

Regione: Sicilia
Provincia: Palermo
Comune: Piana degli Albanesi
Località: Costa Mammana, Mandrazza

IMPIANTO AGROVOLTAICO IN "C.DA COSTA MAMMANA"
PIANA DEGLI ALBANESI DELLA POTENZA
DI 75 MW IN IMMISSIONE
PROGETTAZIONE DEFINITIVA

Titolo:56-AGRFV-PA-REL19A0

Studio Agronomico e Florofaunistico

Tavola:

Progettazione:

Dott. Agr. Paolo Castelli

P.1

Studio Agronomico e Florofaunistico

Visti / Firme / Timbri:

Note:

Data	Rev.	Descrizione revisioni	Elaborato da:	Controllato da:	Approvato da:
09.2023	0	PRIMA EMISSIONE	Dott. Agr. P. Castelli	Arcadia srls	Piroide s.r.l
REVISIONI					

Piroide srl
Via Montenapoleone 8 20121 MILANO (MI)
piroide@pec.it

Scala: Formato A4

Sommario

Premessa	4
1. Inquadramento del progetto	5
2. Il Paesaggio e gli elementi che lo caratterizzano	7
3. Inquadramento territoriale e geografico	9
4. Climatologia.....	13
4.1 Precipitazioni.....	17
4.2 Temperatura.....	18
4.3 Indici bioclimatici.....	19
4.4 Zone fitoclimatiche di Pavari.....	21
4.5 Aree ecologicamente omogenee	23
5. Aree vulnerabili alla desertificazione in Sicilia	25
6. La capacità d'uso del suolo.....	26
7. Carta della capacità di attenuazione dei suoli.....	31
8. Analisi delle produzioni agroalimentari	36
8.1 Zonazione della Doc "Monreale"	36
8.2 Zonazione della Doc "Sicilia"	37
8.3 Zonazione della IGT "Terre Siciliane"	38
8.4 Olio Extra Vergine di Oliva IGP Sicilia	39
8.5 Susine bianche di Monreale	40
8.6 Pecorino Siciliano DOP	41
8.7 Zucca virmiciddara	42
9. Inquadramento del sistema pedologico dell'area in esame	43
10. L'Agrivoltaico: esperienze e prospettive future.....	45
11. Agrometeorologia e la radiazione solare	48
11.1 Bilancio radiativo.....	49
12. Coltivazione legumicola: quadro generale.....	57
13. Coltivazione legumicola: aspetti colturali	59
14. Le principali essenze leguminose da granella	60
14.1 Fava	60

14.2 Cece.....	62
14.3 Lenticchia	64
14.4 Arachide	65
15. Considerazioni energetiche riferite al layout di progetto	67
16. Interpretazione dei dati.....	78
17. Principi delle rotazioni – avvicendamenti	79
17.1 Ipotesi di avvicendamento colturale.....	80
17.2 Considerazioni economiche sulle colture: analisi costi-benefici.....	83
18. L'inerbimento sotto le strutture dei moduli	85
19. La mitigazione perimetrale	87
19.1 Fascia arborea (doppio filare) di Olea europea.....	88
19.2 Linea tagliafuoco	90
19.3 Analisi dei costi.....	91
19.4 Siepe arbustiva perimetrale	92
20. Riqualificazione naturalistica laghetti e impluvi	94
20.1 Gli arbusti da impiegare negli impluvi e attorno ai laghetti.....	101
21. Aree di compensazione	107
21.1 Aree di compensazione a mandorleto	110
21.2 Aree di compensazione a oliveto da olio e ipotesi di imboschimento.....	117
21.4 Aree di compensazione: il sulleto, i pascoli apistici e le Arnie 4.0	136
21.5. Progetto di un'Oasi Faunistica	145
22. Piano di manutenzione interventi di mitigazione	149
23. Carta degli Habitat rispetto alle aree di progetto	153
24. Aree di impianto rispetto a siti Natura 2000, IBA e RES	153
25. Mitigazione degli impatti sulla fauna	156
26. Analisi delle ricadute occupazionali agrivoltaico	161
27. Appendice I.....	162
27.1 Premessa	162
27.2 Agricoltura 4.0 e il panorama mondiale.....	163
27.3 I vantaggi dell'Agricoltura 4.0	165
27.4 Agricoltura 4.0: digitalizzazione, sostenibilità e Tracciabilità	166

27.5 Esempio concreto: Internet of Things (IoT).....	169
27.6 L'Agricoltura di precisione.....	170
27.7 Esempi legati allo sviluppo di un'agricoltura di precisione	172
27.8 Agricoltura di precisione applicata alle colture arboree.....	175
28. Il progetto rispetto alle linee guida del MITE sugli impianti agrivoltaici (Giugno 2022) e alla CEI 82.93.....	177
29. Valutazioni finali.....	185
30 Considerazioni conclusive	186

STUDIO AGRONOMICO E FLOROFAUNISTICO

Premessa

La società Piroide S.r.l. ha in itinere un progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza 85 MWp la cui ubicazione ricade nel Comune di Piana degli Albanesi nella provincia di Palermo, nelle località Contrade "Costa Mammana e Mandrazza". 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, ai sensi della L.R. 29/2015 e del paragrafo 15.3 del D.M. 10/09/2010, per meglio comprendere le eventuali criticità e/o interferenze insite nell'inserimento di una tale opera nel contesto ambientale in cui si opera, con riferimento ad aree di pregio agricolo e/o paesaggistico e in relazione alla vocazione stessa del territorio.

La relazione sarà articolata come segue:

- Inquadramento del sistema agronomico dell'area in esame;
- ispezione dei siti (sopralluogo) per analisi stato di fatto e verifica della composizione del topsoil (strato coltivabile);
- analisi delle produzioni agroalimentari dell'area, con particolare riferimento alle eventuali produzioni a marchi comunitari DOC, IGT, DOP e/o IGP eventualmente presenti;
- valutazione delle eventuali interferenze con le attività agricole dell'area e definizione degli eventuali elementi di mitigazione e/o compensazione necessari;
- identificazione delle colture agricole idonee ad essere coltivate nelle aree interfile tra le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici e nelle aree dell'impianto che verranno lasciate libere dai pannelli;
- in alternativa e/o ad integrazione delle attività agricole di cui al precedente punto, studio di soluzioni che siano volte alla tutela della biodiversità botanica e faunistica (ad esempio la creazione, nelle aree libere, di oasi naturali fiorite, di zone rifugio per la tutela delle specie, coltivazione di piante e fiori che favoriscano la riproduzione degli impollinatori, ecc.);
- individuazione delle piante da mettere a dimora lungo il perimetro dell'impianto agrivoltaico con funzione di mascheramento (mitigazione visiva);

- indicazioni sia di carattere progettuale che gestionale da adottare al fine di permettere la coltivazione delle specie identificate;
- analisi di massima dei costi per l'avvio delle attività, di messa a dimora e di gestione delle coltivazioni proposte, nonché dei ricavi provenienti dal raccolto delle coltivazioni medesime, per poter dimostrare una profittabilità dell'attività agricola durante la vita utile dell'impianto agrivoltaico;
- analisi delle ricadute occupazionali in relazione alla gestione delle aree a verde all'interno del parco agrivoltaico.
- Studio dell'efficienza fotonica fotosintetica del modello colturale scelto in relazione all'irraggiamento/ombreggiamento creato dai moduli FV.

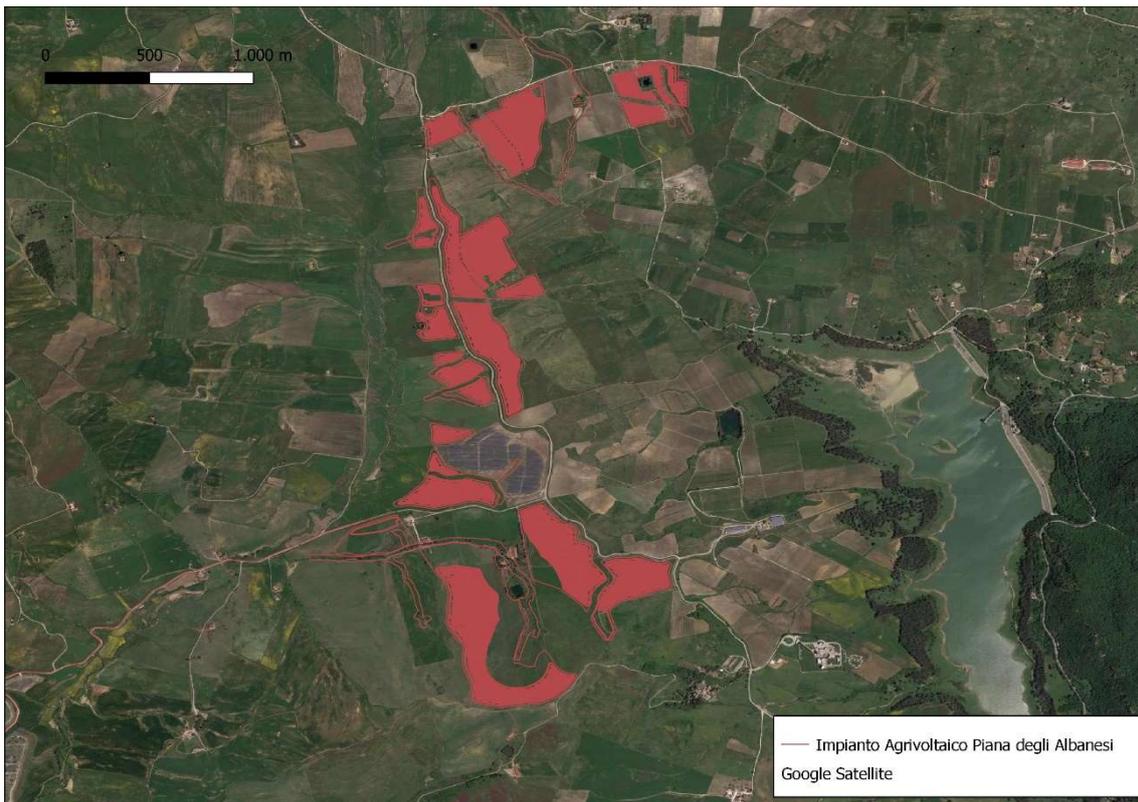
1. Inquadramento del progetto

L'area in cui sorgerà l'impianto in progetto, ricade nel territorio comunale di Piana degli Albanesi (PA) in località Contrade "Costa Mammana e Mandrazza". Catastalmente i terreni ricadono in agro di Piana degli Albanesi (PA) e risultano identificati al catasto secondo il piano particellare che fa parte degli elaborati di progetto. L'intero impianto è stato suddiviso in 2 campi interconnessi da una rete elettrica a centrale venga collegata in antenna a 36 kV con una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) a 220/36 kV della RTN, da inserire in entra - esce sulla linea RTN a 220 kV "Partinico - Ciminna", di cui al Piano di Sviluppo Terna, attraverso un elettrodotto interrato MT della lunghezza di circa 5,3 Km.

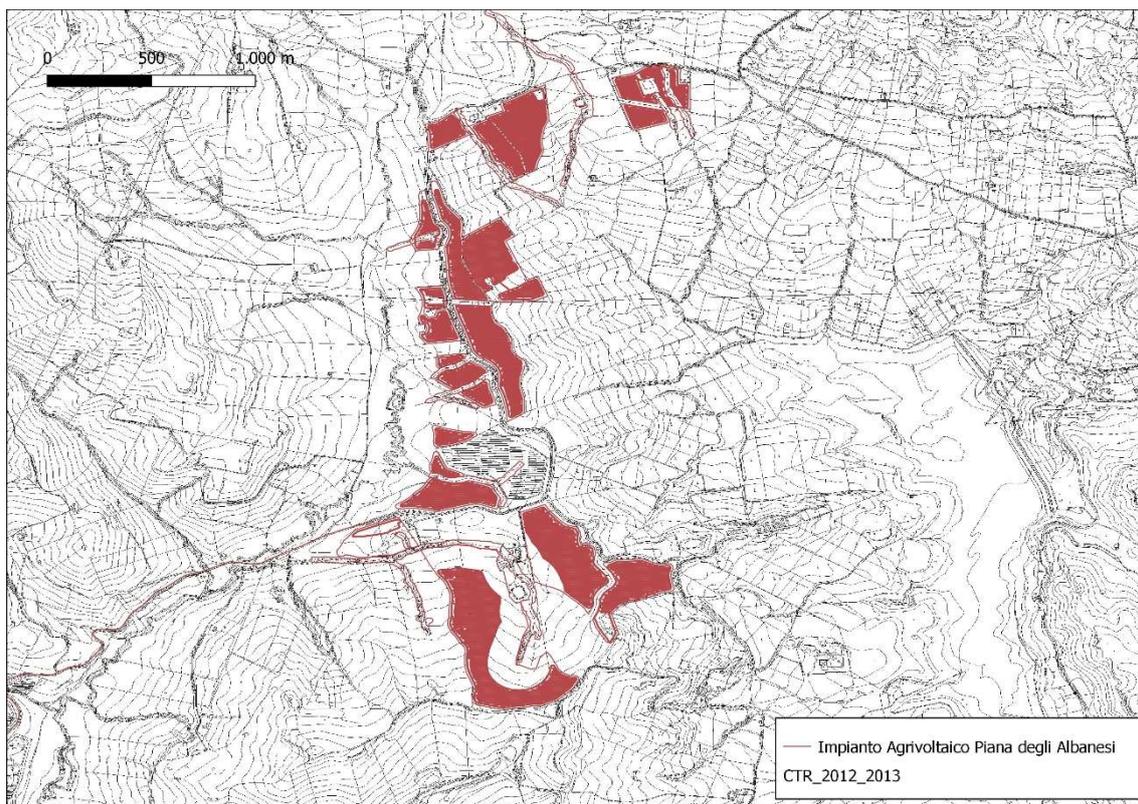
L'impianto fotovoltaico configura diversi manufatti prefabbricati completamente amovibili che si installeranno a seguito di una limitata modellazione del terreno, ove sia necessario. Tutti gli elementi fisici che compongono il parco fotovoltaico sono singolarmente classificabili come "opere minori" completamente "amovibili". Tale peculiarità permette all'intervento edilizio di essere completamente reversibile e, dunque, in grado di non incidere irreparabilmente sul territorio, sull'ambiente, sul paesaggio. Per quanto riguarda la destinazione d'uso del suolo, l'area interessata dalla realizzazione del parco agrivoltaico è attualmente destinata ad uso agricolo.



1- Inquadramento area di intervento



2- Ortofoto con particolare aree di progetto



3- Area di progetto su CTR

2. Il Paesaggio e gli elementi che lo caratterizzano

Il concetto di paesaggio assume una pluralità di significati, non sempre di immediata identificazione, che fanno riferimento sia al quadro culturale e naturalistico, sia alla disciplina scientifica che ne fa uso. Il paesaggio, infatti, è costituito da forme concrete, oggetto della visione di chi ne è circondato, ma anche dalla componente riconducibile all'immagine mentale, ovvero alla percezione umana. Anche a livello normativo, per molto tempo non è esistita, di fatto, alcuna definizione univoca, poiché sia le leggi n. 1497 del 1939 (beni ambientali e le bellezze d'insieme) e n. 1089 del 1939 (beni culturali) sia la successiva legge n. 431 del 1985 ("legge Galasso") tendevano a ridurre il paesaggio ad una sommatoria di fattori antropici e geografici variamente distribuiti sul territorio. Solo di recente la Convenzione Europea del Paesaggio (Firenze, 2000) e il Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio (D. Lgs. n. 42/2004) hanno definito in modo sufficientemente organico il concetto di paesaggio. L'art. 1 della Convenzione Europea indica che "paesaggio designa una determinata parte del territorio, così

come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni”.

Il codice dei Beni Culturali e del Paesaggio ha fatto proprie le indicazioni della Convenzione Europea e all'art. 131 afferma:

- “per paesaggio si intende una parte omogenea di territorio i cui caratteri derivano dalla natura, dalla storia umana o dalle reciproche interrelazioni;
- la tutela e la valorizzazione del paesaggio salvaguardano i valori che esso esprime quali manifestazioni identitarie percepibili”.

Da queste definizioni si desume che è di fondamentale importanza, per l'analisi di un paesaggio, lo studio dell'evoluzione dello stesso nel corso dei secoli, e l'identificazione delle “parti omogenee”, ovvero delle unità di paesaggio. Per procedere alla valutazione su base storica del paesaggio è, quindi, necessario compiere un'analisi delle categorie principali di elementi che lo costituiscono:

- la morfologia del suolo;
- l'assetto strutturale e infrastrutturale del territorio (presenza di case, strade, corsi d'acqua, opere di bonifica e altri manufatti);
- le sistemazioni idrauliche agrarie, le dimensioni degli appezzamenti;
- le coltivazioni e la vegetazione.

