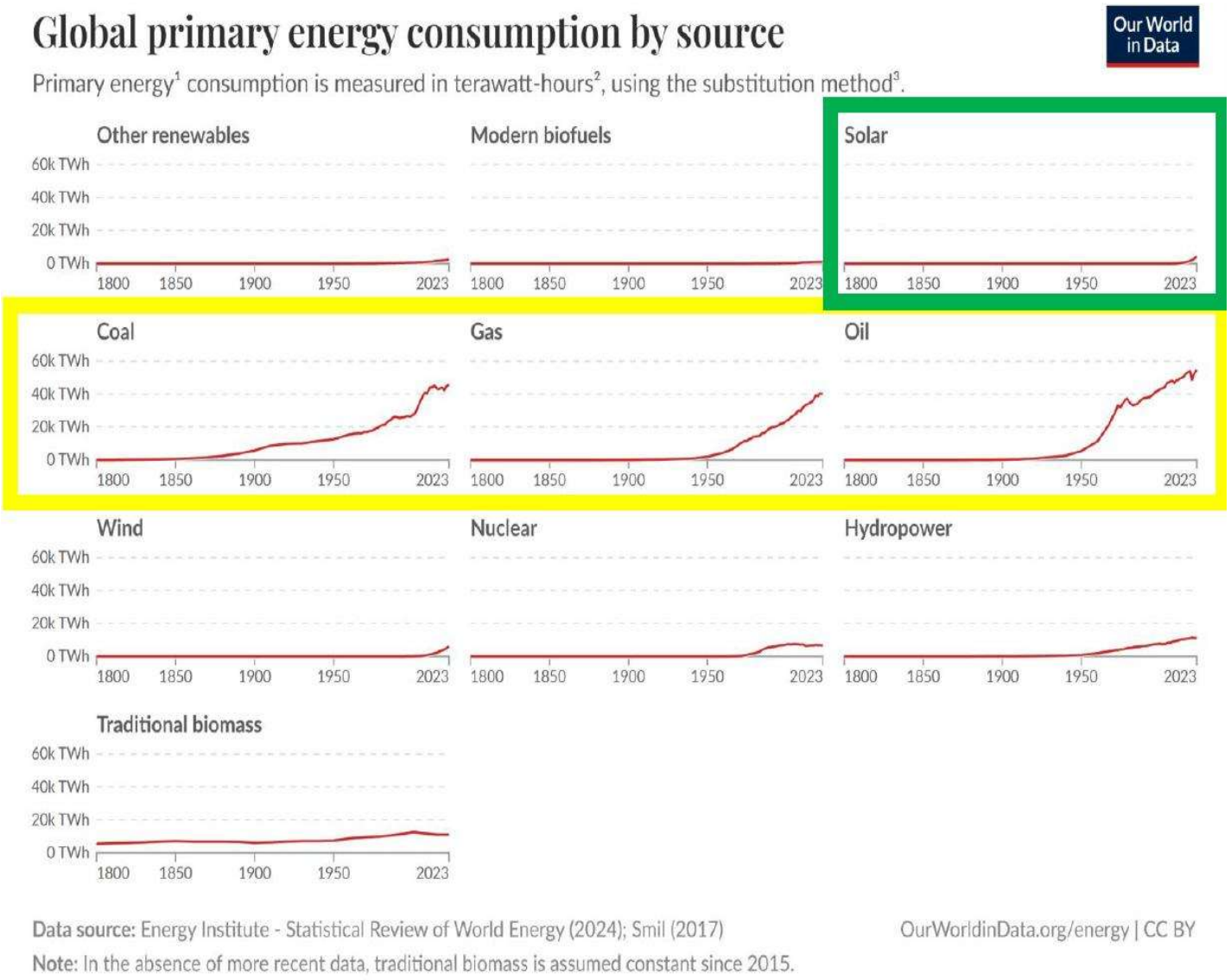


Aspetti agronomici per la progettazione e gestione di un impianto agrivoltaico

Emanuele Radicetti
Emanuele.radicetti@unitus.it

2 maggio 2026

L’uso di energia

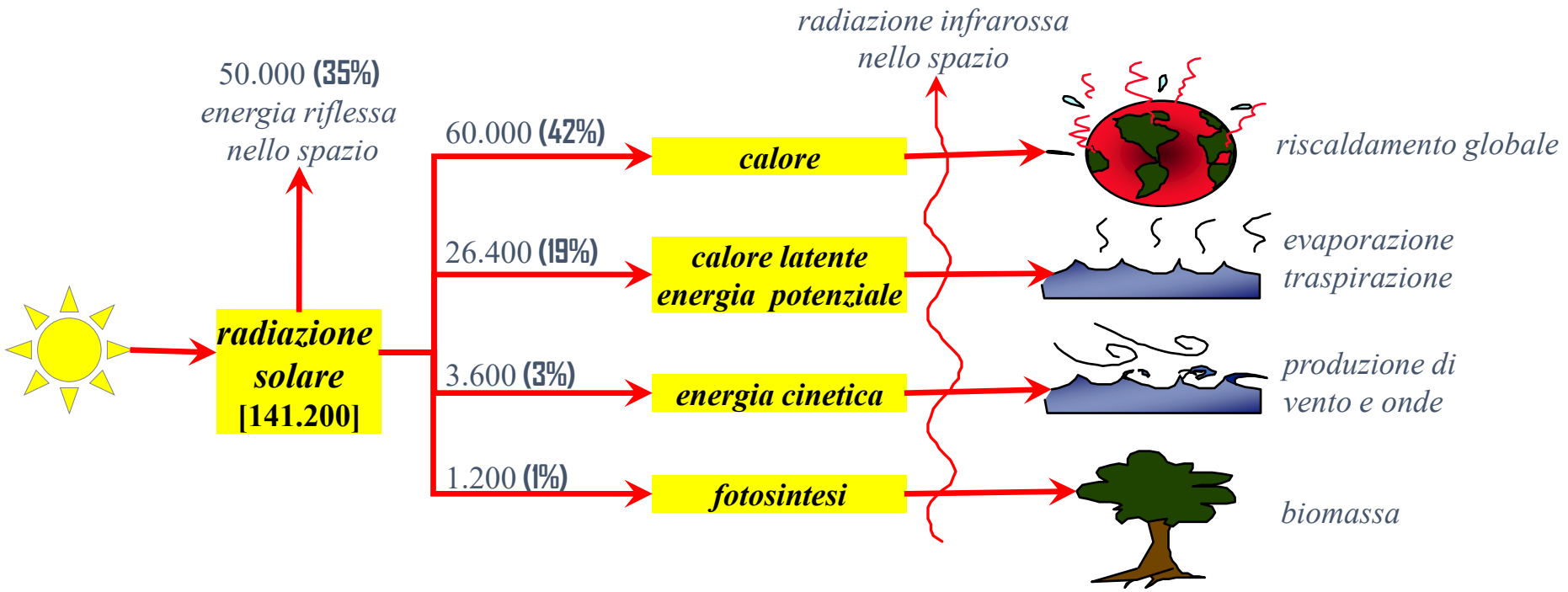


Secondo il Piano Nazionale Integrato per l’Energia e il Clima (**PNIEC**), il nostro Paese dovrà raggiungere il **30% di energia da fonti rinnovabili sui consumi finali lordi**



La radiazione solare, energia abbondante

Flussi di energia solare (in miliardi di watt)



Il processo fotosintetico assorbe solo l'1% dell'energia solare che arriva sul Pianeta, che corrisponde a una quantità di energia pari a 9 volte il consumo energetico di tutti gli abitanti della Terra. Vale a dire che circa il 10% dei vegetali prodotti della fotosintesi, se utilizzati per produrre energia, basterebbero a soddisfare il fabbisogno energetico di tutta la popolazione mondiale.

L’uso di energia

Per il **fotovoltaico** un fattore limitante delle installazioni è, ad oggi, la **disponibilità di superfici**.

La migliore soluzione per produrre energia elettrica rinnovabile sfruttando le superfici dei terreni, senza entrare in competizione con la produzione agricola, ma anzi a suo supporto e vantaggio, è l’**AGRIVOLTAICO**.



