

Comune di: ROTELLO

Provincia di: CAMPOBASSO

Regione: MOLISE



PROPONENTE

## PODINI S.P.A

Via Lattuada, 30 – 20135 MILANO (MI)

C.F. e P.IVA IT02246400218

OPERA

## PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE AGRIVOLTAICA DI POTENZA NOMINALE PARI A 43.298,50 kWp E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE RTN

**“SOLARE ROTELLO-PIANO DELLA FONTANA”**

OGGETTO

TITOLO ELABORATO:

**PROGETTO AGRIVOLTAICO DI PRECISIONE E OPERE DI MITIGAZIONE FASCIA PERIMETRALE**

DATA:

13/03/2023

N°/CODICE ELABORATO:

Tipologia: REL (RELAZIONI)

**REL 013**

I TECNICI

PROGETTISTI:

EDILSAP s.r.l.  
Via di Selva Candida, 452 - 00166 ROMA  
Ing. Fernando Sonnino Project Manager



Prof. Geol. Alfonso Russi  
Via Friuli, 5 - 06034 FOLIGNO



PROFESSIONISTI:

Dott. Agr. Alberto Dazzi



00	202202141	Emissione per Progetto Definitivo	Dott. Agr. Riccardo Orsini e Dott. Agr. Alberto Dazzi	Prof. Geol. Alfonso Russi	Ing. Fernando Sonnino
N° REVISIONE	Cod. STMG	OGGETTO DELLA REVISIONE	ELABORAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE

Proprietà e diritto del presente documento sono riservati - la riproduzione è vietata

## INDICE

PREMESSA.....	4
1 INQUADRAMENTO DELL'AREA DI PROGETTO .....	6
1.1 Localizzazione geografica .....	6
1.2 Descrizione dell'area .....	8
1.3 Inquadramento catastale .....	10
2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO .....	15
2.1 Dati generali di progetto .....	15
2.2 Criteri di progettazione .....	16
2.3 Layout d'impianto .....	17
2.4 Componenti dell'impianto .....	19
2.4.1 Componenti FV e strutture di sostegno.....	19
2.4.2 Recinzione e fascia perimetrale di mitigazione.....	20
2.4.3 Viabilità interna .....	20
2.4.4 Drenaggio .....	21
3 DEFINIZIONE DEL PIANO AGRONOMICO .....	22
3.1 Aspetti considerati .....	22
3.1.1 Influenza dei pannelli fotovoltaici sulla coltivazione.....	22
3.1.2 Caratteristiche pedoclimatiche del sito.....	23
3.1.3 Caratterizzazione agronomica dell'area .....	24
3.1.4 Possibilità di irrigazione .....	24
3.2 Piano agronomico .....	25
3.3 Tecnica colturale .....	28
3.3.1 Schede colturali .....	28
3.4 Sistemazioni idraulico agrarie.....	33
3.5 Mezzi previsti per l'attività agricola .....	34
3.5.1 Trattrice agricola .....	34
3.5.2 Macchine per la lavorazione del terreno e la semina.....	35
3.5.3 Mietitrebbia particellare .....	37
3.6 Applicazione di tecniche di agricoltura di precisione .....	38
3.6.1 Mappe di produzione .....	38
3.6.2 Mappe di prescrizione.....	39
4 FASCIA PERIMETRALE DI MITIGAZIONE .....	40
4.1 Definizione degli interventi di mitigazione .....	40
4.1.1 Scelta del materiale vegetale .....	41
4.1.2 Messa a dimora .....	41

4.2	Interventi di gestione .....	43
<b>5</b>	<b>CARATTERISTICHE E REQUISITI DEGLI IMPIANTI AGRIVOLTAICI (LINEE GUIDA MITE)</b> .....	<b>45</b>
<b>5.1</b>	<b>Caratteristiche generali</b> .....	<b>45</b>
<b>5.2</b>	<b>Definizioni principali</b> .....	<b>46</b>
<b>5.3</b>	<b>Requisiti degli impianti agrivoltaici</b> .....	<b>47</b>
<b>5.4</b>	<b>Metodologia e verifica dei requisiti per impianto agrivoltaico</b> .....	<b>48</b>
<b>5.5</b>	<b>Verifica del requisito A</b> .....	<b>49</b>
5.6	Verifica del requisito B.....	51
5.7	Verifica del requisito C.....	53
5.8	Verifica dei requisiti D ed E .....	54
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>57</b>
	APPENDICE .....	58
	CME OPERE A VERDE E SISTEMA DI MONITORAGGIO .....	58

## PREMESSA

Il sottoscritto Dott. Agronomo Alberto Dazzi, iscritto all'Ordine dei dottori agronomi e forestali delle province di Pisa, Lucca e Massa-Carrara al n. 522, ha ricevuto incarico di redigere un progetto agronomico, da presentare nell'ambito del procedimento autorizzativo di un progetto di un impianto agrivoltaico. Il fine è quello di progettare i piani di coltivazione da attuare all'interno della superficie disponibile fra i pannelli e la fascia di mitigazione perimetrale, tenute conto delle caratteristiche pedo-agricole dei suoli coinvolti e delle peculiarità del paesaggio agrario locale.

L'azienda proponente è la PODINI S.P.A, società Italiana con sede in Milano.

Il coordinatore scientifico del progetto è il Prof. Geologo Alfonso Russi.

Il progetto in questione prevede la realizzazione di un impianto solare fotovoltaico di potenza nominale pari a 43.298,50 kWp da realizzare in regime agrivoltaico avanzato nel territorio comunale di Rotello (CB), per l'installazione del campo fotovoltaico e dell'interconnessione alla RTN.

Il progetto nel suo complesso ha contenuti economici-sociali importanti e tutti i potenziali impatti sono stati sottoposti a mitigazione.

L'agrivoltaico prevede l'integrazione della tecnologia fotovoltaica nell'attività agricola permettendo di produrre energia e al contempo di continuare la coltivazione delle colture agricole o l'allevamento di animali sui terreni interessati.

L'energia elettrica necessaria dovrà essere parte dell'energia prodotta dal fotovoltaico installato sullo stesso terreno: perché ciò sia possibile, è necessario che siano adottati nuovi criteri di progettazione degli impianti, nuovi rapporti tra proprietari terrieri/agricoltori, nuovi rapporti economici e nuove tecnologie emergenti nel settore agricolo e fotovoltaico.

In riferimento a quanto previsto dalle Linee Guida in materia di impianti agrivoltaici pubblicate dal MITE il 27 Giugno 2022, il presente progetto è definito come impianto agrivoltaico di tipo avanzato in quanto rispondente ai seguenti requisiti:

- **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;

Nello specifico risultano soddisfatti i seguenti parametri:

A.1) Superficie minima coltivata: è prevista una superficie minima dedicata alla coltivazione;

A.2) LAOR massimo: è previsto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola;

- **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;

Nello specifico risultano soddisfatti i seguenti parametri:

B.1) la continuità dell'attività agricola e pastorale sul terreno oggetto dell'intervento;

B.2) la producibilità elettrica dell'impianto agrivoltaico, rispetto ad un impianto standard e il mantenimento in efficienza della stessa.

- **REQUISITO C:** Il sistema agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra per consentire il proseguimento dell'attività agricola su tutta la superficie interessata da progetto
- **REQUISITI D ed E:** Il sistema agrivoltaico è dotato di sistemi di monitoraggio che consentono di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture, la continuità delle attività delle aziende agricole interessate e vari altri parametri;

Nello specifico nel corso della vita dell'impianto agrivoltaico saranno monitorati i seguenti parametri:

D1) il risparmio idrico;

D2) la continuità dell'attività agricola, ovvero: l'impatto sulle colture, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture o allevamenti e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate;

E1) il recupero della fertilità del suolo;

E2) il microclima;

E3) la resilienza ai cambiamenti climatici.

In sintesi, il progetto consente il proseguo delle attività di coltivazione agricola in sinergia ad una produzione energetica da fonti rinnovabili, valorizzando il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi.

Nel caso di studio, le strutture sono posizionate in modo tale da consentire lo sfruttamento agricolo ottimale del terreno. I pali di sostegno sono distanti tra loro 5 m e i pannelli sono rialzati dal terreno (altezza minima di 2,10 m) in modo da permettere la coltivazione anche al di sotto dei pannelli stessi senza ostacolare la meccanizzazione delle operazioni, così da minimizzare le perdite di rendimento annuo in termini di produttività agricola.

# 1 INQUADRAMENTO DELL'AREA DI PROGETTO

## 1.1 Localizzazione geografica

L'area di progetto è situata in Molise, all'interno della Provincia di Campobasso, nel comune di Rotello (Figura 1-1).

Dal punto di vista geomorfologico, la zona si colloca nella sub-regione del Basso Molise, area fortemente agricola caratterizzata da dolci colline, situata al confine con i Monti Dauni e l'Alto Tavoliere delle Puglie e che si estende fino al Mare Adriatico.

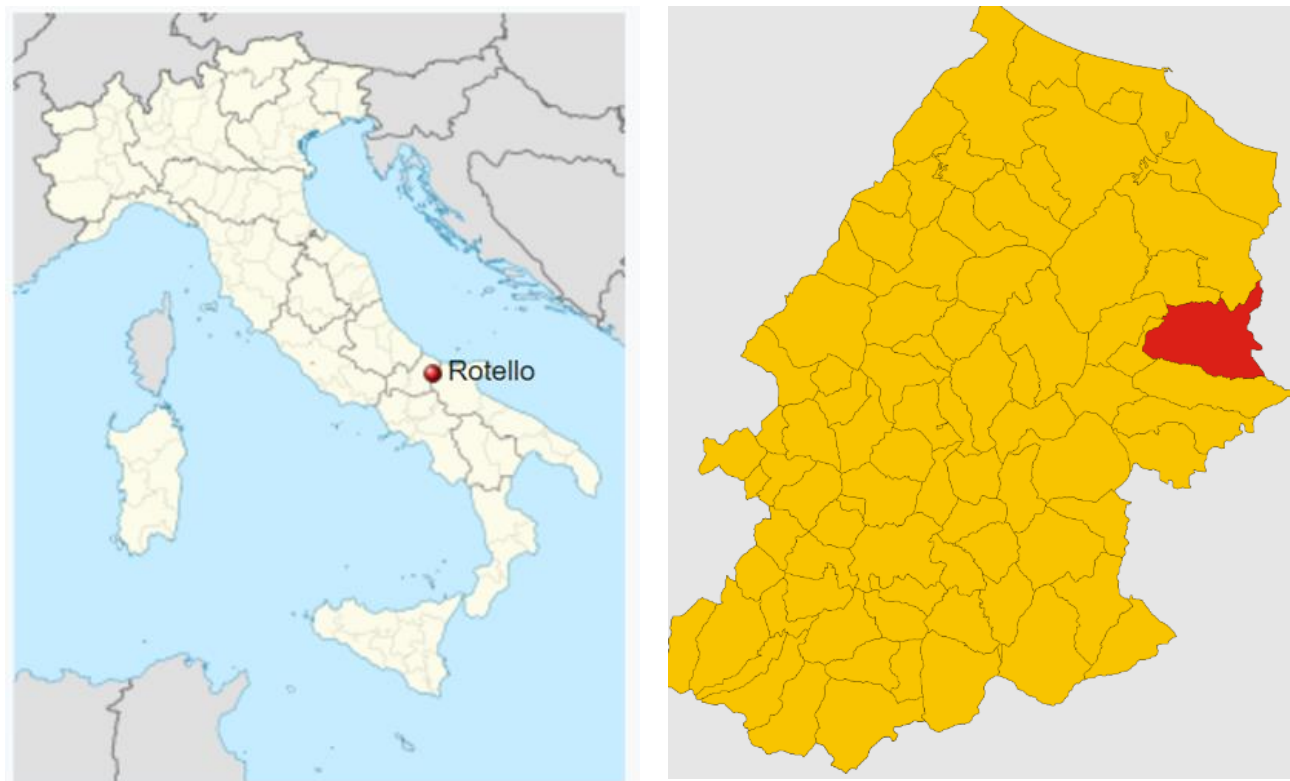


Figura 1-1. Localizzazione del Comune di Rotello.

Il sito di impianto nello specifico si trova in posizione grossomodo centrale rispetto all'estensione amministrativa del Comune.

Rotello confina complessivamente con sette diversi comuni, di cui 5 Molisani (San Martino in Pensilis e Ururi a nord, Montorio nei Frentani e Montelongo a ovest, Santa Croce di Magliano a sud) e 2 Pugliesi (Serracapriola e Torremaggiore a ovest), tutti situati all'interno di un raggio di 5 km dai confini dell'area di intervento (vedi Figura 1-2).

I centri abitati più vicini all'area di progetto sono quelli di Rotello che si trova circa 3 km a sud-ovest e Ururi, circa 5 km a nord, che contano rispettivamente 1.130 e 2.399 abitanti (ISTAT, 2023).



Figura 1-2. Localizzazione dell'area di progetto (in rosso) e confini amministrativi dei Comuni più prossimi.

## 1.2 Descrizione dell'area

Di seguito si riporta l'inquadramento su ortofoto dell'area di progetto nel territorio circostante, con indicazione dei confini di impianto evidenziati in rosso e del percorso dell'elettrodo fino alla SSE in blu.



Figura 1-3. Ortofoto con indicazione perimetro impianto.

Complessivamente l'area di progetto si estende per circa 81 ha e risulta costituita da 10 distinte tessere o lotti, che ricalcano l'andamento degli appezzamenti agricoli preesistenti.

Tali lotti sono stati rinominati progressivamente da lotto 1 a lotto 10 come indicato in Figura 1-4.

L'estensione di ognuno di essi è riportata nella tabella che segue:

Tessera (lotto)	Estensione (ha)	Tessera (lotto)	Estensione (ha)
1	13,42	6	1,96
2	1,38	7	4,44
3	4,84	8	1,13
4	2,42	9	28,3
5	10,77	10	12,53

Tabella 1-1. Estensione delle tessere.





Figura 1-4. Denominazione delle tessere di progetto.

Dal punto di vista morfologico gli appezzamenti presentano tutti un andamento pianeggiante o sub-pianeggiante con pendenze raramente superiori al 5% e una quota variabile a seconda dei lotti considerati all'incirca fra i 150 e i 180 m s.l.m.

L'intera superficie ad oggi risulta impiegata totalmente a seminativo, principalmente per la produzione di cereali e girasole, eccezion fatta per una piccola area di circa 5000 mq impiegata ad oliveto all'interno del lotto 5.

Negli immediati dintorni, in tutte le direzioni sono ampiamente diffusi seminativi e piccoli oliveti (vedi appendice II per inquadramento fotografico).

In generale l'area è caratterizzata da una forte vocazione agricola: l'intero territorio è attivamente coltivato e modellato dall'azione dell'uomo e i pochi caratteri di naturalità residua sono confinati alla vegetazione nei margini dei coltivi e sulle sponde dei corsi d'acqua.

Sono totalmente assenti nuclei abitativi e gli unici fabbricati esistenti nei dintorni dell'area di progetto sono finalizzati alla conduzione agricola dei terreni. Nonostante ciò, l'area risulta ben servita e facilmente raggiungibile grazie al passaggio della Strada Provinciale 78 di Campobasso e ad una fitta rete di viabilità minore in buone condizioni.

### 1.3 Inquadramento catastale

I terreni interessati da progetto ricadono all'interno dei fogli 13, 16, 17, 28 e 29 del comune di Rotello.

La qualità catastale dei terreni è per la maggior parte quella di seminativi non irrigui, confermata anche attraverso i sopralluoghi effettuati sul posto. Nel lotto 5 sono presenti inoltre delle superfici ridotte investite ad oliveto.

Nella tabella che segue (tab.1-2), è riportato il piano particellare dettagliato con indicazione della superficie totale per ogni singola particella.