Quest'ultime consentono di individuare anche le già accennate unità di paesaggio, ossia le porzioni omogenee in termini di visibilità e percezione in un determinato territorio. Riguardo il valore del paesaggio è necessario distinguere tra valore intrinseco, percepito sulla base di sensibilità innate, e valore dato dalla nostra cultura. I caratteri del paesaggio sono l'unicità, la rilevanza e l'integrità, mentre le qualità possono variare da straordinarie, notevoli, interessanti fino a deboli o tipiche degli ambienti degradati. Fridelvey (1995) ha cercato di riassumere quali siano i fattori che influenzano l'apprezzamento del paesaggio; tra gli attributi del paesaggio che aumentano il gradimento, egli individua la complessità (da moderata ad elevata), le proprietà strutturali di tale complessità (che consentono di individuare un punto focale), la profondità di campo visivo (da media a elevata), la presenza di una superficie del suolo omogenea e regolare, la presenza di viste non lineari, l'identificabilità e il senso di familiarità. La qualità del paesaggio siciliano in talune zone è andata progressivamente peggiorando negli ultimi decenni sia dal punto di vista percettivo che da quello storico-culturale. L'intensità delle alterazioni dell'ambiente naturale è, comunque, legata al grado di fertilità del terreno e alla loro appetibilità dal punto di vista economico: quanto più le condizioni pedo-climatiche e infrastrutturali sono vantaggiose tanto più l'attività antropica manifesta la sua influenza; al

contrario nelle situazioni meno favorevoli le attività produttive si riducono o addirittura scompaiono. Le zone trascurate dallo sviluppo industriale e da quello agricolo hanno conservato le loro risorse naturali. Il loro carattere limitante sta nella loro marginalità e frammentarietà.

3. Inquadramento territoriale e geografico

L'area di sedime su cui sorgerà l'impianto ricade all'interno del territorio comunali di Piana degli Albanesi, in provincia di Palermo, a circa 5,2 Km in direzione Sud-Est da Ficuzza, a circa 7,5Km in direzione Nord-Est dal Centro abitato di Marineo, a circa 10 Km in direzione Nord dal centro abitato di Piana degli Albanesi ed a 15 Km in direzione Ovest dal centro abitato di San Cipirrello, in una zona occupata da terreni agricoli e distante da agglomerati residenziali. Le opere di connessione tra le quali la SSEU da 150 kV/30 kV ricadono tutti in territorio di Piana degli Albanesi (PA). Il sito risulta accessibile dalla viabilità locale, e rurale che si collega con la viabilità statale costituita dalla SS 118 e dalla viabilità provinciale costituita dalla SP5 e dalla SP104.

Dal punto di vista morfologico, l'area in studio si sviluppa tra quota 590 m s.l.m. e quota 630 m s.l.m., è prevalentemente collinare come conseguenza della sua genesi geologica.

La vegetazione presente nel sito, sia per quanto concerne i terreni inerenti all'impianto agrivoltaico che a quello di rete per la connessione alla RTN, è costituita da aree a seminativo a carattere estensivo con prevalenza colture cerealicole. Considerando come riferimento una area avente un raggio di 1,5-2 km intorno all'area in esame si riscontrano altre specie arboree di interesse forestale (*Pino d'Aleppo (Pinus halepensis Miller)*, *Pinus pinea*, *Cupressus spp.* ed *Eucaliptus spp.*). Lo strato erbaceo naturale e spontaneo si distingue per la presenza contemporanea di essenze graminaceae, compositae e cruciferae. Lo strato arbustivo, molto poco presente e limitato in aree marginali, si caratterizza con sporadici esemplari di *Crateagus spp.*, olivastri e cespugli ad oleandro. 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 ad aree a coltivazione estensiva.



4- esempio di rimboschimento in aree nel raggio di 2 km dall'impianto



5- report fotografico dello stato di fatto aree di impianto e comprensorio



6- report fotografico dello stato di fatto aree di impianto e comprensorio



7- report fotografico dello stato di fatto aree di impianto e comprensorio



8- report fotografico dello stato di fatto aree di impianto e comprensorio



9- report fotografico dello stato di fatto aree di impianto e comprensorio



10- report fotografico dello stato di fatto aree di impianto e comprensorio



11- report fotografico dello stato di fatto aree di impianto e comprensorio



12- report fotografico dello stato di fatto aree di impianto e comprensorio

4. Climatologia

Prendendo in esame i parametri termopluviometrici prevalenti di lungo periodo, il clima della Sicilia può essere definito tipicamente mediterraneo, intendendo con tale espressione un regime caratterizzato da lunghe estati calde e asciutte e brevi inverni miti e piovosi. Ma scomponendo i dati medi regionali ed esaminando la variabilità interna dei valori che li compongono emergono grandi differenze da caso a caso, sia di temperatura che di piovosità, in relazione al periodo considerato e ancor più al variare della

13

latitudine, dell'altitudine, dell'esposizione, della distanza dal mare. Considerando le condizioni medie dell'intero territorio, la Sicilia, secondo la classificazione macroclimatica di Köppen, può essere definita una regione a clima temperato-umido (di tipo C) (media del mese più freddo inferiore a 18°C ma superiore a -3°C) o, meglio, mesotermico umido sub-tropicale, con estate asciutta (tipo Csa), cioè il tipico clima mediterraneo, caratterizzato da una temperatura media del mese più caldo superiore ai 22°C e da un regime delle precipitazioni contraddistinto da una concentrazione delle precipitazioni nel periodo freddo (autunno-invernale). Tuttavia, questa definizione ha appunto un valore solamente macroclimatico, cioè serve a distinguere, ad esempio, il clima siciliano da quello del Medioriente o dell'Europa centrale. Il clima siciliano, tipicamente mediterraneo, si caratterizza per le lunghe estati calde e asciutte e i brevi inverni miti e piovosi. A livello regionale, i parametri termo-pluviometrici sul lungo periodo mostrano una forte variabilità dei valori medi, strettamente correlata al periodo di misurazione e ai principali parametri morfo-climatici: latitudine, altitudine, esposizione e distanza dal mare.

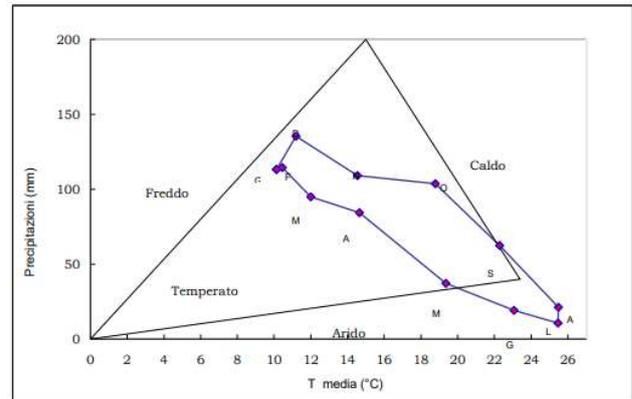
La provincia di Palermo è caratterizzata da paesaggi differenziati: le aree costiere sono costituite da strette strisce di pianura, racchiuse tra il mare e le ultime propaggini collinari, che in alcuni casi si allargano, formando ampie aree pianeggianti. Attraverso l'analisi comparata delle temperature medie annue, dal punto di vista climatico nell'ambito della provincia, possiamo distinguere 3 zone:

- le aree costiere o immediatamente adiacenti, che possono essere rappresentate dalle stazioni di Isola delle Femmine, Partinico, S. Giuseppe Jato, Palermo, Monreale e Cefalù, con una temperatura media annua di 18-19°C;
- le aree collinari interne, con le stazioni di Corleone, Ciminna, Fattoria Gioia, Ficuzza e Lercara Friddi, in cui temperatura media annua è di circa 15-16°C; fra queste, occorre comunque distinguere la stazione di Ficuzza, località di alta collina rappresentativa dell'area del bosco omonimo, caratterizzata da temperature molto basse nella stagione invernale, anche se le massime estive sono fra le più alte della provincia.
- l'area delle Madonie, rappresentata nel nostro caso dalla stazione di Petralia Sottana, dove la temperatura media annua è di 14°C.

Per la caratterizzazione climatica dell'area oggetto della presente, sono stati utilizzati i dati relativi alla stazione meteorologica di Monreale. I dati della stazione termopluviometrica mostrano come le temperature medie annue si attestino sui 18-19 °C, mentre le precipitazioni su una media annua di 850 mm di pioggia. Le elaborazioni che sono state effettuate a partire dai dati termometrici e pluviometrici della stazione e fanno riferimento ad una serie di dati tabellari relativi all'ultimo trentennio.

Monreale m 310 s.l.m.

mese	T max	T min	T med	P
gennaio	13,8	6,3	10,1	107
febbraio	14,4	6,3	10,4	108
marzo	16,5	7,3	11,9	89
aprile	19,6	9,5	14,6	78
maggio	25,1	13,4	19,3	31
giugno	29,6	16,4	23,0	13
luglio	32,5	18,3	25,4	5
agosto	32,3	18,5	25,4	15
settembre	28,1	16,3	22,2	56
ottobre	23,6	13,8	18,7	98
novembre	18,4	10,6	14,5	103
dicembre	14,6	7,7	11,1	129



Valori riassuntivi annui

Stazione	Tmed	Tmax _c	Tmin _f	E
Cefalù	19	30	10	13
Ciminna	16	30	5	16
Corleone	16	31	5	17
Fattoria Gioia	15	32	4	17
Ficuzza	16	33	4	17
Isola delle Femmine	19	31	9	13
Lercara Friddi	15	31	5	17
Monreale	17	33	6	15
Palermo	19	32	8	15
Partinico	18	32	8	16
Petralia Sottana	14	28	3	18
Risalaimi	18	32	8	14
S. Giuseppe Jato	18	33	7	16

Monreale m 310 s.l.m.												
Valori assoluti												
T max												
mese	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
min	10,9	14,1	17,6	19,0	25,0	28,0	31,0	32,3	28,3	23,5	17,4	14,0
5°	15,0	14,3	18,0	20,5	25,5	29,1	33,8	33,3	29,0	25,2	19,7	14,8
25°	17,2	17,5	20,0	24,1	28,6	33,3	35,4	35,1	31,1	27,1	22,0	16,9
50°	19,2	21,2	23,4	27,0	32,2	35,8	38,0	37,0	33,8	29,6	24,2	19,1
75°	20,4	23,2	25,9	29,0	34,7	37,4	40,3	39,2	37,3	32,5	26,1	20,5
95°	23,8	25,1	29,4	31,3	38,6	39,1	42,8	42,8	39,2	34,0	27,5	23,7
max	25,4	26,0	30,1	32,4	39,1	39,4	46,0	43,0	39,4	36,0	34,1	25,1
c.v.	15,6	17,1	15,9	13,4	12,9	8,7	8,8	8,3	10,2	10,9	13,6	14,7

T min												
mese	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
min	-2,5	-1,0	0,0	1,8	6,1	9,3	10,0	10,0	7,8	2,8	0,1	0,1
5°	-0,8	-0,1	0,0	3,1	7,0	10,1	10,5	11,4	9,2	6,0	2,5	0,3
25°	1,1	1,0	2,0	4,6	7,8	11,9	12,5	13,0	10,6	7,9	5,0	2,1
50°	2,1	2,0	3,1	5,7	8,9	12,9	14,6	15,0	13,2	10,0	6,2	3,8
75°	3,5	2,9	4,1	6,0	9,8	14,1	17,0	17,7	14,7	11,2	8,0	5,0
95°	5,3	4,9	6,5	8,0	11,7	15,3	17,8	19,5	16,4	13,4	8,9	6,7
max	5,8	6,3	7,0	11,5	13,9	15,7	20,0	20,0	16,7	14,0	10,8	8,9
c.v.	9,0	8,1	6,4	3,2	1,8	1,3	1,7	1,8	1,9	2,6	3,9	5,2

13 – “Climatologia della Sicilia”: Regione Siciliana Assessorato Agricoltura e Foreste Gruppo IV – Servizi allo Sviluppo – Unità di Agrometeorologia

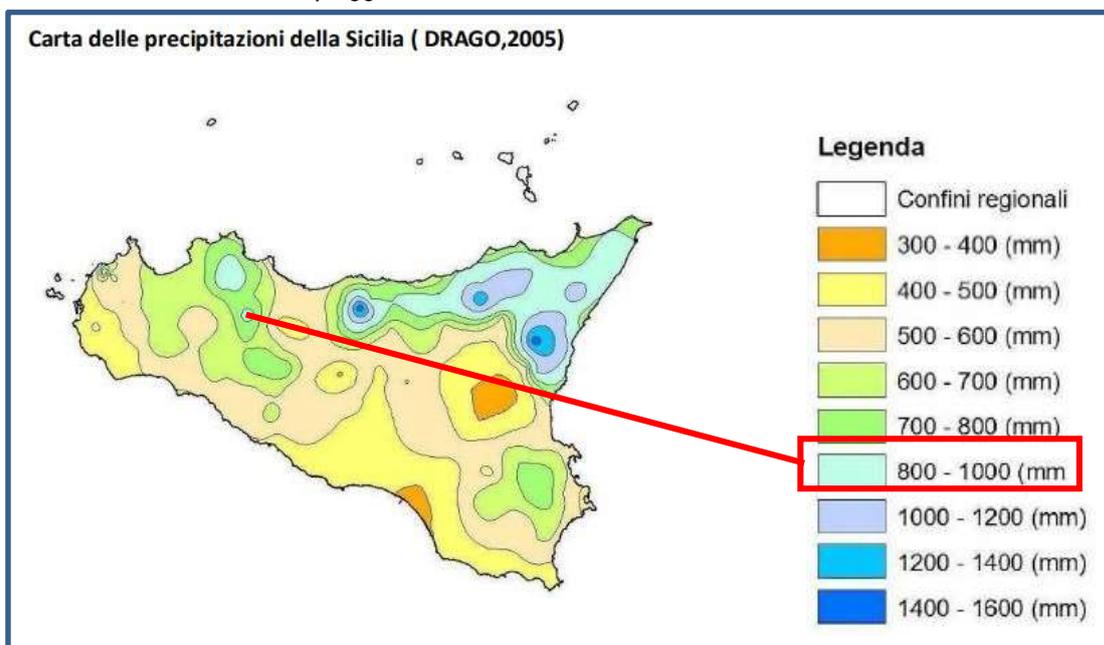
Indici climatici				
Stazione	R	la	Q	Im
Cefalù	33	21	78	-35
Ciminna	38	23	70	-25
Corleone	40	25	72	-22
Fattoria Gioia	33	20	51	-36
Ficuzza	49	30	72	-7
Isola delle Femmine	36	24	78	-34
Lercara Friddi	36	22	61	-32
Monreale	48	31	82	-6
Palermo	43	28	88	-17
Partinico	35	23	68	-33
Petralia Sottana	56	32	96	4
Risalaimi	40	26	76	-21
S.Giuseppe Jato	40	26	71	-22

R = Pluviofattore di Lang
la = Indice di aridità di De Martonne
Q = Quoziente pluviometrico di Emberger
Im = Indice globale di umidità di Thornthwaite

14 – Valori dei principali indici bioclimatici per zona di riferimento: la stazione di Monreale

4.1 Precipitazioni

Le aree più piovose coincidono con i principali complessi montuosi della Sicilia dove cadono in media da 600-700 fino a 1.400-1.600 mm di pioggia all'anno, con punte di 1.800-2.000 mm alle maggiori quote dell'Etna. Buona risulta la piovosità sui Monti di Palermo (1.000-1.200 mm), discreta sugli Iblei (500-700 mm). Al contrario, le zone dell'isola in assoluto più aride, dove la quantità di pioggia può scendere al di sotto di 300 mm, sono quelle sudorientali (Piana di Catania, Piana di Gela, parte della provincia di Enna) nonché le aree dell'estremo limite occidentale e meridionale. Nella restante parte della Sicilia la piovosità media si attesta attorno a valori variabili da un minimo di 300-400 fino a un massimo di 700-800 mm annui. Grandissima rilevanza riveste l'esposizione, spesso ancor più che la quota. Zafferana Etnea e Bronte, ad esempio, hanno altitudine e latitudine simili ma la prima, esposta sulle pendici orientali dell'Etna, fa registrare quasi 1.200 mm di pioggia all'anno contro 550 circa di Bronte situata sul versante occidentale. Il complesso dei dati soprariportati, fatta eccezione per le zone meridionali più aride, potrebbe indurre a far ritenere la quantità di pioggia caduta nell'anno sufficiente alle normali attività agricole e forestali. Così purtroppo non è se si considera che oltre l'80% di detta pioggia cade da ottobre a marzo e che la stagione asciutta dura da un minimo di 3 ad un massimo di 6 mesi all'anno. In definitiva si registra un eccesso di precipitazioni in autunno-inverno quando le piante attraversano il periodo di riposo vegetativo ed hanno meno bisogno di acqua, il minimo di pioggia quando esse sono in piena attività. Nell'area di progetto, in riferimento alla stazione di Monreale, i valori si attestano sui 850 mm di pioggia annua.

