

REGIONE EMILIA-ROMAGNA

PROVINCIA DI FERRARA
COMUNE DI FERRARA

PROGETTAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO DA 56,07 MW DENOMINATO "CUNIOLA" LOCALIZZATO NEL COMUNE DI FERRARA (FE)

ELABORATO

AM_09

RELAZIONE PEDOAGRONOMICA

PROPONENTE:

FERRARA SOLAR S.R.L.
SEDE LEGALE IN LARGO ARTURO TOSCANINI,1
20122 - MILANO (MI) P.IVA 05821240651
sicilysuntwosrl@arubapec.it



PROGETTAZIONE:

SAVESYSTEMS S.R.L.
PIAZZA DI PIETRA 26
00186 - ROMA (RM) - P.IVA 04981400650
savesystemsrl@pec.it



Rev	Data	Descrizione	Eseguito	Verificato	Approvato
00	GIU 2026	PROGETTO DEFINITIVO	C.C. A.D.	S.A.	S.A.



RELAZIONE PEDOAGRONOMICA

Impianto agrivoltaico avanzato “CUNIOLA”

Comune di Ferrara (FE) – Potenza nominale 56,07 MW

Proponente

FERRARA SOLAR S.r.l.

Largo Arturo Toscanini 1 – 20122 Milano (MI) – P.IVA 05821240651

Tecnico redattore

Dott. Agr. Michele Loiodice

Studio Agrotech – Piazza Caduti in Guerra 11, 70033 Corato (BA)

PEC: studioagrotech@pec.studioagrotech.it – micheleloiodice@studioagrotech.it

Revisione 4 – Maggio 2026

Sommario

Nota metodologica	4
1. Premessa	5
1.1 Generalità	5
1.2 Descrizione sintetica del progetto	5
1.3 Oggetto del documento	5
2. Identificazione del territorio	6
2.1 Inquadramento geografico e catastale	6
2.2 Inquadramento climatico	7
2.3 Inquadramento pedologico	8
2.4 Reticolo idraulico e sistema di bonifica	9
3. Caratteristiche dell'impianto agrivoltaico	10
3.1 Natura dell'intervento	10
3.2 Compatibilità con l'attività agricola	10
3.3 Variazioni microclimatiche	11
3.4 Acqua meteorica ed effetto ombrello	11
3.5 Radiazione solare e PAR	12
3.6 Temperatura dell'aria e del suolo	12
3.7 Fitopatologie	12
4. Criteri per la scelta della coltivazione	13
5. Consumo di suolo e mantenimento della SAU	13
6. Utilizzo agronomico del suolo	14
7. Progetto agronomico in dettaglio	14
7.1 Orzo (<i>Hordeum vulgare</i> L.)	14
7.2 Favino (<i>Vicia faba</i> var. <i>minor</i>) o pisello proteico (<i>Pisum sativum</i> L.)	15
7.3 Cipolla (<i>Allium cepa</i> L.)	15
7.4 Spinacio autunno-vernino da seme (<i>Spinacia oleracea</i> L.)	16
7.5 Considerazioni di rotazione e bilancio nutrizionale	17
7.6 Macchine agricole e operazioni colturali	18
7.7 Irrigazione di soccorso	19
8. Analisi economica e impiego di manodopera	20
8.1 Situazione ante-opera	20
8.2 Situazione post-opera	21
8.3 Considerazioni	23

9. Sistema agrivoltaico, Linee Guida MASE e CEI PAS 82-93.....	23
9.1 Requisito A – configurazione spaziale e LAOR.....	24
Requisito A.1 – SAU $\geq$ 70 % della superficie totale del sistema	24
Requisito A.2 – LAOR $\leq$ 40 %.....	25
9.2 Requisito B – sinergia produzione elettrica/agricola.....	25
Requisito B.1 – mantenimento produttività agricola.....	25
Requisito B.2 – produttività elettrica $\geq$ 60 % del riferimento	25
9.3 Requisito C – passaggio mezzi meccanici	25
9.4 Requisito D – piano di monitoraggio	26
11. Mitigazione a verde perimetrale.....	27
11.1 Composizione della siepe	27
11.2 Sesto, densità, gestione.....	28
12. Piano agronomico di gestione (PGA) post-opera	28
13. Quadro normativo di riferimento.....	29
13.1 Normativa nazionale.....	29
13.2 Normativa regionale Emilia-Romagna	30
13.3 Normativa tecnica.....	30
14. Conclusioni.....	30
15. Riferimenti bibliografici e normativi	31



Nota metodologica

La presente relazione integra tre tipologie di dati, esplicitamente distinti nel testo e nei riferimenti:

- (a) Dati pubblici verificati su fonte primaria (normativa, classificazione pedologica regionale, dati comprensoriali del Consorzio di Bonifica, letteratura scientifica sull'agrivoltaico);
- (b) Valori tipici di letteratura tecnica e di pratica agronomica (range climatici, pedologici, fabbisogni colturali, volumi irrigui di soccorso).

1. Premessa

1.1 Generalità

L'iniziativa prevede la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato finalizzato alla produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, integrato con la prosecuzione dell'attività agricola sui medesimi suoli. La presente relazione costituisce l'elaborato tecnico-agronomico a corredo del progetto definitivo, redatto ai fini del rilascio delle autorizzazioni di competenza degli enti coinvolti (Regione Emilia-Romagna, Provincia di Ferrara, Comune di Ferrara, Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara, Soprintendenza), nell'ambito del procedimento di Provvedimento Autorizzatorio Unico Regionale (PAUR).

La conformità dell'impianto ai requisiti di qualifica agrivoltaica avanzata è verificata ai sensi delle Linee Guida pubblicate dal MASE-MITE in concerto con CREA, ENEA, GSE ed RSE [rif. 1, cap. 15] e della specifica tecnica CEI PAS 82-93:2023 [rif. 2].

1.2 Descrizione sintetica del progetto

L'impianto è ubicato nel Comune di Ferrara (FE), in località "Cuniola". La configurazione adottata prevede strutture ad inseguimento monoassiale (tracker N-S) con sesto trasversale di 5,5 m e altezza minima della parte inferiore del modulo, alla sua massima inclinazione, pari a 2,1 m dal piano di campagna. Tale altezza è conforme al requisito di altezza minima richiesto dal D.M. 21/06/2024 (Decreto Aree Idonee) per la qualifica di agrivoltaico in attività colturale [rif. 5].

La rotazione colturale prevista, di durata quinquennale, è la seguente:

- Anno 1 – Leguminosa da sovescio (favino, *Vicia faba* var. minor; o, in alternativa, pisello proteico, *Pisum sativum* L.);
- Anno 2 – Cipolla (*Allium cepa* L.);
- Anno 3 – Orzo (*Hordeum vulgare* L.) a destinazione granella o foraggera;
- Anno 4 – Spinacio autunno-vernino da seme (*Spinacia oleracea* L.);
- Anno 5 – Orzo (*Hordeum vulgare* L.).

Le specie sono distribuite spazialmente sui sottocampi in modo da evitare la monocoltura nella stessa annata e da assicurare uno sfasamento sincrono dei cicli su tutta l'area di impianto. La fascia perimetrale di mitigazione, di larghezza variabile da 4,0 a 6,0 m, è costituita da una siepe pluristratificata composta da specie autoctone della pianura padana (cfr. cap. 11), in coerenza con la Rete Ecologica Regionale dell'Emilia-Romagna. La potenza complessiva è pari a 56,07 MW, con producibilità calcolata, mediante modello PVsyst riportato nell'elaborato elettrico, di 72,9376 GWh/anno.

1.3 Oggetto del documento

La presente relazione documenta gli aspetti agronomici del progetto, con particolare riferimento a: caratterizzazione climatica e pedologica del sito, compatibilità della soluzione progettuale con la prosecuzione dell'attività agricola, scelta colturale, gestione idrica con irrigazione di soccorso da rete consortile, valutazione economica delle Produzioni Lorde Vendibili (PLV) ante e post-opera, dimostrazione del rispetto dei requisiti A-B-C-D delle Linee Guida MASE per la classificazione "avanzato", piano di monitoraggio agronomico ed energetico, cantierizzazione, mitigazione perimetrale e gestione post-opera.

2. Identificazione del territorio

2.1 Inquadramento geografico e catastale

L'area di intervento ricade nel Comune di Ferrara (FE), in agro della frazione di Sant'Egidio, in pianura ferrarese di interfluvio fra i paleoalvei del Po di Volano (a Nord) e del Po Morto di Primaro (a Sud-Est), in bassa pianura recente di origine fluviale (depositi del Reno-Primaro e dei suoi paleoalvei). Il vero Delta del Po inizia circa 25 km a est del sito (settori di Codigoro, Mesola, Goro). L'area opzionata si sviluppa su circa 68,57 ha catastali, identificati ai Fogli 303, 305, 319 e 320 del N.C.T. del Comune di Ferrara, articolati in 20 sottocampi di superficie media compresa tra 1,2 e 4,3 ha. La quota altimetrica media è prossima al livello del mare (1-3 m s.l.m.); l'area è pianeggiante, con pendenze trascurabili (< 0,1%) e drenaggio meccanico-consortile.

La destinazione urbanistica vigente è "territorio rurale – ambito agricolo periurbano" ai sensi del PUG comunale. L'area non ricade in zone soggette a vincolo paesaggistico ai sensi degli artt. 136 e 142 del D.Lgs. 42/2004, ad eccezione delle fasce di rispetto dei canali consortili classificati come "acque pubbliche", per le quali si rimanda alla relazione paesaggistica.



2.2 Inquadramento climatico

Il clima dell'agro ferrarese è classificato secondo Köppen-Geiger come Cfa (temperato umido senza stagione secca, con estati calde). Per la caratterizzazione climatica del sito si fa riferimento alle Tabelle Climatologiche e al dataset Eraclito v4.2 (Antolini et al., 2015) del Servizio IdroMeteoClima di ARPAE Emilia-Romagna [rif. 7], periodo standard 1991-2020.

La Tabella 1 riporta i valori medi mensili di riferimento per la pianura ferrarese, ricostruiti a partire dalle elaborazioni regionali ARPAE per la sub-area di pianura dell'alto e medio ferrarese.

Tabella 1 – Dati climatici medi mensili – Pianura ferrarese.

