

Regione Puglia






Provincia di Brindisi



Comune di Brindisi

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRIVOLTAICO
E OPERE CONNESSE
(Potenza Impianto Fotovoltaico 25MW)**

AUR12 – STUDIO AGRONOMICO E AGRIVOLTAICO

Committente:		Engineering:	
ACEA SOLAR s.r.l. Piazzale Ostiense n.2 00154 Roma (RM)		 ACEA SOLAR SRL	
			
Il Tecnico		Revisioni	DATA
			
			Iter Autorizzativo
Descrizione	Studio Agronomico e Agrivoltaico		
Commessa	BR-AGRIAIA		

Indice

1. PREMESSA	5
2. INTRODUZIONE	6
3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TERRITORIALE	7
4. CARATTERISTICHE DEL PAESAGGIO PUGLIESE	9
5. PRODUZIONI DI QUALITÀ: VINI IGT, DOC E DOCG	11
5.1 Primitivo di Manduria Dolce Naturale DOCG	11
5.2 Aleatico di Puglia DOC	13
5.3 Brindisi DOC	14
5.4 Locorotondo DOC	15
5.5 “Martina o Martina Franca” DOC	16
5.6 “Negroamaro di Terra d’Otranto” DOC	17
5.7 “Ostuni” DOC e “Ostuni Ottavianello” DOC o “Ottavianello di Ostuni” DOC	19
5.8 “Primitivo di Manduria” DOC	19
5.9 “Salice Salentino” DOC	21
5.10 “Terra d’Otranto” DOC	22
5.11 Puglia IGT	24
5.12 Salento IGT	25
5.13 Valle d’Itria IGT	25
5.14 Caciocavallo silano DOP	26
5.15 Collina di Brindisi DOP	27
5.16 Terra d’Otranto DOP	28
5.17 Carciofo Brindisino IGP	29
5.18 Pomodoro Fiaschetto di Torre Guaceto	30
5.19 Pomodoro Regina al filo di cotone di Torre Canne	31
5.20 Uva di Puglia IGP	32
6. ANALISI DELLO STATO DI FATTO	33
7. Climatologia	38
7.1 Precipitazioni	40
7.2 Temperature	40
7.3 Indici bioclimatici	41
7.4 Zone fitoclimatiche di Pavari	43
8. AREE VULNERABILI ALLA DESERTIFICAZIONE IN PUGLIA	44
9. INQUADRAMENTO ECOSISTEMICO E PEDOLOGICO	47

10. LA CAPACITÀ D'USO DEL SUOLO.....	49
11. L'AGRIVOLTAICO: ESPERIENZE E PROSPETTIVE FUTURE.....	56
12. AGROMETEOROLOGIA E LA RADIAZIONE SOLARE	61
12.1 Bilancio radiativo	61
13. TIPOLOGIE COLTURALI IN ROTAZIONE – IL CARCIOFO.....	70
13.1 La coltivazione del Carciofo.....	70
13.2 Distribuzione	70
13.3 Carciofo in Puglia.....	71
13.4 Caratteri botanici	72
13.5 Esigenze ambientali.....	73
13.6 Impianto della coltura	73
13.7 Irrigazione del carciofeto	75
13.8 Raccolta dei capolini.....	76
13.9 Rese produttive	76
13.10 Il Carciofo: prospettive future.....	79
13.11 Curiosità e utilizzi alternativi	80
14. TIPOLOGIE COLTURALI IN ROTAZIONE – I LEGUMI.....	80
14.1 Coltivazione legumicola	80
14.2 Quadro generale	81
14.3 Aspetti colturali	84
14.4 Le principali leguminose da granella.....	85
15. TIPOLOGIE COLTURALI IN ROTAZIONE – LA SULLA.....	94
15.1 Caratteri generali e botaniche.....	94
15.2 Tecniche di coltivazione	97
15.3 Utilizzi e curiosità.....	99
16. IRRAGGIAMENTO E LAYOUT DI PROGETTO.....	100
16.1 Valutazione dati PPFD	107
17. CONDUZIONE AGRICOLA.....	108
17.1 Rotazione e avvicendamenti: esempi	110
18. CONSIDERAZIONI ECONOMICHE SULLE COLTURE	113
19. FASCIA PERIMETRALE DI MITIGAZIONE	120
20. MONITORAGGIO DELLE OPERE A VERDE.....	126

20.1 Sostituzione fallanze.....	126
20.2 Pratiche di gestione irrigua	127
20.3 Difesa fitosanitaria.....	127
20.4 Potatura di contenimento e di formazione.....	127
20.5 Pratiche di fertilizzazione	128
21. L'INERBIMENTO SOTTO LE STRUTTURE DEI MODULI.....	128
22. MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI SULLA FAUNA.....	131
22. HABITAT	132
22.1 ZSC IT9140004 "Bosco I Lucci".....	133
22.2 ZSC IT9140009 "Foce canale Giancola".....	134
23. INQUADRAMENTO DELLA STRUTTURA ECOSISTEMICA	135
24. IMPORTANT BIRD AREA.....	138
25. ANALISI FAUNISTICA.....	140
26. ANALISI DELLE RICADUTE OCCUPAZIONALI AGRIVOLTAICO.....	142
27. APPENDICE I.....	144
27.1 Premessa	144
27.2 Agricoltura 4.0 e il panorama mondiale.....	145
27.3 I vantaggi dell'Agricoltura 4.0.....	147
27.4 Agricoltura 4.0: digitalizzazione, sostenibilità e tracciabilità	149
27.5 Esempio concreto: Internet of Things (IoT).....	152
27.6 L'Agricoltura di precisione	154
27.7 Esempi legati allo sviluppo di un'agricoltura di precisione.....	156
28. IL PROGETTO E LE LINEE MITE (ORA MASE) SUGLI IMPIANTI AGRIVOLTAICI (GIUGNO 2022).....	161
29. VALUTAZIONI FINALI	168

STUDIO AGRONOMICO E AGRIVOLTAICO

1. PREMESSA

La società ACEA SOLAR s.r.l. con sede in Piazzale Ostiense n.2, 00154 Roma (RM), ha in itinere un progetto per la realizzazione di un impianto solare per la produzione di energia elettrica con tecnologia agrivoltaica da realizzarsi nel Comune di Brindisi. L'impianto avrà una potenza installata di 25 MW e l'energia prodotta verrà immessa sulla rete RTN in alta tensione. La società, per il proseguo dell'iter autorizzativo del progetto, ha incaricato il sottoscritto Dott. Agr. Paolo Castelli, iscritto all'albo dei Dottori Agronomi e dei Dottori Forestali della provincia di Palermo al n° 1198 Sez. A, di redigere il presente studio tecnico agronomico per meglio comprendere le eventuali criticità insite nell'inserimento di una tale opera nel contesto ambientale in cui si opera. Di seguito verranno affrontate e sviluppate le tematiche inerenti:

- Identificazione delle colture agricole idonee ad essere coltivate all'interno delle aree recintate dell'impianto agrivoltaico monoassiale, permettendo lo svolgimento dell'attività di produzione di energia elettrica combinata con la coltivazione del terreno;
- Identificazione di colture/piante da mettere a dimora lungo il perimetro dell'impianto;
- Indicazioni sia di carattere progettuale che gestionale da adottare al fine di permettere la coltivazione delle specie identificate;
- Indicazioni di massima circa i costi di messa a dimora e di gestione delle coltivazioni proposte, nonché dei ricavi provenienti dal raccolto delle coltivazioni medesime;
- Studio agrivoltaico per il calcolo del flusso fotonico fotosintetico delle colture proposte.

2. INTRODUZIONE

I parchi fotovoltaici, sovente, si trovano ad essere oggetto di svariate critiche in relazione alla quantità di suolo che sottraggono alle attività di natura agricola. Le dinamiche inerenti alla perdita di suolo agricolo sono complesse e, sostanzialmente, riconducibili a due processi contrapposti: da un lato l'abbandono delle aziende agricole che insistono in aree marginali e che non riescono a fronteggiare adeguatamente condizioni di mercati sempre più competitivi e globalizzati e dall'altro l'espansione urbana e delle sue infrastrutture commerciali e produttive.

Le recenti proposte legislative della Commissione Europea inerenti alla Politica Agricola Comune (PAC), relativa al nuovo periodo di programmazione 2021-2027, accentuano il ruolo dell'agricoltura a vantaggio della sostenibilità ecologica e compatibilità ambientale. Infatti, in parallelo allo sviluppo sociale delle aree rurali ed alla competitività delle aziende agricole, il conseguimento di precisi obiettivi ambientali e climatici è componente sempre più rilevante della proposta strategica complessivamente elaborata dalla Commissione EU. In particolare, alcuni specifici obiettivi riguardano direttamente l'ambiente ed il clima. In ragione di quanto asserito si porta alla luce la necessità di operare una sintesi tra le tematiche di energia, ambiente ed agricoltura, al fine di elaborare un modello produttivo con tratti di forte innovazione, in grado di contenere e minimizzare tutti i possibili trade-off e valorizzare massimizzando tutti i potenziali rapporti di positiva interazione tra le istanze medesime. A fronte dell'intensa ma necessaria espansione delle FER, e del fotovoltaico in particolare, si pone il tema di garantire una corretta localizzazione degli impianti, con specifico riferimento alla necessità di limitare un ulteriore e progressivo consumo di suolo agricolo e, contestualmente, garantire la salvaguardia del paesaggio. Contribuire alla mitigazione e all'adattamento nei riguardi dei cambiamenti climatici, come pure favorire l'implementazione dell'energia sostenibile nelle aziende agricole, promuovere lo sviluppo sostenibile ed un'efficiente gestione delle risorse naturali (come l'acqua, il suolo e l'aria), contribuire alla tutela della biodiversità, migliorare i servizi ecosistemici e preservare gli habitat ed i paesaggi sono le principali finalità della nuova PAC.

3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TERRITORIALE

L'area presa in considerazione nel presente progetto ricade nel territorio comunale di Brindisi in Località Masseria Restinco, posizionata ad una distanza di circa 4,5 km in direzione Ovest rispetto al nucleo urbano di Brindisi, a nord della Strada Statale n. 7, ad ovest rispetto alla Strada Provinciale n.43 e ad una distanza di ca. 5,7 Km dalla Stazione Elettrica RTN 150/380 kV di Brindisi. L'area di studio ricade amministrativamente all'interno del territorio di Brindisi (BR), ovvero, più in dettaglio, nel settore ovest del territorio comunale. Cartograficamente questa area è all'interno della tavoletta I.G.M. alla scala 1:50.000 denominata "Brindisi" Foglio IGM 476. Alla scala 1:5.000 il sito di interesse ricade nelle sezioni Brindisi n° 476154 – Masseria Marmorelle, n° 476153 Masseria Casignano della Carta Tecnica Regionale della Puglia. L'area interessata dal progetto è raggiungibili grazie ad una fitta rete di strade di vario ordine presenti in zona; tra queste l'arteria di collegamento più importante è costituita dalla Strada Provinciale n. 43 accessibile a nord dal raccordo con la Strada Statale n.16 Adriatica e a sud dal raccordo con la Strada Statale n. 7 per Mesagne. L'effettiva strada di accesso al campo agrivoltaico è rappresentata dalla SP 43.

L'area oggetto dell'intervento ha una destinazione d'uso agricolo, come da Certificati di Destinazione Urbanistica allegati alla documentazione di progetto.

L'impianto agrivoltaico ricade sulle particelle del Comune di Brindisi: Fg. 66 - p.lle 86 - Fg. 67 - p.lle 7, 27, 73, 168.

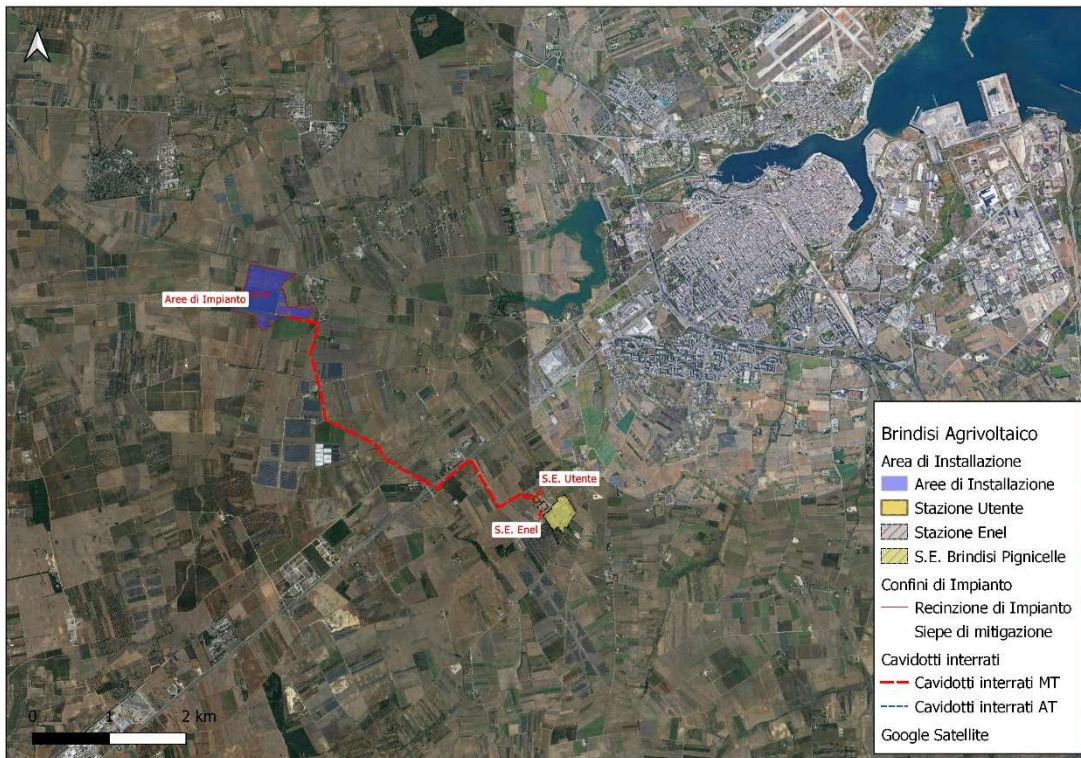
Le opere di connessione interessano le particelle del Comune di Brindisi: Fg. 67 – p.lle 7, 6, Strada per Restinco SP43; Fg. 101 – Strada per Restinco SP43; Fg. 103 – Strada per Restinco SP43; Fg. 104 – Strada per Restinco SP43; Fg.106 – p.lle 130, 132, 134; Fg. 107 – Strada Provinciale SP43, p.lle 190, 313, 595, 596.

Il progetto di connessione, associato al codice pratica 201900287 prevede il collegamento in antenna a 150 kV su un futuro ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV di Brindisi.

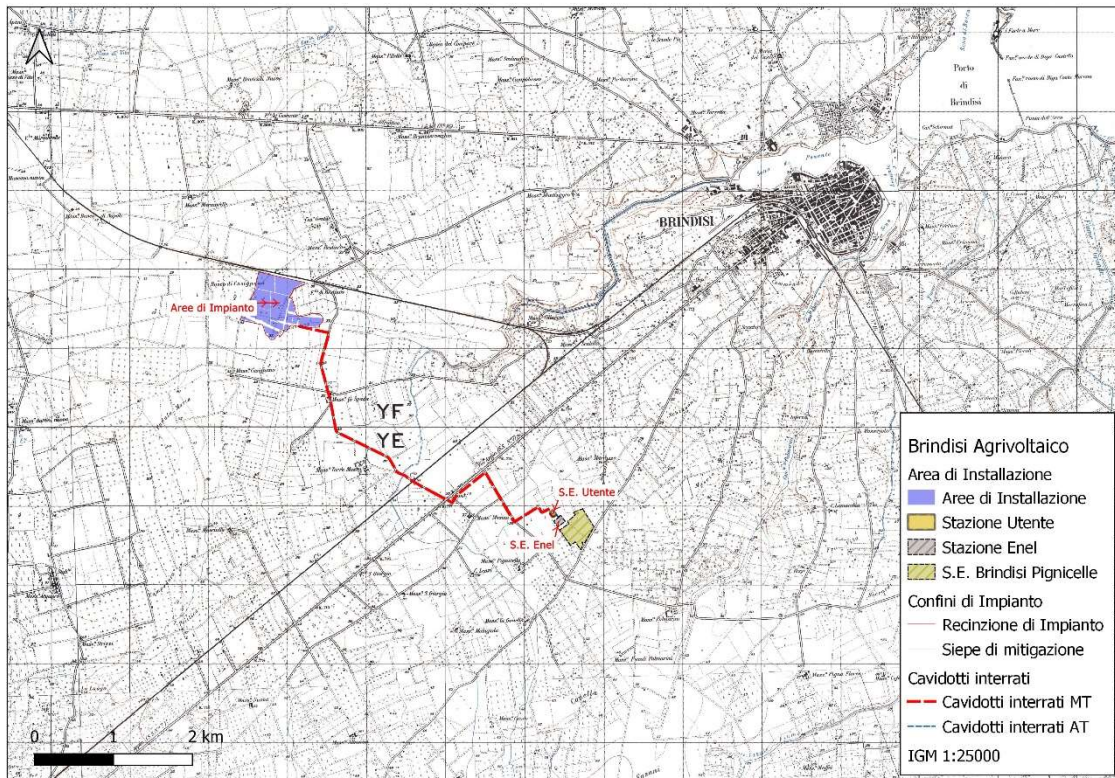
L'impianto non insiste all'interno di nessuna area protetta, tantomeno in aree SIC o ZPS.



1- Inquadramento geografico e territoriale



2 - Inquadramento su ortofoto in relazione alle aree di progetto



3 - Inquadramento su IGM 1:25000 in relazione alle aree di progetto

4. CARATTERISTICHE DEL PAESAGGIO PUGLIESE

Sviluppandosi in lunghezza per ben 400 km, il territorio pugliese presenta caratteristiche assai differenti che lo rendono tra i più affascinanti in Italia in quanto a bellezza del paesaggio e tra i più interessanti da un punto di vista storico e naturalistico. Alle piane incolte battute dal vento seguono le infinite geometrie degli olivi oltre a fertili distese di terreni coltivati, recuperati a fatica da generazioni di contadini. Lungo le coste il paesaggio muta ulteriormente alternando lunghi arenili di sabbia finissima ad alte pareti rocciose intervallate da insenature e piccole calette, lungo le quali si aprono numerose grotte e anfratti dovuti alla particolare natura carsica del sottosuolo pugliese. L'incessante azione dell'acqua sul calcare, principale componente del terreno, ha dato vita sin dalla preistoria a profonde incisioni nel banco roccioso divenute col tempo gravine, serre e letti fossili di antichi fiumi, oggi habitat perfetto per migliaia di specie vegetali endemiche. Profonde voragini, dette appunto "vore", smaltiscono ancora oggi

le acque piovane favorendo, anche qui, particolarissimi tipi di fioritura. È un territorio che alterna infatti la vegetazione caratteristica della macchia mediterranea presente in particolare nel Salento ai boschi di vario genere e natura presenti nella zona del Gargano con il lussureggiante esempio della foresta Umbra. A questi si alternano le acque, anch'esse di forma e natura assai differente. Ai canali e ai bacini frutto delle bonifiche eseguite dall'uomo resistono i delicatissimi sistemi lacustri di Lesina e Varano nel Gargano, dei laghi Alimini nel territorio di Otranto e l'oasi naturalistica delle Cesine sempre in provincia di Lecce. La pedologia del suolo presenta le classiche terre rosse derivate dalla dissoluzione delle rocce calcaree, delle quali rappresentano i residui insolubili composti da ossidi e idrossidi di ferro e di alluminio. Sono terreni che per la loro ricchezza di potassio e la relativa povertà di sostanza organica costituiscono un privilegiato substrato per la coltivazione di varietà di uve per vini bianchi di pregio. I terreni, argillosi, argillosi-limosi, hanno elevata presenza di scheletro che raggiunge circa il 60% dei costituenti totali. Questi suoli presentano orizzonti superficiali di colore scuro per effetto dell'arricchimento in sostanza organica; questa caratteristica è indice di proprietà favorevoli, quali un buon livello di fertilità agraria e di attività biologica. L'altitudine dei terreni coltivati a vite è compresa tra i 200 e i 700 m s.l.m. con pendenza variabile e l'esposizione generale è orientata verso est e sud-est. Il clima della regione rientra nell'area di influenza in parte del clima temperato e freddo, e in parte di quello mediterraneo; l'andamento delle temperature è caratterizzato da forti escursioni, con estati calde e inverni rigidi. Il clima è del tipo caldo arido, con andamento pluviometrico molto variabile e precipitazioni che, a seconda delle annate, vanno dagli 800 mm ai 400 mm di acqua, concentrate per circa il 70% nel periodo autunno-invernale. Considerato l'andamento riferito al periodo vegetativo della vite, che è compreso da aprile a settembre, si riscontrano valori di precipitazione molto modesti aggiratesi sui 300 mm di pioggia. Non sono rare estati senza alcuna precipitazione. L'andamento medio pluriennale termico è caratterizzato da elevate temperature che raramente superano i 30 C° e scendono sotto 0 c°. Durante il periodo estivo le temperature minime difficilmente scendono sotto i 18° C.

5. PRODUZIONI DI QUALITÀ: VINI IGT, DOC E DOCG

La Puglia si sviluppa per ben 400 chilometri da nord a sud con le sue 26 denominazioni d'origine e 5 IGT presenti in quattro zone principali: la Daunia, la Murgia, la Messapia con la Valle d'Itria e il Salento. Nella Daunia, in provincia di Foggia, dove spiccano denominazioni come il Cacc'e Mmitte di Lucera o il San Severo, troviamo il nero di Troia e il bombino bianco, con la presenza del sangiovese, del montepulciano o anche del negroamaro. Nella Murgia il terreno si caratterizza con agglomerati di rocce calcaree che scendono verso le coste adriatiche. Qui la denominazione più rappresentativa è Castel del Monte, dove domina un vitigno autoctono quale il nero di Troia. Vini bianchi li ritroviamo nella Valle d'Itria con la denominazione Locorotondo, realizzata principalmente con verdea e bianco d'Alessano, mentre nella Messapia, comprendente la piana di Lecce, quella Zagarese, Capo d'Otranto, Matino sul mar Ionio fino a Santa Maria di Leuca domina il primitivo, sia nelle versioni IGT che nella denominazione più famosa di tutta la Puglia, il Primitivo di Manduria. Il terreno risulta calcareo, molto fertile e di colore rosso per la forte presenza di ferro nel sottosuolo. Simile il terroir salentino dove regna il negroamaro, cui di solito viene associata la malvasia nera, come si vede nelle denominazioni d'origine di maggior reputazione, come il Salice Salentino, il Leverano, il Brindisi o lo Squinzano. A queste si affianca una delle due patrie che si contendono l'origine del primitivo, Gioia del Colle.

5.1 Primitivo di Manduria Dolce Naturale DOCG

La Denominazione di Origine Controllata e Garantita "Primitivo di Manduria Dolce Naturale" è riservata al vino proveniente da vigneti aventi, in ambito aziendale, la seguente composizione ampelografica: 100% Primitivo. La zona di produzione ricade nelle province di Taranto e Brindisi e comprende i terreni vocati alla qualità di tutto o parte dei comuni compresi nelle suddette province.

Il territorio in cui ricade l'areale di produzione della D.O.C.G. Primitivo di Manduria Dolce Naturale è essenzialmente caratterizzato da due tipologie di paesaggio: l'Arco Jonico e la penisola Salentina. L'Arco Jonico (zona costiera) interessa maggiormente la zona

costiera e comprende i comuni di Carosino, San Giorgio Ionico, Monteparano, Roccaforzata, Faggiano, Lizzano, Leporano, Pulsano, Fragagnano, Sava, Maruggio, Manduria. Esso si estende a partire dalla costa ionica fino ad arrivare alla base delle Murge, ad ovest fino alla Fossa Bradanica e ad est fino al contatto con il Salento Nord Occidentale. La morfologia deriva dai frequenti e brevi cicli sedimentari trasgressivo-regressivi che hanno interessato l'area sin dal Pliocene medio, conferendo al paesaggio il tipico aspetto a "gradinata" costituito, appunto, da una serie di scarpate che progressivamente degradano verso la linea di costa, lungo la quale è possibile osservare un sistema di dune cui sono associate estese depressioni retrodunali. Il clima è di tipo mediterraneo con inverni abbastanza miti (temperatura minima media 6-7°C) ed estati calde (temperatura massima media 25-26°C). La piovosità si attesta attorno ai 650 mm di pioggia annui concentrati prevalentemente nel periodo invernale. Il Salento o Penisola salentina risulta la tipologia predominante in cui rientrano i Comuni di Avetrana, S.Marzano di San Giuseppe, Torricella, Torre dell'Ovo, Campomarino, S.Pietro in Bevagna, Torre Colimena, Oria, S.Susanna, Erchie, interessando quindi la parte sud-orientale dell'intero territorio tarantino. Si presenta come un territorio alquanto complesso in cui si alternano superfici subpianeggianti (nelle aree localizzate tra Lecce e Brindisi) a rilievi calcarei (serre salentine). Le serre presenti nella porzione più a sud sono caratterizzate da rilievi calcarei o calcareo-dolomitici stretti ed allungati che si interrompono qua e là in solchi erosivi pianeggianti. La penisola salentina, essendo protesa al mare, è caratterizzata da un clima più umido rispetto al resto della Puglia, dove invece la presenza dell'Appennino riduce l'apporto di umidità dei venti provenienti da ovest. L'umidità non si traduce in precipitazioni, comunque più cospicue rispetto alla Puglia settentrionale, ma determina una più netta alterazione della temperatura percepita: le stagioni estive, soprattutto nelle aree più meridionali, sono particolarmente afose, mentre le stagioni invernali, sia pure molto miti e abbondantemente al di sopra dello zero anche nei periodi più freddi, appaiono gelide soprattutto in presenza di vento.

In tutto il territorio della D.O.C.G. l'uso del suolo è mosaicato con vigneti alternati a seminativi ed oliveti radi. Un'analisi più dettagliata dei suoli porta a considerare che nella parte occidentale dell'area di produzione predominano i suoli franco-argillosi profondi che diventano sabbiosi e sottili scendendo lungo la zona costiera permettendo quindi solo un ridotto approfondimento radicale. Tale tipologia in realtà lambisce la parte orientale dei Comuni di Sava e Lizzano. Procedendo verso ovest, si nota che i Comuni di Manduria, Sava e Avetrana sono caratterizzati dall'alternanza di suoli sottili e profondi, per lo più a media tessitura e poco adatti, ad approfondimento radicale oltre i 50 cm. I tre Comuni della Provincia di Brindisi sono per lo più caratterizzati da suoli franco sabbiosi argillosi, con media tessitura e buon drenaggio, leggermente asfittici nella fascia che interessa la parte occidentale di Oria e il Comune di Torre S. Susanna. Erchie ha un territorio con suoli tendenzialmente sottili che garantiscono buon drenaggio e disponibilità di ossigeno. Guardando alla fascia costiera si nota la netta prevalenza di suoli franco argillosi o franco sabbiosi molto sottili con substrato entro i 25-50 cm, quindi assolutamente poco adatti all'approfondimento radicale oltre i 50 cm. Man mano che ci si sposta verso l'interno i terreni diventano tendenzialmente più profondi, non presentando quindi particolari limitazioni d'uso, se non, in casi sporadici, problemi di drenaggio e conseguentemente asfissia radicale. Sulla base delle caratteristiche podologiche non esistono particolari fattori limitanti alla coltivazione della vite anzi l'intero areale ed i suoi terreni sono considerati estremamente vocati ad una viticoltura di elevata qualità.

5.2 Aleatico di Puglia DOC

La denominazione di origine Aleatico di Puglia DOC si riferisce a diverse tipologie di vini rossi, a vari livelli di dolcezza, derivati dal vitigno Aleatico. L'area coperta dalla denominazione è molto ampia, comprendendo essenzialmente tutte le sei province pugliesi: Foggia, Barletta-Andria-Trani, Bari, Taranto, Brindisi e Lecce. In questa vasta area tradizionalmente veniva prodotta più uva da tavola che uva da vino. Inoltre, gran

parte della produzione di vino viene tuttora utilizzata per vini da taglio o come base per vini fortificati e liquori. A causa di un disciplinare piuttosto morbido e dell'ampia zona coperta, l'Aleatico di Puglia DOC non è così famoso o stimato come i vini appartenenti alle altre denominazioni di Aleatico DOC, come ad esempio l'Aleatico di Gradoli DOC o l'Elba Aleatico Passito DOCG. L'Aleatico di Puglia tradizionale è più dolce e corposo rispetto alle tipologie del Lazio o della Toscana, soprattutto per il fatto che in Puglia il clima è notevolmente più secco e caldo.

La denominazione di origine controllata "Aleatico di Puglia" è riservata al vino rosso ottenuto dalle uve prodotte nel territorio delle province di Bari, Foggia, Brindisi, Lecce e Taranto provenienti dai vigneti composti dal seguente vitigno:

- Aleatico minimo 85%;
- Negro amaro, Malvasia nera e Primitivo, presenti nei vigneti fino ad un massimo del 15%.

5.3 Brindisi DOC

La zona di produzione delle uve atte alla produzione dei vini a denominazione di origine controllata "Brindisi" comprende tutto il territorio amministrativo dei comuni di Brindisi e Mesagne.

I suoli del Salento viticolo sono di diverse tipologie. Il più delle volte sono profondi e argillosi –calcarei nell'entroterra del Salento dove appunto ricade il comprensorio della DOC Brindisi. Il terreno agrario, essendo notevolmente profondo, ricco di sostanza organica, povero in carbonato di calcio, si presta molto bene alla coltivazione della vite, specialmente quella innestata su portinnesti americani, che bene si apprestano a questo tipo di terreno. Le caratteristiche di questi terreni fanno sì che anche in alcune annate più siccitose si riescono comunque a creare le condizioni ottimali per lo sviluppo della pianta, ottenendo un vino qualità. Di fondamentale rilievo sono i fattori umani legati al territorio di produzione, che per consolidata tradizione hanno contribuito ad ottenere il vino "Brindisi" DOC. L'origine della denominazione DOC Brindisi è da attribuirsi ad alcuni produttori storici presenti nel comprensorio di produzione, rappresentato dai Comuni di Brindisi e Mesagne, i quali già a partire dai primi anni del secolo scorso producevano

vini rossi e rosati a base di Negroamaro (Negro amaro) e Malvasia Nera. Nel 1976, grazie anche all'affermazione di tali vini su mercati Nazionali e Internazionali, è stata istituita la denominazione di Origine Brindisi. Il nome di questo vino deriva dalla omonima città del Salento, zona di vigneti e uliveti, in cui sono sparse masserie e antiche torri di vedetta. Il Brindisi, rosso e rosato, viene prodotto con le uve dei vitigni Negroamaro o Negro amaro, per massima parte, Malvasia nera di Brindisi e Malvasia nera di Lecce. Il Negroamaro è di remota introduzione e le coltivazioni dell'area meridionale della Puglia, infatti, sin dal VI secolo a.C., erano caratterizzate quasi unicamente da questo vitigno. Le forme di allevamento dei vigneti della DOC Brindisi maggiormente utilizzate sono l'alberello pugliese e la spalliera. Questo vitigno trova il suo principale bacino viticolo nelle provincie di Brindisi e Lecce dove oggi rappresenta circa il 72% della superficie vitata. I vitigni idonei alla produzione del vino in questione sono quelli tradizionalmente coltivati nell'area di produzione.

Le forme di allevamento, i sistemi d'impianto e i sistemi di potatura che, anche per i nuovi impianti, sono quelli tradizionali e tali da perseguire la migliore e razionale disposizione sulla superficie delle viti, sia per agevolare l'esecuzione delle operazioni colturali, sia per consentire la razionale gestione della chioma, le pratiche relative all'elaborazione dei vini sono quelle tradizionalmente consolidate in zona per la vinificazione.

5.4 Locorotondo DOC

La zona geografica di produzione è denominata "Valle d'Itria" e fa parte della più ampia area della Murgia, cosiddetta "dei Trulli". Dal punto di vista cartografico la zona è orientata a sud-est della provincia di Bari. I comuni rientranti nella zona delimitata sono: Locorotondo in provincia di Bari, Cisternino e parte del territorio di Fasano in provincia di Brindisi. La pedologia del suolo presenta le classiche terre rosse derivate dalla dissoluzione delle rocce calcaree, delle quali rappresentano i residui insolubili composti da ossidi e idrossidi di ferro e di alluminio. Sono terreni che per la loro ricchezza di potassio e la relativa povertà di sostanza organica costituiscono un privilegiato substrato per la coltivazione di varietà di uve per vini bianchi di pregio. I terreni, argillosi, argillosi-

limosi, hanno elevata presenza di scheletro che raggiunge circa il 60% dei costituenti totali. L'altitudine delle aree coltivate a vite è compresa tra 280 e i 418 metri sul livello del mare e con un'escursione altimetrica, quindi, di 138 metri. Le pendenze sono lievi e le esposizioni prevalenti sono orientate sud-est. Il clima è del tipo caldo arido, con andamento pluviometrico molto variabile e precipitazioni che, a seconda delle annate, vanno dagli 800 mm ai 400 mm di acqua, concentrate per circa il 70% nel periodo autunno-invernale. Considerato l'andamento riferito al periodo vegetativo della vite, che è compreso da aprile a settembre, si riscontrano valori di precipitazione molto modesti aggiratesi sui 300 mm. di pioggia. Non sono rare estati senza alcuna precipitazione.

L'andamento medio pluriennale termico è caratterizzato da elevate temperature che raramente superano i 30 C° e scendono sotto 0 c°. Durante il periodo estivo le temperature minime difficilmente scendono sotto i 18° C.

5.5 “Martina o Martina Franca” DOC

La zona di produzione del vino a DOC “Martina o Martina Franca” comprende gli interi territori dei comuni di: Martina Franca, Crispiano, Alberobello (compresa la frazione del comune di Castellana Grotte ricadente nel territorio di Alberobello) e parte del territorio comunale di Ceglie Messapico e Ostuni. La zona geografica delimitata dal disciplinare di produzione è denominata “Valle d'Itria” e fa parte della più ampia area della Murgia, cosiddetta “dei Trulli”. Dal punto di vista cartografico la zona è orientata a sud-est della provincia di Bari. I comuni rientranti nella zona delimitata sono: Martina in provincia di Bari, Cisternino e parte del territorio di Fasano in provincia di Brindisi. La pedologia del suolo presenta le classiche terre rosse derivate dalla dissoluzione delle rocce calcaree, delle quali rappresentano i residui insolubili composti da ossidi e idrossidi di ferro e di alluminio. Sono terreni che per la loro ricchezza di potassio e la relativa povertà di sostanza organica costituiscono un privilegiato substrato per la coltivazione di varietà di uve per vini bianchi di pregio. I terreni, argillosi, argillosi-limosi, hanno elevata presenza di scheletro che raggiunge circa il 60% dei costituenti totali. L'altitudine delle aree

coltivate a vite è compresa tra 280 e i 418 metri sul livello del mare e con un'escursione altimetrica, quindi, di 138 metri. Le pendenze sono lievi e le esposizioni prevalenti sono orientate sud-est. Il clima è del tipo caldo arido, con andamento pluviometrico molto variabile e precipitazioni che, a seconda delle annate, vanno dagli 800 mm ai 400 mm di acqua, concentrate per circa il 70% nel periodo autunno-invernale.

Considerato l'andamento riferito al periodo vegetativo della vite, che è compreso da aprile a settembre, si riscontrano valori di precipitazione molto modesti aggiratesi sui 300 mm. di pioggia. Non sono rare estati senza alcuna precipitazione. L'andamento medio pluriennale termico è caratterizzato da elevate temperature che raramente superano i 30 °C e scendono sotto 0 °C. Durante il periodo estivo le temperature minime difficilmente scendono sotto i 18° C.

5.6 “Negroamaro di Terra d’Otranto” DOC

La zona di produzione comprende l'intero territorio amministrativo delle province di Brindisi, Lecce e Taranto. Il territorio in cui ricade l'areale di produzione della D.O.C. “Negroamaro di Terra d’Otranto” è essenzialmente caratterizzato da due tipologie di paesaggio: l'Arco Jonico e la penisola Salentina. Il toponimo Terra d’Otranto fu attribuito fin dal Medioevo all'insieme delle province di Lecce, Brindisi e Taranto: un'area omogenea fisicamente e culturalmente, che tuttavia nel corso di travagliate vicende storiche ha espresso fasi di unitarietà. La morfologia dell'Arco Jonico deriva dai frequenti e brevi cicli sedimentari trasgressivo-regressivi che hanno interessato l'area sin dal Pliocene medio, conferendo al paesaggio il tipico aspetto a “gradinata” costituito, appunto, da una serie di scarpate che progressivamente degradano verso la linea di costa, lungo la quale è possibile osservare un sistema di dune cui sono associate estese depressioni retrodunali. Il clima è di tipo mediterraneo con inverni abbastanza miti (temperatura minima media 6-7°C) ed estati calde (temperatura massima media 25-26°C). La piovosità si attesta attorno ai 650 mm di pioggia annui concentrati prevalentemente nel periodo invernale. La Penisola salentina si presenta come un territorio alquanto complesso in cui si alternano superfici subpianeggianti (nelle aree

localizzate tra Lecce e Brindisi) a rilievi calcarei (serre salentine). Le serre presenti nella porzione più a sud sono caratterizzate da rilievi calcarei o calcareo-dolomitici stretti ed allungati che si interrompono qua e là in solchi erosivi pianeggianti. La penisola salentina, essendo protesa al mare, è caratterizzata da un clima più umido rispetto al resto della Puglia, dove invece la presenza dell'Appennino riduce l'apporto di umidità dei venti provenienti da ovest. L'umidità non si traduce in precipitazioni, comunque più cospicue rispetto alla Puglia settentrionale, ma determina una più netta alterazione della temperatura percepita: le stagioni estive, soprattutto nelle aree più meridionali, sono particolarmente afose, mentre le stagioni invernali, sia pure molto miti e abbondantemente al di sopra dello zero anche nei periodi più freddi, appaiono gelide soprattutto in presenza di vento. In tutto il territorio della D.O.C. l'uso del suolo è mosaicato con vigneti alternati a seminativi ed oliveti radi. Un'analisi più dettagliata dei suoli porta a considerare che nella parte occidentale dell'area di produzione predominano i suoli franco-argillosi profondi che diventano sabbiosi e sottili scendendo lungo la zona costiera permettendo quindi solo un ridotto approfondimento radicale.

I Comuni della Provincia di Brindisi sono per lo più caratterizzati da suoli franco sabbiosi argillosi, con media tessitura e buon drenaggio, leggermente asfittici nella fascia che interessa la parte occidentale di Oria e il Comune di Torre S. Susanna. Erchie ha un territorio con suoli tendenzialmente sottili che garantiscono buon drenaggio e disponibilità di ossigeno. Guardando alla fascia costiera si nota la netta prevalenza di suoli franco argillosi o franco sabbiosi molto sottili con substrato entro i 25-50 cm, quindi assolutamente poco adatti all'approfondimento radicale oltre i 50 cm. Man mano che ci si sposta verso l'interno i terreni diventano tendenzialmente più profondi, non presentando quindi particolari limitazioni d'uso, se non, in casi sporadici, problemi di drenaggio e conseguentemente asfissia radicale. Sulla base delle caratteristiche podologiche non esistono particolari fattori limitanti alla coltivazione della vite anzi l'intero areale ed i suoi terreni sono considerati estremamente vocati ad una viticoltura di elevata qualità. Considerando il territorio essenzialmente pianeggiante e notevolmente omogeneo dal punto di vista climatico, non esistono e conseguentemente

non sono riportate nel disciplinare di produzione particolari requisiti ed indicazioni sull'attitudine, esposizione e giacitura dei vigneti.

5.7 “Ostuni” DOC e “Ostuni Ottavianello” DOC o “Ottavianello di Ostuni” DOC

La zona geografica delimitata comprende tutto il territorio amministrativo dei comuni di: Ostuni, Carovigno, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e in parte il territorio di Latiano, Ceglie Messapico, tutti in provincia di Brindisi. Dal punto di vista genetico i suoli della zona presentano un'elevata variabilità; il basamento del territorio facente parte del Comprensorio della DOC “Ostuni”. I suoli presenti nell'area sono quelli tipici delle “terre rosse” e da moderatamente profondi a profondi. Sotto l'aspetto chimico, i terreni sono sostanzialmente simili. Questi suoli poco pietrosi, si prestano discretamente all'esercizio dell'attività agricola. Le coltivazioni di cereale autunno-vernini, foraggiere, leguminose, olivo e vite sono quelle da sempre più diffuse. La viticoltura è praticata con maggiore successo nelle zone in cui il suolo è sufficientemente profondo per sopperire all'indisponibilità dell'acqua e l'aridità estiva. Il clima della zona rientra nell'area d'influenza in parte del clima temperato e freddo, e in parte di quello mediterraneo; l'andamento delle temperature è caratterizzato da forti escursioni, con estati calde di giorno e fresche di notte e inverni miti tutto questo perché Ostuni fa parte della bassa Murgia e della nominata Valle d' Itria. Le precipitazioni medie annue, che variano con l'altitudine, vanno dai 450 mm fino ai 1.300 mm. La distribuzione stagionale delle piogge ha caratteri tipicamente mediterranei concentrandosi per circa il 70% nel periodo autunno-inverno.

5.8 “Primitivo di Manduria” DOC

Il territorio in cui ricade l'areale di produzione della D.O.C. Primitivo di Manduria è essenzialmente caratterizzato da due tipologie di paesaggio: l'Arco Jonico e la penisola Salentina. L'Arco Jonico(zona costiera) interessa maggiormente la zona costiera e comprende i comuni di Carosino, San Giorgio Ionico, Monteparano, Roccaforzata, Faggiano, Lizzano, Leporano, Pulsano, Fragagnano, Sava, Maruggio, Manduria. Esso si

estende a partire dalla costa ionica fino ad arrivare alla base delle Murge, ad ovest fino alla Fossa Bradanica e ad est fino al contatto con il Salento Nord Occidentale. La morfologia deriva dai frequenti e brevi cicli sedimentari trasgressivo-regressivi che hanno interessato l'area sin dal Pliocene medio, conferendo al paesaggio il tipico aspetto a "gradinata" costituito, appunto, da una serie di scarpate che progressivamente degradano verso la linea di costa, lungo la quale è possibile osservare un sistema di dune cui sono associate estese depressioni retrodunali. Il clima è di tipo mediterraneo con inverni abbastanza miti (temperatura minima media 6-7°C) ed estati calde (temperatura massima media 25-26°C). La piovosità si attesta attorno ai 650 mm di pioggia annui concentrati prevalentemente nel periodo invernale. Il Salento o Penisola salentina risulta la tipologia predominante in cui rientrano i Comuni di Avetrana, S. Marzano di San Giuseppe, Torricella, Torre dell'Ovo, Campomarino, S. Pietro in Bevagna, Torre Colimena, Oria, S. Susanna, Erchie, interessando quindi la parte sud-orientale dell'intero territorio tarantino. Si presenta come un territorio alquanto complesso in cui si alternano superfici subpianeggianti (nelle aree localizzate tra Lecce e Brindisi) a rilievi calcarei (serre salentine). Le serre presenti nella porzione più a sud sono caratterizzate da rilievi calcarei o calcareo-dolomitici stretti ed allungati che si interrompono qua e là in solchi erosivi pianeggianti. La penisola salentina, essendo protesa al mare, è caratterizzata da un clima più umido rispetto al resto della Puglia, dove invece la presenza dell'Appennino riduce l'apporto di umidità dei venti provenienti da ovest. L'umidità non si traduce in precipitazioni, comunque più cospicue rispetto alla Puglia settentrionale, ma determina una più netta alterazione della temperatura percepita: le stagioni estive, soprattutto nelle aree più meridionali, sono particolarmente afose, mentre le stagioni invernali, sia pure molto miti e abbondantemente al di sopra dello zero anche nei periodi più freddi, appaiono gelide soprattutto in presenza di vento. In tutto il territorio della D.O.C. l'uso del suolo è mosaicato con vigneti alternati a seminativi ed oliveti radi. Un'analisi più dettagliata dei suoli porta a considerare che nella parte occidentale dell'area di produzione predominano i suoli franco-argillosi profondi che diventano sabbiosi e sottili scendendo lungo la zona costiera permettendo quindi solo un ridotto approfondimento

radicale. Tale tipologia in realtà lambisce la parte orientale dei Comuni di Sava e Lizzano. Procedendo verso ovest, si nota che i Comuni di Manduria, Sava e Avetrana sono caratterizzati dall'alternanza di suoli sottili e profondi, per lo più a media tessitura e poco adatti, ad approfondimento radicale oltre i 50 cm. I tre Comuni della Provincia di Brindisi sono per lo più caratterizzati da suoli franco sabbiosi argillosi, con media tessitura e buon drenaggio, leggermente asfittici nella fascia che interessa la parte occidentale di Oria e il Comune di Torre S.Susanna. Erchie ha un territorio con suoli tendenzialmente sottili che garantiscono buon drenaggio e disponibilità di ossigeno. Guardando alla fascia costiera si nota la netta prevalenza di suoli franco argillosi o franco sabbiosi molto sottili con substrato entro i 25-50 cm, quindi assolutamente poco adatti all'approfondimento radicale oltre i 50 cm. Man mano che ci si sposta verso l'interno i terreni diventano tendenzialmente più profondi, non presentando quindi particolari limitazioni d'uso, se non, in casi sporadici, problemi di drenaggio e conseguentemente asfissia radicale. Sulla base delle caratteristiche podologiche non esistono particolari fattori limitanti alla coltivazione della vite anzi l'intero areale ed i suoi terreni sono considerati estremamente vocati ad una viticoltura di elevata qualità. Considerando il territorio essenzialmente pianeggiante e notevolmente omogeneo dal punto di vista climatico, non esistono e conseguentemente non sono riportate nel disciplinare di produzione particolari requisiti ed indicazioni sull'attitudine, esposizione e giacitura dei vigneti.

5.9 “Salice Salentino” DOC

La denominazione di origine controllata “Salice Salentino” è riservata ai vini derivanti da uve prodotte nella zona di produzione che comprende tutto il territorio amministrativo di Salice Salentino, Veglie e Guagnano della provincia di Lecce e San Pancrazio Salentino e Sandonaci della provincia di Brindisi e inoltre in parte il territorio comunale di Campi Salentina in provincia di Lecce e Cellino San Marco in provincia di Brindisi. L'assetto geologico dell'areale della DOC Salice Salentino non si discosta molto da quello riscontrabile in tutta la Penisola Salentina: sul basamento carbonatico cretaceo, blandamente piegato e dislocato da faglie, giacciono in trasgressione i sedimenti delle

formazioni terziarie e quaternarie. Tale configurazione morfostrutturale deriva dagli eventi tettonici e paleogeografici che si sono susseguiti nella regione salentina a partire dal Mesozoico. A partire da tale periodo, infatti, il basamento carbonatico ha subito numerose emersioni e subsidenze accompagnate da ingressioni marine. Il quadro risultante è dato dalla presenza di un substrato carbonatico mesozoico su cui giacciono in trasgressione le unità di più recente deposizione: le calcareniti mioceniche ed i sedimenti calcarenitici, argillosi e sabbiosi pliocenici e pleistocenici. Tutte queste unità possono essere classificate in quattro gruppi principali, in base ai caratteri di facies e in relazione all'evoluzione geodinamica dell'area dal Cretaceo ai nostri. Nell'area si rinvengono, dalla più antica alla più recente, le seguenti formazioni geologiche:

1. Calcari di Altamura (Turoniano sup- Maastrichtiano)
2. Pietra Leccese e Calcareniti di Andrano (Burdigaliano – Messiniano)
3. Calcareniti di Gravina (Pliocene medio – Pleistocene inf.)
4. Argille Subappennine (Pleistocene inf.)
5. Depositi Marini Terrazzati (Pleistocene medio e sup).

