

IMPIANTO FOTOVOLTAICO EG LAGO SRL E OPERE CONNESSE

POTENZA IMPIANTO 10,30 MWp - COMUNE DI ARGENTA (FE)

Proponente

EG LAGO S.R.L.

VIA DEI PELLEGRINI 22 · 20122 MILANO (MI) · P.IVA: 12084550966 · PEC: eglago@pec.it

Progettazione



TECNOSTUDIO S.R.L. Arch. Diego Zanaica

Via Aquileia, 56 - 35035 Mestrino (PD)
tel.: +39 0499000684 · email: info@tecnostudio-pd.it
PEC: tecnostudio@legalmail.com



QUATTROE S.R.L. Ing. Luigi De Santi

Via Primo Maggio, 12A - 35035 Mestrino (PD)
cell.: 340 3309775 email: info@quattroe.eu

Coordinamento progettuale



SOLAR IT S.R.L.

VIA ILARIA ALPI, 4 · 46100 MANTOVA (MN) · P.IVA: 02627240209 · email: solarit@lamiappec.it

Titolo Elaborato

RELAZIONE AGRONOMICA

LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILENAME	RIFERIMENTO	DATA	SCALA
DEFINITIVO	REL 29	-	-	10/09/24	

Revisioni

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
0	10/09/24		MG	EF	DZ



COMUNE DI ARGENTA (FE)
REGIONE EMILIA ROMAGNA



RELAZIONE AGRONOMICA



INDICE

1. PREMESSA	4
2. CARATTERISTICHE E REQUISITI DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO	5
3. DESCRIZIONE DELL'AREA, DELLE VOCAZIONI AGRICOLE TERRITORIALI.....	10
3.1. Il Piano Urbanistico Generale (P.U.G.) dell'Unione dei Comuni Valli e Delizie (FE).....	10
3.2. Prodotti tipici e prodotti biologici che possono interessare l'Azienda Agricola Manca Francesco.	11
4. CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE, AGRONOMICHE E CLIMATOLOGIA	11
4.1. Pedologia	11
4.2. Precipitazioni e clima.....	12
4.3. Qualità agronomiche	13
4.4. Sistemazioni.....	13
4.5. Tecniche di lavorazione.....	13
4.6. Fertilizzazione	14
4.7. Indicazioni per la scelta delle colture agrarie	14
4.8. Indicazioni per la scelta delle specie forestali	14
5. CARATTERISTICHE NATURALISTICHE.....	16
6. VERIFICA DISPONIBILITA' ED ANALISI DELLA RISORSA IDRICA	16
7. DATI SULLA PRODUZIONE AGRICOLA ESISTENTE.....	16
8. GIACITURA ED OROGRAFIA DELL'AREA.....	18
9. PIANO DI COLTIVAZIONE.....	18
10. DESCRIZIONE DEL LAYOUT GENERALE DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO	18
11. VERIFICA DEL RISPETTO DEL REQUISITO "A"	21
12. VERIFICA DEL RISPETTO DEL REQUISITO "B"	22
13. VERIFICA DEL RISPETTO DEL REQUISITO "C"	22
14. VERIFICA DEL RISPETTO DEL REQUISITO "D"	23
14.1. Caratteristiche delle stazioni agrometeorologiche	23
14.2. Applicazioni in agricoltura	24
14.3. Scelta dei sensori necessari al monitoraggio	24
15. OPERE DI MIGLIORAMENTO FONDIARIO	24
16. TECNICHE DI COLTIVAZIONE, ROTAZIONI CULTURALI, LAVORAZIONI, INTERFERENZE FRA LE COLTIVAZIONI E GLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI, MECCANIZZAZIONE.....	24
16.1. Erba medica.....	26
16.2. Orticole a foglia	26
16.3. Integrazione coltura-fotovoltaico	28
17. IRRIGAZIONE.....	29
18. VALUTAZIONI ECONOMICHE	30

18.1. Conto colturale erba medica	30
18.2. Conto colturale ortaggi a foglia da taglio	31
19. OPERE DI MITIGAZIONE PERIMETRALI	32
20. ALLEGATO 1	32

1. PREMESSA

La presente relazione agronomica ha l'obiettivo di verificare e documentare il rispetto dei requisiti definiti nei documenti "Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici" pubblicato dal Ministero della Transizione Ecologica, e "CEI PAS 82-93 Impianti agrivoltaici" pubblicato dal Comitato Elettrotecnico Italiano, per il progetto presentato dalla società EG LAGO S.r.l.

L'area di Progetto si ubica nell'ambito amministrativo del Comune di Argenta, situato nella Provincia di Ferrara. Il centro abitato più prossimo all'area è quello di Boccaleone, ubicato a Ovest del sito di progetto a una distanza di circa 1700 metri.

Argenta confina coi Comuni di Alfonsine, Baricella, Comacchio, Conselice, Ferrara, Imola, Medicina, Molinella, Portomaggiore, Ravenna e Voghiera.

Argenta sorge sulla sponda sinistra del fiume Reno, a 33 km a sud-est di Ferrara.

Il territorio comunale, esteso lungo tutta la fascia sud-orientale della provincia di Ferrara, al confine con la Città Metropolitana di Bologna e la Provincia di Ravenna, è attraversato da numerosi fiumi o specchi d'acqua come il Fiume Reno, le valli di Campotto e le valli di Comacchio.

Il centro abitato più prossimo all'area è quello di Boccaleone, ubicato ad Ovest del sito di progetto a circa 1700 metri di distanza.

L'intervento in progetto è un impianto agrivoltaico da 10,30 MWp. L'installazione riguarderà un appezzamento di circa 13,50 ettari, di proprietà di Manca Francesco.

I terreni in oggetto sono censiti al foglio 80 mappali 15, 37, 38, 54p, 82, 271 del Catasto Terreni del Comune di Argenta, per una superficie catastale totale di 144.507 m² (Tabella 1).

Il fondo si presenta pianeggiante e sgombro, occupato esclusivamente da residui colturali e vede la presenza, in corrispondenza dell'angolo nord-orientale del lotto, di un fabbricato di tipo rurale, abbandonato e degradato, il quale però risulta non ricompreso nell'area di intervento, ma semplicemente mantenuto nella sua condizione e configurazione attuale.

Tabella 1: elenco mappali e superfici

Foglio	Particella	Superficie catastale (mq)	Superficie agricola utilizzata S.A.U. (mq)
80	15	25.190	25.190
80	37	3.500	3.500
80	38	91.180	91.180
80	54p	58.188	9.870
80	82	11.000	11.000
80	271	3.767	3.767
Totale		192.825	144.507



Figura 1: Ortofoto di inquadramento dell'area in esame

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto agrivoltaico al fine di valorizzare l'intera superficie disponibile. L'intervento è stato progettato modificando l'indirizzo produttivo attuale: da un indirizzo produttivo prevalentemente cerealicolo ad uno principalmente foraggero per quattro anni, intercalati da un anno di produzioni orticole.

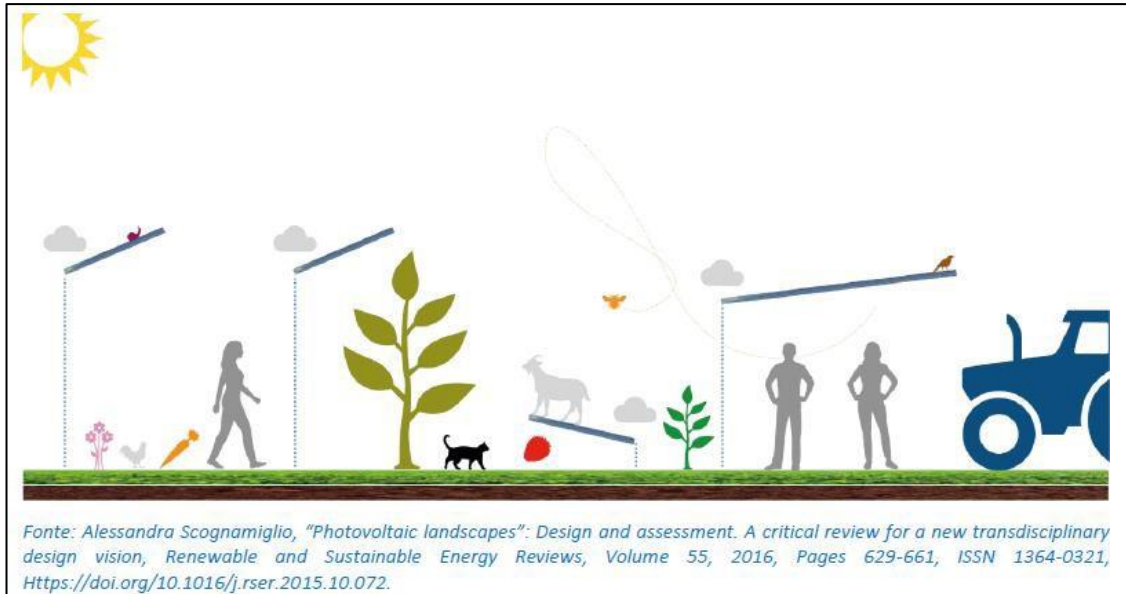
2. CARATTERISTICHE E REQUISITI DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO¹

I sistemi agrivoltaici possono essere caratterizzati da diverse configurazioni spaziali (più o meno dense) e gradi di integrazione ed innovazione differenti, al fine di massimizzare le sinergie produttive tra i due sottosistemi (fotovoltaico e colturale), e garantire funzioni aggiuntive alla sola produzione energetica e agricola, finalizzate al miglioramento delle qualità ecosistemiche dei siti.

Dal punto di vista spaziale, il sistema agrivoltaico può essere descritto come un "pattern spaziale tridimensionale", composto dall'impianto agrivoltaico, e segnatamente, dai moduli fotovoltaici e dallo spazio libero tra e sotto i moduli fotovoltaici, montati in assetti e strutture che assecondino la funzione agricola, o eventuali altre funzioni aggiuntive, spazio definito "volume agrivoltaico" o "spazio poro".

Sia l'impianto agrivoltaico, sia lo spazio poro si articolano in sottosistemi spaziali, tecnologici e funzionali.

¹ Rif. "Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici" pubblicate dal Ministero della Transizione Ecologica



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.

Caratteristiche e requisiti degli impianti agrivoltaici

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.

