

REGIONE PUGLIA



PROVINCIA DI FOGGIA



COMUNI DI FOGGIA E CARAPELLE



Denominazione impianto:

**BONASSISI**

Ubicazione:

**Comuni di Foggia (FG) e Carapelle (FG)**

Fogli: Carapelle 1 - Foggia 163

**Località "Bonassisi"**

Particelle: Varie

### PROGETTO DEFINITIVO

per la realizzazione di un impianto agrovoltaico da ubicare in agro dei comuni di Foggia (FG) e Carapelle (FG) in località "Bonassisi" potenza nominale pari a 12,25620 MW in DC e potenza in immissione pari a 10,21350 MW in AC e delle relative opere di connessione alla RTN ricadente nei comuni di Carapelle, Foggia e Manfredonia.

PROPONENTE

**BONASSISI DREAM ENERGY S.r.l.**



Via M. Mores n.8  
LUCERA (FG) - 71036  
P.IVA 04455800716  
PEC: [bonassisisdreamenergysrl@pec.it](mailto:bonassisisdreamenergysrl@pec.it)

ELABORATO

**Relazione Progetto Agricolo**

Tav n°

R\_1AGR

Scala

Aggiornamenti

Numero	Data	Motivo	Eseguito	Verificato	Approvato
Rev 0	Ottobre 2023	Istanza VIA art.23 D.Lgs 152/2006 - Istanza Autorizzazione Unica art.12 D.Lgs 387/2003			

#### PROGETTAZIONE GENERALE

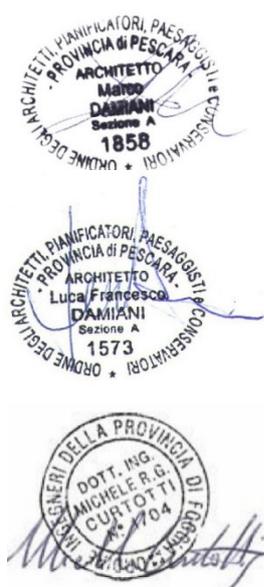
Arch. Damiani Marco  
Via Giuseppe di Vittorio n. 4/B  
65015 Montesilvano (PE)  
Iscritto all' Ordine degli Architetti di Pescara al n° 1858  
pec: [marco.damiani@archiworldpec.it](mailto:marco.damiani@archiworldpec.it)  
Cell: 320/8668967

Arch. Damiani Luca Francesco  
Via Giuseppe di Vittorio n. 4/B  
65015 Montesilvano (PE)  
Iscritto all' Ordine degli Architetti di Pescara al n° 1573  
pec: [lucafrancesco.damiani@archiworldpec.it](mailto:lucafrancesco.damiani@archiworldpec.it)  
Cell: 320/8668218

STUDIO DI INGEGNERIA Ing. Michele R.G. CURTOTTI  
Viale Il Giugno n. 385  
71016 San Severo (FG)  
Iscritto all' Ordine degli Ingegneri di Foggia n° 1704  
pec: [ing.curtotti@pec.it](mailto:ing.curtotti@pec.it)  
Cell: 339/8220246



#### PROGETTAZIONE SPECIALISTICA



Spazio riservato agli Enti



di DI BENIGNO F.  
Via XX Settembre 69, 65020 Alanno (PE)  
P.IVA IT02300730682

**RELAZIONE PROGETTO AGRICOLO  
per la realizzazione di un impianto per la  
produzione di energia elettrica da pannelli  
fotovoltaici denominato  
“CARAPELLE”  
in CARAPELLE (FG)**

Alanno, li 24 Maggio 2023

In fede



## Sommario

<b>PREMESSE .....</b>	<b>3</b>
<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>4</b>
<i>AREA D'INTERVENTO</i> .....	5
TERRITORIO .....	5
AREA CATASTALE .....	7
<b>PROPOSTA PROGETTUALE .....</b>	<b>8</b>
<i>SOSTENIBILITÀ</i> .....	8
<i>L'AZIENDA AGRICOLA SOSTENIBILE</i> .....	8
<i>CRITERI DI SCELTA DELLE COLTURE</i> .....	10
<i>LISTA COLTURE</i> .....	12
<i>SCHEDE BOTANICHE E DI COLTIVAZIONE</i> .....	12
COLTURE CEREALICOLE .....	12
COLTURE FORAGGERE .....	16
COLTURE ORTIVE .....	20
ESSENZE PER LA MITIGAZIONE VISIVA DELL'IMPIANTO.....	37
<i>PIANO COLTURALE</i> .....	39
<i>Esempi di rotazione</i> .....	39
<b>VERIFICA DEI REQUISITI DETTATI DALLE LINEE GUIDA IN MATERIA DI IMPIANTI AGROVOLTAICI.....</b>	<b>40</b>
<i>REQUISITO A: l'impianto rientra nella definizione di "agrivoltaico"</i> .....	40
A.1) Superficie minima coltivata: è prevista una superficie minima dedicata alla coltivazione .....	40
A.2) LAOR massimo: è previsto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola;.....	40
<i>REQUISITO B: Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica dell'impianto, in</i> .....	41
<i>REQUISITO C: l'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da</i> .....	42
<i>REQUISITO D.1 Monitoraggio del risparmio idrico</i> .....	43
<i>REQUISITO D2: Monitoraggio della continuità agricola</i> .....	43
<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>43</b>

## PREMESSE

Lo scrivente p.a Fernando Di Benigno, su incarico ricevuto da BONASSISI DREAM ENERGY s.r.l. , ha redatto la presente Relazione Tecnico Agronomica dell'area interessata dalla realizzazione dell'impianto agrivoltaico e delle relative opere connesse.

L'oggetto della presente relazione è quello di descrivere le caratteristiche del progetto agronomico.

## INTRODUZIONE

La ricerca applicata in campo agricolo è sempre più orientata alla sperimentazione di soluzioni innovative e quanto più sostenibili possibile, sia per la natura che per le comunità. Una di queste è senza dubbio l'agrovoltaico. Esso consiste nello sfruttare i terreni agricoli per produrre energia solare, ma senza entrare in competizione con la produzione di cibo e senza consumare suolo.

Al contrario degli impianti realizzati negli anni passati, l'agrovoltaico avanzato, va ad integrare la produzione agricola e zootecnica rendendo le filiere agroalimentari più "sostenibili".

Il progetto "CARAPELLE" nasce per integrarsi con il territorio creando una sinergia fra il tessuto socio – rurale, quello produttivo agricolo e di energia.

## AREA D'INTERVENTO

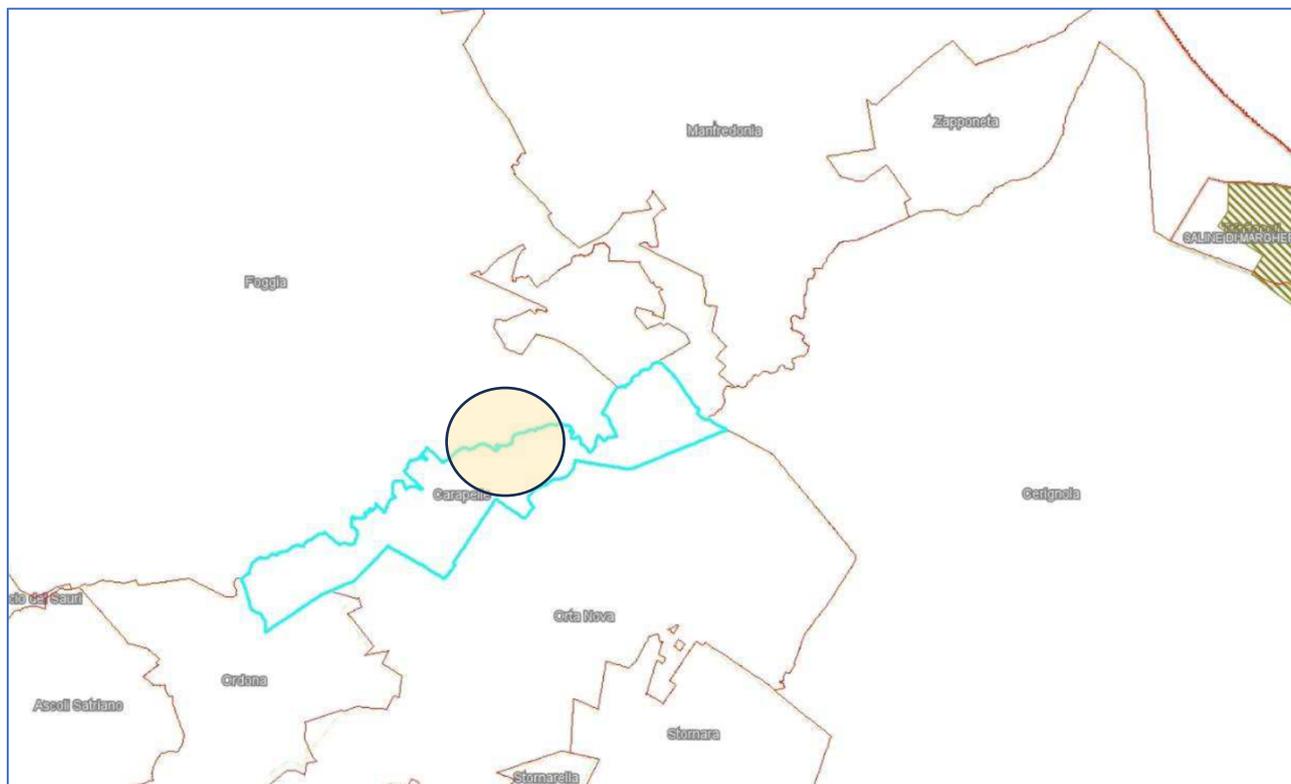
### TERRITORIO

L'area di intervento ricade in parte nel territorio comunale di Carapelle e in parte nel comune di Foggia. Per uniformità territoriale dell'area si sono prese in considerazione le caratteristiche territoriali dell'agro di Carapelle, in quanto la parte ricadente nell'agro del comune di Foggia ha le medesime caratteristiche. Il comune di Foggia ha un'estensione di 507 Km<sup>2</sup> contro i 25 Km<sup>2</sup> circa di quello di Carapelle, di conseguenza le caratteristiche medie dell'unità territoriale foggiana non sarebbero rappresentative dell'area di intervento.

Il comune di Carapelle è sito in provincia di Foggia. L'agro di Carapelle, posizionato nella zona centrale del Tavoliere delle Puglie, si estende su una superficie di 24,79 Km<sup>2</sup> ed è localizzato nella parte centro-sud del Tavoliere della Puglia. Dal punto di vista geografico il comune di Carapelle confina a nord con il comune di Foggia e la Frazione di Manfredonia, ad est con il comune di Cerignola e a sud con il comune di Orta Nova e il comune di Ortona. Il suo territorio si estende di circa 35 m s.l.m. e massime di 91 m s.l.m..

Il clima è di tipo caldo-arido, con una media di precipitazioni piovose di circa 500-600 millimetri annui (in Italia la media è di 688,38 mm); le estati sono relativamente miti. La zona, è colpita frequentemente da gelate primaverili, generate da ritorni di freddo determinati da venti nordici.

I terreni sono per la massima estensione di tipo sabbioso-siliceo, sabbioso-calcareo e argilloso-siliceo; sono profondi e di buona permeabilità, oltre che dotati di molti elementi nutritivi e di buona fertilità.



Mappa del territorio con in evidenza l'area dell'intervento

L'economia prevalente del territorio è quella agricola con una SAU di circa 22,44 km<sup>2</sup> di cui 1.414 ha sono destinati al seminativo, 318 ha sono destinati alla coltivazione legnose agrarie e 10 ha sono destinati ai prati permanenti e ai pascoli. Nonostante le piccole dimensioni del territorio la posizione strategica che essa assume favorisce la coltivazione di colture orticole ed inoltre tipiche della zona si riscontrano ampie aree coltivate a vite e ad Olivo, molto ridotti sono i fruttiferi.



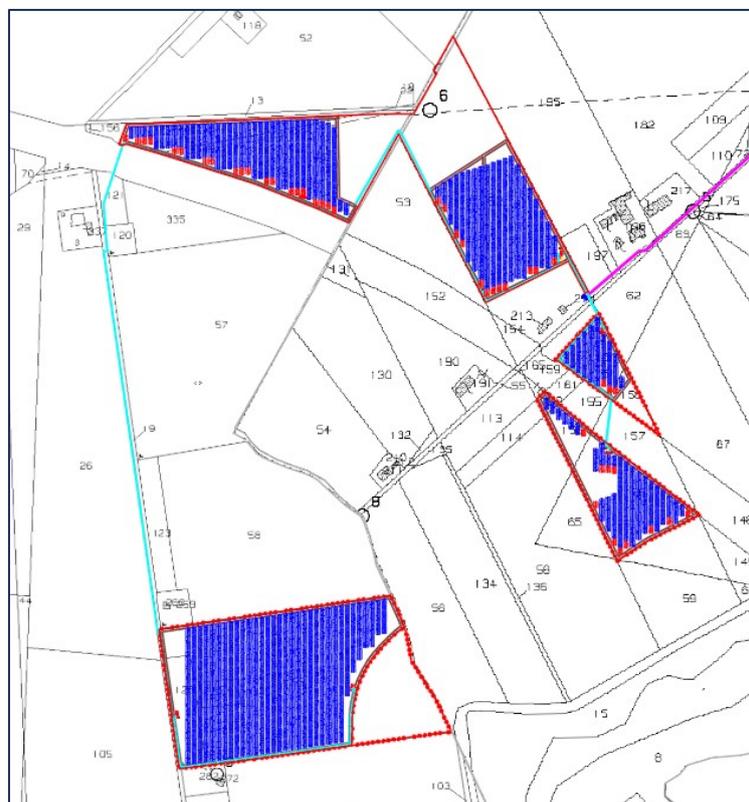
Veduta aerea dell'area con in evidenza la superficie interessata al progetto

AREA CATASTALE

La superficie interessata la progetto è di **188. 893 m<sup>2</sup>** riportata al catasto terreni nel seguente modo:

COMUNE	FOGLIO	PARTICELLA	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )
Carapelle	1	52*	40.611
Carapelle	1	115*	4.112
Carapelle	1	116*	1.690
Carapelle	1	61	1.810
Carapelle	1	158	2.080
Carapelle	1	160	200
Carapelle	1	162	490
Carapelle	1	156	2.879
Carapelle	1	66	21.232
Carapelle	1	59	11.327
Foggia	163	55	9.040
Foggia	163	56	24.422
Foggia	163	59	61.740
Foggia	163	124	800
Foggia	163	125	6.460

\*solo in parte



Estratto di mappa del Fig. 1 comune di Carapelle e Fig. 163 Comune di Foggia

## PROPOSTA PROGETTUALE

### SOSTENIBILITÀ

Tutte le scelte compiute durante la definizione del progetto agricolo sono basate sui principi della sostenibilità, ovvero:



### SOSTENIBILITÀ

- AMBIENTALE

Uso di pratiche agronomiche ecosostenibili (Agricoltura integrata o Biologica) a basso uso di input con mitigazione

- ECONOMICA

L'azienda agricola diventerà in breve tempo autosufficiente dal punto di vista economico

- SOCIALE

Impatto occupazionale sul territorio, valorizzazione delle produzioni tipiche dell'area che interessa l'intervento.

### L'AZIENDA AGRICOLA SOSTENIBILE

Nel 2018 la FAO pubblica il documento (FAO, 2018), nel documento si definiscono cinque punti principali per raggiungere gli obiettivi di sostenibilità nel settore agricolo:

1. aumentare la produttività, l'occupazione e il valore aggiunto nei sistemi alimentari: modificare le pratiche e i processi agricoli garantendo i rifornimenti alimentari e riducendo allo stesso tempo i consumi di acqua ed energia;
2. proteggere e migliorare le risorse naturali: favorire la conservazione dell'ambiente, riducendo l'inquinamento delle fonti idriche, la distruzione di habitat ed ecosistemi e il deterioramento dei suoli;
3. migliorare i mezzi di sussistenza e favorire una crescita economica inclusiva;

4. accrescere la resilienza di persone, comunità ed ecosistemi: trasformare i modelli produttivi in modo da minimizzare gli impatti che gli eventi estremi innescati dai cambiamenti climatici e la volatilità dei prezzi di mercato hanno sull'agricoltura;
5. adattare la governance alle nuove sfide: assicurare una cornice legale idonea a raggiungere un equilibrio fra settore pubblico e privato, garantendo equità e trasparenza.

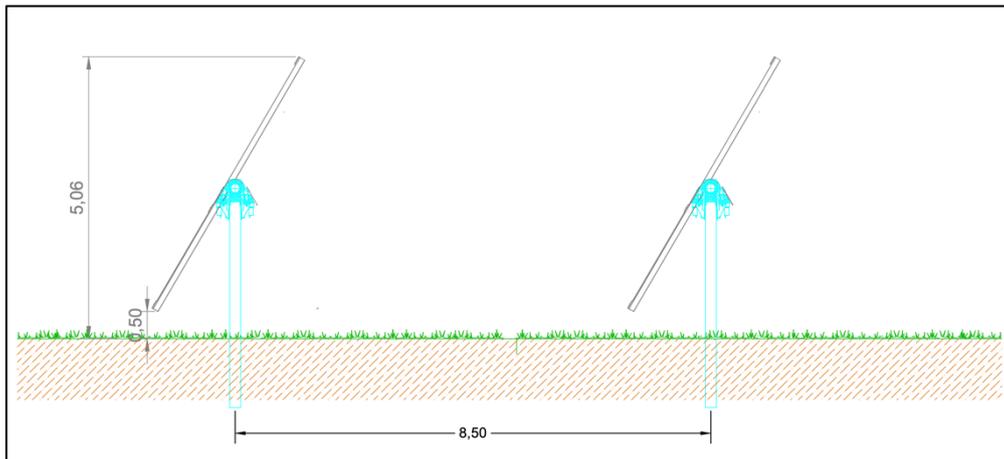
Il progetto ROSETO si basa sui principi dettati dalla FAO, nella fattispecie:

<b>I 5 PRINCIPI DELL'AGRICOLTURA SOSTENIBILE FAO</b>	<b>PROGETTO "Carapelle"</b>
<b>Aumentare la produttività, l'occupazione e il valore aggiunto nei sistemi alimentari: modificare le pratiche e i processi agricoli garantendo i rifornimenti alimentari e riducendo allo stesso tempo i consumi di acqua ed energia</b>	La sinergia tra la produzione agricola e quella di energia rinnovabile garantisce una produzione costante di qualità insieme alla produzione di energia
<b>Proteggere e migliorare le risorse naturali: favorire la conservazione dell'ambiente, riducendo l'inquinamento delle fonti idriche, la distruzione di habitat ed ecosistemi e il deterioramento dei suoli</b>	La coltivazione sotto dei pannelli permetterà il mantenimento della fertilità del suolo evitandone l'erosione e allo stesso tempo permetterà un aumento della biodiversità e delle popolazioni di impollinatori.
<b>Migliorare i mezzi di sussistenza e favorire una crescita economica inclusiva</b>	L'azienda agricola manterrà nel tempo un livello occupazionale stabile al quale si aggiunge anche quello ex novo per la manutenzione dei pannelli.
<b>Accrescere la resilienza di persone, comunità ed ecosistemi: trasformare i modelli produttivi in modo da minimizzare gli impatti che gli eventi estremi innescati dai cambiamenti climatici e la volatilità dei prezzi di mercato hanno sull'agricoltura</b>	I processi produttivi saranno basati su modelli a basso impatto ambientale, tra i quali un risparmio di acqua per irrigazione.

