

PROVVEDIMENTO UNICO AMBIENTALE (P.U.A.)

(Art. 23 del D.Lgs 152/2006 e s.m.i.)

REGIONE LAZIO – PROVINCIA VITERBO – COMUNE VETRALLA



BIO Soc. Agricola srl

VIALE CAMILLO BENSO CONTE DI CAVOUR, 136 - SIENA - 53100

P.I. 01483240527

PROGETTISTI INCARICATI

Ing. Anna Rita PETROSELLI PhD

Studio Tecnico Via Genova, 24 – VITERBO (VT) –

CF: PTRNRT70E70M082A P.IVA 01387780560

Cell. 335 6104533

e-mail: annarita.petroselli@gmail.com

Pec: annarita.petroselli@ingpec.eu

Iscrizione Ordine Ingegneri Viterbo n. A976a

FRANCESCO FUNARO AGRONOMO

Via F. Alunni Pierucci, 39

06132 Perugia

Cell. 333 4941143

e-mail: francesco.funaro@gmail.com

Ing Fernando FAUSTO

C.F:FSTFNN57T31E330F

presso UNICABLE srl via delle Genziane 12 Castiglione del lago (PG)

tel 0756976354 cell 3382721657

mail: fernando@unicableimpianti.it

pec: unicablesrl@pec.it

iscrizione ordine ingg Perugia A859

ELABORATO

RELAZIONE AGRONOMICA



CODICE BIO-CIN-INT010	SCALA	STATO INTEGRAZIONE	DATA 19/06/2023	REV. 00
---------------------------------	-------	------------------------------	---------------------------	-------------------

SOMMARIO

1. DESCRIZIONE DEL PROGETTO	2
2. ATTIVITÀ COLTURALE PREVISTE.....	4
3. TECNICA DI COLTIVAZIONE STANDARD	5
4. ESIGENZE AMBIENTALI	6
5. VARIETÀ	6
6. TECNICA COLTURALE	6
7. RACCOLTA E CONSERVAZIONE.....	7
8. AVVERSITÀ E PARASSITI	8
9. ALTERNATIVA COLTURALE	8
10. TECNICA DI COLTIVAZIONE STANDARD.....	10
11. CARATTERI BOTANICI.....	10
12. TECNICA COLTURALE.....	11
12.1. PREPARAZIONE DEL TERRENO	12
12.2. IMPIANTO DELLA ASPARAGINE	12
12.3. PRODUZIONE DELLE ZAMPE	12
12.4. CONCIMAZIONE.....	13
12.5. TECNICHE DI PRODUZIONE TRADIZIONALE.....	13
12.6. TECNICHE DI FORZATURA	14
12.7. RACCOLTA, PRODUZIONE E CONSERVAZIONE	15
12.8. AVVERSITÀ ATMOSFERICHE.....	16
13. CONFRONTO TRA LE COLTURE E ALTRE ALTERNATIVE	17
13.1. ALTERNATIVA COLTURALE.....	17
14. EFFETTI MICROCLIMATICI E SULLE PIANTE NEL SISTEMA AGRIVOLTAICI.....	17
14.1. RADIAZIONE SOLARE.....	18
14.2. EVAPOTRASPIRAZIONE	21
15. ESPERIENZE DI COLTIVAZIONE IN CONDIZIONE DI OMBREGGIATURA.....	21
16. SUPERFICIE AGRICOLA INTERESSATA DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO	22
16.1. STATO ATTUALE DELLA	22
16.2. COLTIVAZIONE FUTURA	22
16.3. INTEGRAZIONE CULTURA – FOTOVOLTAICO.....	23
17. SOSTENIBILITÀ ECONOMICA DELL'ATTIVITÀ AGRICOLA	24
18. GESTIONE IDRAULICA E IRRIGUA.....	25
19. CONCLUSIONI	25

1. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

La superficie interessata dal progetto agri-voltaico è un terreno agricolo situato nel Comune di Vetralla in provincia di Viterbo che si estenderà su una superficie di circa 67,35 ettari circa attualmente coltivata con colture estensive di prato naturale e cerealicole, di cui 33,72 liberi da ogni vincolo.

I riferimenti catastali sono comune di Vetralla(VT) fg. 40 part 257, fg. 41 part 386-389, fg. 55 part 263 del NCT.

Il progetto di riqualificazione aziendale riguarda la realizzazione di un impianto agrovoltaico a terra a inseguimento solare, organizzato in filari nord-sud ben distanziati (interfila 8,00 m) per consentire la coltivazione nell'interfilare. Le ali fotovoltaiche, che presentano movimentazione est-ovest, sono incernierate a 2 m di altezza su piloni semplicemente inseriti nel terreno. Tali piloni sono agevolmente rimovibili a fine vita dell'impianto e non determinano alcun impatto residuo sul terreno agricolo.

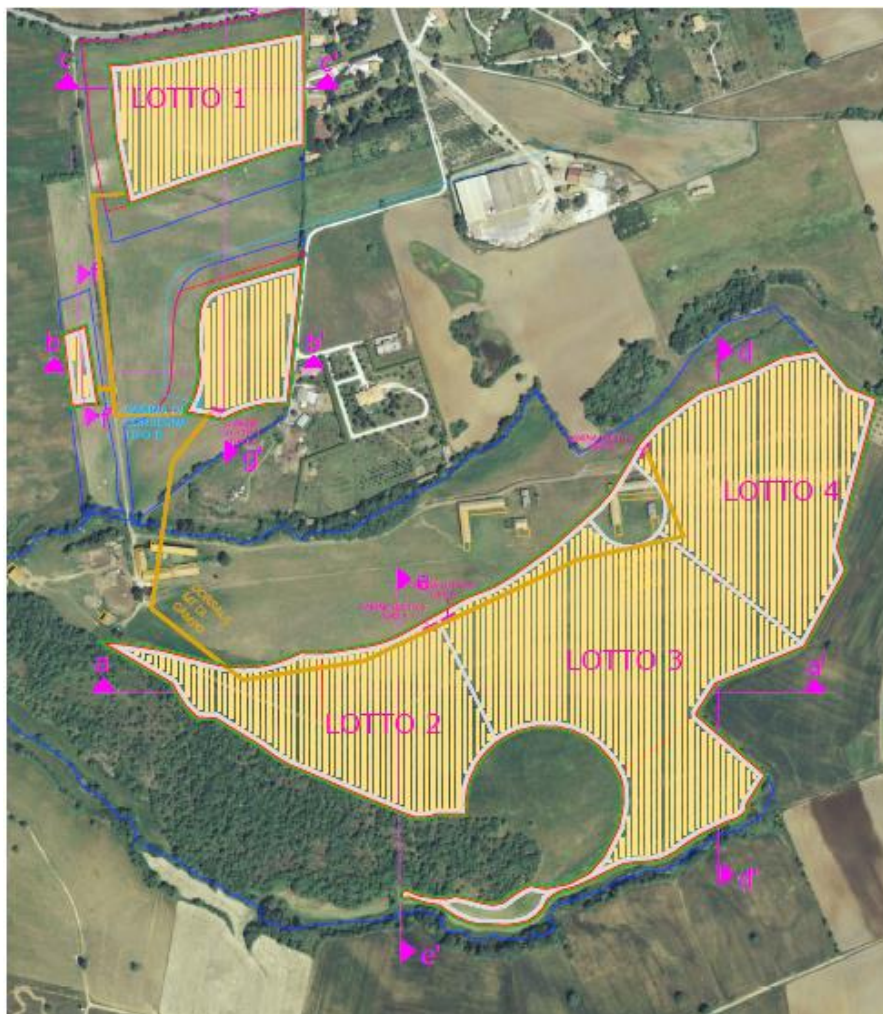


Figure 1 Localizzazione impianto

Si tratta di un impianto fotovoltaico di ultima generazione che, per le sue caratteristiche costruttive, ha un impatto limitato sul suolo agricolo, consentendo il contemporaneo esercizio conveniente dell'agricoltura e la produzione di energia elettrica rinnovabile. Tale caratteristica permette di classificare l'impianto come agri-voltaico.