Mese	T med (°C)	T min (°C)	T max (°C)	P (mm)	UR (%)	G. pioggia
Gennaio	2,9	-1,0	6,8	44	85	7
Febbraio	4,7	-0,3	9,7	42	80	6
Marzo	9,0	2,9	15,1	53	73	7
Aprile	13,4	6,8	20,1	63	70	8
Maggio	18,3	11,3	25,4	62	68	8
Giugno	22,4	15,2	29,6	60	65	7
Luglio	25,1	17,5	32,1	47	62	5

Mese	T med (°C)	T min (°C)	T max (°C)	P (mm)	UR (%)	G. pioggia
Agosto	24,7	17,2	31,7	58	64	5
Settembre	19,8	13,2	26,3	65	72	6
Ottobre	14,3	8,7	19,6	76	79	8
Novembre	8,5	4,1	12,4	82	85	9
Dicembre	3,9	0,1	7,6	60	86	8
Anno	13,9	8,0	19,7	712	75	84

Fonte: Valori da elaborazioni e dataset Eraclito v4.2 di ARPAE-SIMC; serie 1991-2020.

Le caratteristiche salienti del regime climatico sono: temperatura media annua 13,9 °C, con minime di gennaio prossime a 0 °C e gelate frequenti tra dicembre e febbraio; massime estive medie 31–32 °C, con ondate di calore episodiche oltre 35 °C; precipitazioni medie annue 700-720 mm distribuite su 80-85 giorni piovosi, con due massimi (ottobre-novembre prevalente, aprile-maggio secondario) e minimo estivo (luglio); umidità relativa media 78-82 % con valori superiori al 90 % nelle ore notturne autunnali e invernali (nebbia persistente); vento debole con dominanti da NE in inverno e da E–SE in estate. Il deficit idrico climatico estivo è strutturale, ed è stato accentuato negli ultimi anni dal trend regionale di aumento delle massime (+0,5 °C/decennio dal 1961, ARPAE 2024) [rif. 7].

Tale assetto climatico rende indispensabile, per le colture ortive a maggior fabbisogno idrico in fase fenologica critica, un sistema di irrigazione di soccorso, che nel sito di progetto è reso disponibile dalla rete del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara.

2.3 Inquadramento pedologico

L'area si colloca nella bassa pianura ferrarese di origine fluviale (interfluvio Po di Volano – Po Morto di Primaro), su materiali parentali costituiti da depositi fluviali del sistema Reno-Primaro, di tessitura prevalentemente medio-fine, depositati in ambiente di palude bonificata e di rotta fluviale. Si tratta di territori a debole energia di rilievo, nei quali la dinamica delle acque superficiali e di falda ha avuto un ruolo dominante nella genesi e nell'evoluzione dei suoli.

La caratterizzazione pedologica fa riferimento alla Carta dei Suoli della Regione Emilia-Romagna in scala 1:50.000, edizione 2021, settima approssimazione, pubblicata dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna. La carta classifica i suoli secondo Soil Taxonomy (2010, 2014) e WRB (1998, 2007, 2014) e descrive 466 tipi di suolo, di cui 210 in pianura.

[Fonte: Carta dei Suoli ER 1:50.000, ed. 2021, consultabile e scaricabile dal portale <https://geo.regione.emilia-romagna.it/cartapedo/> e dal Catalogo MinERva. La delineazione specifica della località Cuniola va estratta dal portale e allegata. Rif. 8.]

Sulla base degli inquadramenti regionali per la sub-area di bassa pianura recente ferrarese di interfluvio Volano–Primaro, l'area di intervento ricade in unità cartografiche prevalentemente afferenti alle seguenti tipologie (la verifica puntuale è eseguita sulla delineazione cartografica specifica):

- Suoli a forte componente vertica, ascrivibili a Eutric/Calcaric Vertisols (WRB 2014), tipici di superfici di palude bonificata e di antichi alvei colmati, con orizzonti superficiali argilloso-limosi, elevata capacità di scambio cationico, pH subalcalino, presenza di calcare totale di entità medio-alta, e dinamica di rigonfiamento–ritiro stagionale con fessurazioni estive di rilievo;
- Suoli idromorfi associati, ascrivibili a Calcaric Gleysols, in posizione di depressione morfologica residua, con falda freatica stagionale superficiale e tracce di idromorfia entro i primi 80 cm;
- Inclusioni di suoli a tessitura più grossolana, ascrivibili a Calcaric/Fluvic Cambisols, lungo i paleodossi del Reno-Primaro (riconosciuti in cartografia come « dossi del Reno »), con migliore drenaggio interno e maggiore vocazione alle colture ortive da bulbo.

Sotto il profilo agronomico, tali suoli sono potenzialmente fertili e vocati alle colture erbacee di pieno campo (cerealicole, leguminose, foraggere) e, sui paleodossi, anche alle ortive da bulbo e da seme; richiedono però un’accurata gestione del drenaggio superficiale, della transitabilità nei periodi umidi e delle finestre operative per le lavorazioni, in funzione del comportamento idrologico e dei cicli di rigonfiamento–ritiro caratteristici dei Vertisuoli.

2.4 Reticolo idraulico e sistema di bonifica

L’area di intervento ricade nel comprensorio del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara (CBPF), istituito ai sensi della L.R. ER 24 aprile 2009 n. 5, che gestisce un comprensorio di 256.733 ha attraverso un reticolo idraulico di 4.241 km di canali (di cui 508 km esclusivamente di scolo e 3.162 km a uso promiscuo scolo-irrigazione), 78 impianti di scolo e 90 impianti di irrigazione [rif. 9].

La rete idraulica al contorno dell’impianto è articolata come segue:

- Reticolo principale di bonifica: canali consortili a scolo meccanico, tributari delle idrovore di sollevamento del CBPF;
- Reticolo secondario: capofossi e canali aziendali a uso promiscuo, con funzione di scolo e di adduzione irrigua;
- Reticolo minore aziendale: scoline e baulature interne agli appezzamenti.

L’acqua di adduzione irrigua del CBPF è derivata dal fiume Po dagli impianti Pilastresi (44 mc/s) e Palantone (5,9 mc/s), per un volume totale di prelievo annuo di 450 milioni di mc; la fonte è quindi acqua di superficie e non da emungimento di falda. Tale assetto rappresenta un elemento abilitante per l’irrigazione di soccorso prevista nel piano agronomico, e contribuisce a garantire la sostenibilità della rotazione anche in annate caratterizzate da deficit idrico estivo.

Il regime di derivazione è disciplinato dal “Regolamento per il servizio di derivazione d’acqua dai canali di bonifica” del CBPF, adottato con Deliberazione del CdA n. 25 del 30 novembre 2016 [rif. 9], e prevede la stipula di contratto irriguo annuale tra il Consorzio e l’utilizzatore.

L’attività dei Consorzi di Bonifica è disciplinata dal R.D. 13 febbraio 1933 n. 215, dal R.D. 8 maggio 1904 n. 368 (regolamento di polizia idraulica per le opere di bonifica) e dalle L.R. ER 25 maggio 1982 n. 42 e 6 marzo 1987 n. 16 [rif. 10].

Le distanze di rispetto dai canali consortili saranno mantenute conformi al R.D. 368/1904 e al regolamento del CBPF (di norma 4 m dalla scarpa interna del canale per opere accessorie e 10 m per strutture in elevazione). L’impianto, le piste interne e le opere accessorie sono progettati senza tombamento di scoline e senza alterazione della rete idraulica minore esistente.

3. Caratteristiche dell’impianto agrivoltaico

3.1 Natura dell’intervento

Il progetto adotta lo schema dell’agrivoltaico avanzato, come definito dalle Linee Guida MASE pubblicate il 27 giugno 2022 dal CREA-ENEA-GSE-RSE e dalla specifica tecnica CEI PAS 82-93:2023. La soluzione consente di combinare, sulla stessa superficie:

- la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, con riduzione delle emissioni climalteranti e contributo agli obiettivi del PNIEC e della Strategia Energetica Nazionale;
- la prosecuzione dell’attività agricola, con mantenimento della SAU coltivabile in misura superiore al 70 % della superficie totale di ciascun sottocampo, conforme al criterio A.1 delle Linee Guida.

3.2 Compatibilità con l’attività agricola

La compatibilità dell’impianto con la prosecuzione dell’attività agricola è garantita dalle seguenti scelte tecniche:

- Sesto trasversale di 5,5 m tra gli assi dei tracker, con luce libera al suolo, in posizione orizzontale dei moduli, pari a $5,2 \pm 0,2$ m;
- Altezza minima dell’estremità inferiore del modulo, alla massima inclinazione, pari a 2,1 m dal piano di campagna; altezza al pivot del tracker pari a 2,5–2,7 m. Tale altezza è conforme al requisito di altezza minima di 2,1 m per attività colturale stabilito dal D.M. MASE 21/06/2024 (Decreto Aree Idonee) [rif. 5];
- Capezzagne perimetrali di 6,0 m e zone di manovra di testata di 8,0 m, dimensionate per consentire l’inversione di marcia di trattrici con seminatrici, mietitrebbie da grano e raccoglitrlici di cipolla;

- Possibilità di rotazione dei tracker in posizione di sicurezza (back-tracking o stow vertical) durante le operazioni colturali con macchine di altezza superiore;
- Mantenimento delle scoline e baulature interne; nessun tombamento del reticolo di drenaggio.

Tale assetto consente la conduzione delle operazioni colturali tipiche della rotazione (preparazione del letto di semina, semina pneumatica di precisione, concimazione localizzata, diserbo meccanico e/o chimico mirato, trattamenti fitosanitari, sfalcio dell'orzo da foraggio, raccolta meccanica di cipolla, mietitrebbiatura dell'orzo da granella e dello spinacio da seme) con il parco macchine convenzionale delle aziende agricole della pianura ferrarese.

3.3 Variazioni microclimatiche

L'ombreggiamento determinato dalla presenza dei moduli, calcolato con software di simulazione PVsyst sulla base della geometria di impianto e della densità dei tracker, comporta una riduzione media giornaliera del PAR (radiazione fotosinteticamente attiva) al suolo dell'ordine del 25–30 %. Tale valore è in linea con quanto documentato in letteratura per impianti analoghi: Weselek et al. (2021) riportano una riduzione media del 30 % del PAR sotto pannello e una disponibilità media del 70 % rispetto al pieno campo [rif. 11]; le rassegne di letteratura riferite a Marrou et al. (2013), Amaducci et al. (2018), Majumdar e Pasqualetti (2018) e Weselek et al. (2019) collocano le riduzioni di luce nel range 12-40 % a seconda della densità e dell'orientamento dei moduli.

Le principali variazioni microclimatiche attese sotto l'impianto sono:

- Riduzione delle massime estive di temperatura dell'aria a 1,5 m e della temperatura del suolo a 5–10 cm: Weselek et al. (2021) hanno documentato una riduzione significativa della temperatura del suolo estiva sotto AV [rif. 11];
- Aumento contenuto dell'umidità relativa diurna sotto pannello;
- Riduzione dell'evapotraspirazione di riferimento (ET₀) dell'ordine del 15–25 % nelle ore di pieno irraggiamento, con effetto positivo sul bilancio idrico estivo. Marrou et al. (2013) hanno documentato significative riduzioni dell'ET reale in condizioni di ombreggiamento parziale, dipendenti dalla coltura e dalla stagione;
- Lieve rallentamento del riscaldamento del suolo a fine inverno e in primavera, con possibile ritardo della mineralizzazione dell'azoto: aspetto da considerare nella scelta varietale e nei calendari di semina dell'orzo a ciclo intermedio.