TESSERE	FOGLIO	PARTICELLA	Coltura accertata	AREA PARTICELLA		
				ETTARI	ARE	CENTIARE
Tessera 1	13	29	SEMINATIVO	0	75	70
	13	33	SEMINATIVO	12	3	0
	13	53	SEMINATIVO	0	63	20
<b>SUPERFICIE TESSERA N.1</b>				<b>13</b>	<b>41</b>	<b>90</b>
Tessera 2	16	57	SEMINATIVO	0	69	30
	16	192	SEMINATIVO	0	33	90
	16	226	SEMINATIVO	0	35	20
<b>SUPERFICIE TESSERA N.2</b>				<b>1</b>	<b>38</b>	<b>40</b>
Tessera 3	16	117	SEMINATIVO	0	20	40
	16	118	SEMINATIVO	0	79	20
	16	119	SEMINATIVO	0	83	0
	16	180	SEMINATIVO	0	39	50
	16	134	SEMINATIVO	0	39	80
	16	309	SEMINATIVO	0	25	0
	16	310	SEMINATIVO	0	93	30
	16	121	SEMINATIVO	1	3	80
<b>SUPERFICIE TESSERA N.3</b>				<b>4</b>	<b>84</b>	<b>0</b>
Tessera 4	16	146	SEMINATIVO	1	2	40
	16	158	SEMINATIVO	0	62	0
	16	162	SEMINATIVO	0	37	90
	16	218	SEMINATIVO	0	39	50

<b>SUPERFICIE TESSERA N. 4</b>				<b>2</b>	<b>41</b>	<b>80</b>
<b>Tessera 5</b>	16	219	SEMINATIVO	0	26	50
	16	161	SEMINATIVO	0	73	20
	16	165	SEMINATIVO	0	27	0
	16	124	SEMINATIVO	1	3	60
	16	138	SEMINATIVO	0	89	30
	16	152	SEMINATIVO	0	29	30
	16	202	SEMINATIVO	0	8	60
	16	246	ULIVETO	0	49	90
	16	111	SEMINATIVO	0	41	50
	16	229	SEMINATIVO	0	41	50
	16	96	SEMINATIVO	1	7	30
	16	88	SEMINATIVO	0	43	60
	16	89	SEMINATIVO	0	77	80
	16	97	SEMINATIVO	0	91	0
	16	83	SEMINATIVO	0	22	40
	16	179	SEMINATIVO	0	5	60
	16	311	SEMINATIVO	0	12	80
	16	312	SEMINATIVO	0	76	80
	16	313	SEMINATIVO	0	12	20
	16	314	SEMINATIVO	1	37	50
<b>SUPERFICIE TESSERA N. 5</b>				<b>10</b>	<b>77</b>	<b>40</b>
<b>Tessera 6</b>	16	140	SEMINATIVO	0	79	60
	16	141	SEMINATIVO	0	97	50
	16	142	SEMINATIVO	0	18	50
<b>SUPERFICIE TESSERA N. 6</b>				<b>1</b>	<b>95</b>	<b>60</b>
<b>Tessera 7</b>	16	66	SEMINATIVO	0	40	60
	16	67	SEMINATIVO	0	39	20
	16	193	SEMINATIVO	0	43	50

	16	46	SEMINATIVO	1	56	40
	16	68	SEMINATIVO	1	21	90
	16	70	SEMINATIVO	0	33	20
	16	71	SEMINATIVO	0	9	0
<b>SUPERFICIE TESSERA N. 7</b>				<b>4</b>	<b>43</b>	<b>80</b>
<b>Tessera 8</b>	16	72	SEMINATIVO	0	12	50
	16	73	SEMINATIVO	1	0	40
<b>SUPERFICIE TESSERA N. 8</b>				<b>1</b>	<b>12</b>	<b>90</b>
<b>TESSERE</b>	<b>FOGLIO</b>	<b>PARTICELLA</b>	<b>Coltura accertata</b>	<b>AREA PARTICELLA</b>		
				<b>ETTARI</b>	<b>ARE</b>	<b>CENTIARE</b>
<b>Tessera 9</b>	28	38	SEMINATIVO	0	53	60
	28	40	SEMINATIVO	0	80	80
	28	47	SEMINATIVO	0	72	40
	28	54	SEMINATIVO	1	9	60
	28	62	SEMINATIVO	0	45	90
	28	63	SEMINATIVO	0	45	0
	28	82	SEMINATIVO	0	66	60
	28	92	SEMINATIVO	0	62	0
	28	137	SEMINATIVO	0	32	10
	29	2	SEMINATIVO	0	81	20
	29	3	SEMINATIVO	0	77	80
	29	4	SEMINATIVO	0	45	20
	29	5	SEMINATIVO	0	97	10
	29	6	SEMINATIVO	0	93	50
	29	101	SEMINATIVO	0	44	0
	29	12	SEMINATIVO	0	93	0
	29	14	SEMINATIVO	1	47	20
	29	36	SEMINATIVO	0	59	10

	29	37	SEMINATIVO	1	41	10
	29	124	SEMINATIVO	0	25	0
	29	125	SEMINATIVO	0	60	0
	29	42	SEMINATIVO	0	13	50
	29	43	SEMINATIVO	1	60	90
	29	23	SEMINATIVO	0	41	40
	29	24	SEMINATIVO	0	82	30
	29	87	SEMINATIVO	0	65	80
	29	17	SEMINATIVO	0	97	30
	29	121	SEMINATIVO	0	82	0
	29	32	SEMINATIVO	0	92	20
	29	33	SEMINATIVO	0	78	70
	29	40	SEMINATIVO	0	71	60
	29	89	SEMINATIVO	0	69	70
	29	47	SEMINATIVO	1	28	50
	29	119	SEMINATIVO	0	76	60
	29	22	SEMINATIVO	0	69	80
	29	27	SEMINATIVO	0	76	50
29	28	SEMINATIVO	0	63	50	
<b>SUPERFICIE TESSERA N. 9</b>				<b>28</b>	<b>2</b>	<b>50</b>
<b>Tessera 10</b>	17	55	SEMINATIVO	0	93	40
	17	57	SEMINATIVO	0	68	90
	17	58	SEMINATIVO	0	70	30
	17	59	SEMINATIVO	0	52	80
	17	163	SEMINATIVO	0	21	80
	17	80	SEMINATIVO	0	69	20
	17	81	SEMINATIVO	0	82	20
	17	82	SEMINATIVO	0	81	10
	17	84	SEMINATIVO	1	14	60

	17	107	SEMINATIVO	1	8	50
	17	108	SEMINATIVO	0	45	50
	17	109	SEMINATIVO	0	95	70
	17	110	SEMINATIVO	0	75	30
	17	111	SEMINATIVO	0	88	90
	17	112	SEMINATIVO	0	84	50
	17	86	SEMINATIVO	0	48	20
	17	180	SEMINATIVO	0	52	10
<b>SUPERFICIE TESSERA N. 10</b>				<b>12</b>	<b>53</b>	<b>0</b>
<b>SUPERFICIE COMPLESSIVA</b>				<b>80</b>	<b>91</b>	<b>30</b>

Tabella 1-2. Inquadramento catastale dell'area.

## 2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

### 2.1 Dati generali di progetto

Nella Tabella 2-1 sono riepilogate in forma sintetica le principali caratteristiche tecniche dell'impianto di progetto.

OGGETTO	DESCRIZIONE
Richiedente	Podini S.P.A.
Luogo di installazione:	Comune di Rotello – Provincia di Foggia
Denominazione impianto:	SOLARE ROTELLO- PIANO DELLA FONTANA
Dati catastali area impianto	Particelle varie nei fogli 13, 16, 17, 28 e 29 del Comune di Rotello
Potenza di picco (MWp):	43.298,50 kWp
Informazioni generali del sito:	Sito ben raggiungibile, caratterizzato da strade esistenti, idonee alle esigenze legate alla realizzazione dell'impianto
ConneSSIONE:	Interfacciamento alla rete mediante soggetto privato nel rispetto delle norme CEI
Tipo strutture di sostegno:	Strutture metalliche in acciaio zincato tipo Trackers monoassiali
Inclinazione piano dei moduli:	-55° +55° tipo Trackers
Tipologia moduli:	Bifacciali
Azimuth di installazione:	0°
Totale Tracker:	2026 (vela 1x28) 586 (vela 1x14)
Totale moduli:	64.932
Caratterizzazione urbanistico vincolistica:	Il PRG del Comune di Rotello colloca le opere di progetto in Zona E (Agricola)

Tabella 2-1. Dati generali di progetto.

## 2.2 Criteri di progettazione

I criteri con cui è stata redatta la progettazione definitiva dell'impianto fotovoltaico fanno riferimento sostanzialmente a:

- rispetto delle normative pianificazione territoriale e urbanistica;
- analisi del PAI;
- scelta preliminare della tipologia impiantistica, ovvero impianto fotovoltaico a terra fisso con tecnologia moduli bifacciali;
- ottimizzazione dell'efficienza di captazione energetica realizzata mediante orientamento dinamico dei pannelli;
- disponibilità delle aree, morfologia ed accessibilità del sito acquisita sia mediante sopralluoghi che rilievo topografico di dettaglio.

Oltre a queste assunzioni preliminari si è proceduto tenendo conto di:

- rispetto delle leggi e delle normative di buona tecnica vigenti;
- soddisfazione dei requisiti di performance di impianto;
- conseguimento delle massime economie di gestione e di manutenzione degli impianti progettati;
- ottimizzazione del rapporto costi/benefici;
- impiego di materiali componenti di elevata qualità, efficienza, lunga durata e facilmente reperibili sul mercato;
- riduzione delle perdite energetiche connesse al funzionamento dell'impianto, al fine di massimizzare la quantità di energia elettrica immessa in rete.



## 2.3 Layout d'impianto

Il layout d'impianto è stato sviluppato secondo le seguenti linee guida:

- rispetto dei confini dei siti disponibili;
- disposizione dei moduli fotovoltaici sulle strutture di sostegno in 2 file verticali;
- zona di rispetto per l'ombreggiamento dovuto ai locali tecnici;
- zona di rispetto al reticolo idrografico;
- zona di rispetto agli elettrodotti;
- zona di rispetto delle infrastrutture;
- rispetto delle colture di particolare pregio presenti.

Nel caso specifico, all'interno dell'area disponibile la continuità dei pannelli è interrotta in vari punti in corrispondenza:

- di una fascia nell'intorno dei tralicci dell'elettrodotto che attraversano la tessera 1, la tessera 4 e la tessera 9 in più punti;
- di un'area interna alla tessera 7 inserita nel PAI in Rischio frane moderate.

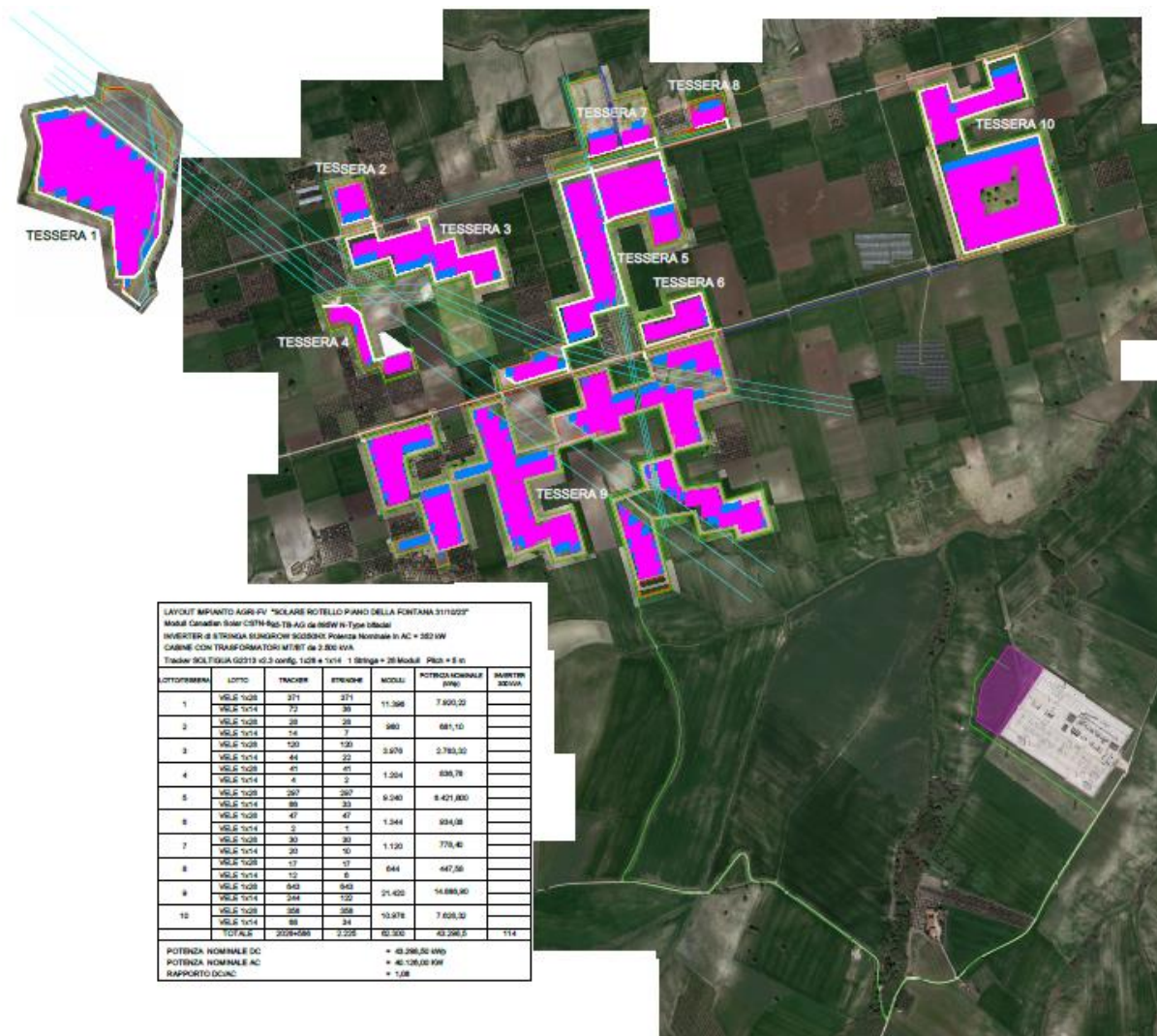


Figura 2-1. Layout d'impianto.

## 2.4 Componenti dell'impianto

Si riportano di seguito le caratteristiche salienti di parte delle componenti dell'impianto che rivestono maggior interesse ai fini della progettazione agronomica.

### 2.4.1 Componenti FV e strutture di sostegno

Il progetto prevede l'impiego di moduli FV bifacciali, modello Canadian solar CS7N-695-TB-AG da 695 W, montati orizzontalmente su di una struttura metallica di tipo tracker est-ovest con fondazione su pali infissi nel terreno in grado di esporre il piano ad un angolo di tilt pari a  $+55^\circ$  /  $-55^\circ$ . La configurazione della struttura tracker è costituita da gruppi di 1x28 o 1x14 moduli che si ripetono lungo l'asse nord-sud.

Le caratteristiche generali della struttura sono:

- Materiale: acciaio zincato a caldo;
- Tipo di struttura: Tracker monoassiale fissato su pali con vele di 1x28 o 1x14 moduli;
- Inclinazione sull'orizzontale  $+55^\circ$  - $55^\circ$ ;
- Esposizione (azimuth):  $0^\circ$ ;
- Altezza min: 2,10 m (rispetto al piano di campagna);
- Altezza max: 4,07 m (rispetto al piano di campagna);
- Pitch: 5 m;
- Distanza minima fra moduli in posizione orizzontale: 2,61 m.

