025 (più del doppio rispetto al 2020) e quasi 600 GW entro il 2030. Alla fine del 2020 l'UE aveva raggiunto 136 GW di capacità installata di produzione di energia a partire dal solare fotovoltaico, con un incremento di oltre 18 GW nel corso dell'anno. Tale capacità ha fornito circa il 5 % del totale dell'energia elettrica generata nell'UE. Per conseguire l'obiettivo 2030 per le energie rinnovabili proposto dalla Commissione e gli obiettivi del piano REPowerEU occorre un ulteriore e decisivo salto di qualità. Nel corso di questo decennio sarà necessario installare nell'UE, in media, circa 45 GW l'anno. Il nuovo rapporto della Commissione europea sull'uso simultaneo di terreni per la generazione di energia fotovoltaica e la produzione agricola, e approssimativamente il 50% di tale capacità dovrà essere installata su superfici agricole (Chatzipanagi et al., 2023). 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)**.

Per quanto riguarda l'Italia, come sintetizzato dal Report di Elettricità Futura e Confagricoltura (2021)⁷, *“[...] nell'ipotesi quindi di dover installare 50 GW di nuova potenza fotovoltaica in meno di nove anni (rispetto ai 21,6 GW realizzati in circa quindici anni), è ragionevole supporre che lo sviluppo atteso dovrà essere assicurato soprattutto dagli impianti a terra, mentre le installazioni su coperture continueranno presumibilmente a crescere con lo stesso ritmo riscontrato ad oggi”. [...] **la crescita attesa del fotovoltaico al 2030 dovrà prevedere un più ampio coinvolgimento degli agricoltori e dovrà valutare l'inserimento a terra, su aree agricole, degli impianti FV soprattutto attraverso soluzioni impiantistiche in grado di integrare la produzione di energia in ambito agricolo e di contribuire, se ne ricorrano le condizioni, a rilanciarne l'attività nei terreni abbandonati non utilizzabili o non utilizzati in ambito rurale”***.

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.

Analizzando nello specifico il caso dell'Italia, 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.

⁶ EU Solar energy strategy (COM (2022) 221 final. https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/solar-energy_en#eu-solar-energy-strategy

⁷ Elettricità Futura e Confagricoltura, 2021. Impianti FV in aree rurali: sinergie tra produzione agricola ed energetica.



Inoltre, è fondamentale considerare che, 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 al 0,3% della Superficie Agricola Totale censita nel 2021⁸, per cui è fondamentale proporre tecnologie e progetti che assicurino la compatibilità tra gli obiettivi energetici e climatici e gli obiettivi di tutela del paesaggio, di qualità dell'aria e dei corpi idrici, di salvaguardia della biodiversità e di tutela del suolo.

⁸ 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>

3. PRINCIPI DELLA SOLUZIONE AGRIVOLTAICA

Il complesso dei requisiti agronomici ed ingegneristici associati/associabili alla proposta agrivoltaica la rendono un vero e proprio sistema integrato agro-energetico: un insieme articolato di processi tecnologici connessi l'uno all'altro 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 pannelli fotovoltaici e l'attività primaria sulla stessa superficie è un concetto che è stato introdotto già nel 1982 (Goetzberger *et* 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 3.1).



Figura 3.1: Rappresentazione 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 3.2), hanno visto l'adozione di tecnologie diversificate tra le quali si trovano: i) impianti fissi, previo innalzamento della componente fotovoltaica, in modo da consentire il passaggio dei macchinari agricoli; ii) installazione di moduli verticali per il privilegio di produzioni energetiche in fasce orarie differenti; iii) sistemi ad inseguimento su singolo o doppio asse. Esistono, inoltre, esempi di tecnologie brevettate specificatamente per l'ambito agrivoltaico (e.g. tensostrutture sulle quali alloggiare inseguitori solari).



Figura 3.2: Esempi di differenti soluzioni agrivoltaiche: impianti fissi (Legambiente, 2020); moduli verticali; sistemi di inseguimento (Toledo e Scognamiglio, 2021); Sistema Agrovoltaco® (<https://remtec.energy/agrovoltaco>).

Diversi studi (Weselek *et al.*, 2019; Hassanpour Adeh. *et al.*, 2018; Fraunhofer, 2020; Toledo e Scognamiglio, 2021; Andrew *et al.*, 2022) ne mettono in luce i molteplici vantaggi, quali a titolo di esempio:

- incremento della produttività del suolo;
- miglioramento della produzione vegetale;
- possibilità di intercettare e stoccare l’acqua piovana per usi irrigui;
- miglioramento dello stock di C organico del suolo;
- creazione di un ambiente favorevole per insetti pronubi;
- creazione di un rifugio per il bestiame che pascola tra i pannelli;
- riduzione dei costi nella gestione del pascolo;
- minore stress termico causato al bestiame;
- 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 promosso da ENEA⁹ in un vigneto, i pannelli fotovoltaici risultano garantire l’ombreggiamento adeguato alle piante, contrastando l’incremento di temperatura durante la germinazione per garantire quindi lo sviluppo ottimale della coltura.

Per quanto concerne elementi quali irraggiamento, temperatura dell’aria e umidità del suolo (Figura 3.3), alcuni studi hanno rilevato come la presenza di pannelli fotovoltaici possa creare alcune variazioni microclimatiche utili a fini agro-produttivi (Armstrong *et al.* 2016; Reasoner *et al.* 2022), tra cui:

- **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, mitigando le temperature estreme 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 condizionare l’accrescimento delle piante.
- **Umidità del suolo:** il parziale ombreggiamento che viene a verificarsi può determinare una diminuzione della evapotraspirazione e della carenza idrica estive (specie in ottica futura, nell’ipotesi di aggravio di tale aspetto in relazione ai dinamismi causati dai cambiamenti climatici).
 - La riduzione dell’evaporazione di acqua dal terreno, in particolare, consente un più efficace utilizzo della risorsa idrica del suolo.

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

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.

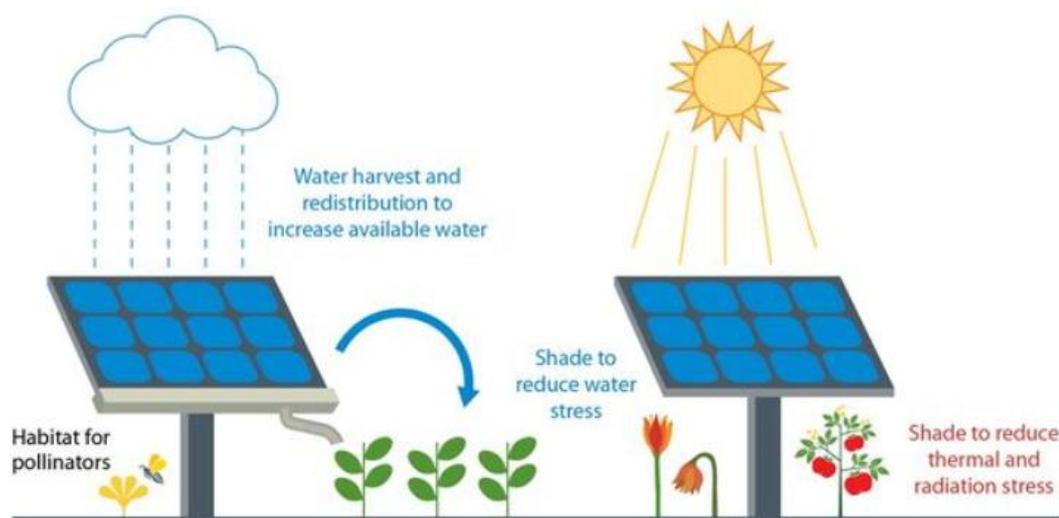


Figura 3.3: Alcuni benefici per le colture in un sistema agrivoltaico (InSPIRE/Project | Open Energy Information openei.org).

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 Sostenibile¹⁰).

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 5C”), identificando cinque elementi cardine (Figura 3.4) 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.

¹⁰<https://www.enea.it/it/Stampa/news/energia-enea-lancia-la-prima-rete-nazionale-per-agrivoltaico-sostenibile#:~:text=%E2%80%9CRiteniamo%20che%20non%20esista%20un,dai%20risultati%20della%20ricerca%20sulle>

- **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 3.4: Le 5 C per il successo di un progetto Agrivoltaico (Macknick et al., 2022).

3.1 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).

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.

Enel¹¹ 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.



Figura 3.5: 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.



Figura 3.6: Frumento coltivato al di sotto dei pannelli fotovoltaici nelle campagne di Baoji (Cina, 2021) Fonte:
<https://www.longi.com/us/news/6716/>.

Hassanpour Adeh. *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,

¹¹ <https://www.enelgreenpower.com/it/media/news/2021/02/agri-fotovoltaico-nuove-soluzioni>

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%).

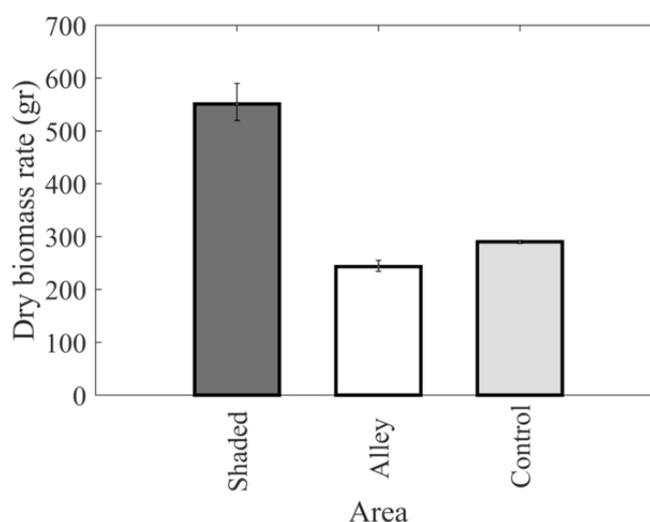


Figura 3.7: Confronto della biomassa secca nei tre luoghi di campionamento dello studio di Hassanpour Akeh. *et al.* (2018): all'ombra dei pannelli (shaded), nelle aree aperte tra i pannelli (alley) e nell'area di controllo al di fuori dell'impianto agrivoltaico (control). Fonte: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203256.g006>.

I ricercatori statunitensi hanno così confermato che 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. (**zucchini**), *Lagenaria siceraria* (**zucca**), *Citrullus fistulosus* Stock (**cocomero**), ecc. (Santra *et al.*, 2017), *Lactuca sativa* L. (**lattuga**), *Capsicum* 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 **colture 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 più recentemente confermato tale tesi: nello specifico 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 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.

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.

La stessa società ha inoltre dichiarato che sono in cantiere altri tre siti pilota della medesima tipologia che entreranno in funzione entro la fine del 2022.

In un recente intervento durante la Fieragricola tenutasi a marzo 2022, Alessandra Scognamiglio, coordinatrice della Task Force Enea Agrivoltaico Sostenibile¹², 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.

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.

¹² <https://www.agrivoltaicosostenibile.com/>

4. QUADRO NORMATIVO DELL'AGRIVOLTAICO

A livello internazionale lo sviluppo di impianti agrivoltaici viene presentato per la prima volta tra le linee di azione di **Agenda 2030, adottata dall'ONU nel 2015** e recepita immediatamente dall'Unione Europea, che ha sempre incentivato notevolmente l'utilizzo dei pannelli fotovoltaici per produrre energia "pulita", ma solo recentemente sta lavorando su direttive o regolamenti che disciplinino o diano indicazioni tecniche precise riferite a questa tipologia di impianti "ibridi".

Nonostante l'evidente e riconosciuta potenzialità, il quadro normativo è rimasto a lungo frammentario e talvolta discordante, ma finalmente gli sforzi compiuti stanno portando a una definizione condivisa e condivisibile di "Impianto agrivoltaico".

In Italia, la diffusione di questa tipologia di impianti è stata infatti a lungo limitata dall'assenza di un sistema incentivante. Gli incentivi statali in abito agricolo sono stati introdotti dal **D. Lgs. 28/2011** con le limitazioni previste dai commi 4 e 5 dell'art.10. Nel 2012 è però intervenuto il **D.L. 1/2012** che con l'**art 65 comma 1** ha escluso l'accesso agli incentivi per "gli impianti solari fotovoltaici con moduli collocati a terra in aree agricole". Finalmente, nel 2021 con l'**art. 31, comma 5, legge n. 108 del 2021** (conversione del **D.L. 77/2021**) vengono di fatto ufficialmente definiti gli **impianti agrovoltaici**:

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

Infine, l'**art. 9 del DL 17/22** (convertito da L. n. 34 del 22 aprile 2022 "Semplificazioni per l'installazione di impianti a fonti rinnovabili") introduce con il comma 9-bis all'art. 6 della 28/2011 (*Procedura abilitativa semplificata e comunicazione per gli impianti alimentati da energia rinnovabile*) l'estensione della Procedura Abilitativa Semplificata (PAS), "**agli impianti agro-voltaici di cui all'articolo 65, comma 1-quater, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, convertito, con modificazioni, dalla legge 24 marzo 2012, n. 27, che distino non più di 3 chilometri da aree a destinazione industriale, artigianale e commerciale**", lo stesso DL, con l'**art. 11** viene anche soppresso definitivamente il vincolo del 10% di copertura della superficie agricola totale ai fini dell'accesso agli incentivi statali per gli impianti agrovoltaici inizialmente introdotto al comma 1-quinquies. Lo stesso DL all'art. 11 c.1 prevede la realizzazione di sistemi di monitoraggio "da attuare sulla base di linee guida adottate dal Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, in collaborazione con il Gestore dei servizi energetici (GSE), entro trenta giorni dalla data di entrata in vigore della presente disposizione".

Il Consiglio per la Ricerca in agricoltura e l'analisi dell'Economia Agraria (CREA) ha contribuito con le proprie "*Considerazioni connesse allo sviluppo del sistema agrivoltaico*" all'esame del **D.L. 17/2022**, prima della conversione in legge. Dal testo di questo approfondimento emergono numerose **informazioni preziose utili ad inquadrare gli impianti agrovoltaici, anche nel contesto degli aiuti economici derivanti dalla Politica Agricola Comune (PAC)**. L'ente sottolinea che occorre prediligere impianti che non vadano a sottrarre in maniera permanente suolo all'attività agricola - ed anzi favorire con l'installazione di essi il ripristino della piena funzionalità agro-biologica del suolo - ha riflessi anche in quello che è il mantenimento dei titoli PAC. Dal punto di vista procedurale e regolatorio, infatti, il mantenimento dei suddetti aiuti comunitari è legato principalmente al prosieguo dell'attività primaria,

potendo integrare altre attività "accessorie", purché esse non vadano ad ostacolare l'attività agricola in sé. Da qui, dunque, il bisogno di uno strutturato iter progettuale della componente agronomica, con uno sguardo alle nuove tecnologie dell'agricoltura di precisione e digitale, integrando anche accorgimenti tecnici che possano permettere un miglioramento quali-quantitativo delle colture in ottica di ottimizzazione dell'uso delle risorse (ad esempio la componente idrica) e limitazione degli sprechi.

Come sottolineato anche nella Strategia dell'UE per l'Energia Solare ¹³, gli Stati membri dovrebbero integrare gli incentivi per l'agrifotovoltaico, se del caso, in sede di definizione dei piani strategici nazionali della PAC ricordando che, nel settore agricolo, le norme in materia di aiuti di Stato autorizzano la concessione di aiuti per gli investimenti nell'energia sostenibile. È importante sottolineare come già ad oggi ai sensi del regolamento (UE) n. 1307/2013, e in particolare dell'articolo 32 (Attivazione dei diritti all'aiuto), paragrafo 3, riguardante gli ettari ammissibili al sostegno PAC, fermo restando l'utilizzo prevalente per l'attività agricola, **è consentito, previa comunicazione preventiva all'organismo pagatore competente, svolgere un'attività non agricola purché vengano rispettate alcune condizioni.** Infatti, quando la superficie agricola di un'azienda è utilizzata anche per attività non agricole, essa si considera utilizzata prevalentemente per attività agricole se l'esercizio di tali attività (agricole) non è seriamente ostacolato dall'intensità, dalla natura, dalla durata e dal calendario delle attività non agricole. Tale regolamento è stato abrogato dall'entrata in vigore del regolamento (UE), il **n. 2115/2021**, che però mantiene all'art. 3 la definizione di superficie agricola e all'art 4 specifica che "Ai fini degli interventi sotto forma di pagamenti diretti, l'«ettaro ammissibile» è determinato in modo tale da comprendere superfici che sono a disposizione dell'agricoltore e che consistono in:

- A. qualsiasi superficie agricola dell'azienda che, durante l'anno per il quale è richiesto il sostegno, sia utilizzata per un'attività agricola o, qualora la superficie sia adibita anche ad attività non agricole, sia utilizzata prevalentemente per attività agricole; in casi debitamente giustificati per ragioni ambientali connesse o alla biodiversità e al clima, gli Stati membri possono decidere che gli ettari ammissibili comprendano anche determinate superfici utilizzate per attività agricole solo ogni due anni;
- B. qualsiasi superficie dell'azienda che:
 - I. presenta elementi caratteristici del paesaggio soggetti all'obbligo di mantenimento ai sensi della norma BCAA 8 indicata nell'allegato III;
 - II. è utilizzata per raggiungere la quota minima di seminativo destinato a superfici ed elementi non produttivi, compresi i terreni lasciati a riposo, ai sensi della norma BCAA 8 elencati nell'allegato III;
 - III. per la durata del corrispondente impegno dell'agricoltore, è impegnata o mantenuta a seguito di un regime per il clima e l'ambiente di cui all'articolo 31. Se gli Stati membri decidono in tal senso, l'ettaro ammissibile può contenere altri elementi caratteristici del paesaggio, purché questi non siano predominanti e non ostacolino in modo significativo lo svolgimento dell'attività agricola a causa della superficie da essi occupata sulla parcella agricola. Nell'attuare tale principio, gli Stati membri possono fissare una quota massima della parcella agricola che può essere coperta da tali altri elementi caratteristici del paesaggio. (...)
- C. qualsiasi superficie dell'azienda che abbia dato diritto a pagamenti a norma del titolo III, capo II, sezione 2, sottosezione 2, del presente regolamento o del regime di pagamento di base o del regime di pagamento unico per superficie di cui al titolo III del regolamento (UE) n. 1307/2013 e che non sia un «ettaro ammissibile» secondo quanto determinato dagli Stati membri sulla base dei punti i) e ii) del presente paragrafo:

¹³ EU Solar energy strategy (COM ("=")) 221 final. https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/solar-energy_en#eu-solar-energy-strategy

- I. in seguito all’applicazione delle direttive 92/43/CEE, 2009/147/CE o 2000/60/CE a tale superficie;
- II. in seguito a interventi basati sulle superfici a norma del presente regolamento e rientranti nel sistema integrato di cui all’articolo 65, paragrafo 1, del regolamento (UE) 2021/2116, che consente la produzione di prodotti non elencati nell’allegato I TFUE mediante paludicoltura, o ai sensi di regimi nazionali per la biodiversità o la riduzione dei gas a effetto serra le cui condizioni siano conformi a tali interventi basati sulle superfici, a condizione che tali interventi e regimi nazionali contribuiscano al conseguimento di uno o più obiettivi specifici di cui all’articolo 6, paragrafo 1, lettere d), e) e f), del presente regolamento;(…)”.

Al fine di contribuire alla definizione di “agrivoltaico”, il “*Position Paper - Sistemi AGRO-FOTOVOLTAICI*”¹⁴, sottoscritto da ANIE Rinnovabili, Elettricità Futura e Italia Solare (ANIE, 2022), definisce alcuni indicatori minimi per qualificare ed etichettare come tale un sistema agrivoltaico, ovvero la coesistenza nel progetto di tutte le tre condizioni di seguito riportate:

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

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

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

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.

¹⁴ <https://www.italiasolare.eu/wp-content/uploads/2022/03/AR-EF-IS-Position-Paper-Agrivoltaico.pdf>

Proprio allo sviluppo dell’agrivoltaico viene dedicato il primo punto della missione Energia Rinnovabile, Idrogeno, Rete e Mobilità Sostenibile (M2C2) (Figura 4.1).



Figura 4.1: Componente M2C2 “Energia rinnovabile, idrogeno, rete e mobilità sostenibile”.

Il **DM nr. 436 del 22/12/2023** pubblicato sul sito del MASE il 13 febbraio 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.

Si auspica che la definizione di agrivoltaico diventi sempre più chiara e normata, basti pensare che l’unico riferimento legislativo al concetto di agrivoltaico sia ancora ad oggi rappresentato dall’articolo 65 del D.L. 1/2012 che 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).

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.

A maggio 2024 è stato infine approvato il **D. Lgs. 15 maggio 2024 n. 63** “Disposizioni urgenti per le imprese agricole, della pesca e dell’acquacoltura, nonché per le imprese di interesse strategico nazionale” (DL Agricoltura). Tale decreto 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)] e **individuando eccezioni** in caso 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.lgs. Agricoltura non fa riferimento agli impianti "agrivoltaici" ma ai soli impianti fotovoltaici¹⁵.

Infine, il **DM del 21 giugno 2024**, 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 Dlgs 199/2021, prevede che entro il 30 dicembre 2024, ogni Regione emani 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.

Anche a **livello regionale** gli impianti agrivoltaici, e in particolare gli impianti di tipo avanzato, sono riconosciuti come soluzione compatibile con la destinazione agricola delle superfici. La Regione Emilia Romagna, con la delibera 23 Maggio 2023 n.125¹⁶, 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, definisce 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 possibile installare impianti fotovoltaici standard sul 10% della superficie in disponibilità del proponente
- laddove le predette 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.

¹⁵ 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.

¹⁶ Pubblicata per correggere gli errori materiali della precedente deliberazione della Giunta Regionale n.214 del 13 Febbraio 2023.

- 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.

Come approfondito in seguito (vedasi paragrafo 6.4 - MODALITÀ DI CONDUZIONE ED ATTIVITÀ AGRICOLA - STATO DI FATTO) in ragione del fatto che nel 2022 una parte della superficie, seppur limitata, è stata utilizzata per la coltivazione di foraggi e che l'impianto ricade in una zona d'origine del Parmigiano Reggiano DOP, si è optato per la progettazione di un impianto agrivoltaico di tipo avanzato che interesserà l'intera superficie.

4.1 LINEE GUIDA IN MATERIA DI IMPIANTI AGRIVOLTAICI – MITE

Le “Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici” (MiTE,2022) sono il frutto di un lavoro congiunto tra CREA¹⁷, GSE¹⁸, ENEA¹⁹ ed RSE²⁰, 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 consentano 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:

- **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).

¹⁷ Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria

¹⁸ Gestore dei servizi energetici S.p.A

¹⁹ Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

²⁰ Ricerca sul sistema energetico S.p.A

- **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;
 - 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.

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

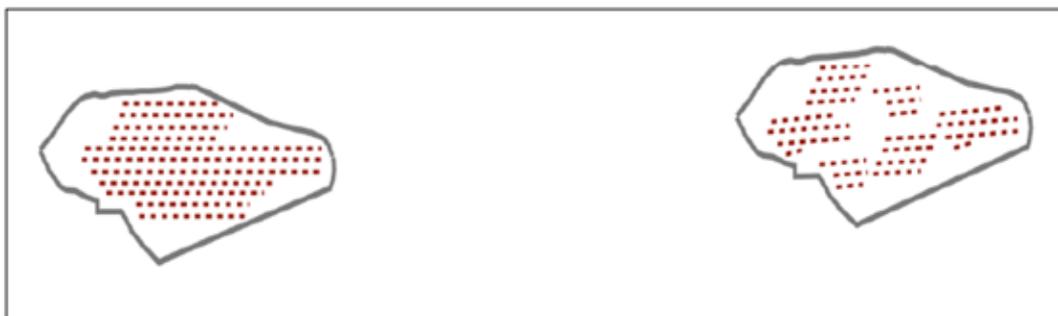


Figura 4.2: Rappresentazione di un sistema agrivoltaico a unica tessera e a insieme di tessere (Mite,2022).

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 4.3), considerando diverse categorie di superfici.

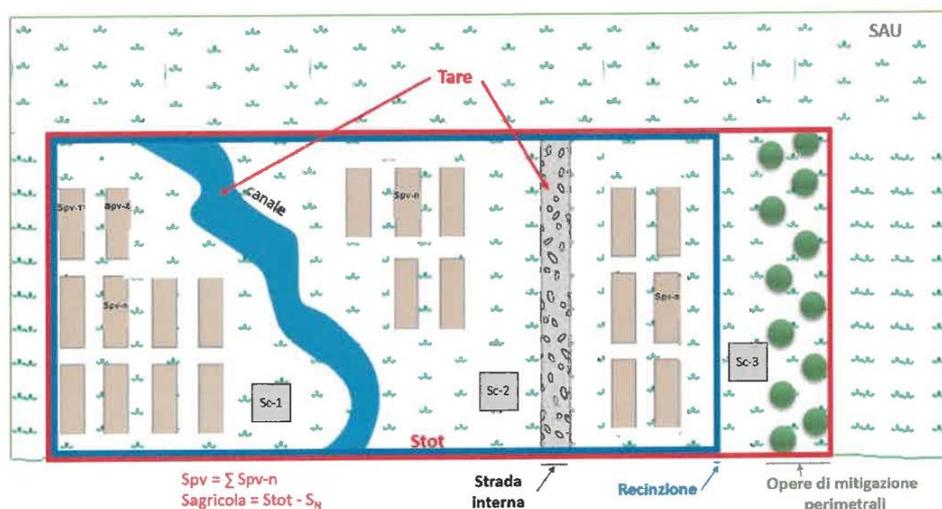


Figura 4.3: Identificazione delle varie superfici di interesse per il sistema agrivoltaico; sono indicate la SAU (superficie agricola utilizzata), la S_{tot} (Superficie del sistema agrivoltaico) all'interno del perimetro rosso, la recinzione dell'impianto agrivoltaico (perimetro in blu), la S_{pv} (Superficie totale di ingombro dei moduli fotovoltaici), come somma delle varie porzioni S_{pv-n} , e la S_c (superficie occupata da apparecchiature elettriche); non fanno parte della S_{tot} 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 superficie 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 4.1 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.

Tabella 4.1: 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 norme CEI, 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, il recente Decreto ai fini degli incentivi (**DM 436 del 22/12/2023**) recepisce infatti gli indici introdotti dalle **LG**, ad eccezione del LAOR.

L’esclusione di tale indice è attribuibile al fatto che nel caso di impianti agrivoltaici “avanzati”, l’attività agricola può 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).
- Producibilità elettrica minima: ($FV_{agr} \geq 0,6 * FV_{standard}$)
- 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”²¹).

Si rappresentano di seguito le definizioni e gli schemi grafici introdotti dalle **Regole Operative del GSE**²².

²¹ [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)

²² www.gse.it/servizi-per-te/attuazione-misure-pnrr/sviluppo-agrivoltaico/documenti

Tabella 4.2: Parametri e schema grafico riportati 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 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).	

- ✓ **Stot**
- ✓ **Sagricola**
- ✓ **Spv**
- ✓ **Cabine elettriche**
- ✓ **Cabine inverter**
- ✓ **Strade impermeabilizzate**
- ✓ **Strade non impermeabilizzate**
- ✓ **Opere di mitigazione**
- ✓ **Edifici**
- ✓ **Acque**

Le Regole operative precisano inoltre che ai sensi dell'art. 5, comma 3, lettera d) del DM Agrivoltaico, deve essere garantita la continuità dell'attività di coltivazione e/o dell'attività di allevamento sottostante l'impianto. Pertanto, non saranno considerati rispondenti ai requisiti progettuali gli impianti che non rispettano tale previsione.

In attesa che venga presa una decisione in merito all'attuabilità o meno delle leggi regionali, nel presente documento e in considerazione del fatto che si intende presentare un progetto di tipo "agrivoltaico avanzato", per la valutazione della conformità del presente progetto sono quindi state prese in considerazione le LLGG del MASE come recepite all'interno del DM Agrivoltaico.

5. AGRICOLTURA IN EMILIA-ROMAGNA

L'Emilia-Romagna è la quinta regione italiana per tessuto produttivo agricolo, è da sempre una regione riconosciuta per la vocazione agricola, il pregio delle materie prime agricole e la loro grande varietà, i cui prodotti agricoli e agroindustriali sono sinonimi di unicità in tutto il mondo per immagine, tradizione, tecnologia e cultura²³. L'agricoltura regionale è rinomata per essere ricca e avanzata; l'alta produttività agricola, per cui il rapporto tra raccolto e seminato è tra i più alti d'Italia, è principalmente dovuta allo sviluppo del territorio regionale nella Pianura Padana, certamente favorito dai numerosi lavori di bonifica eseguiti nelle campagne in passato. Gli appezzamenti possono godere di una rete di irrigazione e canalizzazione capillare ed efficiente, il che ha permesso lo sviluppo di un'agricoltura moderna e altamente meccanizzata.

5.1 SUPERFICI, COLTIVAZIONI 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 5.1). I principali seminativi sono rappresentati da foraggiere avvicendate, cereali (frumento e mais), colture industriali (barbabietola da zucchero, soia, ecc.) e ortive (Figura 5.2).