3.4 Acqua meteorica ed effetto ombrello

La presenza dei moduli determina una distribuzione disomogenea della pioggia al suolo, con concentrazione del deflusso lungo i bordi inferiori dei pannelli. In assenza di interventi, in presenza

di precipitazioni intense ($> 30 \text{ mm/h}$) e su suoli con elevato contenuto di argilla espandibile, ciò può indurre fenomeni di erosione lineare e di formazione di solchi nelle fasce sottostanti i bordi panneggiati.

Le mitigazioni adottate sono:

- Mantenimento di una copertura vegetale permanente nelle fasce sottopannello (cover di leguminosa o cereale autunno-vernino, oppure inerbimento spontaneo gestito);
- Strip-tillage o minimum tillage sulle file di coltura, con limitazione delle lavorazioni profonde alle sole stagioni di rotazione;
- Mantenimento delle baulature interne e delle scoline trasversali per il deflusso ordinato delle acque di pioggia;
- Posizione di sicurezza dei tracker (orizzontale o stow) in caso di precipitazioni di intensità critica.

3.5 Radiazione solare e PAR

La progettazione con tracker monoassiali e sesto ampio (5,5 m) configura un sistema con ground coverage ratio (GCR) ridotto rispetto agli impianti fotovoltaici a terra convenzionali. Il LAOR (Land Area Occupation Ratio) calcolato sull'intera superficie del sistema agrivoltaico (63,7601 ha netti) è pari al 31,77 %, inferiore al limite normativo del 40 % previsto per la classificazione "avanzato" ai sensi del criterio A.2 delle Linee Guida MASE.

La radiazione fotosinteticamente attiva disponibile al suolo si attesta, in media annua, intorno al 70-75 % della radiazione in pieno campo, valore coerente con la letteratura. Le colture autunno-vernine di rotazione (orzo, favino, spinacio da seme) sono compatibili con tale livello di luminosità; per la cipolla, più esigente, si adottano scelte tecniche dedicate.

3.6 Temperatura dell'aria e del suolo

Gli studi disponibili in letteratura per impianti agrivoltaici a moduli rialzati indicano un riscaldamento più lento del suolo nelle ore centrali della giornata estiva e una sostanziale parità termica nelle ore notturne. In primavera, condizione critica per la mineralizzazione dell'azoto e per la fenologia delle colture, il rallentamento termico è contenuto e non pregiudica i cicli di sviluppo delle colture autunno-vernine, che completano la fase di levata e fioritura prima della massima ombreggiatura estiva.

3.7 Fitopatologie

La letteratura scientifica disponibile non evidenzia un aumento significativo dell'incidenza di fitopatie nei sistemi agrivoltaici rispetto alla coltivazione in pieno campo, a parità di gestione agronomica. Sono però ipotizzabili alcune variazioni qualitative del profilo fitosanitario, da gestire con strategia di difesa integrata (D.Lgs. 150/2012 – PAN e Disciplinari di Produzione Integrata Vegetale della Regione Emilia-Romagna):

- Possibile aumento dell'umidità relativa nelle ore mattutine sotto pannello, con maggiore rischio di patogeni fogliari fungini su cipolla (*Peronospora destructor*, *Botrytis squamosa*) e su spinacio da seme (*Peronospora effusa*);
- Effetto della siepe perimetrale come riserva di entomofagi e impollinatori (§ 11);
- Necessità di un sistema di monitoraggio fitosanitario basato su DSS (Decision Support Systems) alimentati da centraline meteo 4.0 di campo.

4. Criteri per la scelta della coltivazione

La scelta colturale persegue gli obiettivi di seguito indicati, in ordine di priorità:

- Continuità dell'attività agricola e mantenimento della SAU coltivata, con superamento del requisito A.1 delle Linee Guida MASE [rif. 1];
- Diversificazione della rotazione rispetto alla monosuccessione cerealicola tipica dell'area (grano duro, mais, soia, sorgo, colza), con introduzione di una leguminosa miglioratrice e di colture ortive ad alto valore aggiunto;
- Compatibilità con la geometria dell'impianto (altezza colturale contenuta, lavorabilità con macchine convenzionali, transito sotto e tra le file dei tracker);
- Efficienza dell'uso dell'acqua: scelta di colture autunno-vernine, con fabbisogni idrici concentrati in periodi di minor deficit climatico, e ricorso a irrigazione di soccorso a goccia da rete consortile (acqua di superficie) solo nelle fasi fenologiche critiche;
- Conformità alla difesa integrata (D.Lgs. 150/2012, DPI ER);
- Mantenimento e incremento della sostanza organica del suolo, mediante leguminosa da sovescio, biotrinciatura dei residui colturali ed eventuale apporto di matrici organiche esogene nel rispetto della Direttiva Nitrati e dei limiti del DLgs 75/2010;

La scelta di colture autunno-vernine è strategica anche dal punto di vista della copertura del suolo: la presenza di una coltura in atto o di una cover-crop tra novembre e maggio, periodo di massima erosività delle piogge, riduce significativamente il rischio di ruscellamento e di perdita di suolo, in coerenza con le BCAA 5, 6 e 7 della PAC 2023–2027.

5. Consumo di suolo e mantenimento della SAU

Il progetto si configura come intervento a basso consumo di suolo: la superficie effettivamente sottratta all'uso agricolo è limitata alle aree occupate dai pali di sostegno dei tracker, dalle cabine di trasformazione, dai sistemi di accumulo (BESS), dalla viabilità interna in stabilizzato e dalle fasce di mitigazione perimetrale. La superficie complessiva non coltivabile rappresenta circa il 17-18 % dell'area opzionata; la rimanente quota (≥ 82 % per ogni sottocampo) costituisce la Superficie Agricola Utilizzata effettiva (SAU), come dettagliato in Tabella 5.

L'intervento non comporta cambio d'uso del suolo dal punto di vista urbanistico: la destinazione rimane "territorio rurale" e l'attività prevalente rimane agricola. I terreni continuano a essere iscritti nel fascicolo aziendale AGEA delle aziende conduttrici e mantengono il diritto di accesso ai pagamenti diretti della PAC, nei limiti previsti dalla normativa nazionale di attuazione [rif. 17].

In fase di dismissione (al termine della vita tecnica dell'impianto, stimata in 30 anni), le opere sono integralmente removibili: i pali sono estraibili per sfilamento, le cabine e i BESS sono prefabbricati removibili, la viabilità in stabilizzato è ripristinabile a seminativo. È prevista fidejussione a garanzia delle opere di dismissione e ripristino, da costituire in sede autorizzativa secondo le indicazioni della Regione Emilia-Romagna.

6. Utilizzo agronomico del suolo

Le produzioni agricole rilevate dai fascicoli aziendali AGEA dell'azienda conduttrice (Cuniola Società Agricola a r.l., CUAA 01444570582) nel triennio 2023–2025 sono costituite in prevalenza da: grano duro come coltura principale, in rotazione con colza, mais (energetico), soia e sorgo da granella. Tale assetto colturale, dominato da specie a ciclo autunno-vernino e primaverile-estivo di tipo cerealicolo-industriale, presenta criticità di semplificazione della rotazione, di riduzione progressiva della sostanza organica nei topsoil, di pressione fitosanitaria elevata e di elevato fabbisogno idrico estivo per mais e soia.

L'introduzione della rotazione quinquennale prevista dal progetto (sovescio leguminose – cipolla – orzo – spinacio da seme – orzo) determina un'articolazione più ricca, con presenza di una leguminosa miglioratrice, due cicli di cereale e due colture ortive specialistiche, riducendo la pressione delle infestanti e dei patogeni tellurici e migliorando il bilancio della sostanza organica nel medio termine.

7. Progetto agronomico in dettaglio

La rotazione, di durata quinquennale, prevede la sequenza: leguminosa da sovescio (favino o pisello proteico) – cipolla – orzo – spinacio autunno-vernino da seme – orzo. Le colture sono distribuite spazialmente sui sottocampi in modo da garantire la presenza simultanea, in ogni annata, di tutte le specie della rotazione, con beneficio in termini di diversificazione paesaggistica, biodiversità funzionale e organizzazione dei calendari di lavoro aziendali.

7.1 Orzo (*Hordeum vulgare* L.)

L'orzo è una specie erbacea annuale appartenente alla famiglia delle Poaceae, ad apparato radicale fascicolato relativamente superficiale, con culmi eretti che raggiungono altezze variabili (60–100 cm) in funzione della varietà e della fertilità del suolo. Si tratta della coltura cerealicola più rustica e con le minori esigenze idriche e termiche, ben adattata ai terreni di medio-impasto della pianura ferrarese e compatibile con le condizioni di ombreggiamento dei sistemi agrivoltaici. Weselek et al. (2021) hanno documentato per il frumento invernale, coltura comparabile, una variazione di resa sotto AV nel range $-19/+3$ % rispetto al pieno campo, con effetti positivi nelle annate calde e siccitose [rif. 11].

Nella rotazione l'orzo svolge il ruolo di coltura strutturante del calendario, in apertura (anno 3) e in chiusura (anno 5) dei cicli ortivi: contiene lo sviluppo di infestanti dicotiledoni tipiche delle ortive, interrompe la successione di specie sensibili a patogeni tellurici e fornisce abbondanti residui colturali, utili per il bilancio della sostanza organica.

Scelta varietale e tecnica colturale prevedono varietà distiche da granella o polistiche da foraggio a taglia contenuta, semina in epoca ottimale (ultime decadi di ottobre – prima decade di novembre), investimento di 350–380 piante/m², concimazione azotata frazionata secondo i DPI ER [rif. 15] (40 kg N/ha alla pre-semina; 50 kg N/ha alla fine accestimento; 30–40 kg N/ha alla levata), difesa basata su DSS con interventi mirati su elmintosporiosi, ruggini e fusariosi della spiga.

7.2 Favino (*Vicia faba* var. *minor*) o pisello proteico (*Pisum sativum* L.)

Il favino è una leguminosa annuale a ciclo autunno-vernino, con apparato radicale fittonante ben sviluppato, capace di esplorare il profilo a profondità di 80–100 cm e di apportare benefici strutturali al suolo. È specie azotofissatrice in simbiosi con *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae*, con resa media di N fissato di 80–150 kg N/ha in funzione della biomassa prodotta e della gestione.

Nella rotazione, l'anno 1 è destinato alla coltura di favino (o, in alternativa, pisello proteico) condotta come sovescio: semina ad ottobre con investimento di 35–45 semi/m²; nessuna

concimazione azotata; eventuale apporto di P_2O_5 e K_2O in funzione delle analisi del suolo; trinciatura e interrimento della biomassa in fase di pre-fioritura/inizio fioritura (marzo-aprile).