I suoli del Salento viticolo sono di diverse tipologie. Il più delle volte sono profondi e argillosi –calcarei nell'entroterra del Salento dove appunto ricade il comprensorio della DOC Salice Salentino; nel Basso Salento spesso risultano più superficiali e rossastri con roccia calcarea che di tanto in tanto affiora. I primi essendo notevolmente profondi, ricchi di sostanza organica, poveri in carbonato di calcio, si prestano molto bene alla coltivazione della vite, specialmente quella innestata su portinnesti americani, che bene si apprestano a questo tipo di terreno. Le caratteristiche di questi terreni fanno sì che anche in alcune annate più siccitose si riescono comunque a creare delle condizioni ottimali per lo sviluppo della pianta ottenendo un vino qualità.

5.10 “Terra d’Otranto” DOC

La zona di produzione delle uve atte alla produzione dei vini a denominazione di origine controllata “Terra d’Otranto” comprende l'intero territorio amministrativo delle province di Brindisi, Lecce e Taranto. Il territorio in cui ricade l'areale di produzione della

D.O.C. “Terra d’Otranto” è essenzialmente caratterizzato da due tipologie di paesaggio: l’Arco Jonico e la penisola Salentina. Il toponimo Terra d’Otranto fu attribuito fin dal Medioevo all’insieme delle province di Lecce, Brindisi e Taranto: un’area omogenea fisicamente e culturalmente, che tuttavia nel corso di travagliate vicende storiche ha espresso fasi di unitarietà. La morfologia dell’Arco Jonico deriva dai frequenti e brevi cicli sedimentari trasgressivo-regressivi che hanno interessato l’area sin dal Pliocene medio, conferendo al paesaggio il tipico aspetto a “gradinata” costituito, appunto, da una serie di scarpate che progressivamente degradano verso la linea di costa, lungo la quale è possibile osservare un sistema di dune cui sono associate estese depressioni retrodunali. Il clima è di tipo mediterraneo con inverni abbastanza miti (temperatura minima media 6-7°C) ed estati calde (temperatura massima media 25-26°C). La piovosità si attesta attorno ai 650 mm di pioggia annui concentrati prevalentemente nel periodo invernale. La Penisola salentina si presenta come un territorio alquanto complesso in cui si alternano superfici subpianeggianti (nelle aree localizzate tra Lecce e Brindisi) a rilievi calcarei (serre salentine). Le serre presenti nella porzione più a sud sono caratterizzate da rilievi calcarei o calcareo-dolomitici stretti ed allungati che si interrompono qua e là in solchi erosivi pianeggianti. La penisola salentina, essendo protesa al mare, è caratterizzata da un clima più umido rispetto al resto della Puglia, dove invece la presenza dell’Appennino riduce l’apporto di umidità dei venti provenienti da ovest. L’umidità non si traduce in precipitazioni, comunque più cospicue rispetto alla Puglia settentrionale, ma determina una più netta alterazione della temperatura percepita: le stagioni estive, soprattutto nelle aree più meridionali, sono particolarmente afose, mentre le stagioni invernali, sia pure molto miti e abbondantemente al di sopra dello zero anche nei periodi più freddi, appaiono gelide soprattutto in presenza di vento. In tutto il territorio della D.O.C. l’uso del suolo è mosaicato con vigneti alternati a seminativi ed oliveti radi. Un’analisi più dettagliata dei suoli porta a considerare che nella parte occidentale dell’area di produzione predominano i suoli franco-argillosi profondi che diventano sabbiosi e sottili scendendo lungo la zona costiera permettendo quindi solo un ridotto approfondimento radicale. I Comuni della Provincia di Brindisi sono per

lo più caratterizzati da suoli franco sabbiosi argillosi, con media tessitura e buon drenaggio, leggermente asfittici nella fascia che interessa la parte occidentale di Oria e il Comune di Torre S. Susanna. Erchie ha un territorio con suoli tendenzialmente sottili che garantiscono buon drenaggio e disponibilità di ossigeno. Guardando alla fascia costiera si nota la netta prevalenza di suoli franco argillosi o franco sabbiosi molto sottili con substrato entro i 25-50 cm, quindi assolutamente poco adatti all'approfondimento radicale oltre i 50 cm. Man mano che ci si sposta verso l'interno i terreni diventano tendenzialmente più profondi, non presentando quindi particolari limitazioni d'uso, se non, in casi sporadici, problemi di drenaggio e conseguentemente asfissia radicale. Sulla base delle caratteristiche podologiche non esistono particolari fattori limitanti alla coltivazione della vite anzi l'intero areale ed i suoi terreni sono considerati estremamente vocati ad una viticoltura di elevata qualità. Considerando il territorio essenzialmente pianeggiante e notevolmente omogeneo dal punto di vista climatico, non esistono e conseguentemente non sono riportate nel disciplinare di produzione particolari requisiti ed indicazioni sull'attitudine, esposizione e giacitura dei vigneti.

5.11 Puglia IGT

L'area geografica vocata alla produzione del Vino IGT Puglia si estende sulle colline dell'intero territorio pugliese che presenta caratteristiche che lo rendono tra i più affascinanti in Italia in quanto a bellezza del paesaggio e tra i più interessanti da un punto di vista storico e naturalistico. Alle piane incolte battute dal vento seguono le infinite geometrie degli olivi oltre a fertili distese di terreni coltivati, recuperati a fatica da generazioni di contadini. Lungo le coste il paesaggio muta ulteriormente alternando lunghi arenili di sabbia finissima ad alte pareti rocciose intervallate da insenature e piccole calette, lungo le quali si aprono numerose grotte e anfratti dovuti alla particolare natura carsica del sottosuolo pugliese. La Zona di Produzione del Vino IGT Puglia comprende l'intero territorio regionale.

Le caratteristiche genetiche e morfologiche del territorio di produzione, l'esposizione prevalente dei vigneti localizzati in zone particolarmente vocate alla coltivazione della

vite, il clima mite e particolarmente favorevole concorrono a determinare un ambiente adeguatamente ventilato, luminoso e favorevole all'espletamento di tutte le funzioni vegeto-produttive della pianta, ottenendo ottimi risultati qualitativi ed organolettica.

5.12 Salento IGT

La zona di produzione geografica tipica delle uve per l'ottenimento dei mosti e dei vini atti ad essere designati con l'indicazione geografica "Salento" comprende l'intero territorio amministrativo delle province di Brindisi, Lecce e Taranto. I sistemi di allevamento a pianta bassa e ad alta intensità di individui per superficie favoriscono una produzione per pianta, tale da considerare il prodotto ottenuto con caratteristiche organolettiche più interessanti. Inoltre, il sistema di allevamento, la potatura, le coltivazioni influiscono sulla quantità e qualità finale del prodotto. La viticoltura tipica di questa zona prevede un elevato frazionamento essendo, la zona, tradizionalmente derivante dalla Riforma Fondiaria che si basò, appunto sul frazionamento della proprietà onde consentire a più nuclei familiari di trarre il proprio reddito. Oggi questa situazione ha prodotto solo elementi positivi in quanto si sono scelti per l'impianto, solo i terreni migliori, con le migliori esposizioni e limitando fortemente l'unico vero rischio in loco per le produzioni che è costituito dalla grandine che tradizionalmente fa la sua comparsa tra i mesi di luglio ed agosto, ed il cui impatto distruttivo viene fortemente limitato da detta parcellizzazione, dato che è noto che la grandine colpisce fasce del territorio normalmente di ampiezza limitata.

5.13 Valle d'Itria IGT

La zona di produzione delle uve per l'ottenimento dei mosti e dei vini atti ad essere designati con la indicazione geografica tipica "Valle d'Itria" comprende l'intero territorio amministrativo dei comuni di Alberobello e Locorotondo in provincia di Bari; Ceglie Messapico, Cisternino, Fasano e Ostuni in provincia di Brindisi; Crispiano e Martina Franca in provincia di Taranto.

La zona geografica delimitata dal disciplinare di produzione è denominata “Valle d’Itria” e fa parte della più ampia area della Murgia, cosiddetta “dei Trulli”. Dal punto di vista cartografico la zona è orientata a sud-est della provincia di Bari. La pedologia del suolo presenta le classiche terre rosse derivate dalla dissoluzione delle rocce calcaree, delle quali rappresentano i residui insolubili composti da ossidi e idrossidi di ferro e di alluminio. Sono terreni che per la loro ricchezza di potassio e la relativa povertà di sostanza organica costituiscono un privilegiato substrato per la coltivazione di varietà di uve per vini bianchi di pregio. I terreni, argillosi, argillosi-limosi, hanno elevata presenza di scheletro che raggiunge circa il 60% dei costituenti totali. L’altitudine delle aree coltivate a vite è compresa tra 280 e i 418 metri sul livello del mare e con un’escursione altimetrica, quindi, di 138 metri. Le pendenze sono lievi e le esposizioni prevalenti sono orientate sud-est. Il clima è del tipo caldo arido, con andamento pluviometrico molto variabile e precipitazioni che, a seconda delle annate, vanno dagli 800 mm ai 400 mm di acqua, concentrate per circa il 70% nel periodo autunno-invernale. Considerato l’andamento riferito al periodo vegetativo della vite, che è compreso da aprile a settembre, si riscontrano valori di precipitazione molto modesti aggiratesi sui 300 mm. di pioggia. Non sono rare estati senza alcuna precipitazione. L’andamento medio pluriennale termico è caratterizzato da elevate temperature che raramente superano i 30 C° e scendono sotto 0 c°. Durante il periodo estivo le temperature minime difficilmente scendono sotto i 18° C.

5.14 Caciocavallo silano DOP

L’area di produzione è rappresentata dalle regioni Campania, Molise, Puglia, Calabria e Basilicata. In particolare, per quel che concerne la regione Puglia, le province interessate sono Foggia, Bari, Taranto e Brindisi. Formaggio semiduro a pasta filata prodotto esclusivamente con latte di vacca intero di forma ovale o tronco-conica con testina o senza e di altezza e diametro variabili. La forma è tipicamente a pera, il sapore è dolce e burroso quando è di media stagionatura, piccante quando è di stagionatura avanzata. La crosta è dura, liscia, sottile e lucida di colore bianco avorio ricoperta da muffe. La

pasta è cruda e filata. Se stagionato a lungo friabile, scagliosa di un colore bianco o giallo oro, omogenea e compatta o con lievissima occhiatura. Il metodo di produzione consiste nel prendere il latte pastorizzato e portarlo a 35°C con aggiunta del caglio di vitello. Dopo la coagulazione viene rotta la cagliata. La pasta viene lasciata maturare sotto siero caldo per diverse ore, per poi farla spurgare sul tavolo di sgrondo. La pasta viene lasciata maturare per 3-4 giorni tagliata a pezzi. La filatura avverrà successivamente in acqua a 80-85 gradi. La salatura si effettua in salamoia da due a dodici ore, a seconda del peso. Matura in un mese in ambiente aerato e fresco, dove le forme vengono appese a coppia a cavallo di un bastone orizzontale. La stagionatura si protrae dai 3 mesi fino ad un anno in cantina a temperatura costante.



4 - Caciocavallo Silano DOP

5.15 Collina di Brindisi DOP

La denominazione di origine protetta "Collina di Brindisi" è riservata all'olio extravergine di oliva rispondente alle condizioni ed ai requisiti stabiliti dal Regolamento CEE n° 2081/92, dalla Legge n° 169/92 e del relativo disciplinare di produzione. La denominazione di origine controllata "Collina di Brindisi", deve essere ottenuta dalle seguenti varietà di olive presenti negli oliveti: "Ogliarola" per almeno il 70%, "Cellina di

Nardò", "Coratina", "Frantoio", "Leccino", "Picholine" e altre varietà diffuse sul territorio presenti, da sole o congiuntamente, negli oliveti in misura fino al 30%. Le olive destinate alla produzione dell'olio di oliva extravergine della denominazione di origine controllata "Collina di Brindisi" sono prodotte nel territorio della provincia di Brindisi ricadente nei seguenti comuni: Carovigno, Ceglie Messapica, Cisternino, Fasano, Ostuni, S. Michele Salentino, S. Vito dei Normanni, Villa Castelli.

La zona di produzione risulta caratterizzata dalle seguenti condizioni pedoclimatiche e agronomiche:

A) Parametri pedoclimatici: l'areale di produzione corrisponde all'ultimo tratto orientale dell'altopiano calcareo delle Murge, che degrada rapidamente a nord-est verso la fascia costiera, ed a sud discende gradatamente verso la pianura Messapica, fra le province di Brindisi e di Lecce. L'altitudine massima riscontrabile è di 413 metri. I terreni sono classificabili come calcarei, bianchi cristallini, del Cretaceo (Terre Rosse), ad eccezione della fascia costiera, caratterizzata da tufo calcareo con argille intercalate, del Pleistocene. Il clima è caldo-arido, con regime di precipitazioni di tipo marittimo e piovosità concentrata nel periodo autunno-invernale, superiore ai 500 mm. annui.

B) Parametri colturali: l'olivo rappresenta la principale coltura nella zona, con impianti prevalentemente di tipo tradizionale, condotti, per lo più, in asciutto ed allevati a vaso tronco-conico, con sestri compresi tra metri 5 x 5 e metri 14 x 14.

5.16 Terra d'Otranto DOP

La denominazione di origine controllata "Terra d'Otranto" è riservata all'olio extravergine di oliva ottenuto dalle seguenti varietà di olivo presenti, da sole o congiuntamente, negli oliveti: Cellina di Nardò e Ogliarola (localmente denominata Ogliarola Leccese o Salentina) per almeno il 60%. La zona di produzione comprende i territori olivati atti a conseguire le produzioni con le caratteristiche qualitative previste nel presente disciplinare di produzione, compresi nell'intero territorio amministrativo delle province di Lecce e nel territorio della provincia di Taranto con l'esclusione dei seguenti Comuni: Ginosà, Laterza, Castellaneta, Palagianello, Palagiano, Mottola,

Massafra, Crispiano, Statte e la porzione del Comune di Taranto censita al catasto con la lettera A nonché, nei seguenti Comuni della provincia di Brindisi: Brindisi, Cellino S. Marco, Erchie, Francavilla Fontana, Latiano, Mesagne, Oria, Sandonaci, San Pancrazio Salentino, San Pietro Vernotico, Torchiarolo e Torre S. Susanna. La zona geografica sopracitata si estende ad arco insinuandosi fra i mari Jonio ed Adriatico, dalle Murge tarantine e dalle estreme pendici brindisini delle Murge di Sud-Est, per il tavoliere di Lecce, per finire nelle Serre, alla confluenza dei due mari.

5.17 Carciofo Brindisino IGP

L'Indicazione Geografica Protetta (IGP) "Carciofo Brindisino" designa i carciofi della specie *Cynara cardunculus* subsp. *scolymus* (L.) Hayek riferibili all'ecotipo "Carciofo Brindisino", prodotti nel territorio amministrativo dei seguenti comuni della provincia di Brindisi: Brindisi, Cellino San Marco, Mesagne, San Donaci, San Pietro Vernotico, Torchiarolo, San Vito dei Normanni e Carovigno. Le condizioni climatiche del territorio di coltivazione del "Carciofo Brindisino" sono tipicamente mediterranee ed hanno favorito la diffusa presenza della coltura da tempi immemorabili. Il territorio di coltivazione del "Carciofo Brindisino" conferisce ai capolini particolari caratteristiche qualitative ed organolettiche. In particolare, i suoli ricchi di potassio, unitamente ai fattori umani e alle peculiarità dell'ecotipo utilizzato, conferiscono ai capolini caratteristiche di tenerezza e sapidità che sono determinati da una scarsa presenza di fibra e un elevato contenuto di inulina. Tali caratteristiche sono conferite dalla particolare composizione dei suoli, cioè i terreni sabbiosi calcarei d'origine costiera, meglio conosciuti come "tufi", che accompagnano il litorale adriatico specialmente nel tratto Brindisino. Per struttura e composizione abbastanza fertili sono le terre sui "tufi" e le sabbie argillose; mentre sono in genere poco fertili le sabbie, le argille marnose e i terreni alluvionali sabbiosi. Generalmente sono suoli con contenuto medio di azoto, basso di fosforo ed elevato di potassio. I terreni risultano mediamente dotati di sostanza organica, hanno un pH neutro o sub-alcalino ed una buona capacità idrica di campo. Le tecniche di coltivazione messe a punto dagli agricoltori nei territori delimitati per la

produzione del “Carciofo Brindisino” unitamente alle condizioni pedoclimatiche del suddetto territorio, conferiscono la precocità che consente la presenza sul mercato già dal mese di ottobre; inoltre, la tenerezza e delicatezza dei capolini, in particolare nella parte basale delle brattee, ed il ricettacolo carnoso e gustoso, rappresentano caratteristiche di pregio per le varie destinazioni culinarie. Le caratteristiche del carciofo rimangono pressoché invariate nel corso dei cicli produttivi, a motivo della standardizzazione della tecnica colturale.

La giacitura pianeggiante del territorio consente di ottenere una produzione di capolini con caratteristiche morfologiche omogenee. Tutto l’areale è caratterizzato da clima mediterraneo con inverni miti ed estati caldo-umide, per effetto dell’azione di eventi atmosferici del mediterraneo Nordorientale. La media delle temperature nei mesi freddi si attesta intorno ai 9°C, mentre nei mesi caldi attorno ai 25,5 °C. Non si riscontrano, se non in rari casi, fenomeni di forti escursioni termiche. Le precipitazioni, frequenti in autunno e in inverno, si attestano attorno ai 550 mm. di pioggia/anno. La primavera e l’estate sono caratterizzate da lunghi periodi di siccità. L’armonia fra questi elementi pedoclimatici contraddistingue il nostro territorio rendendolo particolarmente adatto alla produzione del “Carciofo Brindisino” con qualità specifiche tali da caratterizzarlo e farlo apprezzare dai mercati nazionali ed esteri. La spiccata vocazione del territorio ha portato, negli ultimi decenni, all’incremento della superficie coltivata a carciofo, tanto che attualmente circa il 20% della produzione nazionale di carciofi proviene dalla provincia di Brindisi.

5.18 Pomodoro Fiaschetto di Torre Guaceto

Negli ultimi tempi è stato avviato il progetto per il recupero dell’ecotipo locale di pomodoro fiaschetto. Questo pomodorino, dolce, succoso, serbevole, fa parte della storia gastronomica pugliese: era la base per la passata che tutte le famiglie, anche quelle urbane, si producevano per l’inverno. Non era pensabile utilizzare un altro tipo di pomodoro, magari più famoso, come il san marzano: nel Brindisino il sugo rosso della pasta è quello che deriva dalla passata di fiaschetto. Eppure, nonostante questo

radicamento, il pomodorino rischiava di sparire: troppo dispendiosa la coltivazione e soprattutto la raccolta, troppa scarsa la quantità di raccolto rispetto alla redditività dei moderni ibridi da sugo. La lenta ripresa della coltivazione del Fiaschetto, con 100.000 piantine coltivate in circa 50 ettari, produce quasi 1.500 quintali di pomodoro. Le fasi della coltivazione si ispirano alle tradizioni popolari, ai riti sacri e al calendario dei Santi: il trapianto della piantina del pomodoro fiaschetto, infatti, avviene proprio come un tempo, il giorno di San Giuseppe, il 19 marzo. Il 13 giugno invece, giorno di Sant'Antonio, comincia la raccolta. L'impiego di acqua salmastra per la coltivazione, prelevata dai pozzi in superficie, conferisce al pomodoro fiaschetto un sapore acidulo-salmastro, che gli viene ridotto facendolo maturare, dopo la raccolta, su graticci di canne in ombra. Il pomodoro fiaschetto, di colore rosso e colletto verde, buccia sottile, ricca di semi, peso medio di 15-20 grammi, in piccoli grappoli con 4/5 pomodori, è un prodotto da mangiare fresco oppure per produrre la classica passata di pomodoro.



5 - Pomodoro Fiaschetto di Torre Guaceto

5.19 Pomodoro Regina al filo di cotone di Torre Canne

Regina è il nome di una varietà locale di pomodoro da serbo, coltivata nell'alto Salento tra Fasano e Ostuni, nei terreni salmastri litoranei del Parco delle Dune Costiere, da Torre Canne a Torre San Leonardo fino ad Egnazia, lungo l'antica via Traiana. Il nome di questo pomodoro si ispira alle caratteristiche del peduncolo, che crescendo assume la

forma di una coroncina. Le bacche sono piccole e tondeggianti. La buccia, piuttosto spessa – una caratteristica dovuta appunto all’acqua salmastra con la quale si irrigano gli orti vicini al mare – aumenta la conservabilità di questa varietà e la resistenza ai parassiti. Il pomodoro regina si raccoglie a partire dal mese di luglio: una parte viene venduto fresco e una parte viene riposto in cassette dove subisce un appassimento fino all’inizio di settembre, quando il cotone è pronto per la filatura. A questo punto i pomodorini, legati per il peduncolo con il filo di cotone a formare le ramasole, sono appesi alle volte delle masserie e si conservano fino alla fine del mese di aprile dell’anno successivo.



6 - Pomodoro Regina al filo di cotone di Torre Canne

5.20 Uva di Puglia IGP

L’I.G.P. “Uva di Puglia” è riservata all’uva da tavola delle varietà Italia b., Regina b. Victoria b., Michele Palieri n., Red Globe rs., prodotta nella zona comprende diversi territori della regione Puglia posti al di sotto dei 330 m. s.l.m.. La zona di produzione dell’Uva di Puglia è caratterizzata da condizioni pedoclimatiche ideali per lo sviluppo dell’uva da tavola. Terreni di medio impasto ricchi di potassio e di calcio, clima mite anche di inverno, caratterizzato da discreta piovosità nel periodo invernale e da scarse precipitazioni in quello primaverile-estivo, luminosità elevata, rispondono appieno alle esigenze di una coltura, come la vite, potassofila ed eliofila. L’“Uva di Puglia” continuava ad essere segnalata come esempio di successo del prodotto sul mercato grazie alla

sensibilità e capacità dei produttori, in grado di utilizzare al meglio la vocazionalità pedoclimatica della regione.



7 - Uva di Puglia IGP

6. ANALISI DELLO STATO DI FATTO

Da un punto di vista paesaggistico, l'area in studio si inserisce all'interno dell'unità paesaggistica denominata Campagna Brindisina (Ambito 9 del PPTR). L'ambito della campagna Brindisina è caratterizzato da un bassopiano irriguo con ampie superfici a seminativo, vigneto e oliveto. La pianura brindisina è rappresentata da un uniforme bassopiano compreso tra i rialti terrazzati delle Murge a nord-ovest e le deboli alture del Salento settentrionale a sud. Si caratterizza, oltre che per la quasi totale assenza di pendenze significative e di forme morfologiche degne di significatività, per l'intensa antropizzazione agricola del territorio e per la presenza di zone umide costiere. Le vaste colture a seminativo, spesso contornate da filari di alberi (olivi e/o alberi da frutto), sono intervallate da frequenti appezzamenti sparsi di frutteti, vigneti e oliveti a sesto regolare che, in corrispondenza dei centri abitati di Mesagne e Latiano, si infittiscono e aumentano di estensione dando origine ad un paesaggio diverso in cui le colture a seminativo diventano sporadiche e si aprono improvvisamente come radure all'interno della ordinata regolarità dei filari. La vegetazione in pieno campo presente nei siti di impianto risulta costituita ampie distese di colture estensive ad indirizzo cerealicolo con

presenza elevata di uno strato erbaceo caratterizzato, a livello intercalare, da malerbe infestanti di natura spontanea. Facendo riferimento all'area che sarà interessata dall'intervento in progetto, le specie arboree e arbustive risultano pressoché assenti. Lo strato erbaceo naturale e spontaneo si caratterizza per la presenza di graminaceae, compositae, cruciferae, ecc.. La copertura di un tempo è totalmente scomparsa e visivamente il paesaggio agrario è rappresentato da aree a seminativo. Per quanto sopra asserito la rete ecologica insistente ed esistente nell'area studio risulta pochissimo efficiente e scarsamente funzionale sia per la fauna che per le associazioni floristiche limitrofe le aree interessate al progetto. Infatti, il territorio in studio si caratterizza per la presenza sporadica di piccoli ecosistemi "fragili" che risultano, altresì, non collegati tra loro. Pertanto, al verificarsi di impatti negativi, seppur lievi ma diretti (come distruzione di parte della vegetazione spontanea attraverso pratiche di incendio controllato per il controllo delle malerbe infestanti), non corrisponde il riequilibrio naturale delle condizioni ambientali di inizio disturbo. A causa dell'assenza di ambienti ampi e di largo respiro i micro-ambienti naturali limitrofi non sono assolutamente in grado di espandersi e di riappropriarsi, anche a causa della flora spontanea "pioniera" e/o alle successioni di associazioni vegetazionali più evolute, degli ambienti che originariamente avevano colonizzato. Gli interventi di mitigazione e colturali previsti saranno finalizzati, quindi, alla minimizzazione delle interferenze ambientali e paesaggistiche delle opere in progetto. Nel caso specifico, considerata la tipologia dell'opera si provvederà alla realizzazione di una macchia arbustiva perimetrale, a ridosso della recinzione, al fine di schermare l'impatto visivo con piante autoctone. Il progetto non comporta alcuna compromissione significativa della flora esistente e nessuna frammentazione della continuità in essere.



8– report fotografico stato di fatto areale di intervento



9– report fotografico stato di fatto areale di intervento



10 – report fotografico stato di fatto areale di intervento



11 – report fotografico stato di fatto areale di intervento



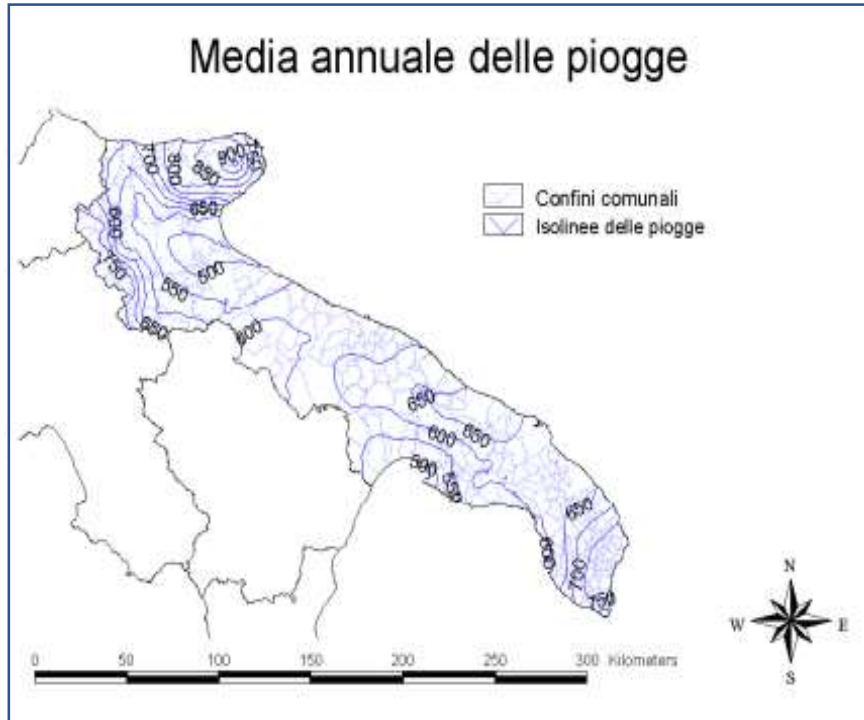
12– report fotografico stato di fatto areale di intervento



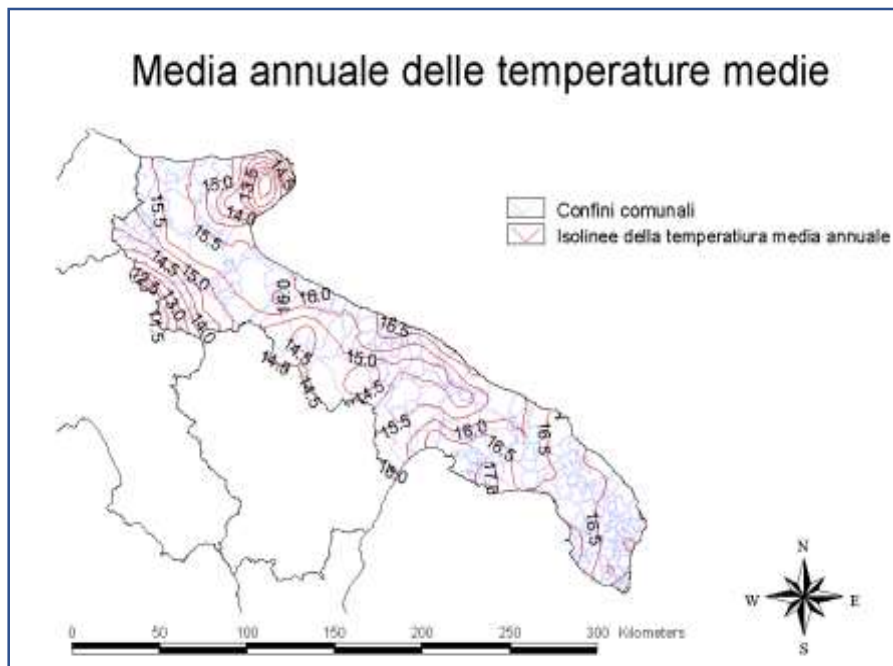
13– report fotografico stato di fatto areale di intervento

7. Climatologia

Il clima della Puglia è tipicamente mediterraneo con inverni miti ed estati calde e generalmente lunghe e secche. Lungo le coste, adriatica e ionica, il clima presenta un carattere marittimo, con escursioni termiche stagionali meno spiccate; mentre nell'entroterra, ovvero nel Tavoliere e nel promontorio del Gargano, il clima presenta, invece, caratteristiche climatiche più continentali, con maggiori variazioni delle temperature stagionali. Sull'intero territorio regionale le precipitazioni piovose sono piuttosto scarse, concentrate nei mesi invernali e caratterizzate da un regime estremamente variabile. Le precipitazioni annuali (medie calcolate sul periodo 1951-1992) oscillano intorno ai 650 mm annui con due picchi concentrati a novembre e marzo. Le temperature medie annue oscillano intorno ai 15°C, e possono raggiungere massimi giornalieri di 40°C in luglio e minimi sotto lo zero nelle aree del Gargano e dell'Appennino Dauno. In particolare, la Piana Costiera Brindisina costituisce un corpo pianeggiante in cui il clima, da un punto di vista generalizzato, è quello tipico temperato mediterraneo, con alcune varianti dovute principalmente alle influenze dei venti (a seconda che siano particolarmente freddi o particolarmente caldi) che contribuiscono ad esaltare o a deprimere alcuni caratteri peculiari creando così una situazione, come risulterà dall'analisi, molto peculiare. Si può parlare di clima temperato caldo con prolungamento della stagione estiva e inverno mite. Le temperature medie invernali sono superiori agli 8°C mentre quelle minime scendono solo raramente al di sotto di 5°C. È il caratteristico clima della pianura costiera con temperatura media di 16 gradi, e nei mesi più caldi, tra i 24,5 e i 25°C. L'escursione media annua oscilla tra i 16,0 e i 16,5°C. Il mese più soleggiato, in senso assoluto, è luglio (11,2 ore) mentre il minimo annuo si riscontra a dicembre (3,7 ore).



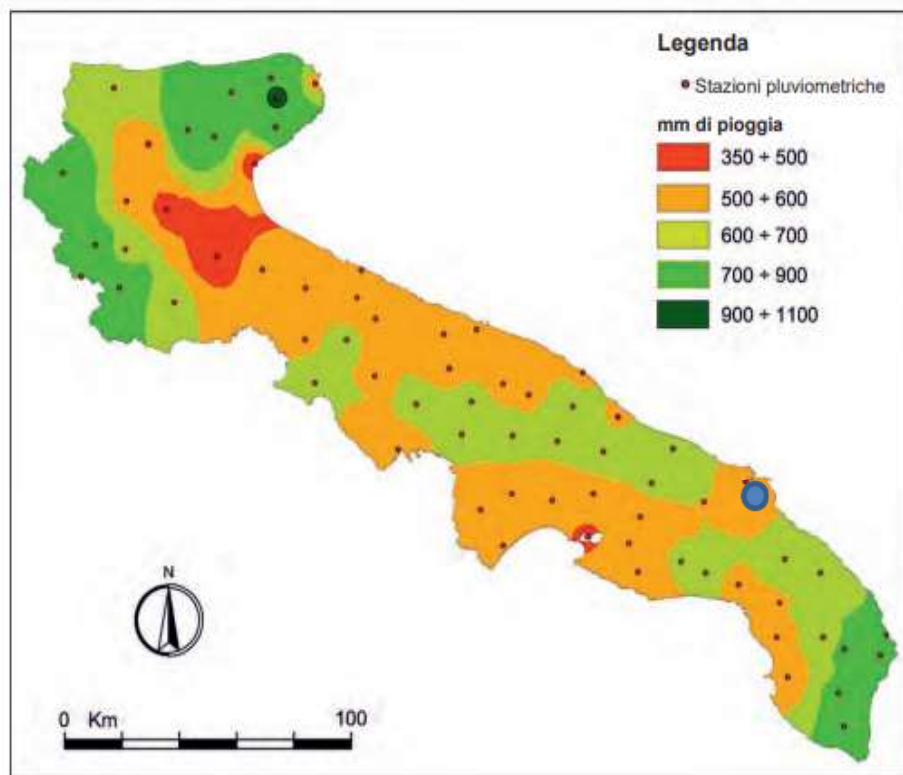
14 - Medie precipitazioni annuali: fonte “Atlante italiano del clima e dei cambiamenti climatici”



15 - Medie temperature annuali: fonte “Atlante italiano del clima e dei cambiamenti climatici”

7.1 Precipitazioni

Le precipitazioni nella regione Puglia variano da meno di 400 a più di 1000 mm annui, ma l'essenziale della regione studiata è compresa tra le isoiete di 500 e 800 mm. La zona più ricca d'acqua – e di molto – è la parte alta del Gargano (più di 1000 mm); l'Appennino di Capitanata ne riceve più di 800 mm d'acqua, il massiccio del Vulture poco meno; le zone più elevate delle Murge (nord ovest e sud est) oltrepassano i 700 mm; ma il sud della penisola salentina, dove la posizione compensa la scarsa altitudine, riceve più di 800 mm. Nell'area di progetto i valori si attestano tra i 500 e i 600 mm di pioggia annua.

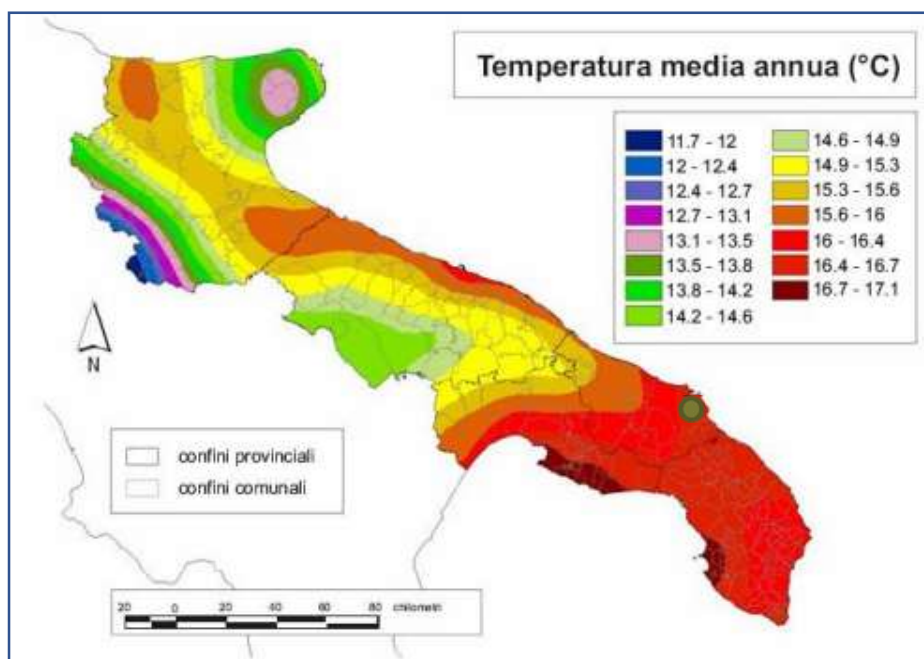


16 - Carta delle precipitazioni della Puglia rispetto alle aree di progetto

7.2 Temperature

La temperatura media annua della stazione termo-pluviometrica di Brindisi Casale (Br) è di 17,5°C. Il mese più freddo risulta essere gennaio che riporta come media mensile 6,6°C. I mesi di luglio ed agosto sono invece i più caldi con una media di 29,5°C.

Dall'analisi delle temperature medie stagionali si evidenzia come all'inizio della stagione autunnale la temperatura si mantenga ancora piuttosto elevata; nel mese di settembre, infatti, la temperatura media è pari a 22,3°C e dunque solo di pochi gradi inferiore al mese più caldo dell'anno. Le temperature medie annue relative alle zone di progetto in agro di Brindisi risultano comprese tra 16 e 16.7 °C.

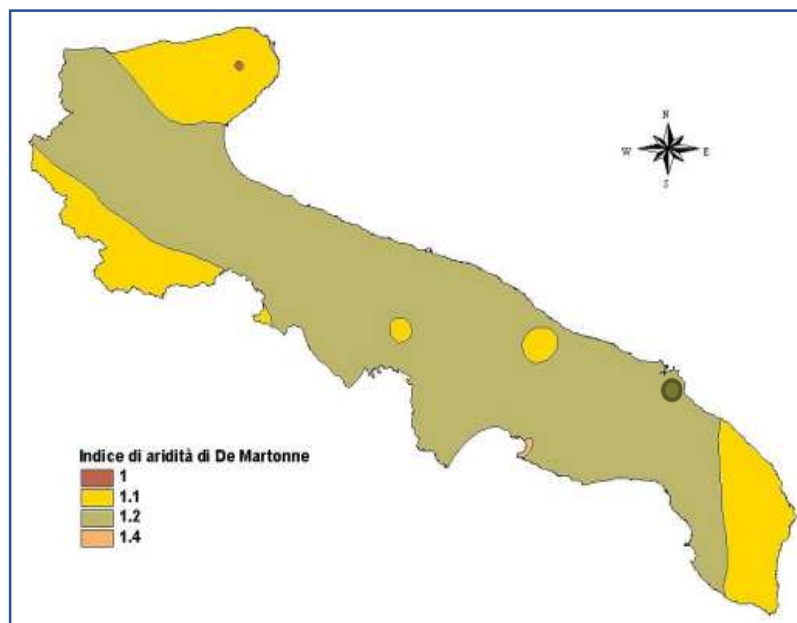


17- Carta delle temperature medie annue della Puglia in relazione alle aree di progetto

7.3 Indici bioclimatici

È noto da tempo che la distribuzione della vegetazione sulla superficie terrestre dipende da una lunga serie di fattori di varia natura tra di essi interagenti (fattori geografici, topografici, geopedologici, climatici, biologici, storici...). È noto altresì che, fra tutti gli elementi individuati, la temperatura e le precipitazioni rivestono un'importanza fondamentale, non solo per i valori assoluti che esse assumono, ma anche e soprattutto per la loro distribuzione nel tempo e la reciproca influenza. Per tali motivi, correlando i

dati di temperatura e di piovosità registrati in un determinato ambiente nel corso dell'anno, opportunamente elaborati ed espressi, alcuni autori hanno ideato numerosi indici allo scopo di rappresentare sinteticamente il carattere prevalente del clima locale. Fra gli indici maggiormente conosciuti, i lavori sopraricordati prendono in esame l'indice di aridità di De Martonne, l'indice globale di umidità di Thornthwaite e l'indice bioclimatico di Rivas-Martines. L'indice di De Martonne è un perfezionamento del pluviofattore di Lang.



18 - Carta bioclimatica della Puglia – De Martonne

La carta ottenuta considerando l'indice di De Martonne mostra una scarsa differenziazione spaziale dei valori (si riconosce infatti un'ampia zona con valore 1.2, estesa su quasi tutto il territorio pugliese) e questo fatto porta, in fase di calcolo della qualità del clima, ad un risultato troppo generico ed approssimativo. È stata così effettuata una seconda prova di regionalizzazione del dato climatico di aridità, spazializzando il valore dell'indice di Bagnouls-Gausson delle stazioni meteorologiche della Puglia (in particolare relativamente alla stazione di Brindisi). Secondo tale indice le aree di progetto rientrano nella fascia che va da 1,09 a 1,18.



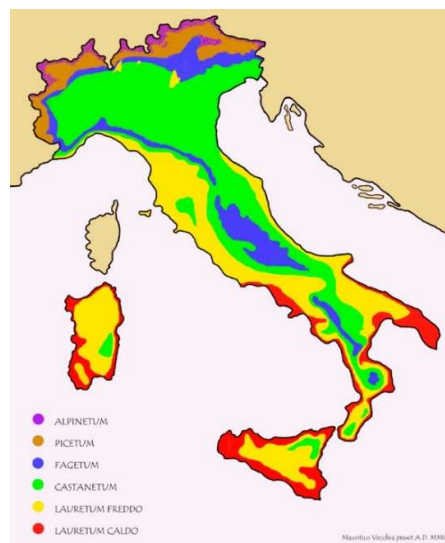
19 - Carta bioclimatica della Puglia – BGI

7.4 Zone fitoclimatiche di Pavari

Per il largo uso che di esso ancora si fa specialmente in campo forestale si ritiene opportuno fare cenno alla classificazione fitoclimatica di Mayer-Pavari (1916) e successive modificazioni. Tale classificazione distingue 5 zone e diverse sottozone in relazione alle variazioni della temperatura e delle precipitazioni. In particolare, le aree oggetto di intervento rientrano nel Lauretum di 2° tipo (Lauretum caldo). Il Lauretum caldo si identifica nelle zone che vanno dalla fascia dal livello del mare fino a circa 300 metri di altitudine; sostanzialmente si rinviene lungo le coste delle regioni meridionali (fino al basso Lazio sul versante tirrenico e fino al Gargano su quello adriatico), incluse Sicilia e Sardegna. Questa zona è botanicamente caratterizzata dalla cosiddetta macchia mediterranea, ed è un habitat del tutto favorevole alla coltivazione degli agrumi.

Zona, Tipo, Sottozona		Temperatura media annua	Temperatura media mese più freddo	Temperatura media mese più caldo	Media dei minimi
A. LAURETUM					
1° tipo: piogge uniformi	sottozona calda	15° a 23°	>7°		>-4°
2° tipo: con siccità estiva	sottozona media	14° a 18°	>5°		>-7°
3° tipo: con piogge estive	sottozona fredda	12° a 17°	>3°		>-9°
B. CASTANETUM					
sottozona calda	1° tipo (senza siccità estiva)	10° a 15°	> 0°		> -12°
	2° tipo (con siccità estiva)				
sottozona fredda	1° tipo (piogge > 700 mm)	10° a 15°	> -1°		> -15°
	2° tipo (piogge < 700 mm)				
C. FAGETUM					
sottozona calda		7° a 12°	> -2°		> -20°
sottozona fredda		6° a 12°	> -4°		> -25°
D. PICETUM					
sottozona calda		3° a 6°	> -6°		> -30°
sottozona fredda		3° a 6°	anche < -6°	> 15°	anche < 30°
E. ALPINETUM					
		anche < 2°	< -20°	> 10°	anche < 40°

(PIUSSÌ P., 1994)

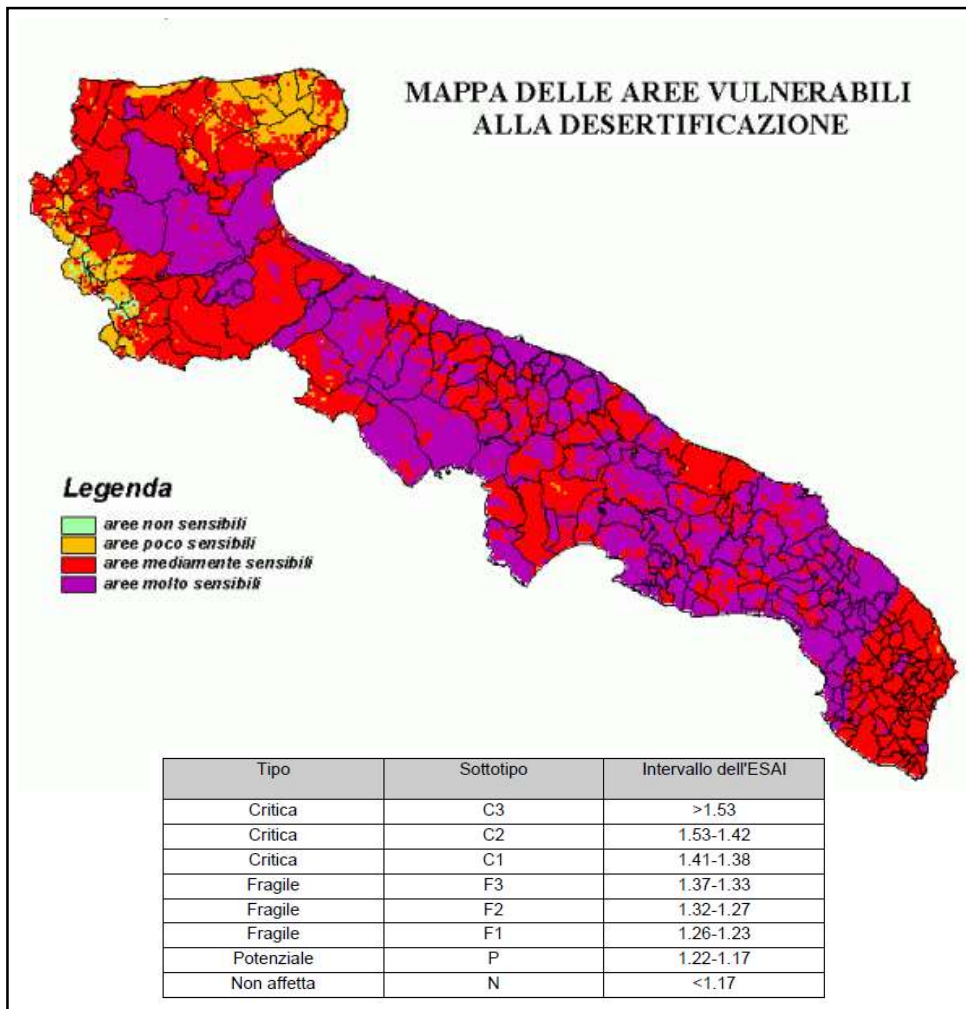


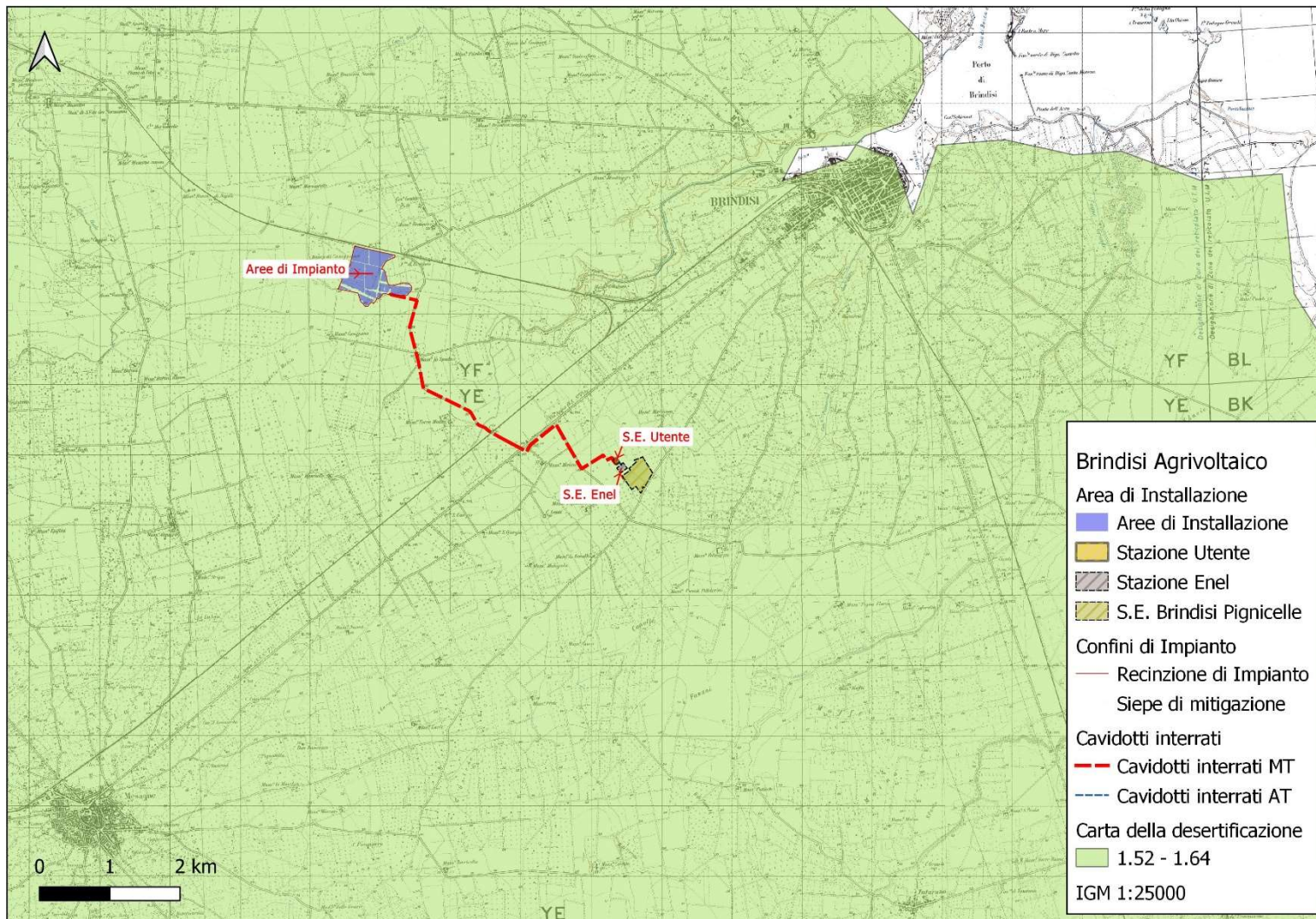
20- Zone fitoclimatiche Pavari

8. AREE VULNERABILI ALLA DESERTIFICAZIONE IN PUGLIA

La Puglia, come altre aree mediterranee, risulta particolarmente interessata da potenziali fenomeni di desertificazione, che conducono alla perdita irreversibile di suolo fertile. La desertificazione è una tra le più gravi priorità ambientali che interessano i territori aridi, semiaridi e sub-umidi del Mediterraneo. Essa nel 1984, secondo l'UNCCD (Convenzione delle Nazioni Unite per la Lotta alla Desertificazione) è stata definita a livello internazionale come il processo che porta ad un "degrado irreversibile dei terreni coltivabili in aree aride, semiaride e asciutte subumide in conseguenza di numerosi fattori, comprese le variazioni climatiche e le attività umane". La desertificazione è un processo complesso che consiste nella progressiva perdita di fertilità e capacità produttiva dei suoli, fino agli estremi risultati in cui i terreni non possono più ospitare organismi viventi: flora e fauna. Si tratta di fenomeni spesso, per fortuna, molto lenti, ma che anche nelle fasi intermedie, ancor prima dell'eventuale drammatico epilogo di lunghissimo periodo del "deserto", comportano molte conseguenze negative sulle caratteristiche dei suoli, in termini di capacità di sostenere la vita (compresa quella "gestita" dall'uomo, cioè, nel nostro caso, l'agricoltura) e contribuiscono in maniera determinante alla riduzione delle biodiversità e della produttività biologica globale. Dalla cartografia consultata (Piano di Azione Locale per la lotta alla siccità e alla

desertificazione della Regione Puglia – Enea 2008), le aree ad elevata sensibilità (45,6%) sono distribuite in tutto il territorio pugliese. Tale risultato riflette le particolari caratteristiche geomorfologiche del territorio interno della regione (colline argillose poco stabili), l'intensa attività antropica con conseguente eccessivo sfruttamento delle risorse naturali e la scarsa presenza di vegetazione. La maggior parte del territorio presenta una sensibilità moderata (47,7%) o bassa (6,3%). In tali aree l'equilibrio tra i diversi fattori naturali e/o le attività umane risulta particolarmente delicato. Le aree non affette (lo 0,4%) ricadono esclusivamente nella provincia di Foggia. Le superfici di progetto, secondo lo studio menzionato, rientrano in una fascia critica.