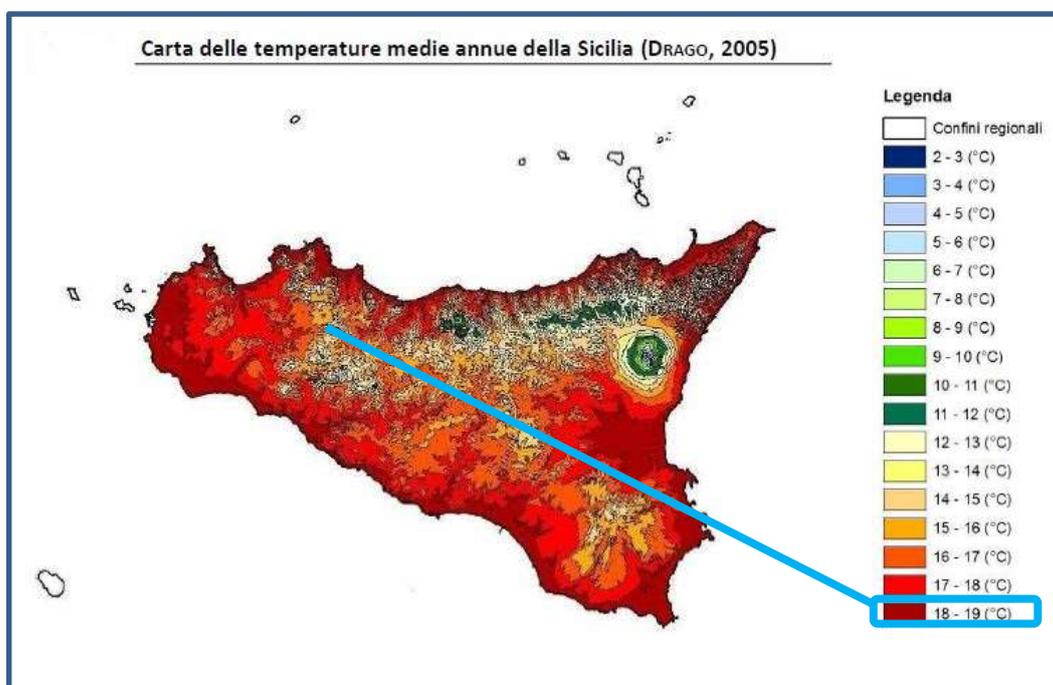


15- Carta delle precipitazioni della Sicilia (Drago, 2005)

4.2 Temperatura

La temperatura media annua in Sicilia si attesta attorno ai valori di 14-15°C, ma con oscillazioni molto ampie da zona a zona tanto verso l'alto quanto verso il basso. Ai limiti superiori si collocano le Isole di Lampedusa e Linosa (19-20°C), subito seguite (18-19°C) da tutta la fascia costiera, con ampia penetrazione verso l'interno in corrispondenza della Piana di Catania, della Piana di Gela, delle zone di Pachino e Siracusa e dell'estrema punta meridionale della Sicilia (Trapani, Marsala, Mazara del Vallo, Campobello di Mazara). Ai limiti inferiori si riscontrano i valori registrati sui maggiori rilievi montuosi: 12-13°C su Peloritani, Erei e Monti di Palermo; 8-9°C su Madonie, Nebrodi e medie pendici dell'Etna; 4-5°C ai limiti della vegetazione nel complesso etneo. Le temperature massime del mese più caldo (luglio o agosto) quasi ovunque toccano i 28-30°C con alcune eccezioni sia in eccesso che per difetto. In molte aree interne di media e bassa collina esse possono salire fino a 32-34°C, e scendere in quelle settentrionali più elevate fino ai 18-20°C con valori minimi sull'Etna di 16-18°C. Analogo andamento presentano le variazioni delle temperature minime del mese più freddo (gennaio o febbraio) che vanno da 8-10°C dei litorali, ai 2-4°C delle zone interne di collina, a qualche grado sotto lo zero sulle maggiori vette della catena montuosa settentrionale e sull'Etna.

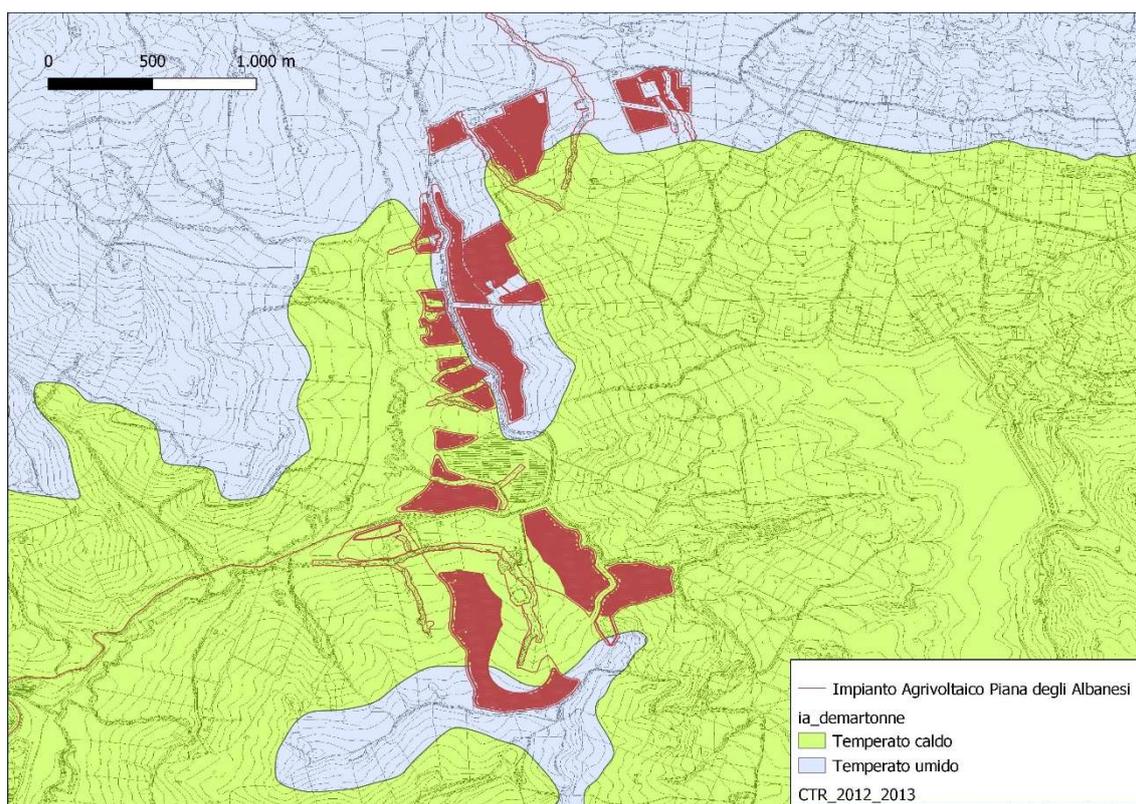
Le temperature medie annue relative alle zone di progetto in agro di Piana degli Albanesi sono risultate comprese tra 18 e 19 °C.



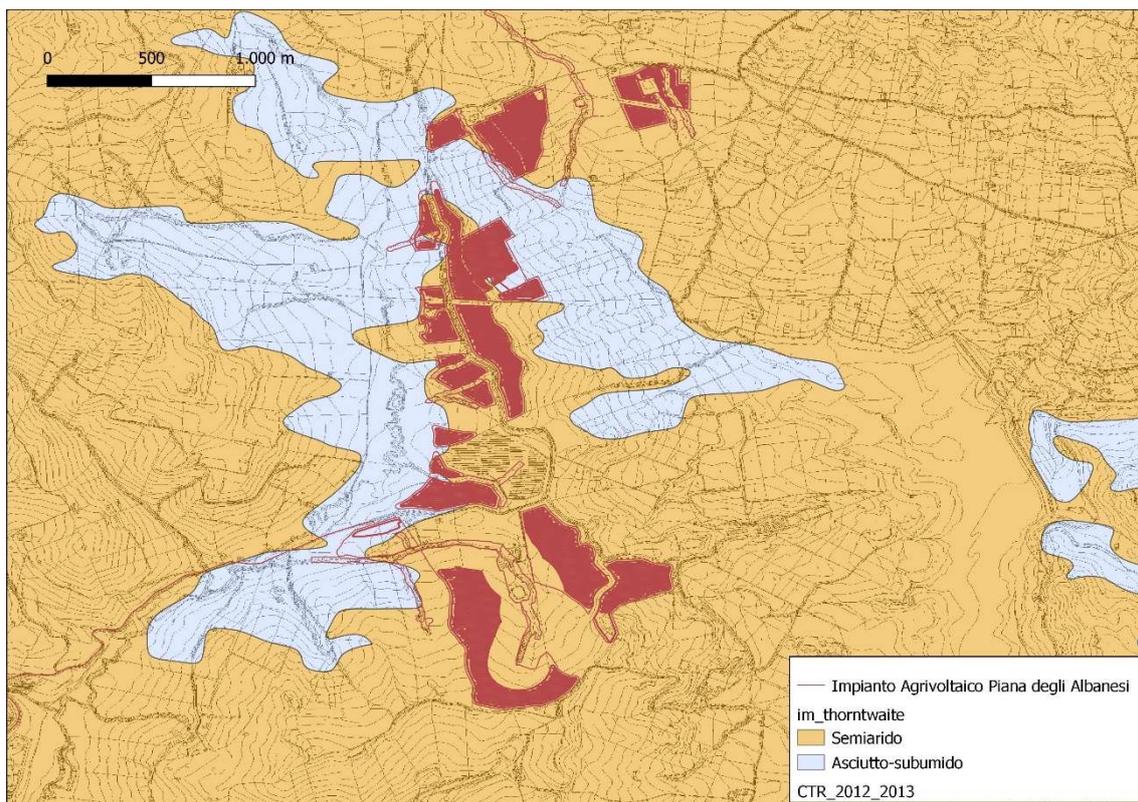
16- Carta delle temperature medie annue della Sicilia (Drago, 2005)

4.3 Indici bioclimatici

È noto da tempo che la distribuzione della vegetazione sulla superficie terrestre dipende da una lunga serie di fattori di varia natura tra di essi interagenti (fattori geografici, topografici, geopedologici, climatici, biologici, storici...). È noto altresì che, fra tutti gli elementi individuati, la temperatura e le precipitazioni rivestono un'importanza fondamentale, non solo per i valori assoluti che esse assumono, ma anche e soprattutto per la loro distribuzione nel tempo e la reciproca influenza. Per tali motivi, correlando i dati di temperatura e di piovosità registrati in un determinato ambiente nel corso dell'anno, opportunamente elaborati ed espressi, alcuni autori hanno ideato numerosi indici allo scopo di rappresentare sinteticamente il carattere prevalente del clima locale. Fra gli indici maggiormente conosciuti, i lavori sopraricordati dell'Assessorato Agricoltura e Foreste prendono in esame l'indice di aridità di De Martonne, l'indice globale di umidità di Thornthwaite e l'indice bioclimatico di Rivas-Martines. L'indice di De Martonne è un perfezionamento del pluviofattore di Lang. Secondo i dati ottenuti, la Sicilia ricade per l'80% circa nel clima semiarido e temperato caldo e per il restante 20% nel clima temperato umido e umido.

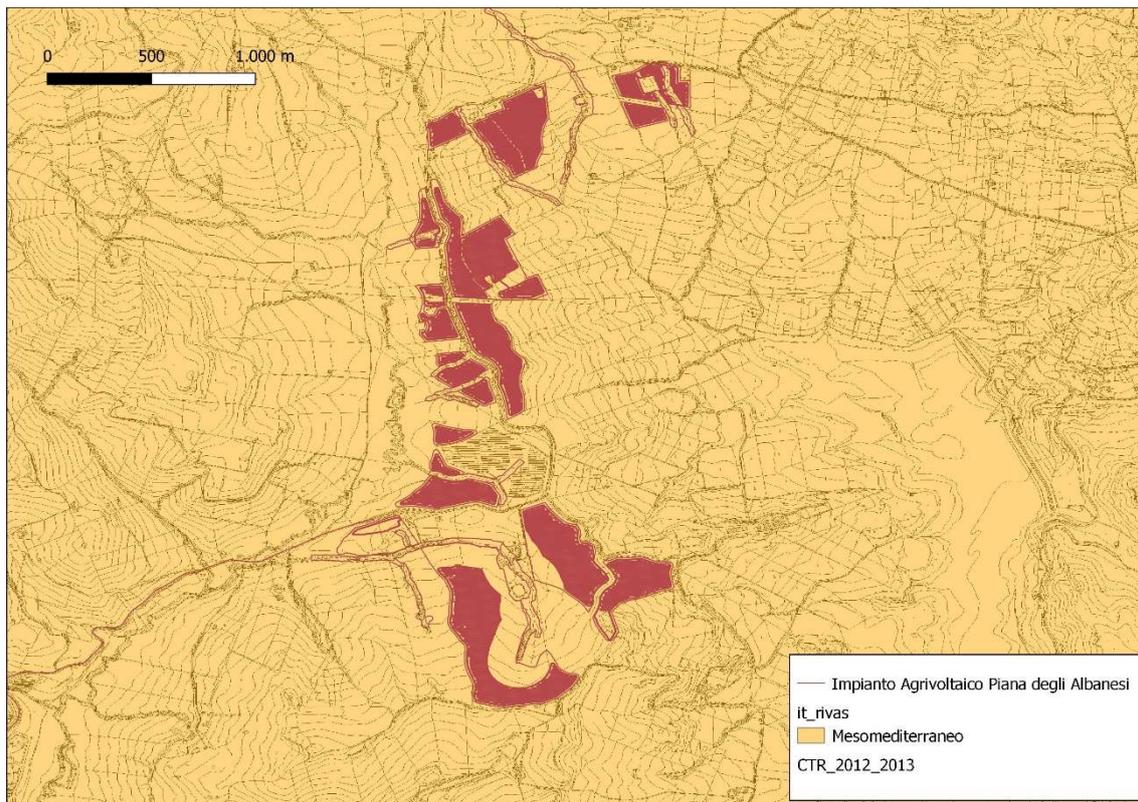


17- Carta bioclimatica della Sicilia in relazione alle aree di progetto – De Martonne



18- Carta bioclimatica Sicilia in relazione alle aree di progetto - Thorntwaite

L'area di Piana degli Albanesi (PA) dove si ipotizza di realizzare il parco agrivoltaico, dal punto di vista bioclimatico rientra sia nel temperato caldo che nel temperato umido per De Martonne. A risultati non molto dissimili si perviene con l'indice di Thorntwaite. Anche per questo indice si perviene alla conclusione che i tipi di clima prevalenti in Sicilia appartengono al semiarido e all'asciutto-sub-umido. Il sito di progetto relativo alle aree di Piana degli Albanesi (PA) rientra principalmente nel semiarido e in minima parte nell'asciutto-subumido. Concettualmente diversa è la classificazione di Rivas-Martines che utilizza il rapporto tra la somma delle precipitazioni mensili della stagione estiva (giugno- luglio ed agosto) e la somma delle temperature medie mensili dello stesso periodo. Adottando tali criteri la Sicilia ricade in ordine di importanza nella zona del Termomediterraneo secco, Mesomediterraneo secco, Mesomediterraneo subumido e Mesomediterraneo umido. L'agro di Piana degli Albanesi (PA) relativamente alle aree di progetto rientra per l'indice Rivas-Martines nel Mesomediterraneo.



19- Carta bioclimatica Sicilia in relazione alle aree di progetto – Rivas-Martines

4.4 Zone fitoclimatiche di Pavari

Per il largo uso che di esso ancora si fa specialmente in campo forestale si ritiene opportuno fare cenno alla classificazione fitoclimatica di Mayer-Pavari (1916) e successive modificazioni. Tale classificazione distingue 5 zone e diverse sottozone in relazione alle variazioni della temperatura e delle precipitazioni. In particolare, le aree oggetto di intervento rientrano nel Lauretum freddo di 2° tipo, con siccità estiva e temperature medie comprese tra i 14 e i 18 gradi.

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 20°	> 7°	> -15°
2° tipo: con siccità estiva	sottozona media	14° a 18°	> 5°	> -7°
3° tipo (con piogge estive)	sottozona fredda	12° a 17°	> 3°	> -3°
B. CASTANETUM				
sottozona calda	1° tipo (senza siccità estiva) 2° tipo (con siccità estiva)	10° a 15°	> 0°	> -12°
sottozona fredda	1° tipo (piogge > 700 mm) 2° tipo (piogge < 700 mm)	10° a 15°	> -1°	> -15°
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)



20- Zone fitoclimatiche Pavari con riferimento alle aree di progetto

Lauretum freddo - Si tratta di una fascia intermedia, tra il Lauretum caldo e le zone montuose appenniniche più interne, nelle regioni meridionali già citate; ma questa fascia si spinge anche più a nord lungo le coste della penisola (abbracciando 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.

4.5 Aree ecologicamente omogenee

Per la redazione della carta delle aree ecologicamente omogenee, il territorio regionale è stato caratterizzato in funzione della litologia e delle caratteristiche bioclimatiche utilizzando i seguenti strati informativi in scala 1: 250.000:

- litologia derivata dalla carta dei Suoli della Sicilia (FIEROTTI, 1988);
- bioclima di Rivas Martines, derivato dall'Atlante Climatologico della Sicilia (DRAGO, 2005).