Il pisello proteico è da preferire al favino nei sottocampi a maggior tendenza al ristagno, per la sua minore sensibilità ai marciumi del colletto. Il favino è invece preferibile sui sottocampi a tessitura più fine e a maggiore profondità utile, dove valorizza meglio l'apparato fittonante.

L'effetto della leguminosa sulla cipolla che la segue (anno 2) richiede attenzione: il rilascio di azoto da mineralizzazione dei residui può indurre eccessi vegetativi nella cipolla, con riduzione della pezzatura del bulbo e della serbevolezza. Per evitare tale effetto, la trinciatura del favino è anticipata e la concimazione azotata di fondo della cipolla è ridotta del 30–40 % rispetto al riferimento per la stessa coltura su precedente cerealicolo.

7.3 Cipolla (*Allium cepa* L.)

La cipolla è una specie erbacea biennale coltivata come annuale, della famiglia delle Amaryllidaceae, con apparato radicale fascicolato e superficiale (90 % delle radici nei primi 30 cm), particolarmente sensibile alla compattazione del suolo, ai ristagni idrici e alla competizione con le infestanti.

L'inserimento della cipolla nella rotazione richiede l'adozione delle seguenti scelte tecniche, finalizzate a garantirne la fattibilità sui suoli del comprensorio:

Scelta dei sottocampi a tessitura più favorevole (paleodossi, suoli a maggior componente sabbiosa o limoso-sabbiosa, identificati sulla base della Carta dei Suoli ER 2021 [rif. 8]) per la coltura della cipolla, riservando ai Vertisuoli più fini le fasi di favino, orzo e spinacio;

- Preparazione del letto di semina con doppia lavorazione (ripuntatura autunnale a 35–40 cm seguita da affinamento primaverile con erpice rotante o combinata) e baulatura dei pros (larghezza 1,5 m), per garantire drenaggio superficiale e profondità di esplorazione radicale ottimale;
- Trapianto di bulbilli (set onion) o semina diretta di precisione (a seconda dell'accordo di filiera) in primavera (febbraio-marzo per ciclo lungo, marzo-aprile per ciclo medio); investimento 80–100 piante/m²;
- Concimazione: dose totale 90–120 kg N/ha (ridotta a 70–90 in successione a leguminosa), 80–100 kg P_2O_5 /ha, 150–180 kg K_2O /ha, frazionata in fertirrigazione tramite ala gocciolante, secondo i DPI ER [rif. 15];
- Difesa fitosanitaria integrata con monitoraggio in campo e tramite DSS; interventi mirati contro *Peronospora destructor*, *Botrytis squamosa*, *Sclerotium cepivorum*, Tripidi (Thrips tabaci), mosca della cipolla (*Delia antiqua*);
- Diserbo in pre-emergenza e in post-emergenza con principi attivi ammessi dai DPI ER e nel rispetto del PAN [rif. 14]; integrazione con sarchiature meccaniche;

- Irrigazione di soccorso a goccia (§ 7.7), con turni calibrati sui dati delle centraline e della sensoristica del suolo;
- Raccolta meccanica con scalzatura, andatura ed essiccazione in campo per 7–10 giorni (in funzione del meteo), seguita da raccolta con caricatrice e trasporto in stoccaggio.

La produzione attesa, in regime di irrigazione di soccorso a goccia e con scelta accurata dei sottocampi, è stimata in 35–45 t/ha di cipolla mercantile per la prima qualità, in linea con i parametri delle filiere consortili dell'Emilia-Romagna. La PLV adottata nel calcolo economico (10.131 €/ha) è stata recuperata direttamente dalle banche dati CREA 2024, basate su rilevazioni in Emilia Romagna.

7.4 Spinacio autunno-vernino da seme (*Spinacia oleracea* L.)

Lo spinacio da seme è una coltura specialistica di filiera sementiera, con ciclo autunno-vernino-primaverile (semina a ottobre-novembre, raccolta del seme a giugno-luglio). Appartiene alla famiglia delle Amaranthaceae; è specie generalmente dioica, anemofila, con apparato radicale fittonante poco profondo. La coltivazione richiede contratto di moltiplicazione con sementiere, che fornisce le sementi parentali, definisce gli isolamenti spaziali tra varietà e ritira il seme prodotto.

Le scelte tecniche prevedono:

- Verifica preliminare degli isolamenti spaziali richiesti dal contratto di moltiplicazione (di norma 1.000–1.500 m da altre coltivazioni di Spinacia per le linee F1; 800–1.000 m per le varietà a impollinazione libera);
- Preparazione del letto di semina fine, livellato e privo di ristagni; semina pneumatica di precisione a file (15–20 cm) con investimento di 80–120 semi/m²;
- Concimazione frazionata: 30–40 kg N/ha alla pre-semina, 50–70 kg N/ha in copertura a fine inverno, 30 kg N/ha all'avvio della scapatura; 60–80 kg P₂O₅/ha; 100–120 kg K₂O/ha [rif. 15];
- Difesa: monitoraggio di Peronospora effusa, Cercospora beticola, afidi vettori di virus; trattamenti mirati secondo DSS;
- Irrigazione di soccorso a goccia o microportata in fase di scapatura, fioritura e ingrossamento del seme (aprile-giugno);
- Raccolta con mietitrebbia adattata, post-raccolta con essiccazione e selezione del seme presso lo stabilimento sementiero.

La PLV adottata (3.893 €/ha) corrisponde a una resa media di 1,6–1,8 t/ha di seme commerciale, con prezzo medio contrattuale di 2,2–2,4 €/kg, valori coerenti con la filiera sementiera emiliano-romagnola; il dato è stato preso direttamente dalle banche dati CREA 2024, da rilevazioni fatte in Emilia Romagna.

7.5 Considerazioni di rotazione e bilancio nutrizionale

La rotazione proposta presenta un equilibrio agronomico complessivamente positivo: alternanza di famiglie botaniche (Fabaceae, Amaryllidaceae, Poaceae, Amaranthaceae) con riduzione del rischio di stanchezza del suolo; alternanza di apparati radicali con esplorazione differenziata del profilo; bilancio dell'azoto in pareggio o lievemente attivo se accompagnato da apporti organici esogeni; bilancio della sostanza organica positivo grazie ai residui dell'orzo (entrambi i cicli), del sovescio del favino e della biottrinciatura dei residui di spinacio.

Tabella 2 – Bilancio dell'azoto sulla rotazione quinquennale (valori medi indicativi).

Anno	Coltura	Apporto N atmosferico/sovescio (kg/ha)	Asporto N (kg/ha)	Saldo annuo (kg N/ha)
1	Favino sovescio	+100 (fissaz.) +60 (residui)	0 (interrato)	+100
2	Cipolla	0	-120	-120
3	Orzo	0	-95	-95
4	Spinacio da seme	0	-115	-115
5	Orzo	0	-95	-95
Totale rotazione		+100	-425	-325
Da concimazione minerale/organica		+325		0

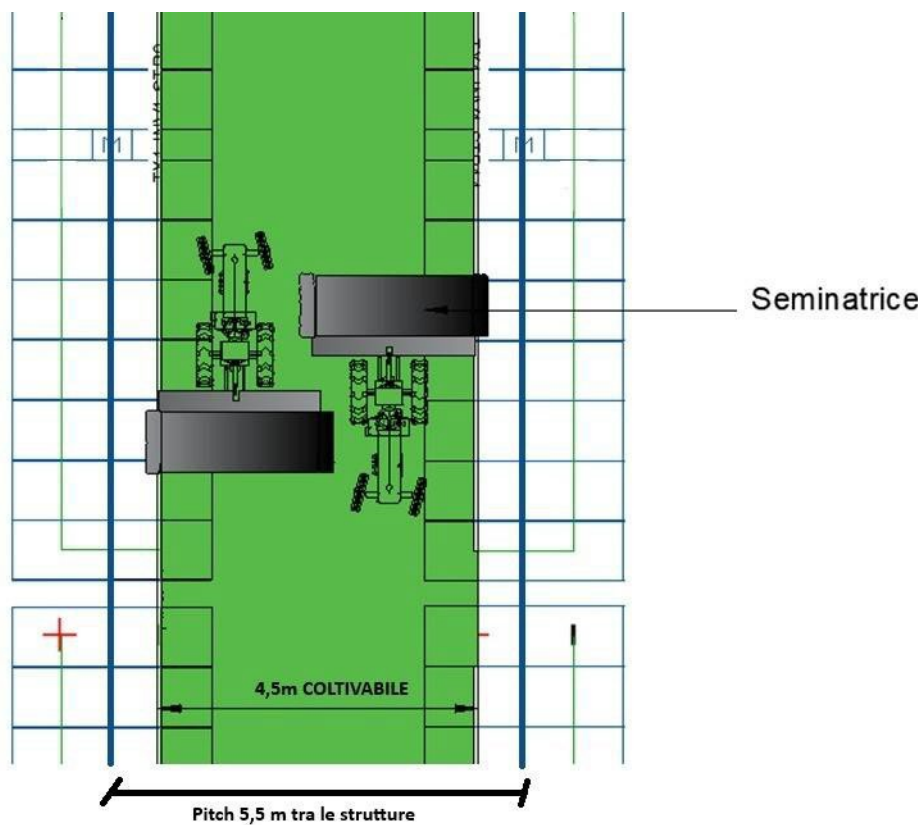
[Fonte: Stime coerenti con i fabbisogni unitari riportati nei Disciplinari di Produzione Integrata Vegetale della Regione Emilia-Romagna [rif. 15] e con la letteratura agronomica standard. Valori da confermare in sede di redazione del Piano Annuale di Concimazione.]

La concimazione integrativa (325 kg N/ha sul quinquennio, pari a 65 kg N/ha/anno medio) è fornita per il 60–70 % da fertilizzanti minerali (urea, nitrato ammonico) e per la quota residua da matrici organiche (compost, eventuale digestato palabile), nel rispetto del massimale annuo di 170 kg N/ha da effluenti zootecnici previsto dalla Direttiva Nitrati e dal Programma d'Azione Nitrati ER [rif. 19].

7.6 Macchine agricole e operazioni colturali

La geometria dell'impianto (sesto 5,5 m, altezza 2,1 m, capezzagne 6 m) consente l'impiego del parco macchine convenzionale delle aziende agricole della pianura ferrarese, senza necessità di attrezzature dedicate (trattrici, aratri, erpici rotanti combinati a seminatrici da 4-6 m, seminatrici di precisione pneumatiche, spandiconcime a rateo variabile, botti irroratrici, mietitrebbie da grano, raccoglitrice di cipolla). L'impianto è inoltre predisposto per l'integrazione di tecnologie di agricoltura di precisione (kit di guida automatica RTK, traffico controllato, attrezzature ISOBUS, mappature di prescrizione sito-specifiche).