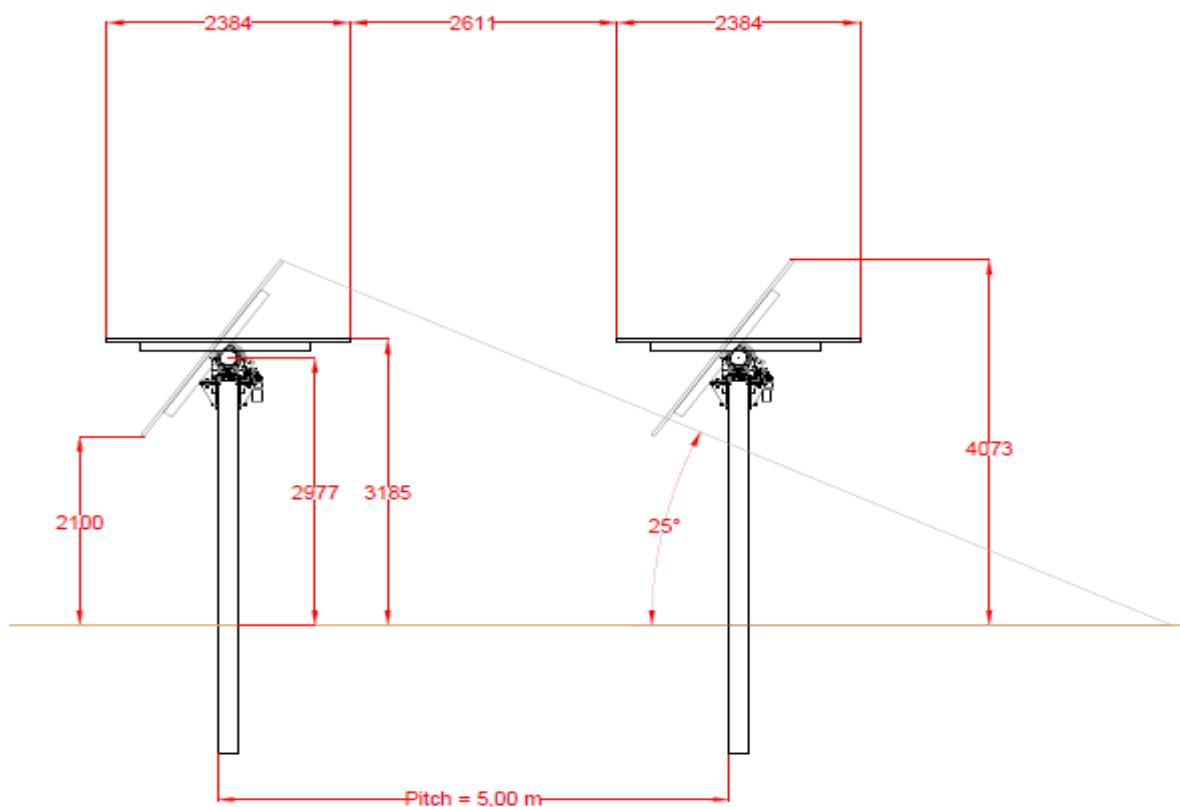


Figura 2-2. Sezione est-ovest delle strutture tracker.

### 2.4.2 Recinzione e fascia perimetrale di mitigazione

È prevista la realizzazione di una recinzione perimetrale a delimitazione dell'area di installazione dell'impianto; sarà formata da rete metallica a pali fissati nel terreno con plinti.

Si prevede che la recinzione sia opportunamente sollevata da terra di circa 30 cm per non ostacolare il passaggio della fauna selvatica.

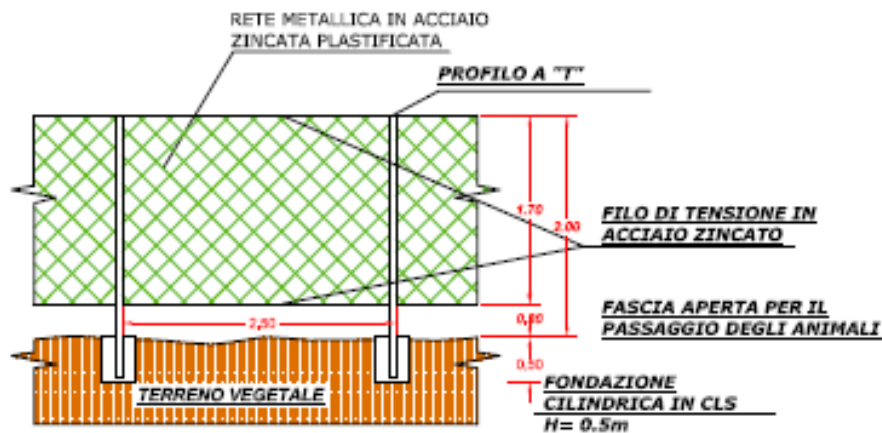


Figura 2-3. Particolare della recinzione.

La recinzione sarà posizionata ad una distanza minima di 6,5 metri dalle strutture tracker; esternamente ad essa sarà posizionata una fascia di mitigazione, larga 5 m, all'interno del sito catastale. Per i dettagli relativi alla progettazione di quest'ultima si rimanda alla REL013. Il perimetro sarà inoltre corredato di opere accessorie, quali impianti di illuminazione e videosorveglianza.

### 2.4.3 Viabilità interna

All'interno del campo sarà realizzata una viabilità interna (larghezza carreggiata netta 4 m) per garantire facile accesso e la possibilità di ispezionare l'area di impianto. La localizzazione della viabilità è indicata all'interno del layout di progetto.

Le opere viarie saranno costituite da una regolarizzazione di pulizia del terreno per uno spessore adeguato, dalla fornitura e posa in opera di geosintetico tessuto non tessuto (se necessario) ed infine della fornitura e posa in opera di pacchetto stradale in misto granulometrico di idonea pezzatura e caratteristiche geotecniche costituito da uno strato di fondo e uno superficiale.

Ai lati della viabilità scorreranno i cavidotti interrati.

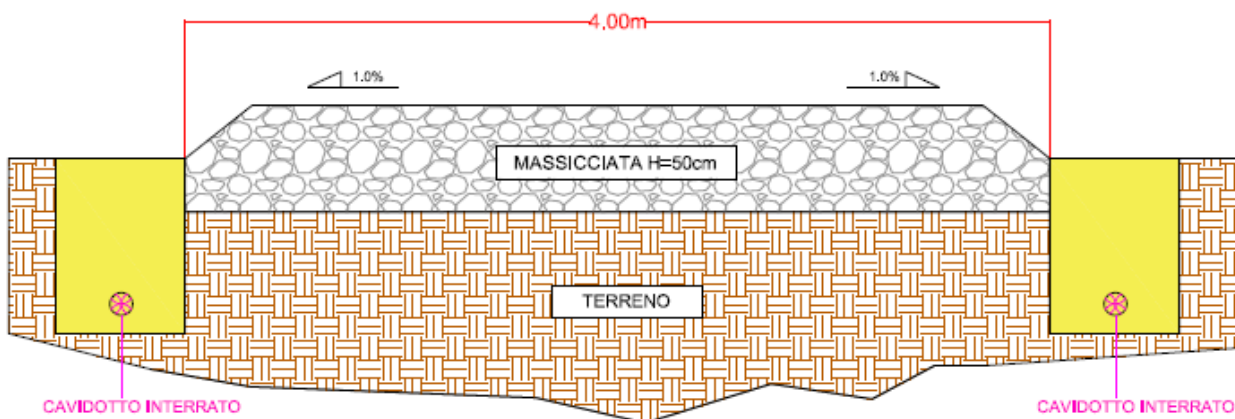


Figura 2-4. Sezione tipo di viabilità interna.

#### **2.4.4 Drenaggio**

Il sistema per la regimazione delle acque meteoriche prevede la regimazione delle acque di ruscellamento superficiale di parte del sito tramite un sistema costituito da canalette a cielo aperto che garantiscono il recapito delle acque meteoriche ai recettori esistenti.

Le canalette di drenaggio sono costituite da semplici fossi di drenaggio ricavati sul terreno a seguito della sistemazione superficiale definitiva dell'area mediante la semplice sagomatura del terreno ed il posizionamento di un rivestimento litoide eseguito con materiale grossolano a protezione dell'erosione del fondo e delle scarpatine laterali.

## 3 DEFINIZIONE DEL PIANO AGRONOMICO

### 3.1 Aspetti considerati

Per la definizione del piano colturale sono stati presi in considerazione diverse aspetti di seguito riassunti.

#### 3.1.1 Influenza dei pannelli fotovoltaici sulla coltivazione

L'installazione di pannelli fotovoltaici su un terreno ad utilizzo agricolo modifica le modalità di coltivazione principalmente per due motivi:

- Riduzione della radiazione diretta a disposizione delle colture;
- Limitazioni al movimento delle macchine agricole per l'ingombro delle strutture di sostegno.

Tale condizione, comunque, è già ampiamente conosciuta nella scienza delle coltivazioni, in quanto tipica delle consociazioni colturali tra specie erbacee e arboree, molto frequenti nel passato e dei sistemi agro-forestali che, per ragioni differenti, stanno diffondendosi in molti areali produttivi.

La copertura totale o parziale di una coltura con pannelli fotovoltaici chiaramente determina una modificazione della radiazione diretta a disposizione delle colture e, in minor misura, le altre condizioni microclimatiche.

Tale modificazione, strettamente correlata dalla densità di copertura, influenza la produzione delle differenti colture in una misura variabile a seconda di:

- Fabbisogno di luce della coltura;
- Tolleranza all'ombreggiamento;
- Altezza della coltura;
- Distribuzione spaziale della "canopy" della coltura;
- Stagionalità dell'attività fotosintetica della coltura.

La densità di copertura, quindi, deve essere determinata al fine di garantire un corretto equilibrio tra efficiente produzione di energia elettrica e redditività dell'utilizzazione agricola.

Anche la struttura di sostegno della copertura fotovoltaica interagisce con le pratiche di coltivazione, risultando più o meno impattante a secondo del "layout" di disposizione della coltura in campo.

Quindi, la scelta delle possibili specie da coltivare al di sotto di coperture fotovoltaiche risulta legata a numerosi aspetti sia fisiologici della pianta, sia agronomici attinenti alle tecniche di coltivazione. La riduzione della radiazione incidente non genera sempre un effetto dannoso sulle colture che, spesso, possono adattarsi alla minore quantità di radiazione diretta intercettata, migliorando l'efficienza dell'intercettazione. La mancanza di studi specifici sulla grande maggioranza delle piante coltivate alle nostre latitudini, tuttavia limita fortemente la valutazione dell'impatto della copertura fotovoltaica sulla produttività delle colture. Va considerato inoltre che un'opportuna regolazione della pendenza dei pannelli durante la stagione colturale può garantire l'ottimizzazione della coesistenza del pannello solare sopra la coltura agraria.

Una prima valutazione non definitiva riportata all'interno delle linee guida del MITE e ricavata sulla base di studi svolti in Germania sul comportamento di differenti colture sottoposte alla riduzione della radiazione luminosa ha consentito di individuare diverse classi di colture in relazione all'impiego in impianti agrivoltaici:

- "Colture non adatte", ovvero piante con un elevato fabbisogno di luce, per le quali anche modeste densità di copertura determinano una forte riduzione della resa come ad es.

- frumento, farro, mais, alberi da frutto, girasole, ecc.. (queste colture risultano convenientemente impiegabili solo con pitch molto elevati o in condizioni tecniche particolari);
- “Colture poco adatte”, ad es. cavolfiore, barbabietola da zucchero, barbabietola rossa, per le quali una riduzione dell'intensità luminosa comporta perdite in termini di resa;
  - “Colture adatte”, per le quali un'ombreggiatura moderata non ha quasi alcun effetto sulle rese (segale, orzo, avena, cavolo verde, colza, piselli, asparago, carota, ravanello, porro, sedano, finocchio, tabacco);
  - “Colture mediamente adatte” ad es. cipolle, fagioli, cetrioli, zucchine;
  - “Colture molto adatte”, ovvero colture per le quali l'ombreggiatura ha effetti positivi sulle rese quantitative come ad es. patata, luppolo, spinaci, insalata, fave.
- 

La copertura fotovoltaica inoltre presenta anche effetti positivi in senso assoluto: garantisce infatti una certa protezione alle colture dai fenomeni climatici avversi (grandine, gelo, forti piogge) e, nei periodi di maggiore radiazione, la protezione data dal pannello contribuisce a ridurre le possibilità che si verifichi stress idrico, garantendo una riduzione della evapotraspirazione delle colture. Quest'ultimo aspetto è particolarmente apprezzabile in condizioni climatiche come quelle presenti nell'area di progetto, caratterizzate da scarsa piovosità, soprattutto nei periodi più caldi dell'anno.

Nel caso in esame la soluzione tecnica adottata prevede una distanza di 5 m fra i pali di sostegno dei pannelli e lo spazio libero minimo tra una fila e l'altra di moduli, quando questi sono disposti parallelamente al suolo (ovvero nelle ore centrali della giornata), risulta essere pari a 2,6 m.

L'altezza dei pannelli alla massima inclinazione raggiunge un minimo di 2,1 m ed un massimo di 4 m. Risulta pertanto possibile condurre coltivazioni in parte anche al di sotto della proiezione dei pannelli, senza comprometterne l'efficienza fotosintetica.

Data la possibilità di coltivare anche sotto i pannelli, nella scelta delle colture sono state preferite per ovvie ragioni specie sciafile, che si adattano alla coltivazione in mezz'ombra.

A livello di spazi inoltre, non risulta possibile l'impiego di diverse macchine operatrici, trainate o portate, di notevoli dimensioni, tradizionalmente utilizzate nelle operazioni colturali di pieno campo (in special modo macchine per la raccolta come le mietitrebbie).

### 3.1.2 Caratteristiche pedoclimatiche del sito

L'analisi delle caratteristiche pedoclimatiche, descritte all'interno della Relazione Pedoagronomica (REL010) alla quale si rimanda per maggiori approfondimenti, ha consentito di mettere in luce i seguenti aspetti:

- L'area in esame presenta caratteristiche riconducibili a quelle tipiche del clima mediterraneo, caratterizzato da un regime di precipitazioni invernali e primaverili e da aridità estiva, con inverni miti: le principali limitazioni alle colture agrarie sono legate all'aridità che a livello locale si presenta in tarda primavera ed in estate e in generale allo scarso andamento pluviometrico (il totale annuo si aggira intorno ai 400 mm). In tal senso, la presenza dei pannelli apporta un notevole beneficio, contribuendo a ridurre l'evapotraspirazione delle colture e limitando lo stress idrico delle colture;
- La morfologia dei terreni oggetto il progetto è per la quasi totalità pianeggiante o sub pianeggiante e non pregiudica in alcun modo la meccanizzazione agricola degli interventi di coltivazione;
- I terreni di progetto hanno buone potenzialità produttive se condotti attraverso buone pratiche agricole. Si tratta infatti di terreni profondi, ben strutturati, scarsamente salini e ben dotati di nutrienti e di sostanza organica, idonei alla coltivazione di tutte le specie tipicamente coltivate a livello locale.

### **3.1.3 Caratterizzazione agronomica dell'area**

Il paesaggio locale è caratterizzato da una forte frammentazione in appezzamenti agricoli di modeste dimensioni, condotti in parte a seminativo ed in parte ad oliveto.

All'interno dei seminativi trovano ampia diffusione il frumento duro, foraggere e colture industriali di pieno campo (soprattutto girasole).

Sui terreni di progetto nello specifico, si attuano avvicendamenti classici con alternanza di grano duro, girasole, maggese e medicaï inseriti fuori rotazione. Sporadicamente viene coltivato anche coriandolo da seme.

### **3.1.4 Possibilità di irrigazione**

I terreni di progetto sono tutti non irrigui: non sono presenti pozzi o vasche di accumulo e l'area non è servita da consorzi bonifica. Per tale motivo la coltivazione di specie particolarmente esigenti dal punto di vista idrico ed in particolar modo a ciclo estivo-primaverile, risulta sconsigliabile sia tecnicamente che economicamente, considerata anche la scarsa piovosità dell'area.



## 3.2 Piano agronomico

Per la scelta delle specie da impiegare per le coltivazioni, è stata eseguita una valutazione approfondita in merito alle variabili considerate nei precedenti capitoli (spazi a disposizione, fabbisogno in ore luce e in intensità luminosa, fabbisogno idrico, fabbisogno in base alle caratteristiche del suolo).