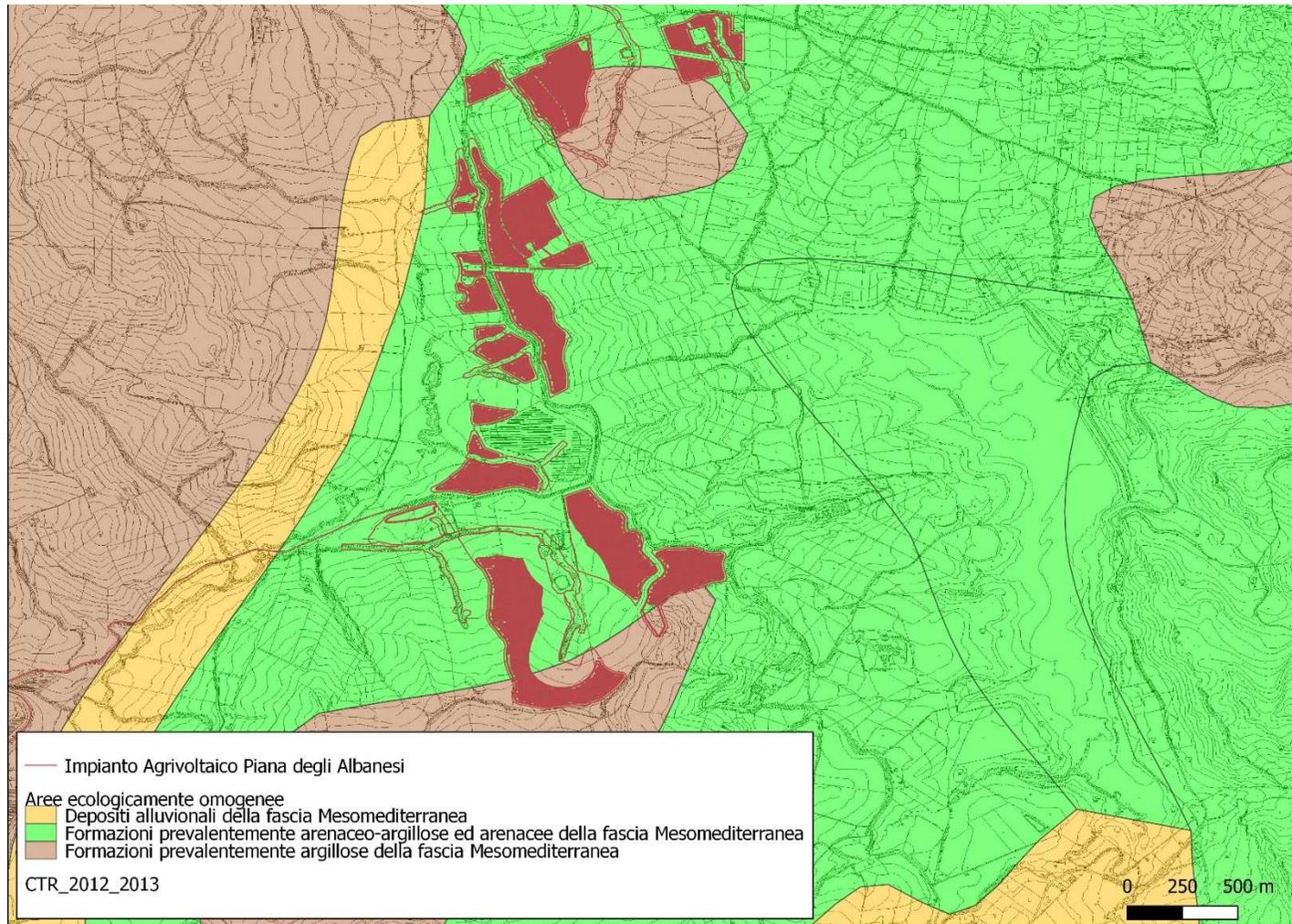
La carta finale è stata ottenuta dall'intersezione degli shapefile delle due variabili territoriali considerate. La distribuzione delle aree ecologicamente omogenee rispecchia quella dei substrati litologici e risulta fortemente legata ai principali rilievi regionali. Infatti, anche se all'interno di aree ecologicamente omogenee caratterizzate da uno stesso litotipo esistono differenze climatiche talvolta consistenti, marcate dai differenti termotipi, il fattore che ha concorso di più nella determinazione delle aree ecologicamente omogenee è il substrato litologico.

Le aree ecologicamente omogenee più rappresentate nel territorio siciliano risultano le formazioni prevalentemente argillose della fascia termomediterranea (21,37%) e mesomediterranea (13,77%) e i depositi alluvionali della fascia termomediterranea (10,07%).

Quelle meno rappresentate, con percentuali inferiori all'1% del territorio regionale, sono, in ordine decrescente, i depositi alluvionali della fascia mesomediterranea, le formazioni metamorfiche della fascia supramediterranea, le formazioni carbonatiche della fascia supramediterranea, le formazioni prevalentemente arenaceo-argillose ed arenacee della fascia supramediterranea, le vulcaniti e rocce dure della fascia oromediterranea, le formazioni prevalentemente argillose della fascia supramediterranea e le vulcaniti e rocce dure della fascia crioromediterranea (queste ultime rappresentate esclusivamente dalla parte sommitale dell'Etna).

L'area oggetto di intervento, secondo la carta delle aree ecologicamente omogenee della Regione Sicilia, rientra tra:

- Formazioni prevalentemente argillose della fascia Mesomediterranea;
- Formazioni prevalentemente arenaceo-argillose ed arenacee della fascia Mesomediterranea.

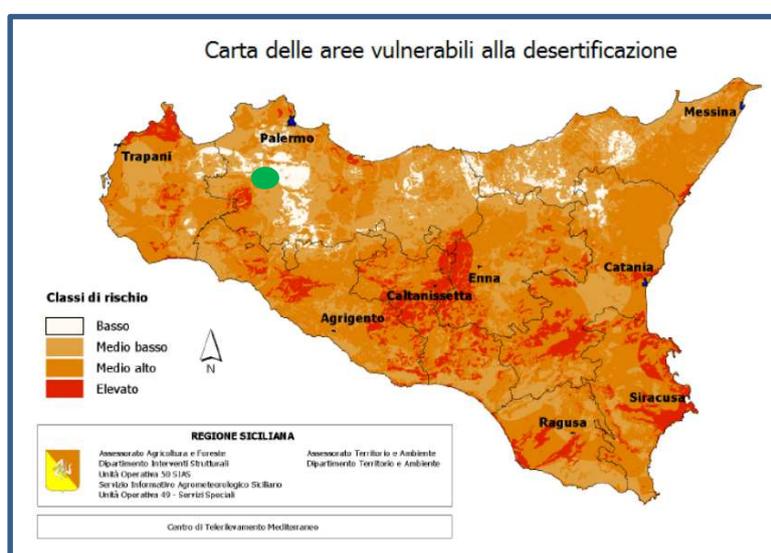


21- Carta delle aree ecologicamente omogene della Sicilia in relazione alle aree di progetto

5. Aree vulnerabili alla desertificazione in Sicilia

La Sicilia, come altre aree mediterranee, risulta particolarmente interessata da potenziali fenomeni di desertificazione, che conducono alla perdita irreversibile di suolo fertile. La desertificazione è una tra le più gravi priorità ambientali che interessano i territori aridi, semiaridi e sub-umidi del Mediterraneo. Essa nel 1984, secondo l'UNCCD (Convenzione delle Nazioni Unite per la Lotta alla Desertificazione) è stata definita a livello internazionale come il processo che porta ad un "degrado irreversibile dei terreni coltivabili in aree aride, semiaride a asciutte subumide in conseguenza di numerosi fattori, comprese le variazioni climatiche e le attività umane". Spesso la parola desertificazione viene confusa con altre ad essa in qualche modo legate. Bisogna allora subito distinguere fra tre diversi termini, molte volte usati indifferentemente ed erroneamente come sinonimi, che, pur avendo aspetti in comune, hanno significati profondamente diversi: aridità, "siccità" e "desertificazione". L'aridità è definita come una situazione climatica caratterizzata da deficit idrico permanente: in genere si definiscono aride le aree della Terra in cui mediamente (nel trentennio climatico di riferimento) cadono meno di 250 mm/anno di precipitazioni: la Sicilia non è tra queste. In Sicilia, anche nelle situazioni meno favorevoli (aree meridionali e sud-occidentali), non cadono meno di 350 mm/anno, intesi come media trentennale (clima). La siccità può essere invece definita come una condizione di deficit idrico temporaneo. Possono pertanto risultare temporaneamente siccitose anche aree non aride. Se ad esempio in un determinato periodo ci si attenderebbero, climaticamente (cioè mediamente) 100 mm e ne cadono 80 mm si è già in presenza di un fenomeno di siccità; se, ancor peggio, ne cadono 50 mm si è in presenza di un fenomeno siccitoso più severo. Ciò che abbiamo visto nel corso del 2003 nelle regioni centrosettentrionali italiane è emblematico in tal senso, dando un'idea sul significato del termine anche al di fuori di aree che "convivono" con i fenomeni siccitosi, come la Sicilia. La desertificazione è invece un processo molto più complesso che, come all'inizio già accennato secondo una delle principali definizioni internazionali, consiste nella progressiva perdita di fertilità e capacità produttiva dei suoli, fino agli estremi risultati in cui i terreni non possono più ospitare organismi viventi: flora e fauna. Si tratta di fenomeni spesso, per fortuna, molto lenti, ma che anche nelle fasi intermedie, ancor prima dell'eventuale drammatico epilogo di lunghissimo periodo del "deserto", comportano molte conseguenze negative sulle caratteristiche dei suoli, in termini di capacità di sostenere la vita (compresa quella "gestita" dall'uomo, cioè, nel nostro caso, l'agricoltura e gli allevamenti) e contribuiscono in maniera determinante alla riduzione delle biodiversità e della produttività biologica globale. Come risulta dalla cartografia, le aree ad elevata sensibilità (6,9%) si concentrano nelle zone interne della provincia di Agrigento, Caltanissetta, Enna e Catania e lungo la fascia costiera nella Sicilia sud-orientale. Tale risultato riflette le particolari caratteristiche geomorfologiche del territorio interno della regione (colline argillose poco stabili), l'intensa attività antropica con conseguente eccessivo sfruttamento delle risorse naturali e la scarsa presenza di vegetazione. La maggior parte del territorio, tuttavia, presenta una sensibilità moderata

(46,5%) o bassa (32,5%). Occorre tenere presente che in tali aree l'equilibrio tra i diversi fattori naturali e/o le attività umane può risultare già particolarmente delicato. È necessaria quindi un'attenta gestione del territorio per evitare l'innescarsi di fenomeni di desertificazione. Le aree non affette (circa il 7%) ricadono per lo più nella provincia di Messina ed in misura minore nelle province di Palermo e Catania. Le ragioni di ciò sono legate essenzialmente agli aspetti climatici, vegetazionali e gestionali che, in queste aree, presentano contemporaneamente caratteristiche di buona qualità, ovvero climi umidi e iperumidi in ampie zone boscate e per la maggior parte sottoposte a protezione per la presenza di parchi e riserve. Infine, le aree escluse (6,9%) includono i bacini d'acqua, le aree urbane e l'area vulcanica del Monte Etna. L'area di progetto in esame, secondo la carta delle aree vulnerabili sotto riportata, rientra tra le classi di rischio medio-basso e basso.



22 – Carta delle aree vulnerabili alla desertificazione in Sicilia

6. La capacità d'uso del suolo

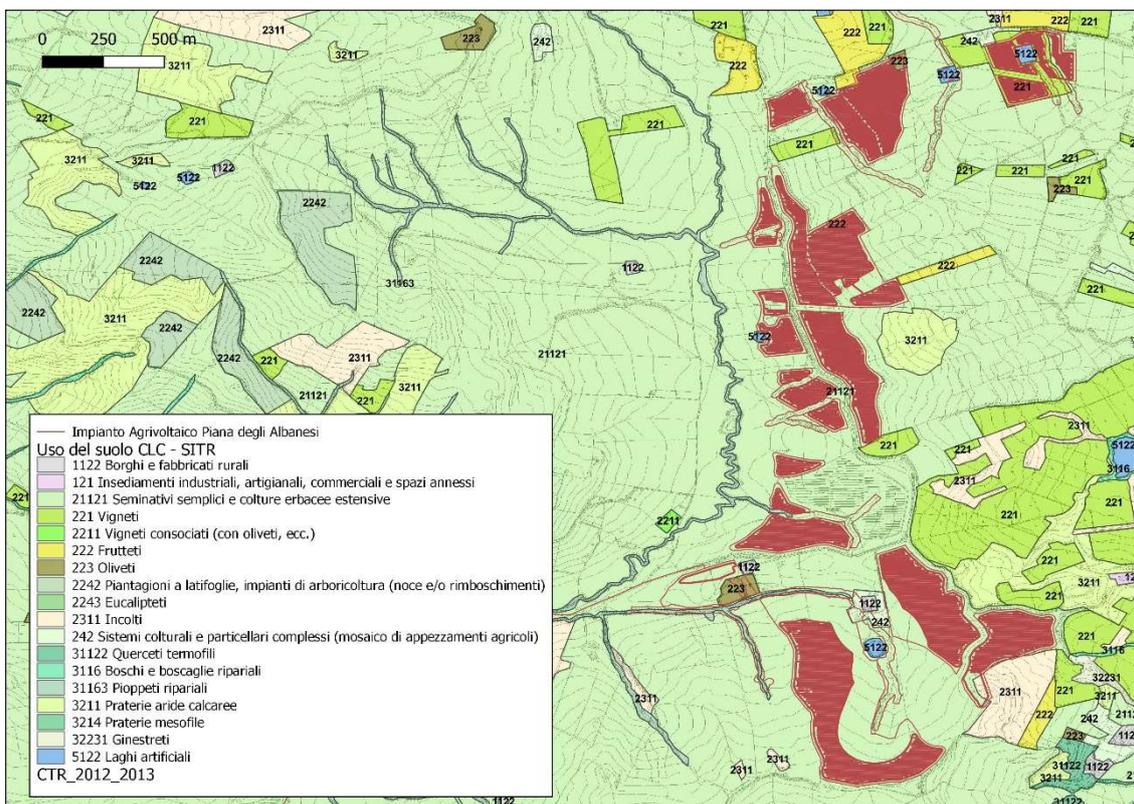
Il sistema di informazione sullo stato dell'ambiente europeo, in cui sono state elaborate e concordate nomenclature e metodologie, è stato creato dal 1985 al 1990 dalla Commissione europea nell'ambito del programma CORINE (Coordination of Information on the Environment). Dal 1994, a seguito della creazione della rete EIONET (European Environment Information and Observation Network), l'implementazione del database CORINE è responsabilità dell'Agenzia Europea per l'ambiente (EEA). Vengono usate per ricavare le informazioni sulla copertura del suolo, le immagini acquisite dai satelliti per l'osservazione della terra, che vengono visivamente interpretate utilizzando sovrapposizioni di layers in scala 1:100.000. Il primo progetto Corine Land Cover e la prima cartografia risalgono al 1990. Successivamente con la CLC 2000 il database è stato aggiornato e migliorato, effettuando la fotointerpretazione assistita da computer, mappando i relativi cambiamenti di copertura del suolo

intercorsi tra i due periodi di monitoraggio. La Corine Land Cover 2018, che rappresenta il quinto aggiornamento dell'inventario, è stata effettuata grazie all'impiego di nuove immagini satellitari, provenienti dal Sentinel-2, il primo satellite europeo dedicato al monitoraggio del territorio, e dal Landsat8, geoprocessate e utilizzate nel processo di fotointerpretazione.

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

23- Ricostruzione del programma Corine Land Cover (CLC)

La classificazione standard del CLC suddivide il suolo secondo uso e copertura, sia di aree che hanno influenza antropica e sia di aree che non hanno influenza antropica, con una struttura articolata in tre livelli di approfondimento e per alcune classi in quattro. La nomenclatura CLC standard comprende 44 classi di copertura ed uso del suolo, le cui cinque categorie principali sono: superfici artificiali, aree agricole, foreste e aree seminaturali, zone umide e corpi idrici. Per ogni categoria è prevista un'ulteriore classificazione di dettaglio con la relativa codifica riportante i codici, III e IV livello.



24- cartografia e individuazione delle aree di progetto secondo il programma CLC (fonte SITR)

Le aree in esame ricadono si caratterizzano per diverse classi ed in particolare:

- 21121 – seminativi semplici e colture erbacee estensive;
- 221 – vigneti.

Per copertura del suolo (Land Cover) si intende la copertura biofisica della superficie terrestre comprese le superfici artificiali, le zone agricole, i boschi e le foreste, le aree seminaturali le zone umide, i corpi idrici, come definita dalla direttiva 2007 2 /CE. Per uso del suolo (Land Use - utilizzo del territorio) si fa riferimento, invece, ad un riflesso delle interazioni tra l'uomo e la copertura del suolo e costituisce quindi una descrizione di come il suolo venga impiegato in attività antropiche. La direttiva 2007 2 /CE lo definisce come una classificazione del territorio in base alla dimensione funzionale o alla destinazione

socioeconomica presenti e programmate per il futuro (ad esempio residenziale, industriale, commerciale, agricolo, silvicolo, ricreativo). Un cambio di uso del suolo (e ancora meno un cambio di destinazione d'uso del suolo previsto da uno strumento urbanistico) potrebbe non avere alcun effetto sullo stato reale del suolo che manterrebbe comunque intatte le sue funzioni e le sue capacità di fornire servizi ecosistemici. La capacità d'uso dei suoli si esprime mediante una classificazione (Land Capability Classification, abbreviata in "LCC") finalizzata a valutare le potenzialità produttive dei suoli per utilizzazioni di tipo agrosilvopastorale sulla base di una gestione sostenibile, cioè conservativa della stessa risorsa suolo. Tale interpretazione viene effettuata in base sia alle caratteristiche intrinseche del suolo (profondità, pietrosità, fertilità), che a quelle dell'ambiente (pendenza, rischio di erosione, inondabilità, limitazioni climatiche), ed ha come obiettivo l'individuazione dei suoli agronomicamente più pregiati, e quindi più adatti all'attività agricola, consentendo in sede di pianificazione territoriale, se possibile e conveniente, di preservarli da altri usi. 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

25 – 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. Nonostante tale metodologia non sia ancora stata adottata dalla regione Sicilia, si ritiene di poter stimare e, pertanto, fare rientrare le suddette aree all'interno della classe "IIs". 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.