Considerati i dati progettuali, la copertura fotovoltaica lascia tra i filari una zona priva di ingombro (in proiezione verticale) di larghezza variabile in funzione dell'orario del giorno, da un minimo di 5,50 m (mezzogiorno, ora solare) a un massimo di 6,00 m (alba e tramonto), ovvero variabile dal 64,7% al 70,6%.

La fascia libera tra le file consente quindi la necessaria movimentazione dei mezzi meccanici per la gestione delle ordinarie attività di coltivazione del terreno.

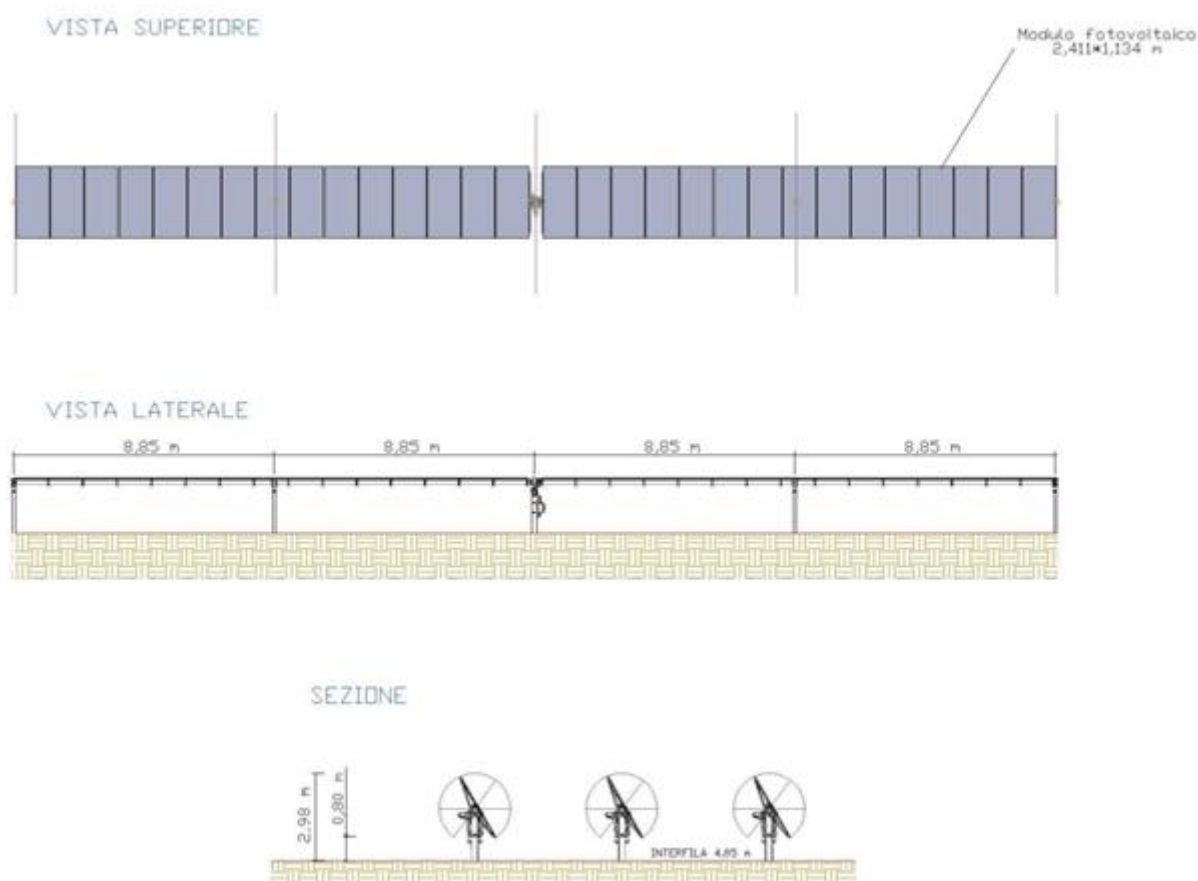


Figure 2 Sezione trasversale impianto agrivoltaico

È possibile tuttavia la coltivazione dell'intera superficie, oltre quella abbinata a fotovoltaico, e la valorizzazione dell'agroecosistema attraverso una opportuna scelta delle colture.

2. ATTIVITÀ COLTURALE PREVISTE

Il progetto infatti prevede due coltivazioni ortive, di cui una, l'aglio.

Già qualora coltivato a pieno campo è disposto in strisce di 4 metri di larghezza intervallate da circa 2 metri di terreno non coltivato, e disponibile per le operazioni e il transito.

Di seguito la scheda tecnica:

Nome scientifico: **Allium sativum**

- Famiglia: Liliaceae.
- Terreno ideale: preferibilmente leggero e drenante ma si adatta bene anche a terreni poveri.
- pH ideale: leggermente acido compreso, tra 6 – 7.
- Preparazione del terreno: vangatura o aratura a 15 – 20 cm.
- Concimazione: non particolarmente esigente, ama terreni ricchi di zolfo.
- Quando seminare: novembre – gennaio – febbraio direttamente in pieno campo.
- Come seminare: interrando leggermente gli spicchi con la punta rivolta verso l'alto.
- Quando trapiantare: non necessita di trapianto.
- Clima ideale: mite, con estati calde. Sopporta temperature fino a -15 °C.
- Esposizione solare: sole moderato.
- Sesto d'impianto: 10 – 15 cm tra le piantine e 20 – 25 cm tra le file.
- Sostegni: non necessari.
- Mantenimento: tenere libere le piante dalle erbe infestanti.
- Potatura: non necessaria.
- Irrigazione: scarso fabbisogno idrico; non irrigare per tutto il mese che precede la raccolta.
- Rincalzatura: non necessaria. Si può smuovere il terreno circostante le piante per sfavorire le infestanti.
- Pacciamatura: sconsigliata, essendo una bulbosa ama sentire il terreno spesso asciutto.
- Rotazione colturale: non coltivare dove l'anno precedente è stato coltivato aglio, porro, cipolle.
- Consociazioni consigliate: insalata, pomodori, ravanelli, cavoli, sedano, carote, peperone, cetriolo spinaci.
- Consociazioni sconsigliate: piselli.
- Avversità principali: ruggine, fusariosi, marciume dei bulbi, muffa bianca, peronospera.
- Insetti e parassiti: mosca dell'aglio, nematodi.

- Quando raccogliere: generalmente 5 – 6 mesi dopo la messa a dimora, quando lo stelo della pianta si è seccato.
- Conservazione: far asciugare al sole per 2 giorni le teste d'aglio e conservarle in ambiente asciutto e fresco anche per svariati mesi, preferibilmente appeso a trecce.