Un recente studio condotto in Italia centrale ha evidenziato che seppur gli impianti solari fotovoltaici installati a terra rappresentano una chiave per *mitigare il cambiamento climatico globale* e le emissioni di gas serra, questi potrebbero determinare un peggioramento delle caratteristiche del suolo (Moscatelli et al., 2022).

Agrivoltaico: soluzione del futuro?

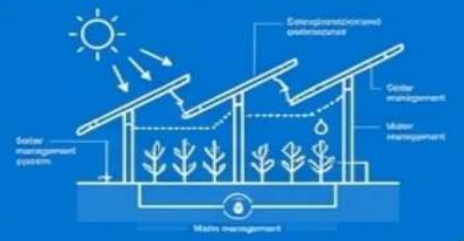
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA TUSCIA

La Sfida Globale: Cibo vs Energia

Il Conflitto



L'agrivoltaico trasforma la competizione in una consociazione produttiva.



La Sinergia

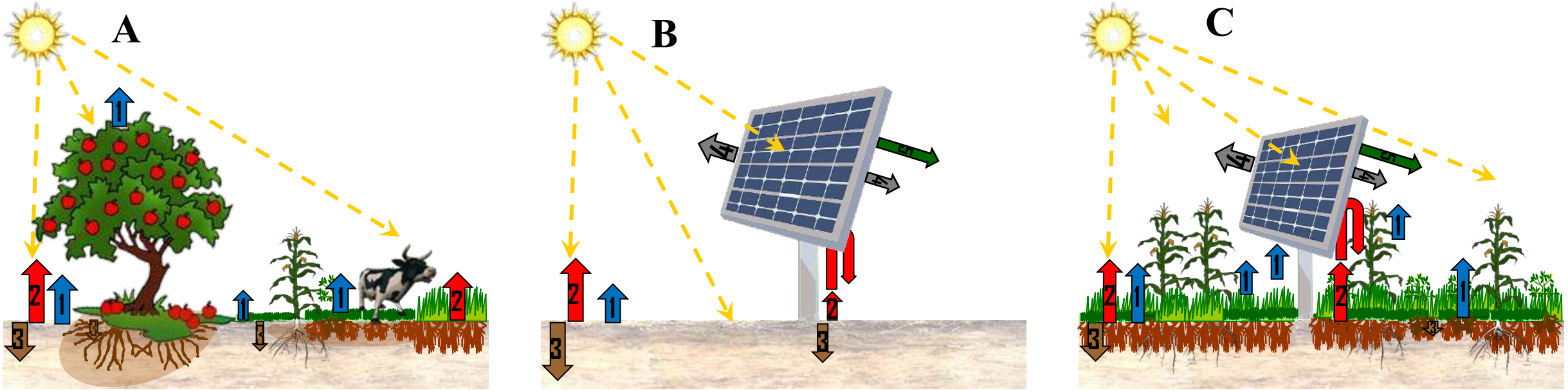
Il Cambio di Paradigma:
Superare la logica competitiva attraverso un approccio integrato (Integrated Food-Energy System).



Integrated Productivity:	Land Use Efficiency:	Carbon Sequestration:
+60%	100%	High

Agrivoltaico: soluzione del futuro?

L'agroecosistema (A), il sistema fotovoltaico (B),
il sistema consociato complesso Agrivoltaico (C)



Integrare il tipo di copertura del suolo come i pannelli fotovoltaici con la vegetazione nativa e/o coltivata nell'intera area investita per la produzione energetica e di cibo comporta la realizzazione di Sistemi Consociati Complessi.

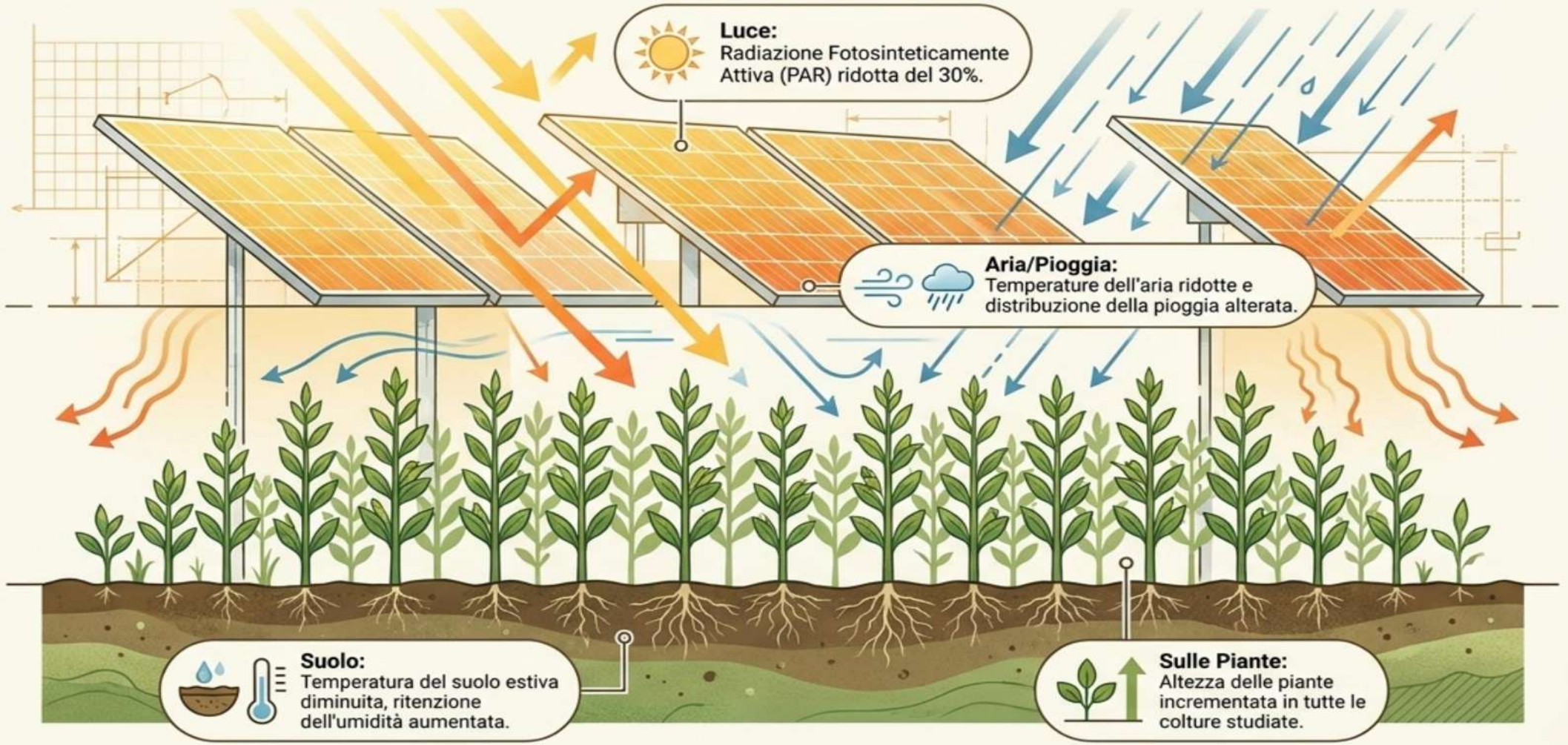
Agrivoltaico: soluzione del futuro?

