



PROVINCIA DI
AGRIGENTO



PROVINCIA DI
CALTANISSETTA



COMUNE DI
CAMMARATA



COMUNE DI
VALLELUNGA
PRATAMENO



REGIONE
SICILIANA

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO

NEL COMUNE DI CAMMARATA (AG) E
NEL COMUNE DI VALLELUNGA PRATAMENO (CL)

Potenza massima di picco: 57.462 kWp
Potenza massima di immissione: 50.000 kW

ELABORATI PROGETTUALI

CODICE ELABORATO

TITOLO ELABORATO

AF.R07

*RELAZIONE ILLUSTRATIVA
AGR/VOLTA/CO*

COMMITTENTE

ILOS

INE Montoni Vecchio Srl
A Company of ILOS New Energy Italy

INE Montoni Vecchio S.r.l.
Piazza di Sant'Anastasia,
00186 Roma
P.IVA 16232631008

INE Montoni Vecchio Srl
Piazza di Sant'Anastasia 7, 00186 Roma
P.IVA e C.F.: 16232631008

firmato digitalmente

PROGETTAZIONE

2ASINERGY

#innovativeengineering

2A SINERGY S.r.l.S.B.

Piazza Giuseppe Verdi 8
00198 Roma
Tel. 0968 201203
P.IVA 03384670794

Progettista: Ing. Enrico Gadaleta

ENTI

DATA: MAGGIO 2022

SCALA:

FORMATO CARTA: A4

SOMMARIO

1. Premessa	2
2. Dati generali del proponente.....	3
3. Descrizione del progetto	5
3.1 Inquadramento territoriale.....	5
3.2 Obiettivi e azioni di progetto	9
4. Generalità sull'agrivoltaico	12
4.1 Inquadramento dell'agrivoltaico	12
4.2 Effetti microclimatici e sulle piante nel sistema agri-voltaico	13
4.2.1 Radiazione solare	13
4.2.2 Temperatura.....	15
4.2.3 Evapotraspirazione.....	16
4.2.4 Esperienze di coltivazione in condizione di ombreggiamento.....	17
4.3 Coltivazione futura	17
4.4 Possibile integrazione coltura-fotovoltaico	20
4.5 Scelta delle specie vegetali impiegate come bordure e fasce di mitigazione degli impatti	22
5. Inquadramento dell'agroecosistema.....	24
5.1 Il clima.....	24
5.2 Caratteri territoriali, naturali e paesaggistici dell'area	26
5.2.1 Inquadramento fitoclimatico.....	27
5.2.2 Uso del suolo	29
5.2.3 Biodiversità: aree protette e rete Natura 2000.....	30
5.3 Produzioni agricole di qualità	31
5.4 Stato attuale della superficie agricola interessata dall'impianto agrivoltaico	31
5.5 Compendio fotografico dell'area	32
6. Il progetto agrivoltaico	37
7. Elementi a supporto del progetto agrivoltaico.....	41
8. Conclusioni	50

1. Premessa

La presente relazione costituisce documento di supporto al procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale Nazionale (VIA), riguardo il progetto per la realizzazione di un impianto solare fotovoltaico, del tipo ad inseguimento monoassiale, installato a terra e finalizzato alla produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile.

L’impianto sarà denominato “Cammarata” ed avrà una potenza di picco di 57,462 MW ed una potenza in immissione pari a 50 MWac.

I moduli fotovoltaici saranno montati su strutture metalliche ad inseguimento solare con movimentazione mono-assiale (da est verso ovest) detti Tracker. L’impianto sarà collegato in antenna a 36 kV da inserire in entra – esce sul futuro sottostazione da 380/36 KV che si collegherà all’elettrodotto RTN a 380 kV della RTN “Chiaramonte Gulfi - Ciminna”, previsto nel Piano di Sviluppo Terna e da ricollegare alla linea 150 kV compresa tra le stazioni RTN di Ciminna e Cammarata.

Lo scopo della stesura del presente documento è quello di descrivere l’integrazione tra agricoltura e fotovoltaico realizzata nel progetto, che prevede di coltivare l’area agricola tra le file dei moduli attraverso l’impianto di un prato polifita stabile destinato alla produzione di foraggio.

Caratteristica peculiare di questo progetto è che il Proponente, Produttore di energia elettrica fotovoltaica, con la collaborazione di un’azienda agricola locale già individuata sul territorio, agisce pariteticamente e in modo sinergico sin dalle prime fasi del progetto, per valorizzare la produttività del territorio sia da un punto di vista agricolo che da un punto di vista energetico

2. Dati generali del proponente

Società proponente del progetto

Ragione Sociale: INE MONTONI VECCHIO S.R.L.

Partita IVA: 16232631008

Sede: Piazza Sant'Anastasia, 7

CAP/Luogo: 00186 - Roma

Rappresentante dell'impresa: KIOS Sasha, CHIERICONI Sergio, BRAGHIERI Roberto Walter

PEC: ineleios-mentasrl@legalmail.it

Il soggetto proponente INE MONTONI VECCHIO S.R.L. è una società controllata del gruppo ILOS New Energy Italy S.r.l., azienda che opera nei principali settori economici e industriali della "Green Economy", specializzata nella produzione e vendita di energia elettrica da fonti rinnovabili con sede e forza lavoro in Italia. Il gruppo è attivo nella realizzazione di importanti progetti in diversi settori, realizzando impianti fotovoltaici ad elevato valore aggiunto per famiglie, per aziende e grandi strutture, realizzando e connettendo alla rete impianti fotovoltaici per una potenza di diverse decine di MW. Il Gruppo ILOS si pone l'obiettivo di investire nel settore delle energie rinnovabili in Italia coerentemente con gli indirizzi e gli obiettivi del Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima. Per il conseguimento del proprio obiettivo predilige lo sviluppo di progetti miranti al raggiungimento della produzione di energia rinnovabile mediante impiego di tecnologie, materiali e metodologie in grado di salvaguardare e tutelare l'ambiente, avvalendosi anche di una fitta rete di collaborazioni con partner industriali e finanziari, nazionali ed internazionali.

Società Agricola per la gestione del progetto agronomico

Ragione Sociale: Saeli Agricola – Società a Responsabilità limitata

Partita IVA: 03016210845

Sede: Contrada Pozzillo sn

CAP/Luogo: 99027 – Licata (AG)

Rappresentante dell'impresa: Saeli Rosa MARIA

PEC: saelisrl@pec.it

Il soggetto: Saeli Agricola srl. è un'azienda agricola locale che opera nel territorio in modo innovativo ed eticamente responsabile. La prospettiva di lavorare in un sistema agrovoltaiico permetterà di sfruttare le proprie competenze per una continuità ed un accrescimento della propria produzione agricola. L'azienda è intervenuta già nelle prime fasi di sviluppo affinché il progetto agricolo potesse essere virtuosamente integrato nel progetto fotovoltaico, per realizzare un sistema unico e sinergico.

3. Descrizione del progetto

3.1 Inquadramento territoriale

L'impianto in progetto si sviluppa su tre lotti ed è ubicato in parte nel Comune di Cammarata, in provincia di Agrigento, ed in parte nel Comune di Vallelunga Pratameno, in Provincia di Caltanissetta.

I lotti si trovano in località Montoni Vecchio.



FIGURA 1 – INQUADRAMENTO TERRITORIALE

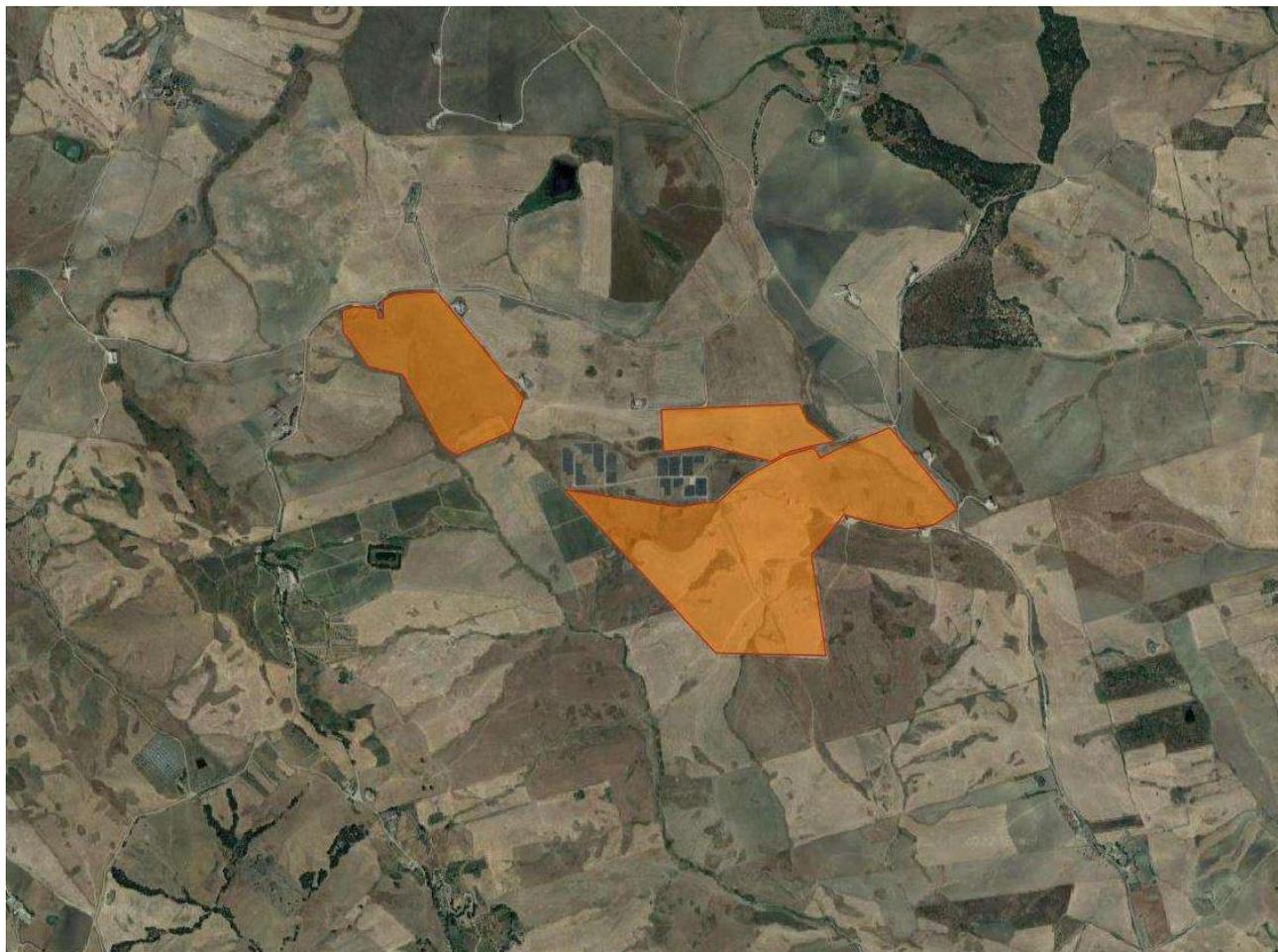


FIGURA 2 – ORTOFOTO CON IMPIANTO

In prossimità dell'impianto sono presenti un parco eolico ed un impianto fotovoltaico esistenti.

I lotti sono catastalmente individuabili al:

- Comune di Vallelunga Pratameno – Foglio 18 Particelle 40, 84, 7, 30
- Comune di Cammarata – Foglio 14 Particelle 137, 155, 170, 37, 183, 75, 77, 36, 12

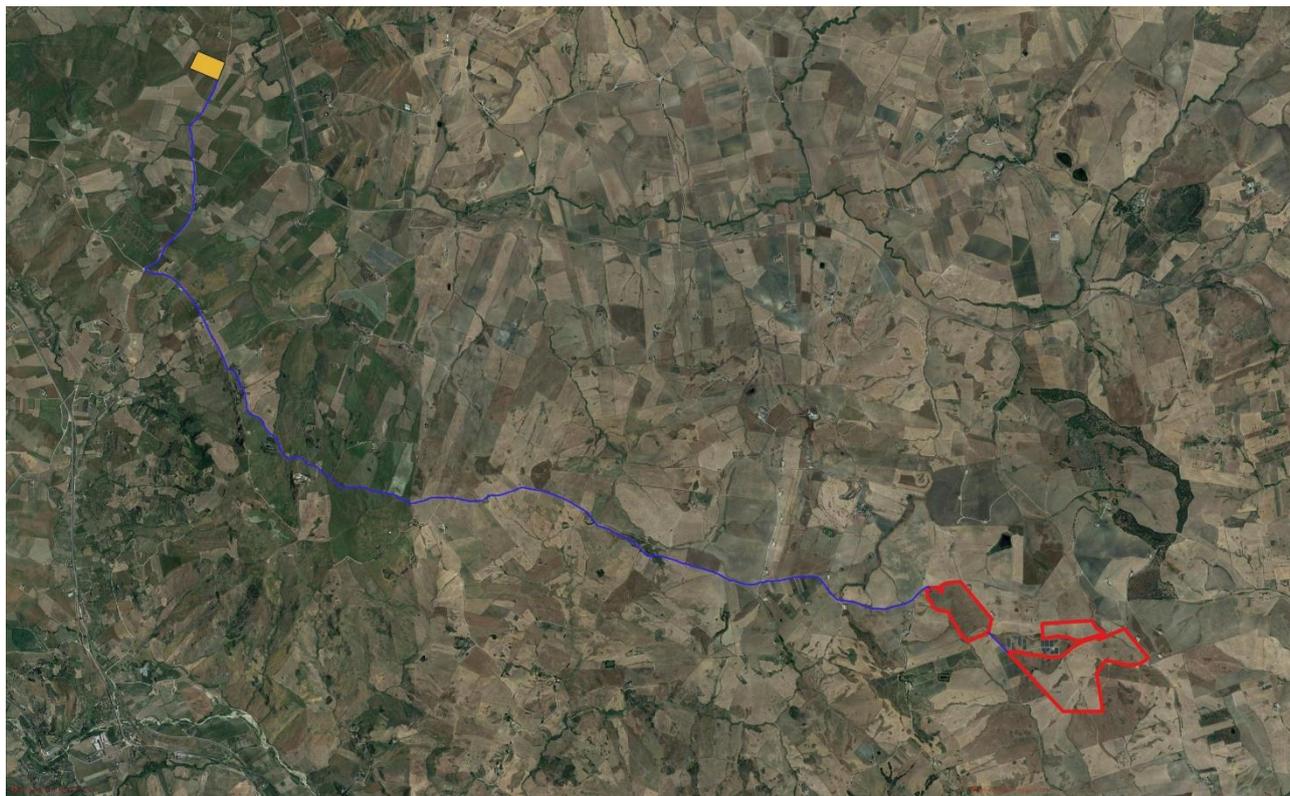


FIGURA 3 – ORTOFOTO CON IMPIANTO E CAVIDOTTO

Il tracciato del cavidotto si sviluppa in modalità interrata per circa 12,5 km al di sotto di viabilità esistente, dai lotti di progetto fino ad arrivare alla nuova SE sita nel Comune di Castronuovo, in località Torto.

