

1	PROGETTO REV 01	MR	11/21
REV.	DESCRIZIONE E REVISIONE	Sigla	Data
			Firma
		EMESSO	

PROGETTAZIONE

GVC s.r.l.
 Via della Pineta 1 - 85100 - Potenza
 email: info@gvcingegneria.it - website: www.gvcingegneria.it
 P.E.C.: gvcsl@gigapec.it

Direttore Tecnico:
 dott. ing. MICHELE RESTAINO

Collaboratori GVC s.r.l. per il progetto:
 dott. ing. GIORGIO MARIA RESTAINO
 dott. ing. CARLO RESTAINO
 dott. ing. ATTILIO ZOLFANELLI

AGRONOMIA
 Dott. Agr. Paolo Castelli

GVC
 SERVIZI DI INGEGNERIA

Committente

VERDE 4 S.R.L.

Verde 4 s.r.l.

Comune

COMUNI DI LARINO - URURI - MONTORIO NEI FRENTANI (CB)

COD. RIF G/129/03/A/01/PD

ELABORATO FILE

Opera

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAIICO DI POTENZA NOMINALE PARI A 25.937,6 kWp DENOMINATO LARINO 7 - UBICATO IN LOCALITA' MACCHIA NEL COMUNE DI MONTORIO NEI FRENTANI E NEI COMUNE DI URURI E LARINO (LOCALITÀ PIANI DI LARINO)

Categoria N.°

PD **Scala** -----

Oggetto

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE AGRONOMICA

RT-15a

Questo disegno è di nostra proprietà riservata a termine di legge e ne è vietata la riproduzione anche parziale senza nostra autorizzazione scritta

Sommario

1. Premessa	3
2. Introduzione	5
3. Inquadramento Geografico, Urbanistico e Territoriale	6
4. Inquadramento climatico	10
5. Inquadramento pedologico del sito	12
6. Land Capability Classification (LCC) e sito di progetto	15
7. Fitoclima	18
8. Fasce bioclimatiche di Pavari	22
9. Agricoltura in Molise	24
10. Prodotti a denominazione.....	26
10.1 Molise DOC.....	27
10.2 Biferno DOC.....	28
10.3 Pentro d’Isernia DOC.....	29
10.4 Tintilia Molise DOC.....	30
10.5 Osco o Terre degli Osci IGT	30
10.6 Rotae IGT.....	31
10.7 Molise Olio D.O.P.	32
10.8 Caciocavallo Silano DOP	32
10.9 Mozzarella di bufala campana DOP	33
10.10 Vitellone Bianco dell’Appennino Centrale IGP.....	33
10.11 Salamini Italiani alla Cacciatora DOP.....	34
11. Analisi dello stato di fatto	35
12. Carta della salinizzazione	38
13. Coltivazione tartuficola: il quadro generale.....	42
15. Coltivazione tartuficola: cenni storici.....	46
16. La biologia del tartufo	47
17. La distribuzione del tartufo nella Regione Molise.....	52
18. Tartufo: biodiversità e dissesto idrogeologico connesse alla ricerca.....	55
19. Tartuficoltura	58
19.1 Tartufo Nero Pregiato (Tuber melanosporum Vittad.)	59
19.2 Tartufo Nero Liscio (Tuber macrosporum Vittad.).....	60
19.3 Tartufo Bianco (Tuber magnatum Pico).....	61

19.4 Tartufo Nero Invernale (Tuber brumale Vittad.).....	63
19.5 Tartufo Estivo o Scorzone (Tuber aestivum Vittad.)	63
19.6 Tartufo estivo uncinato (Tuber aestivum Vittad. f.uncinatum “Chatin” Fischer)	65
.....	65
20. Tecniche di coltivazione	66
21. Piante micorrizzate da impiegare	73
22. Proposta di una tartufaia	77
24. L’Agrivoltaico: esperienze e prospettive future	85
25. Agrometeorologia e la radiazione solare	89
25.1 Bilancio radiativo.....	89
26. Impianto coltura interfila di Cistus spp. e mitigazione perimetrale.....	98
27. Combinazione Cisto-Roverella e fotovoltaico	98
28. Considerazioni energetiche riferite al layout di progetto.....	99
29. Interpretazione dei dati.....	117
30. Considerazioni sulla produzione con FV.....	118
31. Inerbimento sotto i trackers e pannelli.....	119
32. Fascia perimetrale di mitigazione (siepe e piante arboree).....	126
34. Analisi delle ricadute occupazionali agrivoltaico	133
35. Valutazioni finali.....	135

Relazione agronomica (pedologica, paesaggio agrario ed essenze)

1. Premessa

La società Verde 4 s.r.l. con sede in Via Cino del Duca 5 a Milano (MI), ha in itinere un progetto per la realizzazione di un impianto solare per la produzione di energia elettrica con tecnologia agrivoltaica, denominato "Larino 7", nel territorio dei Comuni di Montorio nei Frentani, Ururi e Larino (CB), comprensivo delle relative opere connesse anche in agro di Larino (CB). Il progetto prevedrà la realizzazione dell'impianto fotovoltaico, del cavidotto MT di connessione e della sottostazione elettrica di trasformazione dell'energia prodotta. Come prescritto nella Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) allegata al Preventivo di Connessione rilasciato da Terna S.p.A., l'impianto fotovoltaico sarà collegato in antenna a 150 kV con la sezione a 150 kV della stazione elettrica di trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV di Larino.

L'impianto si colloca in Molise, provincia di Campobasso, in agro dei comuni di Montorio nei Frentani, Località Macchia (quota media del sito: 250m s.l.m.) e di Larino, in Località Piane di Larino (quota media del sito: 200m s.l.m.), distante circa 5,3 km (in linea d'aria) sud-ovest dal centro abitato di Montorio nei Frentani, a 4,20 km sud-est dal Comune di Rotello, a 2,3 km (in linea d'aria) nord-est dal comune di Ururi e 5,3 Km (in linea d'aria) ovest dal centro abitato di Larino.

Estensione area impianto:

122.268 mq circa di pannelli fotovoltaici;

331.050 mq circa recintati.

- Campo Agrivoltaico "Area A"

Comuni: Montorio nei Frentani (CB)

Località: Macchia

Particelle Catastali: Foglio 3 – Particelle 35-42-41-38-73; Foglio 4 – Particelle 36-43-41-55-63-62-51-46-54-52-58

Estensione area recintata: circa 254.312 mq

- Campo Agrivoltaico "Area B"

Comune: Montorio nei Frentani (CB)

Località: Macchia

Particelle Catastali: Foglio 4 – Particelle 21-22-30-31-33

Estensione area recintata: circa 76.738 mq

Sottostazione MT/AT (Condivisa con altri produttori)

Comune: Larino (CB)

Località: Piane di Larino

Particelle Catastali: Foglio 43 – Particelle 19-73-79-80-23

Estensione area recintata: circa 5.300 mq

OPERE CONNESSE E INFRASTRUTTURE NECESSARIE:

Cavidotto interrato MT a 30 kV di interconnessione Area A-Area B:

Lunghezza: circa 905 m;

Particelle catastali Montorio nei Frentani: Foglio 4 part. 21-18-58;

Cavidotto interrato MT a 30 kV di connessione Impianto FTV-SSE:

Lunghezza: circa 4.178 m;

Particelle catastali Montorio nei Frentani: Foglio 3 part. 38-70-65-68-66-79-12-14-53-50-5-4;

Ururi: Foglio 18 part. 63; Foglio 17 part. 15-7-22-41-3-43-19-6-26-25-23-67-49-48-54-55-44;

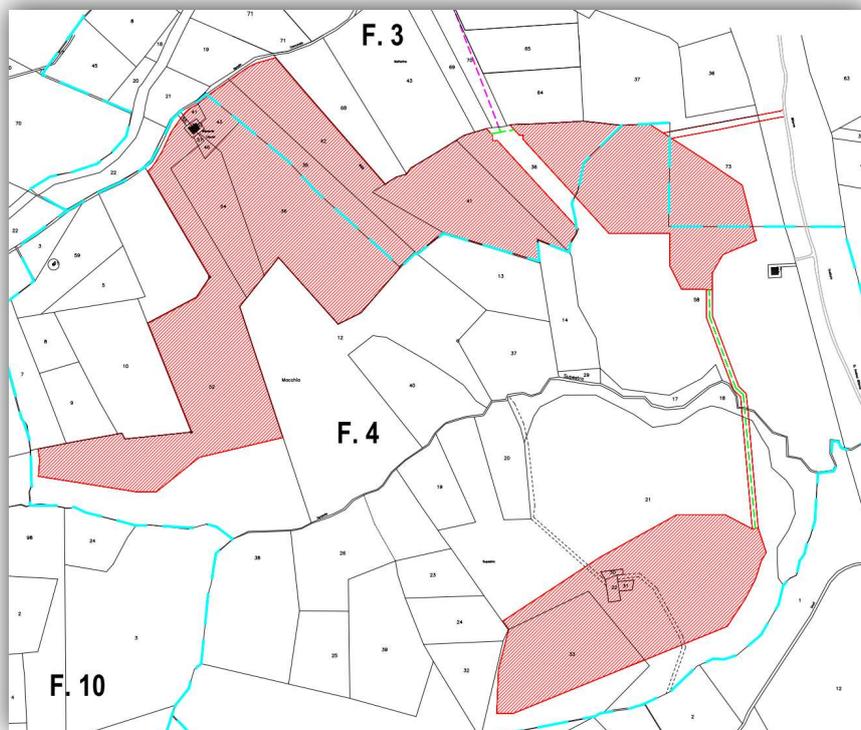
Foglio 14 part. 25-23-19-51-20-16;

Larino: Foglio 44 part. 78-74-30-58-60-61-62; Foglio 43 part. 97-98-126-125-55-24-48;

Elettrodoto interrato AT a 150kV:

Lunghezza: circa 568 m;

Particelle catastali: F.43 mapp.le 19-76-90-150-152-157-159-161-99.



1- Stralcio Catastale Impianto Agrivoltaico

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 tra le interfile dell'impianto agrivoltaico, 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 per la predisposizione della fascia esterna con funzione essenzialmente di mitigazione dell'impatto visivo.
- Studio di valutazione dell'efficienza fotonica fotosintetica inerente all'integrazione delle colture scelte con l'impianto fotovoltaico.

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. Alla luce delle recenti modifiche riguardanti il DL n.77 del Maggio 2021, il presente elaborato fornirà ulteriori strumenti di analisi e proposte concrete da attuare in relazione al connubio tra tecnologia fotovoltaica e agricoltura. In particolare, a progetto autorizzato, verranno messe in atto tutte quelle procedure, riassunte sotto la voce agricoltura 4.0 e agricoltura di precisione, rispettose dell'ambiente e volta ad una gestione oculata, per esempio, della risorsa irrigua, dell'impatto sulle colture in termini di gestione, ecc...

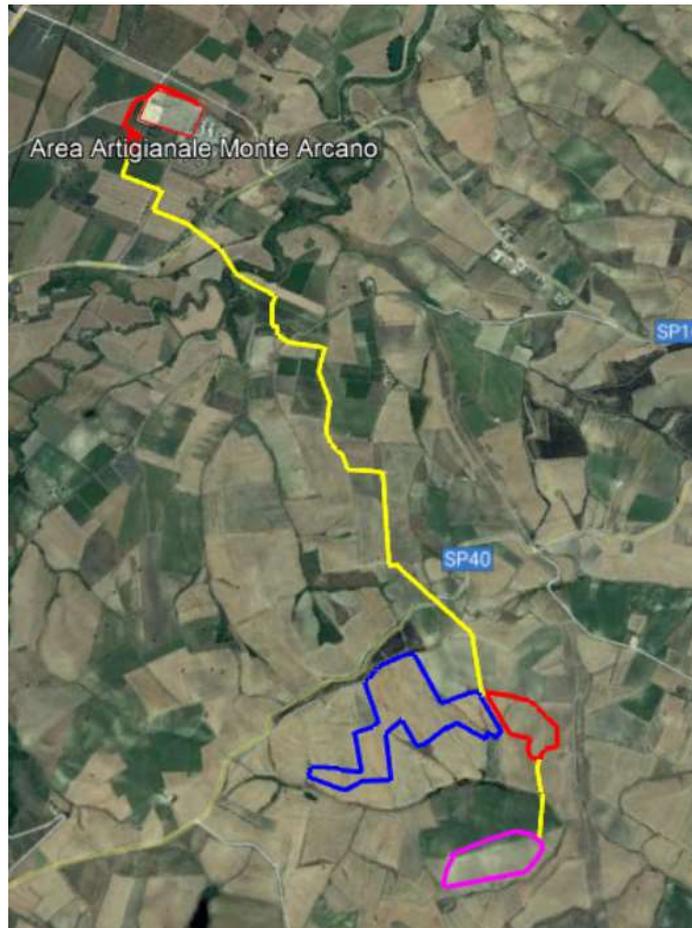
3. Inquadramento Geografico, Urbanistico e Territoriale

L'area presa in considerazione nel presente progetto ricade nel territorio comunale di Campobasso. L'impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica risulta ben servito dalla viabilità pubblica principale, costituita dalla S.S. 87 Sannitica che collega Larino con Termoli. Dalla suddetta strada, grazie ad una rete esistente di strade comunali e vicinali, risulterà facilmente raggiungibile. L'impianto agrivoltaico da realizzare sarà ubicato in agro dei Comuni di Montorio nei Frentani-Ururi-Larino nelle località Macchia e Piane di Larino.

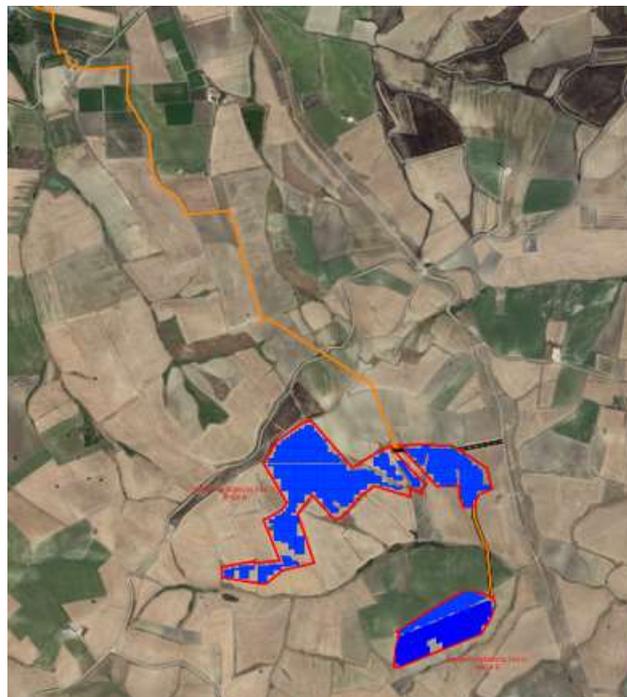
L'area di impianto dista, in linea d'aria, circa 5,3 km (in linea d'aria) sud-ovest dal centro abitato di Montorio nei Frentani, a 4,20 km sud-est dal Comune di Rotello, a 2,3 km nord-est dal comune di Ururi e 4,8 Km ovest dal centro abitato di Larino.

Le superfici nello stato di fatto sono esempio concreto della condizione agricola del comprensorio di riferimento: aree a seminativo, a carattere estensivo, ad indirizzo cerealicolo classico (tutto in regime di aridocoltura).

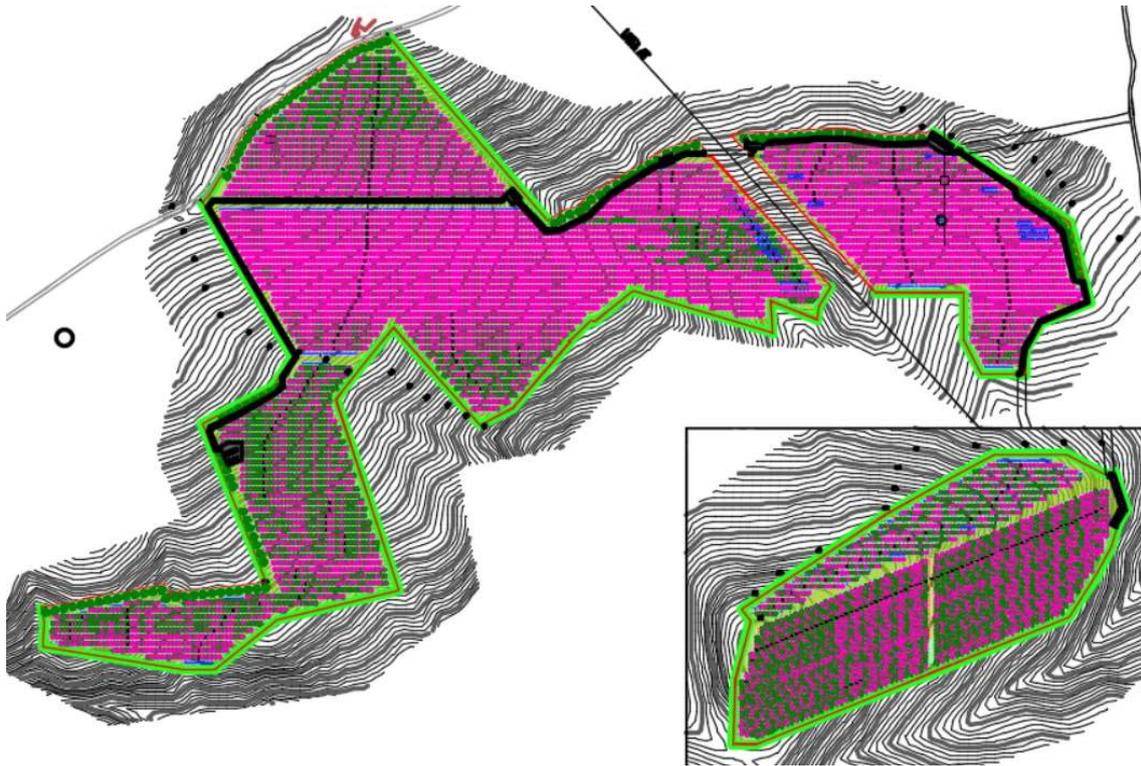
Si riportano di seguito le coordinate WGS84 del rettangolo in cui è iscritto l'impianto.



3 – Ortofoto e areale di intervento



4 – Ortofoto e areale di intervento



5- Layout di progetto



6- particolare fascia di mitigazione e interfila layout di progetto

4. Inquadramento climatico

Nel territorio molisano, il rilevamento delle variabili meteorologiche è garantito da una rete di stazioni di misura gestite dai seguenti enti e istituzioni:

- Regione Molise, alla quale il DPCM del 24-07-2002 ha trasferito le competenze in precedenza appartenenti agli uffici compartimentali del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN);
- Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare;
- Ufficio Centrale di Ecologia Agraria (UCEA);
- Ente Regionale per lo Sviluppo Agricolo del Molise (ERSAM);
- Consorzio Regionale Molisano di Difesa (CO.RE.DI.MO.);
- Ente per le Risorse Idriche del Molise (ERIM);
- Università degli Studi del Molise.

La maggior parte delle stazioni è di tipo automatico, con tempi di acquisizione delle misure variabili a seconda dell'ente gestore: in genere è almeno garantito il rilevamento orario. I parametri con maggiore copertura territoriale sono le precipitazioni e la temperatura dell'aria.

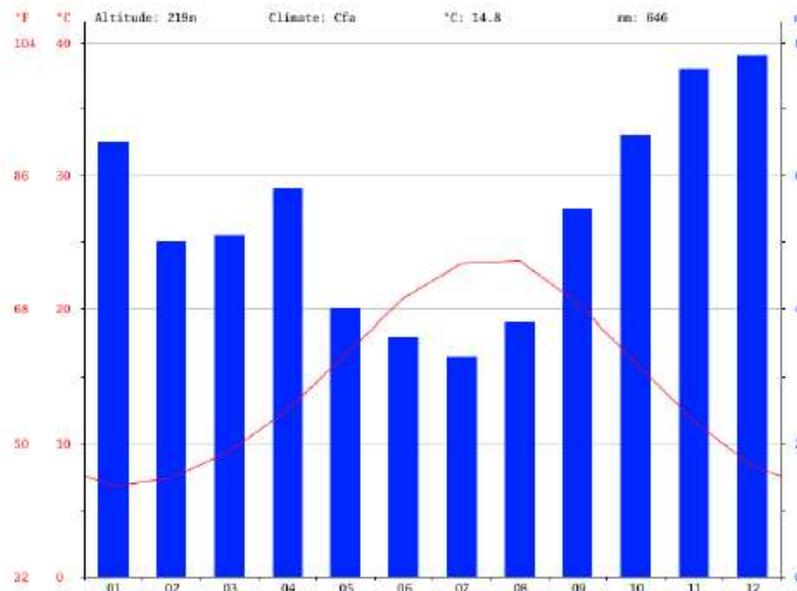
L'analisi climatica considera la distribuzione spaziale e temporale delle precipitazioni e delle temperature cui è stata aggiunta, per maggiore completezza, un'analisi della distribuzione territoriale dell'aridità in base al criterio proposto da Gaussen (1955) che definisce arido un mese in cui la quantità media delle precipitazioni, espressa in millimetri, è inferiore al doppio della temperatura media dell'aria, espressa in gradi Celsius.

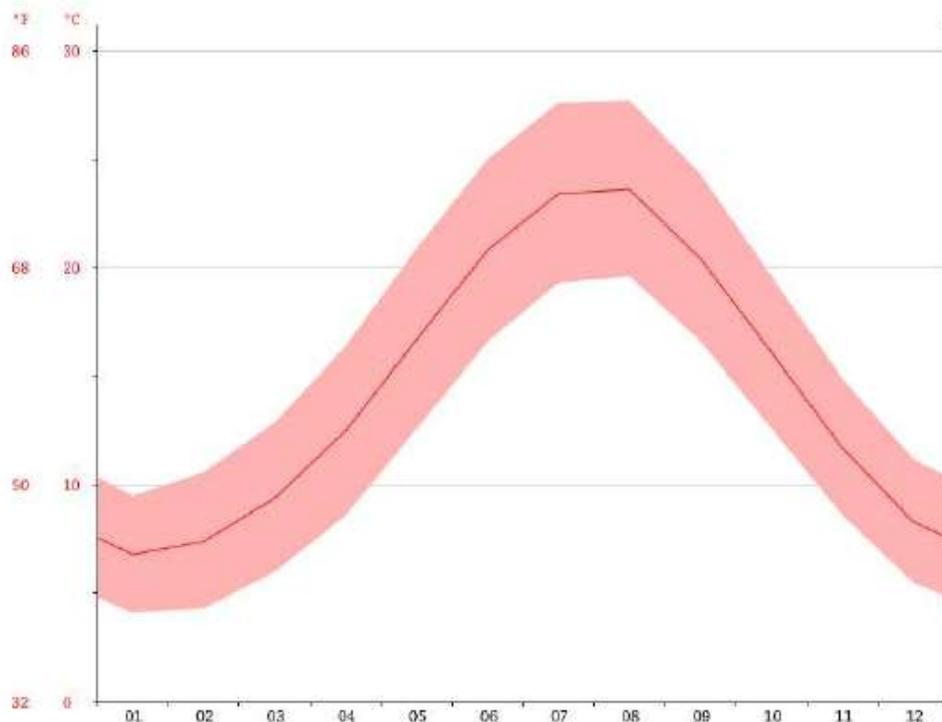
Le caratteristiche climatiche del territorio in esame sono alquanto variabili e sono determinate oltre che da fattori generali, come latitudine e distanza dal mare, anche da aspetti locali e regionali, legati alla particolare geomorfologia del territorio.

Il Molise nonostante sia una piccola regione in termini di superficie, sperimenta diversi gradi di clima. La zona occidentale del territorio è montuosa ed il clima sopra gli 800 m s.l.m. è di tipo temperato. Si parla dunque del tipico clima montano, con estati in genere tiepide e sopportabili e inverni rigidi e nevosi. Nella zona orientale della regione il clima è mediterraneo con estati calde-temperate ed inverni freschi, che possono risultare spesso rigidi per le irruzioni di correnti gelide provenienti dai quadranti orientali o nord-orientali. La fascia costiera, molto piccola, è bagnata dal Mar Adriatico. È una delle poche zone pianeggianti della regione. L'intera costa è occupata dai delta dei fiumi nascenti sul Matese. L'intera parte montuosa regionale appartiene all'Appennino meridionale. Le più importanti catene montuose sono i Monti della Meta a confine con Lazio e Abruzzo, il Matese (Appennino Sannita) a confine con la Campania, ed i Monti Marsicani a confine con l'Abruzzo. Il mese più secco è Agosto con 40 mm. Novembre è il mese con maggiore piovosità, avendo una media di 92 mm. Nel

Il mese di Agosto, il mese più caldo dell'anno, la temperatura media è di 22.4 °C. Con una temperatura media di 3.4 °C, Gennaio è il mese con la più bassa temperatura di tutto l'anno. Il clima della zona è classificato come clima temperato sublitoraneo che risente dell'effetto mitigatore del vicino mar adriatico. Le precipitazioni si concentrano nel semestre freddo. Tipica situazione che favorisce precipitazioni abbondanti è lo stato da correnti orientali e nord orientali. Le estati sono calde e secche ma mitigate da una buona ventilazione. Le precipitazioni nevose non sono così infrequenti durante gli episodi più freddi di avvezione di aria continentale da nordest. La temperatura media di 14.8 °C. La media annuale di piovosità è di 646 mm.

	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Media Temperatura (°C)	6.8	7.4	9.4	12.5	16.7	20.8	23.4	23.6	20.4	16.1	11.7	8.3
Temperatura minima (°C)	4.1	4.3	6	8.6	12.6	16.6	19.3	19.6	16.6	12.6	8.6	5.5
Temperatura massima (°C)	9.5	10.6	12.9	16.4	20.9	25	27.6	27.7	24.3	19.6	14.9	11.2
Precipitazioni (mm)	65	50	51	58	40	36	33	38	55	66	76	78



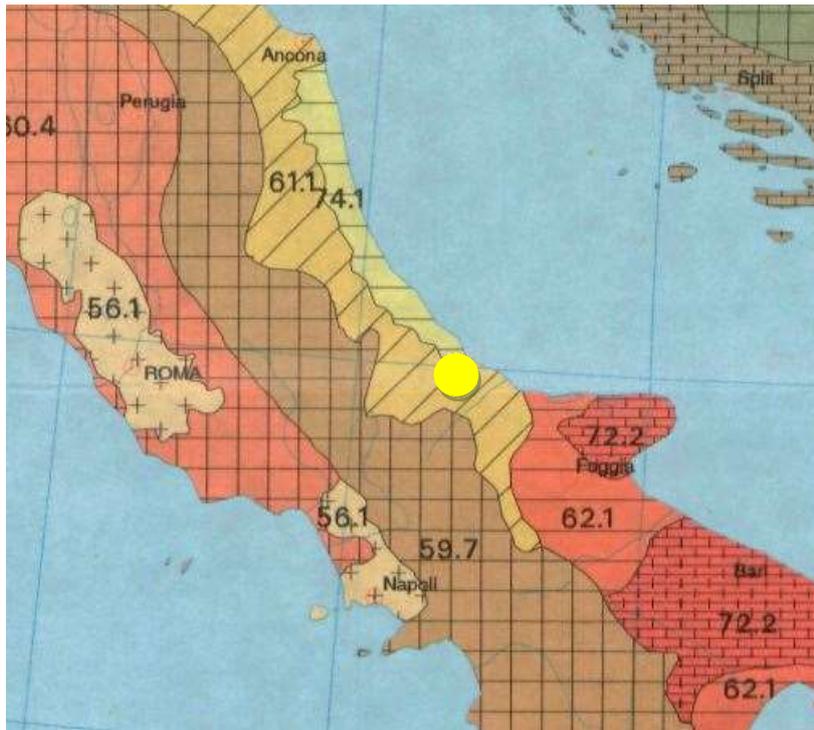


7- Precipitazione totale annua – 2016 (fonte www.climate-data.org)

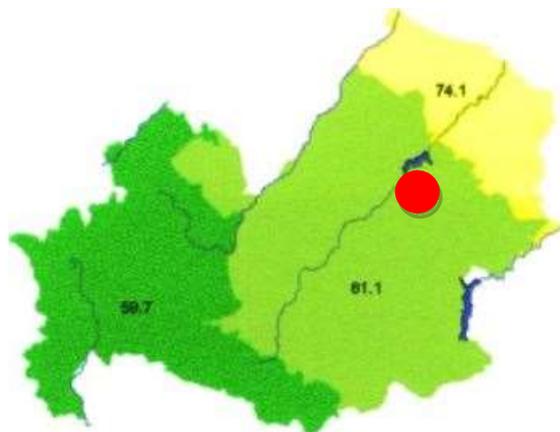
5. Inquadramento pedologico del sito

Nel Molise è possibile individuare tre principali regioni pedologiche: la regione montana dell'Appennino Centro Meridionale, la regione dell'alta e media collina, la regione costiera e della bassa collina che degrada verso il mare Adriatico. A livello europeo esse coincidono, secondo il Manuale delle procedure vers. 1.0 dell'European Soil Boureau, rispettivamente con le seguenti Soil Regions:

- 59.7 (Cambisols-Leptosols Region, with Luvisols of the Appennino of Italy)
- 61.1 (Cambisol-Regosol Region, with Luvisols an Vertisols of East of Italy)
- 74.1 (Regosol-Cambisol Region of the Coast of the Adriatic Sea in the Central Italy).



8- estratto carta pedologica europea in relazione all'area di progetto



9- aree 61.1 e zona di progetto

Nel territorio molisano, e in particolare nelle aree oggetto di intervento, i suoli si contraddistinguono per essere poco profondi, a tessitura fine con profilo A – Cr. Appartengono al sottogruppo dei Typic Ustorthent (secondo la classificazione Soil Taxonomy). Suoli leggermente più profondi (sottogruppo dei Vertic Haplustepts) si rinvencono, solitamente, nelle sommità subpianeggianti e sommità convesse di natura tettonica. Considerata la variabilità e l'estensione notevole di tali zone (circa 94.000 ettari), le relazioni tra suoli e paesaggi sono mutevoli e differenti. Ad esempio, in presenza di

rilievi calcarei o di versanti molto acclivi o con ripiani su materiali litoidi dominano i sottogruppi litici (Lithic Haplustoll e Lithic Ustorhent). Su versanti complessi ed aree colluviali si rinvencono sottogruppi vertici (Vertic Haplustept, Vertic Calciustept e Vertic Ustorhent). La regione pedologica costiera, invece, in cui le formazioni argillose e sabbioso-conglomeratiche si alternano ai terrazzi fluviali delle valli dei fiumi Biferno e Trigno, è caratterizzata da un uso agricolo intensivo e una diffusa attività extragricola (settore industriale ed artigianale). Anche in questa regione pedologica sono presenti numerosi fenomeni di erosione e di dissesto come quelli che si possono riscontrare nel territorio dei comuni di Montenero di Bisaccia e di Petacciato. Ai fenomeni di erosione naturale si aggiungono problemi legati alle tecniche di lavorazioni di alcuni tipi di suoli. In molte aree, infatti, gli orizzonti profondi sono ricchi di carbonato di calcio (croste di calcare polverulento), che, con lavorazioni non limitate agli orizzonti superficiali del terreno, viene riportato in superficie, provocando un notevole peggioramento generale delle caratteristiche dei suoli. Ulteriore fenomeno di degrado di questi suoli risulta essere la progressiva diminuzione di sostanza organica. Ciò perché proprio nei climi caratterizzati da temperature alte e bassa piovosità si ha una rapida mineralizzazione della sostanza organica e ciò avviene soprattutto in quelle zone caratterizzate da una agricoltura intensiva.

Scheda riepilogativa: Rilievi appenninici e antiappenninici dell'Italia centrale e meridionale su rocce sedimentarie (61.1)

Estensione: 16577 km²

Clima: mediterraneo montano, media annua delle temperature medie: 9,5-14,5°C; media annua delle precipitazioni totali: 800-1000 mm; mesi più piovosi: novembre e gennaio; mesi siccitosi: luglio e agosto; mesi con temperature medie al di sotto dello zero: nessuno.

Pedoclima: regime idrico dei suoli: da xerico a udico; regime termico: mesico, localmente termico.

Geologia principale: flysch arenaceo-marnoso del Terziario.

Morfologia e intervallo di quota prevalenti: versanti e valli incluse, da 150 a 1200 m s.l.m.

Suoli principali: suoli sottili e erosi (Eutric e Calcaric Regosols; Lithic Leptosols); suoli con struttura pedogenetica fino in profondità e profilo poco differenziato (Eutric e Calcaric Cambisols); suoli con accumulo di argilla (Haplic Luvisols).

Capacità d'uso più rappresentative e limitazioni principali: suoli di classe variabile dalla 3a alla 7a, a causa dello scarso spessore, pietrosità, rocciosità, dell'elevata erodibilità e della pendenza, della tessitura eccessivamente argillosa.

Processi degradativi più frequenti: diffusi fenomeni di erosione idrica di massa e superficiale, spesso accentuati da una non corretta gestione agrotecnica (Bazzoffi e Chisci, 1999).



10- carta ecopedologica in relazione alla zona di progetto

6. Land Capability Classification (LCC) e sito di progetto

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. La valutazione si riferisce al complesso di colture praticabili nel territorio in questione e non ad una coltura in particolare. Vengono escluse, inoltre, le valutazioni dei fattori socio-economici. 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.). Nel termine "difficoltà di gestione" vengono comprese tutte quelle pratiche conservative e le sistemazioni necessarie affinché l'uso non determini perdita di fertilità o

degradazione del suolo. 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

11 – 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. I terreni cui si farà riferimento sono assimilabili a suoli con modeste limitazioni e modesti pericoli di erosione in ragione della relativa pendenza, moderatamente profondi, di facile lavorabilità; possono essere necessarie pratiche speciali per la conservazione del suolo e delle potenzialità; ampia scelta delle colture (Classe II, sottoclasse s).

Aumento delle limitazioni e dei rischi ↓ Diminuzione dell'adattamento e della libertà di scelta negli usi	Classi di capacità d'uso	Aumento dell'intensità d'uso del territorio →								
		Pascolo					Coltivazione			
		Ambiente arabato	Forestazione	Limitato	Moderato	Intensivo	Limitato	Moderato	Intensivo	Molto intensivo
I										
II										
III										
IV										
V										
VI										
VII										
VIII										

Le aree campite mostrano gli usi adatti a ciascuna classe

12- Attività silvo-pastorali per classe di capacità d'uso (Brady, 1974 in [Cremaschi e Ridolfi, 1991])

7. Fitoclima

Il clima, definito come “insieme delle condizioni atmosferiche caratterizzate dagli stadi ed evoluzioni del tempo in una determinata area” (W.M.O.,1966), è uno dei fattori ecologici più importanti nel determinare le componenti biotiche degli ecosistemi sia naturali che antropici (compresi quelli agrari) poiché agisce direttamente come fattore discriminante per la vita di piante ed animali, nonché sui processi pedogenetici, sulle caratteristiche chimico-fisiche dei suoli e sulla disponibilità idrica dei terreni. Quale variabile scarsamente influenzabile dall'uomo, il macroclima risulta, nelle indagini a scala territoriale, uno strumento di fondamentale importanza per lo studio e la valutazione degli ecosistemi, per conoscere la vocazione e le potenzialità biologiche. La possibilità di utilizzazione degli studi fitoclimatici e delle carte che da essi si possono derivare sono molteplici e riguardano sia aspetti legati alle conoscenze di base che risvolti direttamente applicativi. Dal punto di vista scientifico, il grande valore e significato di studi a carattere fitoclimatico sta nel fatto che questi rappresentano un documento fondamentale ed indispensabile per la realizzazione di alcuni elaborati geobotanici quali, ad esempio, carte della vegetazione potenziale, carte dei sistemi di paesaggio, carte delle aree di elevata diversità floristico-vegetazionale e di notevole valore paesaggistico. Dal punto di vista strettamente applicativo, l'utilizzo di elaborati fitoclimatici consente di pianificare correttamente numerose ed importanti attività in campo ambientale, poiché permette di applicare su vaste zone i risultati ottenuti sperimentalmente in siti limitati. In altre parole, il trasferimento dei risultati sperimentali può essere effettuato con notevoli probabilità di successo per il semplice motivo che se una sperimentazione è riuscita in un ambito situato all'interno di un'area contraddistinta da un determinato fitoclima, essa potrà essere utilizzata positivamente in tutti gli ambiti con le stesse caratteristiche. Inoltre, lo studio territoriale del fitoclima permette di valutare il ruolo del clima nella distribuzione geografica degli ecosistemi naturali ed antropici, nonché di analizzarne le correlazioni tra componenti abiotiche e biotiche. Dal punto di vista metodologico, al fine di pervenire ad una caratterizzazione delle tipologie climatiche esistenti, sono stati presi in esame i dati forniti dal funzionamento di 26 stazioni termopluviometriche presenti in Molise e nelle aree ad essa strettamente limitrofe. L'elaborazione numerica dei dati è stata effettuata con metodi di analisi multivariata utilizzando il programma di statistica SYN-TAX IV, e come algoritmo la distanza euclidea su dati standardizzati, in accordo con le metodologie precedentemente adottate per la definizione del fitoclima in Campania, nel Lazio, nelle Marche, nell'Umbria e in Italia.

Per conoscere le caratteristiche di ogni gruppo individuato con la classificazione, sono stati calcolati i valori medi di temperatura massima e minima e precipitazione da cui si sono ricavati i diagrammi climatici di Walter & Lieth e di Mitrakos, successivamente qualificati riportando la classificazione secondo Rivas-Martinez, nonché i parametri climatici che guidano la distribuzione della vegetazione.

Regione Mediterranea (subcontinentale adriatica)

1 - Unità fitoclimatica

Stazioni: Gambatesa, Palata, Trivento, Larino, Termoli, Vasto, Serracapriola

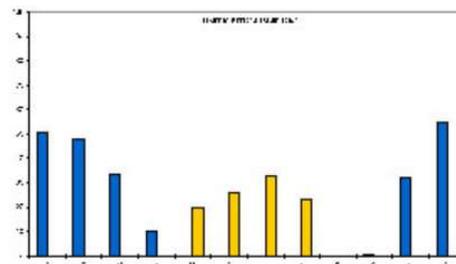
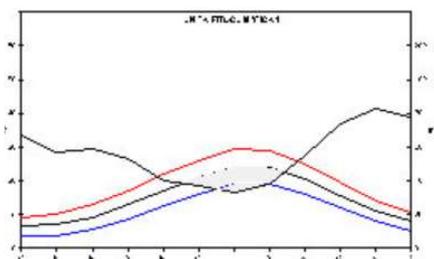
Sistema: pianure alluvionali del Basso e Medio Molise, sistema basale e collinare del Basso Molise

Sottosistemi: alluvioni e terrazzi fluviali del Trigno, alluvioni e terrazzi fluviali del F. Fortore, alluvioni e terrazzi fluviali del F. Sinarca, Biferno e Cigno, terrazzi fluviali del T. Saccione; sottosistema collinare ad argille sabbiose e sabbie argillose intervallate ad argille varicolori ed argilliti; sottosistema collinare dei conglomerati, ghiaie e sabbie di ambiente marino; sottosistema collinare a breccie e breccie calcareo-organogene della formazione della Daunia con lenti di selce.

Altezza: 0-550 m s.l.m.

Precipitazioni annuali di 674 mm con il massimo principale in Novembre ed uno primaverile a Marzo. La sensibile riduzione degli apporti idrici durante i mesi estivi (P est 109 mm), tali da determinare 3 mesi di aridità estiva di significativa intensità (SDS 82, YDS 102), determinano nel complesso un'escursione pluviometrica di modesta entità.

Temperature media annua compresa tra 14 e 16°C (media 14,9°C) inferiore a 10 °C per 4 mesi all'anno e mai inferiore a 0°C. Temperature medie minime del mese più freddo comprese fra 2,7-5,3°C (media 3,7°C). Incidenza dello stress da freddo rilevante se relazionata ad un settore costiero e subcostiero (YCS 102, WCS 82).



Diagrammi climatici di Walter & Lieth e di Mitrakos relativi alla Unità Fitoclimatica 1

Per questo piano bioclimatico sono state considerate specie guida *Quercus ilex*, *Q. pubescens*, *Pistacia lentiscus*, *Smilax aspera*, *Paliurus spina-Christi*, *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*, *Erica arborea*, *Myrtus communis*, *Arbutus unedo*, *Colchichum cupanii*, *Iris psudopumila*, *Tamarix africana*, *Glycyrrhiza glabra*, *Viburnum tinus*, *Rubia peregrina*, *Rosa sempervirens*, *Erica multiflora*, *Clematis flammula*. I syntaxa guida considerati sono: Serie della lecceta (*Orno-Quercetum ilicis*); serie della roverella su calcari marnosi (*Rosa sempervirenti-Quercetum pubescentis*); serie del cerro su conglomerati (*Lonicero xylostei-Quercetum cerridis*); boschi a carpino nero (*Asparago acutifolii-*

Ostryetum carpinifoliae); Boschi ripariali ed igrofilii a Populus alba (Populetalia), a Salix alba (Salicion albae), a Tamarix africana o a Fraxinus angustifolia (frammenti) (Carici-Fraxinetum angustifoliae).

Regione Temperata oceanica

2- Unità Fitoclimatica

Sistema: alte colline del medio Biferno e del Tappino

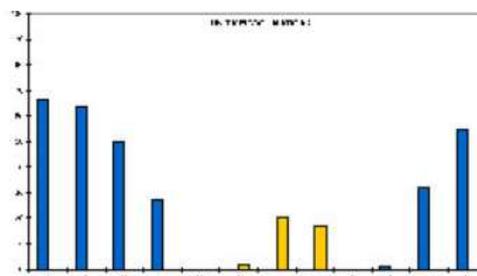
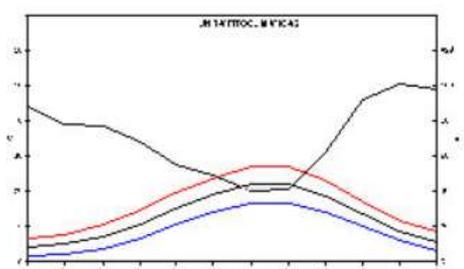
Sottosistemi: sottosistema ad argille ed argille varicolori delle aree collinari ed alto-collinari comprese tra i bacini dei F. Trigno, Biferno e Fortore; sottosistema arenaceo ed arenaceo marnoso delle aree collinari ed alto-collinari interne all'alto e medio bacino del F. Biferno; sottosistema carbonatico a prevalenza di calcareniti e brecce intervallate da calcari marnosi delle alte colline comprese tra i bacini minori dei F. Tappino-Tammara e dei T. Cavaliere-Lorda.

Stazioni: Agnone, Montazzoli, Chiauci, Castelmauro, Campobasso, Campolieto, Palmoli, S. Elia a Pianisi, Roseto Valfortore, Isernia.

Altezza: 300-850 m s.l.m.

Precipitazioni annue di 858 mm con piogge estive abbondanti (131 mm) e presenza di 2 mesi di aridità lievi nella loro intensità (SDS 43) nel periodo estivo.

Temperature medie annue inferiori a 10 °C per 5-6 mesi ma mai al di sotto di 0°C. Temperature medie minime del mese più freddo comprese fra 0.4-2.1 °C. Stress da freddo sensibile (YCS 337, WCS 185).