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

Le aree campite mostrano gli usi adatti a ciascuna classe

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

7. Carta della capacità di attenuazione dei suoli

Il suolo è un sistema naturale caratterizzato da un continuo scambio di energie e materia con l'ambiente circostante, che svolge molteplici funzioni, tra cui anche quella di filtro nei confronti di potenziali inquinanti. Questa capacità filtrante è strettamente correlata ai caratteri e alle qualità dei diversi tipi pedologici, di conseguenza l'analisi dell'attitudine dei suoli ad influenzare il passaggio dei nitrati di origine agricola nelle acque profonde deve essere condotta utilizzando tutte quelle informazioni normalmente contenute negli studi e nelle carte pedologiche. Allo scopo sono stati utilizzati i dati sui

suoli disponibili a livello regionale inseriti nel Sistema Informativo Territoriale dell'Assessorato Agricoltura e Foreste, costruito con le informazioni derivate dalla Carta dei suoli della Sicilia in scala 1:250.000 di G. Fierotti e coll. e dai rilevamenti pedologici realizzati dall'U.O.49 dell'Assessorato Regionale Agricoltura e Foreste. L'elaborazione dei dati cartografici ed alfanumerici ha permesso la definizione di una prima carta tematica intermedia: la Carta della capacità di attenuazione dei suoli, dove le unità cartografiche pedologiche sono classificate in relazione alla loro maggiore o minore attitudine protettiva, cioè la capacità dei suoli ad evitare o limitare il rischio di rilascio dei nitrati. I criteri ed il percorso metodologico adottati sono di seguito descritti. L'attitudine protettiva dei singoli tipi pedologici è stata valutata attraverso un modello che considera la capacità di ritenzione idrica e la permeabilità. Il significato ed il ruolo che a ciascun parametro pedologico si è voluto assegnare nel modello di valutazione adottato viene di seguito esposto, sottolineando che un suolo avrà un'attitudine protettiva tanto maggiore, quanto più alta sarà la sua capacità di ritenzione idrica e quanto più bassa sarà la sua permeabilità. La capacità di ritenzione idrica (o acqua disponibile, AWC, available water capacity) si riferisce alla quantità di acqua, utilizzabile dalla maggior parte delle colture, che un suolo è in grado di trattenere; essa è data dalla differenza tra la quantità di acqua presente nel suolo alla capacità di campo e quella presente al punto di appassimento e comunemente è espressa come mm di acqua per cm di profondità di suolo. Maggiore sarà la quantità d'acqua che il suolo è in grado di trattenere a disposizione delle radici dei vegetali, minore sarà il rischio che l'acqua e i nitrati in essa disciolti percolino oltre il franco di coltivazione verso la falda. È una caratteristica strettamente legata alla granulometria ed allo spessore del tipo pedologico considerato. I dati di tessitura e profondità desunti dalla cartografia pedologica e dal database già citati, hanno permesso di ottenere una classificazione delle tessiture in tre classi (grossolana, media e fine) e dello spessore in cinque classi (0-25 cm – molto sottile, 25-50 cm – sottile, 50–100 cm – medio, 100-150 cm – elevato, > 150 cm – molto elevato). Ai valori di AWC così ottenuti è stata attribuita una determinata classe di capacità di attenuazione.

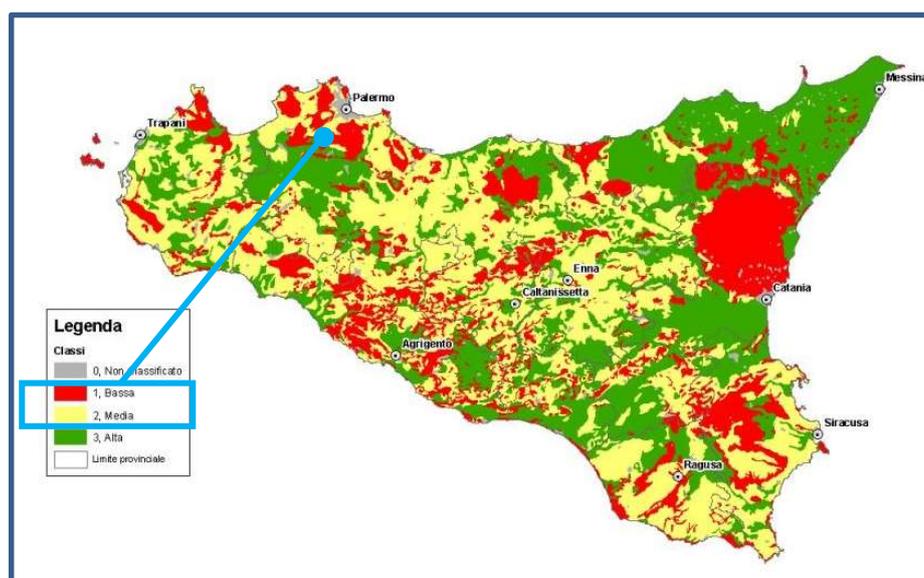
AWC mm/cm	
Tessitura	AWC mm
grossolana	1
media	2
fine e molto fine	1,5

schema di attribuzione delle classi di capacità di attenuazione

AWC suolo (mm)	Classe di attenuazione
0 - 50	BASSA
50 - 100	MEDIA
> 100	ALTA

UC	Suoli principali (FAO 1974)	Incidenza %	AWC suoli principali	Permeabilità suoli principali	Suoli secondari (FAO 1974)	Incidenza %	AWC suoli secondari	Permeabilità suoli secondari	Classe di capacità di attenuazione
0	Aree Urbane	100		0					NON DEFINITA
1	litosuoli	20	<50	media					BASSA
2	litosuoli	20	<50	media	luvisuoli cromatici	20	<50	media	BASSA
3	luvisuoli cromatici (25%), cambisuoli eutrici e/o calcici (20%)	45	50-100	media					MEDIA
4	litosuoli (45%), regosuoli eutrici (20%haploxerolls)	65	<50	media					BASSA
5	litosuoli	55	<50	media	cambisuoli eutrici (andic xerochrepts)	15	50-100	elevata	BASSA
6	litosuoli	45	<50	media	cambisuoli eutrici	20	50-100	media	BASSA
7	litosuoli	50	<50	media	luvisuoli cromatici	20	50-100	media	BASSA
8	litosuoli	50	<50	media	cambisuoli districi	25	50-100	media	BASSA
9	litosuoli	45	<50	media	luvisuoli ortici (20% typic e/o mollic haploxeralfs), cambisuoli eutrici (20%)	40	>100	media	BASSA
10	regosuoli eutrici (40%), litosuoli (35%)	75	<50	elevata	cambisuoli eutrici (andic xerochrepts)	15	>100	elevata	BASSA
11	regosuoli calcarei (50%), litosuoli (20%)	70	<50	media	cambisuoli eutrici e/o vertici	20	>100	media	BASSA
12	cambisuoli eutrici e/o vertici (30%), fluvisuoli eutrici e/o vertisuoli cromatici e/o pellici (20%)	50	>100	media	regosuoli eutrici	40	50-100	media	MEDIA
13	regosuoli eutrici	55	50-100	media	cambisuoli eutrici e/o vertici	35	>100	media	MEDIA
14	regosuoli eutrici	50	50-100	media	fluvisuoli eutrici e/o vertisuoli cromatici e/o pellici	40	>100	bassa	MEDIA
15	regosuoli eutrici	50	<50	elevata	cambisuoli eutrici (25% andic xerochrepts),	40	50-100	elevata	BASSA
16	cambisuoli eutrici (30%), luvisuoli ortici (20%)	50	50-100	media	regosuoli eutrici	40	50-100	media	MEDIA
17	fluvisuoli eutrici e cambisuoli eutrici e/o vertici	90	>100	media					ALTA
18	fluvisuoli eutrici (65%), vertisuoli cromatici e/o pellici (20%)	85	>100	media					ALTA
19	vertisuoli cromatici e/o pellici	95	>100	bassa					ALTA
20	cambisuoli eutrici (50%), cambisuoli calcici (20%)	70	50-100	media	litosuoli	20	<50	media	MEDIA
21	litosuoli (25%), regosuoli eutrici (20%)	45	50-100	media	cambisuoli calcici	40	>100	media	MEDIA
22	cambisuoli eutrici	50	>100	media	vertisuoli cromatici e/o pellici (20%) cambisuoli vertici (20%)	40	>100	bassa	ALTA
23	cambisuoli eutrici (50%), cambisuoli calcici (20%)	70	>100	media	rendzine	15	50-100	media	ALTA
24	cambisuoli eutrici	50	>100	media	fluvisuoli eutrici	35	>100	media	ALTA
25	cambisuoli eutrici (35%), luvisuoli ortici (20%)	75	>100	media	regosuoli eutrici e litosuoli	15	<50	media	ALTA
26	cambisuoli districi	50	>100	media	litosuoli	20	<50	media	ALTA
27	cambisuoli eutrici (75%), luvisuoli ortici (15%)	90	>100	media					ALTA
28	cambisuoli eutrici (andic xerochrepts)	50	>100	media	litosuoli	35	50-100	media	MEDIA
29	luvisuoli ortici	60	50-100	media	luvisuoli cromatici	30	50-100	media	MEDIA
30	luvisuoli cromatici	70	50-100	media	litosuoli	15	<50	media	MEDIA
31	luvisuoli cromatici (50%), cambisuoli calcici (20%)	70	50-100	media	litosuoli	20	<50	media	MEDIA
32	Arenosuoli gleici	100	<50	elevata					BASSA
33	Dune e regosuoli (sabbiosi)	100	<50	elevata					BASSA

27 - Classi di capacità di attenuazione dei suoli con riferimento alle aree di progetto



28- Carta della capacità di attenuazione dei suoli

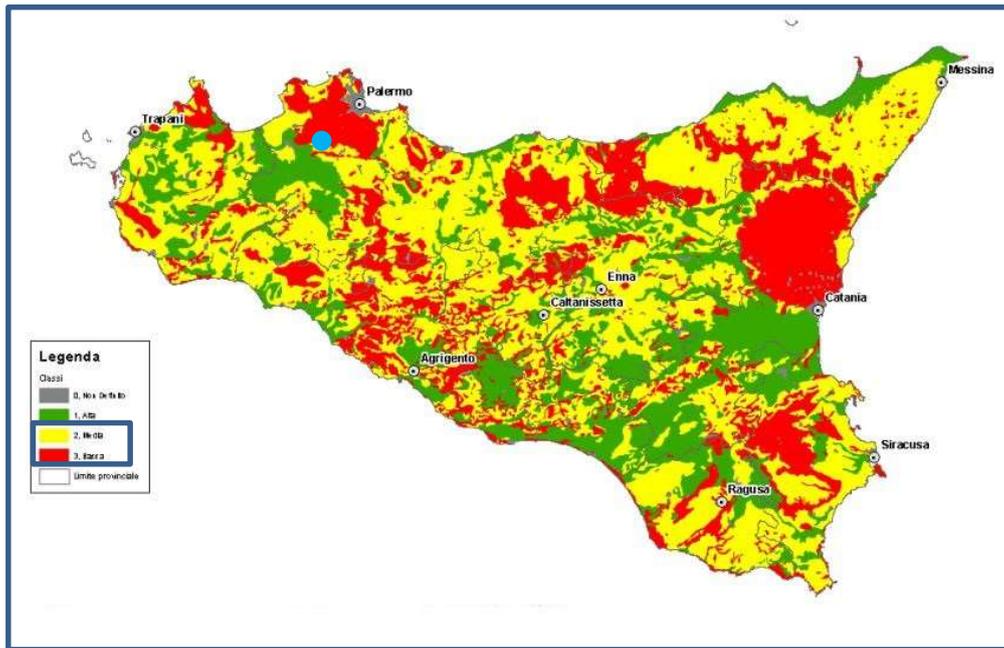
Dalla cartografia sopra menzionata si evince che l'area di progetto appartiene alla classe bassa e media per ciò che riguarda la capacità di attenuazione del suolo. I dati desunti dalla tale carta sono stati rielaborati con quelli della carta dell'indice di aridità ed è stata definita una tabella in cui viene illustrato lo schema di attribuzione delle classi di capacità di attenuazione del sistema suolo-clima. Dalla matrice risultano nove diversi incroci che sono stati classificati in tre classi di capacità di attenuazione: alta - media - bassa. L'incrocio tra i due tematismi ha prodotto la Carta della capacità di attenuazione del sistema suolo-clima. In questa carta viene evidenziato il ruolo che il sistema suolo-clima svolge in termini di capacità protettiva: alla classe "alta" corrisponde una bassa percolazione di acqua alla base del profilo e di conseguenza una alta capacità protettiva del sistema suolo-clima nei confronti di inquinanti idrosolubili come i nitrati.

Capacità di attenuazione del sistema suolo - clima			
Capacità di attenuazione suoli	Indice di Aridità		
	<i>Umido</i>	<i>Asciutto/Sub umido</i>	<i>Arido / Semiarido</i>
<i>Bassa</i>	Bassa	Bassa	Bassa
<i>Media</i>	Bassa	Media	Media
<i>Alta</i>	Media	Alta	Alta

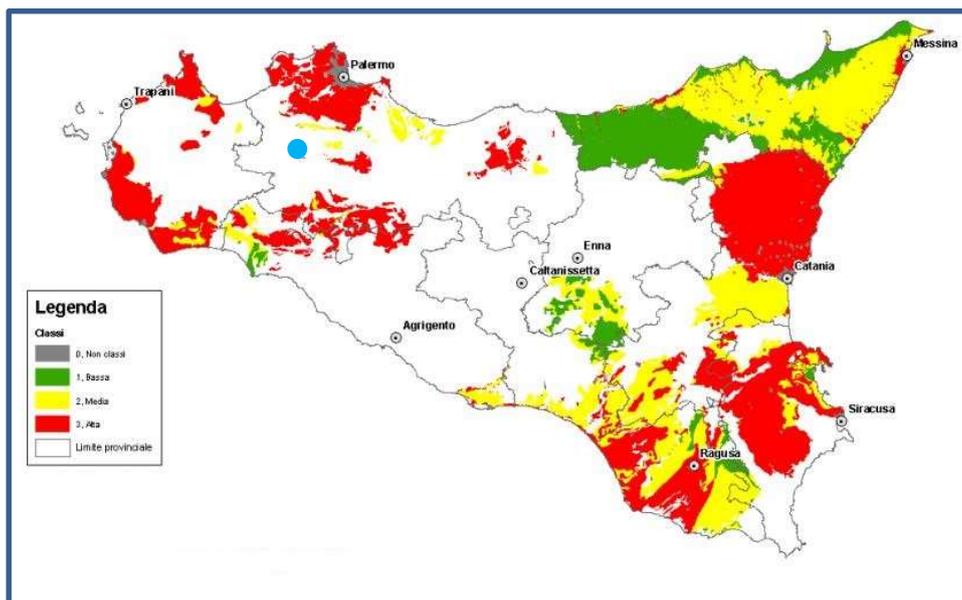
Dall'incrocio per intersezione della Carta della capacità di attenuazione del sistema suolo-clima con la Carta della vulnerabilità intrinseca di massima si è ottenuta la Carta della vulnerabilità potenziale, che evidenzia il comportamento del sistema clima-suolo-geologia nei confronti della vulnerabilità all'inquinamento dei corpi idrici sotterranei. I nove incroci ottenuti sono stati classificati in tre classi di vulnerabilità: alta, media e bassa.

Vulnerabilità intrinseca di massima	Vulnerabilità potenziale		
	Capacità di attenuazione sistema suolo - clima		
	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Bassa</i>
<i>Alta</i>	Media	Alta	Alta
<i>Media</i>	Bassa	Media	Media
<i>Bassa</i>	Bassa	Bassa	Bassa

In merito alla carta della vulnerabilità potenziale, le aree di progetto risultano esterne alle classi di vulnerabilità.