**FIGURA 4 – MAPPA CATASTALE DEI LOTTI**

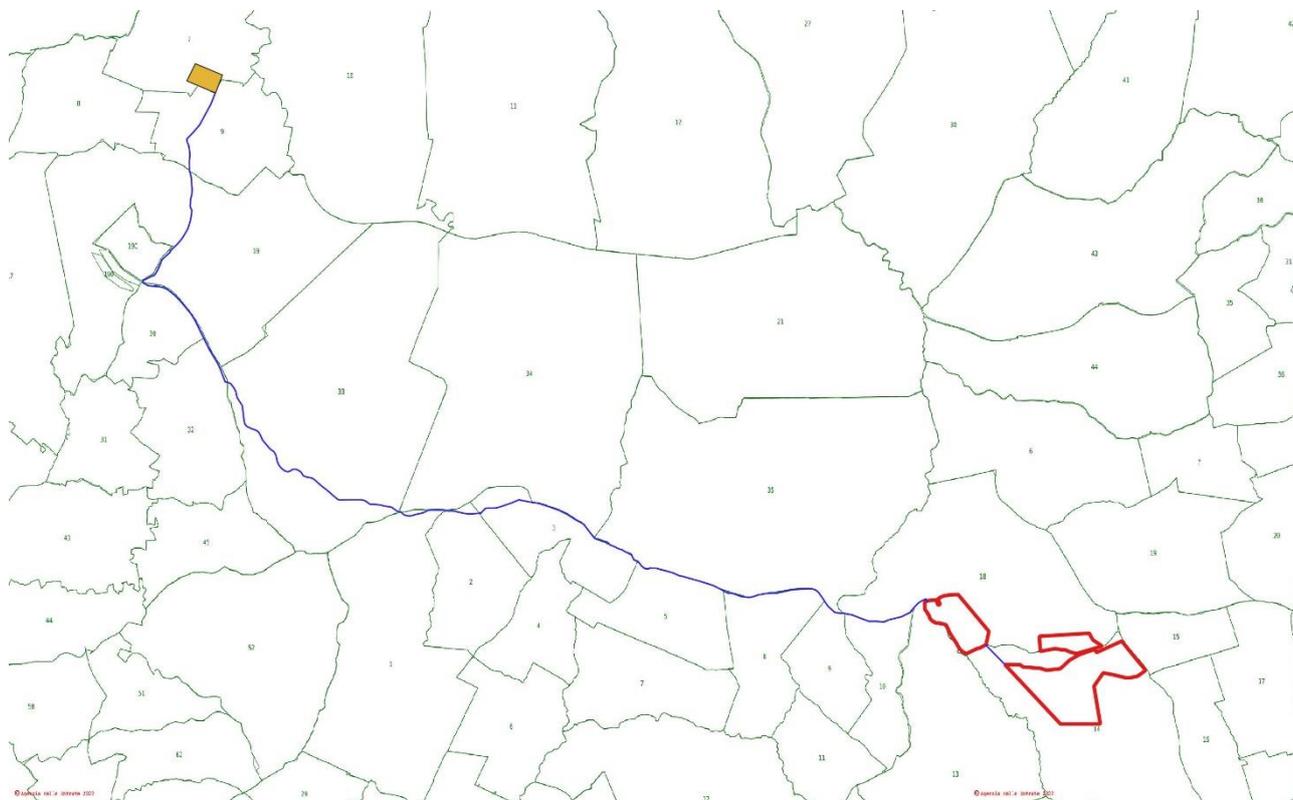


Figura 5 - MAPPA CATASTALE IMPIANTO E CAVIDOTTO

Il percorso del cavidotto parte dal foglio 18 del Comune di Vallelunga Pratameno ed arriva al foglio 9 del Comune di Castronuovo, ove è prevista la nuova Stazione Elettrica.

3.2 Obiettivi e azioni di progetto

Il progetto si inserisce nell'obiettivo di interesse comunitario e mondiale per la riduzione di elementi inquinanti. Gli effetti devastanti che l'energia prodotta dai combustibili fossili apporta all'ecosistema sono un problema riconosciuto e da tempo denunciato dalla comunità scientifica mondiale. È quindi urgente e necessario promuovere il ricorso alle fonti rinnovabili. La produzione di energia da fonti rinnovabili costituisce una risposta di crescente importanza al problema dello sviluppo economico sostenibile che comporta, per il lungo periodo, la ricerca di alternative all'impiego delle fonti fossili. La necessità di promuovere fonti alternative d'energia è stata affermata ufficialmente dalla Commissione Europea fin dal 1997 con il Protocollo di Kyoto, ed è stata ulteriormente confermata da tutti i successivi impegni mondiali, come l'Accordo di Parigi e l'aggiornamento della Direttiva 2009/28/UE con la Direttiva 2018/2001/UE sulle risorse rinnovabili. Questi atti di indirizzo sono stati recepiti dalla normativa Italiana e Regionale: in particolare:

- A livello nazionale, il D.Lgs 03.03.2011 n.28 “Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell’uso dell’energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE”, incentiva lo sviluppo e l’utilizzazione delle fonti rinnovabili di energia;
- il Piano Nazionale Integrato per l’Energia e il Clima (PNIEC), che delinea le strategie energetiche nazionali per il periodo 2020-2030, intende perseguire un obiettivo di copertura, nel 2030, del 30% del consumo finale lordo di energia da fonti rinnovabili anche attraverso la diffusione anche di grandi impianti fotovoltaici a terra. Nel contesto di questa intensa espansione delle fonti di energia rinnovabile, e del fotovoltaico in particolare, si pone infatti il tema di garantire una corretta localizzazione e progettazione degli impianti, con specifico riferimento alla necessità di limitare un ulteriore e progressivo consumo di suolo agricolo e, contestualmente, garantire la salvaguardia del paesaggio;
- Gli impianti di produzione di energia elettrica possono essere ubicati anche in zone classificate agricole dai vigenti piani urbanistici, nel rispetto delle vigenti disposizioni in materia, senza la necessità di effettuare la variazione di destinazione d’uso dei siti di ubicazione dei medesimi impianti; la progettazione degli impianti fotovoltaici al suolo deve prevedere un corretto inserimento paesaggistico ed eventuali opere di mitigazione paesaggistica e/o compensazione

Il Progetto Agrivoltaico sarà fortemente innovativo ed in grado di coniugare la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, con la conduzione agricola dei terreni, preservando altresì le caratteristiche pedologiche del suolo;

Il Parco Agrivoltaico, oltre alle opere funzionali all’attività agricola, sarà costituito da pannelli solari e dalle relative strutture, dalle relative opere accessorie tra le quali: cabine elettriche e linee di allaccio alla rete elettrica nazionale, cavidotti, opere di viabilità e di accesso e il collegamento alla rete in una nuova stazione elettrica di trasformazione MT/AT.

Le opere previste si possono suddividere nelle seguenti categorie d’intervento:

- sistemazione generale e delimitazione dell’area;
- realizzazione dell’impianto agrivoltaico costituito da inseguitori mono assiali orientati sull’asse nord-sud;
- realizzazione delle opere di connessione alla centrale AT di Terna, compresa la sottostazione di trasformazione MT/AT;
- utilizzo dell’area sottostante alle strutture tecnologiche come suolo agricolo per la coltivazione a seguito di seminazione.

L'impianto agrivoltaico sarà costituito da 39.780 moduli con potenzialità di 695 Wp installati su tracker ad inseguimento monoassiale, suddivisi in stringhe aventi ognuna 26 moduli in configurazione bifilare 2x13. L'area effettivamente occupata dai moduli è di 12,35 ettari.

4. Generalità sull'agrivoltaico

4.1 Inquadramento dell'agrivoltaico

Con il termine agri-fotovoltaico si indica un settore, ancora in espansione, caratterizzato da un utilizzo ibrido dei terreni tra produzione agricola e produzione di energia elettrica attraverso l'installazione di impianti fotovoltaici.

La prima fase storica di questo settore si è avuta con le serre fotovoltaiche. Tuttavia, questo iniziale esperimento non ha funzionato quanto avrebbe dovuto, soprattutto per via della mancanza di collegamento produttivo e progettuale che poneva gli agricoltori nella posizione riduttiva di locatari, scavalcati dalle esigenze dei partner energetici; il guadagno tratto dall'affitto era sufficiente, e dell'attività agricola si è via via perso interesse con il conseguente abbandono delle terre.

Adesso la sfida è quella di reimpostare l'intero settore; alla base la condizione di riuscire a coinvolgere in modo paritario tutti quelli che prendono parte al progetto, dai produttori energetici agli agricoltori, dalle istituzioni alle amministrazioni locali.

Per arrivare ai 35 GW (Gigawatt) di fotovoltaico previsti dal Piano Nazionale Integrato Energia e Clima sarebbero sufficienti 50mila ettari, pari più o meno ai due quinti dei terreni abbandonati ogni anno dagli agricoltori. Riuscire a utilizzare questi terreni è quasi una condizione imprescindibile per raggiungere gli obiettivi del piano nazionale.

Servono per questo nuove forme di collaborazione e di progettazione, gestione e manutenzione sia degli impianti che dei terreni. Uno dei possibili obiettivi per il prossimo decennio potrebbe essere lo sviluppo di 12 GW di nuovi impianti fotovoltaici, insieme con un'aggiunta di redditività del sistema agricolo.

Questo tipo di sistema sarebbe un vantaggio sia per i campi che per il clima: da un lato ci sarebbero benefici per gli investitori energetici, che possono usufruire di terreni altrimenti non utilizzabili oltre a contenere i costi grazie all'affitto e alla manutenzione condivisa degli impianti, riducendo l'impatto ambientale; dall'altro i benefici per gli agricoltori riguarderebbero la possibilità di rifinanziamento delle proprie attività rilanciandole economicamente e progettuamente, incrementando la produttività, oltre a disporre di un sostegno economico che può essere utile a contrastare gli effetti dei cambiamenti climatici.

Oggi sul mercato ci sono diverse soluzioni che hanno diversi impatti a livello economico e agricolo:

- Impianti a terra. I moduli fotovoltaici vengono installati al suolo, occupando tutta la superficie e impedendo quindi l'utilizzo del terreno per usi agricoli.
- Agrivoltaico, consiste nell'installare un impianto fotovoltaico su terreni agricoli in modo da

sfruttare il terreno coltivabile e produrre energia pulita. Questo sistema prevede l'installazione dei pannelli su pali d'acciaio alti diversi metri che intercettano la luce del sole e permettono al tempo stesso di coltivare il suolo.

- Le serre fotovoltaiche, in cui una o più falde sono coperte da pannelli. Sfruttano l'energia solare per funzionare e all'interno è possibile coltivare piante, ortaggi e fiori. Si tratta tuttavia di soluzioni poco utilizzate, soprattutto per la difficile convivenza tra obiettivi energetici e colturali.

Tra queste tre soluzioni, l'agrivoltaico produrrebbe dei vantaggi sia per i campi che per il clima. Gli investitori energetici possono usufruire di terreni altrimenti non coltivabili e possono risparmiare sui costi grazie all'affitto e alla manutenzione condivisa degli impianti, riducendo l'impatto ambientale.

Dall'altra parte, gli agricoltori possono rifinanziare le proprie attività rilanciandole economicamente e progettualmente, aumentando la produttività e disponendo un sostegno economico utile a contrastare gli effetti dei cambiamenti climatici. Hanno, inoltre, la possibilità di sviluppare nuove competenze professionali e nuovi servizi al partner energetico (ad esempio lavaggio moduli, taglio erba, guardiania, ecc.).

Il sistema agrivoltaico influenza anche la distribuzione dell'acqua durante le precipitazioni e la temperatura del suolo. In primavera e in estate, la temperatura del suolo è risultata inferiore rispetto a un campo che non utilizza tale tecnica, mentre la temperatura dell'aria è rimasta invariata. Quindi le colture sotto i moduli hanno affrontato meglio le condizioni calde e secche.

Sicuramente l'agrivoltaico sta attirando l'interesse di molti studiosi in tutto il mondo. Rappresenta la soluzione più idonea per gli agricoltori che vogliono produrre energia e continuare a coltivare i propri campi.

4.2 Effetti microclimatici e sulle piante nel sistema agri-voltaico

La presenza dei pannelli fotovoltaici determina alcune modificazioni microclimatiche riferibili alla disponibilità di radiazione, alla temperatura e all'umidità del suolo, che possono avere effetti positivi, nulli o negativi, in funzione delle specifiche esigenze della specie coltivata.

4.2.1 Radiazione solare

La radiazione solare è un fattore essenziale per le piante, garantendo lo svolgimento della fotosintesi clorofilliana, l'accrescimento e la produzione dei prodotti agricoli. Le piante tuttavia, utilizzano solo una minima parte della radiazione solare, dal 2 al 5%, ed in particolare possono impiegare per la fotosintesi solo la frazione visibile, definita PAR (radiazione fotosinteticamente attiva), compresa tra 400 e 700 nm di lunghezza d'onda, che è pari a circa il 40% della radiazione

globale. Le piante, peraltro, riflettono alla superficie delle foglie il 25% della radiazione globale, pari al 10% della radiazione visibile PAR. Va sottolineato che in condizioni normali di pieno sole, la radiazione globale che raggiunge la superficie del terreno si compone per metà di radiazione diretta e per metà di radiazione diffusa priva di direzione prevalente.