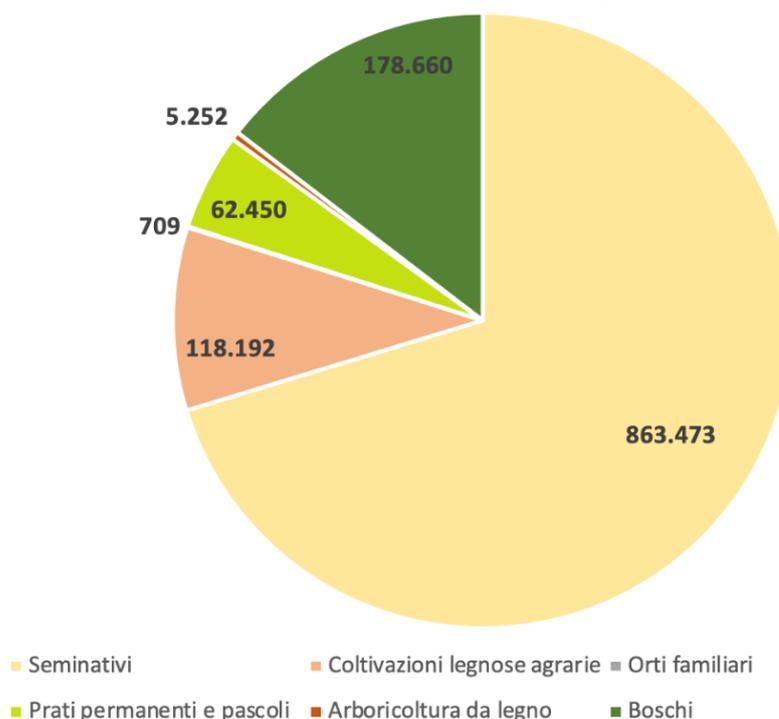


Figura 5.1: Ripartizione (ettari) delle coltivazioni nel suolo agricolo in Emilia-Romagna. (Elaborazione su dati censimento ISTAT).

²³ Il sistema agro-alimentare dell'Emilia-Romagna - Rapporto 2020. Roberto Fanfani e Stefano Boccaletti <https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/notizie/2021/luglio/convegno-presentazione-rapporto-agroalimentare-2020/il-sistema-agro-alimentare-dellemilvia-romagna-rapporto-2020>

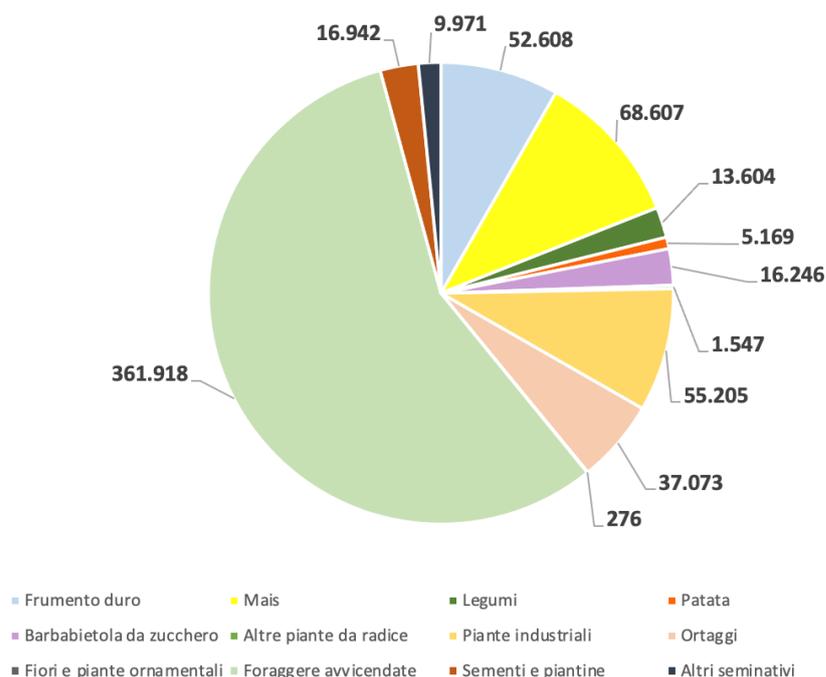


Figura 5.2: Ripartizione (ettari) dei principali seminativi coltivati in Emilia-Romagna. (Elaborazione su dati censimento ISTAT).

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.

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 2779 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 5.3), con una SAU di circa 183.578 ha.

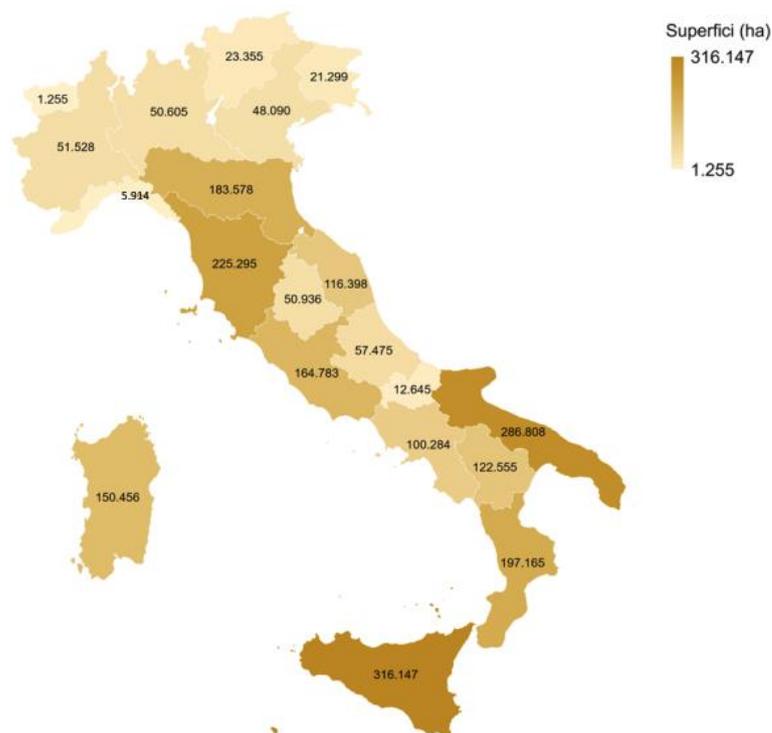


Figura 5.3: Distribuzione regionale delle superfici (ha) condotte in biologico in Italia (SINAB, 2022).

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 5.4).

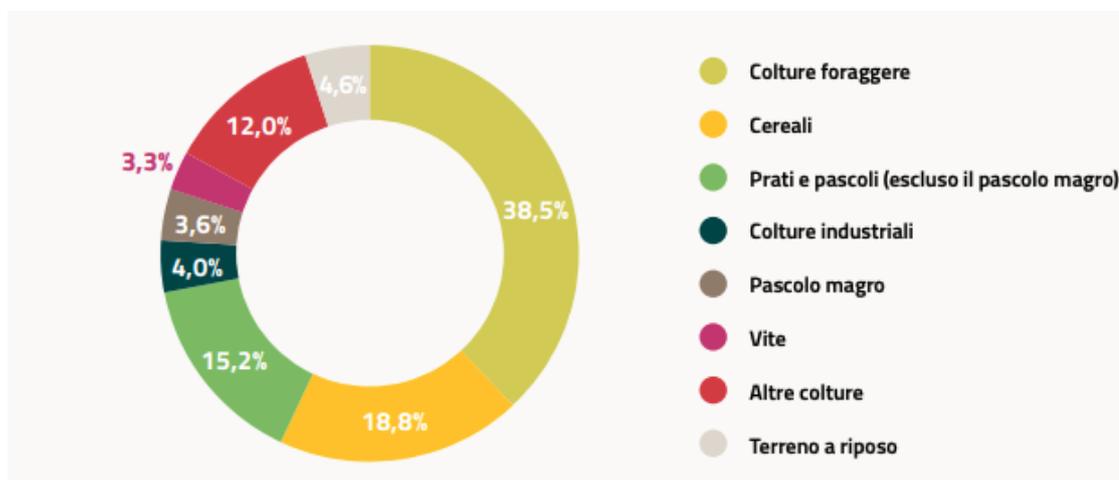


Figura 5.4: Superfici e coltura a livello regionale (valori espressi in ettari).

5.2 ANDAMENTO ECONOMICO-PRODUTTIVO DELLE COLTURE SEMINATIVE IN EMILIA ROMAGNA

Nel 2023, l'agricoltura dell'Emilia-Romagna ha vissuto un anno complesso, con il valore della produzione agricola in calo del 9,2% rispetto al 2022, passando da quasi 5,9 miliardi a 5,3 miliardi di euro. Il comparto delle colture seminative ha subito una flessione significativa. Il valore della produzione dei cereali è diminuito del 30%, con una perdita stimata di circa 250 milioni di euro. Tra le colture specifiche, il mais ha registrato un calo produttivo di circa il 15%. Anche le colture industriali hanno mostrato una riduzione del 16,5%, con decrementi importanti per la soia (-32,6%) e il girasole (-23,1%). Le colture orticole si sono dimostrate più resilienti, registrando una crescita del 14,5% nel valore della produzione. Il vivaismo ha affrontato difficoltà legate alle condizioni climatiche avverse e alla pressione dei costi energetici. Sebbene manchino dati dettagliati sul 2023, il comparto ha sofferto per gli stessi fattori che hanno colpito altre produzioni agricole.

5.3 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 5.5) 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.

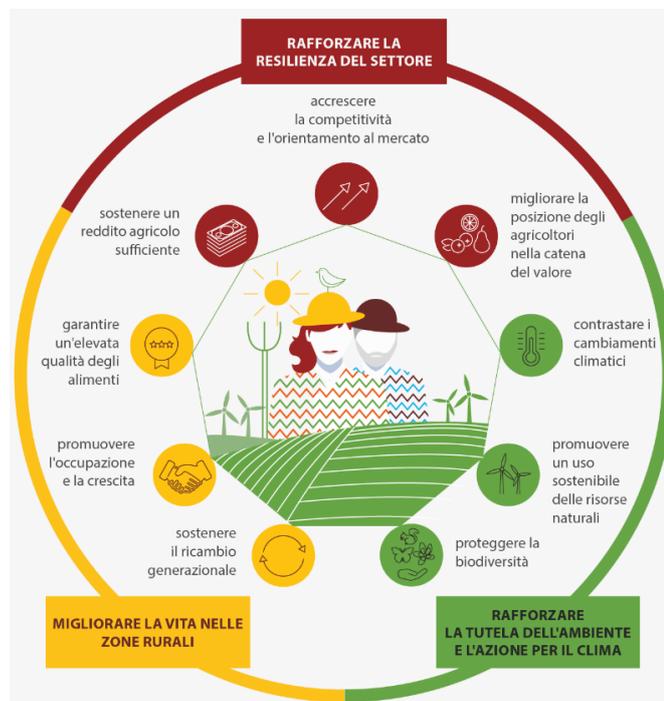


Figura 5.5: I 3 obiettivi generali della PAC (nei riquadri colorati) e 9 obiettivi specifici della strategia unitaria PAC. Fonte : <https://www.consilium.europa.eu/it/infographics/cap-reform-objectives/>

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 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 rafforzata²⁴ 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.

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.
	BCAA 9	- 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
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

Figura 5.6: Condizionalità nella PAC 23-27: BCAA e CGO. Fonte: <https://terraevita.edagricole.it/featured/condizionalita-rafforzata-vietata-la-monosuccessione/>

Le **modifiche recentemente introdotte** riguardano maggiormente le Bcaa:

- Bcaa 6: ogni Stato membro deciderà come considerare assolto l'obbligo di copertura dei suoli durante l'inverno.

²⁴ 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);



- Bcaa 7: introduzione della “**diversificazione culturale**” per assolvere all'obbligo di rotazione culturale.
- Bcaa 8: eliminato il vincolo del 4% dei terreni seminativi da ritirare delle produzioni.
- Controlli: si è deciso che le aziende agricole sotto i 10 ettari non subiranno alcun controllo, nonostante rimangano soggette agli obblighi della condizionalità rafforzata.

Tuttavia, l'UE ha chiesto agli Stati membri di prevedere una retribuzione per gli agricoltori che volessero comunque lasciare a riposo una superficie pari al 4%, la dotazione finanziaria per questo impegno dovrebbe essere decurtata dal budget complessivo allocato per l'Ecoschema 5 misure per gli impollinatori.

Infatti, secondo le scelte nazionali gli eco-schemi si rivolgono alla zootecnia, alle colture arboree, agli oliveti paesaggistici, ai sistemi foraggeri estensivi e agli impollinatori, con pagamenti e impegni specifici (figura seguente). Gli agricoltori che possiedono i requisiti e rispettano i relativi impegni possono cumulare il pagamento di più eco-schemi, eccetto per quanto riguarda l'Eco 2 e l'Eco 5 relativo alle arboree che non sono cumulabili tra loro.

ECO 1	ECO 2	ECO 3	ECO 4	ECO 5
ZOOTECNICO	COLTURE ARBOREE	OLIVETI ALTO VALORE PAESAGGISTICO	SISTEMI FORAGGERI ESTENSIVI	MISURE SPECIALI PER GLI IMPOLLINATORI
376,4 Milioni di €	155,3 Milioni di €	150,0 Milioni di €	162,6 Milioni di €	43,3 Milioni di €
42,4%	17,5%	16,9%	18,3%	4,9%
Livello 1 Tra 24€ (suini) e 66€ (bovini da latte)	Stima 120 €/ha	Stima 220 €/ha	Stima 40 - 110 €/ha	Arboree 250€/ha (plafond 10 mio euro) Seminativi 500 €/ha (plafond 33,4 mio euro)
Livello 2 SQNBA (fino 300€)	Superfici occupate da colture permanenti (legnose agrarie) e altre specie arboree permanenti a rotazione rapida	Superfici di particolare valore paesaggistico (min 60 piante/ha; max 300 piante/ha elevabili dalla Regione a 400 pianta/ha)	Avvicendamento almeno biennale con esclusione o riduzione dell'uso di fitofarmaci e di diserbanti di sintesi	Copertura dedicata a piante di interesse apistico (nettarifere e pollinifere) spontanee o seminate

Figura 5.7: Sintesi dei contenuti degli ecoschemi. Fonte <https://agronotizie.imaginenetwork.com/agricoltura-economia-politica/2024/06/04/riforma-della-pac-ecco-tutte-le-ultime-modifiche/84079#:~:text=La%20riforma%20della%20Pac%20varata,presidio%20di%20fertilit%C3%A0%20e%20biodiversit%C3%A0.>

A seguito dell'approvazione del Piano Strategico dell'Italia è stato approvato il testo del **Complemento Sviluppo Rurale 2023-2027 della Regione Emilia-Romagna**, con Delibera di Giunta regionale n. 2375 del 27 dicembre 2022.

Il CSR della Regione Emilia-Romagna persegue l'obiettivo di sostenere il settore agricolo e agroindustriale regionale e i territori rurali, che tenga insieme sostenibilità ambientale, economica e sociale, con un'attenzione particolare al sostegno al reddito, alla ricerca e all'innovazione tecnologica.

Sono tre, dunque, le macro aree di intervento:

- competitività, reddito delle imprese e la buona occupazione;
- sostenibilità ambientale;
- sviluppo equilibrato dei territori.



La Regione ha deciso di attivare i seguenti impegni in ambito agro-climatico-ambientale:

- SRA001-ACA 1 - Produzione integrata
- SRA003-ACA 3 - Tecniche lavorazione ridotta dei suoli
- SRA004-ACA 4 - Apporto di sostanza organica nei suoli
- SRA007-ACA 7 - Conversione seminativi a prati e pascoli
- SRA008-ACA 8 - Gestione prati e pascoli permanenti
- SRA10-ACA 10 – Gestione attiva infrastrutture ecologiche
- SRA013-ACA 13 - Impegni specifici per la riduzione delle emissioni di ammoniaca di origine zootecnica e agricola
- SRA014-ACA 14 - Allevatori custodi dell'agrobiodiversità
- SRA015-ACA 15 - Agricoltori custodi dell'agrobiodiversità
- SRA019-ACA 19 - Riduzione dell'impatto dell'uso di prodotti fitosanitari
- SRA026-ACA 26 - Ritiro seminativi dalla produzione
- SRA029 - Pagamento al fine di adottare e mantenere pratiche e metodi di produzione biologica

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:

- **SRA03 - tecniche lavorazione ridotta dei suoli:** obiettivo di tale misura è quello di contribuire alla mitigazione dei cambiamenti climatici (riducendo le emissioni di gas a effetto serra e migliorando il sequestro del 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 del 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.

6. INQUADRAMENTO DELL'AREA DI INTERVENTO

Il progetto in esame è ubicato nei comuni di Traversetolo e Montechiarugolo, in provincia di Parma (PR), a circa 5 km in direzione sud-ovest dal centro abitato di Montechiarugolo e circa 4,5 km in direzione nord-est da Traversetolo.

L'area oggetto di studio si trova in agro comunale, a nord della Azienda agricola denominata "Drugolo" e ospita l'impianto agrivoltaico avanzato. In Figura 6.1 viene evidenziato in rosso l'area totale di proprietà dell'azienda Drugolo, di cui solo una porzione è interessata dall'impianto in progetto. Le opere previste, infatti, si inseriscono all'interno di un'area recintata di superficie pari a 19,2 ettari (linea blu). Il cavidotto di connessione che collega l'impianto agrivoltaico alla cabina primaria denominata "Montechiarugolo" si estende per circa 6 km, sarà previsto interrato e percorrerà unicamente la pubblica via. Per il funzionamento dell'impianto, e-distribuzione, ente gestore dell'energia elettrica, ha richiesto il posizionamento di una cabina di sezionamento lungo il percorso del cavidotto e la stessa è stata prevista, come da STMG, nella posizione indicata in figura ricadente nel comune di Montechiarugolo.

Di seguito viene mostrata la localizzazione su base ortofoto dell'area in cui ricadono le opere di progetto:

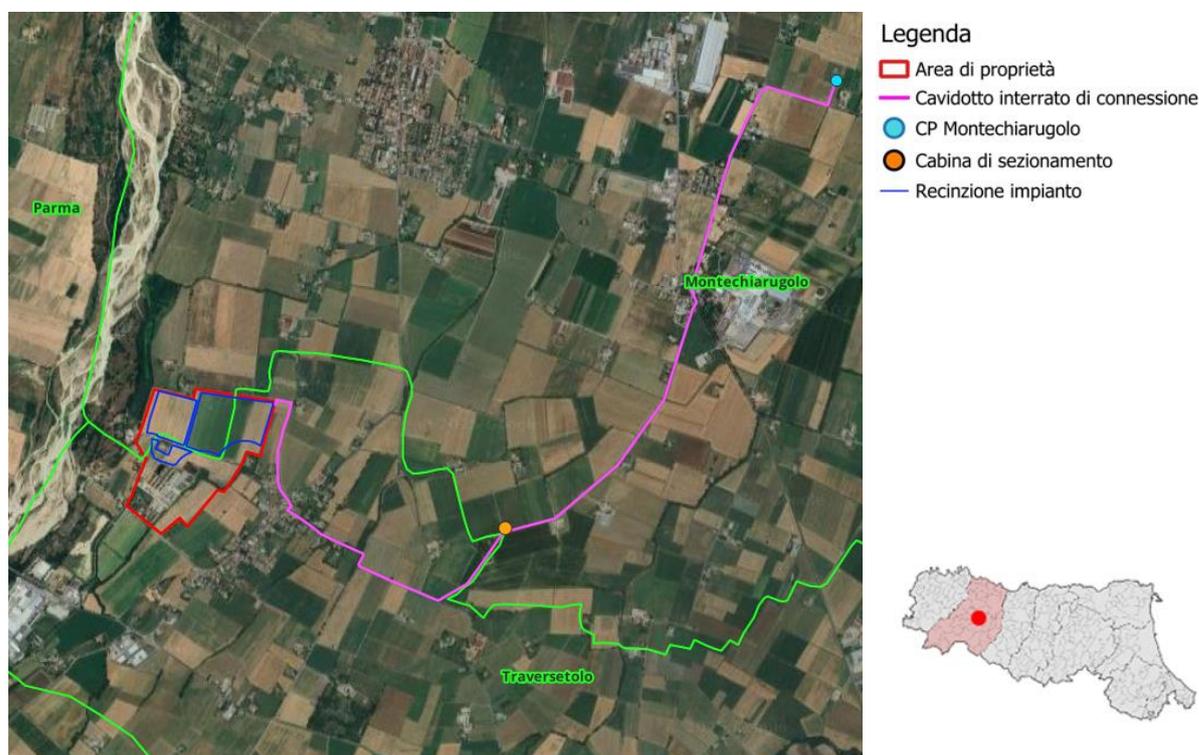


Figura 6.1: Localizzazione dell'impianto

La rete stradale, illustrata dalla figura successiva, che circonda l'area di progetto è costituita:

- a nord, dalla Strada dei Mulini, una strada locale extraurbana;
- a ovest dalla via Stradazza e più distante, la SP16;
- a sud dalla via del Parma.

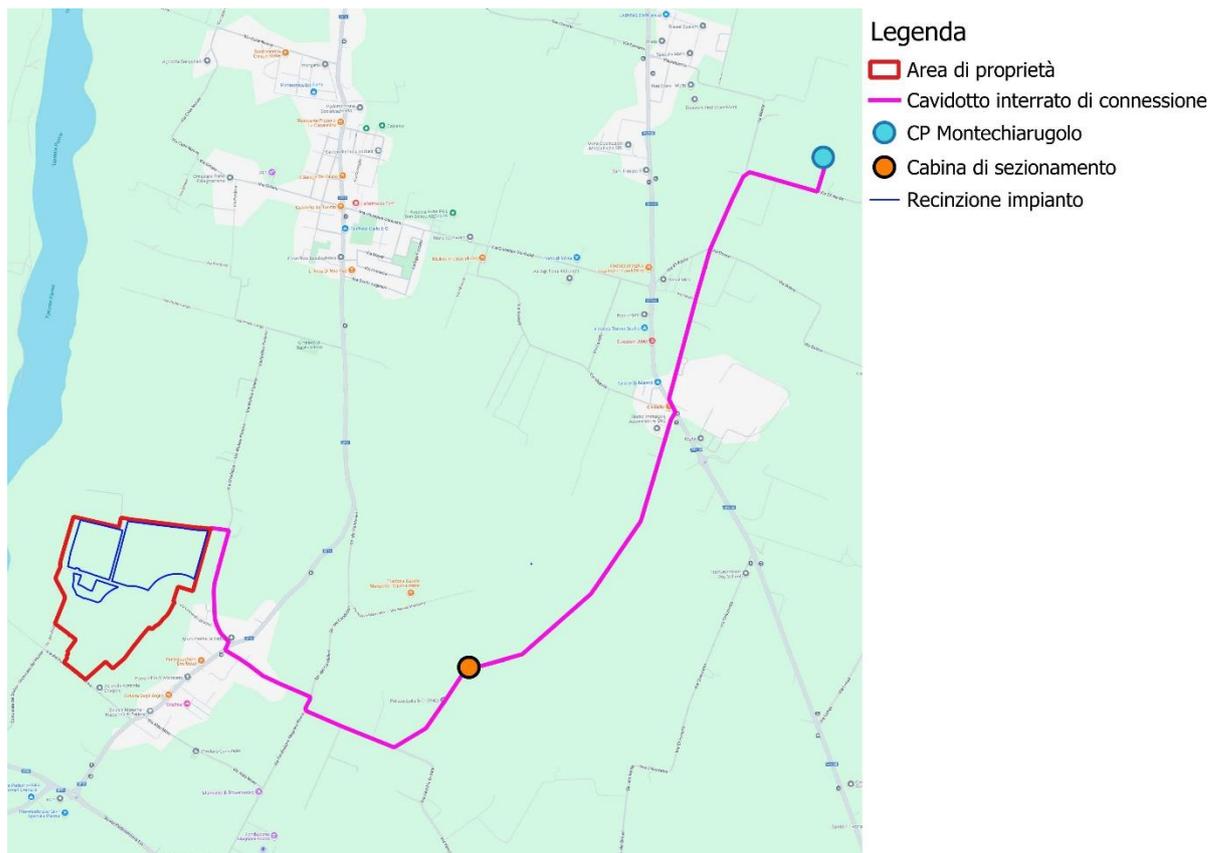


Figura 6.2: Principale viabilità della zona

All'interno dell'area di proprietà sono presenti dei fabbricati di proprietà dell'Azienda Agricola Drugolo. La superficie imputata per la realizzazione dell'agrivoltaico avanzato risulta pianeggiante e attualmente impiegata principalmente per la coltivazione di pomodori e grano duro. Di seguito si riportano alcune fotografie del territorio di riferimento.

6.1 INQUADRAMENTO CATASTALE

Le aree oggetto di studio sono censite al catasto terreni dei comuni di Traversetolo e Montechiarugolo (PR). Si riporta di seguito l'elenco delle particelle contrattualizzate²⁵ e l'inquadramento catastale del sito.

Tabella 6.1: Inquadramento catastale del sito

COMUNE	FOGLIO	PARTICELLE	PRESENZA IMPIANTO
Montechiarugolo	43	5	SI
Montechiarugolo	43	7	SI
Montechiarugolo	43	8	SI
Montechiarugolo	43	28	SI
Traversetolo	2	5	SI
Traversetolo	2	45	NO
Traversetolo	2	61	NO
Traversetolo	2	64	NO
Traversetolo	2	82	NO
Traversetolo	2	87	NO
Traversetolo	2	95	SI
Traversetolo	2	96	SI
Traversetolo	2	97	SI
Traversetolo	2	150	NO
Traversetolo	2	284	NO
Traversetolo	2	287	SI

²⁵ Si rimanda al documento 3162_6252_PA_PAUR_D15_Rev0_Disponibilità aree che contiene il contratto trascritto.

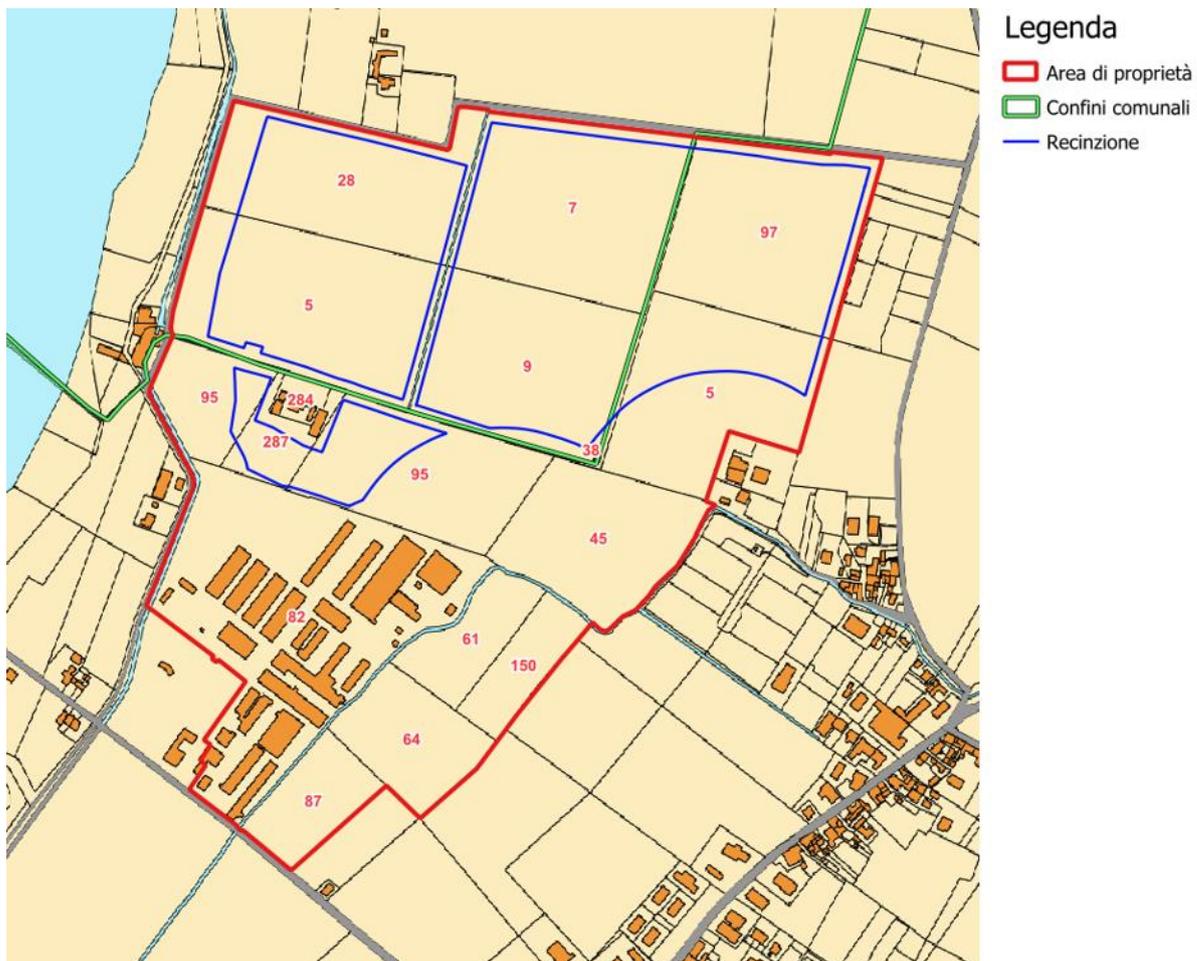


Figura 6.3: Inquadramento catastale

Si rimanda agli elaborati Piano Particellare "3162_6252_PA_PAUR_R23_Rev0_Piano particellare impianto" e "3162_6252_PA_PAUR_T05_Rev0_Inquadramento Catastale" per ulteriori dettagli.