Diagrammi climatici di Walter & Lieth e di Mitrakos relativi alla Unità Fitoclimatica 2

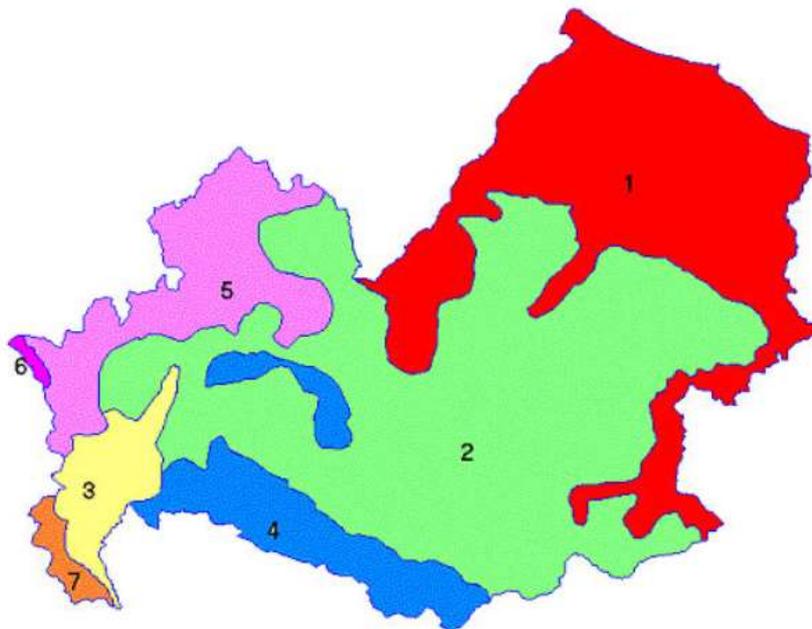
Termotipo Collinare

Ombrotipo Umido / Subumido

Piante guida: Quercus cerris, Q. frainetto, Q. pubescens, Carpinus orientalis, Malus florentina, Cytisus villosus, Cytisus sessilifolius, Geranium asphodeloides, Teucrium siculum, Lathyrus niger, Echinops siculus, Doronicum orientale insieme ad alcune specie termofile al limite dell'areale nel Molise: Cymbalaria pilosa (Pesche), Selaginella denticulata (Monteroduni), Ophrys lacaitae (Monteroduni-Longano).

Specie guida ornamentali o coltivate: Syringa vulgaris, Laurocerasus spp., Trachycarpus fortunei, Acacia dealbata, Capparis spinosa.

Sintaxa guida: Serie dei querceti a cerro e roverella su marne e argille (*Ostryo-carpinion orientale*), a cerro farnetto su sabbie ed arenarie (*Echinopo siculi-Quercetum frainetto sigmetum*) o a prevalenza di cerro su complessi marnoso-arenacei (*Teucro siculi-Quercion cerridis*); serie calicicola del Carpino nero (*Melittio-Ostryetum carpinifoliae sigmetum*); serie calicicola della lecceta (*Orno-Quercetum ilicis*).



REGIONE MEDITERRANEA		
Unità fitoclimatica	1	Termotipo collinare Ombrotipo subumido
REGIONE TEMPERATA		
Unità fitoclimatica	2	Termotipo collinare Ombrotipo subumido
Unità fitoclimatica	3	Termotipo collinare Ombrotipo umido
Unità fitoclimatica	4	Termotipo montano Ombrotipo umido
Unità fitoclimatica	5	Termotipo montano-subalpino Ombrotipo umido
Unità fitoclimatica	6	Termotipo subalpino Ombrotipo umido
Unità fitoclimatica	7	Termotipo collinare Ombrotipo umido

13 – Carta del fitoclima del Molise



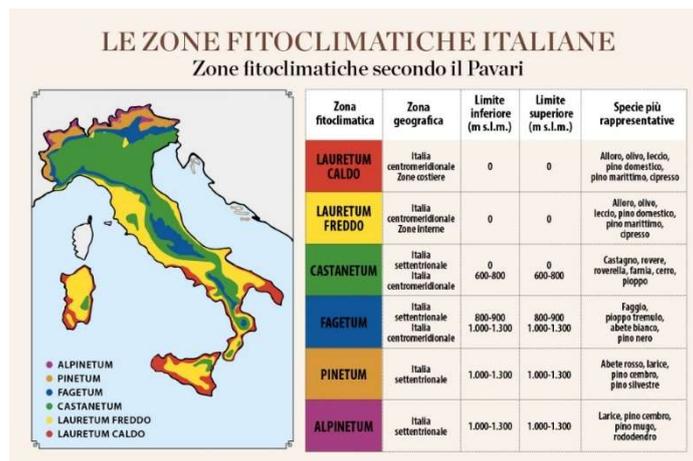
14- Carta fitoclimatica in relazione alle aree di progetto

Le superfici in esame rientrano nell'unità fitoclimatica 1, termotipo collinare, ombrotipo subumido.

8. Fasce bioclimatiche di Pavari

Per il largo uso che di esso ancora si fa specialmente in campo forestale si ritiene opportuno fare cenno alla classifica-zione 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 tra il Lauretum freddo e il Castanetum.

		Parametri climatici	Sottozone		
			Calda	Media	Fredda
 Lauretum	Temperatura media	dell'anno	15-23 °C	14-18 °C	12-17 °C
		del mese più freddo	> 7 °C	> 5 °C	> 3 °C
		dei minimi	> -4 °C	> -7 °C	> -9 °C



15 - Classificazione italiana di Pavari

L'area oggetto di intervento risente di due zone fitoclimatiche, riconducibili al *Lauretum freddo*. Il *Lauretum freddo* si riferisce ad una fascia intermedia, tra il *Lauretum caldo* e le zone montuose appenniniche più interne; ma questa fascia si spinge anche più a nord lungo le coste della penisola (l'intero Tirreno e il mar Ligure a occidente e spingendosi fino alle Marche sull'Adriatico) interessando il territorio dal livello del mare fino ai 700-800 metri di altitudine sull'Appennino; inoltre si riferisce ad alcune ridotte aree influenzate dal clima dei grandi bacini lacustri prealpini (soprattutto il lago di Garda). Dal punto di vista botanico questa zona è fortemente caratterizzata dalla coltivazione dell'olivo ed è l'habitat tipico del leccio.

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°

(PIUSSI P., 1994)

9. Agricoltura in Molise

Secondo i dati dell'ultimo censimento ISTAT dell'agricoltura, nell'area costiera del Basso Molise si contano circa 6.100 aziende agricole. Diversamente da quanto accaduto nella provincia e nella media dei comuni molisani, dove il numero delle aziende si è ridotto, in gran parte dei comuni costieri si è evidenziata una crescita delle unità produttive soprattutto per effetto delle dinamiche positive degli anni novanta (fanno eccezione Petacciato, S. Giacomo e Ururi). Dal 1982 al 2000 la superficie agricola utilizzata e la superficie agricola totale hanno fatto registrare un calo nel complesso dei Comuni dell'area rispetto al quale fanno eccezione solo alcuni Comuni ove si è verificato un piccolo incremento delle superfici (S. Martino, Campomarino, Montenero). La struttura fondiaria non fa rilevare fenomeni di polverizzazione ma nel corso degli anni Novanta in quasi tutti i Comuni del Basso Molise si è assistito ad un calo dell'incidenza della SAU delle aziende con oltre 50 ettari. A proposito della conduzione in irriguo, si deve rilevare che secondo i dati ISTAT delle due ultime rilevazioni censuarie la superficie irrigata in rapporto alla SAU totale è cresciuta significativamente, fenomeno che va valutato attentamente sotto il profilo della conduzione agricola ma anche dell'impatto ambientale. È importante ribadire che il Molise, ma soprattutto la provincia di Campobasso, presenta una morfologia dell'assetto territoriale molto variegata. Si ha un territorio prevalentemente collinare e montuoso nell'interno, mentre nelle costiere prevalgono la pianura e le colline di bassa altitudine. Questo fa sì che ci siano delle differenze rilevanti tra il tipo di coltivazione praticata sulla costa e quella del resto del Molise. Infatti, confrontando l'area del Basso Molise con il resto della provincia, si nota che, essendo situata nella zona litoranea della regione ed avendo percentuali elevate della SAU irrigata, i suoli sono prevalentemente destinati alle coltivazioni legnose e ai seminativi. Per quanto riguarda i seminativi, che ricoprono ben oltre il 60% della SAU comunale, le colture significative per estensione della superficie assorbita sono quelle cerealicole. Se l'aggregato dei seminativi non ha un forte peso rispetto al quadro provinciale (circa il 25%), l'analisi di dettaglio dei gruppi colturali segnala l'importanza del settore ortivo se si considera che nel solo Comune di Campomarino si concentra circa il 30% della superficie ortiva dell'intera provincia. Nel resto della provincia di Campobasso, ma anche in generale nella media dei Comuni molisani, si riscontra una percentuale maggiore di SAU destinata a boschi, prati permanenti e pascoli, che sono colture che non richiedono un'elevata irrigazione adattandosi meglio ai territori collinari e montuosi.

Comuni	Aziende			SAU			SAU irrigata
	1990/ 1981	2001/ 1990	2001/ 1981	1990/ 1981	2001/ 1990	2001/ 1981	2000/ 1991
Campomarino	118	103	121	109	97	105	191
Guglionesi	101	104	105	96	96	92	105
Larino	96	106	102	105	88	93	77
Montenero di B.	112	108	122	105	98	102	79
Petacciato	112	83	93	102	81	82	317
Portocannone	58	135	78	56	95	53	257
San Giacomo degli S.	94	91	85	81	104	85	192
San Martino in P.	93	108	101	101	104	106	126
Termoli	105	116	121	91	97	89	292
Ururi	80	96	77	85	92	78	
Totale Comuni	100	104	105	98	95	93	151

16- Evoluzione delle aziende e delle superfici negli intervalli intercensuari – elaborazione dati Istat

Comuni	Totale aziende	CEREALI						COLTIVAZIONI AVVICENDATE	
		TOTALE		FRUMENTO		ORTIVE		Aziende	Superficie
		Aziende	Superficie	Aziende	Superficie	Aziende	Superficie		
Campomarino	2,6	2,0	2,3	2,1	2,7	9,3	29,6	0,1	0,2
Guglionesi	3,2	3,2	4,7	3,5	5,7	4,4	7,3	0,2	0,2
Larino	2,8	2,9	3,7	3,1	4,1	5,5	18,1	0,7	0,9
Montenero di B.	4,4	4,5	3,8	4,8	4,5	4,6	3,2	0,6	0,3
Petacciato	1,6	1,5	1,3	1,6	1,5	1,5	0,7	0,1	0,1
Portocannone	0,5	0,5	0,4	0,6	0,5	1,4	6,2	0,0	0,0
San Giacomo d. S.	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,5		
San Martino in P.	3,2	3,5	4,5	3,5	5,1	4,1	12,9	0,3	0,5
Termoli	1,8	1,6	1,4	1,7	1,6	3,7	4,8	0,2	0,2
Ururi	1,1	1,2	2,1	1,3	2,3	0,7	1,3	0,0	0,0
Totale Comuni /CB	21,9	21,4	24,6	22,5	28,8	35,8	84,7	2,3	2,4

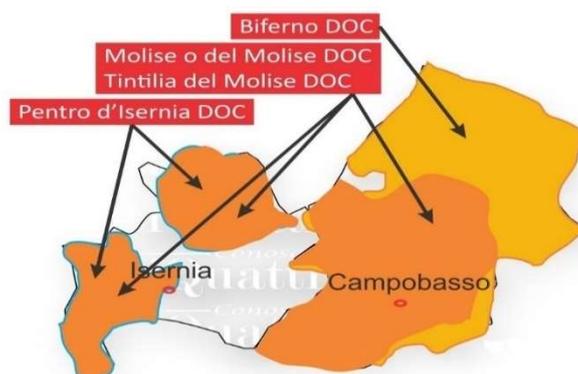
17- Incidenza delle aziende con seminativi e della SAU nei Comuni sul totale provinciale

Comuni	Aziende con cereali	Aziende con frumento	Aziende con ortive	SAU a cereali	SAU a frumento	SAU a ortive	SAU a cereali	SAU a frumento	SAU a ortive
	/ Aziende con seminativi			/ SAU a seminativi			/ SAU totale		
	Campomarino	59,3	55,9	37,2	57,8	54,6	20,4	35,0	33,1
Guglionesi	81,3	79,4	14,6	62,5	60,5	2,7	53,7	52,0	2,3
Larino	81,9	79,1	20,6	66,8	59,3	9,0	51,4	45,6	6,9
Montenero di B.	81,3	78,5	11,1	55,9	52,2	1,3	47,7	44,6	1,1
Petacciato	73,6	68,8	9,7	61,5	56,2	0,9	44,8	40,9	0,7
Portocannone	82,2	79,4	29,0	57,1	54,6	21,7	37,8	36,1	14,3
S. Giacomo d. S.	56,9	55,4	13,1	59,8	58,6	1,7	48,1	47,2	1,4
San Martino in P.	84,7	77,1	13,5	66,2	59,7	5,2	53,4	48,2	4,2
Termoli	70,9	67,8	21,6	62,8	57,9	6,0	51,5	47,5	4,9
Ururi	86,3	82,6	6,6	63,4	54,8	1,1	58,3	50,4	1,0
Totale Comuni	77,4	73,8	17,3	62,0	57,2	5,8	49,1	45,3	4,6
Totale CB	79,2	71,8	10,6	64,4	50,8	1,8	53,1	41,9	1,5

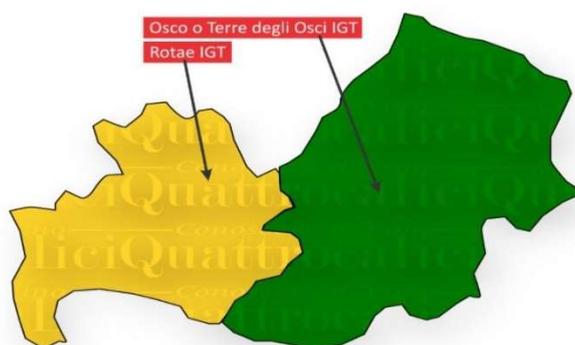
18- Incidenza delle aziende con seminativi e della SAU secondo le coltivazioni praticate per Comune

10. Prodotti a denominazione

Il Molise pur essendo una piccola regione possiede e conserva tradizioni legate all'impiego di prodotti agricoli e agroalimentari di qualità, regolamentati da disciplinari di produzione e marchi di tutela, riconosciuti a livello comunitario. Vini, olio, formaggi ma anche cereali e prodotti derivati rappresentano le eccellenze del territorio, eccellenze raggruppate sotto i marchi DOC, IGT, DOP e IGP. Dalle carni (salamini italiani alla Cacciatora DOP, vitellone Bianco dell'Appennino Centrale IGP), ai formaggi (caciocavallo Silano DOP e mozzarella di Bufala Campana DOP), passando per l'olio (olio Extravergine di Oliva Molise DOP) e i vini (4 DOC e 2 IGT).



19 – Produzioni DOC Molise



20 – Produzioni IGT Molise

Superficie vitata: 5.540 ettari di cui: Montagna: 55% | Collina: 45% | Pianura: 0% |
 Produzione totale Vino: 319.000 ettolitri di cui: Vini DOP 13% | Vini IGP 17,6%.
 Produzione dei Vini Rossi e Rosati: 74% | Vini Bianchi 26%.
 Denominazioni vinicole presenti nel Molise: Vini DOCG: 0 | Vini DOC: 4 | Vini IGT: 2

10.1 Molise DOC

L'area geografica vocata alla produzione del Vino DOC Molise è situata nell'omonima regione in territori collinari e montani che si alternano a profonde vallate adeguatamente ventilate, luminose e favorevoli all'espletamento di tutte le funzioni vegeto-produttive delle vigne. La denominazione di origine controllata "Molise (o del Molise)" è riservata ai vini che rispondono alle condizioni e ai requisiti prescritti dal disciplinare di produzione per le seguenti tipologie:

- a. Rosso, anche Riserva, Novello, Spumante di qualità
- b. Rosato, anche Spumante di qualità
- c. Bianco Spumante di qualità
- d. Chardonnay, anche Spumante, Frizzante
- e. Falanghina, anche Passito, Spumante di qualità
- f. Trebbiano
- g. Sauvignon
- h. Fiano, anche Frizzante, Spumante di qualità
- i. Greco bianco
- j. Malvasia, anche Frizzante, Spumante di qualità
- k. Moscato Bianco, anche Spumante di qualità, Passito, Frizzante
- l. Pinot Bianco, anche Frizzante, Spumante di qualità
- m. Pinot Grigio, anche Frizzante, Spumante di qualità
- n. Pinot nero
- o. Cabernet Sauvignon
- p. Merlot, anche Frizzante, Novello
- q. Sangiovese
- r. Aglianico, anche Riserva

La zona di produzione dei vini a Denominazione di Origine Controllata "Molise" o "del Molise" comprende molti comuni della Provincia di Campobasso tra cui San Martino in Pensilis. Le condizioni ambientali e di coltura dei vigneti destinati alla produzione dei vini di cui sopra devono essere quelle normali della zona e comunque atte a conferire alle uve e ai vini le specifiche caratteristiche di qualità. Sono considerati idonei ai fini dell'iscrizione allo schedario viticolo, unicamente i vigneti compresi nella fascia collinare e pedocollinare, con buona sistemazione idraulica ed agraria. I sestri di impianto, le forme di allevamento ed i sistemi di potatura dovranno essere quelli generalmente usati o comunque atti a non modificare le caratteristiche delle uve e dei vini. La Regione Molise, con proprio decreto, su proposta del Consorzio di tutela, sentite le organizzazioni di categoria interessate, ogni anno prima della vendemmia può, in relazione all'andamento climatico ed alle altre condizioni di coltivazione, stabilire un limite massimo di produzione inferiore a quello fissato, dandone immediata comunicazione all'organismo di controllo.

Nelle fasi di vinificazione sono ammesse soltanto le pratiche enologiche leali e costanti della zona atte a conferire ai vini le loro peculiari caratteristiche di qualità. Le pratiche enologiche di vinificazione del Vino DOC Molise prevedono, tra l'altro, che la resa massima dell'uva in vino DOC Molise non dovrà essere superiore al 70% e al 50% per le tipologie di Vino Passito; nel caso tali parametri venissero

superati entro il limite del 5%, l'eccedenza non potrà avere diritto alla DOC. Oltre detti limiti decade il diritto alla DOC per tutto il prodotto. Le uve destinate alla produzione del Vino DOC Molise Passito devono essere sottoposte ad appassimento naturale. Il vino DOC Molise Riserva deve essere sottoposto ad invecchiamento per almeno 24 mesi, di cui almeno 6 in botti di legno.

10.2 Biferno DOC

La Biferno DOC è una denominazione di origine del Molise. La DOC Biferno è stata una delle prime aree vinicole a ricevere il riconoscimento DOC, insieme alla vicino DOC Pentro di Isernia. La denominazione prende il nome dal più grande fiume della regione. La zona di produzione del vino comprende l'area costiera e un piccolo entroterra intorno alla provincia di Campobasso. Il clima è fortemente influenzato dalla presenza delle vicine montagne, per cui il disciplinare impone le altitudini massime alle quali collocare i vigneti, che sono di 600 metri per le uve a bacca bianca e 500 metri per quelle a bacca nera. Il vitigno a bacca bianca più importante il Trebbiano Toscano (65-70%), seguito dal Bombino bianco (25-30%) e dalla Malvasia (5-10%). I vini rossi e i rosati sono invece basati sul vitigno Montepulciano (70-80%), seguito dall'Aglianico (10-20%). Il tenore alcolico minimo dei vini espresso come alcol potenziale deve essere de 13%. Sebbene i vini della DOC Biferno assomiglino a quelli della DOC Pentro di Isernia, sono però caratterizzati da minore acidità e maggiore struttura, dal momento che i vigneti sono qui collocati alle altitudini medie inferiori, con maggiore influenza del calore del sole e delle brezze marine.

La denominazione di origine controllata "Biferno" è riservata ai vini "Biferno" rosso, rosato, bianco, rosso riserva e rosso superiore, che rispondono alle condizioni ed ai requisiti stabiliti nel disciplinare di produzione. I vini a denominazione di origine controllata "Biferno" rosso, rosato, rosso riserva e rosso superiore, debbono essere ottenuti dalle uve provenienti dai vigneti aventi, in ambito aziendale, la seguente composizione varietale:

Montepulciano: minimo 70% – massimo 80%;

Aglianico: minimo 10% – massimo 20%.

Possono inoltre concorrere alla produzione di detti vini le uve provenienti dai vitigni a bacca nera, non aromatici, per una percentuale massima del 20%, idonei alla coltivazione nella Regione Molise, iscritti nel Registro Nazionale delle varietà di vite per uve da vino approvato con D.M. 7 maggio 2004 e successivi aggiornamenti, riportati nell'allegato 1 del disciplinare.

I vini a denominazione di origine controllata "Biferno" bianco devono essere ottenuti dalle uve provenienti dai vigneti aventi, in ambito aziendale, la seguente composizione varietale:

Trebbiano Toscano: 70% – 80%.

Possono concorrere alla produzione di detto vino, altri vitigni a bacca bianca, per una percentuale tra il 20 e 30%, idonei alla coltivazione per la Regione Molise, iscritti nel Registro Nazionale delle varietà

di vite per uve da vino approvato con D.M. 7 maggio 2004 e successivi aggiornamenti, riportati nell'allegato 1 del disciplinare.

10.3 Pentro d'Isernia DOC

La denominazione Pentro di Isernia DOC si trova in Molise. La DOC Pentro d'Isernia è stata una delle prime aree ad aver ottenuto il riconoscimento come DOC, assieme alla vicina DOC Biferno, nel 1983. La zona produttiva si trova sulle colline della provincia di Isernia, nel nord del Sannio e nella zona di Agnone vicino al fiume Sangro. Le tipologie della Pentro di Isernia DOC sono il bianco, il rosso (anche riserva) e il rosato. Il bianco viene prodotto a partire da uve del vitigno Trebbiano Toscano (60-70%) con l'aggiunta di Bombino Bianco (30-40%). I rossi e il rosato combinano il vitigno Montepulciano (60-70%) con il Sangiovese (45-55%). Anche l'autoctono Tintilia viene incluso nella composizione del anche nei rossi Pentro d'Isernia DOC (max 25%), conferendo ai vini un carattere deciso e la caratteristica intensità olfattiva.

La Denominazione di Origine Controllata "Pentro di Isernia" o "Pentro" è riservata ai vini bianco, rosso, rosso riserva e rosato che rispondono alle condizioni e ai requisiti stabiliti nel disciplinare di produzione. I vini a DOC "Pentro" devono essere ottenuti dalle uve provenienti da vigneti aventi, nell'ambito aziendale, la seguente composizione ampelografia:

"Pentro di Isernia" o "Pentro" bianco:

- Falanghina 80%;
- Trebbiano toscano dal 15% al 20%;
- possono altri vitigni a bacca bianca, idonei alla coltivazione per la Regione Molise, fino ad un massimo del 5%.

"Pentro di Isernia" o "Pentro" rosso e rosato:

- Montepulciano: dal 75% al 80%;
- Tintilia: dal 20% al 25%;
- possono altri vitigni a bacca nera, non aromatici, idonei alla coltivazione per la Regione Molise, fino ad un massimo del 5%.

Le condizioni ambientali e di coltura dei vigneti destinati alla produzione dei vini a denominazione di origine controllata devono essere quelle tradizionali della zona di produzione e, comunque, atte a conferire alle uve e ai vini derivati le specifiche caratteristiche. Sono pertanto da considerarsi idonei unicamente i vigneti collinari ubicati su terreni con buona esposizione e di altitudine non superiore a 600 metri s.l.m. I sesti d'impianto, le forme di allevamento ed i sistemi di potatura, debbono essere quelli generalmente usati, con esclusione dei sistemi espansi su tetto orizzontale, e comunque atti a non modificare le caratteristiche delle uve e dei vini.

10.4 Tintilia Molise DOC

La DOC Tintilia del Molise è una delle più recenti denominazioni del Molise, approvata alla fine del 2011. Le tipologie di vino incluse in questa denominazione sono rossi varietali basati sul vitigno Tintilia, autoctono a bacca nera del Molise. Dopo la Valle d'Aosta, il Molise è la regione più piccola d'Italia e anche dal punto di vista vitivinicolo la produzione è assai limitata: per questo anche il numero delle denominazioni DOC presenti in regione è limitato a quattro. La DOC Tintilia del Molise nasce nel 2011, nello sforzo di dare vita al maggior numero possibile di denominazioni prima del passaggio di consegne all'Unione Europea dell'autorità per il riconoscimento DOP e IGP. Il Tintilia è un vitigno a bacca nera dalle origini tanto antiche quanto incerte ed era fino all'epoca moderna la varietà più diffusa in Molise. A causa delle sue basse rese, la coltivazione del Tintilia fu in gran parte abbandonata dopo la seconda guerra mondiale. Solo negli anni '90 grazie ad alcuni produttori più lungimiranti e all'introduzione della DOC regionale "Molise" nel 1998, il Tintilia ha iniziato a ricevere la dovuta attenzione, ma, nonostante ciò, i vini di questa tipologia sono ancora relativamente rari. I vini da Tintilia sono caratterizzati dal colore rosso rubino intenso, sono strutturati, con tannini evidenti. Il loro contenuto alcolico è elevato, e al naso sono fruttati e speziati, con riconoscimenti di prugne, amarene, liquirizia e pepe nero.

I vini a Denominazione di Origine Controllata "Tintilia del Molise" devono essere ottenuti da uve provenienti da vigneti costituiti, nell'ambito aziendale, per almeno il 95% dal vitigno Tintilia. Possono concorrere alla produzione di detti vini anche le uve di altri vitigni non aromatici idonei alla coltivazione nelle province di Campobasso ed Isernia, presenti nei vigneti in ambito aziendale, da soli o congiuntamente, fino a un massimo del 5%. Le condizioni ambientali e di coltura dei vigneti destinati alla produzione dei vini a Denominazione di Origine Controllata "Tintilia del Molise", devono essere quelle tradizionali della zona di produzione e, comunque, atte a conferire alle uve e ai vini derivati le loro specifiche caratteristiche di qualità. Sono pertanto da ritenersi idonei ai fini dell'iscrizione allo Schedario Viticolo unicamente i vigneti che insistono su terreni collinari e situati ad una altitudine non inferiore ai 200 metri s.l.m. I gesti d'impianto, le forme di allevamento ed i sistemi di potatura, debbono essere quelli generalmente usati o comunque atti a non modificare le caratteristiche delle uve e dei vini.

10.5 Osco o Terre degli Osci IGT

I vini a indicazione geografica tipica "Osco" o "terre degli Osci" bianchi, rossi, e rosati devono essere ottenuti da uve provenienti da vigneti composti, nell'ambito aziendale, da uno o più vitigni idonei alla coltivazione per la Regione Molise. L'indicazione geografica tipica "Osco" o "terre degli Osci" con la specificazione di uno dei vitigni idonei alla coltivazione per la Regione Molise è riservata ai vini ottenuti da uve provenienti da vigneti composti, nell'ambito aziendale, per almeno l'85% dai corrispondenti

vitigni. Possono concorrere, da sole o congiuntamente, alla produzione dei mosti e vini sopra indicati, le uve dei vitigni a bacca di colore analogo, non aromatici, idonei alla coltivazione per la Regione Molise fino ad un massimo del 15% ed iscritti nel Registro Nazionale delle varietà di vite per uve da vino approvato con D.M. 7 maggio 2004 e successivi aggiornamenti, riportati nell'allegato 1 del disciplinare.

10.6 Rotae IGT

I vini a indicazione geografica tipica "Rotae" bianchi, rossi, e rosati devono essere ottenuti da uve provenienti da vigneti composti, nell'ambito aziendale, da uno o più vitigni idonei alla coltivazione per la Regione Molise. La indicazione geografica tipica "Rotae" con la specificazione di uno dei vitigni idonei alla coltivazione per la Regione Molise è riservata ai vini ottenuti da uve provenienti da vigneti composti, nell'ambito aziendale, per almeno l'85% dai corrispondenti vitigni. Possono concorrere, da sole o congiuntamente, alla produzione dei mosti e vini sopra indicati, le uve dei vitigni a bacca di colore analogo, non aromatici, idonei alla coltivazione per la Regione Molise fino ad un massimo del 15% ed iscritti nel Registro Nazionale delle varietà di vite per uve da vino approvato con D.M. 7 maggio 2004 e successivi aggiornamenti, riportati nell'allegato 1 del disciplinare di produzione. La indicazione geografica tipica "Rotae" accompagnata o meno dalle specificazioni previste dal presente disciplinare di produzione, è riservata ai mosti e ai vini che rispondono alle condizioni ed ai requisiti in seguito indicati. L'indicazione geografica tipica "Rotae" è riservata ai seguenti vini: bianchi, anche nelle tipologie frizzante e passito; rossi, anche nelle tipologie frizzante e novello; rosati, anche nella tipologia frizzante. I vini a indicazione geografica tipica "Rotae" possono essere prodotti anche nelle tipologie novello e frizzante limitatamente ai vitigni a bacca rossa. I vini a indicazione geografica tipica "Rotae" bianchi, rossi, e rosati devono essere ottenuti da uve provenienti da vigneti composti, nell'ambito aziendale, da uno o più vitigni idonei alla coltivazione per la Regione Molise. L'indicazione geografica tipica "Rotae" con la specificazione di uno dei vitigni idonei alla coltivazione per la Regione Molise è riservata ai vini ottenuti da uve provenienti da vigneti composti, nell'ambito aziendale, per almeno l'85% dai corrispondenti vitigni. Possono concorrere, da sole o congiuntamente, alla produzione dei mosti e vini sopra indicati, le uve dei vitigni a bacca di colore analogo, non aromatici, idonei alla coltivazione per la Regione Molise fino ad un massimo del 15% ed iscritti nel Registro Nazionale delle varietà di vite per uve da vino approvato con D.M. 7 maggio 2004 e successivi aggiornamenti, riportati nell'allegato 1 del presente disciplinare. La zona di produzione delle uve per l'ottenimento dei mosti e dei vini atti ad essere designati con la indicazione geografica tipica "Rotae" comprende l'intero territorio amministrativo della provincia di Isernia.

10.7 Molise Olio D.O.P.

L'olio extravergine di oliva Molise DOP è ottenuto dalle varietà di olive Aurina, Gentile di Larino, Oliva Nera di Colletorto e Leccino, ed è necessario almeno l'80% degli oliveti, miscelati o singolarmente Le varietà locali, come Paesana Bianca Possono essere presenti anche Sperone di Gallo, Olivastro e Rosciola, che non possono superare il 20%. Le olive devono essere raccolte direttamente dall'albero, a mano o meccanicamente, a partire dalla prima maturazione del frutto (le olive cadute a terra prima della raccolta non vengono utilizzate). Le olive sono trasportate subito al frantoio in modo tale da preservare la qualità del frutto. Qui saranno conservate in luogo fresco e asciutto, in contenitori rigidi, areati e accatastabili, fino alla molitura, che avverrà entro due giorni dalla raccolta. Il processo di gramolatura durerà un massimo di 50 minuti e sarà effettuato utilizzando acqua a temperatura controllata non superiore a 25 ° C. La zona di produzione dell'olio extravergine di oliva Molise Olio DOP comprende quasi tutto il territorio della regione Molise. La produzione di olio d'oliva in questa zona ha origini antichissime. L'alta qualità dell'olio d'oliva è citata in molti testi risalenti al periodo romano. In Pro Cluentio, Cicerone loda l'operosità degli abitanti di Larino e la fertilità della loro terra; nella sua raccolta di poesie satiriche, Le satire, Orazio ne suggerisce l'uso nella preparazione di due salse di qualità in quel momento; Plinio il Vecchio ha descritto l'introduzione degli ulivi nella zona di Licinio e la qualità dell'olio da essi prodotto. E non ci sono solo testimonianze scritte della vasta produzione di olio in Molise in quel periodo: quasi tutte le ville romane scoperte nel corso dei secoli hanno cantine contenenti grandi orci d'olio. Alla varietà Aurina si sono affiancate, nei secoli, le varietà Gentile di Larino, Rosciola e Oliva Nera di Colletorto. L'olio extravergine di oliva è altamente deperibile e deve essere conservato correttamente per mantenere le sue caratteristiche organolettiche. Va quindi conservato in un luogo fresco e buio ad una temperatura compresa tra i 14 e i 18 ° C, lontano da fonti di calore e altri alimenti che rilasciano odori. Va consumato entro quattro-sei mesi dalla pressatura per apprezzarne appieno le qualità. L'olio extravergine di oliva Molise Olive Oil DOP è indicato per primi piatti e come condimento per minestre a base di legumi. Il prodotto è immesso in commercio nella tipologia Olio Extravergine di Oliva Molise DOP. Viene venduto in recipienti di vetro da non più di 5 litri con in etichetta indicato l'anno di produzione. L'olio extravergine di oliva Molise Olive DOP è caratterizzato da un'acidità massima di 0,5 g per 100 g di olio, un risultato del panel test maggiore o uguale a 6,5 e un livello di polifenoli di almeno 100 ppm.

10.8 Caciocavallo Silano DOP

L'area di produzione è rappresentata dalle regioni Campania, Molise, Puglia, Calabria e Basilicata. 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.

10.9 Mozzarella di bufala campana DOP

L'area di produzione comprende diverse regioni (Campania, Lazio, Puglia e Molise). Per quanto riguarda il Molise si fa riferimento alla provincia di Isernia e, in particolare, nel Comune di Venafro. Deve essere prodotta esclusivamente con latte di bufala intero fresco. La lavorazione prevede l'utilizzo di latte crudo, eventualmente termizzato o pastorizzato, proveniente da bufale allevate nella zona di produzione e ottenuta nel rispetto di apposite prescrizioni relative all'allevamento e al processo tecnologico, in quanto rispondenti degli standard produttivi. Gli allevamenti bufalini dai quali deriva il latte devono essere strutturati secondo gli usi locali con animali originari della zona di produzione, di razza mediterranea italiana. I capi bufalini allevati in stabulazione semilibera in limitati paddok, all'aperto con ricorso al pascolamento, devono risultare iscritti ad apposita anagrafe già prevista per legge. Il latte deve:

- possedere titolo in grasso minimo del 7,2%;
- possedere titolo proteico minimo del 4,2%;
- essere consegnato al caseificio, opportunamente filtrato con mezzi tradizionali e trasformato in Mozzarella di Bufala Campana entro la 60a ora dalla prima mungitura.

Il prodotto confezionato deve essere mantenuto, fino al consumo finale, nel suo liquido di governo, acidulo, eventualmente salato. Il prodotto può essere affumicato solo con procedimenti naturali e tradizionali: in tal caso la denominazione di origine deve essere seguita dalla dicitura "affumicata";

La forma oltre che tondeggianti prevede le forme tipiche della zona di produzione, quali bocconcini, trecce, perline, ciliegine, nodini, ovolini. Il peso è variabile da 10 g a 800 g, in relazione alla forma. Per la forma a trecce, è consentito il peso fino a 3 kg.

10.10 Vitellone Bianco dell'Appennino Centrale IGP

L'area di produzione è caratterizzata dai territori delle province di: Bologna, Ravenna, Forlì, Rimini, Pesaro, Ancona, Macerata, Ascoli Piceno, Teramo, Pescara, Chieti, L'Aquila, Campobasso, Isernia, Benevento, Avellino, Frosinone, Rieti, Viterbo, Terni, Perugia, Grosseto, Siena, Arezzo, Firenze, Prato,

Livorno, Pisa. La carne di Vitellone Bianco dell'Appennino Centrale è prodotta da bovini, maschi e femmine, di pura razza Chianina, Marchigiana e Romagnola, di età compresa tra i 12 e i 24 mesi. Dalla nascita allo svezzamento, è consentito l'uso dei seguenti sistemi di allevamento: pascolo, stabulazione libera, stabulazione fissa. Nelle fasi successive allo svezzamento e fino alla macellazione, il pascolo è vietato in quanto incide negativamente sulle caratteristiche qualitative delle carni: pertanto i soggetti devono essere allevati esclusivamente a stabulazione libera o a posta fissa. I vitelli devono essere allattati naturalmente dalle madri fino al momento dello svezzamento. Successivamente la base alimentare è rappresentata da foraggi freschi e/o conservati provenienti da prati naturali, artificiali e coltivazioni erbacee tipiche della zona geografica indicata; in aggiunta, è permesso l'uso di mangimi concentrati semplici o composti e l'aggiunta con integratori minerali e vitaminici. La razione deve comunque essere calcolata in modo da assicurare livelli nutritivi alti o medio alti e una quota proteica compresa tra il 13% e il 18% in funzione dello stadio di sviluppo dell'animale. Nei quattro mesi che precedono la macellazione è vietato alimentare il bestiame con foraggi insilati e sottoprodotti dell'industria. La macellazione deve avvenire in mattatoi idonei, situati all'interno della zona di produzione; al fine di evitare l'instaurarsi di fenomeni di stress nell'animale, particolare cura va prestata al trasporto e alla sosta prima della macellazione evitando l'utilizzo di mezzi cruenti per il carico e lo scarico degli automezzi e la promiscuità, sia nel viaggio che nella sosta, di animali provenienti da allevamenti diversi. Nel rispetto delle normative vigenti, la refrigerazione delle carcasse deve essere effettuata in modo tale da evitare il fenomeno della contrattura da freddo. Al fine di migliorare la tenerezza delle carni, è consentito l'uso dell'elettrostimolazione sulle carcasse. La carne deve essere immessa al consumo provvista di particolare contrassegno a garanzia dell'origine e dell'identificazione del prodotto. Il marchio deve essere apposto con caratteri chiari e indelebili, nettamente distinti da ogni altra scritta ed essere seguito dalla menzione Indicazione Geografica Protetta e/o I.G.P. La marchiatura deve essere effettuata al mattatoio da un esperto incaricato dall'organismo di controllo. La carne confezionata porzionata, fresca o surgelata, è posta in vendita solo in confezioni sigillate. Il confezionamento può avvenire solo in laboratori abilitati e sotto il controllo dell'organo preposto che consente la stampigliatura del marchio della Indicazione Geografica Protetta sulle singole confezioni. È comunque vietata l'aggiunta di qualsiasi qualificazione non espressamente prevista.

10.11 Salamini Italiani alla Cacciatora DOP

L'area di produzione è legata all'intero territorio delle seguenti regioni: Friuli-Venezia Giulia, Veneto, Lombardia, Piemonte, Emilia-Romagna, Umbria, Toscana, Marche, Abruzzo, Lazio e Molise. Sono venduti sfusi, confezionati sotto-vuoto o in atmosfera modificata. Si conservano in luoghi freschi e asciutti, per lunghi periodi in frigorifero. La forma è cilindrica. Si producono con carni magre,

tratte dalla muscolatura striata delle carcasse di suino, grasso suino duro, sale e pepe a pezzi o macinato, aglio. Talvolta, addizionati con vino, zucchero (destrosio, fruttosio, lattosio) latte (magro o in polvere) o caseinati, con avviamento alla fermentazione, nitrato di sodio e potassio, acido ascorbico e sale sodico. Il preparato, così ottenuto è insaccato in budelli naturali o artificiali con diametro superiore a 75 millimetri, eventualmente legati con filza e di lunghezza superiore a 350 millimetri.

11. Analisi dello stato di fatto

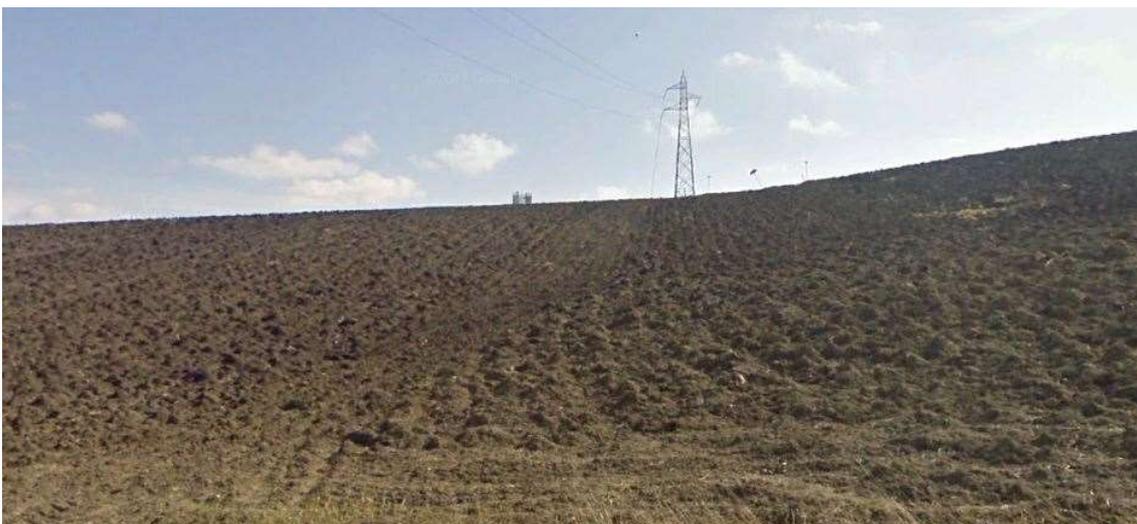
Le superfici a seminativo caratterizzano il paesaggio delle aree in oggetto nella totalità. Facendo riferimento all'area che sarà interessata dall'intervento, le specie arboree e arbustive risultano assenti. Lo strato erbaceo naturale e spontaneo si caratterizza per la presenza di graminaceae (residui di coltivazione cerealicola) alternate a macchie sparse di malerbe compositae, cruciferae ecc.. La copertura di un tempo è totalmente scomparsa e visivamente il paesaggio agrario rappresenta ciò che è: un'area a seminativo. I terreni in esame, dal punto di vista della carta dell'uso del suolo rientrano tra i "seminativi in aree non irrigue" (cod. 211). La maggior parte delle aree interessate alla realizzazione del cavidotto di collegamento con la sottostazione rientrano nella stessa categoria d'uso delle aree dove verrà realizzato l'impianto agrovoltaiico, eccezion fatta per un tratto pari a circa 400 m che, invece, rientra nella categoria " sistemi colturali e particellari complessi" (cod. 242).

Su questi terreni si sono verificati, e si verificano anche oggi, degli avvicendamenti fitosociologici e sinfitosociologici, e conseguentemente, delle successioni vegetazionali che sulla base del livello di evoluzione, strettamente correlato al tempo di abbandono, al livello di disturbo antropico (come incendi, disboscamenti e ripristino della coltivazione, ecc..) oggi sono ricoperti da associazioni vegetazionali identificabili, nel loro complesso, come campi incolti, praterie nude, cespugliate e arbustate, gariga, ecc.. Nel complesso, quindi, l'area oggetto di intervento è interessata da campi coltivati da colture cerealicole estensive. 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), 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 previsti per la realizzazione del parco fotovoltaico saranno finalizzati, quindi, alla minimizzazione delle interferenze ambientali e paesaggistiche delle opere in progetto. Il progetto non comporta alcuna perdita di habitat né minaccia l'integrità del sito, non si registra alcuna compromissione significativa della flora esistente e nessuna frammentazione della continuità esistente.