La presenza del pannello fotovoltaico riduce la percentuale di radiazione diretta, ovvero quella che raggiunge direttamente il suolo, con intensità variabile in funzione della distanza dal filare fotovoltaico, del momento del giorno e del periodo dell'anno, mentre si prevede un aumento della quantità di radiazione diffusa.

Nel presente impianto si stima che la riduzione media annua della radiazione diretta sia dell'80% nelle zone immediatamente adiacenti al filare (fino a circa 1 m di distanza), mentre nella zona centrale sia solamente del 35-40%. In realtà, queste riduzioni devono considerarsi meno marcate nel periodo primaverile-estivo durante il quale si realizza lo sviluppo delle maggior parte delle piante coltivate, essendone soddisfatte le esigenze termiche per effetto del maggior angolo di elevazione solare. Inoltre, la tipologia mobile del pannello fotovoltaico adottata in progetto, per effetto di riflessione, consente alle piante coltivate di sfruttare la radiazione sia riflessa che diffusa dai pannelli stessi.

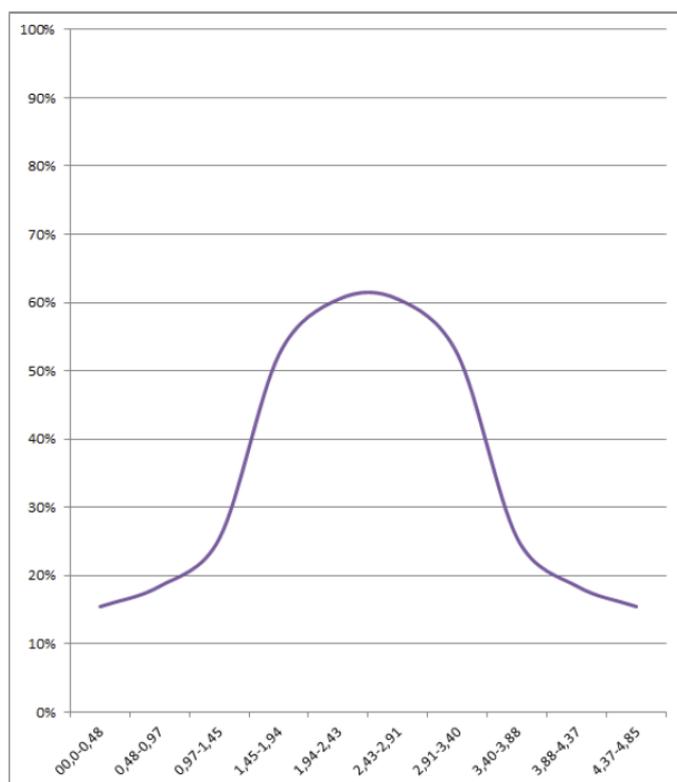


Figura 1 Disponibilità di radiazione solare diretta in funzione della distanza dal filare (valori medi annui) espressa come percentuale rispetto al pieno sole.

Per quanto riguarda il livello di saturazione per l'intensità luminosa, le piante vengono classificate in eliofile e sciafile. Le prime richiedono una elevata quantità di radiazione, mentre le sciafile soffrono per un eccesso di illuminazione, anche se la maggior parte delle piante coltivate devono essere considerate sciafile facoltative in quanto nelle normali condizioni di coltivazione l'elevata fittezza di semina comporta sempre l'instaurarsi di un ambiente sub-ottimale per l'illuminazione. In generale, si considerano piante con elevate esigenze di intensità di radiazione i cereali, le piante da zucchero, le specie oleaginose, da fiore e da frutto. Sono invece considerate sciafile, con basse esigenze luminose, le specie da fibra, le piante foraggere e alcune piante orticole per le quali l'elevata fittezza di semina e l'ombreggiamento sono realizzati agronomicamente per accentuare l'allungamento dei fusti e quindi la produzione di fibra, foraggio e foglie, per effetto della maggiore presenza dell'ormone della crescita (auxina) che è foto-labile. Nell'insalata, ad esempio, un leggero ombreggiamento aumenta lo sviluppo fogliare e riduce lo spessore delle foglie, rendendo il prodotto anche di migliore qualità commerciale.

4.2.2 Temperatura

In riferimento alla temperatura dell'aria, questa rappresenta la diretta conseguenza della radiazione solare. Sebbene sia lecito attendersi una riduzione dei valori termici dell'atmosfera in zone ombreggiate rispetto alle zone in pieno sole, anche di 3-4 °C, l'ombreggiamento determina generalmente uno sfasamento termico, con un ritardo termico al mattino in fase di riscaldamento dell'atmosfera e un rallentamento del raffreddamento pomeridiano-serale (Panozzo et al., 2019). Al di sotto dell'impianto fotovoltaico, inoltre, è lecito attendersi una maggiore umidità relativa dell'aria al mattino e minore nel tardo pomeriggio-sera rispetto a zone in pieno sole.

L'ombreggiamento delle colture è una pratica agricola molto utilizzata, ad esempio nelle serre per ridurre le temperature nel periodo estivo tramite reti ombreggianti (dal 30 al 50% di ombreggiamento), altrimenti lo stesso effetto potrebbe essere analogamente reso da pannelli fotovoltaici. L'ombreggiamento riduce la percentuale di nicotina nel tabacco e nelle serre serve per favorire la colorazione rossa del pomodoro che sarebbe ostacolata da temperature troppo elevate.

Ogni specie vegetale necessita di una specifica temperatura minima per accrescere, il cosiddetto zero di vegetazione. Oltre questa base termica, l'accrescimento accelera all'aumentare della temperatura fino ad una temperatura ottimale, specifica per ciascun stadio di sviluppo, oltre la quale l'accrescimento rallenta fino ad arrestarsi (temperatura massima). Le elevate temperature estive, oltre la temperatura massima, possono quindi danneggiare l'accrescimento delle piante, condizione che si sta progressivamente accentuando in pieno sole a causa del cambiamento

climatico. Per mitigare questi effetti, numerosi studi scientifici oggi sono concordi nel suggerire l'introduzione nei sistemi agricoli di filari alberati e siepi a distanza regolare, proprio per attenuare l'impatto negativo delle elevate temperature e della carenza idrica estive. Un servizio analogo potrebbe essere offerto dall'impianto agri-voltaico.

In funzione delle esigenze termiche, le piante vengono raggruppate in microterme, generalmente a ciclo autunno-primaverile, aventi modeste esigenze termiche; e macroterme, piante estive che necessitano di temperature mediamente più elevate. I cereali microtermi (frumento, orzo, avena, segale) e molte specie foraggere graminacee (erba mazzolina in particolare, ma anche loiessa, loietto inglese, poa, festuca arundinacea, coda di topo, etc.) che hanno zero di vegetazione molto bassi e vicini a 1-2 °C, trarrebbero vantaggio dalla condizione di parziale ombreggiamento che si realizza in un impianto agri-voltaico (Mercier et al., 2020). Ne sarebbero comunque avvantaggiate anche le specie macroterme per la riduzione dei picchi di temperatura estivi e per la riduzione dell'evapotraspirazione, consentendo peraltro una riduzione dell'apporto irriguo artificiale.

Il parziale ombreggiamento del suolo riduce il riscaldamento estivo del suolo stesso con effetti positivi sull'accrescimento delle radici, che possiedono un ottimo di temperatura per l'accrescimento inferiore rispetto alla parte aerea della pianta (16°C in molti cereali autunno-primaverili). In tali condizioni le radici accrescono maggiormente anche grazie alla maggiore umidità e minore tenacità del terreno. Nel periodo invernale, invece, ci si attende che la presenza del fotovoltaico, mantenga la temperatura del suolo leggermente più elevata rispetto al pieno sole poiché le ali fotovoltaiche riflettono le radiazioni infrarosse (raggi caloriferi) emesse dalla terra durante il raffreddamento notturno, e questo permette un sensibile accrescimento delle piante microterme anche nei periodi più freddi dell'anno. Ne trarrebbero vantaggio in particolare le piante foraggere microterme.

4.2.3 Evapotraspirazione

L'evapotraspirazione è definita dalla somma delle perdite di acqua per evaporazione dal terreno e di traspirazione fogliare. Delle due, solo la perdita dalla pianta è utile all'accrescimento delle stesse poiché mantiene gli stomi aperti, e quindi consente gli scambi gassosi utili alla fotosintesi (ingresso di anidride carbonica nella foglia). In condizioni di ombreggiamento è lecito attendersi una riduzione della traspirazione fogliare e, in modo più marcato, una riduzione dell'evaporazione dal terreno, determinando un aumento dell'efficienza d'uso delle riserve idriche del suolo.

Per il frumento è stato stimato che al 50% di ombreggiamento si verifichi una riduzione del 30-35% dell'evapotraspirazione (Marrou et al., 2013a), con un risparmio di circa 200 mm di acqua rispetto ai 600 mm normalmente richiesti dalla coltura in pieno sole nei territori della Pianura

Padana. Poiché in Italia, la carenza idrica in fase di riempimento della granella ha conseguenze negative marcate sulla resa e sulla qualità (“stretta del grano”), il parziale ombreggiamento che si realizza nel sistema agri-voltaico deve essere considerato positivamente per questa coltura.

4.2.4 Esperienze di coltivazione in condizione di ombreggiamento

Allo stato attuale esistono limitate informazioni in merito agli effetti dell’ombreggiamento per la maggior parte delle piante erbacee coltivate. I dati disponibili derivano da studi di consociazioni di specie erbacee con piante arboree organizzate in filari e da pochi e giovani impianti agri-voltaici. Le colture meno penalizzate dalla presenza del fotovoltaico sono quelle microterme e sciafile. Il frumento può fornire rese simili o leggermente inferiori (-20% circa; Dupraz et al., 2011) a quelle ottenibili in pieno sole, subendo un ritardo dell’epoca di maturazione (Marrou et al., 2013b). Invece il mais, alle normali densità di semina, riduce notevolmente lo sviluppo della pianta sia in diametro che in altezza, a discapito della resa (Dupraz et al., 2011).

Con una percentuale di riduzione della radiazione del 50%, comparabile a quella che si realizzerà nell’impianto agri-voltaico in oggetto, sono state rilevate produttività uguali o addirittura superiori a pieno sole in specie graminacee foraggere microterme, ed una moderata riduzione, dell’ordine del 20-30%, in specie macroterme foraggere sia graminacee (es. mais, sorgo, panico, setaria, etc.) che leguminose (es. trifoglio bianco, trifoglio violetto, erba medica, etc.), e in lattuga (Lin et al., 1998; Mercier et al., 2020).

Questi risultati sono in linea con gli studi italiani (Amaducci et al., 2018) che hanno simulato in un analogo impianto agri-voltaico a Piacenza, sulla base dei dati climatici storici degli ultimi 40 anni, rese di granella di frumento analoghe o superiori rispetto al pieno sole. Tali risultati vanno ascritti alle migliori condizioni microclimatiche nel periodo di maturazione del frumento, tra cui una maggiore umidità del terreno, una minore evapotraspirazione e l’effetto frangivento che riduce l’allettamento della coltura. Va ritenuto interessante anche il parziale effetto antigrandine dovuto alla copertura fotovoltaica.

Risultati produttivi interessanti in condizioni di ombreggiamento elevato sono stati ottenuti con il pomodoro che sembrerebbe non risentire di riduzione della radiazione anche del 60% (Callejòn-Ferre et al., 2009).

4.3 Coltivazione futura

Il sistema agri-voltaico proposto rappresenta un piano di miglioramento e modernizzazione aziendale inquadrabile come Agricoltura 5.0. Il progetto prevede di installare inseguitori solari mono-assiali nei quali, contrariamente a quanto avviene con il fotovoltaico tradizionale (pannelli fissi rivolti verso sud) che presenta una zona d’ombra concentrata in corrispondenza dell’area

coperta dai pannelli stessi, vi è una fascia d'ombra che si sposta con gradualità durante il giorno da ovest a est sull'intera superficie del terreno. Come conseguenza non si vengono a creare zone costantemente ombreggiate o costantemente soleggiate.

Date le premesse su esposte in merito alla risposta delle piante all'ombreggiamento, nell'impianto agri-voltaico in oggetto si prevede di coltivare un prato polifita permanente destinato alla produzione di foraggio. Tale scelta incontra un elevato livello di naturalità e di rispetto ambientale per effetto del limitatissimo impiego di input colturali, consente di attirare e dare protezione alla fauna e all'entomofauna selvatica, in particolare le api, e rappresenta la migliore soluzione per coltivare l'intera superficie di terreno e ottenere produzioni analoghe a quelle che si raggiungerebbero in pieno sole. Va evidenziato, infatti, che negli impianti agri-voltaici ad inseguimento solare esistenti viene coltivata solamente la fascia centrale, corrispondente al 70% della superficie, mentre vengono mantenute inerbite le fasce di rispetto immediatamente adiacenti al filare.

Coltivazione del prato polifita permanente

La coltivazione scelta è quella della produzione di foraggio con prato permanente (detto anche prato stabile).

La produzione foraggera può essere realizzata in vario modo, con prati monofiti (formati da una sola essenza foraggera), prati oligofiti (formati da due o tre foraggere) e prati polifiti, che prevedono la coltivazione contemporanea di molte specie foraggere. In base alla durata si distinguono: erbai, di durata inferiore all'anno; prati avvicendati, di durata pluriennale, solitamente 2-4 anni; permanenti, di durata di alcuni decenni o illimitata. Per garantirne una durata prolungata, la stabilità della composizione floristica e una elevata produttività, i prati permanenti possono essere periodicamente traseminati nel periodo autunnale senza alcun intervento di lavorazione del terreno (semina diretta).

Il prato polifita permanente, ritenuto la miglior scelta per l'impianto agri-voltaico, si caratterizza per la presenza sinergica di molte specie foraggere, generalmente appartenenti alle due famiglie botaniche più importanti, graminacee e leguminose, permettendo così la massima espressione di biodiversità vegetale a cui si unisce la biodiversità microbica e della mesofauna del terreno e quella della fauna selvatica che trova rifugio nel prato (anitre, fagiani, lepri, etc.). Molte leguminose foraggere, come il trifoglio pratense, il trifoglio bianco ed il trifoglio incarnato, ed il ginestrino, sono anche piante mellifere, potendo fornire un ambiente edafico e di protezione idoneo alle api selvatiche e all'ape domestica. In merito al potere mellifero, il trifoglio pratense è classificato come specie di classe III, mentre il ginestrino di classe II, potendo fornire rispettivamente da 51 a 100 kg miele e da 25 a 50 kg di miele per ettaro.