29 - Carta della capacità di attenuazione del sistema suolo - clima

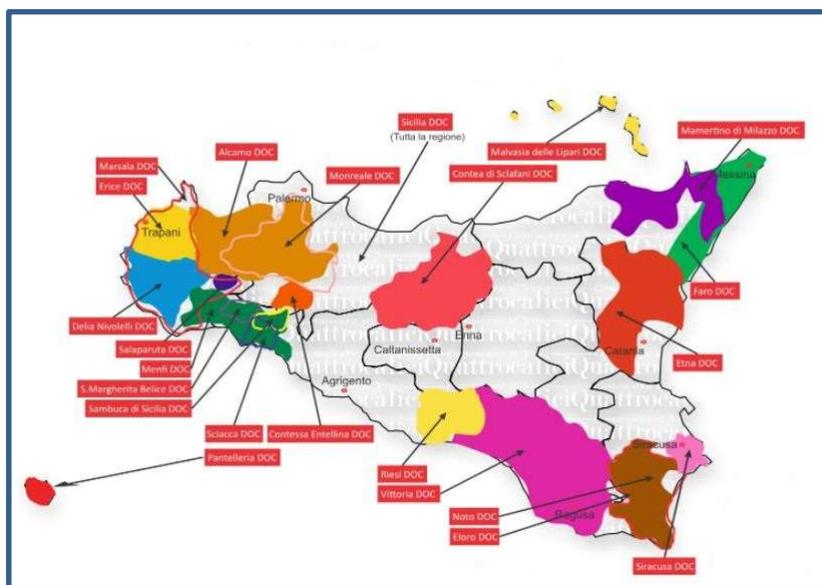


30 - Carta della vulnerabilità potenziale

8. Analisi delle produzioni agroalimentari

8.1 Zonazione della Doc “Monreale”

Il disciplinare comprende diversi contenuti che descrivono e caratterizzano le produzioni dal punto di vista delle caratteristiche pedologiche, orografiche e climatiche della zona delimitata. Dal punto di vista geografico la Doc Monreale delimitata un'area ricadente nella Sicilia nord-occidentale e comprende parte del comune di Monreale e parte del comune di Piana degli Albanesi, nonché l'intero territorio dei comuni di Camporeale, San Giuseppe Jato, San Cipirello, Santa Cristina Gela, Corleone e Roccamena, tutti in provincia di Palermo.



31- Produzione di qualità: le DOC in Sicilia

In particolare considera tutte quelle zone la cui altitudine media prevalente per la coltivazione della vite va dai 300 ai 600 m s.l.m.; la generale distribuzione di terreni in cui le due componenti argillosa e sabbiosa sono sempre presenti pur con proporzioni variabili, così come la quasi sempre discreta presenza di sostanza organica, fa sì che nella zona di produzione non vi siano terreni né troppo umidi né troppo acidi o troppo alcalini, fattori tutti che influenzano la quantità e soprattutto la qualità del prodotto vite. Tutti questi elementi climatico-ambientali sono quindi congeniali ad una viticoltura mirata alla qualità. Le varietà idonee alla produzione dei vini a DOC “Monreale” sono quelle tradizionali della zona. Le forme di allevamento, i sestri di impianto, i sistemi di potatura e le tecniche di coltivazione sono quelli tradizionali della zona e comunque atte a conferire alle uve ed ai vini le specifiche caratteristiche di qualità. Per i vigneti di nuovo impianto il numero di ceppi ad ettaro non deve essere inferiore a 3.000

e le forme di allevamento devono essere esclusivamente quelle a controspalliera o ad alberello ed eventuali varianti similari, con esclusione dei sistemi a tendone.

Il legame con la zona geografica delimitata della DOC "Monreale " è comprovato dall'interazione tra le peculiarità ambientali, la tradizione storica e le tecniche produttive che permettono di ottenere le specifiche qualità delle tipologie dei vini Doc in questione, la cui rinomanza e reputazione sono consolidate. La millenaria storia vitivinicola riferita al territorio della Doc "Monreale", dall'epoca ellenistica e romana fino ai giorni nostri, attestata da numerosi documenti, è la generale e fondamentale prova della stretta connessione ed interazione esistente tra i fattori umani e la qualità e le peculiari caratteristiche dei vini "Monreale ". Ovvero è la testimonianza di come l'intervento dell'uomo nel particolare territorio abbia, nel corso dei secoli, tramandato le tradizionali tecniche di coltivazione della vite ed enologiche, le quali nell'epoca moderna e contemporanea sono state migliorate ed affinate, grazie all'indiscusso progresso scientifico e tecnologico, fino ad ottenere i rinomati vini "Monreale" che negli anni hanno ottenuto prestigiosi riconoscimenti in campo nazionale ed internazionale.

8.2 Zonazione della Doc "Sicilia"

I vini della Denominazione di origine controllata "Sicilia" sono ottenuti dalle uve prodotte dai vigneti dell'intero territorio amministrativo della Regione Sicilia. Verso la fine degli anni '80 ed i primi anni '90 si può indicare l'inizio della moderna storia del vino siciliano. Si associa la capacità della Sicilia a produrre vini bianchi di qualità sia con vitigni autoctoni come Inzolia, Catarratto, Grillo, sia con vitigni alloctoni, come lo Chardonnay, Muller Turgau e Sauvignon. In quegli anni inizia la sperimentazione e la produzione di vini rossi di alta qualità con il vitigno autoctono Nero d'Avola e gli alloctoni Cabernet, Merlot, Syrah, Petit Verdot e Pinot nero. Il protagonista indiscusso di tale nuovo corso è il Nero d'Avola, che anche in assemblaggio con altri vitigni internazionali riesce a caratterizzare e a marcare il vino stesso, non solo per l'aspetto cromatico, ma soprattutto perché conferisce al vino una tipicità riconducibile ai sapori mediterranei. L'incidenza dei fattori umani, nel corso della storia, è in particolare riferita alla puntuale definizione dei seguenti aspetti tecnico produttivi, che costituiscono parte integrante del vigente disciplinare di produzione:

- base ampelografica dei vigneti: i vitigni idonei alla produzione dei vini in questione, sono quelli tradizionalmente coltivati nell'area geografica considerata;
- le forme di allevamento, i sestri d'impianto e i sistemi di potatura che, anche per i nuovi impianti, sono quelli tradizionali e tali da perseguire la migliore e razionale disposizione sulla superficie delle viti, sia per agevolare l'esecuzione delle operazioni colturali, sia per consentire la razionale gestione della chioma, permettendo di ottenere una adeguata superficie fogliare ben esposta e di contenere le rese di produzione di vino entro i limiti fissati dal disciplinare;

- le pratiche relative all'elaborazione dei vini, sono quelle tradizionalmente consolidate in zona per la vinificazione in bianco ed in rosso dei vini tranquilli, quest'ultima adeguatamente differenziate per la tipologia di base e la tipologia riserva, riferita quest'ultima a vini rossi maggiormente strutturati, la cui elaborazione comporta un periodo di invecchiamento non inferiore ai due anni. Così come tradizionali sono le pratiche di elaborazione per la produzione dei vini spumanti e quelle relative all'appassimento delle uve ed alla vinificazione ed affinamento della tipologia vendemmia tardiva.

8.3 Zonazione della IGT “Terre Siciliane”

La zona di produzione delle uve per l'ottenimento dei mosti e dei vini atti a essere designati con l'indicazione geografica tipica “Terre Siciliane” comprende l'intero territorio amministrativo della Regione Sicilia. L'orografia prevalentemente collinare, il clima mediterraneo, la scelta delle aree di produzione che privilegiano terreni con buona esposizione interagiscono in maniera determinante con la coltura della vite, contribuendo all'ottenimento delle peculiari caratteristiche fisicochimiche ed organolettiche dei vini della IGT “Terre Siciliane”. La millenaria storia vitivinicola del territorio della regione Sicilia è la prova della stretta connessione ed interazione esistente tra i fattori umani (tramandando le tradizionali tecniche di coltivazione della vite ed enologiche) e la qualità e le peculiari caratteristiche dei vini in argomento. Per quanto riguarda l'IGT Terre Siciliane valgono le stesse considerazioni sopra menzionate per la Doc “Sicilia”. I vini a indicazione geografica tipica “Terre Siciliane” bianchi, rossi e rosati devono essere ottenuti da uve provenienti da vigneti composti, nell'ambito aziendale, da uno o più vitigni idonei alla coltivazione nella Regione Sicilia a bacca di colore corrispondente, iscritti nel Registro Nazionale delle varietà di vite per uve da vino, riportati nel disciplinare. L'indicazione geografica tipica “Terre Siciliane” con la specificazione di uno dei vitigni, idonei alla coltivazione nella Regione Sicilia 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 idonei alla coltivazione nella Regione Sicilia fino a un massimo del 15%. L'indicazione geografica tipica “Terre Siciliane” con la specificazione di due o tre o quattro vitigni compresi fra quelli idonei alla coltivazione nella Regione Sicilia, iscritti nel Registro Nazionale delle varietà di vite per uve da vino, riportati nel disciplinare, è consentita a condizione che:

- il vino derivi esclusivamente da uve prodotte dai vitigni ai quali si vuole fare riferimento;
- l'indicazione dei vitigni deve avvenire in ordine decrescente rispetto all'effettivo apporto delle uve da essi ottenute e in caratteri della stessa dimensione;
- il quantitativo di uva prodotta per il vitigno presente nella misura minore deve essere comunque non inferiore al 15% del totale.

8.4 Olio Extra Vergine di Oliva IGP Sicilia

L'Indicazione Geografica Protetta "Sicilia" è riservata all'olio extra vergine di oliva rispondente alle condizioni ed ai requisiti stabiliti nel presente disciplinare di produzione. La zona di produzione delle olive destinate alla produzione dell'olio extra vergine di oliva a Indicazione Geografica Protetta "Sicilia" comprende, nell'ambito dell'intero territorio amministrativo della regione Sicilia, i territori olivati idonei a conseguire le produzioni con le caratteristiche qualitative previste dal presente disciplinare di produzione. Le condizioni ambientali e di coltura degli oliveti destinati alla produzione dell'olio extra vergine di oliva a IGP "Sicilia", devono essere quelle tradizionali e caratteristiche della zona e, in ogni modo, atte a conferire alle olive ed all'olio derivato le specifiche caratteristiche qualitative. I sestri d'impianto, le forme d'allevamento ed i sistemi di potatura, devono essere quelli razionali dal punto di vista agronomico atti a non modificare le caratteristiche qualitative delle olive e dell'olio. La produzione dell'olio extra vergine di oliva IGP "Sicilia" risulta legata a molti fattori, in connessione tra loro, pedoclimatici, tecnici, agronomici, sociali, culturali ed economici, specifici della zona di produzione. L'areale di coltivazione dell'olivo va dalla fascia costiera ai circa 1000 metri sul livello del mare. Al di sopra di essa l'olivo è scarsamente presente e la coltivazione riveste un carattere marginale. La coltura dell'olivo caratterizza in modo rilevante l'economia rurale e il paesaggio agrario di tutta l'Isola, essendo particolarmente diffusa nelle aree interne collinari. La distribuzione altimetrica della coltura in Sicilia vede prevalere gli oliveti collinari con una quota di circa il 65%, mentre in montagna e pianura si rilevano rispettivamente circa il 17 e 18% degli oliveti. I terreni dove insiste l'olivo risultano di differente morfologia e costituzione frutto di complesse vicende geologiche e tettoniche che hanno portato alla costruzione di una struttura particolarmente articolata. Quest'ultima è formata da un complesso basale costituito da terreni autoctoni profondi, una serie di unità geotettoniche distinte costituiti da terreni alloctoni sovrastanti il precedente e un complesso postorogeno inerente terreni autoctoni recenti. I terreni autoctoni del complesso basale affiorano nell'altopiano Ibleo e nei Sicani meridionali, nei Sicani settentrionali, nel Trapanese e a Monte Judica, nelle Madonie e nei Monti di Palermo. I terreni alloctoni affiorano soprattutto nella zona nord-orientale dell'isola, nelle Madonie orientali, nei Monti di Palermo e di Castellammare del Golfo; i terreni del complesso postorogeno sono ampiamente presenti nella zona centro meridionale dell'isola e lungo le fasce costiere. Per quanto riguarda le caratteristiche litologiche, in gran parte della Sicilia affiorano terreni di origine sedimentaria. Dal punto di vista pedologico la situazione è molto articolata. Le principali tipologie si ascrivono agli entisuoli che rappresentano il 38% dei suoli siciliani e agli Inceptisuoli, poco meno diffusi degli entisuoli (circa il 34%).

Oltre alle peculiarità pedoclimatiche del territorio e all'eccezionalità del microclima, che hanno prodotto nel tempo una specifica e ampia diversificazione varietale, gli altri fattori che determinano l'eccellente qualità e la reputazione dell'olio extravergine di oliva di Sicilia sono la sapienza e la capacità dei produttori attraverso una tecnica agronomica tramandata da padre in figlio e migliorata nel tempo con

la ricerca e l'innovazione. L'olivicoltura dell'intera regione siciliana rappresenta una evidente importanza sociale ed economica. In relazione alla varietà, all'ambiente di coltivazione (suoli e clima) e alle variabili tecnologiche applicate nella fase di lavorazione delle olive, l'olio extra vergine di oliva a Indicazione Geografica Protetta "Sicilia" può presentare caratteri olfattivi e gustativi differenti. L'olivo è stato presente in Sicilia nella sua forma spontanea sin da tempi immemorabili (epoca prequaternaria). L'olivo, infatti, pur se domesticato in Medio Oriente sin dal IV millennio a.C. si è diffuso in Europa a partire dalla Sicilia nel I millennio a.C. ad opera dei fenici e dei greci. La coltivazione assume un'importanza economica, come si evince da vari documenti scritti nel periodo tardo greco e romano.

8.5 Susine bianche di Monreale

Il susino, insieme agli agrumi – arance e mandarini in particolare – è una delle coltivazioni tradizionali della Conca d'oro insieme a gelsi, nespole, fichi. Le susine bianche di Monreale sono piccole, a buccia giallo chiara e dolcissime: una varietà si chiama "sanacore", perché un'antica credenza le attribuiva anche valori curativi, l'altra si chiama "ariddu di core" (ovvero: seme a cuore) per la forma caratteristica del seme che richiama il cuore. La "sanacore" si raccoglie a partire dalla prima decade di luglio fino alla metà di agosto, la "ariddu di core" invece è tardiva e particolarmente zuccherina: i frutti, che piegano fino a terra i rami degli alberi, si raccolgono dalla metà di agosto fino ai primi di settembre: durante la raccolta è necessario manipolarle il meno possibile per non intaccare la pruina, ovvero la patina bianca che le ricopre e non si deve staccare il peduncolo. Le susine bianche sono state recuperate grazie a un lavoro di ricerca sul germoplasma autoctono siciliano curato dal Dipartimento di Colture Arboree dell'Università di Palermo ma è la passione di alcuni frutticoltori più anziani che ha conservato nel tempo gli alberelli delle antiche varietà di susine, alcuni dei quali hanno ben più di una trentina d'anni. La maggior parte delle piante di "ariddu di core" è conservata invece in un unico fazzoletto di verde circondato da costruzioni e cemento nel comune di Monreale. Le susine si raccolgono da luglio a settembre, il prodotto trasformato è reperibile tutto l'anno. Rappresentano un presidio slow food che riunisce attualmente tre coltivatori di queste due antiche varietà di susine bianche: quasi tutti i giardini di Monreale hanno di questi alberi ma sono rimasti in pochi a coltivare almeno un ettaro di susini e a ricavarne un reddito. Attualmente gli agricoltori vendono direttamente le susine sul mercato o le affidano a grossisti dei mercati generali di Palermo e di Trapani.



32- Le susine bianche di Monreale

8.6 Pecorino Siciliano DOP

Formaggio a pasta dura, crudo, prodotto esclusivamente con latte di pecora intero, fresco e coagulato con caglio di agnello. Si fabbrica nel periodo compreso fra l'ottobre e il giugno. La salatura viene effettuata a secco. Viene stagionato per almeno quattro mesi ed usato da tavola o da grattugia. Il formaggio stagionato presenta caratteristiche di forma cilindrica, a facce piane o leggermente concave, dimensioni e peso da 4 a 12 kg, altezza da 10 a 18 cm, con variazioni, in più o in meno in rapporto alle condizioni tecniche di produzione. La crosta bianco giallognola reca impressi i segni del canestro nel quale è stata formata (canestrata), cappata con olio o morchia d'olio; la pasta compatta, bianca o paglierina, con limitata occhiatura. La zona di produzione è rappresentata dall'intero territorio della Regione siciliana.

8.7 Zucca virmiciddara

Le zucche virmiciddare sono piccole e dalla forma ovoidale e possono raggiungere il peso di 3-4 kg. La buccia è verde scuro, ma presenta diverse macchie bianche ovali disposte su striature orizzontali che conferiscono un aspetto caratteristico. L'interno è bianco e non presenta cavità. Il sapore risulta dolce e delicato e questo dona una notevole versatilità in ambito culinario, prestandosi sia per usi di gastronomia che di pasticceria. Il termine "cucuzza virmiciddara" nel 1838 venne inserito nel "nuovo dizionario siciliano-italiano" e venne così definito: "...varietà molto simile nello esterno ai poponi, ma un poco allungata, ed ovale, se non che ha la corteccia marmorizzata, è molto buona a mangiare, ed è così detta dallo sciogliersi la sua polpa, quando è cotta, in tanti fili simili ai vermicelli". Un tipo simile di zucca con origini sudamericana viene coltivata e consumata in Messico e nella vicina California. Lì la chiamano "spaghetti squash" proprio per l'aspetto che la polpa assume dopo la cottura. L'origine della zucca virmiciddara è ignota, ma la sua diffusione è da attribuirsi alle monache benedettine del Convento di San Castrese di Monreale che ne facevano uso già dal tardo XV secolo. Presto la coltivazione si estese alle campagne circostanti dell'arcidiocesi, diventando quindi un elemento caratteristico delle campagne di Monreale e Altofonte. Le monache benedettine avevano sviluppato una versione delle paste monacali a base di zucca. Tali paste, dette anche biscotti oblunghi, richiamavano la forma della zucca e simbolicamente il ventre materno della Madonna. La zucca veniva utilizzata come ripieno fondamentale della pasta (confettura) e come decorazione finale (frutta candita). Le zucche più tenere vengono usate per le ricette comuni a base di zucca: fritte, a cotoletta, con la pasta, a "tutto dentro", a "sfincionello" e così via mentre le zucche più dure si prestano anche alla trasformazione in confettura che nel monrealese viene chiamata "zuccata" o "cucuzzata" o trasformate in zucche candite.