A seguito di tali valutazioni, si è optato per l'inserimento di una fascia arborea produttiva con olivi all'interno della fascia di mitigazione perimetrale (descritta dettagliatamente nel capitolo 4) e per il mantenimento nella superficie fra i pannelli di coltivazioni erbacee annuali con modifica degli avvicendamenti attualmente adottati, per inserire specie più adatte alla situazione che si verrà a creare al momento dell'installazione della componente fotovoltaica (in particolare la ridotta luminosità). È stato escluso a priori l'inserimento di specie con elevate esigenze luminose (frumento, girasole) o idriche (pomodoro da industria, ortaggi irrigui).

La proposta progettuale nello specifico è rappresentata dal presente avvicendamento di durata quinquennale:

- 1) **CECE;**
- 2) **ORZO/AVENA;**
- 3) **FAVINO;**
- 4) **COLZA;**
- 5) **ORZO/AVENA.**

Nella stesura del piano sono stati rispettati tutti i principali criteri relativi alle successioni colturali indicati dai disciplinari di produzione integrata della Regione Molise, qui di seguito riportati:

- le aziende devono adottare in linea di massima un avvicendamento quinquennale che comprenda almeno tre colture e preveda al massimo un ristoppio per ogni coltura;
- Per le colture che hanno la destinazione a produzione di seme, non è ammesso il ristoppio;
- I cereali autunno-vernini (frumento duro, orzo, ecc) sono considerati colture analoghe ai fini del ristoppio;
- Gli erbai sono considerati agli effetti dell'avvicendamento colture di durata annuale;
- Le colture erbacee poliennali avvicendate e il maggese vengono considerati ai fini del conteggio dell'avvicendamento come una singola coltura;
- Per le colture orticole a ciclo breve è ammissibile la ripetizione di più cicli nello stesso anno e ciascun anno con cicli ripetuti viene considerato come un anno di coltura;
- È ammessa la possibilità di praticare le colture da sovescio e colture intercalari, che non vengono considerate ai fini della successione colturale.

La scelta del piano colturale in particolare ha in particolare tenuto conto dei seguenti aspetti:

- Colture adatte al contesto pedoclimatico;
- Colture realizzabili senza irrigazione;
- Colture adatte a coltivazione in mezz'ombra;
- Mantenimento sul terreno di una buona biodiversità grazie all'impiego di 5 diverse specie di 3 diverse famiglie botaniche;
- Nessun ristoppio;

- Mantenimento quasi costante della copertura del suolo per limitare al massimo i fenomeni erosivi e il rischio di desertificazione;
- Colture meccanizzabili per cui sono rinvenibili macchinari compatibili con strutture fotovoltaiche (vedi paragrafo 3.5).

Relativamente alla copertura del terreno, nella tabella seguente, si riportano i periodi di occupazione del terreno da parte delle diverse colture nel corso degli anni previsti dall'avvicendamento. Come è possibile osservare, restano scoperti solo brevi periodi mai superiori ai 90 giorni nei momenti meno piovosi dell'anno.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1	Cec	Cec	Cec	Cec	Cec	Cec	Cec			Or/av	Or/av	Or/av
2	Or/av	Or/av	Or/av	Or/av	Or/av	Or/av	Or/av			Fav	Fav	Fav
3	Fav	Fav	Fav	Fav	Fav	Fav				Col	Col	Col
4	Col	Col	Col	Col	Col	Col				Or/av	Or/av	Or/av
5	Or/av	Or/av	Or/av	Or/av	Or/av	Or/av	Or/av				Cec	Cec

Tabella 3-1. Occupazione del suolo da parte delle colture.

La rotazione fra le diverse colture avverrà sia a livello temporale che spaziale all'interno dei vari lotti.

Di seguito si riporta la suddivisione delle colture nei diversi spazi nel corso di un ipotetico anno di coltivazione. Va ovviamente considerato che le superfici indicate per le colture erbacee ruotano di anno in anno all'interno dei diversi lotti.

SETTORE	COLTURA	ESTENSIONE COLTIVATA (HA)
TESSERA 1	CECE	11,38
TESSERA 6	CECE	1,39
	<b>TOTALE CECE</b>	<b>12,77</b>
TESSERA 4	COLZA	1,65
TESSERA 9	COLZA	21,39
	<b>TOTALE COLZA</b>	<b>23,04</b>
TESSERA 3	FAVINO	3,50
TESSERA 8	FAVINO	0,74
	<b>TOTALE FAVINO</b>	<b>4,24</b>
TESSERA 2	CEREALE AUTUNNO VERNINO (ORZO/ AVENA)	1,03
TESSERA 5	CEREALE AUTUNNO VERNINO (ORZO/ AVENA)	8,61
TESSERA 7	CEREALE AUTUNNO VERNINO (ORZO/AVENA)	3,39
TESSERA 10	CEREALE AUTUNNO VERNINO (ORZO/AVENA)	10,23
	<b>TOTALE CEREALI</b>	<b>23,26</b>

Tabella 3-2. Ipotetica suddivisione delle colture nel primo anno di coltivazione.

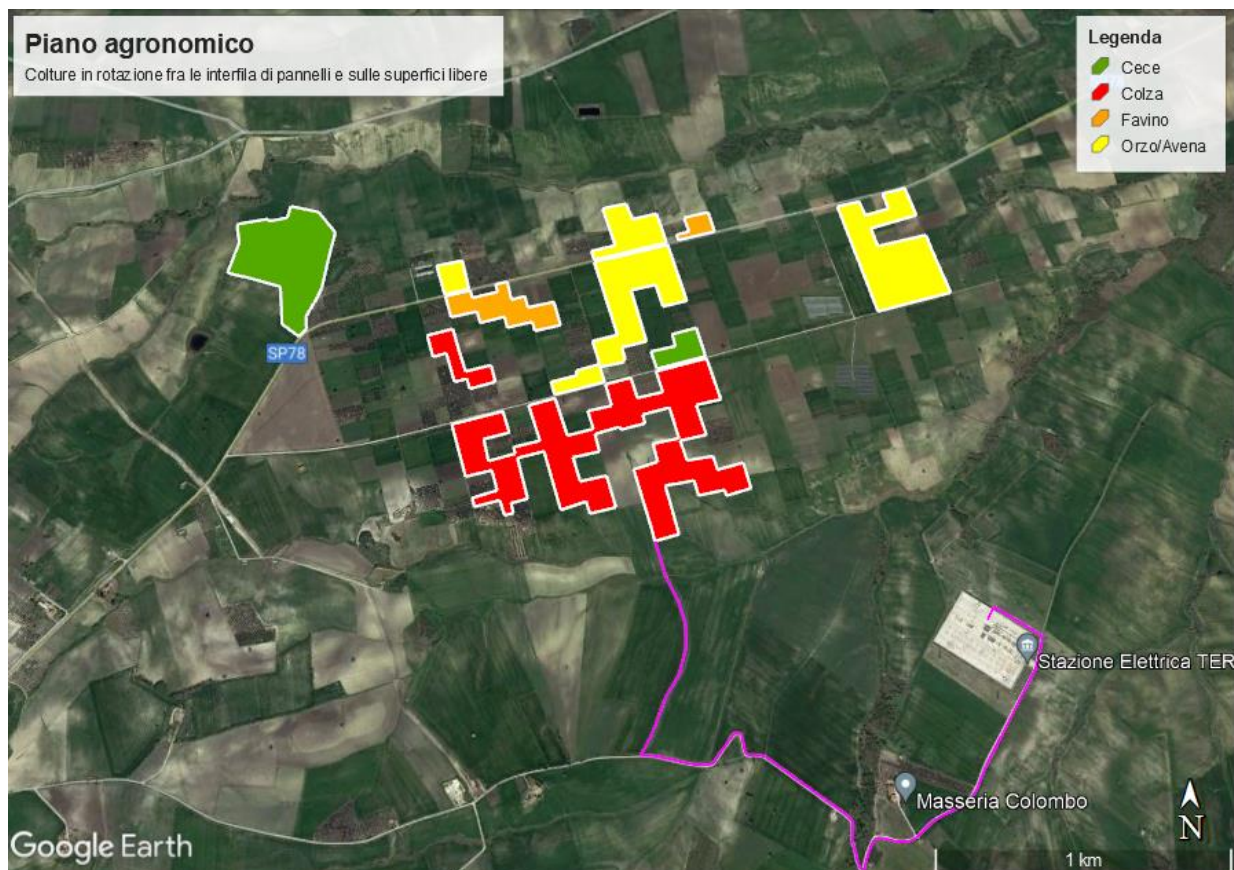


Figura 3-1. Suddivisione delle colture nei diversi lotti.

### 3.3 Tecnica colturale

Nella scelta delle tecniche colturali, andrà posta particolare attenzione nell'adozione di tecniche agronomiche e di lavoro conservative della fertilità dei terreni.

In particolare, ove le condizioni tecniche lo consentano, saranno preferibilmente adottati i seguenti criteri di lavoro:

- Nella preparazione dei terreni l'impiego di minima lavorazione (profondità non superiori a 15-20 cm) fino anche della semina su sodo per i cereali autunno-vernini e le leguminose che ben rispondono a tale tecnica. Ove fosse necessario eseguire operazioni di ribaltamento delle zolle, ad esempio per interventi di incorporamento di ammendamenti o colture da sovescio nel suolo, va preferito l'intervento con attrezzature che non creano suola di lavorazione (ad esempio aratro-ripuntatore);
- Controllo delle erbe infestanti prioritariamente mediante mezzi meccanici (ad esempio erpice strigliatore sui cereali autunno-vernini) e agronomici (avvicendamenti ampi e pratica di falsa semina) e solo in ultima battuta attraverso l'impiego di prodotti fitosanitari a basso impatto ambientale.

Data l'altezza dei tracker, la coltivazione sarà portata avanti anche al di sotto della proiezione dei pannelli fino in prossimità dei pali di sostegno infissi a terra.

#### 3.3.1 Schede colturali

Nei paragrafi che seguono sono riportate alcune nozioni relative alla coltivazione delle principali specie avvicendate inserite all'interno del piano colturale.

##### 3.3.1.1 Orzo e Avena

###### Esigenze pedoclimatiche

L'avena e l'orzo sono specie che si caratterizzano per una notevole rusticità che le rende adattabili alla maggioranza dei tipi di terreno, e grazie alle notevoli dimensioni dei loro apparati radicali possiedono un effetto strutturante e risultano notevolmente resistenti agli stress idrici.

L'avena è meno resistente alle basse temperature rispetto all'orzo e può essere danneggiata dalle alte temperature. Complessivamente entrambe le colture si adattano bene alla mezz'ombra senza cali di rese importanti.

###### Varietà

Nella scelta varietale importanti caratteristiche da considerare sono:

- Resistenza o tolleranza alle basse temperature;
- Resistenza o tolleranza alla siccità;
- Resistenza all'allettamento;
- Resistenza alle malattie;
- Stabilità produttiva;
- Caratteristiche merceologiche;
- Qualitative della produzione.

### Tecnica colturale

La gestione del suolo e le tecniche di lavorazione per la preparazione del letto di semina devono essere finalizzate al suo mantenimento in buone condizioni strutturali preservando il contenuto in sostanza organica e la fertilità e nel contempo migliorando l'efficienza dei nutrienti, favorendo la penetrazione delle acque meteoriche mediante la riduzione delle perdite di acqua per lisciviazione, ruscellamento ed evaporazione, prevenendo l'erosione del suolo. Negli ultimi anni lo studio delle tecniche di lavorazione del terreno ha dimostrato che i cereali autunno vernini si prestano ottimamente all'applicazione di tecniche conservative del suolo.

Diverse sono le modalità di lavorazione, che possono essere utilizzate senza alterazione dei livelli di produzione. Sarà possibile sui terreni oggetto di progetto andare a preparare il letto di semina secondo le seguenti modalità, da valutare di anno in anno a seconda delle condizioni operative:

- minima lavorazione con erpice, a dischi o rotante, ad una profondità di 10-15 cm di profondità;
- lavorazione ridotta a 25-30 cm di profondità;
- lavorazione a due strati, con discissura a 40-60 cm, aratura a 20-25 cm e/o frangizzollatura.

La semina dei cereali autunno vernini viene eseguita con seminatrici a righe. Nel caso di minima lavorazione, o anche di lavorazione ridotta, si possono utilizzare seminatrici combinate con attrezzi ad organi rotanti che preparano il letto di semina a cui sono collegati normali seminatrici dotate di tramoggia, oppure classiche seminatrici meccaniche o pneumatiche, le stesse che si utilizzano normalmente nella semina dopo lavorazioni profonde. La quantità di seme da impiegare può variare per le diverse condizioni pedo-climatiche del territorio di coltivazione, della fertilità del terreno, dell'epoca di semina adottata, ecc. Si può indicativamente raccomandare un investimento compreso tra i 250 ed i 450 semi germinabili a mq.

La coltivazione avviene in asciutta. Orzo e avena sono infatti colture rustiche in termini di fabbisogno idrico ed una buona parte dei loro cicli vitali coincide fra l'altro con i periodi più piovosi dell'anno. Inoltre vanno considerate la forte vocazione cerealicola del sito e le caratteristiche dell'impianto, che consentono la creazione di condizioni di temperatura e umidità favorevoli e la riduzione dell'evapotraspirazione dovuta al parziale ombreggiamento.

La raccolta è eseguita quando la granella ha raggiunto la piena maturazione e la sua umidità è inferiore al 13%, che rappresenta il limite ottimale per una lunga conservazione.

### **3.3.1.2 Favino**

#### Esigenze pedoclimatiche

Il favino è una specie caratterizzata da basse esigenze termiche, con buona tolleranza alle gelate invernali (-3/-4 °C) di breve durata nella fase iniziale della crescita, mentre diventa molto sensibile durante la fioritura, quando possono verificarsi fenomeni di cascola dei fiori. La temperatura minima di germinazione è di 4-6 °C, le temperature ottimali per la fioritura e l'allegagione sono comprese tra 15 e 20°C. Temperature superiori a 22°C favoriscono il rapido indurimento dei grani del baccello della fava, che perde le caratteristiche richieste per il consumo fresco.

Si adatta a diversi tipi di terreno, compresi quelli argillosi, purché ben drenati. I suoli più adatti sono quelli di medio impasto, con pH compreso tra 5,5 e 6,5, ben dotati di sostanza organica. Il favino, si adatta bene anche a terreni sub-alcalini (pH 7-8).

#### Varietà

Per la scelta varietale, è importante considerare l'adattamento della varietà all'ambiente pedoclimatico e l'epoca di semina. Le caratteristiche richieste, varieranno in funzione della destinazione del prodotto: mercato fresco, industria della surgelazione o granella secca. Per il

mercato fresco sono particolarmente richieste varietà precoci e produttive, baccelli lunghi e regolari con semi grossi di color verde tenero. Per la coltura da granella secca, caratteristiche apprezzate sono: l'alto contenuto proteico dei semi, la maturazione contemporanea, il portamento delle piante eretto a maturità, per evitare perdite eccessive di prodotto durante la mietitrebbiatura. Le caratteristiche di rusticità e tolleranza/resistenza alle avversità e alle orobanche sono da considerare in modo prioritario nella scelta varietale.

### Tecnica colturale

Il favino è una coltura da rinnovo con semina autunnale, effettuata dalla fine di settembre a fine ottobre. Nell'avvicendamento, si alternano molto bene ai cereali autunno-vernini, in quanto capaci di lasciare nel terreno un ottimo livello di fertilità fisica e chimica

Le lavorazioni preparatorie possono essere eseguite tramite minima lavorazione eseguita con erpice.

La semina viene effettuata a righe, con una distanza tra le file di 30 cm e sulla fila di 6-7 cm, in tal modo la densità di semina è di circa 50 pt/mq. Si suggerisce una profondità di semina non superiore di 5 cm, profondità superiori inducono un ritardo della fioritura e riduzione dello sviluppo vegetativo. Le quantità di seme necessaria a garantire la densità di semina ottimale, deriva dalle dimensioni del seme e dalla % di germinabilità. La quantità di seme utilizzato varia da 200 a 250 Kg/ha, in funzione delle dimensioni del seme.