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA TUSCIA

La Rivoluzione del Microclima (Effetto Ombrello)

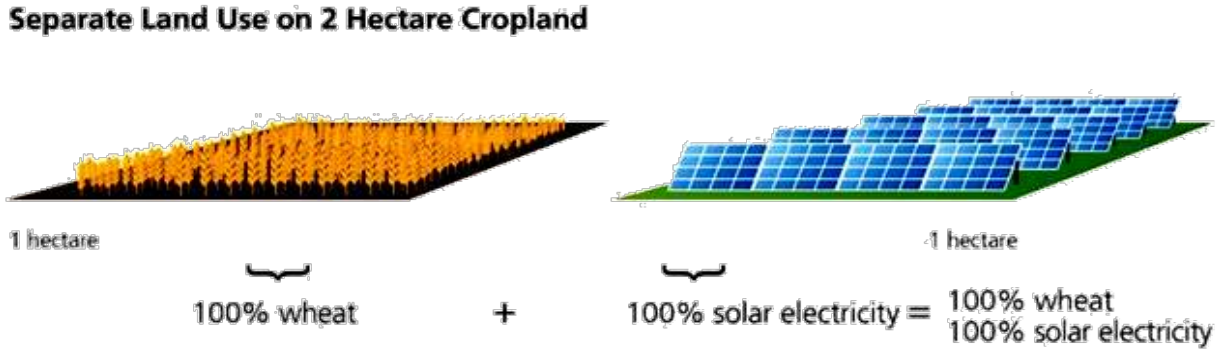
Technology/Climate

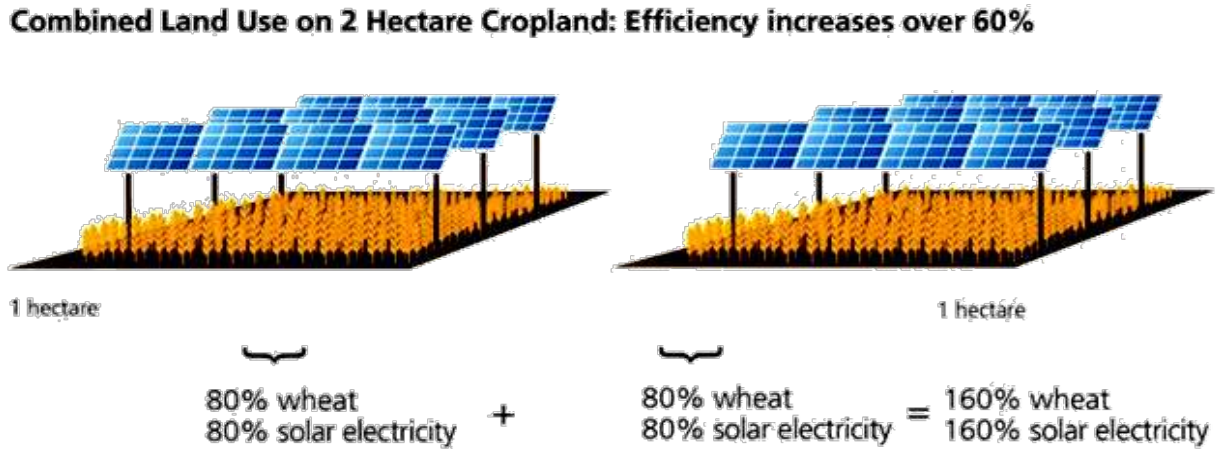
Agronomy/Soil



Agrivoltaico: soluzione del futuro?

Una ricerca condotta da *Christophe Dupraz* e collaboratori indica che i *sistemi Agrivoltaici aumentano significativamente la produttività globale del suolo.*





Il piano agronomico

Il **piano agronomico** (**relazione agronomica**) è la relazione predisposta da un professionista in campo delle scienze agrarie che contiene tutte le **informazioni** utili ad identificare e caratterizzare l'attività agricola svolta nell'impianto agrivoltaico.

La Regola d'Oro: Co-Progettazione

Lo scambio di conoscenze e la co-progettazione tra il sistema voltaico e il sistema agrario sono elementi essenziali fin dal Giorno 1.



Key-Insight

Il **piano agronomico** fornisce i **contenuti minimi e le caratteristiche dell'attività agricola. La struttura PV deve adattarsi a queste direttive, non viceversa.**

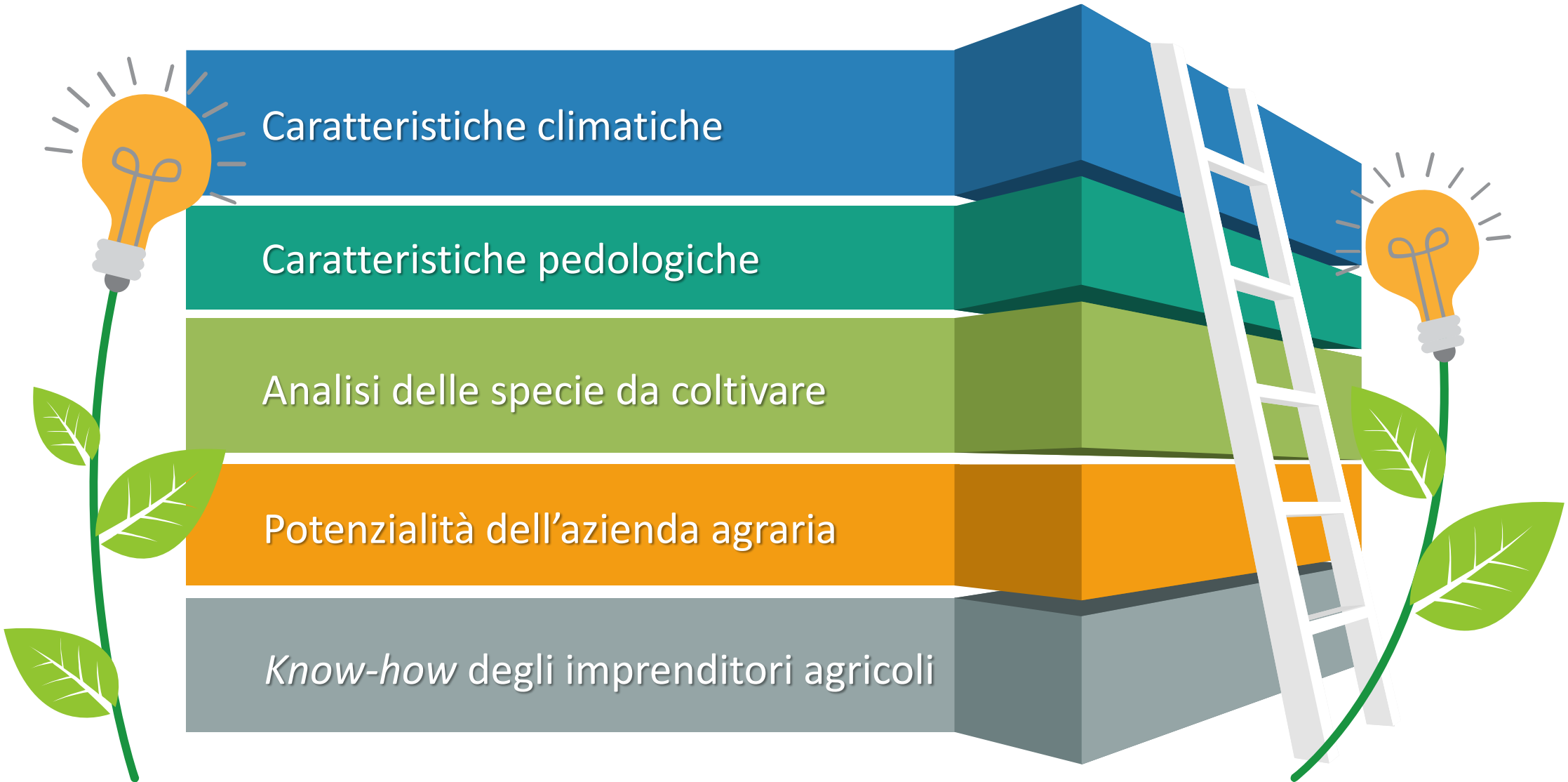
Il piano agronomico

Caratteristiche agronomiche da valutare nell'individuazione del sito:



Il piano agronomico

I fattori chiave per implementare con successo l'agri-voltaico sono:

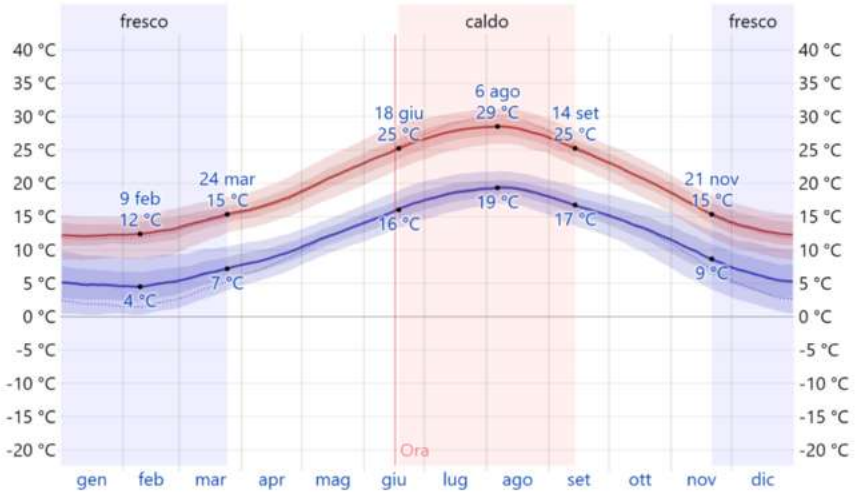


Il piano agronomico

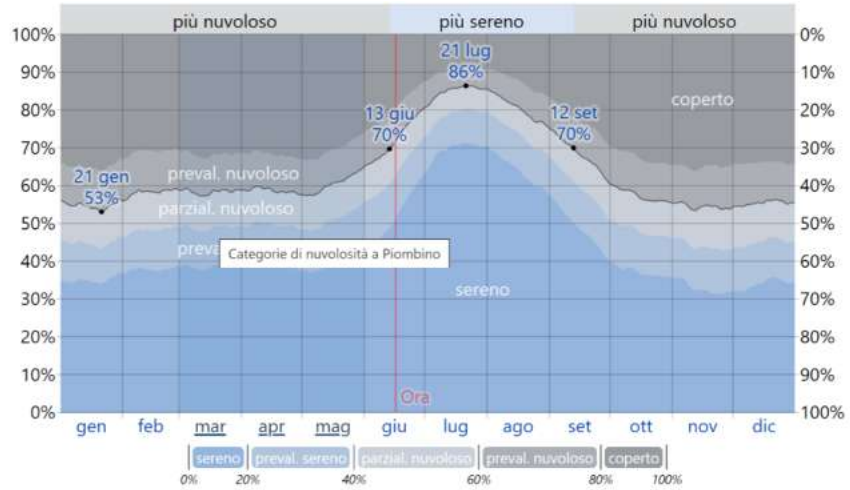
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA TUSCIA