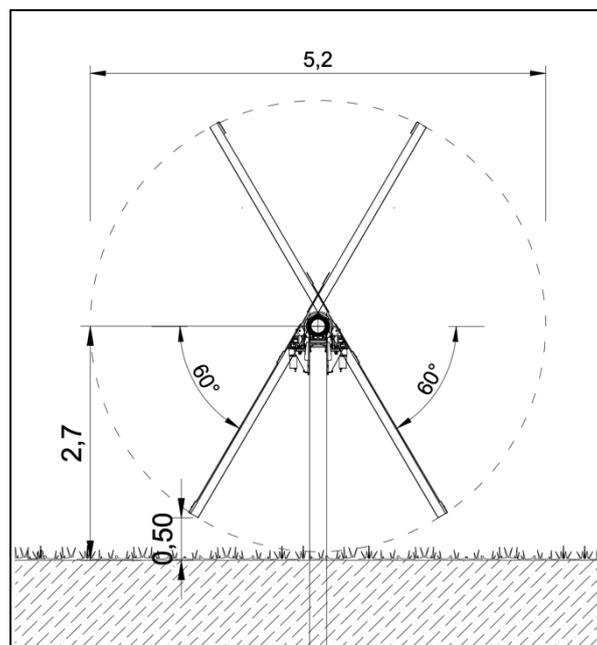
## CRITERI DI SCELTA DELLE COLTURE

Come già espresso nel paragrafo “L’AZIENDA AGRICOLA SOSTENIBILE” i criteri di scelta adottati durante la stesura del piano colturale mirano alla creazione di una realtà agricola seppur innovativa ma al contempo che rispetti il luogo e le coltivazioni tradizionali del luogo.

Il progetto agricolo si pone come obiettivo un miglioramento del fondo al fine di aumentarne la produttività in termini economici senza stravolgerne la vocazione territoriale dell’area e rispettando i principi di sostenibilità.



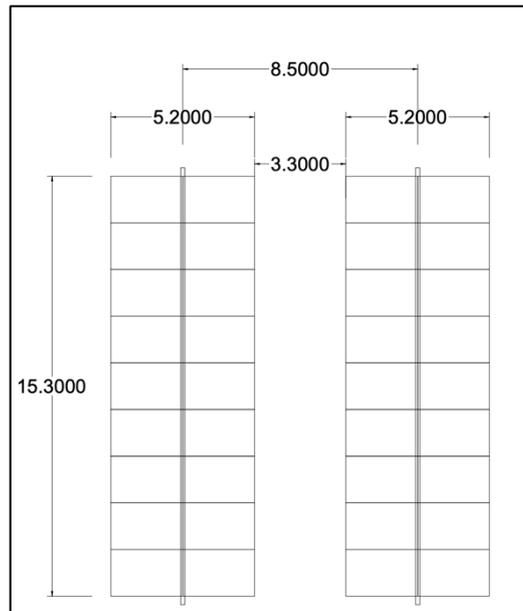
Particolare delle aree di coltivazione (in verde la Fascia Coltivabile)



Particolare modulo a massima inclinazione

La fascia coltivabile è definita, per questo progetto, come tutto lo spazio sia al di sotto dei pannelli che quello tra di essi.

Le altezze dei pannelli alla quale saranno posizionati i pannelli e la distanza tra di loro permettono la coltivazione in toto dello spazio.



Vista in pianta delle stringhe (particolare)

Nell'area fra le stringhe (Fascia Coltivabile) saranno coltivate colture ortive a rotazione con seminativi e colture foraggere, di seguito saranno elencate diverse tipologie di specie che potranno essere coltivate nell'area di progetto in quanto adatte alla coltivazione su sistemi agrivoltaici.

I pannelli fotovoltaici utilizzati sono del tipo ad inseguimento, ciò comporta che il pannello stesso ha la capacità di ruotare intorno all'asse orizzontale posizionato Nord – Sud. Ciò comporterà un parziale ombreggiamento delle colture apportando a loro diversi benefici come descritto in numerosi articoli di recente pubblicazione. Il maggiore beneficio è quello di una minore evapotraspirazione dell'acqua contenuta nel terreno con conseguente risparmio idrico (*William et al., The potential for agrivoltaics to enhance solar farm cooling, Applied energy 332 (2023)* – *Altyeb et al., Water evaporation reduction by the agrivoltaic systems development, Solar energy 247 (2022)* ) dovuta al parziale ombreggiamento. Ciò permetterà una maggiore produzione in termini di quantità e qualità dovuti al mancato stress idrico durante la stagione estiva e ad un minor consumo delle risorse idriche a parità di coltura.

## LISTA COLTURE

La seguente lista è stata compilata tenendo conto di criteri di scelta basati sulle colture tradizionali dell'area e su quelle che traggono un maggiore vantaggio nella coltivazione nei sistemi agrovoltai. Nell'elenco sono state inserite diverse colture che potranno essere coltivate seguendo i criteri di rotazione e della buona pratica agricola dettati dalle scelte del regime agricolo dell'imprenditore agricolo.

## SCHEDE BOTANICHE E DI COLTIVAZIONE

### COLTURE CEREALICOLE

#### FRUMENTO TENERO E DURO

##### Caratteri botanici e biologia

Il frumento è una pianta appartenente alla famiglia delle graminacee, noto scientificamente come *Triticum* spp. Esistono diverse specie di frumento coltivate in tutto il mondo, ma le tre specie più comuni sono il frumento tenero (*Triticum aestivum*), il frumento duro (*Triticum durum*) e il frumento tenero duro ibrido (*Triticum turgidum subsp. durum*). Queste specie sono largamente coltivate per il loro valore nutrizionale e la capacità di produrre farina utilizzata nella preparazione di pane, pasta e altri prodotti alimentari.

Dal punto di vista botanico, il frumento è una pianta annuale che cresce a ciuffo con un sistema radicale fibroso. Ha steli eretti chiamati culmi, che possono variare in altezza a seconda della specie e delle varietà. Le foglie sono lunghe e strette, con una disposizione alterna lungo il fusto.

Il fiore del frumento è una spiga compatta, costituita da una serie di fiori minuti chiamati spiglette. Ogni spigletta contiene generalmente due fiori, uno superiore e uno inferiore. I fiori sono completi, il che significa che hanno sia organi maschili che femminili. Il frumento è una pianta anemofila, il che significa che è impollinato dal vento. Il polline viene disperso dalle spighe e trasportato ad altre piante per la fecondazione.

Il frumento ha un ciclo di vita completo, dal seme alla pianta adulta. La pianta di frumento si sviluppa da un seme che germina quando sono presenti condizioni ambientali favorevoli, come la temperatura e l'umidità adeguate. Dopo la germinazione, la pianta produce radici e culmi che crescono verso l'alto. Durante la fase di sviluppo vegetativo, la pianta produce foglie e si sviluppa fino a raggiungere la fase di fioritura.

Dopo la fioritura, i fiori del frumento vengono impollinati e i semi iniziano a svilupparsi. I semi si sviluppano all'interno dei chicchi, che sono contenuti all'interno delle spighe. Una volta che i chicchi sono maturi, la pianta di frumento raggiunge la maturità e i chicchi possono essere raccolti per essere utilizzati come seme per la semina successiva o per scopi alimentari.

##### Esigenze e adattamento ambientale

Il frumento ha alcune esigenze specifiche e presenta adattamenti ambientali per crescere e prosperare. Temperatura: Il frumento è adattato a un'ampia gamma di temperature. Le temperature ottimali per la crescita del frumento variano a seconda delle specie e delle varietà, ma in generale, il frumento tollera temperature moderate durante la crescita vegetativa e richiede temperature più fresche durante la fase di fioritura e maturazione dei chicchi. Il freddo può influenzare negativamente la formazione delle spighe e la produzione dei chicchi.

Acqua: Il frumento richiede una quantità adeguata di acqua per la crescita. La disponibilità di acqua durante il periodo di crescita influisce sulla produzione e sulla qualità dei chicchi. Tuttavia, il frumento ha una certa tolleranza alla siccità, specialmente nelle fasi di sviluppo vegetativo. Le varietà

di frumento possono presentare diversi livelli di tolleranza alla siccità, ma l'irrigazione adeguata può essere essenziale per garantire un buon rendimento in regioni con precipitazioni limitate.

**Terreno:** Il frumento si adatta a diversi tipi di suolo, ma cresce meglio su suoli fertili, ben drenati e con una buona capacità di ritenzione dell'acqua. Un terreno ben strutturato favorisce lo sviluppo delle radici e l'assorbimento dei nutrienti necessari per la crescita delle piante.

**Nutrienti:** Il frumento richiede una serie di nutrienti per la sua crescita sana e il buon sviluppo delle cariossidi. Gli elementi nutrienti essenziali includono azoto, fosforo, potassio e una serie di micronutrienti. La gestione corretta dell'apporto di nutrienti attraverso fertilizzanti e pratiche agronomiche adeguate è importante per massimizzare la resa e la qualità del frumento.

## Impianto e Tecnica colturale

L'impianto e la tecnica colturale del frumento dipendono da diversi fattori, come le condizioni locali, la varietà di frumento coltivata e le pratiche agronomiche specifiche dell'agricoltore. Tuttavia, di seguito sono elencati alcuni aspetti generali dell'impianto e della tecnica colturale del frumento:

**Preparazione del terreno:** Prima della semina, il terreno deve essere preparato adeguatamente. Ciò può includere l'aratura o la lavorazione del terreno per rimuovere i residui delle colture precedenti e per migliorare la struttura del suolo. **Scelta della varietà:** È importante selezionare una varietà di frumento adatta alle condizioni locali, tenendo conto del clima, delle malattie presenti nella regione e delle preferenze di mercato. Le varietà moderne di frumento tendono ad essere più produttive e resistenti alle malattie. **Semina:** La semina del frumento può essere effettuata manualmente o utilizzando macchine seminatrici. La densità di semina dipenderà dalla varietà, dal sistema di coltivazione e dalle condizioni locali. In genere, la semina avviene in autunno o in primavera, a seconda del tipo di frumento e delle condizioni climatiche.

**Concimazione:** Il frumento richiede una corretta concimazione per ottenere una buona crescita e una resa elevata. La quantità e il tipo di fertilizzante da utilizzare dipenderanno dalle analisi del suolo e dalle esigenze specifiche della coltura. Gli elementi chiave come l'azoto, il fosforo e il potassio sono spesso somministrati durante il ciclo di coltivazione. **Controllo delle infestanti, delle malattie e degli insetti:** Il frumento può essere soggetto ad attacchi di infestanti, malattie fungine e infestazioni di insetti. È importante adottare pratiche di gestione integrata delle infestanti e delle malattie, come la rotazione delle colture, l'uso di varietà resistenti e l'applicazione mirata di trattamenti fitosanitari se necessario.

**Gestione delle malerbe:** La gestione delle malerbe è un aspetto importante nella coltivazione del frumento. Ciò può includere l'utilizzo di tecniche come la rotazione delle colture, l'aratura profonda, la sfalcatura o l'applicazione di erbicidi se necessario.

## Tecnica agronomica suggerita nel sistema Agrivoltaico

Il sistema agrivoltaico combina la coltivazione di colture agricole con la produzione di energia solare attraverso l'installazione di pannelli fotovoltaici sul terreno agricolo. L'obiettivo principale del sistema agrivoltaico è ottimizzare l'uso del suolo, consentendo contemporaneamente la produzione di colture agricole e energia solare.

Nel caso specifico del frumento in un sistema agrivoltaico, è necessario considerare alcune tecniche agronomiche specifiche:

- **Scelta della varietà:** Scegliere una varietà di frumento adatta alle condizioni locali e alle pratiche del sistema agrivoltaico. Potrebbe essere necessario considerare varietà con una certa tolleranza all'ombreggiamento o con una fioritura anticipata per evitare conflitti con la presenza dei pannelli solari.

- Orientamento dei pannelli solari: Posizionare i pannelli solari in modo da massimizzare la produzione di energia solare senza ombreggiare eccessivamente la coltura di frumento. L'orientamento e l'inclinazione dei pannelli possono essere regolati per ottimizzare l'uso della luce solare.
- Distanza tra le file di coltivazione: È consigliabile lasciare uno spazio adeguato tra le file di pannelli solari per consentire una corretta crescita e sviluppo del frumento. Questo spazio può variare a seconda delle esigenze specifiche della varietà di frumento e delle dimensioni dei pannelli solari.
- Controllo delle infestanti e delle malattie: È importante adottare misure preventive e pratiche di gestione integrata per il controllo delle infestanti e delle malattie nel sistema agrivoltaico del frumento.
- Monitoraggio e manutenzione: È importante monitorare regolarmente la crescita delle colture e lo stato dei pannelli solari nel sistema agrivoltaico. Effettuare la manutenzione necessaria per garantire un funzionamento efficiente dei pannelli solari e la salute delle piante di frumento.

## ORZO

### Caratteri botanici e biologia

L'orzo è una pianta appartenente alla famiglia delle graminacee (Poaceae) e alla specie *Hordeum vulgare*. È una delle colture cerealicole più antiche coltivate dall'uomo ed è ampiamente diffusa in tutto il mondo.

Dal punto di vista botanico, l'orzo è una pianta erbacea annuale. Ha un sistema radicale fibroso che si estende nel terreno per assorbire acqua e nutrienti. La pianta è costituita da culmi eretti, cavi e articolati, che possono variare in altezza a seconda delle varietà e delle condizioni ambientali. Le foglie dell'orzo sono lunghe e strette, con una disposizione alterna lungo il fusto.

L'infiorescenza dell'orzo è una spiga compatta chiamata "panicola". La panicola è costituita da numerosi fiori minuti chiamati "spighette". Ogni spighetta contiene generalmente due o tre fiori. I fiori dell'orzo sono piccoli e presentano organi riproduttivi maschili (stami) e femminili (pistilli).

Il ciclo di vita dell'orzo inizia con la germinazione del seme. Una volta che il seme ha germinato, emerge dal suolo come una giovane piantina. Durante la fase vegetativa, la pianta di orzo sviluppa radici più forti e un apparato fogliare più grande per la fotosintesi e l'accumulo di energia.

La fase di fioritura dell'orzo avviene quando le spighe raggiungono la maturità. Durante questa fase, le spighe producono fiori che vengono impollinati dal vento. Dopo la fecondazione, i semi iniziano a svilupparsi all'interno delle spighette.

Una volta che i semi di orzo sono maturi, la pianta raggiunge la maturità fisiologica e può essere raccolta per la produzione di orzo da malto, foraggio o altri scopi. Durante la raccolta, i chicchi vengono separati dalle spighe e possono essere sottoposti a processi di pulizia e lavorazione per la produzione di orzo per il consumo umano o animale.

L'orzo è una coltura molto versatile, utilizzata per la produzione di alimenti, bevande (come la birra), mangimi per animali e persino per scopi industriali come l'utilizzo nel settore tessile o energetico. La sua coltivazione e la sua biologia sono oggetto di studio continuo per migliorare la resa, la resistenza alle malattie e la qualità dei chicchi.

### Esigenze e adattamento ambientale

L'orzo è una coltura cerealicola che presenta una buona adattabilità a diverse condizioni ambientali. Le sue esigenze colturali possono variare leggermente a seconda delle varietà specifiche e delle

condizioni locali, ma di seguito sono elencati alcuni aspetti generali riguardanti le esigenze e l'adattamento ambientale dell'orzo:

**Clima:** L'orzo è una coltura che tollera una vasta gamma di condizioni climatiche. Tuttavia, predilige climi temperati con temperature moderate durante la stagione di crescita. Le temperature ottimali per la crescita dell'orzo si situano generalmente tra i 15°C e i 25°C. La coltura può sopportare temperature più elevate durante il periodo di maturazione, ma alte temperature durante la fase di crescita possono influire negativamente sulla resa e sulla qualità del raccolto.

**Luce solare:** La coltura ha una buona tolleranza all'ombreggiamento parziale

**Suolo:** L'orzo può adattarsi a diversi tipi di suoli, ma predilige suoli ben drenati e fertili. Un buon drenaggio è essenziale per evitare il ristagno idrico, che può portare a problemi come la compattazione del suolo e le malattie radicali. Il pH ottimale del suolo per l'orzo varia generalmente tra 6 e 7,5. Inoltre, l'orzo può essere coltivato con successo su terreni sabbiosi, argillosi o limosi, a seconda delle condizioni locali.

**Acqua:** L'orzo può tollerare una certa quantità di stress idrico, ma ha bisogno di un'adeguata disponibilità di acqua durante il periodo di crescita. La quantità di acqua richiesta dipende dalle condizioni climatiche, dalla fase di sviluppo della pianta e dalla capacità di ritenzione idrica del suolo. Durante la fase di fioritura e formazione dei chicchi, l'orzo richiede un'irrigazione adeguata per garantire una buona formazione dei semi.