L'aglio si presta bene alla coltivazione interfila e il terreno a Casal Gabriella è adatto per composizione e PH.



Figure 3 Piantagione di aglio

3. TECNICA DI COLTIVAZIONE STANDARD

L'aglio (*Allium sativum* L.) appartiene alla famiglia delle Liliaceae. Alcuni studiosi, per la forma dell'infiorescenza, la inseriscono, come la cipolla, nella famiglia delle Amarillidaceae.

È una pianta erbacea perenne alta fino a un metro; da adulta presenta 40-60 radici cordiformi e superficiali, che interessano i primi 30 centimetri di terreno.

Le foglie sono basali, amplessicauli e, diversamente da quelle della cipolla, non fungono, in seguito, da organi di riserva. Quella più esterna avvolge la precedente per circa 10 centimetri, valore che aumenta via via

che ci si sposta verso l'interno. Lo scapo florale è cilindrico, pieno, lungo 40-80 cm e porta alla sommità un'infiorescenza a ombrella avvolta da una spatula appuntita.

I fiori, in numero variabile e portati su un lungo ed sottile peduncolo, sono bianchi, rosei o porporini, spesso frammisti a bulbilli derivati dalla metamorfosi di gemme fiorali. Ogni fiore presenta 6 tepali, persistenti nel frutto, 6 stami e un ovario triloculare, uno stilo diritto e filiforme e uno stigma intero. Dalla fecondazione si origina una capsula, che raramente contiene semi.

I veri organi di propagazione sono gli spicchi o bulbilli, che presentano la faccia dorsale convessa; questi, a gruppi di 5-20, sono inseriti direttamente sul fusto, ridotto a un dischetto e detto corno, e formano il bulbo o capo o testa. Questo è avvolto da una serie di foglie metamorfosate, dette tuniche sterili, con funzione protettiva. Il peso medio di un bulbo può andare da un minimo di 20 grammi a un massimo di oltre 150 g.

Una volta raccolta, i bulbilli non germogliano subito, ma necessitano di un certo periodo di dormienza. Per prolungare questo periodo è necessario conservare i medesimi a una temperatura di 0°C oppure a valori superiori a 18°C, mentre per abbreviarlo occorre conservarli a 5-10°C.

4. ESIGENZE AMBIENTALI

L'aglio predilige terreni sciolti, anche non fertili, con buona tessitura e struttura, in grado di garantire un rapido smaltimento delle acque piovane, anche in considerazione del periodo in cui viene spesso coltivata (dall'autunno all'inizio dell'estate).

5. VARIETÀ

Riguardo al materiale coltivato, più che di varietà si tratta di ecotipi, più o meno omogenei, ad esclusione del "Rosso di Sulmona", che sembra essere l'unica varietà italiana in grado di produrre, ogni anno, gli scapi fiorali che vanno, però, eliminati per tempo onde permettere la formazione dei bulbilli. Il materiale coltivato viene normalmente distinto in "agli bianchi" e "agli rossi"; a questi ultimi appartengono, tra l'altro, il citato "Rosso di Sulmona" e il "Rosso francese", mentre ai primi il "Bianco piacentino", quello più diffuso in Italia. Gli agli rossi, oltre che dalla differente colorazione, sono caratterizzati da un ciclo più breve di circa tre settimane e da bulbi più grossi.

6. TECNICA COLTURALE

L'aglio è una pianta perenne ma annua in coltura.

È considerato una pianta da rinnovo pur non necessitando di lavorazioni profonde.

L'aratura viene fatta normalmente a una profondità di 25-30 cm, seguita da una erpicatura o da una fresatura.

Molto spesso l'aglio segue il grano; non deve essere preceduto da cipolla, carota e da colture ortive. I bulbilli più grossi e sani devono essere interrati in autunno nelle zone a clima mite (per l'aglio rosa, da consumare fresco in primavera) e all'inizio della primavera nelle zone fredde e umide (e per l'aglio bianco che può essere conservato).

La messa a dimora dei bulbilli può essere manuale, nel qual caso vengono deposti con l'apice verso l'alto, a una profondità di circa 4-5 cm, a una distanza di 10-15 cm sulla fila e di 30-50 cm tra le file. Sempre più spesso si ricorre però alla "semina" meccanica.

Il trapianto deve essere preceduto, anche di pochi giorni, dalla separazione dei bulbilli dal dischetto, che può essere manuale o meccanica.

La concimazione dell'aglio è esclusivamente minerale; quella organica può causare gravi problemi e deve essere effettuata nella coltura precedente. Con una produzione di 10 t/ha di bulbi, la coltura asporta circa 100 kg di azoto, 28 kg di fosforo (anidride fosforica), 130 kg di potassio (potassa), 25 kg di calcio e 18 di magnesio. Il fosforo e il potassio vanno apportati durante la preparazione del terreno, mentre l'azoto va distribuito in copertura, in due interventi.

In genere l'aglio non richiede interventi irrigui in quanto la normale quantità di pioggia è sufficiente per soddisfare le esigenze della pianta. Ha bisogno di irrigazione solo in caso di prolungata siccità. Avendo un apparato radicale molto superficiale, eventuali sarchiature devono essere fatte con molta attenzione; per questo il controllo delle erbe infestanti si fa sempre più spesso impiegando erbicidi. Gli steli fiorali devono essere tagliati quando sono ancora in boccio per evitare che la pianta utilizzi per la fioritura le riserve contenute nel bulbo (in Italia difficilmente sale in fiore). Per accelerare la maturazione talora si ricorre alla torsione dello stelo.

7. RACCOLTA E CONSERVAZIONE

La raccolta, manuale o meccanica, viene eseguita estirpando le piante e lasciandole ad essiccare sul terreno per circa una settimana.

In seguito i bulbi vengono ripuliti dalle tuniche più esterne, sporche, rotte o annerite, si tagliano le radici e si fanno trecce di 20-30 bulbi, oppure si tagliano le foglie e si mettono i bulbi in contenitori.

La resa dell'aglio si aggira sui 80-120 quintali all'ettaro di bulbi. Devono essere conservati in luogo fresco e ventilato in cassette o appesi intrecciati nelle tipiche "reste". La miglior conservazione si ottiene in magazzini a 0°C e con il 70% di umidità relativa (fino a 6-7 mesi).

L'aglio può essere commercializzato sia allo stato fresco sia semisecco o secco.

I bulbilli vengono usati fin dall'antichità come condimento di cibi. Utilizzati, crudi, in insalate o aggiunti a sughi, stufati, piatti di pesce o verdure. Molto impiegati anche nella preparazione di insaccati (salame all'aglio) e nell'industria conserviera per antipasti sott'olio e sott'aceto.

Proprietà terapeutiche: antielmintiche contro gli ascaridi e gli ossiuri, ipotensive, espettoranti, digestive, carminative, antisettiche, ipoglicemizzanti.

Dall'aglio si può estrarre anche u olio (60 g da 100 kg di bulbi), di color giallo-bruno, contenente composti solforati tra cui il più importante è il bisolfuro di allile da cui si ottiene un battericida, l'allicina.

8. AVVERSITÀ E PARASSITI

Danni possono essere provocati da gelate e grandinate, oltre che da stress o carenze idriche. Tra i parassiti di tipo biotico si possono riscontrare alcuni virus (più dannoso è il virus del mosaico), micosi (peronospora, muffa grigia, elmintosporisi, ruggine, alternariosi, Aspergillus), insetti (Hylemia antiqua, Suilla lurida, Brachycerus albidentatus) e nematodi (Dytilenchus dipsaci).