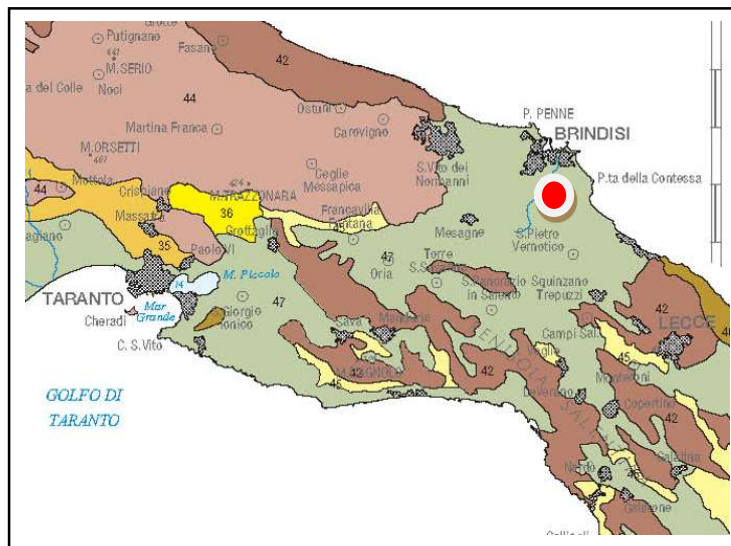




21 – carta delle aree vulnerabili alla desertificazione in Puglia rispetto alle aree di progetto

9. INQUADRAMENTO ECOSISTEMICO E PEDOLOGICO

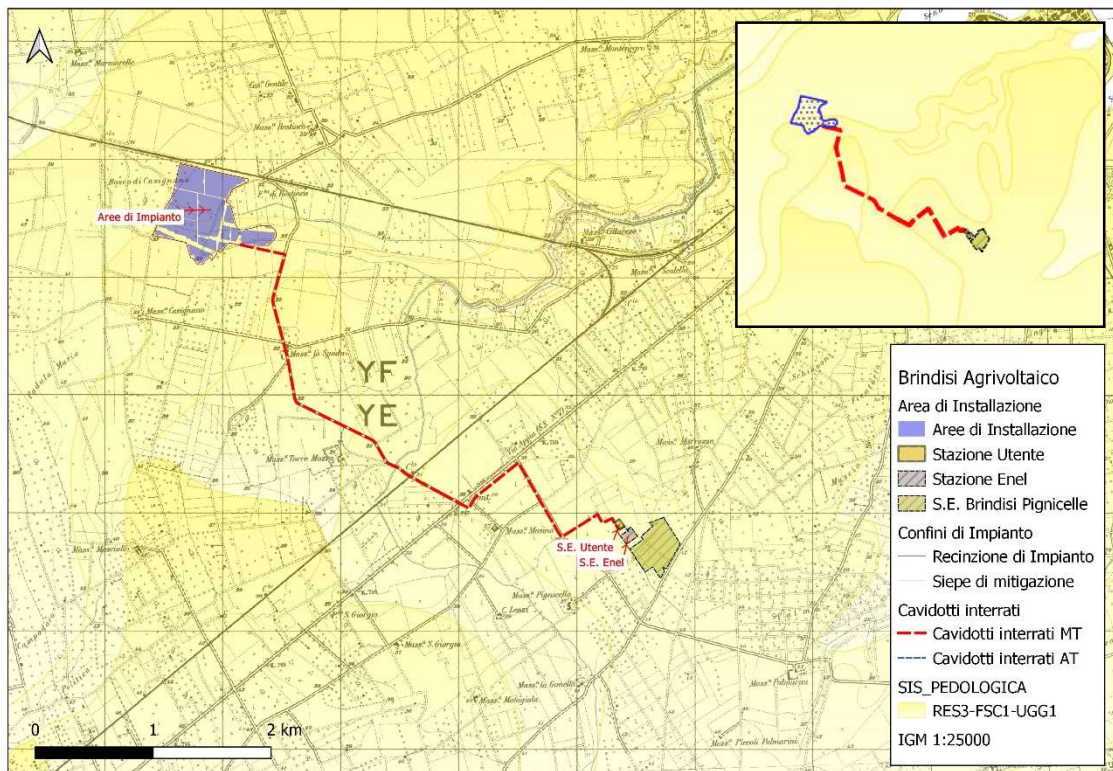
Le aree di progetto, con riferimento al PPTR della Regione Puglia, rientra all'interno dell'ambito 9 – "Campagna Brindisina". La pianura brindisina è rappresentata da un uniforme bassopiano compreso tra i rialti terrazzati delle Murge a nord-ovest e le deboli alture del Salento settentrionale a sud. Si caratterizza, oltre che per la quasi totale assenza di pendenze significative e di forme morfologiche degne di significatività, per l'intensa antropizzazione agricola del territorio e per la presenza di zone umide costiere. Si tratta di un'area ad elevato sviluppo agricolo con oliveti, vigneti e seminativi, nella quale la naturalità occupa solo il 2,1% dell'intera superficie e appare molto frammentata e con bassi livelli di connettività. Preliminarmente ai rilievi di campo è stata operata una raccolta della cartografia tematica già esistente sull'area, utilizzabile come documentazione di base su cui impostare ed elaborare lo studio pedologico dell'area oggetto di intervento. La disomogeneità morfologica, l'intervento antropico e le diverse caratteristiche tessiturali dei substrati pedogenetici, hanno determinato nell'area lo sviluppo di tipi di suolo tra di loro ben differenziati, sia come caratteri fisico-chimici che in termini di capacità produttiva.



22 – carta dei suoli d'Italia con riferimento all'area di progetto

Il comprensorio di Brindisi, in termini pedologici, rientra nella classe di utilizzo n.47 che prevede quanto segue:

Haplic e Petric Calcisol; Calcic, Chromic e Skeletic Luvisol; Clacaric e Luvic Phaeozem; Calcaric Fluvisol; Haplic e Calcic Vertisol; Calcic Kastanozem; Eutric, Fluvic, Endogleyic e Calcaric Cambisol; Vitric Andosol; Calcaric Regosol; Calcaric Arenosol.



23 – carta pedologica della Puglia con riferimento al layout di progetto

Dalla valutazione del layout di progetto in riferimento alla carta dei suoli della Regione Puglia in scala 1:50.000, le aree di interesse, del gruppo RES3-FSC1-UGG1, vengono classificate come sotto riportato:

- **UGG1-TRU1:** Ampia depressione tettonica colmata da depositi marini arenacei, localmente cementati da carbonati. L'ambiente si caratterizza per superfici subpianeggianti sui depositi marini degradanti verso la linea di costa e

interessate da un reticolo idrografico in parte impostato su linee di erosione precedenti l'ultima ingressione marina. Il substrato geolitologico risulta costituito da calcareniti e sabbie argillose (Pleistocene). Si menzionano seminativi arborati e vigneti (unità cartografica 184)

- *FSC1*: risulta essere esattamente come *UGG1-TRU1*. Cambia solamente l'unità cartografica (186). Si menzionano sempre seminativi arborati e vigneti.

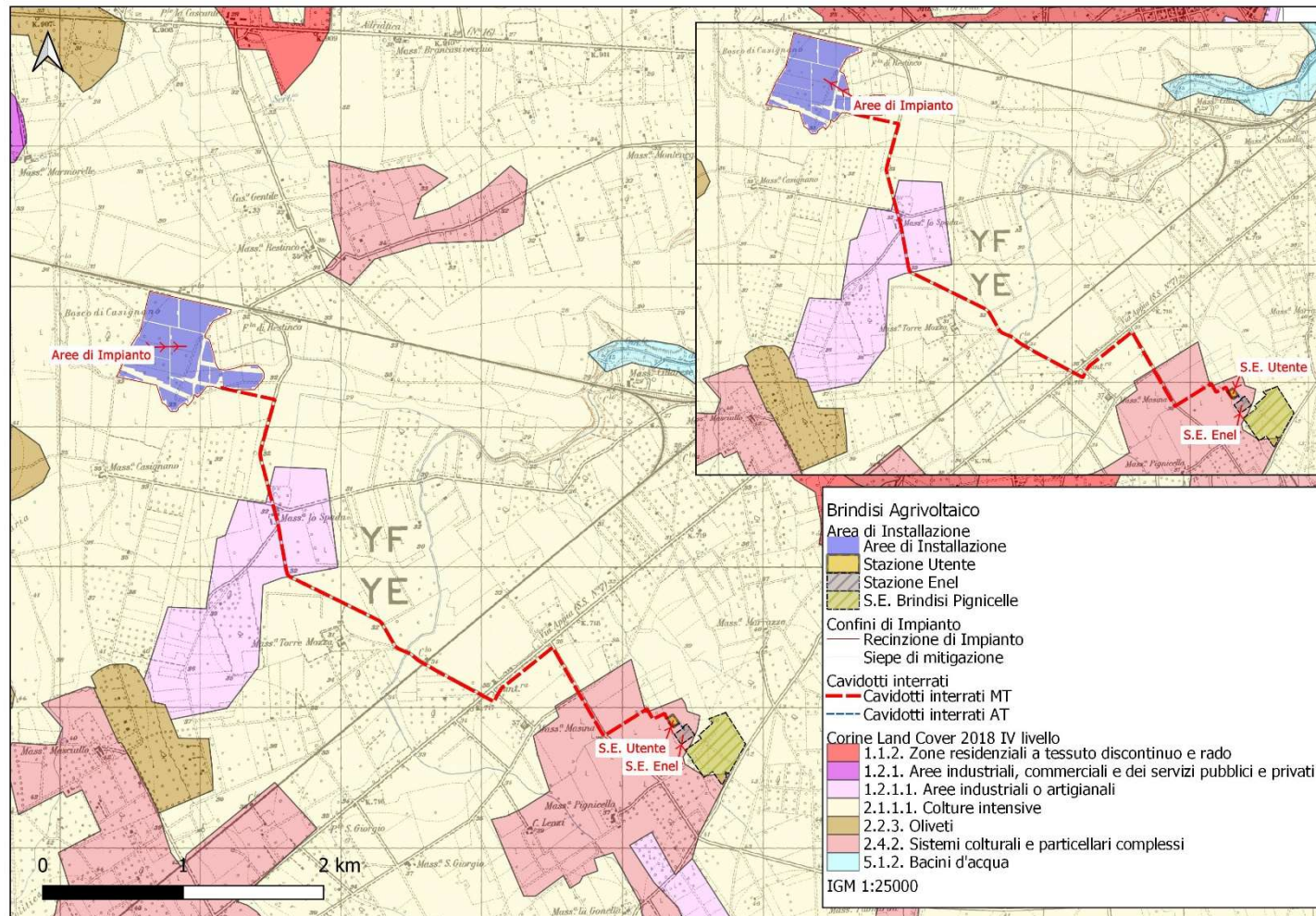
10. LA CAPACITÀ D'USO DEL SUOLO

Il sistema di informazione sullo stato dell'ambiente europeo, in cui sono state elaborate e concordate nomenclature e metodologie, è stato creato dal 1985 al 1990 dalla Commissione europea nell'ambito del programma CORINE (Coordination of Information on the Environment). Dal 1994, a seguito della creazione della rete EIONET (European Environment Information and Observation Network), l'implementazione del database CORINE è responsabilità dell'Agenzia Europea per l'ambiente (EEA). Vengono usate per ricavare le informazioni sulla copertura del suolo, le immagini acquisite dai satelliti per l'osservazione della terra, che vengono visivamente interpretate utilizzando sovrapposizioni di layers in scala 1:100.000. Il primo progetto Corine Land Cover e la prima cartografia risalgono al 1990. Successivamente con la CLC 2000 il database è stato aggiornato e migliorato, effettuando la fotointerpretazione assistita da computer, mappando i relativi cambiamenti di copertura del suolo intercorsi tra i due periodi di monitoraggio. La Corine Land Cover 2018, che rappresenta il quinto aggiornamento dell'inventario, è stata effettuata grazie all'impiego di nuove immagini satellitari, provenienti dal Sentinel-2, il primo satellite europeo dedicato al monitoraggio del territorio, e dal Landsat8, geoprocessate e utilizzate nel processo di fotointerpretazione.

	CLC 1990	CLC 2000	CLC 2006	CLC2012	CLC2018
Dati satellitari	Landsat-5 MSS/TM data singola	Landsat-7 ETM data singola	SPOT-4/5 e IRS P6 LISS III doppia data	IRS P6 LISS III e RapidEye doppia data	Sentinel-2 e Landsat-8 per il riempimento delle fessure
Coerenza del tempo	1986-1998	2000 +/- 1 anno	2006 +/- 1 anno	2011-2012	2017-2018
Precisione geometrica, dati satellitari	≤ 50 m	≤ 25 m	≤ 25 m	≤ 25 m	≤ 10 m (Sentinel-2)
Unità/larghezza di mappatura minima	25 ha / 100m	25 ha / 100m	25 ha / 100m	25 ha / 100m	25 ha / 100 m
Precisione geometrica, CLC	100 m	meglio di 100 m	meglio di 100 m	meglio di 100 m	meglio di 100 m
Accuratezza tematica, CLC	≥'85% (probabilmente non raggiunto)	≥'85% (raggiunto) [13]	≥'85%	≥'85% (probabilmente raggiunto)	≥'85%
Mappatura delle modifiche (CHA)	non implementato	spostamento al confine minimo 100 m; area di cambio per poligoni esistenti ≥ 5 ha; per cambiamenti isolati ≥ 25 ha	spostamento al confine min.100 m; tutte le ≥ di 5 ha devono essere mappate	spostamento al confine min.100 m; tutte le ≥ di 5 ha devono essere mappate	spostamento al confine min.100 m; tutte le ≥ di 5 ha devono essere mappate
Precisione tematica, CHA	-	non controllato	≥'85% (raggiunto)	≥'85%	≥'85%
Tempo di produzione	10 anni	4 anni	3 anni	2 anni	1,5 anni
documentazione	metadati incompleti	metadati standard	metadati standard	metadati standard	metadati standard
Accesso ai dati (CLC, CHA)	politica di diffusione poco chiara	politica di diffusione concordata fin dall'inizio	accesso gratuito per tutti gli utenti	accesso gratuito per tutti gli utenti	accesso gratuito per tutti gli utenti
Numero di paesi interessati	26 (27 con attuazione tardiva)	30 (35 con attuazione tardiva)	38	39	39

24- Ricostruzione del programma Corine Land Cover (CLC)

La classificazione standard del CLC suddivide il suolo secondo uso e copertura, sia di aree che hanno influenza antropica e sia di aree che non hanno influenza antropica, con una struttura gerarchica articolata in tre livelli di approfondimento e per alcune classi in quattro.



25 - individuazione delle aree di progetto secondo il programma CLC

La nomenclatura CLC (Corine Land Cover della componente Pan Europea del CLMS aggiornati al 2018 su dati 2017) standard comprende 44 classi di copertura ed uso del suolo, le cui cinque categorie principali sono: superfici artificiali, aree agricole, foreste e aree seminaturali, zone umide e corpi idrici. Per ogni categoria è prevista un'ulteriore classificazione di dettaglio con la relativa codifica riportante i codici, III e IV livello. L'area in esame ricade all'interno di CLC 2111 – Colture intensive.

Per copertura del suolo (*Land Cover*) si intende la copertura biofisica della superficie terrestre comprese le superfici artificiali, le zone agricole, i boschi e le foreste, le aree seminaturali le zone umide, i corpi idrici, come definita dalla direttiva 2007 2 /CE. Per uso del suolo (*Land Use* - utilizzo del territorio) si fa riferimento, invece, ad un riflesso delle interazioni tra l'uomo e la copertura del suolo e costituisce quindi una descrizione di come il suolo venga impiegato in attività antropiche. La direttiva 2007 2 /CE lo definisce come una classificazione del territorio in base alla dimensione funzionale o alla destinazione socioeconomica presenti e programmate per il futuro (ad esempio residenziale, industriale, commerciale, agricolo, silvicolo, ricreativo). Un cambio di uso del suolo (e ancora meno un cambio di destinazione d'uso del suolo previsto da uno strumento urbanistico) potrebbe non avere alcun effetto sullo stato reale del suolo che manterrebbe comunque intatte le sue funzioni e le sue capacità di fornire servizi ecosistemici. La capacità d'uso dei suoli si esprime mediante una classificazione (*Land Capability Classification*, abbreviata in "LCC") finalizzata a valutare le potenzialità produttive dei suoli per utilizzazioni di tipo agrosilvopastorale sulla base di una gestione sostenibile, cioè conservativa della stessa risorsa suolo. Tale interpretazione viene effettuata in base sia alle caratteristiche intrinseche del suolo (profondità, pietrosità, fertilità), che a quelle dell'ambiente (pendenza, rischio di erosione, inondabilità, limitazioni climatiche), ed ha come obiettivo l'individuazione dei suoli agronomicamente più pregiati, e quindi più adatti all'attività agricola, consentendo in sede di pianificazione territoriale, se possibile e conveniente, di preservarli da altri usi. Al concetto di

limitazione è legato quello di flessibilità colturale, nel senso che all'aumentare del grado di limitazione corrisponde una diminuzione nella gamma dei possibili usi agro-silvo-pastorali. Le limitazioni prese in considerazione sono quelle permanenti e non quelle temporanee, quelle cioè che possono essere risolte da appropriati interventi di miglioramento (drenaggi, concimazioni, ecc.). La valutazione considera un livello di conduzione gestionale medio elevato, ma allo stesso tempo accessibile alla maggioranza degli operatori agricoli.

La classificazione prevede tre livelli di definizione:

1. la classe;
2. la sottoclasse;
3. l'unità.

Le classi di capacità d'uso raggruppano sottoclassi che possiedono lo stesso grado di limitazione o rischio. Il sistema prevede la ripartizione dei suoli in 8 classi di capacità designate con numeri romani dall'I all'VIII in base al numero ed alla severità delle limitazioni. Le prime 4 classi sono compatibili con l'uso sia agricolo che forestale e zootecnico; le classi dalla quinta alla settima escludono l'uso agricolo intensivo, mentre nelle aree appartenenti all'ultima classe, l'ottava, non è possibile alcuna forma di utilizzazione produttiva.

CLASSE	DESCRIZIONE	ARABILITA'
I	suoli senza o con modestissime limitazioni o pericoli di erosione, molto profondi, quasi sempre livellati, facilmente lavorabili; sono necessarie pratiche per il mantenimento della fertilità e della struttura; possibile un'ampia scelta delle colture	SI
II	suoli con modeste limitazioni e modesti pericoli di erosione, moderatamente profondi, pendenze leggere, occasionale erosione o sedimentazione; facile lavorabilità; possono essere necessarie pratiche speciali per la conservazione del suolo e delle potenzialità; ampia scelta delle colture	SI

III	suoli con severe limitazioni e con rilevanti rischi per l'erosione, pendenze da moderate a forti, profondità modesta; sono necessarie pratiche speciali per proteggere il suolo dall'erosione; moderata scelta delle colture	SI
IV	suoli con limitazioni molto severe e permanenti, notevoli pericoli di erosione se coltivati per pendenze notevoli anche con suoli profondi, o con pendenze moderate ma con suoli poco profondi; scarsa scelta delle colture, e limitata a quelle idonee alla protezione del suolo	SI
V	non coltivabili o per pietrosità e rocciosità o per altre limitazioni; pendenze moderate o assenti, leggero pericolo di erosione, utilizzabili con foresta o con pascolo razionalmente gestito	NO
VI	non idonei alle coltivazioni, moderate limitazioni per il pascolo e la selvicoltura; il pascolo deve essere regolato per non distruggere la copertura vegetale; moderato pericolo di erosione	NO
VII	limitazioni severe e permanenti, forte pericolo di erosione, pendenze elevate, morfologia accidentata, scarsa profondità idromorfia, possibili il bosco od il pascolo da utilizzare con cautela	NO
VIII	limitazioni molto severe per il pascolo ed il bosco a causa della fortissima pendenza, notevolissimo il pericolo di erosione; eccesso di pietrosità o rocciosità, oppure alta salinità, etc.	NO

26 – descrizione legenda capacità d'uso dei suoli

All'interno della classe di capacità d'uso è possibile raggruppare i suoli per tipo di limitazione all'uso agricolo e forestale. Con una o più lettere minuscole, apposte dopo il numero romano che indica la classe, si segnala immediatamente all'utilizzatore se la limitazione, la cui intensità ha determinato la classe d'appartenenza, è dovuta a proprietà del suolo (s), ad eccesso idrico (w), al rischio di erosione (e) o ad aspetti climatici (c). Le proprietà dei suoli e delle terre adottate per valutarne la LCC vengono così raggruppate:

“S” limitazioni dovute al suolo (profondità utile per le radici, tessitura, scheletro,

pietrosità superficiale, rocciosità, fertilità chimica dell’orizzonte superficiale, salinità, drenaggio interno eccessivo);

“W” limitazioni dovute all’eccesso idrico (drenaggio interno, rischio di inondazione);

“e” limitazioni dovute al rischio di erosione e di ribaltamento delle macchine agricole (pendenza, erosione idrica superficiale, erosione di massa);

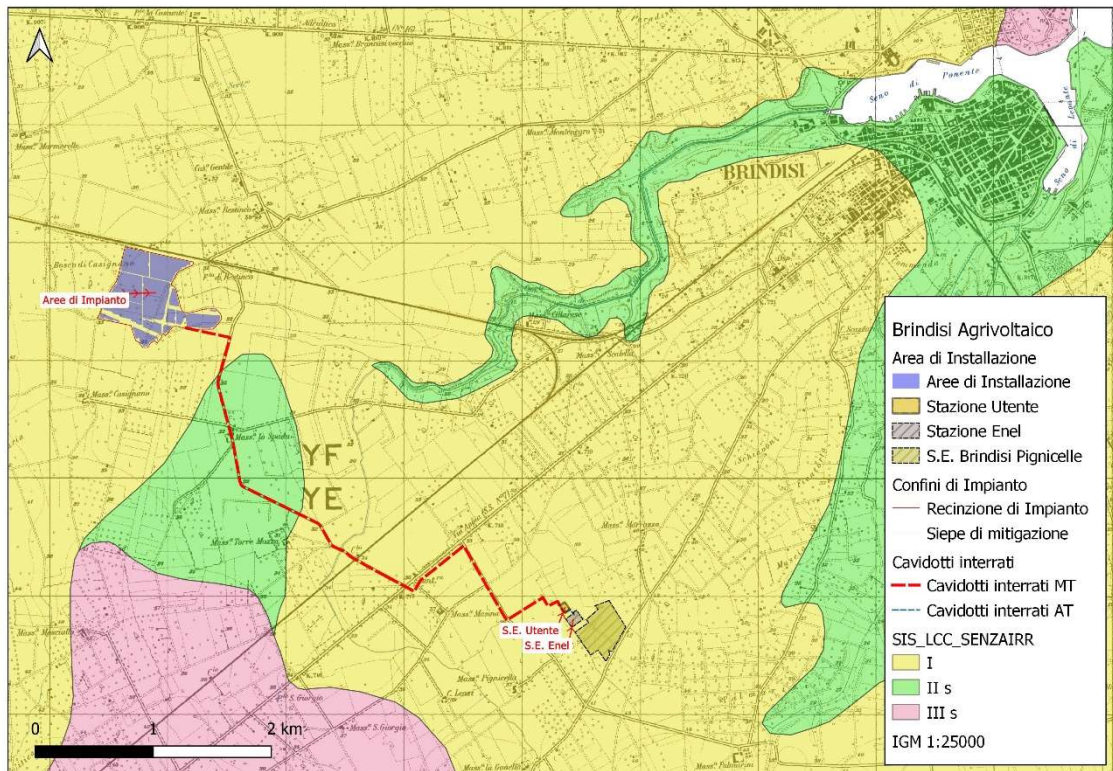
“C” limitazioni dovute al clima (interferenza climatica).

La classe “I” non ha sottoclassi perché i suoli ad essa appartenenti presentano poche limitazioni e di debole intensità. La classe V può presentare solo le sottoclassi indicate con la lettera s, w, e c, perché i suoli di questa classe non sono soggetti, o lo sono pochissimo, all’erosione, ma hanno altre limitazioni che ne riducono l’uso principalmente al pascolo, alla produzione di foraggi, alla selvicoltura e al mantenimento dell’ambiente.

	Classi di capacità d’uso	Aumento dell’intensità d’uso del territorio →							
		Ambiente naturale	Forestazione	Pascolo			Coltivazione		
				Limitato	Moderato	Intensivo	Limitata	Moderata	Intensiva
↑ Aumento delle limitazioni e dei rischi ↓ Diminuzione dell’adattamento e della libertà di scelta negli usi	I	■	■	■	■	■	■	■	■
	II	■	■	■	■	■	■	■	■
	III	■	■	■	■	■	■	■	■
	IV	■	■	■	■	■	■	■	■
	V	■	■	■	■	■	■	■	■
	VI	■	■	■	■	■	■	■	■
	VII	■	■	■	■	■	■	■	■
	VIII	■	■	■	■	■	■	■	■

Le aree campite mostrano gli usi adatti a ciascuna classe

27- Attività silvo-pastorali ammesse per ciascuna classe di capacità d’uso (Brady, 1974 in [Cremaschi e Ridolfi, 1991])



28- LCC in funzione delle diverse aree di Progetto

Le aree di progetto interessano suoli di classe I, cioè terreni senza o con modestissime limitazioni o pericoli di erosione, molto profondi, quasi sempre livellati, facilmente lavorabili; sono necessarie pratiche per il mantenimento della fertilità e della struttura; possibile un'ampia scelta delle colture.

11. L'AGRIVOLTAICO: ESPERIENZE E PROSPETTIVE FUTURE

In questo quadro globale, dove l'esigenza di produrre energia da "fonti pulite" deve assolutamente confrontarsi con la salvaguardia e il rispetto dell'ambiente nella sua componente "suolo", potrebbe inserirsi la proposta di una virtuosa integrazione fra impiego agricolo ed utilizzo fotovoltaico del suolo, ovvero un connubio (ibridazione) fra due utilizzi produttivi del suolo finora alternativi e ritenuti da molti inconciliabili. Una

vasta letteratura tecnico-scientifica inerente alla tecnologia “agrivoltaica” consente oggi di avanzare un’ipotesi d’integrazione sinergica fra esercizio agricolo e generazione elettrica da pannelli fotovoltaici. Questa soluzione consentirebbe di conseguire dei vantaggi che sono superiori alla semplice somma dei vantaggi ascrivibili alle due utilizzazioni del suolo singolarmente considerate. L’agrivoltaico ha infatti diversi pregi:

- i pannelli a terra creano un ambiente sufficientemente protetto per tutelare la biodiversità;
- se installati in modo rialzato, senza cementificazione, permettono l’uso del terreno per condurre pratiche di allevamento e coltivazione.

Soprattutto, negli ambienti o nelle stagioni sub-aride, la presenza dei pannelli ad un’altezza che non ostacoli la movimentazione dei mezzi meccanici ed il loro effetto di parziale ombreggiamento del suolo, determinano una significativa contrazione dei flussi traspirativi a carico delle colture agrarie, una maggiore efficienza d’uso dell’acqua, un accrescimento vegetale meno condizionato dalla carenza idrica, un bilancio radiativo che attenua le temperature massime e minime registrate al suolo e sulla vegetazione e, perciò stesso, un più efficiente funzionamento dei pannelli fotovoltaici. In base alle esigenze delle colture da coltivare sarà necessario valutare le condizioni microclimatiche create dalla presenza dei pannelli. Le possibilità di effettuare coltivazioni, nella fattispecie, sono sostanzialmente legate ad aspetti di natura logistica (per esempio la predisposizione dei pannelli ad altezze e larghezze adeguate al passaggio delle macchine operatrici) e a fattori inerenti all’ottimizzazione delle colture in termini di produzione e raccolta del prodotto fresco. In termini di PAR (radiazione utile alla fotosintesi), per qualsiasi coltura noi consideriamo siamo di fronte, in linea del tutto generale, ad una minor quantità di radiazione luminosa disponibile dovuta all’ombreggiamento dei pannelli solari. In ambienti con forte disponibilità di radiazione luminosa un certo ombreggiamento potrebbe favorire la crescita di numerose piante, alcune delle quali riescono a sfruttare solo una parte dell’energia radiante. Anche l’evapotraspirazione viene modificata e questo accade soprattutto negli ambienti più caldi. Con una minor radiazione luminosa disponibile le piante riducono la loro evapotraspirazione e ciò si

traduce, dal punto di vista pratico, nella possibilità di coltivare consumando meno acqua. Rispetto a condizioni di pieno campo in ambienti più caldi è stata registrata una diminuzione della temperatura al di sotto dei pannelli e, pertanto, si potrebbe prevedere la messa in coltura di varietà precoci per la possibilità di coltivare anche in inverno (si potrebbe anticipare, per esempio, le semina di diverse leguminose). Per quanto concerne l'impianto e la coltivazione in termini di gestione delle varie colture, si può affermare che la copertura con pannelli, determinando una minore bagnatura fogliare sulle colture stesse, comporta una minore incidenza di alcune malattie legate a climi caldo umidi o freddo umidi (minore persistenza degli essudati sulle parti tenere della pianta). Uno studio della Lancaster University (A. Armstrong, N. J Ostle, J. Whitaker, 2016. "Solar park microclimate and vegetation management effects on grassland carbon cycling"), evidenzia che sotto i pannelli fotovoltaici, d'estate la temperatura è più bassa di almeno 5 gradi grazie al loro effetto di ombreggiamento. Le superfici ombreggiate dai pannelli, pertanto, potrebbero così accogliere anche le colture che non sopravvivono in un clima caldo-arido, offrendo nuove potenzialità al settore agricolo, massimizzando la produttività e favorendo la biodiversità. Un altro recentissimo studio (Greg A. Barron-Gafford et alii, 2019 "Agrivoltaics provide mutual benefits across the food–water nexus in drylands". *Nature Sustainability*, 2), svolto in Arizona, in un impianto fotovoltaico dove contemporaneamente sono stati coltivati pomodori e peperoncini, ha evidenziato che il sistema agrivoltaico offre benefici sia agli impianti solari sia alle coltivazioni. Infatti, l'ombra offerta dai pannelli ha evitato stress termici alla vegetazione ed abbassato la temperatura a livello del terreno aiutando così lo sviluppo delle colture. La produzione totale di pomodori (in termini di resa) è raddoppiata, mentre quella dei peperoncini è addirittura triplicata nel sistema agrivoltaico. Non tutte le piante hanno ottenuto gli stessi benefici: alcune varietà di peperoncini testati hanno assorbito meno CO₂ e questo suggerisce che abbiano ricevuto troppa poca luce. Tuttavia, questo non ha avuto ripercussioni sulla produzione, che è stata la medesima per le piante cresciute all'ombra dei pannelli solari e per quelle che si sono sviluppate in pieno sole. La presenza dei pannelli ha inoltre permesso di risparmiare acqua per l'irrigazione, diminuendo

l'evaporazione di acqua dalle foglie fino al 65%. Le piante, inoltre, hanno aiutato a ridurre la temperatura degli impianti, migliorandone l'efficienza fino al 3% durante i mesi estivi. Uno studio (Elnaz Hassanpour Adeg et alii, 2018. "Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, and water-use efficiency") ha analizzato l'impatto di una installazione di pannelli fotovoltaici della capacità di 1,4 Mw (avvenuta su un terreno a pascolo di 2,4 ha in una zona semi-arida dell'Oregon) sulle grandezze micrometeorologiche dell'aria, sull'umidità del suolo e sulla produzione di foraggio. I pannelli hanno determinato un aumento dell'umidità del suolo, mantenendo acqua disponibile alla base delle radici per tutto il periodo estivo di crescita del pascolo, in un terreno che altrimenti sarebbe diventato, in assenza di pannelli, asciutto.

Questo studio mostra dunque che, almeno in zone semiaride, esistono strategie che favoriscono l'aumento di produttività agricola di un terreno (in questo caso di circa il 90%), consentendo allo stesso tempo di produrre energia elettrica in maniera sostenibile. L'idea, pertanto, sarà quella di garantire il rispetto del contesto paesaggistico-ambientale e la possibilità di continuare a svolgere attività agricole proprie dell'area con la convinzione che la presenza di un impianto solare su un terreno agricolo non significa per forza riduzione dell'attività agraria. Si può quindi ritenere di fatto un impianto a doppia produzione: al livello superiore avverrà produzione di energia, al livello inferiore, sul terreno fertile, la produzione di colture avvicendate secondo le logiche di un'agricoltura tradizionale e attenta alla salvaguardia del suolo. Alcune iniziative sperimentali realizzate in Germania, negli Stati Uniti, in Cina ed ora anche in Italia confermano la praticabilità di questo "matrimonio". Da una sperimentazione presso il Fraunhofer Institute è stato rilevato che sia la resa agricola che quella solare sono risultate pari all'80-85% rispetto alle condizioni di un suolo senza solare così come di un terreno destinato al solo fotovoltaico. Ciò significa che è stato raggiunto un valore di LER ("land equivalent ratio") pari a 1,6-1,65 (ovvero di gran lunga superiore al valore unitario che indica un semplice effetto additivo fra le due tipologie d'uso interagenti), evidenziando la rilevante convenienza ad esplicitare i due processi produttivi in "consociazione" fra loro (volendo impiegare un termine propriamente

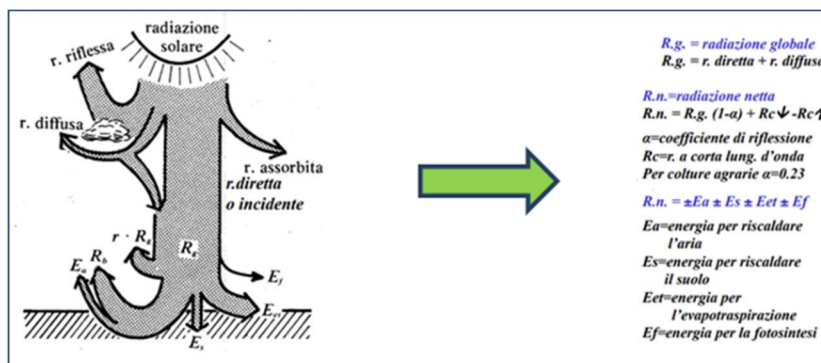
agronomico). L'agricoltura praticata in "unione" con il fotovoltaico consentirebbe di porre in essere le migliori tecniche agronomiche oggi già identificate e di sperimentarne di nuove, per conseguire un significativo risparmio emissivo di gas clima-alteranti, incamerare sostanza organica nel suolo e pertanto sequestrare carbonio atmosferico, adottare metodi "integrati" di controllo dei patogeni, degli insetti dannosi e delle infestanti, valorizzare al massimo le possibilità di inserire aree d'interesse ecologico ("ecological focus areas") così come previste dal "greening" quale strumento vincolante della "condizionalità" (primo pilastro della PAC), per esempio creando fasce inerbite a copertura del suolo collocate immediatamente al di sotto dei pannelli fotovoltaici, parte integrante di un sistema di rete ecologica opportunamente progettato ed atto a favorire la biodiversità e la connettività ecosistemica a scala di campo e territoriale. Si porrebbero dunque le condizioni per una piena realizzazione del modello "agro-energetico", capace d'integrare la produzione di energia rinnovabile con la pratica di un'agricoltura innovativa, integrata o addirittura biologica, conservativa delle risorse del suolo, rispettosa della qualità delle acque e dell'aria. Tale modello innovativo vedrebbe pienamente il fotovoltaico come efficace strumento d'integrazione del reddito agricolo capace di esercitare un'azione "volano" nello sviluppo del settore agricolo. Anche in un'ottica di medio-lungo periodo, il sistema non solo non determina peggioramenti della potenzialità produttiva dopo l'eventuale dismissione dell'impianto, ma, anzi, può portare ad un miglioramento della fertilità dell'area, applicando una gestione sostenibile delle colture effettuate. L'efficienza del sistema, sia in termini di produzione di energia che di produzione agraria, è migliorata con l'utilizzo di pannelli mobili, che si orientano nel corso della giornata massimizzando la radiazione diretta intercettata, lasciando però circolare all'interno del sistema una quota di radiazione riflessa (e di aria) che permette una buona crescita delle piante. Gli studi condotti finora evidenziano come l'output energetico complessivo per unità di superficie (Land Equivalent Ratio – LER), in termini di produzione agricola e di energia sia superiore nei sistemi agri-voltaici rispetto a quanto ottenibile con le sole implementazioni agricole o energetiche in misura compresa tra il 30% ed il 105% (Amaducci et al., 2018).

12. AGROMETEOROLOGIA E LA RADIAZIONE SOLARE

Il sole produce onde elettromagnetiche di lunghezza d'onda compresa tra 0,3 e 30,0 μm . La luce rappresenta l'unica sorgente di energia disponibile per gli organismi vegetali: essa deriva quasi totalmente dal sole e giunge sulla terra sotto forma di radiazione solare. L'azione della luce sulla vita vegetale si esplica principalmente in due modi: sulla crescita delle piante, in quanto la luce influenza la fotosintesi, e sui fenomeni periodici della specie attraverso il fotoperiodismo. Le piante utilizzano per la fotosintesi le o.e.m. di lunghezza d'onda compresa tra 0,4 e 0,7 μm (PAR), che corrisponde all'incirca allo spettro del visibile.

12.1 Bilancio radiativo

Il bilancio netto della radiazione solare prevede che circa il 30 % del totale viene riflesso, il 50 % è assorbito dal suolo come calore, il 20 % è assorbito dall'atmosfera.



29 – il bilancio radiativo

BILANCIO RADIATIVO

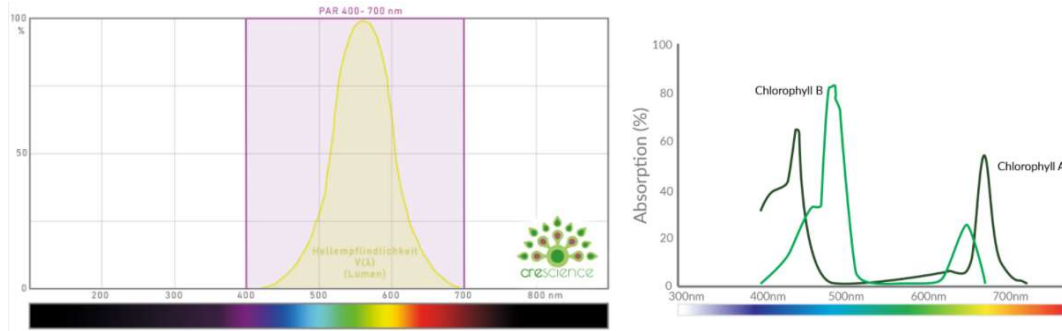
• La radiazione netta (Rn) che costituisce l'effettivo apporto energetico al suolo, è dato da:

$$Rn = Rg(1-\alpha) + Ra - Rs$$

Rg = radiazione globale; Ra = radiazione che giunge dall'atmosfera; Rs = radiazione emessa dal suolo (vegetazione, terreno nudo e acqua); α = albedo.

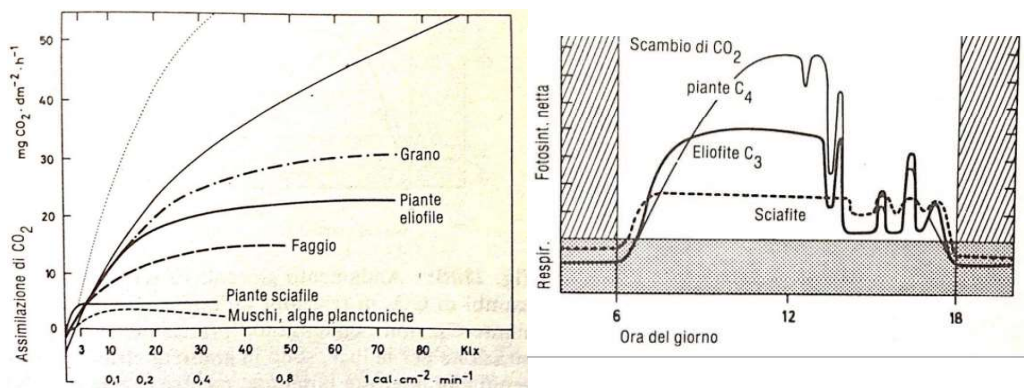
Le piante usano energia luminosa per il processo di fotosintesi per convertire l'energia luminosa in energia chimica, consumata per la crescita e/o la fruttificazione. Questo processo è reso possibile da due tipi di clorofilla presente nelle piante A e B. Il grafico

segunte mostra che la clorofilla utilizza due gamme PAR: blu (435-450nm) e rosso (640-665nm).



30 – la fotosintesi e la correlazione con la lunghezza d’onda

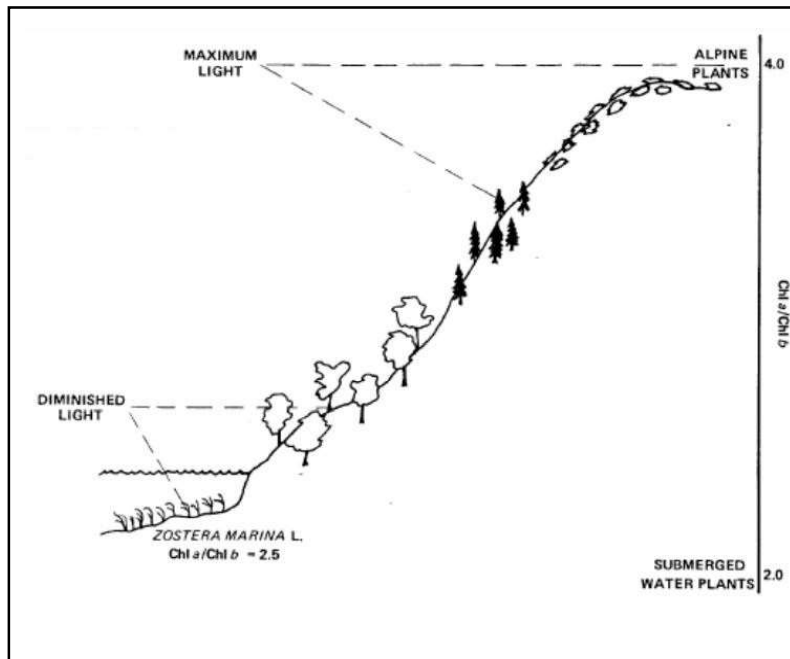
A seconda del loro adattamento a differenti intensità di illuminazione, piante diverse (così come foglie presenti in punti diversi della pianta) mostrano curve di assimilazione della CO₂ differenti. Le piante possono tendenzialmente essere suddivise in eliofile (alti valori di fotosaturazione, migliore efficienza fotosintetica ad irradianze più elevate, minore suscettibilità a danni fotossidativi rispetto alle piante sciafile) o sciafile (bassi valori di fotosaturazione, ma attività fotosintetica elevata a bassa irradianza, migliore efficienza fotosintetica a basse intensità luminosa rispetto alle altre piante). Le piante coltivate sono, in genere, sciafile facoltative.



31 – piante sciafile, eliofite e a ciclo C4

Oltre che come fonte di energia la luce svolge, per le colture, una importante funzione di informazione per i fenomeni fotomorfogenetici che si verificano nei diversi stadi della crescita della pianta.