**Nutrizione:** Come tutte le colture, l'orzo richiede una corretta nutrizione per una crescita sana e una resa ottimale. I nutrienti chiave necessari per l'orzo includono azoto, fosforo, potassio e altri micronutrienti come zinco, manganese e ferro. Un'analisi del suolo può aiutare a determinare le esigenze specifiche di nutrienti del terreno e a sviluppare un programma di fertilizzazione adeguato.

## Impianto e Tecnica colturale

L'impianto e la tecnica colturale dell'orzo possono variare a seconda delle condizioni locali e delle pratiche agricole specifiche. Tuttavia, di seguito sono forniti alcuni aspetti generali sull'impianto e sulla tecnica colturale dell'orzo:

**Preparazione del terreno:** Prima di piantare l'orzo, è importante preparare adeguatamente il terreno. Ciò può includere la rimozione delle erbacce, la lavorazione del suolo per migliorarne la struttura e l'eventuale aggiunta di fertilizzanti o emendanti per correggere eventuali carenze di nutrienti o pH del suolo.

**Scelta della varietà:** La scelta della varietà di orzo dipende dalle condizioni locali, dall'uso previsto del raccolto e dalle preferenze dell'agricoltore. È importante selezionare varietà adatte al clima, alla resistenza alle malattie e ai requisiti specifici dell'area di coltivazione.

**Semina:** La semina dell'orzo può essere effettuata mediante semina diretta o mediante trapianto di piantine. La semina diretta è il metodo più comune e prevede la distribuzione dei semi nel terreno in file o tramite seminatrici. La densità di semina può variare, ma in genere si consiglia di seminare da 80 a 120 chilogrammi di seme per ettaro, a seconda delle varietà e delle condizioni locali.

**Distanza tra le file:** La distanza tra le file di orzo dipende dalle pratiche agricole e dallo spazio disponibile. In genere, si consiglia di lasciare uno spazio di almeno 15-20 centimetri tra le file per consentire una corretta crescita delle piante e agevolare le operazioni di gestione e raccolta.

**Fertilizzazione:** L'orzo può beneficiare di una corretta fertilizzazione per garantire una buona crescita e una resa ottimale. La fertilizzazione può essere basata sull'analisi del suolo e può includere l'applicazione di fertilizzanti contenenti azoto, fosforo, potassio e altri nutrienti essenziali. È importante seguire le indicazioni specifiche delle linee guida per la fertilizzazione dell'orzo, tenendo conto delle esigenze delle varietà coltivate e delle condizioni locali.

**Controllo delle malattie e delle infestanti:** È importante adottare misure preventive e di gestione integrata per il controllo delle malattie e delle infestanti nell'orzo. Ciò può includere l'utilizzo di

varietà resistenti alle malattie, la rotazione delle colture, la pulizia delle attrezzature agricole, la pratica di una buona igiene agricola e l'applicazione di prodotti fitosanitari quando necessario, nel rispetto delle normative locali.

#### Tecnica agronomica suggerita nel sistema Agrivoltaico

Di seguito sono fornite alcune considerazioni generali da tenere in considerazione quando si coltiva l'orzo in un sistema agrivoltaico:

**Scelta della varietà:** È importante selezionare varietà di orzo che siano adattabili al sistema agrivoltaico. Si possono preferire varietà che siano tolleranti all'ombreggiamento parziale e che possano svilupparsi bene sotto la presenza dei pannelli solari. La scelta delle varietà dovrebbe essere basata sulle caratteristiche specifiche dell'orzo e sulla disponibilità di varietà adatte al sistema agrivoltaico nella regione.

**Densità di semina:** La densità di semina può essere adattata nel sistema agrivoltaico per sfruttare al meglio lo spazio disponibile. In generale, una maggiore densità di semina può essere preferibile per sfruttare al massimo l'area di coltivazione, ma ciò deve essere bilanciato con le esigenze delle piante in termini di luce solare, spazio per la crescita e l'accesso all'acqua e ai nutrienti.

**Controllo delle malattie e delle infestanti:** Nel sistema agrivoltaico, è importante adottare misure preventive per il controllo delle malattie e delle infestanti. La presenza dei pannelli solari può creare un ambiente più ombreggiato che può influire sulla proliferazione di malattie o infestanti. Pertanto, è importante adottare pratiche di gestione integrata delle malattie e delle infestanti, tra cui la rotazione delle colture, la scelta di varietà resistenti e l'uso di tecniche di controllo biologico se possibile.

È fondamentale tenere presente che le pratiche agronomiche nel sistema agrivoltaico possono variare in base al contesto locale

#### COLTURE FORAGGERE

Le colture foraggere rappresentano una soluzione alla richiesta del mercato di mangimi o fieno, i quali hanno subito un aumento dei prezzi pari a più del 100% su base annua. Produrre fieno sul territorio permette un abbattimento dei costi di trasporto e fornire agli allevatori locali un prodotto di qualità ad un prezzo inferiore.

#### ERBA MEDICA

L'erba medica considerata la "regina delle foraggere" e la sua coltivazione come pianta da foraggio può essere fatta risalire a oltre 2000 anni fa, era infatti conosciuta da Greci e Romani.

#### Caratteri botanici e biologia

L'erba medica è una pianta erbacea vivace che potrebbe vivere fino a 10-15 anni in ambienti adatti, ma che in genere in coltura vive molto meno (3-4 anni). I semi dell'erba medica piccolo (1000 semi pesano circa 2 g), reniforme, di colore giallo verdognolo. Una certa percentuale di semi (8- 10% e talvolta anche di più) sono duri ma vanno considerati come normalmente germinabili. Dal seme spunta una radice fittonante che penetra rapidamente nel terreno e giunge di solito a superare di molto il metro.

La pianta di erba medica è costituita da numerosi steli eretti alti 0,80-1 m, che si sviluppano dal cespo dopo la raccolta degli steli precedenti. La capacità di formare rapidamente nuovi steli (ricaccio) e rigenerare la vegetazione dopo ogni taglio è una delle più importanti e apprezzate caratteristiche di questa foraggera. Le foglie sono trifogliate e costituiscono circa il 45% del peso dell'intera pianta e sono le parti più nutrienti; le foglioline sono allungate e denticolate nel terzo superiore del loro

margine. fiori dell'erba medica si formano in numero di 0-20 su piccoli racemi ascellari e sono di colore azzurro-violaceo. Il frutto è un legume a spirale, che di solito contiene da 2 a 8 semi. Le piante di erba medica sono moderatamente resistenti al freddo, in quanto manifestano la tendenza a continuare a vegetare anche durante l'autunno, così rimanendo esposta al danno delle successive basse temperature. È invece molto resistente al caldo e al secco.

### Esigenze e adattamento ambientale

L'erba medica è la foraggera più resistente alla siccità grazie al suo apparato radicale capace di attingere alle risorse idriche anche a grande profondità. L'erba medica teme moltissimo l'eccesso di umidità nel terreno, per la persistenza del medicaio fondamentale la buona sistemazione idraulica dei terreni. Il terreno più confacente alla medica è quello di medio impasto e quello argilloso di buona struttura, profondo, in modo da non ostacolare l'approfondimento delle radici.

### Impianto e Tecnica colturale

In passato il medicaio era mantenuto per un numero non predeterminato di anni e tenuto fuori rotazione. Oggi, si preferisce utilizzare il prato per 3 anni, inserendolo all'interno di rotazioni colturali anche talvolta molto ampie. L'erba medica stata sempre considerata una coltura grande miglioratrice che di norma segue e precede il frumento, entrando in rotazioni di durata e tipo diverso. L'unica incompatibilità dell'erba medica quanto a successione colturale verso se stessa. La preparazione del letto di semina deve essere svolta tramite una lavorazione profonda (circa 40 cm), da rinnovo, per favorire l'approfondimento radicale. Questo lavoro va fatto presto per poter aver il tempo di realizzare quello stato di perfetto affinamento superficiale che la piccolezza del seme rende indispensabile perché le semine abbiano buon esito.

La concimazione di fondo per il medicaio si basa sul fosforo, del quale le leguminose sono oltremodo esigenti, l'azoto non importante data la capacità di azotofissazione e il potassio in genere è abbondante nei terreni e nelle regioni dove la medica è diffusa. È opportuno che il concime fosforico sia dato prima al momento della lavorazione principale, in modo da arricchire gli strati profondi nei quali opererà l'apparato radicale. Il letame o la fertilizzazione organica sarebbe utilissimo al medicaio per il miglioramento delle proprietà fisiche del terreno, alle quali la medica è assai sensibile. La semina di fine inverno (febbraio-marzo) è quella più praticata. La semina può farsi a spaglio, interrando il seme con una leggerissima erpicatura, o con la seminatrice del frumento, a file distanti 0,14-0, m. È della massima importanza curare che l'interramento dei semi non sia eccessiva, 2-3 cm è la profondità massima a cui si possono deporre i semi perché essi siano in condizioni di germinare ed emergere. La dose di semina è di 15-20 kg di seme ha<sup>-1</sup> per avere un investimento colturale di 350-400 piante m<sup>-2</sup>.

La piena produttività del medicaio si ha nel secondo e terzo anno, poi comincia a declinare per progressivo diradamento. Al momento in cui si scende sotto le 100 piante a metro quadro il medicaio deve essere rotto perché la sua resa è compromessa.

Nel corso dell'anno il medicaio fornisce il suo prodotto, l'erba, in parecchi tagli, da un minimo di 2, nel caso di clima e terreno aridi, a 4-5 in condizione irrigua o di notevole freschezza. Lo stadio vegetativo ottimale per il taglio la fioritura. L'erba medica viene impiegata nel foraggiamento verde o affienata. Il pascolamento dell'erba medica da fare con prudenza perché l'erba giovane può provocare agli animali ruminanti il meteorismo, sindrome patologica anche mortale che consiste nell'abnorme gonfiore del rumine.

La fienagione piuttosto delicata, specialmente al primo taglio in cui l'erba grossolana per la presenza delle infestanti, e la stagione poco propizia per piovosità, umidità dell'aria e del terreno e scarsa radiazione solare.

La resa media annua di fieno del prato di erba medica può giungere fino a 8 t ha<sup>-1</sup>. Un fieno di erba medica di ottima qualità ha un contenuto di protidi grezzi del 18-22% (su s.s.); il valore nutritivo è di

circa 0,6 U.F. per Kg di s.s. La raccolta del fieno va fatta con moltissima cura per evitare che manipolando il foraggio troppo secco si perdano le foglie, che sono la parte più pregiata.

#### Tecnica agronomica suggerita nel sistema Agrivoltaico

Nello specifico caso del sistema consociato complesso Agrivoltaico su questa coltura saranno applicate tutte le tecniche agronomiche concepite in un approccio agroecologico indirizzate a ottenere una condizione di elevati livelli di sostenibilità, intesa in termini dei tre principali pilastri su cui si fonda, e miglioramento dei livelli di qualità del suolo. In particolare, le lavorazioni del suolo effettuate in modo ottimale per la semina, gli interventi fitosanitari tese a controllare patogeni e insetti, il controllo delle erbe infestanti, gli interventi di irrigazione non sono previsti.

In relazione alle ipotetiche varietà da adottare, non sussiste particolare importanza e rilievo la scelta della varietà, l'importante che sia una varietà a bassa dormienza, rapido accrescimento, elevata fogliosità e qualità del foraggio.

#### PHACELIA

##### Caratteri botanici e biologia

La phacelia è una pianta erbacea della famiglia botanica delle Boraginaceae. Appartiene allo stesso raggruppamento della borragine e ha un ciclo di vita annuale. La sua fioritura è molto gradita alle api e agli altri insetti impollinatori, grazie all'ottima presenza di polline e nettare, tanto da essere considerata una delle migliori piante mellifere. È inoltre facile da coltivare e ha alcune caratteristiche peculiari che la rendono ottima anche come coltura da sovescio e/o da foraggio. La *Phacelia tanacetifolia* è una pianta che sviluppa fusti eretti, alti in media 50 cm ma che possono arrivare anche fino a 1 m. Il suo apparato radicale è misto, con un fittone centrale che scende in profondità. Ha inoltre numerose radichette laterali, fini e fascicolate, ottime per ristrutturare suoli stanchi e sfruttati. I fusti hanno forma cilindrica e dentro sono vuoti (cavi), ricoperti in alto da peli ispidi o ghiandolosi. Sempre sul fusto sono inserite le foglie, numerose alla base, più rade man mano che si sale. Hanno l'aspetto simile alle foglie della felce e del tanaceto (da cui il nome *tanacetifolia*). Sono altresì alterne, bipennatosette e completamente divise in segmenti lanceolati o dentati. I fiori della facelia nascono su una tipica infiorescenza detta scorpiode, una spirale con la caratteristica di aprirsi, srotolandosi dalla base verso la cima. In pratica, con la phacelia abbiamo una fioritura scalare, che perdura per 4/5 settimane, situazione ottimale per chi pratica apicoltura.

I fiori sono di un bel colore violetto-bluastro, tanto che vengono usati come fiori recisi, sia freschi che secchi. La crescita della pianta è molto veloce, e difatti la fioritura inizia circa 6-8 settimane dopo il germogliamento. Considerando come epoca di semina l'inizio della primavera, avremo un'abbondante fioritura a partire dal mese di giugno. Una caratteristica della phacelia quella di riprodursi per disseminazione, disperdendo i semi dopo la fioritura. Il seme non germoglia con il freddo e, soprattutto, se resta esposto alla luce. Necessita, infatti, di essere leggermente interrato (per cui, ha bisogno del buio). Allo stato spontaneo, ciò avviene in maniera naturale, con il tempo, è lo stratificarsi della sostanza organica, visto che i semi restano attivi per molti anni. Questi semi sono di piccole dimensioni, con particolari zigrinature e forma ovale, la parte finale più appuntita e quella basale tondeggiante.

##### Tecnica colturale

La phacelia viene coltivata sostanzialmente per tre diverse finalità, ovvero: come riserva mellifera in apicoltura, come coltura da foraggio e come coltura da sovescio. Le modalità di semina e coltivazione sono simili, quando però la piantiamo per il sovescio, l'interramento della coltura, per beneficiare della sostanza organica presente nel terreno, deve avvenire prima della fioritura. Nei primi due casi,

invece, la coltura viene interrata o sfalciata dopo la fioritura, in modo da garantire la disseminazione per l'anno successivo. Studiamo meglio questa modalità colturale. La phacelia si semina a inizio primavera al Nord, mentre al Sud si può anche attendere l'autunno (ma germoglierà sempre in primavera). La preparazione del terreno richiede lavorazioni minime, con l'erpice, se il terreno stato coltivato in precedenza. Altrimenti, si esegue un'aratura superficiale (20/25 cm) e una successiva erpicatura. Anche con attrezzi più piccoli del trattore, come motozappa e motocoltivatore, è importante che il suolo sia lavorato finemente in superficie. Il terreno ideale è sciolto e ben drenato. La semina può avvenire a spaglio, seguita da un'erpatura per interrare il seme. Adoperando, invece, la seminatrice da cereali, può avvenire dopo il passaggio dell'erpice. La seminatrice, inoltre, interra il seme alla giusta profondità (3-6 cm) e in modo più regolare, evitando spreco di semente. Per una buona copertura del suolo e una fioritura abbondante si utilizzano circa 10 kg di semi per ettaro. Il ciclo vegetativo della phacelia prettamente primaverile, per cui non c'è bisogno di irrigazione artificiale. Anche la concimazione di fondo è superflua. Alla fine della fioritura ci sono diverse possibilità per l'agricoltore/apicoltore. Si può effettuare lo sfalcio e poi preparare le balle, se stiamo coltivando la phacelia per il foraggio. Possiamo interrare direttamente la copertura erbacea, passando una trincia ed effettuando in seguito una lavorazione superficiale. In questo modo, in pratica, stiamo seminando direttamente per la stagione successiva. Avendo a disposizione i macchinari adeguati (come una trebbiatrice) si può, in alternativa, decidere di raccogliere il seme per il successivo riutilizzo nell'azienda agricola o per la vendita.

#### Tecnica agronomica suggerita nel sistema Agrivoltaico

Nello specifico caso del sistema consociato complesso Agrivoltaico su questa coltura saranno applicate tutte le tecniche agronomiche concepite in un approccio agroecologico indirizzate a ottenere una condizione di elevati livelli di sostenibilità, intesa in termini dei tre principali pilastri su cui si fonda, e miglioramento dei livelli di qualità del suolo. In particolare, le lavorazioni del suolo effettuate in modo limitato e ridotte alla semina, gli interventi fitosanitari tese a controllare patogeni e insetti, gli interventi di irrigazione, il controllo delle erbe infestanti non sono previsti.

In relazione alle ipotetiche varietà da adottare, non sussiste particolare importanza e rilievo sulla scelta della varietà.

#### MIX AGROVOLTAICO PER FIENAGIONE E PASCOLO

Per definizione un prato polifita è composto da diverse specie erbacee, ciò permette di ottenere un foraggio equilibrato dal punto di vista nutrizionale e un adattamento alle svariate condizioni climatiche e di irraggiamento. La durata di un prato polifita va da 3 a 12 anni a secondo delle produttività e delle condizioni pedoclimatiche. Il mix costituito da diverse specie:

- Loietto perenne
- Festuca arundinacea
- Trifoglio violetto
- Erba mazzolina
- Ginestrino
- Festuca rubra
- Poa pratense
- Trifoglio bianco nano
- Trifoglio bianco ladino

La scelta delle cv e delle percentuali di cui è composto il mix è stata progettata in collaborazione con una nota multinazionale sementiera al fine di avere una maggiore produzione e una qualità migliore del fieno nelle condizioni ecopedologiche tipiche dell'agrovoltico.

#### Tecnica colturale

La tecnica colturale di gestione dei Prati Stabili risulta abbastanza semplice, con la richiesta di pochi fattori produttivi e input energetici. Le operazioni colturali annuali da effettuare per una corretta gestione dei Prati Stabili sono:

erpicoltura e rullatura primaverile, fertilizzazione con deiezioni organiche (soprattutto letame bovino), lo sfalcio dell'erba e le operazioni di fienagione.