6.2 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 elencanti 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%²⁶. 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-Romagna²⁷, 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 **"elevato"** e in parte **"normale"** (Figura 6.4). 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.

²⁶ <https://soil4life.eu/degrado-del-suolo/>

²⁷ <https://mappe.regione.emilia-romagna.it/>; <https://geoportale.regione.emilia-romagna.it/servizi/servizi-ogc/elenco-capabilities-dei-servizi-wms/ambiente/service-1>



Figura 6.4: 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.

Direttamente collegati alla riduzione del quantitativo di sostanza organica nei suoli troviamo i **fenomeni erosivi**. L'erosione, soprattutto nelle sue forme più intense, rappresenta una delle principali minacce per la corretta funzionalità del suolo.

Intensi fenomeni erosivi sono la premessa per alluvioni più distruttive e per l'inquinamento delle acque di superficie. Si stima che in Italia, mediamente, vengano perse per erosione idrica 8,3 tonnellate di suolo per ettaro/anno, il valore peggiore tra tutti gli Stati continentali, con una responsabilità legata alle pratiche agricole intensive, specie in territori collinari. L'area considerata è caratterizzata da un **basso rischio di erosione idrica**, grazie alla profondità del suolo, alla composizione del substrato e alla moderata pendenza, che rendono tollerabile la perdita di suolo (Figura 6.5).

L'erosione può essere innescata da lavorazioni del suolo inappropriate e mancata applicazione di tecniche di conservazione. Fra i sistemi agricoli, quelli che lasciano il suolo privo di copertura per periodi dell'anno molto lunghi (come le colture primaverili-estive) e i sistemi naturali in evoluzione sottopongono il suolo a maggior rischio di erosione.



Figura 6.5: Estratto della Carta Applicativa-Erosione idrica.

La suscettibilità di un suolo all'erosione, così come il suo contenuto di S.O., il drenaggio, la capacità di ritenzione idrica e l'aerazione del suolo sono fattori influenzati dalla tessitura del suolo. In questo specifico caso ci troviamo in presenza di un suolo prevalentemente **franco limoso argilloso** (azzurro in Figura 6.6), caratterizzato da un contenuto medio in sabbia (17%) e alto in termini di limo e argilla (rispettivamente 47% e 34%) e in misura ridotta (grigio in Figura 6.6) suolo **franco argilloso** (con alto contenuto in argilla).

Si tratta, dunque, di suoli che presentano un'elevata concentrazione di argilla di 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.

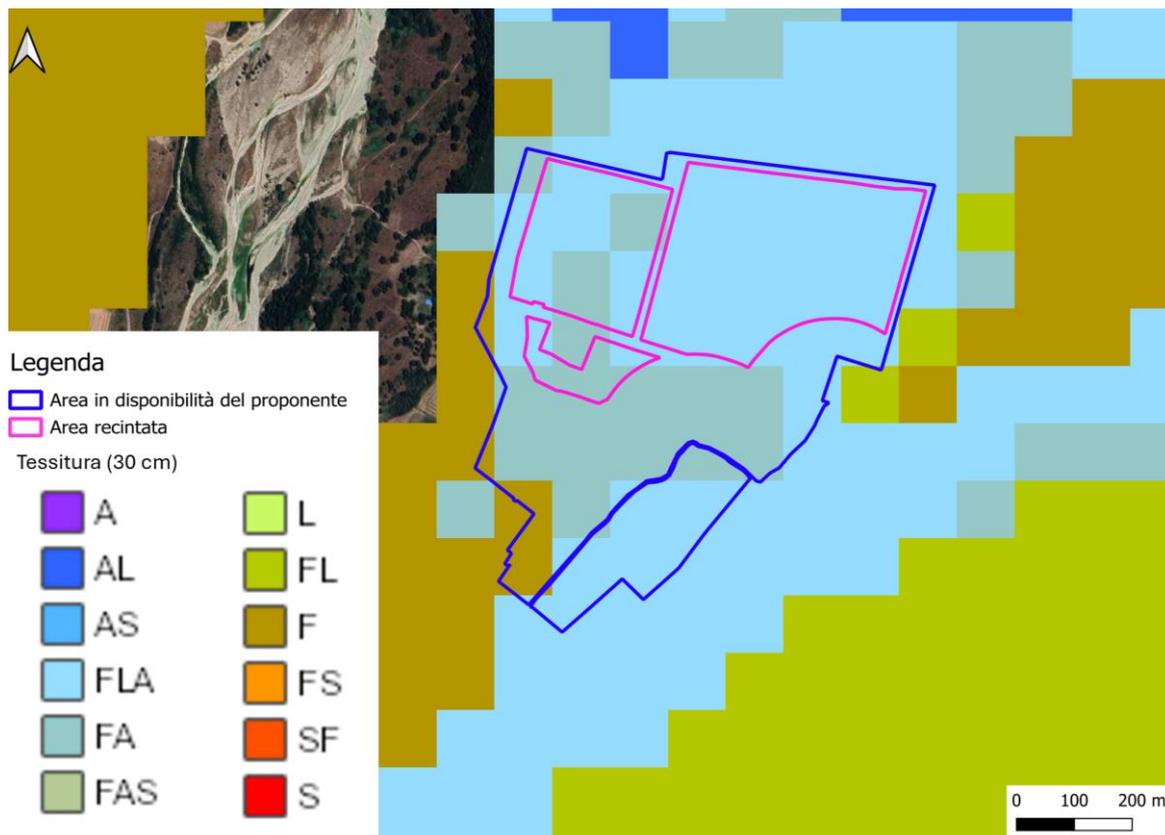


Figura 6.6: Estratto della "carta della tessitura dei suoli della pianura emiliano-romagnola strato 0-30 cm".

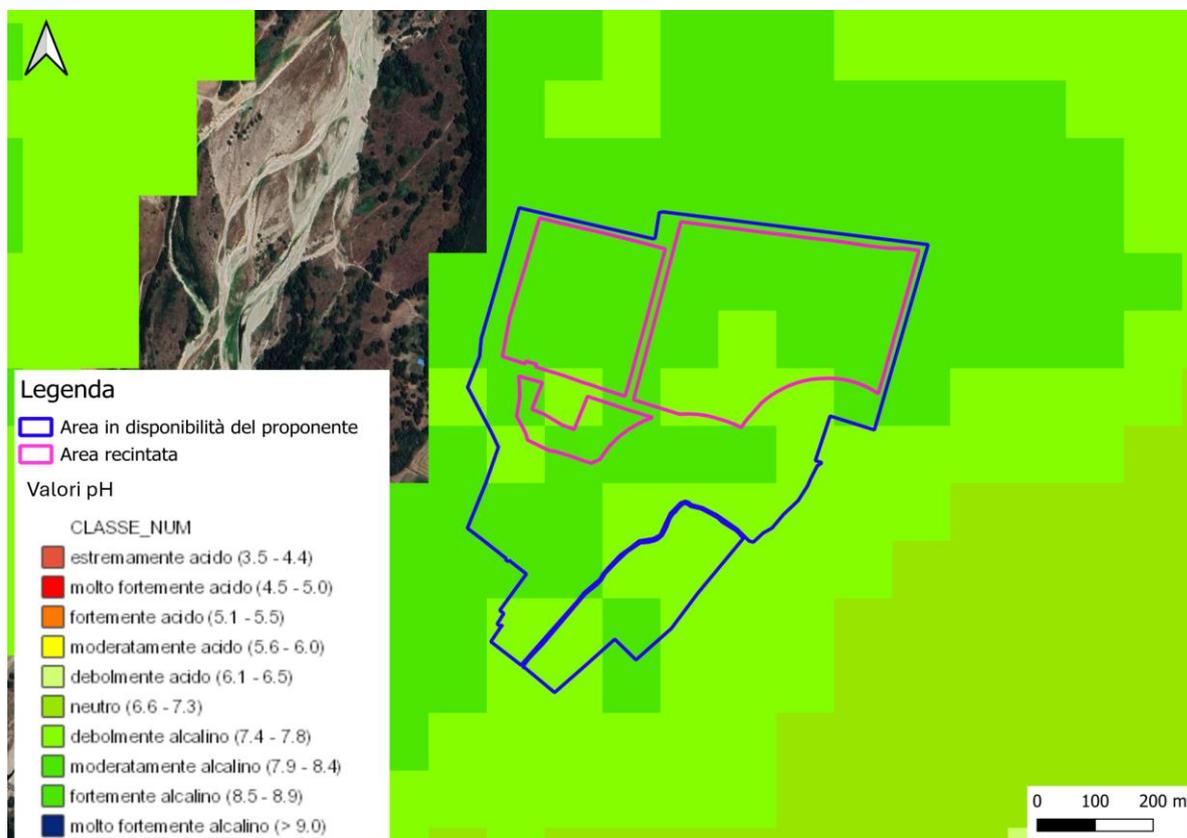


Figura 6.7: Estratto della "Carta del pH della regione Emilia-Romagna". Evidenziata l'area oggetto della relazione.

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).

Questa tipologia di suoli, nello specifico quelli con contenuto di argilla superiore al 27%, sono di gran lunga i più diffusi rappresentando circa il 63% della superficie totale. *"Sono presenti nei settori intravallivi dell'Appennino, negli sbocchi vallivi al margine appenninico e nell'ampia pianura fino a lambire il fiume Po e la costa. Fanno parte dei suoli delle **la piana dei fiumi appenninici** (11a e 11b).*

Le quote sono generalmente comprese tra 100 metri s.l.m. (nell'alta pianura e con l'esclusione dei tratti intravallivi) fino al livello del mare nelle aree costiere. Il paesaggio deve le sue caratteristiche primarie alla dinamica dei fiumi appenninici, i quali, dopo il loro corso intravallivo durante il quale hanno formato ridotti depositi nastriformi, depositano allo sbocco in pianura (alta pianura) il loro carico grossolano di ghiaie e sabbie, formando corpi sedimentari, noti come conoidi alluvionali. Gradienti di pendio sempre più bassi (intorno al 0.1-0.2 %) e una diminuzione della granulometria dei sedimenti contraddistinguono il paesaggio della media e bassa pianura. In questo settore la dinamica fluviale è caratterizzata dalle ripetute divagazioni dei fiumi le cui tracce sono conservate dai dossi: rilievi deposizionali di alcuni metri di altezza, dalla forma allungata e pensile sui terreni circostanti, formati dai corsi appenninici attuali e antichi in seguito a ripetuti episodi di esondazione. Nelle zone più distanti dai sistemi fluviali si trovano le aree di piana interfluviale costituite da ampie depressioni, "valli" o paludi, bonificate in massima parte nel secolo scorso, nelle quali in seguito alla tracimazione durante le piene si depositarono per decantazione argille e limi. Il regolare deflusso delle acque è attualmente garantito dalle opere di bonifica. La pianura è un territorio completamente antropizzato dove l'uomo, da oltre 3000 anni, ha esercitato la sua azione sul paesaggio sia attraverso opere di arginatura artificiale e di rettificazione dei corsi d'acqua e di bonifica delle valli, che hanno bloccato la naturale dinamica evolutiva della pianura alluvionale, sia con un'intensa urbanizzazione" (Figura 6.8).

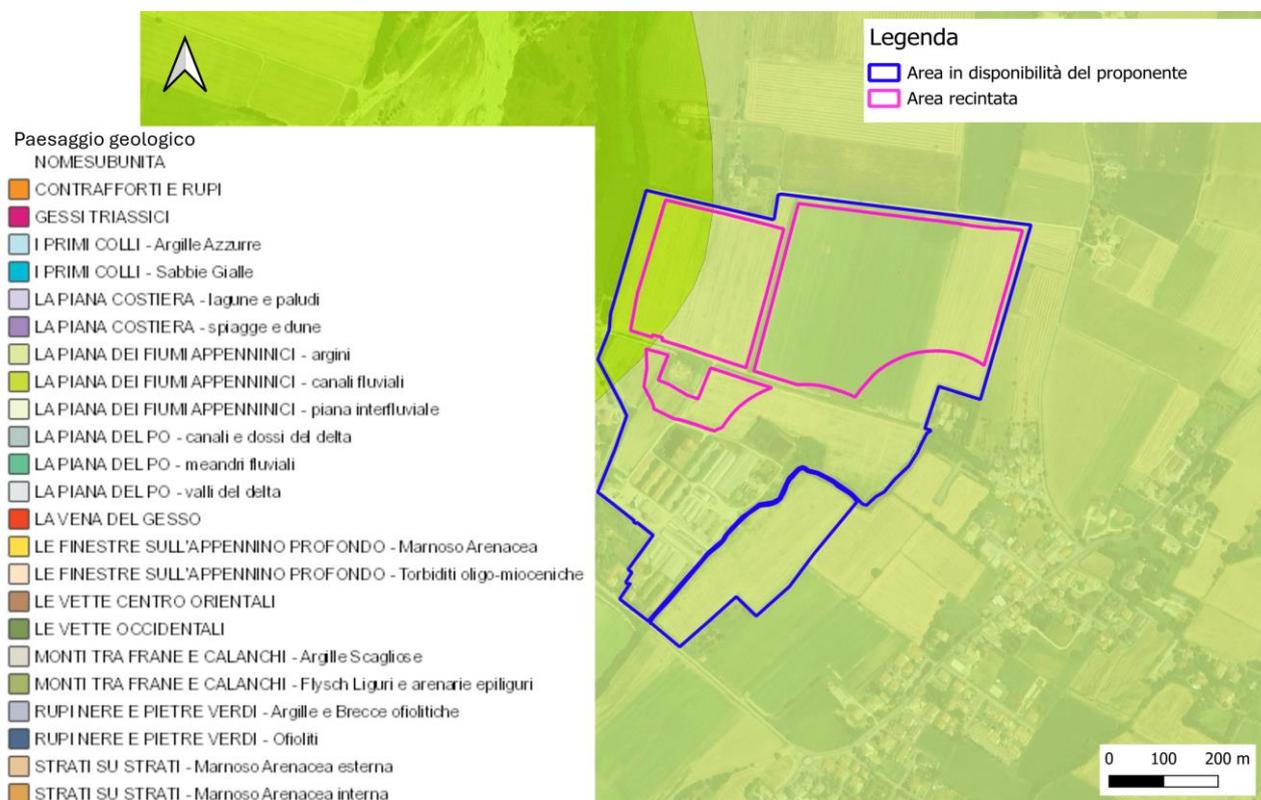


Figura 6.8: Estratto della carta "Copertura del suolo (2019)". Evidenziato in blu il perimetro dell'area oggetto d'esame. Fonte: GEOscopio regione Emilia Romagna.

Inoltre, stando a quanto riportato dalla carta capacità d'uso del suolo, l'area considerata ricade all'interno della classe II (Figura 6.9), si tratta di suoli con poche limitazioni, nella fattispecie le limitazioni sono legate al rischio d'inondazione (w2) e alla pietrosità superficiale (s3).

Le limitazioni impongono un'accurata gestione del suolo, comprendente pratiche di conservazione, per prevenire deterioramento o per migliorare la relazione con aria e acqua quando il suolo è coltivato. I suoli possono essere utilizzati per piante coltivate, pascolo, praterie, boschi, riparo e nutrimento per la fauna selvatica²⁸.

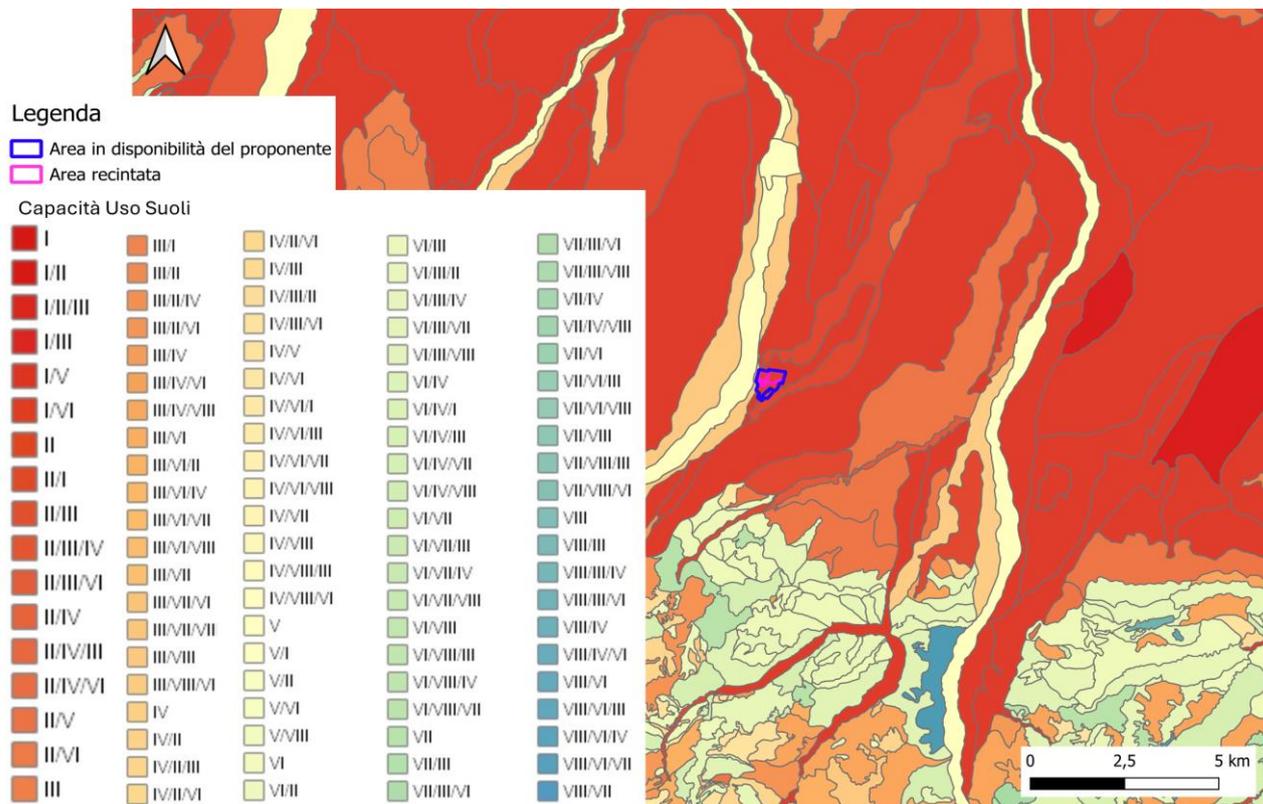


Figura 6.9: Estratto della "Carta della capacità d'uso della regione Emilia-Romagna".

Nonostante le limitazioni, secondo la classificazione dell'uso del suolo di **Corine**²⁹ del 2018, l'area in esame risulta interamente coltivata a "seminativi in aree non irrigue" individuata col n° 211 (Figura 6.10).

²⁸ https://mappegis.regione.emilia-romagna.it/gstatico/documenti/dati_pedol/CAPACITA_USO.PDF

²⁹ Programma CORINE (COOrdination of INformation on the Environment - Decisione 85/338/EEC)

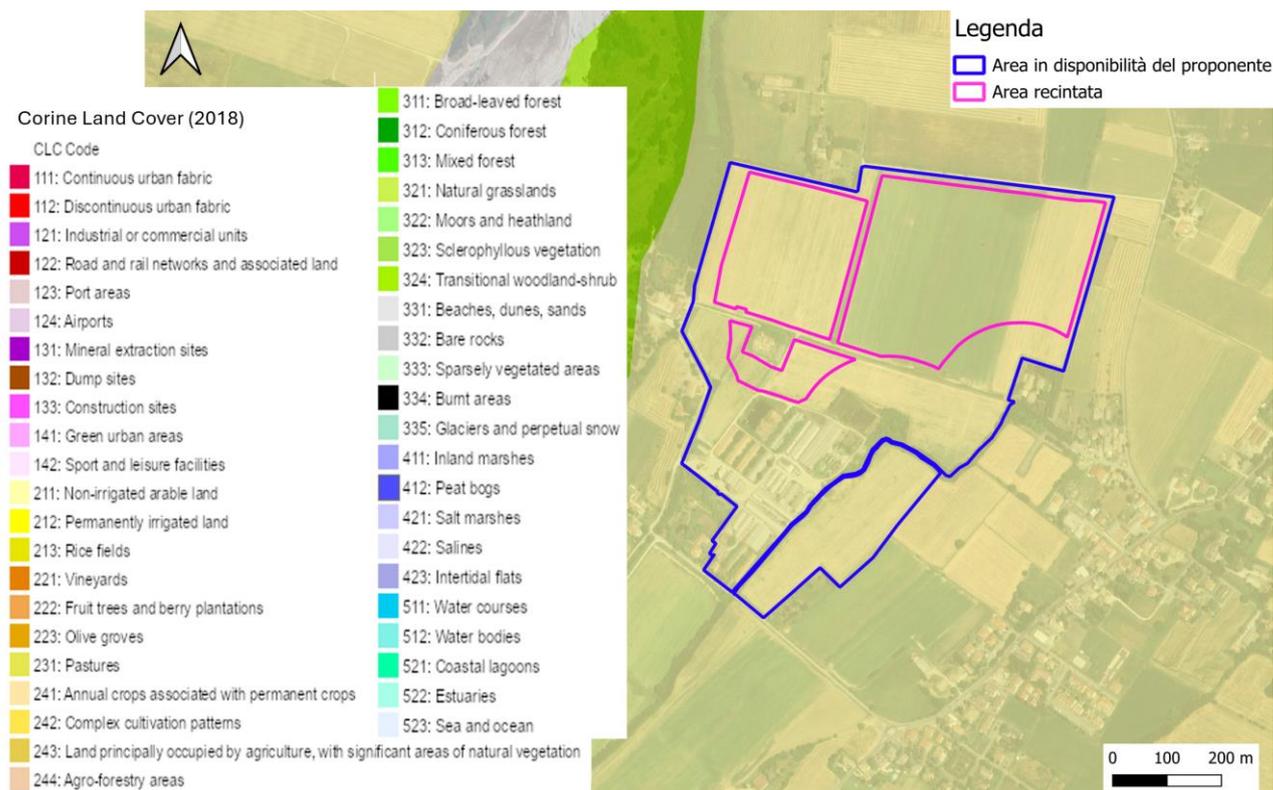


Figura 6.10: Estratto della “Carta Uso del Suolo” relativo all’area trattata.

6.3 INQUADRAMENTO METEOCLIMATICO

Secondo l’ultimo rapporto dell’European Environment Agency (EEA, 2024), nel 2023 le attività umane hanno causato un riscaldamento globale mai registrato prima e risulta 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 inequivocabile e che l’aumento della concentrazione di gas serra, avvenuto dal 1750 in poi, sia inequivocabilmente causato dalle attività umane (IPCC, 2023).

Dall’ultimo rapporto IPCC³⁰ (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 2023 è stato uno degli anni più caldi da quando è cominciata la registrazione dei dati globali (1850), stando a quanto riportato da NOAA³¹, con 1,18 °C sopra la media del XX secolo, valore di 0,15 °C superiore al record del 2016. I 10 anni più caldi degli ultimi 174 anni sono stati registrati nell’ultima decade (2014-2023) e il 2024 conferma questo trend positivo di innalzamento della temperatura.

Diventa, quindi, necessaria un’azione rapida per adattarsi al cambiamento climatico e, allo stesso tempo, ridurre rapidamente e profondamente le emissioni di gas serra. La natura, con le sue risorse, ha il potenziale non solo per ridurre i rischi climatici, ma anche per migliorare la vita delle persone.

³⁰ Intergovernmental Panel on Climate Change è l’organismo delle Nazioni Unite per la valutazione della scienza relativa ai cambiamenti climatici.

³¹ National Oceanic and Atmospheric Administration. <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/monthly-report/global/202313>

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 (e.g. 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.

Volendo analizzare l'**andamento climatico della regione considerata**, stando a quanto rilevato da ARPEA³², il 2023 si distingue per temperature al di sopra della norma e precipitazioni nella media a livello annuo ma con forti anomalie, positive e negative, a livello mensile e stagionale.

Infatti, nell'ultimo anno si è assistito a temperature al di sopra dei valori climatici per gran parte dell'anno (Figura 6.11), con una temperatura media di 14,4 °C con anomalie stagionali di temperatura media regionale di +1,2 °C rispetto al trentennio 1991-2020.

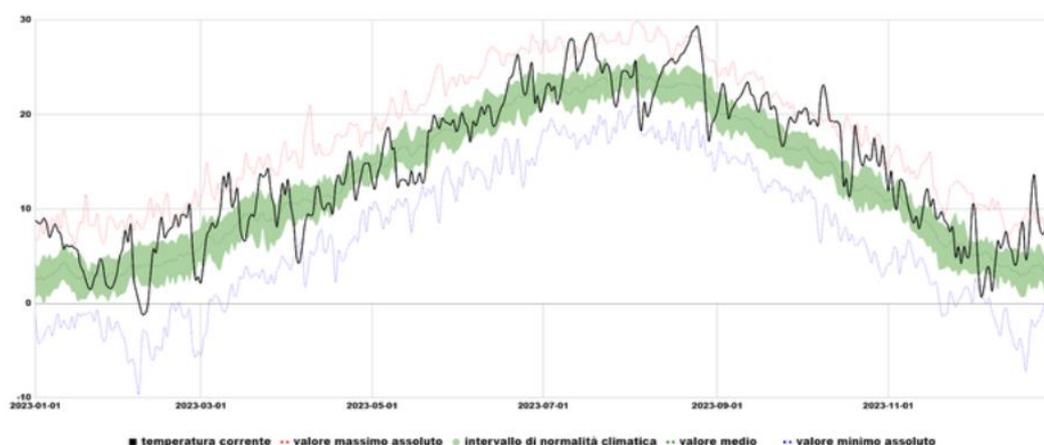


Figura 6.11: Temperatura media regionale giornaliera 2023, confrontata con i valori climatici (media, intervallo di variabilità e valori minimi e massimi assoluti) del trentennio 1991-2020. Fonte: <https://www.arpae.it/it/notizie/anno-2023-estremi-climatici>

Inoltre, il 2023 è stato colpito da venti metereologici estremi come le gelate tardive (inizio del mese di aprile), in cui il valore termico regionale è risultato per un giorno inferiore al minimo registrato dal 1961. Il calo delle temperature minime (valori nettamente inferiori a 0 °C in vaste aree della pianura per molte ore consecutive e per più giorni) ha causato gravi danni alle colture frutticole, con perdite di produzione stimate sul 70% per le albicocche e sull'80% per le pere.

³² Agenzia prevenzione ambiente energia Emilia-Romagna. <https://www.arpae.it/it/notizie/anno-2023-estremi-climatici>

Anche dal punto di vista pluviometrico si è assistito ad una distribuzione irregolare delle precipitazioni con alternarsi di episodi molto intensi e lunghi periodi di scarsità. Queste condizioni hanno provocato gravi impatti sulle portate del Po con conseguenze anche in ambito agricolo e sulla disponibilità di acqua potabile (Figura 6.12).

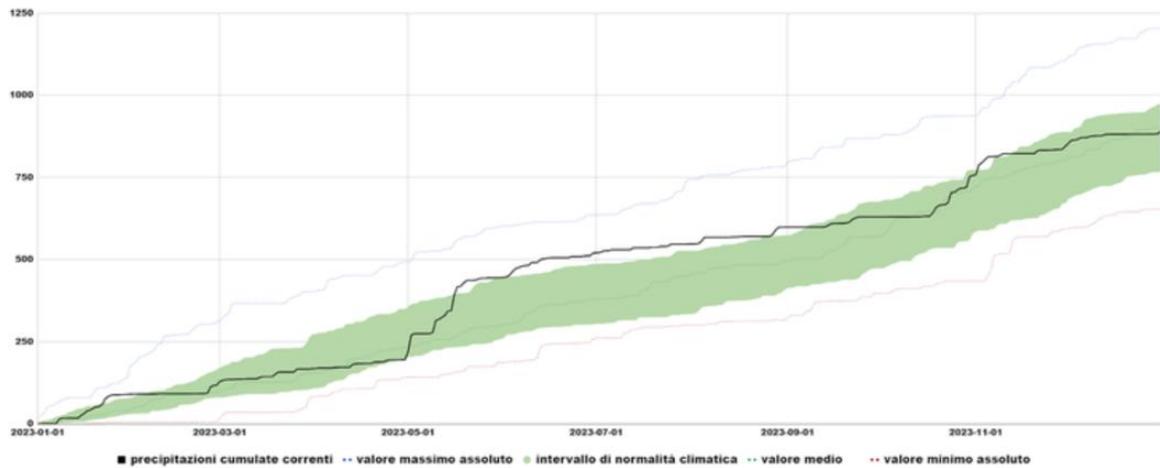


Figura 6.12: Precipitazione media regionale cumulata giornaliera dal 01-01-2023 confrontata con i valori climatici (media, intervallo di variabilità) del trentennio 1991-2020 e valori minimi e massimi assoluti dal 1961. Fonte: <https://www.arpae.it/it/notizie/anno-2023-estremi-climatici>

Anche il periodo di siccità, che si è protratto a partire dal 2021, è stato interrotto da eventi estremi con conseguenze drammatiche sotto molteplici aspetti; si citano a titolo esemplificativo quello di **metà maggio**, in cui è piovuto un quantitativo di acqua tra un quarto e metà del valore atteso per l'intero anno, e quello di **fine ottobre**, in cui le precipitazioni hanno causato significativi innalzamenti dei livelli idrometrici del fiume Enza, del Nure, del Taro e del Parma-Baganza, con conseguenti esondazioni lungo rii e corsi d'acqua minori e numerose frane con danni a carico della viabilità principale e secondaria.