9. ALTERNATIVA COLTURALE

In alternanza all'aglio, o anche insieme l'azienda Bio potrà coltivare l'asparago.

Quest'ultimo avendo un iter culturale più impegnativo, necessitando di più cura e quindi corse con mezzi meccanici potrà essere impiantato nei 35 ha aziendali non coperti dall'impianto fotovoltaico, più o meno perimetrali, e, limitatamente, nei filari delle particelle catastali poste nei fogli 40 e 41, dove la disponibilità di acqua da irrigazione è presente grazie a un pozzo.

Di seguito la scheda tecnica

Nome scientifico: *Asparagus officinalis*.

- Famiglia: Asparagaceae.
- Terreno ideale: leggero, drenante, sciolto.
- pH ideale: da 5,5 a 7.
- Preparazione del terreno: aratura o vangatura con conseguente preparazione delle baulature rialzate.
- Concimazione: abbondante il primo anno, con letame maturo o stallatico essiccato. Da ripetere ogni autunno – inverno. Ottima anche l'aggiunta di compost.
- Quando seminare: febbraio – marzo in semenzaio protetto.
- Come seminare: filari equidistanti

- Quando trapiantare: giugno.
- Clima ideale: mite, senza eccessi di caldo o di freddo; la pianta comunque ha una buona adattabilità climatica, favorita da zone d ombra variabili e ventilazione
- Esposizione solare: sole moderato.
- Sesto d’impianto: 30 – 35 cm tra le piante e 90 – 100 cm tra le file.
- Sostegni: non necessari.
- Mantenimento: sarchiature all’occorrenza.
- Potatura: in autunno, quando la pianta tende a seccare, si taglia tutta la parte aerea lasciando solo 7 – 8 cm di stelo.
- Irrigazione: bagnare frequentemente i primi 2 anni affinché l’apparato radicale si sviluppi adeguatamente; diminuire l’irrigazione gli anni successivi, mantenendo comunque una costante irrigazione nei mesi in cui la pianta vegeta.
- Rincalzatura: utile.
- Pacciamatura: utile, contrasta l’evaporazione dell’acqua dal suolo e mantiene l’aiuola maggiormente pulita da erbe infestanti.
- Rotazione colturale: si può preparare il terreno che ospiterà l’asparagina coltivando leguminose. Non iniziare l’asparagina dove l’anno precedente sono state coltivate patate. L’asparagina resterà sulla stessa parcella di terra mediamente 10 – 12 anni.
- Consociazioni consigliate: pomodoro, prezzemolo, lattuga, cetriolo.
- Consociazioni sconsigliate: nessuna.
- Avversità principali: ruggine, mal vinato, fusariosi.
- Insetti e parassiti: criocera dell’asparago, mosca della cipolla, afidi.
- Quando raccogliere: a partire dal terzo anno dalla messa a dimora; la raccolta avviene a scalare quando lo stelo raggiunge i 15 cm circa, recidendolo con l’apposito ferro qualche cm sotto terra.
- Conservazione: qualche giorno in frigorifero.



Figure 4 Piantazione di asparago

10. TECNICA DI COLTIVAZIONE STANDARD

L'Asparago è una pianta erbacea perenne forse originaria della Mesopotamia.

L'interesse per questa pianta come ortaggio risale all'antichità, ma sembra che solo verso la fine del Medio Evo abbia avuto inizio la sua coltivazione su larga scala. 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 Spagna, Francia, Germania e Italia, che presenta le maggiori rese unitarie.

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

11. CARATTERI BOTANICI

L'asparago appartiene alla famiglia delle Liliaceae, genere *Asparagus*, cui sono ascritte oltre 240 specie, tra cui la *officinalis* L.

L'apparato radicale è costituito da due tipi di radici:

- Principali: 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.
- Secondarie: fibrose e più sottili, sono presenti lungo le radici principali e specialmente nella parte terminale e hanno funzione di assorbimento.

L'asparago è una pianta dioica e l'impollinazione avviene ad opera di insetti.

In alcuni casi le piante maschili presentano fiori ermafroditi in grado di fruttificare.

I fiori sono posti in posizione ascellare, solitari, piccoli, giallo-verdastri. Dalla fecondazione si formano delle bacche globose (grandi come un pisello) che mature si presentano di color rosso vermiglio, contenenti 3-6 piccoli semi neri e duri (1.000 = 20 g.).

La pianta maschile è più vigorosa, precoce e produttiva rispetto a quella femminile, ma produce turioni più sottili.

Il turione: germoglio "carnoso" di taglie differenti.

I turioni iniziano ad accrescersi ed a svilupparsi alla fine dell'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).

Fuoriuscito dal terreno il turione si presenta con una forma allungata, più o meno spessa, e con la presenza di alcune foglioline caratterizzate dalla forma a scaglie.

Quando il turione non è ancora spuntato dal terreno esso è bianco, tozzo, con l'apice tondeggiante, mentre quando esce dalla terra diventa sempre più rosato fino a diventare violaceo e poi verde per effetto della fotosintesi.

12. TECNICA COLTURALE

Il ciclo dell'asparago presenta le seguenti fasi:

- allevamento (primi due anni), caratterizzato da un forte sviluppo vegetativo;
- produttività crescente (terzo e quarto anno) che corrisponde ai primi due anni di raccolta;
- produttività stabile (quarto e dodicesimo anno);
- produttività decrescente (dodicesimo e ventesimo anno).

L'asparago, per la sua permanenza nel terreno per più anni, non può essere inserito in una normale rotazione agraria, ma deve essere coltivato fuori rotazione; è considerato, comunque, una pianta miglioratrice per le profonde lavorazioni di cui necessita all'impianto, per le abbondanti concimazioni organiche e le ripetute sarchiature che richiede. Non è consigliabile far seguire l'asparago a se stesso, così come alla patata, alla medica, alla carota e alla barbabietola da zucchero, a causa dei violenti attacchi di rizottoniosi che si possono verificare in seguito; come colture precedenti sono da preferirsi i cereali vernini o anche il mais.

12.1. PREPARAZIONE DEL TERRENO

Va effettuata in autunno o, al massimo, nell'inverno precedente l'impianto dell'asparagiaia.

La lavorazione fondamentale è un'aratura a profondità di circa 60 cm. Con questa lavorazione viene incorporata anche la concimazione di fondo a base di sostanza organica (fino a 500 q.li/ha) e fertilizzanti. Successivamente si provvede ad 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.

12.2. IMPIANTO DELLA ASPARAGINE

L'impianto dell'asparagiaia può essere effettuato ricorrendo a diversi materiali, e precisamente:

- seme: la semina diretta è poco utilizzata in Italia in quanto il seme deve essere posto a una limitata profondità (1-2 cm) e in seguito il rizoma affiora velocemente dal terreno, con effetti negativi facilmente evidenziabili;
- zampe di uno o due anni: sono il materiale cui si ricorre nella tecnica tradizionale; le zampe possono essere messe a dimora sia in autunno, che all' inizio della primavera. Per la messa a dimora si deve creare sul fondo delle fosse un cuscinetto di letame, a sua volta coperto da un sottile strato di terra (2-3 cm), su cui vengono poste le zampe. Successivamente queste ultime vanno coperte con uno strato di terra fine (3-4 cm).
- plantule in cubetto dell'età di 60-70 giorni: 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. I vantaggi sono: elevata percentuale di attecchimento, riduzione della quantità di seme impiegato che rende più economico il ricorso a seme più costoso, contenimento dei costi d'impianto grazie all'uso di trapiantatrici meccaniche, utilizzo di materiale sano ottenuto su substrato inerte.