Definizioni (ex CEI PAS 82-93)

SAU: (Superficie Agricola Utilizzata): La SAU è la superficie agricola utilizzata per realizzare le coltivazioni di tipo agricolo. Essa include seminativi, prati permanenti e pascoli, colture permanenti e altri terreni agricoli utilizzati e comprende invece la superficie delle piantagioni agricole in fase di impianto. La SAU esclude le coltivazioni da legno (pioppeti, noceti, specie forestali, ecc.) e le superfici a bosco naturale (latifoglie, conifere, macchia mediterranea);

S_{agricola}: È la superficie totale del sistema agrivoltaico S_{tot} (4.4.3) al netto della superficie non utilizzata per l'attività agricola S_N (4.4.5). Costituisce quindi la superficie che, dopo l'intervento di installazione di impianto agrivoltaico, resta utilizzata per attività agricola;

S_{tot}: (Superficie di un sistema agrivoltaico): È una parte della Superficie Agricola Utilizzata (SAU) che comprende sia la superficie utilizzata per coltura e/o zootecnia correlata all'impianto agrivoltaico che la superficie totale su cui insiste l'impianto agrivoltaico;

S_N: (Superficie non utilizzata per attività agricola): È la superficie non utilizzata per attività agricola in quanto impedita dalla installazione e dall'esercizio dei vari componenti dell'impianto agrivoltaico;

S_{pv}: (Superficie totale di ingombro dell'impianto agrivoltaico): È la somma delle superfici individuate dalla proiezione al suolo del profilo esterno di massimo ingombro di tutti e soli i moduli fotovoltaici costituenti l'impianto (compresa la cornice). Sono esclusi gli spazi tra i filari dei moduli;

LAOR: (Land Area Occupation Ratio): rapporto tra la superficie totale di ingombro dei moduli di un impianto agrivoltaico (S_{pv}), e la superficie totale occupata dal sistema agrivoltaico (S_{tot}). Il valore è espresso in percentuale;

F_{vagri}: (Energia elettrica prodotta da un impianto agrivoltaico): energia elettrica prodotta in c.a. dall'impianto fotovoltaico che ne fa parte;

F_{vrif}: (Producibilità elettrica di un impianto fotovoltaico di riferimento): energia elettrica producibile in c.a. dall'impianto fotovoltaico di riferimento (par. 3.11), determinata, ai fini di questo documento, utilizzando il Software di calcolo gratuito PVGIS (https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools).

Nel caso di specie, essendo l'impianto in progetto inquadrato come "Agrivoltaico", dovranno essere rispettati i requisiti A e B.

Requisito A: Condizioni costruttive e spaziali

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).**

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

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 m²/kW (ad. es. singoli moduli da 210 W per 1,7 m²). 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 %.

Requisito B: mantenimento dell'indirizzo produttivo

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:

a) 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.

b) 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.

B.2 Producibilità elettrica minima

In base alle caratteristiche degli impianti agrivoltaici analizzati, si ritiene che, la produzione elettrica specifica di un impianto agrivoltaico (FV_{agri} in GWh/ha/anno) correttamente progettato, paragonata alla producibilità elettrica specifica di riferimento di un impianto fotovoltaico standard ($FV_{standard}$ in GWh/ha/anno), non dovrebbe essere inferiore al 60 % di

quest'ultima:

$$FV_{agri} \geq 0,6 \cdot FV_{standard}$$

Requisito C: soluzioni innovative con moduli elevati da terra

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

In questo caso si tratta di un "impianto agrivoltaico elevato".

Nelle Linee Guida MiTE, viene indicato che è possibile definire valori minimi di altezza dei moduli dal suolo per le configurazioni in cui l'attività agricola è svolta anche al di sotto dei moduli; in particolare, l'altezza minima ammessa dei moduli h_{min} è di:

- 1,3 m nel caso di attività zootecnica;
- 2,1 m nel caso di attività colturale.

Requisito D: sistema di monitoraggio

Secondo le linee guida del MiTE, il sistema agrivoltaico avanzato è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare:

- il risparmio idrico;
- la produttività agricola per le diverse tipologie di colture;
- la continuità delle attività delle aziende agricole interessate

3. DESCRIZIONE DELL'AREA, DELLE VOCAZIONI AGRICOLE TERRITORIALI

3.1. Il Piano Urbanistico Generale (P.U.G.) dell'Unione dei Comuni Valli e Delizie (FE)

Il Piano Urbanistico Generale (P.U.G.) dell'Unione dei Comuni Valli e Delizie approvato non individua per l'area in esame vincoli ostativi la realizzazione di impianti agrivoltaici.

All'esterno del fondo in esame, nel settore SE, si rileva la presenza di una fascia di rispetto ferroviario e di una fascia di rispetto degli elettrodotti. Tali fasce non sono in alcun modo interessate dalle opere di progetto.

Il fondo confina a nord con via Alberone, identificata nel P.U.G. come viabilità storica; tale percorso, era infatti individuato nella "Carta del ferrarese del 1814", redatta dal Genio militare austro-ungarico e riedita dalla Amministrazione Provinciale in collaborazione con l'Istituto per i Beni Culturali della Regione Emilia-Romagna.

L'angolo NO del fondo confina con la "Rete ecologica provinciale - Areali speciali - connettivo ecologico diffuso": ovvero ampie porzioni di territorio corrispondenti a contesti territoriali con particolari connotazioni che devono essere salvaguardate e il più possibile potenziate con politiche unitarie.

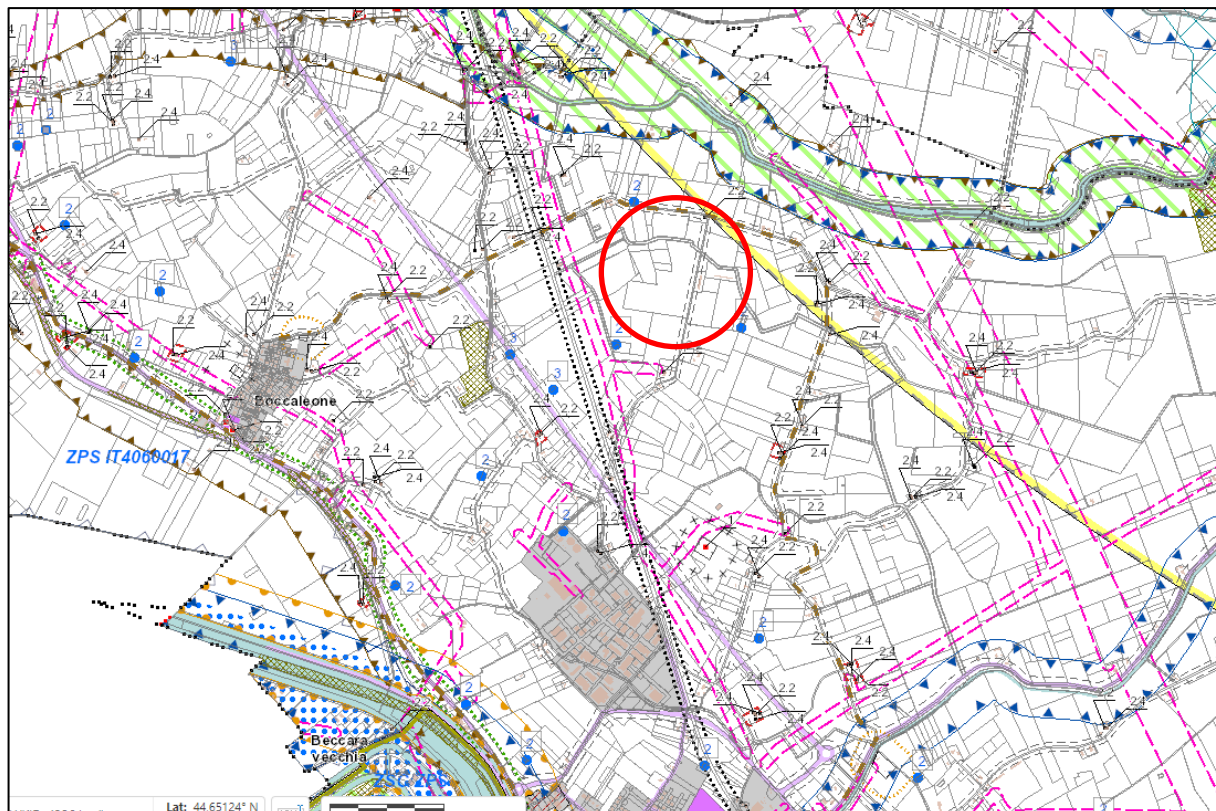


Figura 2: Carta dei vincoli dell'Unione dei Comuni Valli e Delizie

3.2. Prodotti tipici e prodotti biologici che possono interessare l'Azienda Agricola Manca Francesco.

I prodotti tipici sono caratterizzati da tre elementi fondamentali che sono:

- il territorio in cui la tipicità è legata alle caratteristiche pedoclimatiche che rendono particolari le materie prime utilizzate oppure anche le condizioni di conservazione e produttività dei prodotti;
- la tradizione con i quali i prodotti vengono realizzati nello stesso modo per un periodo lungo di anni;
- le tecniche di coltivazione e di lavorazione che sono particolari e legate ad un territorio essendo tramandate di generazione in generazione.

I prodotti tipici sono inseriti in un "Elenco nazionale dei prodotti agroalimentari tradizionali (D.Lgs n°173/1998) solo dopo aver ricevuto un parere positivo dalla Regione di appartenenza. Sono prodotti tipici anche i prodotti IGP e DOP ma non sono presenti nell'elenco nazionale in quanto disciplinati e tutelati da norme comunitarie specifiche.

Il Reg. UE n°1151/2012 definisce in modo chiaro i prodotti DOP ed IGP.

All'interno dell'Azienda Agraria "Manca Francesco" non si registrano produzioni tipiche infatti nessuna delle produzioni segue i disciplinari di produzione secondo il Regolamento Cee n° 834/2007 che tutela i prodotti biologici.

L'area è particolarmente vocata alla coltivazione estensiva di essenze cerealicole da destinare al consumo umano e animale e di essenze foraggere per l'alimentazione animale.

4. CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE, AGRONOMICHE E CLIMATOLOGIA

4.1. Pedologia

Il fondo è caratterizzato da un tipo di suolo codificato al n. 9328 della Carta dei Suoli dell'Emilia-Romagna. Tale categoria è contraddistinta da suoli tipici della zona di un ambiente

di pianura, geomorfologicamente appartenenti alla classe *dossi e depressioni di piana deltizia*. L'unità cartografica di riferimento è LF11-FOR1 che presenta associazione dei suoli LA FIORANA franco limosi - FORCELLO argilloso limosi.

I suoli LA FIORANA franco limosi sono molto profondi, molto calcarei, moderatamente alcalini, a tessitura franca limosa; sono non salini nella parte superiore e da non salini a moderatamente salini ed a sodicità moderata in quella inferiore.

Il substrato è costituito da alluvioni a tessitura da media a moderatamente fine.

I suoli FORCELLO argilloso limosi sono molto profondi; sono moderatamente alcalini, da moderatamente a molto salini ed a tessitura argillosa limosa o franca argillosa limosa; moderatamente o molto calcarei nella parte superiore e da molto scarsamente a molto calcarei in quella inferiore. Oltre un metro possono essere presenti orizzonti torbosi.

Il substrato è costituito da sedimenti alluvionali calcarei, a tessitura fine, ricchi in sostanza organica depositatasi frammista ai materiali minerali sui precedenti fondali palustri.

Le pendenze variano da 0.01 a 0.65%, tipicamente 0.12% mentre le quote variano da -1.67 a 1.58 m s.l.m., tipicamente -0.25 m s.l.m.

Le analisi sulla salinità hanno evidenziato che il suolo si classifica come “non salino (spesso da debolmente salino) a moderatamente salino”.