21 – report fotografico stato di fatto areale di intervento



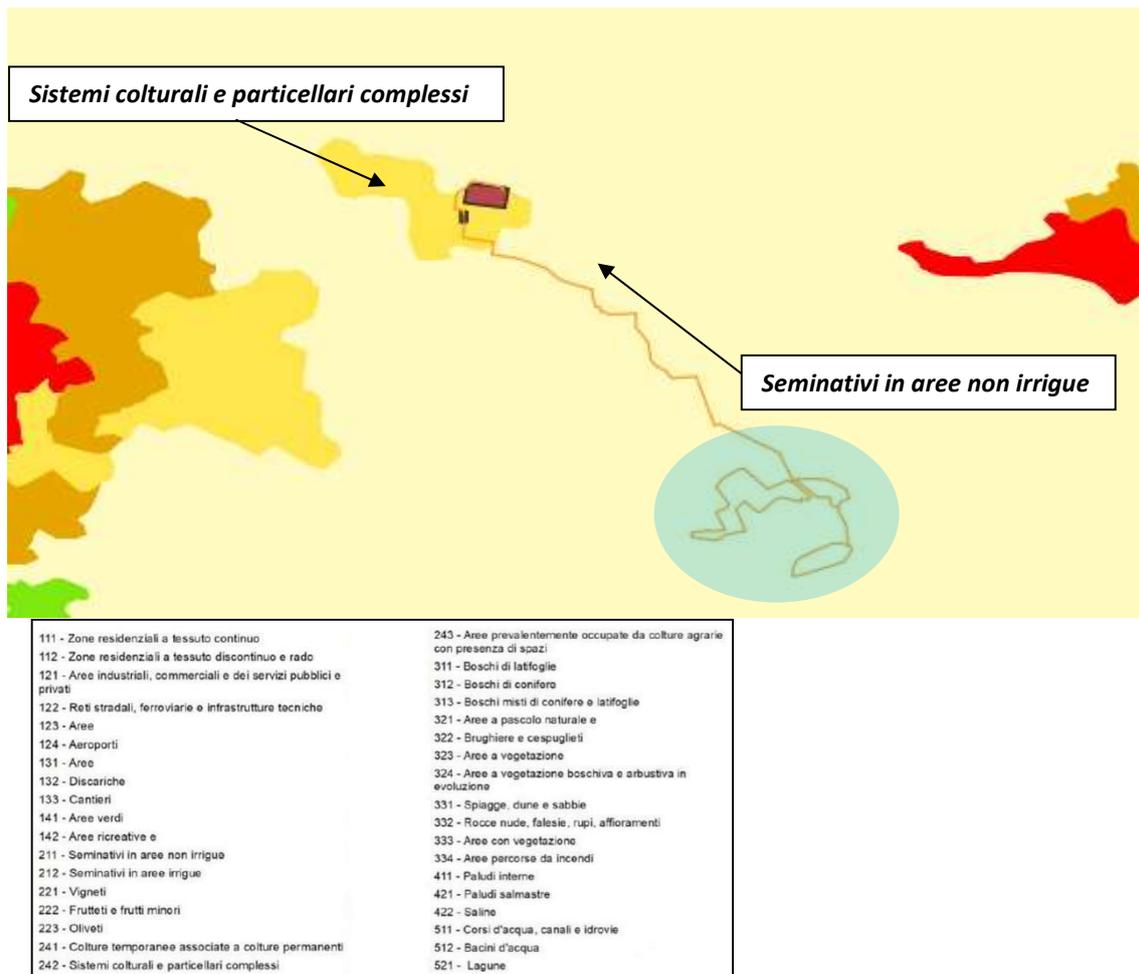
22 – report fotografico stato di fatto areale di intervento



23 – report fotografico stato di fatto areale di intervento



24 – report fotografico stato di fatto areale di intervento



25 – Carta dell'uso del suolo in relazione al layout di progetto

12. Carta della salinizzazione

La salinizzazione è un processo di degrado dei suoli ampiamente studiato dalla comunità scientifica internazionale per le importanti implicazioni riconosciute oramai non solo in campo agronomico ma a livello ambientale tout court (Monteleone, 2006). La salinizzazione si realizza e acuisce in particolar modo nelle regioni a clima arido e semi-arido con manifestazioni e intensità diversamente apprezzabili: rappresenta una causa di degrado delle terre che conduce a processi localizzati di desertificazione. Sebbene diversi sali, (particolarmente cloruri e solfati di sodio e di magnesio), siano presenti, in proporzioni relativamente elevate, in molti degli strati inferiori del terreno, l'eccessivo accumulo di sali nello strato di suolo occupato dalle radici si traduce in una parziale o, più raramente, completa perdita di produttività da parte delle colture in quanto la concentrazione di sali ostacola il normale assorbimento di acqua e di elementi nutritivi e determina una alterazione delle caratteristiche del suolo stesso. I sali che si accumulano nel suolo provengono tutti da processi di alterazione delle rocce (determinati da fattori diversi quali quelli litologici, geomorfologici, climatici, idrologici ed

antropici) nei quali l'acqua gioca comunque un ruolo fondamentale o da processi legati all'accumulo dei sali marini nelle aree adiacenti al mare.



26 - Sintesi dei fenomeni di degrado delle terre

Per quanto riguarda i processi alla base della salinizzazione si possono distinguere diversi "cicli", spesso tra loro interdipendenti: i cosiddetti cicli marini, continentali, artesiani, antropici. Il fenomeno della salinizzazione si articola secondo due problematiche differenti. Si distingue, infatti, un processo naturale (salinizzazione primaria), dovuto al substrato pedogenetico su cui il suolo evolve (litotipi salini), da una salinità indotta (salinizzazione secondaria), causata in genere da irrigazione con acque salmastre, ma anche da altri usi non irrigui e quindi comunque da una azione antropica. Come detto nei processi di origine antropica i diversi "cicli" spesso interagiscono tra loro aggravandone l'effetto. Una delle principali concause nei processi di salinizzazione è senz'altro l'eccessivo utilizzo delle risorse idriche. Tra gli usi agricoli che generalmente determinano i maggiori consumi idrici vi sono le colture orto-frutticole, oltre a vigneti, oliveti e seminativi nelle aree in cui viene praticata la coltura in irriguo. Tra gli usi non agricoli abbiamo senza dubbio gli emungimenti per consumi urbani (particolarmente impattanti sono quelli legati allo sviluppo turistico perché spesso localizzati nella zona costiera) ed industriali che fra l'altro hanno l'effetto di limitare le acque disponibili per l'agricoltura a quelle di minore qualità (spesso appunto perché saline o inquinate). Altri fattori spesso citati sono il sovrappascolamento e la deforestazione che determinano una azione di più lungo periodo, con conseguente alterazione dei cicli idrologici e della fertilità dei suoli. L'effetto della salinizzazione risulta acuito quando vengono interessati suoli particolarmente sensibili quali quelli privi di carbonati e

con tessitura argillosa. L'impatto negativo è maggiore quando agli alti consumi idro-potabili si accompagnano fonti di approvvigionamento quali l'emungimento da falda in prossimità delle coste, con conseguente intrusione del cono salino e salinizzazione dei pozzi. Oltre alle fonti contano anche le tecniche irrigue che possono risultare più o meno predisponenti rispetto al fenomeno della salinizzazione secondaria. Pur non essendo ad oggi disponibile una cartografia dei suoli salini in Italia, Dazzi (2005) riporta i risultati di una indagine conoscitiva che indica le zone di maggior concentrazione degli stessi: bassa pianura padana, lunghi tratti del litorale tirrenico (pianure costiere pisano-livornese e grossetana, alcune aree in Lazio e Campania) e adriatico, fascia costiera della Puglia, Basilicata e Sardegna, ampi tratti della Sicilia. Anche L'Atlante Nazionale del Rischio di Desertificazione riporta, come risultato del sistema di degradazione delle terre da salinizzazione (indice d'impatto: acquiferi potenzialmente salini), una cartografia che mette in evidenza ampie aree a rischio nella costa tirrenica (Toscana, Lazio, Campania), lungo le coste pugliesi, della Basilicata e Calabria Jonica, della Sicilia meridionale e della Sardegna. Nell'Italia meridionale tale fenomeno è in progressivo aumento, oltre che nelle aree già ricordate, anche in altre zone litoranee (come, ad esempio, la piana di Sibari e di Metaponto, le coste molisane). In molte delle aree citate, l'intensificazione colturale ha condotto, negli ultimi venti anni, ad utilizzare in modo spesso irrazionale la risorsa idrica locale per far fronte alle esigenze di colture erbacee (barbabietola, mais, girasole, ortaggi) nonché di frutteti specializzati da alto reddito (vigneti, pescheti, agrumeti). Vista la mancanza di dati in grado di rappresentare il fenomeno su scala nazionale, si ricorre generalmente da un approccio che prevede la modellizzazione GIS di una serie di variabili correlate. Costantini et al. (2004) propongono un indicatore proxy in grado di definire le aree potenzialmente saline, ovvero dove un eccessivo emungimento può condurre ad una progressiva salinizzazione dei suoli. Tale indicatore è stato costruito imponendo una fascia territoriale di vulnerabilità entro i sei chilometri dalla linea di costa, caratterizzate al contempo da una quota inferiore a 10 metri sul livello del mare e dalla presenza di litotipi salini. Sulla base di quanto prima esposto sono stati sviluppati due indicatori di rischio che si riferiscono alle diverse dimensioni della salinizzazione primaria e secondaria. Per quanto riguarda la salinizzazione primaria gli elementi considerati nel calcolo dell'indice sono:

- i Litotipi Salini, informazione ricavabile dalla già citata carta Geologica d'Italia a scala 1:500.000.
- Le pianure costiere, identificabili in termini di distanza dalla linea di costa e quota sul livello del mare, a partire da un modello digitale del terreno.

È stato quindi derivato un indice di rischio legato ai fenomeni di salinizzazione secondaria, che tiene conto delle seguenti variabili:

- Aree più vulnerabili ai processi di salinizzazione, identificabili a partire dal Corine Land Cover selezionando gli usi del suolo che richiedono maggiori emungimenti.

– Suoli particolarmente sensibili all'utilizzo di acque saline, informazione anche qui derivabile dalla Carta Geologica d'Italia.

In sintesi, per quanto riguarda il sistema di degrado legato alla salinizzazione, gli indicatori inizialmente individuati (oggetto, tuttavia, di ulteriore selezione in ragione della copertura territoriale o della effettiva disponibilità dell'informazione di base) sono i seguenti:

Indicatore	Unità di misura	Serie storica unica (1990 e 2000)
Aree a rischio di salinizzazione primaria	% su sup. comunale	X
Aree a rischio di salinizzazione secondaria	Punteggio	X
Aziende agricole con prelievo da falda	%	X
Aziende agricole con sistemi irrigui ad elevato impatto agro-ambientale	%	X
Indice di Shannon sulle fonti irrigue	Punteggio	X
Indice di Shannon sui sistemi irrigui	Punteggio	X

27- Indicatori per lo studio dei fenomeni di degrado delle terre per salinizzazione

Regione	area (ha)	area a rischio (ha)	% aree a rischio
Piemonte	2.539.760	17.725	1%
Valle d'Aosta	325.840	0	0%
Lombardia	2.386.400	1.299	0%
Trentino-Alto Adige	1.360.710	0	0%
Veneto	1.842.230	150.815	8%
Friuli-Venezia Giulia	785.941	59.884	8%
Liguria	540.938	24.186	4%
Emilia-Romagna	2.212.070	124.962	6%
Toscana	2.298.920	163.101	7%
Umbria	846.477	0	0%
Marche	972.674	71.370	7%
Lazio	1.722.520	149.889	9%
Abruzzo	1.082.87	38.159	4%
Molise	445.934	12.361	3%
Campania	1.366.590	96.379	7%
Puglia	1.953.590	326.892	17%
Basilicata	1.007.090	28.295	3%
Calabria	1.521.890	148.758	10%
Sicilia	2.582.400	361.116	14%
Sardegna	2.407.340	241.693	10%
Italia	30.202.184	2.016.884	7%

28- Aree a rischio di salinizzazione primaria (percentuale sulla superficie regionale)

13. Coltivazione tartufigola: il quadro generale

La ricerca dei tartufi è un'attività che evoca giornate immerse nella natura e nell'incanto dei boschi, richiama alla memoria attimi di tranquillità da gustare intensamente e momenti di gioia dati dal ritrovamento dei preziosi frutti della ricerca. In Molise la raccolta dei tartufi coinvolge un numero sempre crescente di persone, gran parte delle quali alterna il proprio lavoro a quello di tartufaio, che diventa spesso un'attività complementare. L'aumento dell'interesse e della relativa domanda di mercato si è tradotto in un incremento della raccolta all'interno delle tartufigole naturali, e in qualche caso, nella realizzazione di impianti artificiali, in cui il tartufo è coltivato con successo in pieno campo. Ciò grazie alla naturale vocazione tartufigola della regione, che, per le sue condizioni climatiche e pedologiche, si presenta come un'area predisposta in particolar modo alla produzione del tartufo estivo o scorzone (*Tuber aestivum Vitt.*), del tartufo bianco pregiato (*Tuber magnatum Pico*), del bianchetto (*Tuber albidum Pico*) e del tartufo nero pregiato (*Tuber melanosporum Vitt.*). Purtroppo, la ricerca del "re degli alimenti" ha assunto spesso un carattere di raccolta indiscriminata e scriteriata, a volte di razzia, che nel corso degli ultimi venti anni ha messo a repentaglio il patrimonio tartufigolo regionale. Le cause principali di questo iniziale depauperamento sono individuabili nell'aumento vertiginoso del numero dei cavaatori e nella diffusione di pratiche poco ortodosse, quale, ad esempio, la ricerca e la raccolta mediante zappettatura. Altri fattori, non meno importanti dei primi, sono rappresentati dalla contrazione nell'estensione dei boschi, dal loro degrado (taglio della vegetazione dei corsi d'acqua, incendi boschivi, ecc...) e dal massiccio uso di fertilizzanti e concimi chimici, che hanno ridotto le aree idonee alla crescita di questo fungo sotterraneo. In un mercato, quale quello italiano, che attualmente concentra la propria attenzione sulle produzioni tipiche, appare improcrastinabile decidere per un intervento mirato alla risoluzione dei suddetti problemi, da cui procedere per una decisiva valorizzazione del tartufo, che, nel pur vasto panorama delle produzioni tipiche regionali, si pone come un elemento capace di stimolare efficacemente lo sviluppo delle aree rurali. In tale contesto, si deve tenere sempre presente che la tutela e la promozione del tartufo, bene naturale ed economico, non può prescindere da tre linee d'azione:

- osservanza della vigente normativa nazionale e regionale;
- esatta individuazione delle quantità prelevate e prelevabili in ciascuna area regionale;
- conoscenza della biologia e degli ecosistemi in cui i tartufi vivono.

Sul piano normativo, la Regione Molise ha emanato nel 2005 la nuova disciplina sulla raccolta, coltivazione e commercializzazione dei tartufi che stabilisce le modalità di raccolta, le autorizzazioni necessarie, le specie prelevabili nonché le azioni per la tutela e la valorizzazione del patrimonio tartufigolo pubblico, oltre alla lavorazione e alla vendita dei tartufi conservati. Relativamente alla seconda linea d'azione, va precisato che le attenzioni rivolte alle specie tartufigole regionali sono

ampiamente giustificate dalle ottime potenzialità di sviluppo del mercato locale. La sempre maggiore ricerca, da parte dei consumatori, di prodotti genuini e pregiati si scontra, tuttavia, con l'impossibilità di gestire un mercato vasto ma attualmente diffuso per la gran parte nell'ombra. La mancanza di dati relativi alle quantità cavate in regione e alle quantità prelevabili nei diversi ambienti in cui le specie tartufigole crescono costituisce una grave lacuna che va al più presto colmata al fine di far emergere le sacche di semiclandestinità esistenti. A tale scopo si potrebbe seguire l'esempio di altre regioni italiane (si pensi alle Regioni Piemonte, Umbria, Marche, Toscana), che hanno tutelato il proprio prodotto attraverso l'introduzione di un marchio di qualità. Ultima ma non meno importante linea d'azione è rappresentata dall'individuazione di quegli elementi ecologici ritenuti essenziali per conservare o ricreare le condizioni ideali per la crescita dei tartufi. L'analisi ecologica degli ambienti presenti in regione e delle diverse potenzialità di questi relativamente alla produzione tartufigena è per molti aspetti ancora limitata e scarsi sono i contributi in merito. A tal proposito vale la pena ricordare uno studio dell'Università degli Studi del Molise teso all'individuazione delle aree maggiormente vocate alla produzione dello scorzone per mezzo delle conoscenze derivanti dall'ecologia vegetale. Le connessioni che intercorrono fra gli aspetti ambientali e quelli socio-economici di un territorio possono consentire realmente di arrivare ad una gestione sostenibile delle aree tartufigene, attraverso una regolamentazione della raccolta basata sull'ecologia di questi funghi.



29 - Tartuficoltura in Molise

14. Il tartufo e lo sviluppo delle risorse locali

Nel panorama europeo, l'Italia occupa una posizione di rilievo. Il tartufo bianco è raccolto nella nostra penisola ed in parte dell'Istria; il tartufo nero presenta un'areale di diffusione più vasto che comprende diverse nazioni europee, ma le più importanti per produzione sono l'Italia, la Francia e la Spagna. La produzione italiana, a detta di molti esperti, si concentra principalmente in due zone della penisola: la prima, situata nell'Italia centro-settentrionale, comprende le Marche, la Toscana, l'Umbria e la Romagna ed ha il centro di produzione e di mercato ad Acqualagna, cittadina prevalentemente agricola posta al centro di un'areale dove sono presenti tutti i tipi di tartufo; la seconda zona, situata nella parte settentrionale del paese, è individuata nel Piemonte meridionale ed in alcune zone della Lombardia ed ha il proprio centro di mercato e di raccolta ad Alba. Il centro e il nord concentrano dunque tutto il commercio del tartufo prodotto in Italia. Parlare della commercializzazione del tartufo nel nostro paese è cosa particolarmente difficile, sia perché la legislazione vigente in materia è assolutamente carente, sia perché i dati relativi alla produzione nazionale annuale pare siano sottostimati. Quel che si può dire con certezza è che il mercato si presenta profondamente disorganizzato e caratterizzato dal controllo di pochi grossisti che nel nostro paese, con l'aiuto dei loro numerosi intermediari, condizionano l'andamento del mercato. La condizione di semiclandestinità in cui versa il mercato spinge la gran parte dei tartufai a rivolgersi, per la vendita del proprio raccolto, ai commercianti di zona e solo raramente agli appositi mercati. Le associazioni di tartufai al momento esistenti sono ancora limitate e non hanno potere di rivendicazione presso i commercianti e presso alcune istituzioni. Le conseguenze negative del fatto che in Italia, ed in particolar modo nei posti lontani dalle piazze calde del tartufo, non esista un'efficiente organizzazione associativa sono tutte a carico dei tartufai, il cui ruolo all'interno della filiera produttiva viene notevolmente sminuito. Del problema risentono in particolare quei tartufai che si trovano a vivere lontani dai centri di commercializzazione, dal momento che individualmente presentano sul mercato un'offerta estremamente limitata. Si tratta di una situazione difficile e generalizzata, che coinvolge tutto il mercato della penisola, quindi anche quello della nostra regione, in cui il guadagno dei tartufai, in proporzione al lavoro svolto, ai rischi che questi corrono e alle spese che essi sostengono per il mantenimento dei cani, delle auto e quant'altro, è decisamente limitato se paragonato a quello dei rivenditori. Un'alternativa a tale situazione è rappresentata dalla creazione di associazioni o consorzi di produttori affinché, provvedendo alla raccolta di ingenti quantità di prodotto, possano trattare con i commercianti in modo tale da garantire ai tartufai una posizione contrattuale più conveniente. Come già anticipato in precedenza, sono in progressivo aumento coloro che in regione, "armati" di cane, di un bagaglio più o meno considerevole di esperienza si prodigano nella ricerca del prezioso fungo. Allo stesso tempo è aumentata da parte dei consumatori la richiesta di tartufi e di preparati alimentari a base di questo

fungo. L'elevata domanda non è soddisfatta dalla produzione attuale, che risente da un lato di un problema tipicamente economico, dall'altro di un problema tipicamente ecologico. Sul piano economico, il problema principale del Molise è costituito dalla mancanza di un mercato interno strutturato. In aggiunta a ciò, la mancanza di mercati vicini causa la vendita dei tartufi negli ambiente del nord Italia. Eppure, la capacità produttiva del Molise e di zone limitrofe (Abruzzo in primo luogo, Lazio, Campania ed alcune zone della Puglia, Calabria e Basilicata) è tale che appare ipotizzabile la creazione di un terzo polo del commercio del tartufo nell'Italia centro-meridionale. L'impoverimento ed il ridimensionamento dei boschi costituiscono il problema ecologico da affrontare, poiché vanno ad influire direttamente sulle quantità di tartufo presenti e prelevabili nelle tartufaie naturali. Per farvi fronte occorre disporre di nuove conoscenze sia per tutelare le produzioni provenienti dalla raccolta spontanea, sia per consentire il miglior risultato produttivo alle tartufaie coltivate. La ricerca applicata e la forestazione si pongono quindi come gli altri elementi per lo sviluppo locale della tartuficoltura. Relativamente al campo della ricerca, già nell'introduzione si menzionava l'impegno con cui l'università da tempo cerca di applicare le conoscenze ecologiche alla pianificazione agroforestale del territorio molisano. Dopo una fase preliminare, è in corso di approfondimento uno studio sulle relazioni esistenti tra lo scorzone e la vegetazione naturale di determinate aree molisane che, se esteso a tutto il territorio, potrebbe fornire uno strumento incisivo per l'incremento del patrimonio tartuficolo regionale nel totale rispetto dell'ecologia del tartufo. In merito alla forestazione va detto che essa rappresenta uno strumento formidabile nella tutela delle risorse naturali e nell'incentivazione al settore tartuficolo. La realizzazione di rimboschimenti con specie particolarmente vocate alla produzione tartuficola consente sia di raggiungere i precipui scopi di un impianto artificiale (difesa idrogeologica del territorio, arboricoltura da legno), sia di aumentare le superfici a tartufo. Infatti, è proprio nel settore forestale che il fenomeno micorrizogeno presenta il più grande interesse, portando a notevoli vantaggi soprattutto nei terreni più poveri di elementi minerali: maggiore assorbimento dei sali minerali, maggiore tolleranza alla siccità, maggiore resistenza all'attacco dei patogeni, aumento della stabilizzazione del terreno. L'importanza della forestazione nel settore della tartuficoltura è sottolineata anche nell'attuale Piano Forestale Regionale che dedica attenzione, tra i rimboschimenti produttivi, agli imboschimenti con specie autoctone micorrizzate. Cita testualmente il PFR: "In considerazione dell'importanza che rivestono la castanicoltura e la produzione di tartufi (*Tuber spp.*) sono ammissibili al sostegno della presente misura impianti a duplice attitudine "fruttolegno", con l'utilizzo di varietà pregiate di *Castanea sativa* e di specie autoctone micorrizzate (...)"

15. Coltivazione tartuficola: cenni storici

La fama dei tartufi come alimento prelibato si perde nella notte dei tempi. Le prime tracce del loro consumo potrebbero risalire, secondo alcuni autori, al tempo di Giacobbe (1600 a. C.), sebbene si potrebbe trattare di tartufi diversi da quelli consumati sulle nostre tavole e di qualità inferiore. Nel corso dei secoli, dagli antichi greci e romani fino ai giorni nostri, il tartufo è stato sempre un alimento molto apprezzato, cantato dai poeti ed esaltato dagli scrittori, sovente ricercato per le mense dei ricchi e dei potenti. Secondo le poche testimonianze naturalistiche raccolte nella trattazione scritta da Plinio il vecchio (*Naturalis Historia*), nell'antichità i tartufi erano nettamente distinti dai funghi propriamente detti (epigei). L'erudito uomo politico romano descrive i funghi e i tartufi con notevoli differenze tra loro: "mentre i primi sembrano nascere dalla fermentazione degli umori del terreno o dalla flemma delle radici degli alberi, i tartufi sembra si originino autonomi nel seno della terra...". Tale distinzione rimase valida durante i secoli delle barbarie, nel Medio Evo ed in parte nell'epoca Rinascimentale. Ma già nel Cinquecento, alcuni studiosi naturalisti (Pier Andrea Mattioli –1554 e P.A. Cesalpino – 1583) iniziarono ad arricchire i testi classici con appropriate spiegazioni, in particolar modo su alcune specie tartufigene commestibili rinvenute dagli stessi, che furono annoverate, per la prima volta, tra le specie fungine. Bisogna arrivare al Settecento perché i tartufi ricevano attenzione anche dal punto di vista naturalistico. Il francese Geoffroy Junior, tra i primi ad indagare in questo senso, in un suo studio del 1711 offrì una trattazione abbastanza esauriente del tartufo. Tale tematica venne ripresa pochi anni dopo da Pier Antonio Micheli, il quale riponeva assoluta fede nella facoltà dei funghi di riprodursi per seme. Nel 1787, a Torino comparve un'interessante opera comprendente argomenti micologici dal titolo "Melethemata inauguralia" di Vittorio Pico, nel quale si leggono alcune indicazioni speciografiche importanti come caposalda nomenclatori. Agli inizi del 1800, un giovane scienziato milanese di nome Carlo Vittadini, pubblicò un volume dal titolo "Monographia Tuberacearum", opera pionieristica nel campo micologico che servì da stimolo ed esempio per lo studio di questi funghi. Nella sua opera, Carlo Vittadini, forte di una lunga ed assidua ricerca in campo, espose risultati importanti dal punto di vista generale e descrittivo, relativi soprattutto all'ordinamento tassonomico: da dodici specie fino ad allora conosciute, egli prevedeva quaranta specie suddivise in dodici generi. Purtroppo, l'equipaggiamento ottico di cui disponevano gli scienziati contemporanei a Vittadini era molto imperfetto. Delle nuove migliorie apportate alla strumentazione, poterono avvalersi i due autori inglesi Berkeley e Broome ed i fratelli francesi Tuslane. Già nel 1851 i Tuslane erano in grado di pubblicare un volume dal titolo "Fungi hypogaei...", con la descrizione di ben 124 specie suddivise in 24 generi e una parte generale riguardante la morfologia, l'anatomia e la biologia dei tartufi. Nel '900, un posto preminente nello studio dei funghi ipogei è riservato a Oreste Mattiolo per i suoi lavori di carattere descrittivo, floristico e critico, riguardanti le specie di ogni ordine e famiglia. Un particolare

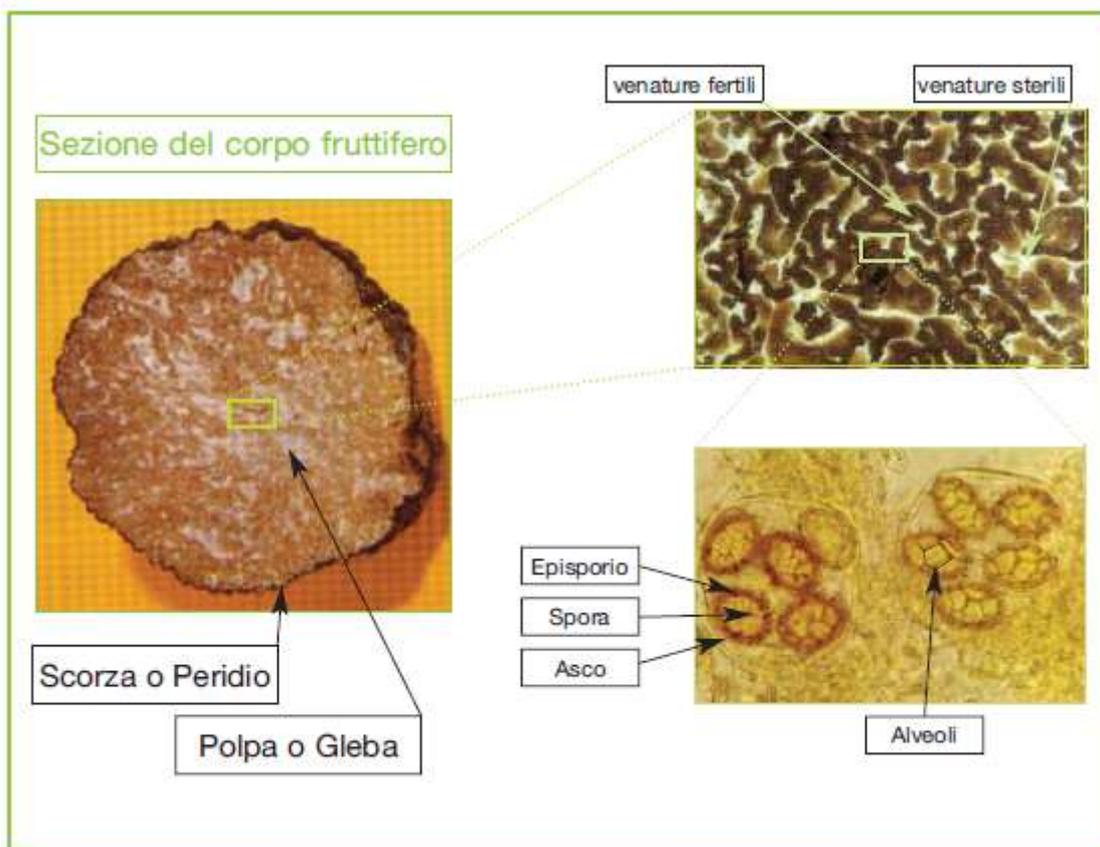
merito di Mattiolo è rappresentato dallo studio delle micorrize e della possibilità di coltivare artificialmente i tartufi commestibili. Tra le monografie sui funghi ipogei, dobbiamo segnalare il lavoro del prof. A. Ceruti dell'Università di Torino, intitolato "Elaphomycetales et Tuberales" (1960), costituito da una raccolta di 48 tavole a colori, con 68 specie fungine.

16. La biologia del tartufo

Col nome **tartufo** si indicano alcuni funghi che nascono e si sviluppano al di sotto della superficie del suolo e, per questo, sono detti funghi ipogei. Altri tipi di funghi, ad esempio i porcini, i galletti, i prataioli, portano il corpo fruttifero al di sopra del suolo e, per questo, vengono detti epigei. In particolare, quello che nel linguaggio comune viene indicato come tartufo, rappresenta il corpo fruttifero (chiamato carpoforo o ascocarpo) dell'intero fungo; il resto del corpo del fungo si presenta come un ammasso di sottili filamenti, il micelio, e ogni singolo filamento del micelio è detto ifa. La lunghezza del micelio può essere considerevole e, addirittura, un singolo fungo può produrre in ventiquattr'ore più di un chilometro di nuovo micelio. Questo si sviluppa nel sottosuolo attorno alle radici delle piante e si intreccia con queste formando le micorrize, che permettono al fungo di assorbire le sostanze nutritive necessarie per il suo sviluppo. Il tartufo si sviluppa normalmente ad una profondità variabile da pochi centimetri a 40-50 cm in prossimità della pianta simbiote (si veda più avanti) ed è deputato alla produzione delle spore, tecnicamente chiamate ascospore, perché contenute in particolari strutture a forma di sacco dette aschi. Queste vengono rilasciate nell'ambiente circostante quando le parti esterne del carpoforo si decompongono o sono rotte da qualche animale scavatore, oppure quando vengono disseminate attraverso le feci degli animali. La porzione esterna del tartufo si chiama peridio, è di colore nero o nocciola chiaro, e si presenta liscia o verrucosa, talvolta coperta di placche. La sua funzione, così come l'epidermide negli animali, è quella di assicurare un'adeguata protezione dagli agenti patogeni (muffe, batteri, ecc...), evitando nel contempo la perdita di acqua della polpa. Il peridio può assumere una consistenza rilevante (come nello scorzone), o può essere sottile e liscio (come nel tartufo bianco pregiato o nel bianchetto).

La porzione interna del tartufo prende il nome di gleba o polpa. La sua funzione è di contenere le spore. Di colore chiaro nei tartufi immaturi, la polpa può assumere a maturità diverse tonalità, a seconda della specie di tartufo, della quantità di sali minerali del suolo e della pianta con cui si trova associato. Ad esempio, nel tartufo bianco pregiato, la polpa assume colore chiaro se questo vive in associazione col salice o col pioppo, è nocciola scuro se si associa alla quercia, è macchiata di rosso vivo se vive in simbiosi col tiglio. La gleba nel tartufo sano e maturo ha una consistenza carnosa e compatta; in essa si possono distinguere ad occhio nudo venature scure (o v. fertili, o, ancora, v. sporofitiche), formate da ife ascogene, e venature chiare (o v. sterili, o v. esterne, o, ancora, v.

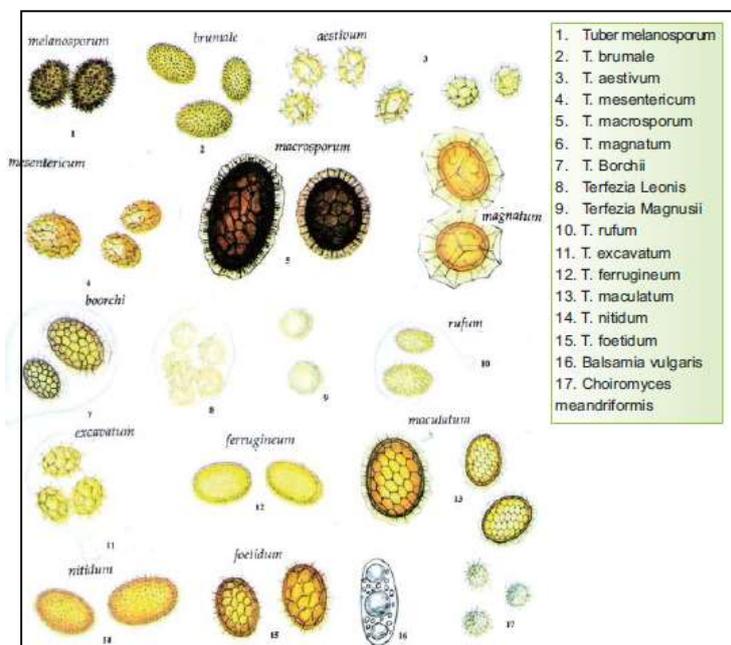
areifere), formate da ife sterili, che percorrono la gleba con vario andamento conferendole un aspetto marmorizzato. Le vene sterili sono comunicanti con l'esterno e sono perciò suscettibili di essere invase da diversi microrganismi del suolo; le vene fertili (ife ascogene) con il tempo si scuriscono e si ingrandiscono in modo tale da costituire, raggiunta la piena maturazione, la parte più rilevante della gleba. A livello microscopico avviene che le ife ascogene producono, sulla sommità, gli aschi, che contengono le ascospore. Queste rappresentano il mezzo di diffusione dei tartufi. Quando, nelle opportune condizioni climatiche e di nutrizione, giunge a maturità, il tartufo emette un aroma penetrante, tipico della specie. L'odore ha il compito di segnalare la presenza del tartufo agli animali micofagi, soprattutto insetti, topi, scoiattoli, cinghiali, lumache, lombrichi, ecc., che, mangiandolo, assicurano con i loro escrementi la disseminazione passiva delle ascospore e la colonizzazione del territorio.



30 - Descrizione anatomica del tartufo

Forma, dimensione, anatomia e proprietà organolettiche (profumo, sapore) rappresentano caratteri evidenti (macroscopici) che consentono di distinguere le diverse specie di tartufo. Accade spesso comunque che una corretta distinzione fra le varie specie possa essere fatta solo dopo un'attenta analisi al microscopio di altri caratteri (microscopici, per l'appunto): la forma, il colore e la

dimensione delle spore, le caratteristiche del micelio, la lunghezza, la geometria, la forma ed il colore degli alveoli dell'esosporio (la parete delle ascospore), etc. Si possono citare a mo' di esempio le piccole depressioni tipiche dell'esosporio di *Tuber magnatum* e *Tuber aestivum*, che distinguono questi tartufi da *Tuber melanosporum*, il cui esosporio presenta tipici aculei. La forma dei tartufi è generalmente sferoidale o globosa ma irregolare, con delle protuberanze e delle rientranze che dipendono dalla specie considerata e dal suolo in cui essi si sviluppano. Sebbene apparentemente simili ai tuberi, il tartufo non va assolutamente confuso con questi, in quanto i primi sono fusti modificati delle piante superiori. La dimensione del corpo fruttifero è variabile e dipende dalla specie e dalle condizioni ambientali. Normalmente la grandezza è paragonabile a quella di un uovo, ma può essere minore, come una nocciola, o maggiore come un'arancia; raramente i tartufi raggiungono le dimensioni di un piccolo melone (diametro di 15 cm).



31 – le spore nei diversi tartufi

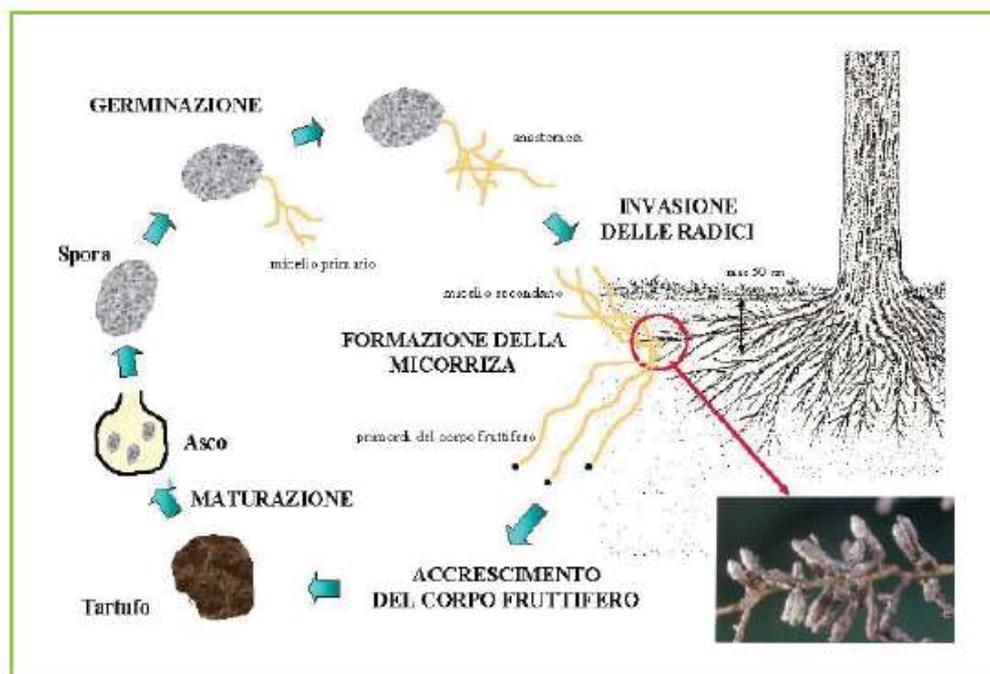
I tartufi, come gli altri funghi e gli animali, sono definiti organismi eterotrofi (dal greco “eteros”, che significa “altro”, e “trofos”, che vuol dire “che mangia”). Si tratta di organismi che si garantiscono la sopravvivenza prelevando le sostanze nutritive già sintetizzate dalle piante. Queste ultime, insieme ad alcuni batteri, vengono chiamate autotrofe (dal greco “autos”, che significa “se stesso”, e “trofos”, “che mangia”), poiché, grazie al processo chiamato di fotosintesi, possono fabbricare gli zuccheri partendo da anidride carbonica ed acqua attraverso l'utilizzo dell'energia solare. In particolare, gli animali si approvvigionano delle sostanze necessarie alla loro vita nutrendosi di altri esseri viventi, i funghi le assorbono direttamente dalle radici delle piante nell'ambito di un rapporto di vantaggio

reciproco definito simbiosi (funghi simbiotici). Nel caso in cui i principi nutritivi vengano prelevati da materiale vegetale in decomposizione come paglia, foglie, tronchi, rami, i funghi vengono detti saprofiti. Il ciclo biologico del tartufo è piuttosto complesso e non ancora del tutto conosciuto, svolgendosi in gran parte al di sotto della superficie del suolo. In generale si può dire che, se il carpoforo non viene raccolto, si decompone o per naturali fenomeni di marcescenza, oppure perché mangiato dagli animali. In entrambi i casi le spore contenute al suo interno vengono liberate nell'ambiente circostante. In primavera, se le condizioni di clima e di terreno sono favorevoli, alcune ascospore riescono a germinare. Quando una spora, liberata dall'asco o disseminata da un animale attraverso le feci, viene a trovarsi nei pressi di una pianta adatta, germina e produce un filamento, l'ifa. Le ife danno vita ad un micelio primario, geneticamente identico all'ifa da cui esso proviene, che, quando si unisce con un altro micelio primario, origina un micelio secondario. Quest'ultimo si accresce rapidamente in direzione della radice fino alla completa fusione delle ife fungine con le radici delle piante. Tale evento porta alla formazione di una struttura detta micorrizza (dal greco "mycos", che significa "fungo", e "rhiza", "radice"), in cui la pianta ospite, o simbiote, cede al fungo gli zuccheri di cui abbisogna per vivere, mentre il micelio offre alla pianta l'opportunità di estendere il proprio apparato di assorbimento. Se è vero che il tartufo senza la pianta non potrebbe crescere e svilupparsi, non bisogna sottovalutare i grossi benefici che la pianta trae dal tartufo. Gli effetti visibili di questo vantaggio sono rappresentati dalla più rapida crescita della pianta e dalla sua maggiore resistenza alla siccità e ai patogeni. La "convivenza" di due organismi in cui entrambi traggono mutuo vantaggio prende il nome di simbiosi. Oltre che nel tartufo (genere *Tuber*), le micorrizze ricorrono anche in molti altri funghi epigei assai noti dei generi *Amanita*, *Boletus*, *Russula*, *Lactarius*. Per formare la micorrizza il fungo avvolge l'apice radicale della radice e si avvolge intorno ad essa formando una sorta di guaina detta micoclona. La superficie esterna della micoclona può essere liscia oppure più frequentemente caratterizzata dalla presenza di spinule aventi diversa forma e dimensione, a seconda della specie tartufigena simbiote. Ad esempio, la micorrizza da cui si origina il tartufo bianco pregiato si presenta con una superficie a "puzzle" molto pronunciata con spinule ialine e corte, mentre quella corrispondente allo scorzone presenta una micoclona a cellule per lo più romboidali e spinule ondulate. Attraverso l'osservazione microscopica degli apparati radicali delle piante è possibile stabilire se una pianta è micorrizzata con una determinata specie tartufigena ovvero se la stessa presenta micorrizze di altre specie fungine. La micorrizzazione può avvenire sin dalle prime fasi della germinazione, allorché una spora viene a contatto con il seme della pianta simbiote. Questa fase di espansione avviene nei mesi primaverili, in corrispondenza dell'aumento della temperatura del suolo e della disponibilità di acqua. Nei mesi estivi, quando le condizioni climatiche diventano avverse per un'eccessiva aridità, si ha una fase di contrazione in cui le micorrizze si ritirano in aggregati chiamati glomeruli, da cui lo sviluppo del micelio riprende nel periodo autunnale, per fermarsi di

nuovo nei mesi invernali, in cui il freddo ne limita l'accrescimento. In questo periodo procede la maturazione dei corpi fruttiferi, che generalmente si protrae fino al mese di Marzo per la gran parte delle specie di tartufi, ad eccezione dello scorzone, che, invece, matura in tav. 4 - Micorriza di *T. albidum* (bianchetto) estate. La formazione del carpoforo avviene solo quando si realizzano una serie di condizioni favorevoli:

- a. la pianta simbionte ha raggiunto la maturità fisiologica;
- b. nel terreno c'è una sufficiente carica di micorrize;
- c. le condizioni ecologiche sono favorevoli.