12.3. PRODUZIONE DELLE ZAMPE

La semina si esegue a marzo, raramente in giugno, in un terreno sciolto e sabbioso dove è possibile una maggiore raccolta di zampe. I semi vengono impiegati in ragioni 6-700 grammi per 100 metri quadrati di semenzaio (un grammo di semente contiene 50 semi).

Si spargono in solchetti tracciati alla distanza di 30-35 centimetri e profondi 3-4 centimetri che, dopo la semina, vengono coperti in modo da formare una "costa" esposta al sole; questo facilita il riscaldamento del terreno, stimolando la germinazione del seme.

Il seme viene sottoposto a disinfezione, e pre-germinazione, affidandolo poi al terreno appena appare l'apice del germinello. Se il semenzaio è ben curato, prima con una buona preparazione del terreno, poi con annaffiature, le zampe saranno pronte per l'impianto già nell' autunno.

12.4. CONCIMAZIONE

Come già detto, le esigenze nutritive dell' asparagiaia non sono trascurabili, soprattutto per quanto riguarda l'azoto e il potassio.

Trattandosi di coltura poliennale, risultano molto importanti sia gli apporti nutritivi di inizio coltura, sia quelli annuali. Con l'impianto viene previsto l'interramento di letame, o di pollina.

La concimazione annuale va effettuata per metà prima della ripresa vegetativa, e per metà al termine della raccolta dei turioni, dove sono previsti apporti differenziati a seconda dello sviluppo delle piante.

12.5. TECNICHE DI PRODUZIONE TRADIZIONALE

Dopo la piantagione bisogna avere molta cura che le piante attuino una vigorosa vegetazione, intervenendo, se necessario, per eliminare le erbe infestanti, gli attacchi di insetti e le eventuali malattie delle piante con mezzi manuali, meccanici o chimici.

Il diserbo chimico si esegue con modalità e con formulati diversi a seconda del materiale utilizzato per l'impianto e della fase in cui si trova l'asparagiaia.

Se la stagione in cui ci si trova è asciutta, sia per la scarsità di piogge, sia perché l' impianto è stato fatto su di un terreno sciolto, sarà utile un intervento di irrigazione, in genere nel periodo estivo, quando la raccolta è in via di completamento.

Al momento della levata delle piantine, sarà utile intervenire con concimazioni azotate o azoto-potassiche. In caso di attacchi da parte di insetti, si deve intervenire tempestivamente con insetticidi adeguati.

Nel periodo autunno-inverno, si attua il taglio dei fusti disseccati, lasciandone un piccolo pezzo, che servirà da segnale di riconoscimento per capire dove è posta la fila di zampe, per non danneggiarle con le successive lavorazioni, che saranno indispensabili, oltre per l'eliminazione delle malerbe, anche per evitare fenomeni di abbassamento di temperatura del suolo, o accumuli di umidità.

I fusti in precedenza tagliati vanno bruciati, per prevenire il pericolo di reinfezioni.

Contemporaneamente vengono distribuiti i concimi nelle quantità programmate, coperti poi con uno strato di terra di 4-5 cm, proveniente dal cumulo interfilare per un primo ricalzo delle zampe.

Durante il secondo anno vengono ripetute le stesse operazioni, e le piante vengono lasciate sviluppare liberamente senza essere sfruttate.

Alla fine del secondo ed inizio del terzo anno, le fosse vengono colmate.

Al terzo anno comincia lo sfruttamento dell'asparagiaia.

Se l'impianto è destinato alla produzione dell'asparago bianco, le file vengono ricalzate in modo da favorire l'imbiancamento. Nel caso dell'asparago verde il terreno viene lasciato in pari.

La prima raccolta dei turioni può essere effettuata nei mesi di marzo e aprile, e nel primo anno si può raggiungere una sessantina di giorni di produzione. Durante il periodo di raccolta si può rendere necessaria una fresatura leggera; per l'eliminazione delle infestanti si possono distribuire degli antigerminello o disseccanti (in questo caso l'intervento dovrà essere eseguito prima della raccolta dei turioni).

Finito il periodo di raccolta, vengono eseguite una serie di cure colturali (diserbo - chimico o meccanico, irrigazioni e concimazioni azotate (distribuite in tutto il periodo estivo).

Queste operazioni hanno lo scopo di stimolare la ripresa vegetativa, l'allungamento del rizoma, la formazione di nuovi gruppi di gemme apicali, e di un nuovo fascio di radici ricche di sostanze di riserva capaci, nella prossima stagione produttiva, di una abbondante produzione di turioni.

Durante l'autunno-inverno si tagliano i fusti aerei ormai secchi, e si procede fresando leggermente il terreno, facendo in modo di disfare le prode ed provvedendo nel contempo all'interramento del concime.

Negli anni successivi le operazioni andranno ripetute con le stesse frequenze e modalità.

Prima dell'inizio della raccolta, si ripristinano le prode (se è previsto dalla coltura in atto), si irrorano e si interra il diserbante (antigerminello). Queste operazioni vengono effettuate per l'intera durata della coltura (circa 10-12 anni).

12.6. TECNICHE DI FORZATURA

La coltura forzata viene eseguita per la produzione di particolari asparagi, i quali possiedono delle sfumature di colore (ne sono un esempio gli asparagi di Albenga che hanno una sfumatura violacea sul colore bianco dell'asparago).

Per attuare questa coltura viene impiegata una pacciamatura di cascame di cotone che, bagnato con acqua, fermenta sviluppando del calore, necessario per provocare il risveglio delle zampe e l'emissione dei turioni. Sull'asparagiaia di due anni, preparata con impianto molto denso e con irrigazioni e concimazioni abbondanti,

viene posto uno strato di cascame di cotone. Lo strato di cascame si dovrà presentare con una altezza di circa 25-30 cm, poi adeguatamente bagnato e pressato, a seconda della temperatura che si desidera raggiungere. Nel periodo più freddo e piovoso si può montare una serra mobile sopra l' asparagiaia precedentemente preparata.

Si inizia la bagnatura del cascame, affinché venga attuata la fermentazione, si aumenta o si diminuisce la sua pressatura in modo da raggiungere una temperatura di 18-20°C.

La raccolta viene effettuata appena i turioni spuntano in superficie, così si presentano di colore bianco, o bianchi con sfumature di viola all'apice.

Oggi è stato messo in atto un altro tipo di forzatura: il terreno viene riscaldato grazie a dei tubi di materiale plastico, posti alla stessa profondità delle zampe, e all'interno viene fatta circolare dell' acqua a 30-40°C; viene inoltre realizzata la copertura con tunnel.

Una delle più importanti tecniche di forzatura è la pacciamatura con film plastici, che riscaldano gli strati superficiali del terreno favorendo così un' anticipata produzione.

La pacciamatura con film nero è utile anche per l'imbiancamento dei turioni.

12.7. RACCOLTA, PRODUZIONE E CONSERVAZIONE

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 30 a 140 q.li/ha).