L'uso del suolo prevalente su tali suoli sono prevalentemente colture cerealicole estive (mais, sorgo), cereali autunno-vernini (frumento, orzo, avena) e frutteti di pomacee.

Anche la coltivazione di leguminose da foraggio (erba medica) è possibile e utile per la fissazione di azoto nel suolo.

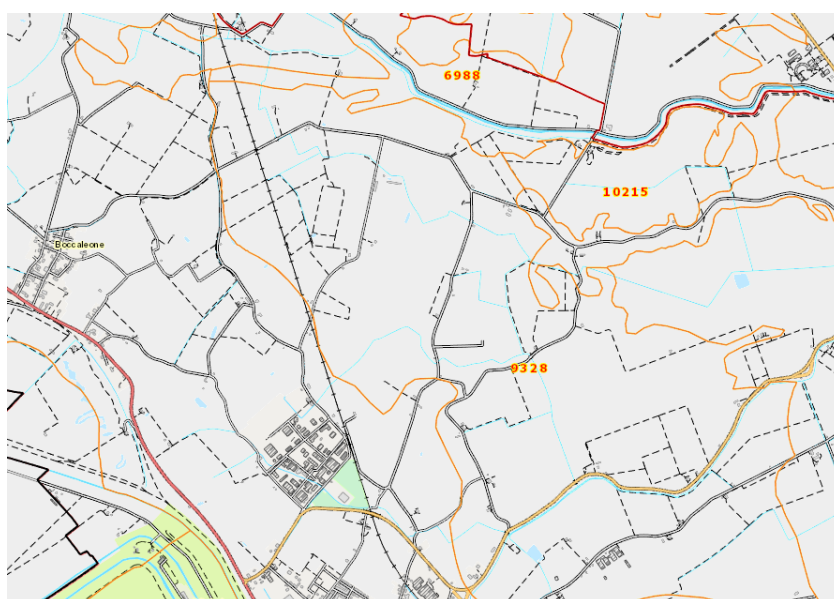


Figura 3: Stralcio della Carta dei suoli dell'Emilia-Romagna.

4.2. Precipitazioni e clima

L'appezzamento su cui si prevede l'installazione di impianti a fonti rinnovabili si presenta in un unico corpo a forma irregolare, con una giacitura pianeggiante ed una altitudine tra 0 e -1 m s.l.m.

Dal punto di vista climatico, l'area in cui si trova l'Azienda Agricola di proprietà del Sig. Manca Francesco è caratterizzata da una piovosità tra i 500 e gli 800 mm annui, prevalente in autunno ed in primavera con siccità estiva più pronunciata, e quindi il clima è tipico delle “Regione padana meridionale”.

In tale condizione climatica è possibile coltivare in asciutta le pomacee, le drupacee, la vite, i cereali, la bietola, il sorgo, la medica. Qualche limitazione la presenta il mais che senza l'irrigazione soffre molto la carenza idrica estiva.

4.3. Qualità agronomiche

I suoli della Fiorana e del Forcello rappresentano una risorsa preziosa per l'agricoltura dell'Emilia-Romagna. La loro fertilità naturale, combinata con le pratiche agricole sostenibili, permette di ottenere produzioni agricole di alta qualità.

In generale, presentano le seguenti caratteristiche agronomiche:

- Tessitura: Principalmente franco-argillosa, con un buon equilibrio tra particelle sabbiose, limose e argillose. Questa texture favorisce un buon drenaggio e una buona ritenzione idrica, elementi essenziali per lo sviluppo delle piante.
- Profondità: Solitamente profonda, con un orizzonte A ben sviluppato e ricco di sostanza organica. Questa caratteristica garantisce una buona capacità di trattenere l'acqua e i nutrienti.
- pH: Generalmente neutro o leggermente alcalino, favorendo la disponibilità di molti nutrienti per le piante.
- Contenuto di materia organica: Buono, grazie alla presenza di residui vegetali e alla continua attività biologica del suolo. La materia organica migliora la struttura del suolo, la capacità di trattenere l'acqua e la disponibilità di nutrienti.
- Fertilità naturale: Elevata, grazie alla presenza di un buon contenuto di calcio, magnesio e potassio, elementi essenziali per la crescita delle piante.

Grazie a tali caratteristiche i suoli in esame sono adatti alle produzioni cerealicole (da destinare sia all'industria sia alla alimentazione animale), foraggiere, orticole e frutticole.

La fertilità naturale combinata con pratiche agricole sostenibili, permette di ottenere produzioni agricole di alta qualità e il raggiungimento di rese di rilievo.

4.4. Sistemazioni

La regimazione delle acque in eccesso è in genere necessaria per garantire livelli di produttività soddisfacenti, per migliorare l'accessibilità e la praticabilità dei campi; sono infatti possibili fenomeni di ristagno superficiale (dovuti allo scarso cadente delle superfici, alla presenza di suola e/o a preparazione non ottimale) e profondo (temporanea presenza di sottili livelli acquiferi sospesi a partire dall'orizzonte immediatamente sottostante quello lavorato, in particolare nel periodo inverno-inizio primavera).

Le soluzioni comunemente adottate sono rappresentate da interventi di sistemazioni agrarie, quali baulature e fossi di scolo profondi. L'uso dell'aratro talpa può risultare significativamente efficace nel migliorare le condizioni generali di drenaggio di questi suoli.

Per quel che riguarda il fondo in oggetto, l'attuale sistemazione agraria è da ritenersi ottimale ed è rappresentata da un sistema di fossi e di scoline per l'allontanamento delle acque in eccesso; la distanza tra le scoline è di 30 – 32 mt.

Visti i cambiamenti climatici recenti, al fine di prevenire allagamenti del fondo dovuti a fenomeni piovosi di portata straordinaria, si consiglia di monitorare localmente, mediante l'utilizzo di piezometri, la profondità e la persistenza degli eventuali livelli di falda, e di valutare di conseguenza l'opportunità di adottare sistemi di drenaggio tubolare profondo.

4.5. Tecniche di lavorazione

La lavorazione principale su suolo molto umido può provocare compattamento e deterioramento delle caratteristiche strutturali di superficie, a cui in genere consegue un sensibile abbattimento delle rese. Nelle operazioni di affinamento, la fresatura e la zappatura

possono creare qualche inconveniente, rispettivamente per eccessiva polverizzazione e per compattamento e formazione di zollette resistenti (in particolare con terreno molto umido). Le lavorazioni per la preparazione del letto di semina devono tener conto della tendenza di questi suoli alla formazione della crosta superficiale. È consigliabile intervenire con erpici a denti fissi a ridosso delle semine evitando di raggiungere un amminutamento troppo spinto. Nei casi in cui non si riesce ad evitare la formazione della crosta è necessario intervenire con il rompicrosta. Per evitare fallanze può essere anche opportuno non rullare dopo le semine, ma, in presenza di terreno troppo soffice, può essere valida una rullatura preliminare. Nei frutteti e nei vigneti può essere opportuno lasciare inerbito l'interfilare, purché si abbia la possibilità di irrigare, per migliorare la percorribilità e per aumentare il contenuto di sostanze umiche nel suolo.

4.6. Fertilizzazione

In funzione delle colture praticate, possono risultare necessarie pratiche di correzione volte a ridurre la concentrazione di sali. A causa dell'elevato contenuto in limo, risultano inoltre opportuni apporti di materiali organici, soprattutto ad elevato coefficiente isoumico, che, migliorando la struttura, possono ridurre il fenomeno dell'incrostamento superficiale. Si consiglia di evitare fertilizzanti ad elevato indice di salinità (ad esempio cloruro di potassio). Tra quelli fosfatici sono preferibili il perfosfato minerale ed il triplo. La moderata disponibilità in ossigeno può influire negativamente sui processi di mineralizzazione della materia organica; in condizioni di anaerobiosi si può abbassare l'efficienza globale della concimazione per perdita di azoto gassoso. In tali condizioni e quando il suolo presenta incrostamenti superficiali, per evitare il rapido deflusso di sostanze potenzialmente inquinanti nell'adiacente reticolo di canali, è sconsigliata la distribuzione al suolo di liquami zootecnici.

4.7. Indicazioni per la scelta delle colture agrarie

Considerando le condizioni climatiche, la buona dotazione irrigua del fondo, l'adeguato sistema di allontanamento delle acque in eccesso, la morfologia e la tessitura del suolo, non sussistono particolari limitazioni alla crescita delle colture erbacee (leguminose e cerealicole) e orticole a pieno campo.

Fondamentali per un buon attecchimento e un corretto sviluppo vegetativo delle colture sono:

- le lavorazioni per la preparazione del terreno (in particolare le operazioni di affinamento/sminuzzamento delle zolle e rottura di eventuali croste superficiali che impedirebbero la germinazione della coltura;
- adeguato sistema di irrigazione (ad aspersione o a manichetta) per la somministrazione del corretto quantitativo di acqua
- adeguato apporto di nutrienti nel terreno mediante fertirrigazioni o concimazioni ad hoc per le specifiche colture;

4.8. Indicazioni per la scelta delle specie forestali

L'art. 14 c. 2 lett. B) dell'allegato "D" - REGOLAMENTAZIONE DEL VERDE PUBBLICO E PRIVATO al Regolamento Urbanistico Edilizio dell'Unione dei Comuni Valli e Delizie, ammette, per la realizzazione di nuovi impianti in area agricola, l'utilizzo di essenze arboree o arbustive appartenenti ai gruppi 1 e 2 (Annesso 3). [...] È comunque consentito piantare le essenze non incluse nei gruppi "1" e "2" purché inserite nell'ambito di applicazione dei Piani di Sviluppo Rurale (Regolamento Comunitario 1257/99 mis. 2f). È inoltre consentito l'impianto di un 40% delle essenze del gruppo "3" (Annesso 3) all'interno delle aree cortilive [...].

Gli interventi nelle aree agricole devono tendere alla creazione ed al mantenimento di quel paesaggio tipico della pianura padana in un'ottica di ampliamento della variabilità ambientale.