Per fotoperiodo si intende il tempo (spesso espresso in ore) di esposizione alla luce delle piante e la sua lunghezza risulta fondamentale per le numerose attività delle piante. Per intensità luminosa si intende la quantità di energia luminosa che raggiunge la coltura. L'intensità di luce si misura come quantità di energia radiante che le colture intercettano ovvero il flusso radiante per unità di superficie, che viene definito irradianza o *flusso quantico fotonico* e si esprime come $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. In generale, maggiore è l'irradianza migliore è lo sviluppo dei germogli, ma oltre una certa quantità di luce fornita, i germogli subiscono un calo della crescita con chiari segni di senescenza e ingiallimento delle foglie. La soglia limite dipende comunque dal tipo di specie trattata e dallo stadio del ciclo di propagazione. Si suppone che un'irradianza minore sia utile nelle fasi di impianto e moltiplicazione, mentre un'irradianza maggiore sia preferibile per la radicazione della pianta. Per qualità della luce si intende l'effetto della luce sull'accrescimento delle piante, ed è uno degli aspetti meno conosciuti ed i riferimenti bibliografici a riguardo sono scarsi. Per alcune essenze vegetali (canapa, lino, foraggere) aumentando la fittezza (densità di impianto) si ha una riduzione della luminosità; per altre piante come la patata, la bietola, le piante da granella (leguminose) e da frutto, riducendo la densità aumenta la luminosità e, conseguentemente, si favorisce l'accumulo di sostanze di riserva. L'orientamento delle file "nord – sud" favorisce l'illuminazione, così come la giacitura e l'esposizione a sud-ovest. Inoltre, sul sesto di impianto l'aumento della distanza tra le file salendo di latitudine aumenta l'efficienza di intercettamento della luce. Allo stesso modo il controllo della flora infestante riduce sensibilmente la competizione per la luce.



32 – gli effetti della luce in funzione dell’altimetria

Le piante in relazione alla durata del periodo di illuminazione (fotoperiodo) vengono classificate come segue:

Elenco parziale di piante brevidiurne, neutrodiurne e longidiurne.

Monocotiledoni	Dicotiledoni
Brevidiurne	
Riso (<i>Oryza sativa</i>)	Chenopodium (<i>Chenopodium</i> spp.) Crisantemo (<i>Chrysanthemum</i> spp.) Fragola (<i>Fragaria ananassa</i>) Tabacco (<i>Nicotiana tabacum</i>)
Neutrodiurne	
Poa (<i>Poa annua</i>) Mais (<i>Zea mays</i>)	Cotone (<i>Gossypium hirsutum</i>) Fagiolo (<i>Phaseolus</i> spp.) Fragola (<i>Fragaria ananassa</i>) Tabacco (<i>Nicotiana tabacum</i>) Patata (<i>Solanum tuberosus</i>) Pomodoro (<i>Lycopersicon esculentum</i>) Topinambur (<i>Helianthus tuberosus</i>)
Longidiurne	
Agrostide (<i>Agrostis palustris</i>) Avena (<i>Avena sativa</i>) Bromo (<i>Bromus inermis</i>) Falaride (<i>Phalaris arundinacea</i>) Frumento (<i>Triticum aestivum</i>) Lolium (<i>Lolium</i> spp.) Orzo (<i>Hordeum vulgare</i>)	Bietola (<i>Beta vulgaris</i>) Cavolo (<i>Brassica</i> spp.) Senape bianca (<i>Sinapis alba</i>) Spinacio (<i>Spinacia oleracea</i>) Trifoglio violetto (<i>Trifolium pratense</i>)

passano in fase riproduttiva quando il periodo di illuminazione non supera le 12 ore giorno

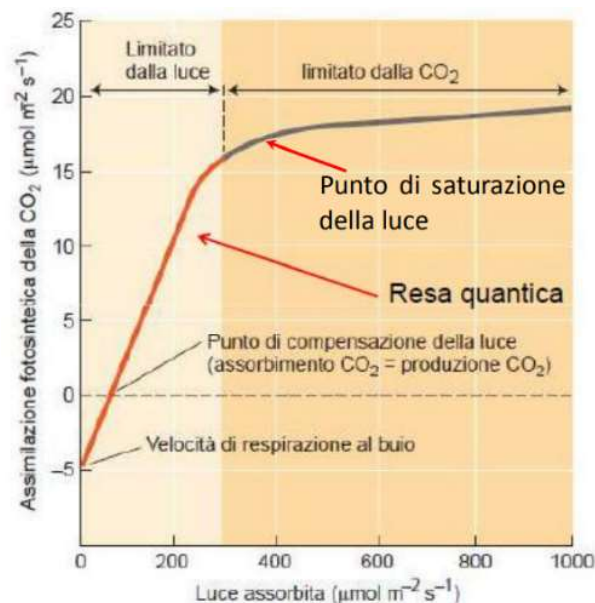
passano in fase riproduttiva quando il periodo di illuminazione supera le 14 ore giorno

33 – le piante in funzione del fotoperiodo

Ogni pianta presenta una caratteristica dipendenza della fotosintesi netta dall'irradianza:

- Inizialmente con l'aumentare dell'irradianza aumenta la velocità di assimilazione della CO₂. La luce rappresenta il fattore limitante.
- Punto di compensazione della luce: livello di irradianza che comporta una fotosintesi netta nulla, in quanto la quantità di CO₂ assorbita durante il processo fotosintetico è uguale a quella prodotta con la respirazione.
- Punto di saturazione della luce: l'apparato fotosintetico è saturato dalla luce. Aumentando l'irradianza la velocità di assimilazione della CO₂ non aumenta. La CO₂ rappresenta il fattore limitante.

Aumentando l'intensità luminosa, cominciano a manifestarsi i primi segnali di danneggiamento della pianta per esposizione ad un eccesso di irradiazione. La luce porta al surriscaldamento della pianta, provocando rottura dei pigmenti e danneggiamento dell'apparato fotosintetico.



34 – Assimilazione fotosintetica in funzione della quantità di luce assorbita

Un difetto di illuminazione può essere deleterio per alcune piante mentre per altre no. Sovente le conseguenze di un tale difetto possono essere riassunte come sotto specificato:

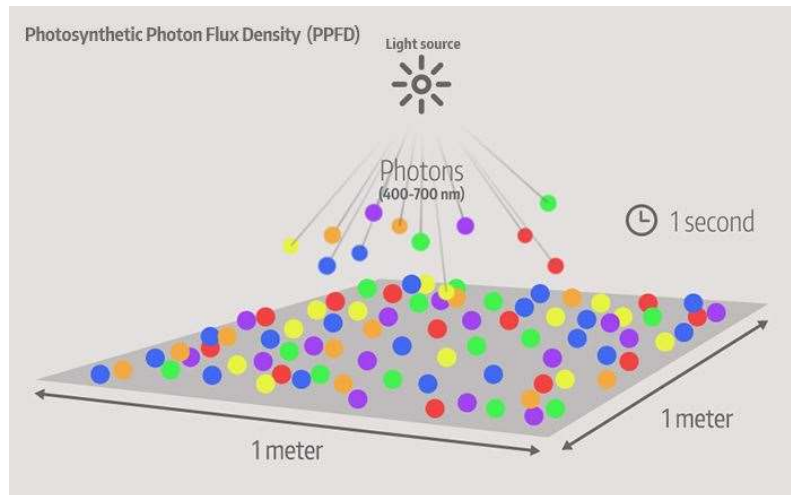
- ingiallimento e caduta prematura delle foglie;
- eziolatura (perdita di colore naturale);
- mancata ramificazione;
- disseccamento e caduta dei rami bassi;
- steli esili, poco lignificati o allungati;
- scarsa fertilità (es. mais).

Le piante, e le specie vegetali in generale, hanno una diversa sensibilità alla luce rispetto agli umani e dunque le unità di misura utili in botanica sono ben diverse. Quella più utilizzata per la misurazione della radiazione fotosintetica attiva (PAR) è la densità di flusso fotonico fotosintetico (PPFD).

PAR (Radiazione Fotosintetica Attiva)

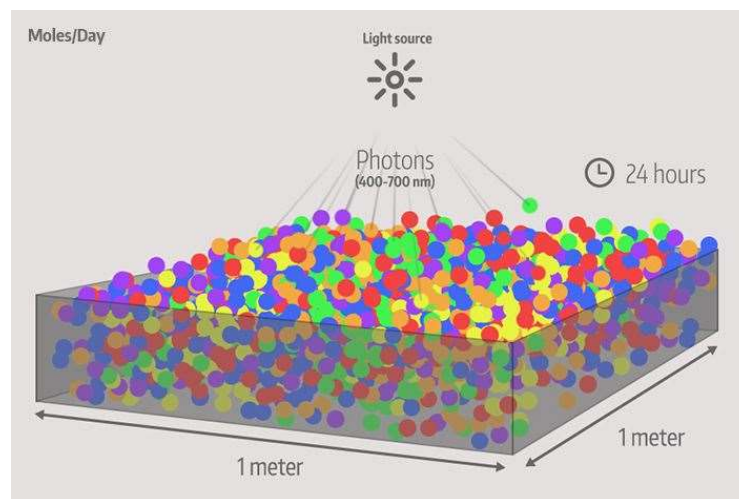
Il PAR indica un intervallo di lunghezza d'onda della luce compreso tra i 400 e 700 nanometri ($0.4 < \text{PAR} < 0.7 \mu\text{m}$ (PAR medio = $0.55 \mu\text{m}$)) che corrisponde alla lunghezza d'onda ottimale per la fotosintesi delle piante. Particelle di luce di lunghezze d'onda inferiore conducono troppa energia e possono danneggiare le cellule e i tessuti della pianta, mentre quelle con lunghezza d'onda superiore a 700 non hanno l'energia sufficiente a innescare la fotosintesi.

PPF (Fotosintetica Photon Flux) è una misurazione che specifica la quantità totale di luce prodotta dalla sorgente di luce all'interno di ogni secondo; in altre parole, PPF ci dice quanta luce fotosinteticamente attiva viene emessa dalla sorgente luminosa in un secondo, misurato in $\mu\text{mol/s}$ (micromoli per secondo). È il secondo fattore più importante nel determinare l'efficacia del sistema di illuminazione per le piante.



35 – quantità di moli di luce solare in un giorno su 1 mq di superficie

PPFD (Densità di flusso fotonico fotosintetico) rappresenta la quantità di PAR (misurata in micromoli) che illumina una superficie di 1 metro quadrato in un intervallo di 1 secondo. L'energia radiante efficace nel processo fotosintetico può essere espressa in due modi, o in W/m^2 oppure in $\mu mol/m^2 s^1$ (Watt per metro quadro o moli per metro quadro secondo). Per convertire da W/m^2 a $\mu mol/m^2 s^1$ si moltiplica per 4.6.



36 – Densità di flusso fotonico fotosintetico (PPFD) per unità di superficie

Di seguito si riportano le tabelle riassuntive dei parametri di coltivazione di alcune piante (colture da rinnovo, leguminose e graminacee in particolare), con riferimento al nutrimento, pH, flusso fotonico (PPF), fotoperiodo e temperatura.

PLANT Common Name (Genus species Auth.)	Nut ²	pH ³	Propagation			Vegetative			Flower Initiation/Dev.			Fruit/Seed Dev.			Comments
			Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	
<i>Pharbitis</i> <i>Pharbitis Nil</i> (L.) Roth	L	N	L	16	25 / 25	M	16	25 / 25	M	8	30 / 30				
<i>Figweed</i> <i>Amaranthus</i> spp.	M	N	M	>16	25 / 20	M	>16	25 / 20	M	8	25 / 20				
<i>Poinsettia</i> <i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Rotzsch	H	N	L	>14	25 / 20	M	>14	25 / 20	M	10	25 / 18				5-cm cuttings with 2500 ppm IBA.
Potato, Sweet <i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	M	N	M	12-20	25 / 25	L	<14	25 / 25	M	>14	25 / 25	M	>14	25 / 25	Requirements are for storage root formation. Higher N levels favor vegetative growth; requires high K.
Potato, White <i>Solanum tuberosum</i> L.	M	N	M	12-20	23 / 18	M	12-20	23 / 18	M	12-20	23 / 18	M	12-20	23 / 18	Requirements are for tuberization. Long days with low PPF delays tuberization, pH<6.0.
Rice <i>Oryza sativa</i> L.	M	N	M	12-20	30 / 20	>M	12-20	30 / 20	>M	12-20	30 / 20	>M	12	30 / 20	Short day crop; critical daylength for flowering varies with cultivar.
Rose <i>Rosa mult. flora</i> Thunb.	H	N	L	12	23 / 23	M	12	23 / 18	M	12	23 / 18				5-cm cuttings with 2500 ppm IBA.
Flygrass <i>Lolium multiflorum</i> Lam.	M	N	M	12-20	23 / 18	M	12-20	20 / 15	M	16	23 / 18				
Salvia <i>Salvia splendens</i> Salow ex Schultes	L	N	M	24	23 / 23	M	12	25 / 20	M	12	25 / 20				
Scrophularia <i>Scrophularia marilandica</i> L.	L	N	L	8	20 / 13	M	8	20 / 20	M	16	20 / 20				

² Nutrition
L = Low (50 ppm N)
M = Medium (100 ppm N)
H = High (200 ppm N)

³ pH
N = Normal 5.5 - 6.5
L = Low 4.5 - 5.5

⁴ Light: Photosynthetic Photon Flux (PPF)
D = Dark No light
V = Very Low 50 - 150 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
L = Low 150 - 250 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
M = Medium 250 - 450 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
H = High 450 - 700 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$

PLANT Common Name (Genus species Auth.)	Nut ²	pH ³	Propagation			Vegetative			Flower Initiation/Dev.			Fruit/Seed Dev.			Comments
			Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	
Geranium <i>Pelargonium</i> spp.	M	N	M	12-30	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20				
Gerbers (Transvaal Daisy) <i>Gerbera jamesonii</i> Bolus ex Hook. f.	H	N	L	>12	25 / 20	M	>12	25 / 18	M	>12	25 / 18				Seeds should not dry out.
Gloxinia <i>Sinningia speciosa</i> (Lodd.) Hiem	M	N	L	>12	20 / 20	M	>12	25 / 20	M	>12	25 / 20				Seeds uncovered on top of media.
Grape <i>Vitis</i> spp.	M	N	H	12-30	25 / 20	H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	Break bud dormancy; 750 to 3000 hrs at 4 C.
Henbane <i>Hyoscyamus niger</i> L.	L	N	M	8	25 / 25	M	8	23 / 23	M	16	23 / 20				
Hydrangea <i>Hydrangea macrophylla</i> (Thunb.) Ser.	M	L/N	M	>14	23 / 23	M	>14	25 / 18	M	<14	25 / 15				5-cm cuttings with 2500 ppm IBA. Blue: pH<5.5, Pink: pH>6.5. 5 C for 6 wks required for flower development after initiation.
Kalanchoe <i>Kalanchoe blossfeldiana</i> Poinst.	H	N	M	>14	23 / 23	M	>14	23 / 20	M	10	23 / 120				Seed or 5-7 cm cuttings.
Lamb'squarters <i>Chenopodium album</i> L.	M	N	M	>14	25 / 20	M	>14	25 / 20	M	<12	25 / 20	M	<12	25 / 20	
Lettuce <i>Lactuca sativa</i> L.	M	N	L-M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	Tip burn at high light, and high RH. 17 $\text{mol m}^{-2}\text{day}^{-1}$ of PPF suggested.
Liatris (Gayleather) <i>Liatris</i> spp.	H	N	L	>12	23 / 23	M	>12 Forcing	25 / 15	M	>12	25 / 15				Seed or division of corms. 2 C for 5 wks before forcing period.

² Nutrition
L = Low (50 ppm N)
M = Medium (100 ppm N)
H = High (200 ppm N)

³ pH
N = Normal 5.5 - 6.5
L = Low 4.5 - 5.5

⁴ Light: Photosynthetic Photon Flux (PPF)
D = Dark No light
V = Very Low 50 - 150 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
L = Low 150 - 250 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
M = Medium 250 - 450 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
H = High 450 - 700 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$

PLANT Common Name (Genus species Auth.)	Nut. ²	pH ³	Propagation			Vegetative			Flower Initiation/Dev.			Fruit/Seed Dev.			Comments
			Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) Lt / Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) Lt / Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) Lt / Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) Lt / Dark	
Marigold <i>Tagetes erecta</i> L.	M	N	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20				
Oats <i>Avena sativa</i> L.	M	N	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	16-24	25 / 20	M	12-20		
Olive <i>Olea europaea</i> L.	M	N				H	14	23 / 18	H	12-20	12 / 12	H	12-20	23 / 18	Flower bud initiation: 750 to 2500 hrs at 12 C during early spring.
Pea <i>Pisum sativum</i> L.	M	N	M	12-20	23 / 23	M	12-20	23 / 23	M	12-20	20 / 15	M	12-20	23 / 18	Desirable at anthesis to reduce maximum temperature to 22C.
Peach <i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	M	N				H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	Break bud dormancy: 250 to 2000 hrs at 4 C
Peanut <i>Arachis hypogaea</i> L.	M	N	D	N/A	25 / 25	M	12-20	25 / 25	>M	12-20	30 / 23	>M	12-20	30 / 23	Plants flower under most photoperiods. Short days may increase harvest index.
Pear <i>Pyrus communis</i> L.	M	N				H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	Break bud dormancy: 750 to 2500 hrs at 4 C
Pepper <i>Capiscum annuum</i> (L.) var. annuum	M	N	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	
Parilla <i>Parilla frutescens</i> (L.) Britt	L	N	M	16	25 / 25	M	16	20 / 20	M	8	20 / 20	M	8	20 / 20	
Petunia <i>Petunia x hybrida</i> Vilm.	M	N	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	16-20	25 / 20				

² Nutrition
L = Low (50 ppm N)
M = Medium (100 ppm N)
H = High (200 ppm N)

³ pH
N = Normal 5.5 - 6.5
L = Low 4.5 - 5.5

⁴ Light, Photosynthetic Photon Flux (PPF)
D = Dark No light
V = Very Low 50 - 150 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
L = Low 150 - 250 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
M = Medium 250 - 450 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
H = High 450 - 700 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$

PLANT Common Name (Genus species Auth.)	Nut. ²	pH ³	Propagation			Vegetative			Flower Initiation/Dev.			Fruit/Seed Dev.			Comments
			Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) Lt / Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) Lt / Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) Lt / Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) Lt / Dark	
Bean <i>Phaseolus vulgaris</i> L.	M	N	M	12-20	22 / 22	M	12-20	22 / 22	M	12-20	22 / 18	M	12-20	25 / 20	Low night temperature for pollination and fruit set.
Blueberry, Highbush <i>Vaccinium corymbosum</i> L.	M	L				H	14	25 / 20	H	12-20	20 / 15	H	12-20	20 / 13	Break bud dormancy: 800 to 2500 hrs at 7.5 C. Initiate flower buds: < 12 hr photo period in fall for 50 days.
Blueberry, Rabbit-eye <i>Vaccinium ashei</i> Reade	L	L	H	12-20	25 / 20	H	14	25 / 20	H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	Break bud dormancy: 300 to 800 hrs at 7 C. Flower bud initiation: < 12 hr photo period for 50 days in late fall.
Bramble <i>Rubus</i> spp.	L	N				M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	12	25 / 20	Break bud dormancy: 750 to 2000 hrs at 4 C.
Cabbage Brassicaceae var. capitata L.	M	N	M	12-20	25 / 25	M	12-14	20 / 15	H	12-14	8 / 8	M	12-20	20 / 15	
Cactus, Thanksgiving <i>Schlumbergera truncata</i> (Haw.) Moran	M	N	M	>14	23 / 23	M	>14	25 / 18	M	<12	20 / 18				Commonly termed Christmas cactus. Single stem section cuttings.
Calceolaria (Pocketbook Plant) <i>Calceolaria herbeoides</i> Voss	M	N	L	12	20 / 20	M	>18	20 / 15	M	<8 >18	20 / 15 20 / 15				Two pre-anthesis stages: 6 wks short day and cool; 4-5 wks long day.
Carnation <i>Dianthus caryophyllus</i> L.	H	N	L	>12	20 / 15	M	<12	20 / 15	M	>12	18 / 13				4 wks long day initiates buds.
Cherry <i>Prunus</i> spp.	M	N				H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	Break bud dormancy: 750 to 2000 hrs at 4 C.
Chrysanthemum <i>Dendranthema grandiflorum</i> (Ramat.) Kitam	H	N	L	16	23 / 25	M	16	25 / 18	M	10	25 / 15				5 cm cuttings with 2500 ppm IBA.

² Nutrition
L = Low (50 ppm N)
M = Medium (100 ppm N)
H = High (200 ppm N)

³ pH
N = Normal 5.5 - 6.5
L = Low 4.5 - 5.5

⁴ Light, Photosynthetic Photon Flux (PPF)
D = Dark No light
V = Very Low 50 - 150 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
L = Low 150 - 250 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
M = Medium 250 - 450 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
H = High 450 - 700 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$

13. TIPOLOGIE CULTURALI IN ROTAZIONE – IL CARCIOFO

13.1 La coltivazione del Carciofo

La gestione delle aree interne all’impianto, aree definite “interfila”, ad eccezione delle superfici adibite a viabilità interna e relativamente alle zone di posa delle cabine di trasformazione), prevedrà una piantumazione e, conseguentemente, una gestione agricola specifica. La vocazionalità del territorio brindisino e la particolare attitudine dei vari comprensori agricoli portano a considerare il carciofo, pianta da rinnovo, coltura predominante e determinante anche nell’ottica di una rotazione colturale con piante miglioratrici (legumi), piante da foraggio e mellifere (es: sulla) e piante depauperatrici (graminacee). Di seguito la studio sul carciofo brindisino e l’inserimento di tale coltura all’interno del progetto agrivoltaico.

13.2 Distribuzione

Il carciofo coltivato, *Cynara scolymus* è una pianta della famiglia Asteraceae coltivata in Italia e in altri Paesi Europei prevalentemente per uso alimentare. Sembra, come attestato da numerose documentazioni storiche, che la domesticazione del carciofo in Italia possa essere avvenuta nei primi secoli dello scorso millennio nella Sicilia centro-occidentale, dove ancora oggi si conserva un'antica cultivar che, sotto il profilo morfobiologico sembrerebbe una forma di transizione tra il cardo selvatico ed alcune delle varietà di carciofo ancora oggi diffusione nell’isola. Oggi la coltivazione del carciofo si concentra principalmente nelle nazioni lungo il bacino del Mediterraneo, in alcune parti del Nord Africa, del Nord e del Sud America. L'Italia, la Spagna e la Francia sono i migliori produttori europei di carciofi. Gli Stati Uniti sono il nono principale produttore di carciofi. Perù e Argentina sono i principali produttori di carciofo sudamericano. Anche paesi del Nord Africa come Egitto, Marocco e Algeria contribuiscono in modo significativo alla produzione globale di carciofi. La Cina è l'unico paese asiatico che compare nell'elenco delle principali nazioni produttrici di carciofo nel mondo.

13.3 Carciofo in Puglia

Con 17.085 ha e 173.448 t, la Puglia è al primo posto in Italia per la superficie coltivata e per la produzione totale di capolini. La coltivazione è maggiormente diffusa nella provincia di Foggia (8600 ha; 100.800 t di capolini), seguita da Brindisi (6820 ha; 57.000 t) e Bari (1180 ha; 6878 t); mentre è limitata in provincia di Taranto (440 ha) e Lecce (140 ha). Le cultivar più diffuse sono il Violetto di Provenza, affermatosi negli ultimi vent'anni soprattutto in provincia di Foggia, sostituendo progressivamente le popolazioni locali e assumendo il nome di Francesino, mentre il Violetto di Sicilia o Catanese è coltivato soprattutto in provincia di Brindisi e di Bari, dove viene indicato rispettivamente come Brindisino e Locale di Mola.



37 - Carciofo Brindisino IGP



38 - Carciofo Violetto di Provenza e Violetto di Sicilia

13.4 Caratteri botanici

Il carciofo è una pianta erbacea perenne, con formazione di rizoma, dalle cui gemme si sviluppano i getti detti carducci. Il fusto è eretto, ramificato all'epoca della fioritura, robusto, striato in senso longitudinale, fornito di foglie alterne (grandi, di colore verde più o meno intenso o talvolta grigiastre nella pagina superiore, più chiare e con presenza di peluria in quella inferiore; la spinosità delle foglie è una caratteristica varietale). Il fusto (alto da 50 a 150 cm circa) e le ramificazioni portano in posizione terminale le infiorescenze. I fiori azzurri ermafroditi tubolosi sono riuniti in una infiorescenza a capolino, detta anche calatide. Il capolino comprende una parte basale (il ricettacolo carnoso), sul quale sono inseriti i fiori ermafroditi detti "flosculi"; inframmezzati ai fiori sono presenti sul talamo numerose setole bianche e traslucide (il "pappo"). Il complesso di fiori e setole, nei primi stadi di sviluppo, sono volgarmente indicati con il nome di "peluria". Sul ricettacolo si inseriscono le brattee o squame involucri, a disposizione imbricate l'una sull'altra, le più interne tenere e carnose, le più esterne consistenti e fibrose. Il ricettacolo carnoso e le brattee interne costituiscono la porzione edule del carciofo, comunemente detto "cuore". Il frutto è un achenio allungato e di sezione quadrangolare, di colore grigiastro bruno e screziato, unito al calice trasformato in pappo, per favorire la disseminazione. La morfologia florale ed il meccanismo di antesi impediscono normalmente l'autoimpollinazione, per cui la fecondazione avviene per opera degli insetti. La moltiplicazione del carciofo avviene per via gamica, utilizzando l'"ovolo", il "pollone" o "carduccio" o "porzione del ceppo".



39 - Calatide carciofo

13.5 Esigenze ambientali

Il carciofo richiede un clima mite e sufficientemente umido, per cui il suo ciclo normale è autunno-primaverile nelle condizioni climatiche del bacino mediterraneo; tende alla produzione primaverile-estiva nelle zone più fredde. Il carciofo resiste abbastanza bene fino a temperature di 0°C. Temperature inferiori possono provocare danni più o meno gravi alle infiorescenze ed alle foglie; a temperature inferiori a -10°C possono essere compromesse anche le gemme del fusto rizomatoso. Il carciofo risente anche della temperatura molto elevata, per cui la fase del riposo vegetativo capita tra la fine della primavera e l'estate. Ha elevate esigenze idriche, in parte soddisfatte dalla piovosità dell'epoca di coltivazione; nella coltura precoce estiva è necessario intervenire con abbondanti apporti di acqua. 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.

13.6 Impianto della coltura

La preparazione del terreno viene effettuata in epoca diversa, in relazione alla modalità d'impianto della coltura, *per ovuli o per carducci*, all'inizio dell'estate o in autunno. Al momento dell'impianto necessita di un'aratura profonda, di circa 40-50 cm, eseguita con i tradizionali aratri rovesciatori, a cui seguono le lavorazioni superficiali con frangizolle o erpici per preparare un perfetto letto di semina. La concimazione di fondo deve essere fatta in concomitanza della lavorazione profonda con macchine spandiconcime a tubo oscillante o a dischi. L'apporto di fertilizzanti è fondamentale per la produttività della carciofaia: una coltura di carciofo può asportare dal terreno circa 250-300 kg/ha di azoto, 350-400 kg/ha di potassio e 50-100 kg/ha di anidride fosforica; da ciò deriva la necessità di somministrare i fertilizzanti minerali per compensare le asportazioni di cui sopra. L'impianto della coltura di solito si esegue nel periodo autunno-primaverile per "carducci", utilizzando il materiale proveniente dalla scarducciatura di altre carciofaie; i carducci sono germogli che crescono alla base della

pianta e vengono distaccati con una porzione di radice. I carducci per i nuovi impianti devono essere ben sviluppati, con una lunghezza di 20-40 cm e provvisti di 4-5 foglie, la cui parte distale viene tagliata al momento dell'impianto; nelle zone irrigue meridionali, dove si pratica il risveglio anticipato, è frequente l'impianto per "ovuli" in estate. Il sesto d'impianto della carciofaia è variabile, sia in relazione alla durata della carciofaia, che allo sviluppo della varietà. Nella provincia di Brindisi l'impianto della nuova carciofaia è realizzato quasi esclusivamente mediante carducci nel mese di ottobre, in concomitanza con le operazioni di scarducciatura; da tale impianto la raccolta dei primi capolini ha luogo in marzo-aprile, con produzione abbastanza modesta. La densità piante/ha varia in relazione alla fertilità del terreno, la cultivar e il tipo di meccanizzazione aziendale: generalmente è compresa tra 7000 e 9000 piante/ha. Nel Brindisino è maggiormente diffuso il siepone con le file singole distanti 1,8 m e piante a 0,6-0,9 m sulla fila. L'impiego di carducci appena distaccati dalla pianta non consente il regolare attecchimento, per la presenza di ferite che rendono più facile l'insediamento di parassiti (funghi terricoli, batteri) con conseguente moria. Inoltre, con l'impianto autunnale la prima raccolta si effettua nella primavera successiva ed è caratterizzata da un basso numero di capolini per pianta. Per di più, considerata la disformità del materiale, l'entrata in produzione risulta scalare. Per ovviare a tali inconvenienti, è consigliabile impiegare carducci radicati. A tale scopo, i carducci delle cultivar che iniziano a produrre in autunno, provenienti dalla scarducciatura effettuata in febbraio-marzo, si lasciano in piantonao fino al momento dell'impianto (che ha luogo generalmente in luglio), con l'accortezza di sospendere le adacquate 30-40 giorni prima di piantarli per evitare la differenziazione dei capolini. Con tali *carducci radicati* si ottiene un'elevata percentuale di attecchimento e un'uniforme entrata in produzione in novembre. Le carciofaie provenienti dall'impianto di ovuli germogliati effettuato in estate iniziano a produrre generalmente in novembre. Le piantine propagate per "seme" sono trapiantate solitamente entro il mese di luglio; la produzione di capolini comincia da fine ottobre a febbraio, a seconda delle cultivar e della tecnica colturale praticata. Il prolungato ricorso alla propagazione agamica ha favorito nel tempo un progressivo peggioramento delle condizioni

fitosanitarie delle carciofaie con la comparsa di gravi problemi di carattere fitopatologico e agronomico, con ricadute economiche negative per i produttori. I patogeni che destano maggiore preoccupazione sono i virus e i funghi tracheomicotici (soprattutto il *Verticillium dahliae*); non tanto perché risultano più dannosi di altri parassiti, ma piuttosto perché possono essere facilmente trasmessi e diffusi attraverso il materiale di propagazione che, a un esame visivo, risulta completamente asintomatico. Le infezioni di *V. dahliae* presentano anche la peculiarità di contaminare il terreno con i propri organi di conservazione, i microsclerozi; le infezioni, all'inizio di scarsa incidenza e solitamente localizzate, si diffondono progressivamente nel terreno. Questa situazione ha costretto gli agricoltori a spostare frequentemente le carciofaie su appezzamenti diversi, con la conseguente riduzione dei cicli di coltivazione (da 4-5 anni si è passati a 2), e a volte ad abbandonare la coltura. Nei primi stadi della ripresa vegetativa si eseguono diverse lavorazioni del terreno sia per il controllo delle infestanti che per l'interramento dei fertilizzanti, in modo da ottenere un rapido accrescimento delle piante. Il controllo delle infestanti è di fondamentale importanza con interventi che, se possibile, vanno effettuati in pre-emergenza.

13.7 Irrigazione del carciofeto

L'irrigazione è uno degli interventi colturali più importanti ai fini dell'anticipo di produzione del carciofo da eseguire in autunno nelle aree meridionali; in relazione all'epoca del risveglio estivo della coltura e dell'andamento climatico, i fabbisogni idrici possono essere più o meno elevati, per cui dove la disponibilità idrica è carente, l'irrigazione viene ritardata verso la seconda metà del mese di agosto. In estate sono necessarie frequenti irrigazioni, con un turno medio di 8-10 giorni e, in qualche caso sono necessari alcuni interventi in autunno, qualora l'andamento climatico sia siccitoso. Il metodo irriguo più diffuso per il carciofeto è l'aspersione per subirrigazione localizzata che consiste nell'interramento delle ali gocciolanti e dei relativi dispositivi di distribuzione alla profondità utile e cioè nell'intorno degli apparati radicali; la profondità più utilizzata per il carciofo varia da 30 a 40 cm a seconda della longevità della carciofaia.

In merito alla fonte di approvvigionamento irriguo, per i volumi di acqua necessari, saranno presi accordi con consorzi di bonifica o enti di gestione idrica sul territorio.

13.8 Raccolta dei capolini

La raccolta dei capolini è scalare ed ha inizio verso la prima decade di ottobre per la coltura precoce e termina in giugno per 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, tenendo presente che la lunghezza del ciclo produttivo può variare da un minimo di 20 giorni fino 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 ad ettaro, pari ad una produzione in peso di 6-12 tonnellate ad ettaro. La raccolta è effettuata a mano con il taglio dei capolini con stelo lungo e con la presenza di alcune foglie per agevolare il trasporto della produzione fuori del campo si utilizzano rimorchi o carri-raccolta trainati, forniti di ali laterali. La valutazione qualitativa dei capolini viene effettuata in base alla pezzatura, alla compattezza ed alle caratteristiche di freschezza e sanità; per il mercato fresco, molta importanza riveste la precocità di maturazione; il carciofo oltre che per il consumo fresco viene utilizzato come prodotto trasformato, come più dettagliatamente verrà descritto sia per la produzione di "carciofi al naturale" che di "carciofini sott'olio" e di "carciofi surgelati". Si precisa, altresì, che il sottoprodotto costituito dalle foglie della carciofaia è considerato un ottimo alimento fresco per gli animali che possono essere anche alimentati con i residui della lavorazione industriale dei capolini che sono ricchi di elementi nutritivi, per cui vengono anche essiccati per preparare una farina di carciofo.

13.9 Rese produttive

Nel complesso una carciofaia produce 50-100 mila capolini ad ettaro, pari ad una produzione in peso di 60-120 quintali ad ettaro. La valutazione qualitativa dei capolini viene effettuata in base alla pezzatura, alla compattezza ed alle caratteristiche di

freschezza e sanità. per il mercato fresco, molta importanza riveste la precocità di maturazione. La produzione varia in funzione dei fattori pedoclimatici, della tecnica colturale, della cultivar, del metodo di propagazione, dell'età della carciofaia e in media oscilla da 150 a 200.000 capolini per ettaro. La produzione per il mercato fresco è di circa 100.000 capolini/ha nel Foggiano e 80.000 nel Brindisino; quella destinata all'industria è per entrambe le zone di 50-60.000 capolini/ha. Già dagli anni '70 le produzioni areiche delle carciofaie del Foggiano risultano notevolmente superiori a quelle della provincia di Brindisi; ciò si spiega sia per la maggiore produttività del Violetto di Provenza rispetto al Brindisino, sia per le differenti tecniche colturali. È noto che il risveglio anticipato, l'impiego di fitoregolatori, l'epoca e la modalità di impianto influiscono sulla precocità, sulla durata del calendario di raccolta, sulla quantità e qualità del prodotto. Il periodo di raccolta si aggira intorno a 250 giorni per le cultivar precoci, con carciofaie risvegliate a fine giugno-luglio; le raccolte, in numero variabile da 15 a 20, iniziano a fine settembre e terminano generalmente in maggio. Per le cultivar tardive hanno inizio a febbraio-marzo e terminano in giugno. In particolare, a Foggia la raccolta inizia tra la metà di settembre e la prima decade di ottobre, raggiunge il massimo nel mese di novembre, cala rapidamente, o si arresta, nei mesi invernali e riprende a marzo con un picco ad aprile. A Brindisi, invece, la produzione autunnale è molto limitata; i primi capolini vengono raccolti in novembre, la produzione aumenta lentamente nei mesi invernali, si innalza bruscamente tra marzo e aprile e si protrae fino ai primi di giugno. La raccolta avviene a mano con l'ausilio di forbici o coltelli ben affilati; i carciofi successivamente vengono depositati in cesti o sacchi, i quali poi vengono scaricati ai bordi del campo per essere trasportati al centro aziendale. Quando la distanza tra le file lo permette, i capolini vengono caricati in piccoli cassoni trasportati da motocoltivatori o trattori di modeste dimensioni. Nelle grandi aziende vengono impiegati carri agevolatori della raccolta trainati, costituiti da cassoni che possono contenere 3-4000 capolini, dotati di ali laterali di 2-4 metri, che permettono di ridurre sensibilmente i costi della raccolta. I capolini destinati all'industria vengono tagliati con peduncolo lungo 3-5 cm, generalmente raccolti senza l'ausilio del coltello e venduti in sacchi di 300-400 pezzi.

L'accrescimento dei capolini è più rapido in autunno e primavera rispetto all'inverno; con il ritardo della raccolta il pappo si allunga, compaiono le brattee interne violette con piccole spine apicali, la fibrosità aumenta, mentre la porzione edule diminuisce. In alcuni mercati locali i carciofi sono ancora confezionati nel classico fascio di 15-25 e 5-6 pezzi rispettivamente per le cultivar precoci e tardive, oppure venduti alla rinfusa. In questi casi i capolini vengono tagliati con il peduncolo (che può superare anche i 30 cm), su cui sono inserite 2-4 foglie. In proposito, il regolamento della Comunità Europea (N. 963 della Commissione del 7/5/1998) stabilisce che i peduncoli devono presentare un taglio netto ed essere di lunghezza non superiore a 10 cm. Nelle regioni Toscana, Lazio, Campania, Puglia, Sicilia e Sardegna, tale disposizione può subire deroghe in virtù del regolamento CE 1466/2003 del 19/8/2003 per il quale è autorizzata ancora la vendita in mazzi, al dettaglio, di carciofi con peduncolo di lunghezza superiore a 10 cm. La motivazione a tale deroga risiede nella considerazione che in tali regioni tradizionalmente il gambo viene utilizzato in alcune preparazioni culinarie.



40 – macchine agevolatrici per la raccolta del carciofo

13.10 Il Carciofo: prospettive future

In Puglia il carciofo è ancora una coltura in grado di remunerare i produttori; negli ultimi anni la sua coltivazione ha incontrato difficoltà di carattere economico, causate dalla difficile situazione congiunturale di tutto il settore agricolo, ma che riflettono anche i problemi di natura agronomica e patologica che limitano, a volte anche fortemente, la produzione e la qualità dei capolini. Tra i problemi agronomici si segnala la crescente salinità delle acque irrigue; la concimazione, soprattutto quella azotata, effettuata in modo irrazionale; l'uso improprio di fitoregolatori; la propagazione per via vegetativa. Strettamente legati a questi sono gli aspetti patologici che in alcune aree stanno rendendo praticamente impossibile la coltivazione. Oltre alle virosi, presenti in tutti gli areali di coltivazione, notevoli danni sono provocati da *Verticillium spp.* e dai roditori. Un settore che presenta ancora molte carenze è quello legato alla commercializzazione e, più in generale, alla valorizzazione del prodotto. In Puglia circa il 50% del prodotto fresco passa attraverso strutture commerciali organizzate (mercati all'ingrosso e grande distribuzione), mentre la quota restante viene offerta in maniera disorganizzata, penalizzando notevolmente i produttori, specie quelli con aziende di piccole dimensioni. Opportune azioni di valorizzazione, che mettono in risalto oltre alle caratteristiche qualitative anche gli aspetti legati alla tipicità del prodotto e la sua stretta relazione con il territorio di produzione, sono state attuate in Puglia a supporto della commercializzazione. Alla luce delle nuove politiche comunitarie, due sembrano le strade da percorrere per gli imprenditori agricoli: le piccole imprese che vendono i carciofi ai mercati locali dovrebbero specializzarsi e offrire prodotti di qualità per il mercato interno, mentre per quelle più strutturate la scelta quasi obbligata dovrebbe essere l'aggregazione per creare gruppi competitivi sul mercato nazionale ed estero, sfruttando in particolar modo le nuove politiche di incentivazione messe in atto dalla Comunità Europea a supporto delle Associazioni di Produttori.

13.11 Curiosità e utilizzi alternativi

Dalle foglie del carciofo può essere estratta, perché contenuta, una sostanza che ha effetti benefici sulla salute denominata “cinarina”: è un prezioso antiossidante ed è particolarmente utile per depurare e disintossicare il fegato, perché in grado di aumentare il flusso biliare. Per usufruire dei benefici della cinarina, è necessario consumare il carciofo crudo, ma anche i prodotti derivati come succhi e puree possono contenere quantità non trascurabili di questo principio attivo. La cinarina può inoltre essere estratta dal carciofo ed utilizzata per la formulazione di integratori alimentari ampiamente proposti dall’industria erboristica e nutraceutica. Non è da trascurare inoltre che, in casi come questo, la valorizzazione delle produzioni include anche la caratterizzazione e quindi l’utilizzo degli scarti di lavorazione del prodotto per il recupero di ingredienti ad elevato valore aggiunto da indirizzare, appunto, alla produzione di integratori alimentari e prodotti funzionali. Questi impieghi possono essere ottenuti grazie alla conferma analitica che il prodotto ha caratteristiche compositive e nutrizionali peculiari

14. TIPOLOGIE CULTURALI IN ROTAZIONE – I LEGUMI

14.1 Coltivazione legumicola

Le leguminose rappresentano classiche colture da pieno campo in asciutto che in passato trovavano spazio in campagna come alternativa ai cereali solo ed esclusivamente se legati all’alimentazione del bestiame. Oggi, in concomitanza di una sempre crescente richiesta di proteine, legata in maniera forte ad un aumento della popolazione mondiale, si rafforza l’idea di dover reperire nuove fonti alimentari per sfamare il pianeta. Nella gestione di aree agricole, oggi, l’impronta delle leguminose non solo soddisfa la richiesta di proteine in alternativa a quelle animali ma determina un miglioramento sostanziale anche dei suoli agrari per la loro innata capacità miglioratrice. Per questo nel presente progetto si è considerato il legume in rotazione con il carciofo.

14.2 Quadro generale

I legumi sono da sempre al centro della tradizione contadina, rivestendo un ruolo fondamentale dal punto di vista alimentare, sia umano che zootecnico. E lo sono ancora di più oggi, visto che il consumo eccessivo di carne e derivati è messo molto in discussione. I legumi, infatti, sono un ottimo sostituto della carne, grazie al loro elevato apporto di proteine. Negli ultimi 15 anni il tasso di crescita della produzione di legumi non ha saputo tenere il passo della relativa crescita della popolazione: infatti, secondo la FAO, tra il 2000 e il 2014 la popolazione mondiale è aumentata del 19% mentre la disponibilità di legumi pro-capite è cresciuta solo di 1,6 kg all'anno (M. Cappellini, *IlSole24Ore*, 2018).

L'Europa, in questo contesto di cambiamento, è troppo dipendente dalle importazioni di legumi dal resto del mondo, sia quelli destinati all'alimentazione umana sia quelli per i mangimi animali, ed è quindi necessario aumentarne la produzione interna per venire incontro alle esigenze dei consumatori di avere un cibo più sostenibile e più salutare. In Europa la classifica dei produttori di legumi vede al primo posto la Francia, con 788.000 tonnellate all'anno. Ma non rappresenta che l'1% delle produzioni mondiali di legumi; al primo posto, nel mondo, c'è l'India, dove viene coltivato oltre il 17% di tutti i legumi. Al secondo posto si trova il Canada che negli ultimi anni, ha lanciato il suo piano per lo sviluppo delle proteine vegetali.

	FAGIOLI SECCHI		PISELLI SECCHI		LENTICCHIE		CECI		ALTRI LEGUMI		TOTALE	
	beans dry		peas dry		lentils		chickpeas		Pulses, nes		Tonn.	%
	Tonn.	%	Tonn.	%	Tonn.	%	Tonn.	%	Tonn.	%		
AUSTRIA	-	-	17.435	1,3	-	-	-	-	7.643	1,0	25.078	1,0
BELGIO	800	0,3	1.330	0,1	-	-	-	-	-	-	2.130	0,1
BULGARIA	954	0,4	1.531	0,1	220	0,3	633	1,4	190	0,0	3.528	0,1
CROAZIA	1.329	0,6	579	0,0	83	0,1	-	-	-	-	1.991	0,1
CIPRO	194	0,1	133	0,0	11	0,0	93	0,2	-	-	431	0,0
R.CECA	-	-	42.748	3,1	-	-	-	-	11.049	1,5	53.797	2,2
DANIMARCA	-	-	17.000	1,2	-	-	-	-	16.200	2,2	33.200	1,4
ESTONIA	532	0,2	34.183	2,5	-	-	-	-	-	-	34.715	1,4
FRANCIA	7.500	3,3	512.094	37,1	23.000	31,1	-	-	6.000	0,8	548.594	22,3
GERMANIA	-	-	155.300	11,3	-	-	-	-	8.050	1,1	163.350	6,6
GRECIA	21.510	9,3	690	0,1	7.750	10,5	3.570	7,9	3.130	0,4	36.650	1,5
UNGHERIA	1.530	0,7	46.190	3,3	1	0,0	90	0,2	2.100	0,3	49.911	2,0
IRLANDA	17.600	7,6	3.000	0,2	-	-	-	-	-	-	20.600	0,8
ITALIA	11.049	4,8	23.044	1,7	1.873	2,5	13.072	28,8	4.610	0,6	53.648	2,2
LETTONIA	23.600	10,2	8.900	0,6	-	-	-	-	50	0,0	32.550	1,3
LITUANIA	62.500	27,1	101.100	7,3	-	-	-	-	29.900	4,1	193.500	7,9
LUXEMBURG	300	0,1	750	0,1	-	-	-	-	32	0,0	1.082	0,0
MALTA	370	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	370	0,0
PAESI BASSI	5.760	2,5	3.710	0,3	-	-	-	-	-	-	9.470	0,4
POLONIA	38.042	16,5	44.421	3,2	-	-	-	-	309.086	42,4	391.549	15,9
PORTOGALLO	2.350	1,0	-	-	-	-	530	1,2	-	-	2.880	0,1
ROMANIA	19.748	8,6	50.838	3,7	-	-	179	0,4	598	0,1	71.363	2,9
SLOVACCHIA	115	0,0	12.074	0,9	57	0,1	240	0,5	1.278	0,2	13.764	0,6
SLOVENIA	761	0,3	542	0,0	-	-	-	-	213	0,0	1.516	0,1
SPAGNA	13.100	5,7	113.500	8,2	41.000	55,4	27.000	59,5	41.000	5,6	235.600	9,6
SVEZIA	940	0,4	46.500	3,4	-	-	-	-	-	-	47.440	1,9
FINLANDIA	-	-	14.200	1,0	-	-	-	-	-	-	14.200	0,6
REGNO UNITO	-	-	128.000	9,3	-	-	-	-	287.530	39,5	415.530	16,9
TOT. UE a 28	230.584	100	1.379.792	100	73.995	100	45.407	100	728.659	100	2.458.347	100

41 – produzione di legumi secchi in UE – anno 2014, dati FAO

In Italia, nell'ultimo trentennio, le leguminose da granella hanno subito una forte diminuzione, di eccezionale gravità, considerato che non disponiamo di fonti proteiche, animali vivi e carni macellate, così come di granella di proteaginose e relativi derivati per l'alimentazione sia degli uomini che degli animali. La produzione di legumi secchi (fagioli, lenticchie, ceci, piselli, fave) nel nostro Paese ha conosciuto una drastica diminuzione a partire dagli anni '60, passando da un quantitativo complessivo di 640.000 tonnellate al picco negativo di 135.000 tonnellate (-81%) raggiunto negli anni 2010-15. Oggi per fortuna l'Italia ha cominciato ad invertire la curva, parallelamente alle scelte alimentari che hanno sempre più premiato il consumo dei legumi. In particolare, si sono registrati buoni trend di crescita nella produzione nazionale di ceci e lenticchie: complessivamente oggi l'Italia, con circa 200.000 tonnellate, si colloca all'ottavo posto in Europa per la produzione di legumi secchi (report sui legumi e sulle colture proteiche nei mercati

mondiali, europei e italiani realizzato dall'istituto di ricerca Areté per conto dell'Alleanza Cooperative Agroalimentari). Dalla relazione emerge come il lungo trend negativo della produzione registrato in Italia negli ultimi decenni abbia avuto dirette conseguenze sugli scambi commerciali da e verso il nostro Paese, accentuando la posizione di importatore netto dell'Italia, da 4.500 tonnellate di legumi nel 1960 a circa 360.000 nel 2017. L'Italia dipende quindi fortemente dalle importazioni di tutti i legumi per soddisfare la propria domanda. Lo attestano con grande evidenza questi dati: nel 2017 il rapporto import / consumo presunto è stato del 98% per le lenticchie, del 95% per i fagioli, del 71% per i piselli, del 59% per i ceci. Rispetto alla media europea, nell'anno 2016 (ultimi dati disponibili per la UE), l'Italia ha importato il 65% del suo consumo, contro il 33% della Ue. I nuovi dati pubblicati dall'ISMEA (2016) riguardo alla produzione e al consumo in Italia evidenziano una certa crescita. Le motivazioni sono imputabili ad una riscoperta di queste proteine vegetali che ben rispondono ai nuovi stili alimentari che vanno sempre più diffondendosi (vegetariani e vegani nella fattispecie). La produzione nazionale è localizzata per il 63% in Sicilia, Abruzzo, Toscana, Marche e Puglia. Dai dati ISTAT emerge che la superficie rilevata nel 2011 era di 64.468 ettari, con una produzione di 1.343.165 quintali.