La raccolta dei turioni è a scalare (giornalmente o a giorni alterni) nella coltura ordinaria e si esegue manualmente, con l'uso di un coltello a sgorbia, appena il turione è emerso per 10-12 cm o, nel caso dell'asparago bianco, appena spunta dalla baulatura.

La raccolta meccanica può essere effettuata impiegando macchine agevolatrici, che portano i raccoglitori e permettono loro di lavorare seduti.

Esistono anche macchine per la raccolta integrale, che tagliano i turioni ad una certa profondità, li sollevano e li convogliano su nastri trasportatori, per poi scaricarli in appositi contenitori. Il prodotto raccolto con questi macchinari è destinato soprattutto all' industria conserviera, perché i turioni non si presentano con una forma ottimale.

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, 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.

Il prodotto deperisce molto rapidamente e pertanto è indispensabile abbassarne al più presto la temperatura per aumentarne la conservabilità. A tale scopo si ricorre sempre più spesso all'idrorefrigerazione, immergendo i turioni in acqua a 0,5-1°C.

Il prodotto può essere destinato sia al consumo fresco che all'industria; in quest'ultimo caso può essere surgelato oppure inscatolato e cotto a vapore.

12.8. AVVERSITÀ ATMOSFERICHE

Molto dannose sono le basse temperature e le piogge, che possono ritardare o bloccare la raccolta, con la perdita del prodotto. E' molto importante inoltre mantenere la temperatura minima ottimale per la crescita dei turioni durante il periodo di raccolta; le grandinate non danno gravi problemi in primavera in quanto sono rare, mentre in estate possono provocare danni sulla produzione dell' anno successivo. Un altro fattore negativo è il vento, che può provocare, specialmente nei terreni sabbiosi, danni per abrasione ai turioni in quanto può esservi il trasporto di sabbia.

Virosi

I più diffusi in Italia sono: Virus del mosaico e Virus 1 e 2.

Micosi

- Rizoctonia: può infettare l'asparago sia in vivaio che in pieno campo;
- Fusariosi: questa malattia fungina si nota alla raccolta dei turioni, perché si presentano in numero ridotto e con qualità pessime;
- Marciume basale: è determinato da varie specie del genere Phytophthora;
- Stemfiliosi o Bruciatura estiva: provoca ingiallimento della pianta, con successivo imbrunimento e disseccamento, tanto da sembrare bruciate;
- Ruggine: si manifesta con macchie ovali, allungate, giallastre che compaiono in primavera. In estate sulle foglie e sui rami si ritrovano i sintomi più comuni, e cioè delle pustole con masse polverulente, rossastre. Le infezioni di ruggine possono produrre danni molto gravi che consistono nel disseccamento parziale o totale delle parti aeree della pianta, con diminuzione della vegetazione e con perdita di vitalità delle zampe.

Parassiti animali

Gli attacchi di insetti non sono molto sentiti in questa coltura, ma quelli più importanti e quindi da tenere sotto controllo sono: Afidi e Mosca dell'asparago. L'attacco dei primi provoca una malformazione strutturale della pianta, e cioè internodi ravvicinati, aspetto cespuglioso; la Mosca dell'asparago è un' insetto presente da fine di aprile a giugno, che depone le uova tra i tessuti alla base delle squame dei turioni. Le larve scavano delle

gallerie nel fusto, fino a che non si mutano in pupe. Svernano all' interno del fusto fino alla primavera successiva. I turioni infestati arrestano lo sviluppo, ed appaiono deformi e secchi.

13. CONFRONTO TRA LE COLTURE E ALTRE ALTERNATIVE

Entrambe le colture, aglio e asparago si prestano su terreni di Casale Gabriella, in quanto:

- terreno strutturato, sciolto
- bassa fertilità (dovuta all'attività di estrazione -cava- degli anni precedenti)
- possibilità di irrigazione almeno su alcuni lotti
- disponibilità di edifici per l'edificazione dell'aglio
- presenza di vele fotovoltaico che mitigano l'insolazione e migliorano la qualità del raccolto e la distribuzione temporale della raccolta:
- la cultura di asparago ha la durata di 8-10 anni, dopo di che deve essere alternata a 3-4 anni di prato stabile polifita o sovescio di leguminose per la restituzione al terreno di fertilità e struttura
- la cultura ad aglio è annuale. Dopo il ciclo deve ugualmente essere alternata a prato stabile per almeno 2 anni

13.1. ALTERNATIVA CULTURALE

Il prato polifita naturale risulterebbe ben adatto alle condizioni microclimatiche che si vengono a realizzare all'interno dell'impianto. Tale scelta, che verrà descritta nel seguito della relazione, ha indubbi vantaggi in termini di conservazione della qualità del suolo (accumulo di sostanza organica), incremento della biodiversità, favorendo lo sviluppo di organismi terricoli (biota), la diffusione e la protezione delle api selvatiche, il popolamento di predatori e antagonisti delle più comuni malattie fungine e parassitarie delle piante coltivate, e della fauna selvatica. La redditività del prato polifita non risulterebbe alterata dalla presenza del fotovoltaico, al contrario si intravede la possibilità di aumentare la marginalità rispetto alle condizioni di pieno sole, e sarebbe possibile la conversione al metodo di coltivazione biologico per il ridotto apporto di input chimici richiesti dal prato.

14. EFFETTI MICROCLIMATICI E SULLE PIANTE NEL SISTEMA AGRIVOLTAICI

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

14.1. RADIAZIONE SOLARE

La radiazione solare è un fattore essenziale per le piante, garantendo lo svolgimento della fotosintesi clorofilliana, l'accrescimento e la produzione dei prodotti agricoli. Le piante tuttavia, utilizzano solo una minima parte della radiazione solare, dal 2 al 5%, ed in particolare possono impiegare per la fotosintesi solo la frazione visibile, definita PAR (radiazione fotosinteticamente attiva), compresa tra 400 e 700 nm di lunghezza d'onda, che è pari a circa il 40% della radiazione globale. Le piante peraltro riflettono alla superficie delle foglie il 25% della radiazione globale, pari al 10% della radiazione visibile PAR. Va sottolineato che, in condizioni normali di pieno sole, la radiazione globale che raggiunge la superficie del terreno si compone per metà di radiazione diretta, e per metà di radiazione diffusa priva di direzione prevalente.

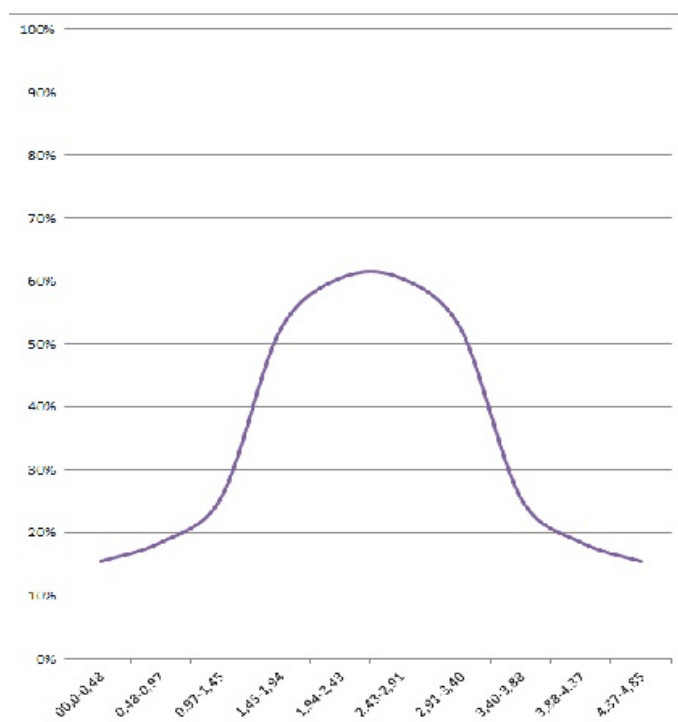


Figure 5 Disponibilità di radiazione solare diretta in funzione della distanza dal filare
(valori medi annui) espressa come percentuale rispetto al sole pieno

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

Nel presente impianto si stima che la riduzione media annua della radiazione diretta sia dell'60% nelle zone immediatamente adiacenti al filare (fino a circa 1 m di distanza), mentre nella zona centrale sia solamente del 25-30%.