Le primissime fasi della formazione del carpoforo sono ancora poco note. Si ritiene che inizialmente sia costituito da un ammasso di ife (primordio o abbozzo del carpoforo) che si sviluppano dalle micorrize. Quando pesa 3 milligrammi e ha le dimensioni di 1 millimetro di diametro, presenta già le sue caratteristiche strutturali: il peridio esterno e la gleba, con le vene fertili e le vene sterili. Probabilmente accade in questo stadio che il tartufo si stacca dalla pianta iniziando a vivere di vita autonoma. Man mano che assorbe i nutrienti dal terreno attraverso le ife che partono dal peridio, le vene della gleba si accrescono; quelle sterili si assottigliano sempre più, quelle fertili si ispessiscono e in esse si sviluppano le ascospore. Quando la maturazione delle spore è completa, il tartufo si decompone liberandole nel terreno. Il ciclo ricomincia.



32 – ciclo biologico del tartufo

17. La distribuzione del tartufo nella Regione Molise

In Molise l'areale di crescita e sviluppo del tartufo è decisamente ampio, comprendendo senza ombra di dubbio tutto il territorio regionale. Gli areali tartufigeni partono dalle pinete demaniali della costa e finiscono alle alte quote del Matese e delle Mainarde. Si trova infatti in tutto il territorio regionale, con la sola esclusione dei territori al di sopra dei 1700 m sul livello del mare, il tartufo bianchetto o marzuolo (*Tuber borchii* Vittadini); unendo poi con una linea immaginaria i comuni di Montenero di Bisaccia con Santa Croce di Magliano, ed abbracciando tutto il Molise interno, troviamo in gran quantità, e di primissima qualità, il tartufo d'estate o scorzone (*Tuber aestivum* Vittadini); partendo poi idealmente dalla diga sul Biferno che forma il lago di Guardialfiera, seguendo lo stesso itinerario dello scorzone troviamo il magnifico tartufo bianco pregiato di Alba (*Tuber magnatum* Pico); è poi presente nei territori dell'alta Regione Molise, e più precisamente nei Comuni di S. Pietro Avellana, Pescocolanciano, Castel San Vincenzo, Agnone, Capracotta e zone limitrofe il tartufo nero pregiato (*Tuber melanosporum* Vittadini). Infine, in varie zone si cavano in quantità poco note *Tuber melanosporum* varietà *moschatum*, *Tuber foetidum* Vittadini e forse qualche altra qualità che i nostri raccoglitori non portano sul mercato. Questa distribuzione territoriale differenziata in base alla specie tartufigena evidenzia la stretta interdipendenza esistente fra tartufo e pianta simbiote: le associazioni di bianchetto – pino domestico, tartufo moscato – nocciolo, sono esempi di “preferenza” esistente tra una specie di tartufo e una determinata pianta. In altri termini ogni specie di tartufo predilige un determinato ambiente, nel quale vegeta una determinata pianta e ciò fa sì che si stabiliscano delle relazioni precise che portano una specie di tartufo ad associarsi con un numero limitato di specie vegetali. Le piante presso le quali crescono i tartufi sono sia arbustive che arboree, raramente erbacee; appartengono alle Conifere e alle Angiosperme. Tra le prime vi sono il pino domestico (*Pinus pinea* L.), il pino d'Aleppo (*Pinus halepensis* Mill.) e il pino nero d'Austria (*Pinus nigra* Arnold); tra le seconde il nocciolo (*Corylus avellana* L.), il carpino nero (*Ostrya carpinifolia* Scop.), la carpinella (*Carpinus orientalis* Mill.), il carpino bianco (*Carpinus betulus* L.), il faggio (*Fagus sylvatica* L.), il pioppo bianco (*Populus alba* L.), il pioppo nero (*P. nigra* L.), il pioppo tremolo (*P. tremula* L.), il salice bianco (*Salix alba* L.), il salicone (*S. caprea* L.), il tiglio (*Tilia cordata* L. e *T. plathyphyllos* Scop.) e molte querce, tra cui la roverella (*Quercus pubescens* Willd.), il cerro (*Q. cerris* L.), la farnia (*Q. robur* L.), il leccio (*Q. ilex* L.). Tra gli arbusti si ricorda il cisto comune (*Cistus incanus* L.).



33 – Aree produttive per *Tuber aestivum* (giallo), *Tuber magnatum* (azzurro) e *Tuber melanosporum* (viola)



Frutti, foglie e corteccia di cerro, *Quercus cerris* L.



Frutti, foglie e corteccia di roverella, *Quercus pubescens* Willd.



Frutti, foglie e corteccia di leccio, *Quercus ilex* L.



Frutti, foglie e corteccia di faggio, *Fagus sylvatica* L.

34 – da sinistra verso: Cerro, Roverella, Leccio e Faggio



Frutti e foglie di nocciolo, *Corylus avellana* L.



Foglie, infruttescenza e corteccia di carpino nero, *Ostrya carpinifolia* L.



Foglie, infruttescenza e corteccia di carpino bianco, *Carpinus betulus* L.



Foglie di salicone, *Salix caprea* L.

35 – da sinistra verso: Nocciolo, Carpino Nero e Bianco, Salicone



Frutti, foglie e corteccia di tiglio, *Tilia* spp.



Foglie e corteccia di salice bianco, *Salix alba* L.



Foglie e corteccia di pianto bianco, *Populus alba* L.



Foglie e corteccia di pianto nero, *Populus nigra* L.

36 – da sinistra verso destra: Tiglio, Salice Bianco, Pianto Bianco e Nero



Foglie, strobilo e corteccia di pino nero, *Pinus nigra* Arnold



Fiori e foglie di cisto rosso, *Cistus creticus* L., subspecies *eriocephalus* (Viv.)



Infruttescenza e foglie di carpino orientale, *Carpinus orientalis* Miller



Ghiande e foglie di farnia, *Quercus robur* L.

37 – da sinistra verso destra: Pino Nero, Cisto rosso, Carpino orientale e Farnia



Fiori e foglie di prugnolo, *Prunus spinosa* L.



Fiori e foglie di biancospino, *Crataegus monogyna* Jacq.



Fiori e foglie di sanguinella, *Cornus sanguinea* L.



Rami fiorali di ginestra, *Spartium junceum* L.

38 – da sinistra verso destra: Prugnolo, Biancospino, Sanguinella e Ginestra

18. Tartufo: biodiversità e dissesto idrogeologico connesse alla ricerca

Una sperimentazione che trova la sua ragion d'essere nella volontà di tutelare (e perpetuare) la produzione di un'eccellenza tipica del territorio, attuando nel contempo la difesa della biodiversità e un'azione contro il dissesto idrogeologico, sempre incombente nel nostro Paese. Così in Molise hanno deciso di attivare un Centro di ricerca per la produzione di piante micorrizzate con al centro, ovviamente, il tema del tartufo. A pochi passi da Campobasso viene portata avanti l'attività scientifica e di sostegno agli imprenditori agricoli allo scopo di favorire lo sviluppo della tartuficoltura nell'intera regione, migliorando la produttività delle tartufoie naturali e avendo l'ambizione di diventare il punto di riferimento per la tartuficoltura di tutto il centro-sud Italia. Obiettivo ambizioso ma percorribile, tenuto conto che dopo alcuni anni di preparazione e produzione di piantine micorrizzate si è arrivati ad uno standard produttivo di circa 10.000 piantine da poter mettere a dimora.



39 – esempio di produzione di piante micorrizzate

Il Molise è una delle più importanti regioni italiane per la produzione di tartufo: i suoi boschi sono ricchissimi di questi funghi ipogei, in particolar modo bianchi e neri estivi, anche se negli ultimi tempi le tartufaie naturali si stanno esaurendo e di conseguenza le produzioni di tartufo sono sempre più scarse. I motivi vanno ricercati in fattori intimamente connessi con lo sviluppo del tartufo stesso, soprattutto nell'abbattimento delle piante simbionti. Un'altra causa della scomparsa delle tartufaie è dovuta alla raccolta indiscriminata senza periodi di rotazione, a cui si aggiunge il comportamento vandalico di alcuni raccoglitori. Il centro di ricerca e sperimentazione per la produzione di piantine tartufigene si pone in questo contesto con un ruolo importante per il futuro di questa risorsa importantissima del nostro territorio. L'obiettivo che ci si pone, pertanto, sarà quello di trovare un giusto equilibrio attraverso uno sviluppo reale, sostenibile e in piena simbiosi di tali coltivazioni con il contesto ambientale e sociale.

Il centro di ricerca è localizzato all'interno del vivaio regionale "Selva del Campo" di Campochiaro ed è provvisto di laboratorio, sala inoculi e serra automatizzata. Si lavora con semi di piante autoctone micorrizzate con spore di *Tuber aestivum* Vitt. provenienti da tartufi raccolti sempre in loco. Oltre alla produzione di piante micorrizzate con lo "scorzone", si propone di svolgere un'attività di sperimentazione con la messa a dimora di tartufaie sperimentali in diverse zone della regione con piantine micorrizzate con varie specie di tartufi. La preparazione delle piantine tartufigene è un procedimento molto delicato al quale collaborano in sinergia numerosi esperti del settore. Il disboscamento indiscriminato, le frane, gli incendi e la mancanza di adeguato rimboschimento sono le cause principali dell'estinzione delle tartufaie naturali, per cui il problema dei tartufi si collega con un aspetto importante dell'economia agricola, forestale ed idrogeologica del Molise. Risulta dunque di fondamentale importanza il ruolo della Regione ed in particolar modo del Centro di ricerca di Campochiaro al fine di tutelare il prodotto naturale e favorire la tartuficoltura sia per migliorare la produttività delle tartufaie preesistenti sia perché rappresenta la coltura ideale per quelle zone marginali dove è difficile impiantare altre colture. Non solo: può essere sfruttata come mezzo di contrasto per i dissesti idrogeologici. Inoltre, gli impianti artificiali possono garantire l'integrazione e la differenziazione del reddito degli imprenditori agricoli (come verrà specificato in seguito).

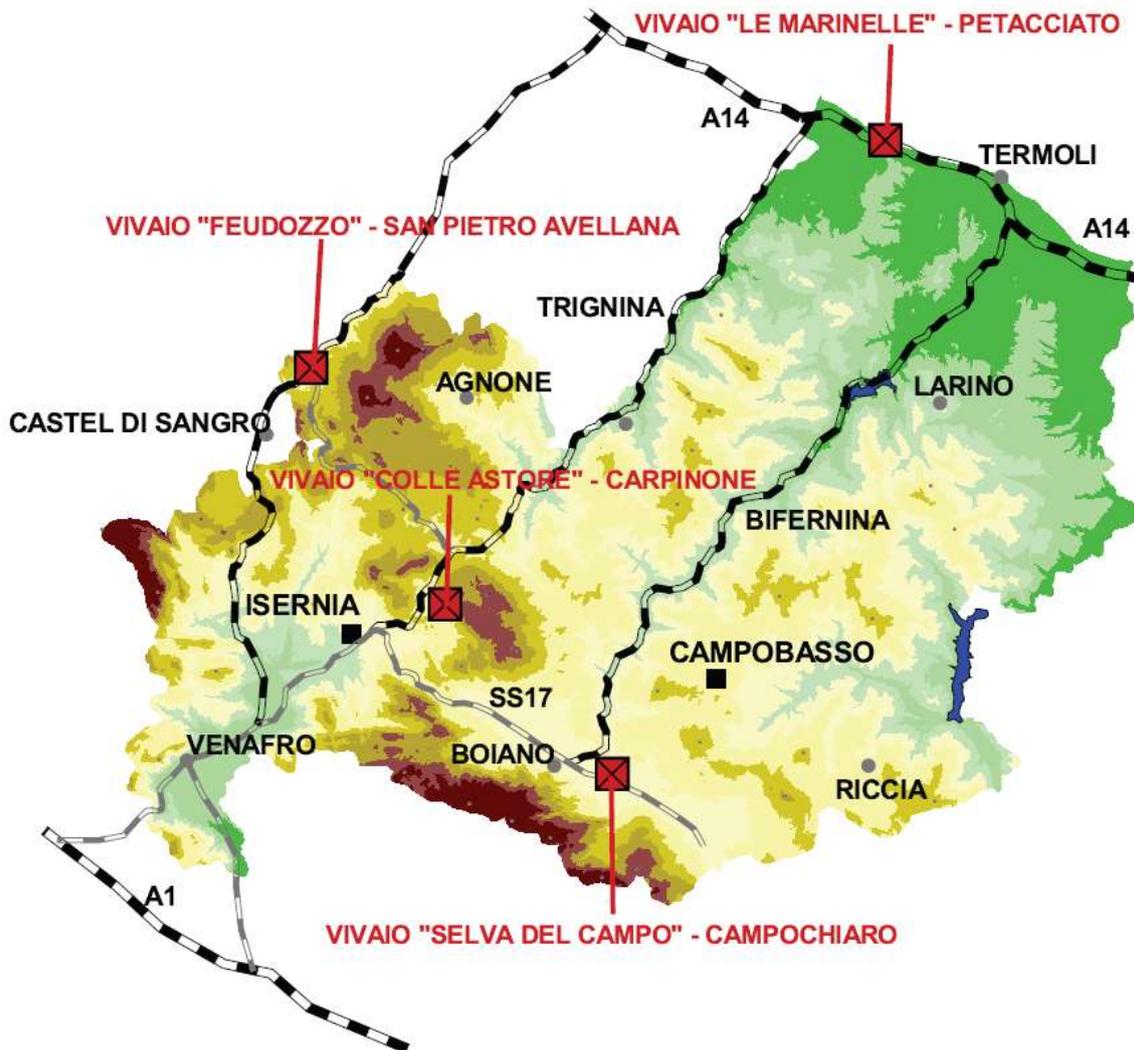
Un'attività fondamentale, dal punto di vista economico, è quella della certificazione del materiale vegetale prodotto presso dal Centro di Campochiaro dal Servizio regionale Fitosanitario: le piantine pronte per la messa a dimora vengono certificate per il loro grado di micorizzazione degli apici radicali, la rispondenza della micorrizza con la specie di *Tuber* desiderata e l'assenza di specie fungine inquinanti che costituiscono non solo le necessarie garanzie iniziali dell'utente, ma anche una solida base di partenza per procedere alla successiva raccolta dei preziosi tuberi.



40 -Centro di ricerca sulla tartuficoltura



41 -piante di Quercus spp. micorrizate



42 – mappa dei vivaio molisani di piante micorrizate

19. Tartuficoltura

La coltivazione dei tartufi è stata oggetto di numerosi tentativi fin dal XVI secolo; tuttavia, la messa a punto di tecniche supportate dalle conoscenze scientifiche e in grado di fornire risultati produttivi risale agli ultimi decenni del secolo scorso. Questo tipo di agricoltura si configura come la messa a dimora e successiva coltivazione di piante legnose unite in simbiosi con i tartufi. Tale simbiosi si esplica mediante la formazione di strutture a livello degli apici radicali più giovani: le micorrize, che in natura interessano moltissime specie di funghi, sia basidiomiceti che ascomiceti come i tartufi, in rapporto a specie vegetali erbacee (endomycorricce) e legnose (prevalentemente ectomycorricce) di ampia distribuzione biogeografica. Visto l'interesse verso le specie pregiate di tartufo e le esigenze di

trovare nuove forme di agricoltura più remunerative e sostenibili, soprattutto in aree rurali svantaggiate, lo sviluppo della tartuficoltura è stato inizialmente affrontato in modo piuttosto generico, cercando di riprodurre le situazioni naturali di produzione. Numerosi tentativi hanno fallito, mentre alcuni, sebbene fortuitamente, hanno fornito produzioni di tartufo. Lo studio dell'ecologia delle specie e le esperienze acquisite con varie sperimentazioni, anche attraverso gli insuccessi, hanno permesso di comprendere le esigenze pedo-ambientali indispensabili per la coltivazione delle principali specie di tartufo. Ovviamente gli ambienti naturali di sviluppo delle specie oggetto di studio sono solo i residui di habitat più estesi in territori che sono stati utilizzati per agricoltura, urbanizzazione e infrastrutture, con potenzialità maggiori delle attuali.

In natura esistono diverse specie di tartufo, che sono caratterizzate da diversi nomi, forme, profumi e colori; queste non sono le uniche peculiarità che li contraddistinguono: infatti ogni tipo di tartufo cresce sotto particolari alberi e in stagioni diverse. Di seguito riportiamo una sintesi dei principali tartufi conosciuti con particolare riferimento a quelli che potranno avere possibilità di sviluppo nel sito di progetto.

19.1 Tartufo Nero Pregiato (*Tuber melanosporum* Vittad.)

Il corpo fruttifero ha una grandezza variabile da quella di un pisello a quella di una mela: sono rari gli esemplari che superano i 500 g di peso. Il peridio è verrucoso di colore nero opaco dopo il lavaggio, con tonalità rossastre più evidenti alla base delle verruche; queste sono poligonali, generalmente depresse all'apice in modo che il tartufo non appare fortemente rugoso come il tartufo estivo (*Tuber aestivum* Vittad.). La gleba o polpa è nero-violacea a maturità, con venature bianche, fini, più o meno anastomosate tra di loro e che virano verso il colore rosso dopo il taglio. Quando il tartufo è immaturo il peridio è di colore rosso e la gleba è bianca. Il tartufo nero si può confondere con diverse altre specie di tartufo a peridio nero che hanno la stessa epoca di raccolta come *Tuber brumale*, *Tuber brumale* forma *moschatum*, *Tuber aestivum* var. *uncinatum*, *Tuber mesentericum*, ecc. Si può distinguere da questi perché ha le verruche poco pronunciate, depresse all'estremità e provviste di striature rossastre alla loro base, il peridio di colore nero opaco con riflessi rossastri e la gleba di colore nero-violaceo. Le spore sono di tipo echinulato, ovali che ricordano una palla da rugby, di colore bruno scuro, riunite in aschi nel numero di 1-4; l'asse maggiore è di 30-40 μm , quello minore di 20-25 μm . In Italia si raccoglie nell'Appennino centro-settentrionale cioè dalla Campania fino alle Prealpi. Le regioni più produttive sono l'Umbria, le Marche, l'Abruzzo e il Lazio. Il suo areale comprendente buona parte del bacino del Mediterraneo (Italia, Francia, Spagna). In Francia è conosciuto con il nome di "Tartufo del Perigord". Piccole aree di raccolta sono presenti in Marocco, Grecia, ex Jugoslavia. Viene coltivato in Italia, Francia, Spagna, Grecia, Australia, Nuova Zelanda,

California. Matura da novembre alla metà di marzo. Il periodo migliore per gustare il tartufo nero va dalla metà di gennaio alla metà di febbraio. Nell'Italia centrale le tartufaie naturali sono ubicate ad altitudini comprese tra 300-1000 m s.l.m., l'altitudine più frequente è di 500-800 m s.l.m. ed è quella consigliata per la realizzazione delle tartufaie coltivate di tartufo nero. L'esposizione preferita è quella soleggiata a quote elevate e ombreggiata a quote basse. Vive in simbiosi con numerose specie arboree e arbustive tra cui le più frequenti in ordine decrescente sono: la roverella (*Quercus pubescens* Willd.), il leccio (*Quercus ilex* L.), il nocciolo (*Corylus avellana* L.) e il carpino nero (*Ostrya carpinifolia* Scop.).



19.2 Tartufo Nero Liscio (*Tuber macrosporum* Vittad.)

Il peridio è di colore bruno rossastro, verrucoso ma con verruche fortemente depresse da far apparire il tartufo quasi liscio. La gleba tende al purpureo con venature larghe numerose e chiare brunescenti all'aria. Emana un gradevole profumo agliaceo che ricorda il tartufo bianco pregiato. È un tartufo poco diffuso in tutta l'Italia e non ha un mercato proprio. Si può confondere con i tartufi neri a maturazione autunnale da cui si distingue per il peridio pressoché liscio. Si raccoglie nelle stesse zone in cui vive *Tuber magnatum*, ha esigenze pedoclimatiche simili e contrae la simbiosi con le stesse piante. Sono alveolate, di forma ellissoidale, di colore bruno-rossastro e di grandi dimensioni 30-55 x 60-80 μm . Matura da settembre a dicembre; questa specie cresce negli ambienti di fondovalle su terreni profondi, freschi e di colore grigio-verdognolo tipici del tartufo bianco, ma anche più compatti e ricchi di ferro e perciò di colore bruno-rossastro. Vive anche in suoli con limitata presenza di carbonati a condizione che sia garantito un discreto grado di umidità ed un buon ombreggiamento. Le tartufaie naturali sono situate principalmente nei terreni di fondovalle poco soleggiati a quote comprese tra 0 e 1000 m s.l.m.. Le piante simbiotiche più frequenti sono il pioppo bianco (*Populus alba* L.), la farnia (*Quercus robur* L.), il pioppo nero (*Populus nigra* L.), la roverella (*Quercus pubescens* Willd.), il carpino bianco (*Carpinus betulus* L.) e il carpino nero (*Ostrya carpinifolia* Scop.).



19.3 Tartufo Bianco (*Tuber magnatum Pico*)

Il corpo fruttifero ha dimensioni variabili da quella di un pisello a quella di una grossa arancia e raramente è ancora più grande (sono stati raccolti carpofori di eccezionale grandezza e del peso di oltre 2 kg). Il peridio è liscio, di colore variabile dall'ocra pallido al giallo chiaro al verde tenue e talora con sfumature rossastre. Anche la gleba è di colore variabile dall'ocra chiaro al nocciola più o meno intenso ed è solcata da numerose vene bianche, sottili e molto avvicinate che scompaiono con la cottura. Può essere scambiato con il tartufo bianchetto (*Tuber borchii Vittad.*) che ha caratteristiche morfologiche simili; quest'ultimo si differenzia perché di solito è più piccolo, il peridio è di colore non omogeneo che passa dal grigio al fulvo al marrone e non è mai giallo come il tartufo bianco che invece ha un colore omogeneo e solo in qualche caso presenta sfumature rossastre. Altri elementi diagnostici sono le vene della gleba che sono sottili e ravvicinate nel tartufo bianco e distanziate e più ampie nel bianchetto; il profumo è penetrante e gradevole quello del tartufo bianco e agiaceo e sgradevole quello del bianchetto. Le spore sono di tipo alveolato, rotonde o lievemente ellittiche, il diametro medio è di 21-30 μm e gli alveoli sono disformi e grandi (10-20 μm di diametro); all'osservazione microscopica se ne contano 3-4 per ogni faccia delle spore. Gli aschi sono globosi od obovati, sub-pedunculati, contengono 1-4 spore e misurano in media 60-70 x 40-65 μm . In Italia si raccoglie in tutta la penisola cioè dalla Calabria alle Prealpi. Le regioni più ricche sono il Piemonte, la Lombardia, l'Emilia, la Toscana, le Marche, l'Umbria, il Lazio, il Molise e la Basilicata. Il tartufo

bianco viene considerato il gioiello della flora micologica italiana perché, oltre all'Italia, è sporadico in alcune regioni della ex Jugoslavia, Romania e Bulgaria. Il periodo di raccolta va da ottobre alla metà di gennaio. Vive nei terreni profondi, freschi, sciolti, sabbioso-limosi o limoso argillosi, poveri di scheletro, permeabili, a reazione sub-alcina, ricchi di carbonato di calcio e di potassio, poveri di azoto e di fosforo, dotati di un sufficiente grado di umidità durante tutte le stagioni. Le zone di raccolta si rinvencono nei boschi soprattutto di fondovalle, lungo i corsi d'acqua, nei versanti delle colline dove si accumula un sufficiente grado di umidità, e più raramente in prossimità di piante isolate. Nelle tartufaie naturali produttive si rilevano sempre microclimi ben definiti ed uniformi, caratterizzati da limitate temperature estive, poco pronunciate escursioni termiche giornaliere e stagionali, elevata umidità dell'aria. Dove cresce il tartufo bianco non si formano i pianelli al pari dei tartufi neri.



19.4 Tartufo Nero Invernale (*Tuber brumale* Vittad.)

È un tartufo nero, di grandezza medio-piccola, con peridio verrucoso a verruche simili a quelle del tartufo nero pregiato. La gleba è di colore cioccolato ed è percorsa da venature bianche larghe e distanziate tra di loro. L'odore è tenue e gradevole. Si confonde con il tartufo nero da cui si distingue per il colore della gleba e la larghezza e disposizione delle venature. Le spore sono di forma ovali brune, traslucide a maturità, aculeate, riunite in aschi nel numero di 4-6 e talvolta anche meno, più piccole di quelle del *Tuber melanosporum*, più chiare e con aculei più sottili e lunghi. Misurano 16-28 x 32-40 μm . È presente, ma non frequente, nelle stesse aree dove cresce il tartufo nero pregiato. Il periodo di raccolta e, quindi maturazione, è rappresentato dai mesi che vanno da gennaio a marzo. Il tartufo brumale nella sua forma tipica e moscato, preferisce terreni con una costituzione simile a quelli dove vive il tartufo nero pregiato, ma più poveri di carbonato di calcio, tendenzialmente più argillosi, non eccessivamente permeabili e pertanto capaci di mantenere più a lungo l'umidità. Nelle tartufighe coltivate di tartufo nero pregiato sottoposte a frequenti irrigazioni, si può verificare l'ingresso del tartufo brumale favorito dall'umidità e dalla lisciviazione del carbonato di calcio. Il tartufo brumale vive in simbiosi con le stesse specie simbionti di *Tuber melanosporum*.



19.5 Tartufo Estivo o Scorzone (*Tuber aestivum* Vittad.)

Il corpo fruttifero ha dimensioni simili a quelle del tartufo nero pregiato. Si riconosce per il peridio verrucoso con verruche grossolane, piramidali, con le facce finemente striate trasversalmente e di colore nero lucido dopo il lavaggio. La gleba è di colore variabile dal marmoreo al nocciola più o meno intenso con venature chiare, numerose e più o meno ramificate. È il tartufo più diffuso in Italia e quello che richiede minori esigenze pedoclimatiche per potersi sviluppare. Non si confonde con altre specie di tartufo perché è l'unico a maturazione estiva. Le spore sono irregolarmente alveolate, ellittico-rotondate, riunite in numero di 1-3 per asco. Misurano 18-30 x 25-35 μm .



Si raccoglie in tutte le regioni italiane comprese le isole maggiori ad altitudini molto diverse (0-1500 m.s.l.m.). Si raccoglie in tutta l'Europa e in molti paesi extraeuropei. Il Periodo di raccolta va dalla metà di maggio alla metà di agosto. Questa specie cresce in ambienti con caratteri pedologici e climatici molto diversi facendo supporre la presenza, nell'ambito della specie, di più ecotipi adattati a condizioni ambientali diverse. Vive dal livello del mare fino a 1200 – 1500 m s.l.m. su terreni alquanto diversi purché di natura calcarea e non eccessivamente compatti. È capace di sopportare un buon grado di ombreggiamento che gli consente di vivere anche in bosco. Dove cresce si formano pianelli meno evidenti rispetto a quelli del tartufo nero pregiato. Il tartufo estivo vive in simbiosi con numerose specie arboree e arbustive: Roverella (*Quercus pubescens* Willd.), Farnia, (*Quercus robur* L.), Cerro (*Quercus cerris* L.), Leccio (*Quercus ilex* L.), Nocciolo (*Corylus avellana* L.), Carpino nero (*Ostrya carpinifolia* Scop.), Carpino bianco *Carpinus betulus* L., Carpino orientale o carpinello (*Carpinus orientalis* L.), Faggio (*Fagus sylvatica* L.), numerose specie di Pino (*Pinus* sp.pl.), Tiglio (*Tilia* sp.pl.), Cisto spp. (*Cistus incanus* L. e altre specie).

19.6 Tartufo estivo uncinato (*Tuber aestivum* Vittad. f. *uncinatum* "Chatin" Fischer)

È un tartufo molto simile al tartufo estivo da cui si differenzia per il periodo di maturazione (Ottobre-Febbraio), per la gleba generalmente di un colore più intenso, un peso specifico maggiore e un profumo più pronunciato. Le dimensioni e il peridio sono analoghi a quelli del tartufo estivo. Può essere scambiato con il tartufo nero pregiato da cui si riconosce per il peridio privo dei riflessi rossastri e per la gleba di colore nocciole e mai nera come quella di *Tuber melanosporum*. Altro tartufo con cui si confonde facilmente è *Tuber mesentericum* che ha un habitat di crescita e un periodo di raccolta alquanto simili. Si riconosce da questo solo per il profumo gradevole e per la mancanza di una invaginazione del peridio a forma di ombelico. Le spore sono irregolarmente alveolate, simili a quelle del tartufo estivo da cui si riconoscono per gli alveoli che sono più profondi (2-4 um in *Tuber aestivum* e 4-6 um in *Tuber uncinatum*). In Italia è presente nei boschi misti e nelle faggete di alta collina e montagna lungo tutto l'Appennino. Ha lo stesso areale di *Tuber aestivum*. La raccolta va da ottobre a gennaio. L'ambiente di crescita del tartufo uncinato è caratterizzato da estati sufficientemente fresche e tali da consentire ai corpi fruttiferi di superare il periodo estivo e di maturare in autunno-inverno. Il terreno è generalmente ricco di materia organica, molto soffice e di natura calcarea. Comunemente si raccoglie nei boschi dove la calura estiva è mitigata dall'ombreggiamento e dall'altitudine e dove si conserva un minimo di umidità anche durante l'estate. Il tartufo uncinato può vivere in simbiosi con le stesse specie arboree e arbustive viste per *Tuber aestivum*.

L'ambiente di crescita seleziona le specie simbionti che, in ordine decrescente sono: Faggio (*Fagus sylvatica* L.), Cerro (*Quercus cerris* L.), Carpino nero (*Ostrya carpinifolia* Scop.), nocciolo (*Corylus avellana* L.), Roverella (*Quercus pubescens* Willd.).



20. Tecniche di coltivazione

Sono molteplici i fattori che concorrono alla buona riuscita della coltivazione: la pianta micorrizzata, il sito di impianto con le relative caratteristiche pedoclimatiche, le tecniche colturali. La scelta del sito di impianto è molto importante: occorre stabilirne l'idoneità alla coltivazione del tartufo e in particolare a una specie precisa in simbiosi con una pianta anch'essa adatta a quell'ambiente. Questo può essere ottenuto attraverso lo studio preventivo e la valutazione delle caratteristiche ambientali e del pedoclima, che poi risultano funzionali a stabilire la densità d'impianto (in base alla diversa esigenza di ombreggiamento della specie di tartufo coltivata), le modalità di gestione del suolo (lavorazioni/inerbimento) e delle piante simbionti (potature, irrigazioni e pacciamature). Una volta stabilita la combinazione di specie di tartufo e pianta simbionte adatta al sito di coltivazione, occorre mettere a dimora piante micorrizzate di buona qualità, sia per il livello di micorrizzazione sia dal punto di vista forestale, in modo che possano sostenere la competizione dei funghi normalmente presenti nel terreno, certamente meglio adattati a quelle condizioni ambientali, e svilupparsi in modo rapido ed efficace. Le piante micorrizzate con tartufo vengono prodotte in vivaio, in condizioni controllate, per evitare contaminazioni con altre specie di tartufo e/o altri funghi che in seguito ai controlli di certificazione possono pregiudicare l'idoneità della pianta. I semenzali, dopo pochi mesi dalla semina, vengono inoculati con tartufo e allevati per circa un anno in ambiente protetto; le piante sono quindi sottoposte a controlli specifici, seguendo appositi disciplinari, che ne valutano la qualità in termini di sviluppo equilibrato, assenza di patologie e rispetto dei parametri di micorrizzazione, controlli da superare affinché vengano poste in commercio

Le cure colturali nei primi anni dall'impianto devono tendere a creare le condizioni idonee per lo sviluppo della pianta e del tartufo e la conseguente produzione. Perciò si tratta di irrigazioni, potature di allevamento (per togliere eventuali malformazioni e guidare l'accrescimento della chioma nella forma più favorevole a seconda delle esigenze di soleggiamento a terra e in relazione all'esposizione del sito), lavorazioni superficiali del terreno per mantenerlo soffice e aerato oppure più profonde per eseguire delle "potature radicali" favorendo l'emissione di nuovi apici e l'incremento della micorrizzazione. Negli anni successivi e quindi durante il periodo produttivo, che può avvenire già al quarto anno dall'impianto, le operazioni sono essenzialmente le stesse, ma con la finalità di mantenere le condizioni idonee alla produzione della specie di tartufo coltivata. In questo periodo occorre fare attenzione a quando si interviene per non danneggiare i primordi dei tartufi in formazione e accrescimento, quindi per le lavorazioni necessariamente dopo la raccolta della specie, mentre per le potature nel periodo necessario allo scopo da perseguire. È importante non esagerare con le irrigazioni, potendo determinare variazioni micro-ambientali a discapito della specie coltivata e

favorendo eventuali tartufi o funghi presenti nell'ambiente. Una tecnica colturale che si dimostra molto utile è la distribuzione di inoculo sporale che incrementa lo sviluppo del micelio e delle micorrize, favorendo potenzialmente anche la produzione e, alla luce delle recenti acquisizioni scientifiche sulla sessualità del tartufo, aumentando le possibilità di riproduzione sessuale. Questa tecnica viene effettuata già al momento della messa a dimora della piantina (normalmente da 1 a 3 anni di età) e poi periodicamente sia nei primi anni che in fase produttiva, ricordando un po' la pratica dei saggi tartufai di lasciare un pezzettino di tartufo nella buca e non raccogliere i primi e gli ultimi tartufi della stagione. Naturalmente nella preparazione dell'inoculo sporale occorre fare molta attenzione nell'utilizzare la stessa specie di tartufo impiegata nella coltivazione, evitando possibili contaminazioni della tartufaia che può risultrne fortemente danneggiata. La tartuficoltura condotta in applicazione delle conoscenze acquisite sta fornendo risultati significativi nel caso di *Tuber melanosporum* e *Tuber aestivum* Vittad., in misura minore per alcune specie considerate di minor pregio e altre scarsamente coltivate. Discorso diverso per *Tuber magnatum*, la specie di più pregiata, che nonostante varie sperimentazioni colturali ha finora fornito risultati produttivi di scarso interesse commerciale. La problematica parte dalla difficoltà di ottenere piante ben micorrizzate e dalla necessità di ricostituire un ambiente complesso, come è quello idoneo al tartufo bianco, cosa che avviene soltanto dopo molti anni dall'impianto.

In merito alle buone pratiche da adottare per la gestione nelle tartufaie naturali controllate, queste prevedono l'esecuzione di varie operazioni colturali. La mancata attuazione degli interventi colturali necessari preclude la possibilità di mantenere e/o incrementare la produzione dei tartufi. Ciò risulta particolarmente importante, oltre che per i risultati produttivi, per la tutela del germoplasma naturale tartufigeno che rappresenta spesso l'unica tipicità di territori collinari e montani. Per quanto riguarda le produzioni naturali, di particolare rilievo è la gestione delle tartufaie naturali controllate di tartufo bianco (*Tuber magnatum*), poiché finora la coltivazione per questa specie non ha fornito risultati commercialmente significativi.

Risulta abbastanza complesso classificare gli habitat di sviluppo delle varie specie di tartufo, tuttavia si possono definire alcune tipologie per le quali descrivere gli interventi principali che potrebbe essere utile effettuare.

Tuber magnatum

Ambiente di fondovalle e/o ripariale

Interventi che può essere utile effettuare:

- ripulitura;
- diradamento selettivo di arbusti e alberi, anche simbionti;
- diradamento selettivo di polloni;

- tagli di rinnovamento di piante simbionti;
- rimozione dei simbionti senescenti;
- contenimento della fauna antagonista (cinghiali in particolare);
- inserimento, se necessario, di specie simbionti, anche polloni prelevati in loco (es. polloni radicali di *Populus alba* in sovrannumero);
- manutenzione della rete di drenaggio superficiale;
- corretta regimazione delle acque;
- trinciatura andante "a strisce" con mezzo meccanico di tutto il sottobosco su pioppete invecchiate in produzione al fine di favorire la rinnovazione del pioppo/quercia in zone di chiaraia;
- ripristino alveo corso d'acqua principale deviato durante operazioni di esbosco;
- realizzazione pescaie con opere di ingegneria naturalistica per contenere erosione sponde e frane di crollo su corso di acqua censita come pubblica;
- realizzazione affossature di prima raccolta con mini-escavatore gommato;
- raccolta del materiale legnoso disperso nella tartufaia in piccole cataste, a margine della tartufaia, da allontanare con mezzi a suolo asciutto;
- bruciatura al di fuori della tartufaia di piccole cataste di ramaglie (es. su sentieri nell'ambito delle formazioni riparie di fondovalle).

Bosco di versante

Interventi che può essere utile effettuare:

- ripulitura;
- diradamento selettivo di arbusti e alberi, anche simbionti;
- diradamento selettivo di polloni;
- tagli di rinnovamento di piante simbionti;
- rimozione dei simbionti senescenti;
- raccolta del materiale legnoso disperso nella tartufaia in piccole cataste, a margine della tartufaia, da allontanare con mezzi a suolo asciutto;
- contenimento della fauna antagonista (cinghiali in particolare);
- inserimento, se necessario, di specie simbionti, anche polloni prelevati in loco (es. polloni radicali di *Populus alba* L. in sovrannumero);
- manutenzione della rete di drenaggio superficiale;
- scarificazione superficiale

Tuber melanosporum

Bosco, bosco degradato di latifoglie, filari e piante isolate

Interventi che può essere utile effettuare:

- ripulitura;
- diradamento selettivo di arbusti e alberi anche simbionti;
- potature delle piante simbionti (evitando tagli importanti);
- raccolta del materiale legnoso disperso nella tartufaia in piccole cataste, a margine della tartufaia, da allontanare con mezzi a suolo asciutto;
- scarificazione superficiale;
- contenimento della fauna antagonista (cinghiali in particolare);
- contenimento o eliminazione di stazzi di greggi e pascolamento di animali pesanti (vacche e cavalli).

Tuber aestivum

Bosco ceduo

Interventi che può essere utile effettuare:

- ripulitura;
- diradamento selettivo di arbusti e alberi, anche simbionti;
- ceduzione utile per la produzione di tartufi;
- scarificazione superficiale;
- contenimento della fauna antagonista (cinghiali in particolare);
- corretta regimazione delle acque;
- raccolta del materiale legnoso disperso nella tartufaia in piccole cataste, a margine della tartufaia, da allontanare con mezzi a suolo asciutto;
- realizzazione di opere di contenimento dell'erosione (viminate, graticciate, ecc.)

Bosco di alto fusto, filari e piante isolate

Interventi che può essere utile effettuare:

- ripulitura;
- taglio selettivo per creare chiarie;
- potature delle piante simbionti (evitando tagli importanti);
- raccolta del materiale legnoso disperso nella tartufaia in piccole cataste, a margine della tartufaia, da allontanare con mezzi a suolo asciutto;
- scarificazione superficiale;
- contenimento della fauna antagonista (cinghiali in particolare).

Tuber aestivum e Tuber borchii

Rimboschimenti di conifere

Interventi che può essere utile effettuare:

- diradamento dello strato arboreo favorendo anche il reinsediamento di specie autoctone simbiotici;
- ripulitura;
- gestione della lettiera forestale;
- scarificazione superficiale;
- contenimento della fauna antagonista (cinghiali in particolare).

Tutte le operazioni vanno effettuate limitando al massimo il calpestio, con terreno asciutto e cercando di utilizzare mezzi meccanici leggeri.



43- esempio di piantumazione arboree micorizzata

Nella tabella seguente vengono riportati i requisiti di massima per la coltivazione delle principali specie di tartufo e le cure colturali che vanno effettuate in linea generale negli impianti, sia nel primo periodo che dopo l'entrata in produzione. Tuttavia, va precisato che tali indicazioni sono da considerarsi come riferimenti non esaustivi né tantomeno vincolanti, in quanto gli stessi requisiti possono variare nell'ambito di ogni specie a seconda del sito, vista la notevole variabilità ambientale del territorio italiano e, nella fattispecie, di quello molisano.