Il prato polifita permanente non necessita di alcuna rotazione e quindi non deve essere annualmente lavorato come avviene negli altri seminativi, condizione che favorisce la stabilità del biota e la conservazione/aumento della sostanza organica del terreno e allo stesso tempo la produzione e la raccolta del foraggio. Diversamente da quello che si potrebbe pensare, questa condizione mantiene un ecosistema strutturato e solido del cotico erboso con conseguente arricchimento sia in termini di biodiversità, che di quantità della biofase del terreno. Il cotico erboso permanente consente anche un agevole passaggio dei mezzi meccanici utilizzati per la pulizia periodica dei pannelli fotovoltaici anche con terreno in condizioni di elevata umidità.

Le piante che costituiscono il prato permanente variano in base al tipo di terreno e alle condizioni climatiche e saranno individuate dopo un'accurata analisi pedologica e biochimica. In generale, si può dire che verrà impiegato un miscuglio di graminacee e di leguminose:

- le graminacee, a rapido accrescimento dopo lo sfalcio, sono ricche di energia e di fibra;
- le leguminose sono molto importanti perché fissano l'azoto atmosferico, in parte cedendolo alle graminacee e fornendo un'ottimale concimazione azotata del terreno, offrendo un foraggio di elevato valore nutritivo grazie all'abbondante presenza di proteine.

Per massimizzare la produzione e l'adattamento del prato alle condizioni di parziale ombreggiamento sarà opportuno impiegare due diversi miscugli, uno per la zona centrale dell'interfilare e uno, più adatto alla maggior riduzione di radiazione solare, per le fasce adiacenti il filare fotovoltaico. Pur tuttavia, l'impiego di un unico miscuglio con un elevato numero di specie favorirà la selezione naturale di quelle più adatte a diverse distanze dal filare fotovoltaico in funzione del gradiente di soleggiamento/ombreggiamento.

I prati stabili di pianura gestiti in regime non irriguo possono fornire 2-3 sfalci all'anno con produzioni medie pari a 8-10 tonnellate per ettaro di fieno, derivanti principalmente dal primo sfalcio, e fino a 4-5 sfalci, con una produzione complessiva di 12-14 tonnellate, in irriguo. Tradizionalmente gli sfalci vengono denominati, in ordine cronologico, maggengo, agostano, terzuolo e quartiolo. Il maggengo, come detto, è il primo e viene ottenuto nella prima metà del mese di maggio. Gli altri cadono a intervallo variabile dai 35-40 giorni per i prati irrigui e fino a 50-60 giorni per quelli asciutti, anche in funzione dell'andamento pluviometrico. Il primo e l'ultimo sfalcio forniscono un foraggio ricco di graminacee (microterme), mentre le leguminose (macroterme) prevalgono nei mesi estivi.

Il fieno ricavato verrà utilizzato prevalentemente per l'alimentazione dei bovini, ma potrà essere usato anche in allevamenti ovini, equini e cunicoli. Date le parziali condizioni di ombreggiamento, per accelerare il processo di essiccazione del foraggio si prevede di utilizzare la fienagione in due tempi, con appassimento dell'erba in campo e completamento dell'essiccazione in fienile con un

sistema di ventilazione forzata che sfrutta l'energia elettrica prodotta dal fotovoltaico. Tale sistema riduce notevolmente le perdite meccaniche durante le operazioni di rivoltamento e di raccolta e fornisce un prodotto di qualità superiore, in particolare più ricco di proteine per effetto della limitata perdita di foglie, rispetto alla fienagione tradizionale.

I prati stabili presentano una varietà di specie molto più elevata rispetto ai prati avvicendati, nei quali in genere si coltiva erba medica, i trifogli e il loietto. Per questo motivo i prati stabili sono diventati e divengono oggetto di tutela normativa dopo 5 anni di permanenza continuativa, allo scopo di proteggerne la biodiversità floristica e faunistica

4.4 Possibile integrazione coltura-fotovoltaico

L'impianto di pannelli fotovoltaici si integra perfettamente nella coltivazione del prato stabile come sopra evidenziato, potendo far aumentare la resa in foraggio grazie agli effetti di schermo e protezione con parziale ombreggiamento nelle ore più assolate delle giornate estive ed il mantenimento di condizioni ottimali di umidità del terreno per un tempo più prolungato. Questa condizione è particolarmente interessante dopo lo sfalcio, quando l'assenza di copertura vegetale causerebbe un rapido essiccamento del terreno nel periodo estivo, a discapito della capacità di ricaccio delle essenze foraggere.

L'interasse tra i filari fotovoltaici unitamente alla possibilità di reclinare completamente i pannelli con appositi automatismi, consente l'accesso a qualsiasi tipo di mezzo meccanico comunemente impiegato nella fienagione, che consistono in trattrici di potenza medio-bassa, e piccole e medie attrezzature agricole (barre falcianti, spandi-voltafieno, giro-andanatori, rotoimballatrici).

Va inoltre ribadito che la combinazione tra fotovoltaico ad inseguimento monoassiale e prato polifita permanente consente l'utilizzo dell'intera superficie al suolo per scopi agricoli.

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

- i filari fotovoltaici consentono un agevole accesso per le lavorazioni agricole ai mezzi meccanici utilizzati per la coltivazione, lo sfalcio e la raccolta del foraggio;
- è prevista la posizione di blocco dei pannelli in totale rotazione ovest o est, in questo modo è agevole lavorare il terreno per la semina del prato fino a ridosso dei sostegni;
- l'assenza di elettrodotti interrati (con esclusione di quelli concentrati sul lato sud, dalle cassette stringhe alla cabina elettrica) consente eventuali lavorazioni di ripuntatura/scarificazione, e arieggiamento del terreno;
- i supporti sono costituiti da pali in acciaio infissi nel terreno e di facile rimozione a fine vita operativa;
- il prato polifita permanente arricchisce progressivamente di sostanza organica e di

biodiversità il terreno, mantiene un ecosistema strutturato e solido del cotico erboso, le leguminose presenti nel miscuglio fissano l'azoto atmosferico fornendo una ottimale concimazione azotata del terreno, e offrono un foraggio di elevato valore nutritivo ricco di proteine;

- a fine vita operativa, ad impianto dismesso, il suolo così rigenerato sarà ideale anche per coltivazioni agricole di pregio (es. orticole, frutteto, vigneto).
- i pali dei Tracker sono semplicemente infissi nel terreno per battitura e possono essere rimossi con facilità per semplice estrazione.

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

- i cavidotti sono minimi e saranno localizzati unicamente al margine sud-est e sud-ovest, in vicinanza della recinzione, e anch'essi sono facilmente rimovibili a fine vita operativa dell'impianto fotovoltaico;
- le linee di bassa tensione in corrente continua saranno posate su canaline esterne, fissate alle strutture stesse dei tracker, senza interessare il terreno con numerosi cavidotti.
- il prato permanente è una coltura pluriennale la cui durata è dell'ordine di decenni e più e, offrendo una copertura vegetale verde costante, anche nel periodo invernale, mitiga efficacemente l'impatto paesaggistico del sistema fotovoltaico;
- le attività di impianto del prato polifita, che consistono in aratura, erpicatura e semina, non interferiscono con il Fotovoltaico in quanto sono attività una-tantum propedeutiche e preliminari all'installazione dell'impianto stesso;
- l'attività di manutenzione del fotovoltaico, che consiste in sostanza nell'annuale lavaggio dei pannelli, avviene con mezzi leggeri che non arrecano danno al prato, al contrario, vi è un impatto positivo del prato sulla transitabilità del terreno;
- il lavaggio dei pannelli avviene con l'uso di roto-spazzoloni, utilizzando acqua pura, senza alcun detergente che possa inquinare la coltivazione e le falde;
- le attività di manutenzione delle siepi perimetrali presenti, assimilabili per tipologia alle attività agricole, rappresenteranno un'importante integrazione al reddito del personale impiegato, e attenuano l'impatto visivo dell'intero impianto.

Relativamente all'impatto paesaggistico e la gestione del sistema agri-voltaico, si evidenziano i seguenti punti di forza del sistema agri-voltaico:

- il prato permanente è una coltura pluriennale la cui durata è dell'ordine di decenni e più e, offrendo una copertura vegetale verde costante, anche nel periodo invernale, mitiga

efficacemente l'impatto paesaggistico del sistema fotovoltaico;

- le attività di impianto del prato polifita, che consistono in aratura, erpicatura e semina, non interferiscono con il fotovoltaico in quanto sono attività una-tantum propedeutiche e preliminari all'installazione dell'impianto stesso;
- l'attività di manutenzione del fotovoltaico, che consiste in sostanza nell'annuale lavaggio dei pannelli, avviene con mezzi leggeri che non arrecano danno al prato, al contrario, vi è un impatto positivo del prato sulla transitabilità del terreno;
- il lavaggio dei pannelli avviene con l'uso di roto-spazzoloni, utilizzando acqua pura, senza alcun detergente che possa inquinare la coltivazione e le falde;
- le attività di manutenzione delle siepi perimetrali presenti, assimilabili per tipologia alle attività agricole, rappresenteranno un'importante integrazione al reddito del personale impiegato, e attenuano l'impatto visivo dell'intero impianto.

4.5 Scelta delle specie vegetali impiegate come bordure e fasce di mitigazione degli impatti

La scelta delle specie erbacee da impiegare come bordure e fasce di mitigazione degli impatti dell'impianto fotovoltaico in progetto è stata effettuata sulla base dei seguenti criteri:

- studio della flora erbacea locale;
- conservazione, recupero e riqualificazione delle essenze arboree ed arbustive presenti nell'area;
- specie erbacee autoriseminanti;
- buona resistenza alla siccità;
- equilibrata composizione floristica tra leguminose e graminacee;
- apparato radicale profondo;
- adattamento ai terreni alcalini.

Le specie erbacee da utilizzare sono state individuate in: trifoglio rosso, loglio rigido ed italico, festuche. La quantità di seme da impiegare sarà pari a kg 50 per ettaro.

La scelta delle specie da impiegare nel progetto di rinaturalizzazione è stata fatta con i seguenti criteri:

- buona resistenza alla siccità;
- creazione di una cenosi pluristratificata con equilibrata composizione floristica tra specie erbacee arbustive ed arboree;
- apparato radicale profondo;
- studio della flora locale;

- adattamento ai terreni sub acidi;
- produzione di frutti;
- capacità di creare habitat favorevoli alla nidificazione della fauna stanziale, fornendo riparo e cibo all'avifauna migratoria.

Le specie da utilizzare sono state individuate nelle formazioni tipiche delle aree collinari dell'entroterra siciliano e la scelta della copertura vegetale nelle aree di compluvio non differirà dalle cenosi riscontrate nelle principali aste fluviali del comune.

5. Inquadramento dell'agroecosistema

5.1 Il clima

Il comune di Cammarata è classificato dal punto di vista climatico in zona D, 1605 GR/G.

Il clima è caldo e temperato in Cammarata. Esiste maggiore piovosità in inverno che in estate. Il clima è stato classificato come CSA in accordo con Köppen e Geiger. La temperatura media annuale di Tiscania è 15.2 °C. Si ha una piovosità media annuale di 625 mm.

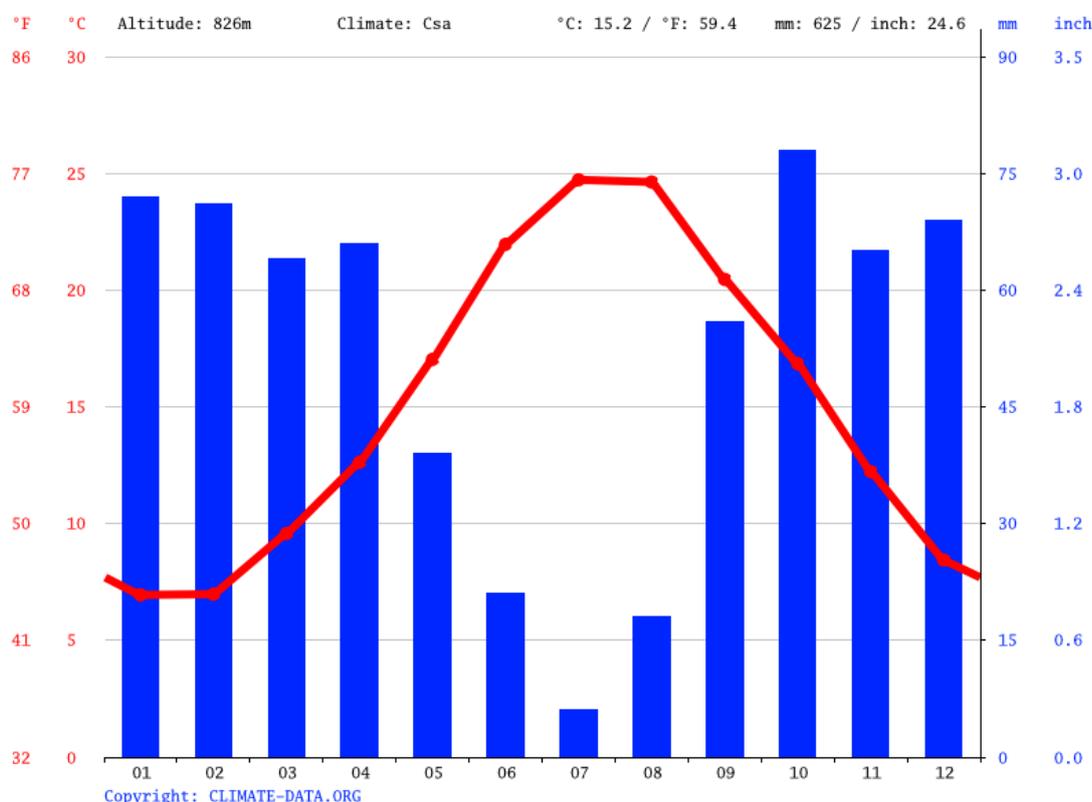


Foto 1 Andamento delle temperature e precipitazioni

Luglio è il mese più secco con 6 mm. Il mese di Ottobre è quello con maggiori Pioggia, avendo una media di 78 mm