In realtà, queste riduzioni devono considerarsi meno marcate nel periodo primaverile- estivo durante il quale si realizza lo sviluppo delle maggior parte delle piante coltivate essendone soddisfatte le esigenze termiche, per effetto del maggior angolo di elevazione solare. Inoltre, la tipologia mobile del pannello fotovoltaico adottata in progetto, per effetto di riflessione consente alle piante coltivate di sfruttare la radiazione sia riflessa che diffusa dai pannelli stessi.

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

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

Al di sotto dell'impianto fotovoltaico inoltre, è lecito attendersi una maggiore umidità relativa dell'aria al mattino, e minore nel tardo pomeriggio-sera rispetto a zone in pieno sole.

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

Ogni specie vegetale necessita di una specifica temperatura minima per accrescersi, il cosiddetto zero di vegetazione. Oltre questa base termica, l'accrescimento accelera all'aumentare della temperatura fino ad una temperatura ottimale, specifica per ciascun stadio di sviluppo, oltre la quale l'accrescimento rallenta fino ad arrestarsi (temperatura massima). Le elevate temperature estive, oltre la temperatura massima, possono quindi danneggiare l'accrescimento delle piante, condizione che si sta progressivamente accentuando in pieno sole a causa del cambiamento climatico. Per mitigare questi effetti, numerosi studi scientifici oggi sono concordi nel suggerire l'introduzione nei sistemi agricoli di filari alberati e siepi a distanza regolare, proprio per attenuare l'impatto negativo delle elevate temperature e della carenza idrica estive. Un servizio analogo potrebbe essere offerto dall'impianto agri-voltaico.

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

Il parziale ombreggiamento del suolo riduce il riscaldamento estivo del suolo stesso con effetti positivi sull'accrescimento delle radici, che possiedono un ottimo di temperatura per l'accrescimento inferiore rispetto alla parte aerea della pianta (16°C in molti cereali autunno-primaverili); in tali condizioni le radici possono accrescersi maggiormente anche grazie alla maggiore umidità e minore tenacità del terreno. Nel periodo invernale, invece, ci si attende che la presenza del fotovoltaico, mantenga la temperatura del suolo leggermente più elevata rispetto al pieno sole poiché le ali fotovoltaiche riflettono le radiazioni infrarosse

(raggi caloriferi) emesse dalla terra durante il raffreddamento notturno, e questo permette un sensibile accrescimento delle piante microterme anche nei periodi più freddi dell'anno. Ne trarrebbero vantaggio in particolare le piante foraggere microterme.

14.2. EVAPOTRASPIRAZIONE

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

15. ESPERIENZE DI COLTIVAZIONE IN CONDIZIONE DI OMBREGGIATURA

Allo stato attuale esistono limitate informazioni in merito agli effetti dell'ombreggiamento per la maggior parte delle piante erbacee coltivate, ed i dati disponibili derivano da studi di consociazione di specie erbacee con piante arboree organizzate in filari, e da pochi e giovani impianti agri-voltaici.

Le colture meno penalizzate dalla presenza del fotovoltaico sono quelle microterme e sciafile. Il frumento può fornire rese simili o leggermente inferiori (-20% circa; Dupraz et al., 2011) a quelle ottenibili in pieno sole, subendo un ritardo dell'epoca di maturazione (Marrou et al., 2013b); mentre il mais alle normali densità di semina riduce notevolmente lo sviluppo della pianta sia in diametro che in altezza, a discapito della resa (Dupraz et al., 2011).

Con una percentuale di riduzione della radiazione del 40%, comparabile a quella che si realizzerà nell'impianto agri-voltaico in oggetto, sono state rilevate produttività uguali o addirittura superiori al pieno sole in specie graminacee foraggere microterme, ed una moderata riduzione, dell'ordine del 20-30%, in specie macroterme foraggere sia graminacee (es. mais, sorgo, panico, setaria, etc.) che leguminose (es. trifoglio bianco, trifoglio violetto, erba medica, etc.), e in lattuga (Lin et al., 1998; Mercier et al., 2020).

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

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

16. SUPERFICIE AGRICOLA INTERESSATA DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO

16.1. STATO ATTUALE DELLA

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

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

16.2. COLTIVAZIONE FUTURA

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

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

Date le premesse su esposte in merito alla risposta delle piante all'ombreggiamento, nell'impianto agri-voltaico in oggetto si prevede di coltivare ortive specifiche, aglio e asparago, e in alternanza un prato polifita permanente destinato alla produzione di foraggio (o leguminose da sovescio) Tale scelta, incontra un elevato livello di naturalità e di rispetto ambientale per effetto del limitatissimo impiego di input chimici e colturali, consente di attirare e dare protezione alla fauna e all'entomofauna selvatica, in particolare le api, e rappresenta la migliore soluzione per coltivare l'intera superficie di terreno e ottenere produzioni analoghe a quelle che si raggiungerebbero in pieno sole.

Va evidenziato, infatti, che negli impianti agri-voltaici ad inseguimento solare esistenti viene coltivato solamente la fascia centrale, corrispondente al 70% della superficie, mentre vengono mantenute inerbite le fasce di rispetto immediatamente adiacenti al filare.

16.3. INTEGRAZIONE CULTURA – FOTOVOLTAICO

L'impianto di pannelli fotovoltaici si integra perfettamente nella coltivazione del prato stabile come sopra evidenziato, potendo far aumentare la resa in foraggio grazie agli effetti di schermo e protezione con parziale ombreggiamento nelle ore più assolate delle giornate estive ed il mantenimento di condizioni ottimali di umidità del terreno per un tempo più prolungato.

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

- I filari fotovoltaici, posti ad interasse di 8,50 m, consentono un agevole accesso per le lavorazioni agricole ai mezzi meccanici
- È prevista la posizione di blocco dei pannelli in totale rotazione ovest o est, in questo modo è agevole lavorare il terreno fino a ridosso dei sostegni;
- L'assenza di elettrodotti interrati (con esclusione di quelli concentrati sulla viabilità interna, consente eventuali lavorazioni di ripuntatura/scarificazione, e arieggiamento del terreno;

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

- I pali dei Tracker sono semplicemente infissi nel terreno per battitura e possono essere rimossi con facilità per semplice estrazione;
- I caviodotti sono minimi e saranno localizzati unicamente ai margini, in vicinanza della recinzione, e anch'essi sono facilmente rimovibili a fine vita operativa dell'impianto fotovoltaico;

- le linee di bassa tensione in corrente continua saranno posate su canaline esterne, fissate alle strutture stesse dei tracker, senza interessare il terreno con numerosi cavidotti.