Per quanto riguarda le concimazioni, trattandosi di una leguminosa, non è necessario apportare grandi quantità di azoto; attraverso i batteri simbiotici viene, infatti, assimilato azoto atmosferico. L'interramento dei concimi fosfatici va effettuato in presemina. Relativamente al potassio, la naturale dotazione dei terreni di tale elemento, riesce a soddisfare senza particolari problemi le esigenze della coltura.

Le coltivazioni del favino si pratica principalmente in asciutto, in quanto le esigenze idriche non sono elevate, tuttavia in caso di siccità durante la fase di fioritura ed ingrossamento dei frutti è opportuno effettuare irrigazione di soccorso per non pregiudicare la produttività.

Il favino viene normalmente raccolto utilizzando mietitrebbiatrici opportunamente tarate, quando il tenore di umidità del seme è mediamente pari al 12-15%.

### **3.3.1.3 Cece**

#### Esigenze pedoclimatiche

Il cece si adatta ai climi temperato-caldi e presenta buona capacità di adattamento alle basse temperature analoghe a quelle della fava e del pisello. È una pianta arido resistente e quindi si adatta molto bene al clima mediterraneo con scarsa piovosità. La temperatura ottimale di germinazione e crescita è compresa tra 15 e 25 °C. Le basse temperature che si manifestano durante il ciclo non creano particolari problemi quando le piante sono in fase di stasi vegetativa. Temperature oltre i 30°C nel corso della fioritura determinano aborti e cascola fiorale. Il cece predilige terreni ben drenati ma con elevata capacità di immagazzinamento dell'acqua e abbastanza profondi, ove resiste molto bene alla siccità grazie al notevole sviluppo del suo apparato radicale. Il pH ottimale è compreso tra 6,5 e 8, non gradisce i terreni acidi (pH < 6), nei terreni calcarei si verifica ispessimento dei tegumenti e, quindi, maggiore resistenza alla cottura della granella.

#### Varietà

La scelta varietale deve soddisfare esigenze di natura agronomiche e di mercato. Le caratteristiche di rusticità e tolleranza/resistenza alle avversità, produttività e precocità sono da considerare in modo prioritario nella scelta varietale. Per le coltivazioni condotte con semina autunnale, è importante la scelta di varietà tolleranti all'*Ascochyta rabiei* (agente dell'Antracnosi o "rabbia del cece").

Fra le varietà più diffuse e competitive negli areali meridionali si citano la Sultano e la Pascià. Oltre a queste hanno ampia diffusione numerosi ecotipi locali.

### Gestione colturale

La semina può essere effettuata in autunno (ottobre-novembre) o fine inverno (febbraio-marzo), su letti di semina ben affinati. La densità delle piante varia da 25 a 40 piante/mq, in funzione del loro sviluppo. Si effettua, normalmente, la semina a righe attraverso le seminatrici da frumento con una distanza tra le file che varia da 40 a 60 cm e sulla fila tra i semi tra i 5 e i 10 cm. La quantità complessiva di seme per ettaro varia da 100 a 150 kg in funzione del peso medio del seme, dell'epoca di semina e dalla % di germinabilità. La profondità di semina varia da 3 a 5 cm, profondità superiori determinano un ritardo nella fioritura e una riduzione dello sviluppo vegetativo. Il cece è una coltura realizzata principalmente in asciutto, grazie alla notevole capacità di radicazione in profondità, che rende la pianta capace di utilizzare le risorse idriche immagazzinate negli strati profondi del terreno durante la stagione piovosa e completare il ciclo biologico prima che queste siano esaurite.

In fase di crescita di norma il cece non richiede cure colturali particolari: solo in alcuni casi è praticata una leggera rincalzatura al piede delle piante.

La scelta del momento ottimale per la raccolta, tiene conto del contenuto in acqua dei semi, mediamente variabile fra il 12 e il 15%, nonché della percentuale dei semi immaturi e si esegue con le classiche mietitrebbie da frumento.

### **3.3.1.4 Colza**

#### Esigenze pedoclimatiche

La colza si adatta a diversi tipi di terreno, da quello argilloso a quello sabbioso, risulta abbastanza tollerante nei confronti del pH, pur prediligendo valori intorno a 6,5. Preferisce tuttavia terreni di buona struttura, di medio impasto tendenti all'argilloso, profondi e ben drenati.

A livello climatico, si tratta di una specie che si adatta bene ai climi temperato-caldi e a condizioni di aridità.

#### Varietà

Le varietà di colza si distinguono in autunnali o primaverili, a seconda se necessitano o meno di un periodo di basse temperature per passare dalla fase vegetativa a quella riproduttiva. In Molise la semina si effettua in autunno, pertanto è possibile utilizzare entrambe le tipologie. Ai fini della scelta varietale l'anticipo di maturazione è una caratteristica importante in quanto consente di sfuggire alla carenza di umidità nella fase di riempimento del seme. Altri aspetti da prendere in considerazione sono la resistenza allo sgranamento e il contenuto in olio. Le caratteristiche di rusticità e tolleranza/resistenza alle avversità sono da considerare in modo prioritario nella scelta varietale. Per la scelta della varietà più idonea, si rimanda alle valutazioni dei principali caratteri agronomici, merceologici e qualitativi, che tengano conto degli areali di coltivazione e di dati e informazioni di natura tecnico-scientifica disponibili.

### Gestione colturale

L'epoca di semina ottimale varia in funzione delle condizioni pedo-climatiche dell'area, negli ambienti del basso Molise in genere le semine vengono effettuate entro la fine di ottobre. Normalmente si effettua una semina a righe con una distanza di 30 cm tra le file, in modo da avere una densità di semina di circa 70 pt/mq., ponendo il seme ad una profondità di 2-3 cm. E' buona norma evitare le semine troppo fitte o troppo rade in quanto influiscono negativamente sulla qualità delle produzioni, potendo favorire allettamento, scalarità di maturazione, competizione con le infestanti, sensibilità al freddo delle piantine, ecc.

La coltivazione è generalmente praticata in asciutta e non vi è necessità di particolari cure colturali.

La raccolta viene effettuata quando l'umidità della granella è compresa tra il 10 e il 14%. Ritardando l'operazione aumenta il rischio di deiscenza delle silique, con conseguente perdita di prodotto. La raccolta viene effettuata con mietitrebbiatrici da grano regolando opportunamente gli elementi trebbianti.



### **3.4 Sistemazioni idraulico agrarie**

Date le caratteristiche dei terreni di progetto non si registra la necessità di eseguire particolari interventi di sistemazione idraulico-agraria, al di là delle canalette di regimazione connesse alla viabilità interna.

La lieve pendenza (mediamente inferiore al 5%), unita alla buona permeabilità del terreno garantita dalle lavorazioni e dalla copertura vegetale, garantiscono infatti un allontanamento naturale delle acque meteoriche dalla superficie.

Deve essere prestata naturalmente attenzione nell'evitare pratiche che possano favorire fenomeni erosivi quali lavorazioni profonde, ed in generale il mantenimento per lunghi periodi del suolo nudo privo di residui e/o di coltivazioni in atto.

### 3.5 Mezzi previsti per l'attività agricola

In virtù dell'ordinamento colturale adottato, per la conduzione agricola risultano necessari i seguenti mezzi:

- Trattore agricola da frutteto;
- Macchine per le lavorazioni primarie del terreno;
- Macchine per le lavorazioni secondarie del terreno;
- Seminatrici a righe;
- Macchine per la fertilizzazione;
- Mietitrebbia particellare.

Nei paragrafi che seguono saranno trattati sinteticamente alcune delle tipologie di macchine appena elencate in funzione dell'interesse in termini di spazi di manovra.

#### 3.5.1 Trattore agricola

Lo svolgimento delle lavorazioni agricole di ciascuna coltura, richiede necessariamente l'impiego di una trattore gommata.

In considerazione della superficie da coltivare e delle attività da svolgere, la trattore gommata dovrà avere dimensioni contenute (modello da frutteto) ed essere almeno di media potenza (60-80 kW).

Le trattore da frutteto sono dotate di notevole manovrabilità e risultano ottimali per il lavoro all'interno dell'impianto agrivoltaico: grazie alla possibilità della dotazione di cabina bassa possono transitare senza problemi anche sulla superficie sottostante i pannelli in quanto l'altezza della cabina è inferiore anche a quella minima dei pannelli posizionati alla massima inclinazione.

Nella Figura 3-2 sono riportate le caratteristiche dimensionali di una trattore media con cabina ribassata presente sul mercato.

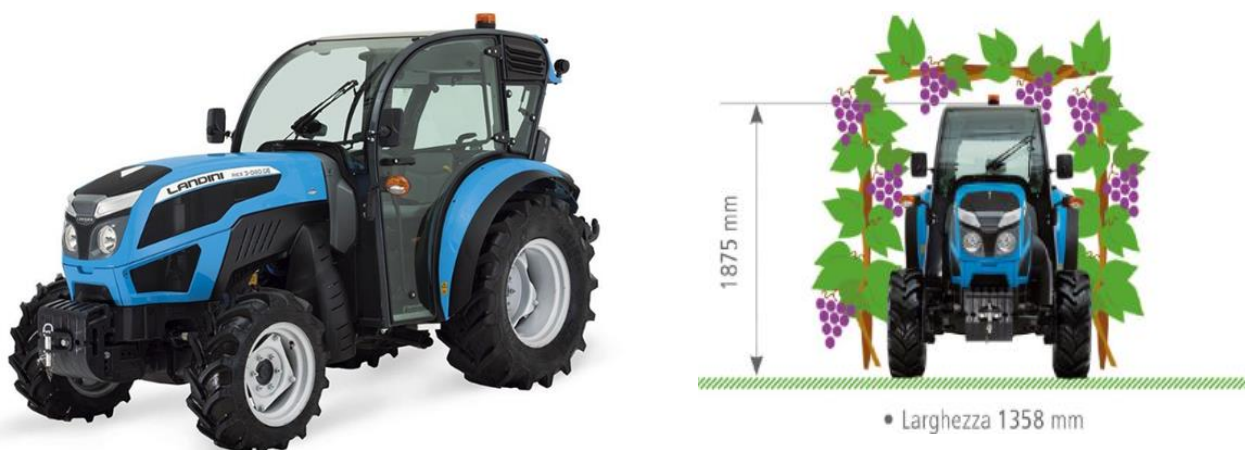


Figura 3-2. Trattore da frutteto (ditta Landini).

Considerato che i filari di pannelli sono indirizzati lungo l'asse N-S, data la conformazione del terreno, i mezzi dovranno operare in alcuni punti in pendenza trasversale. È stato verificato che tale pendenza risulta sempre al massimo poco superiore al 5%, valore a nullo rischio di ribaltamento trasversale.

### 3.5.2 Macchine per la lavorazione del terreno e la semina

Come già specificato nel piano colturale per le operazioni relative alla lavorazione del terreno e alla semina saranno preferibilmente impiegate macchine che consentano di eseguire minima lavorazione. In commercio sono rinvenibili numerosissime tipologie.

Particolarmente interessanti risultano i coltivatori combinati che contengono vari tipi di moduli collegati fra loro consentendo in un'unica passata di effettuare lavorazioni superficiali e affinamento del letto di semina anche in presenza di molti residui e senza creare suole di lavorazione.



Figura 3-3. Coltivatore combinato.

Nella maggior parte delle attrezzature di questo tipo la larghezza di lavoro adattandosi alle necessità operative che si presentano di volta in volta. Il pitch stretto dell'impianto non presenta pertanto un problema.

A ridosso delle strutture di sostegno la gestione del soprassuolo verrà gestita invece con appositi macchinari, avvalendosi ad esempio di una fresa interceppo per le lavorazioni superficiali del terreno (Figura 3-4). La fresa interceppi ha la possibilità di sostituire il gruppo fresa con altri attrezzi sullo stesso telaio (dischi per il rinalzo o lo scalzo, erpice rotante, mini trincia, spollonatore). Pertanto, con un'unica attrezzatura sarà possibile gestire tutte le operazioni di gestione del terreno. In questo modo le lavorazioni del terreno e la semina delle specie erbacee previste saranno portate, per quanto possibile, sino al di sotto dei pannelli, al fine di utilizzare gran parte della superficie coltivabile a disposizione.



Figura 3-4. Fresatrice interceppo per le lavorazioni sulla fila (ditta Cucchi Macchine Agricole).

Per quanto riguarda le operazioni di semina, date le specie scelte, esse possono avvenire tramite seminatrici a righe sia convenzionali che dirette.

Qualsiasi sia la tipologia impiegata, la transitabilità all'interno dei filari è garantita dalla presenza di modelli compatti con larghezze di lavoro idonee alle condizioni in esame. In caso di necessità la semina può inoltre essere spinta anche al di sotto dei pannelli visto che l'altezza massima delle seminatrici resta notevolmente inferiore.

Di seguito si riportano le caratteristiche tecniche di una linea media di seminatrici a righe presente sul mercato.



K4 - SE							
Caratteristiche Tecniche / Technicals Characteristics / Caracteristiques Techniques / Technische daten / Технические характеристики							
Modello Model Modèle Modell Модель	N°Assolcatori N°Coulters N°Socs N°Scharen Количество сошников	Larghezza di Lavoro Working Width Largeur de Travail Arbeitsbreite Ширина захвата	Larghezza Totale Total Width Largeur Gesamtbreite Габаритная ширина	Distanza Interfilare Line Distance Distance entre Lignes Raihenabstand Междурядное расстояние	Capacità tramoggia Hopper Capacity Capacité de Trémie Samenmenge Объем бункера	Ruote Wheels Roues Räder Размер колёс	Peso Weight Poids Gewicht Вес
K4-SE 2000	14	1,75 m	2,00 m	12,5 cm	420 l	600x16"	370 kg
K4-SE 2500	16	2,45 m	2,55 m	15,3 cm	540 l	600x16"	540 kg
K4-SE 3200	22	3,00 m	3,20 m	13,5 cm	700 l	650x16"	700 kg
K4-SE 3700	25	3,50 m	3,70 m	14,0 cm	830 l	10.0/75x15.3"	800 kg
K4-SE 4300	28	4,00 m	4,30 m	14,0 cm	960 l	10.0/75x15.3"	900 kg

Figura 3-5. Caratteristiche di una linea di seminatrici a righe (ditta Sfoggia).

### 3.5.3 Mietitrebbia particellare

Considerate le specie scelte nella realizzazione del piano colturale (cereali, leguminose da granella e un'oleaginosa) tutte le operazioni di raccolta devono essere effettuate mediante mietitrebbia.

Gli spazi interni all'impianto in questo caso possono rappresentare un problema alla circolazione della maggior parte dei modelli in quanto le mietitrebbie presentano di norma dimensioni notevoli sia per altezza che per larghezza di lavoro essendo pensate per operare su vaste superfici aperte.

E' possibile tuttavia rinvenire modelli particellari, studiati per operare in piccoli appezzamenti che per caratteristiche si adattano bene al lavoro all'interno dell'impianto agrivoltaico. Le dimensioni sono idonee a operare agevolmente all'interno dell'impianto: regolando opportunamente l'inclinazione dei pannelli, è possibile operare fino in prossimità dei pali di sostegno

Come per i modelli convenzionali, anche quelli particellari offrono ottime prestazioni in termini di pulizia del prodotto e regolando gli organi lavoranti si adattano con un'unica testata alla raccolta delle diverse colture. Possono inoltre regolarmente montare sensori di raccolta per la mappatura della produzione contribuendo al monitoraggio delle prestazioni agricole dell'impianto (vedi cap. 5).



Dimensioni	
Dimensioni	Lunghezza: a partire da 5700 mm (225") incl. testata falciante con sparticampo Larghezza: a partire da 1500 mm (59", trebbiatura fila centrale), max. 2250 mm (89") Altezza: 2975 mm (117")
Peso	A partire da 3900 kg incl. cabina e testata falciante

Figura 3-6. Caratteristiche dimensionali di una mietitrebbia particellare (ditta Wintersteiger).