Come già detto i Prati Stabili non necessitano di aratura per la preparazione del letto di semina, in quanto il cotico erboso copre la superficie del terreno permanentemente, generando importanti benefici per il sistema del suolo. L'assenza di lavorazione e la concomitante presenza di un cotico erboso permettono al suolo di raggiungere un'ottima struttura, ovvero un carattere fisico del suolo, che consente una serie di funzioni positive tipiche del prato (per esempio stoccaggio del Carbonio, protezione delle acque).

#### Tecnica agronomica suggerita nel sistema Agrivoltico

Nello specifico caso del sistema consociato complesso Agrivoltico su questa coltura saranno applicate tutte le tecniche agronomiche concepite in un approccio agroecologico indirizzate a ottenere una condizione di elevati livelli di sostenibilità, intesa in termini dei tre principali pilastri su cui si fonda, e miglioramento dei livelli di qualità del suolo. In particolare, le lavorazioni del suolo effettuate in modo limitato e ridotte alla semina, gli interventi fitosanitari tese a controllare patogeni e insetti, gli interventi di irrigazione, il controllo delle erbe infestanti non sono previsti.

Le varietà delle specie costituenti il mix sono state scelte tenendo conto dell'ambiente pedoclimatico tipico dell'area e dei sistemi agrovoltici.

## COLTURE ORTIVE

### - *POMODORO DA INDUSTRIA*

Pomodoro (*Solanum lycopersicum* L.)

La crescente importanza della coltura del pomodoro è dovuta al notevole impiego delle bacche, di pregiate caratteristiche organolettiche, consumate sia allo stato fresco che destinate a diversi derivati dell'industria conserviera. Per lungo tempo, fin dalla sua introduzione, il pomodoro era considerato una curiosità botanica per uso ornamentale e con pregiudizi per l'impiego commestibile. In seguito, è divenuto un ortaggio di grande interesse e consumo sia per la disponibilità del prodotto per tutto l'anno con l'impiego di tecniche di forzatura sia per la notevole affermazione dei prodotti dell'industria conserviera. La coltura del pomodoro è praticata in quasi tutto il mondo e l'Italia è collocata tra i primi posti, anche risultando il più importante produttore dell'Unione Europea, seguita da Spagna e Grecia.

## Caratteri botanici

Il pomodoro appartiene alla famiglia delle solanacee, ha una tendenza perennante e quindi di durata varia a seconda della tipologia di coltivazione. In genere, anche per le tecniche agronomiche applicate, si comporta come una pianta annuale in condizioni climatiche caratterizzate da temperature molto variabili nei diversi periodi dell'anno. Il portamento, originariamente espanso e strisciante, ha subito nel tempo modifiche grazie al miglioramento genetico con la realizzazione di tipi a portamento più raccolto.

La radice è fittonante con un'ampia rete di radici laterali e lo sviluppo varia a seconda delle condizioni ambientali, tipo di terreno, disponibilità di acqua, temperatura del suolo e varietà. L'apparato radicale si può estendere fino alla profondità di 2 m, ma circa il 60% di esso è intorno ai 30 cm di profilo di suolo. L'accrescimento della radice è più intenso nella fase vegetativa e si riduce con la formazione dei frutti per un minore trasferimento degli assimilati. Il fusto ha portamento eretto nei primi stadi vegetativi e successivamente diventa decumbente e può avere una lunghezza variabile fino a 2 m nelle cultivar a sviluppo determinato. Il fusto è coperto da peli ghiandolari, inoltre, presenta numerose ramificazioni ascellari, più abbondanti nella parte basale. L'emissione dei getti ascellari è favorita da basse temperature e dal giorno corto, ma è anche una caratteristica varietale. Questi, poiché possono svolgere un'azione competitiva con il fusto principale, vengono eliminati con la potatura. Le foglie sono alterne, grandi, picciolate irregolarmente e pubescenti con odore aromatico caratteristico. Le infiorescenze possono essere racemi semplici o ramificati. La fioritura del pomodoro è scalare con la formazione delle infiorescenze in tempi diversi. Anche sulla stessa infiorescenza, la fioritura non è strettamente contemporanea, infatti, si possono notare dalla base verso l'apice frutticini, fiori aperti o chiusi. La tendenza attuale del miglioramento genetico è di ridurre il tempo per la formazione delle infiorescenze, allo scopo di ottenere contemporaneità di maturazione. Il pomodoro coltivato è normalmente allogamo anche se la simultanea maturazione degli organi sessuali sono fattori che favoriscono l'auto-fecondazione. La frequenza di fecondazione incrociata è mediamente indicata con valori del 4%.

Il frutto è una bacca di colore rosso. Nel frutto si distingue un epicarpo liscio e sottile (buccia), un mesocarpo carnoso e sugoso di sapore dolce e acidulo costituito da grosse cellule parenchimatiche contenenti pigmenti coloranti e licopene (polpa), e un endocarpo suddiviso in due o più logge, costituito da tessuto placentare, nel quale sono immersi i semi, più o meno numerosi. La polpa rappresenta il 95% del peso della bacca, la buccia rappresenta il 2%, e i semi il 3%. I frutti si possono distinguere per forma e grandezza, oltre che per il colore.

In base alla pezzatura finale della bacca, si possono riconoscere pomodori tipo ciliegia o cherry con peso di circa 10-15 grammi, oppure di tipo Carnoso, beefsteak, del peso di 450 grammi circa. Il ritmo di accrescimento varia sensibilmente a seconda delle specie. Durante il passaggio della bacca dallo stato verde a quello di maturazione piena, si verificano notevoli variazioni di colore, della composizione della struttura e del sapore. Il colore rosso della bacca è dovuto alla perdita dei cloroplasti trasformati in cromoplasti e a un progressivo aumento dei pigmenti carotenoidi, come il betacarotene e licopene.

## Esigenze e adattamento ambientale

Il pomodoro, poiché è originario dei tropici, si adatta a condizioni di clima temperato caldo. Il suo trasferimento dagli ambienti più caldi a quelli temperati ha determinato il passaggio da pianta perennante ad annuale. Il fattore temperatura è quello che più condiziona maggiormente la scelta degli ambienti di coltivazione. I limiti termici per la coltivazione del pomodoro sono indicati con 0-2 °C (temperatura minima critica), 8-10 °C (temperatura minima cardinale o zero di vegetazione), 13-16 °C (temperatura ottimale notturna), 22-26 °C (temperature ottimali diurna). Al di sopra dei 35 °C si hanno effetti negativi sulla formazione e colorazione delle bacche.

La disponibilità idrica è un altro fattore di ottimizzazione della produttività del pomodoro. Pertanto, in condizioni di clima caldo arido, l'intervento irriguo è una pratica indispensabile. L'umidità relativa dell'aria troppo alta o troppo bassa e venti molto freddi o caldi possono arrecare danni più o meno elevati. Le piogge creano condizioni favorevoli per lo sviluppo di malattie fungine e batteriosi, specialmente durante la maturazione dei frutti.

Il pomodoro si adatta a diversi tipi di suolo, ovviamente le condizioni molto estreme, da molto sabbioso o molto compatto sono sconsigliabili, mentre sono preferibili terreni a medio impasto profondi freschi, possibilmente poveri di scheletro. I limiti della reazione di PH oscillano tra 5,5 e 7,9. È da tener presente che le varietà più soggette al marciume apicale, tipo il San Marzano, sono da scartare nei terreni facilmente soggetti a deficienze idriche. Il pomodoro è una specie ortiva moderatamente sensibile alla salinità.

### Impianto e Tecnica colturale

Il pomodoro è una classica coltura da rinnovo per cui nella coltivazione in pieno campo apre la rotazione. La gestione in monosuccessione o la rotazione stretta con ripetizione su sé stesso in un intervallo breve di tempo è assolutamente sconsigliabile, infatti, è una specie che provoca nei confronti di se stessa effetti negativi di avvicendamento. Pertanto, il pomodoro dovrebbe essere inserito in rotazioni lunghe.

La preparazione del suolo per la coltivazione del pomodoro deve essere eseguita con particolare cura. La successione delle operazioni di lavorazione del suolo prevede una lavorazione profonda a 40 cm eseguita verso la fine dell'estate, con eventuale interrimento di sostanza organica, oppure l'inserimento di una coltura di copertura leguminosa a scopo di sovescio da effettuarsi circa una settimana prima del trapianto. Un intervento di affinamento del terreno prima delle operazioni del trapianto è consigliato per renderlo più adeguato alle giovani piantine. Un terreno ben preparato si presenta senza zollosità, sufficientemente compatto in superficie e ben drenato e areato in profondità. Con il trapianto l'apparato radicale è dominato da radici secondarie e più superficiali. In ogni caso la preparazione del suolo deve favorire un ottimo sviluppo dell'apparato radicale, per cui sono da evitare le cause di ristagno di acqua e di scarsa reazione, specialmente nei terreni fortemente argillosi. Riguardo all'assunzione dei nutrienti, si calcola che per la produzione media di 50 t ha<sup>-1</sup> di bacche la coltura asporta: 100-150 kg ha<sup>-1</sup> di N. 30-40 kg ha<sup>-1</sup> di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, e 180-220 kg ha<sup>-1</sup> di K<sub>2</sub>O. Per gli interventi di fertilizzazione del suolo è opportuno tenere presente la sua fertilità e l'entità degli elementi asportati in relazione alle potenzialità produttive del pomodoro che tende sempre più ad aumentare per il miglioramento varietale e l'intervento irriguo. Il trapianto si effettua con piantine di 10-15 cm di altezza allo stadio di 5-7 foglie, effettuato con l'ausilio di trapiantatrici meccaniche dotate di organi distributori a dischi, pinze o bicchieri con fondo apribile che lasciano cadere la piantina con tutto il pane di terra a intervalli regolari, nel solco precedentemente preparato. Le trapiantatrici possono essere dotate anche di distributore di piccole dosi di acqua per evitare stress idrici e favorire l'attecchimento. Con il trapianto si ottiene una migliore uniformità della coltura, un anticipo della raccolta e una riduzione di alcune operazioni culturali in confronto alla semina diretta. L'epoca del trapianto del pomodoro è condizionata dall'andamento climatico e dal tipo di forzatura prevista. In pieno campo l'inizio della coltivazione va dalla seconda metà di marzo nelle aree meridionali, più mite fino ad aprile e fine maggio nelle aree settentrionali più fredde. Il trapianto avviene a file semplici o binate. Nel caso delle file binate molto diffuse per il pomodoro da industria, le distanze variano da 40 a 60 cm tra le file della bina e 80-140 cm tra le bine per una densità di semina di circa 3-3,3 piante m<sup>-2</sup>.

L'irrigazione del pomodoro rappresenta una delle pratiche culturali che più influiscono sulla resa e sulla qualità del prodotto, specialmente negli ambienti caldo-aridi, con precipitazioni, nel periodo primaverile estivo, basse o assenti. I fabbisogni idrici del pomodoro sono piuttosto elevati ma comunque sono variabili in funzione delle condizioni pedoclimatiche e dei livelli produttivi. Il fabbisogno idrico tende progressivamente a crescere nella fase di emergenza, alla piena fioritura e

allegazione e inizio invaiatura, mentre decresce nella fase di maturazione delle bacche. In linea di massima sono necessari 3/4 interventi irrigui, con turni di 20 giorni e volume specifico di adattamento di circa 400 o 500 m<sup>3</sup> ad ettaro. Tuttavia, gli interventi di irrigazione e i volumi di adattamento variano significativamente in funzione di differenti fattori come il metodo di irrigazione, la tecnica agronomica adottata nella gestione del sistema colturale, le caratteristiche fisico-chimiche del suolo, la varietà. L'irrigazione del pomodoro viene effettuata con metodi diversi. Recentemente si è affermata rapidamente l'irrigazione a goccia che ha dato risultati positivi ed è il metodo più efficiente che non risente dell'azione del vento. Inoltre, a parità di volume stagionale di irrigazione con il metodo a goccia, sono state ottenute produzioni più elevate del 50% rispetto a quelle ottenute con i metodi di irrigazione per aspersione o gravimetrici. È da rilevare che il piano campo, con le nuove cultivar e l'impiego della goccia, si conseguono a volte produzioni di 100 tonnellate a ettaro di bacche. In relazione alla destinazione del prodotto, al consumo fresco o all'industria conserviera, il pomodoro può essere raccolto della bacca ancora verde o completamente maturo. L'inizio della colorazione rossa della bacca si manifesta nella zona stilare e poi gradualmente si estende a tutto il frutto. Dal quel momento si può raccogliere perché il processo di maturazione proseguirà regolarmente anche con il distacco dalla pianta. L'epoca di raccolta del pomodoro dipende dal tipo di coltura e dalle condizioni pedoclimatiche delle zone di coltivazione. In pratica il pomodoro da mensa in Italia ha ormai una produzione continua con la coltura anticipata, forzata e di piano campo. Le prime due consentono di fornire i mercati nel periodo autunno primaverile. La terza nel periodo estivo e parte d'autunno. Il pomodoro da industria inizia a essere raccolto a luglio e raggiunge il massimo tra la metà di agosto e settembre. Il pomodoro può presentare una maturazione scalare e quindi in questi casi la raccolta che si esegue a mano e avviene in più interventi. Più recentemente sono state introdotte varietà a maturazione contemporanea per favorire la produzione del pomodoro da industria e in particolar modo la sua raccolta meccanica. In relazione numerosi fattori che influenzano la coltura, la produzione unitaria di pomodoro è molto variabile, da punte superiori alle 100-150 t ha<sup>-1</sup>, fino a rese di 10 t ha<sup>-1</sup> in gestione asciutta.

#### Tecnica agronomica suggerita nel sistema Agrivoltaico

Nello specifico caso del sistema consociato complesso Agrivoltaico su questa coltura saranno applicate tutte le tecniche agronomiche concepite in un approccio agroecologico indirizzate a ottenere una condizione di elevati livelli di sostenibilità, intesa in termini dei tre principali pilastri su cui si fonda, e miglioramento dei livelli di qualità del suolo. In particolare, le lavorazioni del suolo effettuate in modo limitato e ridotte, gli interventi fitosanitari tese a controllare patogeni e insetti solo in caso di reale necessità, il controllo delle erbe infestanti effettuato preferibilmente con metodi non chimici, gli interventi di irrigazione effettuati in modo razionale in funzione dell'ETR e con metodo a ridotto consumo di acqua attraverso pratiche di microirrigazione.

In relazione alle ipotetiche varietà da adottare, per il pomodoro da industria bisogna decidere di volta in volta, tuttavia si consigliano quelle appartenenti al gruppo Tipo Roma.

#### - ASPARAGO IN CONSOCIAZIONE CON INERBIMENTO CONTROLLATO

Asparago (*Asparagus officinalis* L.)

L'Asparago è una pianta erbacea perenne originaria della Mesopotamia e successivamente si è diffuso nell'area del Mediterraneo. Con la scoperta del Nuovo Mondo anche l'asparago varcò l'oceano e trovò nuovi terreni idonei alla sua coltivazione. A livello mondiale i maggiori produttori sono Cina, Perù, Messico, Stati Uniti e Sudafrica; in Europa sono Spagna, Francia, Germania e Italia che presenta le maggiori rese unitarie.

La parte commestibile della pianta il "turione" che possiede proprietà diuretiche e lassative. La tradizione mediterranea preferisce asparagi verdi, mentre nell'Europa del nord e anche nel nord Italia, soprattutto Veneto, domina la preferenza per i turioni bianchi.

## Caratteri botanici e biologia

L'asparago è una pianta dioica e l'impollinazione entomofila. In alcuni casi le piante maschili presentano fiori ermafroditi in grado di fruttificare. Le radici principali sono disposte a raggiera sulla "corona", carnose, cilindriche, prive di ramificazioni e ad accrescimento indefinito, possono raggiungere notevoli profondità e fungono da organo di riserva. Se una radice principale viene tagliata non ramifica più e, per la difficoltà di cicatrizzare, tende a marcire. Dalle radici principali si sviluppano radici secondarie, fibrose e più sottili, sono presenti lungo le radici principali e specialmente nella parte terminale e hanno funzione di assorbimento (acqua e nutrienti). Ogni anno il rizoma si ingrossa per accumulo di sostanze di riserva spingendosi verso l'alto, per cui anche le radici tendono ad esplorare uno strato di terreno sempre più superficiale. Dalle gemme poste sul rizoma si sviluppano i turioni cilindrici, di colore verde, violetto o bianco a seconda della varietà e sono commerciabili fino ad un'altezza di 20-30 cm in quanto teneri e carnosì. Quando i germogli (turioni) non vengono raccolti entro lo stadio di sviluppo iniziale, all'ascella delle squame triangolari (foglie vere) presenti sulla loro superficie si formano ramificazioni di 2° e 3° ordine, che esplicano funzione fotosintetica e recano strutture riproduttive. I fusti che si formano lignificano alla base e possono superare i 150 cm di altezza. L'asparago è una pianta dioica con piante maschili e femminili nel rapporto 1:1 nelle varietà coltivate. Tuttavia, a volte le piante maschili presentano fiori ermafroditi, in grado di fruttificare, e tale caratteristica viene sfruttata nel miglioramento genetico. I fiori sono posti in posizione ascellare, generalmente solitari, piccoli, giallo-verdastri e campanulati. Il frutto è una bacca globosa di 5-10 mm di diametro, il cui colore, inizialmente verde, vira al rosso vermiglio a maturità e diventa rugginoso al momento della raccolta dei semi. Ciascuna bacca contiene 3-6 semi piccoli, neri, lucenti, lucidi di forma subpiramidale. Il peso di 1000 semi è di circa 20 grammi.