Di seguito si riporta un'immagine esplicativa.



7.7 Irrigazione di soccorso

L'irrigazione di soccorso è elemento agronomico abilitante per la coltura della cipolla (anno 2) e dello spinacio da seme (anno 4) e, nelle annate eccezionalmente siccitose, per l'orzo (anni 3 e 5). È invece esclusa per il favino da sovescio.

Il sistema irriguo adottato è a goccia con manichetta superficiale o ala gocciolante interrata (subsurface drip irrigation, SDI), con efficienza distributiva > 90 %. Il dimensionamento prevede:

Tabella 3 – Volumi di soccorso previsti per coltura sulla rotazione quinquennale.

Coltura	Volume di soccorso (mm/ciclo)	N. turni	Volume per turno (mm)	Periodo di intervento
Favino sovescio	0	0	-	-
Cipolla	100–140	5–7	15–20	Aprile–giugno (bulbificazione, ingrossamento)
Orzo	0–40	0–2	20	Maggio (annate siccitose)
Spinacio da seme	60–100	3–5	15–20	Aprile–giugno (scapatura, ingrossamento seme)
Orzo	0–40	0–2	20	Maggio (annate siccitose)
Volume medio annuo sulla rotazione	≈50 mm/anno			

[Fonte: Volumi da ricalibrare con un bilancio idrico FAO-56 (Allen et al., 1998) con i dati delle centraline meteo del piano di monitoraggio che saranno installate.]

Il volume medio annuo di soccorso (50 mm) è nettamente inferiore ai consumi tipici delle colture irrigue tradizionali del comprensorio (mais 350–450 mm/anno, soia 200–300 mm/anno, bietola 250–350 mm/anno). La riduzione netta dei prelievi rispetto allo scenario di mais–soia tradizionale è stimata in 250–300 mm/anno di acqua risparmiata, equivalenti a 2.500–3.000 m³/ha/anno di minor prelievo dalla rete consortile.

La gestione dei turni è supportata da: stazioni meteo 4.0 di campo (1 ogni 10–15 ha) con sensori di T, UR, pluviometro, anemometro, radiazione globale e bagnatura fogliare; sensori del suolo a profondità multiple (10, 30, 60 cm) tipo TDR/FDR; modello di bilancio idrico FAO-56 modificato per agrivoltaico, calibrato sulla riduzione dell'ET₀ dovuta all'ombreggiamento (–15÷–25 % rispetto al pieno campo, in linea con Marrou et al. 2013 [rif. 12] e Weselek et al. 2021 [rif. 11]); eventuale fertirrigazione in linea per il frazionamento dell'azoto e l'apporto di K₂O nelle fasi critiche.

Tale assetto consente di considerare soddisfatto il requisito D.1 delle Linee Guida MASE (risparmio idrico) [rif. 1] anche in presenza di irrigazione di soccorso, in quanto la riduzione dei volumi rispetto allo scenario agricolo convenzionale è documentata e quantificata.

8. Analisi economica e impiego di manodopera

L'analisi economica confronta la Produzione Lorda Vendibile (PLV) della situazione ante-opera (rilevata dai fascicoli aziendali AGEA del triennio 2023–2025) con quella post-opera, calcolata sulla rotazione quinquennale prevista. I valori unitari (€/ha) provengono dai calcoli economici elaborati su dati pubblici RICA-CREA per l'Emilia-Romagna (rilevazioni 2023–2024).

8.1 Situazione ante-opera

La superficie totale ante-opera è di 68,57 ha. Le colture rilevate nel triennio 2023–2025 sono prevalentemente: grano duro, sorgo da granella, soia, mais da granella, colza. La PLV media annua dell'assetto ante-opera è pari a circa 81.913 €/anno totali, corrispondenti a una PLV media di 1.195 €/ha/anno (valore non depurato dei costi variabili). Il margine lordo medio è stimato in 480–560 €/ha/anno.

SITUAZIONE PRE IMPIANTO APV

Foglio	Particella	Area catastale	2025	PLV	PLV TOT	2024	PLV	PLV TOT	2023	PLV	PLV TOT
303	6	0.9489	sorgo	1287	1221.23	grano duro	1732	1'643.49	mais energ.	1122	1064.67
303	9	0.643	sorgo	1287	827.54	grano duro	1733	1'114.32	Soia	1445	929.14
303	14	0.344	colza	905	311.32	grano duro	1734	596.50	sorgo	1287	442.73
303	17	4.5423	colza	905	4110.78	grano duro	1735	7'880.89	sorgo	1287	5845.94
303	331	3.4701	sorgo	1287	4466.02	grano duro	1736	6'024.09	mais energ.	1122	3893.45
303	332	11.7123	sorgo	1287	15073.7	grano duro	1737	20'344.27	soia	1445	16924.3
303	333	3.1179	sorgo	1287	4012.74	grano duro	1738	5'418.91	soia	1445	4505.37
305	12	3.2835	sorgo	1287	4225.86	grano duro	1739	5'710.01	soia	1445	4744.66
305	72	0.223	sorgo	1287	287	grano duro	1741	0.00	soia	1445	322.24
305	73	0.4	sorgo	1287	514.8	grano duro	1742	388.24	soia	1445	578
305	74	3.915	colza	905	3543.08	grano duro	1743	696.80	sorgo	1287	5038.61

305	84	7.5371	sorgo	1287	9700.25	grano duro	1745	6'823.85	soia	1445	10891.1
305	20	5.6829	colza	905	5143.02	grano duro	1740	13'152.24	sorgo	1287	7313.89
305	81	3.1491	colza	905	2849.94	grano duro	1744	9'888.25	sorgo	1287	4052.89
320	1	0.081	colza	905	73.31	grano duro	1752	5'492.03	sorgo	1287	104.25
320	2	0.078	colza	905	70.59	grano duro	1753	141.91	sorgo	1287	100.39
320	6	0.047	colza	905	42.54	grano duro	1754	136.73	sorgo	1287	60.49
320	304	5.7774	colza	905	5228.55	grano duro	1755	82.44	sorgo	1287	7435.51
320	305	3.575	colza	905	3235.38	grano duro	1756	10'139.34	sorgo	1287	4601.03
319	11	1.392	colza	905	1259.76	grano duro	1746	6'277.70	sorgo	1287	1791.5
319	31	0.547	colza	905	495.04	grano duro	1747	2'430.43	sorgo	1287	703.99
319	32	7.2697	colza	905	6579.08	grano duro	1748	955.61	sorgo	1287	9356.1
319	152	0.0496	colza	905	44.89	grano duro	1749	12'707.44	sorgo	1287	63.84
319	163	0.4591	colza	905	415.49	grano duro	1750	86.75	sorgo	1287	590.86
319	178	0.3231	colza	905	292.41	grano duro	1751	803.43	sorgo	1287	415.83
Superficie totale		68.568	Plv tot	64'937.66 €		PLV tot	101'952.00 €		PLV tot	78'848.61 €	

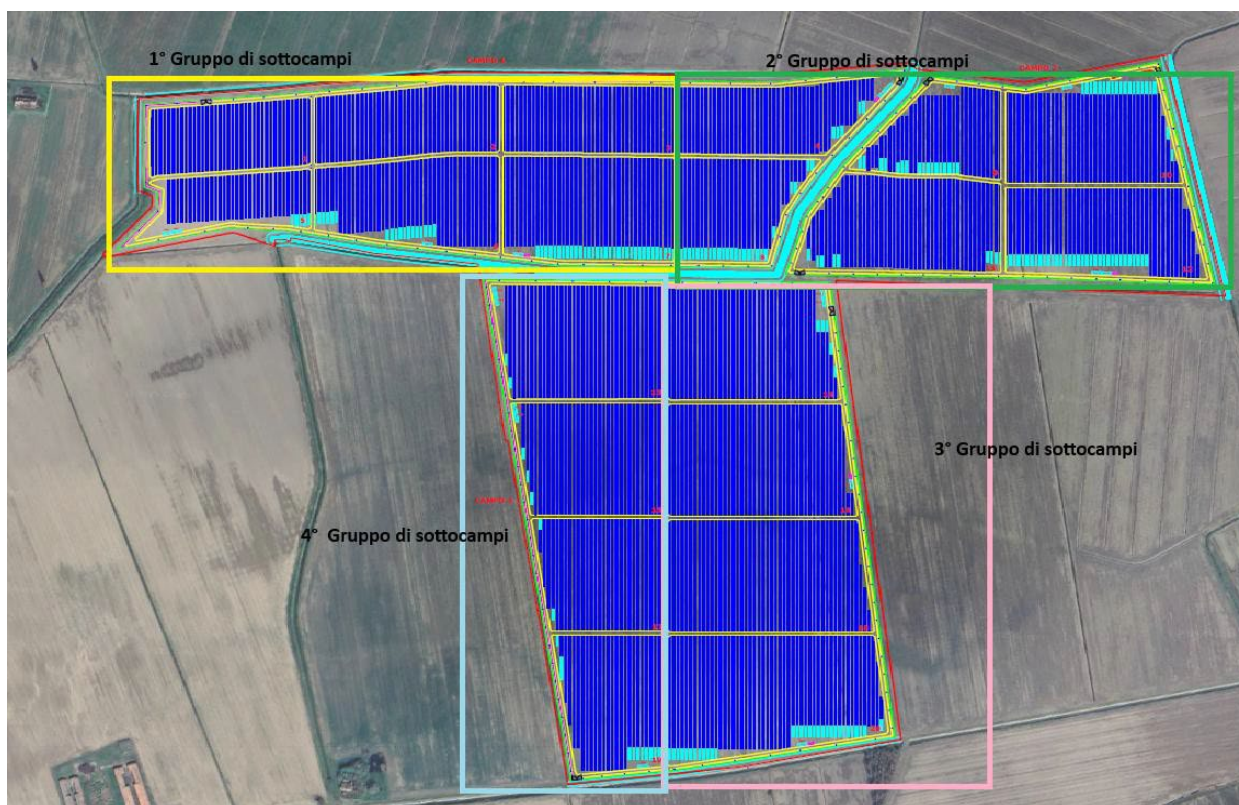
8.2 Situazione post-opera

La superficie agricola effettivamente coltivata post-opera è pari a 46,143 ha (SAU netta dopo eliminazione di tare per viabilità, cabine, BESS e fasce di mitigazione).

Tabella 4 – PLV unitaria per coltura della rotazione.