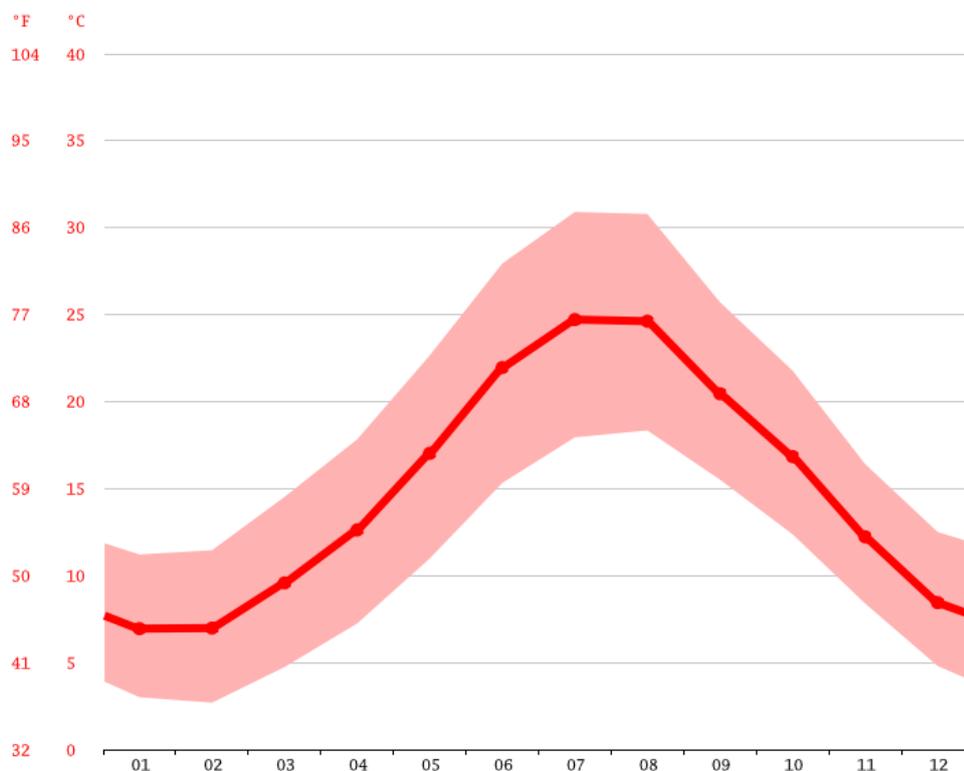


Foto 2 Andamento delle temperature

24.7 °C è la temperatura media di Luglio, il mese più caldo dell'anno. Durante l'anno gennaio ha una temperatura media di 6.9 °C. Si tratta della temperatura media più bassa di tutto l'anno.

Tabella 1 Tabella climatica

	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Medie Temperatura (°C)	6.9	7	9.6	12.6	17	22	24.7	24.6	20.5	16.8	12.2	8.4
Temperatura minima (°C)	3	2.7	4.7	7.2	11	15.3	17.9	18.3	15.5	12.4	8.4	4.8
Temperatura massima (°C)	11.2	11.5	14.5	17.8	22.7	27.9	30.9	30.8	25.7	21.8	16.4	12.5
Precipitazioni (mm)	72	71	64	66	39	21	6	18	56	78	65	69
Umidità(%)	83%	80%	75%	70%	61%	52%	49%	52%	67%	75%	80%	82%
Giorni di pioggia (g.)	8	8	8	7	5	3	1	2	6	7	8	9

72 mm è la differenza di Pioggia tra il mese più secco e quello più piovoso. 17.8 °C è la variazione

delle temperature medie durante l'anno.

Se compariamo il mese più secco con quello più piovoso verifichiamo che esiste una differenza di Pioggia di 110 mm. Durante l'anno le temperature medie variano di 18.3 °C.

L'umidità relativa più bassa nel corso dell'anno è ad luglio (48.88 %). Il mese con la più alta umidità è gennaio (82.82 %). Il minor numero di giorni di pioggia è previsto ad luglio (giorni: 1.70 days), mentre i giorni più piovosi si misurano a Dicembre (giorni: 11.67).

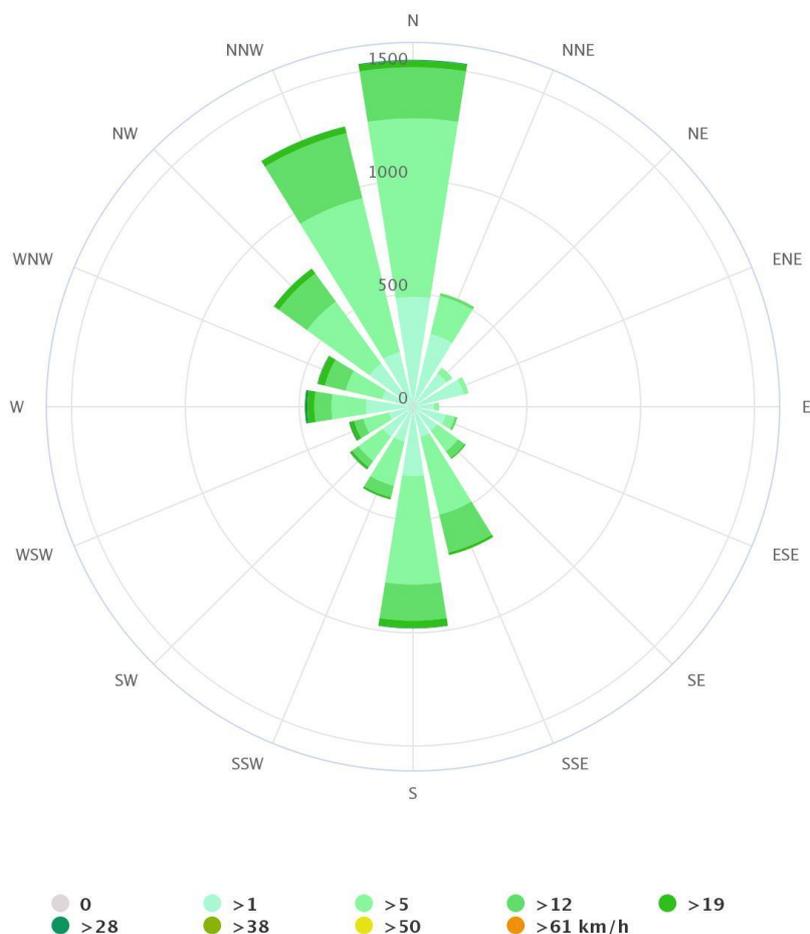


Figura 2 Rosa dei venti: direzione intensità e frequenza

La rosa dei venti per Cammarata mostra che i venti dominanti per intensità, direzione e frequenza soffiano in direzione NNE.

5.2 Caratteri territoriali, naturali e paesaggistici dell'area

L'area vasta di cui fa parte la proprietà interessata dal piano è inserita nel tessuto agricolo costituito da coltivazioni estensive diffuse con produzione di cereali, superfici limitate a legnose agrarie (viti, olivi), vi è la presenza diffusa e riunita in agglomerati di abitazioni ed edifici ad uso

prevalentemente residenziale ed agricolo funzionale all'attività di coltivazione dei campi o allevamento animale.

L'area si colloca nell'ambito di un'unità collinare molto estesa a Sud dei Monti Sicani. Essenzialmente l'area in esame si sviluppa attorno alle ampie vallate formate dai Fiumi San Leonardo, Torto e Platani e dai loro affluenti. Si tratta di un'area più depressa rispetto a quelle circostanti costituita da colline argillose che determinano una morfologia blanda. Nella parte occidentale le quote variano mediamente fra i 300 m fino a 500 m. Nella parte orientale dell'unità alcuni rilievi raggiungono quote maggiori (Pizzo Lanzone 912 m, Cozzo Marcatobianco 740 m, Pietre Cadute 772 m e Pizzo Ficuzza 781 m) ma data la grande estensione dell'unità, l'energia del rilievo è medio bassa. I rilievi hanno versanti poco acclivi ed aree culminali da arrotondate a sub-arrotondate. Le valli interposte sono ampie e poco incise. I litotipi presenti sono prevalentemente quelli argillosi e marnosi e subordinatamente arenacei e conglomeratici del Miocene medio-inferiore. Il reticolo idrografico è molto articolato di tipo dendritico e la densità di drenaggio è medio alta. I corsi d'acqua presenti sono gli affluenti dei tre principali fiumi che drenano due verso Nord fino a sfociare nel golfo di Termini Imerese (S. Leonardo e Torto) ed uno verso Sud (Platani). . Copertura del suolo prevalente: territori agricoli, vegetazione arbustiva e/o erbacea, con aree in cui gli appezzamenti sono molto frammentati. Nell'unità ci sono i centri urbani di Vicari a Nord-Ovest, Lercara Friddi al centro e Vallelunga Pratameno ad Est

La caratterizzazione dell'area all'interno della carta della Natura ascrive il biotopo interessato del progetto nelle seguenti classi:

- Classe di Valore Ecologico: *Media*
- Classe di Sensibilità Ecologica: *Bassa*
- Classe di Pressione Antropica: *Bassa*
- Classe di Fragilità Ambientale: *Bassa*

5.2.1 Inquadramento fitoclimatico

La carta fitoclimatica d'Italia il seguente inquadramento:

- macroclima mediterraneo;
- bioclima mediterraneo oceanico;
- ombrotipo subumido;
- REGIONE XEROTERICA mesomediterraneo, mesotemperato;
- regione clima mediterraneo:Clima mediterraneo oceanico-semicontinentale del medio e basso Adriatico dello Ionio e delle isole maggiori; discreta presenza anche nelle regioni del medio e alto Tirreno (Mesomediterraneo/termomediterrane secco-subumido).

Nella presente relazione, si è fatto riferimento alla letteratura scientifica ed in modo particolare alla carta fitoclimatica d'Italia