## 3.6 Applicazione di tecniche di agricoltura di precisione

Particolarmente interessante, date le dimensioni notevoli dell'appezzamento e il piano agronomico prescelto, risulta l'applicazione nella gestione agricola di tecniche di agricoltura di precisione. Queste ultime consentono, oltre a migliorare notevolmente l'efficienza di gestione delle colture, di raccogliere numerosi dati utili anche ai fini delle azioni di monitoraggio che devono essere previste all'interno degli impianti agrivoltaici (vedi cap.5).

Data la destinazione a seminativo, i mezzi più consono sono legati all'impiego di tecnologie atte a creare mappe di produzione sulla base delle quali è possibile ideare mappe di prescrizioni.

### 3.6.1 Mappe di produzione

Le mappe di produzione sono mappe dei campi in cui viene riportata la resa rilevata per metro quadrato al momento della raccolta. La creazione di mappe di produzione è resa possibile dall'applicazione sulle macchine di raccolta di sensori in grado di registrare, in modo geolocalizzato, quantità, umidità ed eventuali altri parametri qualitativi del prodotto, consentendo di misurare le variazioni di produzione e determinare aspetti qualitativi e sanitari. Successive elaborazioni, svolte automaticamente da dispositivi in commercio consentono di elaborare direttamente le mappe grazie alla georeferenziazione dei dati.



Figura 3-7. Mappatura di produzione di un terreno (ogni gradazione di colore corrisponde ad una determinata resa produttiva nelle diverse zone).

L'impiego di questo tipo di tecnologie assume grande valore in quanto consente di valutare in maniera reale e non stimata l'influenza della presenza dei pannelli sulle produzioni.

Oltre a ciò a livello applicativo, l'individuazione delle variazioni all'interno del campo è molto interessante ai fini di una gestione efficiente dei mezzi tecnici. La conoscenza della variabilità consente infatti di concentrare gli sforzi e i mezzi tecnici (semine, concimi ecc.) nelle aree più produttive grazie all'impiego di mappe di prescrizione abbinate all'impiego di macchine con distribuzione a rateo variabile.

La strumentazione rappresenta un investimento contenuto in rapporto ai benefici apportati. La maggior parte delle mietitrebbie dei macchinari più moderni nascono già con incorporato questo tipo di tecnologia ma anche i modelli più vecchi sono facilmente adattabili installandovi sensori esterni, oggi diffusissimi sul mercato.

### **3.6.2 Mappe di prescrizione**

Le mappe di prescrizione sono uno strumento fondamentale dell'agricoltura di precisione.

Esse vengono realizzate sulla base delle mappe di produzione dividendo l'appezzamento in sotto-aree "omogenee" al cui interno i mezzi tecnici (semi e concimi in genere) sono applicati uniformemente secondo un approccio sito-specifico. Naturalmente l'individuazione delle aree omogenee non deve essere effettuata sui risultati relativi a una singola stagione produttiva ma di più stagioni e su più colture diverse.

La possibilità di distribuire mezzi tecnici in maniera sito-specifica richiede l'impiego di macchine a rateo variabile in grado di seguire le indicazioni georeferenziate fornite tramite la mappa di prescrizione. Anche in questo caso, risulta semplice la ricerca di modelli idonei sul mercato.

## 4 FASCIA PERIMETRALE DI MITIGAZIONE

### 4.1 Definizione degli interventi di mitigazione

Per mitigare la percepibilità dell'impianto dai principali punti di vista, e comunque, per migliorarne l'inserimento ambientale e paesaggistico nel contesto di appartenenza, si prevede esternamente alle recinzioni perimetrali la realizzazione di una siepe di alloro e di un filare di olivi esterno, il tutto all'interno di una fascia larga 5 m.

Gli olivi saranno regolarmente gestiti e mantenuti produttivi secondo le corrette pratiche agricole, andando ad integrare la produttività dell'impianto agrivoltaico.

Le specie selezionate sono perfettamente coerenti con l'ambiente di riferimento e gli olivi nello specifico si inseriscono particolarmente bene in quanto il territorio circostante l'impianto ha una forte vocazione per l'olivicoltura.

L'impiego di olivo e alloro combinati inoltre garantisce due vantaggi importanti:

- Essendo specie sempreverdi, assicurano una schermatura permanente nel corso delle stagioni;
- La combinazione di specie arbustive e arboree è più efficace in termini di schermatura della sola presenza di specie arboree.

Di seguito si riporta lo schema di impianto che sarà adottato nella realizzazione della fascia perimetrale.

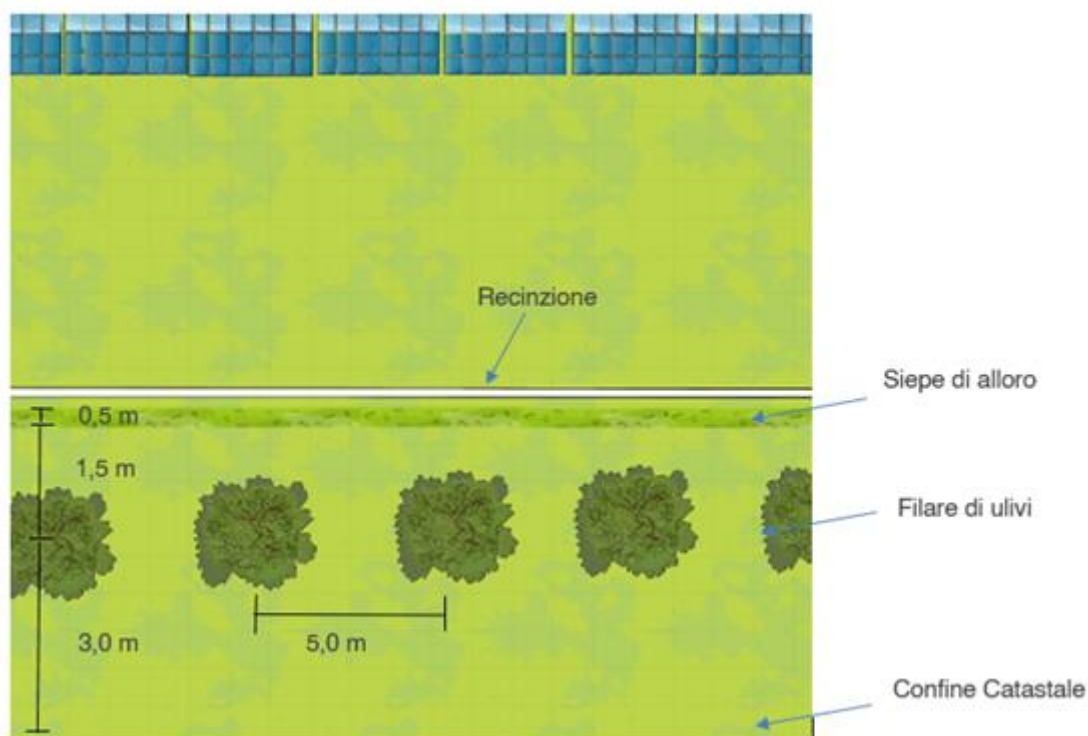


Figura 4-1. Particolare del perimetro di impianto con siepe di alloro e filare di olivi.

La siepe sarà addossata alla recinzione con piantumazione a mezzo metro circa da quest'ultima. Lungo la fila le piantine di alloro disteranno 1 m l'una dall'altra.

Per quanto riguarda gli olivi, il filare sarà disposto all'incirca a 2 m di distanza dalla siepe mentre sulla fila le distanze fra pianta e pianta saranno mantenute intorno ai 5 m. Ovviamente, le misure



dell'interfila sono indicative e possono leggermente variare a seconda della vigoria delle cultivar che in fase di impianto saranno selezionate.

Complessivamente la fascia di mitigazione si estende per una lunghezza complessiva di circa 16.630 m, occupando 8,32 ha di superficie. Il numero di piante previsto stimato risulta pertanto pari a 16.630 allori e 3326 olivi.

#### **4.1.1 Scelta del materiale vegetale**

Dato che per la realizzazione del progetto sono state scelte specie caratteristiche del territorio la messa a dimora delle specie verrà eseguita per piantagione di specie in fitocella, vasi o pani di terra provenienti da vivaai localizzati il più vicino possibile all'area di intervento. Le piante dovranno avere certificazione di origine del materiale di propagazione.

Per gli olivi in particolare sarebbe preferibile l'utilizzo di cultivar tipiche locali come la Gentile di Larino, la Aurina, Oliva Nera di Colletorto o la Rosciola di Rotello. Nell'impossibilità di reperire queste ultime, sono comunque impiegabili cultivar nazionali come il Leccino o il Frantoio.

Per gli interventi di mitigazione è consigliabile l'utilizzo di piantine in fitocella, vasi o pani di terra poiché presentano probabilità di attecchimento maggiori rispetto alle piante a radice nuda e il trapianto può essere eseguito in tutto l'arco dell'anno.

Le piante fornite devono essere sane, ben conformate, prive di difetti o di danni di natura parassitaria o meccanica e avere un apparato radicale sano, ben conformato, vitale e ricco di radici assorbenti. Le piante coltivate in contenitore e in vaso devono essere state allevate nel contenitore o nel vaso per un tempo sufficiente perché lo sviluppo delle radici possa penetrare in maniera sostanziale il substrato senza tuttavia formare la spiralizzazione sul fondo.

Le zolle radicate devono essere compatte e consistenti. Devono essere ben permeate di radici, protette con tela di sacco e con filo metallico non zincato. La tela e il materiale di avvolgimento delle zolle devono essere tale da decomporsi prima di un anno dalla messa a dimora della pianta e non deve impedire l'accrescimento della pianta.

Tutte le piante devono essere contrassegnate da appositi cartellini indicanti la provenienza della specie, secondo le norme vigenti (L. 269 del 22.5.1973).

Per gli olivi, saranno impiegate piante di almeno 4-5 anni di età e con un diametro di almeno 10 cm ad un metro dal colletto.

Per l'alloro, saranno impiegate piante di circa 80-100 cm di altezza.

#### **4.1.2 Messa a dimora**

Le corrette operazioni di messa a dimora risultano di fondamentale importanza per il buon attecchimento delle piante.

Una volta terminata l'installazione dell'impianto, si procederà a un'operazione di discissura lungo le linee che ospiteranno la siepe e il filare, effettuata possibilmente col terreno in condizioni di tempera. La discissura dovrà essere seguita da un'aratura superficiale necessaria per l'interramento di letame o altro ammendante organico che dovrà essere precedentemente distribuito in superficie.

La messa a dimora delle piantine, già assicurate ad un tutore (solitamente già predisposto dai vivaisti), sarà eseguita poi tramite apposite macchine trapiantatrici eventualmente dotate di GPS e fornite di organi assolcatori e chiudisolco, per effettuare l'operazione in un singolo passaggio.

Dato il contesto rurale dell'area con conseguente possibile presenza di fauna selvatica ed in particolare roditori e lepri, sarà bene dotare le piante di shelter protettivi.

Per la messa a dimora è importante rispettare una tempistica ben precisa andando a posizionare le piante nel periodo di riposto vegetativo (autunno inoltrato-inverno), specialmente se si tratta di piante

a radice nuda. In caso di piante con pane di terra questa prescrizione non è necessariamente valida ma è comunque preferibile perché consente alle piante di iniziare ad accrescere le radici sfruttando la buona disponibilità di acqua nel terreno all'uscita dall'inverno.

## 4.2 Interventi di gestione

Di seguito si descrivono gli interventi di gestione da attuarsi per i primi 5 anni del post-impianto che risultano fondamentali per la riuscita degli impianti vegetali, fino al raggiungimento degli obiettivi prefissati (schermatura dell'impianto e ingresso in produzione delle piante di olivo):

### 1° anno

Verrà realizzata la piantumazione delle specie arboree e arbustive sulle aree oggetto di intervento:

Eventuali interventi:

- sfalci periodici finalizzati alla eliminazione delle infestanti e a favorire lo sviluppo delle specie di impianto;
- eventuali irrigazioni di soccorso;
- sostituzione delle fallanze;
- eradicazione ed eliminazione delle specie invasive ed esotiche.

### 2° anno:

- sfalci finalizzati alla eliminazione delle infestanti e a favorire lo sviluppo delle piante;
- sostituzione delle fallanze;
- eventuali irrigazioni di soccorso;
- eradicazione ed eliminazione delle specie legnose esotiche.

### 3° Anno

- sfalci periodici (secondo necessità);
- eventuali irrigazioni di soccorso (secondo necessità);
- eradicazione ed eliminazione delle specie legnose esotiche;
- interventi di potatura di formazione per gli olivi finalizzati all'ottenimento di piante a vaso policonico e prime potature di contenimento sull'alloro.

### 4°-5° anno:

- eventuali sfalci periodici;
- interventi di potatura di formazione;
- eventuali irrigazioni di soccorso (secondo necessità).

### Anni successivi:

Negli anni successivi i filari di olivo inizieranno gradualmente ad entrare in produzione: dovranno pertanto essere sottoposti alle ordinarie cure colturali finalizzate al mantenimento della produttività (potatura di produzione, sfalci dell'inerbimento, concimazione, raccolta, ecc.).

La siepe di alloro, una volta raggiunta l'altezza e la copertura idonea, dovrà essere regolarmente sottoposta a numero 2 potature annue per la regolazione della forma e dello sviluppo vegetativo e ad eventuali concimazioni qualora se ne presentasse necessità.

## 5 CARATTERISTICHE E REQUISITI DEGLI IMPIANTI AGRIVOLTAICI (LINEE GUIDA MITE)

### 5.1 Caratteristiche generali

Un sistema agrivoltaico è un sistema complesso, essendo allo stesso tempo un sistema energetico ed agronomico. In generale, la prestazione legata al fotovoltaico e quella legata alle attività agricole risultano in opposizione, poiché le soluzioni ottimizzate per la massima captazione solare da parte del fotovoltaico possono generare condizioni meno favorevoli per l'agricoltura e viceversa. Ad esempio, un eccessivo ombreggiamento sulle piante può generare ricadute negative sull'efficienza fotosintetica e, dunque, sulla produzione; o anche le ridotte distanze spaziali tra i moduli e tra i moduli ed il terreno possono interferire con l'impiego di strumenti e mezzi meccanici in genere in uso in agricoltura.

Ciò significa che una soluzione che privilegi solo una delle due componenti - fotovoltaico o agricoltura - è passibile di presentare effetti negativi sull'altra.

È dunque importante fissare dei parametri e definire requisiti volti a conseguire prestazioni ottimizzate sul sistema complessivo, considerando sia la dimensione energetica sia quella agronomica.

Un impianto agrivoltaico, confrontato con un usuale impianto fotovoltaico a terra, presenta dunque una maggiore variabilità nella distribuzione in pianta dei moduli, nell'altezza dei moduli da terra, e nei sistemi di supporto dei moduli, oltre che nelle tecnologie fotovoltaiche impiegate, al fine di ottimizzare l'interazione con l'attività agricola realizzata all'interno del sistema agrivoltaico.

Il pattern tridimensionale (distribuzione spaziale, densità dei moduli in pianta e altezza minima da terra) di un impianto fotovoltaico a terra corrisponde, in generale, a una progettazione in cui le file dei moduli sono orientate secondo la direzione est-ovest (angolo di azimuth pari a 0°) ed i moduli guardano il sud (nell'emisfero nord), con un angolo di inclinazione al suolo (tilt) pari alla latitudine meno una decina di gradi; le file di moduli sono distanziate in modo da non generare ombreggiamento reciproco se non in un numero limitato di ore e l'altezza minima dei moduli da terra è tale che questi non siano frequentemente ombreggiati da piante che crescono spontaneamente attorno a loro. Questo pattern - ottimizzato sulla massima prestazione energetica ed economica in termini di produzione elettrica - si modifica nel caso di un impianto agrivoltaico per lasciare spazio alle attività agricole e non ostacolare (o anche favorire) la crescita delle piante.

Un sistema agrivoltaico può essere costituito da un'unica "tessera" o lotto o da un insieme di tessere, anche nei confini di proprietà di uno stesso lotto, o azienda. Le definizioni relative al sistema agrivoltaico si intendono riferite alla singola tessera.

I requisiti agrivoltaici trattati di seguito nel presente documento devono essere rispettate anche a livello di singola tessera.