SOTTO CAMPO	SAU	1 ANNO	PLV	PLV TOT	2 ANNO	PLV	PLV TOT	3 ANNO	PLV	PLV TOT	4 ANNO	PLV	PLV TOT
1	1.6517	sovescio	0	0.00	cipolla	10131	16733.37	orzo da foraggio	807	1332.92	Ortive da seme	3893	6430.07
2	1.9042	sovescio	0	0.00	cipolla	10131	19291.45	orzo da foraggio	807	1536.69	Ortive da seme	3893	7413.05
3	1.7585	sovescio	0	0.00	cipolla	10131	17815.36	orzo da foraggio	807	1419.11	Ortive da seme	3893	6845.84
5	0.9977	sovescio	0	0.00	cipolla	10131	10107.70	orzo da foraggio	807	805.14	Ortive da seme	3893	3884.05
6	2.3239	sovescio	0	0.00	cipolla	10131	23543.43	orzo da foraggio	807	1875.39	Ortive da seme	3893	9046.94
7	2.7055	sovescio	0	0.00	cipolla	10131	27409.42	orzo da foraggio	807	2183.34	Ortive da seme	3893	10532.51
4	1.9889	cipolla	10131	20149.54	orzo da foraggio	807	1605.04	Ortive da seme	3893	7742.79	sovescio		0.00
8	1.7588	cipolla	10131	17818.89	orzo da foraggio	807	1419.35	Ortive da seme	3893	6847.01	sovescio		0.00
9	1.4687	cipolla	10131	14879.29	orzo da foraggio	807	1185.24	Ortive da seme	3893	5717.65	sovescio		0.00
10	2.3664	cipolla	10131	23974.05	orzo da foraggio	807	1909.68	Ortive da seme	3893	9212.40	sovescio		0.00
11	2.7213	cipolla	10131	27569.56	orzo da foraggio	807	2196.09	Ortive da seme	3893	10594.02	sovescio		0.00
12	2.5924	cipolla	10131	26263.35	orzo da foraggio	807	2092.07	Ortive da seme	3893	10092.21	sovescio		0.00
14	2.7577	orzo da foraggio	807	2225.45	Ortive da seme	3893	10735.73	sovescio		0.00	cipolla	10131	27938.26
16	3.0399	orzo da foraggio	807	2453.21	Ortive da seme	3893	11834.33	sovescio		0.00	cipolla	10131	30797.23
18	3.3778	orzo da foraggio	807	2725.85	Ortive da seme	3893	13149.78	sovescio		0.00	cipolla	10131	34220.49
20	3.5477	orzo da foraggio	807	2863.03	Ortive da seme	3893	13811.20	sovescio		0.00	cipolla	10131	35941.75
13	2.6915	Ortive da seme	3893	10477.92	sovescio		0.00	cipolla	10131	27267.59	orzo da foraggio	807	2172.04
15	2.3705	Ortive da seme	3893	9228.18	sovescio		0.00	cipolla	10131	24015.54	orzo da foraggio	807	1912.99
17	2.1132	Ortive da seme	3893	8226.79	sovescio		0.00	cipolla	10131	21408.83	orzo da foraggio	807	1705.35
19	2.0067	Ortive da seme	3893	7811.93	sovescio		0.00	cipolla	10131	20329.88	orzo da foraggio	807	1619.41
Totale	46.143			176.667,04			174.839,24			152.380,49			180.459,98

[Fonte: PLV cipolla, spinacio e orzo: valori prelevati da banca dati RICA-CREA [rif. 18].]



8.3 Considerazioni

Anche depurando la PLV dai costi variabili, e tenendo conto della riduzione della SAU coltivabile, il margine lordo aziendale complessivo aumenta del 79,9 % rispetto allo scenario ante-opera, grazie all'introduzione della cipolla e dello spinacio da seme. Si prevede anche un incremento di manodopera, prevalentemente concentrato nelle fasi di trapianto, gestione manuale, raccolta e cernita post-raccolta della cipolla, con effetto positivo sull'occupazione locale e sulla filiera di servizi agromeccanici.

L'attività agricola descritta resta integralmente eleggibile a contributi PAC, ai pagamenti diretti, all'ecoschema 4 (sistemi foraggeri estensivi con leguminose) e potenzialmente all'ecoschema 1.

9. Sistema agrivoltaico, Linee Guida MASE e CEI PAS 82-93

Vengono di seguito trattati i requisiti A, B, C, D delle Linee Guida MASE (CREA-ENEA-GSE-RSE, giugno 2022) [rif. 1] e gli indici prestazionali della specifica tecnica CEI PAS 82-93:2023 [rif. 2]. La specifica CEI PAS è di natura sperimentale e fornisce indicazioni sulla classificazione delle tipologie

di impianti agrivoltaici, sui requisiti base, sul monitoraggio, sulla valutazione della produzione elettrica e su elementi di sicurezza ed O&M; è stata sviluppata dal Gruppo di lavoro 15 “Sistemi Agrivoltaici” del CT 82 del Comitato Elettrotecnico Italiano. Un progetto di evoluzione (PRJ-CEI 3522:2024-12) è stato sottoposto a inchiesta pubblica nel 2024-2025.

9.1 Requisito A – configurazione spaziale e LAOR

“Il sistema è progettato e realizzato in modo da adottare una configurazione spaziale e opportune scelte tecnologiche, tali da consentire l’integrazione fra attività agricola e produzione elettrica e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi” [rif. 1].

Requisito A.1 – SAU ≥ 70 % della superficie totale del sistema

La SAU effettiva è pari o superiore all’82 % per ogni sottocampo, come dettagliato in Tabella 6.

Tabella 6 – SAU netta per sottocampo. Requisito A.1 (SAU ≥ 70 %) verificato.

Sottocampo	Area Totale (ha)	Area non coltivabile (ha)	SAU netta (ha)	SAU/Stot
1	2.0135	0.3617	1.6517	82%
2	2.3231	0.4188	1.9042	82%
3	2.1488	0.3903	1.7585	82%
4	2.3903	0.4014	1.9889	83%
5	1.2214	0.2237	0.9977	82%
6	2.7998	0.4759	2.3239	83%
7	3.2782	0.5727	2.7055	83%
8	2.1237	0.3649	1.7588	83%
9	1.7844	0.3157	1.4687	82%
10	2.8899	0.5235	2.3664	82%
11	3.2655	0.5442	2.7213	83%
12	3.1000	0.5076	2.5924	84%
13	3.2880	0.5965	2.6915	82%
14	3.3590	0.6013	2.7577	82%
15	2.8972	0.5267	2.3705	82%



16	3.7094	0.6695	3.0399	82%
17	2.5670	0.4537	2.1132	82%
18	4.1107	0.7330	3.3778	82%
19	2.4350	0.4283	2.0067	82%
20	4.3235	0.7758	3.5477	82%

Sottocampo	Area Totale (ha)	Area non coltivabile (ha)	SAU netta (ha)	SAU/Stot
Totale	56.0284	9.8851	46.1430	82.4%

Requisito A.2 – $LAOR \leq 40 \%$

Il LAOR (Land Area Occupation Ratio) è calcolato come rapporto tra la superficie di proiezione orizzontale dei moduli (S_{pv}) e la superficie totale del sistema agrivoltaico (S_{tot}). Il valore globale di impianto è inferiore al limite normativo del 40 % stabilito dalle Linee Guida MASE [rif. 1].

Campo	S Tot (ha)	S PV (ha)	LAOR
Campo 1	21,0294	7,6517	36,39 %
Campo 2	12,7673	4,5085	35,31 %
Campo 3	29,9634	8,0947	27,02 %
Globale impianto	63,7601	20,2549	31,77 % ($\leq 40 \%$)

Il requisito A.2 è dunque soddisfatto, anche considerando il valore più alto registrato a livello di singolo campo (36,39 % nel Campo 1).

9.2 Requisito B – sinergia produzione elettrica/agricola

“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” [rif. 1].

Requisito B.1 – mantenimento produttività agricola

Il confronto delle PLV ante e post-opera (Tabella 5) evidenzia una PLV unitaria post-opera (3.430 €/ha/anno) pari a 2,87 volte la PLV unitaria ante-opera (1.195 €/ha/anno), nettamente superiore alla soglia minima del 70 % richiesta per il rispetto del requisito B.1. Anche assumendo come parametro più conservativo il margine lordo, l’incremento risulta pari al +167 % rispetto allo scenario ante-opera. Il requisito B.1 è quindi ampiamente soddisfatto.

Requisito B.2 – produttività elettrica $\geq 60 \%$ del riferimento

La producibilità elettrica calcolata con software PVsyst (cfr. relazione elettrica) è pari a 102,715 GWh/anno. La producibilità di un impianto fotovoltaico standard di pari taglia, con LAOR ottimizzato al 49 %, sarebbe di 106,368 GWh/anno. Il rapporto è pari a $102,715 / 106,368 = 0,96$, superiore alla soglia di 0,60.

Il requisito B.2 è soddisfatto.

9.3 Requisito C – passaggio mezzi meccanici

“L’impianto agrivoltaico adotta soluzioni innovative tali da ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli, consentendo il passaggio di mezzi meccanici di lavorazione agricola e degli animali allevati e minimizzando le interferenze fra l’operatività tecnica e quella agricola” [rif. 1].

La geometria di impianto (sesto 5,5 m, altezza minima 2,1 m, possibilità di rotazione in stow verticale per franco verticale > 4,5 m) consente il transito di tutto il parco macchine convenzionale ed è conforme all’altezza minima di 2,1 m per attività colturale stabilita dal D.M. 21/06/2024 (Decreto Aree Idonee). Il requisito C è soddisfatto.

9.4 Requisito D – piano di monitoraggio

“Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consente di verificare le prestazioni di: risparmio idrico; produttività agricola per le diverse tipologie di colture; continuità delle attività delle aziende agricole interessate” [rif. 1]. La specifica CEI PAS 82-93 [rif. 2] integra le indicazioni sul monitoraggio.

È previsto un piano di monitoraggio strutturato di durata pari alla vita tecnica dell’impianto (30 anni), articolato come segue:

Tabella 7 – Piano di monitoraggio agronomico ed energetico.

Componente	Strumentazione	Frequenza	Output
Microclima	5 stazioni meteo 4.0 (4 sotto pannello + 1 di controllo in pieno sole)	Continua (10 min)	Report annuale T, UR, P, ET ₀ , PAR, vento, bagnatura
Acqua nel suolo	20 sensori TDR/FDR a tre profondità (10, 30, 60 cm)	Continua (15 min)	Bilancio idrico per coltura
Risparmio idrico	Contatori sui gruppi di pompaggio, registro turni irrigui	Per turno	m ³ /ha/anno per coltura, confronto con baseline
Produttività agricola	Pesatura raccolto, registrazione superfici, analisi qualitative	Per coltura/anno	Resa (t/ha), qualità, PLV reale per coltura
Sostanza organica	Analisi suolo su griglia regolare (1 buca/5 ha)	Triennale	Andamento s.o., CSC, N, P, K
Continuità aziendale	Verifica fascicoli aziendali AGEA, CUAA, contratti	Annuale	Relazione di continuità
Difesa fitosanitaria	DSS integrati con stazioni meteo, registro trattamenti	Per intervento	N. trattamenti, principi attivi, confronto baseline
Biodiversità	Transetti per avifauna, impollinatori, vegetazione	Annuale	Indicatori di biodiversità

Il piano è attuato in convenzione con un Ente terzo (Università di Bologna – Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari, oppure CREA Centro Cerealicoltura e Colture Industriali – sede di Bologna), con responsabile scientifico esterno e report annuale pubblico, trasmesso al GSE [rif. 4], alla Regione Emilia-Romagna e agli enti territoriali competenti.