## Esigenze e adattamento ambientale

L'asparago, come testimoniato dalla sua diffusione, una pianta molto adattabile da un punto di vista climatico, però teme i ritorni di freddo che ritardano la crescita dei turioni e ne compromettono la qualità. I turioni iniziano ad accrescersi e a svilupparsi a fine inverno, quando la temperatura è in aumento, cioè quando si arriva a circa 10°C, perché in queste condizioni comincia ad esserci una forte migrazione di sostanze nutritive che vanno dalle radici alle gemme (i turioni). Quando il turione non è ancora spuntato dal terreno esso è bianco con l'apice tondeggiate, mentre quando esce dal suolo diventa sempre più rosato fino a diventare violaceo e poi verde per effetto della fotosintesi. L'asparago predilige terreni sabbiosi, profondi con drenaggio efficiente, un buon contenuto di sostanza organica, pH compreso tra 6,5 e 7,5 e manifesta tolleranza elevata alla salinità del suolo in riferimento alla massimizzazione produttiva (4,1 dS m<sup>-1</sup>). L'asparago una specie mesoterma che si adatta a climi temperato-freddi, beneficiando di un periodo di quiescenza invernale nella fase di riposo vegetativo. Quest'ultima fase può essere indotta anche da carenza idrica nel periodo estivo, nelle regioni calde del Mediterraneo, mentre nelle regioni tropicali la crescita delle piante può anche essere ininterrotta. L'asparago ha esigenze luminose limitate solo nella fase di emissione dei turioni, mentre per il resto del ciclo richiede intensità luminose elevate, necessarie per il ripristino delle sostanze di riserva ipogee utilizzate durante la raccolta dei germogli.

## Impianto e Tecnica colturale

La preparazione del terreno deve essere fatta in maniera accurata essendo l'asparago una coltura poliennale che rimarrà nel terreno per un periodo di circa 4-9 anni. La lavorazione del suolo va effettuata in autunno o nell'inverno precedente l'impianto dell'asparagiaia. La lavorazione principale è un'aratura profonda di circa 50 cm con la quale viene incorporata anche la fertilizzazione di fondo a base di sostanza organica (fino a 50 t ha<sup>-1</sup>). Successivamente si provvede a erpicare e pareggiare la superficie del suolo. Quando si attua l'impianto vengono aperte fosse parallele profonde 20-30 cm e larghe 50-70 cm, alternate a strisce della larghezza di 1-2 m dove viene accumulato il terreno rimosso. L'impianto dell'asparagiaia può essere effettuato ricorrendo a diversi metodi.

Impianto con zampe di uno o due anni cioè attraverso materiale cui si ricorre nella tecnica tradizionale, messe a dimora sia in autunno che a inizio primavera. Per la messa a dimora si prepara un solco largo 50-60 cm e profondo 15-20 cm, e si distribuisce sul fondo un cuscinetto di letame o fertilizzante organico a sua volta coperto da un sottile strato di terra (2-3 cm). Le zampe devono essere poste sul fondo del solco a circa 30 cm di distanza una dall'altra, avendo cura di sistemare molto bene le radici adagiandole, aprendole e ricoprendole con 4-5 cm di terreno.

Trapianto di plantule in cubetto dell'età di 60-70 giorni, invece, è una tecnica cui si ricorre sempre più frequentemente negli ultimi anni. Per ottenere tale materiale si effettua la semina a 1-2 cm di profondità, in cubetti con un substrato pressato o in alveoli di polistirolo, e si mettono i contenitori a germinare a una temperatura di 24°C e a un'elevata umidità atmosferica. Dopo circa 12-18 giorni si ha la germinazione e dopo circa 2 mesi le piantine sono pronte per essere trapiantate in pieno campo. L'asparago, pur asportando livelli modesti di nutrienti, si avvantaggia di quantitativi disponibili superiori a quelle asportate. Infatti, la produttività è direttamente proporzionale alla quantità di riserva accumulata. Le esigenze nutritive riguardano in particolare azoto e potassio. Trattandosi di coltura poliennale, risultano molto importanti le fertilizzazioni all'impianto e quelle annuali. Per la fertilizzazione di nuovo impianto è apprezzata una buona fertilizzazione organica e circa 150-200 kg per ettaro di fosforo e 100-150 kg per ettaro di potassio. La concimazione annuale va effettuata per metà prima della ripresa vegetativa, e per metà al termine della raccolta degli asparagi, dove sono previsti apporti differenziati a seconda dello sviluppo delle piante. Il fosforo sembra abbia un'influenza sulla qualità dei turioni diminuendone la fibrosità, di cui è utile apportare circa 150 - 200 unità all'impianto. Nelle fertilizzazioni annuali si apportano 40-50 unità di fosforo. Il potassio sembra possa influenzare il gusto amaro dei turioni. Nella fertilizzazione di fondo all'impianto utile anche aggiungere potassio. Il fabbisogno di azoto dell'asparago non è elevato e quantità eccessive possono essere dannose. Negli anni successivi all'impianto l'apporto di azoto con fertilizzazione organica è senza dubbio efficace e funzionale; tuttavia, il fertilizzante minerale può essere più efficace ma devono essere esclusivamente distribuiti durante la fase vegetativa.

L'irrigazione della coltura di asparago contribuisce a migliorare la capacità di sintesi, traslocazione e accumulo delle sostanze di riserva, mentre la carenza idrica può determinare effetti negativi di lunga durata sulla quantità e qualità dei turioni prodotti. Il fabbisogno idrico dipende essenzialmente dalla evapotraspirazione, dallo stadio vegetativo della coltura e dalla quantità d'acqua disponibile nel terreno. La risposta della pianta a carenze idriche si manifesta con ingiallimento degli steli e con indesiderata emissione di turioni nel periodo autunnale. In assenza di precipitazioni gli interventi irrigui devono proseguire fino al mese di ottobre. Il volume d'acqua per ogni intervento è di circa 250 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> per i terreni sabbiosi e di 350 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> per quelli argillosi, con una frequenza di 3-4 giorni e 5-6 giorni rispettivamente; tuttavia, i volumi di acqua sono fortemente dipendenti dalle modalità di distribuzione, gestione agronomica del sistema colturale e dell'asparagiaia, del suolo. metodi irrigui che consentono la distribuzione localizzata dell'acqua sotto chioma sono da preferire rispetto a tutti gli altri in quanto consentono una maggiore economia d'acqua e limitano la diffusione di ruggini e stemfiliosi.

Durante i primi periodi di coltivazione la coltura dell'asparago deve essere gestita con l'obiettivo di consentire l'accumulo di sostanze di riserva nei rizomi e nelle radici primarie. Successivamente si può effettuare un periodo di raccolta completo e ottenere produzioni più elevate.

La raccolta inizia in marzo-aprile in pieno campo per un periodo di circa 60 giorni. La raccolta dei turioni, con brattee apicali chiuse, è effettuata manualmente recidendo alla base dei germogli a un'altezza di 20-30 cm (asparago verde) La produzione di turioni varia moltissimo da regione a regione, in funzione di vari fattori tra cui la varietà, il tipo di turione, ecc. (da 3 a 14 t ha<sup>-1</sup>). La raccolta meccanica può essere effettuata impiegando macchine agevolatrici, che portano i raccoglitori e permettono loro di lavorare seduti.

Dopo la raccolta, i turioni vengono selezionati, dividendoli in scarto, e commerciabili. Quelli commerciabili a sua volta vengono suddivisi in classi, in funzione della lunghezza, del calibro e della presentazione. Una volta selezionati vengono legati in mazzi cilindrici uniformi, del peso di 1 -2 kg

e di 20 cm di lunghezza e poi lavati. Nella grande produzione la selezione viene effettuata con degli appositi macchinari selezionatori.

#### Tecnica agronomica suggerita nel sistema Agrivoltaico

Nello specifico caso del sistema consociato complesso Agrivoltaico su questa coltura saranno applicate tutte le tecniche agronomiche concepite in un approccio agroecologico indirizzate a ottenere una condizione di elevati livelli di sostenibilità, intesa in termini dei tre principali pilastri su cui si fonda, e miglioramento dei livelli di qualità del suolo. In particolare, le lavorazioni del suolo effettuate solo all'impianto, gli interventi fitosanitari tese a controllare patogeni e insetti solo in caso di reale necessità, il controllo delle erbe infestanti effettuato con metodi non chimici, gli interventi di irrigazione sono previsti in situazione di necessità come soccorso al momento del ricaccio dei durioni e sviluppo vegetativo in estate con metodi di microirrigazione, inoltre, la coltura sarà gestita in consociazione di cover crop per un inerbimento controllato.

In relazione alle ipotetiche varietà da adottare, per l'asparago bisogna decidere di volta in volta in funzione delle caratteristiche richieste dal mercato, tuttavia si suggerisce di optare per quelle del gruppo verde.

#### - CARCIOFO IN CONSOCIAZIONE CON INERBIMENTO CONTROLLATO

Carciofo (*Cynara scolymus* L.)

Il carciofo una pianta di origine mediterranea, ben noto fin dall'antichità per i pregi organolettici del capolino, tanto da essere annoverato tra le ortive per i pranzi raffinati e fra le colture da reddito molto elevato. In Italia la coltura del carciofo ha subito un sensibile incremento nella seconda metà del secolo scorso con una diffusione principalmente nell' Italia meridionale e anche in alcune regioni dell' Italia centrale quali Lazio e Toscana. In queste aree, la coltura si affermata nelle aree caratterizzate da un andamento climatico piuttosto mite durante l'inverno e, quindi, prevalentemente lungo le pianure costiere.

#### Caratteri botanici e biologia

Il carciofo è una pianta della famiglia delle composite o asteracea, e del genere *Cynara*. La specie *Cynara cardunculus* comprende diverse subspecie: *Cynara cardunculus scolymus* è il carciofo che viene coltivato, c'è un'altra coltivazione interessante per l'orto: il cardo domestico (*Cynara cardunculus altilis*). Ci sono poi piante spontanee, il cardo selvatico (*Cynara cardunculus sylvestris*) è una delle più comuni. La pianta di carciofo è una specie rizomata perenne, che ha una coltivazione tipicamente invernale o primaverile. In estate, quando le temperature sono elevate, entra in fase di dormienza, per resistere a caldo torrido e siccità, si risveglia se riceve molta acqua. Il rizoma è quindi molto importante, dalle sue gemme si sviluppano ogni anno fusti che portano foglie e fiore. Le foglie interne possono essere spinose oppure no, a seconda della varietà.

#### Esigenze e adattamento ambientale

Il carciofo richiede un clima mite e sufficientemente umido, per cui il suo ciclo è autunno- primaverile nelle condizioni climatiche tipiche del bacino del Mediterraneo. Tende alla produzione primaverile-estiva nelle zone più fredde. Il carciofo resiste bene fino a temperature di 0 °C, mostrando alle più basse temperature lievi danni da freddo sul capolino, con distacco della cuticola dalle brattee. Il carciofo essendo una pianta perennante, con un continuo rinnovo della vegetazione, in seguito alla emissione di nuovi carducci dal fusto rizomatoso, in particolari condizioni ambientali potrebbe essere in produzione per tutto l'anno. In ogni getto della pianta si verifica una fase vegetativa, a cui segue

quella riproduttiva, per cui si può ottenere la rifiorescenza della pianta. Laddove le condizioni climatiche sono sfavorevoli si ha una stasi più o meno prolungata a cui segue il risveglio della carciofaia. La produzione del carciofo può essere effettuata in condizioni di temperatura ottimali intorno ai 10 - 15 °C, considerando che la soglia termica è di 7 - 9 °C. Il carciofo risente anche della temperatura molto elevata, per cui la fase del riposo vegetativo ricade tra la fine della primavera e l'estate. Il carciofo ha elevate esigenze idriche, in parte soddisfatte dalla piovosità dell'epoca di coltivazione. Il carciofo preferisce terreni profondi, freschi, di medio impasto e di buona struttura a reazione intorno alla neutralità, pur adattandosi a terreni di diverse caratteristiche. Il carciofo tollera la salinità in terreni con abbondante sostanza organica, senza ristagni d'acqua, con conducibilità elettrica dell'estratto saturo inferiore a 4.8 dS/m. In relazione, alla elevata potenzialità di accrescimento della pianta, ovvia l'influenza dell'apporto di fertilizzanti e delle disponibilità idriche nel terreno.

### Tecnica colturale

Il carciofo è una pianta poliennale e può essere mantenuto sullo stesso appezzamento per diversi anni, da un minimo di uno fino a 7-8 anni. Più frequentemente la durata economica più conveniente è intorno a 3-4 anni. Le radici del carciofo sono fittonanti quindi è particolarmente importante la fase di preparazione della terra: prima di piantare occorre lavorare il terreno in profondità con una vangatura accurata, in terreni pesanti meglio vangare più di una volta. Essendo una coltura perenne vale la pena curare la fase di impianto, in particolare sono da scongiurare ristagni d'acqua che porterebbero malattie quali fusarium e peronospora. E' da considerare come una coltura da rinnovo, a cui far seguire un cereale, o come nelle zone orticole, altri ortaggi. La preparazione del terreno destinato a carciofaia viene effettuata in relazione alla modalità d'impianto della coltura, per ovuli o carducci. Per l'impianto necessaria una lavorazione profonda (40 cm) a cui seguono lavorazioni più superficiali con frangizolle ed erpice per la preparazione di un perfetto letto di semina. Oltre alla lavorazione è bene predisporre una buona concimazione di fondo, che arricchisca il terreno della carciofaia di elementi utili. Si consiglia la distribuzione del fertilizzante organico al momento della lavorazione profonda. L'apporto di fertilizzanti fondamentale per la produttività della carciofaia, in relazione al notevole sviluppo della vegetazione ed al cospicuo numero di capolini per pianta, ottenibili nell'ampio periodo della raccolta.

I polloni del carciofo sono chiamati anche "carducci", si tratta di germogli con un anno di vita, che vengono prelevati dalla base della pianta. I carducci possono essere usati per ottenere nuove piante, propagando la coltivazione. Per farlo si tagliano i polloni con la loro porzione di radice, scegliendo quelli già sviluppati con almeno 4-5 foglie, lunghi 25/40 cm. Questa operazione si fa durante la primavera (tra marzo e aprile) oppure in autunno (tra settembre e ottobre). Un altro metodo per riprodurre i carciofi è l'utilizzo degli ovuli ottenuti durante l'operazione di dicciocatura, che vedremo in seguito. Per piantare gli ovuli si smuove il suolo, si concima abbondantemente e si mette l'ovulo nel terreno a 4 cm di profondità. L'ovulo deve essere impiantato durante il periodo di dormienza estivo, quindi luglio o agosto. I carciofi richiedono spazio: si piantano nell'orto a file distanti uno o due metri, lasciando un metro tra una pianta e l'altra. Questo sesto d'impianto considera sia le dimensioni della pianta, sia il fatto che si tratta di una coltivazione che dura più di un anno. Bisogna infatti calcolare lo sviluppo negli anni della pianta, in modo da impiantare una carciofaia pensata per durare nel tempo. Il carciofo è una pianta che entra in dormienza a causa del caldo oppure della scarsità di acqua, riconoscendo il periodo estivo proprio da queste due condizioni: alte temperature e aridità. In generale una frequente irrigazione è importante per la carciofaia, escluso ovviamente il periodo di dormienza in cui va benissimo avere suolo asciutto. In fase vegetativa il terreno non deve mai seccare totalmente.

La raccolta dei capolini è scalare, ha inizio verso la prima decade di ottobre per la coltura precoce e termina in giugno con quella più tardiva. In relazione al tipo di coltura ed alla varietà, il numero delle raccolte può variare da un minimo di 3-4 ad un massimo di 15-20, tendendo presente che la lunghezza

del ciclo produttivo può variare da un minimo di 20 giorni ad un massimo di 180-220 giorni. Il numero dei capolini per pianta oscilla da 4-5 a 14-15.

Nel complesso una carciofaia produce 50-100 mila capolini a ettaro, pari a una produzione in peso di 6-12 t ha<sup>-1</sup>. La raccolta è effettuata a mano con taglio dei capolini con stelo lungo ed alcune foglie. per agevolare il trasporto della produzione fuori del campo si utilizzano rimorchi o carri- raccolta trainati, forniti di ali laterali.

#### Tecnica agronomica suggerita nel sistema Agrivoltaico

Nello specifico caso del sistema consociato complesso Agrivoltaico su questa coltura saranno applicate tutte le tecniche agronomiche concepite in un approccio agroecologico indirizzate a ottenere una condizione di elevati livelli di sostenibilità, intesa in termini dei tre principali pilastri su cui si fonda, e miglioramento dei livelli di qualità del suolo. In particolare, le lavorazioni del suolo effettuate solo all'impianto, gli interventi fitosanitari tese a controllare patogeni e insetti solo in caso di reale necessità, il controllo delle erbe infestanti effettuato con metodi non chimici, gli interventi di irrigazione sono previsti in situazione di necessità come soccorso al momento del ricaccio dei durioni e sviluppo vegetativo in estate con metodi di microirrigazione, inoltre, la coltura sarà gestita in consociazione di cover crop per un inerbimento controllato.

In relazione alle ipotetiche varietà da adottare, è opportuno effettuare la scelta in funzione delle richieste di mercato del momento anche se si consigliano in ordine di interesse le seguenti: Carciofo romanesco, Carciofo di Orte, Carciofo violetto di Toscana.

#### - ZUCCA DA ZUCCHINI

Zucca da zuccchino (*Cucurbita pepo* L.)

La zucca è una pianta monoica annuale. Diverse sono le specie coltivate che si distinguono per alcuni caratteri botanici, tra cui la forma e grossezza del frutto e del seme. La zucca da zuccchini appartiene alla specie *Cucurbita pepo* L. di cui si consumano i frutti tenerissimi appena formati e i fiori maschili.