Alberi

Nome scientifico	Volgare	Nome scientifico	Volgare
Acer campestre	Acero campestre	Populus nigra	Pioppo nero
Alnus glutinosa	Ontano nero	Populus tremula	Pioppo tremolo
Carpinus betulus	Carpino bianco	Prunus avium	Ciliegio
Fraxinus oxycarpa	Frassino meridionale	Pyrus pyraister	Pero selvatico
Malus sylvestris	Melo selvatico	Quercus robur	Farnia
Mespilus germanica	Nespolo	Salix alba	Salice bianco
Populus alba	Pioppo bianco	Tilia cordata	Tiglio selvatico
Populus canescens	Pioppo grigio	Ulmus minor	Olmo campestre

Arbusti

Nome scientifico	Volgare	Nome scientifico	Volgare
Clematis vitalba	Vitalba	Paliurus spina-christi	Paliuro
Clematis viticella	Viticella	Prunus spinosa	Prugnolo
Colutea arborescens	Vescicaria	Rhamnus cathartica	Spin cervino
Cornus mas	Corniolo	Rosa canina	Rosa canina
Cornus sanguinea	Sanguinella	Rubus caesius	Rovo bluastro
Corylus avellana	Nocciolo	Rubus ulmifolium	Rovo comune
Coronilla emerus	Dondolino	Salix cinerea	Salice grigio
Crataegus monogyna	Biancospino	Salix purpurea	Salice rosso
Euonymus europaeus	Fusaggine	Salix triandra	Salice da ceste
Frangula alnus	Frangola	Salix caprea	Salicone
Hedera helix	Edera	Sambucus nigra	Sambuco
Hippophae rhamnoides	Olivello spinoso	Tamarix gallica	Tamerice
Humulus lupulus	Luppolo	Viburnum lantana	Lantana
Ligustrum vulgare	Ligustro	Viburnum opulus	Pallon di maggio
Lonicera caprifolium	Caprifoglio		

Figura 4: Annesso 3 - essenze arboree e arbustive GRUPPO 1

Alberi

Nome scientifico	Volgare	Nome scientifico	Volgare
Acer monspessolanum	Acero minore	Prunus cerasifera	Mirabolano
Celtis australis	Bagolaro	Prunus cerasus	Amarena
Cercis siliquastrum	Albero di Giuda	Prunus padus	Ciliegio a grappoli
Cotinus coggyria	Scotano	Pyrus communis	Pero
Crataegus oxiachantha	Biancospino distilo	Prunus armeniaca	Albicocco
Crataegus ruschinhensis	Azeruolo	Prunus persica	Pesco
Ficus carica	Fico	Prunus domestica	Prugno, susino
Fraxinus excelsior	Frassino Maggiore	Punica granatum	Melograno
Fraxinus ornus	Orniello	Pyracantha coccinea	Agazzino
Juglans regia	Noce	Quercus pubescens	Roverella
Lonicera xylosteum	Madreselva pelosa	Quercus cerris	Cerro
Malus domestica	Melo	Salix caprea	Salicone
Morus alba	Gelso	Sorbus domestica	Sorbo
Morus nigra	Moro	Taxus baccata	Tasso
Platanus acerifolia	Platano orientale	Vitis vinifera	Vite comune
Populus nigra var. italica	Pioppo cipressino		

Arbusti

Nome scientifico	Volgare
Laurus nobilis	Alloro
Quercus ilex	Leccio
Ruscus aculeatus	Pungitopo
Tutte le specie caducifoglie	

Figura 5: Annesso 3 - essenze arboree e arbustive GRUPPO 2

Alberi

Tutti gli alberi non elencati ad esclusione di quelli di cui al successivo gruppo "4"; appartengono al gruppo 3 tutte le piante dei gruppi 1 e 2 nelle forme ornamentali.

Sono ammessi i sempreverdi fino a un massimo del 20% e le conifere fino a un massimo del 10%

Arbusti

Tutti gli arbusti ad esclusione di quelli di cui al successivo gruppo "4"; appartengono al gruppo 3 tutte le piante dei gruppi 1 e 2 nelle forme ornamentali.

Sono ammessi i sempreverdi fino a un massimo del 50%

Figura 6: Annesso 3 - essenze arboree e arbustive GRUPPO 3

5. CARATTERISTICHE NATURALISTICHE

L'angolo NO del fondo confina con la "Rete ecologica provinciale - Areali speciali - connettivo ecologico diffuso".

Il presente progetto, dovrà garantire quindi adeguate misure di compensazione/mitigazione a garanzia del mantenimento delle caratteristiche ecologiche presenti nell'intorno del fondo.

6. VERIFICA DISPONIBILITA' ED ANALISI DELLA RISORSA IDRICA

La disponibilità di acqua irrigua è da considerarsi buona, in quanto il fondo è attreversato dallo Scolo Arenare (Figura 7).

L'adduzione delle acque irrigue avviene attraverso una pompa azionata dalla presa di forza del trattore mentre la distribuzione dell'acqua, avviene attraverso un rotolone tipico del sistema di irrigazione per aspersione dei seminativi.



Figura 7: Fosso utilizzato per l'irrigazione, Scolo Arenare

7. DATI SULLA PRODUZIONE AGRICOLA ESISTENTE

L'indirizzo colturale praticato sul fondo in esame è di tipo cerealicolo-industriale, con la

coltivazione di cereali (frumento duro e tenero), oleaginose (soia) e barbabietola da zucchero. Il sistema produttivo adottato è quello convenzionale.

Nel seguente prospetto viene riportato il piano colturale adottato nelle ultime cinque annate agrarie, compresa quella in corso e la produzione standard valutata sulla base dei valori proposti dal CREA nell'ambito della Rete di informazione contabile agricola (RICA), per la Regione Emilia - Romagna, annualità 2017:

	Annata agraria	Foglio	Mappale	Coltura	Cod. RICA	Superficie agricola utilizzata (ha)	PS (€/ha)	PS (€)
	2019-2020	80	15	Frumento tenero	D01	2,5026	1.405	3.516,15
	2019-2020	80	37	Frumento tenero	D01	0,3055	1.405	429,23
	2019-2020	80	38	Frumento tenero	D01	8,4149	1.405	11.822,93
				Prato polifita	D18B	0,5094	905	461,01
	2019-2020	80	54	Frumento tenero	D01	0,987	1.405	1.386,74
	2019-2020	80	82	Frumento tenero	D01	0,8627	1.405	1.212,09
	2019-2020	80	271	Frumento tenero	D01	0,2839	1.405	398,88
totale	2019-2020					13,866		19.227,03
	2020-2021	80	15	soia	D28	2,5021	1.128	2.822,37
	2020-2021	80	37	soia	D28	0,3056	1.128	344,72
	2020-2021	80	38	soia	D28	8,9128	1.128	10.053,64
	2020-2021	80	54	soia	D28	0,987	1.128	1.113,34
	2020-2021	80	82	soia	D28	0,915	1.128	1.032,12
	2020-2021	80	271	soia	D28	0,2857	1.128	322,27
totale	2020-2021					13,9082		15.688,45
	2021-2022	80	15	Frumento duro	D02	2,5011	2.048	5.122,25
	2021-2022	80	37	Frumento duro	D02	0,3056	2.048	625,87
	2021-2022	80	38	Frumento duro	D02	8,9213	2.048	18.270,82
	2021-2022	80	54	Frumento duro	D02	0,987	2.048	2.021,38
	2021-2022	80	82	Frumento duro	D02	0,914	2.048	1.871,87
	2021-2022	80	271	Frumento duro	D02	0,2863	2.048	586,34
totale	2021-2022					13,9153		28.498,53
	2022-2023	80	15	Barbabietola	D11	2,5237	2.788	7.036,08
	2022-2023	80	37	Barbabietola	D11	0,3049	2.788	850,06
	2022-2023	80	38	Barbabietola	D11	8,9713	2.788	25.011,98
	2022-2023	80	54	Barbabietola	D11	1,0049	2.788	2.801,66
	2022-2023	80	82	Barbabietola	D11	1,0992	2.788	3.064,57
	2022-2023	80	271	Barbabietola	D11	0,3177	2.788	885,75
totale	2022-2023					14,2217		32.614,02
	2023-2024	80	15	Frumento duro	D02	2,5313	2.048	5.184,10
	2023-2024	80	37	Frumento duro	D02	0,3487	2.048	714,14
	2023-2024	80	38	Frumento duro	D02	8,7813	2.048	17.984,10
	2023-2024	80	54	Frumento duro	D02	0,987	2.048	2.021,38
	2023-2024							
	2023-2024	80	82	Frumento duro	D02	1,0694	2.048	2.190,13
	2023-2024	80	271	Frumento duro	D02	0,3199	2.048	655,16
totale	2023-2024					14,0376		28.749,00

Tabella 2: Calcolo delle produzioni standard per ogni annata agraria considerata

Come si nota dalla Tabella 2, le produzioni standard degli ultimi 5 anni, per il fondo in esame si attestano tra i 15.688 € e i 32.614. La Produzione Standard media risulta pari a 23.117,51 € mentre la produzione standard media unitaria (rapportata all'unità di superficie) risulta pari a 1.852 €/ha.

Il presente studio dimostrerà come, cambiando l'indirizzo aziendale (da cerealicolo industriale a foraggero combinato con la produzione di orticole) sarà possibile incrementare le produzioni standard relative all'appezzamento interessato dall'agrovoltico.

8. GIACITURA ED OROGRAFIA DELL'AREA

L'area di progetto è pianeggiante. Le lievi pendenze rilevabili sul terreno sono state create allo scopo di drenare le acque meteoriche in eccesso favorendone l'allontanamento attraverso la rete scolante. La quota del terreno è variabile tra 0 e -1 m s.l.m.

9. PIANO DI COLTIVAZIONE

L'utilizzazione attuale del fondo in oggetto sarà sostituita con la produzione quadriennale di foraggi da fienagione (erba medica) associata ad una produzione annuale in pieno campo di orticole da taglio.

Tale sistema permetterà di ottenere produzioni standard in linea con il quinquennio precedente l'installazione dell'impianto agrivoltaico, di massimizzare le rese della coltura foraggera.

Caratteristica di rilievo dell'erba medica (*Medicago sativa*) e delle leguminose in generale, è la capacità di fissare a livello del terreno di importanti quantità di azoto che sarà quindi disponibile per la coltura orticola successiva.

Nella seguente tabella viene proposto lo schema di rotazione prevista:

	ha	coltura
anno 1	10,0669	Erba medica
anno 2	10,0669	Erba medica
anno 3	10,0669	Erba medica
anno 4	10,0669	Erba medica
anno 5	10,0669	Orticole industriali in pieno campo

Tabella 3: Schema di rotazione proposto per la coltivazione del fondo nei prossimi cinque anni

10. DESCRIZIONE DEL LAYOUT GENERALE DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO

Di seguito si riportano le principali caratteristiche dimensionali dell'impianto in progetto:

DATI IMPIANTO	
Area disponibile [mq]	144.507
Superficie Totale (Stot) [mq]	129.537,83
Superficie Agricola [mq]	100.669,32
Superficie Non agricola (Sn) [mq]	28.868,51
Proiezioni moduli FV (orizzontali) (Spv) [mq]	44.421
Superficie Cabinati [mq]	121,82

DESCRIZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO

I moduli fotovoltaici installati avranno potenza nominale pari a 720 W, saranno del tipo bifacciali e installati "a terra" su strutture di tipo tracker (a inseguimento solare) mono assiale nord/sud. I moduli ruoteranno attorno all'asse della struttura da est e ovest inseguendo la posizione del Sole all'orizzonte durante l'arco della giornata.

I moduli fotovoltaici scelti per la realizzazione dell'impianto oggetto della presente relazione sono di tipo bifacciale, in grado, cioè di captare la radiazione luminosa sia sul fronte che sul retro del modulo.

I pannelli avranno dimensioni pari a 2.384 x 1.303 x 33 mm (H x L x P) e sono composti da 132 celle per faccia (2x11x6) in silicio monocristallino. Essi saranno fissati su ciascun tracker in modalità 2 x N, ovvero in file composte da due moduli con lato corto parallelo all'asse di rotazione (nord/sud); le strutture utilizzate nel presente progetto saranno essenzialmente di due tipi, individuate in funzione della loro lunghezza: 2 x 13 moduli e 2 x 26 moduli. L'asse centrale di rotazione sarà collegato a pali di sostegno verticali infissi nel terreno senza l'ausilio di opere in calcestruzzo.