42 – I legumi in Italia

In Puglia la situazione legumicola è molto variegata. Sono state impiegate da sempre in agricoltura con il solo scopo di fornire una alimentazione al bestiame ma negli ultimi anni stanno assumendo un ruolo fondamentale non solo nella rotazione in campo con i cereali ma anche perché si riconoscono ai legumi tutte le proprietà sopra menzionate, non ultima quella di costituire un pilastro fondamentale della dieta mediterranea. I legumi maggiormente coltivati sono le fave, i ceci, le lenticchie, i piselli e i lupini. Vengono coltivate sia varietà che abbiamo importato da altri paesi che ecotipi locali che manteniamo attraverso un processo di moltiplicazione “in campo”. Tali ecotipi locali costituiscono delle vere e proprie nicchie ecologiche e sono rappresentativi di un determinato territorio. Le coltivazioni sono distribuite su tutto il territorio regionale: sono varietà sia ad uso estensivo da pieno campo che da uso intensivo con cultivar ed ecotipi rampicanti. Le produzioni sono variabili da zona a zona ma garantiscono, sempre e comunque, un livello qualitativo eccellente. Il problema principale riguarda la produzione in quanto le superfici investite a legumi, seppur in crescita rispetto al trend degli ultimi anni, riescono a coprire solo parte della richiesta interna.

14.3 Aspetti culturali

Il ruolo di primo piano di legumi è dovuto sostanzialmente alle loro peculiarità agronomiche e alla relativa facilità d’impianto. L’esiguo fabbisogno irriguo rende la coltivazione dei legumi una scelta oculata e intelligente in zone aride e in regioni a rischio siccità. I legumi non si limitano soltanto ad apportare benefici alla salute umana, ma migliorano anche le condizioni di vita del suolo e i residui dei raccolti delle leguminose possono essere utilizzati come foraggio per i animali. Le leguminose possono ospitare, in maniera simbiotica, nel proprio apparato radicale alcuni tipi di batteri del genere *Rhizobium*: questi hanno la capacità di fissare l'azoto atmosferico ossia di prendere quel 78% di azoto presente nella nostra atmosfera e trasformarlo in una forma che sia assimilabile dalla pianta. Questi batteri vivono in simbiosi con le leguminose e sono in grado di assorbire e convertire l'azoto atmosferico in composti azotati, riducendo le emissioni di CO₂ che possono essere utilizzati dalle piante e contemporaneamente

migliorare la fertilità del suolo. I rizobi, però, non arricchiscono solo le piante ma anche il terreno stesso: in agricoltura i legumi sono definiti colture di arricchimento, generalmente da alternare ai cereali che invece sono definiti depauperanti. I legumi riescono a fissare tra 72 e 350 kg di azoto per ettaro/anno. Inoltre, contribuiscono a migliorare adesso tessitura del terreno e nei sistemi di coltivazione “consociati” possono ridurre l’erosione del suolo e contribuire a controllare infestazioni e malattie; inoltre, riducono l'utilizzo di pesticidi chimici in agricoltura migliorando la fertilità del suolo e favorendo anche la biodiversità.

14.4 Le principali leguminose da granella

Le principali essenze coltivate sono fagioli, lenticchie, ceci, piselli, fave (anche lupini e cicerchia in minima parte). Di seguito si riporta una panoramica e le principali caratteristiche delle leguminose da granella che interessano la Sicilia e che possono essere impiegate nelle interfile dell’area di progetto.

Vicia faba

La fava si coltiva per la sua granella che, secca o fresca, trova impiego come alimento per l’uomo e per gli animali. La pianta è coltivata per foraggio (erbaio) e anche per sovescio. Nei tempi recenti il consumo dei semi secchi si è ridotto, mentre ampia diffusione ha ancora nell’alimentazione umana l’uso della granella immatura fresca o conservata in scatola o surgelata. La fava è una leguminosa appartenente alla tribù delle Viciae; il suo nome botanico è *Vicia faba* (o anche *Faba vulgaris*). Nell’ambito della specie tre varietà botaniche sono distinguibili in base alla dimensione dei semi:

- *Vicia faba maior*, fava grossa, che produce semi appiattiti e grossi (1.000 semi pesano da 1.000 a 2.500 g), impiegati per l’alimentazione umana;
- *Vicia faba minor*, favino o fava piccola, i cui semi sono rotondeggianti e relativamente piccoli (1.000 semi pesano meno di 700 g) e s’impiegano per seminare erbai e sovesci (poiché fanno risparmiare seme, rispetto alle altre varietà) e anche come concentrati nell’alimentazione del bestiame. Il seme viene anche sottoposto ad un processo di

“decorticazione” che consente di eliminare il tegumento esterno e rendere il prodotto secco impiegabile per l’uso alimentare.

- *Vicia faba equina*, favetta o fava cavallina, provvista di semi appiattiti di media grandezza (1.000 semi pesano da 700 a 1000 g) che s’impiegano per l’alimentazione del bestiame e, oggi, anche dell’uomo come granella fresca inscatolata o surgelata.

La fava è una pianta annuale, a rapido sviluppo, a portamento eretto, glabra, di colore grigioverde, a sviluppo indeterminato. La radice è fittonante, ricca di tubercoli voluminosi. Gli steli eretti, fistolosi, quadrangolari, alti fino a 1,50 m (media 0,80-1,00 m) non sono ramificati, ma talora si può avere un limitatissimo accostamento con steli secondari sorgenti alla base di quello principale. Le foglie sono alterne, paripennate, composte da due o tre paia di foglioline sessili ellittiche intere, con la fogliolina terminale trasformata in un’appendice poco appariscente ma riconducibile al cirro che caratterizza le foglie delle Viciaeae. I fiori si formano in numero da 1 a 6 su un breve racemo che nasce all’ascella delle foglie mediane e superiori dello stelo. I fiori sono quasi sessili, piuttosto appariscenti (lunghezza 25 mm), la corolla ha petali bianchi e talora violacei e, quasi sempre, con caratteristica macchia scura sulle ali.



43 – la pianta della Fava e il baccello

Grazie al fatto che è una leguminosa, che è sarchiata e che libera il terreno assai presto da consentire un'ottima preparazione per il frumento, la fava è una coltura miglioratrice eccellente che costituisce un'ottima precessione per i cereali; il suo posto nella rotazione è quindi tra due cereali. Si può considerare che il cereale che segue la fava trovi un residuo di azoto, apportato dalla leguminosa, dell'ordine di 40-50 Kg/ha. In buone condizioni di coltura, dopo aver raccolto la granella, la fava lascia una quantità di residui dell'ordine di 4-5 t/ha di sostanza secca. La preparazione razionale del suolo consiste in un'aratura profonda (0,4-0,5 m) che favorisca l'approfondimento delle radici e quindi l'esplorazione e lo sfruttamento delle risorse idriche e nutritive più profonde. Non è necessario preparare un letto di semina molto raffinato: la notevole mole dei semi fa sì che il contatto col terreno sia assicurato anche se persiste una certa collosità. La concimazione minerale della fava va basata principalmente sul fosforo, dato che come tutte le leguminose essa è particolarmente sensibile e reattiva a questo elemento: 60-80 Kg/ha di P₂O₅ sono le dosi da apportare. Il potassio generalmente abbonda nei terreni argillosi dove la fava dovrebbe trovare la sua sede. Per quanto riguarda l'azoto la fava è di fatto autosufficiente, grazie alla simbiosi con il *Bacillus radicola*, per cui la concimazione azotata non è necessaria. La semina autunnale va fatta in modo che le piantine abbiano raggiunto lo stadio di 3-5 foglie prima dell'arrivo dei freddi (seconda decade di novembre). La quantità di seme deve essere tale da assicurare 12-15 piante per mq nel caso di fava grossa, 25-35 nel caso di favette e di 40-60 nel caso di favino. Le quantità di seme vanno calcolate in base al peso medio dei semi: in genere oscillano sui 200-300 Kg/ha o più. La semina si fa in genere con le seminatrici universali a file distanti 0,50 m nel caso di fava e favetta, di 0,35-0,40 m nel caso del favino. La semina deve essere piuttosto profonda: 60-80 mm nel caso di fava grossa, 40-50 mm nel caso di favetta e di favino. Nella coltura da pieno campo la semina fitta determina l'innalzamento dell'inserzione dei baccelli più bassi, il che è vantaggioso per la mietitrebbiatura che in tal modo dà luogo a minor perdite di granella. Tra le cure colturali che (non sempre) si fanno fa ricorso a sarchiature, a leggere rincalzature e a cimature. La raccolta dei semi "secchi" si fa quando la pianta è completamente secca. La

fava grossa non si riesce a raccogliere con mietitrebbiatrici, se non con pessimi risultati qualitativi (rottura dei semi). Solo il favino si raccoglie abbastanza facilmente mediante mietitrebbiatrice opportunamente regolata. L'epoca di raccolta si fa risalire mediamente a metà di giugno. La produzione di semi freschi per l'industria è considerata buona quando giunge a 5-6 t/ha.

Cicer arietinum

Il cece (*Cicer arietinum*) è una pianta assai rustica, adatta al clima caldo-arido, perché resiste assai bene alla siccità mentre non tollera l'umidità eccessiva; ha bisogno di poche cure per crescere e fruttificare, richiede un terreno povero, sopporta la siccità e anche un moderato livello di petrosità, mal tollera i ristagni idrici. Negli ambienti semi-aridi ai quali il cece si dimostra adatto esso si avvicina con il cereale autunnale (frumento, orzo) del quale costituisce una buona precessione, anche se il suo potere miglioratore non è pari a quello della fava o del pisello. Possiede un apparato radicale molto profondo che può spingersi anche oltre il metro di profondità e pertanto il terreno destinato al cece va lavorato profondamente, in modo da consentire il massimo approfondimento radicale, e andrà affinato durante l'autunno e l'inverno. La semina si effettua in autunno con inverni miti e il seme germina facilmente a 10°C (temperatura del suolo) e la germinazione è ipogea e le plantule non hanno particolari difficoltà ad emergere dal terreno. Il cece si semina a file distanti 0,35-0,40 m, a una profondità di 4-6 cm, mirando a realizzare un popolamento di 25-30 piante a metro quadrato; secondo la grossezza del seme sono necessarie, ovviamente, quantità di seme diverse. La pianta è alta circa 50 cm e produce dei baccelli corti che contengono uno o due ceci. Il cece è una pianta a sviluppo indeterminato, che incomincia a fiorire a partire dai nodi bassi e la cui fioritura prosegue per alcune settimane. Ha una fioritura e una maturazione scalare per cui ad un certo punto sulla pianta si avranno fiori e semi allo stesso tempo. A distanza di 4 o 6 mesi dalla semina, in genere verso giugno o luglio, quando le piante saranno ingiallite e i baccelli saranno secchi, inizierà la raccolta.

La recente disponibilità di cultivar selezionate per resistenza al freddo rende oggi possibile anticipare la semina all'autunno (ottobre-novembre), con notevoli vantaggi in termini di resa. La semina può farsi con le seminatrici da frumento o con seminatrici di precisione. La profondità di semina idonea corrisponde a 50-70 mm e il seme va conciato accuratamente per prevenire attacchi di crittogame sulle plantule. La concimazione deve essere mirata soprattutto a non far mancare alla coltura il fosforo (e il potassio se carente); per l'azoto la nodulazione, se regolare come quasi sempre accade, assicura il soddisfacimento del fabbisogno. Poiché il prelevamento di fosforo è molto limitato, anche la relativa concimazione può essere limitata a 40-60 Kg/ha di P₂O₅. In terreni estremamente magri o poco favorevoli all'azotofissazione, una concimazione azotata con 20-30 Kg/ha di azoto può risultare vantaggiosa. Di norma il cece non richiede cure colturali particolari, solo in certi casi è usanza praticare una leggera rincalzatura.

Una buona coltura di cece può produrre oltre 3 t/ha di granella, ma in genere le rese sono molto più basse. Con la semina autunnale e una buona tecnica colturale sono oggi realizzabili rese dell'ordine di 4 t/ha, quanto meno negli ambienti più favorevoli a questa coltura.





44 – i ceci: coltura in pieno campo e particolari della pianta

Lens culinaris

La lenticchia è una delle più antiche piante alimentari che l'uomo ha conosciuto, originatasi nella regione medio orientale della "Mezzaluna fertile" (Siria e Iraq settentrionale), agli albori della civiltà agricola, e diffusasi poi in tutto il mondo. Si coltivano a lenticchia nel mondo 3,2 milioni di ettari, con una produzione di 3 milioni di tonnellate, corrispondente a una resa media di 900 Kg/ha. L'Italia è un modestissimo produttore con meno di 1.000 ettari coltivati a lenticchia. I semi secchi di lenticchia costituiscono un ottimo alimento per l'uomo, ricco di sali minerali e proteine (23-24%) di buona qualità. La lenticchia (*Lens culinaris*), è una pianta annuale, bassa (0,25-0,40 m di altezza), ramificata, gracile, semiprostrata. La radice è fittonante ma la profondità raggiungibile dal fittone non è grande: 0,35-0,40 m al massimo. Sulle radici si sviluppano numerosi tubercoli radicali, piccoli e allungati. Le foglie sono alterne, pennate, composte da 1 fino a 8 paia di foglioline, terminanti con un cirro semplice. I fiori sono piccoli, bianchi o con venature rosate o celeste pallido sullo stendardo, portati in numero da 1 a 4 su infiorescenze ascellari. La lenticchia è pianta a sviluppo indeterminato e può presentare legumi quasi maturi sui nodi bassi e fiori su quelli più alti. La fecondazione è

di norma autogama. La lenticchia è coltura diffusa nelle aree svantaggiate a clima temperato semiarido dove, grazie alla brevità del ciclo biologico e al ciclo autunno-primaverile, nonostante la siccità ricorrente riesce a dare produzioni soddisfacenti, anche se modeste, di una granella di alto valore alimentare e di residui pagliosi di alto valore foraggero. Per quanto riguarda il terreno la lenticchia manifesta una grande adattabilità anche a terre di fertilità media e bassa, di tessitura da argillosa a limo-sabbiosa, pur se ricchi di scheletro, di reazione da sub-acida a sub-alcalina. Nelle aree a clima semi-arido (tra 250-350 mm di piogge all'anno) dove la lenticchia è prevalentemente diffusa, essa entra in avvicendamento con il cereale autunnale (frumento od orzo), costituendo un'ottima coltura da far precedere al cereale. La preparazione del terreno va fatta accuratamente arando per tempo, subito dopo aver raccolto il cereale. Seguono lavori di affinamento per preparare il letto di semina in autunno nel caso di semina autunnale, in autunno e in inverno nel caso di semina primaverile. La più razionale tecnica di semina consiste nell'impiegare 300-400 semi germinabili a metro quadrato, seminati a file a 0,15-0,25 m alla profondità di 40-60 mm secondo la grossezza del seme (più questo è grosso, più in profondità può essere seminato). Il seme va conciato per proteggerlo dai marciumi delle plantule. Le quantità di seme necessarie e sufficienti vanno da 60-80 Kg/ha per le lenticchie a seme piccolo a 120-160 Kg/ha per quelle a seme grosso. Per la semina si impiegano le comuni seminatrici da frumento. La concimazione della lenticchia va fatta con 30 Kg/ha di P2O5 e in terreni poveri di potassio con 50-80 Kg/ha di K2O. L'azoto non è necessario. Le erbe infestanti costituiscono un serio problema per la lenticchia che nella fase iniziale del ciclo cresce lentamente e risulta dotata di scarso potere soffocante. Sarchiature a macchina non si possono fare date le file strette, per cui la scerbatura a mano è stata ed è tuttora il più usato sistema di controllo delle malerbe anche se improponibile su ampie superfici di coltivazione. Buoni risultati si ottengono con il diserbo in pre-emergenza o in post-emergenza (se non interdetto dai vari disciplinari di produzione). La raccolta delle varietà a taglia alta e a portamento eretto consente la meccanizzazione della raccolta con la mietitrebbiatura diretta oppure con falcia-andanatura, essiccazione delle andane

e successivo passaggio di mietitrebbiatrice munita di “pick up”. Si considera buona una produzione di 1,5-2 T/ha di semi secchi.



45 – la lenticchia: coltura in pieno campo e particolari della pianta

Arachis hypogaea

L'Arachide (*Arachis hypogaea*) è una pianta oleaginosa di importanza mondiale, originaria del Brasile. Dal Sud America si è diffusa negli altri continenti e anche in Italia seppur in maniera limitata. È una pianta cespitosa annuale, alta 40-60 cm, con radice fittonante breve con numerose radici laterali ricche di tubercoli; i fusti sono lunghi 60-80 cm, a portamento eretto, procombente o strisciante mentre le foglie sono alterne, paripennate, ovali. I fiori possono essere maschili, visibili e caduchi, oppure ermafroditi, nascosti, spesso cleistogami, con un piccolo ovario portato da un ginocoforo; il loro

numero varia in funzione del tipo e dell'ambiente di coltivazione. L'arachide necessita di una temperatura superiore a 16°C durante la germinazione, di 20°C in occasione della fioritura e di 18°C durante la maturazione. Meno esigente nei confronti dell'acqua specialmente per la fase di maturazione. Occupando nella rotazione il posto di una coltura da rinnovo, è necessaria un'aratura profonda e successive lavorazioni del terreno. La semina avviene in aprile-maggio (si può anche anticipare in funzione di particolari annate), impiegando seme sgusciato ma con il tegumento arancione, a file distanti 60 cm e a 15 cm lungo la fila. La raccolta viene fatta con macchine che estirpano le piante e le dispongono in andane per la successiva essiccazione. La resa di una buona coltura si aggira intorno ai 20-30 quintali ad ettaro di legumi. Il seme contiene fino al 50% di olio e il 40% di proteine; l'olio è di ottima qualità e contiene acido arachidonico (2-5%) ed ha una composizione equilibrata. Il seme tostato è largamente impiegato nell'industria dolciaria. Il burro di arachidi è un alimento ricavato dalla macinatura di semi di arachidi. La pasta è composta dai semi macinati, olio vegetale di palma, sale e zucchero. Il pannello, residuo dell'estrazione dell'olio, è impiegato nell'alimentazione zootecnica.





46– l'arachide: una leguminosa alternativa alle classiche rotazioni colturali

15. TIPOLOGIE COLTURALI IN ROTAZIONE – LA SULLA

15.1 Caratteri generali e botaniche

La sulla, pianta spontanea e/o coltivata, è una leguminosa i cui frutti, che sono appunto legumi, vengono impiegati principalmente come foraggio per gli animali. La pianta cresce spontaneamente in tutti i paesi del bacino del Mediterraneo. Per questo motivo si crede che la sua origine sia legata proprio a queste zone. Proprio per via della sua crescita spontanea e dell'utilizzo per scopo agricolo, la sulla non viene particolarmente presa in considerazione per le coltivazioni nei campi. Solo in Italia, tra i paesi dell'Unione Europea, esiste una coltivazione specializzata della sulla, utilizzata sia come foraggio che come fieno. La sulla è una pianta spontanea dalla radice forte e fittonante, capace di penetrare anche in profondità in suoli difficili. Gli steli sono eretti e la pianta può raggiungere un'altezza complessiva che varia da un metro a 1,50 m. Le foglie hanno forma leggermente ovale e si raggruppano in nuclei da 4-6 foglie. I fiori, in quantità variabile da 20 a 40 per pianta, sono attaccati tramite peduncoli ai racemi ascellari delle

infiorescenze. I frutti, chiamati lomenti, sono composti da 4-5 semi che, a maturazione completa, si staccano diventando singoli segmenti racchiusi in discoidi con aculei di protezione. La sulla è fecondata dalle api, attratte dalla pianta poiché ha un odore molto zuccherino ed è ricca di acqua. La sulla è una leguminosa unica al mondo per la sua capacità di penetrare terreni non lavorati e anche molto difficili. Si adatta infatti bene a terreni argillosi e di pessima struttura, difatti in Italia è coltivata anche in quelle zone collinari o montuose dai terreni pesanti – dalle Marche in giù sul versante adriatico.

Proprio per la sua capacità di penetrare e migliorare il terreno, la sulla viene spesso utilizzata per bonificare in maniera naturale terreni argillosi, calcarei o ricchi di sodio, così da regolarne la produzione ed aprire la strada ad altre coltivazioni. La sulla è inoltre una naturale fissatrice di azoto; questo si rivela molto utile per migliorare la tessitura del terreno e fertilizzarlo in maniera naturale. Per queste sue proprietà, la sulla è anche utilizzata come inframezzo fra due colture di cereali diversi, quali possono essere orzo e frumento, per esempio. La sulla resiste bene alla siccità, superando i periodi secchi ed estivi anche con una o due irrigazioni manuali. È una pianta che, per sua natura, ama il clima caldo e temperato. Non resiste molto al freddo: già a 6-8 gradi sotto lo zero, la sulla è destinata a scomparire. La sulla resiste in assenza di irrigazioni artificiali o di piogge poiché le sue radici sono in grado di trovare acqua autonomamente andando in profondità nel terreno. Tuttavia, nel caso di una coltivazione intensiva, è il caso di valutare la possibilità di irrigarla manualmente per mantenere il terreno umido e garantire un apporto idrico adeguato. Il sullaio produce un solo taglio al secondo anno, nell'anno d'impianto e dopo il taglio fornisce solo un eccellente pascolo. L'erba di sulla è molto acquosa (circa 80-85%) e piuttosto grossolana: ciò che ne rende la fienagione molto difficile. Le produzioni di fieno sono variabilissime, con medie più frequenti di 4-5 t/ha. Il foraggio si presta bene ad essere insilato e pascolato. Un buon fieno di sulla ha la seguente composizione: s.s. 85%, protidi grezzi 14-15% (su s.s.), U.F. 0,56 per Kg di s.s. Attualmente vi sono quattro varietà iscritte al registro nazionale: "Grimaldi", "Sparacia", "Bellante" e "S. Omero". Nei Paesi in cui la specie è stata introdotta di recente sono stati

avviati programmi di miglioramento che hanno già condotto alla costituzione di nuove varietà come, ad esempio, la "Necton" in Nuova Zelanda.

La sulla viene generalmente seminata alla fine dell'estate come seme nudo sulle stoppie di frumento (In autunno con 80-100 Kg/ha di seme vestito o in primavera con 20-25 Kg/ha di seme nudo). Continua a crescere per tutto l'inverno e inizia la produzione dopo il primo taglio, tra aprile e maggio. Una volta raccolta tramite mietitrebbiatrice, la sulla può essere fatta essiccare e i fusti usati come foraggio per gli animali. Un altro utilizzo dei semi di sulla avviene in ambito culinario, con la produzione del miele di sulla diffusa specialmente in sud Italia. Il miele di sulla si cristallizza dopo qualche mese dalla raccolta e assume un tipico odore di fiori e fieno, con un sapore dolce dal retrogusto leggermente acidulo. È un miele considerato di alta qualità e ricco di oligoelementi quali magnesio, zinco, rame e ferro. La pianta della sulla è inoltre utilizzata in cucina per arricchire insalate e secondi piatti. Infine, la sulla, nelle sue parti verdi – foglie e fusti – viene impiegata in erboristeria e nella produzione di farmaci omeopatici per le sue qualità astringenti e per abbassare il colesterolo.





47 – Sulla, particolare della foglia e del fiore

15.2 Tecniche di coltivazione

Per la sua ampia adattabilità e la buona resistenza a temperature elevate e alla siccità si ritrova frequentemente in ambienti mediterranei. L'ampio utilizzo è dovuto anche all'elevata capacità produttiva e alla possibilità di utilizzarla sia per lo sfalcio che per il pascolo. Presenta una ampia adattabilità ai suoli e si adatta meglio di altre leguminose anche alle argille calcaree o sodiche. Non tollera pH acidi e non sopporta il ristagno idrico. È una pianta molto rustica, ed è usata prevalentemente per la formazione di prati monofiti. Normalmente è una pianta biennale (raramente 3-4 anni). In quanto pianta miglioratrice, la sulla è coltivata come prato monofita in rotazione con i cereali (frumento, orzo e avena).

Se il terreno non ha mai ospitato questa leguminosa ed è perciò privo del rizobio specifico, non è possibile coltivare la sulla. Senza la simbiosi con il bacillo azotofissatore non crescerebbe o crescerebbe stentatissima. In tal caso è necessario procedere all'"assullatura", inoculando il seme al momento della semina con coltura artificiali del microrganismo (*Bacillus radicicola*). È opportuno interrare il seme a circa 2-3 cm di profondità; la semina può essere a spaglio ma è da preferire quella a file (distanti 20-30 cm). La dose consigliata è di 40-45 kg ha⁻¹ se il seme è nudo, e di circa 4-8 volte tale

dose se il seme è vestito, data l'incidenza di semi duri (40%) e di semi vuoti (30%). Per la semina meccanica le dosi sono di 25-30 kg ha⁻¹. L'epoca di semina è un elemento importante, influenzato principalmente dal tipo di utilizzo (sfalcio o pascolo) e dalla destinazione d'uso (foraggio o seme). La semina in autunno è da preferire nelle località con autunno piovoso ed inverno mite, mentre la semina primaverile è consigliata nelle zone fredde e con primavera piovosa.

Per avere un buon impianto è necessario curare i lavori preparatori. La salla trae notevoli benefici dall'aratura e da una buona preparazione del letto di semina. Le lavorazioni, sia per una semina autunnale che per una primaverile, si effettuano subito dopo la raccolta della coltura precedente. Ad una aratura di 30-40 cm si fa seguire un buon amminutamento e livellamento del terreno per evitare ristagni dannosi. Negli appezzamenti con pendenza media superiore al 30% si avrà cura di effettuare solo una minima lavorazione, la semina su sodo e la scarificazione. Negli appezzamenti con pendenza media compresa tra il 10% e il 30%, oltre alle tecniche sopra descritte, si faranno lavorazioni ad una profondità massima di 30 cm, ad eccezione delle rippature per le quali non ci saranno limitazioni. Inoltre, sarà opportuno la realizzazione di solchi acquai temporanei ad una distanza massima di 60 metri o prevedere, in situazioni geopedologiche particolari e di frammentazione fondiaria, idonei sistemi alternativi di protezione del suolo dall'erosione.

La fertilizzazione sarà condotta con l'obiettivo di garantire produzioni di elevata qualità e in quantità economicamente sostenibili, nel rispetto delle esigenze di salvaguardia ambientale, del mantenimento della fertilità e della prevenzione delle avversità. Essa, pertanto, terrà conto delle caratteristiche del terreno e delle esigenze della coltura. I quantitativi di macroelementi da apportare saranno calcolati adottando il metodo del bilancio, sulla base delle analisi chimico-fisiche del suolo. Le dosi di azoto, oltre i 100 kg/ha, saranno frazionate ad eccezione della somministrazione di fertilizzanti a lenta cessione. Generalmente, comunque, non sono necessarie concimazioni azotate, mentre sono notevoli le esigenze in fosforo ed in potassio, da somministrare alle lavorazioni del terreno. Trattandosi di una leguminosa da prato coltivata in terreni marginali non sono

normalmente previste irrigazioni, in quanto sono da ritenersi sufficienti gli apporti idrici naturali. Il sulieto può essere utilizzato come prato o come prato-pascolo. Con la semina autunnale, l'utilizzazione può iniziare già da metà febbraio come pascolo fino a marzo. Per poi sfalciare in aprile-maggio. Negli ambienti meridionali la maggiore produzione di seme si ottiene al secondo anno; pertanto, al primo anno il sulieto si può utilizzare per la produzione di foraggio. Nel secondo anno è consigliabile pascolarlo o sfalciarlo entro il mese di febbraio e destinare il successivo taglio alla produzione di seme. La produzione al 1° anno si aggira intorno ai 40 - 50 t ha-1 di foraggio fresco, che aumentano nel 2° anno a 50 - 60 t ha-1 di foraggio fresco.

15.3 Utilizzi e curiosità

La sua domesticazione è recente; le sue prime notizie storiche risalgono circa al 1700. È stata segnalata per la prima volta in Sicilia, all'inizio del XVII secolo, come pianta ornamentale proveniente dalla Spagna, ed i botanici ritengono che successivamente si sia talmente diffusa da essere considerata spontanea. L'Italia è l'unico Paese mediterraneo in cui venga coltivata su superfici significative. Nuove coltivazioni si ritrovano in Tunisia, Spagna, Portogallo, parte occidentale del Nord America, Australia e Nuova Zelanda. In Italia sono iscritte al Registro Nazionale quattro varietà: Grimaldi, Sparacia, Bellante e Sant'Omero. Nei Paesi in cui la specie è stata introdotta di recente sono stati avviati programmi di miglioramento genetico che hanno portato alla costituzione di nuove varietà. Nota è la sua efficacia nel ridurre le infezioni gastro-intestinali degli animali al pascolo, grazie al buon contenuto di tannini e all'elevato valore proteico, come dimostrato da alcuni studi effettuati in Nuova Zelanda, dove viene utilizzata, oltre che per il pascolamento, sia per la produzione di insilati sia come coltura di copertura per la protezione del suolo e la produzione integrata di miele. Ottima coltura foraggera, dal punto di vista agricolo risulta anche un'ottima miglioratrice della fertilità del terreno grazie all'attività azotofissatrice, ma soprattutto alla potente radice fittonante in grado di colonizzare i terreni argillosi e pesanti, come le argille plioceniche tipiche delle colline dell'Italia centro-meridionale, rendendoli idonei ad ospitare colture

più esigenti. Infatti, con la decomposizione del suo sviluppato apparato radicale si creano dei cunicoli che permettono l'aerazione ed una sorta di "aratura" del terreno. Non è possibile coltivare la Sulla in un terreno che non l'abbia mai ospitata e quindi privo del rizobio specifico, poiché senza la simbiosi col suo bacillo azotofissatore crescerebbe stentatissima o non crescerebbe affatto. In tal caso è necessario procedere con l'assullatura, cioè l'inoculazione del seme al momento della semina con una coltura artificiale del microrganismo. È un'ottima pianta mellifera il cui miele risulta fra i più apprezzati e conosciuti (arriva a produrre fino a 500 kg di miele per ettaro). In Italia, fino al recente passato, l'Appennino romagnolo era dei maggiori luoghi di produzione; attualmente le aree interessate alla coltivazione si vanno riducendo alle sole regioni di Abruzzo, Molise, Calabria e Sicilia. Il miele di sulla ha un colore che va dal bianco al giallo paglierino se liquido, al beige se cristallizzato. Cristallizza alcuni mesi dopo il raccolto, formando una massa compatta, pastosa, con granuli fini. Ha un odore molto tenue, floreale, con leggero aroma di fieno e un sapore dolce, leggermente acido. Contiene fruttosio di alta qualità ed una gran quantità di oligoelementi (magnesio, rame, zinco, ferro, manganese). La Sulla è una pianta edule in considerazione delle sue buone qualità alimentari; in cucina si usano sia le foglie che i fiori per arricchire le insalate crude o per preparare, anche mista ad altre erbe, flan, frittate e zuppe varie. Si consuma pure lessata e condita con olio e limone, oppure cucinata con uova strapazzate. Inoltre, si usa come alimento medicinale per le sue funzioni lassative e rinfrescanti. In erboristeria viene usata per le note proprietà astringenti, vitaminizzanti e anticolesterolo.

16. IRRAGGIAMENTO E LAYOUT DI PROGETTO

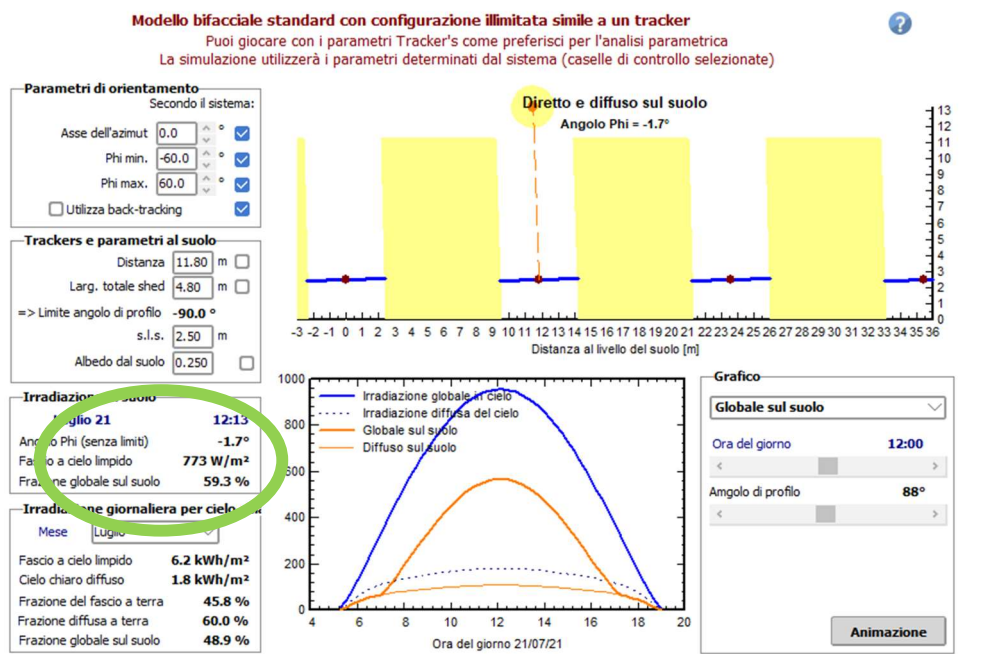
La radiazione solare è l'energia elettromagnetica emessa dai processi di fusione dell'idrogeno contenuto nel sole; tale energia non raggiunge la superficie terrestre in maniera costante, la sua quantità varia durante il giorno, da stagione a stagione e dipende dalla nuvolosità, dall'angolo d'incidenza e dalla riflettanza delle superfici. La radiazione che un metro quadrato di una superficie orizzontale riceve è detta radiazione

globale ed è il risultato della somma della radiazione diretta e della radiazione diffusa. La radiazione diretta è quella che giunge direttamente dal sole, mentre la radiazione diffusa è quella riflessa dal cielo, dalle nuvole e da altre superfici. La radiazione diretta si ha quindi solo quando il sole è ben visibile. D'inverno la radiazione diffusa è molto maggiore in percentuale e, su base annua, è pari al 55% di quella globale. L'intensità della radiazione solare al suolo dipende dall'angolo d'inclinazione della radiazione stessa: minore è l'angolo che i raggi del sole formano con una superficie orizzontale e maggiore è lo spessore di atmosfera che essi devono attraversare, con una conseguente minore radiazione che raggiunge la superficie. Come abbiamo visto, una superficie riceve il massimo degli apporti quando i raggi solari incidono perpendicolarmente su di essa. La posizione del sole varia però durante il giorno e durante le stagioni, quindi varia anche l'angolo con il quale i raggi solari colpiscono una superficie. Gli apporti dipendono dunque dall'orientamento e dall'inclinazione dei moduli fotovoltaici. Cambiando gli apporti cambiano anche le possibilità di una qualsivoglia coltura di adattarsi e di portare avanti e, conseguentemente, a compimento il proprio ciclo vitale. Di seguito, attraverso l'ausilio di un software specifico (Pvsyst), verrà simulato, in un determinato momento della giornata, per ogni mese dell'anno, come il sole proietta la propria energia al suolo in considerazione della presenza dell'impianto agrivoltaico, con i tracker di ampiezza complessiva 2,465 m e un pitch (interfila) di 7,60 m.

Analizzando in maniera specifica i grafici del software menzionato è stata effettuata una comparazione tra i dati di irraggiamento contestualizzati nel layout di riferimento (con albedo 20%) e le esigenze di irraggiamento delle colture da inserire. Per valutare la possibilità di coltivare il suolo all'interno delle file di pannelli FV e stabilire quale sia la superficie utile in virtù della rotazione del tracker nel corso della giornata, si è provveduto a calcolare ed esaminare i dati di flusso fotonico fotosintetico relativi a coltivazioni di leguminose (legumi da granella, sulla e graminacee) e di *Brassica oleraceae* (assimilabile per certi aspetti al carciofo). I valori di PPF risultano essere compresi tra 250 e 450 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Condizioni atmosferiche								
Radiazione solare	Cielo sereno	Nebbia	Nuvoloso	Disco solare giallo	Disco solare bianco	Sole appena percettibile	Nebbia fitta	Cielo coperto
globale	1000 W/m ²	600 W/m ²	500 W/m ²	400 W/m ²	300 W/m ²	200 W/m ²	100 W/m ²	50 W/m ²
diretta	90%	50%	70%	50%	40%	0%	0%	0%
diffusa	10%	50%	30%	50%	60%	100%	100%	100%

48 – valori approssimativi della radiazione solare



49 – esempio del calcolo dell'irradiamento relativo al mese di luglio di un progetto "pilota"

In riferimento al mese di luglio, riferendoci all'esempio sopra riportato, il software considerato (Pvsyst) mostra alcuni dati che di seguito si espongono:

Irradiazione globale in cielo: circa 960 W/m²

Irradiazione diffusa del cielo: circa 200 W/m²

Irraggiamento globale sul suolo: circa 560 W/m²

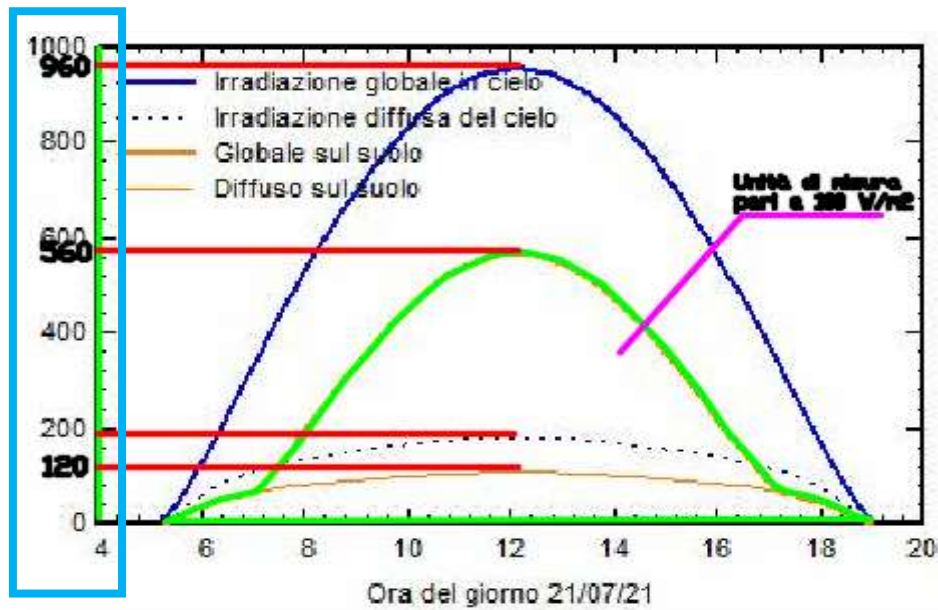
Irraggiamento diffuso sul suolo: circa 120 W/m²

Irradiazione al suolo mensile: 773 W/m² (di cui il 59,3% globale sul suolo)

Irradiazione giornaliera per cielo chiaro: si ottiene sommando il fascio cielo limpido e il cielo chiaro diffuso: 6.2 kwh/m² + 1.8 kwh/m² = 8.0 kwh/m²

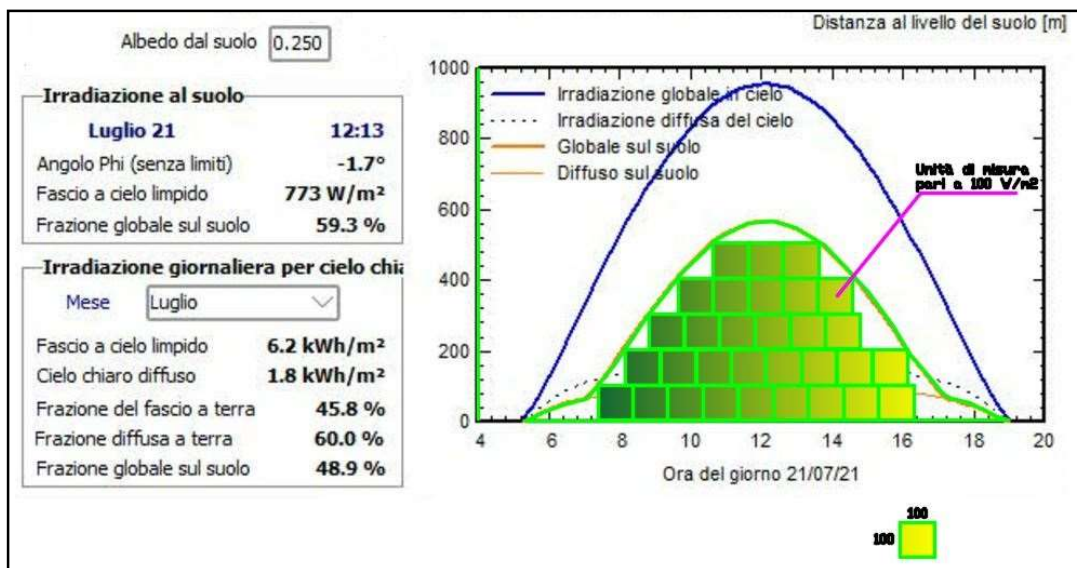
Albedo pari al 25%

Frazione globale al suolo: 48,9% di 8.0 kwh/m²



50 – valori stimati di irradiazione al suolo – impianto pilota

Per valutare l'irraggiamento solare e compararlo con l'energia derivante dal flusso fotonico fotosintetico relativo alle varie colture da impiantare, viene calcolato l'integrale della funzione che descrive la curva di Gauss sopra riportata (in pratica si definisce l'area all'interno della curva a campana). In ragione del fatto che in ascissa sono riportate le ore della giornata e in ordinata la potenza espressa in watt per metro quadrato, avendo definito una unità di misura per il calcolo della superficie pari a 100 W/m² per ogni ora, è stato possibile calcolare i valori di ogni singolo mese dell'anno, in riferimento al layout di progetto, considerando la variazione delle ore di luce giornaliera. I risultati di tali calcoli vengono riportati nella tabella sotto proposta.



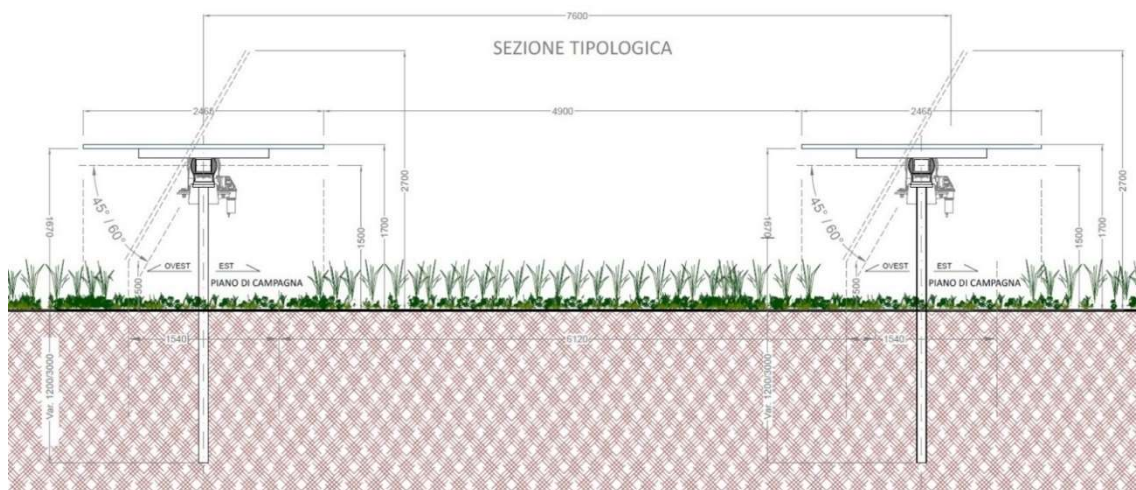
51 – stima del calcolo dell'integrale relativo alla curva di Gauss – impianto pilota

I dati ricavati dalle valutazioni effettuate, riportati nella tabella seguente, consentono di affermare che la coltivazione tra le interfile del parco agrivoltaico è possibile. Non si tratta di una soluzione di ripiego ma di una concreta e reale possibilità di gestire un suolo agrario nello stesso modo con cui si conduce un appezzamento di terreno con scopo agricolo. La quantità di luce “stimata” risulterebbe inferiore all'intervallo di riferimento scelto per le colture da impiantare nei mesi da Novembre a Febbraio (dove le esigenze di “energetiche” delle colture sono ridotte e naturalmente attenuate da un quantitativo di irradiazione minore). I dati maggiori relativi all'irradiazione al suolo sono risultati compresi tra i mesi di Aprile e Luglio. Il mese dove l'efficienza fotonica fotosintetica è risultata maggiore è risultato Giugno.