#### Caratteri botanici e biologia

Si tratta di un'erba monoica annuale dal portamento strisciante o rampicante, con grandi foglie di colore verde scuro e tomentose, ovvero ricoperte da una morbida e corta peluria. I fiori sono giallo-arancio a forma di calice, mentre i frutti hanno diverse forme dovute alle cultivar introdotte dall'uomo. Possono essere più o meno lunghi, verde scuro o chiaro, tondi o lobati, con o senza striature. La pianta è caratterizzata da uno stelo ruvido, a sezione angolare ricco di peli. Il fusto è più o meno ramificato, strisciante o rampicante in presenza di tutori. Nei moderni ibridi di zucca da zuccchino lo stelo è caratterizzato da internodi molto raccorciati e non presenta ramificazioni, per cui la pianta ha un portamento ad alberello o strisciante. Da ogni nodo si origina in modo alterno una foglia alla cui ascella si possono formare ramificazioni secondarie e altre ramificazioni. Le foglie sono semplici, alterne e spirali, con picciolo più o meno allungato, scabre (ruvido al tatto), palminervie e caratterizzate dalla presenza di una peluria più o meno accentuata. Le foglie presentano incisioni più o meno evidenti, lamina con margine seghettato e molto espansa di colore verde più o meno intenso con o senza marmorizzazioni (macchie bianche, grigie o argentate) e peli irritanti. Nelle colture a semina diretta, l'apparato radicale può raggiungere ,5 m di profondità anche se la maggior parte del sistema radicale si trova fino a una profondità di lavorazione del suolo (0,4-0,5 m). Nelle colture da trapianto, in cui il fittone perde la sua funzionalità durante la crescita della piantina in contenitore, l'apparato radicale più superficiale e assume portamento fascicolato. I fiori sono generalmente unisessuali e attinomorfi (presentano più piani di simmetria raggiata). Il fiore presenta 5 sepali saldati alla base e una corolla gialla campanulata normalmente simpetala (petali concrescenti e saldati tra loro). I fiori maschili presentano 3-5 stami con filamenti completamente saldati e sono presenti

all'ascella delle foglie singolarmente. I fiori femminili formato da 3 carpelli (foglia modificata con funzione riproduttiva) saldati in un ovaio infero. I fiori femminili sono in genere più grandi dei fiori maschili e si trovano all'ascella delle foglie singolarmente. Il frutto della zucca da zucchini può essere tondo oppure allungato, cilindrico oppure clavato, provvisto o meno di costolature e striature sulla superficie. L'epidermide del frutto è generalmente verde, con tonalità che vanno dal chiaro allo scuro e con presenza di striature biancastre in alcune cultivar; esistono anche cultivar con frutti bianchi o gialli. La polpa è bianca senza cavità centrale. I frutti commerciali hanno generalmente un peso medio di 100-200 g e i semi sono piatti, di colore crema e forma ovale dal peso di 1000 semi variabile da 100 a 200 g a seconda della cultivar.

Come per tutte le cucurbitacee orticole, la zucca da zucchini ha un ciclo annuale che inizia con la germinazione dei semi direttamente nel terreno (campo o serra) o in vivaio in substrato all'interno di contenitori alveolati per il trapianto. In condizioni ottimali di temperatura e umidità, la germinazione è molto veloce e si completa in pochi giorni. La fase di crescita vegetativa è rapida ed è accompagnata, dopo 4-5 settimane, dalla comparsa dei primi fiori a cui segue la fase riproduttiva della coltura con l'impollinazione entomofila dei fiori femminili e l'allegagione dei frutti (peponidi). L'allegagione diminuisce all'aumentare dei frutti allegati. La maturazione dei peponidi si ha dopo un periodo di 35 – 50 giorni dall'antesi. La fioritura ha inizio con la comparsa di fiori femminili, in genere quando le piante hanno 6 – 7 foglie, ma spesso i primi fiori cadono (colatura) per mancata impollinazione a causa dell'assenza dei fiori maschili. A seguito compaiono i fiori maschili e femminili. Il rapporto tra fiori maschili e femminili varia a seconda della cultivar e le condizioni ambientali. In generale, temperature alte di notte ( $> 30^{\circ}\text{C}$ ) e giorno lungo favoriscono la produzione di fiori maschili, mentre temperature basse (ma non inferiori a  $10^{\circ}\text{C}$ ) e giorno corto aumentano la produzione di fiori femminili. L'antesi dei fiori inizia la mattina presto e termina con le prime ore del pomeriggio. I fiori rimangono ricettivi per 2-3 giorni. L'impollinazione avviene nelle prime ore del mattino ad opera di api e bombi. La fecondazione è prevalentemente allogama con percentuali di inter-incrocio elevate (60 – 90%). Alcune cultivar possono avere lo sviluppo partenocarpico del frutto riconoscibile dall'assenza dei semi. Tali cultivar sono utilizzate soprattutto in coltura protetta, in quanto permettono la produzione di frutti anche in assenza di pronubi e condizioni climatiche avverse per l'allegagione.

### Esigenze e adattamento ambientale

Come per tutte le cucurbitacee, la zucca da zucchini si adatta a diversi tipi di terreno, anche se predilige quelli a medio impasto o argillo-limosi purché ben strutturati, fertili, ricchi di sostanza organica e ben drenati con pH compreso tra 5,5 e 7,0. La zucca da zucchini è una coltura macroterma in quanto necessita di elevate esigenze climatiche. La temperatura minima di germinazione è di circa  $14^{\circ}\text{C}$ , mentre i valori ottimali sono compresi tra  $25$  e  $30^{\circ}\text{C}$ . Come tutte le cucurbitacee cresce meglio in presenza di un differenziale termico tra giorno e notte (termoperiodismo) con temperatura diurna a  $24-30^{\circ}\text{C}$  e notturna a  $12-15^{\circ}\text{C}$ , sotto i  $4^{\circ}\text{C}$  si ha l'inibizione della germinabilità del polline mentre sopra di  $35^{\circ}\text{C}$  rallenta la crescita e si manifesta appassimenti. **Impianto e Tecnica colturale**

Nella coltivazione in pieno campo, la zucca da zucchini può occupare il posto di una coltura principale (coltura da rinnovo) con impianto primaverile, oppure, come coltura intercalare con impianto estivo dopo la raccolta di un cereale autunno-vernino. È sconsigliato ripetere la coltivazione nello stesso terreno prima di 3-4 anni per l'incremento delle avversità biotiche. La preparazione del suolo prevede un'aratura (0,3 m) seguita da lavori complementari per l'affinamento. La messa in campo può essere con semina o con trapianto. La semina diretta in pieno campo trova applicazioni molto limitate e viene effettuata quando la temperatura si stabilizza su valori superiori a  $15^{\circ}\text{C}$ , a postarelle avendo cura di disporre 2-4 semi per postarella alla profondità di 3-5 cm. A seguito dell'emergenza, quando la piantina ha 3 foglie vere, si procede con il diradamento al fine di lasciare una pianta per postarella. Riguardo al trapianto viene realizzato, quando la temperatura si stabilizza su valori superiori alla temperatura minima biologica, con piantine che hanno 2-4 foglie vere prodotte in vivai specializzati in contenitori alveolati (40 – 60 fori), disponendo le piantine a file

single o binate con preferenza per quest'ultime per raggiungere una maggiore densità di semina. La zucca da zuccino esige una concimazione completa avvantaggiata dalla concimazione organica. La concimazione minerale viene svolta in genere con concimi binari fosfo-azotati (4-5 quintali a ettaro) e solfato potassico (1-2 quintali a ettaro). La distribuzione dei concimi organici interessa tutto il terreno coltivato mentre i concimi minerali sono localizzati. La zucca da zuccini presenta elevate esigenze idriche con una evapotraspirazione massima di 5 mm al giorno, ma non è favorita nella fruttificazione da condizioni di umidità del terreno elevate e costanti. Pertanto si consiglia di effettuare irrigazioni poco frequenti. Per quanto riguarda l'irrigazione, i sistemi più utilizzati sia per le colture di pieno campo che in serra sono quelli localizzati perché permettono un miglior controllo degli apporti idrici, consentono di effettuare la fertirrigazione e non bagnano la parte epigea con benefici di ordine fitosanitario. Sono molto diffuse anche le manichette gocciolanti di durata stagionale in quanto di facile manutenzione e costo contenuto. La coltivazione avviene in file distanti 1 metro tra le file e 0,7-0,8 m lungo le file con una densità di circa 1 pianta m<sup>2</sup>. La raccolta degli zuccini è scalare ed è fatta al momento in cui il fiore, che in alcuni casi si lascia attaccato al frutto, sta per schiudersi. In genere la raccolta inizia 40-50 giorni dal trapianto e può durare circa 3 mesi. A seconda della cultivar, la raccolta può essere effettuata ogni 1 – 2 giorni avendo cura di non arrecare danno ai frutti più giovani. I rendimenti produttivi sono compresi tra 30 e 50 t ha<sup>-1</sup> con punte in coltura protetta fino a 70 t ha<sup>-1</sup>.

#### Tecnica agronomica suggerita nel sistema Agrivoltaico

Nello specifico caso del sistema consociato complesso Agrivoltaico su questa coltura saranno applicate tutte le tecniche agronomiche concepite in un approccio agroecologico indirizzate a ottenere una condizione di elevati livelli di sostenibilità, intesa in termini dei tre principali pilastri su cui si fonda, e miglioramento dei livelli di qualità del suolo. In particolare, le lavorazioni del suolo effettuate in modo limitato e ridotte, gli interventi fitosanitari tese a controllare patogeni e insetti solo in caso di reale necessità, il controllo delle erbe infestanti effettuato preferibilmente con metodi non chimici, gli interventi di irrigazione effettuati in modo razionale in funzione dell'ETR e con metodo a ridotto consumo di acqua attraverso pratiche di microirrigazione.

In relazione alle ipotetiche varietà da adottare, è opportuno effettuare la scelta in funzione delle richieste di mercato del momento anche se si consigliano in ordine di interesse le seguenti: Zucchina lunga fiorentina, Zucchino romanesco, Zucchino nero di Milano.

#### - PISELLO

Pisello (*Pisum sativum* Asch. et Gr.)

La pianta del pisello risulta essere coltivata fin dal Neolitico (7000 a.C.) con una zona di origine che viene fatta risalire nelle zone a Nord dell'India. Attualmente, la coltura del pisello è impiegata negli ordinamenti colturali in tutto il mondo ed in particolare nei Paesi asiatici (India, Cina).

La produzione è orientata sul pisello fresco, da consumo diretto, sul pisello da pieno campo per l'industria conserviera (inscatolamento, surgelazione), sul pisello per granella secca per alimentazione umana o zootecnica ("pisello proteico"). Inoltre, il pisello è usato largamente anche come foraggera da erbaio.

#### Caratteri botanici e biologia

Il pisello è una pianta annuale glabra e glauca, con un solo stelo cilindrico sottile e debole. La gracilità dei fusti ha come effetto che le colture di pisello tendono a prostrarsi a terra, a meno che non siano fornite di sostegni (frasche, reti) come nella coltura ortense. Il pisello ha una radice marcatamente fittonante, che si sviluppa fino a 0,80 m di profondità, con numerose ramificazioni. Le foglie sono pennate. I fiori sono lungamente pedunculati e si formano in numero da 1 a 4 su racemi ascellari

sorgenti sui nodi mediani e superiori dello stelo. La corolla è grande e vistosa, bianca nel pisello da granella, rosso-violetto nel pisello da foraggio. La fecondazione è autogamia e produce un baccello liscio, quasi cilindrico, contenente numerosi semi (4-10). La germinazione dei semi è ipogea. I semi di pisello sono variabilissimi per forma, colore, dimensione. La forma è normalmente rotondeggiante ma può essere cuboide nelle forme in cui i semi sono molto serrati nel baccello. Un'importante differenza di forma quella tra semi lisci e grinzosi, causata dal diverso livello di accumulo di carboidrati nei cotiledoni. Nei semi lisci, a maturazione è presente prevalentemente amido; in quelli grinzosi poco più della metà dei carboidrati di riserva è amido mentre il resto sono zuccheri solubili, la cui presenza fa sì che i semi restino dolci e teneri a lungo, durante la maturazione; ciò è un grande vantaggio rispetto ai piselli a seme liscio che, se non raccolti al momento giusto, rapidamente si induriscono e perdono la dolcezza. I piselli a seme grande, verde e grinzoso vanno bene per la surgelazione mentre per l'inscatolamento si vogliono solo piselli a seme piccolo e liscio. La dimensione dei semi è variabilissima: 1000 semi possono pesare da 100 a 500 g.

### Esigenze e adattamento ambientale

Il pisello è una pianta microterma che ha limitate esigenze di temperature per crescere e svilupparsi, e rifugge dai forti calori e dalla siccità. Per questo la coltura del pisello può essere fatta con successo negli ambienti o nelle stagioni fresche. In Italia la semina autunnale nelle regioni a inverno mite (centro-meridionali), mentre in quelle settentrionali questa epoca si semina può essere adottata solo con varietà resistenti al freddo; in caso contrario, dopo passati i rigori dell'inverno. La resistenza al freddo del pisello è limitata, ma varia molto con il grado di sviluppo della pianta e con la varietà. La fase di massima resistenza lo stadio "4-5 foglie", in cui sopporta senza danno temperature fino a -8 °C. allo stadio di fioritura anche gelate leggere sono dannose. In generale, però, la maggiore intolleranza del pisello è per le alte temperature. Forti calori durante la fase di riempimento dei semi da raccogliere freschi, ne accelerano troppo la maturazione e ne provocano il rapido indurimento, con gravissimo pregiudizio per la qualità. La maturazione avviene invece con gradualità e la raccolta può essere fatta in tutta tranquillità, in condizioni di temperatura moderata e di elevata umidità dell'aria.

### Impianto e Tecnica colturale

Il pisello è una precessione ottima per il frumento in quanto libera presto il terreno, lo lascia assai rinettato dalle malerbe e lascia un buon residuo di azoto, stimabile dell'ordine di 40-60 Kg/ha. Esso è quindi coltivabile tra due cereali autunnali. È buona norma prevedere un intervallo di almeno 4 o 5 anni prima di far tornare il pisello sullo stesso terreno, a causa delle malattie. La concimazione minerale più importante è quella fosfatica, sempre necessaria nella misura di 60-80 Kg/ha di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Il potassio va somministrato in caso di terreni poveri di questo elemento, mentre l'azoto non dà, in genere, risposta; al massimo 20-30 Kg/ha di azoto potrebbero essere dati alla semina. La preparazione del terreno è molto simile a quella per il frumento: lavorazione a media profondità, affinamento delle zolle anche in profondità per evitare cavernosità, ma affinamento superficiale non particolarmente spinto, data la grossezza del seme. Nel caso di colture per l'industria le semine si eseguono scalarmene, in modo da prolungare il periodo di maturazione-raccolta. In pieno campo la semina va fatta a file distanti sui 0,18-0,25 m; in questo modo si ha maggior competizione verso le erbe infestanti e più facile raccolta meccanica.

Il pisello si semina a 70-100 semi a metro quadro per avere da 50 a 70 piante a metro quadro; peraltro, la coltura ramificandosi più o meno riesce a compensare difetti di densità. A seconda del peso medio dei semi, le quantità oscillano da 150 a oltre 250 Kg/ha.

Per la semina si usano in genere le seminatrici universali da frumento, avendo cura di controllare che i semi non siano spaccati dal distributore. Il pisello da industria va raccolto ad un giusto grado di maturazione, definito dalla tenerezza del seme valutata in gradi tenderometrici. I piselli al di sotto di 90 gradi tenderometrici sono troppo teneri, quelli al di sopra di 130 sono troppo duri; il grado di

maturazione più conveniente sia per l'agricoltore sia per l'industria di 0 gradi. Un altro aspetto qualitativo importante nel determinare il momento per raccogliere il pisello da inscatolamento è il calibro dei semi. La raccolta del pisello da industria si è evoluta attraverso macchine semoventi pettinatrici e sgranatrici, che staccano i baccelli e sgranano questi. Tale soluzione è quella attualmente preferita per la velocità di esecuzione (1h per ettaro).

Nello specifico caso del sistema consociato complesso Agrivoltaico su questa coltura saranno applicate tutte le tecniche agronomiche concepite in un approccio agroecologico indirizzate a ottenere una condizione di elevati livelli di sostenibilità, intesa in termini dei tre principali pilastri su cui si fonda, e miglioramento dei livelli di qualità del suolo. In particolare, le lavorazioni del suolo in modo ridotte, gli interventi fitosanitari tese a controllare patogeni e insetti solo in caso di reale necessità, il controllo delle erbe infestanti effettuato con metodi non chimici, gli interventi di irrigazione sono previsti in situazione di necessità come soccorso.

In relazione alle ipotetiche varietà da adottare, per il pisello bisogna decidere di volta in volta in funzione delle caratteristiche richieste dal mercato, tuttavia tra le differenti possibili varietà si possono citare: Negret, Volunteer, Dwarf Telephone, Television, Lincoln, Tirabeque, Asterix, Mangetout, Snap peas, Bluemoon, Bluetooth.

#### - CAVOLO

Cavolfiore (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis* L.)

Il Cavolfiore (*Brassica oleracea* L. conv. *botrytis* (L.) Alef. var. *botrytis* L.) è una tra le crucifere più coltivate in Italia, diffusa soprattutto nelle regioni centro-meridionali. Il nome deriva dal latino "caulis" (fusto, cavolo) e "floris" (fiore). Il cavolfiore viene utilizzato sia allo stato fresco che surgelato, disidratato e sottaceto.

#### Caratteri botanici

Il Cavolfiore, pianta erbacea biennale, presenta una radice fittonante non molto profonda. Sul fusto eretto (lungo da 15 a 50 cm) sono inserite alcune decine di foglie costolute, di cui quelle più esterne sono più grandi, di colore verde più o meno intenso a volte tendente al grigio, pruinose, mentre quelle interne sono di colore giallognolo o verde chiaro e spesso ricoprono completamente la parte edule. La parte edule viene chiamata dai vari studiosi corimbo, pomo, cespo, capolino, fiore, pane, palla, testa, infiorescenza, falsa infiorescenza, gemma apicale ipertrofizzata o sferoide compatto. Il corimbo è il risultato della ripetuta ramificazione della porzione terminale dell'asse principale della pianta. Il corimbo può assumere forme molto diverse. La superficie superiore convessa del corimbo è formata da un elevatissimo numero di meristemi apicali.

L'infiorescenza vera e propria è a racemo e proviene dall'allungamento dei peduncoli carnosì del corimbo. Tali peduncoli allungandosi si ramificano più volte. I fiori delle prime ramificazioni abortiscono e sono fertili solo quelli della ramificazione del quarto-ottavo ordine in poi. I fiori sono di colore giallo e tipici delle crucifere. La fecondazione eterogama è quella prevalente. I frutti sono siliquie, di forma e lunghezza diverse; possono contenere fino a oltre 25 semi, tondi, di diametro variabile da 1 a 2,5 mm., rossiccio-bruni o bluastri quasi lucenti.