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

- la coltivazione a verde interfilare diffuso si adegua bene alla scenografia agricola del posto e al colpo d'occhio esterno
- L'attività di manutenzione del fotovoltaico, che consiste in sostanza solo in controlli preventivi e riparazioni, avviene con mezzi leggeri che non arrecano danno alle coltivazioni agricole;
- Le attività di manutenzione delle siepi perimetrali presenti, assimilabili per tipologia alle attività agricole, rappresenteranno un'importante integrazione al reddito del personale impiegato, e attenuano l'impatto visivo dell'intero impianto.

17. SOSTENIBILITÀ ECONOMICA DELL'ATTIVITÀ AGRICOLA

Per verificare la sostenibilità economica dell'attività agricola nell'impianto fotovoltaico si è fatto riferimento ai dati di sintesi, medi valutati nella zona di riferimento.

La comparazione tra le diverse coltivazioni viene fatta in termini di MARGINE LORDO unitario (per ettaro), ricavabile da ciascuna tipologia di coltivazione, calcolato con la seguente formula:

$$\text{Margine Lordo (ML, espresso in €/ha)} = \text{PLT} - \text{CV}$$

Dove:

- PLT = produzione lorda totale come sommatoria della produzione lorda vendibile (PLV) e della produzione reimpiegata e/o trasformata in azienda;
- CV = costi variabili = SS (spese dirette) + ASP (Altre spese) + RA (Reimpieghi).

I CV possono essere calcolati anche come somma delle seguenti voci: anticipazioni, acqua, assicurazioni, energia, concimi, conto-terzismo, commercializzazione, difesa, sementi, altri costi, reimpieghi.

Facendo riferimento alle sole colture erbacee, e confrontando il prato polifita con le colture attualmente presenti nei terreni oggetto del progetto di riqualificazione aziendale, che peraltro sarebbero solo parzialmente compatibili con il fotovoltaico, si osserva che il risultato economico è sostanzialmente equivalente: gli incassi delle coltivazioni a aglio di aggirano intorno a circa 18000 euro/ha, mentre per le coltivazioni a asparago (assimilabile a pieno campo) siamo su 16000 euro/ha. Il prato polifita (anno 2016) è i

circa 545 euro/ha. Il prato polifita risulterebbe anche più conveniente del mais in annate siccitose come quella del 2015 (Tabella 1). L'erba medica, che potrebbe rappresentare una alternativa economicamente valida, avrebbe come controindicazione la necessità di rimuovere la piantagione dopo due anni, per proseguire in alternanza con aglio o asparago, mentre il ciclo della medica è di circa 4 anni.

18. GESTIONE IDRAULICA E IRRIGUA

Il terreno aziendale si caratterizza per una prevalenza di tessitura sabbiosa-limosa avendo una frazione di 45-50% di sabbia agglomerata, 42-46% di limo.

La coltivazione di orticole obbliga la realizzazione di scoline e drenaggi per evitare ristagni di acque meteoriche che comprometterebbero le produzioni, con riduzione degli effetti di erosione del suolo. Durante gli anni di avvicendamento a prato o leguminose, ugualmente la presenza di erbai ridurrà gli effetti erosivi.

19. CONCLUSIONI

L'esigenza di produrre energia rinnovabile è oggi quanto mai sentita per ridurre gli effetti negativi dell'inquinamento e del cambiamento climatico legati all'utilizzo di energie fossili. L'associazione tra impianto fotovoltaico di nuova generazione (ad inseguimento solare) e l'attività agricola rappresenta una soluzione innovativa dell'impiego del territorio che trova giustificazione nel maggiore output energetico (LER, Land Equivalent Ratio) complessivamente ottenuto dai due sistemi combinati rispetto alla loro realizzazione individuale.

Attraverso la scelta di una idonea coltura, tollerante al parziale ombreggiamento generato dai pannelli fotovoltaici, è possibile migliorare la produttività agricola e la conseguente marginalità e sfruttare tutta la superficie del suolo sotto ai pannelli solari per scopi agricoli.

Sebbene siano diverse le colture realizzabili all'interno di un impianto agri-voltaico, e con marginalità spesso comparabile, come frumento, orzo, insalata, pomodoro, pisello, etc., la scelta delle ortive da reddito in alternanza a prato o leguminose da sovescio consente di raggiungere contemporaneamente più obiettivi, oltre alla convenienza economica: conservazione della qualità dei corpi idrici, aumento della sostanza organica dei terreni, minor inquinamento ambientale da fitofarmaci, minor consumo di carburanti fossili, aumento della biodiversità vegetale e animale, creando, in particolare, un ambiente idoneo alla protezione delle api, raggiungendosi così il massimo dei benefici, come indicato dall'analisi costi-benefici da raggiungere nella guida dell'agrifotovoltaico proposta da GSE_CREA-ENEA.

La maggior parte dei terreni coltivati del viterbese sta progressivamente perdendo di fertilità a causa della coltivazione intensiva e della frequenza e profondità delle lavorazioni. È frequente rilevare valori di sostanza

organica del terreno inferiori a 1,5% e in molti casi anche inferiori all'1%, condizione che agronomicamente viene definita di terreno "povero" poiché inferiore alla soglia ideale del 2%. La situazione viene efficacemente migliorata dai prati permanenti o in rotazione, poiché in questi è frequente rilevare contenuti di sostanza organica ben superiori, pari al 3-4% e più. A tale riguardo, il terreno è considerato uno dei sink di carbonio più importanti per la sua fissazione, dopo le foreste e gli oceani, e riveste quindi un ruolo fondamentale nella mitigazione climatica.

Durante il periodo estivo l'impianto fotovoltaico offre protezione dal vento, contro l'allettamento delle colture, riduce il consumo di acqua e riduce gli eccessi di calore sempre più frequenti in un contesto di cambiamento climatico, agendo da moderno sistema di ombreggiamento, analogamente a quanto svolto dalle siepi e dalle alberature. Presso la stazione meteorologica di Viterbo aeroporto negli ultimi 30 anni sono stati documentati incrementi termici di circa 2 °C, condizione che aumenta le condizioni di stress da caldo e di carenza idrica e accelera il ciclo colturale, a discapito di resa e qualità dei prodotti. . Dal punto di vista paesaggistico, la superficie a verde mitiga efficacemente la presenza dell'impianto fotovoltaico anche nel periodo invernale, fornendo una superficie stabilmente verde.

La realizzazione aggiuntiva delle siepi perimetrali con specie arbustive ed arboree costituisce un ulteriore importante elemento di arricchimento paesaggistico e un corridoio ecologico per la fauna selvatica, nonché dei validi sistemi di intercettazione di nutrienti e fitofarmaci provenienti dai campi coltivati.

Data 19 maggio 2023



Francesco Funaro
dottore agronomo

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Francesco Funaro", written over a horizontal line.

BIO Soc. Agricola srl

Viale Camillo Benso Conte di Cavour, 136 – 53100 Siena (SI)
Sedi Secondarie Loc. Campotorto snc – Via Teverina snc

IMPIANTO AGROVOLTAICO 24038 kWp

Regione Lazio – Provincia VITERBO – Comune VETRALLA
Loc. CINELLI (Casale Gabriella)

C.F.

P.IVA: 01483240527

e-mail: fernando@unicableimpianti.it

pec: biosrlsocagr@pec.it