Specie	pedoambiente	clima	inclinazione/esposizione	altitudine	densità d'impianto	pianta simbionte	cure colturali primo periodo	cure colturali in produzione
<i>Tuber melanosporum</i> Vittad.	Terreni stabili e strutturati, pH 7,5-8,5 ricchi di scheletro e con tessitura franco-limoso/franco-argillosa, anche poveri di scheletro ma soffici e sabbiosi, alta percentuale di carbonato di calcio, mediamente dotati di sostanza organica	Sub-mediterraneo con periodo breve di siccità estiva	zone collinari e montane, anche con inclinazione oltre a 10°, esposizioni soleggiate	mediamente da 300 a 1200 m slm	da 4 x 5 m a 6 x 6 m a seconda della specie simbionte e del pedoclima	<i>Quercus pubescens</i> Willd., <i>Q. ilex</i> L., <i>Q. cerris</i> L., <i>Corylus avellana</i> L., <i>Ostrya carpinifolia</i> Scop., <i>Tilia</i> spp., <i>Cistus creticus</i> L.	irrigazione, sarchiatura/taglio erbe, potatura di allevamento, pacciamatura, inoculo sporale	irrigazione, sarchiatura/taglio erbe in primavera, potatura primaverile e/o estiva, pacciamatura, inoculo sporale primaverile
<i>Tuber aestivum</i> Vittad.	eterogeneo: terreni variamente dotati di scheletro, franco-limoso-argillosi, anche argillosi, pH 7,5-8,5 ma anche sub-acido fino a 6,5 mediamente dotati di carbonato di calcio e sostanza organica	da mediterraneo a sub-mediterraneo, anche con siccità prolungata	zone pianeggianti e collinari, esposizioni mediamente soleggiate	mediamente dal livello del mare a 1200 m slm	da 4 x 4 m a 6 x 6 m a seconda della specie simbionte e del pedoclima	<i>Quercus pubescens</i> Willd., <i>Q. ilex</i> L., <i>Q. cerris</i> L., <i>Corylus avellana</i> L., <i>Ostrya carpinifolia</i> Scop., <i>Carpinus betulus</i> L., <i>Tilia</i> spp., <i>Pinus pinea</i> L., <i>Pinus nigra</i> Arnold, <i>Cistus creticus</i> L.	irrigazione, sarchiatura/taglio erbe, potatura di allevamento, pacciamatura, inoculo sporale	irrigazione, sarchiatura/taglio erbe in primavera, potatura primaverile e/o estiva, pacciamatura, inoculo sporale autunnale
<i>Tuber aestivum</i> Vittad. f. <i>uncinatum</i> Chatin	terreni soffici, con poco scheletro calcareo, franco-limoso-argillosi, pH 7,5-8 ma anche sub-acido fino a 6,5 ricchi di sostanza organica	da sub-mediterraneo a temperato, fresco e umido	zone collinari e montane, anche con inclinazione oltre 10°, esposizioni poco soleggiate/in ombra	mediamente da 800 a 1300 m slm	da 4 x 4 m a 5 x 5 m a seconda della specie simbionte e del pedoclima	<i>Quercus pubescens</i> Willd., <i>Q. cerris</i> L., <i>Corylus avellana</i> L., <i>Ostrya carpinifolia</i> Scop., <i>Carpinus betulus</i> L., <i>Tilia</i> spp., <i>Fagus sylvatica</i> L.	sarchiatura/taglio erbe, potatura di allevamento, inoculo sporale	sarchiatura/taglio erbe in primavera, potatura primaverile e/o estiva, inoculo sporale primaverile
<i>Tuber mesentericum</i> Vittad.	terreni soffici, con poco scheletro calcareo, franco-limoso-argillosi, pH 7,5-8 ma anche sub-acido fino a 6,5 ricchi di sostanza organica	da sub-mediterraneo a temperato, fresco e umido	zone collinari e montane, anche con inclinazione oltre 10°, esposizioni poco soleggiate/in ombra	mediamente da 800 a 1300 m slm	da 4 x 4 m a 5 x 5 m a seconda della specie simbionte e del pedoclima	<i>Quercus pubescens</i> Willd., <i>Q. cerris</i> L., <i>Corylus avellana</i> L., <i>Ostrya carpinifolia</i> Scop., <i>Carpinus betulus</i> L., <i>Tilia</i> spp., <i>Fagus sylvatica</i> L.	sarchiatura/taglio erbe, potatura di allevamento, inoculo sporale	sarchiatura/taglio erbe in primavera, potatura primaverile e/o estiva, inoculo sporale primaverile
<i>Tuber brumale</i> Vittad.	Terreni stabili e strutturati, pH 7,5-8,5 con tessitura franco-argillosa, poveri di carbonato di calcio, con buon contenuto di sostanza organica, non troppo permeabili	Sub-mediterraneo con periodo breve di siccità estiva	zone collinari e montane, anche con inclinazione oltre a 10°, esposizioni soleggiate	mediamente da 300 a 1200 m slm	da 4 x 5 m a 6 x 6 m a seconda della specie simbionte e del pedoclima	<i>Quercus pubescens</i> Willd., <i>Q. ilex</i> L., <i>Q. cerris</i> L., <i>Corylus avellana</i> L., <i>Ostrya carpinifolia</i> Scop., <i>Tilia</i> spp., <i>Cistus creticus</i> L.	irrigazione, sarchiatura/taglio erbe, potatura di allevamento, pacciamatura, inoculo sporale	irrigazione, sarchiatura/taglio erbe in primavera, potatura primaverile e/o estiva, pacciamatura, inoculo sporale primaverile
<i>Tuber macrosporum</i> Vittad.	terreni profondi, soffici, instabili, costantemente umidi, limoso-argillosi, argillosi, pH 7,5-8,5 buona presenza di carbonato di calcio e media in sostanza organica	da sub-mediterraneo a temperato freddo, ma con microclima molto stabile e completa copertura vegetale	fondovalle, lungo i corsi d'acqua, versanti freschi e umidi di collina e bassa montagna	mediamente da 100 a 1000 m slm	da 3 x 3 m a 4 x 4 m a seconda della specie simbionte e del pedoclima	<i>Quercus pubescens</i> Willd., <i>Q. cerris</i> L., <i>Q. robur</i> L., <i>Corylus avellana</i> L., <i>Carpinus betulus</i> L., <i>Tilia</i> spp., <i>Populus</i> spp., <i>Salix</i> spp.	irrigazione, sarchiatura/taglio erbe, potatura di allevamento, pacciamatura, inoculo sporale	irrigazione, sarchiatura/taglio erbe in primavera, potatura primaverile e/o estiva, inoculo sporale primaverile
<i>Tuber magnatum</i> Pico	terreni profondi, soffici, instabili, costantemente umidi, limoso-argillosi, pH 7,5-8,5 buona presenza di carbonato di calcio e media in sostanza organica	da sub-mediterraneo a temperato freddo, ma con microclima molto stabile e completa copertura vegetale	fondovalle, lungo i corsi d'acqua, versanti freschi e umidi di collina e bassa montagna	mediamente da 100 a 1000 m slm	da 3 x 3 m a 4 x 4 m a seconda della specie simbionte e del pedoclima	<i>Quercus pubescens</i> Willd., <i>Q. cerris</i> L., <i>Q. robur</i> L., <i>Corylus avellana</i> L., <i>Carpinus betulus</i> L., <i>Tilia</i> spp., <i>Populus</i> spp., <i>Salix</i> spp.	irrigazione, sarchiatura/taglio erbe, potatura di allevamento, pacciamatura, inoculo sporale	irrigazione, sarchiatura/taglio erbe in primavera, potatura primaverile e/o estiva, inoculo sporale primaverile
<i>Tuber borchii</i> Vittad.	terreni permeabili, sabbiosi, pH 6,5-8, mediamente dotati di carbonato di calcio, frequente nelle pinete litoranee	da mediterraneo a sub-mediterraneo	zone pianeggianti e collinari, esposizioni mediamente soleggiate	mediamente dal livello del mare a 1000 m slm	da 4 x 4 m a 5 x 4 m a seconda della specie simbionte e del pedoclima	<i>Quercus pubescens</i> Willd., <i>Q. ilex</i> L., <i>Q. cerris</i> L., <i>Corylus avellana</i> L., <i>Ostrya carpinifolia</i> Scop., <i>Pinus pinea</i> L., <i>Pinus halepensis</i> Miller	irrigazione, sarchiatura/taglio erbe, potatura di allevamento, inoculo sporale	sarchiatura/taglio erbe a fine primavera/estate, potatura primaverile e/o estiva, inoculo sporale a fine primavera/estate

44- Requisiti generali di coltivazione per i vari tipi di tartufo

Per ciò che riguarda le varie specie da impiegare per lo sviluppo tartufigeno, di seguito si riporta l'elenco delle specie simbiotiche, specie funzionali sia a livello vivaistico che forestale, per imboschimenti e rimboschimenti (fonte Allegato 3.3.2. Elenco specie simbiotiche – Piano Nazionale della Filiera tartufigola 2017-2020) :

- Specie simbiotiche tartufigene della flora italiana (spontanee e produzioni vivaistiche)
 - *Arbutus unedo* L.
 - *Carpinus betulus* L.
 - *Castanea sativa* Miller
 - *Cistus creticus* L. (= *C. incanus* L.)
 - *Cistus salvifolius* L.
 - *Corylus avellana* L.
 - *Fagus sylvatica* L.
 - *Ostrya carpinifolia* Scop.
 - *Pinus halepensis* Miller
 - *Pinus nigra* Arnold
 - *Pinus pinea* L.
 - *Pinus pinaster* Aiton
 - *Populus alba* L.
 - *Populus canescens* (Aiton) Sm.
 - *Populus nigra* L.
 - *Populus tremula* L.
 - *Populus* spp. (ibridi)
 - *Quercus cerris* L.
 - *Quercus coccifera* L.
 - *Quercus dalechampii* Ten.
 - *Quercus ilex* L.
 - *Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl.
 - *Quercus pubescens* Willd.
 - *Quercus robur* L.
 - *Salix* spp.
 - *Tilia cordata* Miller
 - *Tilia platyphyllos* Scop.

- Specie simbiotiche tartufigene non autoctone per l'Italia (rimboschimenti e produzioni vivaistiche)

- *Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch (Pecan)
- *Cedrus* spp.
- *Corylus colurna* L. (nocciolo turco)
- *Tilia x vulgaris* Hayne

Per le aree di progetto interessate all'impianto agrivoltaico si propone l'associazione cisto-roverella per lo sviluppo di una tartuficoltura di qualità. Tale valutazione ha tenuto conto di quanto espresso nel Piano Forestale Regionale del Molise ove all'associazione proposta rientra tra i "Boschi e boscaglie xerofile a prevalenza di roverella (*Quercus Pubescens* Willd)". Si fa presente che la scelta delle piante, sia per le opere di mitigazione che per la sistemazione a verde dell'interfila, verrà affrontata nella parte floro-faunistica che completerà il presente studio agronomico.

Prima di affrontare la parte relativa all'analisi dei costi e dei benefici di un tale impianto si riportano, di seguito, le schede botaniche e di coltivazione delle piante sopra menzionate, il *Cistus* spp. e la Roverella (*Quercus pubescens*). L'ipotesi progettuale prevede l'impiego, nell'interfila, di piante di cisto e negli spazi residui, anche sotto i moduli fotovoltaici, il completo inerbimento. Per quanto riguarda la mitigazione visiva, questa verrà effettuata mediante piantumazione di siepi perimetrali lungo lati EST-OVEST-SUD e arbusti di roverella lungo la recinzione lati NORD (con alternanza di piante di *Cisto* spp.).

21. Piante micorrizate da impiegare

Quercus pubescens (Roverella)

I querceti rappresentano gli ambienti migliori per lo sviluppo della maggior parte dei tartufi. I querceti a roverella (*Quercus pubescens*) sono boschi termofili che è possibile trovare in Turchia, nei Balcani, in Francia e in Italia. In Molise sono presenti nelle zone più calde, che rientrano nella Regione Mediterranea, su suoli aridi e poco profondi. Si tratta di piccoli boschi scampati al taglio indiscriminato degli agricoltori, che li hanno sostituiti quasi completamente con i coltivi. Fra le specie che si accompagnano alla roverella ricorrono con frequenza la carpinella (*Carpinus orientalis*), l'acero campestre (*Acer campestre*), l'orniello (*Fraxinus ornus*), la sanguinella (*Cornus sanguinea*), il biancospino (*Crataegus monogyna*), la rosa sempreverde (*Rosa sempervirens*), l'asparago (*Asparagus acutifolius*) e il *Cistus* spp.. L'ambiente della roverella è particolarmente indicato per la crescita dei tartufi neri, in particolare dello scorzone, che si cava in grosse quantità in regione. Ben si

comprende quindi l'importanza di questi ambienti, che andrebbero tutelati con maggiore attenzione anche sulla base di considerazioni economiche, oltre che ecologiche.

La roverella (*Quercus pubescens* Willd., 1805) è la specie di quercia più diffusa in Italia, tanto che in molte località è chiamata semplicemente quercia. Appartiene alla famiglia delle Fagaceae. Resistente all'aridità, e capace di adattarsi anche a climi relativamente freddi. È facilmente riconoscibile d'inverno in quanto mantiene le foglie secche attaccate ai rami, a differenza delle altre specie di querce. Il principale carattere diagnostico per identificare la specie è quello di sentire al tatto le foglie o le gemme: sono ricoperte da una fine peluria che si può facilmente apprezzare. La rusticità e plasticità di questa pianta, grazie soprattutto all'enorme vitalità della ceppaia, ha permesso alla roverella, attraverso i secoli, di resistere agli interventi distruttivi dell'uomo. La roverella è un albero che di rado arriva a raggiungere i 20-25 m di altezza, di aspetto tozzo, con chioma ampia, rada e irregolare. Presenta un fusto corto, ramificato a breve altezza in grosse branche, e spesso contorto. Le gemme sono grigie, lunghe 8-12 mm, ovali-appuntite e molto pelose. La corteccia è di colore grigio-scura poi nerastra, fessurata sin da giovane in piccole scaglie dure a profilo quadrangolare rilevate e rugose. Le foglie sono tardivamente caduche, alterne, molto variabili nella forma e dimensioni; in genere ovato-allungate, presentano una lamina cuneata a margine lobato. La pagina fogliare inferiore è densamente pubescente (pelosa), con picciolo fogliare di circa 8-12 mm. Il frutto è un achenio di forma ovoidale, con striature scure allo stato fresco, portato da un peduncolo molto spesso e peloso. La cupola è emisferica, ricoprente la ghianda per 1/3 – 1/2 della sua lunghezza. La roverella è distribuita nel bacino del Mediterraneo; in Italia è presente con esclusione delle zone più interne e più elevate. Si trova principalmente nelle località più assolate, nei versanti esposti a sud ad un'altitudine compresa tra il livello del mare e i 1000 m s.l.m. Non ha preferenze per il terreno, potendo vegetare su suoli di diverso tipo, rifuggendo solo da quelli puramente argillosi. Forma boschi puri o misti, d'alto fusto o cedui.

Entra in simbiosi con:

- Il Tuber Magnatum Pico o Tartufo Bianco Pregiato (sia in natura che in sintesi)
- Il Tuber Moscatum o Tartufo Moscato (sia in natura che in sintesi)
- Il Tuber Aestivum o Tartufo Estivo (sia in natura che in sintesi)
- Il Tuber Borchii o Tartufo Bianchetto o Marzuolo (sia in natura che in sintesi)
- Il Tuber Brumale o Tartufo Invernale (sia in natura che in sintesi)
- Il Tuber Macrosporium o Tartufo Nero Liscio (sia in natura che in sintesi)
- Il Tuber Melanosporum o Tartufo nero pregiato (sia in natura che in sintesi)
- Il Tuber Mesentericum o Tartufo nero ordinario. (sia in natura che in sintesi)



45 - Piante di Roverella (*Quercus pubescens*)

Cistus spp. (cisto)

Il Cisto è una pianta sempreverde il cui nome deriva dal greco “kystis”, che significa “piccola vescica”. Questo perché le capsule dove sono contenuti i semi assumono proprio questa forma caratteristica. Appartenente alla famiglia delle Cistaceae, questa pianta è originaria di tutte le zone che rientrano nel bacino del Mediterraneo. I fiori si compongono di 5 petali appiattiti e possono essere di vari colori, dal bianco al rosa o il porpora, a volte anche maculati. La fioritura avviene da aprile fino a giugno. Ricorda molto la rosa selvatica. Le foglie sono generalmente di forma lanceolata, ricoperte da una sottile peluria.



46 - Piante di Cistus spp. (cisto)

Il Cisto comprende numerose varietà di specie diverse. Tra di esse bisogna innanzitutto ricordare il più famoso: il *Cistus monspeliensis*. Viene chiamato anche Cisto Marino o Cisto di Montpellier perché è possibile trovarlo spesso in prossimità delle zone costiere, soprattutto della Sardegna. È una pianta che si adatta bene anche a climi molto aridi, secchi e caldi; proprio nei periodi con maggiore siccità estiva le sue foglie si colorano di marrone e sembrano morte ma, con le prime piogge, si ricolorano di verde e riacquistano energia. Si presenta con fusto peloso, inizialmente eretto che degrada fino a diventare cespuglio. È, infatti, il tipico rappresentante della cosiddetta macchia a cisto (cioè una formazione monofloristica, o comunque a larga prevalenza della pianta stessa, che si estende su vaste superfici). Viene spesso utilizzata come pianta colonizzatrice di aree collinari degradate, in quanto previene l'erosione e la desertificazione. Dal Cisto marino si estrae una resina, chiamata ladano, molto utilizzata in profumeria come fissativo. Citiamo brevemente alcune, altre, varietà di Cisto: *Cistus albidus*, dai fiori lilla, *Cistus ladaniferus*, dalle proprietà insetticide, *Cistus laurifolius*, il più resistente al freddo, il *Cistus salvifolius* (con foglie simili alla salvia) e il *Cistus creticus*. Questi ultimi due sono quelli simbiotici e particolarmente indicati per la produzione di tartufi.

22. Proposta di una tartufaia

Per la coltivazione dei tartufi sono oggi perseguibili pratiche colturali in grado di favorire la fruttificazione e la riproduzione; di seguito ci si concentrerà sulla tecnica colturale e sulla valutazione economica concernente gli impianti di tartufi neri. Saranno prese in esame e valutate due diverse possibilità: tartufaie di tartufo nero pregiato (*Tuber melanosporum* Vitt.) e tartufaie di scorzone (*Tuber aestivum* Vitt.). Le due opportunità possono costituire una valida alternativa in relazione a differenti situazioni ecologiche ed edafiche e, soprattutto, rappresentano una valida opportunità di gestione delle aree agricole all'interno e all'esterno del parco fotovoltaico.

Le operazioni eseguite per l'impianto e la cura di una tartufaia coltivata consistono, assodato la scelta del sito, nella giusta combinazione tartufo-pianta simbiote, nelle lavorazioni pre-impianto del terreno, nella messa a dimora delle piante simbiotiche, nelle lavorazioni post-impianto, nelle operazioni di irrigazione e potatura, ed infine nella raccolta.

La scelta del sito in cui impiantare una tartufaia è un fattore di fondamentale importanza, qualunque sia il tartufo prescelto per la coltura: le zone in esame rappresentano delle aree naturalmente vocate ad una tale produzione. L'idoneità di massima non esclude una valutazione specifica della qualità del suolo, ottenibile mediante un'analisi pedologica volta ad indagare: tessitura, struttura, pH, presenza di carbonato di calcio totale e quello libero nella soluzione circolante. La scelta della pianta simbiote è un altro elemento importante per la riuscita dell'impianto: la specie va scelta in base alla sua capacità di simbiosi col tartufo, in base alla specie di tartufo ed in base alle caratteristiche climatiche della zona destinata all'impianto; in linea di massima vale il principio di imitazione della natura. Le piante da utilizzare saranno acquistate micorrizzate della specie individuata presso un vivaio specializzato (in conformità alla Legge 16 dicembre 1985, n. 752). Le lavorazioni del terreno nel periodo precedente l'impianto, permettono di ottenere un substrato di crescita ottimale: dopo eventuali decespugliamento e spietramento, si procederà con un'aratura abbastanza profonda, seguita da un'erpatura leggera. Prima di mettere a dimora le piante si eseguirà la squadratura e il picchettamento del sesto di impianto: per la fascia di mitigazione è prevista una distanza di circa 5 m tra una roverella e l'altra, e l'inserimento di piante da siepe (3 per metro lineare), *Spartium junceum* (ginestra) e *Phyllirea latifolia* (fillirea) in particolare, in tutto il perimetro dell'impianto a ridosso della recinzione.

Per la miglior conservazione delle micorrize è particolarmente importante non far subire carenze idriche all'apparato radicale ed anche non rompere il pane di terra in cui è cresciuto. Le lavorazioni post-impianto hanno lo scopo di favorire la ritenzione idrica, agevolare la colonizzazione del terreno da parte degli apparati radicali delle piante e contenere la vegetazione spontanea per limitarne la concorrenza nei confronti delle piante tartufigene. Nel periodo di impianto l'irrigazione è una pratica necessaria per garantire l'attecchimento delle giovani piante e favorire lo sviluppo dell'apparato

radicale e quindi delle micorrize. Come prassi colturale, soprattutto nel periodo estivo, ma spesso anche a fine primavera, è ormai ritenuta opportuna e, pertanto, verrà inserita come pratica di soccorso all'occorrenza. Anche sulle potature si discute alquanto, ma i più concordano nel dire che è necessario lasciare arrivare luce a terra e quindi è buona norma contenere le chiome, tendendo alla forma di cono rovesciato; in linea generale l'obiettivo può essere il mantenimento di un certo equilibrio fra parte epigea e parte ipogea della pianta. Quando l'impianto entrerà in produzione, dopo 7 -10 anni a seconda della specie, la raccolta dei tartufi verrà svolta lungo l'intero arco della giornata, compresa la notte, con l'ausilio di uno o due cani appositamente addestrati. Sulla base dei criteri tecnico-colturali brevemente riportati si è proceduto alla definizione delle due ipotesi da sottoporre a valutazione: tartufo nero pregiato e tartufo nero estivo su roverella. Le due tipologie si adattano ad ambienti e situazioni diversi: più precisamente la tartufaia di nero pregiato è adatta soprattutto ad ambienti vocati e che consentano cure colturali più intensive, mentre quella di scorzone può offrire una buona opportunità per territori più difficili, anche dal punto di vista idrico.

22.1 Tartufaia di nero pregiato

Nella tabella sotto esposta viene riportata la scheda tecnica dell'impianto di tartufo nero pregiato associato a roverella: la superficie di riferimento è pari ad un ettaro, la durata complessiva ipotizzata è di trent'anni e l'entrata in produzione è prevista al decimo anno. Dalla scheda è possibile verificare le operazioni considerate e la tipologia di fattori impiegati. Il sesto di impianto scelto è di 6 x 6 per una densità di 278 piante ad ettaro. L'operazione di messa a dimora comprende: lo scavo della buca, la messa a dimora vera e propria e la predisposizione dei dispositivi di protezione da roditori e ungulati di tipo "tree shelter". Sono stati programmati cinque interventi di irrigazione, soprattutto col fine di garantire l'attecchimento delle giovani querce.

PRIMO ANNO						
Periodo	Operazione	Numero operazioni	Macchine		Manodopera	
			Tipologia	Impiego [h]	Numero salariati	Impiego [h]
Luglio-Agosto	Aratura 30 cm	1	Trattore con aratro	4	1	4
Settembre	Erpicatura 15 cm	1	Trattore con erpice	1	1	1
Gennaio-Febbraio	Squadatura e picchettamento	1			1	8
Marzo-Aprile	Messa a dimora	1			2	12
Maggio-Giugno	Erpicatura 15 cm	1	Trattore con erpice	1	1	1
Agosto	Irrigazioni	5	Impianto		1	5

SECONDO ANNO						
Periodo	Operazione	Numero operazioni	Macchine		Manodopera	
			Tipologia	Impiego [h]	Numero salariati	Impiego [h]
Aprile-Maggio	Risarcimento fallanze				1	2,5
Giugno	Erpicoltura 15 cm	1	Trattore con erpice	1	1	1
Agosto	Irrigazioni	4			1	4

ANNO TIPO (TERZO – TRENTESIMO)						
Periodo	Operazione	Numero operazioni	Macchine		Manodopera	
			Tipologia	Impiego [h]	Numero salariati	Impiego [h]
Febbraio	Potature	1			1	12
Giugno	Erpicoltura 15 cm	1	Trattore con erpice	1	1	1
Agosto	Irrigazioni	2			1	2

47 - Scheda tecnica di una tartufaia di *Tuber melanosporum* con *Quercus pubescens*
(superficie di riferimento: 1 ettaro)

Il tasso di mortalità delle plantule dal primo al secondo anno è del 10%, il che comporta un acquisto ulteriore di 28 piante micorrizzate per il risarcimento delle fallanze, con relative protezioni individuali. Nel corso del secondo anno è prevista una erpicatura all'inizio dell'estate e quattro irrigazioni di soccorso. Dal terzo al trentesimo anno le pratiche si riducono ad una potatura, ad una erpicatura e a due irrigazioni di soccorso per ogni anno. Nella successiva tabella sono riportati i costi specifici relativi all'impianto e alla gestione colturale della tartufaia di nero pregiato. Per il calcolo dei costi si è partiti dai coefficienti tecnici presentati nella scheda tecnica, mentre per i dati economici si è proceduto come di seguito indicato.

PRIMO ANNO								
Operazione	Interventi [n°]	Impiego macchine [h]	Costo orario [€/h]	Impiego manodopera [h]	Costo orario [€/h]	Materiali (quantità)	Costo unitario [€]	COSTO TOTALE [€]
Analisi del suolo	1						100	100,00
Aratura	1	4	25,15	4	12,55			150,81
Erpicoltura	1	1	24,84	1	12,55			37,39
Squadratura e picchettamento				8	12,55	278 picchetti	0,28	178,24
Acquisto piante						278 piante	13,5	3753,00
Messa a dimora				23	12,55	278 protezioni	1,36	666,73
Erpicoltura	1	1	24,84	1	12,55			37,39
Impianto di irrigazione						1800 m di tubo	1,09	1962,00
						1 vasca	450	450,00
				8	12,55			100,40
Irrigazioni	5			5	11,27			56,35
TOTALE								7492,30

SECONDO ANNO

Operazione	Interventi [n°]	Impiego macchine [h]	Costo orario [€/h]	Impiego manodopera [h]	Costo orario [€/h]	Materiali (quantità)	Costo unitario [€]	COSTO TOTALE [€]
Acquisto piante						28 piante	13,5	378,00
Messa a dimora				3	12,55	28 protezioni	1,36	69,46
Erpicatura	1	1	24,84	1	12,55			37,39
Irrigazioni	4			4	11,27			45,08
TOTALE								529,92

TERZO-TRENTESIMO ANNO

Operazione	Interventi [n°]	Impiego macchine [h]	Costo orario [€/h]	Impiego manodopera [h]	Costo orario [€/h]	Materiali (quantità)	Costo unitario [€]	COSTO TOTALE [€]
Potatura				23	12,55			288,65
Erpicatura	1	1	24,84	1	12,55			37,39
Irrigazioni	2			2	11,27			22,54
TOTALE								348,58

48 - Costi specifici di una tartufaia di *Tuber melanosporum* con *Quercus pubescens*
(superficie di riferimento: 1 ettaro)

I costi d'uso delle macchine sono stati calcolati in modo analitico, a partire dai valori di mercato delle medesime. Il costo della manodopera è stato calcolato in base alle tabelle salariali degli operai agricoli; per le operazioni che richiedono una maggiore professionalità si è fatto riferimento ad una qualifica super, mentre per le operazioni di irrigazione è stato considerato un operaio specializzato. I prezzi di acquisto delle piante sono quelli di un vivaio privato, cui attualmente si rivolgono molti operatori del settore; tali prezzi sono comprensivi del trasporto dal vivaio fino a destinazione. Per quanto riguarda i prezzi dei dispositivi di protezione delle piantine e dell'impianto di irrigazione si è fatto riferimento al Prezzario Regionale delle opere pubbliche.

22.2 Tartufaia di nero estivo

Nel caso dell'impianto di tartufo nero estivo associato alla roverella, è stata ipotizzata una durata di venticinque anni con entrata in produzione al settimo anno; la scheda tecnica, riportata sotto, si riferisce sempre ad una superficie di un ettaro, mentre differente è il sesto di impianto di 5 x 5 per un totale di 400 piante ad ettaro. L'impostazione tecnico colturale è in linea generale uguale, ma, in questo caso pensato per le situazioni più difficili, non è stata prevista l'irrigazione con la conseguente semplificazione sia delle operazioni dell'anno di impianto, sia degli anni di produzione, in cui l'unica operazione colturale è uno sfalcio, così da non smuovere il terreno nei suoi strati superficiali, dove si

forma il tartufo estivo. In relazione al numero di piante messe a dimora, essendo il tasso di mortalità sempre del 10%, il risarcimento delle fallanze richiede 40 piante.

PRIMO ANNO						
Periodo	Operazioni	Numero operazioni	Macchine		Manodopera	
			Tipologia	Impiego [h]	N. salariati	Impiego [h]
Luglio-Agosto	Aratura 30 cm	1	Trattore con aratro	4	1	4
Settembre	Erpicoltura 15 cm	1	Trattore con erpice	1	1	1
Gennaio-Febrero	Squadratura e picchettamento	1			1	8
Marzo-Aprile	Messa a dimora	1			2	33
Maggio-Giugno	Erpicoltura 15 cm	1	Trattore con erpice	1	1	1

SECONDO ANNO						
Periodo	Operazioni	Numero operazioni	Macchine		Manodopera	
			Tipologia	Impiego [h]	Numero salariati	Impiego [h]
Aprile-Maggio	Risarcimento fallanze				1	3,5
Giugno	Sfalcio	1	Trattore con trincia	1	1	1

ANNO TIPO (TERZO - VENTICINQUESIMO)						
Periodo	Operazioni	Numero operazioni	Macchine		Manodopera	
			Tipologia	Impiego [h]	Numero salariati	Impiego [h]
Febbraio	Potature	1			1	20
Giugno	Sfalcio	1	Trattore con trincia	1	1	1

49 - Scheda tecnica di una tartufaia di *Tuber aestivum* con *Quercus pubescens*
(superficie di riferimento: 1 ettaro)

Nella tabella che di seguito verrà esposta sono raccolti i costi specifici della tartufaia di nero estivo per il calcolo dei quali si sono, ovviamente, seguiti i medesimi criteri del nero pregiato. I costi dell'estivo sono complessivamente più contenuti: la differenza è legata fundamentalmente alla mancanza di irrigazione ed ai costi fissi e variabili ad essa connessa. Tenuto conto delle scelte fatte, i costi ottenuti sono in linea con quanto riscontrato in altre esperienze.

PRIMO ANNO								
Operazione	Interventi [n°]	Impiego macchine [h]	Costo orario [€/h]	Impiego manodopera [h]	Costo orario [€/h]	Materiali (quantità)	Costo unitario [€]	COSTO TOTALE [€]
Analisi del suolo	1						100	100,00
Aratura	1	4	25,15	4	12,55			150,81
Erpicatura	1	1	24,84	1	12,55			37,39
Squadratura e picchettamento				8	12,55	400 picchetti	0,28	212,40
Acquisto piante						400 piante	10,5	4200,00
Messa a dimora				33	12,55	400 protezioni	1,36	958,15
Erpicatura	1	1	24,84	1	12,55			37,39
TOTALE								5696,13
SECONDO ANNO								
Operazione	Interventi [n°]	Impiego macchine [h]	Costo orario [€/h]	Impiego manodopera [h]	Costo orario [€/h]	Materiali (quantità)	Costo unitario [€]	COSTO TOTALE [€]
Acquisto piante						40 piante	10,5	420,00
Messa a dimora				3,5	12,55	40 protezioni	1,36	98,33
Sfalcio	1	1	23,96	1	12,55			36,51
TOTALE								554,84
TERZO-VENTICINQUESIMO ANNO								
Operazione	Interventi [n°]	Impiego macchine [h]	Costo orario [€/h]	Impiego manodopera [h]	Costo orario [€/h]	Materiali (quantità)	Costo unitario [€]	COSTO TOTALE [€]
Potatura				20	12,55			251,00
Sfalcio	1	1	23,96	1	12,55			36,51
TOTALE								287,51

50 - Costi specifici di una tartufaia di *Tuber aestivum* con *Quercus pubescens*
(superficie di riferimento: 1 ettaro)

Ai costi specifici fin qui considerati vanno ancora aggiunti i costi per la raccolta, costituiti dal cane e dal lavoro del raccogliitore. Secondo quanto rilevato tramite le interviste, i tartuficoltori ed i cercatori che acquistano il cane sono relativamente pochi: nella maggioranza dei casi, infatti, il cane fa parte di una cucciolata la cui madre è già proprietà del cercatore. Basandosi su questa situazione, si è ritenuto opportuno non inserire la voce di spesa relativa all'acquisto del cane ed il conseguente ammortamento. I costi relativi al cane sono quindi solo quelli connessi al mantenimento quantificati in 600 euro all'anno, che comprendono le spese veterinarie e di alimentazione; tale dato concorda con alcune informazioni riscontrate in bibliografia (Olivier, 1996). Nell'ipotesi formulata i costi relativi al cane ricadono su un singolo ettaro di terreno, ma, ovviamente, nella realtà tali costi sono ripartiti su tutto il territorio di cerca. Per contro va anche ricordato che normalmente i cercatori/tartuficoltori hanno più di un cane, mediamente due. L'attività di raccolta comporta un notevole impiego di tempo,

in quanto, seppure coltivato, il tartufo va comunque cercato con l'ausilio di un cane a ciò addestrato. Nella tartufaia di nero pregiato – il cui periodo di raccolta va dal 15 novembre al 15 marzo – è stato previsto che il cercatore passi tre volte al giorno sull'impianto (qui di estensione pari ad un ettaro) nei due mesi centrali, per un totale di quattro ore giornaliere; nei restanti due mesi, iniziale e conclusivo, del periodo di raccolta, il cercatore si reca sulla tartufaia a giorni alterni, sempre permanendovi quattro ore ogni volta. Il totale così raggiunto è di 360 ore dedicate alla cerca e alla raccolta per stagione per un ettaro di tartufaia. Nell'impianto di tartufo nero estivo, la cerca si svolge, sempre nel rispetto del calendario di raccolta, dal 1 giugno al 30 novembre, per un totale di 6 mesi; si è ipotizzato che il tartuficoltore si rechi sull'impianto in media un'ora al giorno. Tale dato tiene conto del fatto che lo scorzone è più superficiale del nero pregiato e richiede quindi meno tempo per essere individuato ed estratto; inoltre è ovviamente possibile che in alcuni periodi di scarsa o nulla produzione non si effettuino visite alla tartufaia, riservando maggiore tempo ai periodi di fruttificazione più abbondante. Così calcolato, il totale delle ore dedicate alla cerca è pari a 180 ore a stagione per ettaro di impianto. In entrambe le situazioni il tempo di cerca comprende anche una sorta di presidio del territorio e di controllo in accordo con quanto ci hanno detto alcuni intervistati. Al lavoro di cerca è stato attribuito un valore di 20 euro all'ora nel caso del nero pregiato e di 15 euro/ora in quello dello scorzone; posto che si tratta di valutazioni caratterizzate da un notevole margine di soggettività, la differenza nei due casi è motivata alla maggiore facilità di cerca ed estrazione del *Tuber aestivum* rispetto al *Tuber melanosporum*. I valori assoluti sono stati scelti tenendo conto sia della professionalità richiesta per questa attività, sia in relazione alle condizioni difficili in cui tale lavoro viene svolto (periodi freddi, notte...).

23. Analisi finanziaria della redditività

Il calcolo dei ricavi ottenibili da una tartufaia è stato fatto in relazione alle ipotesi formulate sulla base delle informazioni reperite in bibliografia. Come già menzionato, l'anno di inizio della piena produzione per il tartufo nero pregiato è previsto per il decimo anno; per la produzione si sono considerate due ipotesi 20 e 30 chilogrammi annui per ettaro, per una durata complessiva dell'impianto pari a trent'anni. Il prezzo, sulla base dei dati disponibili, è stato stimato in 550 euro al chilogrammo. La produzione lorda vendibile annua così ottenuta va da 11.000, per la produzione di 20 Kg, a 16.500 euro per quella di 30Kg. Per lo scorzone la produzione è nettamente superiore: si sono considerate produzioni di 60 e 80 chilogrammi annui per ettaro, con entrata in piena produzione al settimo anno e durata complessiva della tartufaia di 25 anni. Il prezzo è stato stimato in 55 euro al chilogrammo, per una produzione lorda vendibile annua compresa fra 3.300 e 4.400 euro. I dati sulle produzioni e sulla durata delle tartufaie derivano da dati sperimentali e dalla letteratura, ma non da rilevazioni dirette, perché al momento non esistono in Molise tartufaie impiantate e coltivate secondo i criteri

precedentemente esposti, in relazione a questo ed all'elevata variabilità di comportamento che caratterizza il tartufo anche quando viene coltivato, le ipotesi produttive sono state fatte in modo prudentiale. Sul fronte dei prezzi la situazione non è molto più certa, in quanto risente sia della quantità di tartufi presenti sul territorio nel corso della stagione sia della qualità e della pezzatura. Inoltre, bisogna tenere presente che la maggior parte del prodotto – tra il 60 ed il 70% (per esempio Borsino del tartufo di Asti, 2004 e 2005) – transita fuori mercato, rendendo impossibile una stima puntuale dei prezzi differenziati per tipologia di tartufo e per pezzatura. I prezzi utilizzati in questa sede fanno quindi riferimento ad un dato medio stagionale (2005 per il nero pregiato, 2006 per il nero estivo). L'impianto di una tartufaia e gli interventi di gestione connessi possono essere considerati come un investimento a medio-lungo termine, caratterizzato da un livello di rischio piuttosto contenuto per quanto riguarda l'impianto in sé e per sé, e un po' più rischioso per quanto attiene i risultati ottenibili in termini di produzione e di mercato. Il livello di disinvestibilità dell'impianto è praticamente nullo, al più si può pensare ad una sua conversione per produrre legname. Su questa base, tenuto conto della situazione attuale dei tassi, si è scelto un saggio di interesse reale, depurato cioè dell'effetto inflativo, del 2,5%. Nelle successive tabelle sono riportate le valutazioni economiche relative ai due casi considerati. Più precisamente gli importi dei ricavi e dei costi indicati sono accumulati finanziariamente al momento finale, per renderli confrontabili, e la loro differenza anticipata all'attualità (V.A.N.) L'impianto di *Tuber melanosporum* si dimostra molto conveniente: il valore attuale netto (VAN) è compreso fra 24.089 e 95.336 euro a seconda che la produzione sia di 20 o 30 chilogrammi annui ad ettaro; parimenti il reddito medio annuo è quantificabile in valori compresi fra 1.151 e 4.556 euro. Questi risultati si conseguono pagando, come già detto, tutti i fattori produttivi impiegati a prezzo di mercato, e il lavoro necessario per la raccolta ad un prezzo pari a 20 euro/ora; quindi, il reddito annuo è un vero e proprio utile.

COSTI	€	RICAVI	€
Impianto	15.332 €	Con produzione 20 kg (550 €/kg)	299.016 €
Operazioni colturali 2°anno	1.058 €	Con produzione 30 kg (550 €/kg)	448.524 €
Operazioni colturali anno tipo (3°-30°)	13.894 €		
Cane (7°-30°)	19.409 €	V.A.N. (20 kg)	24.089 €
Lavoro di ricerca in campo (10°-30°)	195.720 €	Utile medio annuo (20 kg)	1.151 €
TOTALE	245.413 €		
		V.A.N. (30 kg)	95.366 €
		Utile medio annuo (30 kg)	4.556 €

51 - Valutazioni economiche dell'impianto di *Tuber melanosporum* con *Quercus pubescens*
(superficie di riferimento: 1 ettaro)

Nel caso di impianto di *Tuber aestivum* la redditività è meno apprezzabile: nel caso di una produzione di 60 chilogrammi annui ad ettaro, perché l'investimento risulti conveniente la soglia massima di

remunerazione per il lavoro di raccolta è di 9 euro all'ora, ed in tal modo il VAN è pari a 240 euro. Nell'ipotesi di produzione più elevata - 80 chilogrammi/ha/anno – il compenso della manodopera interna, che consente di avere un VAN positivo, è di 15 euro orari. In conclusione, l'ipotesi colturale più intensiva prevista per il nero pregiato risulta più conveniente ed in grado di remunerare maggiormente i fattori produttivi impiegati. Anche i risultati ottenibili con lo scorzone sono comunque tutt'altro che disprezzabili, soprattutto visti i contenuti investimenti richiesti sia all'impianto sia per la gestione.

COSTI	€		RICAVI	€
Impianto	10.303 €		Con produzione 60 kg (55 €/kg)	79.022 €
Operazioni colturali 2°anno	979 €		Con produzione 80 kg (55 €/kg)	105.362 €
Operazioni colturali anno tipo (3°-25°)	8.793 €			
Cane (4°-25°)	17.318 €			
Lavoro di ricerca in campo (7°-25°)	64.564 €			
TOTALE	101.957 €			
con manodopera a 9 €/h			con manodopera a 15 €/h	
Lavoro di ricerca in campo (7°-25°)	38.793 €		Lavoro di ricerca in campo (7°-25°)	64.654 €
TOTALE	78.576 €		TOTALE	101.957 €
V.A.N. (60 kg)	240		V.A.N. (80 kg)	499
Utile medio annuo (60 kg)	13		Utile medio annuo (60 kg)	27

52 - Valutazioni economiche dell'impianto di *Tuber aestivum* con *Quercus pubescens*
(superficie di riferimento: 1 ettaro)

24. 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-

2000 s–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 Akeh 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.

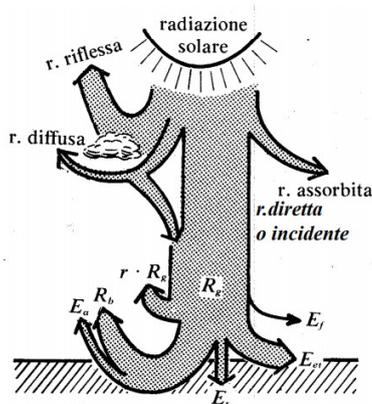
Anche in un’ottica di medio-lungo periodo, il sistema non solo non determina peggioramenti della potenzialità produttiva dopo l’eventuale dismissione dell’impianto, ma, anzi, può portare ad un miglioramento della fertilità dell’area, applicando una gestione sostenibile delle colture effettuate. L’efficienza 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).

25. 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.

25.1 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.



$R.g.$ = radiazione globale
 $R.g.$ = $r.$ diretta + $r.$ diffusa

$R.n.$ = radiazione netta
 $R.n.$ = $R.g. (1-\alpha) + R_c \downarrow - R_c \uparrow$

α = coefficiente di riflessione
 R_c = $r.$ a corta lung. d'onda
 Per colture agrarie $\alpha = 0.23$

$R.n.$ = $\pm E_a \pm E_s \pm E_e \pm E_f$

E_a = energia per riscaldare l'aria

E_s = energia per riscaldare il suolo

E_e = energia per l'evapotraspirazione

E_f = energia per la fotosintesi

BILANCIO RADIATIVO

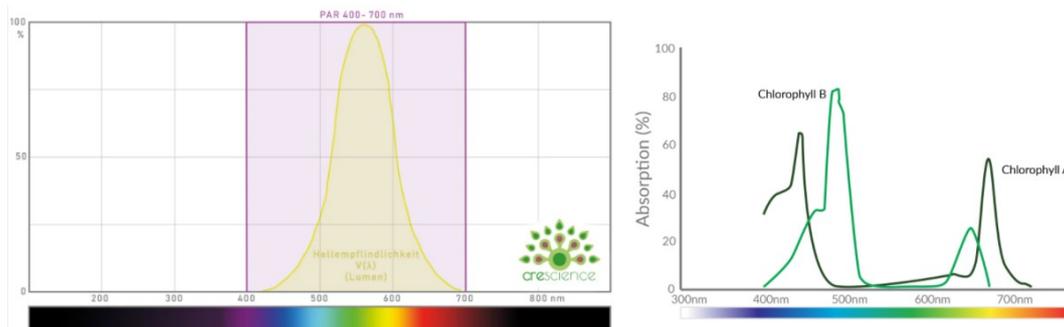
• La radiazione netta (R_n) che costituisce l'effettivo apporto energetico al suolo, è dato da:

$$R_n = R_g(1-\alpha) + R_a - R_s$$

R_g = radiazione globale; R_a = radiazione che giunge dall'atmosfera; R_s = radiazione emessa dal suolo (vegetazione, terreno nudo e acqua); α = albedo.