I moduli saranno collegati tra di loro in serie a formare stringhe ciascuna delle quali composta da 26 moduli, la lunghezza di stringa è stabilita in funzione delle caratteristiche del sistema fotovoltaico in termini di tensione massima ammissibile e della potenza complessiva. Congiuntamente al collegamento sul convertitore statico, le stringhe saranno opportunamente collegate in parallelo a coppia nell'apposita morsettiera del convertitore.

Il campo fotovoltaico prevede la realizzazione di un sistema di viabilità interna e/o perimetrale che possa consentire in modo agevole il raggiungimento di tutti i componenti in campo, sia per garantire la sicurezza dell'opera, che per la corretta gestione nelle operazioni di manutenzione. L'impianto sarà protetto contro gli accessi indesiderati mediante l'installazione di una recinzione perimetrale e dal sistema di illuminazione e videosorveglianza. Sono previsti due accessi carrabili costituiti da cancelli a due ante in pannellature metalliche di larghezza 3 metri e montato su pali in castagno infissi al suolo. La recinzione perimetrale sarà realizzata con rete metallica rombata a maglia larga alta 2 metri e sormontata da filo spinato, collegata a pali di castagno alti 3 metri infissi direttamente nel suolo per una profondità di 100 cm. La rete metallica non sarà realizzata a totale chiusura del perimetro, rispetto al piano campagna, infatti, sarà lasciato un passaggio di altezza 30 cm che consenta il passaggio della fauna selvatica di piccola taglia. Sia la viabilità perimetrale che quella interna avranno larghezza di 5 m; entrambe i tipi di viabilità saranno realizzate in battuto e ghiaia (materiale inerte di cava a diversa granulometria). Il sistema di illuminazione e videosorveglianza prevede l'installazione dei componenti in campo su pali in acciaio zincato fissati al suolo con pozzetto di fondazione in calcestruzzo dedicato. I pali avranno una altezza di circa 3 m, saranno dislocati ogni 40 metri lungo la recinzione perimetrale e su di essi saranno montati corpi illuminanti (che si attiveranno in caso di allarme/intrusione) e le videocamere del sistema di sorveglianza.

I cavi di collegamento del sistema saranno alloggiati nello scavo perimetrale eventualmente sfruttando quello già previsto per il passaggio dei cavidotti di ciascun impianto fotovoltaico. Nell'esercizio ordinario degli impianti non sono previsti consumi di energia, eccezion fatta per il sistema di illuminazione e videosorveglianza che avrà una sua linea di alimentazione elettrica tradizionale; è prevista l'installazione di un trasformatore di spillamento di 100 kVA per il funzionamento di tutti i sistemi ausiliari. L'energia prodotta dal generatore fotovoltaico sarà disponibile al confine fisico dell'impianto (in corrispondenza della cabina di interfaccia) ad una tensione nominale di 36 kV e sarà veicolata verso il punto di elevazione 36/132 kV e 36/380 kV e da questo poi al punto di connessione alla RTN (Rete di Trasmissione Nazionale) secondo le modalità indicate nella Soluzione Tecnica Minima Generale messa a disposizione dal distributore di rete Terna S.p.A. L'impianto dovrà quindi essere connesso alla RTN in alta tensione a 132/380 kV e l'elevazione della tensione di esercizio 36/132 kV e 36/380 kV avverrà nella nuova stazione elettrica come da STMG. La distanza tra l'impianto e la suddetta stazione elettrica prevede la realizzazione di un elettrodotto interrato con la posa di una terna di cavi idonei al trasporto di energia a 36 kV. Le linee di bassa tensione,

sia quelle in corrente continua che in corrente alternata, e le linee di media tensione saranno realizzate totalmente all'interno dell'area occupata dall'impianto fotovoltaico. Tutti i cavi, ad eccezione dei cavi stringa (collegamento moduli ai quadri di campo), saranno posati in trincea ovvero direttamente interrati senza l'ausilio di cavidotti o protezioni meccaniche. In tal caso la profondità di posa dei cavi sarà di 50 cm per illuminazione perimetrale, di 80 cm per i cavi di bassa tensione e 100 cm per quelli di alta tensione, tutti saranno opportunamente segnalati mediante la posa di nastro ad una distanza di circa 30 cm verso il piano campagna. Come accennato, fanno eccezione alla posa direttamente interrata in trincea i soli cavi stringa che collegano ciascuna stringa all'inverter di riferimento. Oltre a quelli interni al campo fotovoltaico sarà realizzato il collegamento in alta tensione con la stazione elettrica dove verrà eseguita l'elevazione della tensione di esercizio da 36 kV a 132/380 kV utili alla connessione dell'impianto alla RTN. Questi collegamenti, esterni all'area di impianto, saranno realizzati per quanto possibile sulla viabilità comunale, provinciale e rurale esistente; i cavi saranno direttamente interrati in trincea ad una profondità di posa minima di 120 cm. Anche in questo caso la segnalazione della presenza dell'elettrodotto interrato sarà resa obbligatoria. L'esercizio ordinario dell'impianto fotovoltaico non richiede ausilio o presenza di personale addetto, tranne per le eventuali operazioni di riparazione in caso di guasto o per le operazioni di manutenzione ordinarie e straordinarie.

Con cadenza saltuaria sarà necessario provvedere alla pulizia dell'impianto, che si divide in due operazioni: lavaggio dei pannelli fotovoltaici per rimuovere lo sporco naturalmente accumulatosi sulle superfici captanti (trasporto eolico e meteorico) e taglio dell'erba sottostante i pannelli. La frequenza delle suddette operazioni avrà indicativamente carattere stagionale, salvo casi particolari individuati durante la gestione dell'impianto.

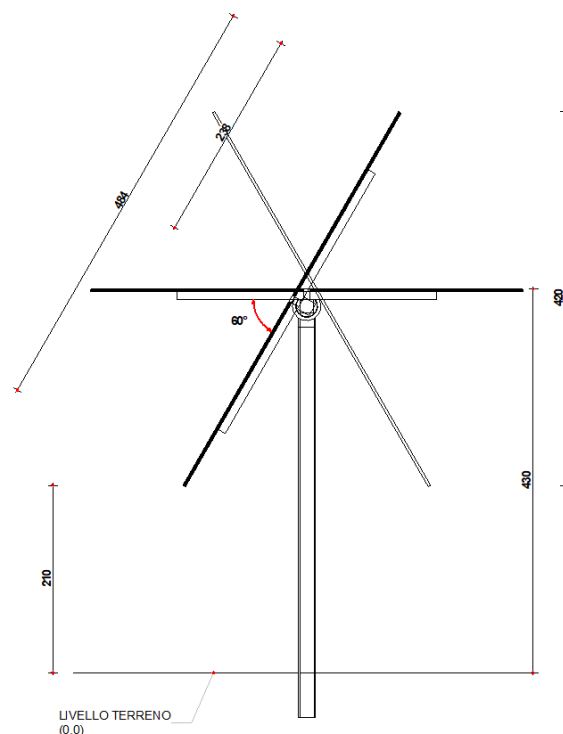


Figura 8: schema di un sistema tracker

L'altezza minima tra terreno e modulo sarà di 2,10 m per consentire il passaggio con continuità dei macchinari per la lavorazione e coltivazione del terreno. L'asse di rotazione dei moduli, ovvero il tubolare centrale in acciaio, sarà installato ad una quota di circa 4,30 m dal

piano campagna: in tal modo l'altezza massima dei moduli, corrispondente ad una inclinazione di 60° , sarà di circa 6,30 m. Il pitch, ovvero l'interasse tra i tracker, sarà di 10,30 m anche per garantire la lavorabilità del terreno tra i tracker. La rotazione massima del tracker sarà di $\pm 60^\circ$ rispetto al piano orizzontale.

11. VERIFICA DEL RISPETTO DEL REQUISITO "A"

Di seguito si riportano i calcoli effettuati per la verifica del rispetto dei requisiti degli impianti agrivoltaici.

A.1) Superficie minima coltivata: è prevista una superficie minima dedicata alla coltivazione pari al 70% della superficie totale del sistema agrivoltaico.

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, Stot) che *almeno il 70% della superficie sia destinata all'attività agricola, nel rispetto delle Buone Pratiche Agricole (BPA)*.

Nel caso in esame, i parametri di calcolo in gioco sono i seguenti:

Superficie del sistema agrivoltaico (Stot) = 129.537,83 mq

Superficie agricola (Sagricola) = 100.669,32 mq

Parametro A1 = Sagricola/Stot = **77,7% > 70,0 %**

Il parametro A1 risulta dunque rispettato.

A.2) LAOR massimo: è previsto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola pari al 40%.

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).

Di seguito il calcolo del LAOR relativo all'impianto in oggetto:

Superficie del sistema agrivoltaico (Stot) = 129.537,83 mq

Superficie totale di ingombro dei moduli fotovoltaici (Spv) = 44.421 mq

Parametro A2 LAOR = Spv/Stot = **34,3% < 40,0 %**

Anche il parametro A2-LAOR risulta rispettato.

12. VERIFICA DEL RISPETTO DEL REQUISITO “B”

B.1 Continuità dell'attività agricola

Sull'appezzamento oggetto di intervento si prevede il mantenimento dell'indirizzo colturale attuale costituito dalla presenza di erba medica da foraggio come coltura principale, in rotazione con colture orticole da industria a pieno campo. Di seguito si evidenzia la Produzione Standard post-intervento, calcolata sulla base dei parametri indicati dalle tabelle RICA 2017 Regione Emilia Romagna:

	ha	Cod. RICA	Coltura	PS unitaria (€/ha)	PS (€)
anno 1	10,0669	D18A	Erba medica	1.263,00	12.714,49
anno 2	10,0669	D18A	Erba medica	1.263,00	12.714,49
anno 3	10,0669	D18A	Erba medica	1.263,00	12.714,49
anno 4	10,0669	D18A	Erba medica	1.263,00	12.714,49
anno 5	10,0669	D14A	Orticole all'aperto in pieno campo	19.173,00	193.012,67
PS media				4.845,00	243.870,63

B.2 Producibilità elettrica minima

In merito al rispetto del requisito B.2, riguardante la producibilità elettrica minima, si riportano i dati della producibilità dell'impianto agrivoltaico in oggetto, paragonata alla producibilità elettrica specifica di riferimento di un impianto fotovoltaico standard (FVstandard in GWh/ha/anno). Dal calcolo si evince che la producibilità calcolata risulta maggiore al 60 % della producibilità di un sistema standard:

FVagri (GWh/ha/anno)	FVstandard (GWh/ha/anno)	FVagri (%)	0,6*FVstandard (%)	FVagri ≥ 0,6*FVstandard (%)
0,976	1,157	97	69,42	SI

Il requisito B è quindi soddisfatto.