Periodo di riferimento	Durata media del giorno (ore luce)	Integrale Globale sul suolo (kwh/m2 al giorno)	Fascio a cielo limpido (kwh/m2 al giorno)	Fascio a cielo chiaro diffuso (kwh/m2 al giorno)	Conversione da kwh/m2 al giorno in w/m2 per le ore di luce	Albedo (%)	Irradiazione mensile al suolo (w/m2)	PPF ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) Essenze (media)	Conversione da W/m^2 a $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ - relativa al layout
Gennaio	9 ore e 23 min	1270	2.1	0.7	37,61	20	381	250-450	156,46
Febbraio	10 ore e 13 min	1935	3.2	0.9	52,64		518		219,00
Marzo	11 ore e 27 min	2666	4.5	1.1	64,68		652		269,06
Aprile	12 ore e 48 min	3470	5.8	1.3	75,30		758		313,26
Maggio	14 ore min	4083	6.7	1.5	81,01		809		337,01
Giugno	14 ore e 45 min	4498	7.0	1.5	84,71		775		352,39
Luglio	14 ore e 40 min	4215	6.7	1.5	79,87		807		332,24
Agosto	13 ore e 46 min	3563	5.8	1.3	71,93		754		299,22
Settembre	12 ore e 31 min	2738	4.5	1.1	60,75		647		252,71
Ottobre	11 ore e 12 min	2313	3.1	0.9	57,37		504		238,64
Novembre	9 ore e 55 min	1623	2.0	0.7	45,45		371		189,06
Dicembre	9 ore e 16 min	1343	1.6	0.6	40,24		318		167,41

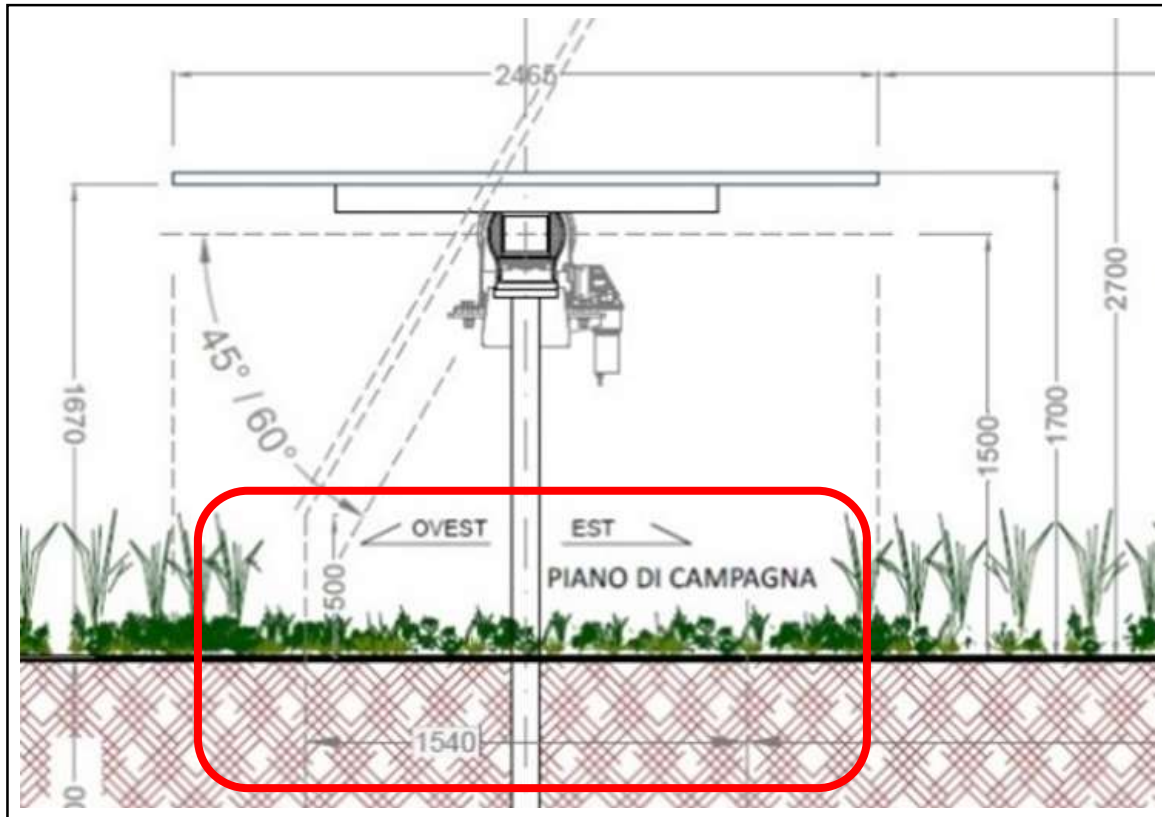
52 – tabella riepilogativa PPF in funzione del pitch

La proposta in esame tiene conto dell'associazione tra la tecnologia fotovoltaica e coltivazione del terreno agrario della zona recintata e nelle aree limitrofe all'impianto con una rotazione colturale che prevede l'alternanza di colture miglioratrici (leguminose da granella e da foraggio), depauperatrici e da rinnovo (carciofo) secondo lo schema che di seguito verrà esposto. Il layout che si propone prevede distanze tra le file di tracker di 7,6 m. Per calcolare la superficie "utile" di coltivazione è stata stimata l'incidenza dell'ombreggiamento e dell'irraggiamento, dalle ore 7 alle ore 17, in funzione della rotazione del tracker stesso. La maggiore disponibilità di irraggiamento per le colture corrisponde alle ore 12, momento in cui il pannello si trova in posizione orizzontale rispetto al suolo.



53 – sezione tipologica del layout di impianto

Verrà considerata zona "coltivabile" la superficie compresa tra le file di tracker ad esclusione dell'area sottostante i moduli (viene esclusa la proiezione dei moduli sul suolo quando si trovano in posizione orizzontale).



54 – identificazione della zona inerbita sotto i moduli

Dove non sarà possibile effettuare la coltivazione si provvederà a realizzare un inerbimento permanente con un prato stabile.

16.1 Valutazione dati PPFD

I dati sopra riportati dimostrano come la convivenza tra fotovoltaico e agricoltura tradizionale sia sostenibile con gli opportuni accorgimenti. Il caso in esame studiato e specificatamente legato al carciofo, alle leguminose da granella e da foraggio (sulla) dimostra come i valori di PPFD ottenuti con la soluzione proposta rientrino perfettamente nelle esigenze fotosintetiche delle colture esaminate. Ogni mese considerato e le rispettive ore di luce giornaliere hanno prodotto un quantitativo di fotoni fotosintetici in grado di consentire alle piante il proprio sviluppo e questo in ogni mese dall'anno indipendentemente dalla stagione (leggermente inferiore il trend considerato nel mese

di dicembre e novembre mentre ottobre e febbraio risulterebbero quasi in linea). Si rammenta che le valutazioni fatte sino ad ora fanno riferimento alla quantità di flusso radiante con riferimento alla fotosintesi e che tali valori, oltre ad essere misurati in un determinato momento della giornata, cambiano a diverse latitudini anche con valori che possono raddoppiare. I grafici analizzati e le rispettive curve di irraggiamento diffuso sul suolo confermano la tesi che la coltivazione del suolo con essenze è possibile sia che trattasi di colture da rinnovo che di altre tipologie. Tutto ciò premesso e anche a seguito delle prove condotte in altri paesi, quanto asserito fino ad ora non solo rende possibile l'impiego "agrario" del suolo tra i tracker ma getta anche le basi per produzioni qualitative migliori. La possibilità di coltivare una coltura rispetto ad un'altra, l'accertamento dei parametri di qualità e quantità in termini di rese produttive così come gli altri fattori bioagronomici, dipendono da prove di campo che hanno bisogno, per essere avvalorate o meno in maniera approfondita, di valutazioni di natura scientifica (considerata la quasi totale assenza di bibliografia). Si precisa che la fascia di terreno agrario tra le file di pannelli risulta perfettamente percorribile e, soprattutto, lavorabile da macchine operatrici agricole. Le piante che verranno utilizzate per la coltivazione delle zone di suolo libero faranno capo a colture da rinnovo, essenze leguminose e graminacee, in purezza o in miscela o riprodotte da parti di pianta, ad uso alimentare e/o foraggero. Le diverse piantumazioni che verranno prese in considerazione saranno soggette a coltivazione in "asciutto", senza l'ausilio cioè di somministrazioni irrigue di natura artificiale. I trattamenti fitoterapici saranno nulli o quelli strettamente necessari nella conduzione delle colture in regime, sempre e comunque, di agricoltura biologica.

17. CONDUZIONE AGRICOLA

Alternando colture miglioratrici a colture depauperanti e a quelle da rinnovo si eviterà la riduzione della sostanza organica nel tempo e questo aiuterà a mantenere la fertilità del terreno. Per quantificarne l'effetto e conoscere così il trend di sostanza organica del

terreno nel tempo, sarà utile il calcolo del bilancio della sostanza organica di ciascuna coltura o una sua valutazione qualitativa. Alternando colture con radice profonda alle colture con radice superficiale, inoltre, saranno esplorati strati diversi del suolo che porteranno come conseguenza ad un miglioramento della struttura fisica del suolo evitando allo stesso tempo la formazione della suola di aratura specialmente nei periodi in cui sono accentuati i fenomeni evapotraspirativi. È bene ridurre, altresì, i periodi in cui il campo ha terreno nudo, specialmente in zone soggette a fenomeni di tipo erosivo. Per questo, sarà importante programmare i cicli colturali cercando di mantenere una copertura del terreno quanto più possibile continua. Ciò potrà avvenire, ad esempio, nel caso dei seminativi o delle leguminose, mediante una coltura intercalare tra le due principali, oppure, in zone particolarmente indicate all'impiego di colture da rinnovo, inserendo una pianta da coltivare a ciclo breve dopo quella principale (ad esempio il carciofo). L'avvicendamento delle colture, inoltre, determina dei vantaggi per la gestione delle malerbe infestanti in quanto contribuisce ad interrompere il ciclo vitale degli organismi nocivi legati ad una certa coltura; in particolare, la successione di piante di famiglie differenti (per esempio, alternanza tra graminacee, piante leguminose e colture da rinnovo) permette di interrompere il ciclo di alcune essenze infestanti. I vantaggi risultano in cascata anche per la struttura del terreno: grazie alla diversità dei sistemi radicali, il profilo del terreno è esplorato meglio, il che si traduce in un miglioramento delle caratteristiche fisiche del suolo e in particolare della sua struttura (limitandone il compattamento e la degradazione). La "spinta" principale, comunque, verrà data dalle colture miglioratrici e cioè dalle leguminose e, in secondo luogo, dalle colture da rinnovo. I legumi, sia esse da granella che da foraggio, sono colture che non necessitano di azoto ma lo fissano da quello atmosferico lasciandone una discreta quantità a disposizione delle colture in successione. Di conseguenza, per la coltura che segue, le fertilizzazioni azotate potranno essere fortemente ridotte (l'apporto di azoto di un cereale in rotazione ad una leguminosa potrà essere ridotto in media di 50 kg N/ha pur mantenendo le stesse performance). Leguminose come l'erba medica e la sulla, impiegata, per esempio, in miscuglio con altre specie per gli inerbimenti sotto i tracker,

grazie al loro apparato radicale fittonante, potranno migliorare la struttura del suolo, facilitare l'assorbimento dei nutrienti profondi poco disponibili e aumentare la sostanza organica anche in strati più profondi del suolo.

Colture da impiegare in rotazione												
MESI	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre
COLTURA MIGLIORATRICE												
COLTURA DEPAUPERANTE												
PRATI												
COLTURE DA RINNOVO												

55 – varie tipologie da coltivare in funzione dei mesi dell'anno

Numerosi studi hanno dimostrato come il terreno nudo porta ad una perdita di azoto per volatilizzazione, un maggior rischio di erosione e maggiore libertà per le infestanti di crescere e diffondersi. Le leguminose da granella secca e da foraggio (sulla), nello specifico, sono colture importantissime per lo sviluppo e l'affermazione dell'agricoltura "biologica" perché hanno antiche tradizioni (pisello, fava, lenticchia, cece, lupino, cicerchia, ecc..) e conferiscono equilibrio e sostenibilità a diversi ordinamenti colturali praticati o ipotizzabili. Inoltre, sono importanti nell'alimentazione del bestiame e dell'uomo, quale fonte ad altissimo contenuto proteico e rappresentano uno strumento fondamentale per il recupero e la valorizzazione delle aree marginali sottoutilizzate.

17.1 Rotazione e avvicendamenti: esempi

Come tipologia di rotazione colturale prevediamo un avvicendamento "a ciclo chiuso", in cui le piante tornano nel medesimo appezzamento dopo un periodo ben definito di anni (per esempio 4 anni). La scelta dell'avvicendamento terrà conto di fattori agronomici quali:

- effetti dell'avvicendamento stesso
- alcune colture sono favorite perché consentono di effettuare in maniera ottimale alcune operazioni
- colture annuali o poliennali (con maggiore preferenza per quelle annuali)

- possibilità di sostituire le fallanze rapidamente
- sfruttamento dell'avvicendamento per fini immediati (colture che vengono preferite ad altre per la facilità con cui di seguito si prepara il terreno)

La durata di un intero ciclo di rotazione dà il nome alla stessa e la durata corrisponde anche al numero delle sezioni in cui deve essere divisa l'azienda (nel caso specifico le aree di progetto). La durata indica, inoltre, la superficie destinata ad ogni coltivazione. Gli avvicendamenti colturali, ad ogni modo, hanno come scopo quello di conferire al suolo una determinata stabilità fisica, chimica e biologica. Quelli continui a loro volta possono essere:

- Fissi (quando seguono degli schemi rigidi aziendali)
- Liberi (quando mantengono una rigidità nell'ampiezza delle sezioni ma una determinata variabilità per quanto riguarda la specie coltivata)
- Regolari (se le colture si succedono in appezzamenti di uguale ampiezza e dimensione)
- Irregolari (se le colture si succedono in appezzamenti di diversa ampiezza e dimensione)
- Misti (quando una parte della superficie aziendale è divisa in appezzamenti di uguale ampiezza e dimensione per colture in normale rotazione, accompagnata da altre sezioni con colture fuori rotazione come, per esempio, l'erba medica).

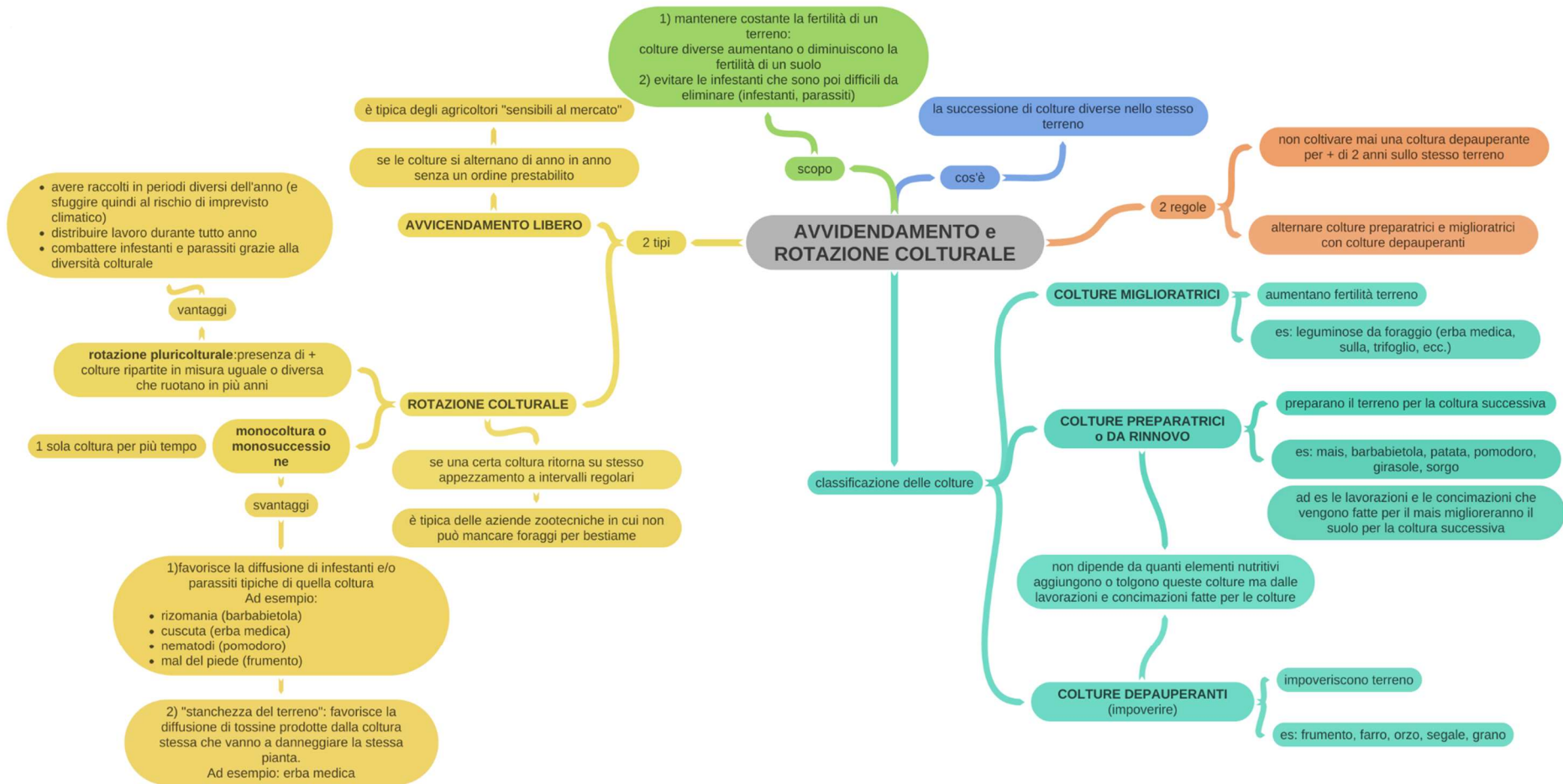
Le rotazioni colturali potranno essere anche semplici (con una sola coltura da rinnovo) o composte (costituite dalla combinazione di più rotazioni semplici). Un esempio di rotazione colturale cui ci si riferirà per lo sviluppo del progetto potrà prevedere lo schema di seguito riportato:

Triennale

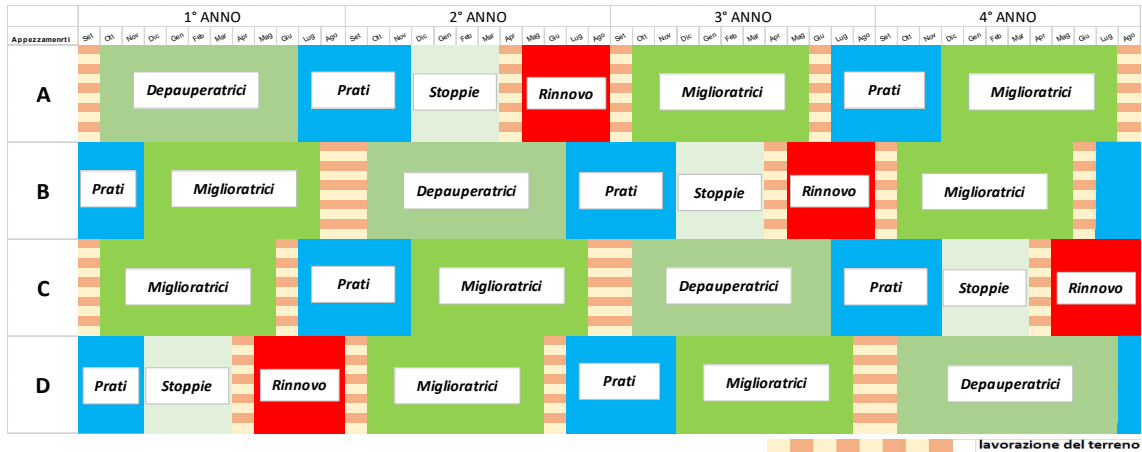
Coltura da rinnovo (carciofo) – Frumento (o cereale in genere) – Leguminosa da granella (per esempio cece, lenticchia) o da foraggio (sulla)

Quadriennale

Coltura da rinnovo (carciofo)/ Cereale - Leguminosa – Leguminosa – Cereale (o prato)



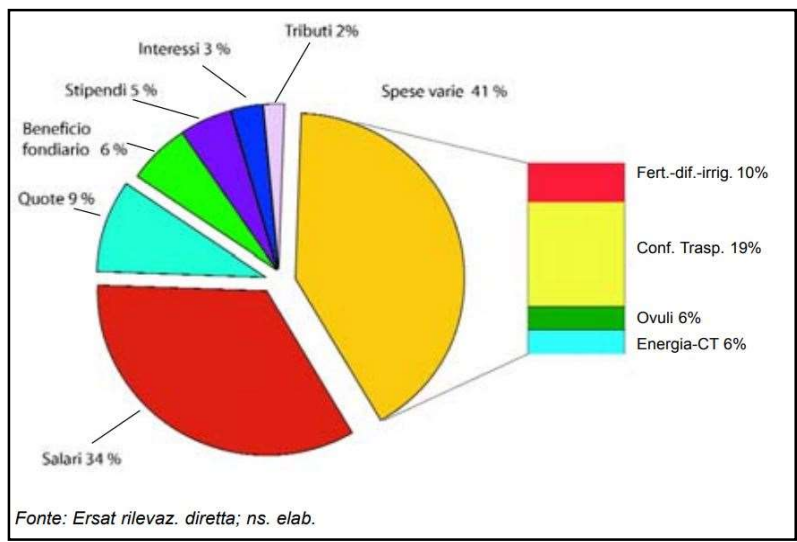
56 – L'avvicendamento e la rotazione culturale: principi e considerazioni agronomiche



57 - esempio di avvicendamento culturale in 4 anni

18. CONSIDERAZIONI ECONOMICHE SULLE COLTURE

La coltura del carciofo viene considerata da rinnovo. Si effettua un’aratura alla profondità di 40-45 cm, preceduta preferibilmente da un’abbondante irrigazione per portare il terreno in tempera. Vengono interrati i concimi fosfo-potassici di fondo e, in caso di disponibilità, anche concimi organici, quale letame ben maturo. Successivamente si interviene con frangizolle o erpici per la preparazione di un buon letto di impianto dei “carducci” o piantine micro – propagate.



58 - Struttura dei costi medi di produzione relativi ad un ettaro di carciofo

Impianto di un carciofeto (interfila + aree esterne)		
<i>Designazione dei lavori</i>	<i>Sup. stimata</i>	<i>Stima dei costi</i>
Preparazione del terreno con mezzo meccanico idoneo, profondità di lavoro pari a cm. 40-45 e successivi passaggi di affinamento compresa rullatura	51.35 ettari	60.000,00 €
Concimazione minerale di fondo con fertilizzanti fosfatici e potassici, da eseguirsi in preimpianto previa analisi fisico-chimica.		
Interventi con macchine operatrici frangizolle e/o erpici per l'affinamento del terreno agrario		
Interventi di lotta integrata con prodotti registrati per l'uso, rispettosi per l'ambiente e autorizzati in agricoltura biologica		
Irrigazione di soccorso nel periodo estivo	51.35 ettari	35.000,00 €
Fornitura e messa in opera del materiale di propagazione: carducci (dose pari a 10.000 piantine per ettaro): 0,35€/piantina	51.35 ettari	180.000,00 €
Raccolta del prodotto in campo da effettuarsi con apposite macchine agevolatrici (2.300 capolini/giorno)	51.35 ettari	150.000,00 €
Costo macchina agevolatrice	-----	30.000,00 €
TOTALE DEI COSTI 1° ANNO		455.000,00 €

Per la realizzazione del carciofeto sarà utilizzato almeno materiale di propagazione di categoria C.A.C. (Conformitas Agraria Communitatis) prodotto da vivai accreditati di cui al D.M. del 14/04/1997. Qualora non siano disponibili tali materiali di propagazione si opterà, in deroga, il prelievo da piante ubicate in carciofaie commerciali esenti dagli organismi di cui all'allegato II del D.M. del 14/04/1977 e sottoposti ad accertamenti di laboratorio per il virus latente del carciofo (ArLV), il virus italiano latente del carciofo (AILV) e per il virus dell'avvizzimento maculato del pomodoro (TSWV). Il materiale da propagazione, come già ampiamente specificato, sarà costituito da **carducci**: germogli provenienti da gemme poste sul rizoma (parte sotterranea del fusto), provvisti di radici e foglie. Lo stadio ottimale per il trapianto diretto in campo si raggiunge quando l'apparato radicale è ben sviluppato (con numerose radici di lunghezza non inferiore a 5-7 cm), con 4-5 foglie e lunghezza non inferiore a 15-20 cm.



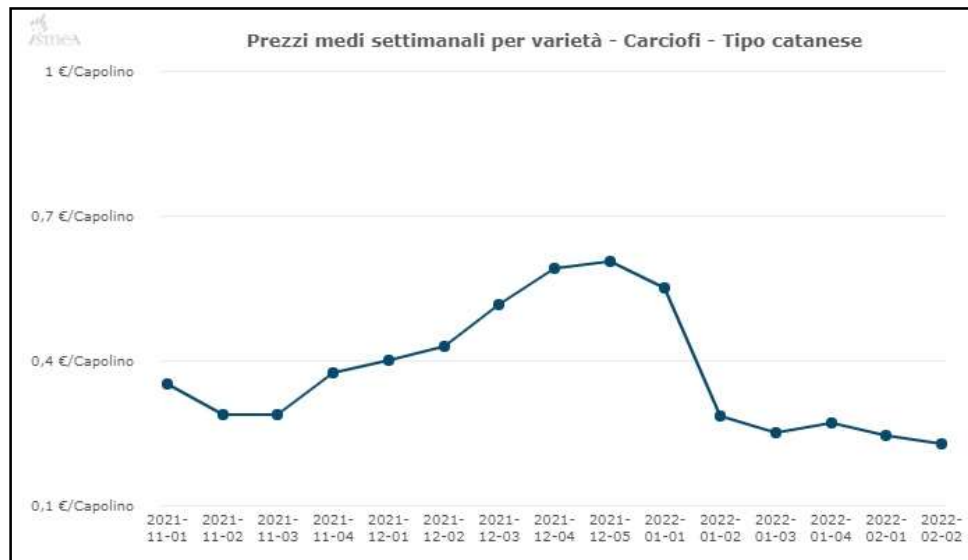
59 – i carducci: materiale di propagazione impiegato nella costituzione della carciofaia

Impianto	Superficie coltivata (ha)	Produzione media (capolini/ha)	Prezzo medio per capolino (€/cap)	Ricavo lordo
Carciofaia	51.35	80.000	0.23	944.840.00 €
Totale				944.840.00 €

60 – calcolo dei ricavi lordi di un impianto di una carciofaia

	Foggia	Brindisi
Cultivar prevalente	Violetto di Provenza	Catanese
Periodo del risveglio	15-30 giugno	15-30 agosto
Impiego di fitoregolatori	elevato	basso
Impiego di fertilizzanti	elevato	basso
Volume di irrigazione (m ³ /ha)	4.500	3.000
Carducci (n°/pianta)	2	1
Inizio raccolta	settembre	novembre
Produzione a fine dicembre (%)	30	5
Presenza capolini atrofici	elevata	bassa
Produzione di capolini (n°/ha)	100.000	80.000








61 – coltivazione del carciofo nella zona di progetto



62 – andamento del prezzo medio del Carciofo tipo “catanese” (equiparato al brindisino) – Fonte Ismea



63 - esempio di macchina agevolatrice nella raccolta del carciofo: maggiore efficienza e riduzione dei costi di raccolta del 30%

Operazione	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giù.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.	
1  <i>Messa a dimora di piantine provviste di pane di terra</i>			█					█					
2  <i>Messa a dimora di carduocci</i>		█							█				
3  <i>Messa a dimora di uova</i>							█						
4  <i>Semina diretta</i>					█								
 <i>Diciocatura</i>						█							
 <i>Scarduccitura</i>		█							█				
 <i>Raccolta</i>	<i>Centro-nord</i>	█											
	<i>Sud</i>	█									█		

64 – operazioni colturali carciofaia con valutazione epoca di raccolta

In relazione, invece, alle leguminose da granella, come prima specificato costituiscono un gruppo di colture abbastanza omogeneo per le caratteristiche botaniche, agronomiche e nutrizionali (Foti, 1982). Arricchiscono i terreni in azoto che “fissano” attraverso le loro capacità, lasciando un suolo in condizioni migliori rispetto a quelle iniziali. I lavori di preparazione riguardano una lavorazione in profondità del terreno agrario per creare quelle condizioni di permeabilità e di approfondimento radicale che consenta alle piante stesse di svolgere nel migliore dei modi il ciclo vitale. Di seguito viene proposta una sintesi delle principali operazioni colturali dalla fase di preparazione alla raccolta del prodotto.

Impianto di una leguminosa da granella – ciclo autunno/vernino		
<i>Designazione dei lavori</i>	<i>Sup. stimata/Q.tà</i>	<i>Stima dei costi</i>
Preparazione del terreno con mezzo meccanico idoneo, profondità di lavoro pari a cm. 40 e successivi passaggi di affinamento compresa rullatura	51,35 ettari	100.000€
Concimazione minerale di fondo con fertilizzanti fosfatici e potassici, da eseguirsi in preimpianto previa analisi fisico-chimica.		
Interventi di sarchiatura e/o ripuntatura		
Interventi di lotta integrata con prodotti registrati per l'uso, rispettosi per l'ambiente e autorizzati in agricoltura biologica		
Fornitura semente e operazione di semina da eseguire con apposita macchina operatrice a file (dose di semina in funzione della varietà)	51,35 ettari	100.000 €
Raccolta del prodotto in campo da effettuarsi con apposite mini-mietitrebbie (conto terzi o da prendere in leasing)	51,35 ettari	65.000 €
TOTALE DEI COSTI 1° ANNO		265.000 €

I costi di impianto e raccolta delle colture menzionate si riferiscono al prodotto trebbiato in campo. Tali importi, pertanto, dovranno tenere conto delle varie operazioni di pre-pulitura e pulitura per consentire al prodotto di risultare idoneo all'utilizzo e consumo umano. Il deprezzamento del prodotto finito dipenderà dagli scarti che a loro volta dipenderanno dalla conduzione agricola in campo e dalle tecniche colturali messe in atto per limitare, per esempio, le malerbe infestanti. Di seguito si riportano alcuni dati medi riferiti alle produzioni di legumi in aridocoltura (in assenza di apporti idrici artificiali) e alle relative quotazioni di mercato secondo i borsini di riferimento (Foggia, Altamura, ecc.):

Coltura	Resa media T/ha	Prezzo €/kg	€/ha
Fava	2-2,5	0,45	900,00-1125,00
Cece	2-2,5	0,55	1100,00-1375,00
Lenticchia	1,5-2	0,70	1050,00-1400,00
Arachide	1,5-2	1,00	1500,00-2000,00

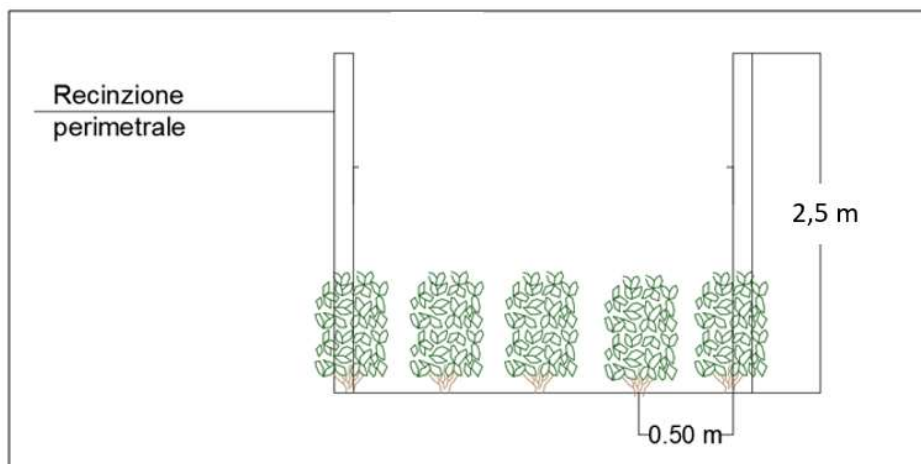


65 - esempio di minitrebbia: la larghezza di lavoro risulta perfettamente adattabile al contesto in cui si opera

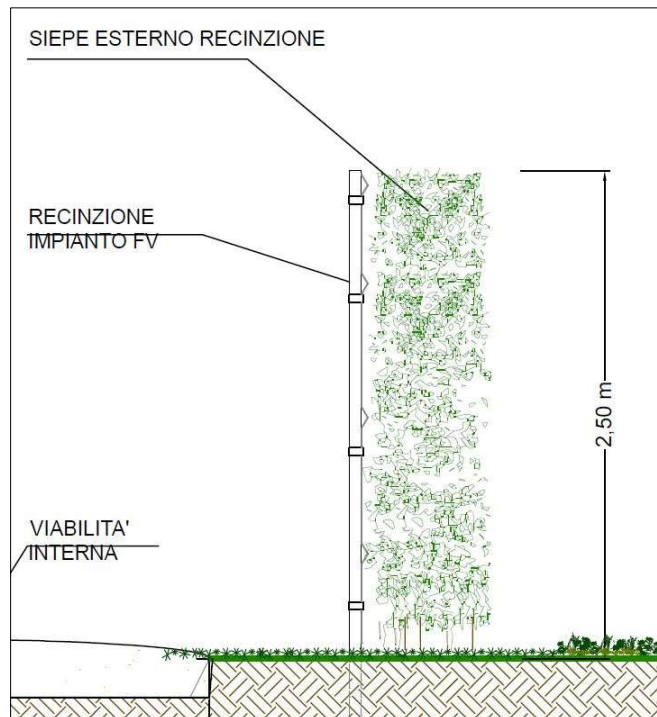
Nel caso studio riferito alle leguminose, le rese vengono riferite a condizioni medie tenendo conto del fatto che si tratta, sempre e comunque, di un prodotto biologico fortemente legato a fattori biotici e abiotici stagionali e, pertanto, non prevedibili. I ricavi sono stati calcolati riferendoci a condizioni medie di mercato, considerando i kg di prodotto fresco “pulito”, con % di impurezze e livelli di umidità residui riferiti ad un consumo alimentare di tipo umano e non zootecnico. Si fa notare come i prezzi per kg di prodotto raccolto, se sano e calibrato, possono essere leggermente superiori nel caso di produzioni biologiche certificate.

19. FASCIA PERIMETRALE DI MITIGAZIONE

Il progetto definitivo prevede, come opera di mitigazione degli impatti per un inserimento “armonioso” del parco agrivoltaico nel paesaggio circostante, la realizzazione di una fascia arbustiva perimetrale. Le opere a verde previste nell’ambito del presente progetto utilizzeranno specie vegetali autoctone in modo da ottenere una più veloce rinaturalizzazione delle aree interessate dai lavori. Il progetto prevederà la realizzazione di una recinzione che gira attorno al perimetro del parco fotovoltaico: su tale recinzione, a distanza di 50 cm dalla stessa, verrà posizionata una siepe per tutta la sua lunghezza. Per ciò che concerne la siepe “arbustiva”, verranno collocate in opera delle piante altamente resistenti alle condizioni pedo-climatiche del sito che nell’arco di pochi anni andranno a costituire una siepe vera e propria. L’arbusto verrà fatto crescere fino al raggiungimento dell’altezza prefissata che corrisponderà al limite della recinzione (2,5 m di altezza). La siepe percorrerà tutto il perimetro del parco, sarà cioè lunga 3,7 km e occuperà una superficie di circa 1 ha. Le piante, ben formate e rivestite dal colletto all’apice vegetativo, saranno fornite in vaso 20 e avranno un’altezza da 0,60 a 0,80 m, e verranno distanziate tra loro 50 cm (3 piante per ogni metro lineare).



66 – disposizione piante arbustive lungo la siepe perimetrale



67 –particolare della sistemazione siepe perimetrale

Gli arbusti che verranno impiegati per la realizzazione della siepe perimetrale saranno la *Phyllirea* spp. e lo *Spartium junceum*. Sono piante legnose, sempreverdi, caratterizzate da un portamento arbustivo, di altezza variabile tra 1-5 m. Sono piante presenti all'interno del Piano Forestale Regionale del Puglia, all'interno dell'associazione che prevede elementi vegetali a prevalenza roverella.

Spartium junceum

Pianta arbustiva, alta 50-200 (400) cm, con fusto eretto o ascendente, cilindrico, fibroso, tenace, cavo, di colore verde, molto ramificato e con numerosi getti nuovi alla base. Le foglie sono semplici, sessili o brevemente picciolate, rade e distanziate sul caule, lineari-lanceolate, lunghe 1-3 cm, con margine intero, glabre, di colore verde scuro, sericee nella pagina inferiore, presto caduche tanto che sono quasi scomparse alla fioritura. I fiori profumati, ermafroditi, papilionacei, raccolti in racemi apicali lassi, portati da un brevi peduncoli obconici, con brattee e bratteole anch'esse caduche, sono di un bel colore giallo vivo, hanno il calice lungo 4 mm, membranoso, persistente, quasi interamente saldato e diviso con un taglio obliquo fino alla base in un solo

Phyllirea latifolia

Descrizione: Pianta legnosa sempreverde, con portamento di arbusto o raramente di alberello sempreverde con portamento arbustivo; in alcuni casi si presenta con portamento arboreo; altezza 1-5 m (eccezionalmente fino a 15 m); tronco di forma irregolare con corteccia omogenea grigiastra e rami giovani verdastri; portamento molto ramificato con ramificazioni irregolari e disposte a formare una chioma espansa e globosa; legno privo di odore da fresco. Foglie opposte, color verde scuro, coriacee, con picciolo di 1-5 mm, lamina allargata o ovata, lunga 20-70 mm e larga 10-40 mm; con 6-12 nervature secondarie, robuste, inserite quasi ad angolo retto, ravvicinate, spesso arcuati e forcati all'apice; margine provvisto di 11-13 dentelli per lato; le foglie presentano un forte dimorfismo collegato alla crescita: in condizioni giovanili esse sono ovate e spesso con base tronca o cordata; in seguito si allungano e diventano lanceolate o più spesso ellittiche. Fiori in infiorescenza a racemo di 10 mm di lunghezza inserita all'ascella delle foglie, composta da 5-7 fiori inseriti sull'asse del racemo; calice con 4 sepali a lobi triangolari, corolla composta da 4 petali di colore bianco roseo, giallastro o giallo-verdastro, stimma bifido. Il frutto sono drupe carnose, subsferiche, lunghe 10 mm e larga 7 mm, arrotondate o appiattite all'apice, inizialmente di colore rosso poi nera a maturità.

Tipo corologico:

Steno-Medit. - Entità mediterranea in senso stretto (con areale limitato alle coste mediterranee: area dell'Olivio).

Habitat: Macchie e leccete lungo le colline aride e le vallate rocciose in ambiente di macchia mediterranea, dal livello del mare fino a 800 metri.

vaso. Alcuni giorni prima della messa a dimora della pianta si effettuerà un parziale riempimento delle buche, prima con materiale drenante (argilla espansa) e poi con terriccio, da completare poi al momento dell’impianto, in modo da creare uno strato drenante ed uno strato di terreno soffice di adeguato spessore (generalmente non inferiore complessivamente ai 40 cm) sul quale verrà appoggiata la zolla. Per il riempimento delle buche d’impianto sarà impiegato un substrato di coltivazione premiscelato costituito da terreno agrario (70%), sabbia di fiume (20%) e concime organico pellettato (10%). Il terreno in corrispondenza della buca scavata sarà totalmente privo di agenti patogeni e di sostanze tossiche, privo di pietre e parti legnose e conterrà non più del 2% di scheletro ed almeno il 2% di sostanza organica. Ad esso verrà aggiunto un concime organo-minerale a lenta cessione (100 gr/buca). Le pratiche di concimazione gestionali saranno effettuate ricorrendo a fertilizzanti minerali o misto-organici. La colmataura delle buche sarà effettuata con accurato assestamento e livellamento del terreno, la cui quota finale sarà verificata dopo almeno tre bagnature ed eventualmente ricaricata con materiale idoneo.

CRONOPROGRAMMA - Lavori fascia arbustiva di mitigazione 1° anno														
MESI	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre	gennaio	febbraio		
1	Installazione cantiere													
2	Fresatura terreno a 20-25 cm													
3	Apertura buche per piante													
4	Fertilizzazione di fondo con substrato premiscelato													
5	Messa a dimora piante arbustive													
7	Controllo vitalità ed eventuale sostituzione piante morte													
9	Concimazione di mantenimento													
10	Colmataura buche													
11	Irrigazione di impianto e/o soccorso													

70 – cronoprogramma interventi realizzazione opere a verde per la fascia di mitigazione durante il 1° anno

Di seguito si riporta un prospetto sintetico delle varie lavorazioni e voci di costo per la fornitura e la messa in opera di piante arbustive nella fascia perimetrale di mitigazione.

	Codice	Descrizione	U.M.	Q.tà	Prezzo		
FASCIA ARBUSTIVA DI MITIGAZIONE	AP1	Fornitura e messa a dimora di siepe arbustiva (tipo Phyllirea o similare), in vaso 20 cm, h. 0,60-0,80 m, compreso lo scavo meccanico, il reinterro, il carico e trasporto del materiale di risulta, la fornitura e la distribuzione di 40 l di ammendante organico per m di siepe, bagnatura all'impianto con 30 l di acqua per m di siepe, esclusi gli oneri di manutenzione e garanzia e la fornitura delle piante: n. 3 piante al m	m	3700	12,63	€/m	46.731,00 €
	2505004	Lavorazione di finitura superficiale del terreno, eseguita con attrezzi a denti, con esclusione di attrezzi rotativi ad asse orizzontale, compreso interrimento ammendante organico predistribuito, fino alla completa preparazione del terreno per la posa a dimora delle piante	ha	1	280,00	€/ha	280,00 €
	2511074	Provvista e posa in opera di Ala gocciolante autocompensante, marrone, diam. 16 mm, spessore 1 mm, massima pressione di funzionamento 3,5 bar, campo di autocompensazione 0,5 - 4,0 bar, filtrazione consigliata 120 mesh. Possibilità di posa sottocopertura o interrata. distanza gocciolatori 40 cm, portata 2,3 l/h. Compreso: la fornitura dei materiali minuti; la posa in opera a perfetta regola d'arte.	m	3700	2,47	€/m	9.139,00 €
							56.150,00 €

71 – lavori fascia arbustiva di mitigazione al 1° anno

20. MONITORAGGIO DELLE OPERE A VERDE

I lavori di manutenzione costituiranno una fase fondamentale per lo sviluppo dell'impianto arboreo ed erbaceo, lavori che andranno seguiti e controllati in ogni periodo dell'anno per affrontare nel migliore dei modi qualsivoglia emergenza in campo. La mancanza di una adeguata manutenzione o la sua errata od incompleta realizzazione, genererebbe un sicuro insuccesso, sia per quanto riguarda la realizzazione della fascia arbustiva di mitigazione, che per il resto delle opere a verde. Il piano manutentivo prevedrà una serie di operazioni di natura agronomica nei primi quattro anni (4 stagioni vegetative) successivi all'impianto. In seguito alla messa a dimora di tutte le piante, verranno eseguiti una serie di interventi colturali quali:

- risarcimento eventuali fallanze;
- pratiche irrigue sia di gestione che di soccorso;
- difesa fitosanitaria;
- potature di contenimento e di formazione;
- pratiche di fertilizzazione.

20.1 Sostituzione fallanze

In genere l'impiego di materiale vivaistico di buona qualità e la messa a dimora di giovani piantine con pane di terra (in genere di età 1-2 anni), permettono di garantire elevate percentuali di attecchimento. In questi casi tendenzialmente il numero medio di fallanze riscontrabile risulterà sempre inferiore al 5-10%. Tra i primi di ottobre e la fine di marzo del primo e secondo anno successivi alla messa a dimora si dovrà procedere alla sostituzione dei trapianti eventualmente disseccati.

20.2 Pratiche di gestione irrigua

In caso di insorgenza di periodi di siccità prolungata si renderà necessario intervenire con irrigazioni di soccorso (specialmente nel caso del carciofo in tarda primavera/estate, qualora si volesse anticipare la produzione sul mercato), pena il disseccamento dell'impianto e l'insuccesso dell'intervento. Il numero di irrigazioni di soccorso, in generale, sarà funzione delle condizioni climatiche nel periodo estivo con maggior frequenza nel primo biennio. Inoltre, sarà fondamentale effettuare diverse irrigazioni, in particolar modo dopo la fase di trapianto e per almeno i due mesi successivi, per favorire la radicazione e quindi l'attecchimento delle giovani piante.

20.3 Difesa fitosanitaria

Normalmente non verranno effettuati trattamenti fitosanitari preventivi. Potranno risultare opportuni solo in pochi casi qualora si verificano attacchi di insetti defogliatori che colpiscono una percentuale cospicua del popolamento (almeno il 30%). In tal caso sarà necessario effettuare trattamenti antiparassitari con distribuzione di opportuni principi attivi registrati e utilizzati in agricoltura biologica, mediante atomizzatore collegato ad una trattatrice. Tali interventi si potranno rendere necessari soprattutto all'inizio della primavera del primo anno del ciclo produttivo, con defogliazioni diffuse su larga scala.

20.4 Potatura di contenimento e di formazione

L'intervento di contenimento sarà realizzato perseguendo diverse finalità e obiettivi. Sul filare arbustivo nella fascia di mitigazione l'obiettivo principale sarà il controllo dello sviluppo laterale e in altezza (fino al limite della recinzione) allo scopo di lasciare loro uno spazio di crescita predefinito; La frequenza degli interventi di potatura del filare sarà valutata e programmata sulla base dello sviluppo della vegetazione dell'impianto e a seconda del protocollo colturale di gestione dello stesso. Ad ogni modo si prevedrà di effettuare nel corso degli anni delle operazioni diverse di potatura per dar loro una forma ben precisa ad una altezza stabilita; in particolare si effettueranno delle potature, con attrezzature sia manuali che meccaniche, per la periodica esecuzione dei diradamenti e per la rimozione delle parti secche. Lo scopo sarà quello di dare una forma equilibrata, favorendone l'affrancamento, l'accestimento e consentendo loro una crescita laterale e in altezza.

20.5 Pratiche di fertilizzazione

Con la concimazione ci si pone l'obiettivo di apportare sostanze nutritive al terreno agrario per migliorarne il grado di fertilità e, conseguentemente, anche la percentuale di attecchimento delle piante. Con l'apertura delle buche per la predisposizione delle opere di piantumazione ammenderemo il terreno allo scopo di creare le condizioni ottimali per lo sviluppo futuro della pianta. In seguito, durante il periodo primaverile dopo il primo anno di impianto, si provvederà ad apportare, a mezzo di concimi misto-organici o minerali, gli elementi nutritivi necessari al corretto sviluppo in modo tale da rafforzare le difese della pianta contro eventuali e possibili stress abiotici.

MESI	2°anno												3°anno												4°anno												5°anno												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1																																																	
2																																																	
3																																																	
4																																																	
6																																																	
7																																																	

72 – Monitoraggio opere a verde dal 2° al 5° anno

21. L'INERBIMENTO SOTTO LE STRUTTURE DEI MODULI

In base ai risultati dell'analisi pedologia e geologica in merito alle condizioni erosive del suolo a seguito di fenomeni piovosi, dopo un'attenta analisi multidisciplinare e multi-criteriale si è arrivati alla conclusione che un inerbimento nel periodo autunno-invernale consentirebbe di risolvere e/o mitigare il dilavamento del terreno agrario. L'inerbimento consiste nella creazione e nel mantenimento di un prato costituito da vegetazione "naturale" ottenuto mediante l'inserimento di essenze erbacee in blend e/o in miscuglio attraverso la semina di quattro o cinque specie di graminacee e una percentuale variabile di leguminose in consociazione. La crescita del cotico erboso viene regolata con periodici sfalci e l'erba tagliata finisce per costituire uno strato pacciamante in grado di ridurre le perdite d'acqua dal terreno per evaporazione e di rallentare la ricrescita della vegetazione. La tecnica dell'inerbimento protegge la struttura del suolo dall'azione diretta della pioggia e, grazie agli apparati radicali legati al terreno, riduce la perdita di substrato agrario anche fino a circa il 95% rispetto alle zone oggetto di lavorazione del substrato. Consente una maggiore e più rapida infiltrazione dell'acqua piovana ed il conseguente ruscellamento e determina un aumento

della portanza del terreno; inoltre riduce le perdite per dilavamento dei nitrati e i rischi di costipamento del suolo dovuto al transito delle macchine operatrici. In definitiva l'inerbimento difende e migliora le proprietà fisiche, chimiche e biologiche del suolo ovvero la sostanza organica e quindi anche la fertilità del terreno. L'aumento di sostanza organica genera anche il miglioramento dello strato di aggregazione del suolo e della relativa porosità nonché delle condizioni di aerazione negli strati più profondi, favorendo così la penetrazione dell'acqua e la capacità di ritenzione idrica del terreno. L'inerbimento del terreno può essere effettuato in vari periodi dell'anno, ma la riuscita migliore la si ha effettuando interventi durante il periodo autunnale (da metà settembre a fine novembre). La semina deve avvenire a spaglio o alla volata, cioè spargendo il seme in maniera uniforme su tutta la superficie del terreno. Bisogna comunque interrare i semi a 2 cm di profondità tramite un rastrello o apposito rullo. È stato osservato che, nel medio-lungo periodo, un prato misto ben gestito, anche in presenza di coperture che diminuiscano la ventilazione, l'insolazione e con aumenti di temperatura consistenti, non diminuisce la sua capacità di incrementare la produzione di humus e, conseguentemente, di trattenere l'acqua meteorica. L'acqua di pioggia scivolando sulla superficie inclinata dei pannelli fa sì che un'area limitata di suolo sia interessata da una quantità pari a quella che cadrebbe nell'intera superficie sottesa dal pannello (effetto gronda). È possibile che in aree prive di manto erboso l'effetto gronda divenga, nel tempo, causa di erosione superficiale localizzata. È stato però evidenziato che, in aree particolarmente soleggiate, l'effetto ombreggiante dei pannelli permette la crescita di erba più rigogliosa. La naturale diffusione del manto erboso polifita anche negli interspazi (specialmente le graminacee in miscuglio con essenze leguminose) frena l'effetto erosivo. L'inerbimento, comune ed attivo agente antierosivo, può controllare lo scorrimento superficiale sul suolo interferendo sul flusso dell'acqua sul terreno rallentandone la velocità e permettendo quindi all'acqua di infiltrarsi (Hamm, 1964). Un prato fitto, sano e ben insediato (si intende un cotico erboso a 90 giorni dalla semina) assorbe fino a sei volte la quantità di pioggia rispetto ad una uguale superficie coltivata a grano, riducendo lo scorrimento superficiale dell'acqua (Panella A. et al., 2000). L'efficacia di controllo dell'erosione da parte delle coperture erbose (inerbimenti) è la somma di un'elevata densità di culmi e di radici che favoriscono una maggiore stabilizzazione del suolo: l'elevata biomassa aerea e radicale permettono anche di ridurre il flusso superficiale dell'acqua, ritardandone la velocità e riducendo il potenziale erosivo dell'acqua (Beard J.B., 1973). Per opporsi efficacemente all'erosione occorre che il terreno abbia una densità

vegetale pari ad almeno il 70% e un buon inerbimento va decisamente incontro a questa condizione. Il più comune agente erosivo, come risulta noto, è rappresentato dall'acqua. L'impatto delle gocce di pioggia sul terreno nudo, per esempio, provoca una dispersione delle particelle consentendo un loro facile trasporto insieme all'acqua. In questo caso la funzione degli inerbimenti, sfruttando la loro elevata densità, è quella di intercettare (attraverso i culmi e le foglie) queste gocce prima che giungano al suolo trattenendole. Fondamentale e superiore a qualsiasi altro organo vegetale è poi la funzione dell'apparato radicale nel tenere fermo il suolo. Nella fattispecie, l'identificazione della miscela di sementi idonea ad un determinato inerbimento passa dall'unione di piante con sistemi radicali fini, fascicolati ed estesi. Diverse prove di natura scientifica hanno stabilito che circa il 90% del peso della pianta è costituito dalle radici e si calcola che ogni singola pianta sviluppa, in condizioni ottimali nell'arco della propria vita, un apparato radicale avente una lunghezza complessiva di oltre 600 Km (Brown 1979). L'incremento in sostanza organica provocato dalla morte delle radici, tra l'altro, a fine ciclo vitale o a seguito degli sfalci (mulching), contribuisce ad incrementare la permeabilità del suolo diminuendo lo scorrimento superficiale. In ultima analisi si porta all'attenzione il fatto che dal punto di vista del riciclo la funzione svolta dagli inerbimenti è fondamentale: attraverso i meccanismi di evapotraspirazione l'acqua torna all'atmosfera e solo una piccola parte (davvero minima attuando corrette pratiche manutentive) si perde (almeno temporaneamente) con la percolazione in profondità. L'inerbimento sarà realizzato sotto le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici, in tutte quelle aree dove non potrà essere effettuata la semina delle essenze da sottoporre a coltivazione. Pertanto, in ragione di ciò, verrà inerbita una superficie pari a circa 11,65 ettari.