## 5.2 Definizioni principali

$S_{\text{agricola}}$ : Superficie agricola utilizzata per realizzare le coltivazioni di tipo agricolo, che include seminativi, prati permanenti e pascoli, colture permanenti e altri terreni agricoli utilizzati. Essa esclude quindi le coltivazioni per arboricoltura da legno (pioppeti, noceti, specie forestali, ecc.) e le superfici a bosco naturale (latifoglie, conifere, macchia mediterranea).

$S_{\text{tot}}$ : Superficie di un sistema agrivoltaico: area che comprende la superficie utilizzata per coltura e/o zootecnia e la superficie totale su cui insiste l'impianto agrivoltaico.

$S_{\text{pv}}$ : Superficie totale di ingombro dell'impianto agrivoltaico, somma delle superfici individuate dal profilo esterno di massimo ingombro di tutti i moduli fotovoltaici costituenti l'impianto (superficie attiva compresa la cornice);

$$\text{LAOR} = (S_{\text{pv}} / S_{\text{tot}}) * 100$$

$FV_{\text{agri}}$ : Produzione elettrica specifica di un impianto agrivoltaico: produzione netta che l'impianto agrivoltaico può produrre, espressa in GWh/ha/anno;

$FV_{\text{standard}}$ : Producibilità elettrica specifica di riferimento: stima dell'energia che può produrre un impianto fotovoltaico di riferimento (caratterizzato da moduli con efficienza 20% su supporti fissi orientati a Sud e inclinati con un angolo pari alla latitudine meno 10 gradi), espressa in GWh/ha/anno, collocato nello stesso sito dell'impianto agrivoltaico.

### 5.3 Requisiti degli impianti agrivoltaici

Nella presente sezione sono trattati con maggior dettaglio gli aspetti e i requisiti che i sistemi agrivoltaici devono rispettare al fine di rispondere alla finalità generale per cui sono realizzati, ivi incluse quelle derivanti dal quadro normativo attuale in materia di incentivi.

Possono in particolare essere definiti i seguenti requisiti:

**REQUISITO A:** Il sistema è progettato e realizzato in modo da adottare una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, tali da consentire l'integrazione fra attività agricola e produzione elettrica e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi;

**REQUISITO B:** Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale;

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

**REQUISITO D:** Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate;

**REQUISITO E:** Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che, oltre a rispettare il requisito D, consenta di verificare il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici.

Si ritiene dunque che:

Il rispetto dei requisiti A, B è necessario per definire un impianto fotovoltaico realizzato in area agricola come "agrivoltaico". Per tali impianti dovrebbe inoltre essere previsto il rispetto del requisito D.2.

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

Il rispetto dei A, B, C, D ed E sono pre-condizione per l'accesso ai contributi del PNRR, fermo restando che, nell'ambito dell'attuazione della misura Missione 2, Componente 2, Investimento 1.1 "Sviluppo del sistema agrivoltaico", come previsto dall'articolo 12, comma 1, lettera f) del decreto legislativo n. 199 del 2021, potranno essere definiti ulteriori criteri in termini di requisiti soggettivi o tecnici, fattori premiali o criteri di priorità.

## 5.4 Metodologia e verifica dei requisiti per impianto agrivoltaico

Al fine di poter definire un impianto quale agrivoltaico avanzato con possibile accesso a fondi PNRR è necessaria la verifica dei requisiti A (per ogni tessera di composizione dell'impianto fotovoltaico), B, C, D ed E così come definito dalle Linee Guida del Mite pubblicate il 27/06/2022.

Di seguito gli step che illustrano la metodologia di calcolo attraverso i quali è possibile dimostrare che l'impianto in progetto è classificabile quale impianto agrivoltaico avanzato.

- Individuazione tessere e verifica del requisito A (A.1 e A.2);
- Verifica del requisito B (B.1 e B.2);
- Verifica del requisito C;
- Previsione dei monitoraggi per rispetto dei requisiti D ed E.



## 5.5 Verifica del requisito A

### Requisito A

Il primo obiettivo nella progettazione dell'impianto agrivoltaico è senz'altro quello di creare le condizioni necessarie per non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale, garantendo, al contempo, una sinergica ed efficiente produzione energetica.

Tale risultato si deve intendere raggiunto al ricorrere simultaneo di una serie di condizioni costruttive e spaziali. In particolare, sono identificati i seguenti parametri:

- A.1) Superficie minima coltivata: è prevista una superficie minima dedicata alla coltivazione;
- A.2) LAOR massimo: è previsto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola.

#### A.1 Superficie minima per l'attività agricola

Un parametro fondamentale ai fini della qualifica di un sistema agrivoltaico, richiamato anche dal decreto-legge 77/2021, è la continuità dell'attività agricola, atteso che la norma circoscrive le installazioni ai terreni a vocazione agricola.

Tale condizione si verifica laddove l'area oggetto di intervento è adibita, per tutta la vita tecnica dell'impianto agrivoltaico, alle coltivazioni agricole, alla floricoltura o al pascolo di bestiame, in una percentuale che la renda significativa rispetto al concetto di "continuità" dell'attività se confrontata con quella precedente all'installazione (caratteristica richiesta anche dal DL 77/2021).

Pertanto si dovrebbe garantire sugli appezzamenti oggetto di intervento (superficie totale del sistema agrivoltaico,  $S_{tot}$ ) che almeno il 70% della superficie sia destinata all'attività agricola, nel rispetto delle Buone Pratiche Agricole (BPA).

$$S_{agricola} \geq 0,7 S_{tot}$$

#### A.2 Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR)

Come già detto, un sistema agrivoltaico deve essere caratterizzato da configurazioni finalizzate a garantire la continuità dell'attività agricola: tale requisito può essere declinato in termini di "densità" o "porosità".

Per valutare la densità dell'applicazione fotovoltaica rispetto al terreno di installazione è possibile considerare indicatori quali la densità di potenza (MW/ha) o la percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR).

Nella prima fase di sviluppo del fotovoltaico in Italia (dal 2010 al 2013) la densità di potenza media delle installazioni a terra risultava pari a circa 0,6 MW/ha, relativa a moduli fotovoltaici aventi densità di circa 8 m<sup>2</sup>/kW (ad. es. singoli moduli da 210 W per 1,7 m<sup>2</sup>). Tipicamente, considerando lo spazio tra le stringhe necessario ad evitare ombreggiamenti e favorire la circolazione d'aria, risulta una percentuale di superficie occupata dai moduli pari a circa il 50%.

L'evoluzione tecnologica ha reso disponibili moduli fino a 350-380 W (a parità di dimensioni), che consentirebbero, a parità di percentuale di occupazione del suolo (circa 50%), una densità di potenza di circa 1 MW/ha. Tuttavia, una ricognizione di un campione di impianti installati a terra (non agrivoltaici) in Italia nel 2019-2020 non ha evidenziato valori di densità di potenza significativamente superiori ai valori medi relativi al Conto Energia.

Una certa variabilità nella densità di potenza, unitamente al fatto che la definizione di una soglia per tale indicatore potrebbe limitare soluzioni tecnologicamente innovative in termini di efficienza dei moduli, suggerisce di optare per la percentuale di superficie occupata dai moduli di un impianto agrivoltaico.

Al fine di non limitare l'adozione di soluzioni particolarmente innovative ed efficienti si ritiene opportuno adottare un limite massimo di LAOR del 40 %:

$$LAOR \leq 40\%$$

Per l'esecuzione dei calcoli si è proceduto a calcolare per ogni singolo lotto considerato e per l'area complessiva:

- La superficie  $S_{tot}$  al netto delle tare agricole;
- La superficie totale degli ingombri dei moduli  $S_{pv}$ ;
- La superficie totale coltivabile del sistema agrivoltaico  $S_{agricola}$ ;

e verificati i punti specifici del requisito A:

- A.1)  $S_{agricola} \geq 0,7 S_{tot}$
- A.2)  $LAOR \leq 40\%$ .

Nelle pagine seguenti si riporta il riepilogo dei calcoli eseguiti per singola tessera.

NOME PROGETTO:

**SOLARE ROTELLO PIANO DELLA FONTANA**

		Tessera 1	Tessera 2	Tessera 3	Tessera 4	Tessera 5	Tessera 6	Tessera 7	Tessera 8	Tessera 9	Tessera 10	Totale
SUPERFICIE RECINTATA	ha	12,50	1,10	4,12	1,85	9,62	1,65	3,51	0,80	24,88	11,35	71,38
Fascia mitigazione perimetrale	ha	0,82	0,22	0,61	0,46	1,08	0,30	0,44	0,16	3,21	1,03	8,33
<b>Superficie totale in DDS a disposizione del Progetto (include fascia mitigazione)</b>	ha	13,419	1,384	4,840	2,418	10,774	1,956	4,438	1,129	28,025	12,530	80,913
TARE Agricole: Varie	ha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
TARE Agricole: Aree Boscate o NON coltivate - Aree incolte di vegetazione naturale	ha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
TARE Agricole: Fossi e Canali	ha	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20
TARE Agricole: Strade Interne	ha	0,5927	0,0458	0,5112	0,1606	0,7455	0,2288	0,0867	0,0458	2,5786	0,8145	5,81
<b>Stot = Superficie Recintata - TARE Agricole</b>	ha	<b>11,71</b>	<b>1,05</b>	<b>3,61</b>	<b>1,69</b>	<b>8,87</b>	<b>1,43</b>	<b>3,42</b>	<b>0,75</b>	<b>22,30</b>	<b>10,54</b>	<b>65,37</b>

MODULI Canadian Solar Neo N-Type TOPBiHiKu7 - Potenza 695 W	kWp	0,695	0,695	0,695	0,695	0,695	0,695	0,695	0,695	0,695	0,695	0,695
Configurazione tracker - N° file	n	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Configurazione tracker - N° di moduli per fila	n	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Dimensione moduli larghezza (m)	m	1,303	1,303	1,303	1,303	1,303	1,303	1,303	1,303	1,303	1,303	1,303
Dimensione moduli lunghezza (m)	m	2,384	2,384	2,384	2,384	2,384	2,384	2,384	2,384	2,384	2,384	2,384
Spaziatura fra i moduli di un tracker	m	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Distanza moduli sul mozzo (lato largo)	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Distanza tra i moduli sul mozzo motore (lato lungo)	m	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Spazio tra 2 tracker NORD-SUD	m	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
LARGHEZZA STRUTTURA DI SUPPORTO (PALI INFISSI)	m	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
<b>NUMERO TRACKER Lotto (STRINGHE)</b>	<b>n</b>	<b>407</b>	<b>35</b>	<b>142</b>	<b>43</b>	<b>330</b>	<b>48</b>	<b>40</b>	<b>23</b>	<b>765</b>	<b>392</b>	<b>2.225</b>
Numero Moduli Lotto	n	11.396	980	3.976	1.204	9.240	1.344	1.120	644	21.420	10.976	62.300
Potenza Lotto	kWp	7.920,22	681,10	2.763,32	836,78	6.421,80	934,08	778,40	447,58	14.886,90	7.628,32	43.298,50
ratio MWp/ettaro	MWp/ha	0,68	0,65	0,77	0,50	0,72	0,66	0,23	0,59	0,67	0,72	0,66
ratio ettaro/MWp	Ha/M	1,48	1,55	1,31	2,02	1,38	1,53	4,40	1,69	1,50	1,38	1,51

Wp												
Lunghezza STRINGA (direzione N-S)	m	37,504	37,504	37,504	37,504	37,504	37,504	37,504	37,504	37,504	37,504	37,504
Larghezza STRINGA (direzione E-W) Proiezione orizzontale	m	2,384	2,384	2,384	2,384	2,384	2,384	2,384	2,384	2,384	2,384	2,384
Area TRACKER (proiezione a terra in posizione orizzontale)	mq	<b>89,41</b>	<b>89,41</b>	<b>89,41</b>	<b>89,41</b>	<b>89,41</b>	<b>89,41</b>	<b>89,41</b>	<b>89,41</b>	<b>89,41</b>	<b>89,41</b>	<b>89,41</b>
Superficie occupata dai moduli (Spv) in posizione orizzontale	mq	36.389,68	3.129,33	12.696,15	3.844,61	29.505,15	4.291,66	3.576,38	2.056,42	68.398,30	35.048,54	198.936,22
Superficie occupata dai pali della struttura proiettata al suolo (Sproiez)	mq	3.052,83	262,53	1.065,11	322,53	2.475,26	360,04	300,03	172,52	5.738,11	2.940,31	16.689,28
Sistema di accumulo (SC)	mq	0	0	0	0	0	0	0	0	3060	0	3060
Cabine (SC)	mq	124,4	0	72,2	26,1	78,3	0	0	0	220,8	124,4	646,2
Superf NON utilizzata x attività agricole SN=Sproiez+SC	mq	<b>3.177,23</b>	<b>262,53</b>	<b>1.137,31</b>	<b>348,63</b>	<b>2.553,56</b>	<b>360,04</b>	<b>300,03</b>	<b>172,52</b>	<b>9.018,91</b>	<b>3.064,71</b>	<b>20.395,48</b>
Sagricola = SAU = Stot-SN	mq	<b>11,3896</b>	<b>1,0279</b>	<b>3,4951</b>	<b>1,6545</b>	<b>8,6191</b>	<b>1,3892</b>	<b>3,3933</b>	<b>0,7369</b>	<b>21,3995</b>	<b>10,2290</b>	<b>63,3343</b>

**REQUISITO A: l'impianto rientra nella definizione di "agrivoltaico"**

A.1 Rapporto Sagricola/Stot (ha) > 70%

A.2 LAOR (Spv / Stot) < 40%

97,29%	97,51%	96,85%	97,94%	97,12%	97,47%	99,12%	97,71%	95,96%	97,09%	96,88%
31,08%	29,68%	35,18%	22,76%	33,25%	30,11%	10,45%	27,27%	30,67%	33,27%	30,43%

		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Sagricola Minima	Chec k	8,19511	0,73794	2,52616	1,18258	6,21215	0,99764	2,39631	0,52794	15,61098	7,37485	45,76166
Sup MAX occupata dai moduli	Chec k	34.997,50	3.162,60	10.754,20	5.042,10	26.545,20	4.275,60	10.269,90	2.262,60	63.623,40	31.482,10	192.415,20
Numero MASSIMO possibile di TRACKER nel Lotto (da Verifica AFV)	Chec k	391	35	120	56	296	47	114	25	711	352	426
Numero di TRACKER da Layout Grafico	INPU T	407	35	142	43	330	48	40	23	765	392	2225

Tabella 5-1. Calcoli per verifica del requisito A.

## 5.6 Verifica del requisito B

### Requisito B

Il sistema agrivoltaico è gestito, nel corso della vita tecnica dell'impianto, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli. Nel corso della vita tecnica utile devono essere rispettate le condizioni di reale integrazione fra attività agricola e produzione elettrica valorizzando il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi.

In particolare, dovrebbero essere verificate:

- B.1) la continuità dell'attività agricola e pastorale sul terreno oggetto dell'intervento;
- B.2) la producibilità elettrica dell'impianto agrivoltaico, rispetto ad un impianto standard e il mantenimento in efficienza della stessa.

Per verificare il rispetto del requisito B.1, l'impianto dovrà inoltre dotarsi di un sistema per il monitoraggio dell'attività agricola rispettando, in parte, le specifiche indicate al requisito D.