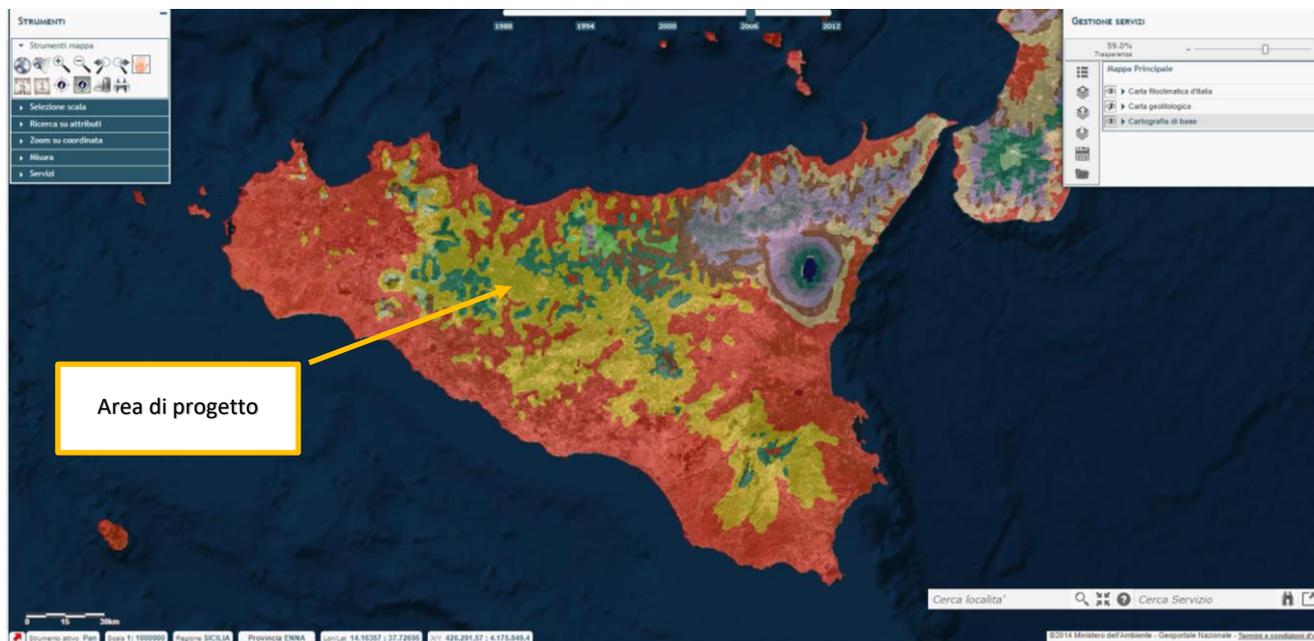


Figura 3 Stralcio carta Fitoclimatica d'Italia

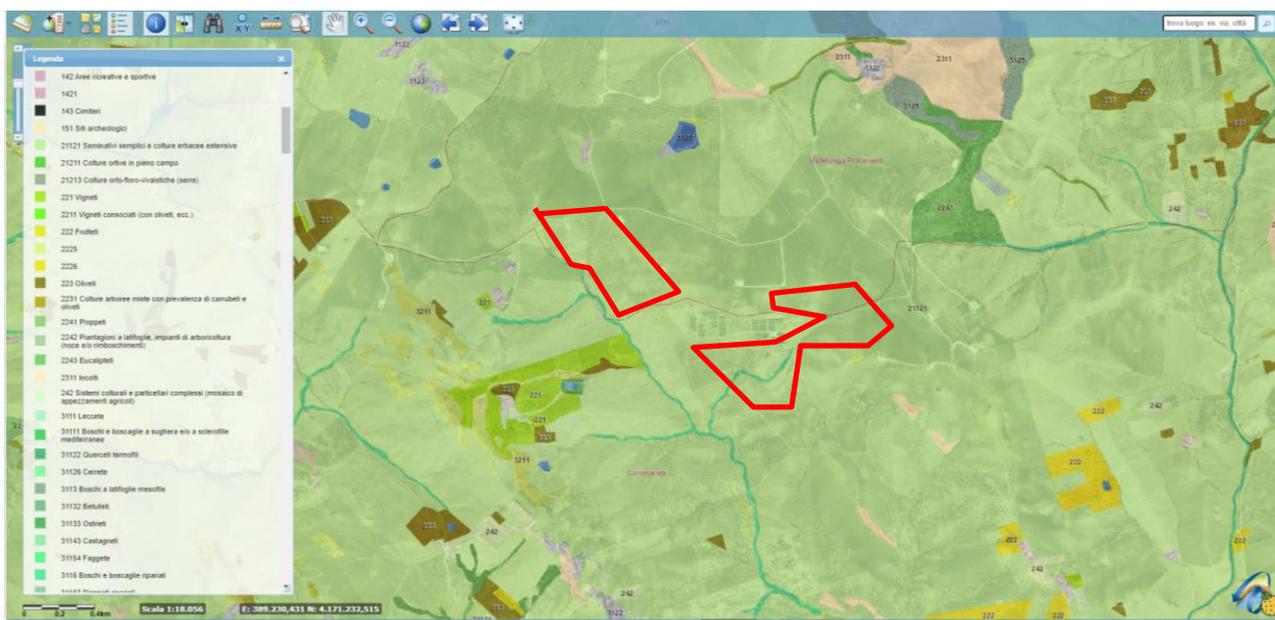
Le specie guida appartengono ai mosaici culturali possono includere vegetazione delle siepi, la flora dei coltivi e post-colturale e delle praterie secondarie: *Adonis microcarpa*, *Agrostemma githago*, *Anacyclus tomentosus*, *Anagallis arvensis*, *Arabidopsis thaliana*, *Avena barbata*, *Avena fatua*, *Gladiolus italicus*, *Centaurea cyanus*, *Lolium multiflorum*, *Lolium rigidum*, *Lolium temulentum*, *Neslia paniculata*, *Nigella damascena*, *Papaver sp.pl.*, *Phalaris sp.pl.*, *Rapistrum rugosum*, *Raphanus raphanistrum*, *Rhagadiolus stellatus*, *Ridolfia segetum*, *Scandix pecten-veneris*, *Sherardia arvensis*, *Sinapis arvensis*, *Sonchus sp.pl.*, *Torilis nodosa*, *Vicia hybrida*, *Valerianella sp.pl.*, *Veronica arvensis*, *Viola arvensis subsp. arvensis.*, (*Cynosurus cristatus*, *Leontodon autumnalis*, *Lolium perenne*, *Poa pratensis*, *Poa trivialis*, *Phleum pratense*, *Taraxacum officinale*, *Trifolium dubium*, *Trifolium repens*, *Veronica serpyllifolia* (dominanti e caratteristiche), *Cirsium vallis-demonis*, *Crocus siculus*, *Peucedanum nebrodense*, *Plantago cupani*, *Potentilla calabra*, *Thymus spinulosus* e *Avena sterilis*, *Bromus diandrus*, *Bromus madritensis*, *Bromus rigidus*, *Dasypyrum villosum*, *Dittrichia viscosa*, *Galactites tomentosa*, *Echium plantagineum*, *Echium italicum*, *Lolium rigidum*, *Medicago rigidula*, *Phalaris brachystachys*, *Piptatherum miliaceum subsp. miliaceum*, *Raphanus raphanister*, *Rapistrum rugosum*, *Trifolium nigrescens*, *Trifolium resupinatum*, *Triticum ovatum*, *Vulpia ciliata*, *Vicia hybrida*, *Vulpia ligustica*, *Vulpia membranacea*, *Brachypodium retusum*, *Brachypodium ramosum*, *Trachynia distachya*, *Bromus rigidus*, *Bromus madritensis*, *Dactylis hispanica subsp. hispanica*, *Lagurus ovatus* (dominanti), *Ammoides pusilla*, *Atractylis cancellata*, *Bombycilaena discolor*, *Bombycilaena erecta*, *Bupleurum baldense*, *Convolvulus cantabricus*, *Crupina crupinastrum*, *Euphorbia falcata*, *Euphorbia sulcata*, *Hypochoeris achyrophorus*, *Odontites luteus*, *Seduma caeruleum*, *Stipa capensis*, *Trifolium angustifolium*, *Trifolium scabrum*, *Trifolium stellatum* (caratteristiche), *Bituminaria bituminosa*, *Convolvulus althaeoides* (frequenti), *Ampleodesmus mauritanicus*, *Brachypodium retusum*, *Hyparrhenia hirta*, *Piptatherum miliaceum*, *Lygeum spartum*

(dominanti), *Allium sphaerocephalon*, *Allium subhirsutum*, *Anthyllis tetraphylla*, *Asphodelus ramosus*, *Bituminaria bituminosa*, *Convolvulus althaeoides*, *Gladiolus italicus*, *Parentucellia viscosa*, *Phalaris coerulescens*, *Urginea maritima* (caratteristiche), *Andropogon distachyos*, *Andryala integrifolia*, *Foeniculum vulgare*, *Carlina Corymbosa*, *Lathyrus clymenum* (frequenti). *Bromus erectus*, *Brachypodium rupestre* (dominanti), *Trifolium pratense*, *Galium verum*, *Achillea millefolium* s.l., *Anthoxanthum odoratum*, *Cynosurus cristatus*, *Briza media*, *Astragalus monspessulanus*, *Coronilla minima*, *Linum hirsutum*.

5.2.2 Uso del suolo

Nella carta dell'uso del suolo si evidenzia la semplicità dell'agroecosistema la cui classificazione è "Colture di tipo estensivo e sistemi agricoli complessi". In particolare l'area di progetto è per la quasi totalità rappresentata da *Seminativi semplici e colture erbacee estensive* (cod. clc 21121) e, per quelle aree e bordure presenti ai margini degli appezzamenti, da incolti (clc 2311).

Figura 4 corine land cover – SITR regione Sicilia



In rosso perimetro area interessata dall'impianto agrivoltaico



5.2.3 Biodiversità: aree protette e rete Natura 2000

L'area di progetto non è interessata da aree protette, nazionale o regionali, o da siti (SIC/ZSC o ZPS) della rete ecologica europea Natura 2000.

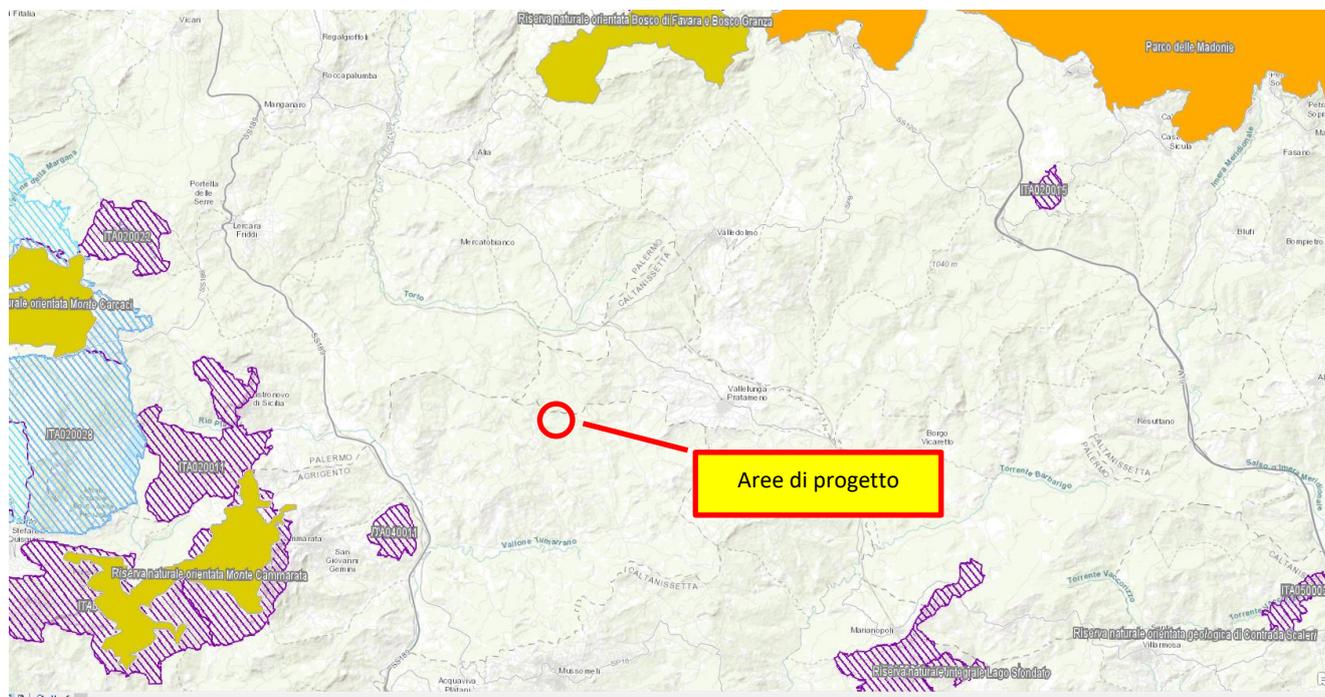


Figura 5 Inquadramento dei siti della rete natura 2000 e delle aree protette della regione Sicilia

5.3 Produzioni agricole di qualità

Il comune di Cammarata ricade all'interno dell'area di alcune produzioni e denominazioni tutelate dalle norme nazionali e comunitarie.

In funzione del tipo di filiera del prodotto tutelato, avremo materie prime che possono essere trasformate al di fuori del territorio (IGP) e produzioni trasformate nello stesso territorio di origine (D.O.P.) come ad esempio per la filiera olearia.

Le produzioni di qualità riconosciute a livello nazionale e comunitario sono:

ortofrutta e cereali

- Arancia di Ribera
- Pistacchio di Raffadali
- Pescabivona
- Pesca di Delia
- Uva da tavola di Mazzarrone

olii e grassi

- Val di Mazara
- Sicilia

formaggi

- Pecorino Siciliano
- Vastedda della valle del Belice

Vini

- Sicilia doc
- Terre Siciliane
- Contea di Sclafani

Gran parte delle filiere produttive delle denominazioni su indicate possono interessare il fondo oggetto di analisi che può essere parte di queste filiere anche con la realizzazione dell'agrivoltaico: ad esempio attraverso la produzione di foraggio per le filiere dei formaggi.

5.4 Stato attuale della superficie agricola interessata dall'impianto agrivoltaico

Attualmente l'area in progetto è coltivata a colture cerealicole e foraggere in forma estensiva facendo ricorso alle tecniche convenzionali di coltivazione. Senza entrare nei dettagli di ogni coltura, variabili da caso a caso, nella sua generalità questo tipo di coltivazioni è caratterizzata da:

- medio bassa potenzialità produttiva, tipica del territorio della media collina siciliana;
- limitato utilizzo di manodopera, in conseguenza della totale meccanizzazione;

- ricorso ad aratura profonda (30-40 cm), e lavorazioni meccaniche di erpicatura che, pur se utili a massimizzare la produttività, causano un impoverimento progressivo della sostanza organica del terreno per effetto dell'ossigenazione del terreno;
- utilizzo di concimi (in particolare azotati), ammendanti e antiparassitari che, dilavati parzialmente dalle piogge, contribuiscono all'inquinamento delle acque superficiali e di falda, e alla contaminazione dei prodotti alimentari;
- utilizzo abbondante di carburanti fossili per il funzionamento delle trattrici agricole convenzionali.

5.5 Compendio fotografico dell'area



Foto 3 punto ripresa direzione Est



Foto 4 punto ripresa direzione sud



Foto 5 punto ripresa direzione Nord



Foto 6 punto ripresa direzione Est



Foto 7 Punto ripresa direzione nord



Foto 8 punto ripresa direzione Nord



Foto 9 punto ripresa direzione Ovest



Foto 10 Posizionamento punti di ripresa

6. Il progetto agrivoltaico

Il sistema agrivoltaico proposto prevede di utilizzare inseguitori solari monoassiali per i quali, contrariamente a quanto avviene con il fotovoltaico tradizionale, nel quale l'ombra si concentra in corrispondenza dell'area coperta dai moduli, una fascia d'ombra spazza con gradualità da ovest a est l'intera superficie del terreno.

Come conseguenza non ci sono zone sterili per la troppa ombra e nemmeno zone bruciate dal troppo sole.

Si prevede l'utilizzo di strutture di sostegno in acciaio della Convert Italia che hanno le seguenti caratteristiche:

- Fissaggio al suolo con pali infissi (quindi senza calcestruzzo) come un tracker standard
- Altezza minima da terra con il modulo alla massima inclinazione superiore a 2,315 metri. Ciò non comporterà problemi di sicurezza per gli operatori agricoli che debbono occuparsi della coltivazione dei terreni e senza necessità di mettere l'impianto in posizione orizzontale ogni volta che qualcuno entra nel campo.
- Utilizzo del suolo agricolo di circa il 90%, potendo coltivare anche sotto i moduli vista la loro altezza. La soluzione doppio modulo con la coltivazione tra i corridoi dei tracker consente di coltivare solo il 50-60% del terreno agricolo ed inoltre potrebbero esserci problematiche di sicurezza per gli operatori agricoli.
- Aumento dei costi del solo tracker contenuti entro un 15% rispetto allo standard per non penalizzare la redditività e di conseguenza l'interesse degli investitori.