Caratteristiche climatiche

Temperatura dell'aria



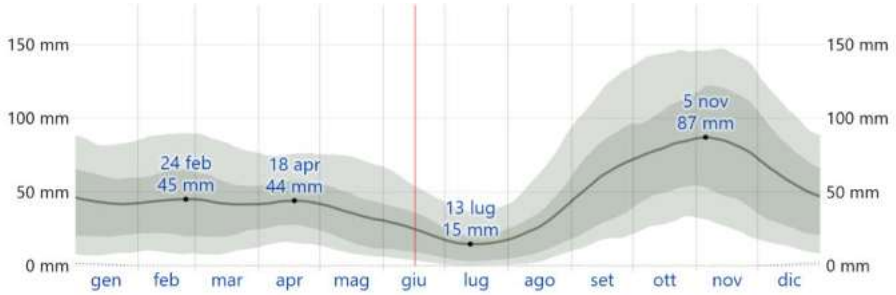
Nuvolosità



Probabilità di pioggia



Precipitazioni



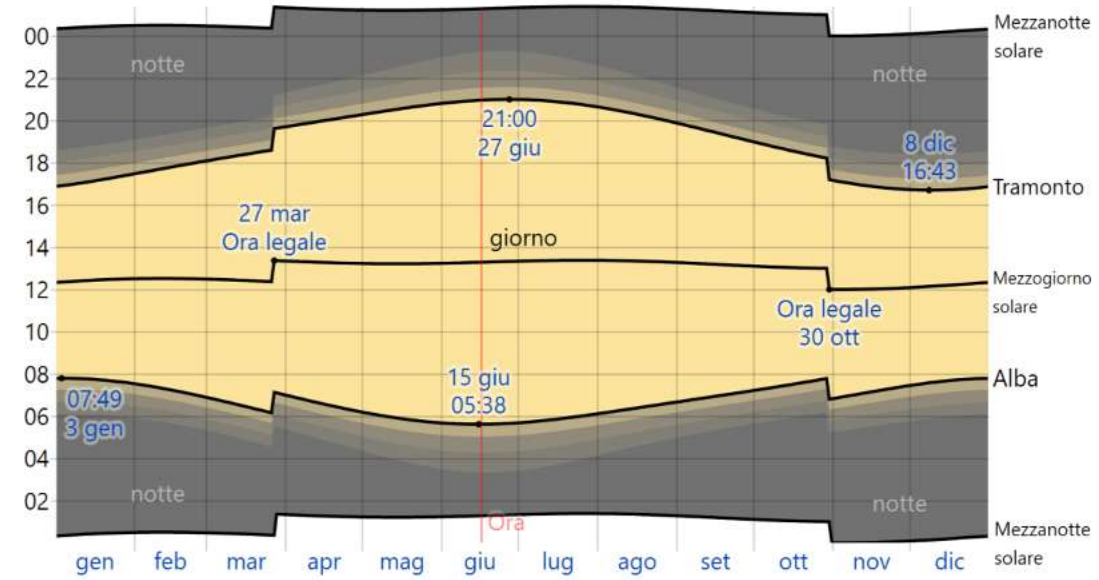
Il piano agronomico

Caratteristiche climatiche

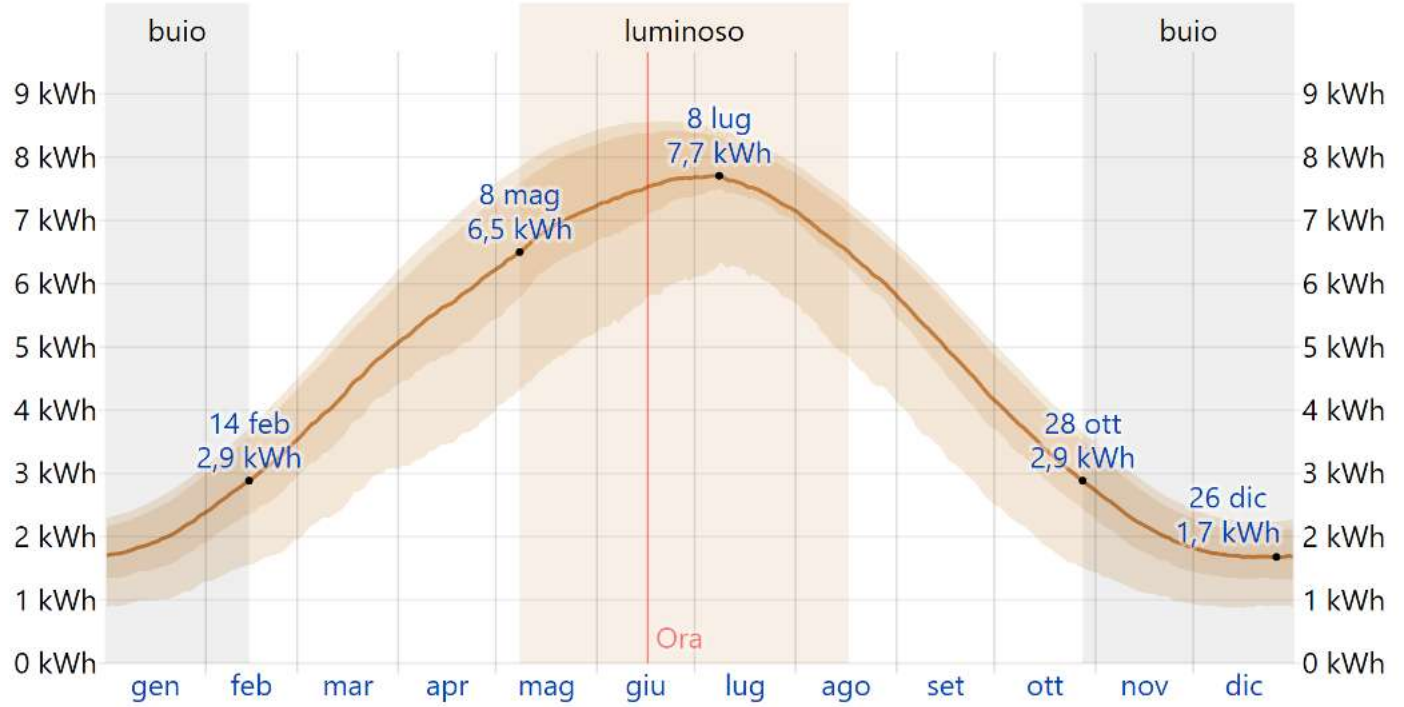
Ore di luce



Alba - Tramonto



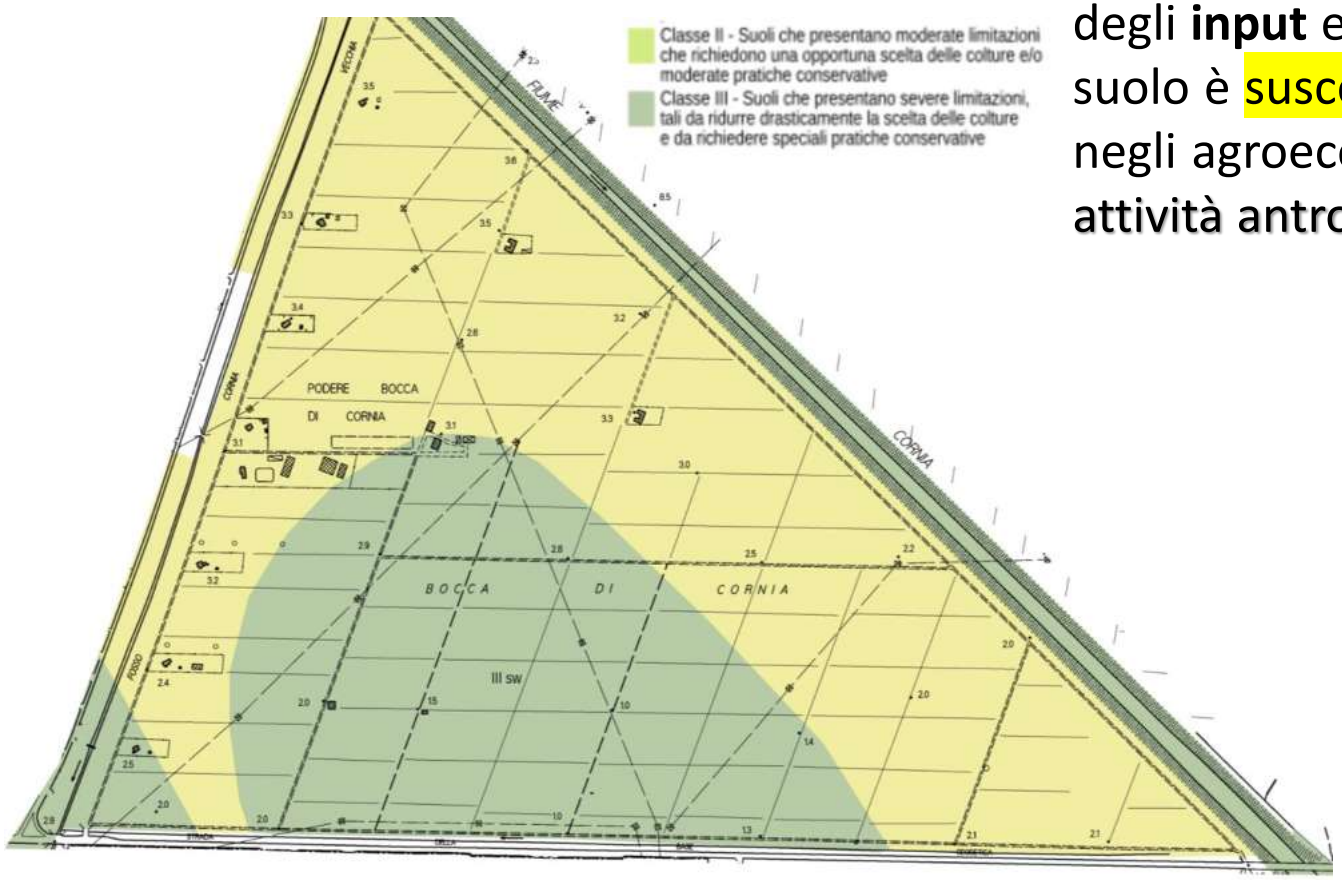
Radiazione luminosa



Il piano agronomico

Caratteristiche Pedologiche

Carta dei suoli



Suolo è dato dallo stato corrente del processo ecosistemico nel punto di massima convergenza degli **input** e di rilascio degli **output** e pertanto il suolo è suscettibile di cambiamento, soprattutto negli agroecosistemi, in rapporto all'azione delle attività antropiche.

Le caratteristiche generali dei suoli nell'area in oggetto, risultano senz'altro di elevato interesse agronomico, unico elemento che richiede particolare attenzione in base alla "carta dei suoli" della Regione è il **livello di salinità** moderata nell'area

Il piano agronomico



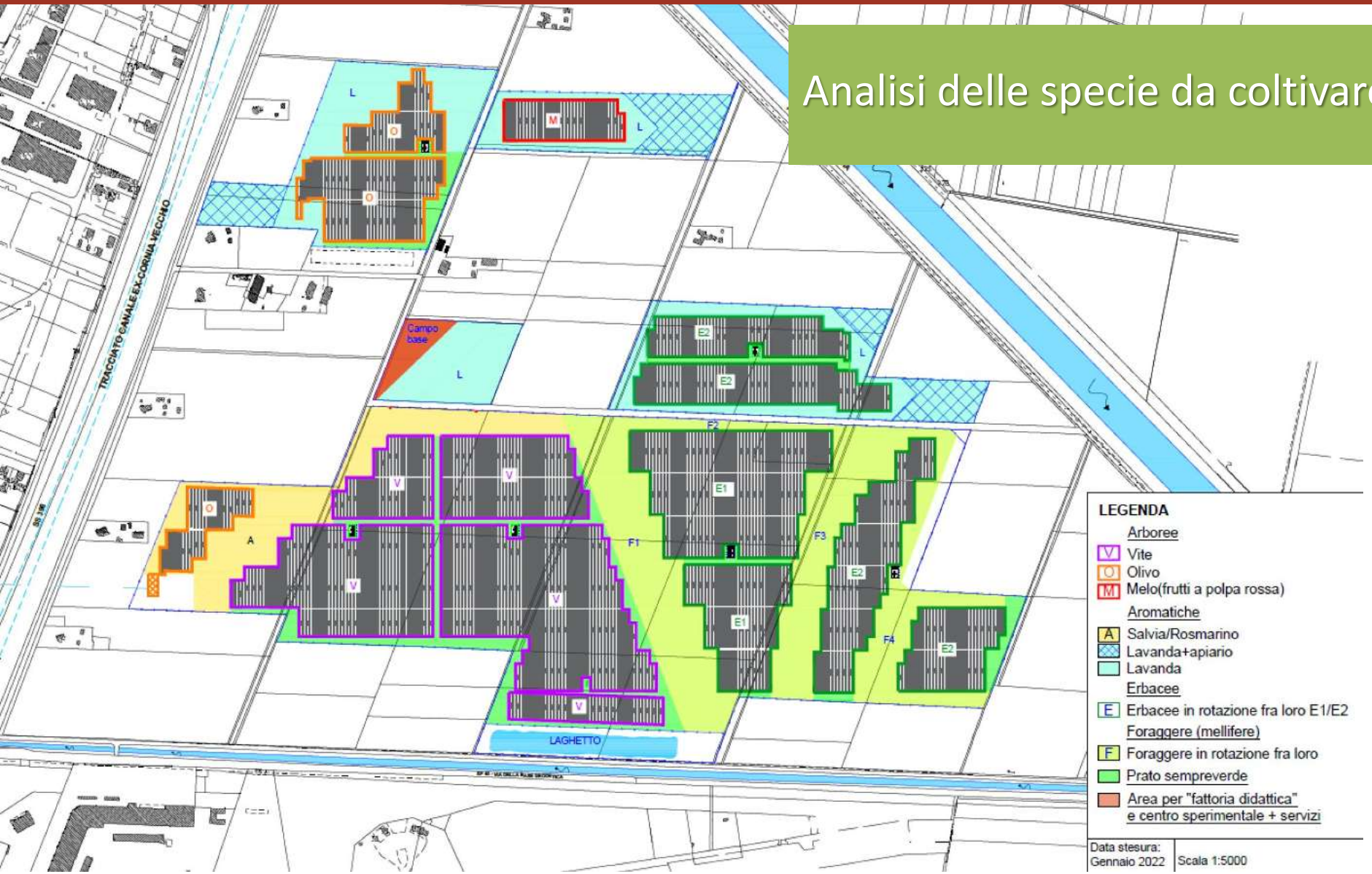
Analisi delle specie da coltivare

La **disposizione dei pannelli fotovoltaici** deve essere *ottimizzata* per consentire l'intercettazione della radiazione solare sia alla componente fotovoltaica sia alla componente agraria consociata.