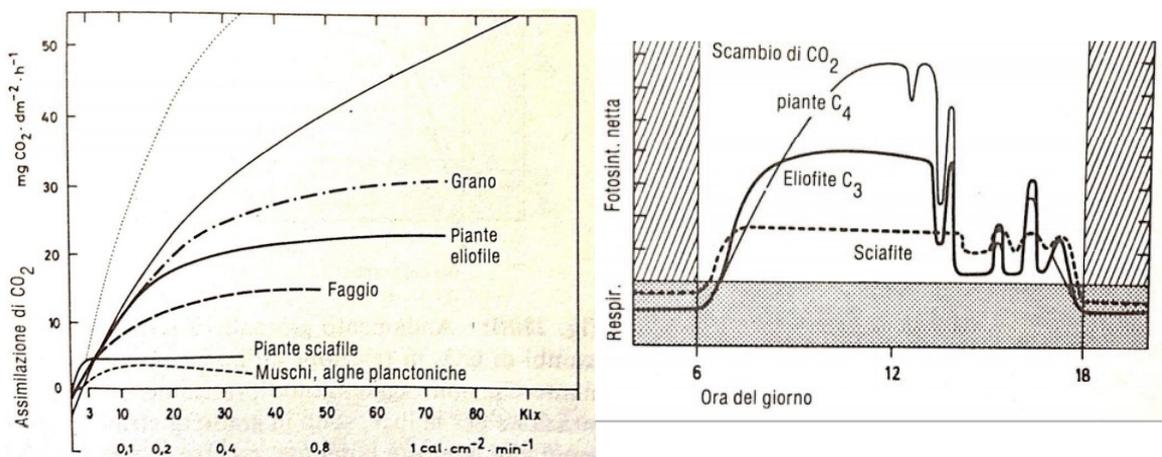
53 – il bilancio radiativo

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



54 – la fotosintesi e la correlazione con la lunghezza d'onda

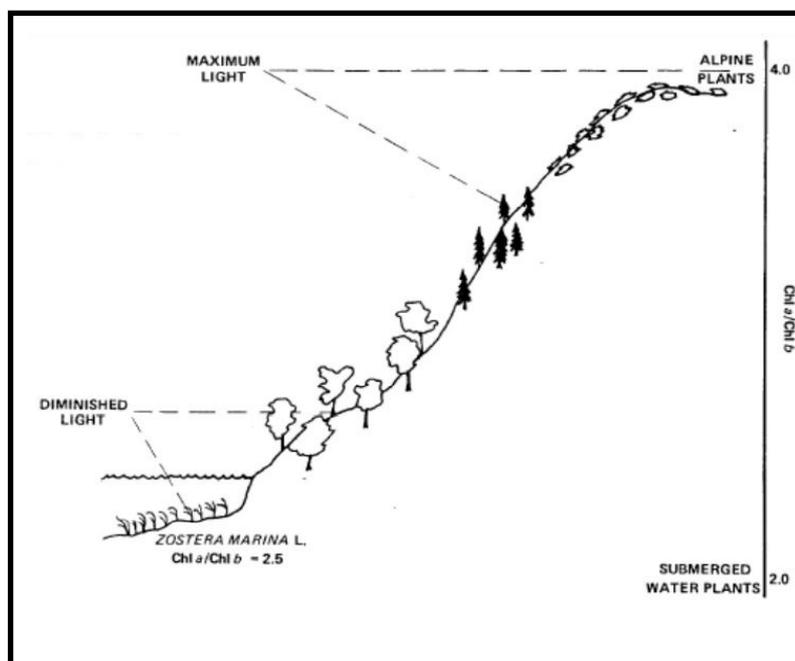
A seconda del loro adattamento a differenti intensità di illuminazione, piante diverse (così come foglie presenti in punti diversi della pianta) mostrano curve di assimilazione della CO₂ differenti. Le piante possono tendenzialmente essere suddivise in eliofile (alti valori di fotosaturazione, migliore 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.



55 – piante sciafile, eliofile 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 riduce la 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.



56 – 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

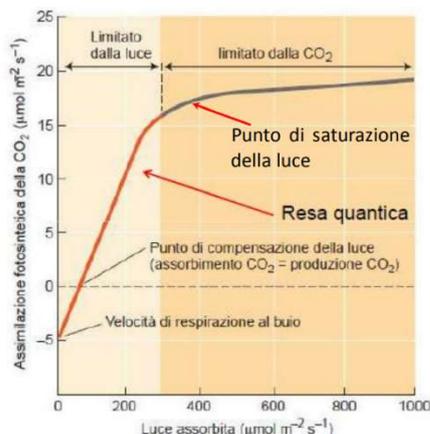
passano in fase riproduttiva quando il periodo di illuminazione supera le 14 ore giorno

57- esempi di 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.



58 – 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:

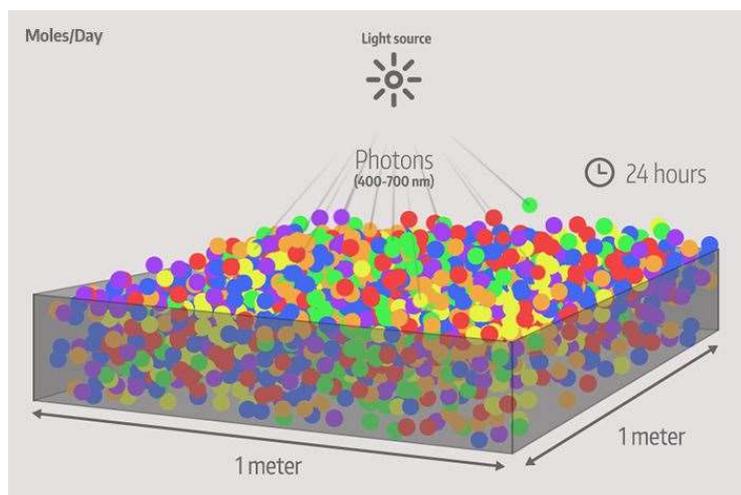
- ingiallimento e caduta prematura delle foglie;
- eziolatura (perdita di colore naturale);
- mancata ramificazione;
- disseccamento e caduta dei rami bassi;
- steli esili, poco lignificati o allungati;
- scarsa fertilità (es. mais).

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)

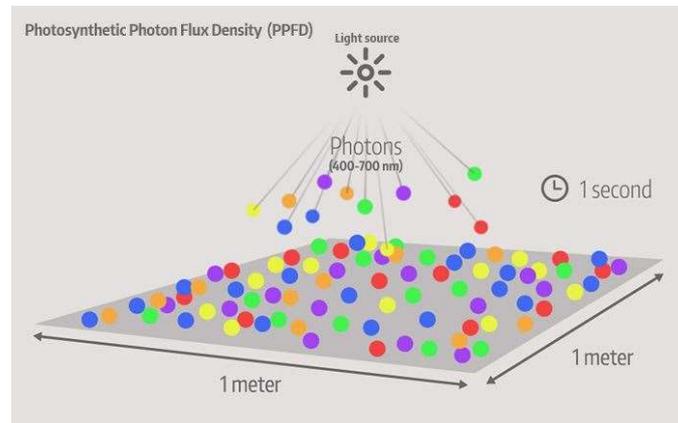
Il PAR indica un intervallo di lunghezza d'onda della luce compreso tra i 400 e 700 nanometri ($0.4 < \text{PAR} < 0.7 \mu\text{m}$ (PAR medio = $0.55 \mu\text{m}$)) che corrisponde alla lunghezza d'onda ottimale per la fotosintesi delle piante. Particelle di luce di lunghezze d'onda inferiore conducono 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.



59 – 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.



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

Esempio: densità di flusso di PAR = $1000 W m^{-2} = 1000 J s^{-1} m^{-2}$

conoscendo le moli di fotoni per joule di energia (= $4.6 \mu mol J^{-1}$) ho che

PAR (PPFD= Photosynthetically Photon Flux Density, $\mu mol m^{-2} s^{-1}$) =
 $1000 * 4.6 = 4600 \mu mol m^{-2} s^{-1}$

Di seguito si riportano le tabelle riassuntive dei parametri di coltivazione di alcune piante 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	
African Violet Saintpaulia ionantha H. Wendl.	M	N	V	12	23 / 23	L	12	23 / 23	L	12	23 / 23				Leaf-petiole cuttings.
Ageratum Ageratum houstonianum Mill.	M	N	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20				
Alfalfa Medicago sativa L.	M	N	M	12-20	25 / 20	M	12-20	22 / 22	M	>16	25 / 25	M	>16	25 / 25	Little flowering if photoperiod <12. High requirement for K & Mg.
Alstroemeria (Peruvian Lily) Alstroemeria sp. L.	H	N	M	>12	25 / 20	M	>12	20 / 20	M	>12	20 / 15				Division of rhizomes. For continuous flowering, temp. must be < 13 C.
Annual Bluegrass Poa annua L.	L	N	M	12-20	23 / 23	M	12-20	20 / 20	M	12-20	20 / 20	M	12-20		
Apple Malus domestica Borkh.	M	N				H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	Break bud dormancy: 2000 to 2500 hrs at 4 C
Arabidopsis Arabidopsis thaliana L. Heynh.	M	N	L	8	24 / 24	L	8	20 / 20	L	16	20 / 20	L	>16	20 / 20	Light inhibits germination.
Avocado Persea americana Mill.	M	N				M	12-20	25 / 20	M	12-20	20 / 15	M	12-20	25 / 20	Water stress induces flowering.
Azalea Rhododendron spp.	M	L	L	>14	25 / 23	M	>14	25 / 20	M	10	25 / 25				5-cm cuttings, 2500 ppm IBA, 5C for six weeks required for flower development after initiation
Barley Hordeum vulgare L.	M	N	M	12	23 / 18	M	12	23 / 18	M	16-24	23 / 18	M	16-24	23 / 18	

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 $\mu mol m^{-2} s^{-1}$
 L = Low 150 - 250 $\mu mol m^{-2} s^{-1}$
 M = Medium 250 - 450 $\mu mol m^{-2} s^{-1}$
 H = High 450 - 700 $\mu mol m^{-2} s^{-1}$

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) L1/ Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L1/ Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L1/ Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L1/ 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> Roadie	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 <i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> 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 hercynica</i> L. 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>Chrysanthemum grandiflorum</i> (Ramsd.) Klum.	H	N	L	16	23 / 23	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 µmol m⁻²s⁻¹
L = Low 150 - 250 µmol m⁻²s⁻¹
M = Medium 250 - 450 µmol m⁻²s⁻¹
H = High 450 - 700 µmol m⁻²s⁻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) L1/ Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L1/ Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L1/ Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L1/ Dark	
Pharbitis <i>Pharbitis nil</i> (L.) Roth	L	N	L	16	25 / 25	M	16	25 / 25	M	8	30 / 30				
Pigweed <i>Amaranthus</i> spp.	M	N	M	>16	25 / 20	M	>16	25 / 20	M	8	25 / 20				
Poinsettia <i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch	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=5.0.
Rice <i>Oryza sativa</i> L.	M	N	M	12-20	30 / 20	>M	12-20	30 / 20	>M	12-20	80 / 20	>M	12	80 / 20	Short day crop; critical daylength for flowering varies with cultivar.
Rose <i>Rosa multi. flora</i> Thunb.	H	N	L	12	23 / 23	M	12	23 / 18	M	12	23 / 18				5-cm cuttings with 2500 ppm IBA.
Ryegrass <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> Sellow 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 µmol m⁻²s⁻¹
L = Low 150 - 250 µmol m⁻²s⁻¹
M = Medium 250 - 450 µmol m⁻²s⁻¹
H = High 450 - 700 µmol m⁻²s⁻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	
Cineraria <i>Senecio cruentus</i> (Masson ex. L'Hér.) D.C.	M	N	M	12	20/20	M	12	20/20	M	>12	20/13				In post-anthesis stage, do not allow to wilt.
Citrus <i>Citrus</i> spp.	M	N	M	12-20	28/23	H	12-20	28/23	H	12-20	28/23	H	12-20	28/23	Water stress induces flowering.
Cocklebur <i>Xanthium strumarium</i> L.	M	N	M	16	23/25	M	16-20	25/20	M	8	25/20	M	8	25/20	
Corn <i>Zea mays</i> L.	H	N	M	14	28/23	M-H	12-20	28/23	M-H	12-14	28/23	H	14	28/23	
Cosmos <i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.	L	N	M	16	23/23	M	16	25/20	M	8	25/20				
Cotton <i>Gossypium hirsutum</i> L.	M	N	M	12-20	28/28	M	12-20	28/28	M	12	30/25	M	12-20	30/25	Most cultivars will flower under any photoperiod. Some cultivars require short days for flower initiation.
Cucumber <i>Cucumis sativus</i> L.	M	N	M	12-20	25/25	M	16	25/25	M	12-20	25/25	M	12-20	25/25	
Cyclamen <i>Cyclamen persicum</i> Mill.	M	N	D	0	16/16	M	12	20/20	M	12	20/20				High temp. inhibits germination. In post-anthesis stage; do not allow to wilt.
Easter Lily <i>Lilium longiflorum</i> Thunb. var. <i>eximium</i> (Courtois) Baker	H	N				M	12	20/20	M	12	20/20				Bulbs cooled at 5°C for 6 weeks induces flowering.
Fuchsia <i>Fuchsia X hybrida</i> Hort. ex Willm.	M	N	L	<12	23/23	M	<12	20/20	M	16	20/20				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 μmol m⁻²s⁻¹
L = Low 150 - 250 μmol m⁻²s⁻¹
M = Medium 250 - 450 μmol m⁻²s⁻¹
H = High 450 - 700 μmol m⁻²s⁻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	
Silene <i>Silene arvensis</i> L.	L	N	D	N/A	25/25	M	8	20/20	M	16	20/20				
Sinapis <i>Sinapis alba</i> L.	L	N	M	12-20	25/25	M	12-20	20/20	M	8	20/20				
Snapdragon <i>Antirrhinum majus</i> L.	H	N	M	>12	23/23	M	>12	25/15	M	>12	20/13				Sow seed on top of moist media. Facilitates long day for flowering.
Soybean <i>Glycine max</i> (L.) Merr.	M	N	M	12	28/23	M	12-20	28/23	M	12-20	28/23	M	12	28/23	Short day crop; critical daylength for flowering varies with cultivar.
Spinach <i>Spinacia oleracea</i> L.	M	N	M	12	20/20	M	12	20/20	M	>15	25/25	M	>15	25/25	Elevated temperatures encourage earlier flowering.
Strawberry <i>Fragaria x ananassa</i> Duch.	M	N	M	12-20	18/18	M	12-20	20/15	M	<12	20/15	M	12-20	20/15	For day neutral cultivars only: exposing crowns to 4-6 wks at 4°C will stimulate flowering.
Tobacco <i>Nicotiana tabacum</i> L.	M	N	M	12-20	25/20	M	12-20	25/20	M	12-20	25/20	M	12-20	25/20	
Tomato <i>Lycopersicon esculentum</i>	M	N	M	12-20	25/20	H	12-20	25/20	H	12-20	25/20	H	12-20	25/20	Requires high K and Ca. High nutrition may induce fruit set.
Wheat <i>Triticum aestivum</i> L.	M	N	M	12-20	25/20	M	12-20	20/15	M	12-20	23/18	H	12-20	23/18	Winter wheat requires cold treatment (vernalization) for floral induction. Long photoperiod decreases time to flowering.

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 μmol m⁻²s⁻¹
L = Low 150 - 250 μmol m⁻²s⁻¹
M = Medium 250 - 450 μmol m⁻²s⁻¹
H = High 450 - 700 μmol m⁻²s⁻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	
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	
Perilla <i>Perilla 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) 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	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20				
Gerbera (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	12-20	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>Hyocyamus 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 8 wks required for flower development after initiation.
Kalanchoe <i>Kalanchoe blossfeldiana</i> Poinl.	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 mol m ² day ⁻¹ of PPF suggested.
Liatris (Gayfeather) <i>Liatris</i> spp.	H	N	L	>12	23 / 23	M	>12	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 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$

26. Impianto coltura interfila di *Cistus* spp. e mitigazione perimetrale

Costi di impianto		
Designazione dei lavori	Sup. stimata/Q.tà	Stima dei costi
Preparazione del terreno con mezzo meccanico idoneo, profondità di lavoro pari a cm. 40 e successivi passaggi di affinamento compresa rullatura	20 ettari	5.000 €
Concimazione minerale di fondo con fertilizzanti fosfatici e potassici, da eseguirsi in preimpianto previa analisi fisico-chimica.	20 ettari	4.000 €
Fornitura di piante di <i>Cistus</i> in vaso 22	9500	60.800 €
Fornitura di piante di <i>Quercus pubescens</i> in vaso 24, circ. 8-10 cm	290	15.689 €
Fornitura di piante di <i>Spartium junceum</i> e <i>Phyllirea</i> spp. in vaso 22	1350	7.020 €
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, inclusa la fornitura di concime ad effetto starter e la preparazione del piano di semina.	12,5	62.500 €
Interventi di sarchiatura e/o ripuntatura	20 ettari	5.000 €
Interventi di lotta integrata con prodotti registrati per l'uso, rispettosi per l'ambiente e autorizzati in agricoltura biologica	20 ettari	5.000 €
TOTALE DEI COSTI 1° ANNO		165.009 €

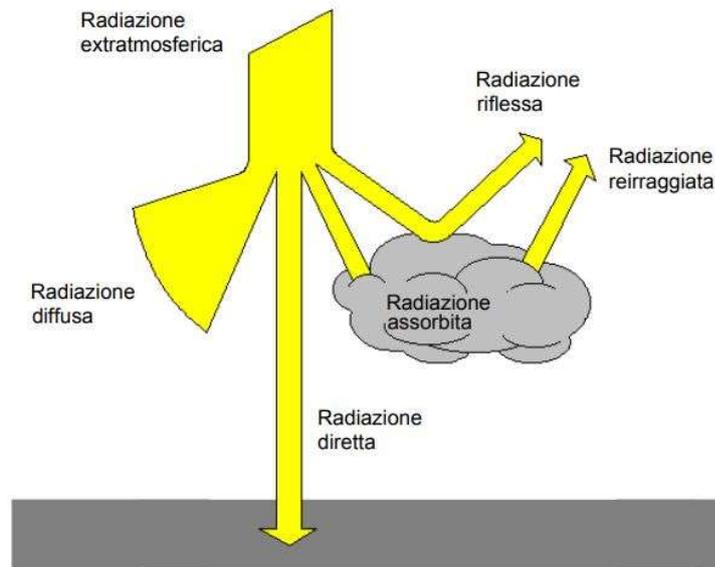
61 – voci di impianto colture e relativi costi

27. Combinazione Cisto-Roverella e fotovoltaico

L'ipotesi progettuale prevede l'impiego nell'interfila di piante di cisto a 4 m tra loro e a 1,30 m dai pannelli. La Roverella sarà collocata nelle zone indicate nella planimetria di progetto, saranno piantumate ad una distanza di 5 m tra loro, posizionate su un'unica fila. Sia i pannelli fissi che i tracker offriranno protezione alla coltivazione sottostante. Nel caso specifico i vantaggi saranno diversi: i tracker, per esempio, elevandosi al di sopra della coltivazione proteggeranno i cisti dalla radiazione solare diretta. Grazie all'ombra fornita l'evapotraspirazione sarà inferiore e dunque tutte le consumeranno meno acqua (che sarà mantenuta nel suolo come risorsa nei periodi più siccitosi). Le piante avranno una maggiore protezione dalla grandine e dai forti venti. Lo svantaggio principale della combinazione così concepita riguarderà sostanzialmente l'ombra generata dalle diverse strutture che potrebbe tradursi in una produttività inferiore. Tale riduzione potenziale della produttività sarà ovviata da una forma di allevamento concepita per le superfici in esame.

28. Considerazioni energetiche riferite al 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 fotovoltaico, con i tracker bifacciali di ampiezza complessiva 2,45 m e un pitch (interfila) di 5,50 m. La stessa cosa verrà effettuata per l'impianto fisso dove l'ampiezza del pannello risulta essere 4,88 m a parità di pitch (7,50 m).

Tracker

Standard bifacial model involving unlimited tracker-like configuration

You can play with the tracker's parameters as you like for parametric analysis
The simulation will use the parameters determined from the system (checkboxes checked)

Orientation parameters
According to system:

Axis azimuth

Phi min.

Phi max.

Uses backtracking

Trackers and ground parameter

Pitch m

Shed total width m

=> Profile angle limit °

Height above ground m

Ground albedo

Irradiance on ground
January 21 10:21

Phi angle (without limits) **23.6°**

Beam clear sky **396 W/m²**

Global fraction on Ground **52.2 %**

Daily irradiations for clear sky
Month

Beam clear sky **2.3 kWh/m²**

Diffuse clear sky **0.6 kWh/m²**

Beam fraction on Ground **35.1 %**

Diffuse fraction on Ground **56.1 %**

Global fraction on Ground **39.2 %**

Beam and diffuse on ground
Phi angle = 23.6°

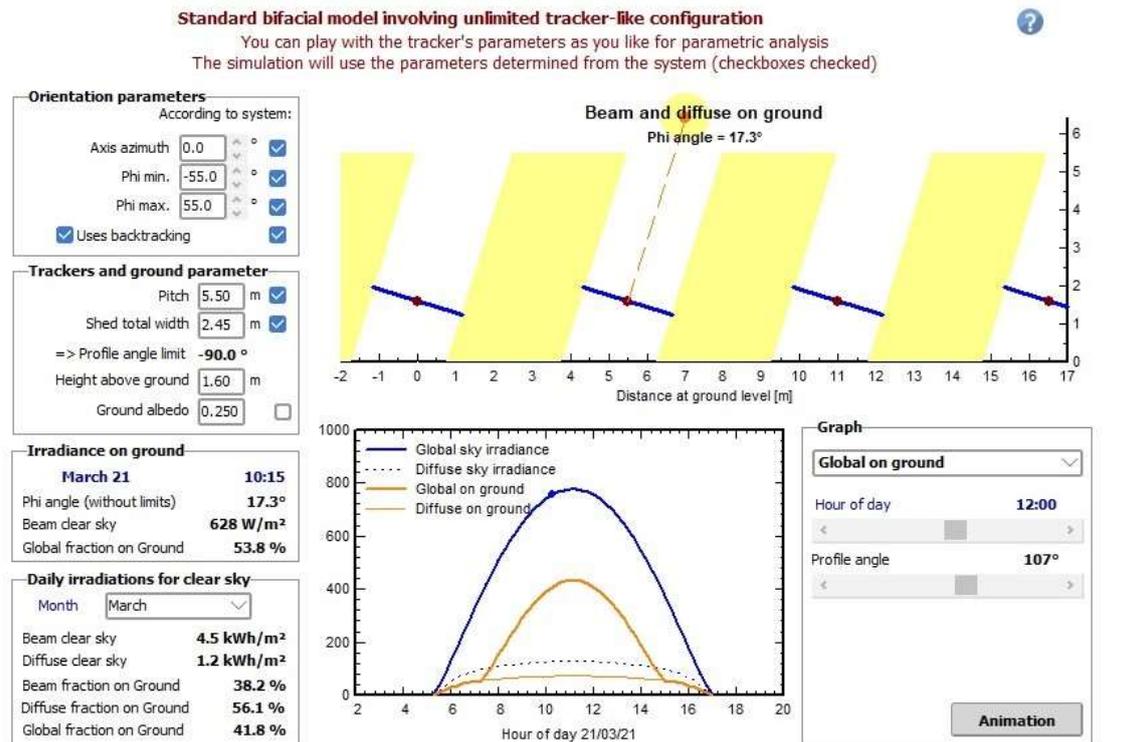
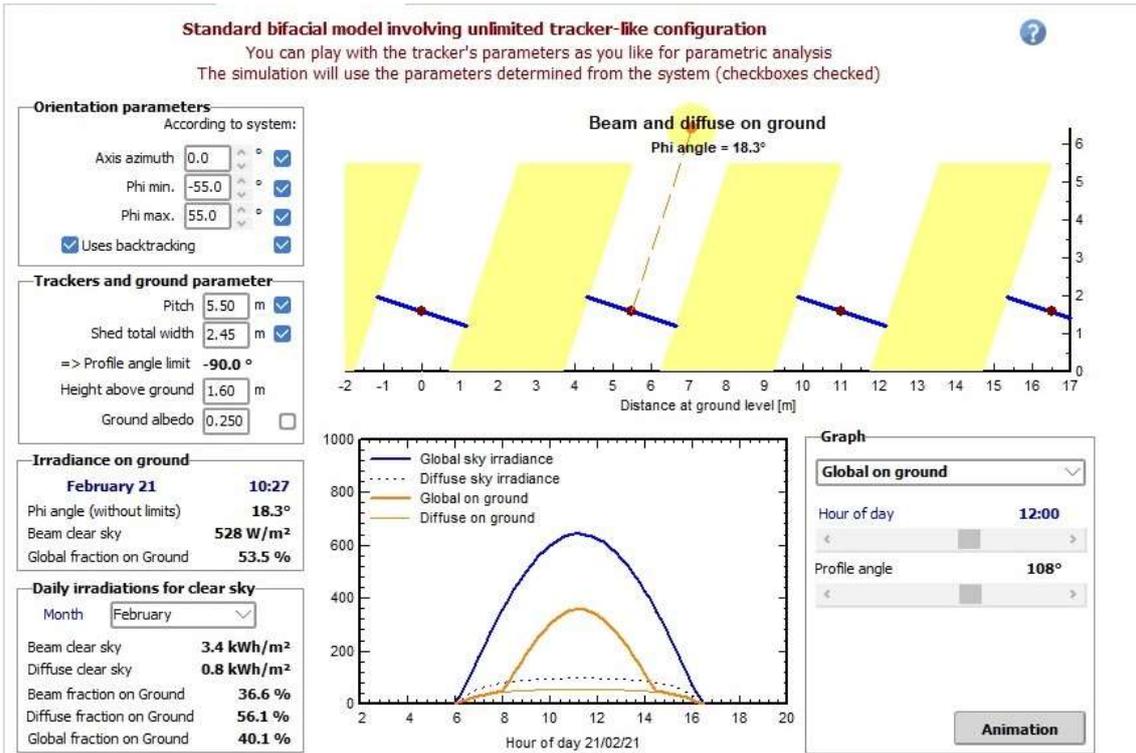
Distance at ground level [m]

Graph
Global on ground

Hour of day

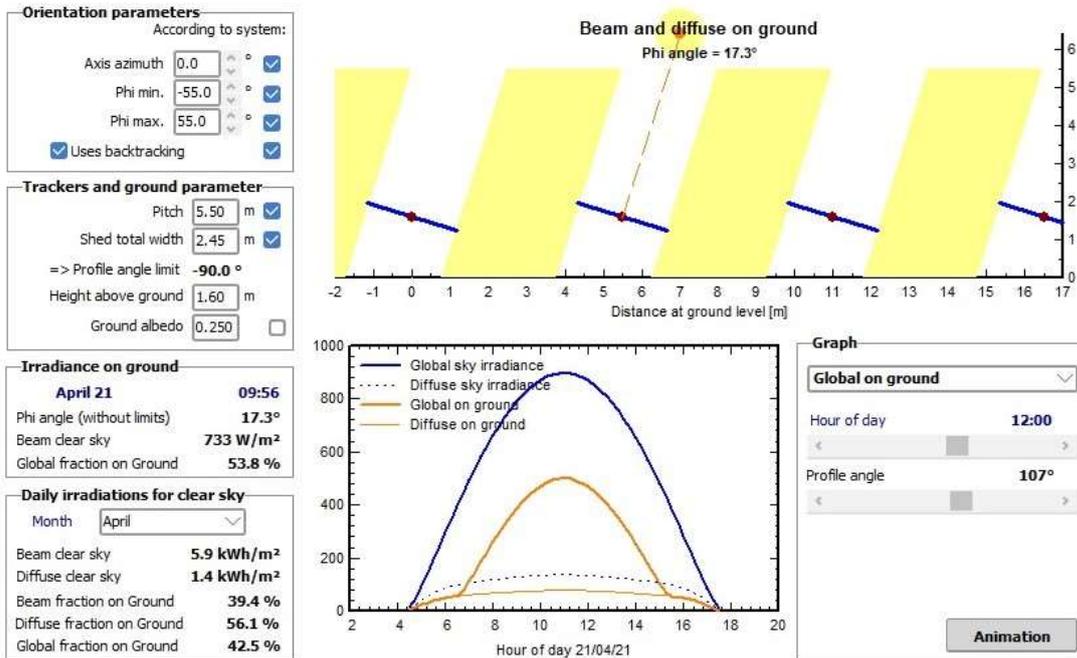
Profile angle

Hour of day 21/01/21



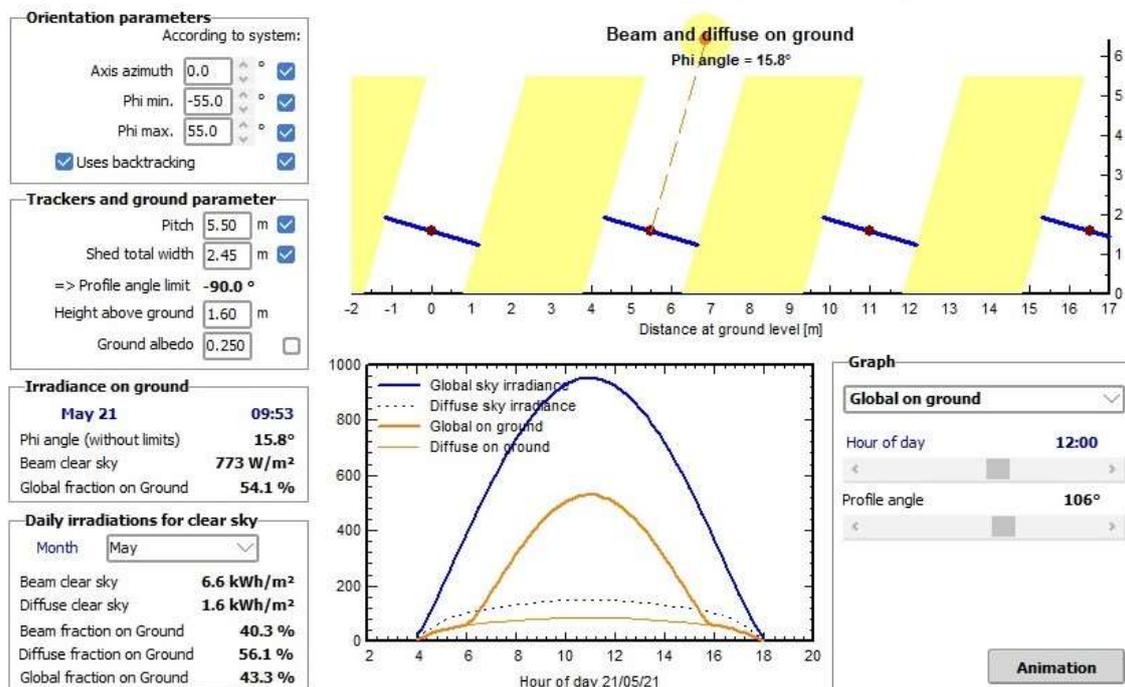
Standard bifacial model involving unlimited tracker-like configuration

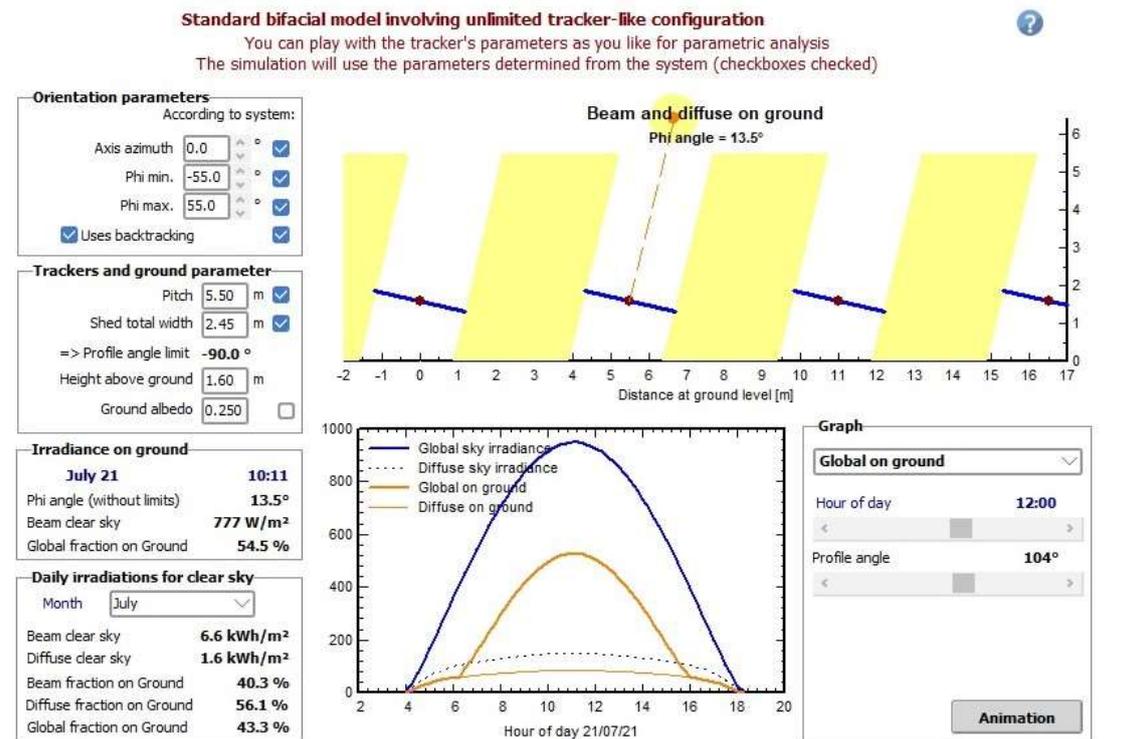
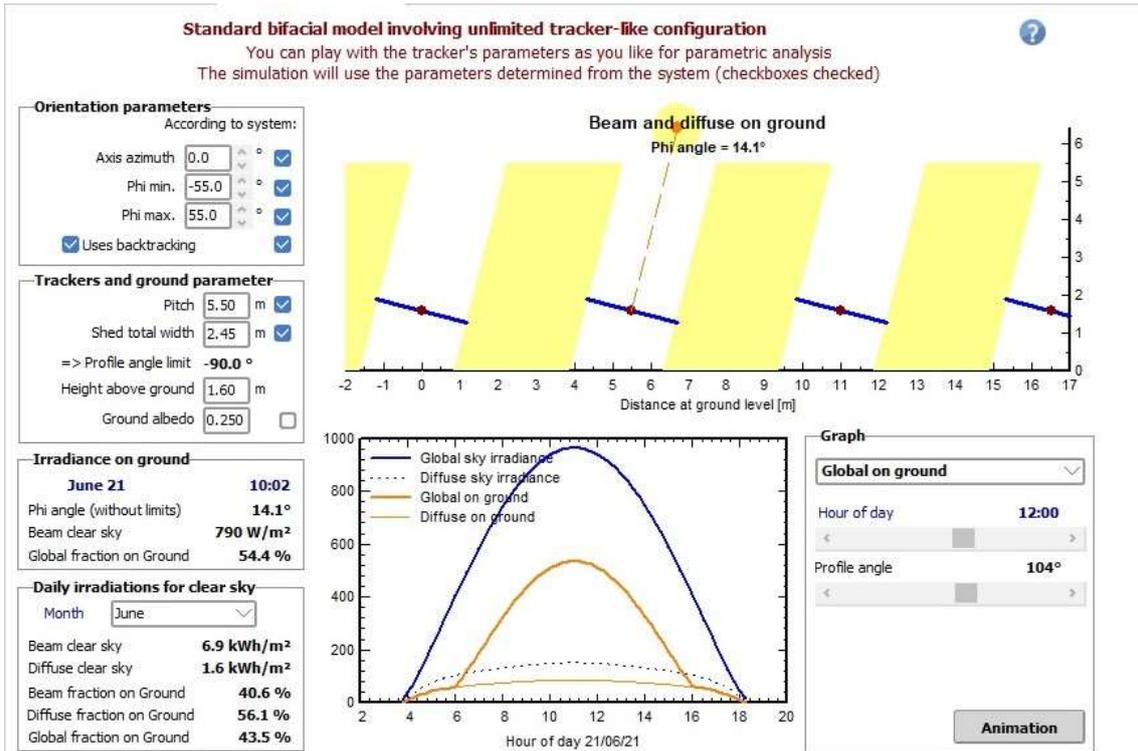
You can play with the tracker's parameters as you like for parametric analysis
The simulation will use the parameters determined from the system (checkboxes checked)



Standard bifacial model involving unlimited tracker-like configuration

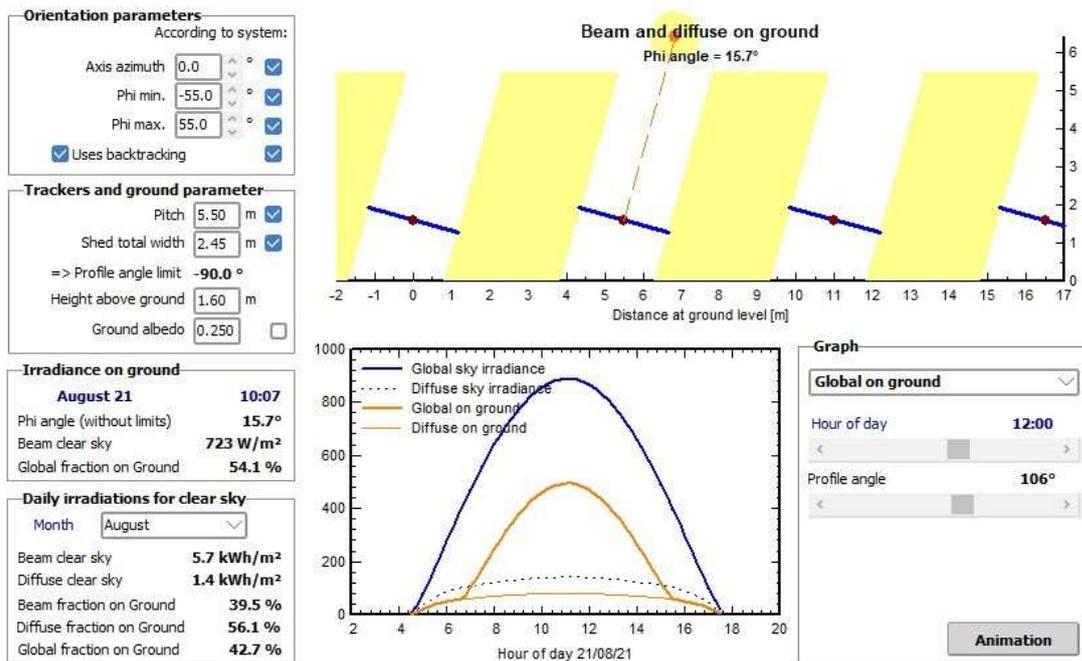
You can play with the tracker's parameters as you like for parametric analysis
The simulation will use the parameters determined from the system (checkboxes checked)





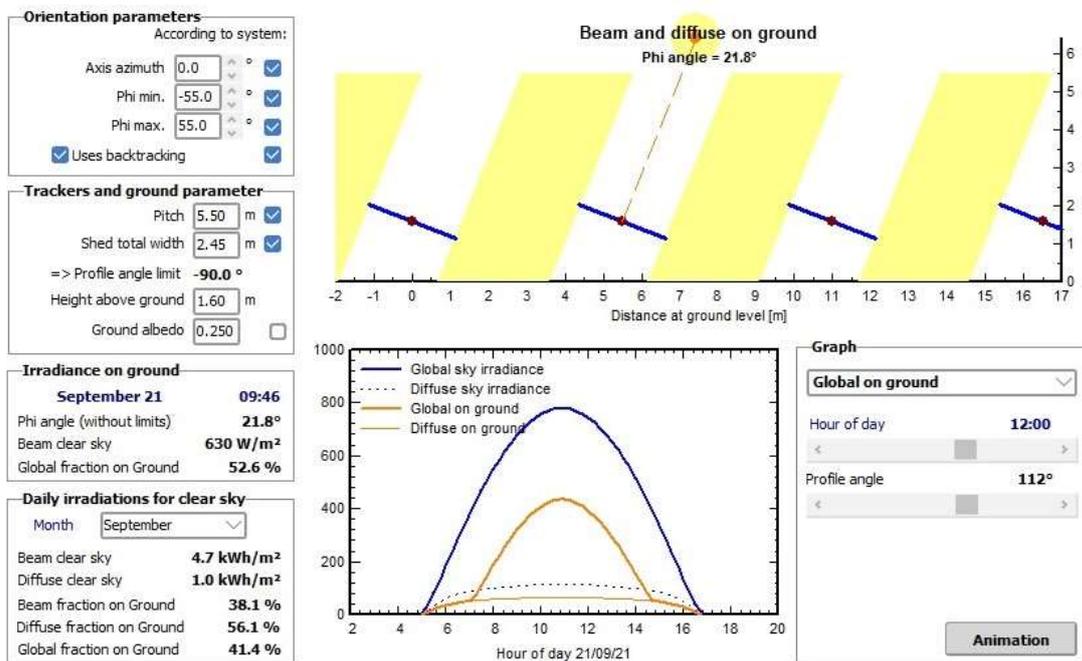
Standard bifacial model involving unlimited tracker-like configuration

You can play with the tracker's parameters as you like for parametric analysis
 The simulation will use the parameters determined from the system (checkboxes checked)



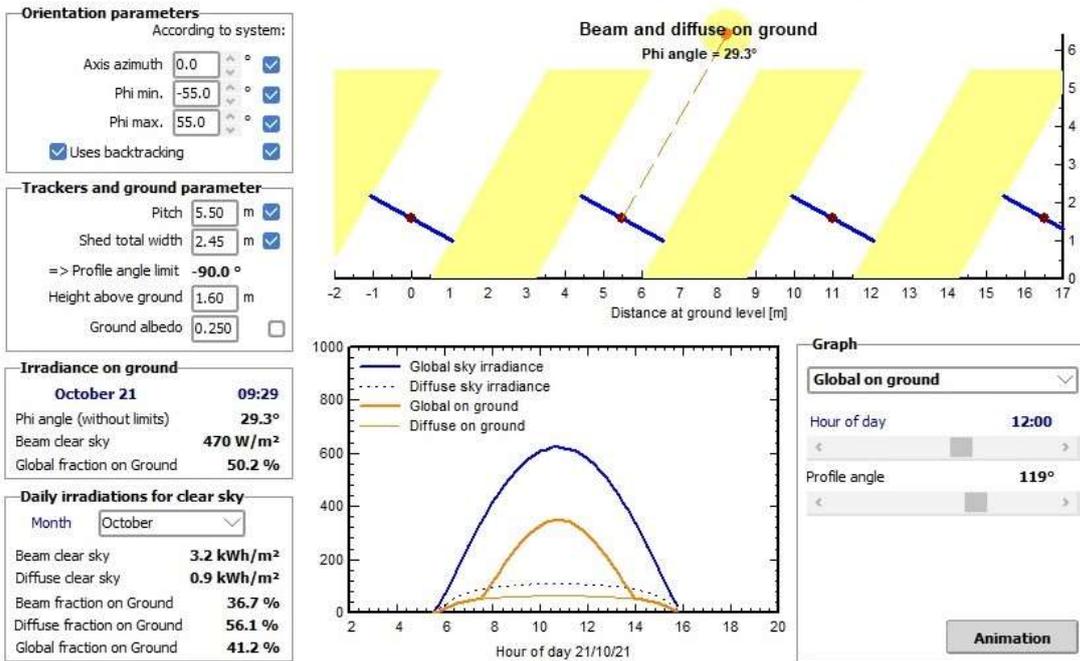
Standard bifacial model involving unlimited tracker-like configuration

You can play with the tracker's parameters as you like for parametric analysis
 The simulation will use the parameters determined from the system (checkboxes checked)



Standard bifacial model involving unlimited tracker-like configuration

You can play with the tracker's parameters as you like for parametric analysis
 The simulation will use the parameters determined from the system (checkboxes checked)



Standard bifacial model involving unlimited tracker-like configuration

You can play with the tracker's parameters as you like for parametric analysis
The simulation will use the parameters determined from the system (checkboxes checked)

Orientation parameters

According to system:

Axis azimuth

Phi min.

Phi max.