Scendendo ancora più nel dettaglio, è possibile descrivere l'andamento meteorologico dell'areale individuato per la realizzazione dell'impianto utilizzando una delle stazioni meteorologiche appartenenti alla rete di monitoraggio idrometeorologica della regione Emilia-Romagna: nello specifico si fa riferimento alla **stazione "Panocchia"**³³ avente Coordinate 44.68349, 10.296025, poiché risulta la più vicina, ovvero, a meno di 4 km all'area oggetto di discussione.

Analizzando ed elaborando i dati scaricabili dal sito dedicato³⁴ è possibile constatare che nel 2024 l'areale considerata ha registrato (Figura 6.13)³⁵ :

- una distribuzione irregolare delle precipitazioni con alternarsi di episodi molto intensi e lunghi periodi di scarsità;
- una temperatura media annua di circa 17 °C, dato che si discosta di ben +3°C rispetto la media regionale del 2023;
- l'umidità relativa dell'aria media giornaliera a 2 m dal suolo è stata pari al 75%;
- l'irradianza globale media giornaliera è di 156,75 W/M**2.

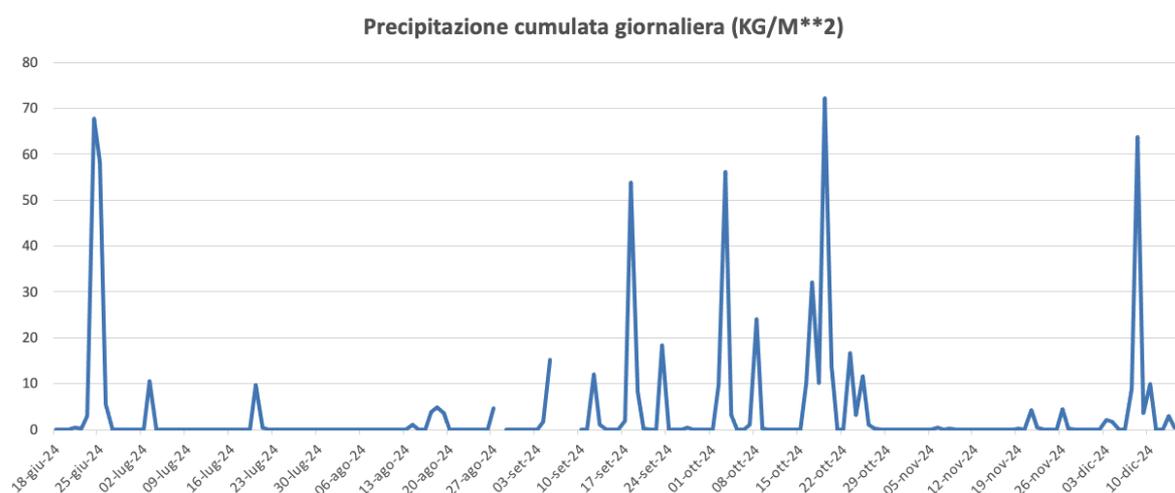


Figura 6.13: Elaborazione grafica dei dati relativi all'andamento meteorologico del 2023, registrato dalla stazione di Panocchia.

Le aree designate per la realizzazione dell'impianto agrivoltaico godono di una buona insolazione, come, peraltro, gran parte della Regione Emilia-Romagna (Figura 6.14), dove la maggior parte dei territori

³³ La stazione di Finale Emilia si trova alle coordinate geografiche (lat, lon) (44.839061, 11.284021) ad una quota di 12m slm; è situata nel Bacino Del Pianura fra Secchia e Panaro, e nella macroarea di allertamento pianura MO-RE. La stazione è di proprietà di ARPAE Emilia-Romagna Servizio Idro-Meteo-Clima ed è gestita da ARPAE Emilia-Romagna Servizio Idro-Meteo-Clima.

³⁴ <https://simc.arpae.it/dext3r/>

³⁵ I dati riportati sono un'elaborazione dei dati scaricabili dal sito <https://simc.arpae.it/dext3r/> e si riferiscono alle medie dei soli dati rilevati dalla stazione.

beneficiano di un irraggiamento solare annuo cumulato con valori superiori ai 1600 kWh/m² (Joint Research Center)³⁶.



Figura 6.14: Irraggiamento solare globale nella regione Emilia-Romagna – sommatoria annua (kWh/m²).

³⁶ https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_download/map_pdfs/G_opt_IT.pdf

6.4 MODALITÀ DI CONDUZIONE ED ATTIVITÀ AGRICOLA - STATO DI FATTO

Le particelle interessate dall'intervento proposto risultano ad oggi condotte in affitto dalla Società Semplice "Società Agricola Zavaroni S.S.", intestataria di regolare fascicolo aziendale AGREA e regolare partita IVA n° 02633570342 e REA n° 254682, con sede nel Comune di Traversetolo (PA) alla Via Argini n° 52.

Attraverso l'analisi dei fascicoli aziendali, lo studio dei piani colturali, nonché mediante il supporto dell'amministratore di suddetta società nella figura del Sig. Zavaroni Luca, è stato possibile delineare la vocazionalità dei fondi rustici oggetto di studio. Lo stato di fatto relativo alle trascorse tre annate agrarie è riassunto di seguito. Si specifica che attualmente le superfici non risultano utilizzate per la coltivazione di produzioni certificate con marchi di qualità quali DOP, DOC, DOCG, ecc. e che è sempre stata condotta un'attività agricola di tipo tradizionale, escludendo dunque l'adesione a regimi di tipo biologico o simili.

Con particolare riguardo alle coltivazioni certificate, come anticipato nel paragrafo 4 in cui si analizza il quadro normativo dell'Agrivoltaico, considerando la recente deliberazione 693/2024, si è optato per la progettazione di un impianto agrivoltaico avanzato in quanto le superfici di progetto sono comprese all'interno della zona di produzione³⁷ del Parmigiano Reggiano e solamente in una delle precedenti annate agrarie, il 2022, una porzione, seppur piccola, della superficie è stata utilizzata per la coltivazione di foraggi che rientrano tra quelli ammessi dal relativo Disciplinare³⁸.

Come indicato in Tabella 6.2, l'intera superficie è stata vocata nelle ultime tre annate agrarie alla coltivazione di colture seminative a ciclo annuale avvicendate ed orticole coltivate in pieno campo, nello specifico pomodoro da industria.

Tabella 6.2: Dettaglio dell'indirizzo colturale delle particelle oggetto di studio (interessate dalla futura area recintata), estratto dei piani colturali del fascicolo AGREA.

FOGLIO	PARTICELLE	SUPERFICIE HA	COLTURA 2024	SUPERFICIE HA	COLTURA 2023	SUPERFICIE HA	COLTURA 2022
43	5	3,9631	pomodoro	3,962	frumento duro	2,6094	panico-foraggio
43	5	0,1461	non agricolo			1,3537	pomodoro
43	5						
43	7	1,605	pisello	4,2186	pomodoro	4,2186	frumento duro
43	7	1,605	pomodoro				
43	7	2,6142	frumento duro				
43	8	1,4359	pisello	3,6445	pomodoro	3,6445	frumento duro
43	8	1,4359	pomodoro				
43	8	0,1054	non agricolo				
43	8	2,2086	frumento duro				
43	28	3,285	pomodoro	3,2842	frumento duro	2,0925	panico-foraggio
43	28	0,0043	non agricolo			1,1925	pomodoro
2	5	2,1029	pomodoro	1,6254	frumento duro	1,2971	frumento duro
2	5	1,1512	frumento duro				
2	5	0,1048	non agricolo	1,7076	pomodoro	2,0367	pomodoro
2	95	1,7766	pomodoro	2,0778	frumento duro	2,0778	pomodoro

³⁷ La zona di produzione comprende i territori delle province di Bologna alla sinistra del fiume Reno, Mantova alla destra del fiume Po, Modena, Parma e Reggio nell'Emilia.

³⁸ <https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeAttachment.php/L/IT/D/0%252Fb%252Fb%252FD.8bff8ced1728008ef9dd/P/BLOB%3AID%3D33340/E/pdf?mode=download>

FOGLIO	PARTICELLE	SUPERFICIE HA	COLTURA 2024	SUPERFICIE HA	COLTURA 2023	SUPERFICIE HA	COLTURA 2022
2	95	0,3012	frumento duro				
2	95	0,1694	non agricolo				
2	96	0,201	non agricolo				
2	96	0,9395	frumento duro	0,9395	pomodoro	0,9395	frumento duro
2	97	1,0261	frumento duro	2,0853	frumento duro	2,0853	pomodoro
2	97	2,5862	pomodoro				
2	97	0,0962	non agricolo	1,5271	pomodoro	1,5271	frumento duro
2	287	0,4619	frumento duro	0,4619	pomodoro	0,4619	frumento duro
		29,3255		25,5339		25,5366	

Tabella 6.3: Elaborazione dei dati e categorizzazione in percentuale delle aree oggetto di studio.

	2024		2023		2022	
	superficie ha	%	superficie ha	%	superficie ha	%
non agricola	0,8272	2,8	0	0,0	0	0,0
pomodoro	16,7547	57,1	12,4992	48,9	8,7460	34,2
pisello	3,0409	10,4	0	0,0	0	0,0
frumento duro	8,7027	29,7	13,0347	51,0	12,0887	47,3
panico/loietto da foraggio	0	0,0	0	0,0	4,7019	18,4

Per riassumere, circa il 50% dell'intera superficie catastale che verrà interessata dalla futura area recintata dell'impianto agrivoltaico proposto risulta essere stata coltivata a **pomodoro da industria**; a seguire, la coltura più rilevante per estensione è il **frumento duro**, coltivato per la produzione di granella destinata all'ottenimento di farine. Presenti anche altre colture seminative, come il pisello proteico e alcune foraggere.

La conduzione attuale risulta riferibile dunque a un'**agricoltura tradizionale**, eseguita ricorrendo a tecniche colturali e lavorazioni meccaniche tipiche delle colture sopracitate (aratura, erpicatura, semina, mietitrebbiatura, concimazioni, ecc.) ed effettuate appunto annualmente. Su tali colture non è attuata la pratica irrigua, riservata alla coltura orticola del pomodoro da industria.

La destinazione produttiva delle superfici è dunque sinonimo di profonda conoscenza delle dinamiche agronomiche nonché di adattamento alle diverse condizioni meteorologiche della zona e di mercato, in ottica di diversificazione e varia e diversificata, sia nella medesima annata agraria sia nel susseguirsi degli anni.

In Figura 6.15 si riportano alcune immagini rappresentative dei macchinari che possono essere impiegati per la conduzione delle superfici.



Altezza da terra	33 cm
Passo	2,10 m
Lunghezza totale	-
Larghezza complessiva (m)	Standard 1,92 m
Altezza totale	Cabine 2,49 m toit bas 2,33 m

Trattrice attualmente impiegata sulle superfici e relative dimensioni



Esempio di aratro quadrivomere



Esempio di erpice



Larghezza di lavoro (m)	Barra di taglio	Aspo
4,92	Fisso	Monoblocco
4,32	Fisso	Monoblocco
3,71	Fisso	Monoblocco

Mietitrebbia e esempio di dimensioni disponibili per le larghezze di taglio

Figura 6.15 Macchine agricole rappresentative di quelle attualmente impiegate sulle superfici di progetto.



7. PROGETTO AGRIVOLTAICO

Come illustrato in precedenza, la progettazione di un impianto agrivoltaico parte dall'analisi combinata delle esigenze agronomiche e quelle tecnologico-energetiche dell'installazione fotovoltaica, per addivenire ad un progetto finale che valorizzi le rese di entrambe le componenti, nel rispetto dell'ambiente in cui esso si inserisce e delle relative risorse.

Le soluzioni progettuali sono state contestualizzate rispetto alle specifiche condizioni pedologiche e meteorologiche del sito oggetto di studio (vedasi Capitolo 6.3), nonché rispetto alle modalità di conduzione dell'attività agricola, riferibile alla coltivazione di specie ortive e seminate, queste ultime destinate all'alimentazione umana e zootecnica(vedasi Capitolo 6.4).

Il layout dell'impianto agrivoltaico proposto è illustrato nella Figura 7.1:



Figura 7.1: Layout dell'impianto agrivoltaico proposto.

7.1 COMPONENTE FOTOVOLTAICA

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

- consentono di coltivare la superficie interessata dall'installazione fotovoltaica, poiché non si creano zone d'ombra concentrata, grazie alla lenta rotazione da est a ovest (permessa dal sistema ad "inseguimento solare" (Figura 7.2);
- 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.

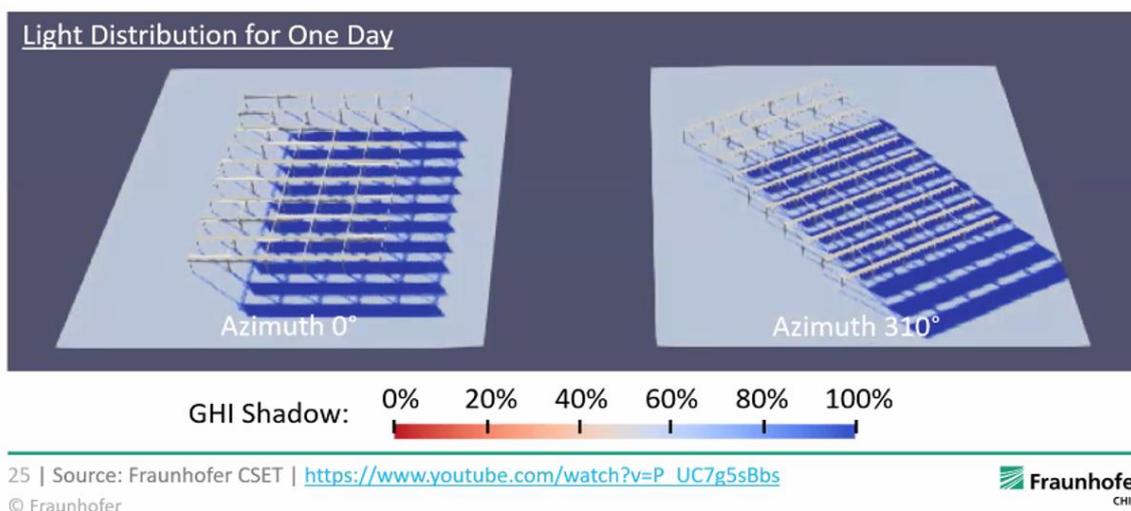


Figura 7.2: Distribuzione della zona d'ombra sotto i pannelli durante il giorno. FCR CSET: Light Simulation for Agrivoltaics plant with azimuth of 0° and -30° (Central Chile).

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 progetto prevede l'impiego di una struttura metallica di tipo tracker con fondazione su pali infissi privi di plinti in cemento, nel terreno ed in grado di esporre il piano ad un angolo massimo di tilt pari a +55° -55°.

Le peculiarità delle strutture di sostegno sono:

- riduzione dei tempi di montaggio alla prima installazione;
- facilità di montaggio e smontaggio dei moduli fotovoltaici in caso di manutenzione;
- meccanizzazione della posa;
- ottimizzazione dei pesi;
- miglioramento della trasportabilità in sito;
- possibilità di utilizzo di bulloni antifurto.

Le caratteristiche generali della struttura sono:

- materiale: acciaio zincato a caldo;
- tipo di struttura: Tracker fissata su pali;

- inclinazione sull'orizzontale +55° -55°;
- Esposizione (azimut): 0°;
- Altezza min: 2,100 m (rispetto al piano di campagna);
- Altezza max: 4,183 m (rispetto al piano di campagna).

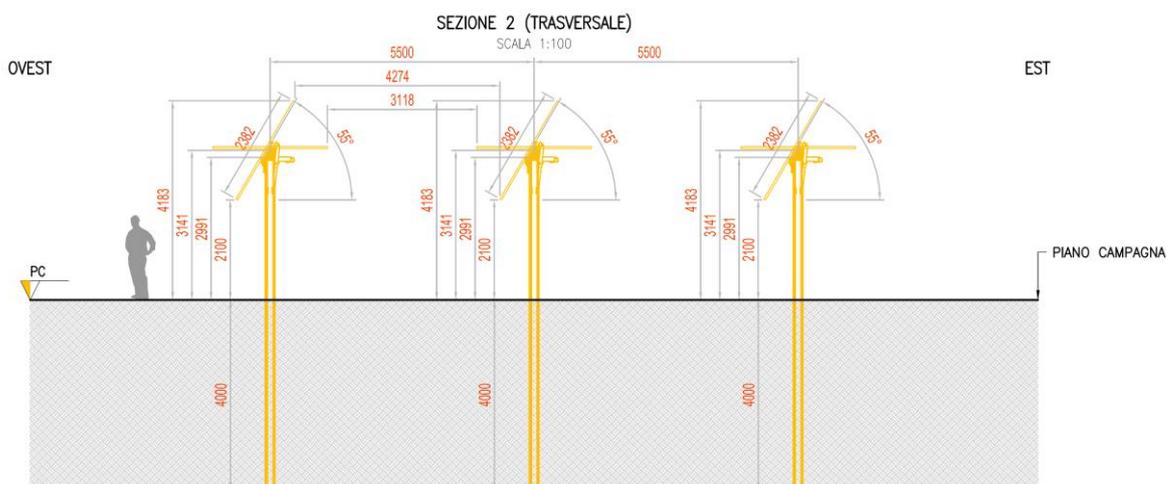


Figura 7.3: Tipologico costruttivo strutture mobili (tracker)

In via preliminare, sono state previste due tipologie di portali costituiti da 24 (1x24) moduli e 12 (1x12) moduli, montati con una disposizione su una fila in posizione verticale (1p). Tale configurazione potrà variare in conseguenza della scelta definitiva del tipo di modulo fotovoltaico.

Tale soluzione consente di avere, nel momento di massima apertura - Zenith solare - **una fascia di larghezza di circa m 3,12**, 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.

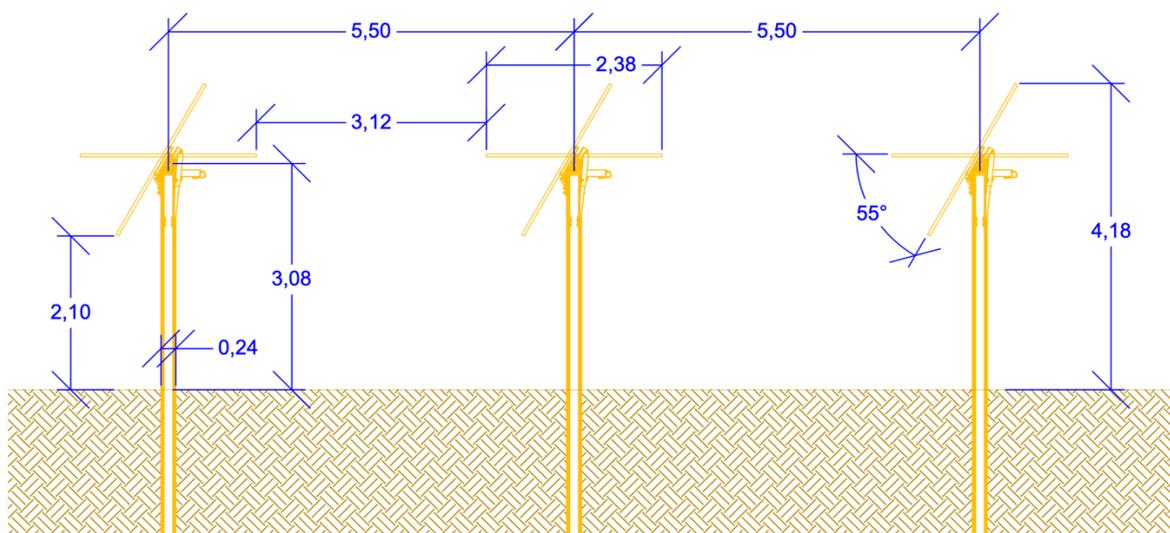


Figura 7.4: Vista delle strutture fotovoltaiche in sezione previste per il progetto.

Il progetto in esame prevede, inoltre, la realizzazione di una fascia compresa tra la recinzione perimetrale e le strutture che sorreggono i moduli, larga almeno 8 m e finalizzata a consentire un agevole spazio di manovra ai macchinari necessari all'attività agricola.

7.2 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 (scelta delle specie, scelta delle tecniche e delle 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 seminate e di 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 dell'impianto, dell'adozione di pratiche riferibili all'agricoltura conservativa e di precisione, in linea con quanto sostenuto e finanziato dalla nuova PAC 2023-2027 con **SRA03 - Tecniche di lavorazione ridotta dei suoli** (vedasi Capitolo 5.3).

Dal punto di vista reddituale (approfondito nel Capitolo 9) e gestionale (approfondito nel Capitolo 7.2.3 e 7.2.4), la proposta agronomica garantirà:

- il mantenimento della redditività dei terreni agricoli in linea con quella attuale;
- l'impiego delle medesime tipologie di macchine e attrezzi analoghi a quelle già impiegati sui medesimi appezzamenti.

7.2.1 PROPOSTA PROGETTUALI: AVVICENDAMENTO DI GRAMINACEE E LEGUMINOSE ED 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 fosse compatibile con la produzione agricola, valorizzando al contempo il territorio e le sue risorse.

Come precedentemente esposto nel Capitolo 6.4, l'area oggetto di intervento è attualmente vocata alla coltivazione di specie seminate annuali a ciclo autunno-vernino.

Il progetto proposto prevede

- la **coltivazione di specie erbacee** in avvicendamento, ovvero di graminacee e leguminose, evitando il ristoppio³⁹;
- la coltivazione di specie orticole varie.

Una corretta variazione delle specie coltivate sullo stesso appezzamento comporta plurimi vantaggi:

- permette di ridurre il carico degli agenti biologici avversi (l'alternanza delle colture crea una variazione di condizioni contrastando naturalmente la proliferazione - e conseguente diffusione - di tali agenti);
- migliora la fertilità del terreno e la struttura dello stesso (i diversi apparati radicali esplorano il terreno a diverse profondità)
- assicura, a parità di condizioni, una resa maggiore.

³⁹ Con il termine ristoppio si intende la ripetizione di una coltura (soprattutto cereali) per due o più anni consecutivi.

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;
- valorizzazione del paesaggio agrario.

Si prevede di **ridurre al minimo l'uso delle sostanze chimiche di sintesi** (fitofarmaci e fertilizzanti) programmando e razionalizzando gli interventi in base alla coltura considerata, nel rispetto dei principi ecologici, economici e tossicologici anche attraverso l'impiego di supporti informativi (vedasi Capitolo 8).

Al fine di impostare una gestione agronomica sostenibile (anche in termini di abbattimento dei costi di produzione) si prevede il ricorso a tecniche che garantiscano un minor impatto ambientale contribuendo alla riduzione dell'immissione nell'ambiente di sostanze chimiche.

Si valuterà, nel corso della vita dell'impianto, la possibilità che le superfici agricole oggetto di intervento possano essere gestite adottando tecniche riferibili all'**agricoltura conservativa (AC)**.

Le tecniche di agricoltura conservativa (Figura 7.5), prevedendo il minimo disturbo del suolo e una copertura continua, contribuiscono 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, prevedendo avvicendamenti colturali virtuosi si contribuisce a preservare la fertilità agronomica e la sostanza organica del suolo oltre che 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.



disturbo minimo del suolo



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



avvicendamenti colturali

Figura 7.5: I 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 (Venetoagricoltura, 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.

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 risulta inoltre pienamente in linea con i principi dalla Politica Agricola Comunitaria (vedasi Capitolo 5.3).

7.2.2 SCELTA DELLE SPECIE

La disposizione spaziale delle aree recintate del futuro impianto agrivoltaico consentirà un'agevole gestione delle differenti attività agricole proposte; di fatto, avendo a disposizione differenti aree, sarà possibile dedicare talune aree ad un'unica destinazione produttiva nell'arco temporale analizzato, salvo poi poterla variare negli anni successivi.

La categorizzazione spaziale delle destinazioni produttive previste è indicata di seguito in Figura 7.6.



Figura 7.6: Disposizione spaziale delle aree agricole.

Le recintate "A" e "C" saranno vocate alla coltivazione di **specie ortive**, la recintata "B" sarà invece investita a **colture seminative** avvicendate, a ciclo annuale.

La scelta delle ortive è ricaduta sul **pomodoro da mensa** (*Lycopersicon esculentum* Mill.) e sul **cavolfiore** (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis* L.).

Il **pomodoro da mensa** è una delle colture orticole più diffuse in Italia, grazie alla versatilità di questo ortaggio e alla sua elevata richiesta sul mercato. Si tratta di una coltura annuale, adatta a terreni ben drenati, ricchi di sostanza organica e con pH compreso tra 6 e 7.5. Le varietà più comuni includono ciliegino, cuore di bue, datterino e San Marzano. La semina avviene in serra, da gennaio a marzo per le colture in serra, mentre in pieno campo si esegue il trapianto delle giovani piantine nell'arco temporale che va da aprile a maggio, una volta superato il rischio di gelate.

I pomodori richiedono esposizione al sole e irrigazioni regolari, evitando ristagni idrici che favorirebbero malattie fungine come la peronospora. Le pratiche agronomiche includono la potatura per rimuovere i germogli laterali (sfemminellatura) e il tutoraggio per sostenere le piante. La concimazione è cruciale: azoto, fosforo e potassio devono essere bilanciati per promuovere sia lo sviluppo vegetativo sia la produzione dei frutti.

Il raccolto avviene generalmente 60-90 giorni dopo il trapianto, a seconda della varietà e delle condizioni climatiche. I pomodori da mensa possono essere raccolti a maturazione completa o invaiati, in base al mercato di destinazione. Il pomodoro è una coltura intensiva che richiede monitoraggio costante, ma offre rendimenti elevati, specialmente se si adottano tecniche sostenibili e controlli integrati contro parassiti come *Tuta absoluta* e afidi.

Il pomodoro richiede sì una buona esposizione alla luce, ma le ombreggiature parziali creati dai moduli sopraelevati possono essere elemento positivo soprattutto nel periodo estivo, in quanto la loro

presenza può di fatto ridurre lo stress termico e l'evapotraspirazione. Inoltre, l'ombreggiamento parziale può certamente ridurre anche il rischio di scottature delle bacche e migliorarne le qualità nei periodi di caldo intenso.

Il **cavolfiore** (*Brassica oleracea*, come cavolfiore, broccoli, cavolo cappuccio e cavolo verza) è una coltura tipica delle stagioni fresche. Queste specie sono adattabili a vari climi, ma preferiscono temperature comprese tra 15 e 20 °C. Sono particolarmente sensibili al caldo, che può compromettere la formazione delle teste, e al gelo prolungato, che può causare danni alle foglie e ai tessuti.

La semina avviene in semenzaio tra giugno e agosto per le varietà autunno-invernali, con trapianto in campo dopo 30-40 giorni. Il terreno ideale è profondo, ricco di sostanza organica e ben drenato, con pH compreso tra 6 e 7.

Le irrigazioni devono essere regolari e abbondanti, ma evitando ristagni idrici. La concimazione richiede un apporto equilibrato di azoto, fosforo e potassio, con un occhio di riguardo al calcio per prevenire la necrosi apicale. La gestione delle infestanti può essere fatta con pacciatura o diserbo meccanico, mentre per i parassiti come lepidotteri e afidi si preferisce il controllo biologico o integrato.

Il raccolto varia in base alla specie: il cavolfiore, ad esempio, si raccoglie quando la testa è compatta e ben sviluppata, mentre i broccoli si raccolgono prima che i fiori si schiudano. Esse sono colture strategiche per la loro resistenza a condizioni climatiche avverse, fornendo produzioni di alta qualità con un'adeguata gestione agronomica.

Le specie del genere *Brassica* tollerano l'ombreggiamento parziale ancor meglio del pomodoro, soprattutto durante le stagioni fresche; l'ombreggiamento può addirittura favorire lo sviluppo delle teste e ridurre anche l'incidenza di alcune malattie legate agli stress termici. Inoltre, hanno cicli colturali che meglio si adattano ai periodi con minore incidenza luminosa

Per la recintata "B" si propone invece un avvicendamento (o rotazione colturale) di specie erbacee.

Le specie che si succedono in una rotazione colturale si suddividono 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, la 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.