13. VERIFICA DEL RISPETTO DEL REQUISITO “C”

L'altezza minima dei pannelli fotovoltaici sarà di 2,10 m, come indicato in Figura 8; se ne deduce che **il requisito C è rispettato.**

14. VERIFICA DEL RISPETTO DEL REQUISITO “D”

Un sistema agrivoltaico avanzato prevede la verifica dei requisiti C e D, oltre che A e B, della normativa CEI PAS 82-93.²

Per il rispetto di tale requisito, il presente studio prevede l'installazione di:

- una stazione meteo per il controllo delle condizioni climatiche, e conseguentemente per una più razionale gestione colturale, e del risparmio idrico;
- la conservazione dei fascicoli aziendali annuali presso il centro aziendale, per dimostrare la continuità dell'attività agricola;
- la redazione di un calcolo annuale della Produzione Standard aziendale, specifico per ogni coltura e basato sulle tabelle RICA regionali per la dimostrazione della produttività agricola dell'azienda.

14.1. Caratteristiche delle stazioni agrometeorologiche

Le stazioni agrometeorologiche sono strumenti sofisticati progettati per monitorare in tempo reale una vasta gamma di parametri ambientali che influenzano direttamente le colture. Grazie ai dati raccolti, gli agricoltori possono prendere decisioni informate su:

- Irrigazione: ottimizzando i consumi idrici in base alle esigenze delle piante e alle precipitazioni.
- Fertilizzazione: modulando l'apporto di nutrienti in funzione delle condizioni climatiche.
- Protezione delle colture: prevenendo attacchi di parassiti e malattie, e attuando trattamenti fitosanitari mirati.
- Pianificazione delle operazioni colturali: scegliendo il momento più opportuno per la semina, il trapianto e la raccolta.

Le stazioni meteo agrometeorologiche sono dotate di una serie di sensori in grado di misurare:

- Temperatura dell'aria e del suolo: fondamentali per valutare lo sviluppo delle piante e i rischi di gelate.
- Umidità relativa: influisce sulla traspirazione delle piante e sulla diffusione di malattie fungine.
- Precipitazioni: consentono di quantificare l'acqua disponibile per le colture e di programmare l'irrigazione di soccorso.
- Radiazione solare: influisce sulla fotosintesi e sulla temperatura delle foglie.
- Velocità e direzione del vento: influenzano l'evaporazione, la traspirazione e la diffusione di pollini e spore.
- Umidità del suolo: fornisce indicazioni sullo stato idrico del terreno e sulla necessità di irrigare.
- Bagnatura fogliare: misura la quantità di acqua presente sulle foglie, influenzando l'efficacia dei trattamenti fitosanitari.

I vantaggi nell'utilizzo delle stazioni meteo in agricoltura riguardano principalmente:

- l'aumento della produttività: grazie a una gestione più efficiente delle risorse idriche e nutrizionali;
- la riduzione dei costi: ottimizzando l'uso di fertilizzanti, fitofarmaci e acqua;
- la riduzione dell'inquinamento prodotto per la coltivazione del fondo;
- lo sviluppo di un'agricoltura più sostenibile.

² si veda il paragrafo 2 del presente elaborato.

14.2. Applicazioni in agricoltura

Le stazioni meteo agrometeorologiche sono ampiamente utilizzate da anni e trovano applicazione in diverse aree dell'agricoltura:

- Agricoltura di precisione: per una gestione personalizzata di ogni singola parcella.
- Viticoltura: per l'ottimizzazione della produzione e della qualità di uva e vino;
- Frutticoltura: per prevenire malattie fungine e ottimizzare la raccolta;
- Orticoltura: per migliorare la produzione di ortaggi in serra e in campo aperto.

Le stazioni meteo agrometeorologiche rappresentano uno strumento indispensabile per l'agricoltura moderna, consentendo di affrontare le sfide legate al cambiamento climatico e alla necessità di produrre in modo sostenibile.

Generalmente queste tecnologie sono affiancate da software specifici di analisi e gestione dati che consentono l'archiviazione e la consultazione dei dati rilevati dai sensori.

14.3. Scelta dei sensori necessari al monitoraggio

Per la verifica del requisito D, si ritiene fondamentale la misura dei seguenti fattori:

- Climatici: Pioggia, vento, temperatura, umidità dell'aria, pressione atmosferica;
- Agronomici: bagnatura fogliare ed umidità del suolo, radiazione solare.

15. OPERE DI MIGLIORAMENTO FONDIARIO

Per garantire l'accesso all'impianto e la movimentazione interna sia dei mezzi agricoli necessari per la coltivazione delle superfici agricole che di quelli necessari alla manutenzione del sistema fotovoltaico, verrà realizzata una viabilità interna sterrata lungo l'intero perimetro e all'interno dell'impianto, in modo tale da dividere lo stesso in due porzioni di grandezza simile garantendo ai mezzi agricoli la possibilità di uscire dai filari al massimo ogni 170-180 m (condizione importante soprattutto in fase di raccolta dei prodotti).

16. TECNICHE DI COLTIVAZIONE, ROTAZIONI CULTURALI, LAVORAZIONI, INTERFERENZE FRA LE COLTIVAZIONI E GLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI, MECCANIZZAZIONE

Dall'analisi degli studi sulle performance fotovoltaiche e agronomiche di impianti sperimentali e commerciali operativi nelle fasce temperate, presenti anche in Europa e in Italia, alcune coltivazioni si sono distinte per la buona riuscita. In particolare, specie destinate a produrre biomassa verde (es. insalate, sedano, spinacio, leguminose da foraggio) e specie a foglia espansa (es. patate), in determinate condizioni, possono ben sopportare, o addirittura trarre vantaggio, dall'ombreggiamento e dal microclima agrivoltaico.

Le specie appositamente previste da questo progetto agronomico si sono dimostrate, in certi casi trattati in letteratura, non meno produttive nei contesti agrivoltaici rispetto a quelli ordinari; inoltre, anche considerata l'alta variabilità tipica delle rese agricole, sia in senso spaziale, sia in quello temporale, in questa fase previsionale, le rese e le produzioni agrivoltaiche sono assunte sui livelli ordinari, medi nei sistemi agricoli regionali, quindi proporzionali alle PS.

La proposta agronomica si basa su un avvicendamento quinquennale di leguminose da foraggio con colture orticole in pieno.

La scelta delle specie e delle varietà coltivate terrà conto della loro tolleranza all'ombreggiamento. Sebbene alcune orticole possano essere considerate più tolleranti dell'ombra, o addirittura sciafile, tutte hanno comunque bisogno di una certa esposizione alla luce. È quindi essenziale ricercare le esigenze specifiche di ciascuna pianta e fornire le condizioni di coltivazione ottimali per ottenere i migliori risultati. In prima approssimazione, verdure a foglia come la lattuga, gli spinaci, la rucola e il cavolo riccio possono essere coltivate con appena 4 ore di luce solare diretta al giorno, verdure a radice, come carote, barbabietole, ravanelli e rape possono crescere con meno di 6 ore di luce diretta, alcune erbe aromatiche come il prezzemolo, l'erba cipollina e la menta possono crescere con sole 4 ore di luce diretta al giorno, alcuni frutti, come le fragole, possono crescere con appena 6 ore di luce solare diretta al giorno, anche i mirtili e i lamponi possono tollerare l'ombra parziale.

La seguente proposta di rotazione pluriennale potrà essere convalidata in fase di avvio e continuazione delle attività produttive, quindi essa rappresenta una traccia che, anche se fosse significativamente rivista, non influenzerebbe in alcun modo i risultati e le conclusioni della presente trattazione.

Il piano di rotazione sopra descritto mira al mantenimento della copertura del suolo per migliorarne la salute e prevenire l'erosione.

Come si è già anticipato, ai fini della determinazione della Produzione Standard (PS) e dalla stima della produzione agrivoltaica, questo progetto considera le sole colture principali e nel complesso le colture orticole da pieno campo, tralasciando i prodotti eventualmente ottenuti da quelle intercalari.

Nel primo quinquennio dall'avvio dell'impianto agrivoltaico è atteso non solo il raggiungimento di una adeguata produttività, ma anche il conseguimento di significativi miglioramenti agro-ambientali in tutte le superfici coltivate, ciò grazie anche all'adozione di colture e avvicendamenti notoriamente favorevoli alla formazione della sostanza organica del suolo, principale fattore di fertilità, sanità delle colture, produttività e, come tale, nucleo fondante di sostenibilità in agricoltura.

L'adozione di questo innovativo assetto produttivo, significativamente diverso dal precedente, così ottimizzato e integrato nel particolare sistema agrivoltaico, innalza il livello di sostenibilità agro-ambientale ed economica dell'attività agricola nell'area di intervento ed assicura il mantenimento dell'attività colturale e quindi il conseguimento del requisito B.1.b previsto dalle Linee Guida per i sistemi agrivoltaici, infatti la produzione media del quinquennio precedente l'avvio dell'impianto risulta di € 24.915,83 mentre quella del quinquennio seguente si stima in € 48.774,13, un valore decisamente migliorativo.

Parametro	Quinquennio ante	Quinquennio post
SAU (ha)	13,9898 ³	10,0669
PS media annuale unitaria (€/ha)	1.781,00	4.845,00
PS media complessiva (€/anno)	24.915,83	48.774,13

Per consentire il regolare svolgimento dell'attività agricola che richiede spazi per la crescita vegetazionale, per la coltivazione e la raccolta sono stati messi in relazione i parametri di crescita delle piante, delle dimensioni dei macchinari per la semina, di coltivazione e di

³ Il valore della superficie coltivata SAU registrata a fascicolo aziendale subisce piccole variazioni nel corso degli anni; tale variazione, seppur minima, è da attribuire alla generazione e interpretazione delle foto aeree. Per tale ragione si è utilizzato un valore medio.

raccolta con i parametri dimensionali classicamente utilizzati per la definizione del layout dell'impianto fotovoltaico. Quindi è stata definita l'altezza da terra dei sostegni in maniera tale che la vegetazione non producesse ombra; è stata definita la larghezza tra le file dei tracker (pitch) in maniera tale che il transito dei mezzi agricoli non fosse ostacolato e allo stesso modo potesse avvenire in sicurezza; la recinzione e la viabilità sono state collocate in maniera tale da favorire la coltivazione per colture a siepe e per favorire l'azione frangivento unitamente alle favorevoli implicazioni ambientali.

Si è scelto di dimensionare i sostegni dei pannelli fotovoltaici in maniera tale che questi siano collocati ad un'altezza da terra pari a 130 cm a presentino un pitch di 12,00 mt. che garantiscono la piena compatibilità dell'attività agricola in tutte le sue fasi di preparazione del terreno, semina, coltivazione e raccolta secondo gli ordinari metodi e secondo l'ordinaria meccanizzazione del settore ma anche secondo le più moderne frontiere della tecnologia applicata al settore agricolo.

Queste dimensioni consentono, tra l'altro, di poter programmare l'attività di falciatura della vegetazione spontanea in archi temporali sufficientemente distanziati.

L'organizzazione del campo fotovoltaico è tale da consentire l'utilizzo di macchine normalmente in uso alla agricoltura.