L'elevazione dei pannelli per facilitare l'agricoltura sottostante dipenderà anche dalle attività pianificate; le coltivazioni di specie agrarie a taglia alta o l'agricoltura meccanizzata avranno bisogno di una struttura di montaggio del pannello più alta rispetto alle specie a portamento prostrato o in caso di raccolta manuale.

Il piano agronomico

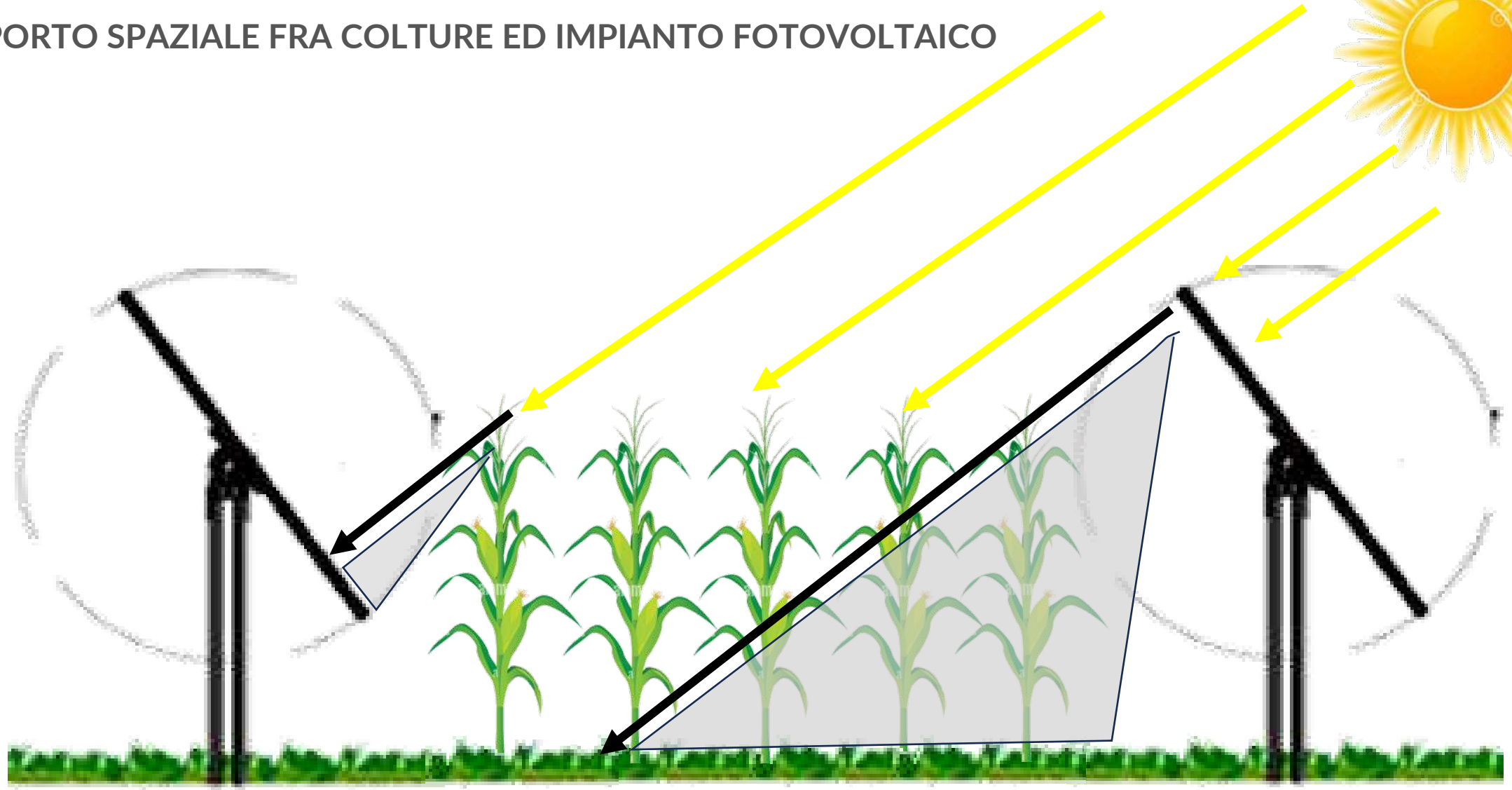
Analisi delle specie da coltivare



Aspetti critici

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA TUSCIA