	Codice	Descrizione	U.M.	Q.tà	Prezzo		
INERBIMENTO	2505002	Lavorazione del terreno alla profondità di m 0,3 – 0,5 compreso amminutamento ed ogni altro (Terreno sciolto – medio impasto) onere. Superficie effettivamente lavorata	ha	11,65	590,00	€/ha	6.873,50 €
	2505003	Fornitura e spandimento di ammendante organico, letame maturo, prevedendo un quantitativo minimo di 3 kg/mq, da eseguirsi tra l'aratura e la finitura superficiale	ha	11,65	1.170,00	€/ha	13.630,50 €
	2505004	Lavorazione di finitura superficiale del terreno, eseguita con attrezzi a denti, con esclusione di attrezzi rotativi ad asse orizzontale, compreso interrimento ammendante organico predistribuito, fino alla completa preparazione del terreno per la posa a dimora delle piante	ha	11,65	280,00	€/ha	3.262,00 €
	2504001	Realizzazione di un inerbimento su una superficie piana o inclinata mediante la semina a spaglio di un miscuglio di sementi di specie erbacee selezionate ed idonee al sito in ragione di 50 g/mq, esclusa la preparazione del piano di semina. Inclusa la fornitura di concime ad effetto starter, esclusa la preparazione del piano di semina.	ha	11,65	0,50	€/mq	58.250,00 €
							82.016,00 €

73 – Costi realizzazione opere di inerbimento sotto i moduli

22. MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI SULLA FAUNA

Numerose ricerche scientifiche svoltesi nei paesi interessati allo sfruttamento dell'energia fotovoltaica già da diversi anni, hanno evidenziato che per l'uso decentrato dei sistemi fotovoltaici (impianti a terra) l'impatto sulla fauna è ritenuto generalmente trascurabile, in quanto sostanzialmente riconducibile al suolo e all'habitat sottratti, data anche l'assenza di vibrazioni e rumore. L'intervento non da impatti sull'habitat anzi da osservazioni effettuate in altri impianti l'impatto è positivo per le seguenti ragioni:

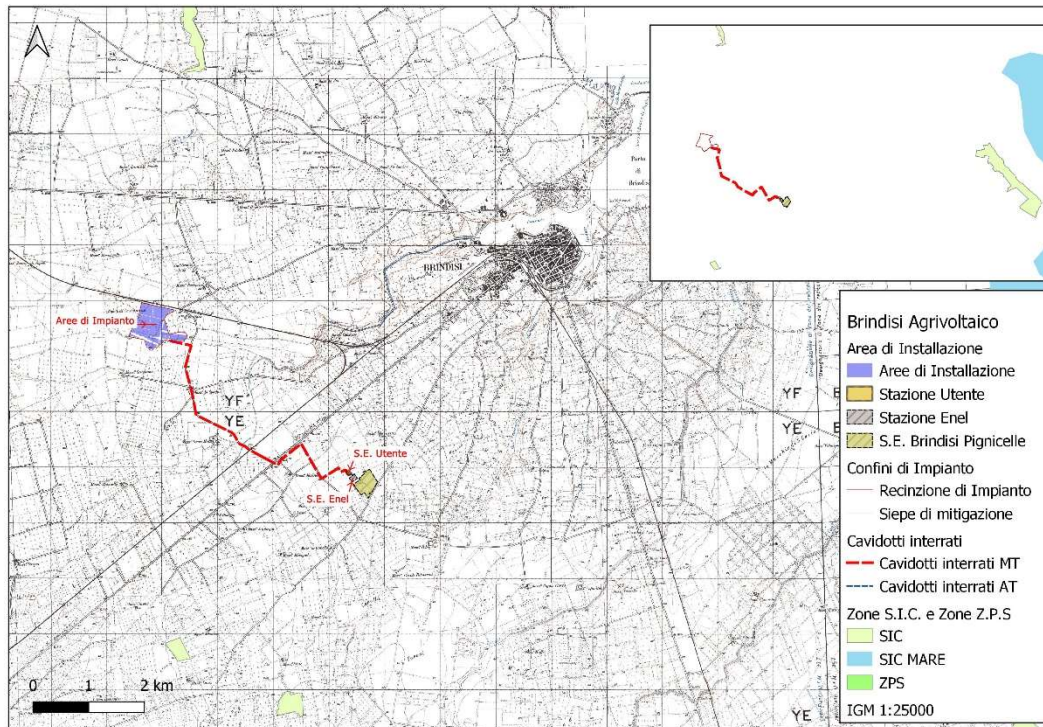
- la struttura di sostegno dei moduli, vista la sua altezza ed interasse, consente non solo la penetrazione di luce ed umidità sufficiente allo sviluppo di una ricca flora, ma permette la intercettazione dell'acqua piovana, limitando l'effetto pioggia battente con riduzione del costipamento del terreno;
- la falciatura periodica dell'erba, oltre ad evitare un'eccessiva evaporazione del terreno, crea un habitat di stoppie e cespugli, arricchito dai semi delle piante spontanee, particolarmente idoneo alla nidificazione e alla crescita della fauna selvatica;
- la presenza dei passaggi eco-faunistici (come da planimetria di progetto), consente l'attraversamento della struttura da parte della fauna. È importante ricordare, che una recinzione di questo tipo, permette di creare dei corridoi ecologici di connessione, che consentono di mantenere un alto livello di biodiversità, e allo stesso tempo, non essendo praticabile l'attività venatoria, crea un habitat naturale di protezione delle specie faunistiche e vegetali; la piantumazione, lungo il perimetro del parco, di specie sempreverdi o a foglie caduche, che producono fiori e frutti, sarà un'ulteriore fonte di cibo sicura per tutti gli animali, determinerà la diminuzione della velocità eolica, aumenterà la formazione della rugiada;

Dalle valutazioni effettuate su commissione del Ministero dell'Ambiente non sono emersi effetti allarmanti sugli animali, le specie presenti di uccelli continueranno a vivere e/o nidificare sulla superficie dell'impianto, e tutta la fauna potrà utilizzare lo spazio libero della superficie tra i moduli e ai bordi degli impianti come zona di caccia, nutrizione e nidificazione. I territori di elezione presenti nell'areale, garanti della conservazione e del potenziamento naturale della fauna selvatica, a seguito degli interventi, delle modalità e dei tempi di esecuzione dei lavori, non subiranno sintomatiche modifiche; gli stessi moduli solari, saranno utilizzati come punti di posta e/o di canto e per effetto della non trasparenza dei moduli fotovoltaici sarà improbabile registrare collisioni dell'avifauna con

i pannelli, come in caso di finestre. Pertanto, si può ragionevolmente e verosimilmente confermare, che l'intervento in progetto nulla preclude alla salvaguardia dell'habitat naturale, soddisfacente alle specifiche peculiarità del sito, nella scrupolosa osservanza di quanto suddetto. Pertanto, in funzione di quanto fino ad ora asserito, si fa presente che nella tavola che tratta specificatamente delle recinzioni perimetrali, saranno indicate le aperture naturali (passaggi) per consentire alla piccola fauna di attraversare l'area evitando, al contempo, ogni tipo di barriera per potere oltrepassare liberamente l'area. Per ogni 8-10 m lineari di recinzione saranno realizzate delle aperture di diametro 30x30 cm per il passaggio della piccola fauna.

22. HABITAT

La direttiva 92/43/CEE del Consiglio del 21 maggio 1992 (detta direttiva Habitat) è stata adottata al fine di contribuire a salvaguardare la biodiversità mediante la conservazione degli habitat naturali nonché della flora e della fauna selvatiche nel territorio europeo. Tale direttiva prevede l'adozione di misure intese ad assicurare il mantenimento o il ripristino, in uno stato di conservazione soddisfacente degli habitat naturali e delle specie di fauna e flora selvatiche di interesse comunitario e costituisce una rete ecologica europea coerente di zone speciali di conservazione (ZSC) denominata Natura 2000 formata dai siti in cui si trovano tipi di habitat naturali elencati nell'allegato I della direttiva e habitat delle specie di cui all'allegato II della direttiva; tale rete deve garantire il mantenimento ovvero, all'occorrenza, il ripristino, in uno stato di conservazione soddisfacente, dei tipi di habitat naturali e degli habitat delle specie interessati nella loro area di ripartizione naturale. La rete «Natura 2000» comprende anche le zone di protezione speciale (ZPS) classificate dagli Stati membri ai sensi della direttiva 2009/147/CE. Il D.P.R. 8 settembre 1997, n. 357, successivamente modificato e integrato, dal D.P.R. 12 marzo 2003, n. 120, con il quale è stato affidato il compito di adottare le misure di conservazione necessarie a salvaguardare e tutelare i siti della stessa Rete Natura 2000, nonché quello di regolamentare le procedure per l'effettuazione della valutazione di incidenza.



74- Layout di progetto in funzione della Rete Natura 2000

In relazione alla cartografia sopra riportata si fa presente che le aree in oggetto risultano fuori da siti di importanza comunitaria quali SIC, ZPS, ZSC o IBA. In particolare, il parco agrivoltaico dista 5,2 km dalla ZSC IT9140004 e circa 4,2 km dalla ZSC IT9140009.

22.1 ZSC IT9140004 “Bosco I Lucci”

In merito all’area oggetto di intervento questa ricade in un comprensorio variegato e interessante dal punto di vista naturalistico e conservazionistico, in quanto attorno, fuori dal perimetro del futuro parco fotovoltaico, sono presenti alcune aree meritevoli di protezione. Il comprensorio in esame non ricade all’interno di nessuno Siti appartenente alla Rete Natura 2000. Quello più vicino, in provincia di Brindisi, si trova ad una distanza di oltre 6,5 km (SIC IT9140004 “Bosco I Lucci”). Il “bosco I Lucci” è un lembo boscoso di pochi ettari costituito da alberi di sughera (*Quercus Suber*), a cui si associa una intricata e fitta macchia mediterranea. È caratterizzato da un forte isolamento. In Puglia i boschi di querce da sughero sono attribuiti all’associazione mesomediterranea “*carici halleranae-quercetum suberis ass. nova*” con specie caratteristiche e differenziali di associazione quali:

Brachypodium sylvaticum, *Myrtus communis*, *Carex hallerana*, *Arbutus unedo*, *Collina Iris*, *Erica arborea* e *Viburnum tinus* 2 . Tra le specie floristiche spontanee presenti troviamo: *Crataegus monogyna*, *Daucus carota*, *Lonicera implexa*, *Malva silvestris*, *Myrtus communis*, *Olea europaea*, *Pistacia lentiscus*. All'interno del sito si trovano piccole porzioni di canali con canneti dove troviamo specie comuni come le lenticchie d'acqua (*Lemna* sp.) o i *Potamogeton* sp. pl., la cannuccia di palude (*Phragmites australis*), tife (*Typha* sp. pl.), liris d'acqua (*Iris pseudoacorus*), e le carici di grandi dimensioni (*Carex hispida*). Per l'avifauna inclusa nell'Allegato I della DIR 79/409/CEE e nell'Allegato II della DIR 92/43/CEE troviamo il *Falco tinnunculus*, il *Cuculus canorus*, *Tyto alba*, *Caprimulgus europaeus*. Tra gli anfibi e rettili contenuti nell'Allegato II della Direttiva 92/43/CEE abbiamo: *Elaphe quatuorlineata*, *Elaphe situla*, *Emys orbicularis*. Sono inoltre segnalate la specie di anfibio *Triturus cristatus* e il rettile *Testudo hermanni*. Il sito ospita esemplari presenti nella Lista Rossa Nazionale delle specie minacciate: la Raganella italiana (*Hyla intermedia*), il Tritone italico (*Triturus italicus*), il Rospo smeraldino (*Bufo viridis*), il Geco dell'Egeo (*Cyrtopodion kotschy*), la Quaglia (*Coturnix coturnix*), il Fratino (*Charadrius alexandrinus*), l'Assiolo (*Otus scops*) ed il Gufo comune (*Asio otus*). Mentre viene segnalato il Tasso (*Meles meles*). Tra le specie appartenenti alla lista rossa nazionale sono state segnalate le seguenti specie di flora: *Quercus vallonea* (*Quercus ithaburensis* Decaisne subsp. *Macrolepis* Kotschy) ed *Erica pugliese* (*Erica manipuliflora*).

22.2 ZSC IT9140009 “Foce canale Giancola”

La foce del canale Giancola si trova nei pressi di un'antica torre di avvistamento conosciuta come Torre Testa. Il canale si allarga in una superficie coperta da un vasto fragmiteto di cannuccia di palude (*Phragmites australis*), intervallato in alcuni punti da specchi d'acqua abbastanza ampi. Procedendo dalla foce verso la sorgente, il canale è costeggiato dal canneto e da una densa area a macchia mediterranea che riveste alte pareti di arenili. Nella zona circostante si riscontra la presenza di aree coltivate e prative. Il sito possiede un paesaggio caratterizzato dalla presenza di un canale naturale di origine erosiva attraversato da un corso d'acqua a regime torrentizio e da vegetazione palustre. La matrice del contesto è a seminativo. Tra gli uccelli contenuti nell'Allegato II della Direttiva 92/43/CE e nella direttiva 79/409/CEE abbiamo: *Sterna sandvicensis*, *Gallinula chloropus*, *Porzana porzana*, *Nycticorax nycticorax*, *Ixobrychus minutus*, *Circus aeruginosus*, *Ardea purpurea*,

Alcedo atthis, Acrocephalus, Egretta garzetta. Tra gli anfibi e rettili contenuti nell'Allegato II della Direttiva 92/43/CEE abbiamo: *Emys orbicularis*.

23. INQUADRAMENTO DELLA STRUTTURA ECOSISTEMICA

Lo sviluppo della vegetazione è sicuramente condizionato da una moltitudine di fattori che, a diversi livelli, agiscono sui processi vitali delle singole specie, causando una selezione che consente una crescita dominante solo a quelle specie particolarmente adattate o con valenza ecologica estremamente alta. Inoltre, la situazione attuale degli ecosistemi presenti e del loro processo formativo è stata ed è fortemente influenzata dalle azioni dell'essere umano, che pur essendo state nel tempo volte a bonificare i terreni, hanno avuto come conseguenza involontaria la compromissione della sopravvivenza di molte specie animali e vegetali. A questo fattore si aggiunge l'utilizzo dell'agricoltura intensiva, che ha cancellato le antiche tradizioni del mondo dei contadini. Pertanto, il territorio che appare allo stato attuale e che comunque rappresenta il punto di partenza per le valutazioni successive di tipo naturalistico, è frutto di diverse modificazioni soprattutto di tipo antropico, ed in minima parte anche naturali. La descrizione delle caratteristiche della struttura ecosistemica presente in Puglia non può prescindere da un breve inquadramento biogeografico. La Puglia rientra in quella regione del globo definita come "bioma mediterraneo" (Whittaker 1970). Il bioma corrisponde ad una vasta area geografica, collocata intorno al 40° di latitudine, il cui clima risulta fortemente influenzato dal bacino marino del Mediterraneo. Tale inserimento biogeografico è riconosciuto anche a livello europeo dalla Direttiva 92/43 CEE che include la Puglia nella Regione biogeografica Mediterranea. Sul piano strettamente geografico, va osservato che la posizione della Puglia posta al centro del bacino del mediterraneo dà alla regione un carattere di transizione e/o ponte tra oriente e occidente. Vengono, pertanto a sovrapporsi fauna e flora tanto a gravitazione W-mediterranea che E-mediterranea. Un classico esempio riguarda la distribuzione di due querce, la Vallonea (*Quercus macrolepis*) e la Sughera (*Quercus suber*), che hanno in Puglia rispettivamente il limite occidentale e orientale di espansione nel bacino del Mediterraneo. Molto forte, soprattutto tra la flora, è la componente delle specie transadriatiche e in minore misura transioniche, a causa dei continui e ripetuti contatti con la penisola balcanica. La presenza di situazioni molto variegata

con ampie zone di transizione, individuate in presenza di condizioni omogenee di orografia, geopedologia, clima e di aspetti omogenei della vegetazione arborea spontanea, consentono di suddividere il territorio pugliese in sette aree principali.

Le aree fitoclimatiche risultano essere:

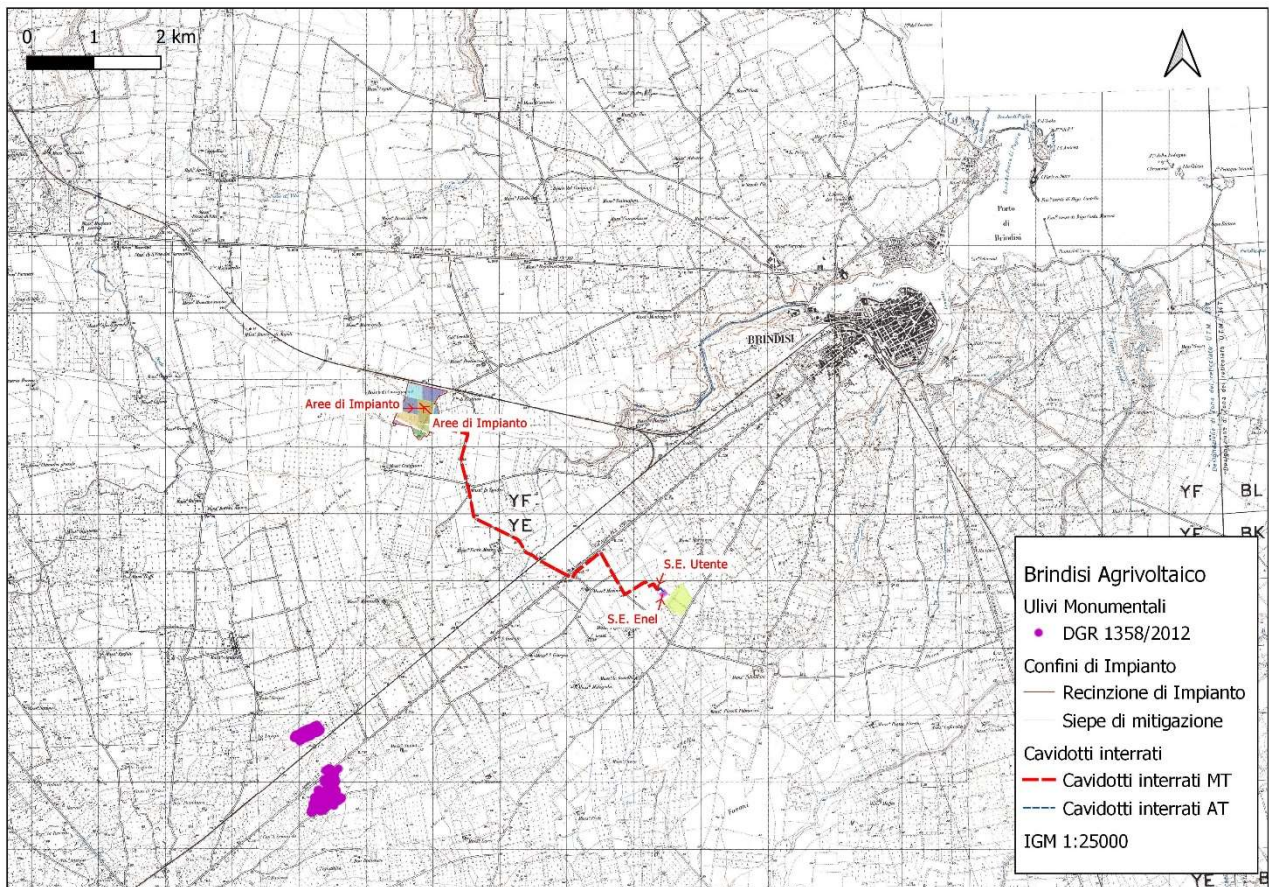
- area dei querceti sempreverdi con elevata potenzialità per il leccio (*Quercus ilex*), corrispondente al Tavoliere di Lecce e Brindisi, all'area costiera a sud-est di Taranto, alla fascia costiera che da Brindisi giunge fino a Manfredonia e ad alcune aree del Gargano;
- area dei querceti sempreverdi con elevata potenzialità per il leccio (*Quercus ilex*) e per la quercia spinosa (*Quercus calliprinos*), corrispondente al Salento meridionale, cioè alla cosiddetta "zona delle Serre";
- area dei querceti semidecidui con elevata potenzialità per il fragno (*Quercus trojana*) e con frequente presenza della quercia virgiliana (*Quercus virgiliana*), corrispondente all'area collinare delle "Murge di sud est";
- area delle pinete termofile con elevata potenzialità per il pino d'Aleppo (*Pinus halepensis*) e, in subordine, per il leccio (*Quercus ilex*) corrispondente all'area costiera del cosiddetto "Arco jonico tarantino", alla fascia costiera del Promontorio del Gargano e alle Isole Tremiti;
- area dei querceti decidui con elevata potenzialità per il cerro (*Quercus cerris*), la roverella (*Quercus pubescens*) e le cosiddette "latifoglie eliofile" (*Acer campestre*, *Carpinus orientalis*, *Ostrya carpinifolia*, *Fraxinus ornus*, ecc.), corrispondente ai rilievi del Subappennino Dauno e del Gargano;
- area dei querceti decidui con elevata potenzialità per la roverella (*Quercus pubescens*), e la quercia virgiliana (*Quercus virgiliana*) corrispondente all'area delle "Murge di Nord Ovest" o "Alta Murgia" e alla fascia interna del Tavoliere di Foggia;
- aree delle faggete, con elevata potenzialità per il faggio (*Fagus sylvatica*) corrispondente ad alcune zone del Gargano (Foresta Umbra, Fontana Sfilzi, Ischitella e Carpino, ecc.) e del Subappennino Dauno (Biccari, Roseto Valfortore, Faeto).

In relazione alla carta della naturalità e alla rete della biodiversità dell PPTR della Regione Puglia, l'area di progetto, che rientra nell'ambito della campagna brindisina, mostra l'assenza di componenti vegetali naturali come boschi ed elementi di macchia e risulta esterna agli habitat riscontrati.

code	descrizione	habitat
3290	Fiumi mediterranei a flusso intermittente con il Paspalo-Agrostidion	habitat d'acqua dolce
9330	Foreste di Quercus suber	foreste
3170*	Stagni temporanei mediterranei	habitat d'acqua dolce
9340	Foreste di Quercus ilex e Quercus rotundifolia	foreste
6220*	Percorsi substepnici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea	formazioni erbose naturali e seminaturali

75– elenco degli habitat di interesse nel comprensorio di studio – esterni alle aree di progetto

Dal punto di vista agricolo, in relazione a una delle colture simbolo della tradizione pugliese, l'olivo, si precisa che le aree di progetto, non interessano piante appartenenti al genere Olea e le zone dove sono presenti alberi monumentali di interesse paesaggistico risultano essere esterne.



75 - Alberi monumentali di Olivo rispetto al layout di progetto

I primi olivi monumentali distano diversi km dal sito di impianto. Il gruppo più vicino dista circa 4,5 km.

24. IMPORTANT BIRD AREA

L'acronimo I.B.A. – Important Birds Areas - identifica i luoghi strategicamente importanti per la conservazione delle oltre 9.000 specie di uccelli ed è attribuito da Bird Life International, l'associazione internazionale che riunisce oltre 100 associazioni ambientaliste e protezioniste. Nate dalla necessità di individuare le aree da proteggere attraverso la Direttiva Uccelli n. 409/79, che già prevedeva l'individuazione di "Zone di Protezione Speciali per la Fauna", le aree I.B.A rivestono oggi grande importanza per lo sviluppo e la tutela delle popolazioni di uccelli che vi risiedono stanzialmente o stagionalmente. Le aree I.B.A., per le caratteristiche che le contraddistinguono,

rientrano spessissimo tra le zone protette anche da altre direttive europee o internazionali come, ad esempio, la convenzione di Ramsar.

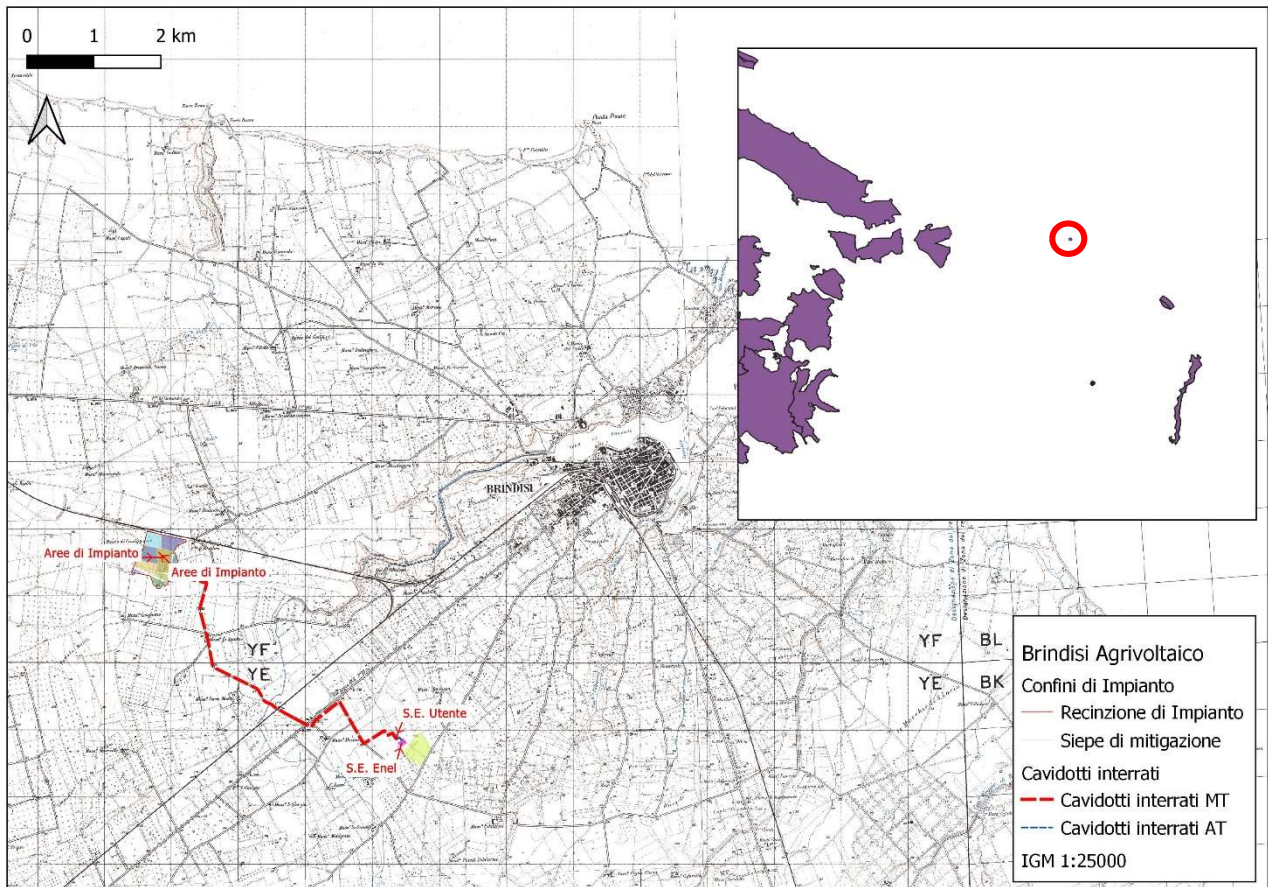
Le aree I.B.A. sono:

- siti di importanza internazionale per la conservazione dell'avifauna;
- individuate secondo criteri standardizzati con accordi internazionali e sono proposte da enti no profit (in Italia la L.I.P.U.);
- da sole, o insieme ad aree vicine, le I.B.A. devono fornire i requisiti per la conservazione di popolazioni di uccelli per i quali sono state identificate;
- aree appropriate per la conservazione di alcune specie di uccelli;
- parte di una proposta integrata di più ampio respiro per la conservazione della biodiversità che include anche la protezione di specie ed habitat.

Le IBA italiane identificate attualmente sono 172, e i territori da esse interessate sono quasi integralmente stati classificati come ZPS in base alla Direttiva 79/409/CEE.

L'IBA più vicino alle aree di progetto, distante comunque diverse decine di km, è rappresentato dall'IBA 146 "Le Cesine".

È una area costiera comprendente vaste spiagge e dune sabbiose, stagni, aree acquitrinose, zone boscate ed a macchia mediterranea. Il confine della ZPS IT9150014- Le Cesine corrisponde a quello dell'IBA.



76 – IBA 146 “Le Cesine” rispetto alle aree di progetto – dista oltre 40 km

Criteri relativi a singole specie			
Specie	Nome scientifico	Status	Criterio
Tarabusino	<i>Ixobrychus minutus</i>	B	C6
Specie (non qualificanti) prioritarie per la gestione			
Fratino (<i>Charadrius alexandrinus</i>)			

77 – categorie e criteri IBA 146 – Le Cesine

25. ANALISI FAUNISTICA

La presenza di importanti habitat naturali e l'elevata eterogeneità ambientale detennina la presenza di numerose specie omitiche migratrici. La frammentarietà degli habitat naturali, l'elevata antropizzazione, la fitta rete stradale, sono le principali cause a determinare un basso numero di specie stanziali. Le presenze più significative di migratori sono di specie legate ad ambienti umidi. Le aree che concentrano il maggior numero di migratori sono nell'ordine: Salina Vecchia di Brindisi,

Le Cesine, Invaso del Cillarese e Torre Guaceto. Quest'ultima località, grazie alla messa a punto di importanti interventi gestionali volti alla riqualificazione ambientale, è tornato ad essere un importante sito di svernamento e di sosta primaverile di avifauna acquatica. Sono note, per le località suddette, concentrazioni di Charadriiformi delle specie: pavoncella *Vanellus vanellus*, piviere dorato *Pluvialis apricaria* e chiurlo maggiore *Numenius arquata*, di Anseriformi delle specie: fischione *Anas penelope*, codone *Anas acuta*, alzavola *Anas crecca*, canapiglia *Anas strepera*, moriglione *Aythya ferina* e moretta tabaccata *Aythya nyroca* per i Ciconiformi è di eccezionale importanza lo svernamento del tarabuso *Botaurus stellaris*., sono note presenze invernali di Accipitriformi: falco di palude *Circus aeruginosus*, albanella reale *Circus cyaneus* e di Falconiformi: falco pellegrino *Falco peregrinus* e smeriglio *Falco columbarius* anche in relazione all'elevata disponibilità trofica rappresentata dagli storni che formano in località Torre Guaceto dormitori notturni nei canneti. Non sono presenti specie di mammiferi di particolare interesse, fatta salva la presenza del Tasso *Meles meles* nelle località di Torre Guaceto, Rauccio, Cesine ed Alimini. Molto importante a fini gestionali è la presenza della lepre *Lepus europaeus* nel comune di Brindisi e nelle aree limitrofe. In località Salina vecchia sono state registrati indici di densità tra i maggiori d'Italia. Ad ogni modo il comprensorio dell'area in esame, corrispondente alla zona di Brindisi (tutta la provincia), contempla, sia dal punto di vista bibliografico che come casi riscontrati, una fauna abbastanza ricca che di seguito viene riportata:

- *Melanocorypha calandra*;
- *Motacilla flava*;
- *Calandrella brachydactyla*;
- *Saxicola torquatus*;
- *Lanius senator*;
- *Hirundo daurica*;
- *Passer montanus*;
- *Passer italiae*;
- *Podarcis siculus*;
- *Pipistrellus kuhlii*;
- *Bombina pachypus*;

- Bufo bufo;
- Cyrtopodion kotschy;
- Hierophis viridiflavus;
- Zamenis situla;
- Bufo balearicus;
- Lacerta viridis;
- Elaphe quatuorlineata.

In merito aree di progetto, si rammenta, che la continuità relativa ai corridoi ecologici verrà, sempre e comunque, garantita dai passaggi per la piccola fauna legati alle aperture che insisteranno sulla recinzione perimetrale.

26. ANALISI DELLE RICADUTE OCCUPAZIONALI AGRIVOLTAICO

In relazione al progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico in agro di Brindisi si fa notare che l'utilizzo dei terreni per la coltivazione a carciofo, a legumi da granella e da foraggio, secondo le specifiche tecniche della relazione, determina non soltanto un vantaggio ambientale per ciò che concerne l'uso e la conservazione del suolo ma getta le basi concrete per la creazione di un reddito tale e quale a quello riferito ad una azienda agricola di indirizzo simile. In un contesto come quello in esame la gestione dei suoli così come definita secondo le pratiche agricole specialistiche viene considerata collaterale alla produzione di energia da fonti rinnovabili. Nella fattispecie si riporta di seguito l'indicazione di massima circa l'impiego di manodopera specializzata per il calcolo del livello occupazionale riferito all'impianto a carciofo. Per la gestione delle opere di natura squisitamente agricola si è fatto riferimento alla deliberazione C.R. n.69 del 30.01.1996 concernente l'applicazione in Puglia del Reg. CEE n.2328/91 – All. n.3 punto 1.1, ultimo capoverso inerente alla "Determinazione del fabbisogno di lavoro occorrente per ordinamento produttivo aziendale e parametri ettaro/coltura".

COLTURE	PROVINCIA				
	BARI	BRINDISI	FOGGIA	LECCE	TARANTO
ARBOREE					
Vite:					
- allevata ad alberello	350	350	350	350	350
- allevata a spalliera	420	420	420	420	420
- allevata a tendone - uva da vino	480	480	480	480	480
- allevata a tendone - uva da tavola	700	700	700	700	700
- allevata a tendone coperto - uva da tavola	850	850	850	850	850
Olivo					
Olivo da olio:					
- sesto d'impianto tradizionale	280	280	280	280	280
- sesto d'impianto intensivo	380	380	380	380	380
Olivo da mensa:	520	520	520	520	520
Fruttiferi					
Actinidia	500	500	500	500	500
Agrumi	600	600	600	600	600
Albicocco, susino	420	420	420	420	420
Ciliegio	470	470	470	470	470
Mandorlo	220	220	220	220	220
Melo	450	450	450	450	450
Nettania, pesco e percoo	500	500	500	500	500
ERBACEE					
Cereali	45	35	30	35	45
Mais da granella	95	95	95	95	95
Sorgo	65	65	65	65	65
Legumi secchi	50	50	40	50	50
Barbabietola	160	160	160	160	160
Colza	45	35	30	35	45
Girasole	40	40	40	40	40
Soya	40	40	40	40	40
Tabacco	650	650	650	650	650
Ortaggi irrigui in pieno campo: - cicoria, cipolla, cocomero, melone, finocchio, insalata, zucchina, sedano, carota	420	420	420	420	420
- melanzana, peperone	520	520	520	520	520
- carciofo	600	600	600	600	600
- asparago	800	800	800	800	800
- fragola	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
- cavolo e cavolfiore, fava fresca, patata, broccolo	300	300	300	300	300
- prezzemolo, spinacio	100	100	100	100	100
- pomodoro mensa	650	650	650	650	650
- pomodoro industria (raccolta meccanica)	400	400	400	400	400
- pomodoro industria (raccolta manuale)	600	600	600	600	600
Ortaggi irrigui in coltura protetta	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
Vivai di piante ortive in coltura protetta	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Fiori in pieno campo	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
Fiori recisi in coltura protetta:					
- garofano	17.000	17.000	17.000	17.000	17.000
- rosa	8.500			5.500	
- bulbose in genere	3.000			2.700	
- gerbera, gypsophila	9.000			6.000	
Piante ornamentali in vaso in coltura protetta	20.000				
Verde ornamentale	1.000			1.000	
FORAGGERE					
Erbai:					
- granoturco e sorgo (mat. Cerosa)	55	55	55	55	55
- medica	70	70	70	70	70
- erbai polifiti ed altri monofiti	60	60	60	60	60
Pascolo	5	5	5	5	5
Prato - pascolo	25	25	25	25	25
Bosco e pascolo arborato	15	15	15	15	15
Terreni a riposo (set-aside, maggese, ecc.)	10	10	10	10	10

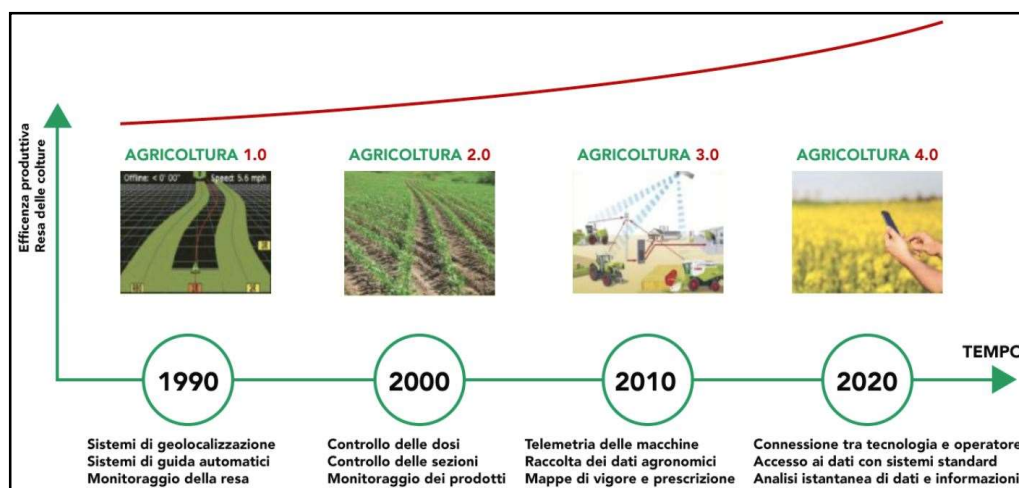
78 – Parametri regionali per il calcolo dell'impiego della manodopera familiare: fabbisogno di lavoro (ore) per ettaro di coltura

Per il calcolo del fabbisogno consideriamo la coltura “Carciofo” dove la manodopera viene stimato in 600 ore/ettaro per anno e per l’inerbimento consideriamo il prato-pascolo con un lavoro previsto pari a 25 ore/ettaro. Le superfici effettivamente coltivate che andranno gestite saranno pari a 62.7 ettari, per il carciofeto 56.2 ettari e per l’inerbimento 6,5 ettari. Complessivamente, quindi, per la gestione annuale dell’impianto nella sua totalità occorreranno circa 33.880 ore di lavoro circa. La somma delle giornate di lavoro porta il totale complessivo annuo a circa 5079 giornate lavorative. Considerando la media di 20 giornate lavorative al mese (da CCNL di categoria, orario lavorativo pari a 6 ore e 40 min al giorno), per singolo dipendente, otteniamo a livello annuale circa 220 giornate; pertanto, il numero di unità lavorative presenti sarà pari a 23.

27. APPENDICE I

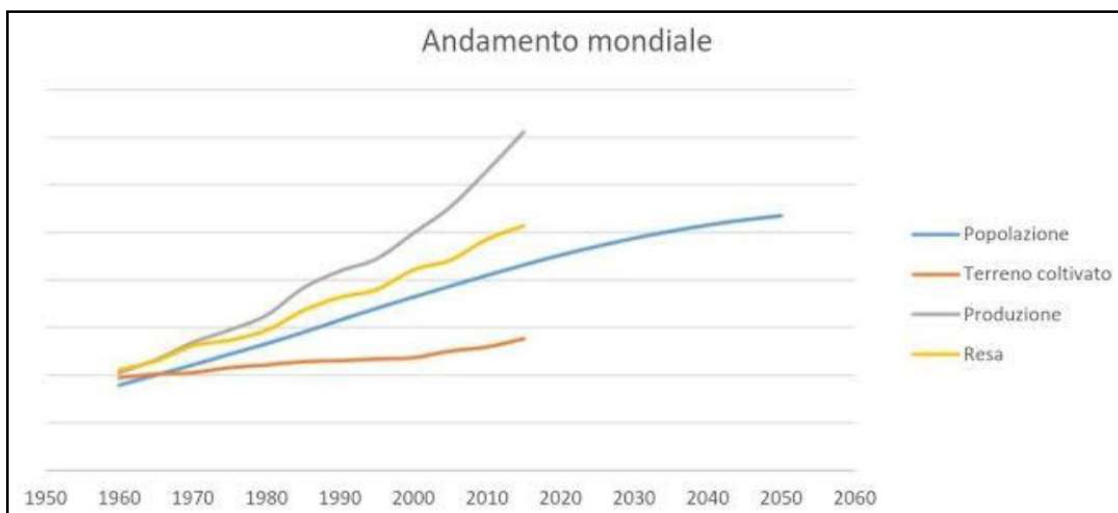
27.1 Premessa

Il presente documento, a corredo e completamento della relazione agronomica, vuole specificare come le opere inerenti alla progettazione del presente impianto fotovoltaico sito in agro di Brindisi (BR) siano rispettose e osservanti a quanto citato nella Legge 108 del 2021 in merito alle soluzioni integrative da adottare all’interno di progetti agrivoltaici. Le opere di progetto che riguardano il carciofo e le leguminose in genere, all’interno della quale saranno inseriti i tracker fotovoltaici, saranno realizzate secondo i moderni modelli di rispetto della sostenibilità ambientali, con l’obiettivo di realizzare un sistema agricolo “integrato” e rispondente al concetto di agricoltura 4.0, attraverso l’impiego di nuove tecnologie a servizio del verde, con piano di monitoraggio costanti e puntuali, volti all’efficienza e al rispetto dell’ambiente.



27.2 Agricoltura 4.0 e il panorama mondiale

Secondo lo studio di Global Prospective “World agriculture towards 2030/2050” redatto da Nikos Alexandratos e Jelle Bruinsma per FAO (l’organizzazione per l’agricoltura e l’alimentazione dell’ONU), nel giugno del 2013, l’agricoltura mondiale nel 2050 dovrà essere in grado di produrre il 60% in più rispetto al 2010. Questo sarà necessario per due principali motivi: è previsto un aumento di popolazione del 30% ed in secondo luogo il tenore di vita sta crescendo esponenzialmente. Ciò significa una richiesta maggiore di materie prime ed un cambiamento nella domanda di cibo verso beni sempre più pregiati, come la carne ed i prodotti ortofrutticoli. Dalla necessità di contenere tali criticità, nasce l’agricoltura 4.0, che sfrutta la tecnologia per limitare i consumi e aumentare la produttività. Si riporta sotto un grafico che si basa sui dati FAO e sulle prospettive di crescita demografica ONU: la popolazione (blu) è destinata ad un futuro aumento, ma al contempo i terreni disponibili per la coltivazione (arancione) risultano limitati. L’unico modo di intervenire al fine di ottenere una produzione (grigio) maggiore è lavorare sulla resa (giallo).



Con il termine “Agricoltura 4.0” ci si riferisce all’evoluzione dell’agricoltura di precisione, realizzata attraverso la raccolta automatica, l’integrazione e l’analisi di dati provenienti dal campo, da sensori e da qualsiasi altra fonte terza. Tutto questo risulta essere abilitato dall’impiego di tecnologie digitali 4.0, che rendono possibile la reazione di conoscenza e il supporto all’agricoltore nel processo decisionale relativo alla propria attività e al rapporto con altri soggetti della filiera, rompendo (almeno potenzialmente) i confini della singola impresa. Lo scopo ultimo è quello di aumentare la profittabilità e la sostenibilità economica, ambientale e sociale dell’agricoltura. La strada intrapresa

sembra essere quella dell'integrazione tra le strategie tradizionali e le innovazioni dell'agricoltura 4.0. Si parla di tracciabilità, di tecnologia blockchain, di raccolta di dati impiegati al servizio della filiera e si tratta, almeno in parte, di una piccola realtà di nicchia che sta già crescendo. L'impianto agrivoltaico verrà gestito esattamente come una "moderna" azienda agricola e, pertanto, si attrezzerà adattando tecnologie innovative e tracciabilità di prodotto alle colture di carciofo e legumi (sia da granella che da foraggio), con i tracker fotovoltaici nelle loro interfile.

Lo stato dell'arte attuale per ciò che riguarda il concetto di agricoltura 4.0, così come è stato ampiamente verificato, conferma in termini pratici che gli imprenditori agricoli che utilizzano tali sistemi, riescono a produrre di più e con un minore impatto sull'ambiente. Le ragioni vanno tutte ricondotte all'aiuto della tecnologia, che grazie ai nuovi strumenti digitali ha portato l'agricoltura 4.0, come valore economico, a 7,8 miliardi di dollari su scala mondiale nel 2020 e lo scorso anno a oltre 450 milioni in Italia (paese leader per l'innovazione in questo campo). Secondo quanto riporta l'Osservatorio Smart Agrifood, globalmente il settore negli ultimi 12 mesi è cresciuto del 22%. Rappresenta così il 5% del mercato mondiale, con 160 aziende che in Italia stanno adottando questi strumenti rispetto alle altre 737 sparse in tutto il mondo. Nonostante la necessità di investire in formazione, il primo dato che emerge dagli studi specifici risulta essere la crescita esponenziale della diffusione di soluzioni ad alto tasso tecnologico nel settore agroalimentare. Si registrano valore di mercato dell'agricoltura 4.0 che rappresentano, per il solo stato italiano il 18% del settore a livello europeo. Inoltre, emerge come esistano più di 300 proposte già a disposizione degli imprenditori agricoli, 113 delle quali specifiche per migliorare tracciabilità e qualità dei prodotti. Le esigenze che portano le aziende agricole a rivolgersi a soluzioni ad alto tasso tecnologico sono essenzialmente:

- controllo dei costi di produzione;
- aumento della produttività;
- acquisizione, elaborazione ed interpretazione dei dati relativi all'attività.