16.1. Erba medica

L'erba medica può essere **seminata all'uscita dell'inverno** dal momento in cui la temperatura raggiunge i 5-6 °C, o in fine estate-inizio autunno, purché le piantine raggiungano un buono sviluppo epigeo (4-5 foglie) e radicale (almeno 50 mm) prima dell'arrivo dei freddi.

La semina di fine inverno (febbraio-marzo) è quella più **praticata nel caso non si disponga di possibilità irrigue**; potendo fare una o due irrigazioni ausiliarie, per assicurare l'emergenza, la semina estiva è senz'altro la più razionale.

La concimazione fosfatica e fosfo-potassica in copertura del medicaio non è molto indicata data la scarsa mobilità di questi elementi; pertanto, P e K dovrebbero essere distribuiti **prima della semina**.

L'azoto è sicuramente il macroelemento meno necessario per una coltura di erba medica, per via dell'instaurarsi di rapporti simbiotici con i *Rhizobium* azotofissatori presenti nel terreno. I batteri simbiotici, con l'energia messa a disposizione dalla pianta sotto forma di sostanze ternarie, fissano l'azoto atmosferico (N_2) come azoto ammoniacale (NH_4^+) al livello dei **noduli radicali**. Per queste ragioni la concimazione azotata risulta essere quasi indifferente per la produttività dell'erba medica anche se può danneggiare la coltura perché favorisce sensibilmente lo sviluppo e la crescita di piante infestanti, soprattutto di specie nitrofile. Tuttavia, in particolari casi può rivelarsi utile la **somministrazione di una limitata concimazione azotata al medicaio**: se si dovessero verificare condizioni climatiche estremamente sfavorevoli alla vita del rizobio dopo la semina primaverile o con condizioni sfavorevoli all'affrancamento delle piante in emergenza sarebbe opportuno distribuire 20-30 kg/Ha di N.

L'apporto di sostanza organica ben compostata è generalmente sufficiente ad evitare o ridurre le carenze in microelementi.

La medica nella maggior parte dei casi è coltura non irrigua, in quanto, essendo dotata di una radice fittonante molto profonda, è in grado di utilizzare anche l'acqua che si trova in profondità nel terreno. In condizioni estreme di siccità la medica risponde bene all'irrigazione con incrementi produttivi anche rilevanti.

16.2. Orticole a foglia

(fonte: *Ortaggi da foglia da taglio* – F. Pimpini - M. Giannini – R. Lazzarin – Veneto Agricoltura).

In condizioni climatiche favorevoli, tutte le specie considerate possono essere coltivate in qualsiasi tipo di terreno purché non presenti difficoltà per le operazioni di sistemazione necessarie alla preparazione del letto di semina come in quelli eccessivamente argillosi, limosi o ricchi di scheletro. Prima dell'impianto occorre un'accurata preparazione, soprattutto nel caso della semina diretta, in quanto tale intervento rappresenta un fattore fra i più importanti per il successo della coltura.

Generalmente, nei terreni franco-argillosi si ricorre ad una vangatura profonda 0,30-0,35 m, eseguita con un certo anticipo sulla data di semina o trapianto, soprattutto quando si devono interrare eventuali residui della coltura precedente e/o fertilizzanti organici.

A questa dovranno fare seguito particolari lavori per amminutare le zolle (epicatura e/o fresatura). Nei terreni sabbiosi, invece, viene effettuata una vangatura meccanica o fresatura a 0,20-0,30 m. A volte la preparazione del terreno termina con la formazione di prose di larghezza variabile da 1 a 2 m sulle quali può essere praticata la semina o il trapianto. La larghezza della prosa dovrà, comunque, tener conto delle esigenze delle macchine operatrici (seminatrici e raccoglitrice) e risulta sempre molto importante livellare la sua superficie per avere maggiori garanzie sull'uniformità della profondità di semina.

Nella pratica, la formazione della prosa viene molto spesso effettuata all'atto della semina con il passaggio della trattrice sul terreno finemente lavorato e livellato.

Per la produzione di ortaggi da foglie da taglio la semina diretta rappresenta generalmente la tecnica con la quale ha inizio la coltura. La semina si effettua durante l'intero arco dell'anno pur con differenze tra le diverse specie e areali di produzione.

Le densità colturali si mantengono mediamente intorno alle 2.500 piante per m², con i valori più bassi per lo spinacio (800-1.100) e i più elevati per le rucole (3.000-3.500).

Sussistono consistenti variazioni nella durata del ciclo colturale in relazione alla specie e al periodo di coltivazione. Si passa, infatti, dai circa 20 giorni per la produzione della lattuga nel periodo estivo agli oltre 90 giorni per la valerianella nel periodo invernale.

La semina può essere realizzata a mano a spaglio, ma per la grande generalità dei casi si opera con seminatrici meccaniche a distribuzione continua del seme lungo la fila, delle quali sono disponibili diversi modelli. Si passa da quelli di piccole dimensioni con larghezza di lavoro di 0,90-1,20 m, generalmente accoppiate a motocoltivatori, a quelli portati da trattrici, oppure ai semoventi con larghezza di lavoro fino a 1,60 m.

Per quanto riguarda la fertilizzazione, in linea di massima è ipotizzabile una concimazione di base che, oltre alla sostanza organica, consideri fosforo e potassio con quantitativi che, nel caso della rucola, specie maggiormente studiata sotto questo profilo, si possono attestare, per singolo ciclo, sui 50-60 kg/ha di P₂O₅ e, in terreni sabbiosi, sui 100-120 kg/ha di K₂O. Nei terreni facilmente dilavabili la quota annua complessiva di questi due nutrienti, sempre da apportare con la concimazione di base, potrebbe essere distribuita in parti eguali, dilazionata in due o tre interventi, nell'arco dell'intera successione prevista.

Per quanto riguarda l'azoto i quantitativi devono essere frazionati in due o tre interventi nell'ambito di ciascun ciclo colturale e, per ridurre la concentrazione di nitrati nelle parti edibili delle piante, è opportuno non effettuare distribuzioni in prossimità della raccolta. Per poter adeguatamente modulare tali apporti, considerato il breve ciclo biologico delle colture in esame, l'attenzione dovrà essere rivolta ai quantitativi somministrati, in particolare per le specie che sono più facilmente predisposte all'accumulo (es. rucola) e, in linea generale, per evitare problematiche in tal senso, si consiglia di non superare i 100 kg ha⁻¹ di N per ciclo.

Nel caso si intervenga con fertirrigazione, conosciute le asportazioni della coltura, tutti gli elementi nutritivi possono essere apportati in copertura, frazionati in funzione delle esigenze della pianta. Seguendo questa modalità operativa la coltura verrà mantenuta a livelli nutrizionali ottimali e, nello stesso tempo, si eviteranno gli aumenti di salinità della soluzione circolante.

Alcune specie di ortaggi da foglia da taglio (es. rucola) si adattano bene ad essere coltivate in terreni asciutti. Al fine, però, di migliorare la produzione anche sotto il profilo qualitativo, con foglie croccanti e poco fibrose, è necessario operare in terreni caratterizzati da buona dotazione di acqua disponibile. Date le modalità colturali e la conformazione delle piante,

appare ovvio che la scelta del sistema irriguo dovrà garantire una distribuzione uniforme dell'acqua (Fig. 23.4) e soprattutto non provocare calpestamento e imbrattamento delle foglie. I sistemi largamente più diffusi sono quelli microirrigui a copertura integrale per asperzione con spruzzatori statici (sprayer) o dinamici (sprinkler), con portate medio basse (70-120 L h⁻¹), e gittate modeste (3-5 m).

Tutte le diverse specie da taglio necessitano di frequenti interventi irrigui fino alla completa emergenza delle plantule. Ne consegue che i maggiori volumi di adacquamento verranno apportati subito dopo la semina.

La raccolta avviene quando le piante si trovano in una fase fenologica del tutto particolare (in generale molto precoce) e, per la grande maggioranza delle specie, si opera effettuando il taglio delle foglie oppure della sola radice quando si intende prelevare la pianta intera; in entrambi i casi, i prodotti vengono consumati come insalata in tempi relativamente brevi. Appare pertanto evidente che le quote destinate all'alimentazione umana sono caratterizzate da tessuti giovani e di conseguenza facilmente deperibili, che devono però mantenere inalterati i requisiti estetici, soprattutto freschezza, fin al momento in cui non giungeranno alla tavola del consumatore. Da ciò deriva che la raccolta non rappresenta una momentanea interruzione del processo produttivo, ma è necessario si inserisca nello stesso per ottenere il migliore risultato finale.

La raccolta può essere praticata a mano nelle aziende di modeste dimensioni o più comunemente a macchina in quelle più grandi. Per le specie per le quali si prelevano soltanto le foglie, per la raccolta manuale vengono normalmente impiegati coltelli o falci tradizionali alle quali gli stessi produttori apportano modifiche applicandovi un dispositivo in lamiera o altro materiale di altezza intorno ai 0,10 m. Ciò al fine di accumulare le foglie in posizione verticale nella zona retrostante il fronte di taglio e consentire un più agevole collocamento delle stesse nei contenitori. Scarsamente usate sono invece le barre falcianti che, seppur in grado di velocizzare sensibilmente l'intervento, causano un eccessivo schiacciamento nella zona di taglio che favorisce, in breve tempo, la comparsa di fenomeni ossidativi che compromettono la qualità del prodotto, riducendone nel contempo la conservabilità.

16.3. Integrazione coltura-fotovoltaico

L'impianto fotovoltaico si integra perfettamente nella coltivazione del prato di erba medica in rotazione con colture orticole da industria, potendo garantire rese produttive, sulle superfici effettivamente coltivate, del tutto simili a quelle dei terreni senza presenza di pannelli.

Nell'analisi dell'interazione coltura-sistema fotovoltaico vanno considerati i seguenti elementi:

- i filari fotovoltaici, posti ad interasse di 10,30 metri, consentono un agevole accesso per le lavorazioni agricole ai mezzi meccanici utilizzati per la coltivazione del medicaio e per diverse colture orticole da industria, quali ad esempio gli ortaggi a foglia (lattuga, spinacio, valeriana, basilico, ecc.);
- i supporti sono costituiti da pali in acciaio infissi nel terreno e di facile rimozione a fine vita operativa;

L'impatto del sistema fotovoltaico sul suolo è ritenuto minimo, in quanto non interessato in modo significativo da infrastrutture inamovibili:

- i pali dei tracker sono semplicemente infissi nel terreno per battitura e possono essere rimossi con facilità per semplice estrazione;
- i cavidotti sono minimi e saranno localizzati unicamente in zone non utilizzate per la coltivazione, in vicinanza della recinzione, e anch'essi sono facilmente rimovibili a fine vita operativa dell'impianto fotovoltaico.

Si evidenziano, infine, i seguenti punti di forza del sistema agri-voltaico:

- le lavorazioni del terreno per la predisposizione dello stesso alla successiva semina verranno eseguite ricorrendo ad attrezzature per la minima lavorazione, senza interferenze con l'impianto fotovoltaico;
- l'attività di manutenzione del fotovoltaico, che consiste in sostanza nell'annuale

lavaggio dei pannelli, avverrà con mezzi leggeri che entreranno in campo dopo il raccolto e senza arrecare danno alla struttura del terreno;

- il lavaggio dei pannelli avverrà con l'uso di roto-spazzoloni, utilizzando acqua pura, senza alcun detergente che possa inquinare la coltivazione e le falde.