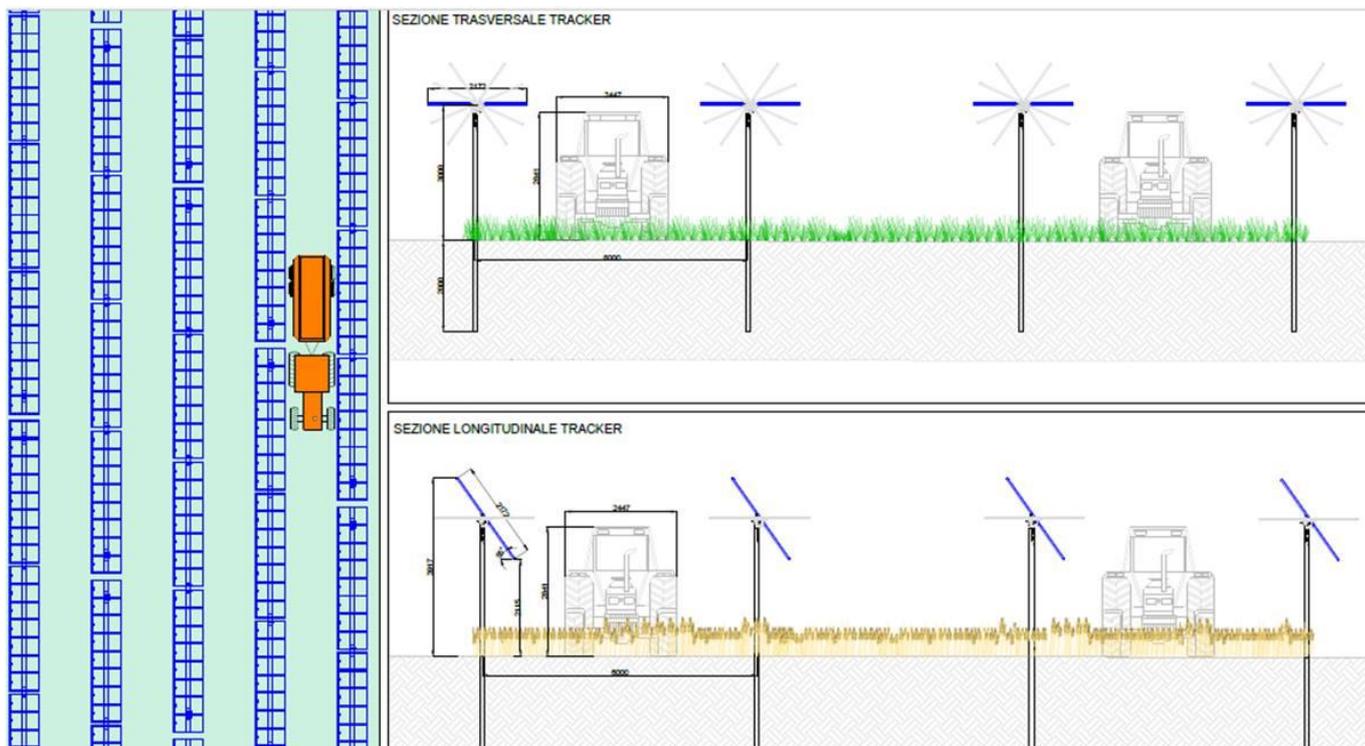


Figura 6 – Planimetrie e sezioni tracker

L'omologazione delle macchine agricole è obbligatoria e le dimensioni massime che possono raggiungere sono una lunghezza di 12,00 m; una larghezza di 2,55 m; un'altezza di 4,00 m.



Figura 7– Macchina agricola omologata

L'interasse previsto tra le file dei tracker è di 9,80 metri, con un corridoio libero di 4,73 metri,

consentendo il transito delle macchine agricole.

PRATO POLIFITA STABILE

La coltivazione scelta, quella che meglio combina la necessità di foraggio per le stalle con le caratteristiche dei filari fotovoltaici, è quella della produzione di foraggio mediante coltivazione di Prato Polifita Stabile in regime naturale.

Il Prato Polifita Stabile è coltivato con un mix di graminacee e leguminose.

Le foraggiere possono essere di vario tipo: prati monofiti (formati da una sola essenza foraggera), prati oligofiti (formati da due o tre foraggiere) e prati polifiti.

Quest'ultimo, quello prescelto, è caratterizzato da moltissime specie, permette di essere il più ricco in termini di biodiversità. Si tratta di una coltura pluriennale la cui durata è dell'ordine dei decenni; Il Prato Polifita di tipo stabile non necessita di alcuna rotazione e il fieno viene raccolto sempre dallo stesso appezzamento. Diversamente da quello che si potrebbe pensare, questa condizione del campo mantiene un'eco-sistema strutturato e solido della cotica erbosa con conseguente arricchimento del terreno.

Le piante che costituiscono il prato stabile variano in base al suolo e al clima e saranno individuate dopo un'accurata analisi pedologica e biochimica del terreno. Nella generalità, si può dire che verrà impiegato un mix di graminacee e di leguminose:

- le prime, molto veloci a ricrescere dopo il taglio, sono una tipologia ricca di energia e di fibra;
 - le seconde invece sono molto importanti perché fissano l'azoto atmosferico, fornendo una ottimale concimazione del terreno, e offrono un foraggio di elevato valore nutritivo grazie alla
- I prati stabili presentano una varietà di specie molto più elevata rispetto ai prati avvicendati sui quali in genere crescono erba medica, trifoglio e graminacee seminate.

REALIZZAZIONE DEL PRATO POLIFITA E RACCOLTA FORAGGIO

Il prato polifita verrà seminato in autunno (settembre-ottobre) al termine della messa in opera dell'impianto agrivoltaico previa ripuntatura del terreno ed erpicatura.

La semina verrà realizzata con seminatrici a file o a spaglio al dosaggio di 35-40 kg/ha di semente con miscugli costituiti da 8-12 specie e varietà di foraggiere graminacee e leguminose.

Si adotterà una elevata biodiversità nella realizzazione del miscuglio, utilizzando le seguenti specie:

- graminacee: loietto italico e loietto inglese, erba fienarola, festuca, erba mazzolina, fleolo;
- leguminose: trifoglio pratense, trifoglio bianco, trifoglio incarnato, ginestrino.

Le operazioni meccaniche di fienagione saranno realizzate con trattori di medio-bassa potenza (40-60 CV) di piccole dimensioni facilmente manovrabili all'interno degli interfilari. Le operazioni di sfalcio con barre falcianti frontali o laterali consentiranno di svolgere le operazioni fino a ridosso

del filare fotovoltaico. Le successive fasi di rivoltamento e andatura del foraggio saranno effettuate con macchine spandivoltafieno e andanatoris, di altezza modesta (massimo 75-80 cm), che possono compiere il lavoro anche sotto i pannelli fotovoltaici. La permanenza del foraggio in campo e il numero di rivoltamenti sarà contenuto, in quanto si intende valorizzare la qualità del foraggio attraverso la fienagione in due tempi in sostituzione della fienagione tradizionale, con pre-appassimento in campo e successivo completamento dell'essiccazione nel centro aziendale attraverso idoneo impianto.

Le macchine per la raccolta, essenzialmente rotoimballatrici, sono comunemente di larghezza e dimensioni contenute, compatibili con la movimentazione in campo rispetto ai dati progettuali dell'impianto agrivoltaico (larghezza interfila, altezza delle ali fotovoltaiche e loro rotazione). Eventuali particolari necessità di movimentazione di attrezzature di dimensioni maggiori, ivi compreso il sistema di carico e trasporto delle rotoballe di fieno, sarà reso possibile attraverso il bloccaggio delle ali fotovoltaiche in posizione completamente a est o ad ovest.

Nello sviluppo del piano aziendale si considera l'opportunità di sostituire i trattori diesel con trattori ad alimentazione elettrica per il miglioramento della sostenibilità ambientale dell'intero sistema produttivo, soluzione ingegneristica oggi disponibile soprattutto per le piccole e medie potenze.

7. Elementi a supporto del progetto agrivoltaico

Edificio adibito al ricovero dei mezzi dotato di ricarica elettrica

A sostegno del progetto agrivoltaico, verrà realizzata una struttura atta al ricovero dei mezzi agricoli dedicati alle coltivazioni tra le file di pannelli.

Data la peculiarità del progetto tali mezzi potranno non essere di tipo tradizionale, ma si propenderà, dove possibile per l'utilizzo di mezzi elettrici, per cui nel ricovero saranno predisposta un numero congruo di colonnine per la ricarica elettrica, diminuendo consistentemente l'impronta ambientale delle coltivazioni agricole.

Mezzi agricoli dedicati all'agrivoltaico

Come precedentemente accennato, per il corretto inserimento del progetto agrivoltaico saranno utilizzati mezzi dedicati, in particolar modo:

- Mezzi agricoli con raggi di curvatura e dimensioni atte all'utilizzo tra i filari con pannelli fotovoltaici per ottimizzare l'area di sfruttamento agricolo;
- Mezzi alimentato elettricamente.

Di seguito lo studio di inserimento di trattori a basso raggio di curvatura per la lavorazione efficace tra le file.

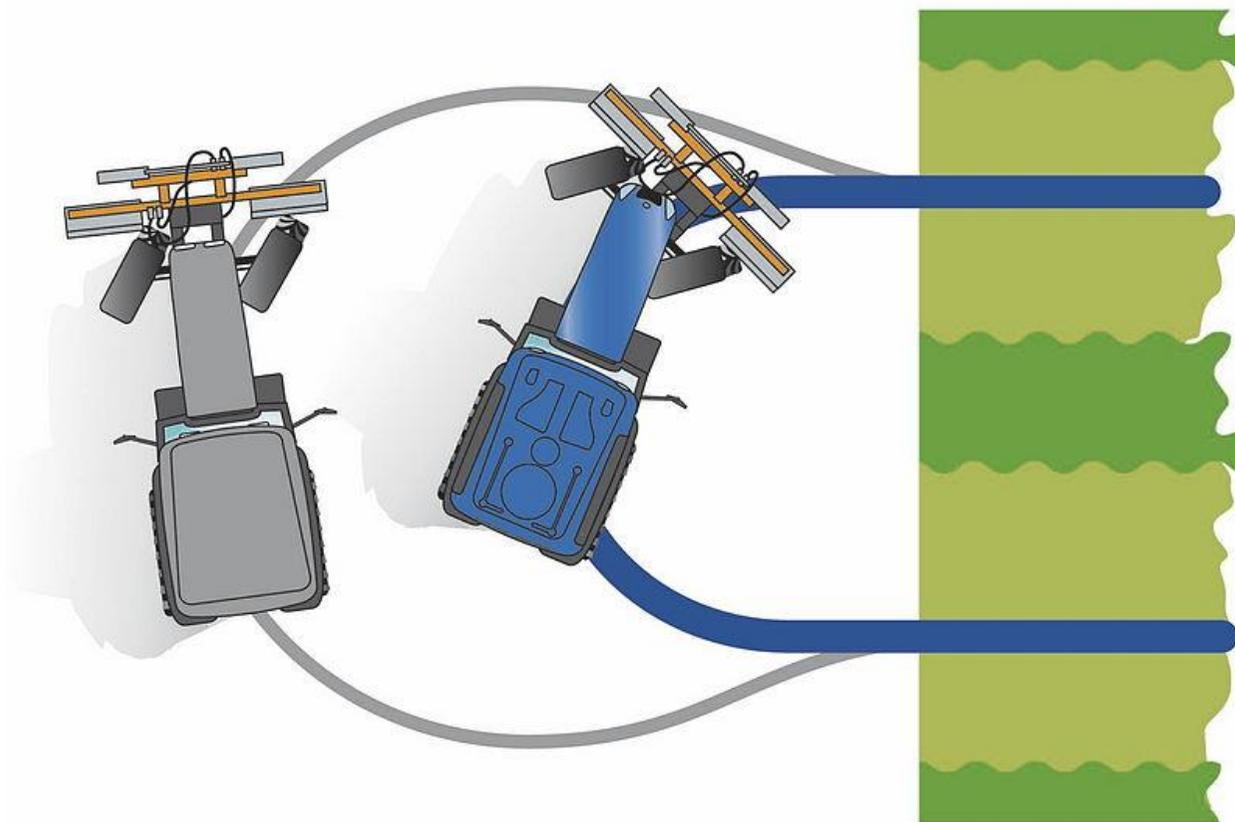


Figura 6: esempio di raggio di curvatura ridotto con tipologia di trattori Super Steer