33 – La zucca virmiciddara

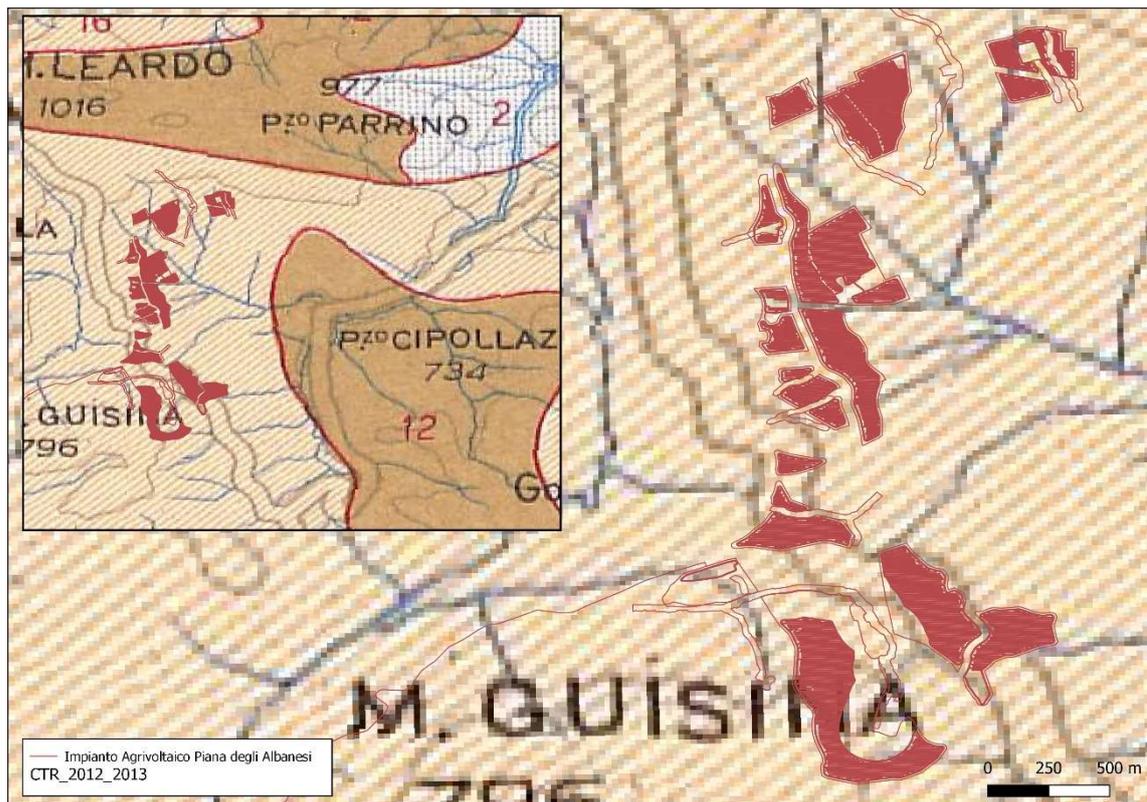
9. Inquadramento del sistema pedologico dell'area in esame

A seguito dei sopralluoghi preliminari effettuati, all'analisi visiva dei luoghi è seguito uno studio "fisico" relativo alle caratteristiche pedologiche del sito. Pertanto, oltre alla consultazione della relativa cartografia tematica esistente sull'area, sono stati prelevati campioni di suolo dalle diverse particelle in modo da ottenere dai campioni omogenei che, in seguito, sono stati sottoposti ad indagine. Nella fattispecie come documento di riferimento utilizzato per l'identificazione e la classificazione del terreno agrario si è preso in esame la carta dei suoli della Sicilia (G. Ballatore e G. Fierotti).



34– Carta dei suoli della Sicilia – Ballatore e Fierotti

L'area in esame, a seguito dei rilievi e delle analisi effettate, dal punto di vista pedologico, ricade all'interno dell'associazione n.16 Regosuoli - Suoli bruni.



35- Carta dei suoli della Sicilia con riferimento all'area di progetto

I Regosuoli o suoli bruni, termine usato nei primi sistemi di classificazione dei terreni americani per indicare un gruppo di terreni azonali, sono particolari suoli presenti in corrispondenza di terreni alluvionali e sabbie asciutte che si formano da depositi profondi e non consolidati e non hanno orizzonti genetici definiti. Le loro caratteristiche pedogenetiche risultano essere fortemente influenzate dalla morfologia. Un suolo bruno si caratterizza per l'abbondanza di composti (prevalentemente ossidi idrati) di ferro che gli fanno assumere un colore marrone. Il processo pedogenetico predominante (chiamato proprio brunificazione) vede la formazione di complessi argillo-humici in cui i due componenti vengono legati da ferro proveniente dall'alterazione geochimica della roccia madre; la loro successiva decomposizione libera nel profilo ossidi idrati di ferro (goethite), di colore giallastro che, sovrapposto al grigio dei minerali primari inalterati, dà il colore sul marrone di questi suoli. Si ha una certa produzione di minerali argillosi di neoformazione, prevalentemente a struttura 2:1 (bisiallitizzazione).



36– particolare della natura dei suoli e tessuto agricolo del comprensorio

Il processo di brunificazione di un suolo è caratteristico dei climi temperati, soprattutto di quelli in cui non ci siano eccessi termici e non manchi mai l'umidità atmosferica. Questi suoli, sovente, sono associati a vegetazione forestale decidua, anche se in molti casi sono stati dissodati e supportano oggi colture agricole (come nel caso in esame). Questa associazione è abbondantemente presente nel comprensorio in esame. Si trova ad una quota generalmente compresa tra i 400 e i 900 m nelle colline prettamente argillose. In alcune aree è possibile rinvenire piccoli lembi di vertisuoli. Sono suoli che di solito vengono utilizzati per la coltivazione dei cereali e, nella stragrande maggioranza dei casi, non ammettono alternative, sebbene in alcuni casi sia presente vigneto, mandorlo, olivo e pistacchio.

10. L'Agrivoltaico: esperienze e prospettive future

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

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

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

Soprattutto, negli ambienti o nelle stagioni sub-aride, la presenza dei pannelli ad un'altezza che non ostacoli la movimentazione dei mezzi meccanici ed il loro effetto di parziale ombreggiamento del suolo, determinano una significativa contrazione dei flussi traspirativi a carico delle colture agrarie, una maggiore efficienza d'uso dell'acqua, un accrescimento vegetale meno condizionato dalla carenza idrica, un bilancio radiativo che attenua le temperature massime e minime registrate al suolo e sulla vegetazione e, perciò stesso, un più efficiente funzionamento dei pannelli fotovoltaici. In base alle esigenze delle colture da coltivare sarà necessario valutare le condizioni microclimatiche create dalla presenza dei pannelli. Le possibilità di effettuare coltivazioni, nella fattispecie, sono sostanzialmente legate ad aspetti di natura logistica (per esempio la predisposizione dei pannelli ad altezze e larghezze adeguate al passaggio delle macchine operatrici) e a fattori inerenti all'ottimizzazione delle colture in termini di produzione e raccolta del prodotto fresco.

In termini di PAR (radiazione utile alla fotosintesi), per qualsiasi coltura noi consideriamo siamo di fronte, in linea del tutto generale, ad una minor quantità di radiazione luminosa disponibile dovuta all'ombreggiamento dei pannelli solari. In ambienti con forte disponibilità di radiazione luminosa un certo ombreggiamento potrebbe favorire la crescita di numerose piante, alcune delle quali riescono a sfruttare solo una parte dell'energia radiante. Anche l'evapotraspirazione viene modificata e questo accade soprattutto negli ambienti più caldi. Con una minor radiazione luminosa disponibile le piante riducono la loro evapotraspirazione e ciò si traduce, dal punto di vista pratico, nella possibilità di coltivare consumando meno acqua. Rispetto a condizioni di pieno campo in ambienti più caldi è stata registrata una diminuzione della temperatura al di sotto dei pannelli e, pertanto, si potrebbe prevedere la messa in coltura di varietà precoci per la possibilità di coltivare anche in inverno (si potrebbe anticipare, per esempio, le semina di diverse leguminose). Per quanto concerne l'impianto e la coltivazione in termini di gestione delle varie colture, si può affermare che la copertura con pannelli, determinando una minore bagnatura fogliare sulle colture stesse, comporta una minore incidenza di alcune malattie legate a climi caldo umidi o freddo umidi (minore persistenza degli essudati sulle parti tenere della pianta). Uno studio della Lancaster University (A. Armstrong, N. J Ostle, J. Whitaker, 2016. "Solar park microclimate and vegetation management effects on grassland carbon cycling"), evidenzia che sotto i pannelli fotovoltaici, d'estate la temperatura è più bassa di almeno 5 gradi grazie al loro effetto di ombreggiamento. Le superfici ombreggiate dai pannelli, pertanto, potrebbero così accogliere anche le colture che non sopravvivono in un clima caldo-arido, offrendo nuove potenzialità al settore agricolo, massimizzando la produttività e favorendo la biodiversità. Un altro recentissimo studio (Greg A. Barron-Gafford et alii, 2019 "Agrivoltaics provide mutual benefits across the food–water nexus in drylands". *Nature Sustainability*, 2), svolto in Arizona, in un impianto fotovoltaico dove contemporaneamente sono stati coltivati pomodori e peperoncini, ha evidenziato che il sistema agrivoltaico offre benefici sia agli impianti solari sia alle coltivazioni. Infatti, l'ombra offerta dai pannelli

ha evitato stress termici alla vegetazione ed abbassato la temperatura a livello del terreno aiutando così lo sviluppo delle colture. La produzione totale di pomodori (in termini di resa) è raddoppiata, mentre quella dei peperoncini è addirittura triplicata nel sistema agrivoltaico. Non tutte le piante hanno ottenuto gli stessi benefici: alcune varietà di peperoncini testati hanno assorbito meno CO₂ e questo suggerisce che abbiano ricevuto troppa poca luce. Tuttavia, questo non ha avuto ripercussioni sulla produzione, che è stata la medesima per le piante cresciute all'ombra dei pannelli solari e per quelle che si sono sviluppate in pieno sole. La presenza dei pannelli ha inoltre permesso di risparmiare acqua per l'irrigazione, diminuendo l'evaporazione di acqua dalle foglie fino al 65%. Le piante, inoltre, hanno aiutato a ridurre la temperatura degli impianti, migliorandone l'efficienza fino al 3% durante i mesi estivi. Uno studio (Elnaz Hassanpour Adeg et alii, 2018. "Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, and water-use efficiency") ha analizzato l'impatto di una installazione di pannelli fotovoltaici della capacità di 1,4 Mw (avvenuta su un terreno a pascolo di 2,4 ha in una zona semi-arida dell'Oregon) sulle grandezze micrometeorologiche dell'aria, sull'umidità del suolo e sulla produzione di foraggio. I pannelli hanno determinato un aumento dell'umidità del suolo, mantenendo acqua disponibile alla base delle radici per tutto il periodo estivo di crescita del pascolo, in un terreno che altrimenti sarebbe diventato, in assenza di pannelli, asciutto.

Questo studio mostra dunque che, almeno in zone semiaride, esistono strategie che favoriscono l'aumento di produttività agricola di un terreno (in questo caso di circa il 90%), consentendo allo stesso tempo di produrre energia elettrica in maniera sostenibile.

L'idea, pertanto, sarà quella di garantire il rispetto del contesto paesaggistico-ambientale e la possibilità di continuare a svolgere attività agricole proprie dell'area con la convinzione che la presenza di un impianto solare su un terreno agricolo non significa per forza riduzione dell'attività agraria. Si può quindi ritenere di fatto un impianto a doppia produzione: al livello superiore avverrà produzione di energia, al livello inferiore, sul terreno fertile, la produzione di colture avvicendate secondo le logiche di un'agricoltura tradizionale e attenta alla salvaguardia del suolo. Alcune iniziative sperimentali realizzate in Germania, negli Stati Uniti, in Cina ed ora anche in Italia confermano la praticabilità di questo "matrimonio". Da una sperimentazione presso il Fraunhofer Institute è stato rilevato che sia la resa agricola che quella solare sono risultate pari all'80-85% rispetto alle condizioni di un suolo senza solare così come di un terreno destinato al solo fotovoltaico. Ciò significa che è stato raggiunto un valore di LER ("land equivalent ratio") pari a 1,6-1,65 (ovvero di gran lunga superiore al valore unitario che indica un semplice effetto additivo fra le due tipologie d'uso interagenti), evidenziando la rilevante convenienza ad esplicitare i due processi produttivi in "consociazione" fra loro (volendo impiegare un termine propriamente agronomico). L'agricoltura praticata in "unione" con il fotovoltaico consentirebbe di porre in essere le migliori tecniche agronomiche oggi già identificate e di sperimentarne di nuove, per conseguire un significativo risparmio emissivo di gas clima-alteranti, incamerare sostanza organica nel

suolo e pertanto sequestrare carbonio atmosferico, adottare metodi “integrati” di controllo dei patogeni, degli insetti dannosi e delle infestanti, valorizzare al massimo le possibilità di inserire aree d’interesse ecologico (“ecological focus areas”) così come previste dal “greening” quale strumento vincolante della “condizionalità” (primo pilastro della PAC), per esempio creando fasce inerbite a copertura del suolo collocate immediatamente al di sotto dei pannelli fotovoltaici, parte integrante di un sistema di rete ecologica opportunamente progettato ed atto a favorire la biodiversità e la connettività ecosistemica a scala di campo e territoriale. Si porrebbero dunque le condizioni per una piena realizzazione del modello “agro-energetico”, capace d’integrare la produzione di energia rinnovabile con la pratica di un’agricoltura innovativa, integrata o addirittura biologica, conservativa delle risorse del suolo, rispettosa della qualità delle acque e dell’aria. Tale modello innovativo vedrebbe pienamente il fotovoltaico come efficace strumento d’integrazione del reddito agricolo capace di esercitare un’azione “volano” nello sviluppo del settore agricolo.

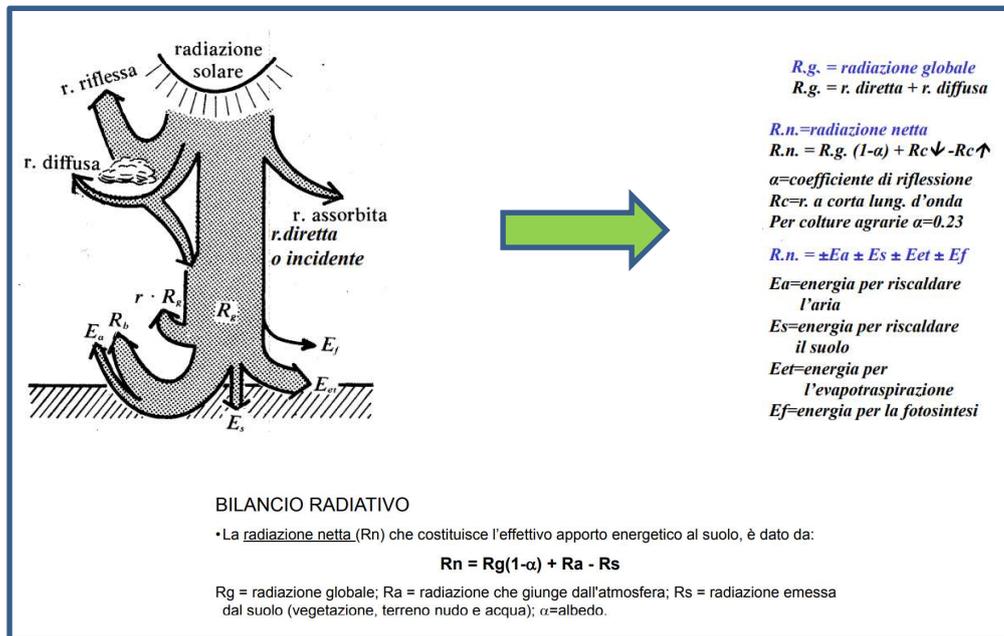
Anche in un’ottica di medio-lungo periodo, il sistema non solo non determina peggioramenti della potenzialità produttiva dopo l’eventuale dismissione dell’impianto, ma, anzi, può portare ad un miglioramento della fertilità dell’area, applicando una gestione sostenibile delle colture effettuate. L’efficienza del sistema, sia in termini di produzione di energia che di produzione agraria, è migliorata con l’utilizzo di pannelli mobili, che si orientano nel corso della giornata massimizzando la radiazione diretta intercettata, lasciando però circolare all’interno del sistema una quota di radiazione riflessa (e di aria) che permette una buona crescita delle piante. Gli studi condotti finora evidenziano come l’output energetico complessivo per unità di superficie (Land Equivalent Ratio – LER), in termini di produzione agricola e di energia sia superiore nei sistemi agri-voltaici rispetto a quanto ottenibile con le sole implementazioni agricole o energetiche in misura compresa tra il 30% ed il 105% (Amaducci et al., 2018).