#### Esigenze e adattamento ambientale

Fornisce le migliori produzioni in zone a clima fresco e umido. Il fattore climatico più importante è la temperatura, sia durante la fase di transizione da vegetativa a riproduttiva che prima e dopo di essa. Per le cultivar precoci la temperatura ottimale per la formazione dei corimbi è di circa 17°C. Con temperature superiori a 20°C il passaggio alla fase riproduttiva è ritardato e la qualità dei corimbi diviene scadente. Anche le basse temperature possono danneggiare la pianta in coincidenza dei vari stadi in cui si trova. Se la pianta ha formato 6-8 foglioline e viene sottoposta a temperatura bassa si

possono avere piante "cieche", cioè senza infiorescenza. Il gelo provoca la lessatura dei grumi che formano la parte edule.

Richiede terreni di medio impasto e un elevato livello idrico dello strato interessato dalle radici. L'evapotraspirazione è elevata anche per la notevole superficie traspirante dell'apparato fogliare.

La coltivazione si effettua in diversi periodi dell'anno, a seconda della località e delle cultivar impiegate. Le cultivar si distinguono in base alla necessità o meno di freddo per la formazione del corimbo. Ci sono infatti cultivar che non richiedono il freddo per la formazione della parte edule, ma questo è necessario però per formare l'infiorescenza vera e propria, mentre altre (le tardive, che si comportano da piante tipicamente biennali) richiedono il freddo sia per la formazione della parte edule che per l'infiorescenza.

### Impianto e Tecnica colturale

E' considerata una coltura da rinnovo (intercalare) e può seguire il grano o gli ortaggi come la fava, il pisello, la carota e la patata. Può anche essere intercalato tra grano e pomodoro, utilizzando cultivar a ciclo breve.

E' da evitare la monosuccessione, specie se non vengono eliminati i residui della vegetazione, in particolare se colpita da malattie. Anche se la semina diretta fornisce ottimi risultati, oggi, in particolare con l'impiego di ibridi, vengono utilizzate piantine allevate in vivaio in appositi contenitori, successivamente trapiantate (da luglio a tutto settembre). La vernalizzazione delle piantine (15-20 giorni a 2°C) sembra favorire la concentrazione del periodo di raccolta.

In funzione delle dimensioni delle piante si hanno diverse fittezze d'impianto. Le varietà tardive sono più grandi di quelle precoci, per cui le distanze d'impianto variano da 60 a 100 cm tra le file e 40-70 cm lungo le file, con una densità di piantine variabile dalle 15.000 alle 30.000 ad ettaro. Per la produzione di 10 tonnellate di corimbi le piante asportano circa 130 kg di azoto, 40 di fosforo, 140 di potassio e 50 di CaO e 7 di Mg. I concimi azotati vengono somministrati 2-3 volte: al trapianto o alla semina, circa 20 giorni dopo il trapianto o al momento del diradamento e circa un mese dopo quest'ultimo se si tratta di cultivar precoci o più tardi se tardive.

Nello specifico caso del sistema consociato complesso Agrivoltaico su questa coltura saranno applicate tutte le tecniche agronomiche concepite in un approccio agroecologico indirizzate a ottenere una condizione di elevati livelli di sostenibilità, intesa in termini dei tre principali pilastri su cui si fonda, e miglioramento dei livelli di qualità del suolo. In particolare, le lavorazioni del suolo in modo ridotte, gli interventi fitosanitari tese a controllare patogeni e insetti solo in caso di reale necessità, il controllo delle erbe infestanti effettuato con metodi non chimici, gli interventi di irrigazione sono previsti in situazione di necessità come soccorso.

In relazione alle ipotetiche varietà da adottare, per il cavolo bisogna decidere di volta in volta in funzione delle caratteristiche richieste dal mercato.

### -FINOCCHIO

Finocchio (*Foeniculum vulgare dulce* Mill.)

Il Finocchio è una ombrellifera coltivata prevalentemente nell'Italia centro-meridionale, dove la coltivazione è organizzata per avere prodotto tutto l'anno.

### Caratteri botanici

Ha radice fittonante, fusto con nodi basali molto ravvicinati, foglie con guaine molto larghe, carnose sovrapposte in modo da formare il caratteristico grumolo; le foglie sono pinnato-composte. Se la pianta trascorre almeno un mese a temperature inferiori a 7°C passa dalla fase vegetativa alla fase riproduttiva formando lo scapo florale ramificato che porta fiori gialli riuniti in infiorescenze a ombrella composta; l'impollinazione è di norma incrociata, ad opera di insetti. Il frutto è oblungo o

ellissoide ed ha un aroma caratteristico che lo rende idoneo a essere usato, oltre che per la propagazione della pianta, anche come spezia.

### Esigenze e adattamento ambientale

Avendo bisogno di temperature non troppo basse durante il ciclo vegetativo, le condizioni migliori per la coltura del finocchio si hanno lungo i litorali, sia in collina che in piano.

Anche in fatto di terreno il finocchio è esigente: il terreno deve essere di medio impasto tendente al sciolto, fresco, ricco di sostanza organica e profondo. Nei terreni molto compatti il grumolo tende a svilupparsi fuori terra andando incontro a grave deprezzamento perché in queste condizioni inverte e sviluppa germogli tra le guaine.

#### Impianto e Tecnica colturale

Nella coltura di pieno campo il finocchio si inserisce tra due colture in rotazione: generalmente segue il grano e precede una coltura da rinnovo a semina primaverile. L'impianto si fa per semina diretta nella grande coltura, per trapianto nella piccola coltura e per le produzioni precoci. La semina in pieno campo si fa a file distanti 40-50 cm; col successivo diradamento sulla fila si lascia una pianta ogni 20-25 cm. Questo tipo di semina viene in genere effettuato in giugno-luglio per ottenere una produzione autunnale; l'epoca di semina non deve essere troppo anticipata perché altrimenti la pianta monta a seme. Nella semina diretta in campo occorrono 10-12 kg di seme ad ettaro.

Nei casi in cui l'impianto venga effettuato mediante trapianto, la semina si fa in semenzaio e le piantine vengono poste a dimora a 45 giorni dalla semina. Per avere il prodotto in inverno, nelle zone in cui questo è possibile, la semina in semenzaio si esegue in agosto e il trapianto in ottobre. Per avere la produzione in estate, la semina in semenzaio si fa invece in gennaio-febbraio e il trapianto si esegue in marzo-aprile. La semina o il trapianto vanno effettuati su terreno ben preparato. La concimazione pre-semina o pre-impianto si fa utilizzando letame e concimi fosfatici e potassici. I concimi azotati sono somministrati, abbondanti, in copertura. Durante il ciclo, vengono effettuate sarchiature, adacquature e un'accurata rincalzatura, per favorire la formazione di grumoli bianchi e serrati. Nella coltura in convenzionale si effettuano anche trattamenti diserbanti.

Nello specifico caso del sistema consociato complesso Agrivoltaico su questa coltura saranno applicate tutte le tecniche agronomiche concepite in un approccio agroecologico indirizzate a ottenere una condizione di elevati livelli di sostenibilità, intesa in termini dei tre principali pilastri su cui si fonda, e miglioramento dei livelli di qualità del suolo. In particolare, le lavorazioni del suolo in modo ridotte, gli interventi fitosanitari tese a controllare patogeni e insetti solo in caso di reale necessità, il controllo delle erbe infestanti effettuato con metodi non chimici, gli interventi di irrigazione sono previsti in situazione di necessità come soccorso.

In relazione alle ipotetiche varietà da adottare, per il finocchio bisogna decidere di volta in volta in funzione delle caratteristiche richieste dal mercato.

### - FAGIOLO E FAGIOLINO

Fagiolo e Fagiolino (*Phaseolus vulgaris* L.)

Esistono numerose specie di leguminose da granella molto diverse come botanica e come origine che vengono ascritte al genere *Phaseolus*, tutte indicate con il termine fagioli. Il fagiolo comune (*Phaseolus vulgaris* L.) originario dell'America meridionale (Perù, Colombia). E' diffuso soprattutto in Asia, ma nel bacino del Mediterraneo. In Europa il maggiore produttore è la Spagna, seguita da Portogallo, Italia e Grecia.

### Caratteri botanici

È pianta annuale a rapido sviluppo, con apparato radicale molto ramificato e piuttosto superficiale, steli angolosi, di altezza e portamento variabilissimo, da nani a rampicanti. I fagioli nani sono i più

adatti alla coltura di pieno campo. I rampicanti si prestano bene alla coltura ortense dove la raccolta è scalare e manuale. Le prime foglie sono semplici, le altre trifogliate con foglioline cuoriformi. I fiori sono riuniti a grappoli in numero da 4 a 10 all'ascella delle foglie, e sono di colore per lo più bianco. La fioritura è cleistogama, il che determina una stretta autogamia, per cui la varietà si identifica con la linea pura. Il frutto è un legume pendulo, pluriseminato, di forma, colore e dimensioni assai variabili: compressi o cilindrici, verdi o gialli, lunghi da 60 a 220 mm, dritti o incurvati. Un carattere anatomico importante la presenza o l'assenza nel baccello dei tessuti fibrosi che ne determinano il tipo di utilizzazione. Si hanno così due tipi di struttura del baccello:

- Baccelli le cui valve si separano con facilità per la presenza di un cordone fibroso lungo le linee di saldatura ("filo") e hanno strati di tessuto fibroso ("pergamena") entro ciascuna valva: il loro uso per seme;

- Baccelli senza filo e senza pergamena e che quindi sono teneri e carnosì a lungo (fagioli mangiatutto o da cornetti, più comunemente detti "fagiolini").

Le dimensioni, la forma e il colore dei semi sono incredibilmente variabili, secondo i diversi gusti dei consumatori. La maggior parte delle varietà hanno semi il cui peso varia da 300 a 700 mg; una varietà italiana, il Borlotto, è molto apprezzata per il peso dei suoi semi che talora superano 800 mg. Esigenze e adattamento ambientale

Data la sua origine tropicale il fagiolo è esigente in fatto di calore. La temperatura minima per avere nascite accettabilmente pronte e regolari è di 13-14 °C.

Il fagiolo soffre moltissimo gli abbassamenti di temperatura: muore a 1-2 °C. per questi motivi in zone temperate il fagiolo può coltivarci solo nel periodo primaverile-estivo o estivo.

Il fagiolo teme molto la siccità: in questo caso la pianta appassisce durante le ore più calde, i baccelli abortiscono o contengono pochi semi, i semi non raggiungono il pieno sviluppo.

Tenuto conto di questi fatti e della limitata profondità raggiungibile dalle radici, nel clima italiano generalmente necessaria l'irrigazione per realizzare produzioni soddisfacenti e costanti. Il clima ideale per il fagiolo è quello di tipo oceanico, con estate né eccessivamente calda né secca, poco ventosa.

La maturazione è favorita dal tempo secco.

Il terreno più adatto al fagiolo è quello sciolto, fresco, fertile; esso non deve essere troppo calcareo, altrimenti i semi che si ottengono sono duri e di difficile cottura per l'ispessimento del tegumento.

Il fagiolo si adatta ai terreni pesanti, purché questi non siano soggetti a formare crosta perché questa è un ostacolo gravissimo alle nascite delle piantine, la cui germinazione è, come si è detto, epigea e i cui cotiledoni sono soggetti a rompersi al minimo ostacolo nella fase dell'emergenza.

Il fagiolo ha una spiccatissima intolleranza per la salinità.

## Impianto e Tecnica colturale

Il fagiolo trova la sua migliore collocazione tra due frumenti. È bene che la paglia del frumento precedente sia asportata e che il fagiolo torni sullo stesso terreno a intervalli non inferiori a tre anni per evitare lo sviluppo di funghi terricoli. Data la brevità del ciclo colturale il fagiolo si inserisce bene in certi ordinamenti colturali come coltura intercalare.

La preparazione del terreno nel caso di semina primaverile in coltura principale viene fatta secondo l'itinerario tecnico tradizionale: lavorazione principale a media profondità in estate e ripassature in autunno e/o inverno per affinare il terreno.

La sistemazione idraulica dei campi va curata perché il fagiolo stenta molto a nascere e a crescere su terreni freddi e umidi. La preparazione del letto di semina deve essere particolarmente accurata facendo in modo che il terreno sia molto ben amminutato e non soggetto a formare crosta.

Nel caso di coltura intercalare la cosa più importante è guadagnare tempo e non la preparazione del terreno, ottimi risultati si ottengono con la lavorazione minima o, addirittura, con la non lavorazione.

La semina del fagiolo si può fare su un lungo arco di tempo: da aprile alla fine di luglio- primi di agosto.

Le semine primaverili vanno bene per tutte le varietà e per tutti i tipi di coltura, mentre le semine ritardate presentano vincoli tanto più stretti quanto più avanzata è la data di semina.

Per granella secca le ultime semine possibili con le varietà più precoci sono quelle di metà giugno. Nella grande coltura, dove la meccanizzazione della raccolta s'impone sia nei casi di coltura per granella che per fagiolini, le varietà sono nane e si seminano a file.

Le quantità di seme variano molto secondo la densità desiderata, la dimensione dei semi e lo stato di preparazione del letto di semina: in genere si va da 100 a 200 Kg di seme per ettaro.

La profondità di semina ottimale è di 40-60 mm in terreni a grana media, fino a 60-80 mm in terreni sciolti. Il seme deve essere sempre conciato.

La concimazione del fagiolo deve basarsi sul fosforo e se scarseggia sul potassio. I fagioli da seme fresco si raccolgono con macchine pettinatrici-sgranatrici semoventi; i fagioli secchi si raccolgono con le normali mietitrebbiatrici. È considerata una buona produzione di fagioli secchi di 2-2,5 t/ha. Nel caso di fagioli freschi, produzioni buone sono di 12 t/ha da baccelli da sgranare o di 5-6 t/ha di cornetti secondo la varietà e il grado di sviluppo dei baccelli.

I semi in magazzino sono molto soggetti agli attacchi del tonchio, per cui il controllo è indispensabile.

**FAGIOLINO:** Il fagiolino da consumo fresco, *Phaseolus vulgaris*, chiamato anche mangiatutto, cornetto, tegolino, appartiene alla famiglia delle leguminose. È una pianta annuale, a portamento determinato (le specie rampicanti sono di minor importanza commerciale), con fotoperiodismo neutro, caratterizzata da un accrescimento molto rapido. L'apparato radicale di colore marrone chiaro, è poco profondo, presenta un fittone centrale e un numero elevato di radici laterali sulle quali sono presenti i tubercoli del *Rhizobium leguminosarum phaseoli*, un batterio che vive in simbiosi con il fagiolino capace di fissare l'azoto atmosferico e renderlo disponibile per la pianta. Il fusto, di colore verde, è corto, più o meno robusto a seconda delle cultivar, non necessita di tutori. Le foglie, sono diverse a seconda dello stadio di sviluppo: le prime, quelle embrionali sono di forma cuoriforme, quelle successive sono composte da tre foglioline lanceolate e/o cuoriformi a seconda della varietà. I fiori, riuniti in un racemo, possono variare da un colore chiaro, con sfumature verso il giallo, il che è sinonimo dell'avvenuta allegazione. Il frutto, di colore verde più o meno intenso, è formato da due valve all'interno delle quali si trovano i semi e la polpa. Essendo una specie di origine tropicale, necessita di temperature abbastanza elevate, con un ottimale per la crescita attorno ai 18 - 24 °C., per la germinazione dei semi sui 22 - 28 °C., per l'allegazione fra i 15 e i 25 °C. Di conseguenza temperature molto basse provocano scompensi nella crescita, in particolare temperature fra 0 -1 °C provocano la morte, al di sotto dei 10 °C. la pianta non cresce, così come oltre ai 35 °C la crescita è prossima allo zero e l'allegazione è fortemente compromessa dalla cascola fiorale. Possono provocare altresì danni periodi stagionali fortemente ventosi. Il fagiolino ha un basso potere calorico (17 Kcal. per 100 g. di sostanza) ed è molto ricco di fibra alimentare che favorisce il transito intestinale. Gli aspetti botaniche le esigenze ambientali sono le stesse che sono state descritte per il fagiolo. I canoni che determinano la scelta varietale sono vari. I legumi devono rientrare nelle tipologie adatte alla trasformazione industriale, appertizzato o surgelato. In tal senso è particolarmente apprezzata l'uniformità nel colore e nella lunghezza dei baccelli, che devono essere di sezione rotonda, con apice diritto e senza filo. Per ottenere un prodotto di qualità i legumi devono poi presentare tolleranza alla marcatura del seme ed agli aborti seminali e bassa suscettibilità alla sovra maturazione ed alla disidratazione. Una buona vigoria facilita la raccolta meccanica; in più, la pianta deve avere portamento eretto, buona tolleranza ad allettamento, rusticità e tolleranza alla cascola floreale. La produzione deve essere inserita nella parte alta in modo da essere più facile da raggiungere. I baccelli devono essere lunghi (10 -12 cm x industria e da 12 a 15 cm da mercato), diritti e di colore verde medio scuro per il mercato e medio chiaro per l'industria; non devono toccare la terra. Rimane fondamentale, comunque, per avere una buona produzione la corretta irrigazione: è consigliato l'utilizzo degli sprinkler che permettono di razionalizzare l'utilizzo dell'acqua, bagnare uniformemente e non compattare il terreno come altrimenti spesso succede con l'utilizzo del rotolone con cannone. Inoltre, consentono anche di fare irrigazioni di soccorso contro le alte temperature. Lo stadio ottimale di maturazione coincide generalmente con il raggiungimento, nella sezione

longitudinale del legume, di un rapporto pari a 1 fra lunghezza del seme e lunghezza dello spazio interseme.

Nello specifico caso del sistema consociato complesso Agrivoltaico su questa coltura saranno applicate tutte le tecniche agronomiche concepite in un approccio agroecologico indirizzate a ottenere una condizione di elevati livelli di sostenibilità, intesa in termini dei tre principali pilastri su cui si fonda, e miglioramento dei livelli di qualità del suolo. In particolare, le lavorazioni del suolo in modo ridotte, gli interventi fitosanitari tese a controllare patogeni e insetti solo in caso di reale necessità, il controllo delle erbe infestanti effettuato con metodi non chimici, gli interventi di irrigazione sono previsti in situazione di necessità come soccorso.