Uses backtracking

Trackers and ground parameter

Pitch m

Shed total width m

=> Profile angle limit °

Height above ground m

Ground albedo

Irradiance on ground

December 21 **09:55**

Phi angle (without limits) **32.1°**

Beam clear sky **317 W/m²**

Global fraction on Ground **49.1 %**

Daily irradiations for clear sky

Month:

Beam clear sky **1.8 kWh/m²**

Diffuse clear sky **0.5 kWh/m²**

Beam fraction on Ground **34.5 %**

Diffuse fraction on Ground **56.1 %**

Global fraction on Ground **39.5 %**

Beam and diffuse on ground

Phi angle = 32.1°

Graph

Global on ground

Hour of day:

Profile angle:

Impianto fisso (fix)

Bifacial system definition

General Simulation Parameters Unlimited Sheds 2D Model

Standard bifacial model involving unlimited sheds-like configuration

You can play with the sheds's parameters as you like for parametric analysis
The simulation will use the parameters determined from the system (checkboxes checked)

Orientation parameters

According to system:

Plane tilt °

Plane azimuth °

Sheds and ground parameter

Pitch m

Shed total width m

=> Profile angle limit °

Height above ground m

Ground albedo

Irradiance on ground

January 21 **12:00**

Profile angle **28.2°**

Beam clear sky **397 W/m²**

Beam fraction on Ground **0.0 %**

Diffuse fraction on Ground **42.0 %**

Global fraction on Ground **7.0 %**

Daily irradiations for clear sky

Month:

Beam clear sky **2.3 kWh/m²**

Diffuse clear sky **0.6 kWh/m²**

Beam fraction on Ground **0.0 %**

Diffuse fraction on Ground **42.0 %**

Global fraction on Ground **8.4 %**

Beam and diffuse on ground with sheds

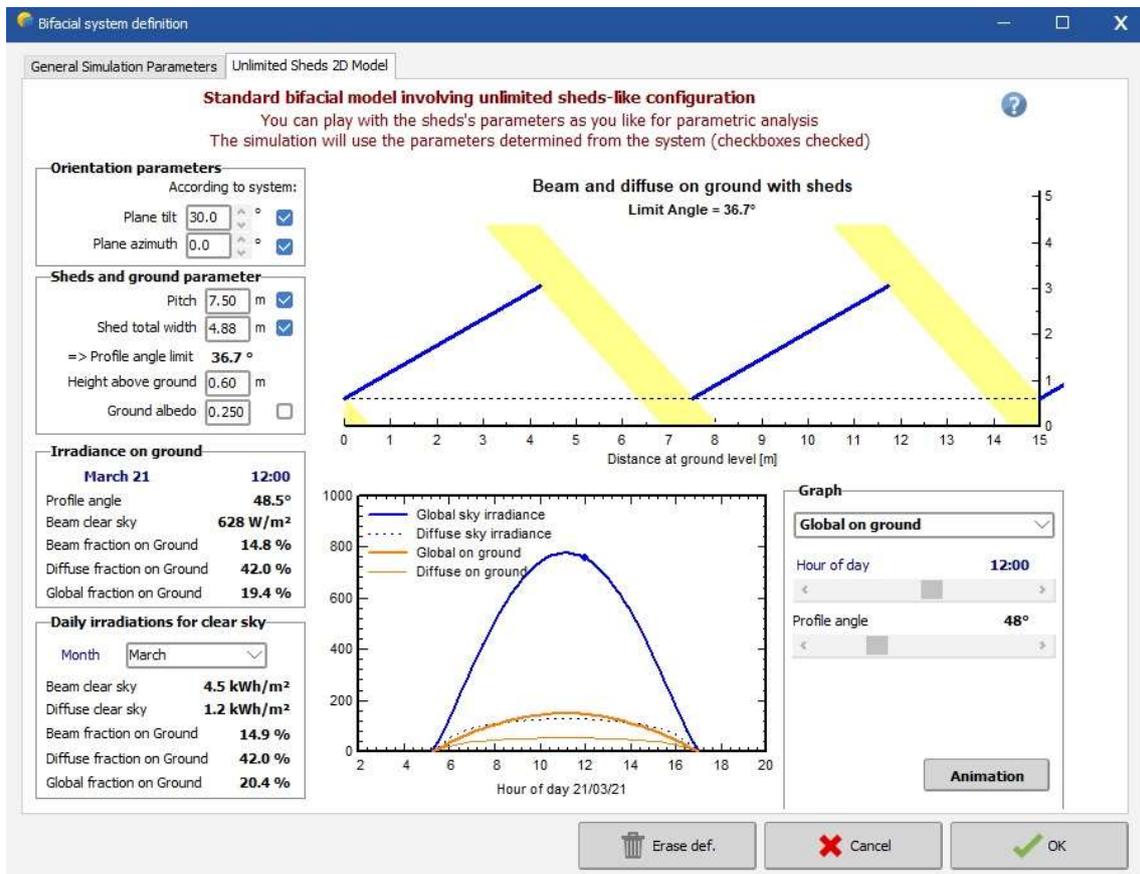
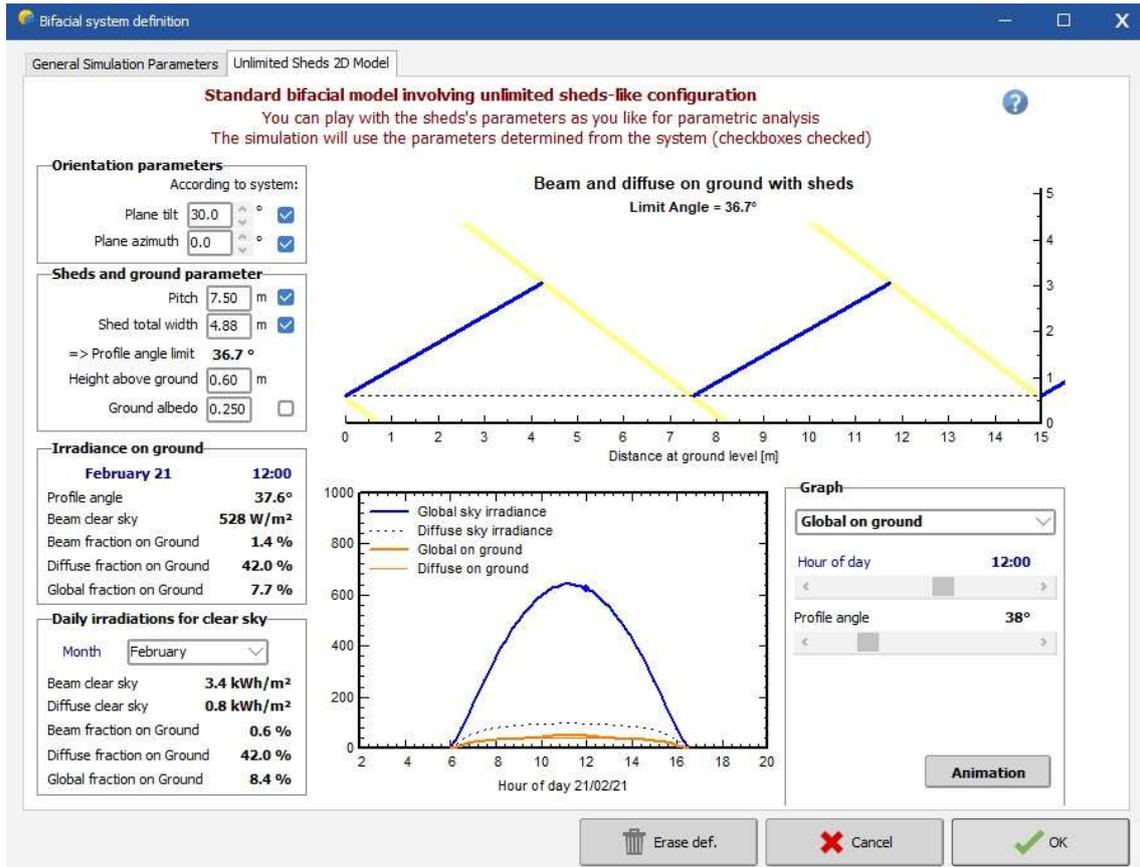
Limit Angle = 36.7°

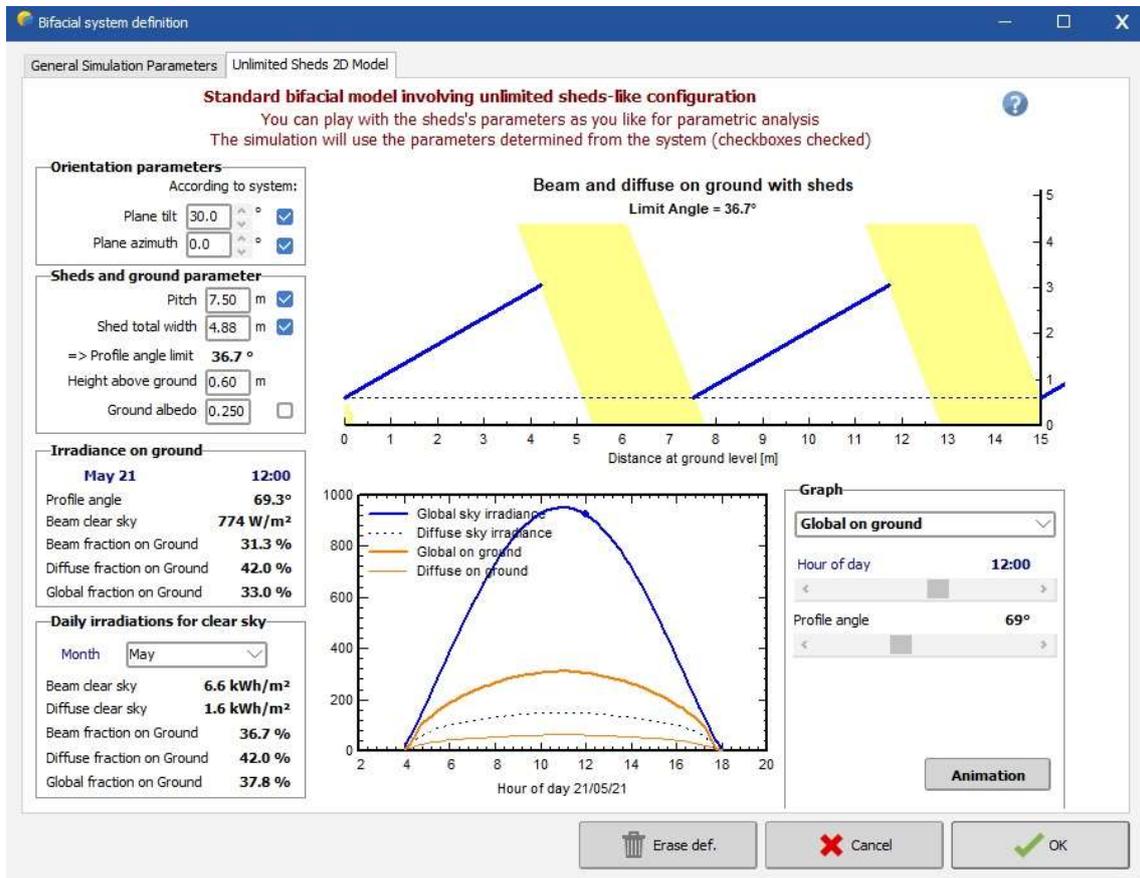
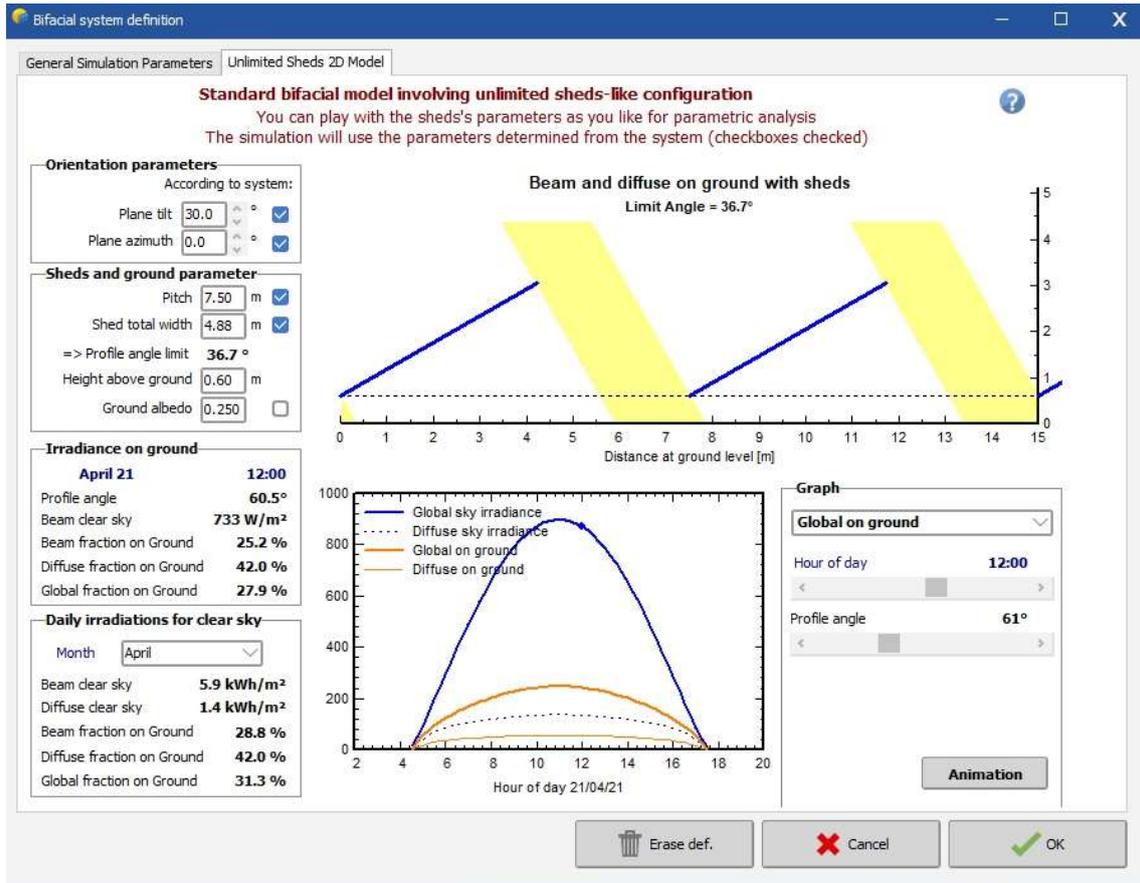
Graph

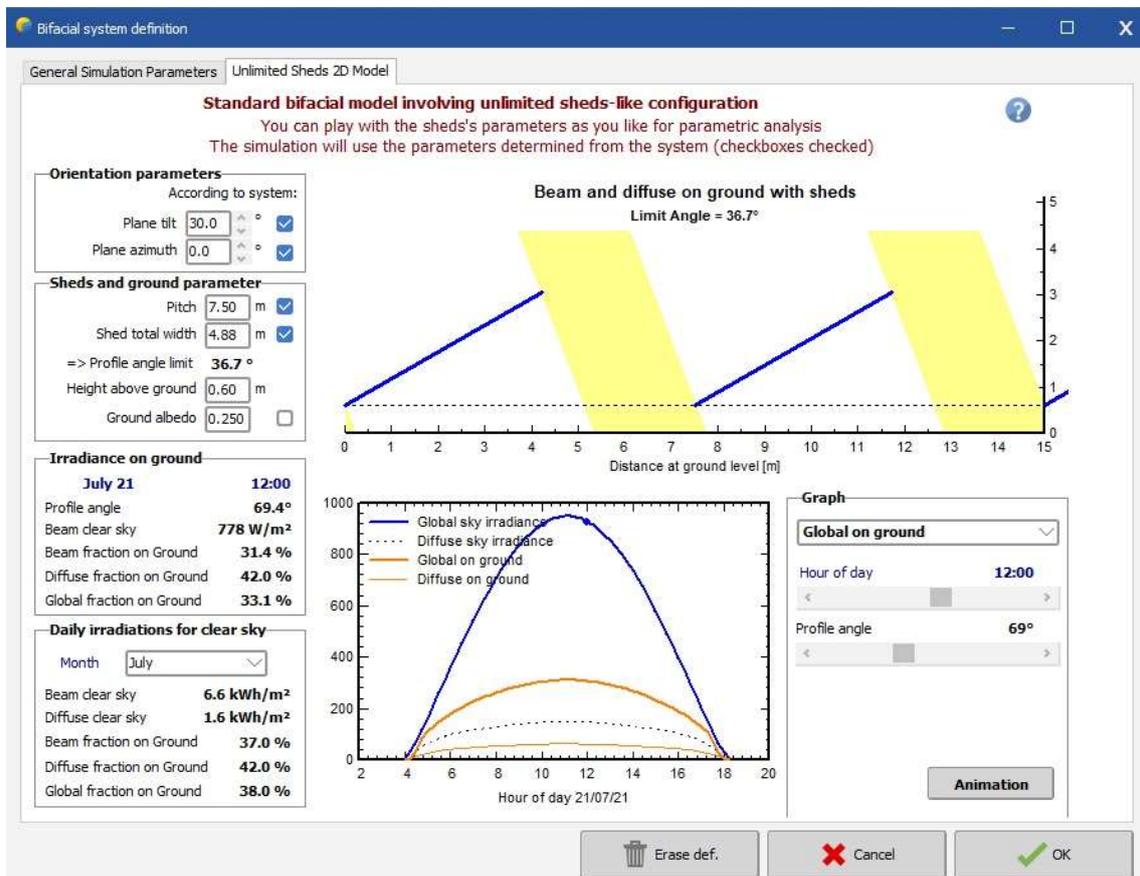
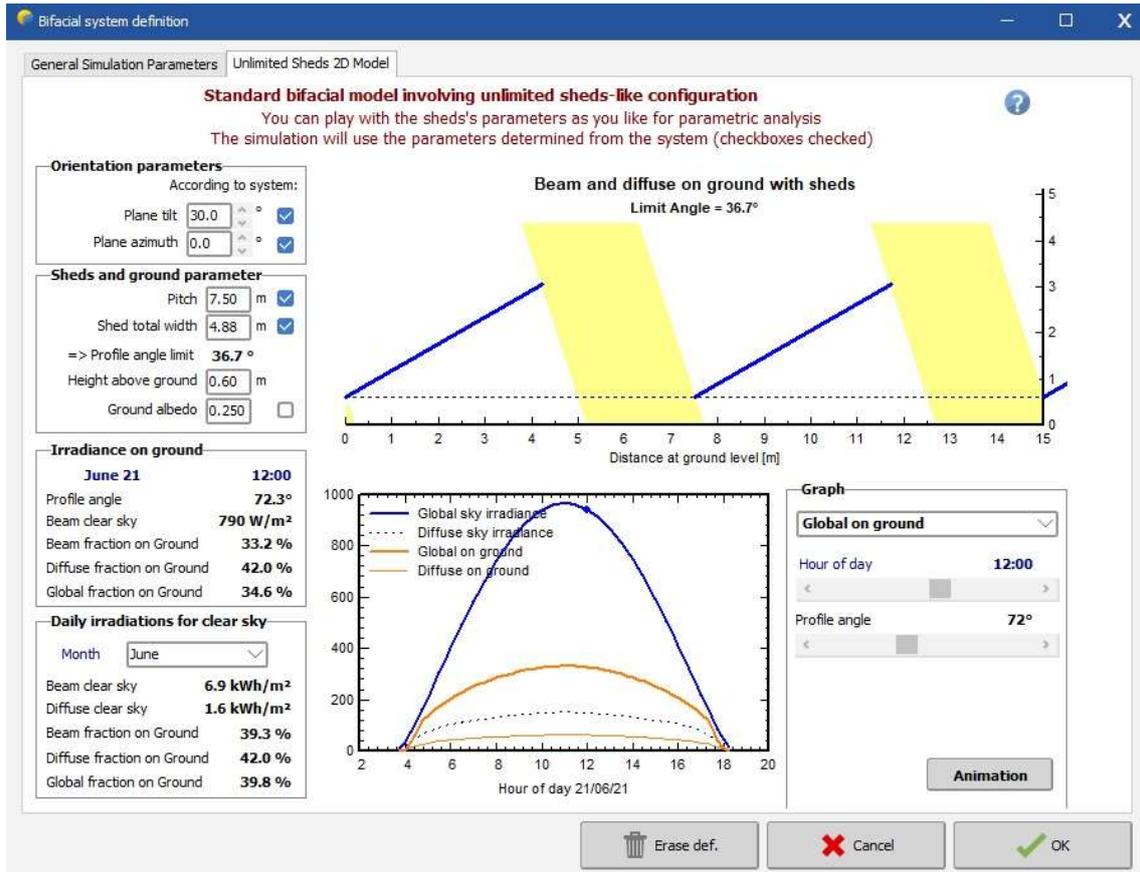
Global on ground

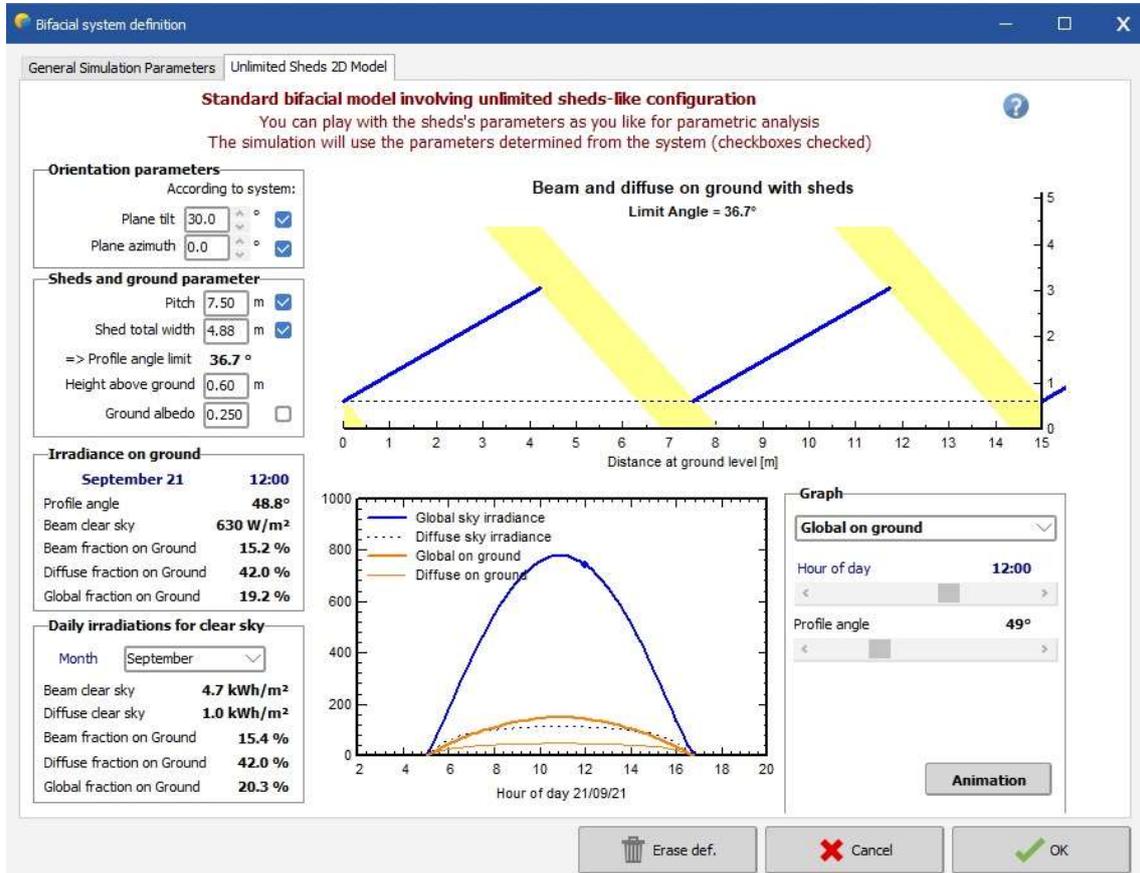
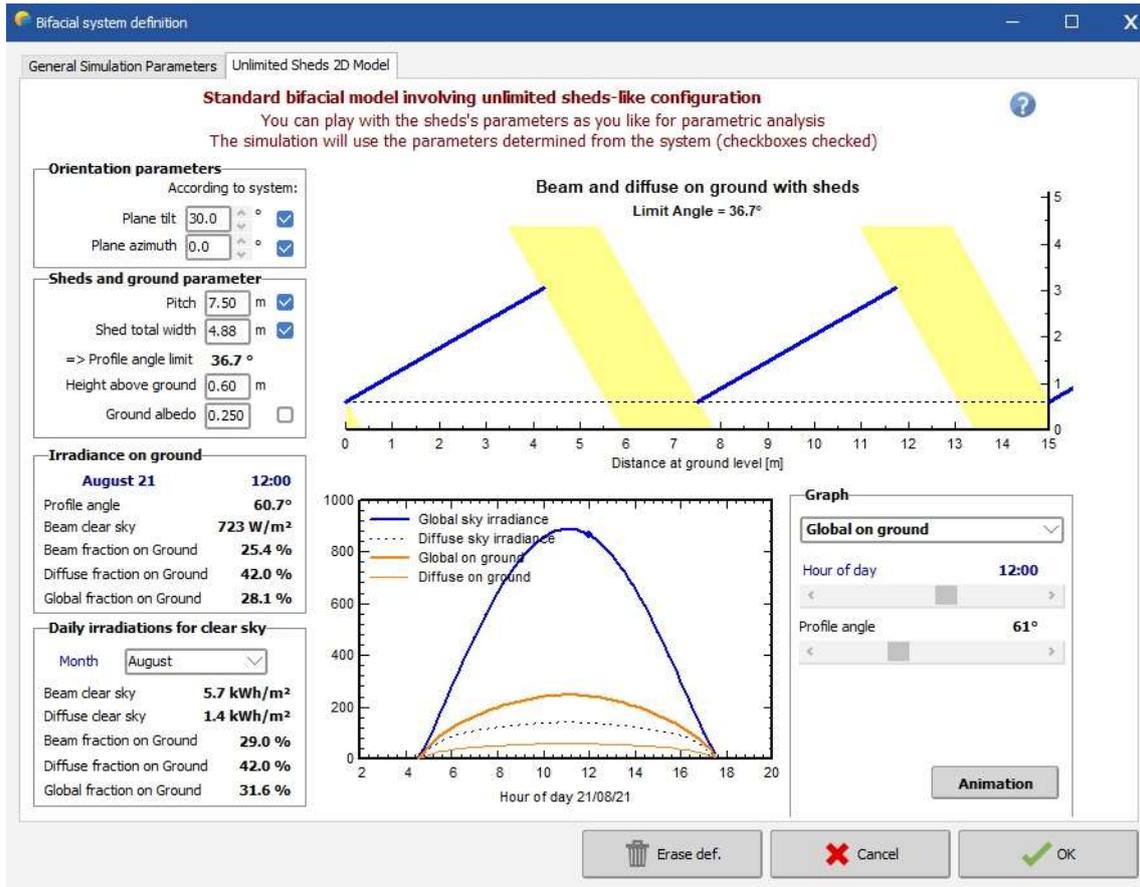
Hour of day:

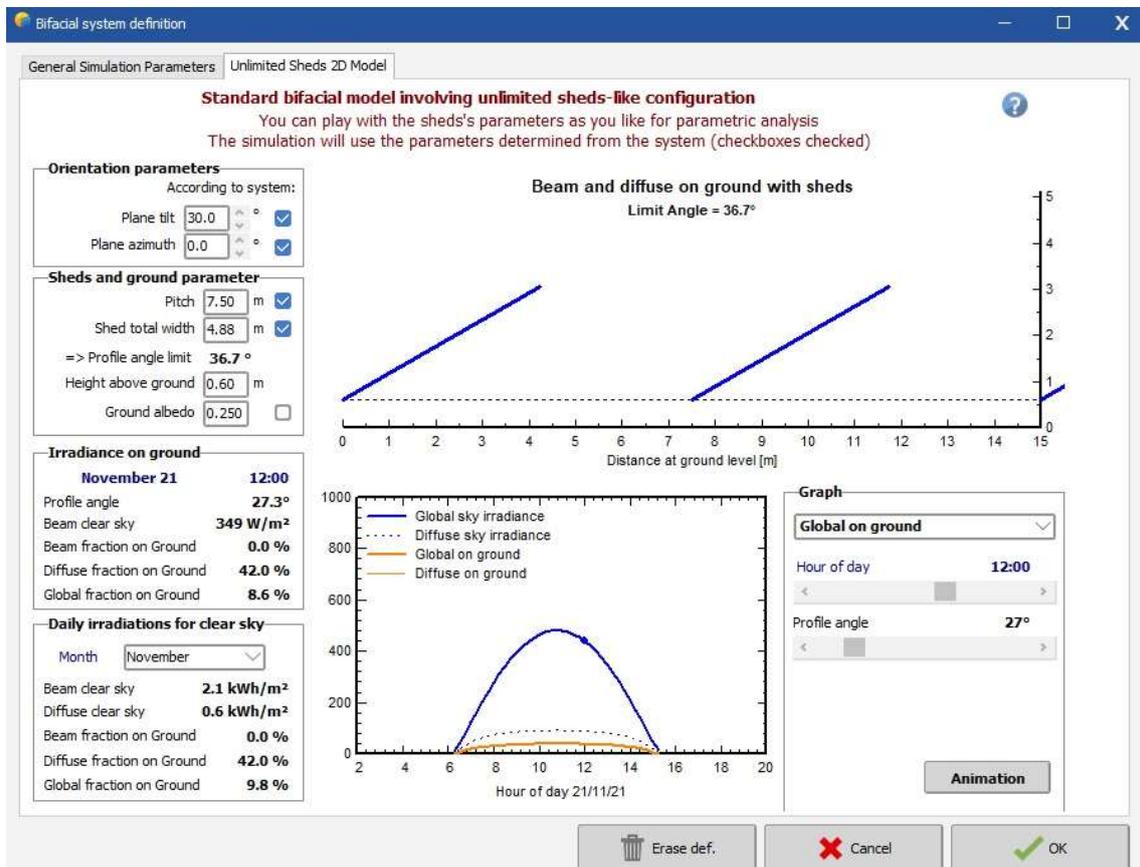
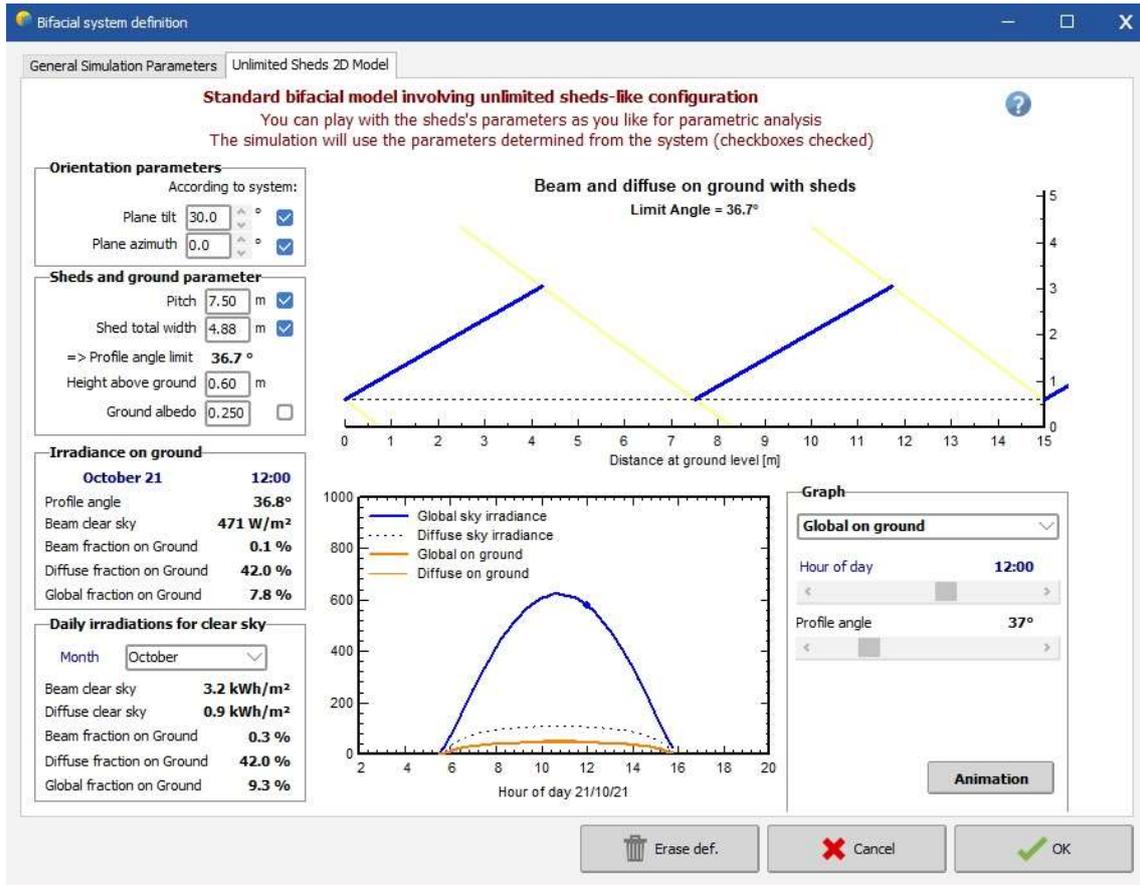
Profile angle:

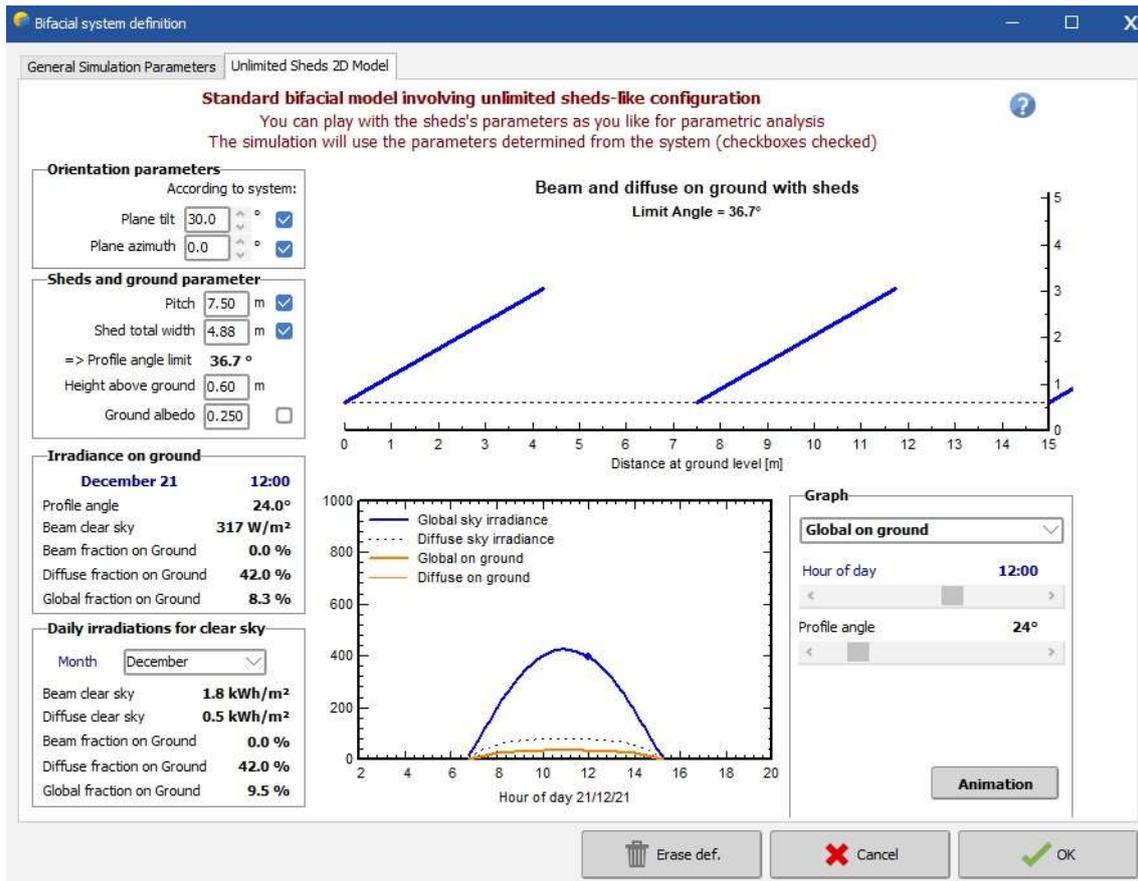












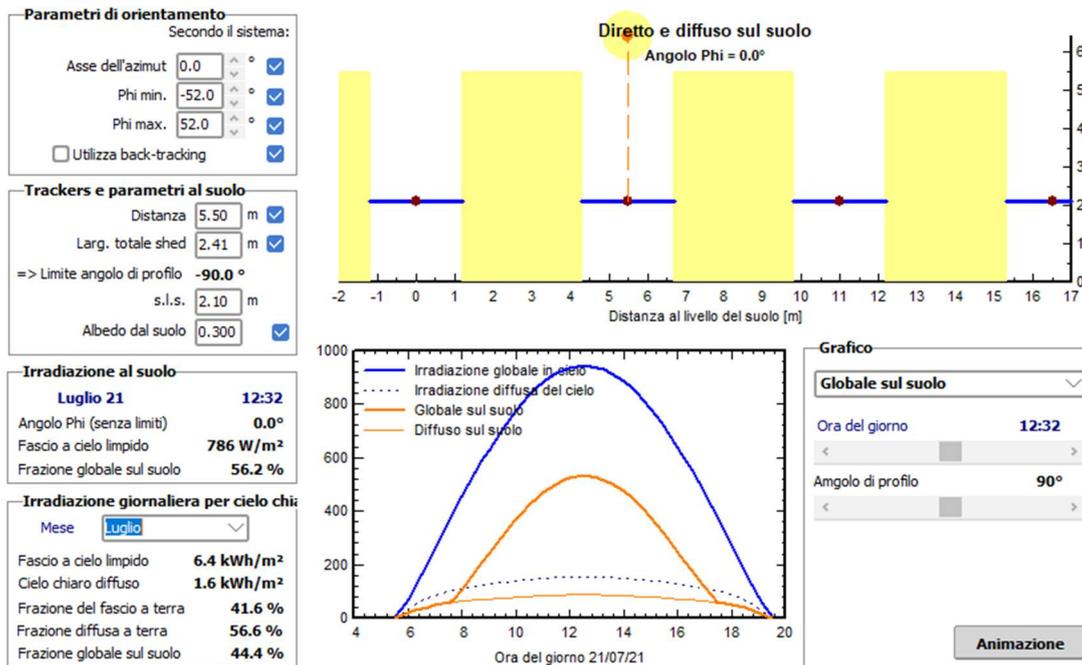
Analizziamo in maniera specifica i grafici del programma Pvsyst sopra esposti per andare a comparare i dati di irraggiamento contestualizzati nel layout di riferimento del parco agrivoltaico con le esigenze di irraggiamento delle colture da inserire. Per valutare la possibilità di coltivare il suolo all'interno delle file di pannelli FV e stabilire quale sia la superficie "utile" in considerazione dell'uso delle diverse disposizioni dei tracker si esaminano i dati di flusso fotonico fotosintetico relativi a vari tipi di coltivazione. I valori di PPF risultano essere compresi tra 250 e 700 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Radiazione solare	Condizioni atmosferiche							
	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%

62 – valori approssimativi della radiazione solare

Modello bifacciale standard con configurazione illimitata simile a un tracker

Puoi giocare con i parametri Tracker's come preferisci per l'analisi parametrica
La simulazione utilizzerà i parametri determinati dal sistema (caselle di controllo selezionate)



63 – esempio del calcolo dell'irradiazione relativo al mese di luglio di un impianto pilota

In riferimento ad un impianto diverso, per esempio, il software Pvsyst considerato mostra in luglio alcuni dati che di seguito si espongono:

Irradiazione globale in cielo: circa 940 W/m²

Irradiazione diffusa del cielo: circa 160 W/m²

Irraggiamento globale sul suolo: circa 530 W/m²

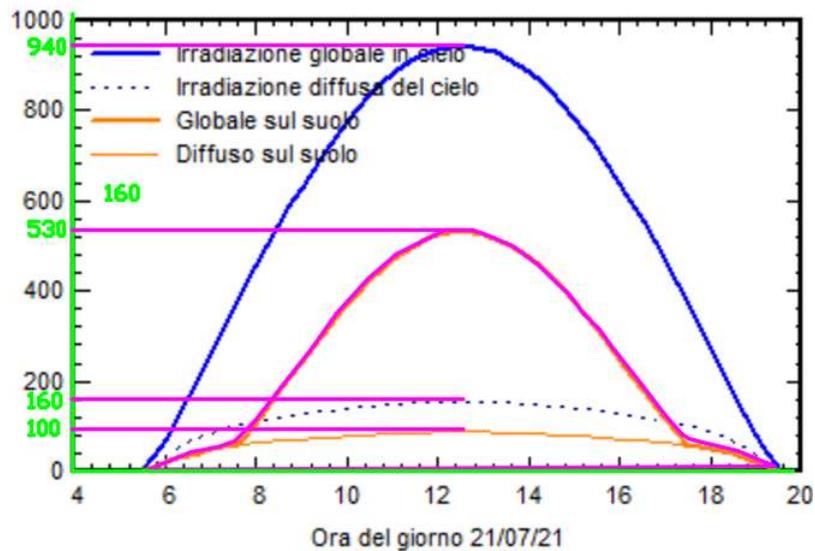
Irraggiamento diffuso sul suolo: circa 100 W/m²

Irradiazione al suolo mensile: 786 W/m² (di cui il 56,2% globale sul suolo)

Irradiazione giornaliera per cielo chiaro: si ottiene sommando il fascio cielo limpido e il cielo chiaro diffuso: 6.4 kWh/m² + 1.6 kWh/m² = 8.0 kWh/m²

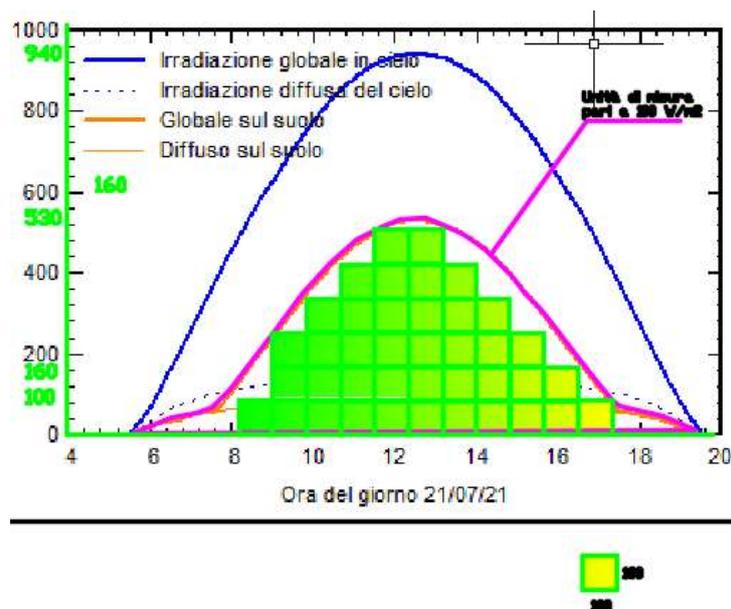
Albedo pari al 30%

Frazione globale al suolo: 44,4% di 8.0 kWh/m²



64 – valori stimati di irradiazione al suolo su ipotetico impianto

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'interna 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 giornaliere. I risultati di tali calcoli vengono riportati nella tabella sotto proposta.