L'avvicendamento proposto (riassunto di seguito in Figura 7.7) prevede l'alternarsi di colture depauperanti e miglioratrici, non contemplando specie da rinnovo. Tale scelta scaturisce dalla volontà sia di privilegiare il mantenimento delle coltivazioni attualmente praticate sui fondi sia dalla necessità di ridurre il consumo idrico; infatti, l'inserimento di colture intercalari avrebbe comportato un maggiore fabbisogno idrico.

AVVICENDAMENTO COLTURALE IPOTIZZATO PER IL PROGETTO AGRIVOLTAICO												
A/M	O	N	D	G	F	M	A	M	G	L	A	S
1°		FRUMENTO DURO										
2°	PISELLO PROTEICO											
3°		FRUMENTO DURO										

Figura 7.7: Dettaglio dell'avvicendamento colturale proposto.

L'avvicendamento previsto (biennale) comincerà con la coltivazione del **frumento duro** da granella (una graminacea depauperante), a cui seguirà il **pisello proteico** (coltura leguminosa miglioratrice). L'avvicendamento di fatto poi continuerà con la medesima coltura depauperante o con specie simili, mantenendo comunque l'indirizzo produttivo, ovvero la coltivazione di colture seminatrici a ciclo annuale.

Il **frumento duro** (*Triticum turgidum* L. subsp. *durum* Desf.) è un cereale appartenente alla famiglia delle Graminacee a ciclo annuale autunno-vernino (Figura 7.8). Nell'avvicendamento colturale occupa il ruolo di coltura depauperante, in quanto dalle spiccate esigenze in azoto, avvantaggiandosi dall'essere preceduta da una coltura miglioratrice.



Figura 7.8: Campo coltivato a frumento duro

Il **frumento duro** è coltivato principalmente per la produzione di **granella** destinata al consumo umano; tale specie rappresenta un punto di forza storico del settore agricolo nazionale in termini di superficie investita, produzione e qualità: da qui la scelta di inserirla nella rotazione proposta, puntando su varietà universalmente riconosciute per il loro valore produttivo dal punto di vista quali-quantitativo, nonché adatte al contesto agrivoltaico.

Il **pisello proteico** (*Pisum sativum* L.) è una leguminosa coltivata per il suo alto contenuto proteico, rendendola un'importante risorsa nell'alimentazione animale e umana. Questa coltura si distingue per la capacità di arricchire il terreno di azoto grazie alla simbiosi con batteri azotofissatori, riducendo la necessità di fertilizzanti chimici. È una pianta resistente, adatta a climi temperati e suoli ben drenati, e può essere coltivata sia come coltura principale sia in rotazione con cereali, migliorando la struttura e la fertilità del terreno.



Figura 7.9: Campo coltivato a pisello proteico

L'utilizzo principale del pisello proteico è come ingrediente nei mangimi animali, grazie al suo contenuto proteico del 20-25%, ideale per l'allevamento di suini, pollame e bovini. Recentemente, è cresciuto l'interesse per il suo impiego nell'alimentazione umana, in particolare come base per prodotti vegetali alternativi alla carne, grazie alla presenza di aminoacidi essenziali e fibre.

La coltivazione del pisello proteico richiede poche risorse idriche, contribuendo alla sostenibilità agricola. Grazie alla crescente domanda di proteine vegetali, il pisello proteico rappresenta una scelta vantaggiosa sia dal punto di vista economico che ambientale.

Le specie proposte nell'avvicendamento hanno mostrato quindi una **buona resistenza alla siccità** e risultano idonee alla coltivazione nell'areale in cui insisterà l'impianto agrivoltaico. La leguminosa scelta ha basse esigenze nutritive e migliorerà la dotazione in azoto del terreno, avvantaggiando la graminacea che la succederà nell'avvicendamento, il che si tradurrà in limitati apporti di concimazione.

Le specie scelte hanno inoltre una spiccata propensione ad essere **gestite limitando anche il numero di lavorazioni del terreno**.

L'avvicendamento così impostato, evitando il ristoppio e prevedendo una corretta successione di specie, contribuirà a prevenire il rischio di insorgenza di fisiopatie e consentirà di **limitare il ricorso a prodotti fitosanitari**.

7.2.3 OPERAZIONI COLTURALI

La gestione agricola di una superficie dedicata alla coltivazione orticola rappresenta una delle attività più importanti e articolate per l'agricoltura moderna.

La preparazione del terreno è fase cruciale che pone le basi per il successo delle colture. Ogni intervento, dal miglioramento delle caratteristiche fisico-chimiche alla creazione di un letto di semina adeguato, è finalizzato a garantire condizioni ottimali per la crescita e lo sviluppo delle piante e la successiva fruttificazione.

Le lavorazioni meccaniche comprendono l'aratura, l'erpatura e la fresatura. L'**aratura profonda** (da eseguire ipoteticamente nel periodo a cavallo tra la fine di ottobre e la metà di novembre) 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. Infine, 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 preliminare 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.

La semina e il trapianto sono due momenti cruciali che influenzano direttamente lo sviluppo iniziale delle colture. Il pomodoro da mensa, generalmente, viene seminato in semenzaio per garantire un ambiente protetto e ottimale per la germinazione. I semi vengono posti in vassoi alveolari riempiti con un substrato leggero e ben drenante, come una miscela di torba, sabbia e perlite. La temperatura del semenzaio, mantenuta tra 20 e 25°C, favorisce una germinazione rapida e uniforme. Dopo circa 4-6 settimane, quando le piantine hanno sviluppato 4-6 foglie vere, vengono trapiantate in campo aperto. Il trapianto richiede un'irrigazione immediata per favorire l'attecchimento. Per praticità, tuttavia, si ipotizza anche di ricorrere all'**acquisto di piantine da trapiantare in piena terra**. L'epoca di trapianto e messa a dimora è ipotizzata nel periodo tra la fine di aprile e l'inizio di maggio, quando il rischio di gelo è ormai passato e il terreno ha raggiunto temperature superiori ai 12°C.

Le brassicacee, invece, possono essere seminate direttamente in campo o trapiantate. La semina diretta è preferibile per specie rustiche come il cavolo nero, mentre cavolfiori e broccoli si avvantaggiano del trapianto, che consente un migliore controllo della densità di impianto. Anche in questo caso si ipotizza di ricorrere all'acquisto di piantine da trapiantare in piena terra: in caso di raccolta estiva il trapianto avverrà tra marzo ed aprile, per la raccolta invernale invece si provvederà a metterle a dimora a cavallo tra agosto e settembre.

La raccolta rappresenta la fase finale del ciclo colturale ed è cruciale per garantire la qualità del prodotto. Il pomodoro da mensa verrà **raccolto manualmente** una volta raggiunto il colore tipico della varietà, evitando di danneggiare i frutti; a seconda della varietà e del proprio ciclo colturale, si ipotizza la raccolta nel periodo che va da luglio a settembre. Le brassicacee, invece, si raccolgono quando le teste o i fiori risultano compatti e ben sviluppati, ovvero ipoteticamente da giugno in poi per i trapianti primaverili o a novembre per quelli autunnali.



Per quanto concerne invece le superfici che saranno dedicate alle **colture seminative**, le operazioni colturali previste risultano in linea con quanto sostenuto dallo SRA03 della PAC 2023-2027. 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.

- **FRUMENTO DURO:**

La coltivazione del frumento comincerà con una MT a cui seguirà la semina, ipotizzata ad ottobre, con macchina capace di eseguire in un unico passaggio anche la concimazione (se necessaria, in base ai dati raccolti dal monitoraggio) e la rullatura.

Verrà impiegata una quantità di circa 160-170 kg/ha di semente raggiungendo una densità di cariossidi seminate di 400-500 su m², ottenendo così un numero stimato di spighe di 600-700 su m².

Come per l'orzo, anche per il frumento è previsto un trattamento preventivo a base di prodotti cuprici; l'apporto di zolfo in questa fase fenologica contribuirà anche al miglioramento della qualità della granella. Un ulteriore trattamento che copra la coltura sino alla raccolta, da eseguire dopo la fase fenologica della spigatura) sarà valutata con il supporto del DSS e del monitoraggio (vedasi Capitolo 8).

Alla fine del mese di giugno (fase di maturazione piena delle cariossidi, dunque quando le cariossidi cessano lo sviluppo e l'aumento del peso secco) si procederà alla raccolta del frumento duro mediante mietitrebbiatura, che consentirà il taglio e la contestuale sgranatura delle spighe, separando la granella dalla paglia e dalla pula. La paglia residua potrà essere trinciata e immediatamente interrata oppure imballata mediante passaggio con rotoimballatrice e allontanata dal campo e destinata al foraggiamento animale o impiegata come lettiera.

- **PISELLO PROTEICO:**

La coltivazione del pisello proteico (da granella, da destinare all'alimentazione animale o all'industria) comincerà anch'essa con una MT a cui seguirà una semina, ipotizzata autunnale a cavallo tra ottobre e novembre, al fine di sfruttare l'umidità del suolo e favorire un rapido insediamento delle piantine prima dell'avvento della stagione fredda. Verrà impiegata una quantità di seme compresa tra i 180 kg/ha e i 200 kg/ha, al fine di ottenere una densità di piante di circa 80-100 per m². Si preferiranno sementi inoculate con ceppi di *Rhizobium leguminosarum* specifici per il pisello, per favorire la fissazione dell'azoto atmosferico e riduce la necessità di fertilizzanti azotati (anche per le colture successive). Nei periodi di alti tassi di umidità, si presume di eseguire un trattamento preventivo fungicida (a base di zolfo), per proteggere la coltura da oidio e antracnosi. Nel periodo a cavallo tra giugno e luglio, a baccello maturo e semi che han raggiunto la massima durezza con contenuto di umidità non inferiore al 16%, si ipotizza di effettuare la raccolta con mietitrebbia opportunamente regolata

7.2.4 GESTIONE DELLE SUPERFICI

La gestione delle superfici sarà affidata all'azienda “Società Agricola Zavaroni S.S.”, intestataria di regolare fascicolo aziendale AGREA e regolare partita IVA n° 02633570342 e REA n° 254682, con sede nel Comune di Traversetolo (PA) alla Via Argini n° 52 con la quale è stato stipulato opportuno accordo (3162_6252_PA_PAUR_D16_Rev0_Contratto con Azienda agricola)

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 **condurre la pratica irrigua con le medesime modalità dello stato di fatto**, ovvero emungendo acqua dal pozzo aziendale ed apportandola al terreno con un impianto di irrigazione di tipo “a goccia”. I volumi irrigui saranno monitorati attraverso l'utilizzo di contatori e registrati al fine di determinare un bilancio idrico.

La fertilizzazione è un altro aspetto fondamentale. Le colture orticole richiedono un apporto continuo di nutrienti, modulato in base alle diverse fasi di crescita. Il pomodoro necessita di elevate quantità di azoto durante la fase vegetativa, mentre fosforo e potassio diventano essenziali durante la fioritura e la maturazione. Le brassicacee, invece, beneficiano di un apporto costante di azoto, che favorisce la crescita delle foglie e la formazione delle teste. Si ipotizza, come detto precedentemente, di effettuare concimazioni di fondo ed all'occorrenza di apportare fertilizzanti mediante la tecnica della **fertirrigazione**.

Un'adeguata gestione delle infestanti è altrettanto importante: si prevede di intervenire quanto più possibile con diserbanti 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 inoltre limiterà il rischio derivante dall'avvento di fisiopatie, molto probabile invece nel caso di ristoppio. Si prevedono trattamenti preventivi (vedasi capitolo 6.2.3) 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 circolare⁴⁰, 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 ocularità anche in base ai dati raccolti dal monitoraggio agronomico e che lo spandimento sarà evitato nei giorni

⁴⁰ 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)



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 (vedasi Capitolo 8), che permetterebbe sia di monitorare le produzioni sia di avere un uso più razionale delle risorse. 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.

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.

Considerato il mantenimento dell'indirizzo produttivo, **verranno impiegate macchine facilmente reperibili**, analoghe a quelle già impiegate dall'attuale conduttore o comunque in disponibilità a contoterzisti della zona.

In termini di destinazione dei prodotti le biomasse prodotte saranno idealmente indirizzate a società di conferimento o vendute direttamente a mercati di riferimento o allevatori locali.

7.3 COMPONENTE MITIGATIVA

Gli interventi di mitigazione proposti hanno come scopo principale quello di mitigare la percezione visiva dell'impianto agrivoltaico nei confronti delle aree contermini tenendo però anche in considerazione il fatto che per salvaguardare un ecosistema è necessario salvaguardare la biodiversità che ospita e per salvaguardare la biodiversità è necessario salvaguardare l'ecosistema in cui è inserita.

Il presente progetto, che, come esposto finora mira alla realizzazione di un impianto agrivoltaico altamente sostenibile, è stato sviluppato con riguardo non solo alla componente agronomica, ma anche del contesto ambientale e naturale in cui si inserisce.

Nell'ultimo trentennio, la consapevolezza del progressivo processo di degrado del territorio e del crescente impoverimento della diversità biologica e paesistica in atto nei diversi contesti territoriali, ha portato in primo piano l'importanza della conservazione della biodiversità che è diventata un tema prioritario tra le azioni di programmazione internazionale e comunitaria, volte a indirizzare e promuovere politiche ambientali di conservazione mirate alla valorizzazione e alla tutela delle risorse ecologiche e del paesaggio (Diploma Sites, C.E., 1991; European Network of Biogenetic Reserves, CE, 1992; Convenzione di Rio sulla Diversità Biologica, 1992; Piano d'Azione dell'IUCN di Caracas sui parchi e le aree protette, 1992; Strategia Pan-Europea per la Diversità Biologica e Paesistica, 1996).

La tutela della biodiversità passa anche attraverso il contrasto alla frammentazione che "può essere definita come il processo che genera una progressiva riduzione della superficie degli ambienti naturali e un aumento del loro isolamento: le superfici naturali vengono, così, a costituire frammenti spazialmente segregati e progressivamente isolati inseriti in una matrice territoriale di origine antropica" (APAT, 2003). Il processo di frammentazione può essere scisso in due componenti: una riguarda la scomparsa degli ambienti naturali e la riduzione della loro superficie, l'altra l'isolamento progressivo e la redistribuzione sul territorio degli ambienti residui.

Il progetto presentato mira ad inserirsi in un contesto in cui la componente naturale è altamente frammentata e la componente agricola è omogenea, condizioni che possono determinare una drammatica carenza di disponibilità alimentare per la componente faunistica (entomofauna compresa) (Garibaldi et al., 2013).

La frammentazione degli habitat naturali a favore di monoculture intensive, così come pratiche industriali ed urbanistiche sconsiderate, stanno danneggiando l'ambiente idoneo alla vita dei pronubi e



provocando la sparizione degli habitat locali e di conseguenza la perdita dell'ampia diversità di organismi viventi.

Sebbene, come meglio approfondito nello Studio di impatto ambientale (codice elaborato 3162_6252_PA_PAUR_R01_Rev0_SIA), l'area di impianto non interessa elementi della rete ecologica, in fase progettuale è stato perseguito l'obiettivo di contribuire anche a creare un unicum agro-ambientale considerando che si inserisce comunque nelle vicinanze di un corridoio ecologico primario corrispondente al corridoio del Torrente Parma e di un'area individuata come stepping stone, corrispondente all'abitato di Mamiano e ai suoi parchi urbani, al fine di creare un ambiente che riproduca il naturale equilibrio tipico della zona attraverso la coesistenza armoniosa di specie vegetali naturali e coltivate.

Come già illustrato, le specie vegetali da reddito selezionate ben si inseriscono nel contesto ambientale considerato e ne esaltano le peculiarità, le potenzialità e la tradizione. Tali specie saranno inserite all'interno di una rotazione colturale che consta di diverse famiglie botaniche, affinché sia ridotta l'omogeneità che causa carenza di risorse per l'entomofauna.

Inoltre, è prevista l'adozione ex-novo di tecniche agronomiche utili ad aumentare la biodiversità e a ridurre le fonti di disturbo per i pronubi, preservandoli da possibili danni derivanti dall'uso irrazionale di prodotti chimici.

Il progetto prevede quindi la realizzazione di una fascia perimetrale di tipo arbustivo, che correrà lungo il perimetro delle aree recintate.

Le specie arbustive e le modalità di piantumazione sono state definite a seguito di attenta analisi delle caratteristiche del bacino idrografico e pedo-climatiche dell'area in modo da poter conciliare al meglio le esigenze tecnologiche dell'impianto (costruttive e gestionali) con quelle naturalistiche e paesaggistiche, con un occhio attento alla tutela della biodiversità, alla ricostruzione dell'unità degli ecosistemi e al valore ecologico, in coerenza con le potenzialità vegetazionali dell'area.

Le essenze sono state selezionate scegliendo tra quelle i cui esemplari possono raggiungere un'altezza utile a mitigare l'impatto visivo delle strutture fotovoltaiche e delle opere connesse dall'esterno e da eventuali punti panoramici e di interesse paesaggistico presenti nelle vicinanze del sito, scegliendo tra specie caratteristiche dell'area. Come illustrato nello SIA la zona in cui ricade l'area è caratterizzata da diversi soprassuoli di diversa densità e struttura, che dipendono dalle condizioni pedologiche: boschi igrofilo e perifluviali fitti, boschi perifluviali radi, aree cespugliate si dispongono in un mosaico strettamente intersecato che dipende essenzialmente dalle condizioni edafiche. Spostandosi in direzione del fiume, sui terreni più bassi e maggiormente soggetti alle piene, sono presenti formazioni igrofile più sviluppate composte prevalentemente da salici e pioppi. La vegetazione di riferimento è rappresentata dal querceto caducifoglio mesofilo con Farnia (*Quercus robur*), Rovere (*Quercus petraea*), e *Fraxinus*.sp. Nelle zone di ripa si trovano associazioni a *Populus* sp. e *Salix* sp..

In considerazione delle analisi condotte si prevede la piantumazione di:

- *Laurus nobilis* L. - **alloro**: arbusto sempreverde che può arrivare a un'altezza di 10 metri. Presenta una **chioma** folta e densa, il cui fusto è spesso sinuoso e fortemente ramificato. Le **foglie** sono coriacee, alterne e di un verde intenso il cui margine è lievemente ondulato. Specie dioica, le **infiorescenze**, riunite in ombrelle color bianco-giallastro, sviluppano all'inizio della primavera. I **frutti** sono drupe ovoidali lucide di colore nero che sviluppano tra marzo ed aprile per poi giungere a maturità tra ottobre e novembre.

Si adatta a tutti i tipi di terreno e predilige un clima caldo-umido e i terreni ricchi.

Potatura: La pianta non ha bisogno di potature, cresce spontaneo e rigoglioso. Si presta a potature di formazione invernali.

- *Salix Purpurea* L. - **salice rosso**: specie appartenente alla famiglia delle Salicacee, è caratterizzata da portamento arbustivo che può raggiungere un'altezza di 6 m. Il tronco è

grigio-verde e i rami sono inizialmente lucenti che diventando opachi con il passare del tempo. Le **foglie**, di colore verde scuro, hanno la parte superiore opaca o leggermente lucida, mentre la parte inferiore è di tonalità glauca, con venature secondarie appena visibili. In primavera, prima della comparsa delle foglie, sviluppa **amenti** verde-argentei, lunghi fino a 3 cm, quelli maschili con antere porpora e successivamente gialle, quelli femminili più sottili, prima gialli, poi grigio-verdi, con ovario peloso e stimma rosso. I suoi **frutti** sono a capsula ovoidale e pubescente.

Specie indifferente al substrato litologico, resiste bene sia al gelo che all'aridità e temporanee sommersioni, il che la rende molto utilizzata in progetti di recupero ambientale e barriere vegetali.



Figura 7.10: Specie selezionate per le siepi perimetrali con fiori e frutti.

Per garantire un'evoluzione naturaliforme gli esemplari saranno disposti su due file parallele con un interfilare di 1 m e saranno alternati tra loro in modo irregolare. La distanza di piantagione stabilita tiene conto dello sviluppo naturale di ciascuna specie per evitare la competizione tra di loro.

Ciò premesso, di seguito si riporta lo schema di impianto proposto (Figura 7.11) che prevede:

- **Prima fila:** 1,50 da recinzione – distanza sulla fila 6 m – Laurus nobilis
- **Seconda fila:** 2,50 da recinzione – distanza sulla fila 6m - Salix purpurea

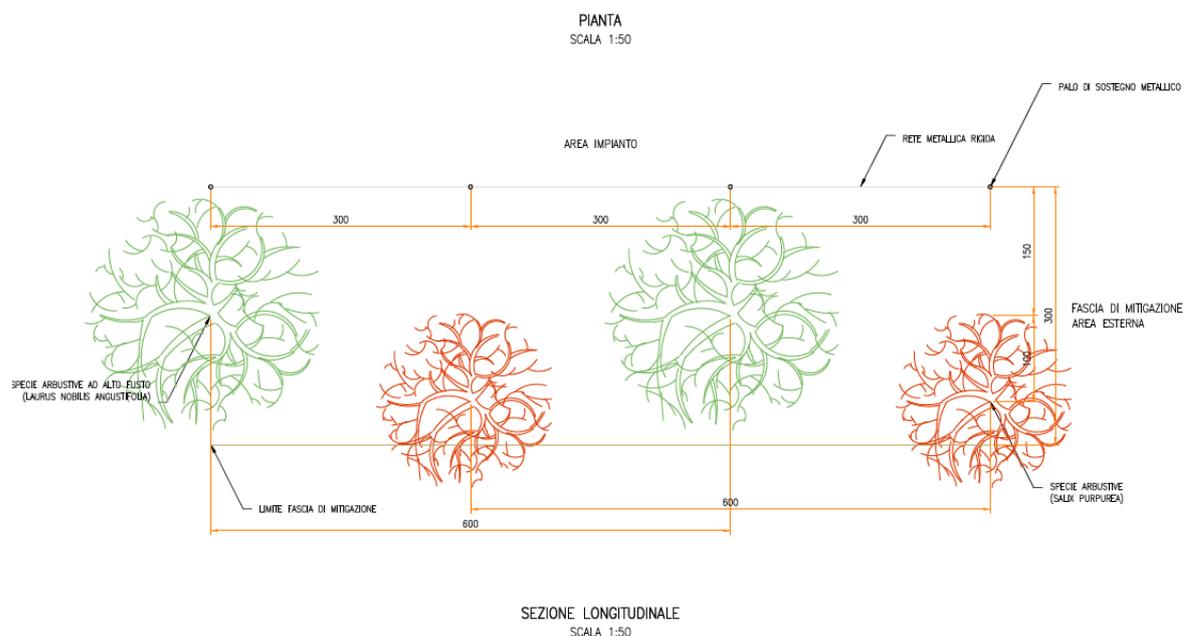


Figura 7.11: Siepe pluristratificata e plurispecifica di elevato valore naturalistico

Al fine di garantire una copertura continua del terreno, sulle superfici dedicate alle mitigazioni si prevede la semina di un miscuglio commerciale costituito da graminacee, fabacee e specie di interesse per gli insetti pronubi (almeno il 10%). Questo tipo di intervento consente inoltre di garantire una copertura continua del terreno. Inoltre, al fine di contribuire all'aumento della biodiversità, il prato realizzato sarà "polifita", ovvero, consociazione di almeno 5 specie e tale soluzione contribuisce a un aumento di specie faunistiche rispetto a una qualsiasi monocoltura.

Per una corretta selezione delle specie da inserire nel mix si farà riferimento alle caratteristiche pedoclimatiche dell'areale di riferimento e alle "linee guida per la scelta delle specie botaniche di interesse apistico ammesse per l'ecoschema 5 e altre raccomandazioni".

Le specie selezionate saranno persistenti e con radici ben sviluppate così da conferire una buona tenuta al suolo, le specie apparterranno sia alla famiglia delle Graminacee sia a quella delle Fabacee. Tali famiglie botaniche sono dotate di apparati radicali caratterizzati da uno sviluppo differente e che, quindi, esplorano il terreno a diverse profondità; ciò permette un ottimale utilizzo dello spazio ipogeo. Inoltre, lo sviluppo radicale tipico delle famiglie selezionate forma un reticolo che ostacola l'insediamento di specie infestanti.

7.3.1 Specifiche per la messa a dimora e gestione delle quinte arbustive e del manto erboso

Il proponente si impegna, compatibilmente con l'andamento meteo al momento della realizzazione dell'impianto di procedere alla messa a dimora degli alberi e degli arbusti prima della cantierizzazione dell'area in modo da massimizzare l'azione mitigativa delle essenze sin dalle prime fasi di realizzazione del progetto, così da non alterare l'attuale percezione ambientale che caratterizza il territorio interessato dall'opera in progetto.

Prima della messa a dimora delle essenze saranno necessarie delle lavorazioni preliminari finalizzate alla preparazione del substrato idoneo alle piantumazioni previste. In particolare, si prevede una lavorazione superficiale del terreno a cui seguirà la messa a dimora del materiale vegetale arboreo e arbustivo previsto dal progetto.

Complessivamente, verranno messe a dimora 860 piante: (*Laurus nobilis angustifolia* n. 430– *Salix purpurea* n. 430 disposte lungo un perimetro di 2.580 m, considerando l’interfilare di 1 m tra le due specie e un diametro delle chiome di 5/6 m, la fascia coperta dalle essenze avrà una larghezza di circa 6 metri, per una superficie totale di circa 1.5 ha.

La messa a dimora prevederà:

- realizzazione di una buca di impianto;
- disposizione della pianta con contestuale chiusura della buca con terreno idoneo alla crescita delle nuove radici e allo sviluppo di peli radicali assorbenti, avendo cura di rispettare il giusto livello di interrimento della zolla. Il colletto dell’albero, pertanto, non dovrà essere interrato poiché questa pratica favorirebbe l’insorgenza di marciumi e malattie fungine;
- ancoraggio delle essenze arboree, con durata di almeno un anno, attraverso l’utilizzo di pali di sostegno;
- posizionamento di un telo pacciamante drenante;
- protezione delle piantine forestali da erbivori attraverso l’utilizzo di shelter.

Per garantire che le opere a verde realizzate mantengano la loro funzionalità nel tempo, sarà necessario eseguire la manutenzione degli impianti vegetazionali. Questa manutenzione avrà inizio dopo che le singole essenze saranno state messe a dimora.

Le attività di manutenzione dovranno comprendere le seguenti operazioni:

- irrigazione di soccorso, in particolare nei periodi maggiormente siccitosi;
- potature di piante che saranno effettuate solo se strettamente necessarie, al fine di mantenere l’impostazione della chioma in favore del portamento naturale e caratteristico delle specie e per evitare il potenziale ombreggiamento nei confronti del limitrofo impianto fotovoltaico.

Con l’obiettivo di garantire una struttura sostenibile e stabile, più vicina possibile ad una **forma naturale**, con riferimento alla specie botanica su cui si sta intervenendo, potrà essere necessario provvedere con potature di mantenimento, fino a quando la pianta non sarà ritenuta sufficientemente grande ai fini mitigativi previsti e poi si lascerà crescere la pianta in forma naturale. Si farà, però, particolare attenzione alle altezze affinché non siano causa di ombreggiamento del limitrofo impianto fotovoltaico, impendendone il corretto funzionamento.

Alla luce di quanto fino ad ora esposto, si prevede che le potature di mantenimento saranno realizzate, preferibilmente in stagione di riposo vegetativo, ogni 3-5 anni per i primi 10 anni dalla messa a dimora e successivamente ogni 10 anni per il resto della vita utile dell’impianto.

In conformità al PAN “Piano di azione nazionale per l’uso sostenibile dei prodotti fitosanitari” (DM 22/2/2014), si ricorrerà all’impiego di prodotti fitosanitari per la manutenzione delle opere a verde **solo in casi di stretta necessità** considerando esclusivamente **prodotti a basso impatto ambientale**. Sarà privilegiato l’uso di **tecniche che garantiscono un minor impatto ambientale**, garantendo una riduzione dell’immissione nell’ambiente di sostanze chimiche, assicurando così una maggiore sostenibilità.

Alla luce di quanto finora esposto si riporta di seguito il computo metrico ipotizzato relativo alla realizzazione delle opere di mitigazione sopra descritte (*Figura 7.11*), per la cui compilazione si è fatto affidamento al prezzario regionale dei lavori pubblici del 2025 e in assenza della voce specifica si è utilizzato il prezzario Assoverde 2023/2024, si specifica che non è riportata la voce di costo relativa ad eventuali irrigazioni in quanto già computata al momento della messa a dimora.

Tabella 7.1: Stima dei costi per la realizzazione delle mitigazioni arboreo- arbustive.