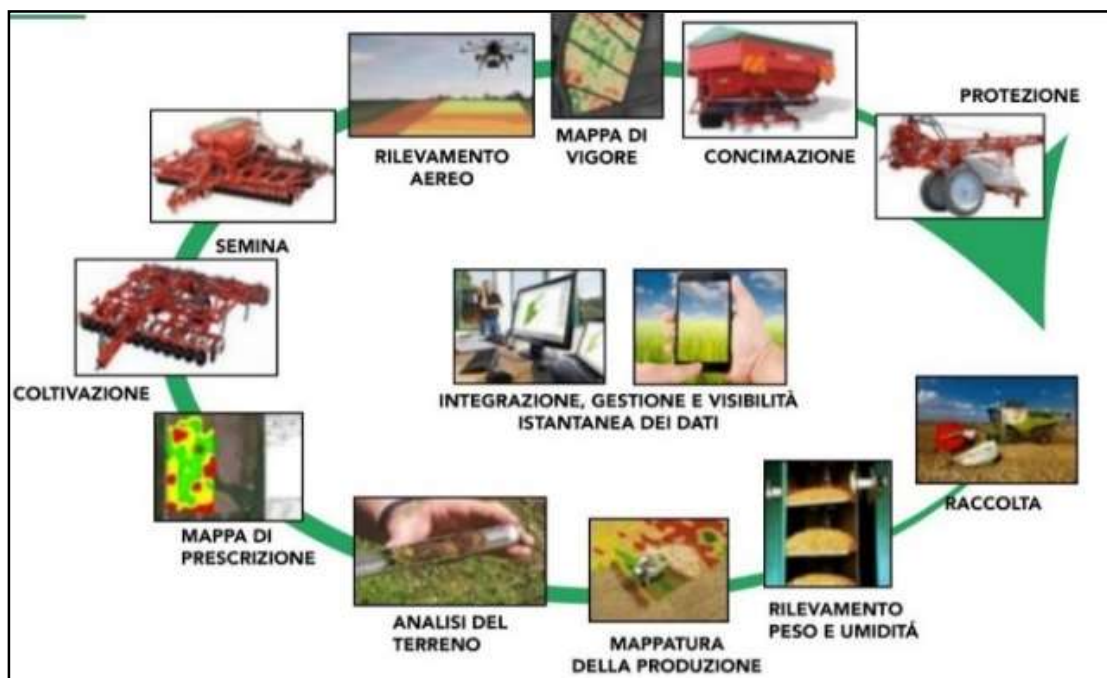
L'Agricoltura 4.0 è l'evoluzione del concetto di "agricoltura di precisione" che viene utilizzato per definire interventi mirati ed efficienti in campo agricolo a partire da dati come, per esempio, le caratteristiche fisiche e biochimiche del suolo. Di fatto, è tutto l'insieme di strumenti e strategie che consentono all'azienda agricola di impiegare in maniera sinergica e interconnessa tecnologie avanza con lo scopo di rendere più efficiente e sostenibile la produzione. In pratica, adottare soluzioni 4.0 in campo agricolo comprende, ad esempio, il poter calcolare in maniera precisa qual è il fabbisogno

idrico di una determinata coltura ed evitare gli sprechi. Oppure, permette di prevedere l'insorgenza di alcune malattie delle piante o individuare in anticipo i parassiti che potrebbero attaccare le coltivazioni, riducendo di fatto gli sprechi. Un altro ambito di applicazione dell'agricoltura 4.0 è quello della tracciabilità della filiera e, secondo addetti ai lavori, è qui che si intravedono le prospettive più interessanti guardando al futuro. Durante ogni passaggio, dal campo al confezionamento (qualora sia previsto), è possibile raccogliere dati utili a mantenere sotto controllo ogni step del processo di produzione. Poco margine d'errore, dunque, consente di poter realizzare una filiera corta capace di produrre prodotti di massima qualità e in maniera sostenibile dal punto di vista ambientale. Questo sarà il punto di forza della coltura a carciofo e di quella avvicinata a legumi all'interno del parco agrivoltaico. Verranno prese in esame e portate avanti in tutto il periodo di vita utile dell'impianto, tutte le strategie riguardanti la messa in atto di tecniche inerenti il risparmio irriguo, con piani di monitoraggio su larga scala che prevedano e verifichino l'impatto delle opere stesse sulle colture, la produttività in termini di rese per ettaro in confronto sia alle tecniche di agricoltura tradizionale che, soprattutto, in relazione al connubio "in operam" tra produzione di energia da fonte rinnovabile e rispetto della conduzione originaria tipica degli oliveti, per esempio, di recente impianto. Il tutto, ovviamente, attraverso l'ausilio e l'impiego di applicativi per un'agricoltura digitale e di precisione.

27.3 I vantaggi dell'Agricoltura 4.0

Il fenomeno del riscaldamento globale ha determinato e determina tutt'ora un aumento delle temperature al suolo con conseguente sottrazione alle piante di sostanze nutritive necessarie per la loro crescita. Ciò "costringe" l'uomo ad un uso abbondante della pratica dell'irrigazione per evitare la moria dei raccolti ed arrivare all'ottenimento di produzioni quantomeno giustificative degli investimenti e del lavoro svolto. Tutto quanto premesso non soltanto determina un eccessivo consumo di risorse ambientali ma, contestualmente, comporta un carico superiore per ciò che concerne la forza lavoro. La tecnologia può far molto per affrontare questi problemi, in modo particolare sostituendosi all'uomo in alcune mansioni. Il futuro dell'agricoltura è legato alla sostenibilità ambientale, alla razionalizzazione delle risorse e ad una massiccia disponibilità di dati conservati online, dati che ormai devono risultare raggiungibili da qualsiasi dispositivo e da qualsiasi

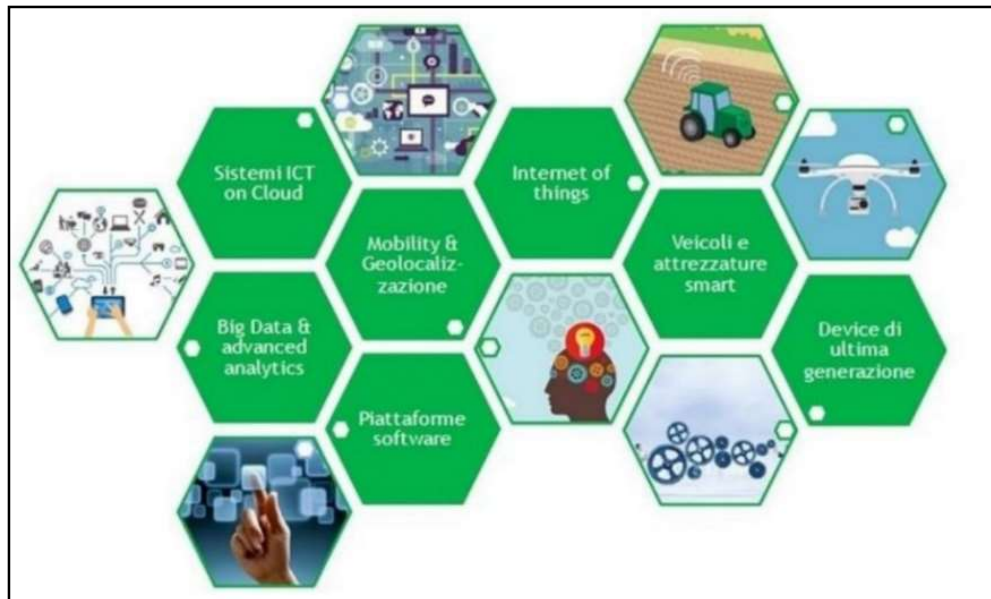
mezzo: dagli smartphone dell'operatore, ai dispositivi montati sui trattori, fino alle centraline in campo o all'impiego di droni per svariati compiti. Questo controllo capillare e la lotta senza quartiere allo spreco di risorse, in definitiva, altro non è che un vantaggio economico per l'agricoltore stesso. Esistono ancora dei limiti alla diffusione di soluzioni 4.0 in tutta Italia, dai costi di gestione all'effettivo accesso alla tecnologia. Tuttavia, i ricercatori non hanno dubbi nell'evidenziare come i vantaggi abbraccino il risparmio in termini economici e ambientali, ma anche una produzione di maggiore qualità. Una qualità che risponde anche a benefici da un punto di vista salutistico (considerato il minor impiego di sostanze artificiali). Si stima, infatti, che i prodotti inseriti in una filiera ad alto tasso tecnologico mantengano intatte le loro proprietà e risultino, quindi, più salutari. Dal punto di vista quantitativo, inoltre, il risparmio sugli input produttivi risulta essere del 30% con un aumento della produttività pari al 20%, il tutto ottenendo prodotti senza alcun residuo di sostanze chimiche. Tralasciando dubbi e remore legati al passaggio da un vecchio sistema ad uno nuovo, che rappresentano spesso alcune delle ragioni principali che non portano ai cambiamenti in azienda, l'agricoltura 4.0 conduce non solo a risparmi economici reali, ma anche a condizioni di lavoro meno pesanti e a rese qualitativamente migliori.



Tuttavia, nel passaggio ad una agricoltura 4.0, l'investimento è recuperabile in pochi anni grazie ad un costo per ettaro inferiore, all'ottimizzazione delle risorse e, non meno importante, ad un miglioramento delle condizioni di lavoro e delle ore spese sul campo. Il passaggio all'agricoltura 4.0 può rappresentare, quindi, una reale opportunità per andare verso quel radicale cambiamento che in molti chiedono da tempo; è proprio per questo motivo che la società energetica proponente, all'interno del progetto in itinere per la realizzazione di un impianto solare per la produzione di energia elettrica con tecnologia agrivoltaica da realizzarsi nel Comune di Brindisi (BR), intende investire su queste tecnologie per portare a compimento un "vero" impianto agrivoltaico, virtuoso e osservante ogni norma e/o indicazione che riguardi la salvaguardia dell'ambiente e la coltivazione colture orticole (carciofo) da pieno campo e leguminose da granella e da foraggio secondo i parametri di un'agricoltura di tipo 4.0.

27.4 Agricoltura 4.0: digitalizzazione, sostenibilità e tracciabilità

Sostenibilità, conoscenza, efficienza sono i tre elementi e i principali vantaggi che le aziende agricole cercano nell'Agricoltura 4.0. Ottenere più sostenibilità, non solo produttiva, ma anche ambientale e sociale, per le loro attività sul campo. Più conoscenza, trasparenza, consapevolezza delle dinamiche in cui sono coinvolte, dai processi interni, a quelli con la filiera dei fornitori, fino a quelli che riguardano la concorrenza. Più efficienza, sia di processi che di attività, che permette riduzione dei costi, minori tempi di lavoro e produzione, migliore controllo di gestione e maggior produttività e risultati. Tutto questo è abilitato dall'utilizzo di tecnologie digitali 4.0, che rendono possibile la creazione di conoscenza e il supporto all'agricoltore nel processo decisionale relativo alla propria attività e al rapporto con altri soggetti della filiera.



Nella pratica, adottare soluzioni 4.0 in campo agricolo comprende, ad esempio, il poter calcolare in maniera precisa qual è il fabbisogno idrico di una determinata coltura ed evitare gli sprechi. Oppure, permette di prevedere l'insorgenza di alcune malattie delle piante o individuare in anticipo i parassiti che potrebbero attaccare le coltivazioni, aumentando l'efficienza produttiva. Per fare questo bisogna fare alcune premesse doverose. Per sviluppare e adattare al meglio queste tecnologie digitali è necessario investire in formazione, instaurando collaborazioni con il mondo della ricerca e delle Università. L'Agricoltura 4.0 non può essere utilizzata da tutti e richiede personale preparato e costantemente sottoposto ad aggiornamenti. Abbracciando un processo molto vasto, che va dalla coltivazione del campo fino alla distribuzione dei prodotti e all'alimentazione stessa, per raggiungere i risultati e ampliarne l'utilizzo si deve investire sullo sviluppo di nuove competenze. Inoltre, la transizione ecologica è ormai diventata una tematica cruciale per tutti i settori, ma per il mondo dell'agri-food è sicuramente quella fondamentale e va affrontata in maniera concreta. La situazione in Italia, in riferimento alla qualità dell'aria che respiriamo è migliorata molto negli ultimi trent'anni, ma rimangono ancora tante criticità e gli impatti di agricoltura e allevamenti restano in primo piano. Le nuove tecnologie favoriscono un'ottimizzazione nell'utilizzo delle risorse e il mondo dell'agricoltura ha bisogno di attrezzature intelligenti che permettano di essere sempre più efficaci in termini di sostenibilità. A tal riguardo si può pensare per esempio alle irroratrici intelligenti, un sistema che permette il dialogo tra trattrice e irroratrice, in grado di valutare l'appezzamento in cui si sta lavorando. L'obiettivo è la gestione

mirata e controllata dell'apporto di sostanze in caso di concimazioni o trattamenti in modo da porre fine all'era dei diserbanti fissi a calendario, tenendo conto delle caratteristiche dei terreni agrari. Un altro ambito significativo nell'applicazione dell'agricoltura 4.0 è quello della tracciabilità della filiera e, secondo gli addetti ai lavori, è qui che si intravedono le prospettive più interessanti.



Durante ogni passaggio, dal campo al confezionamento, è possibile raccogliere dati utili a mantenere sotto controllo ogni step del processo di produzione. Poco margine d'errore, dunque, consente di poter realizzare una filiera corta capace di produrre alimenti di massima qualità e in maniera sostenibile dal punto di vista ambientale; il digitale gioca un ruolo di primo piano nella tracciabilità alimentare. Fra le soluzioni digitali innovative per la tracciabilità alimentare offerte sul mercato italiano si assiste al boom della Blockchain, la cui presenza è più che raddoppiata in un anno e che caratterizza il 43% delle soluzioni disponibili, seguita da QR Code (41%), Mobile App (36%), Data Analytics (34%), e l'Internet of Things (30%).





Esistono ancora dei limiti alla diffusione di soluzioni 4.0 in tutta Italia, dai costi di gestione all'effettivo accesso alla tecnologia. Tuttavia, non si hanno dubbi nell'evidenziare come i vantaggi abbraccino il risparmio in termini economici e ambientali, ma anche una produzione di maggiore qualità. Una qualità che risponde anche a benefici dal punto di vista della salute. Si stima, infatti, che i prodotti inseriti in una filiera ad alto tasso tecnologico mantengano intatte le loro proprietà e risultino, quindi, più salutari. Dal punto di vista quantitativo, inoltre, il risparmio sugli input produttivi risulta essere del 30% con un aumento della produttività pari al 20%, il tutto ottenendo prodotti senza alcun residuo di sostanze chimiche.

27.5 Esempio concreto: Internet of Things (IoT)

L'agricoltura 4.0 si può identificare come un insieme di strumenti e informazioni di tecnologia avanzata che permettono la definizione di strategie mirate sul campo, e che consentono all'azienda agricola di utilizzarle con l'obiettivo di rendere più efficiente e sostenibile la produzione, la qualità dei prodotti, le condizioni di lavoro con una possibile riduzione dei costi. Utilizzando, ad esempio, strumenti *Internet of Things (IoT)* si possono monitorare migliaia di ettari di terreno agricolo tenendo sotto controllo il fabbisogno idrico e l'insorgenza delle patologie. Questa tecnologia sta dando un nuovo impulso all'agricoltura di precisione perché oltre ad aver migliorato le performance in termini di monitoraggio, ne consente una sensibile riduzione dei costi di investimento, di

installazione e manutenzione, rendendole accessibili a tutte le realtà aziendali, anche alle più piccole. In termini pratici un sistema di monitoraggio professionale così concepito è costituito da una stazione meteo centrale in grado di coprire diversi chilometri, che può essere dotata di tradizionali sensori meteo-climatici, come pioggia, vento, radiazione solare, pressione atmosferica e di unità wireless IoT con i sensori microclimatici capaci di calcolare, ad esempio, la temperatura e umidità dell'aria, la bagnatura fogliare e l'umidità del terreno. I sensori wireless, posizionati tra le colture acquisiscono i dati microclimatici e li trasmettono ad una app che li archivia, visualizzabili in tempo reale sia dal computer che da uno smartphone. È inoltre possibile automatizzare l'impianto di irrigazione, utilizzando direttamente i dati acquisiti dai sensori, ed i modelli calcolati automaticamente (es. evapotraspirazione) per regolare i turni irrigui da remoto e ricevere allarmi in caso di malfunzionamenti. Tutti i dati che i sensori wireless trasmettono, restano memorizzati e archiviati, fornendo nel tempo una importante base di informazioni e di analisi confrontabile tra un anno e l'altro, dimostrando inoltre in modo concreto l'impegno verso una agricoltura sostenibile che rafforza la promozione dell'azienda in azioni di marketing.

La configurazione del sistema IoT deve rispondere ad una serie di criteri e parametri aziendali, tra cui:

- estensione della superficie aziendale;
- variabilità dei terreni e delle esposizioni;
- variabilità delle colture.

A titolo di esempio, per una azienda di seminativi in pianura può essere sufficiente una singola stazione meteo-climatica, che grazie al calcolo del bilancio idrico fornisce una stima del fabbisogno della coltura, e consente così di regolare in modo ottimale i turni irrigui. Viceversa, un'azienda vitivinicola in collina potrebbe avere necessità di controllare più punti di misura tra i filari, per gestire al meglio i trattamenti in campo, e regolare le irrigazioni solo quando effettivamente necessario, in funzione della fase fenologica e dei target di produzione aziendali. Infine, un'azienda orticola in pianura potrebbe utilizzare un sistema di monitoraggio dell'umidità del suolo e regolare automaticamente i turni irrigui sulla base delle condizioni di campo.

27.6 L'Agricoltura di precisione

L'agricoltura di precisione è una strategia di gestione aziendale che utilizza informazioni precise e tecnologiche per la raccolta delle informazioni sulle variazioni spaziali e temporali all'interno di un appezzamento agricolo. Queste informazioni vengono utilizzate per gestire le operazioni agricole al fine di aumentare il reddito degli agricoltori e di ridurre l'impatto ambientale. È un sistema di produzione in cui la gestione delle colture è basata sulla variabilità di campo e su condizioni sito-specifiche. Il requisito primario è l'Informazione ed è considerato il cuore dell'agricoltura di precisione. Ulteriori requisiti sono tecnologia e gestione. Le tecnologie elettroniche e informatiche al servizio dell'agricoltura di precisione e le pratiche agronomiche (GNSS, visione computerizzata, telerilevamento, sensori prossimali, applicazioni a rateo variabile, monitoraggio delle rese...) possono essere utilizzate singolarmente o in modo combinato, come mezzo per realizzare l'agricoltura di precisione in base alle necessità. Il concetto centrale dell'agricoltura di precisione è quello di operare soltanto quando e dove è necessario (secondo logiche sito-specifiche) e questa può essere fatto soltanto se è disponibile una grande quantità di dati.

Le fasi sono:

1. raccolta dati (informazioni)
2. mappatura
3. processo decisionale
4. gestione colturale

L'adozione delle tecniche per l'agricoltura di precisione consente una più o meno spinta automazione delle attività di controllo operativo in campo. L'operatore viene in parte liberato dalle sue funzioni di regolazione delle macchine.

Sistema Satellitare Globale di Navigazione (GNSS)

L'elemento innovativo che sta alla base del principio dell'agricoltura di precisione è lo sviluppo del sistema di navigazione satellitare. Comprende ognuno dei sistemi di navigazione basati su satelliti esistenti e programmati (GPS, GLONASS, GALILEO, IRNSS, BeiDou).

GPS o Global Positioning System, si chiama il Sistema di navigazione Americano

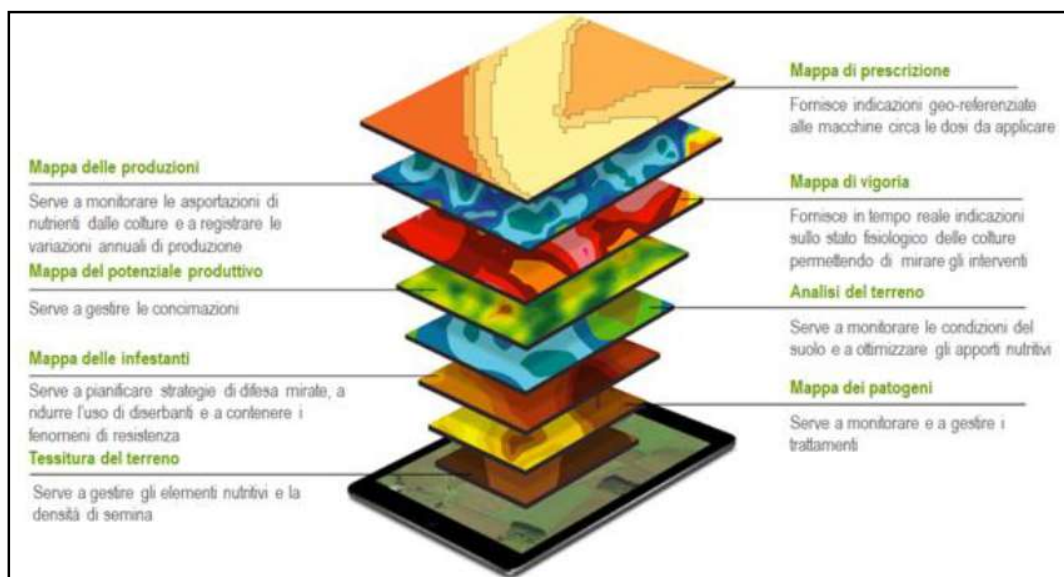
GLONASS: il sistema di navigazione Russo,

GALILEO: il sistema di navigazione Europeo

IRNSS/QZSS: il sistema di navigazione Indiano

BeiDou/COMPASS: il sistema di navigazione della Cina

Questo sistema viene utilizzato per fornire la posizione di un ricevitore in termini di latitudine, longitudine, altitudine, velocità, direzione e tempo. L'utilizzo di tutti i segnali GNSS disponibili generalmente migliora le prestazioni di posizionamento. I dispositivi di navigazione GNSS permettono di effettuare una gestione sito-specifica dell'azienda agricola. Questo rappresenta una possibilità eccellente per aumentare l'accuratezza, la velocità e l'uniformità delle operazioni agricole. Tali dispositivi sono particolarmente utili per la distribuzione di erbicidi e fertilizzanti, e per monitorare le seminatrici e le macchine da raccolta. Inoltre, possono essere utilizzati per mantenere un sistema a traffico controllato anno dopo anno, in modo da minimizzare il compattamento del terreno.



Utilizzo dei dispositivi GNSS per creare mappe

Tutte le applicazioni dell'agricoltura di precisione necessitano di un numero elevato di sensori per l'acquisizione dei dati in campo. Tutte le informazioni raccolte possono essere collegate tra loro realizzando una mappa con le posizioni dei dati fornite da un ricevitore GNSS. I dati spaziali fluiscono nel sistema informativo geografico (GIS) e sono utilizzati per analisi successive. L'RTK-GNSS può essere ad esempio utilizzato per creare una mappa della posizione delle piante della coltura monitorando la posizione dei semi o delle piantine durante la semina o il trapianto. Successivamente la mappa può essere utilizzata per l'esecuzione delle operazioni agricole (ad esempio controllo delle

infestazioni sito-specifico, poiché viene presupposto che ciascuna pianta rilevata in una posizione differente rispetto a quella di localizzazione dei semi sia classificata come infestazione). Inoltre, i dispositivi GNSS si utilizzano per la creazione di mappe di precisione per la distribuzione degli erbicidi a rateo variabile e mappe di monitoraggio delle rese. Sotto si riporta un esempio di quella che viene definita “mappa di precisione”.

Utilizzo dei dispositivi GNSS per la guida delle macchine agricole

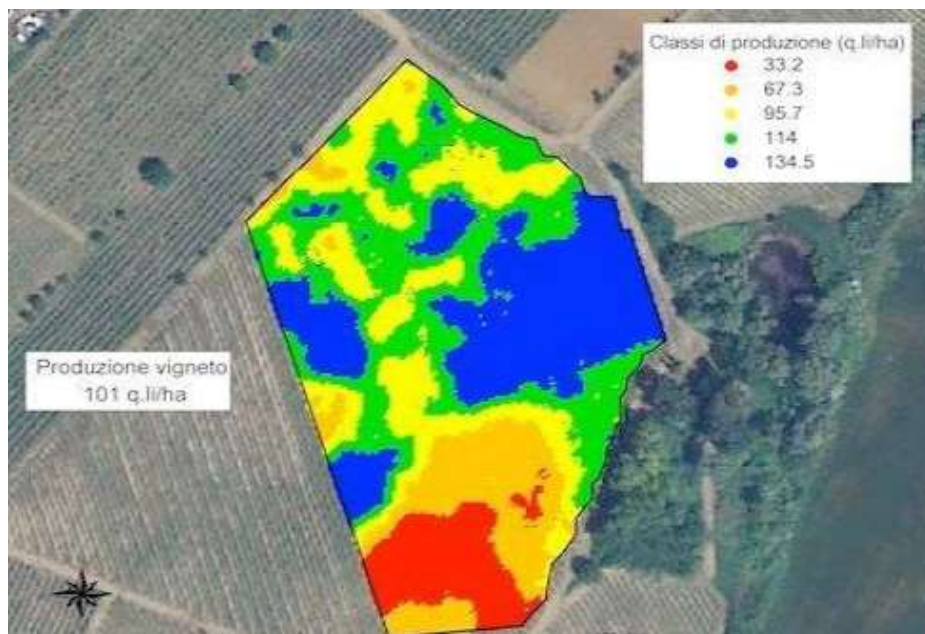
L'utilizzo dei dispositivi GNSS per la guida delle macchine agricole crea la possibilità di alleviare l'operatore dal fare continui aggiustamenti della sterzata nel tentativo di mantenere le prestazioni di una macchina agricola a livelli accettabili. I sistemi di guida basati sull'utilizzo dei dispositivi GNSS richiedono che le file della coltura siano mappate utilizzando un sistema di georeferenziazione o che la coltura sia stata seminata/trapiantata utilizzando una seminatrice/trapiantatrice equipaggiata con un dispositivo RTK-GNSS.

27.7 Esempi legati allo sviluppo di un'agricoltura di precisione

Esempio di trattore autonomo ed intelligente, operativo in campagna. Saranno veri e propri mezzi agricoli comandati a distanza tramite app, interamente gestiti da device dell'azienda o dal palmare dell'imprenditore.



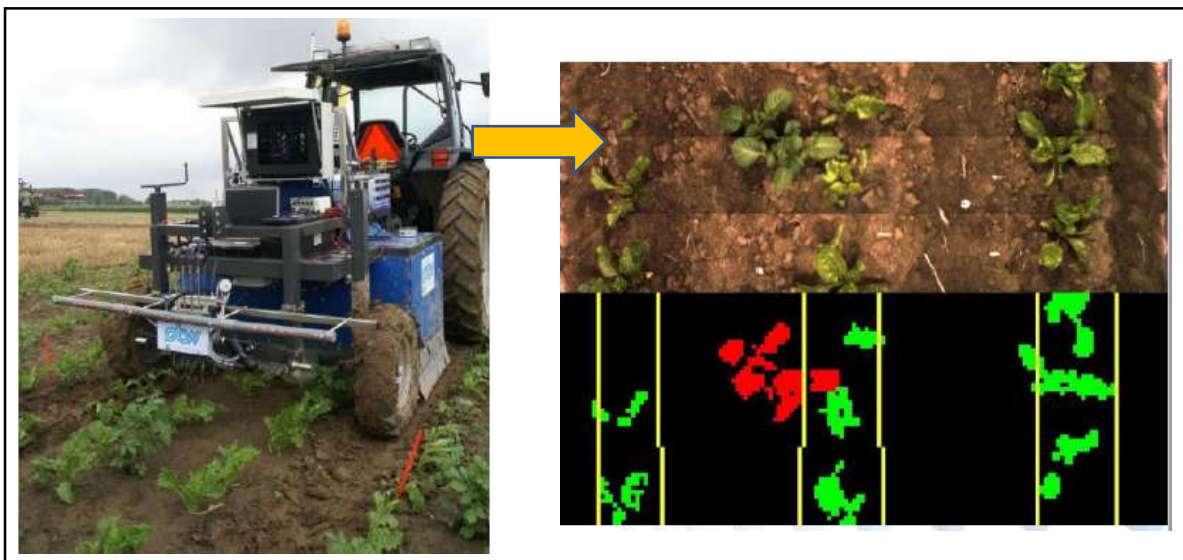
Le necessità delle piante si possono misurare e calcolare con precisione accuratissima, praticamente pianta per pianta. Per il rilevamento si usano principalmente droni e sensori geoelettrici. Dopo il monitoraggio e la mappatura subentrano macchine operatrici basate sulla tecnologia a rateo variabile, che sono in grado di gestire in modo differente varie porzioni dello stesso terreno sulla base di input georiferiti. Ricevendo i dati basati sul remote sensing dal drone, che poi vengono rielaborati da sistemi informativi geografici grazie a metodologie di analisi geostatistica, le “macchine” sono in grado di capire quali trattamenti erogare alle diverse porzioni del terreno, coadiuvando l’intervento umano in maniera relevantissima e mettendo il coltivatore in grado di operare scelte razionali.



La simulazione di un sistema viene definita come l’imitazione reale nel tempo di un processo o del sistema stesso e permette la valutazione dello scenario così costituito per operare nel sistema reale (Sartori et al, 2005). La simulazione consiste nel codificare un modello matematico in un programma da utilizzare nel computer per produrre dati simulati, confrontare dati reali prodotti dal modello matematico con quelli sperimentali e simulare scenari differenti a partire da condizioni note. La mappatura delle produzioni permette poi la rilevazione e la registrazione del flusso di massa o di volume istantaneo di prodotto agricolo abbinato alle specifiche coordinate geografiche di quel punto. Tale monitoraggio è possibile tramite sensori specifici montati nelle macchine operatrici al fine di avere una precisione accurata del dato di posizionamento.



La variabile da tenere in considerazione non è tanto l'estensione quanto piuttosto l'uniformità di lavoro, l'uniformità dei trattamenti in caso di colture con differenti problemi (il che può generare, per esempio, un eccessivo uso di fertilizzanti o di pesticidi). Il controllo di precisione potrà riguardare anche la fase di emergenza della pianta e il riconoscimento di eventuali malerbe infestanti o la crescita della coltura stessa in un posto diverso dalla fila (che inciderebbe in maniera distorta sulla raccolta meccanizzata).



L'impiego dei sensori meteo-climatici consente di ottenere in modo chiaro e semplice i dati di evapotraspirazione (ETP) relativi alle colture e di ottenere quindi il fabbisogno idrico effettivamente necessario (litri per metro quadro, o millimetri di pioggia equivalenti). Le sonde di umidità del suolo adatte senza calibrazione ad ogni tipo di terreno e posizionabili nei vari settori irrigui tramite unità wireless IoT a batteria, forniscono una misura immediata sul contenuto di acqua a livello dell'apparato radicale. Il monitoraggio di parametri climatici, fenologici e produttivi può essere effettuato con droni o con kit prossimali basati su tecnologie in cui il sensore remoto (remote sensing) è a diretto contatto con l'oggetto da monitorare: terreno, foglie, frutto, ecc.



Esistono testimonianze di aziende che impiegano nella gestione delle proprie coltivazioni sofisticati kit dotati di sensoristica avanzata, con batterie ad alimentazione solare, che dispongono di sensori ambientali-vegetazionali e meteorologici. I kit si compongono di un sistema di water intelligence che misura in tempo reale le necessità idriche delle coltivazioni, nonché di un pannello di monitoraggio – web o su mobile app – per verificare in autonomia lo stato idrico delle piante.

Una agricoltura di precisione così concepita risulta applicata a macchinari al fine di diminuire l'uso di fertilizzanti, fitofarmaci e acqua aumentando le rese e diminuendo gli sprechi. L'agricoltura digitale è strettamente correlata e riguarda l'applicazione dell'informatica e della sensoristica sulle macchine operatrici per acquisire e gestire dati e, ancora più importante, analizzare quei dati in

modo organico per creare modelli (che potranno essere riprodotti). Macchine agricole, droni, sensori di campo e satelliti connessi tra di loro, costituiscono la nuova frontiera dell'agricoltura, l'agricoltura 4.0.



28. IL PROGETTO E LE LINEE MITE (ORA MASE) SUGLI IMPIANTI AGRIVOLTAICI (GIUGNO 2022)

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

Requisito A.1): Superficie minima coltivata deve essere almeno il 70 % della superficie totale di un sistema Agrivoltaico:

Sagricola $\geq 0,70$ Stot

Requisito A.2): La percentuale complessiva coperta dai moduli fotovoltaici (LAOR) deve essere inferiore o uguale al 40%

LAOR $\leq 40\%$

LAOR (Land Area Occupation Ratio): rapporto tra la superficie totale di ingombro dell'impianto agrivoltaico (Spv), e la superficie totale occupata dal sistema agrivoltaico (Stot).

Superficie totale di ingombro dell'impianto agrivoltaico (Spv): somma delle superfici individuate dal profilo esterno di massimo ingombro di tutti i moduli fotovoltaici costituenti l'impianto (superficie attiva compresa la cornice).

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

Requisito B.1)

Occorre garantire la continuità dell'attività agricola e pastorale sul terreno oggetto dell'intervento. Per verificare questo requisito sarà necessario dotarsi di un sistema di monitoraggio secondo le linee guida del CREA-GSE. Tuttavia, le linee guida iniziano ad individuare due aspetti di attenzione: il valore della produzione agricola in €/ha o €/unità di bestiame adulto e il mantenimento dell'indirizzo produttivo o, eventualmente, il passaggio ad un nuovo indirizzo produttivo di valore economico più elevato.

Requisito B.2)

La produzione elettrica del sistema agrivoltaico espressa in MWh/ha/anno dovrà essere almeno il 60% della produzione elettrica di un impianto FTV a terra collocato nello stesso sito e caratterizzato da moduli con efficienza 20% su supporti fissi orientati a Sud e inclinati con un angolo pari alla latitudine meno 10°.

$FV_{agri} \geq 0,60 FV_{standard}$

REQUISITO C: L'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra, volte a ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli;

REQUISITO D: Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate;

D.1: Il risparmio idrico;

D.2: Monitoraggio della continuità dell'attività agricola

I valori dei parametri tipici relativi al sistema agrivoltaico dovrebbero essere garantiti per tutta la vita tecnica dell'impianto. L'attività di monitoraggio è quindi utile sia alla verifica dei parametri fondamentali, quali la continuità dell'attività agricola sull'area sottostante gli impianti, sia di parametri volti a rilevare effetti sui benefici concorrenti. 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;

Tale attività può essere effettuata attraverso la redazione di una relazione tecnica asseverata da un agronomo con una cadenza stabilita. Alla relazione potranno essere allegati i piani annuali di coltivazione, recanti indicazioni in merito alle specie annualmente coltivate, alla superficie effettivamente destinata alle coltivazioni, alle condizioni di crescita delle piante, alle tecniche di coltivazione (sesto di impianto, densità di semina, impiego di concimi, trattamenti fitosanitari).

Inoltre, allo scopo di raccogliere i dati di monitoraggio necessari a valutare i risultati tecnici ed economici della coltivazione e dell'azienda agricola che realizza sistemi agrivoltaici, con la

conseguente costruzione di strumenti di benchmark, le aziende agricole che realizzano impianti agrivoltaici dovrebbero aderire alla rilevazione con metodologia RICA, dando la loro disponibilità alla rilevazione dei dati sulla base della metodologia comunitaria consolidata. Le elaborazioni e le analisi dei dati potrebbero essere svolte dal CREA, in qualità di Agenzia di collegamento dell'Indagine comunitaria RICA.

VERIFICA DEI PARAMETRI OGGETTO DELLE LINEE GUIDA

A.1) Superficie minima per l'attività agricola

Stot = 65 ha

70 % Stot = 45,5 ha

- Area destinata alla produzione agricola (area di progetto al netto dell'area occupata dalla viabilità interna e dai locali tecnici):

Sagricola = 51,35 ha (pari al 79%)

$Sagricola \geq 0,7 \cdot Stot$

[Il parametro risulta verificato]

A.2) Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR)

Spv = 11,65 ha (con i moduli in posizione orizzontale); Stot = 65 ha

$Spv / Stot = 17,69 \%$

LAOR < 40%

[Il parametro risulta verificato]

B.1) la continuità dell'attività agricola e pastorale sul terreno oggetto dell'intervento

Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere la continuità dell'attività

agricola e pastorale. In particolare, in merito alla verifica del requisito B.1, che si riferisce alla continuità dell'attività agricola e pastorale sul terreno oggetto dell'intervento, si specifica quanto segue. Le verifiche degli investimenti colturali ante miglioramento configurano la struttura aziendale come marginale e poco produttiva. Il tessuto originario ha storicamente fatto riferimento ad un tipo di agricoltura tradizionale vocata alla monocoltura e, in particolare, alla coltivazione del grano. Non sono presenti, quindi, produzioni di pregio quali DOP o IGP. Una tale gestione colturale, essendo il grano una coltura depauperante il suolo, ha creato impoverimento del terreno e una resa media per ettaro, con varietà standardizzate, adatte ad un mercato di quantità (ammasso). Tutto ciò si è tradotto negli anni in notevoli quantità di grano pagate a bassissimo prezzo. Ciò detto possiamo stimare il valore della produzione agricola in 600-700 €/ha. I nuovi investimenti, invece, rappresentano un evidente miglioramento della configurazione agroproduttiva, che oltre ad assicurare una redditività certa e stabile, di fatto, rappresentano una continuità del settore agricolo così come previsto dai parametri delle Linee Guida. In tal senso il cambiamento dell'identità colturale, che da sempre prevedeva una agricoltura che impoveriva il suolo, con essenze "miglioratrici", storicamente impiegate però per la zootecnia, ha di fatto segnato un punto di svolta. Se consideriamo, per esempio, le leguminose da granella, che entreranno in rotazione con il carciofo e le leguminose da foraggio (sulla, erba medica, ecc...), queste non solo arricchiscono il suolo fissando l'azoto atmosferico ma, dal punto di vista agroalimentare, rappresentano una notevole fonte di proteine alternative a quelle animali. La resa media di un legume da granella si aggira intorno ai 16-18 q.li di granella per ettaro. Il prezzo di mercato, riferito ai borsini merci principali per le coltivazioni di cece e lenticchia, per esempio, sancisce un introito per l'agricoltore che va oggi da 1,10€ a 1,25€ per kg di prodotto. Anche considerando i prezzi più bassi raggiungiamo e superiamo i 1500 €/ha e, pertanto, il requisito risulta verificato.

[Il parametro risulta verificato]

C): L'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra, volte a ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli;

Il Sistema adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevate da terra per continuare a sviluppare la parte di coltivazione Agricola. La parte non coltivabile sarà minima rispetto al totale: cionondimeno la superficie sotto i moduli, dal punto di vista ambientale, ne gioverà mediante continuo inerbimento con una miscela di leguminose e graminacee che sfalciata arricchirà il terreno in termini di nutrienti e favorirà l'aggregazione tra le varie particelle di suolo.

[Il parametro risulta verificato]

D.1) Il risparmio idrico

Il piano delle opere verde e della coltivazione agricola in tutte le aree di impianto prevedrà l'impiego di colture in asciutto, senza l'ausilio di pratiche di gestione irrigua artificiale (ad eccezione delle pratiche irrigue di soccorso che dipenderanno dagli andamenti climatici stagionali. La fascia di mitigazione arbustiva, per i primi due anni, prevedrà un apporto idrico artificiale mediante impianto irriguo a goccia autocompensante che verrà utilizzato solo in caso di necessità. Dal terzo anno in poi verrà rimosso una volta garantito l'attecchimento degli arbusti collocati in opera.

[Il parametro risulta verificato]

D.2) Monitoraggio della continuità dell'attività agricola

Al fine di soddisfare il requisito D.2, anche in assenza da parte della società proponente di fruire degli incentivi statali, per l'impianto in verifica è previsto un sistema di monitoraggio che permetta di verificare le prestazioni del sistema agrivoltaico con particolare riferimento alle seguenti condizioni di esercizio (REQUISITO D):

D.1) il risparmio idrico;

D.2) la continuità dell'attività agricola, ovvero: l'impatto sulle colture, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture o allevamenti e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate.

La proposta in esame tiene conto dell'associazione tra la tecnologia fotovoltaica e coltivazione del terreno agrario della zona recintata con una rotazione colturale che prevede l'alternanza di colture miglioratrici, depauperatrici e da rinnovo secondo lo schema esposto in precedenza. Alternando colture miglioratrici a colture depauperanti e a quelle da rinnovo (carciofo) si eviterà la riduzione della sostanza organica nel tempo e questo aiuterà a mantenere la fertilità del terreno.

Per questo, sarà importante programmare i cicli colturali cercando di mantenere una copertura del terreno quanto più possibile continua. Ciò potrà avvenire, ad esempio, nel caso dei seminativi o delle leguminose, mediante una coltura intercalare tra le due principali, oppure, in zone particolarmente indicate all'impiego di colture da rinnovo, inserendo una pianta da coltivare a ciclo breve dopo quella principale (ad esempio il carciofo).

La "spinta" principale, comunque, verrà data dalle colture miglioratrici e cioè dalle leguminose e, in secondo luogo, dalle colture da rinnovo. I legumi sono colture che non necessitano di azoto ma lo fissano da quello atmosferico lasciandone una discreta quantità a disposizione delle colture in successione.

Come tipologia di rotazione colturale prevediamo un avvicendamento "a ciclo chiuso", in cui le piante tornano nel medesimo appezzamento dopo un periodo ben definito di anni (per esempio 4 anni).

La scelta dell'avvicendamento terrà conto di fattori agronomici quali:

- effetti dell'avvicendamento stesso;
- alcune colture sono favorite perché consentono di effettuare in maniera ottimale alcune;
- operazioni;
- colture annuali o poliennali (con maggiore preferenza per quelle annuali);
- possibilità di sostituire le fallanze rapidamente;
- sfruttamento dell'avvicendamento per fini immediati (colture che vengono preferite ad altre per la facilità con cui di seguito si prepara il terreno).

La durata di un intero ciclo di rotazione dà il nome alla stessa e la durata corrisponde anche al numero delle sezioni in cui deve essere divisa l'azienda (nel caso specifico le aree di progetto). La durata indica, inoltre, la superficie destinata ad ogni coltivazione. Gli avvicendamenti colturali, ad ogni modo, hanno come scopo quello di conferire al suolo una determinata stabilità fisica, chimica e biologica. Quelli continui a loro volta possono essere:

- fissi (quando seguono degli schemi rigidi aziendali)
- liberi (quando mantengono una rigidità nell'ampiezza delle sezioni ma una determinata variabilità per quanto riguarda la specie coltivata);
- regolari (se le colture si succedono in appezzamenti di uguale ampiezza e dimensione);
- irregolari (se le colture si succedono in appezzamenti di diversa ampiezza e dimensione);
- misti (quando una parte della superficie aziendale è divisa in appezzamenti di uguale ampiezza e dimensione per colture in normale rotazione, accompagnata da altre sezioni con colture fuori rotazione come, per esempio, l'erba medica). Gli avvicendamenti/rotazioni colturali possono essere anche semplici (contengono una sola coltura da rinnovo) o composte (costituite dalla combinazione di più rotazioni semplici).

È previsto inoltre un piano di monitoraggio per le opere a verde il quale non può prescindere da precisi e puntuali interventi di manutenzione. Il piano manutentivo prevedrà una serie di operazioni di natura agronomica nei primi quattro anni (4 stagioni vegetative) successivi all'impianto. In seguito alla messa a dimora di tutte le piante, verranno eseguiti una serie di interventi colturali quali:

- risarcimento eventuali fallanze;
- pratiche irrigue sia di gestione che di soccorso;
- difesa fitosanitaria;
- potature di contenimento e di formazione;
- pratiche di fertilizzazione.

Come approfondito nella documentazione agronomica, le opere inerenti alla progettazione del presente impianto agrivoltaico sito in agro di Brindisi (BR) sono rispettose e osservanti a quanto citato nella Legge n. 108 del 2021 in merito alle soluzioni integrative da adottare all'interno di progetti agrivoltaici. Le opere di progetto che riguardano le leguminose e possibilmente colture da rinnovo e depauperanti in genere, all'interno della quale saranno inseriti i tracker fotovoltaici, saranno realizzate secondo i moderni modelli di rispetto della sostenibilità ambientali, con l'obiettivo di realizzare un sistema agricolo "integrato" e rispondente al concetto di agricoltura 4.0, attraverso l'impiego di nuove tecnologie a servizio del verde, con piano di monitoraggio costanti e puntuali, volti all'efficienza e al rispetto dell'ambiente. L'impianto agrivoltaico verrà gestito esattamente come una "moderna" azienda agricola e, pertanto, si attrezzerà adattando tecnologie

innovative e tracciabilità di prodotto alle colture con i tracker fotovoltaici nelle loro interfile ed al di sotto di essi.

Le esigenze che portano le aziende agricole a rivolgersi a soluzioni ad alto tasso tecnologico sono essenzialmente:

1. controllo dei costi di produzione;
2. aumento della produttività;
3. acquisizione, elaborazione ed interpretazione dei dati relativi all'attività.

Di fatto, è tutto l'insieme di strumenti e strategie che consentono all'azienda agricola di impiegare in maniera sinergica e interconnessa tecnologie avanza con lo scopo di rendere più efficiente e sostenibile la produzione.

29. VALUTAZIONI FINALI

La sfida che comporta un connubio tra fotovoltaico e agricoltura è certamente ambiziosa e stimolante. I dati tecnico scientifici ottenuti da prove "in campo" su determinate colture, sia esse da rinnovo (carciofo), sia esse cerealicole che leguminose, confermano questo "matrimonio" e ne accentuano la vantaggiosità. I dati di confronto delle radiazioni solari sono decisamente confortanti e sono da considerare in funzione di una serie di svariati fattori: all'aperto in pieno i valori PPFD variano a seconda della latitudine, del periodo dell'anno e della copertura nuvolosa per esempio.

L'analisi studio condotta ha tenuto conto delle gestione delle colture da pieno campo (carciofo) e dei legumi, da cui si otterrà un livello occupazionale importante e, conseguentemente, un reddito agricolo interessante oltre a tutti i benefici che sono stati ampiamente descritti. C'è da considerare, comunque, le colture da impiegare andranno inserite in un piano di rotazione colturale che deve, per svariati motivi, tenere conto del fatto che tali piante devono essere avvicendate secondo logiche agronomiche standardizzate. Pertanto, nello stabilire il calendario delle rotazioni tra colture miglioratrici, colture depauperatrici e da rinnovo, si dovrà prevedere uno schema misto. L'attuale Strategia Energetica Nazionale consente l'installazione di impianti fotovoltaici in aree agricole, purché possa essere mantenuta e/o incrementata la fertilità dei suoli utilizzati per l'installazione delle strutture. Le superfici opzionate per il progetto si presentano, ad oggi, utilizzate

esclusivamente per seminativi o pascoli, ma con pochi accorgimenti ed una corretta gestione del suolo si possono ottenere buoni risultati per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile ed al contempo riacquisire del tutto o in parte le proprie capacità produttive. L'intervento previsto di realizzazione dell'impianto agrivoltaico porterà ad una piena utilizzazione agricola dell'area, sia perché saranno effettuati miglioramenti fondiari importanti (recinzioni, drenaggi, viabilità interna al fondo, rinaturalizzazioni), sia perché tutte le lavorazioni agricole proposte consentiranno di mantenere e/o incrementare le capacità produttive del substrato di coltivazione. Gli appezzamenti scelti, per collocazione, caratteristiche e dimensioni potranno essere utilizzati senza alcuna problematica a tale scopo, mantenendo in toto l'attuale orientamento di progetto, e mettendo in atto alcuni accorgimenti per pratiche agricole più complesse che potrebbero anche migliorare, se applicati correttamente, le caratteristiche del suolo della superficie in esame.

Palermo, 17.02.2023

Il Tecnico
Dott. Agr. Paolo Castelli