65 – stima del calcolo dell'integrale relativo alla curva di Gauss

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 ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) Colture di riferimento (cisto)	Conversione da W/m^2 a $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ - relativa al layout
Gennaio	6 ore e 22 min	1530	2.3	0.6	66.72	25	396	250-700	277.55
Febbraio	7 ore e 30 min	2214	3.4	0.8	82		528		341.12
Marzo	10 ore e 13 min	3236	4.5	1.2	87.95		628		365.87
Aprile	12 ore e 3 min	4206	5.9	1.4	96.96		733		403.35
Maggio	13 ore e 25 min	5305	6.6	1.6	109.81		773		456.81
Giugno	14 ore e 22 min	5527	6.9	1.6	106.84		790		444.45
Luglio	14 ore e 31 min	5350	6.6	1.6	102.35		777		425.78
Agosto	13 ore e 46 min	4723	5.7	1.4	95.28		723		396.36
Settembre	12 ore e 23 min	3663	4.7	1.0	82.19		630		341.91
Ottobre	11 ore e 5 min	2610	3.2	0.9	65.43		470		272.19
Novembre	7 ore e 53 min	1779	2.1	0.6	62.71		348		260.87
Dicembre	6 ore e 35 min	1441	1.8	0.5	60.83		317		253.05

66 - Tracker (tot. 2,45 m) - pitch 5,50 m – h sls 1,6 m

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 ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) Colture di riferimento (cisto)	Conversione da W/m^2 a $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ - relativa al layout
Gennaio	6 ore e 22 min	348	2.3	0.6	12.89	25	397	250-700	53.62
Febbraio	7 ore e 30 min	546	3.4	0.8	23.81		528		99.05
Marzo	10 ore e 13 min	1866	4.5	1.2	50.72		628		210.98
Aprile	12 ore e 3 min	3804	5.9	1.4	87.69		733		364.80
Maggio	13 ore e 25 min	5155	6.6	1.6	106.70		773		443.88
Giugno	14 ore e 22 min	5683	6.9	1.6	109.85		790		457
Luglio	14 ore e 31 min	5214	6.6	1.6	99.74		778		414.94
Agosto	13 ore e 46 min	4169	5.7	1.4	84.10		723		349.86
Settembre	12 ore e 23 min	2101	4.7	1.0	47.14		630		196.11
Ottobre	11 ore e 5 min	754	3.2	0.9	18.90		471		78.64
Novembre	7 ore e 53 min	584	2.1	0.6	20.59		349		85.65
Dicembre	6 ore e 35 min	467	1.8	0.5	19.71		316		82.01

67 - Fix (tot. 4,83 m) - pitch 7,5 m – h sls 0,6 m

I dati ricavati dalle valutazioni effettuate consentono di affermare che la coltivazione tra le interfile del parco fotovoltaico 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. Per i tracker in tutti i mesi i valori si mantengono all'interno di un range che consente "scientificamente" la coltivazione. Da ottobre a gennaio i valori risultano leggermente più bassi ma legati anche ad un minor sforzo "energetico" delle colture considerate e ciò porta ad affermare che in pieno campo non vi sarà alcun problema nel gestire il verde anche in quei periodi (anche perché per il *Cistus* spp. sono fondamentali i mesi di aprile e maggio che coincidono con la ripresa vegetativa e, pertanto, devono essere periodi in cui l'intercettazione della luce risulta massima). Per ciò che concerne l'impianto con pannelli fissi i risultati sono i medesimi: cambia il flusso fotosintetico nei mesi invernali (da ottobre a febbraio) in quanto i pannelli non girando alla ricerca della luce creano un'ombra permanente; nei mesi principali, quelli fondamentali per la ripresa vegetativa, i valori di luce non soltanto consentono lo sviluppo del *Cistus* spp. ma sono paragonabili a quelli con i tracker (da maggio a luglio). Il mese con il più alto valore è risultato giugno.

La proposta in esame tiene conto dell'associazione tra la tecnologia fotovoltaica e coltivazione del terreno agrario tra le interfile di pannelli con una predisposizione colturale che prevede la piantumazione di un filare di *Cistus* spp. a circa 1,30 m dalla fila di pannelli e la presenza di un inerbimento permanente sotto gli stessi tracker. Il layout che si propone prevede distanze tra le file di trackers/pannelli di 7,50 m: considerato che i tracker nell'arco della giornata si troveranno "sempre" nella posizione di massima intercettazione della luce, la fascia di suolo agrario utilizzabile, in parte ombreggiata ed in parte soleggiata, sarà pari a circa 3 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 dei trackers. La maggiore disponibilità di irraggiamento per le colture corrisponde alle ore 12, momento in cui i trackers si trovano in posizione orizzontale rispetto al suolo. Verrà considerata come prima specificato zona "coltivabile" una fascia pari a 3 m circa mentre la restante parte verrà proposto un inerbimento con un miscuglio "permanente" di essenze graminacee e leguminose.

29. Interpretazione dei dati

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 ai legumi dimostra come i valori di PPF 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 nell'ultimo trimestre dell'anno). 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. 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 trackers/pannelli ma getta anche le basi per produzioni quali-quantitative 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 diverse piantumazioni che verranno prese in considerazione saranno soggette a coltivazione in "asciutto. I trattamenti fitoterapici saranno nulli o quelli strettamente necessari nella conduzione delle colture in regime, sempre e comunque, di agricoltura biologica.

30. Considerazioni sulla produzione con FV

La presenza di un impianto fotovoltaico se da una parte assolve alla mission per cui è stato concepito (per la produzione di energia) dall'altro crea un micro-ambiente del tutto particolare dove le condizioni di crescita e sviluppo delle colture impiantate sono favorite da svariati fattori. Gli elementi che favoriscono l'attecchimento delle piante coltivate riguardano, per esempio, il mantenimento di una temperatura più fresca nelle vicinanze e sotto i pannelli fotovoltaici, il minore effetto del vento in termini di impatto sulla coltura giovane, ecc..

Pertanto, nonostante l'effetto "ombra" dei pannelli non consenta alle colture agrarie di avere il massimo dell'efficienza fotosintetica, possiamo certamente asserire che, rispetto alla condizioni di pieno campo, rispetto ad un suolo agrario non irrigato e soggetto alle condizioni termopluviometriche naturali (aridocoltura), la "striscia" di suolo coltivata tra le file di pannelli fotovoltaici avrà una resa produttiva per ettaro non soltanto pari ad una qualsiasi resa in condizioni estensive ma leggermente superiore in funzione dei vantaggi che il connubio agrivoltaico determina. L'aumento di resa produttiva

sarà ovviamente legato al tipo di coltura, alla natura del suolo, alle condizioni orografiche e di esposizione, di umidità relativa, ecc...

Questo surplus, come da letteratura sopra menzionata, è un dato certo che, comunque, deve essere quantificato territorio per territorio da prove di campo effettuate in sinergia, per esempio, con il mondo scientifico universitario che avrebbe, in questo caso, il compito di “certificare” all’interno di progetti pilota tali considerazioni. In questa fase stimiamo, per esempio, in un 8-10% l’aumento di resa produttiva di una coltivazione tipo di leguminose in “consociazione” con un impianto fotovoltaico.

31. Inerbimento sotto i trackers e pannelli

In base ai risultati dell’analisi pedologica 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 realizzazione di una copertura erbacea seminata con funzione di protezione superficiale del terreno, al fine di evitare l’insorgere di fenomeni di erosione del suolo e di ruscellamento superficiale dell’acqua che potrebbero pregiudicare la riuscita degli interventi di ripristino ambientale. L’azione antierosiva di una cotica erbacea stabile si esplica sia a livello di apparato epigeo, sia ipogeo. Una copertura erbacea chiusa protegge il terreno dagli effetti dannosi derivanti da forze meccaniche (pioggia battente, grandine, erosione idrica, erosione eolica, ecc.), in seguito all’assorbimento di parte dell’energia cinetica sotto forma di lavoro di deformazione degli organi epigei. Inoltre

all’aumentare della superficie fogliare (quantificabile ad es. come Leaf Area Index - LAI, ossia l’area fogliare rapportata all’unità di superficie di suolo, espressa in m² di superficie fogliare per m² di superficie di suolo), viene facilitata la restituzione in atmosfera, sotto forma di vapore, di parte delle precipitazioni intercettate (si parla propriamente di perdita di intercettazione). A livello ipogeo le piante assolvono una importante funzione meccanica, sia trattenendo le particelle del suolo ed evitando un loro dilavamento, sia favorendo l’infiltrazione dell’acqua lungo vie preferenziali di percolazione e riducendo quindi il ruscellamento superficiale. Inoltre, l’apporto di sostanza organica, tramite organi morti ed essudati radicali, e la stimolazione nei confronti della microflora e microfauna tellurica accelerano i processi di umificazione con miglioramento delle caratteristiche strutturali e delle proprietà di coesione del terreno stesso.

L’azione antierosiva di una cotica erbacea è fortemente condizionata, oltre che dalla percentuale di copertura del suolo, anche dalla struttura verticale dello strato vegetale erbaceo, che anche con altezze limitate (30-90 cm) può presentare un notevole grado di complessità, in relazione alle forme biologiche presenti (specie a portamento eretto, a rosetta, reptanti, ecc.). In particolare, è possibile

distinguere all'interno della struttura verticale di una coltura erbacea due componenti (NSW Department of Primary Industries 2005):

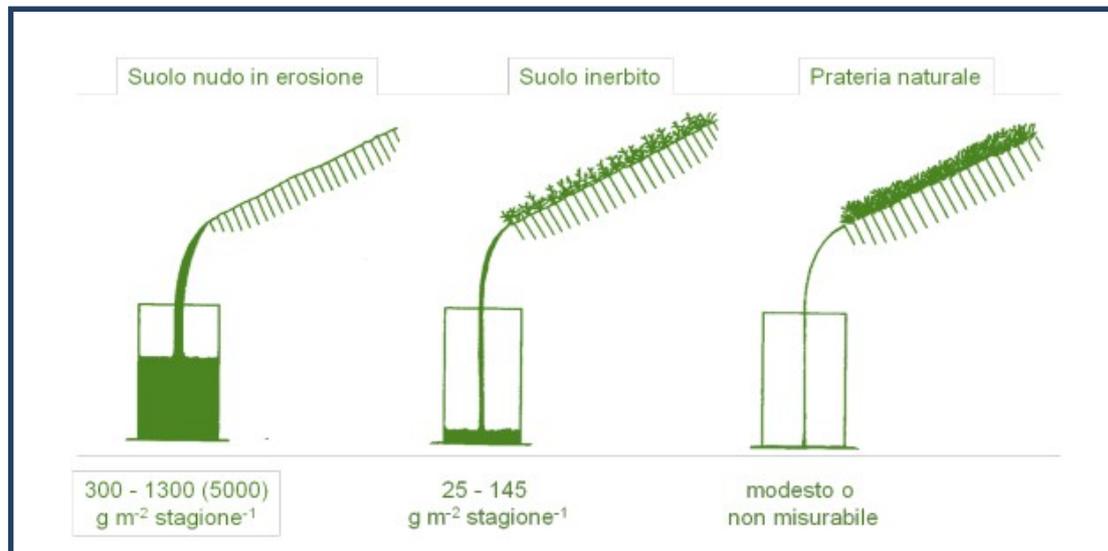
- copertura vegetale superiore, al di sopra dei 5 cm di altezza dalla superficie del suolo, che svolge un ruolo fondamentale nell'intercettare la pioggia battente e ridurre l'impatto di questa sulla superficie del suolo.
- copertura di contatto, ovvero la copertura del materiale vegetale a contatto con il terreno (al di sotto dei 5 cm di altezza), che oltre a svolgere un ruolo di protezione nei confronti dell'effetto della pioggia battente, permette di ridurre il ruscellamento superficiale e favorisce la deposizione degli eventuali sedimenti trasportati dall'acqua; la copertura di contatto include fusti vegetali prostrati, rosette basali, aree basimetriche delle piante e lettiera, quest'ultima però meno efficace nel controllo del ruscellamento superficiale se non ancorata al suolo.



68 – struttura dei vari strati erbacei

La differenziazione tra copertura vegetale superiore e copertura di contatto è di cruciale importanza in quanto specie erbacee con portamento spiccatamente eretto e prive di foglie basali, quali ad es. l'erba medica (*Medicago sativa*), non sono in grado, anche quando coprono il suolo con elevate percentuali di copertura, di impedire il ruscellamento superficiale e quindi l'erosione del suolo, a causa della ridottissima copertura di contatto. L'efficacia antierosiva di una copertura erbacea seminata è evidenziabile attraverso semplici misure sperimentali volte a quantificare il sedimento asportato; ad

esempio, Florineth (1994) ha evidenziato come su suoli nudi in erosione, durante il periodo vegetativo, vengano asportati in media 0,3-1,3 Kg di terreno per m², con punte anche di 5 Kg/m² in seguito ad un forte temporale (60 mm con grandine). Aree inerbite, di età superiore ai 3 anni, dimostrano invece un asporto di terreno assai più limitato (0,025-0,140 Kg/m²), mentre tappeti erbosi di origine naturale, ricchi di lettiera organica, non sono soggetti a una attività erosiva misurabile.



69 – prove sperimentali in merito al sedimento asportato

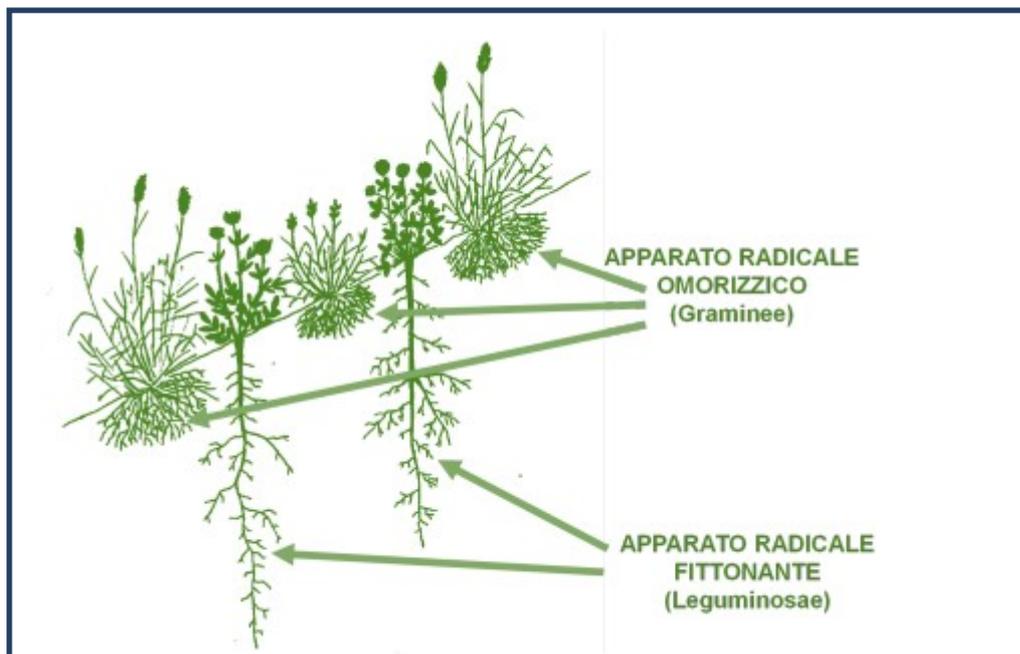
Se la difesa contro i fenomeni erosivi superficiali rappresenta lo scopo primario degli interventi volti a favorire una elevata copertura vegetale, non vanno dimenticate le numerose e altrettanto importanti funzioni svolte da un manto erboso. Tra queste ricordiamo:

- trattenuta degli elementi nutritivi accumulati durante l'evoluzione pedogenetica, nell'ambito del profilo del suolo biologicamente attivo, con riduzione delle perdite per lisciviazione a valori comparabili a soprassuoli forestali;
- miglioramento del bilancio idrico e termico; in una giornata calda e soleggiata si calcola che gli strati di aria sovrastanti un prato, per effetto dell'evapotraspirazione fogliare, abbiano una temperatura inferiore di 5°C rispetto ad un terreno nudo e di 15°C rispetto ad una copertura d'asfalto (Noè 1994);
- mantenimento di condizioni microclimatiche favorevoli allo sviluppo biologico nel suolo e nello strato aereo prossimo al terreno stesso;
- capacità di filtrare e di decomporre, grazie all'ambiente umido e ricco di flora microbica, inquinanti atmosferici di vario genere depositati per gravità o tramite le piogge;
- migliore inserimento nel contesto ambientale delle aree rimaneggiate e mitigazione di impatti di tipo paesaggistico;

f) mantenimento di una elevata biodiversità, sia vegetale, sia animale, e ricostituzione di habitat di interesse naturalistico.

Va evidenziato che la biodiversità della cotica erbacea risultante dalla semina agisce direttamente e indirettamente su tutti gli altri servizi ecosistemici; ad esempio, la presenza di specie differenziate per distribuzione verticale degli organi epigei e radicali consente di occupare meglio lo spazio aereo e sotterraneo, massimizzando l'effetto protettivo nei confronti di pioggia battente, ruscellamento, erosione e lisciviazione di nutrienti. La semplice consociazione di specie appartenenti alla famiglia delle Gramineae, caratterizzate da apparato radicale omorizzico con numerose radici fini che esplorano gli orizzonti superficiali del suolo, e Leguminosae, caratterizzate da apparato radicale a fittoni che si approfonda negli orizzonti sottostanti, permette un efficace utilizzo dello spazio da parte degli apparati radicali di un inerbimento.

Queste considerazioni supportano l'evidenza scientifica che miscugli caratterizzati da una elevata diversità specifica danno origine a coperture vegetali in grado controllare efficacemente l'erosione superficiale (Lepš et al 2007; Kirmer et al. 2012).



70 – differenze apparati radicali piante erbacee

In relazione al sito in esame, l'ipotesi dell'inerbimento del versante rappresenta una opportunità per consolidare una parte di suolo con un sistema efficace, del tutto naturale e, per definizione, non impattante dal punto di vista ambientale. La struttura del terreno risulterà più stabile grazie alla presenza di sostanze colloidali e humus derivanti dalla decomposizione degli apparati radicali e della biomassa ricavata dagli sfalci. Mediante la tecnica dell'idrosemina e/o dell'idrostolonizzazione verrà

realizzato un prato polifita con scarsa presenza di graminacee, diverse piante sarmentose, leguminose perenni e annuali autoseminanti, le quali saranno in grado di ricostituire in un arco temporale a breve e medio termine un consistente strato superficiale. Tale strato, una volta sfalciato e decomposto andrà a costituire un humus caratterizzato da una notevole ritenzione idrica per ciò che concerne l'intercettazione delle acque meteoriche. Tale processo, su larga scala, costituirà un robusto coticco erboso in grado di trasferire al sistema di scoline e fossi di guardia cospicue quantità di acque derivanti dal ruscellamento superficiale. Le sementi da distribuire insieme al fiorume già presente a livello locale (in particolare stoloni e rizomi del genere *Cynodon* spp.), saranno in seguito sottoposte ad un processo di selezione naturale da specie con levata primaverile mediante interventi di trinciatura periodica in modo tale da impedire la risemina di essenze non adatte.

L'inerbimento "diretto" comprende tutte le tecniche di realizzazione di una cotica erbacea che prevedono il trasferimento di semente da una superficie donatrice verso una superficie ricevente, senza nessuna moltiplicazione intermedia di sementi (Staub et al. 2016). La raccolta della semente si effettua nella stessa regione biogeografica del sito ricevente e su superfici che presentino le stesse condizioni topografiche (altitudine, esposizione, ecc.) e pedologiche (natura del substrato, caratteristiche del suolo, ecc.), permettendo di ottimizzare l'impiego di specie ed ecotipi locali idonei al sito da inerbire.

L'inerbimento diretto può essere realizzato principalmente con tre tecniche:

- (i) impiego di fiorume,
- (ii) tecnica dell'erba verde,
- (iii) impiego di 'sementi per la preservazione'

Per fiorume si intende il materiale ricco di semi di specie che si depositano sul pavimento dei fienili, contenente in gran parte frammenti vegetali misti di foglie e steli. Va precisato che il termine 'fiorume' è talvolta impropriamente usato per indicare sementi intenzionalmente raccolte da un prato naturale o seminaturale mediante appositi macchinari, che andrebbero più correttamente chiamate secondo la normativa vigente 'miscele per la preservazione'. Un tempo il fiorume rappresentava per le aziende agricole il materiale di propagazione più frequentemente usato, prima della diffusione commerciale di specie e varietà foraggere selezionate (Scotton et al. 2012). L'impiego odierno del fiorume incontra alcune difficoltà tecniche, in relazione all'organizzazione delle differenti aziende agricole, tanto da sconsigliarne in molti casi l'utilizzo. In particolare, si evidenziano i seguenti aspetti/criticità relativi all'impiego di fiorume:

- a) il fieno deve essere totalmente autoprodotta dall'azienda agricola, da prati permanenti caratterizzati da specie ed ecotipi autoctoni; il fiorume è inutilizzabile se l'azienda acquista fieno da altre aziende (in particolare se queste sono localizzate in altre regioni bioclimatiche o addirittura sono aziende extra-

regionali), oppure se il fieno deriva da erbai e prati avvicendati di origine artificiale o da prati permanenti traseminati con foraggiere commerciali;

b) la pratica di conservare il fieno legato in balle o rotoballe rende di fatto la raccolta del fiorume in fienile praticamente impossibile, per la ridotta quantità di residui rispetto alla pratica del fieno sfuso in fienile;

c) se il fieno prodotto è di buona qualità, la quantità di seme maturo germinabile è esigua o nulla, in quanto le graminee dominanti sono state sfalciate e affienate ben prima del raggiungimento della maturità delle cariossidi (momento ottimale dello sfalcio tra la spigatura e la fioritura delle graminee dominanti); per lo stesso motivo la raccolta di fiorume è inapplicabile con la fienagione forzata, per la raccolta troppo precoce dell'erba;

d) possibilità di avere, in particolare per i fieni di pianura e fondovalle di primo e secondo taglio, una proporzione importante di seme di specie infestanti e ruderali (alcune delle quali esotiche), in particolare di ruderali macroterme che si sviluppano dal periodo estivo, quali specie dei generi *Setaria*, *Echinochloa*, *Digitaria*, ecc..

Tutte queste considerazioni rendono di fatto applicabile l'impiego di fiorume a una realtà territoriale molto ristretta, probabilmente relegata a poche aziende agricole che ancora conducono la gestione di prati in modo tradizionale.

Allo stato attuale, pertanto, la semina diretta è più realisticamente applicata con le tecniche che di seguito verranno descritte.

La raccolta di erba verde consiste nello sfalciare l'intera biomassa di una prateria naturale o seminaturale ricca di specie ed ecotipi autoctoni, comprensiva dei semi, raccogliendola e trasportandola nel sito recettore come materiale di propagazione. Lo sfalcio deve essere realizzato nel corretto stadio fenologico migliore (erba gialla in piedi, ovvero all'inizio della maturazione dei semi delle specie erbacee dominanti) allo scopo di massimizzare la quantità di seme raccolto. Le diverse operazioni possono essere realizzate con semplici attrezzature solitamente già in dotazione nelle aziende agricole: taglio con barra falciante o falciatrice rotante, caricamento e trasporto con un carro autocaricante, distribuzione del materiale sul sito recettore con uno spandiconcime (Scotton et al. 2012). Tra i vantaggi si evidenziano:

- 1) una buona resa di raccolta del seme, in quanto i semi vengono intrappolati nella rete di foglie e steli che costituiscono il residuo vegetale, parte dei semi inoltre sono in grado di maturare dopo il taglio dell'erba;
- 2) effetto mulching protettivo da parte dei residui vegetali, che compongono una proporzione rilevante della biomassa distribuita sul sito recettore;
- 3) elevate rese di raccolta del materiale nel caso di raccolta meccanizzata, utilizzando macchinari in dotazione;

4) possibilità di controllare la composizione vegetazionale del sito donatore prima di realizzare la raccolta, allo scopo di evitare il trasferimento di specie indesiderate (esotiche o ruderali).

Con il termine di 'miscele per la preservazione' si intendono miscele di semi di specie erbacee di origine locale intenzionalmente raccolte da una prateria permanente naturale o seminaturale, mediante l'impiego di appositi macchinari (mietitrebbiatrici, spazzolatrici o aspiratori). Tale tecnica può essere intesa come un affinamento della tecnica dell'erba verde, in quanto viene asportata dalla prateria solo la porzione ricca di semente e il materiale prelevato può essere più facilmente movimentato, essiccato e conservato, eliminando di fatto molte delle criticità connesse all'impiego dell'erba verde. Sebbene il seme sia raccolto dalla prateria in uno stadio fenologico più avanzato rispetto a quello ottimale per la fienagione, l'azienda può dopo la raccolta del seme affienare il prato, riducendo il problema della totale perdita del raccolto. L'utilizzo delle miscele per la preservazione è normato dalla direttiva 2010/60/UE, recepita in Italia dal D.Lgs. n. 148 del 14/08/2012. In particolare, la normativa prevede che la raccolta di seme avvenga in siti con caratteristiche ben definite, detti 'siti donatori', i quali devono essere geograficamente inclusi all'interno della cosiddetta 'zona fonte', che per l'Italia coincide con i confini della Rete Natura 2000 (SIC, ZSC e ZPS). Inoltre, il seme raccolto nei siti donatori può essere utilizzato e commercializzato solo all'interno delle cosiddette 'regioni di origine', ovvero aree omogenee dal punto di vista biogeografico entro le quali le miscele possono essere commercializzate. Ciò permette di evitare il trasferimento di specie o ecotipi tra due settori biogeografici completamente differenti. Più specificatamente, le miscele possono quindi essere raccolte entro la Rete Natura 2000 nei siti donatori certificati e possono poi essere utilizzate anche al di fuori della Rete Natura 2000, rispettando però i confini delle regioni di origine.

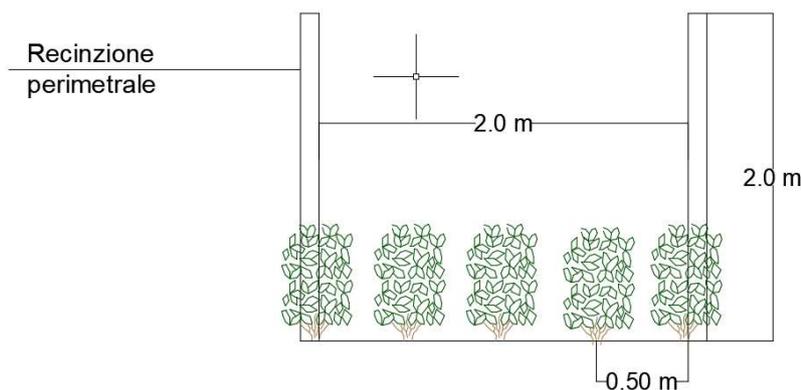
I siti donatori devono rispondere ad alcuni requisiti, tra i quali si ricordano (D.Lgs. n. 148 del 14/08/2012):

- 1) essere inclusi geograficamente all'interno della Rete Natura 2000 ('zona fonte');
- 2) essere occupati da un prato o pascolo permanente, non dissodato o traseminato da almeno 40 anni;
- 3) produrre semi in prevalenza delle specie e sottospecie caratteristiche dell'habitat del sito di raccolta; il tenore massimo di sementi di specie (o sottospecie) non caratteristiche del tipo di habitat del sito di raccolta non deve superare l'1% in peso; non esistono nella normativa di riferimento specifiche relative al significato di 'specie caratteristica dell'habitat', va tuttavia ricordato che sebbene il sito donatore debba essere obbligatoriamente incluso all'interno della Rete Natura 2000, non necessariamente la prateria deve essere attribuibile a un habitat Natura 2000 (Biondi et al 2009);
- 4) non contenere semi di specie indesiderate; in particolare la presenza di Rumex spp. (esclusi Rumex acetosella e Rumex maritimus) deve essere limitata allo 0,05% in peso; non devono invece essere presenti semi di Avena fatua, Avena sterilis o Cuscuta spp.

Ogni sito donatore deve essere delimitato e descritto dal punto di vista vegetazionale, attraverso la realizzazione di rilievi della vegetazione. Non esiste tuttavia un protocollo definito che dia indicazioni sul tipo di rilievo e sulla densità di rilievi da realizzare sull'unità di superficie.

32. Fascia perimetrale di mitigazione (siepe e piante arboree)

Il progetto definitivo prevede, come opera di mitigazione degli impatti per un inserimento "armonioso" del parco fotovoltaico nel paesaggio circostante, la realizzazione di una fascia arborea 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 prevedrà 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 nelle zone in cui non vi è possibilità di colonizzare più spazio; nelle zone con superfici nettamente maggiori verrà proposto un filare di *Quercus pubescens* (le piante tra loro verranno collocate a 5 m). 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. La siepe percorrerà tutto il perimetro del parco fotovoltaico, sarà cioè lunga diversi km. 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).



71 – particolare di sistemazione della 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 Molise, all'interno dell'associazione "Boschi e boscaglie xerofile a prevalenza di 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 labbro terminante con 5 piccoli denti. Corolla glabra di 2 – 2,5 cm, costituita da un vessillo eretto, arrotondato con apice mucronato, più lungo delle ali ovate o ellittiche, libere poste ai lati e in basso da due petali liberi ma aderenti (carena) con apice cuspidato-ricurvo. Androceo monadelfo con antere basifisse che si alternano con quelle dorsifisse; ovario supero con un solo stamma, laterale, introrso, lineare-ellittico e stilo glabro, arcuato all'apice Il frutto è un legume falciforme, oblungho, eretto, sericeo, compresso, verde e vellutato poi glabro e nerastro alla maturazione, quando deisce con un torsione ed espelle lontano i suoi 10-18 semi bruni, lucenti e velenosi.

Tipo corologico:

Euri-Medit.-Entità con areale centrato sulle coste mediterranee, ma con prolungamenti verso nord e verso est (area della Vite).

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

Distribuzione in Italia: Comune in tutto il territorio.

Habitat: Luoghi aridi, radure, terreni pesanti preferibilmente di natura calcarea, ma da pianta pioniera, si adatta in ogni tipo di terreno, vegeta dal piano fino a 600 sulle Alpi, ma raggiunge 1.400 sugli Appennini e i 2.000 m sull'Etna.

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, stamma 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'Olivo).

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.



73 - *Phyllirea latifolia* L. (Ilatro comune)



La piantumazione delle essenze arbustive per la realizzazione della siepe perimetrale prevedrà una lavorazione superficiale di una fascia di terreno agrario di circa 1 m lungo tutto il perimetro e l'apertura di piccole buche per la collocazione in sito delle piante. Ogni arbusto, fornito in opera in vaso, sarà collocato nella propria buca avendo avuto preliminarmente cura di smuovere il terreno per non creare l'effetto vaso; inoltre, alla base della buca, verrà distribuito del concime organico maturo per favorire la fase di attecchimento della pianta stessa dopo il trapianto.

Per quanto riguarda la fascia arborea di roverella, larga fino a 7 m e lunga circa 1,5 km (come da relativa planimetria), sarà debitamente lavorata e oggetto di piantumazione specifica. Sul terreno con una macchina operatrice pesante sarà effettuata una prima lavorazione meccanica alla profondità di 20-25 cm (fresatura), allo scopo di decompattare lo strato superficiale. In seguito, in funzione delle condizioni termopluviometriche, si provvederà ad effettuare eventualmente altri passaggi meccanici per ottenere il giusto affinamento del substrato che accoglierà le piante arboree. Ogni albero piantumato sarà corredato di un opportuno paletto di castagno per aiutare la pianta nelle giornate ventose e consentirne una crescita idonea in altezza in un arco temporale piuttosto ampio. Lo spazio lasciato tra le file, ove previsto, consentirà di condurre facilmente le eventuali lavorazioni del terreno agrario. La piantumazione costituisce un momento particolarmente delicato per le essenze: la pianta viene inserita nel contesto che la ospiterà definitivamente ed è quindi necessario utilizzare appropriate e idonee tecniche che permettano all'essenza di superare lo stress e di attecchire nel nuovo substrato. L'impianto vero e proprio sarà preceduto dallo scavo della buca che avrà dimensioni atte ad ospitare la zolla e le radici della pianta (indicativamente larghezza doppia rispetto alla zolla della pianta). Nell'apertura delle buche il terreno lungo le pareti e sul fondo sarà smosso al fine di evitare l'effetto 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. Una volta posizionata la pianta nella buca, verrà ancorata in maniera provvisoria ai pali tutori per poi cominciare a riempire la buca. 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 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			■	■	■							
6	Messa a dimora piante per siepe perimetrale				■	■	■						
7	Controllo vitalità ed eventuale sostituzione piante morte						■	■	■	■			
8	Messa a dimora di pali tutori in castagno			■	■	■							
9	Concimazione di mantenimento				■	■	■	■					
10	Colmataura buche					■	■	■	■				
11	Irrigazione di impianto e/o soccorso					■	■	■	■	■			

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

33. Cure colturali dell'impianto tartufigeno

Per quel che concerne le cure colturali è bene precisare che gli impianti a duplice attitudine per la produzione di tartufi sono caratterizzati da un primo periodo improduttivo che dura generalmente 5-8 anni ed un seguente periodo produttivo che dura 15-20 anni. È bene perciò prestare attenzione alle diverse modalità di intervento nei due periodi.

33.1 Risarcimenti

Trattandosi di un impianto artificiale è assai probabile che nei primi anni (in particolare dal 1° al 3°) ci siano delle fallanze causate da mancato attecchimento dopo il trapianto, da problemi fitosanitari, da operazioni accidentali. In un impianto ben gestito queste fallanze possono essere stimate ad una percentuale intorno al 10% annuo nei primi due anni e del 5% al terzo anno. Qualora la percentuale di

mortalità fosse superiore è necessario intervenire con dei risarcimenti, comunque auspicabili anche nel caso di mancato attecchimento di poche unità, poiché in tal modo è possibile mantenere lo schema di impianto ,le distanze e le dinamiche di accrescimento valutate in fase di progetto. Per i risarcimenti è opportuno l'impiego di materiale appartenente alla stessa essenza impiantata inizialmente, a meno che una singola specie non dimostri particolari difficoltà di attecchimento rispetto alle altre.

33.2 Controllo infestanti e lavorazioni superficiali

Le erbe infestanti costituiscono una seria minaccia per la buona riuscita dell'impianto in quanto sono in grado di esercitare una forte competizione nei confronti delle giovani piante tartufigene e possono limitare l'irraggiamento degli strati di terreno in cui si sviluppa il tartufo. Per tali ragioni è opportuno intervenire con una sarchiatura almeno 3 volte l'anno nei primi due anni, che si riducono ad almeno 2 nel periodo successivo. La frequenza degli interventi va comunque valutata in base al grado di sviluppo della vegetazione infestante. La sarchiatura può essere effettuata manualmente nelle immediate vicinanze della pianta, mentre nel resto della superficie può essere impiegato un estirpatore che lavori alla profondità di 10 cm. È bene non superare questa quota poiché il tartufo estivo è una specie che fruttifica molto in superficie. Nel periodo produttivo la sarchiatura manuale del tartufo scorzone deve essere effettuata all'inizio dell'autunno dopo la raccolta. Il diserbo chimico va evitato e nel caso effettuato solo in limitate porzioni dove crescono bulbose e rizomatose difficilmente contenibili con l'intervento meccanico.

33.3 Irrigazione

Nel primo triennio dopo la messa a dimora è necessario fornire acqua attraverso irrigazioni di soccorso alle giovani piante che ancora non hanno sviluppato un apparato radicale sufficientemente efficiente. Questi interventi saranno effettuati a cadenza di 15-20 giorni nei periodi di deficit idrico. Nel periodo produttivo si può attuare un'irrigazione di precisione da compiere dalla tarda primavera fino ad estate inoltrata, in modo da fornire la possibilità di maggiore accrescimento e di sopravvivenza dei carpori in via di maturazione.

33.4 Potatura

La potatura è un'operazione indicata per le latifoglie impiantate quali la Roverella. Nel periodo improduttivo deve essere finalizzata al corretto sviluppo delle piante la cui chioma dovrà raggiungere una forma piramidale, in particolare se non si può intervenire con l'impianto di irrigazione, al fine di garantire l'ombreggiamento del pianello nel periodo estivo. Nel periodo produttivo gli interventi

dovranno garantire il mantenimento ed il ringiovanimento della chioma stessa senza modificarne l'assetto strutturale.

33.5 Lotta fitosanitaria

Le specie vegetali scelte per l'impianto sono caratterizzate da un'elevata rusticità ragione per la quale i trattamenti fitosanitari non sono molto frequenti. Tra le principali avversità possibili si può segnalare l'oidio (*Microsphaera alphitoides*), un fungo che attacca le foglie delle specie quercine, in particolare di Roverella che può essere combattuto mediante l'applicazione di zolfo in polvere bagnabile. Altri problemi possono essere riscontrati con insetti defogliatori quali la processionaria (*Thaumetopoea processionea*), la cui presenza va monitorata ed eventualmente limitata anche con lotta biologica con trattamenti a base di *Bacillus thuringiensis* ssp. *Kurstaki*. Sono comunque da evitare fungicidi ed altri prodotti di sintesi che potrebbero danneggiare le micorrize se raggiungessero il suolo per deriva.

33.6 Altri interventi

Nei primi anni di impianto potrebbe ritenersi opportuno controllare il grado di micorrizzazione delle radici attraverso il prelievo di campioni casuali all'interno della tartufaia. Qualora fosse rilevato un basso grado di presenza potrebbe rendersi necessario un inoculo nel terreno di nuove spore attraverso l'interramento di una poltiglia ottenuta dalla frantumazione di tartufi maturi e dalla successiva miscelazione con acqua e sabbia.

34. Analisi delle ricadute occupazionali agrivoltaico

In relazione al progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico, per l'impianto denominato Larino 7, si fa notare che l'utilizzo dei terreni per la coltivazione cisto e roverella 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. Per la gestione delle opere di natura squisitamente agricola si è fatto riferimento all'allegato 2 del D.G.R. n. 855 del 18.06.1999 relativo ai parametri regionali in Molise per il calcolo dell'impiego della mano d'opera familiare e a esperienze di lavoro inerenti agli ambiti di cui si è fatto riferimento.

Colture in pieno campo	Giornate per Ha N°	
	MIN	MAX
Grano, Orzo ed altri Cereali minori da granella coltivati in collina ricadente in Zona Svantaggiata (<i>Direttiva N.268/75/Cee</i>)	7	10
Grano, Orzo ed altri cereali minori da granella in collina ricadente in Zona non Svantaggiata (<i>Direttiva N.268/75/Cee</i>)	5	7
Grano, Orzo ed altri cereali minori da granella in Zone Montane (<i>Direttiva N. 268/75/Cee</i>)	10	15
Mais da Granella in Zona Asciutta	13	18
Mais da Granella in Zona Irrigua	10	15
Mais da Insilato	8	10
Sorgo da Granella e da Insilato in Zona Asciutta	10	15
Sorgo da Granella e da Insilato in Zona Irrigua	8	10
Leguminose da Granella (Fava, Cece, Fagiolo)	8	15
Barbabetola da Zucchero in Zona Asciutta	15	20
Barbabetola da Zucchero in Zona Irrigua	25	30
Barbabetola da Foraggio	15	20
Girasole	5	10
Tabacco	130	150
Patata	30	40
Patata Primaticcia	60	90
Pomodoro da Industria	125	140
Pomodoro da Mensa	200	250
Ortaggi Industriali (Asparago, Spinacio, Fagiolino, Pisello, Cetriolo, Ecc.)	20	30
Aglione (Compreso il Lavoro di Cernita ed Intrecciatura)	90	110
Ortaggi Vari (Carciofo, Cavolfiore, Carota, Cipolla, Indivia, Lattuga, Melanzana, Peperone, Radicchio, Sedano, Verdure Varie Per Insalata, Zucchini, Ecc.)	80	100
Finocchio	100	120
Foraggiere Avvicendate in Zona Asciutta	15	20
Foraggiere Avvicendate in Zona Irrigua	12	15
Erbai Autunno Vernini	12	15
Erbai Estivi in Zona Asciutta	12	18
Erbai Estivi in Zona Irrigua	15	20
Prato Stabile	5	10
Pascolo	3	6
Fruttiferi (Albicocco, Ciliegio, Kiwi, Pesco, Susino, Melo, Pero, Ecc.)	90	100
Frutticoltura Minore (Lampone, Rovo, Ribes)	60	70
Vite da Vino Allevata A Tendone	100	110
Vite da Uva Da Tavola	100	120
Vite da Vino allevata a Spalliera in Coltura Specializzata	60	80
Vite da Vino allevata a Spalliera in Coltura Promiscua	30	40
Olivo in Coltura Specializzata	50	80
Olivo in Coltura Promiscua Per Pianta	0.25	0.50
Nocciolo	20	25

75 - Parametri regionali per il calcolo dell'impiego della mano d'opera familiare

Consideriamo la coltura tartuficola dove il fabbisogno in manodopera viene stimato in 270 ore di lavoro per ettaro per anno. Le superfici effettivamente coltivate che andranno gestite saranno pari a 17 ettari. Complessivamente, quindi, per la gestione annuale dell'impianto nella sua totalità occorreranno 4590 ore di lavoro pari a 695 giornate lavorative. Considerando la media di 20 giornate lavorative al mese (da CCNL di categoria), per singolo dipendente, otteniamo a livello annuale circa 220 giornate; pertanto, *il numero di unità lavorative presenti sarà pari a circa 3.*

35. 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 confermano questo “matrimonio” e ne accentuano la vantaggiosità. I dati di confronto delle radiazioni solari se ad una prima analisi possono sembrare poco confortanti in realtà sono da considerare in funzione di una serie di svariati fattori: all'aperto in pieno i valori DLI variano a seconda della latitudine, del periodo dell'anno e della copertura nuvolosa per esempio.

Riassumendo quanto detto, appare chiaro come la tartuficoltura rappresenti un'attività di estremo interesse per il Molise, il cui territorio è interamente vocato allo sviluppo delle specie pregiate di tartufo. La coltivazione consentirebbe di affrontare e risolvere problemi di ordine economico, ecologico e sociologico. Per il momento, quello regionale si presenta come un mercato oligopolista sommerso che necessita di interventi mirati principalmente ai seguenti campi:

1. realizzazione di centri di raccolta, commercializzazione e trasformazione locali;
2. iniziative promozionali volte alla valorizzazione del tartufo molisano in Italia e all'estero;
3. incentivi fiscali ai cavaatori al fine di far emergere il mercato sommerso.

In questo quadro, le tartufaie coltivate come quella in esame (così possiamo definirla) si presentano come una importante opportunità sia per l'economia regionale che per la conservazione dell'ambiente poiché presuppongono il rimboschimento di aree marginali con specie autoctone.

L'impiego di varietà micorrizzate per una tartuficoltura di qualità con determinate performance contribuisce, infine, ad un aumento delle superfici e, pertanto, determina l'incremento di uno dei settori trainanti l'agricoltura molisana.

Palermo, 29.10.2021