In relazione alle ipotetiche varietà da adottare, per il finocchio bisogna decidere di volta in volta in funzione delle caratteristiche richieste dal mercato.

## ESSENZE PER LA MITIGAZIONE VISIVA DELL'IMPIANTO

Lungo tutto il perimetro dell'impianto sarà presente una fascia di mitigazione visiva. Come indicata nella mappa seguente nella zona perimetrale delle particelle 162, 156 e 66 saranno impiantati gli ulivi provenienti dall'uliveto sito nelle particelle 115 e 116. (Vedi Relazione Specie di pregio). La distanza tra gli ulivi sarà di circa 6 m, questo sesto d'impianto permetterà non solo una mitigazione visiva ma al contempo farà in modo che l'impianto possa fondersi con il paesaggio. Gli ulivi saranno coltivati per mantenerne la produttività.

### *Olivo*

L'olivo (*Olea europaea*), è un albero sempreverde originario delle regioni mediterranee. È ampiamente coltivato per i suoi frutti, le olive, e per l'olio d'oliva che se ne ricava.

L'olivo può raggiungere un'altezza compresa tra i 5 e i 15 metri, ma spesso viene potato per mantenere una forma più bassa e compatta, facilitando così la raccolta delle olive. Ha un tronco robusto e la corteccia è di colore grigio-marrone, con un aspetto rugoso.

Le foglie dell'olivo sono strette, lanceolate e di colore verde argenteo sulla parte superiore, mentre sulla parte inferiore sono coperte da una sottile peluria bianca. Questa caratteristica conferisce all'albero un aspetto argentato molto distintivo.

L'olivo è una pianta longeva, che può vivere anche centinaia di anni. I suoi frutti, le olive, sono drupe di forma ovale o sferica, di dimensioni variabili, generalmente di colore verde quando sono immature e nero-viola quando sono mature. Le olive sono raccolte durante l'autunno e l'inverno e vengono utilizzate principalmente per produrre olio d'oliva, ma anche come ingredienti in molti piatti mediterranei.

L'olio d'oliva prodotto dalle olive è apprezzato per il suo sapore distintivo e le sue proprietà benefiche per la salute. È una componente fondamentale della dieta mediterranea ed è ricco di acidi grassi monoinsaturi, antiossidanti e vitamina E.

L'olivo prospera in climi mediterranei, con estati calde e inverni miti. È tollerante al caldo e alla siccità, ma ha bisogno di un periodo di freddo invernale per la corretta maturazione dei frutti.

Il terreno ideale per l'olivo è ben drenato e leggermente alcalino, con un pH compreso tra 6 e 8. Evitare terreni pesanti e argillosi, in quanto possono causare ristagni idrici che danneggiano le radici. Tali caratteristiche lo rendono perfetto per essere usato come fascia di mitigazione nell'area oggetto del progetto.



Olivi

### *Oleandro*

L' Oleandro (*Nerium oleandrum*), essenza sempreverde tipica della macchia mediterranea e coltivata in tutta la penisola Italiana.

L'oleandro è una specie termofila ed eliofila, abbastanza rustica. Ha caratteri xerofitici dovuti alla modificazione degli stomi fogliari che gli permettono di resistere a lunghi periodi di siccità. Teme il freddo, pertanto in ambienti freddi fuori dalla sua zona fitoclimatica deve essere posto in luoghi riparati e soleggiati.

Grazie al suo portamento, l'oleandro, si presta alla creazione di siepi sempreverdi a bassa manutenzione.



Esempio di fascia di mitigazione con siepe di Oleandro

## PIANO COLTURALE

Premesso che la scelta del piano colturale verrà effettuato anno per anno in base alle esigenze di mercato, di seguito verranno indicate diversi piani colturali a titolo esplicativo, tenendo conto della pratica della rotazione atta a preservare la fertilità del terreno e una maggiore produttività delle colture nel tempo. Nel caso dell'impianto in oggetto sono stati individuati due soluzioni in base alla disponibilità di acqua per l'irrigazione. In prossimità degli appezzamenti sono presenti dei vasconi di accumulo di acqua piovana, previo accordo con i proprietari essi potranno essere usati per l'irrigazione per la coltivazione delle colture elencate negli esempi di rotazione.

### Esempi di rotazione

IPOTESI A - IRRIGUO	
ANNO	SPECIE COLTIVATA
1	ASPARAGO
2	ASPARAGO
3	ASPARAGO
4	ASPARAGO
4	VECCIA
5	POMODORO
5	TRIFOGLIO
6	ASPARAGO
7	ASPARAGO
8	ASPARAGO
9	ASPARAGO
9	ZUCCHINI

IPOTESI B - IRRIGUO	
ANNO	SPECIE COLTIVATA
1	CARCIOFO
2	CARCIOFO
3	CARCIOFO
4	CARCIOFO
4	ZUCCHINI
5	ASPARAGO
6	ASPARAGO
7	ASPARAGO
8	ASPARAGO
8	VECCIA
9	POMODORO
9	TRIFOGLIO

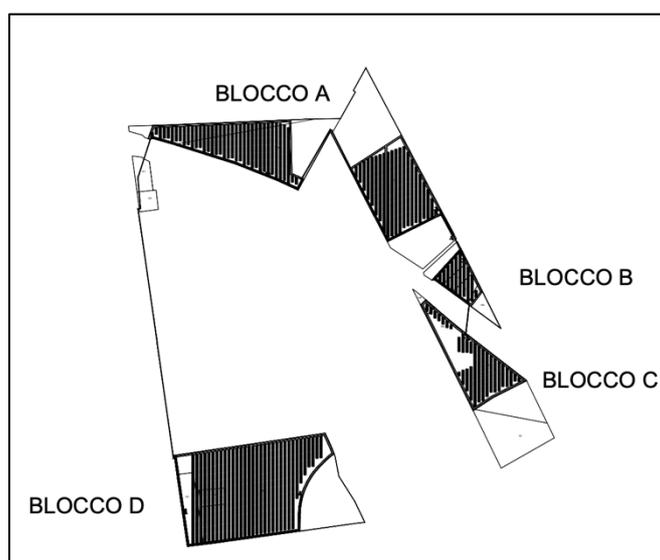
IPOTESI C - IRRIGUO	
ANNO	SPECIE COLTIVATA
1	ZUCCHINI
2	PISELLO
3	POMODORO
4	CAVOLFIORE
5	FINOCCHIO
6	FAGIOLINO
IPOTESI D – ASCIUTTA*	
ANNO	SPECIE COLTIVATA
1	FRUMENTO
2	FRUMENTO
3	COLTURA FORAGGERA
4	ORZO

\*Rotazione quadriennale basata sulle linee guida della regione Puglia

## VERIFICA DEI REQUISITI DETTATI DALLE LINEE GUIDA IN MATERIA DI IMPIANTI AGROVOLTAICI

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

L'impianto nella sua interezza è stato suddiviso in 4 blocchi e l'analisi per la verifica del REQUISITO A è stata condotta per ogni singolo blocco



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

Valori espressi in m <sup>2</sup>	Sup. Totale Lorda	Sup. Agricola	70% S Tot	S. Agr. ≥ 70% S. Tot
Blocco A	73.950	68.960	51.765	Req. A1 Soddisfatto
Blocco B	7.837	6.847	5.486	Req. A1 Soddisfatto
Blocco C	17.920	15.905	12.544	Req. A1 Soddisfatto
Blocco D	56.369	52.884	39.458	Req. A1 Soddisfatto
<b>TOTALE</b>	<b>156.076</b>	<b>144.596</b>	<b>109.253</b>	Req. A1 Soddisfatto

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

Il valore del LAOR, per soddisfare il requisito A2, deve essere inferiore al 40%

### BLOCCO A

Moduli da 900 W (1700 x 2600 mm)

Superficie singolo modulo (1700 x 2600 mm) = 4,42 mq

Densità dei Moduli mq/kW = 1000W / 900W = 1,11 moduli x 4,42 mq = 4,90 mq/kW

Superficie totale moduli mq/ha = 659 kW x 4,90 mq/kW = 3.229,10 mq/ha

LAOR = 3.229,10 / 100 = 32,29 %

## BLOCCO B

Moduli da 900 W (1700 x 2600 mm)

Superficie singolo modulo (1700 x 2600 mm)= 4,42 mq

Densità dei Moduli mq/kW =  $1000W / 900W = 1,11$  moduli x 4,42 mq = 4,90 mq/kW

Superficie totale moduli mq/ha = 716 kW x 4,90 mq/kW = 3.508,40 mq/ha

LAOR =  $3.508,40 / 100 = 35,08 \%$

## BLOCCO C

Moduli da 900 W (1700 x 2600 mm)

Superficie singolo modulo (1700 x 2600 mm)= 4,42 mq

Densità dei Moduli mq/kW =  $1000W / 900W = 1,11$  moduli x 4,42 mq = 4,90 mq/kW

Superficie totale moduli mq/ha = 690 kW x 4,90 mq/kW = 3.381,00 mq/ha

LAOR =  $3.381,00 / 100 = 33,81 \%$

## BLOCCO D

Moduli da 900 W (1700 x 2600 mm)

Superficie singolo modulo (1700 x 2600 mm)= 4,42 mq

Densità dei Moduli mq/kW =  $1000W / 900W = 1,11$  moduli x 4,42 mq = 4,90 mq/kW

Superficie totale moduli mq/ha = 810 kW x 4,90 mq/kW = 3.969,00 mq/ha

LAOR =  $3.969,00 / 100 = 39,69 \%$

	LAOR impianto	LAOR imp. ≤ 40%
Blocco A	32,29%	Req. A2 Soddisfatto
Blocco B	35,08%	Req. A2 Soddisfatto
Blocco C	33,81%	Req. A2 Soddisfatto
Blocco D	39,69%	Req. A2 Soddisfatto

REQUISITO B: Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica dell'impianto, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli

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

#### **a) L'esistenza e la resa della coltivazione**

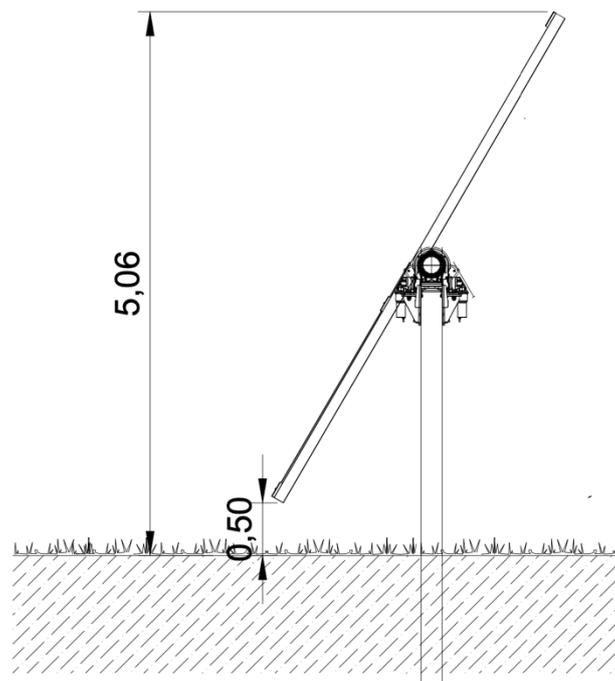
In base alla coltivazione che si effettuerà un confronto basato sulla PLV degli anni precedenti in caso di coltivazione già o in alternativa, in caso di cambio di specie coltivata si farà una comparazione con le produzioni medie dell'area.

#### **b) Il mantenimento dell'indirizzo produttivo**

L'indirizzo produttivo attuale è quello definibile come SEMINATIVO IN ASCIUTTA o ORTTIVO (in caso di coltura irrigua), le coltivazioni delle annate agrarie precedenti sono state seminativi (Frumento) e colture foraggere per il rispetto della rotazione. Tale indirizzo verrà mantenuto assicurando la continuità colturale nel rispetto delle norme della Buona Pratica Agricola.

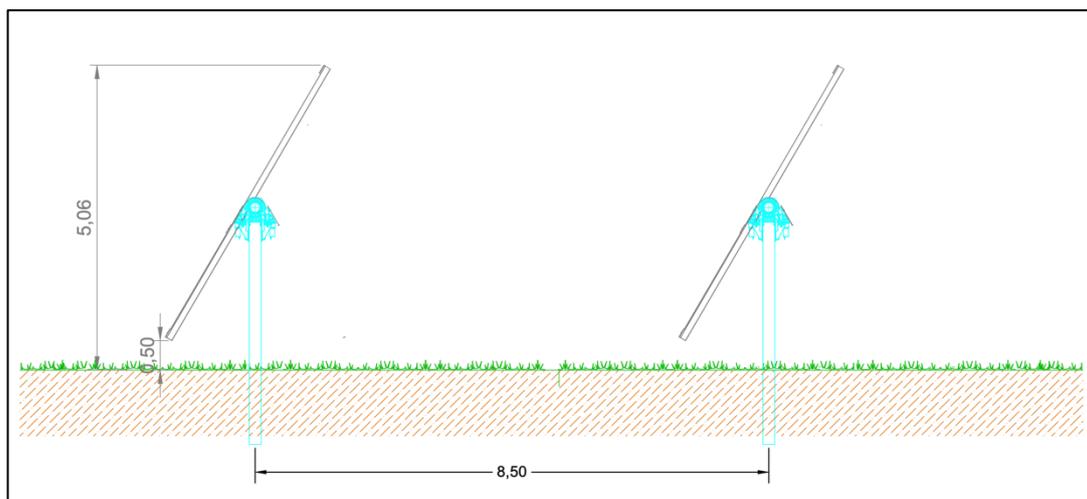
REQUISITO C: l'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra

L'altezza media del modulo tra il terreno e le estremità superiore e inferiore alla massima inclinazione è di 2,78 metri come si evidenzia dalla figura sottostante.



Particolare del modulo in inclinazione massima

Di conseguenza si può ritenere soddisfatto il requisito C che fissa l'altezza media dei moduli su strutture mobili a 2,1 m per consentire la meccanizzazione delle aree sottostanti i pannelli per gli impianti di tipo 1 e 3.



In verde la fascia coltivabile

## REQUISITO D.1 Monitoraggio del risparmio idrico

In caso della scelta dell'imprenditore agricolo verterà sulle colture irrigue verranno adottate tecniche irrigue a basso consumo di acqua. A fine annate agraria verrà calcolato il consumo totale di acqua destinato all'irrigazione e comparato con le stesse colture presenti nelle aree dove non sono installati i pannelli fotovoltaici.

## REQUISITO D2: Monitoraggio della continuità agricola

Gli elementi da monitorare nel corso della vita dell'impianto sono:

1. l'esistenza e la resa della coltivazione;
2. il mantenimento dell'indirizzo produttivo;

A tal scopo verrà redatta una relazione da un tecnico agronomo o perito agrario nella quale verranno indicate le buone pratiche agricole (disciplinare di coltivazione al fine di guidare l'imprenditore agricolo nella coltivazione sostenibile delle essenze).

Inoltre, ogni anno verrà redatta una perizia asseverata da un tecnico competente dove verrà indicato il piano di coltivazione per l'anno successivo e la resa dell'anno precedente. In questo modo si potrà facilmente monitorare il mantenimento dell'indirizzo produttivo e, al contempo, la coltivazione dell'anno precedente. Di conseguenza si potrà creare un database per evidenziare la differenza di produttività dei sistemi agrovoltai in confronto alle colture tradizionali in pieno campo.

Nell'area d'impianto attualmente si coltivano in rotazione colture seminatrici foraggere e ortive, tale indirizzo produttivo verrà mantenuto attraverso la coltivazione di ortaggi in rotazione con seminatrici e foraggere, come esposto nei paragrafi precedenti.

## CONCLUSIONI

L'impianto Agrivoltaico combina, su una stessa superficie di suolo, colture adeguatamente progettate e strutturate e pannelli fotovoltaici dinamici al fine di ottimizzare le potenzialità del territorio senza determinare impatti negativi agli ecosistemi e agroecosistemi territoriali. Affrontando la necessità di strumenti agricoli efficienti per combattere gli effetti dei cambiamenti climatici, il sistema dinamico Agrivoltaico mira a fornire benefici reciproci ed equilibrati tra produzione di cibo e produzione di energia. I pannelli solari funzionano in tempo reale adattando la loro posizione alle esigenze di intercettare la radiazione solare e alle esigenze agronomiche che si manifestano durante il ciclo vegetativo delle colture. Questa soluzione ha un impatto positivo sulle produzioni delle colture, sul consumo di acqua e sulla qualità del raccolto, fornendo al contempo capacità di produzione di energia. Il "sistema consociato complesso" così strutturato non determina conflitti di uso del suolo tra produzione agraria e produzione di energia, consentendo il posizionamento delle strutture fotovoltaiche su terreni di qualità in cui si realizza comunque la produzione agroalimentare in modo sostenibile. Pertanto, il sistema Agrivoltaico correttamente progettato può rispondere alle principali sfide di gestione sostenibile. È importante tenere in considerazione la rotazione e la struttura delle colture prima dell'installazione dell'impianto Agrivoltaico per garantire la sostenibilità del sistema consociato complesso. Ogni coltura decisa prima della costruzione dell'impianto fotovoltaico deve rispettare i criteri qui menzionati.

In questo caso per la progettazione dell'intero sistema sono state prese in considerazione, analizzate e studiate innanzitutto le componenti abiotiche (suolo e clima) presenti nell'area di intervento al fine di comprendere le possibili soluzioni di specie coltivate da inserire. Quindi, una volta individuato il ventaglio di specie vegetali sono state identificate le migliori soluzioni varietali per le specie più adeguate all'ambiente oggetto di intervento. Conseguentemente, attraverso una analisi tecnico-scientifica è stata modellizzata la struttura delle singole componenti che andranno a costituire l'intero sistema consociato complesso. La gestione prevista di tutte le specie coltivate dovrà essere con i principi dell'agricoltura sostenibile (biologica o integrata).

Alanno, li 24 MAGGIO 2023

In fede