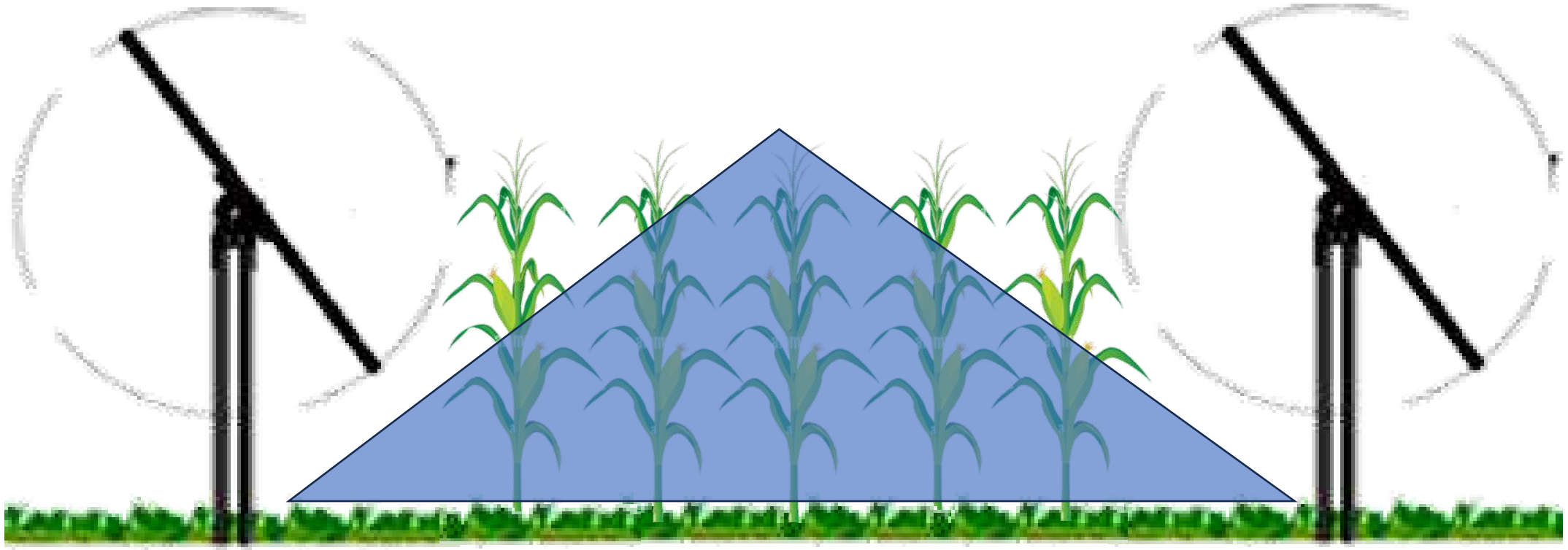
RAPPORTO SPAZIALE FRA COLTURE ED IMPIANTO FOTOVOLTAICO



Aspetti critici

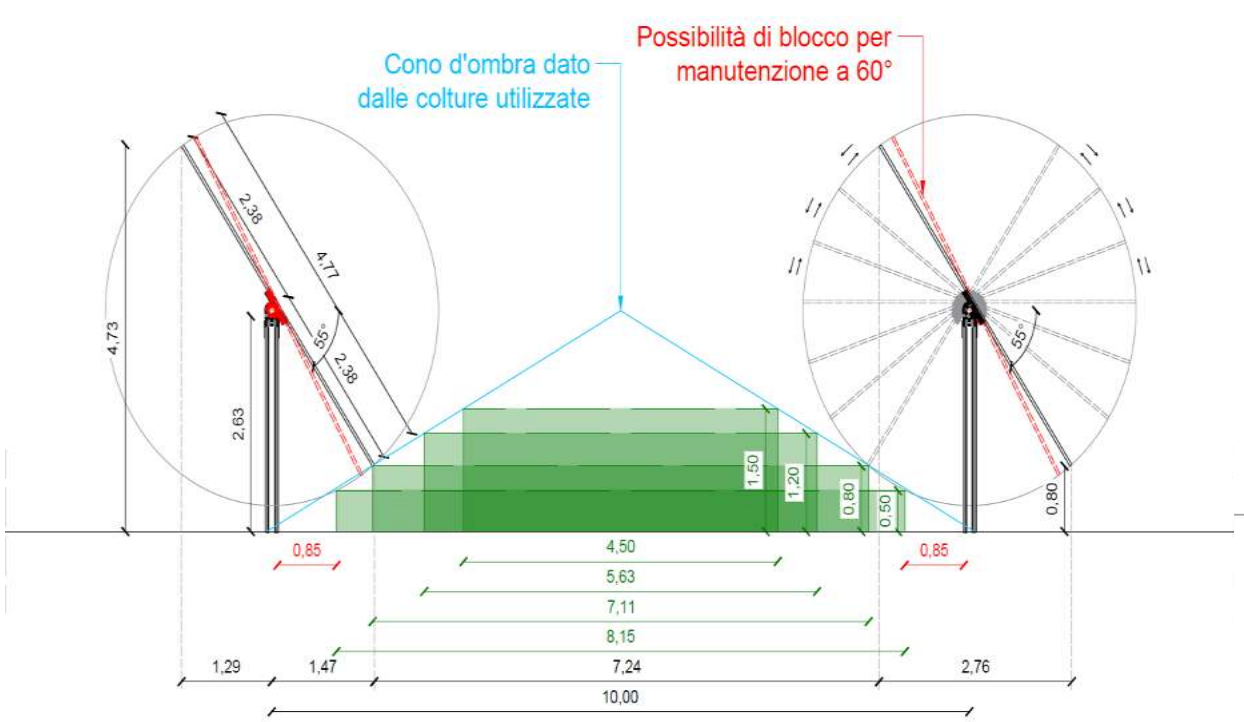
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA TUSCIA

RAPPORTO SPAZIALE FRA COLTURE ED IMPIANTO FOTOVOLTAICO

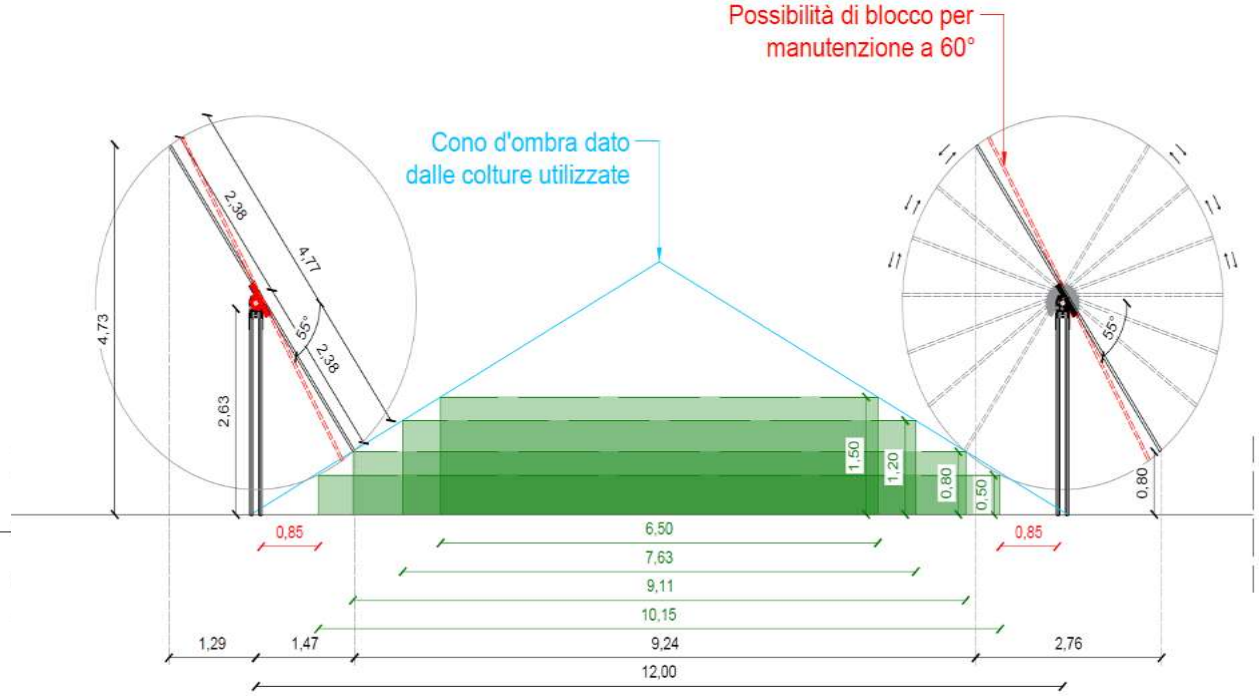


Aspetti critici

Tracker con pannelli ad interasse di 10 m



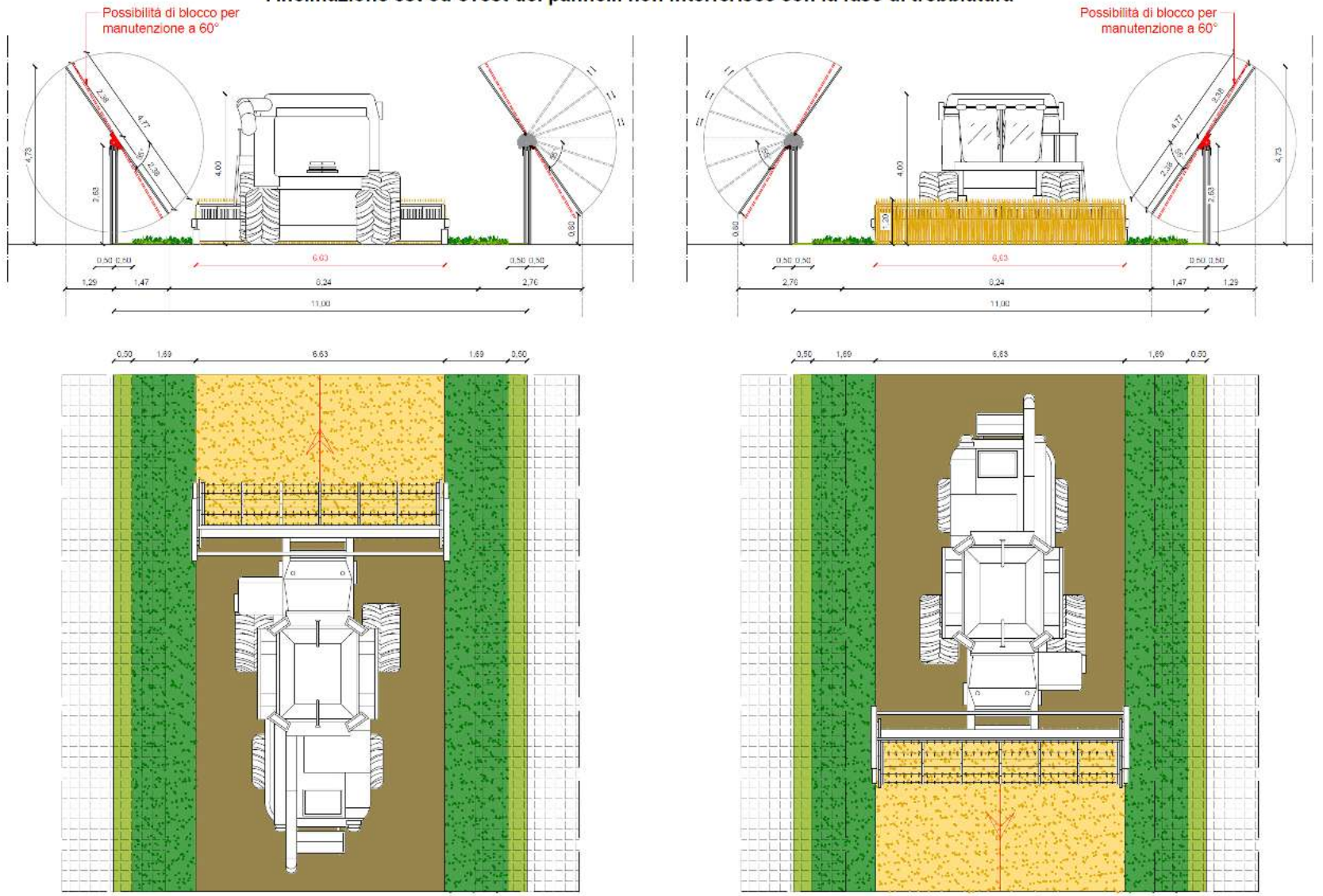
Tracker con pannelli ad interasse di 12 m