#### *B.1 Continuità dell'attività agricola*

Gli elementi da valutare nel corso dell'esercizio dell'impianto, volti a comprovare la continuità dell'attività agricola, sono:

- L'esistenza e la resa della coltivazione. Al fine di valutare statisticamente gli effetti dell'attività concorrente energetica e agricola è importante accertare la destinazione produttiva agricola dei terreni oggetto di installazione di sistemi agrivoltaici. In particolare, tale aspetto può essere valutato tramite il valore della produzione agricola prevista sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari successivi all'entrata in esercizio del sistema stesso espressa in €/ha o €/UBA (Unità di Bestiame Adulto), confrontandolo con il valore medio della produzione agricola registrata sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari antecedenti, a parità di indirizzo produttivo. In assenza di produzione agricola sull'area negli anni solari precedenti, si potrebbe fare riferimento alla produttività media della medesima produzione agricola nella zona geografica oggetto dell'installazione. In alternativa è possibile monitorare il dato prevedendo la presenza di una zona di controllo che permetterebbe di produrre una stima della produzione sul terreno sotteso all'impianto;
- Il mantenimento dell'indirizzo produttivo. Ove sia già presente una coltivazione a livello aziendale, andrebbe rispettato il mantenimento dell'indirizzo produttivo o, eventualmente, il passaggio ad un nuovo indirizzo produttivo di valore economico più elevato. Fermo restando, in ogni caso, il mantenimento di produzioni DOP o IGP. Il valore economico di un indirizzo produttivo è misurato in termini di valore di produzione standard calcolato a livello complessivo aziendale; la modalità di calcolo e la definizione di coefficienti di produzione standard sono predisposti nell'ambito della Indagine RICA per tutte le aziende contabilizzate.

Allo stato attuale, grazie a sopralluoghi e a colloqui con gli agricoltori che attualmente gestiscono i siti è stato possibile ricostruire il quadro degli avvicendamenti più comunemente praticati sui terreni di progetto: è predominante un avvicendamento classico con grano duro, talvolta per due anni di fila, alternati ad anni in cui i terreni sono lasciati a riposo o sono seminati con girasole o erbai da foraggio. Occasionalmente, è inserita anche la coltivazione del coriandolo da seme. Considerando quindi un avvicendamento con tutte le colture più rappresentative: duro-girasole-erbaio da foraggio-coriandolo, è possibile stimare attraverso una media ponderata la PLV media per ha.

Per l'impianto agrivoltaico il progetto agronomico, dati gli spazi ristretti fra le strutture dei pannelli, prevede il mantenimento della coltivazione dei seminativi con colture erbacee annuali maggiormente adatte al parziale ombreggiamento: orzo, avena, cece, colza e favino. Dal momento che da progetto le colture elencate si alternano occupando le medesime superfici nel corso del tempo, il calcolo della

PLV media è stato effettuato semplicemente dividendo per 5 la somma totale della PLV delle singole colture.

Di seguito si riportano dei quadri economici riassuntivi per permettere un confronto fra l'ordinamento attualmente praticato e quello proposto in fase progettuale (la PLV media per coltura è ricavata dalle elaborazioni delle indagini RICA del CREA a livello nazionale):

Situazione Pre-impianto		Situazione Post impianto	
Coltura	PLV (euro/ha)	Coltura	PLV (euro/ha)
Frumento duro	964	Orzo	779
Girasole	1537	Cece	1620
Erbaio misto da foraggio	768	Favino da granella	1620
Coriandolo da seme	1850	Avena	779
		Colza da granella	1670
<b>Media ponderata</b>	<b>1279,75</b>	<b>Media ponderata</b>	<b>1293,6</b>

Tabella 5-2. Calcolo della PLV media per ha annua pre e post impianto.

Naturalmente tali stime sono puramente indicative dal momento che i prezzi dei prodotti agricoli sono fortemente volatili così come il costo dei mezzi produttivi e l'entità dei premi comunitari. Ad ogni modo, in fase di esercizio la redditività agricola sulle superfici coltivate appare del tutto simile.

Il sistema di monitoraggio delle produzioni descritte per la verifica del parametro D.2 consentirà in fase di esercizio di produrre dei report dettagliati relativamente alla produttività agricola dell'impianto agrivoltaico.

## B.2 Producibilità elettrica minima dell'impianto agrivoltaico

Per la verifica della resa energetica, si considera che l'impianto agrivoltaico debba produrre una quota pari ad almeno il 60% di un impianto fotovoltaico installato sulla medesima area. Di seguito è riportata la sintesi dei calcoli di verifica eseguiti.

### REQUISITO B:

**Il sistema agrivoltaico è esercito in maniera da garantire la produzione di energia elettrica e prodotti agricoli**

#### B.1 Continuità dell'attività agricola e pastorale

Rapporto tra valore della produzione agricola prevista post impianto e produzione agricola media ante impianto (€/ha), considerando:

- il mantenimento dell'indirizzo produttivo
- il passaggio a nuovo indirizzo produttivo di valore economico più elevato

#### B.2 Producibilità elettrica minima $FV_{agri} > 0,6 \times FV_{standard}$

Producibilità annua AgriFV (da PVSyst)  $FV_{agri}$

Producibilità annua FVstandard (da PVGIS)  $FV_{standard}$

**$FV_{agri} / FV_{standard}$**

	GWh/anno	GWh/ha/anno
75	75	0,93
116,255	116,255	1,44
<b>OK</b>		<b>0,65</b>

**NOTA:** per il calcolo della Producibilità standard è stato considerato il worst case della tabella n. 5 delle Linee Guida Densità Potenza = 1MW/ha (riga 3)

Tabella 5-3. Verifica del requisito B.2.

## 5.7 Verifica del requisito C

### 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: in sintesi, per effetto delle scelte di configurazione spaziale dell'impianto, l'intera area destinata a coltura oppure ad attività zootecniche coincide con l'intera area del sistema agrivoltaico e non è ridotta ad una parte di essa.

Affinchè possa dirsi rispettato il requisito C, le Linee Guida individuano dei valori minimi di altezza dei moduli:

- 1,3 metri nel caso di attività zootecnica (altezza minima per consentire il passaggio con continuità dei capi di bestiame);
- 2,1 metri nel caso di attività colturale (altezza minima per consentire l'utilizzo di macchinari funzionali alla coltivazione).

Nel progetto in questione, il parametro è pienamente rispettato (Figura 2-2) ed è prevista coltivazione su tutta l'area a disposizione anche al di sotto dei pannelli.

## 5.8 Verifica dei requisiti D ed E

### Requisiti D ed E

I valori dei parametri tipici relativi al sistema agrivoltaico dovrebbero essere garantiti per tutta la vita tecnica dell'impianto.

L'attività di monitoraggio è quindi utile sia alla verifica dei parametri fondamentali, quali la continuità dell'attività agricola sull'area sottostante gli impianti, sia di parametri volti a rilevare effetti sui benefici concorrenti.

Gli esiti dell'attività di monitoraggio, con specifico riferimento alle misure di promozione degli impianti agrivoltaici innovativi citate in premessa, sono fondamentali per valutare gli effetti e l'efficacia delle misure stesse.

A tali scopi le Linee Guida prevedono che, ai fini della fruizione di incentivi statali e PNRR, sia installato un adeguato sistema di monitoraggio che permetta di verificare le prestazioni del sistema agrivoltaico con particolare riferimento alle seguenti condizioni di esercizio:

- D.1) Il risparmio idrico;
- D.2) La continuità dell'attività agricola, ovvero: l'impatto sulle colture, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture o allevamenti e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate;
- E.1) Monitoraggio del recupero della fertilità dei suoli;
- E.2) Monitoraggio del microclima;
- E.3) Monitoraggio della resilienza ai cambiamenti climatici.

#### D.1 Risparmio idrico

Nessuna delle coltivazioni attualmente praticate sui terreni di progetto, né di quelle selezionate per il piano agrivoltaico è irrigua. Non risulta pertanto possibile un termine di paragone per il calcolo del miglioramento apportato dall'installazione dell'impianto agrivoltaico in termini di risparmio idrico per le coltivazioni. E' ad ogni modo prevista l'installazione di centraline per il monitoraggio delle modifiche apportate dai moduli al microclima, che consentiranno di compiere una stima relativa alla riduzione di evapotraspirazione delle colture (vedi parametro E2).

#### D.2 Continuità dell'attività agricola

Nel corso della vita dell'impianto, saranno monitorati i dati relativi alle produzioni agricole ad ettaro

Tutte le colture previste si prestano bene al monitoraggio delle produzioni ottenute dal momento che le mietitrebbie moderne (anche quelle parcellari previste nel presente progetto) possono montare sistemi in grado di quantificare con notevole precisione la quantità di prodotto raccolto e che è specificamente prevista la realizzazione di mappe di produzione. Il confronto della produzione reale ottenuta all'interno del campo fotovoltaico con le medie delle aree circostanti è dunque facilmente eseguibile.

Inoltre, dal momento che all'interno delle aree interne ai lotti vi sono anche superfici non occupate dai filari di pannelli (ad esempio in corrispondenza del passaggio degli elettrodotti), è possibile impiegare direttamente la produzione di queste aree come termine di paragone: in tal modo il confronto viene eseguito a perfetta parità di pratiche colturali e condizioni pedologiche risultando estremamente significativo.

I risultati del monitoraggio eseguito sulle produzioni saranno riportati in una relazione tecnica asseverata a cura di un agronomo da redigersi con cadenza annuale. Alla relazione per maggiore completezza, sarà allegato il quaderno di campagna che raccoglie il piano colturale dettagliato e tutte le cure colturali susseguitesesi nel corso dell'anno.



### E.1 Monitoraggio del recupero della fertilità del suolo

Per recupero della fertilità del suolo si intende il recupero dei terreni non coltivati, che potrebbero essere restituiti all'attività agricola grazie alla incrementata redditività garantita dai sistemi agrivoltaici. Deve in particolare essere previsto il monitoraggio delle attività agricole svolte con particolare attenzione nel caso in cui contestualmente alla realizzazione dell'impianto agrivoltaico sia ripresa la coltivazione su superfici non utilizzate negli ultimi 5 anni o più.

Tale aspetto non riguarda il presente progetto dal momento che tutte le superfici impiegate sono attualmente gestite e coltivate con avvicendamenti di colture erbacee annuali. Ad ogni modo, il monitoraggio dell'attività svolta sarà comunque garantito per l'intera superficie interessata secondo le modalità già descritte per il rispetto del requisito D.2.

### E.2 Monitoraggio del microclima

Il microclima presente nella zona ove viene svolta l'attività agricola è importante ai fini della sua conduzione efficace.

Infatti, l'impatto di un impianto tecnologico fisso o parzialmente in movimento sulle colture sottostanti e limitrofe è di natura fisica: la sua presenza diminuisce la superficie utile per la coltivazione in ragione della palificazione, intercetta la luce, le precipitazioni e crea variazioni alla circolazione dell'aria. L'insieme di questi elementi può causare una variazione del microclima locale che può alterare il normale sviluppo della pianta, favorire l'insorgere ed il diffondersi di fitopatie così come può mitigare gli effetti di eccessi termici estivi associati ad elevata radiazione solare determinando un beneficio per la pianta (effetto adattamento). L'impatto cambia da coltura a coltura e in relazione a molteplici parametri tra cui le condizioni pedoclimatiche del sito.

Per il monitoraggio di tali aspetti, si prevede l'installazione di centraline agrometeorologiche professionali in almeno tre diverse aree in funzione della grandezza dell'impianto (il posizionamento potrebbe avvenire nei lotti di maggiori dimensioni: 1, 9 e 10). In ogni zona prescelta, saranno installate una centralina al di sotto dei moduli fotovoltaici e una nelle immediate vicinanze in aree non coperte dall'impianto per confronto.

Le centraline saranno dotate dei seguenti sensori, con registrazione in vivo dei dati e archiviazione in storici:

- Sensore per misure di temperatura dell'aria e del terreno;
- Sensore per misure di umidità dell'aria e del terreno;
- Pluviometro;
- Anemometro;
- Sensore per misura di radiazione solare.

L'insieme dei dati raccolti saranno impiegati per la stesura di relazioni con cadenza almeno triennale relativa all'influenza dell'impianto sul clima.

### E.3 Monitoraggio della resilienza ai cambiamenti climatici

La produzione di elettricità da moduli fotovoltaici deve essere realizzata in condizioni che non pregiudichino l'erogazione dei servizi o le attività impattate da essi in ottica di cambiamenti climatici attuali o futuri.

Così come stabilito nella circolare del 30 dicembre 2021, n. 32 recante "Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza – Guida operativa per il rispetto del principio di non arrecare danno significativo all'ambiente (DNSH)", sarà prevista in fase esecutiva una valutazione del rischio ambientale e climatico attuale e futuro in relazione ad alluvioni, nevicate, innalzamento dei livelli dei mari, piogge

intense, ecc. per individuare e implementare le necessarie misure di adattamento in linea con il Framework dell'Unione Europea.

## 6 CONCLUSIONI

Attraverso il presente studio è stata realizzata la progettazione dei piani agronomici di coltivazione dell'impianto agrivoltaico e della fascia perimetrale di mitigazione.

Nel processo decisionale sono state tenute in considerazione le caratteristiche pedoclimatiche dei terreni e le peculiarità del paesaggio agrario locale.

Il progetto realizzato nel complesso:

- Prevede il mantenimento della coltivazione dei seminativi con colture erbacee annuali adatte al contesto pedoclimatico e idonee a crescere in condizioni di mezz'ombra garantendo rese soddisfacenti e mantenendo inalterato il livello di produttività dei terreni;
- Prevede l'utilizzo di pratiche agronomiche e di lavoro conservative della fertilità e della sostanza organica dei suoli (lavorazioni conservative, inserimento di specie da sovescio nell'avvicendamento);
- Prevede il mantenimento di strisce di vegetazione spontanea al di sotto delle aree sottese ai pannelli garantendo la presenza di corridoi ecologici utili all'entomofauna e alla biodiversità;
- Prevede l'integrazione di tecnologie di agricoltura di precisione per il monitoraggio delle produzioni e l'ottimizzazione nella distribuzione di mezzi tecnici;
- Arricchisce il patrimonio olivicolo dell'area introducendo filari di varietà locali di olivo all'interno della fascia perimetrale.

## APPENDICE

### CME OPERE A VERDE E SISTEMA DI MONITORAGGIO

Dove non diversamente specificato, i prezzi sono desunti dal Prezziario della Regione Puglia 2023.

N.	Voce	Prezzo unitario (euro)	Quantità	Totale (euro)
1 Indagine di mercato	Fornitura di piantine di 4-5 anni di età (Olea europea) allevate in contenitore, compreso trasporto e scarico a piè d'opera.			
	Piante olivo	25,7/pianta	3326	85.478
2 Inf02.20b	Fornitura di piante arbustive di prima scelta, allevate in contenitore, esenti da malattie e parassitismi, comprensiva del trasporto e scarico a piè d'opera (Laurus nobilis in vaso da 2 litri diametro cm 16)			
	Piante per siepi	12,3/pianta	16630	204.549
3 Inf02.03b	Preparazione del terreno alla semina o al trapianto, consistente in lavorazione meccanica alla profondità di 40 cm, erpicatura ed affinamento meccanico per superfici superiori a 5.000 mq			
	Preparazione terreno per fasce di mitigazione	0,14/mq	83200	11.648
4 Inf 02.12 (prezziario 2019)	Messa a dimora di piccola siepe, comprensiva di: tracciamento, scavo di dimensione idonea, eventuale sistemazione radici spiralizzate, reinterro, formazione di conca di compluvio e primo innaffiamento.			
	Messa a dimora di siepi	11,95/ml	16630	198.729
5 Inf 02.11b (prezziario 2019)	Messa a dimora di arbusti in vaso, comprensiva di: apertura e preparazione buca di dimensione idonea, piantagione, eventuale sistemazione radici spiralizzate, reinterro, formazione di conca di compluvio, primo innaffiamento (vaso con diametro 18-24 cm)			
	Messa a dimora di olivi	9,55/pianta	3326	31.736
6 Inf 02.26b	Garanzia di attecchimento sulle specie vegetali di progetto, compresa la sostituzione delle piante non vegete, con consegna, alla fine del periodo di garanzia, di tutte le piante costituenti l'impianto in buone condizioni vegetative. per un anno: aumento percentuale calcolato sulla somma dei prezzi di messa a dimora e di fornitura della pianta (Percentuale del 50%)			
	Ripristino fallanze	///		260.260
7 Indagine di mercato	Centraline agrometeorologiche professionali con misurazione parametri umidità terreno e aria, temperatura terreno ed aria, radiazione, velocità dell'aria, precipitazioni.			

	Centraline per monitoraggio microclima impianto agrivoltaico	2500/centralina	6	15.000
<b>TOT.</b>				<b>807.400</b>