Soglie di attenzione e azioni correttive:

- Riduzione della resa di una coltura > 30 % rispetto al plot di controllo per due anni consecutivi: revisione varietale e/o di tecnica colturale; in caso di persistenza, revisione della rotazione;
- Aumento del consumo idrico irriguo > 20 % rispetto al baseline previsto: verifica del sistema di distribuzione e taratura dei sensori;
- Riduzione della sostanza organica del suolo > 10 % nel triennio: incremento degli apporti organici, biotriciatura sistematica dei residui, revisione delle lavorazioni;
- Discontinuità dell'attività agricola (mancata coltivazione di una o più specie della rotazione per un'annata): segnalazione tempestiva agli enti, individuazione delle cause e piano di rientro entro l'annata successiva.

11. Mitigazione a verde perimetrale

La fascia di mitigazione perimetrale, di larghezza variabile da 4,0 a 6,0 m, è costituita da una siepe pluristratificata composta esclusivamente da specie autoctone della pianura padana, in coerenza con la Rete Ecologica Regionale (RER) dell'Emilia-Romagna [rif. 22], le indicazioni del PUG comunale, i criteri DNSH del PNRR per gli impianti agrivoltaici e il Reg. UE 1143/2014 sulle specie aliene invasive [rif. 23]. Sono espressamente escluse specie alloctone, ornamentali fuori contesto (lavanda, rosmarino, oleandro), specie a vocazione mediterranea non locali (cipresso, alloro) e specie potenzialmente invasive.

11.1 Composizione della siepe

Specie	Strato	Funzione ecologica
Quercus robur (farnia)	Arboreo dominante	Legname maturo per avifauna nidificante, microhabitat per saproxilici
Fraxinus oxycarpa (frassino ossifillo)	Arboreo igrofilo	Specie tipica della pianura ferrarese, alimentazione lepidotteri
Populus alba, P. nigra	Arboreo a rapido accrescimento	Frangivento, supporto nidificazione



Ulmus minor (varietà resistenti a grafiosi)	Arboreo	Recupero specie storica della pianura
Acer campestre (oppio)	Arboreo medio	Strutturazione siepe, alimentazione avifauna
Salix alba	Arboreo igrofilo (lungo fossi)	Stabilizzazione argini, nettare precoce per impollinatori
Crataegus monogyna (biancospino)	Arbustivo	Bacche per avifauna invernale, fioritura per impollinatori

Specie	Strato	Funzione ecologica
Prunus spinosa (prugnolo)	Arbustivo	Drupacee per avifauna, supporto Lepidotteri
Cornus sanguinea (sanguinello), C. mas (corniolo)	Arbustivo	Bacche autunnali, fioritura precoce
Sambucus nigra (sambuco)	Arbustivo	Bacche per avifauna, fioritura per impollinatori
Viburnum opulus (pallon di maggio)	Arbustivo	Fioritura primaverile, bacche per avifauna
Euonymus europaeus (berretta del prete)	Arbustivo	Frutti per avifauna
Frangula alnus, Rhamnus catharticus	Arbustivo igrofilo	Specie igrofile per fasce tampone
Ligustrum vulgare (ligustro)	Arbustivo	Densificazione siepe
Rosa canina, Rosa sempervirens	Arbustivo basso	Cinorodi per avifauna
Miscuglio polifita (sulla, ginestrino, lupinella, festuca, phleum, fiordaliso, papavero, achillea)	Erbaceo	Fascia fiorita per impollinatori

11.2 Sesto, densità, gestione

La siepe è strutturata su due file sfalsate, con sesto longitudinale di 1,5 m sulla fila e interfila di 2,0 m. Densità complessiva di circa 3.300 piante/ha di siepe, con composizione 30 % arboree, 60 % arbustive, 10 % erbacee/semilegnose. Le piante sono vivaistiche di provenienza locale, in conformità ai materiali forestali di propagazione di cui al D.Lgs. 386/2003 e ai criteri della RER ER. Sono previste sostituzioni delle fallanze al secondo e terzo anno.

Gestione e manutenzione: sfalcio differenziato a rotazione (50 % della superficie di fascia erbacea sfalciato in giugno, 50 % in settembre); potatura di formazione delle componenti arboree e arbustive nei primi 3-5 anni; irrigazione di soccorso nel solo primo biennio; esclusione totale di erbicidi nelle fasce di mitigazione e nelle fasce tampone; monitoraggio annuale (transetti per avifauna e impollinatori, controllo specie invasive); apertura di varchi puntuali nella recinzione perimetrale (1 ogni 100-150 m, 20×20 cm a livello del suolo) per la permeabilità ecologica per micromammiferi e anfibi.

12. Piano agronomico di gestione (PGA) post-opera

L'attività agricola post-opera è disciplinata da un Piano Agronomico di Gestione (PGA) redatto contestualmente al progetto definitivo e aggiornato con cadenza triennale. Il PGA contiene:

rotazione colturale dettagliata per sottocampo e per annata; calendario agronomico annuale; piano di concimazione per coltura (basato su analisi del suolo aggiornate ogni 5 anni); piano di difesa integrata conforme ai DPI ER [rif. 15] e al PAN [rif. 14]; piano di gestione idrica con calendario irriguo e modello di bilancio; piano di gestione della sostanza organica; contratti di affitto/comodato con le aziende agricole conduttrici, di durata almeno pari alla vita tecnica dell'impianto; indicazione del responsabile agronomico unico, in possesso di iscrizione all'Ordine dei Dottori Agronomi e dei Dottori Forestali; procedura di revisione triennale e di adattamento in funzione dei dati di monitoraggio.

Le aziende agricole conduttrici mantengono l'iscrizione al fascicolo aziendale AGEA, l'eleggibilità ai pagamenti diretti PAC e ai contributi del Piano di Sviluppo Rurale (PSR) della Regione Emilia-Romagna [rif. 17].

13. Quadro normativo di riferimento

Il progetto è redatto in conformità al quadro normativo nazionale, regionale e tecnico vigente al momento della redazione. Lo stato del quadro normativo è in evoluzione: le sentenze TAR Lazio nn. 9156, 9157 e 9158 del 13 maggio 2025 hanno rimesso alla Corte Costituzionale la questione di legittimità del divieto di nuovi impianti fotovoltaici a terra in zone agricole introdotto dall'art. 5 del D.L. 63/2024 [rif. 6], divieto che comunque non si applica agli impianti agrivoltaici avanzati come quello in oggetto. Il D.M. MASE n. 149 del 19 giugno 2025 ha modificato il D.M. 436/2023 (DM Agrivoltaico) [rif. 4]; il D.L. 175/2025 ha aggiornato la tassonomia delle aree idonee con l'introduzione dell'art. 11-bis nel Testo Unico delle Rinnovabili [rif. 6].

13.1 Normativa nazionale

- D.Lgs. 199/2021 – Recepimento della Direttiva RED II [rif. 6];
- D.M. MASE 27/06/2022 – Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici (CREA-ENEA-GSE-RSE) [rif. 1];
- D.M. MASE 22/12/2023 n. 436 (DM Agrivoltaico) – in vigore dal 14/02/2024 [rif. 4];
- Decreto dipartimentale GSE n. 233 del 16/05/2024 e n. 251 del 31/05/2024 – Regole operative DM Agrivoltaico [rif. 4];
- D.M. MASE n. 149 del 19/06/2025 – Modifiche al DM 436/2023 [rif. 4];
- D.L. 63/2024 conv. L. 101/2024 (DL Agricoltura), art. 5 – Disciplina del fotovoltaico in zona agricola e deroga per agrivoltaico avanzato [rif. 6];
- D.M. MASE 21/06/2024 – Decreto Aree Idonee, GU 153 del 02/07/2024 [rif. 5];
- D.L. 175/2025 – Riordino della tassonomia aree idonee, art. 11-bis Testo Unico FER [rif. 6];
- DPR 120/2017 – Gestione delle terre e rocce da scavo [rif. 21];
- D.Lgs. 150/2012 e PAN – Uso sostenibile dei prodotti fitosanitari [rif. 14];

- D.Lgs. 75/2010 – Disciplina dei fertilizzanti [rif. 16];
- Direttiva 91/676/CEE Nitrati e Programma d’Azione Nitrati Regione Emilia-Romagna [rif. 19];
- D.Lgs. 152/2006 (Codice dell’Ambiente) e ss.mm.ii.;
- D.Lgs. 42/2004 (Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio);
- R.D. 215/1933 – Bonifica integrale; R.D. 368/1904 – Polizia idraulica per bonifica [rif. 10];
- D.Lgs. 386/2003 – Materiali forestali di propagazione;
- Reg. UE 1143/2014 – Specie aliene invasive [rif. 23].

13.2 Normativa regionale Emilia-Romagna

- L.R. 24/2017 – Disciplina regionale tutela e uso del territorio;
- L.R. 4/2018 – Disciplina della VIA regionale;
- L.R. 5/2009 – Costituzione del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara [rif. 9];
- L.R. 42/1982 e L.R. 16/1987 – Disciplina dei Consorzi di Bonifica ER [rif. 10];
- PTPR Emilia-Romagna e PUG/PSC del Comune di Ferrara;
- Programma d’Azione Nitrati ER (D.G.R. 1531/2001 e ss.mm.ii.) [rif. 19];
- Disciplinari di Produzione Integrata (DPI) Vegetale Emilia-Romagna [rif. 15];
- Rete Ecologica Regionale Emilia-Romagna [rif. 22].

13.3 Normativa tecnica

- CEI PAS 82-93:2023 – Sistemi agrivoltaici, classificazione, requisiti, monitoraggio, sicurezza, O&M [rif. 2];
- PRJ-CEI 3522:2024-12 – Progetto di evoluzione della specifica, in inchiesta pubblica;
- CEI 0-16 e CEI 0-21 – Connessione alle reti di distribuzione;
- WRB 2014-2015 – Classificazione dei suoli (FAO-IUSS) [rif. 8];
- FAO Irrigation and Drainage Paper 56 (Allen et al., 1998) – Modello di bilancio idrico per le colture irrigue.