COSTO ESSENZE					
Specie	Codice	Prezzo unitario €	n. essenze	Prezzo €	Prezzo 10% fallanze €
Alloro - <i>Laurus nobilis</i>	15060323 **	11,20 €	430,00	4.816,00 €	5.297,60 €
Salice rosso - <i>Salix purpurea</i>	15060582 **	19,90 €	430,00	8.557,00 €	9.412,70 €
TOTALE				4.816,00 €	5.297,60 €

**<https://www.assoverde.it/prezzario-informativo-opere-a-verde-2023-24/>

COSTO OPERAZIONI IMPIANTO						
Operazione	Codice	UM	Prezzo unitario €	n.	Prezzo €	Prezzo 10% fallanze €
ARBUSTI - Messa a dimora di specie arbustive (esclusa fornitura: vedi specifico capitolo; manutenzione e garanzia vedi cod. 25020047 - 048) con zolla o vaso, per altezze fino a 1 m., compresa la fornitura di 20 l di ammendante, la preparazione del terreno, l'impianto degli arbusti, una bagnatura con 15 l. di acqua.	25020005 *	cad	14,46	860	12.435,60	13.679,16
Telo pacciamante quadrettato in polipropilene drenante gr. 100/mq colore nero ¹	15030081**	mq	2,94	5.160	15.170,40	
Cilindro protettivo per piante (three shelter) cm. 60	3320*	cad	1,55	860	1.333,00	1.466,30
TOTALE					28.939,00	30.315,86

**COSTI TOTALI SPECIE ARB-arb
+ OPERAZIONI**

35.613,46

*https://territorio.regione.emilia-romagna.it/osservatorio/elenco_regionale_prezzi

**<https://www.assoverde.it/prezzario-informativo-opere-a-verde-2023-24/>

¹Valore ottenuto considerando una larghezza di 2 m per l'intera lunghezza delle fasce 2580m

Per quanto riguarda le operazioni previste per la componente prativa, si procederà con la preparazione del terreno propedeutica alla semina, attuata attraverso un'aratura media (massimo 40 cm): tale operazione sarà eseguita su tutta la superficie che sarà seminata (superficie sottesa ai pannelli e superficie dedicata alle mitigazioni arboree e arbustive). In concomitanza alla preparazione del terreno, si procederà con una concimazione organica dello stesso.

Ultimata la fase preparatoria, si procederà con la semina, l'epoca ipotizzata coincide con fine estate o inizio autunno, momento in cui le temperature non sono più elevate e vi è una maggiore possibilità di precipitazione (che favorisce la germinazione).

Le prime specie a germinare saranno quelle che non hanno bisogno di vernalizzazione, successivamente, in primavera, dopo un periodo di freddo, germineranno gli altri semi "dormienti". La quantità di seme necessaria stimata è di di 150 kg ad ettaro, i semi vanno sparsi in maniera omogenea sulla superficie

individuata e fissati attraverso il passaggio di una macchina rullatrice, questa operazione servirà per garantire l'aderenza tra il seme ed il terreno, nonché il giusto compattamento della superficie del suolo finalizzato a garantire il rapido attecchimento del prato appena seminato.

La gestione necessaria a garantire il corretto sviluppo e mantenimento del prato, prevede uno sfalcio periodico da realizzare dopo la piena fioritura (inizio luglio) affinché le specie possano essere ampiamente bottinate dagli impollinatori. Si procederà a uno sfalcio non simultaneo sull'intera superficie, infatti, lo sfalcio sulle aree perimetrali (al di sotto delle fasce arboree/arbustive) potrebbe non essere effettuato tutti gli anni; ciò garantirà di mantenere l'alternanza di tessere di aree falciate e aree non falciate, favorendo la piccola fauna locale (avifauna, entomofauna, ecc.) che avrà sempre a disposizione aree in cui ripararsi e riprodursi. La creazione di mosaici prativi in cui vi è la copresenza di zone con vegetazione alta alternate ad altre a vegetazione bassa, è un aspetto particolarmente gradito alla fauna locale, in quanto le aree con vegetazione erbacea alta consentono la proliferazione di insetti, mentre quelle a vegetazione erbacea bassa sono utilizzate per la cattura degli stessi, in quanto più facilmente individuabili. L'operazione di sfalcio sarà eseguita attraverso radiprato-sfibratore a coltelli, portato da trattore e dotato di raccoglitore ad apertura idraulica.

A seguito della semina si prevede di non ricorrere ad alcun tipo di concimazione e di far ricorso alla pratica irrigua solo in caso di necessità (irrigazione di soccorso).

In conformità al PAN "Piano di azione nazionale per l'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari" (DM 22/2/2014), si ricorrerà all'impiego di prodotti fitosanitari per la manutenzione delle opere a verde solo in casi di stretta necessità considerando esclusivamente prodotti a basso impatto ambientale. Sarà privilegiato l'uso di tecniche che garantiscono un minor impatto ambientale, consentendo una riduzione dell'immissione nell'ambiente di sostanze chimiche e assicurando così una maggiore sostenibilità.

Il piano operativo descritto giustifica il conto economico stimato riportato di seguito (Tabella 19), per la cui compilazione si è fatto affidamento al prezziario regionale dei lavori pubblici del 2025 e al prezziario regionale per opere ed interventi in agricoltura del 2024 della regione Emilia-Romagna.

COSTO REALIZZAZIONE PRATO

Operazione	Codice	UM	Prezzo unitario	n.	Prezzo
			€		€
Preparazione del terreno alla semina o al trapianto, consistente in lavorazione meccanica alla profondità di 40 cm, erpicatura ed affinamento meccanico:	A21.001.015 *				
per superfici superiori a 5.000 mq	A21.001.015b *	ha	1.200,00 €	1,548	1.857,60 €
Semina eseguita con apposito mezzo meccanico di circa 50 kg di miscuglio di graminacee-leguminose per prato polifita, compresa la fornitura del seme	D20.45 ***	ha	375,10 €	1,548	580,65 €
Concimazione dei tappeti erbosi con concimi specifici per prati, distribuzione uniforme con carrello dosatore o meccanica	A21.004.040 *				
per superfici oltre 2.000 mq	A21.004.040c *	ha	1.200,00 €	1,548	1.857,60 €
TOTALE					4.295,85 €

8. MONITORAGGIO AGROMETEOROLOGICO

Come descritto nel Capitolo 7.2, si valuterà nel corso della vita dell'impianto, la possibilità di condurre il terreno 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)⁴¹.

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

- A. *migliorare l'apporto di input attraverso l'analisi di dati raccolti da sensori e la relativa elaborazione con strumenti informativi (DSS⁴², meglio descritti più avanti), che, gestendo la variabilità temporale, permettono di dosare al meglio l'impiego di input (acqua, prodotti fitosanitari e concimi);*
- B. *garantire la tracciabilità del prodotto utilizzando tecnologie informatiche per la registrazione dei dati di campo;*
- C. *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"⁴³, 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, si valuterà se eventualmente 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 8.1);
- impiego di un supporto informativo (Decision Support System, DSS, Figura 8.1) 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 campagna⁴⁴.

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

⁴¹ 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)

⁴² 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.

⁴³ <https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/12069>

⁴⁴ 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.

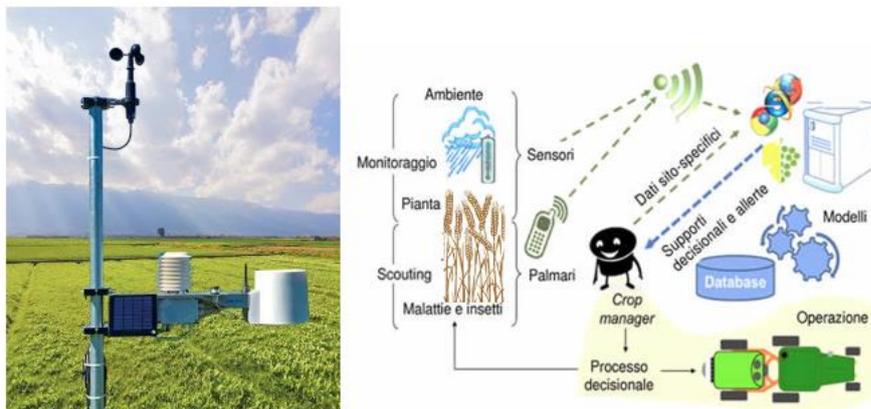


Figura 8.1: Stazione agrometeorologica e schema di flusso dei DSS.

L’installazione della stazione agrometeorologica è conforme a quanto indicato dalle “Linee Guida per l’Applicazione dell’Agro-fotovoltaico in Italia” (Unitus, 2021). Per poter controllare lo stato qualitativo 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 8.2) indicati dal WMO (WMO, 2018) che definisce i quattro criteri necessari per ottenere delle misurazioni di qualità:

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

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

Figura 8.2: 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 monitorare:

- 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;



- lo sviluppo di patologie, riducendo il numero di interventi. Nello specifico per il frumento si ricorrerà a modelli previsionali per il genere Fusarium ed altri parassiti fungini (ruggine bruna, oidio, fusariosi della spiga, rincosporiosi, ecc.⁴⁵).

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.

Infine, 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 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.

⁴⁵ <https://www.horta-srl.it/sito/wp-content/uploads/2021/02/Orzo-Fascicolo-SITO-certificazione.pdf>

9. 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 (analizzate nel Capitolo 5);
- a garantire la continuità dell'indirizzo produttivo, in linea con quanto indicato al punto B.1.a delle linee guida del MiTE (vedasi Capitolo 10), attraverso la valutazione dell'Orientamento Tecnico Economico (OTE) e la Produzione Standard (PS).

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 9.1:

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

Figura 9.1: 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).

Per la valutazione dell'OTE aziendale dello stato di fatto, si è fatto riferimento ai valori di Produzione Standard, calcolati dal RICA per la Regione Emilia-Romagna⁴⁶ e riferite all'annualità 2017. In Figura 9.2 di seguito sono riportate le PS delle colture prese in considerazione, coltivate nelle tre precedenti annate agrarie:

Regione_P.A.	COD_PRODUCT	Rubrica_RICA	Descrizione_Rubrica	SOC_EUR	UM
Emilia Romagna	C1120T	D02	Frumento duro	2.048	EUR_per_ha
Emilia Romagna	P0000T	D09	Leguminose da granella - totale	2.133	EUR_per_ha
Emilia Romagna	V0000_S0000TO	D14A	Orticole - all'aperto - in pieno campo	19.173	EUR_per_ha
Emilia Romagna	G9100T_G9900T	D18B	Altre foraggere avvicendate	905	EUR_per_ha

Figura 9.2: Estratto della Tabella delle Produzioni Standard - Anno 2017 della Regione Emilia-Romagna - Colture stato di fatto.

Per il calcolo della PS delle superfici oggetto di intervento, si è utilizzato il dato riferito alla superficie - in disponibilità del proponente - della particelle interessate dalla futura **area recintata**, di estensione pari a **19,24 ha** (Figura 9.3): suddetta superficie è stata suddivisa e categorizzata in percentuale in base a quanto rilevato attraverso lo studio dei piani colturali presenti nei fascicoli aziendali AGREA, nonché quanto emerso durante interviste telefoniche intercorse con l'attuale conduttore dei fondi agricoli (vedasi Capitolo 6.4).

STATO DI FATTO					
Anno	Superficie ha	Coltura	Voce PLV	PLV 2017 €/ha	PLV aziendale
2024	0,5	non agricola	-	0 €	0,00 €
	11,0	pomodoro	Orticole - all'aperto - in pieno campo	19.173 €	210.756,26 €
	2,0	pisello	Leguminose da granella - totale	2.133 €	4.255,74 €
	5,7	frumento duro	Frumento duro	2.048 €	11.691,31 €
2023	9,4	pomodoro	Orticole - all'aperto - in pieno campo	19.173 €	180.554,53 €
	9,8	frumento duro	Frumento duro	2.048 €	20.109,09 €
2022	6,6	pomodoro	Orticole - all'aperto - in pieno campo	19.173 €	126.338,48 €
	9,1	frumento duro	Frumento duro	2.048 €	18.649,66 €
	3,5	panico/loietto da foraggio	Altre foraggere avvicendate	905 €	3.205,29 €
TOTALE					575.560,36 €
Media annua					191.853,45 €
Media annua/ha					9.971,59 €

Figura 9.3: Produzioni standard delle superfici oggetto di intervento relative all'arco temporale 2022-2024.

Le superfici considerate, condotte nell'ultimo triennio, hanno potuto esprimere una PS media annua pari a circa **9.971 €/ha**.

Come esposto nel Capitolo 7.2.2, la proposta progettuale impostata anch'essa su un periodo temporale di tre anni, prevede una **rotazione di graminacee e leguminose** con assenza di ristoppio, oltre alla coltivazione di specie **orticole**: **le colture proposte fanno parte del medesimo OTE dello stato di fatto, ovvero, "seminativi" e "orticole"**. Viene, pertanto, **mantenuto il medesimo indirizzo produttivo** fra lo stato di fatto e la proposta agronomica avanzata, in linea con quanto indicato al punto B.1.a delle linee guida del MiTE (Capitolo 10).

Per la valutazione dell'OTE aziendale della proposta progettuale, si è fatto riferimento ai valori di Produzione Standard, calcolati dal RICA per la Regione Emilia-Romagna⁴⁷ e riferite all'annualità 2017. In Figura 9.4 di seguito sono riportate le PS delle colture prese in considerazione per la proposta progettuale:

⁴⁶ <https://rica.crea.gov.it/produzioni-standard-ps-210.php>

⁴⁷ <https://rica.crea.gov.it/produzioni-standard-ps-210.php>

Regione_P.A.	COD_PRODUCT	Rubrica_RICA	Descrizione_Rubrica	SOC_EUR	UM
Emilia Romagna	C1120T	D02	Frumento duro	2.048	EUR_per_ha
Emilia Romagna	P0000T	D09	Leguminose da granella - totale	2.133	EUR_per_ha
Emilia Romagna	V0000_S0000TO	D14A	Orticole - all'aperto - in pieno campo	19.173	EUR_per_ha

Figura 9.4: Estratto della Tabella delle Produzioni Standard - Anno 2017 della Regione Emilia Romagna - Colture proposta progettuale.

Per il calcolo della PS delle superfici dell'impianto agrivoltaico si è considerata la capacità produttiva della sola "Area Agricola" all'interno dell'area recintata dell'impianto agrivoltaico, calcolata come di seguito in Tabella 9.1 ed indicata graficamente in Figura 9.5:

Tabella 9.1: Calcolo delle superfici di progetto.

VOCE	S _{TOT} A	S _{TOT} B	S _{TOT} C	TOTALE
Superficie Recintata (S_{tot}) (m²)	58.082,00	119.687,00	14.664,00	192.433,00
n° strutture 1x12 moduli	16	26	8	50
Lunghezza strutture 1x12 moduli (m)	14,26	14,26	14,26	14,26
n° strutture 1x24 moduli	305	619	49	973
Lunghezza strutture 1x24 moduli (m)	28,11	28,11	28,11	28,11
Larghezza palo di sostegno (m)	0,24	0,24	0,24	0,24
Superficie non coltivabile strutture di sostegno (m ²)	2.112,41	4.265,00	357,95	6.735,37
Tare: Locali tecnici e cabine (m ²)	108,00	327,30	36,00	471,30
Superficie Non Agricola (m ²)	2.220,41	4.592,30	393,95	7.206,67
Superficie Agricola (m²)	55.861,59	115.094,70	14.270,05	185.226,33

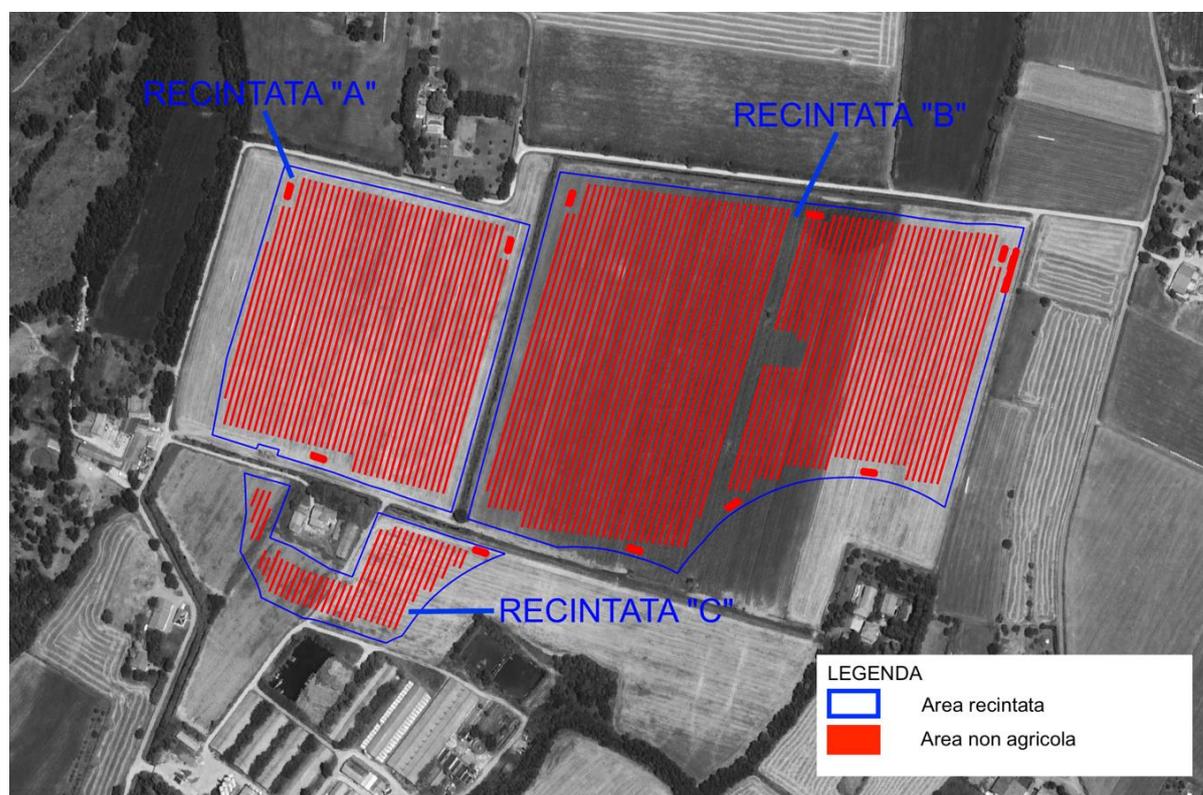


Figura 9.5: Indicazione delle aree recintate e della superficie non agricola di progetto.



La voce “Superficie Agricola” è stata ottenuta sottraendo alla “Superficie recintata” l’area occupata dai locali tecnici e dalle cabine, e dalle porzioni di superficie occupate dalle fasce su cui insisteranno i pali di sostegno delle strutture fotovoltaiche (vedasi Capitolo 10 per approfondimenti).

La **superficie agricola totale** (ricompresa all’interno delle aree recintate) destinata all’attuazione della proposta agricola avrà un’estensione totale di **18,52 ha**.

Tali superfici sono state utilizzate per il calcolo della PS del progetto nella seguente Figura 9.6:

PROPOSTA PROGETTUALE					
Anno	Superficie ha	Coltura	Voce PLV	PLV 2017 €/ha	PLV aziendale
1	5,59	Cavoli/Pomodoro da mensa	Orticole - all'aperto - in pieno campo	19.173 €	107.175,62 €
	11,50	Frumento duro	Frumento duro	2.048 €	23.547,63 €
	1,43	Cavoli/Pomodoro da mensa	Orticole - all'aperto - in pieno campo	19.173 €	27.417,02 €
2	5,59	Cavoli/Pomodoro da mensa	Orticole - all'aperto - in pieno campo	19.173 €	107.175,62 €
	11,50	Pisello proteico	Leguminose da granella - totale	2.133 €	24.530,77 €
	1,43	Cavoli/Pomodoro da mensa	Orticole - all'aperto - in pieno campo	19.173 €	27.417,02 €
3	5,59	Cavoli/Pomodoro da mensa	Orticole - all'aperto - in pieno campo	19.173 €	107.175,62 €
	11,50	Frumento duro	Frumento duro	2.048 €	23.547,63 €
	1,43	Cavoli/Pomodoro da mensa	Orticole - all'aperto - in pieno campo	19.173 €	27.417,02 €
TOTALE				475.403,93 €	
Media annua				158.467,98 €	
Media annua/ha				8.236,38 €	

Figura 9.6: Produzioni standard delle superfici oggetto di intervento relative alla proposta progettuale.

La PS delle superfici condotte come da proposta avanzata risulta pari a circa **8.236 €/ha annui**; si specifica che per il calcolo di tale valore medio, si è comunque preso in considerazione il valore della superficie recintata totale (pari a 19,24 ha, ovvero il medesimo valore utilizzato per il calcolo della PS relativa allo stato di fatto).

La **proposta progettuale garantirà quindi una PS orientativamente in linea con quella attualmente esprimibile dalla superficie oggetto di studio**, pari a circa **l’83% della PLV** dello stato di fatto, oltre al mantenimento dell’indirizzo produttivo.

Nel seguente Capitolo, è esposta l’analisi degli utili “costi e ricavi” dell’attività agricola relativa alla rotazione biennale proposta.

9.1 ANALISI COSTI E RICAVI DELLA PROPOSTA PROGETTUALE

In Tabella 9.2 è riportata l'analisi "costi e ricavi" delle superfici destinate alla coltivazione di specie seminate in avvicendamento e alla coltivazione di orticole in pieno campo (vedasi Capitolo 7.2.1). Per tale analisi economica, è stato utilizzato il medesimo valore dell'area agricola calcolato in Tabella 9.1, pari a **18,52 ha** in totale (5,58 ha per la recintata "A", 11,51 ha per la recintata "B" e 1,43 ha per la recinta "C"). Si ricorda che le recintate "A" e "C", per una superficie agricola totale di 7,01 ha, avranno la medesima destinazione produttiva, ovvero la coltivazione di orticole; la recintata "B", per una superficie agricola totale di 11,51 ha sarà invece investita a colture seminate in avvicendamento.

Tabella 9.2: Analisi economica della proposta progettuale.

COSTI DI COLTIVAZIONE ANNO I				
Operazione	UM	Costo Unitario (€)	Quantità	Totale (€)
Concimazione di fondo (spandimento letame)	ha	80,00 €	11,51	920,80 €
Discatura con erpice	ha	100,00 €	11,51	1.151,00 €
Acquisto sementi frumento duro (160 Kg/Ha)	kg	0,88 €	1841,6	1.620,61 €
Semina frumento duro e rullatura	ha	100,00 €	11,51	1.151,00 €
Trattamento preventivo (acquisto prodotti e distribuzione)	ha	80,00 €	11,51	5.952,00 €
Mietitrebbiatura e trasporto frumento duro	ha	150,00 €	11,51	1.726,50 €
Aratura profonda	ha	200,00 €	7,01	1.402,00 €
Concimazione di fondo (spandimento letame)	ha	70,00 €	7,01	490,70 €
Fresatura ed erpicatura	ha	150,00 €	7,01	1.051,50 €
Acquisto piantine pomodoro da mensa (30.000 u a ettaro)	u	0,10 €	210300	21.030,00 €
Messa a dimora piantine	ha	150,00 €	7,01	1.051,50 €
Irrigazione	ha	300,00 €	7,01	2.103,00 €
Trattamento preventivo (acquisto prodotti e distribuzione)	ha	50,00 €	7,01	350,50 €
Diserbo meccanico	ha	210,00 €	7,01	1.472,10 €
Raccolta (60 t/ha)	t	400,00 €	420,6	168.240,00 €
TOTALE				209.713,21 €

COSTI DI COLTIVAZIONE ANNO II				
Operazione	UM	Costo Unitario (€)	Quantità	Totale (€)
Concimazione di fondo (spandimento letame)	ha	80,00 €	11,51	920,80 €
Discatura con erpice	ha	100,00 €	11,51	1.151,00 €
Acquisto sementi pisello proteico (180 Kg/Ha)	kg	1,38 €	2071,8	2.859,08 €
Semina pisello proteico e rullatura	ha	100,00 €	11,51	1.151,00 €
Trattamento preventivo (acquisto prodotti e distribuzione)	ha	80,00 €	11,51	5.952,00 €
Mietitrebbiatura e trasporto pisello proteico	ha	150,00 €	11,51	1.726,50 €
Aratura profonda	ha	200,00 €	7,01	1.402,00 €
Concimazione di fondo (spandimento letame)	ha	70,00 €	7,01	490,70 €
Fresatura ed erpicatura	ha	150,00 €	7,01	1.051,50 €
Acquisto piantine cavolo (25.000 a ettaro)	u	0,10 €	175250	17.525,00 €
Messa a dimora piantine	ha	150,00 €	7,01	1.051,50 €
Irrigazione	ha	300,00 €	7,01	2.103,00 €
Trattamento preventivo (acquisto prodotti e distribuzione)	ha	50,00 €	7,01	350,50 €
Diserbo meccanico	ha	210,00 €	7,01	1.472,10 €
Raccolta (35 t/ha)	t	400,00 €	245,35	98.140,00 €
TOTALE				137.346,68 €

COSTI DI COLTIVAZIONE ANNO III				
Operazione	UM	Costo Unitario (€)	Quantità	Totale (€)
Concimazione di fondo (spandimento letame)	ha	80,00 €	11,51	920,80 €
Discatura con erpice	ha	100,00 €	11,51	1.151,00 €
Acquisto sementi frumento duro (160 Kg/Ha)	kg	0,88 €	1841,6	1.620,61 €
Semina frumento duro e rullatura	ha	100,00 €	11,51	1.151,00 €
Trattamento preventivo (acquisto prodotti e distribuzione)	ha	80,00 €	11,51	5.952,00 €
Mietitrebbiatura e trasporto frumento duro	ha	150,00 €	11,51	1.726,50 €
Aratura profonda	ha	200,00 €	7,01	1.402,00 €
Concimazione di fondo (spandimento letame)	ha	70,00 €	7,01	490,70 €
Fresatura ed erpicatura	ha	150,00 €	7,01	1.051,50 €
Acquisto piantine pomodoro da mensa (30.000 a ettaro)	u	0,10 €	210300	21.030,00 €
Messa a dimora piantine	ha	150,00 €	7,01	1.051,50 €
Irrigazione	ha	300,00 €	7,01	2.103,00 €
Trattamento preventivo (acquisto prodotti e distribuzione)	ha	50,00 €	7,01	350,50 €
Diserbo meccanico	ha	210,00 €	7,01	1.472,10 €
Raccolta (60 t/ha)	t	400,00 €	420,6	168.240,00 €
TOTALE				209.713,21 €

COSTI TOTALI	
ANNO I	209.713,21 €
ANNO II	137.346,68 €
ANNO III	209.713,21 €
TOTALE	556.773,10 €

RICAVI				
Anno-Coltura	Produzione (t/ha)	Produzione Totale (t)	Prezzo di vendita (€/t)	Totale (€)
1-FRUMENTO DURO	8	92,08	290	26.703,20 €
1-POMODORO DA MENSA	60	420,6	350	147.210,00 €
2-PISELLO PROTEICO	3,5	40,285	350	14.099,75 €
2-CAVOLO	35	245,35	400	98.140,00 €
3-FRUMENTO DURO	8	92,08	290	26.703,20 €
3-POMODORO DA MENSA	60	420,6	350	147.210,00 €
				733.456,15 €

REDDITO ATTESO 3 ANNI			
Totale costi	556.773,10 €	Costo medio ha/anno	10.021,11 €
Totale ricavi	733.456,15 €	Ricavo medio ha/anno	13.201,15 €
UTILE	176.683,05 €	Reddito medio ha/anno	3.180,04 €

L'utile totale atteso nell'arco del triennio considerato ammonta a circa 176.683 €, corrispondenti a **circa 3.180 € annui/ha** (considerando una superficie agricola totale di 18,52 ha).

9.2 ANALISI ECONOMICA MONITORAGGIO AGROMETEOROLOGICO

Come indicato nel Capitolo 8, nel corso della vita dell'impianto si valuterà l'eventuale opportunità dell'installazione di una stazione agrometeorologica in campo per la quale si stimano i costi indicati in Figura 9.7, ottenuti ipotizzando una vita dell'impianto di 25 anni e il costo per la sensoristica e la licenza per la consultazione dei dati. È stato inoltre considerato, nel caso in cui si procederà all'installazione della stazione agrometeorologica, il costo di un agronomo senior che sarà il responsabile dell'analisi dell'integrazione dei dati, anche attraverso la redazione di report specifici.

		ATTIVITÀ			COSTO €	
		MONITORAGGIO METEOROLOGICO	RACCOLTA/GESTIONE/ANALISI DATI DSS	MONITORAGGIO QUALIQUANTITATIVO DELLE PRODUZIONI		
FASE PROGETTUALE *	Ante Operam	Installazione stazione meteo € 3.500,00	-	-	€ 3.500,00	
	Corso d'Opera	-	-	-	-	
	Post Operam	Fase di esercizio	Manutenzione stazione e licenza SW DSS € 31.250,00	Agronomo** € 13.125,00	Agronomo** € 13.125,00	€ 57.500,00
		Fase di dismissione	-	-	-	-
TOTALE					€ 61.000,00	

* Ante Operam/ Corso d'Opera/ Post Operam

** Costo giornaliero € 350,00

Figura 9.7: *Analisi economica estimativa per il monitoraggio agronomico.*

- Installazione stazione agrometeorologica: si prevede l'installazione della stazione di monitoraggio in fase ante operam dotata di sensori di temperatura/umidità, pluviometro, anemometro, sensori per il rilevamento della radiazione solare globale/ evapotraspirazione. Nel periodo di funzionamento della stessa apparecchiatura potranno essere previste delle operazioni di manutenzione stimabili in circa 250 €/anno (per una durata di circa 15 anni (per analogia con i costi agricoli)).
- Agronomo: nelle diverse fasi di monitoraggio si prevede la figura di un Agronomo che monitori i dati rilevati in campo (monitoraggi, stato fitosanitario, fenologia...), i risultati produttivi ottenuti e fornisca indicazioni tecniche di conduzione, per un impegno totale di tre giorni l'anno.