Inviluppo trattore tipo T4.110V New Holland

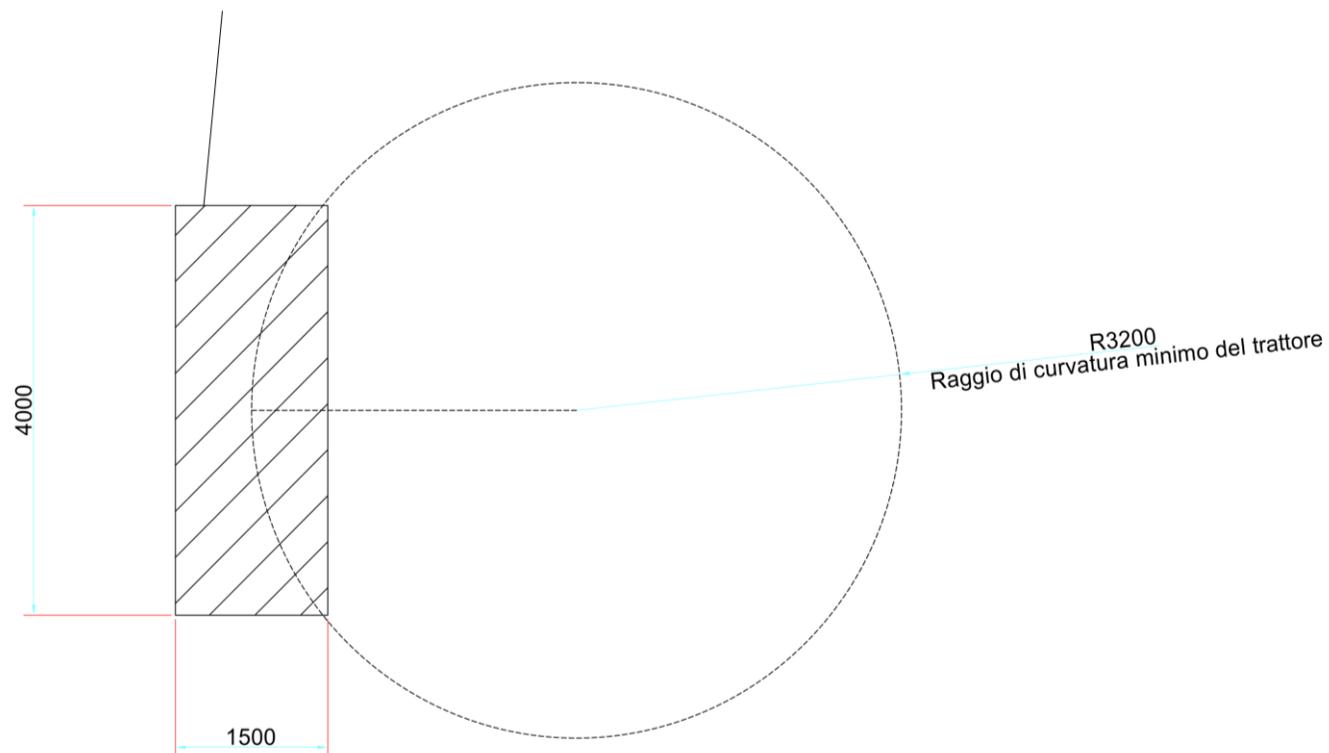


Figura 7: schematizzazione del raggio di curvatura del trattore

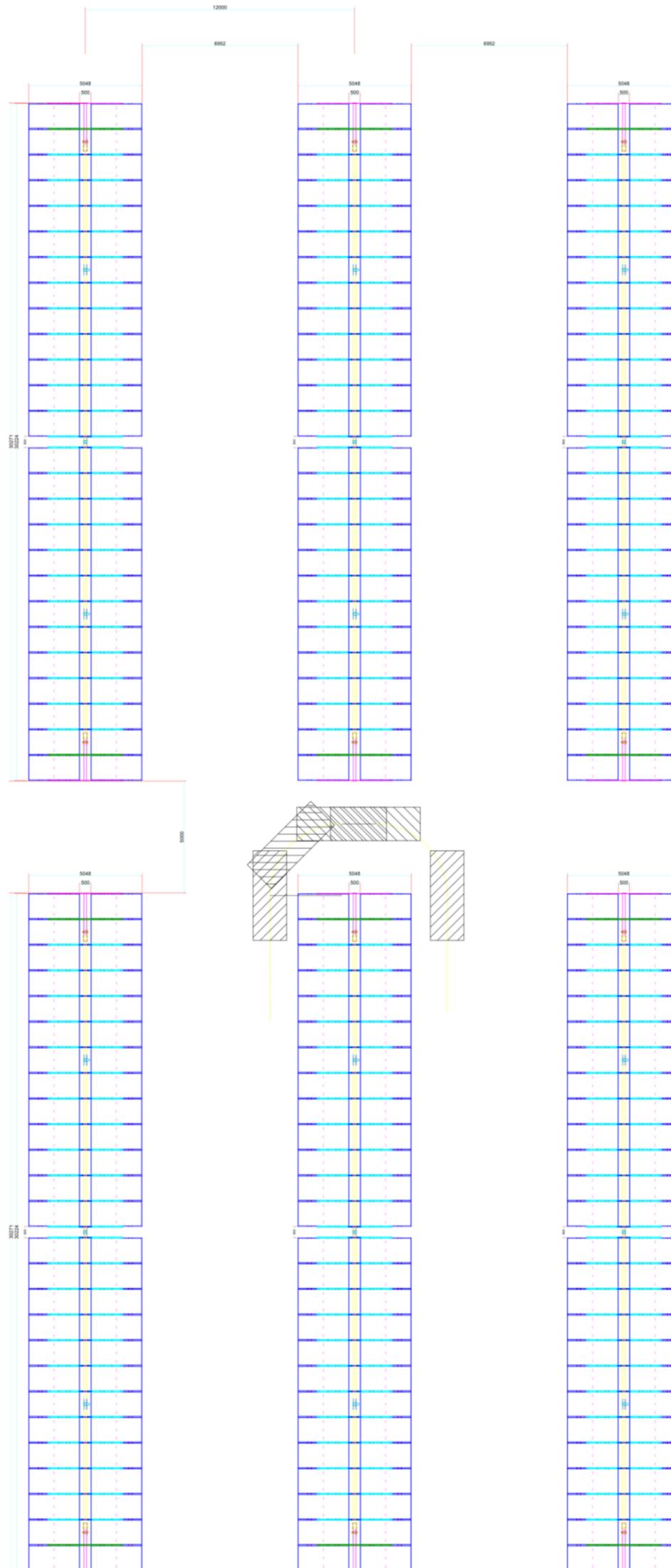


Figura 8: layout impianto (stralcio) con interasse 12 m e corridoi da 5 m

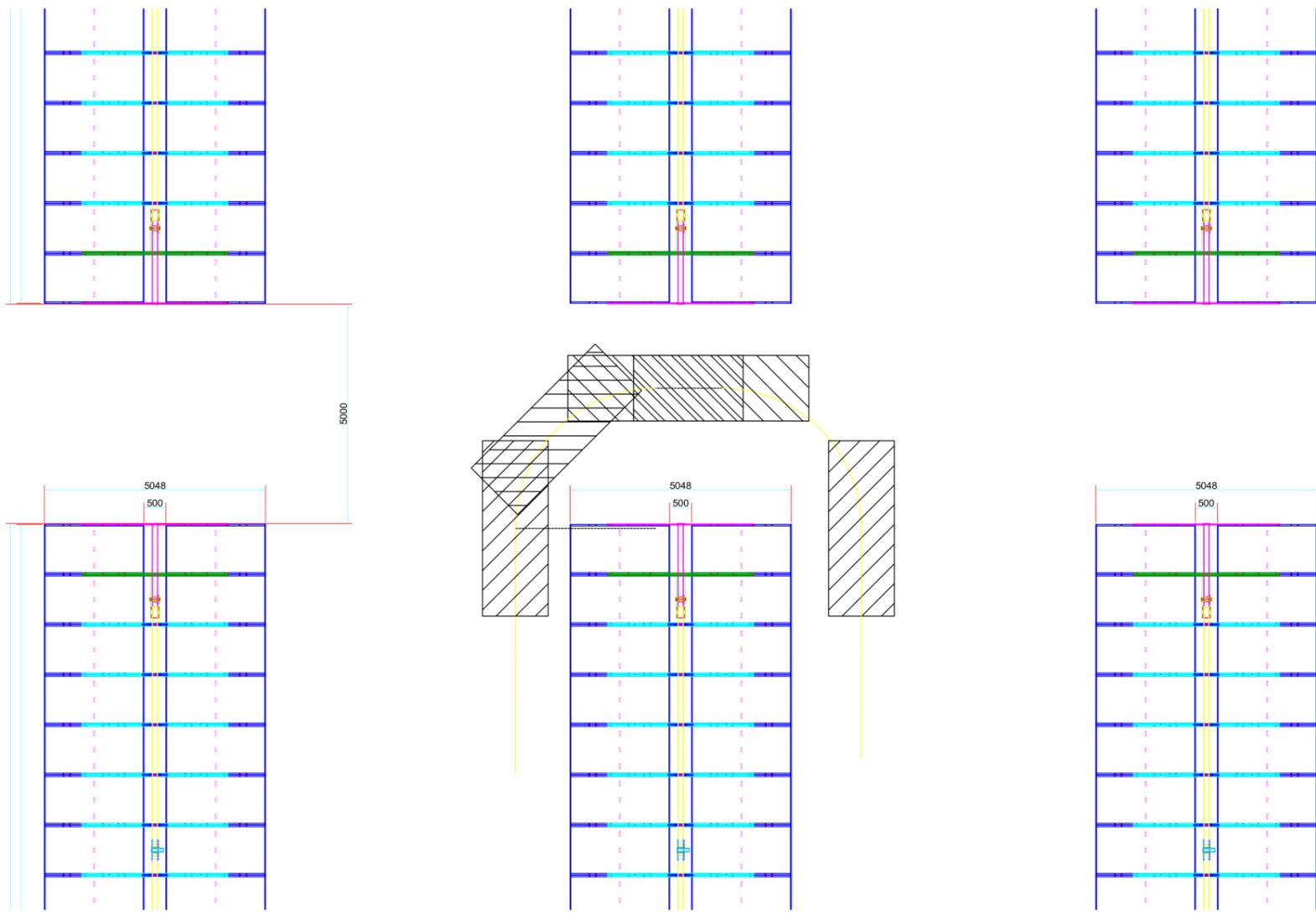


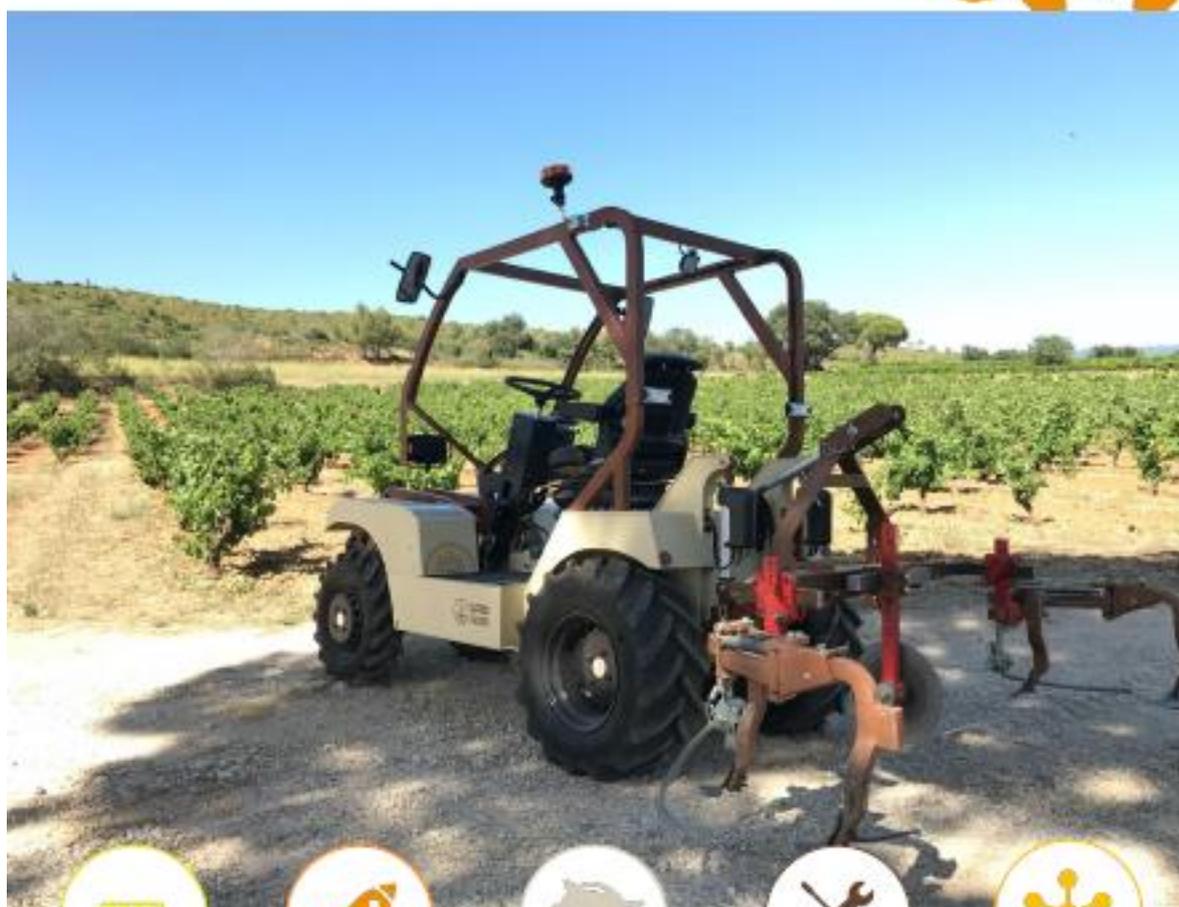
Figura 9: simulazione inversione di marcia trattore

Di seguito alcuni esempi di mezzi agricoli elettrici.



Le Tracteur Électrique

ALPO 4x4



Autonomie

4 à 8h de travail
Recharge en 1h30



Puissance

4 roues motrices
50ch électriques
À partir de
850kg



**Coût de
fonctionnement**

2€ la charge
Très faible
maintenance



Outils

Compatible avec les
outils attelés
standards et les
ustensiles de
chargeur



Modularité

Largeur de 100 à
220 cm Hors Tout
Configuration
Sur Mesure

Configuration SUR MESURE



Choix de la dimension du châssis

- * Longueur: 280 cm
- * Largeur hors tout: de 100 à 220 cm
- * Garde au sol: 50 cm



Choix des zones de travail

- * Relevage avant de 250 à 350 kg
- * Relevage arrière de 500 à 700 kg



Choix de la commande

- * Manuelle
- * Télécommandée



Choix des options

- * 3^{ème} point électrique
- * Prise de force électrique amovible
- * Centrale hydraulique
- * Guidage GPS RTK
- * Toit panneau solaire

Votre ALPO vous accompagne toute l'année

ALPO 4x4 s'adapte à tous les projets agricoles: arboriculture, viticulture, maraîchage, cultures spécialisées, élevage, grandes cultures.



Grâce à sa motorisation électrique performante et à son centre de gravité bas, votre Tracteur Électrique ALPO vous apporte une grande stabilité et une adhérence dans toutes vos pentes.

L'absence de bruit et de gaz vous offre un confort de travail absolu.

Il peut être utilisé comme tracteur du quotidien, val de ferme ou tracteur principal en fonction de votre exploitation.

Son système de roues sur palonnier vous offre une grande capacité de franchissement.

Son architecture unique est une innovation majeure permettant une polyvalence inégalée qui vous offre une meilleure rentabilité.

SABI AGRI
www.sabi-agri.com



Rigitrac SKE 50 Electric



DIMENSIONS/POIDS

Avec pneumatiques standard	Avant 425/55R17 et arrière 440/65R24
Poids à vide	2800 kg*
Longueur totale	3620mm*
Hauteur totale	2330mm*
Largeur totale	1770 mm*
Garde au sol	288 mm
Empattement	1904 mm
Voie avant avec pneumatiques standard	1342 mm
Voie arrière avec pneumatiques standard	1331 mm
Plus petit rayon de braquage	3620 mm

8. Conclusioni

L'esercizio dell'impianto agri-fotovoltaico nella configurazione di progetto consentirà di contribuire agli obiettivi stabiliti dalla politica energetica europea e nazionale, mantenendo una produzione agricola di tipo sostenibile destinata all'alimentazione umana.

Alla luce dell'analisi del quadro programmatico, progettuale, ambientale, delle valutazioni degli impatti e delle alternative progettuali eseguite, si ritiene che il progetto potrà contribuire al raggiungimento degli obiettivi riguardanti la politica energetica a livello nazionale ed europea e potrà determinare vantaggi termini di:

- riduzione dei consumi di risorse non rinnovabili;
- riduzione degli impatti ambientali derivanti dall'estrazione delle stesse risorse;
- risparmio di emissioni in atmosfera derivanti da altre forme di produzione mediante combustibili fossili;
- riduzione degli impatti ambientali derivanti dalla coltivazione dell'area a parto polifita stabile;
- approvvigionamento di foraggi di origine biologica per l'allevamento di bovini;
- creazione di posti di lavoro e di impiego di manodopera qualificata.

Il connubio tra agricoltura e fotovoltaico integra la redditività della filiera agro-alimentare con un'attività che produce energia da fonte solare, dunque in maniera pulita.

Oltre ad aumentare i rendimenti del terreno agricolo, il sistema influenza anche la distribuzione dell'acqua durante le precipitazioni e la temperatura del suolo.