14. Conclusioni

L’impianto agrivoltaico avanzato “Cuniola”, nel Comune di Ferrara, presenta gli elementi tecnici, agronomici e progettuali per la qualifica di sistema agrivoltaico avanzato ai sensi del D.M. MASE 27/06/2022 e dell’Allegato Tecnico CREA-ENEA [rif. 1] e in coerenza con la specifica tecnica CEI PAS 82-93:2023 [rif. 2]. In sintesi:

- SAU ≥ 82 % per ogni sottocampo, oltre la soglia del 70 % (requisito A.1) [rif. 1];
- LAOR globale 31,77 %, inferiore al limite del 40 % (requisito A.2) [rif. 1];
- Il rapporto è pari a $102,715 / 106,368 = 0,96$, superiore alla soglia di 0,60 (requisito B.2) [rif. 1];



- PLV unitaria post-opera 2,87 volte la PLV ante-opera; margine lordo unitario +167 %; margine lordo aziendale +79,9 % nonostante la riduzione del 32,7 % della SAU coltivata (requisito B.1) [rif. 1];
- Geometria conforme all'altezza minima 2,1 m del Decreto Aree Idonee 21/06/2024 [rif. 5] (requisito C);
- Piano di monitoraggio strutturato con plot di controllo in pieno sole, durata pari alla vita tecnica, conforme al requisito D [rif. 1] e alle indicazioni della CEI PAS 82-93 [rif. 2];
- Irrigazione di soccorso da rete consortile CBPF [rif. 9] con volumi medi 50 mm/anno e sistema a goccia ad alta efficienza, conforme al requisito D.1;
- Mitigazione a verde con specie autoctone padane, in coerenza con la RER ER [rif. 22];
- Piano agronomico di gestione (PGA) e contratti di affitto/comodato con le aziende conduttrici a garanzia della continuità agricola.

Il progetto si configura quindi come un intervento di transizione energetica e di riqualificazione produttiva del territorio, con incremento del valore aggiunto agricolo, della biodiversità funzionale, dell'occupazione locale e della sostanza organica del suolo, senza alterazioni significative del reticolo idraulico, del paesaggio agrario di bonifica e degli usi agricoli prevalenti del comprensorio ferrarese.

Corato, maggio 2026

Il tecnico progettista

Dott. Agr. Michele Loiodice

15. Riferimenti bibliografici e normativi

I riferimenti sono numerati in ordine di citazione nel testo. Per ciascuno sono riportati la fonte primaria, l'URL ufficiale e, dove pertinente, il DOI.

Rif.	Autore / Ente / Decreto	Titolo / Descrizione	URL / DOI
1	MASE-MITE, CREA, ENEA, GSE, RSE (27/06/2022)	Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici. Documento del Gruppo di lavoro coordinato dal Ministero della Transizione Ecologica.	https://www.mase.gov.it/portale/documenti/d/guest/linee_guida_impianti_agrivoltaici-pdf-1

Rif.	Autore / Ente / Decreto	Titolo / Descrizione	URL / DOI
2	Comitato Elettrotecnico Italiano (2023)	CEI PAS 82-93. Sistemi agrivoltaici. Caratteristiche, classificazione, requisiti base, monitoraggio, valutazione della produzione elettrica, sicurezza e O&M. Pubblicazione di carattere sperimentale, sviluppata dal CT 82, GdL 15.	https://mycatalogo.ceinorme.it (vendita CEI)
3	Decreto Legislativo 8 novembre 2021, n. 199	Attuazione della direttiva (UE) 2018/2001 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili (RED II).	https://www.gazzettaufficiale.it
4	MASE, D.M. 22/12/2023 n. 436 ("DM Agrivoltaico"); Decreti dipartimentali n. 233 del 16/05/2024 e n. 251 del 31/05/2024 (Regole operative GSE); D.M. n. 149 del 19/06/2025 (Modifiche al DM 436/2023)	Disciplina degli incentivi agrivoltaici a valere sul PNRR – Investimento 1.1 – M2C2.	https://www.mase.gov.it/portale/-/investimento-1.1-sviluppo-agro-voltaico
5	MASE, D.M. 21/06/2024 ("Decreto Aree Idonee"), pubblicato in G.U. n. 153 del 02/07/2024	Disciplina per l'individuazione di superfici e aree idonee per l'installazione di impianti a fonti rinnovabili.	https://www.gazzettaufficiale.it

Rif.	Autore / Ente / Decreto	Titolo / Descrizione	URL / DOI
6	D.L. 15/05/2024 n. 63 conv. L. 12/07/2024 n. 101 ("DL Agricoltura"); D.L. 175/2025 (art. 11-bis Testo Unico FER); TAR Lazio sentt. nn. 9156, 9157, 9158 del 13/05/2025 (rimessione alla Corte Costituzionale)	Disciplina del fotovoltaico in zona agricola e deroghe per l'agrivoltaico avanzato; questioni di legittimità costituzionale in corso di esame.	https://www.gazzettaufficiale.it ; https://www.giustizia-amministrativa.it
7	ARPAE Emilia-Romagna – Servizio IdroMeteoClima (SIMC)	Tabelle climatologiche per i comuni dell'Emilia-Romagna, periodo 1991-2020. Dataset Eraclito v4.2 (Antolini et al., 2015) e ERG5. Antolini G., Auteri L., Pavan V., Tomei F., Tomozeiu R., Marletto V. (2015), International Journal of Climatology, DOI: 10.1002/joc.4473.	https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/clima/dati-e-indicatori/tabelle-climatiche ; https://dati.arpae.it/dataset/erg5-eraclito
8	Regione Emilia-Romagna – Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli (2021)	Carta dei Suoli della Regione Emilia-Romagna in scala 1:50.000 – Edizione 2021 (settima approssimazione). Catalogo dei Suoli con 466 tipi di suolo classificati secondo Soil Taxonomy 2010/2014 e WRB 1998/2007/2014.	https://geo.regione.emilia-romagna.it/cartpedo/ ; https://datacatalog.regione.emilia-romagna.it/catalogCTA/
9	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara (CBPF)	Comprensorio di 256.733 ha; reticolo di 4.241 km di canali (508 km scolo + 3.162 km uso promiscuo), 78 impianti di scolo e 90 impianti di irrigazione; derivazione totale dal Po 450 milioni di mc/anno (impianti Pilastresi 44 mc/s e Palantone 5,9 mc/s, in derivazione diretta). Regolamento per il servizio di derivazione d'acqua dai canali di bonifica, Deliberazione CdA n. 25 del 30/11/2016. Costituito con L.R. ER 24/04/2009 n. 5.	https://www.bonificaferarra.it

Rif.	Autore / Ente / Decreto	Titolo / Descrizione	URL / DOI
10	R.D. 13/02/1933 n. 215; R.D. 8/05/1904 n. 368; L.R. ER 25/05/1982 n. 42; L.R. ER 6/03/1987 n. 16	Disciplina dei Consorzi di Bonifica e regolamento di polizia idraulica.	https://www.normattiva.it
11	Weselek A., Bauerle A., Hartung J., Zikeli S., Lewandowski I., Hög P. (2021)	Agrivoltaic system impacts on microclimate and yield of different crops within an organic crop rotation in a temperate climate. Agronomy for Sustainable Development, 41(5):59.	DOI: 10.1007/s13593-021-00714-y
12	Marrou H., Wery J., Dufour L., Dupraz C. (2013); Amaducci S., Yin X., Colauzzi M. (2018); Majumdar D., Pasqualetti M.J. (2018); Weselek A. et al. (2019)	Studi sperimentali su variazioni microclimatiche, distribuzione del PAR, evapotraspirazione e rese colturali in sistemi agrivoltaici.	Field Crops Research; Applied Energy; Renewable and Sustainable Energy Reviews
13	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(10):2725-2732. Introduzione del concetto di Land Equivalent Ratio in agrivoltaico.	DOI: 10.1016/j.renene.2011.03.005
14	D.Lgs. 14 agosto 2012 n. 150 (uso sostenibile prodotti fitosanitari) e Piano d'Azione Nazionale (PAN), DM 22/01/2014 e ss.mm.ii.	Quadro normativo per la difesa integrata e l'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari.	https://www.normattiva.it
15	Regione Emilia-Romagna – Servizio Agricoltura	Disciplinari di Produzione Integrata Vegetale (DPI) e Difesa Integrata, aggiornati annualmente.	https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/produzioni-agroalimentari/temi/bio-agro-climambiente/agricoltura-integrata
16	D.Lgs. 29 aprile 2010 n. 75	Riordino e revisione della disciplina in materia di fertilizzanti.	https://www.normattiva.it
17	Reg. (UE) 2021/2115; Piano Strategico della PAC 2023-2027 dell'Italia; BCAA – Buone Condizioni Agronomiche e Ambientali	Quadro PAC vigente; norme BCAA 5 (lavorazioni), 6 (copertura del suolo), 7 (rotazione/diversificazione); ecoschemi.	https://www.reterurale.it ; https://agriculture.ec.europa.eu

Rif.	Autore / Ente / Decreto	Titolo / Descrizione	URL / DOI
18	CREA – Centro Politiche e Bioeconomia (CREA-PB)	Banca dati RICA (Rete di Informazione Contabile Agricola) Italia: PLV, costi variabili, margini lordi per coltura e regione. Bilancio Semplificato RICA. AREA RICA.	https://rica.crea.gov.it ; https://bdr.crea.gov.it ; http://arearica.crea.gov.it ; https://bilanciosemplificatoria.crea.gov.it
19	Direttiva 91/676/CEE – Direttiva Nitrati; D.G.R. ER 1531/2001 e ss.mm.ii. – Programma d’Azione Nitrati Regione Emilia-Romagna	Disciplina della concimazione azotata in zone vulnerabili e ordinarie; massimale di 170 kg N/ha/anno da effluenti zootecnici in zone vulnerabili.	https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it
20	Trommsdorff M., Kang J., Reise C., Schindele S., Bopp G., Ehmann A., Weselek A., Hogy P., Obergfell T. (2021)	Combining food and energy production: Design of an agrivoltaic system applied in arable and vegetable farming in Germany. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 140:110694. Risultati di Land Equivalent Ratio per impianto pilota di Heggelbach.	DOI: 10.1016/j.rser.2020.110694
21	DPR 13/06/2017 n. 120	Regolamento sulla disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo.	https://www.normattiva.it
22	Regione Emilia-Romagna	Rete Ecologica Regionale (RER) dell’Emilia-Romagna; linee guida regionali per le opere di mitigazione a verde con specie autoctone della pianura padana.	https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/parchi-natura2000/rete-ecologica
23	Reg. (UE) n. 1143/2014 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 22 ottobre 2014	Disposizioni volte a prevenire e gestire l’introduzione e la diffusione delle specie esotiche invasive.	https://eur-lex.europa.eu