10. CONFORMITÀ ALLE LINEE GUIDA DEL MITE

In questo capitolo si analizza la conformità del progetto rispetto alle Linee Guida del MiTE (Capitolo 4.1).

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":

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

- **Superficie totale di un sistema agrivoltaico (S_{tot}):** l'impianto è formato da tre distinte aree recintate (A, B e C). La S_{tot} è stata perciò assimilata alle distinte aree recintate, indicate di seguito in Figura 10.1.

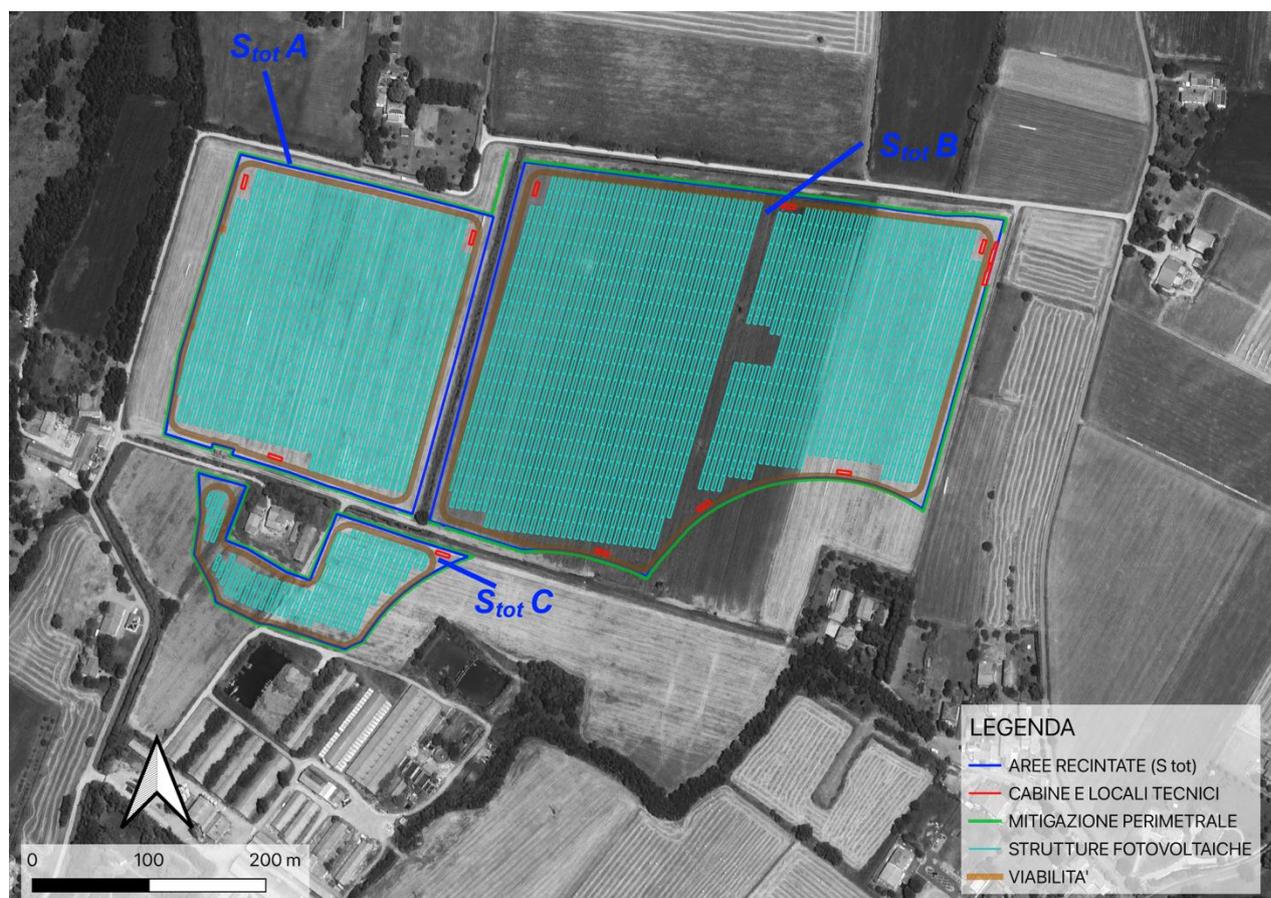


Figura 10.1: Rappresentazione della distribuzione spaziale degli elementi dell'impianto agrivoltaico.

- **Superficie di ingombro dell'impianto agrivoltaico (S_{pv}):** è la 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; è stata perciò moltiplicata la singola superficie del modulo impiegato per il numero totale di strutture (due diverse tipologie, con differenti lunghezze e numero di moduli, meglio indicate di seguito in Figura 10.2) installate nelle singole aree recintate.

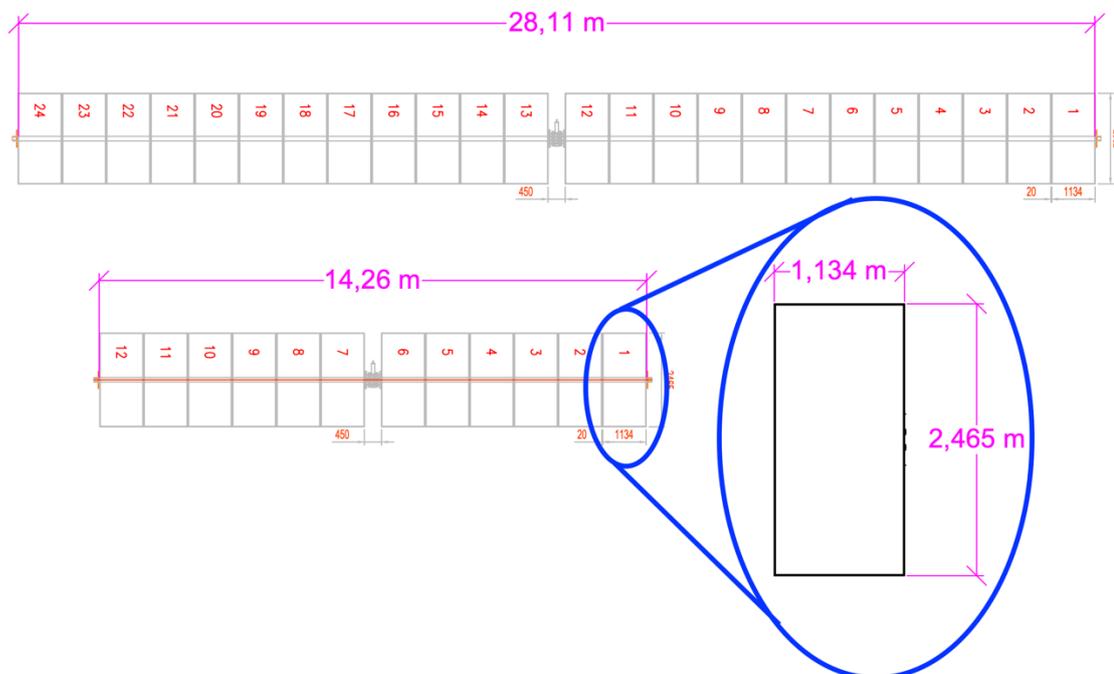


Figura 10.2: Rappresentazione delle strutture fotovoltaiche impiegate nel progetto e dettaglio dimensionale del singolo modulo.

- **Superficie agricola ($S_{agricola}$):** per ciascuna S_{tot} (singole aree recintate), l'area effettivamente utilizzata per l'attività agricola è stata calcolata sottraendo alla Superficie Totale la "superficie non agricola"; quest'ultima è stata calcolata sommando l'area occupata dai locali tecnici e dalle cabine e dalle porzioni di superficie occupate dai pali di sostegno delle strutture fotovoltaiche (aventi larghezza di 0,24 m e lunghezza pari alla lunghezza lineare delle strutture, ovvero 28,11 m e 14,26 m, vedasi anche Figura 10.3).

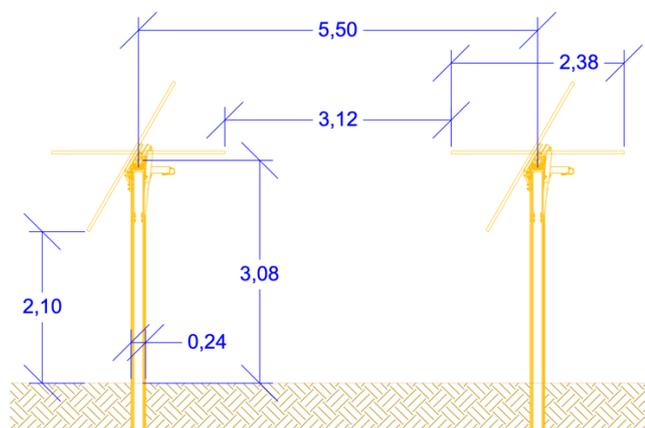


Figura 10.3: Vista in sezione delle strutture di sostegno impiegate nel progetto.

- Requisito A - L’impianto rientra nella definizione di “agrivoltaico”

L’impianto è stato progettato in modo tale da non compromettere la continuità dell’attività primaria, garantendo al contempo una sinergia della stessa con l’attività di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile. In Tabella 10.1 si riportano le specifiche delle S_{tot} considerate.

Tabella 10.1 Calcoli per la verifica di conformità al Requisito A delle Linee Guida del MiTE.

VOCE	S_{TOT} A	S_{TOT} B	S_{TOT} C	TOTALE
Superficie Recintata (S_{tot}) (m²)	58.082,00	119.687,00	14.664,00	192.433,00
n° strutture 1x12 moduli	16	26	8	50
Lunghezza strutture 1x12 moduli (m)	14,26	14,26	14,26	14,26
n° strutture 1x24 moduli	305	619	49	973
Lunghezza strutture 1x24 moduli (m)	28,11	28,11	28,11	28,11
Larghezza palo di sostegno (m)	0,24	0,24	0,24	0,24
Superficie non coltivabile strutture di sostegno (m ²)	2.112,41	4.265,00	357,95	6.735,37
Tare: Locali tecnici e cabine (m ²)	108,00	327,30	36,00	471,30
Superficie Non Agricola (m ²)	2.220,41	4.592,30	393,95	7.206,67
Superficie Agricola (m²)	55.861,59	115.094,70	14.270,05	185.226,33
A.1 Rapporto S_{agr}/S_{tot} %	96,2	96,2	97,3	96,3
Superficie proiettata singolo modulo (m ²)	2,795	2,795	2,795	2,795
n° moduli installati	7.512	15.168	1.272	23.952
Superficie proiettata totale (S_{pv}) (m²)	20.996,04	42.394,56	3.555,24	66.945,84
A.2 LAOR % (S_{pv}/S_{tot})	36,1	35,4	24,2	34,8

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

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

- S_{tot} A: S_{agr} 56.861,59 m² pari al **96,2%** della S_{tot} (58.082,00 m²)
- S_{tot} B: S_{agr} 115.094,70 m² pari al **96,2%** della S_{tot} (119.687,00 m²)
- S_{tot} C: S_{agr} 14.270,71 m² pari al **97,3%** della S_{tot} (14.664,00 m²)

Volendo quindi esprimere un **valore complessivo medio**, la **superficie agricola totale** (185.226,33 m²) **risulta pari al 96,3% della superficie totale** (192.433,00 m²), valore assolutamente in linea con i parametri richiesti dal MiTE.

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

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. Le scelte progettuali e la componente fotovoltaica impiegata, le cui caratteristiche tecniche sono riassunte nel Capitolo 7.1 e più ampiamente indicate negli elaborati tecnici, garantirà il soddisfacimento di tale requisito.

Nello specifico:

- S_{tot} A: S_{pv} 20.996,04 m² pari al **36,1%** della S_{tot} (58.082,00 m²)
- S_{tot} B: S_{pv} 42.394,56 m² pari al **35,4%** della S_{tot} (119.687,00 m²)
- S_{tot} C: S_{pv} 3.555,24 m² pari al **24,2%** della S_{tot} (14.664,00 m²)

Volendo quindi esprimere un **valore complessivo medio**, la S_{pv} totale (66.945,84 m²) **risulta pari al 34,8% della S_{tot} totale** (186.348,89 m²), valore assolutamente in linea con i parametri richiesti dal MiTE.

È significativo notare come però il concetto di LAOR perda di significato per gli impianti agrivoltaici avanzati, in quanto l'utilizzo di strutture che consentono di posizionare i moduli ad un'altezza superiore rispetto alle strutture tradizionali non compromette la possibilità di considerare come coltivabile la superficie ad essa sottesa, tant'è che la superficie minima coltivata nel sistema proposto risulta maggiore del 90% della superficie totale.

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

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

Nello specifico:

- B.1.a Esistenza e resa della coltivazione

Come 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 9 - è espresso il valore della produttività delle superfici in termini di Produzione Standard (PS): l'attività agricola proposta garantirà una PS media annua di circa **8.236 €/ha €/ha**.

Nel Capitolo 9.1 è stata invece redatta un'analisi "costi e ricavi" dell'attività agricola prevista sulle superfici agrivoltaiche, la cui sintesi è illustrata in Tabella 10.2:

Tabella 10.2: Utile atteso della proposta progettuale nell'arco temporale considerato.

REDDITO ATTESO 3 ANNI			
Totale costi	556.773,10 €	Costo medio ha/anno	10.021,11 €
Totale ricavi	733.456,15 €	Ricavo medio ha/anno	13.201,15 €
UTILE	176.683,05 €	Reddito medio ha/anno	3.180,04 €

Volendo esprimere un valore dell'utile medio nell'arco temporale considerato di anni 3, la proposta progettuale garantirà un profitto annuo atteso di circa **3.180 €/ha**.

Per il monitoraggio relativo all'esistenza e resa della coltivazione saranno di supporto i documenti di contabilità che dimostrino la presenza della coltivazione agraria, nonché la registrazione dei fascicoli aziendali e delle relazioni agronomiche previste riferite all'intera area considerata.

Per il monitoraggio dell'impianto si valuterà l'opportunità di utilizzare un DSS per la registrazione delle rese ottenute nel corso del progetto, che potrà rappresentare un ulteriore database utile a dimostrare tale continuità.

- 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 in rotazione di specie seminatrici annuali a ciclo autunno-vernino e di orticole.

○ B.2 Producibilità elettrica minima

Considerando che la produzione elettrica specifica dell'impianto agrivoltaico risulta pari a **25,90 GWh/anno**, corrispondente a **1,35 GWh/ha/anno** (considerando l'area recintata pari a **19,24 ha**) e che un impianto FV standard di riferimento può garantire una produttività di **22,43 GWh/anno** (pari a **1,17 GWh/ha/anno** sulla medesima superficie), il sistema proposto risulta in grado di garantire il **115,5%** della producibilità di un impianto fotovoltaico classico idealmente realizzabile sulla stessa area (vedasi allegati).

- Requisito C - l'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra

Come illustrato di seguito (Figura 10.4), le strutture impiegate garantiscono un'altezza minima di 2,10 m dal piano di campagna. Tale condizione risulta essere elemento caratterizzante 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.

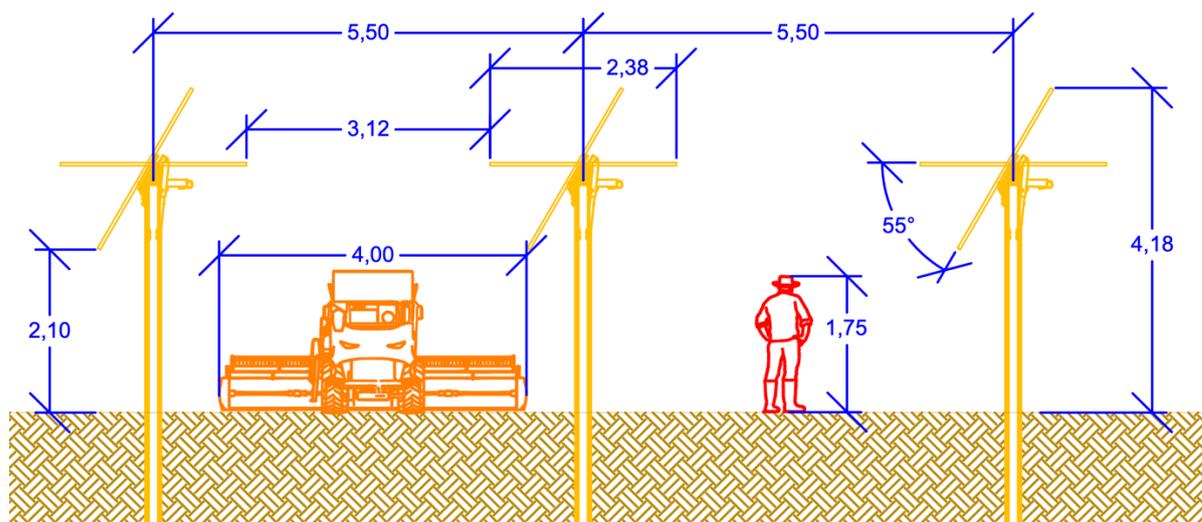


Figura 10.4: Dettaglio in sezione delle strutture energetiche scelte per l'impianto agrivoltaico con passaggio dei mezzi.

Questa tipologia di impianto agrivoltaico permette il prosieguo dell'attività agricola tra le file dei moduli fotovoltaici e 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 colturali per il soddisfacimento del Requisito C. Le strutture impiegate e la loro disposizione spaziale all'interno dell'area recintata contribuiscono a caratterizzare tale progetto come "agrivoltaico avanzato".

- Requisito D - i sistemi di monitoraggio
 - D.1 Risparmio idrico

In conformità con quanto indicato dalle LLGG trattandosi di superfici irrigue per alcune colture, sia allo stato di fatto sia allo stato di progetto, verrà monitorato il volume di adacquamento apportato alle superfici durante l'annata agraria attraverso misuratori/contatori posti sui punti di prelievo.

Tuttavia, è importante sottolineare che la presenza della componente fotovoltaica, come dimostrato da numerosi studi (vedasi Capitolo 3), concorre a ridurre l'evapotraspirazione e la temperatura del suolo,



e il conseguenziale fabbisogno idrico delle colture, aumentando la resilienza del settore agroalimentare rispetto agli impatti del cambiamento climatico. Dunque, i volumi utilizzati allo stato di fatto saranno poi confrontati con quelli utilizzati durante la fase di esercizio dell’impianto agrivoltaico, per saggiare l’eventuale risparmio idrico.

o D.2 Monitoraggio della continuità dell’attività agricola

La produttività dell’impianto e le condizioni microclimatiche verranno monitorate annualmente attraverso l’utilizzo di una stazione agrometeorologica e di un DSS. Si prevede inoltre che i risultati siano elaborati in relazioni tecniche asseverate da parte di un professionista abilitato, riportanti anche i valori delle produzioni ottenute (quantità ad ettaro).

Si sottolinea infine che le LG del Mase non impongono che il soggetto proponente un impianto di tipo agri voltaico debba essere un Impresa Agricola o un ATI per rispettare i requisiti, tale specifica viene infatti riportata come caratteristica utile ed è stata recepita dal recente Decreto ai fini degli incentivi (DM 436 del 22/12/2023) e vale solo per gli impianti che intendono accedere ai contributi statali.

11.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 (SRA03) con la possibilità eventualmente anche di 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.

La proposta possiede inoltre gli elementi necessari per il successo di un progetto agrivoltaico (Figura 11.1) e, come argomentato nel Capitolo 10, **soddisfa pienamente i requisiti definiti dal MiTE nelle Linee Guida per poter definire un impianto “Agrivoltaico avanzato”** (Figura 11.2).

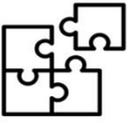
ELEMENTO	DESCRIZIONE	VALUTAZIONE
Clima	 <p>Le condizioni ambientali e del contesto risultano adatte sia alla produzione di energia fotovoltaica che alle colture prescelte</p>	
Configurazione	 <p>La scelta della tecnologia fotovoltaica e la progettazione del layout fotovoltaico è stata effettuata in considerazione:</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 11.1: Valutazione sintetica del progetto agrivoltaico proposto.

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 $S_{agricola} \geq 0,7 \times S_{tot}$	L'impianto proposto risulta avere una $S_{agricola} \geq 0,7$, corrispondente nello specifico allo 0,96.	
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 differenti recintate) inferiore al 40%, nello specifico pari a 34,8% .	
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: • 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 avvicendate e di orticole.	
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 115,5% 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	I volumi di adacquamento apportati alle superfici ed alle colture durante l'annata agraria verrà monitorata attraverso misuratori/contatori posti sui punti di prelievo pre-esistenti.	
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.	

Figura 11.2: Tabella 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 nello Studio di Impatto Ambientale (SIA, al quale si rimanda per tutti gli approfondimenti) relativi alla componente suolo e risorse naturali che vanno ad integrare i benefici sopraesposti quali:



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

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 nello SIA.



ALLEGATO 1

SIMULAZIONE PRODUCIBILITÀ IMPIANTO AGV



PVsyst V7.4.8
VC7, Simulato su
13/01/25 14:22
con V7.4.8

Progetto: 3162_6252_FV_solarbelt_PARMA2

Variante: 20241204_M660W_S24_P5.5_1P_A20

Montana S.p.a. (Italy)

Sommario del progetto

Luogo geografico L. P. la Fornace Italia	Ubicazione Latitudine 44.68 °N Longitudine 10.34 °E Altitudine 160 m Fuso orario UTC+1	Parametri progetto Albedo 0.20
Dati meteo L. P. la Fornace PVGIS api TMY		

Sommario del sistema

Sistema connesso in rete	Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)	
Orientamento campo FV Orientamento Piano a inseguimento, asse inclinato Incl. asse media -0.5 ° Azim. asse med. 16.2 °	Algoritmo dell'inseguimento Calcolo astronomico Backtracking attivato	Ombre vicine Ombre lineari : Veloce (tavola) Ombreggiamento diffusivo automatico
Informazione sistema Campo FV Nr. di moduli 23952 unità Pnom totale 15.81 MWc	Inverter Numero di unità 10 unità Pnom totale 14.03 MWac Rapporto Pnom 1.127	
Bisogni dell'utente Carico illimitato (rete)		

Sommario dei risultati

Energia prodotta 25905.34 MWh/anno	Prod. Specif. 1639 kWh/kWp/anno	Indice rendimento PR 90.08 %
Energia apparente 27844.86 MVAh/anno		

Indice dei contenuti

Sommario del progetto e dei risultati	2
Parametri principali, Caratteristiche campo FV, Perdite sistema	3
Definizione ombre vicine - Diagramma iso-ombre	5
Risultati principali	6
Diagramma perdite	7
Grafici predefiniti	8



PVsyst V7.4.8
VC7, Simulato su
13/01/25 14:22
con V7.4.8

Progetto: 3162_6252_FV_solarbelt_PARMA2

Variante: 20241204_M660W_S24_P5.5_1P_A20

Montana S.p.a. (Italy)

Parametri principali

Sistema connesso in rete		Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)	
Orientamento campo FV		Algoritmo dell'inseguimento	
Orientamento		Calcolo astronomico	
Piano a inseguimento, asse inclinato		Backtracking attivato	
Incl. asse media	-0.5 °	Campo con backtracking	
Azim. asse med.	16.2 °	N. di eliostati 1023 unità	
		Campo (array) identico	
		Dimensioni	
		Distanza eliostati 5.50 m	
		Larghezza collettori 2.38 m	
		Fattore occupazione (GCR) 43.3 %	
		Phi min / max +/- 55.0 °	
		Strategia backtracking	
		Phi limits for BT +/- 64.2 °	
		Distanza tavole backtracking 5.38 m	
		Larghezza backtracking 2.38 m	
Modelli utilizzati		Ombre vicine	
Trasposizione	Perez	Ombre lineari : Veloce (tavola)	
Diffuso	Importato	Ombreggiamento automatico	
Circumolare	separare	Bisogni dell'utente	
Orizzonte		Carico illimitato (rete)	
Orizzonte libero			
Sistema bifacciale			
Modello	Calcolo 2D eliostati illimitati		
Geometria del modello bifacciale		Definizioni per il modello bifacciale	
Distanza eliostati	5.50 m	Albedo dal suolo	0.20
ampiezza eliostati	2.38 m	Fattore di Bifaccialità	70 %
GCR	43.3 %	Ombreg. posteriore	15.0 %
Altezza dell'asse dal suolo	3.10 m	Perd. Mismatch post.	3.5 %
		Frazione trasparente della tettoia	1.3 %
Punto di immissione in rete			
Fattore di potenza			
Cos(phi) (ritardo)	0.932		

Caratteristiche campo FV

Modulo FV		Inverter	
Costruttore	LONGi solar	Costruttore	Ingeteam
Modello	LR7-72HYD-660M	Modello	Ingecon Sun 1560TL B600 IP54 H1000
(Definizione customizzata dei parametri)		(PVsyst database originale)	
Potenza nom. unit.	660 Wp	Potenza nom. unit.	1403 kWac
Numero di moduli FV	23952 unità	Numero di inverter	10 unità
Nominale (STC)	15.81 MWc	Potenza totale	14030 kWac
Moduli	998 stringa x 24 In serie	Voltaggio di funzionamento	853-1300 V
In cond. di funz. (50°C)		Potenza max. (=>30°C)	1559 kWac
Pmpp	14.79 MWc	Rapporto Pnom (DC:AC)	1.13
U mpp	1006 V		
I mpp	14706 A		



PVsyst V7.4.8
VC7, Simulato su
13/01/25 14:22
con V7.4.8

Progetto: 3162_6252_FV_solarbelt_PARMA2

Variante: 20241204_M660W_S24_P5.5_1P_A20

Montana S.p.a. (Italy)

Parametri principali

Sistema connesso in rete		Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)	
Orientamento campo FV		Algoritmo dell'inseguimento	
Orientamento		Calcolo astronomico	
Piano a inseguimento, asse inclinato		Backtracking attivato	
Incl. asse media	-0.5 °		
Azim. asse med.	16.2 °		
		Campo con backtracking	
		N. di eliostati 1023 unità	
		Campo (array) identico	
		Dimensioni	
		Distanza eliostati 5.50 m	
		Larghezza collettori 2.38 m	
		Fattore occupazione (GCR) 43.3 %	
		Phi min / max -/+ 55.0 °	
		Strategia backtracking	
		Phi limits for BT -/+ 64.2 °	
		Distanza tavole backtracking 6.38 m	
		Larghezza backtracking 2.38 m	
Modelli utilizzati		Ombre vicine	
Trasposizione	Perez	Ombre lineari : Veloce (tavola)	
Diffuso	Importato	Ombreggiamento automatico	
Circumsolare	separare		
Orizzonte		Bisogni dell'utente	
Orizzonte libero		Carico illimitato (rete)	
Sistema bifacciale			
Modello	Calcolo 2D eliostati illimitati		
Geometria del modello bifacciale		Definizioni per il modello bifacciale	
Distanza eliostati	5.50 m	Albedo dal suolo	0.20
ampiezza eliostati	2.38 m	Fattore di Bifaccialità	70 %
GCR	43.3 %	Ombreg. posteriore	15.0 %
Altezza dell'asse dal suolo	3.10 m	Perd. Mismatch post.	3.5 %
		Frazione trasparente della tettoia	1.3 %
Punto di immissione in rete			
Fattore di potenza			
Cos(phi) (ritardo)	0.932		

Caratteristiche campo FV

Modulo FV		Inverter	
Costruttore	LONGi solar	Costruttore	Ingeteam
Modello	LR7-72HYD-660M	Modello	Ingecon Sun 1560TL B600 IP54 H1000
(Definizione customizzata dei parametri)		(PVsyst database originale)	
Potenza nom. unit.	660 Wp	Potenza nom. unit.	1403 kWac
Numero di moduli FV	23952 unità	Numero di inverter	10 unità
Nominale (STC)	15.81 MWc	Potenza totale	14030 kWac
Moduli	998 stringa x 24 In serie	Voltaggio di funzionamento	853-1300 V
In cond. di funz. (50°C)		Potenza max. (=>30°C)	1559 kWac
Pmpp	14.79 MWc	Rapporto Pnom (DC:AC)	1.13
U mpp	1006 V		
I mpp	14706 A		



PVsyst V7.4.8
VC7, Simulato su
13/01/25 14:22
con V7.4.8

Progetto: 3162_6252_FV_solarbelt_PARMA2

Variante: 20241204_M660W_S24_P5.5_1P_A20

Montana S.p.a. (Italy)

Caratteristiche campo FV

Potenza PV totale		Potenza totale inverter	
Nominale (STC)	15808 kWp	Potenza totale	14030 kWac
Totale	23952 moduli	Potenza max.	15590 kWac
Superficie modulo	64899 m ²	Numero di inverter	10 unità
Superficie cella	60187 m ²	Rapporto Phom	1.13
		Limite Phom forzato a potenza attiva	