Aspetti critici

Rappresentazione della fase di trebbiatura delle cerialicole ed assimilate con interasse di metri 11 dei tracker

l'inclinazione est od ovest dei pannelli non interferisce con la fase di trebbiatura

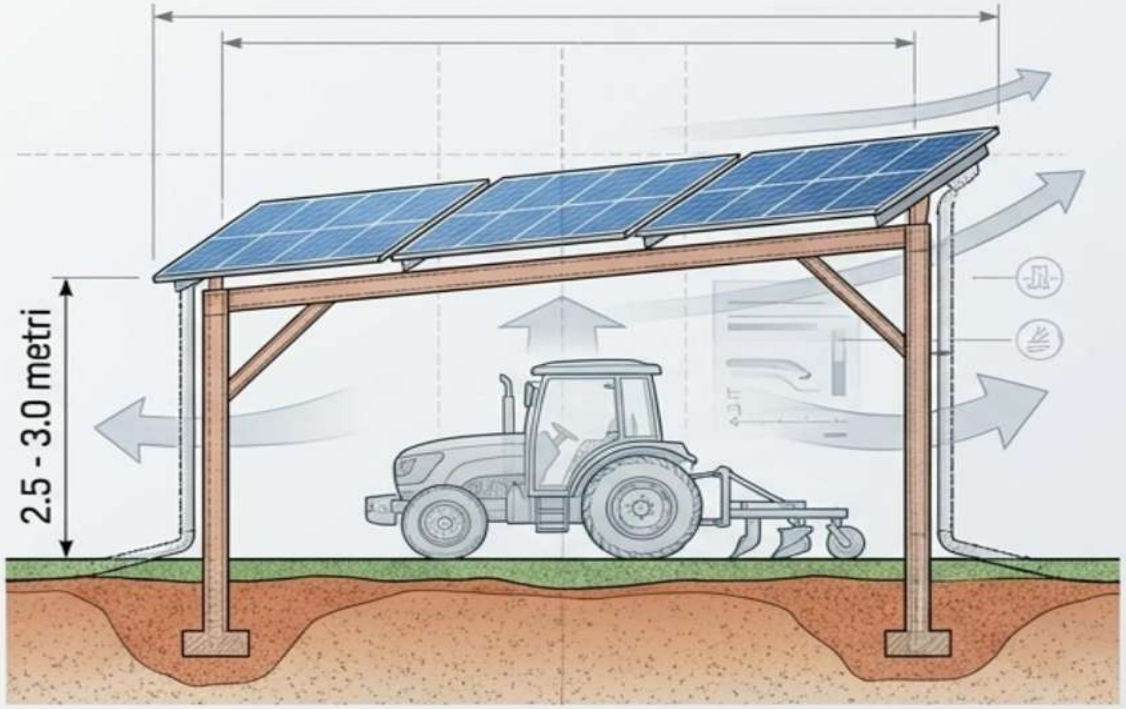


Aspetti critici

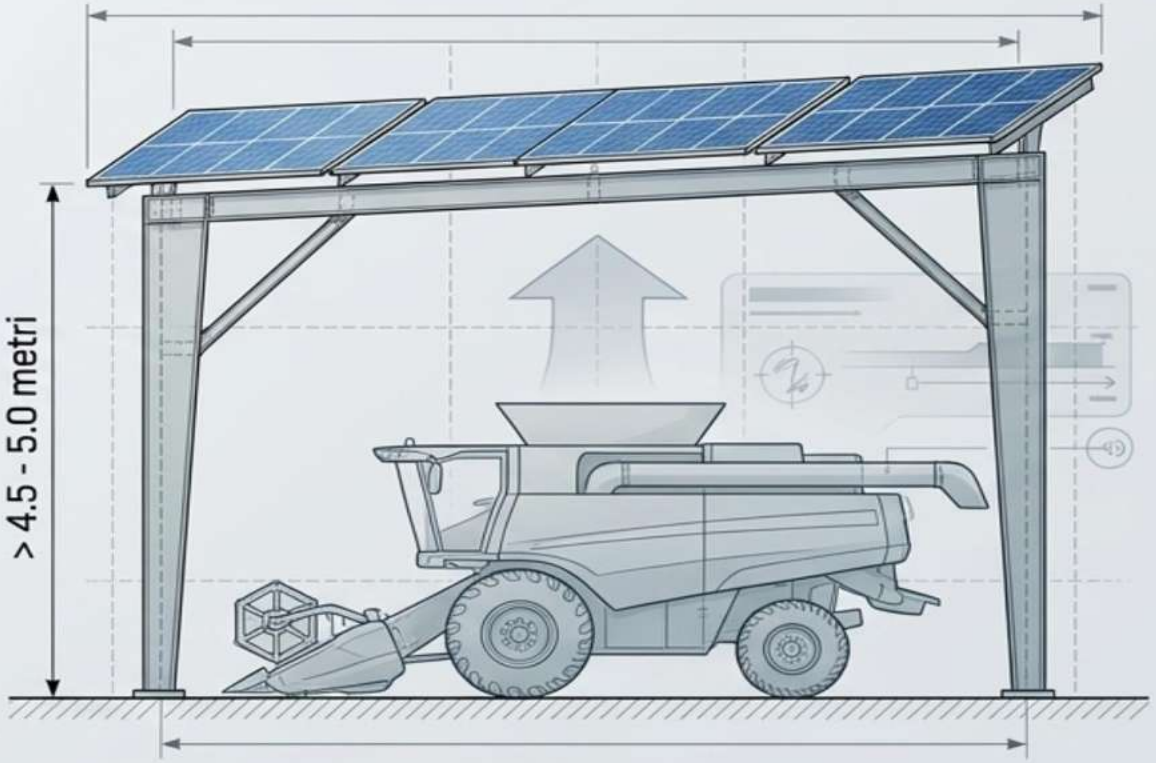
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA TUSCIA

Design Strutturale e Standard di Meccanizzazione

Orticoltura (Serre Fotovoltaiche)



Seminativi / Frutteti (Open Field)



- Interasse tra le file: 11 - 12 metri (essenziale per manovre mietitrebbie).
- Inclinazione moduli a 60° durante le operazioni per facilitare la manutenzione agricola.

Caratteristiche dell'impianto

È quindi consigliabile analizzare:

- **Capitale umano** (competenze professionali, quale modello gestionale, quale forma giuridica)

- **Capitale fisico** (dimensioni aziendali, immobili disponibili e da acquisire, macchine e attrezzi).

- **Offerta** (massa critica, differenziazione prodotti e attività, qualità, diversificazione).

- **Mercati** (canali di vendita possibili, attività promozionali)

- **Performance economica** (redditività e costi)



Caratteristiche dell'impianto

Disponibilità ad adattare le tecniche di coltivazione all'ambiente generato a seguito dell'installazione dei pannelli fotovoltaici come componenti consociate.

Esempio: Il parziale ombreggiamento riduce l'evapo-traspirazione delle piante modificando al ribasso i reali fabbisogni idrici delle colture.

Know-how degli imprenditori agricoli



VALIDAZIONE

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA TUSCIA

Valutazione qualitativa delle produzioni agrarie

Indici di *performance*

Valutazioni ambientali

Scelta “ottimale”delle coltura da utilizzare



Si ringrazia per la cortese attenzione



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA TUSCIA