17. IRRIGAZIONE

La gestione irrigua futura sarà basata sull'utilizzo di sistemi a goccia per le colture orticole. Sarà a tale scopo realizzato un sistema di distribuzione dell'acqua prelevata dai canali di irrigazione costituito da gruppo di pompaggio e filtrazione, linee di distribuzione principali e ali gocciolanti posate a terra.

Per l'erba medica, necessitando questa di rari interventi irrigui concentrati principalmente nei primi mesi dall'impianto, si ritiene di impiegare sistemi semoventi (rotoloni) con erogazione a bassa pressione e a corto raggio. L'attrezzatura impiegata sarà di taglia e gittata idonea all'utilizzo lungo l'interfila coltivato.

18. VALUTAZIONI ECONOMICHE

18.1. Conto colturale erba medica

(fonte: 'Erba medica, su base quinquennale redditi interessanti' di A. Frascarelli e R. Perpetua, Terra e Vita 8 maggio 2019)

In ambiente irriguo i ricavi aumentano notevolmente data la maggior produttività con una media annua che oscilla tra le 10 e le 11 tonnellate di fieno ad ettaro (Figura 9 – tab.3). Questo dato è distribuito su un medicaio di durata quinquennale sul quale si adoperano cinque sfalci l'anno, ad eccezione del primo anno.

tab. 3 Ricavi in pianura irrigua

RICAVI	Prezzo (€/t)	1° anno		2° anno		3° anno		4° anno		5° anno		Ricavo medio annuo (€/ha)
		resa (t/ha)	valore (€/ha)	resa (t/ha)	valore (€/ha)	resa (t/ha)	valore (€/ha)	resa (t/ha)	valore (€/ha)	resa (t/ha)	valore (€/ha)	
Fieno 1° sfalcio	115	3	345	4	460	4	460	3,5	402,5	3,5	402,5	414,0
Fieno 2° sfalcio	125	2,5	312,5	2,5	312,5	2,5	312,5	2,5	312,5	2,5	312,5	312,5
Fieno 3° sfalcio	125	2,5	312,5	2	250	2	250	2	250	2	250	262,5
Fieno 4° sfalcio	130	2	260	1,5	195	1,5	195	1	130	1	130	182,0
Fieno 5° sfalcio	130	0	0	1	130	1	130	1	130	1	130	104,0
Totale	125	10	1.230	11	1.347,5	11	1.347,5	10	1.225	10	1.225	1.275

tab. 4 Conto colturale pianura irrigua

COSTI ANNUALI		1° anno		2° anno		3° anno		4° anno		5° anno		Media annua (€/ha)
Raccolta foraggio 1° taglio	€/big baler	Big baler (n°)	€/ha	Big baler (n°)	€/ha	Big baler (n°)	€/ha	Big baler (n°)	€/ha	Big baler (n°)	€/ha	
Irrigazione			49,5		49,5		49,5		49,5		49,5	49,5
Falciaccondizionatrice			40		40		40		40		40	40
Andanatura			25,5		25,5		25,5		25,5		25,5	25,5
Rivoltatura			25,5		25,5		25,5		25,5		25,5	25,5
Pressatura: big baler	7,5	7,5	56,3	10	75	10	75	8,8	65,6	8,8	65,6	67,5
Carico e trasporto	2,2	7,5	16,5	10	22	10	22	8,8	19,3	8,8	19,3	19,8
RACCOLTA FORAGGIO 2° TAGLIO												
Falciaccondizionatrice			40		40		40		40		40	40
Andanatura			25,2		25,5		25,5		25,5		25,5	25,5
Rivoltatura			25,2		25,5		25,5		25,5		25,5	25,5
Pressatura: big baler	7,5	6,3	46,9	6,25	46,9	6,3	46,9	6,3	46,9	6,3	46,9	46,9
Carico e trasporto	2,2	6,3	13,8	6,25	13,8	6,3	13,75	6,3	13,8	6,3	13,8	13,8
RACCOLTA FORAGGIO 3° TAGLIO												
Falciaccondizionatrice			40		40		40		40		40	40
Andanatura			25,5		25,5		25,5		25,5		25,5	25,5
Rivoltatura			25,5		25,5		25,5		25,5		25,5	25,5
Pressatura: big baler	7,5	6,3	46,9	5	37,5	5	37,5	5	37,5	5	37,5	9,4
Carico e trasporto	2,2	6,3	13,8	5	11	5	11	5	11	5	11	11,6
RACCOLTA FORAGGIO 4° TAGLIO												
Falciaccondizionatrice			40		40		40		40		40	40
Andanatura			25,5		25,5		25,5		25,5		25,5	25,5
Rivoltatura			25,5		25,5		25,5		25,5		25,5	25,5
Pressatura: big baler	7,5	5	37,5	3,8	28,1	3,8	28,1	2,5	18,8	2,5	18,8	26,3
Carico e trasporto	2,2	5	11	3,8	8,3	3,8	8,3	2,5	5,5	2,5	5,5	7,7
RACCOLTA FORAGGIO 5° TAGLIO												
Falciaccondizionatrice			0		40		40		40		40	32
Andanatura			0		25,5		25,5		25,5		25,5	20,4
Rivoltatura			0		25,5		25,5		25,5		25,5	20,4
Pressatura: big baler	7,5	0	0	2,5	18,8	2,5	18,75	2,5	18,8	2,5	18,8	15
Carico e trasporto	2,2	0	0	2,5	5,5	2,5	5,5	2,5	5,5	2,5	5,5	4,4
TOTALE			656		771,3		771,3		747		747	738,5
COSTI D'IMPIANTO												
Aratura			165,2									33
Estirpatura			40									8
Concimazione di fondo			45									9
Concime (Perfosfato triplo)			180									36
Erpicatura			30									6
Semina			43,4									8,7
Semente			168									33,6
Rullatura			31									6,2
TOTALE			702,6									140,5
RICAVI TOTALI			1.230		1.347,5		1.347,5		1.225		1.225	1.275
REDDITO LORDO			-128,6		576,3		576,3		478		478	396

Figura 9: Valori di riferimento di costi e ricavi per la coltivazione dell'erba medica

I costi d'impianto, insieme a quelli di raccolta portano a chiudere il primo anno in negativo, con una perdita di 129 €/ha. Dal secondo anno, i costi di impianto sono pienamente recuperati.

Nella media quinquennale, la redditività dell'erba medica è di 396 €/ha, a cui aggiungere i pagamenti diretti della Pac, che non sono stati previsti nel conto colturale, in quanto sono indipendenti dalla produzione.

Una tale redditività nella pianura irrigua dell'Emilia-Romagna è paragonabile a quella della soia e dei cereali a paglia.

18.2. Conto colturale ortaggi a foglia da taglio

La produzione media delle colture orticole da taglio in pien'aria si attesta intorno ai 200 q/ha, dato variabile soprattutto in funzione della specie coltivata, del tipo di raccolta (meccanizzata o manuale) e del tipo di lavorazioni post-raccolta (ad esempio confezionamento manuale o con agevolatrice meccanica).

Come mostra la tabella sotto riportata (TABELLA 3), una delle principali voci di costo è rappresentata dalla raccolta che, in determinate condizioni (raccolta manuale), può raggiungere anche il 50 % del costo totale di produzione.

TABELLA 3 - Incidenza della manodopera sulla redditività dello zucchini scuro			
Azienda	Manodopera per raccolta e confezionamento al kg (%)	Manodopera in fase di allevamento al kg (%)	Manodopera totale sul costo di produzione (%)
8	31	7	38
1	35	6	42
5	41	6	47
10	43	6	48
13	48	5	53
L'incidenza del costo totale della manodopera sul costo di produzione va dal 38 fino a oltre il 50%.			

Figura 10: tabella sull'incidenza della manodopera per le produzioni orticole. Fonte: L'Informatore Agrario n.14/2019

TABELLA 2 - Caratteristiche prodotto, costo di produzione, costo totale e prezzo all'ingrosso							
Prodotto	Cetriolo	Lattuga gentile	Lattuga romana	Lattuga trocadero	Melanzana	Zucchini scuro	Zucchini chiaro
Coltivazione	serra	pieno campo	pieno campo	pieno campo	serra	pieno campo	serra
Raccolta	manuale	manuale o con macchina agevolatrice	manuale o con macchina agevolatrice	manuale o con macchina agevolatrice	manuale	manuale	manuale
Confezionamento	manuale o con ausilio di calibratrice	manuale o con macchina agevolatrice	manuale o con macchina agevolatrice	manuale o con macchina agevolatrice	manuale o con ausilio di calibratrice	manuale o con ausilio di calibratrice	manuale o con ausilio di calibratrice
Costo di produzione ⁽¹⁾ (euro/kg)	0,744-0,807	0,873-0,954	0,773-0,851	0,868-0,996	0,864-0,918	0,753-0,993	1,297-1,375
Utile d'impresa (8%)	0,060-0,065	0,070-0,076	0,062-0,068	0,069-0,080	0,069-0,073	0,060-0,079	0,104-0,110
Costo totale (euro/kg)	0,803-0,872	0,942-1,030	0,835-0,919	0,937-1,076	0,933-0,992	0,813-1,073	1,401-1,485
Prezzo ingrosso ⁽¹⁾ (euro/kg)	0,66	0,92	0,86	0,88	0,66	0,80	1,32

(1) Fonte: elaborazione BMTI su dati Mise-Unioncamere comprensivo del 13% di trattenute conto commissione. Media dei prezzi ufficiali (euro/kg) dei mercati all'ingrosso di Bologna, Padova, Milano e Rimini.

Figura 11: Tabella rappresentante l'incidenza del costo della manodopera sul costo totale di produzione

La TABELLA 2, tratta da L'Informatore Agrario n. 14/2019, evidenzia una problematica: il costo di produzione nei casi presi in esame (tre varietà di lattuga) raggiunge anche l'85% del prezzo totale all'ingrosso espresso in Euro per chilogrammo di prodotto.

La scelta di alternare questa coltivazione con erba medica, ottima coltura azotofissatrice, risulta quindi una strategia aziendale utile per ridurre i costi necessari per la concimazione azotata del terreno.

Il sistema di irrigazione goccia a goccia consente inoltre di ridurre ulteriormente i costi di coltivazione delle orticole; mediante tale sistema è infatti possibile distribuire all'occorrenza sia i fertilizzanti necessari alla coltura per uno sviluppo vegetale ottimale, sia l'acqua per l'irrigazione, eliminando quindi le voci di costo relative alla manodopera e al consumo di carburante relative alle suddette operazioni colturali.

19. OPERE DI MITIGAZIONE PERIMETRALI

Per le mitigazioni ambientali, si rimanda alla specifica relazione: "Relazione mitigazione impianto".

20. ALLEGATO 1

PIANI CULTURALI DELLE ULTIME CINQUE ANNATE AGRARIE