Perdite campo

Perdite per sporco campo	Fatt. di perdita termica	Perdite DC nel cablaggio						
Fraz. perdite 4.0 %	Temperatura modulo secondo irraggiamento	Res. globale campo 1.1 mΩ						
	Uc (cost) 25.0 W/m ² K	Fraz. perdite 1.5 % a STC						
	Uv (vento) 1.2 W/m ² K/m/s							
Perdita diodo di serie	LID - Light Induced Degradation	Perdita di qualità moduli						
Perdita di Tensione 0.7 V	Fraz. perdite 0.5 %	Fraz. perdite -0.8 %						
Fraz. perdite 0.1 % a STC								
Perdite per mismatch del modulo	Perdita disadattamento Stringhe							
Fraz. perdite 2.0 % a MPP	Fraz. perdite 0.2 %							
Fattore di perdita IAM								
Effetto d'incidenza, profilo definito utente (IAM): Profilo definito utente								
0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	1.000	1.000	0.990	0.970	0.910	0.820	0.000

Perdite cablaggio AC

Linea uscita inv. sino al trasformatore MT	
Tensione inverter	600 Vac tri
Fraz. perdite	0.05 % a STC
Inverter: Ingecon Sun 1560TL B600 IP54 H1000	
Sezione cavi (10 Inv.)	Rame 10 x 3 x 1200 mm ²
Lunghezza media dei cavi	7 m
Linea MV fino alla iniezione	
Voltaggio MV	15 kV
Conduttori	Rame 3 x 500 mm ²
Lunghezza	100 m
Fraz. perdite	0.03 % a STC

Perdite AC nei trasformatori

Trafo MV	
Media tensione	15 kV
Transformer parameters	
Potenza nominale a STC	15.53 MVA
Iron Loss (Connessione 24/24)	14.00 kVA
Frazione di perdite a vuoto	0.09 % a STC
Perdite a carico	171.76 kVA
Frazione di perdite a carico	1.11 % a STC
Resistenza equivalente induttori	3 x 0.26 mΩ

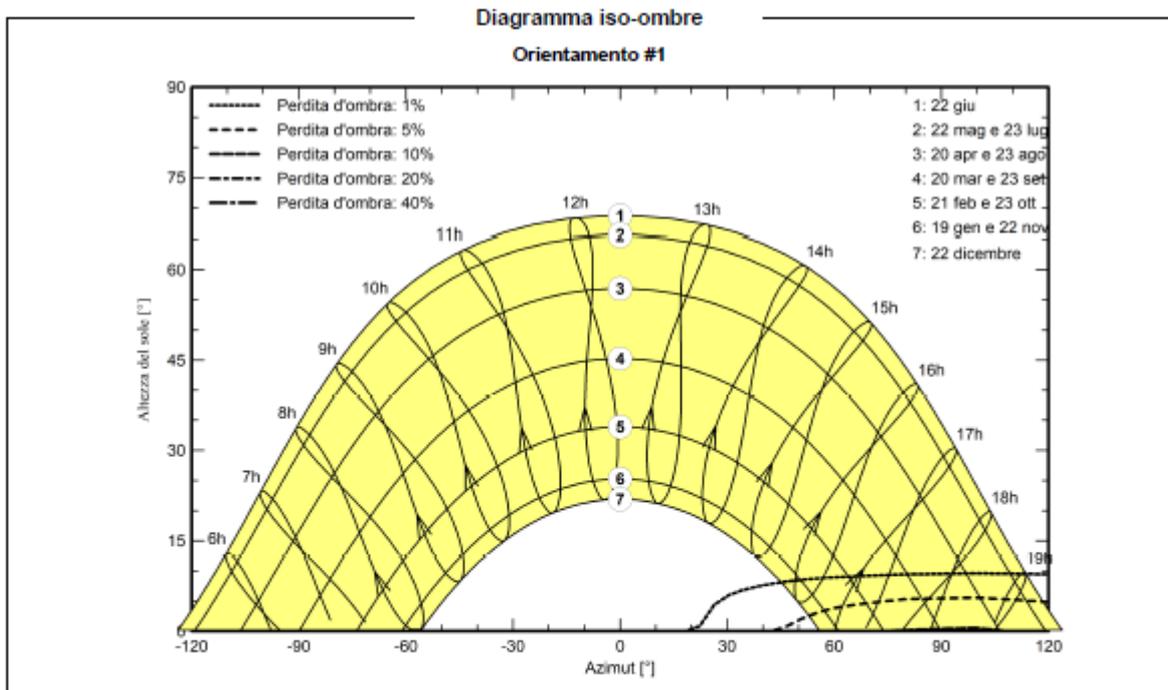
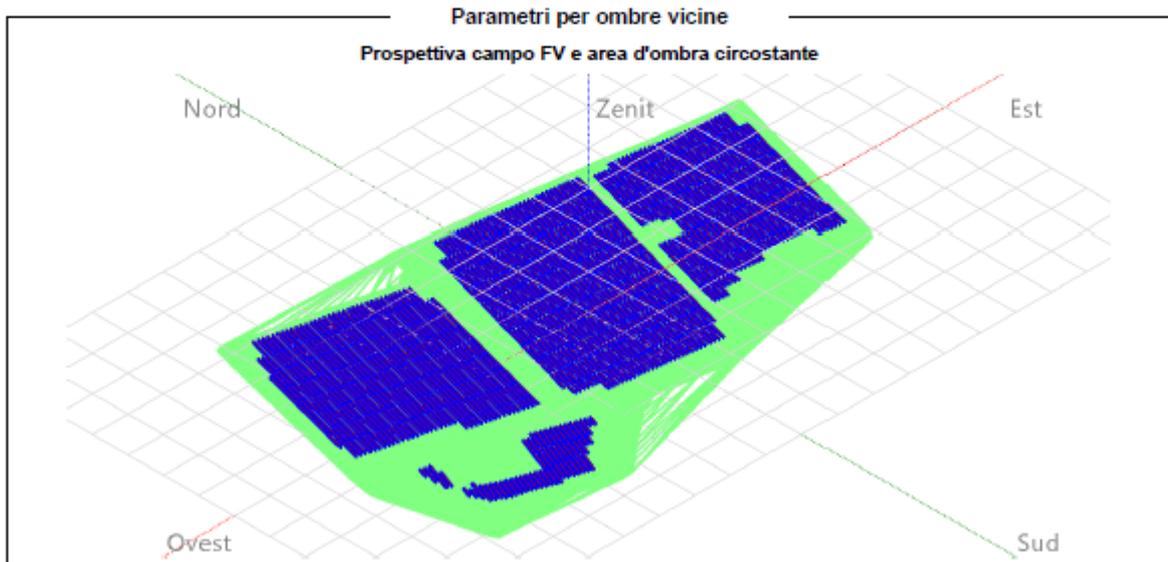


PVsyst V7.4.8
VC7, Simulato su
13/01/25 14:22
con V7.4.8

Progetto: 3162_6252_FV_solarbelt_PARMA2

Variante: 20241204_M660W_S24_P5.5_1P_A20

Montana S.p.a. (Italy)





PVsyst V7.4.8
VC7, Simulato su
13/01/25 14:22
con V7.4.8

Progetto: 3162_6252_FV_solarbelt_PARMA2

Variante: 20241204_M660W_S24_P5.5_1P_A20

Montana S.p.a. (Italy)

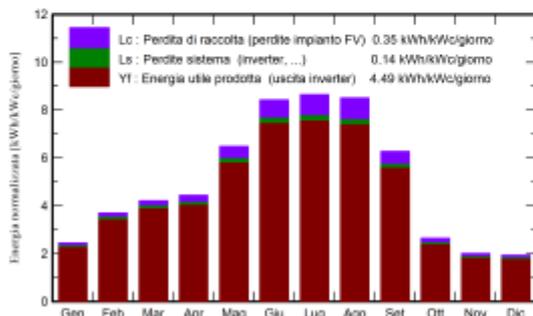
Risultati principali

Produzione sistema

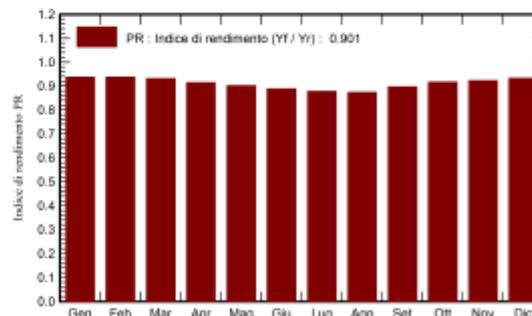
Energia prodotta 25605.34 MWh/anno
Energia apparente 27844.86 MVAh/anno

Prod. Specif. 1639 kWh/kWp/anno
Indice rendimento PR 90.08 %

Produzione normalizzata (per kWp installato)



Indice di rendimento PR



Bilanci e risultati principali

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
Gennaio	55.2	22.00	4.25	75.9	71.1	1162	1124	0.937
Febbraio	75.6	28.46	3.06	103.4	97.1	1581	1532	0.937
Marzo	105.8	57.66	6.29	130.6	122.0	1982	1922	0.931
Aprile	108.8	55.95	11.69	133.4	124.9	1989	1927	0.914
Maggio	161.7	70.68	14.71	201.1	188.9	2953	2864	0.901
Giugno	203.2	74.53	19.57	252.8	238.2	3659	3552	0.889
Luglio	211.1	69.79	22.69	268.3	253.1	3835	3725	0.878
Agosto	200.4	59.03	25.06	263.6	249.0	3749	3642	0.874
Settembre	142.9	52.74	18.92	188.2	177.3	2747	2668	0.897
Ottobre	66.4	38.84	13.86	81.8	76.2	1227	1185	0.916
Novembre	46.5	24.00	8.86	60.3	56.2	913	880	0.923
Dicembre	44.2	20.44	4.30	59.9	55.9	917	884	0.933
Anno	1421.7	574.13	12.83	1819.2	1709.9	26714	25605	0.901

Legenda

GlobHor Irraggiamento orizzontale globale
DiffHor Irraggiamento diffuso orizz.
T_Amb Temperatura ambiente
GlobInc Globale incidente piano coll.
GlobEff Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre

EArray Energia effettiva in uscita campo
E_Grid Energia immessa in rete
PR Indice di rendimento



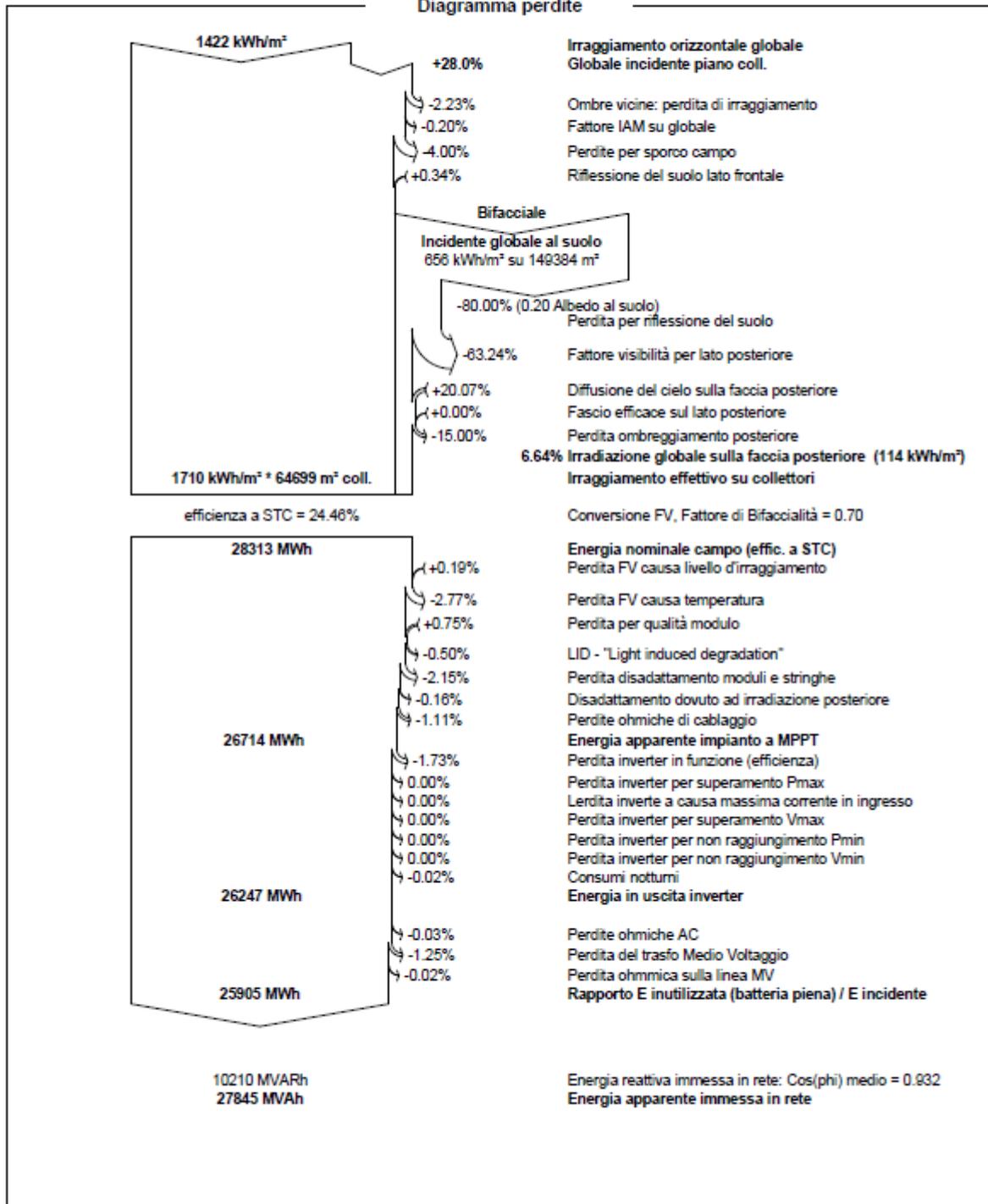
PVsyst V7.4.8
VC7, Simulato su
13/01/25 14:22
con V7.4.8

Progetto: 3162_6252_FV_solarbelt_PARMA2

Variante: 20241204_M660W_S24_P5.5_1P_A20

Montana S.p.a. (Italy)

Diagramma perdite





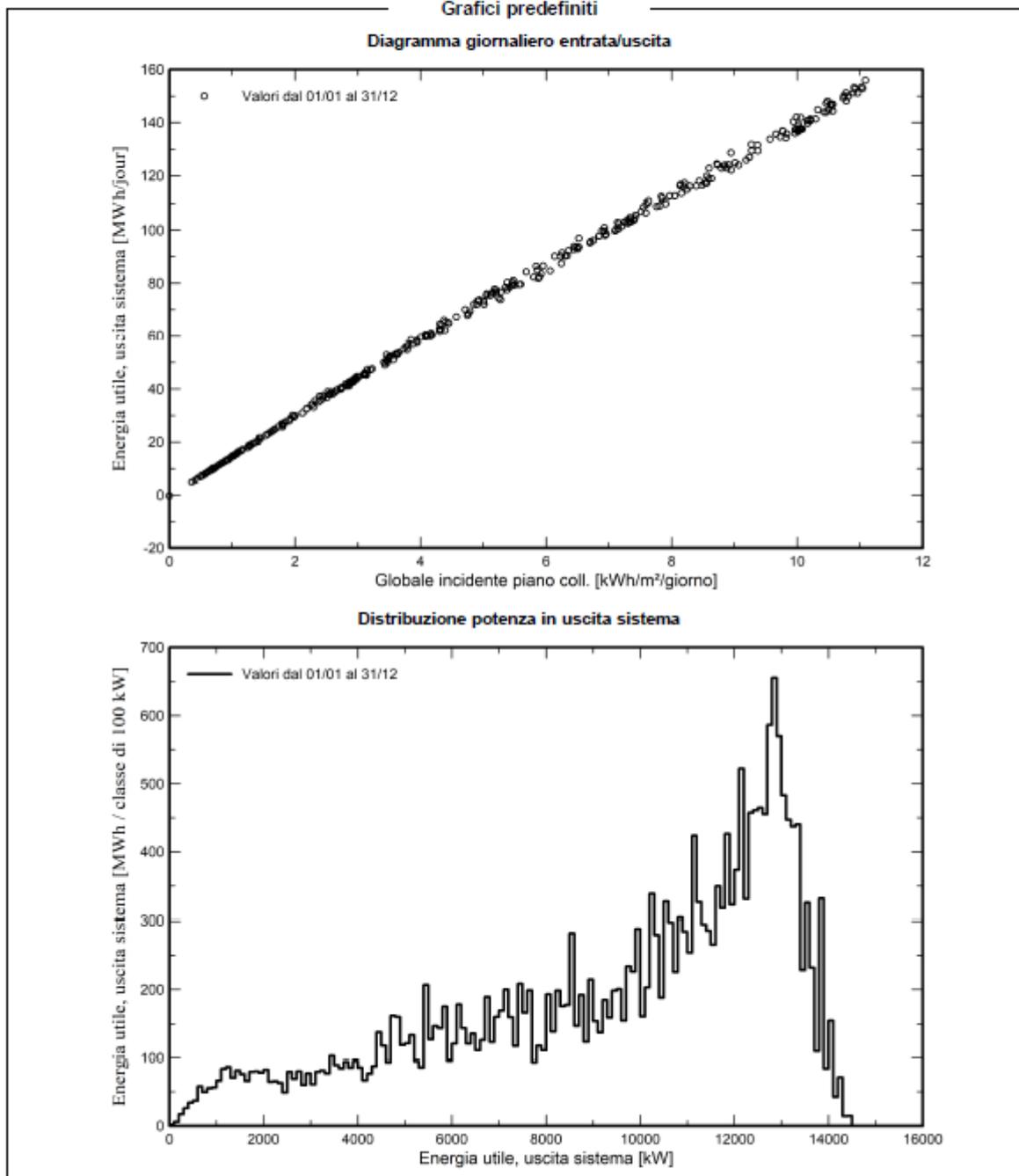
PVsyst V7.4.8
VC7, Simulato su
13/01/25 14:22
con V7.4.8

Progetto: 3162_6252_FV_solarbelt_PARMA2

Variante: 20241204_M660W_S24_P5.5_1P_A20

Montana S.p.a. (Italy)

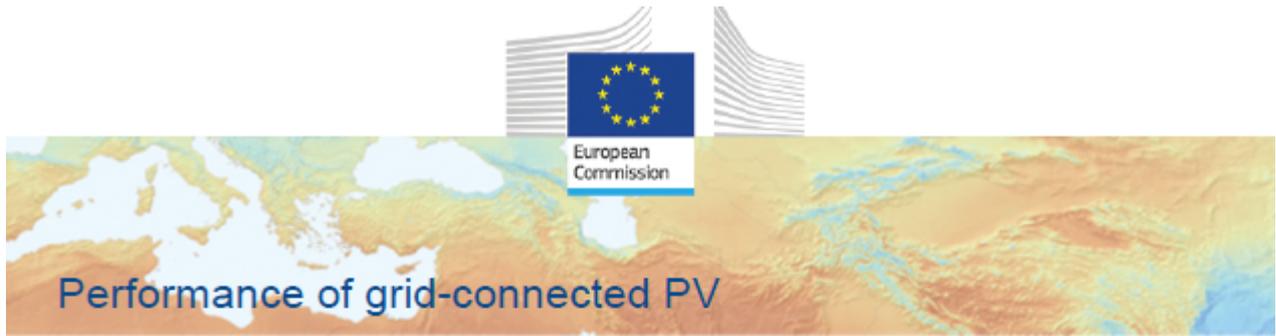
Grafici predefiniti





ALLEGATO 2

SIMULAZIONE PRODUCIBILITÀ IMPIANTO FV STANDARD



PVGIS-5 estimates of solar electricity generation:

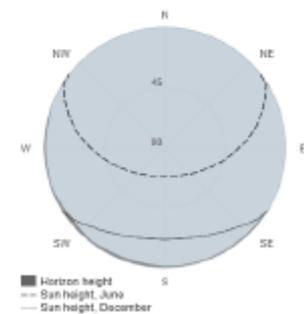
Provided inputs:

Latitude/Longitude: 44.681,10.339
 Horizon: Calculated
 Database used: PVGIS-SARAH3
 PV technology: Crystalline silicon
 PV installed: 16362.72 kWp
 System loss: 14 %

Simulation outputs

Slope angle: 35 °
 Azimuth angle: 0 °
 Yearly PV energy production: 22429630.48 kWh
 Yearly in-plane irradiation: 1760.73 kWh/m²
 Year-to-year variability: 1152059.62 kWh
 Changes in output due to:
 Angle of incidence: -2.71 %
 Spectral effects: 1.3 %
 Temperature and low irradiance: -8.15 %
 Total loss: -22.15 %

Outline of horizon at chosen location:



Monthly energy output from fix-angle PV system:



Monthly in-plane irradiation for fixed-angle:



Monthly PV energy and solar irradiation

Month	E_m	H(i)_m	SD_m	
January	11795788.0	303710.4		E_m: Average monthly electricity production from the defined system [kWh].
February	13663100.9	319977.3		H(i)_m: Average monthly sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system [kWh/m ²].
March	20455483.8	357335.8		SD_m: Standard deviation of the monthly electricity production due to year-to-year variation [kWh].
April	2153693.67.5	284426.9		
May	2328030.65.9	228214.2		
June	2421560.88.8	158214.5		
July	2591224.85.2	139171.5		
August	245604202.3	141002.7		
September	2132198.89.9	140790.5		
October	1635940.85.2	232740.3		
November	10653042.3	251813.0		
December	1054187.1	228884.1		

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. Our goal is to keep this information timely and accurate. If errors are brought to our attention, we will try to correct them. However, the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.
 It is our goal to minimize disruption caused by technical errors. However, some data or information on this site may have been created or updated to files or formats that are not error-free and we cannot guarantee that our service will not be interrupted or otherwise affected by such problems. The Commission accepts no responsibility with regard to such problems incurred as a result of using this site or any linked external sites.
 For more information, please visit https://ec.europa.eu/info/legal notice_en



PVGIS ©European Union, 2001-2025.
 Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Report generated on 2025/01/13

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 SYSTEM TO OPTIMISE LAND USE FOR ELECTRIC ENERGY PRODUCTION. APPLIED ENERGY 220 (2018) 545-561. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.APENERGY.2018.03.081](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.
- ANDREW A.C., BIONAZ M., SMALLMAN M.A., HASAN D., GRAHAM M., ROSATI A., HIGGINS C. AND ATEs A. (2022). SEASONAL HERBAGE AND LAMB PRODUCTION FROM GRASS, HERBAL LEY AND LEGUME PASTURES ESTABLISHED WITHIN SOLAR ARRAYS.
- 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](https://anierinnovabili.anie.it/position-paper-sistemi-agro-fotovoltaici-18-maggio-2022/?contesto-articolo=/notizie#.Y2JRMnBmI2w).
- APAT, INU (2003) - GESTIONE DELLE AREE DI COLLEGAMENTO ECOLOGICO FUNZIONALE. INDIRIZZI E MODALITÀ OPERATIVE PER L'ADEGUAMENTO DEGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE DEL TERRITORIO IN FUNZIONE DELLA COSTRUZIONE DI RETI ECOLOGICHE A SCALA LOCALE.
- ARMSTRONG A., OSTLE N.J., WHITAKER J. (2016). SOLAR PARK MICROCLIMATE AND VEGETATION MANAGEMENT EFFECTS ON GRASSLAND CARBON CYCLING. ENVIRON. RES. LETT. 11 :074016
- 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.
- 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.
- CEI (2023). CEL_82-93. IMPIANTI AGRIVOLTAICI. PUBBLICAZIONE 2023-12.
- 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.
- 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](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](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261922014647)
- EEA (2023). ANNUAL EUROPEAN UNION GREENHOUSE GAS INVENTORY 1990-2021 AND INVENTORY REPORT 2023. SUBMISSION TO THE UNFCCC SECRETARIAT. [HTTPS://WWW.EEA.EUROPA.EU//PUBLICATIONS/ANNUAL-EUROPEAN-UNION-GREENHOUSE-GAS-2](https://www.eea.europa.eu/publications/annual-european-union-greenhouse-gas-2).
- 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](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](https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/en/documents/publications/studies/apv-guideline.pdf)
- GARIBALDI, L. A., CARVALHEIRO, L. G., LEONHARDT, S. D., AIZEN, M. A., BLAAUW, B. R., ISAACS, R., KUHLMANN M., KLEIJN, D., KLEIN, A.M., KREMEN, C., MORANDIN, L., SCHEPER, J. & WINFREE, R (2014). FROM RESEARCH TO ACTION: ENHANCING CROP YIELD THROUGH WILD POLLINATORS. FRONT ECOL ENVIRON, 12(8): 439–447.
- 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](https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.07.013).
- GOETZBERGER AND ZASTROW, 1982. ON THE COEXISTENCE OF SOLAR-ENERGY CONVERSION AND PLANT CULTIVATION. INT J SOLAR ENERGY 1:55–69.
- GSE (2022). RAPPORTO STATISTICO 2020 - ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI IN ITALIA [HTTPS://WWW.GSE.IT/DOCUMENTI_SITE/DOCUMENTI%20GSE/RAPPORTI%20STATISTICI/RAPPORTO%20STATISTICO%20GSE%20-%20FER%202020.PDF](https://www.gse.it/documenti_site/documenti%20GSE/RAPPORTI%20STATISTICI/RAPPORTO%20STATISTICO%20GSE%20-%20FER%202020.PDF)
- HASSANPOUR ADEH 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](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.
- IEA (2023), GLOBAL ENERGY AND CLIMATE MODEL, IEA, PARIS [HTTPS://IEA.BLOB.CORE.WINDOWS.NET/ASSETS/2B0DED44-6A47-495B-96D9-2FAC0AC735A8/WORLDENERGYOUTLOOK2023.PDF](https://iea.blob.core.windows.net/assets/2B0DED44-6A47-495B-96D9-2FAC0AC735A8/WORLDENERGYOUTLOOK2023.PDF).
- IPCC (2023). CLIMATE CHANGE 2023: SYNTESIS REPORT_ FULL VOLUME. [HTTPS://WWW.IPCC.CH/REPORT/AR6/SYR/DOWNLOADS/REPORT/IPCC_AR6_SYR_FULLVOLUME.PDF](https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_FULLVOLUME.PDF).
- ISMEA (2022). [HTTPS://WWW.QUALIVITA.IT/ATTIVITA/RAPPORTO-ISMEA-QUALIVITA-2022/](https://www.qualivita.it/attivita/rapporto-ismea-qualivita-2022/)



- 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](https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.07.007).
- LEGAMBIENTE, 2020. AGRIVOLTAICO: LE SFIDE PER UN’ITALIA AGRICOLA E SOLARE. [HTTPS://WWW.LEGAMBIENTE.IT/WP-CONTENT/UPLOADS/2020/11/AGRIVOLTAICO.PDF](https://www.legambiente.it/wp-content/uploads/2020/11/AGRIVOLTAICO.PDF).
- 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](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., GUILIONI L., DUFOUR L., DUPRAZ C., WERY J. (2013) MICROCLIMATE UNDER AGRIVOLTAIC SYSTEMS: IS CROP GROWTH RATE AFFECTED IN THE PARTIAL SHADE OF SOLAR PANELS?. AGRICULTURAL AND FOREST METEOROLOGY 177: 117–132
- MI TE, MINISTERO DELLA TRANSIZIONE ECOLOGICA. (GIUGNO 2022). LINEE GUIDA IN MATERIA DI IMPIANTI AGRIVOLTAICI. [HTTPS://WWW.MITE.GOV.IT/SITES/DEFAULT/FILES/ARCHIVIO/ALLEGATI/PNRR/LINEE_GUIDA_IMPIANTI_AGRIVOLTAICI.PDF](https://www.mite.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/pnrr/linee_guida_impianti_agrivoltaici.pdf)
- PISANTE M. (2013). AGRICOLTURA SOSTENIBILE. EDAGRICOLE, ISBN 978-88-506-5411-6.
- PSP (2022). PIANO STRATEGICO NAZIONALE PAC. VERSIONE DEL 16/11/2022. [HTTPS://WWW.RETERURALE.IT/DOWNLOADS/PSP_ITALIA_15112022.PDF](https://www.reterurale.it/downloads/psp_italia_15112022.pdf)
- 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](https://doi.org/10.3390/challe13020043).
- 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](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 (2023). BIO IN CIFRE. [HTTPS://WWW.SINAB.IT/SITES/DEFAULT/FILES/2023-11/151123_BIO%20IN%20CIFRE%202023.PDF](https://www.sinab.it/sites/default/files/2023-11/151123_Bio%20in%20cifre%202023.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). 13, 6871. [HTTPS://DOI.ORG/10.3390/SU13126871](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](http://www.unitus.it/it/dipartimento/DAFNE)
- 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., BAUERLE A., HARTUNG J., ZIKELI S., LEWANDOWSKI I., HÖGY P. (2021) AGRIVOLTAIC SYSTEM IMPACTS ON MICROCLIMATE AND YIELD OF DIFFERENT CROPS WITHIN AN ORGANIC CROP ROTATION IN A TEMPERATE CLIMATE. AGRON. SUSTAIN. DEV. 2021, 41.
- 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
[TTPS://DOI.ORG/10.1007/S13593-019-0581-3](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](http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.098)

Firmato digitalmente da: Pluchino Corrado
Data: 06/02/2025 10:47:46