11. 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.

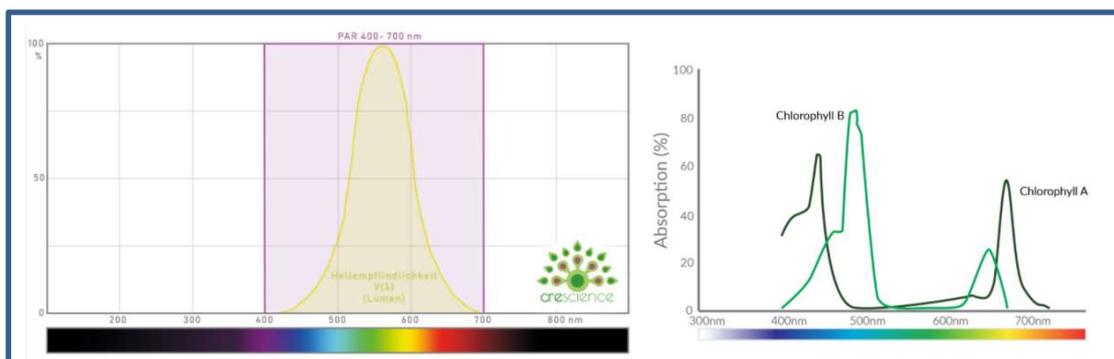
11.1 Bilancio radiativo

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.



37 – il bilancio radiativo

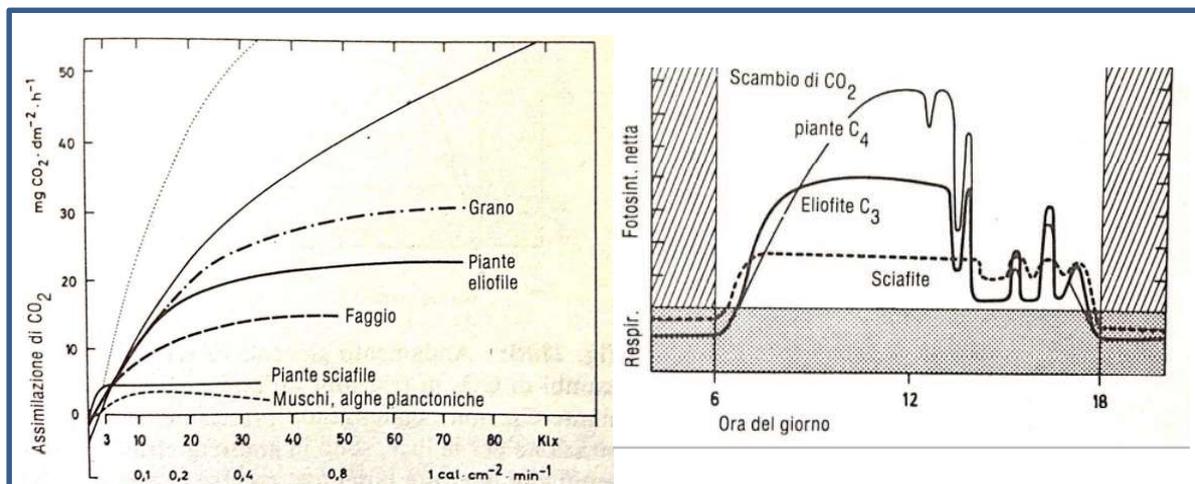
Le piante usano energia luminosa per il processo di fotosintesi per convertire l'energia luminosa in energia chimica, consumata per la crescita e/o la fruttificazione. Questo processo è reso possibile da due tipi di clorofilla presente nelle piante A e B. Il grafico seguente mostra che la clorofilla utilizza due gamme PAR: blu (435-450nm) e rosso (640-665nm).



38 – 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

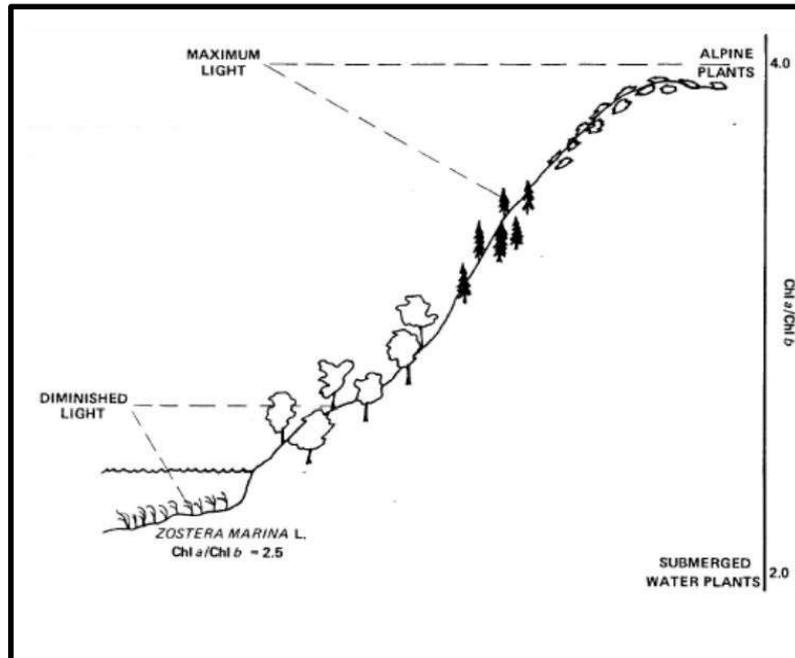
sciafile) o sciafile (bassi valori di fotosaturazione, ma attività fotosintetica elevata a bassa irradianza, migliore efficienza fotosintetica a basse intensità luminosa rispetto alle altre piante). Le piante coltivate sono, in genere, sciafile facoltative.



39 – 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 riduzione della luminosità; per altre piante come la patata, la bietola, le piante da granella (leguminose) e da frutto, riducendo la densità aumenta la luminosità e, conseguentemente, si favorisce l'accumulo di sostanze di riserva. L'orientamento delle file "nord – sud" favorisce l'illuminazione, così come la giacitura e l'esposizione a sud-ovest. Inoltre, sul sesto di impianto l'aumento della distanza tra le file salendo di latitudine aumenta l'efficienza di intercettazione della luce. Allo stesso modo il controllo della flora infestante riduce sensibilmente la competizione per la luce.



40 – 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 tuberosum</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

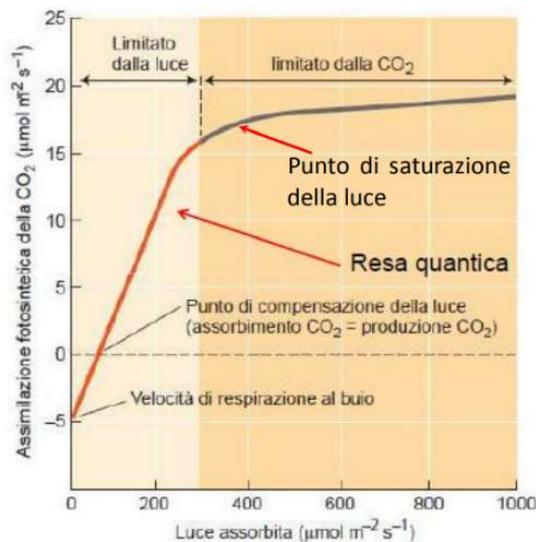
passano in fase riproduttiva quando il periodo di illuminazione supera le 14 ore giorno

41 – le piante in funzione del fotoperiodo

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

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

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



42 – 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:

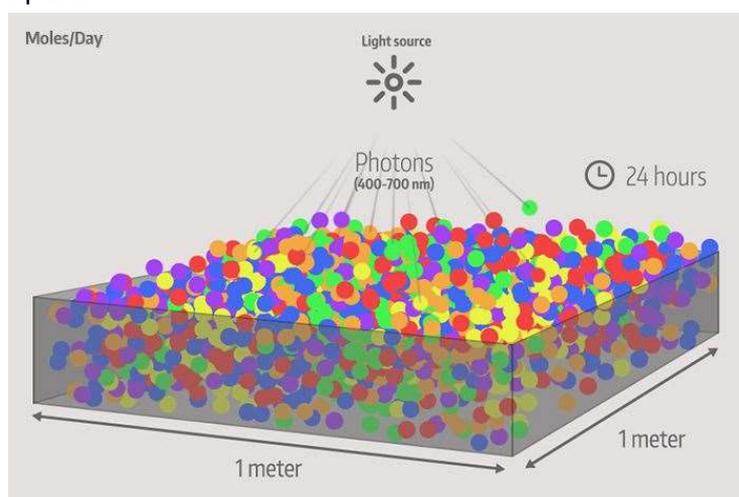
- ingiallimento e caduta prematura delle foglie;
- eziolatura (perdita di colore naturale);
- mancata ramificazione;
- disseccamento e caduta dei rami bassi;
- steli esili, poco lignificati o allungati;
- scarsa fertilità (es. mais).

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)

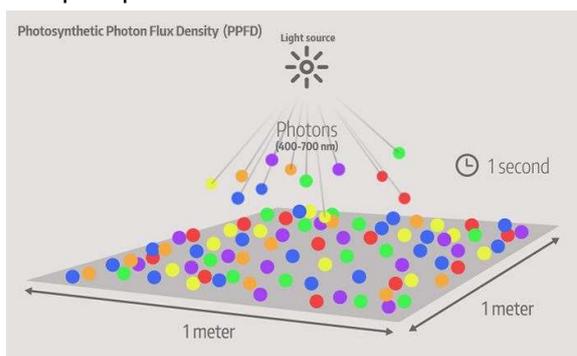
Il PAR indica un intervallo di lunghezza d'onda della luce compreso tra i 400 e 700 nanometri ($0.4 < \text{PAR} < 0.7 \mu\text{m}$ (PAR medio = $0.55 \mu\text{m}$)) che corrisponde alla lunghezza d'onda ottimale per la fotosintesi delle piante. Particelle di luce di lunghezze d'onda inferiore conducono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



43 – 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 $\mu\text{mol}/m^2 s^1$ (Watt per metro quadro o moli per metro quadro secondo). Per convertire da W/m^2 a $\mu\text{mol}/m^2 s^1$ si moltiplica per 4.6.



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

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

PLANT Common Name (Genus species Auth.)	Nut. ²	pH ³	Propagation			Vegetative			Flower Initiation/Dev.			Fruit/Seed Dev.			Comments
			Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	
African Violet <i>Streptocarpus forsanthii</i> H. Wendl.	M	N	V	12	23 / 23	L	12	23 / 23	L	12	23 / 23				Leaf-pegole cuttings.
Ageratum <i>Ageratum houstonianum</i> Mill.	M	N	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20				
Ailanthus <i>Medicago sativa</i> 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.
Asteromaria (Parvian Lily) <i>Asteromaria</i> 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 <i>Poa annua</i> L.	L	N	M	12-20	23 / 23	M	12-20	20 / 20	M	12-20	20 / 23	M	12-20		
Apple <i>Malus domestica</i> Borkh.	M	N				H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 23	H	12-20	25 / 20	Break bud dormancy: 2000 to 2500 hrs at 4 C
Arabidopsis <i>Arabidopsis thaliana</i> L. Heyn.	M	N	L	8	24 / 24	L	8	20 / 20	L	16	20 / 20	L	>16	20 / 20	Light inhibits germination.
Avocado <i>Persea americana</i> Mill.	M	N				M	12-20	25 / 20	M	12-20	26 / 15	M	12-20	25 / 20	Water stress induces flowering.
Azalea <i>Rhododendron</i> spp.	M	L	L	>14	25 / 23	M	>14	25 / 20	M	10	25 / 23				5-cm cuttings, 2500 ppm IBA, SC for six weeks required for flower development after initiation
Barley <i>Hordeum vulgare</i> 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 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	
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 / 15	Break bud dormancy: 600 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> Roode	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>Schubertbergera truncata</i> (Ham.) Moran	M	N	M	>14	23 / 23	M	>14	25 / 18	M	<12	20 / 18				Commonly termed Christmas cactus Single stem section cuttings.
Catalpa (Pocketbook Plant) <i>Catalpa baccata</i> Voss.	M	N	L	12	20 / 20	M	>18	20 / 15	M	<8 >18	20 / 15 20 / 15				Two pre-anthesis stages: 6 wks short day and cool; 4-5 wks long day.
Carnation <i>Dianthus caryophyllus</i> L.	H	N	L	>12	20 / 15	M	<12	20 / 15	M	>12	18 / 13				4 wks long day initiates buds.
Cherry <i>Prunus</i> spp.	M	N				H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	Break bud dormancy: 750 to 2000 hrs at 4 C.
Chrysanthemum <i>Chrysanthemum grandiflorum</i> (Hamata) Kitam	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) 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'Her.) 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 spp.</i>	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.
Coddebur <i>Xanthium strumarium</i> L.	M	N	M	16	25/25	M	16-20	25/20	M	8	25/20	M	8	25/20	
Com <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				
Culten <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 aemula</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	25/16	M	>12	20/13				Sow seed on top of moist media. Facultative 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	25/26	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.	pH	Propagation			Vegetative			Flower Initiation/Dev.			Fruit/Seed Dev.			Comments
			Light*	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) Lt / Dark	Light*	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) Lt / Dark	Light*	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) Lt / Dark	Light*	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) Lt / Dark	
Pharbitis <i>Pharbitis Nil (L.) Roth</i>	L	N	L	16	25 / 25	M	16	25 / 25	M	8	30 / 30				
Pigeonweed <i>Amaranthus spp.</i>	M	N	M	>16	25 / 20	M	>16	25 / 20	M	8	23 / 20				
Poinsettia <i>Euphorbia pulcherrima</i> Wild. ex Klotzch	H	N	L	>14	25 / 20	M	>14	25 / 20	M	10	25 / 18				5-cm cuttings with 2500 ppm IBA.
Potato, Sweet <i>Solanum tuberosum (L.) Lam.</i>	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 L.</i>	M	N	M	12-20	23 / 18	M	12-20	23 / 18	M	12-20	23 / 18	M	12-20	23 / 18	Requirements are for tuberization. Long days with low PPF delays tuberization. pH=6.0.
Rice <i>Oryza sativa L.</i>	M	N	M	12-20	30 / 20	>M	12-20	30 / 20	>M	12-20	30 / 20	>M	12	30 / 20	Short day crop; critical daylength for flowering varies with cultivar.
Rose <i>Rosa mult. flora Thunb.</i>	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 Lam.</i>	M	N	M	12-20	23 / 18	M	12-20	20 / 15	M	16	23 / 18				
Salvia <i>Salvia splendens Sellow ex Schultes</i>	L	N	M	24	23 / 23	M	12	25 / 20	M	12	25 / 20				
Scrophularia <i>Scrophularia marilandica L.</i>	L	N	L	8	20 / 13	M	8	20 / 20	M	16	20 / 20				

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

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

* 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.	pH	Propagation			Vegetative			Flower Initiation/Dev.			Fruit/Seed Dev.			Comments
			Light*	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) Lt / Dark	Light*	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) Lt / Dark	Light*	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) Lt / Dark	Light*	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) Lt / Dark	
Margold <i>Tagetes erecta L.</i>	M	N	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20				
Oats <i>Avena sativa L.</i>	M	N	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	16-24	25 / 20	M	12-20		
Olive <i>Olea europaea L.</i>	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 L.</i>	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 (L.) Batsch</i>	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 L.</i>	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 L.</i>	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 annum (L.) var. annum</i>	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 (L.) Britt</i>	L	N	M	16	25 / 25	M	16	20 / 20	M	8	20 / 20	M	8	20 / 20	
Pelunus <i>Pelunus x hybrida Vilm.</i>	M	N	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	16-20	25 / 20				

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

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

* 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 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$

12. Coltivazione legumicola: quadro generale

I legumi sono da sempre al centro della tradizione contadina siciliana, rivestendo un ruolo fondamentale dal punto di vista alimentare, sia umano che zootecnico. E lo sono ancora di più oggi, visto che il consumo eccessivo di carne e derivati è messo molto in discussione. I legumi, infatti, sono un ottimo sostituto della carne, grazie al loro elevato apporto di proteine. Negli ultimi 15 anni il tasso di crescita della produzione di legumi non ha saputo tenere il passo della relativa crescita della popolazione: infatti, secondo la FAO, tra il 2000 e il 2014 la popolazione mondiale è aumentata del 19% mentre la disponibilità di legumi pro-capite è cresciuta solo di 1,6 kg all'anno (M. Cappellini, *IlSole24Ore*, 2018). L'Europa, in questo contesto di cambiamento, è troppo dipendente dalle importazioni di legumi dal resto del mondo, sia quelli destinati all'alimentazione umana sia quelli per i mangimi animali, ed è quindi necessario aumentarne la produzione interna per venire incontro alle esigenze dei consumatori di avere un cibo più sostenibile e più salutare. In Europa la classifica dei produttori di legumi vede al primo posto la Francia, con 788.000 tonnellate all'anno. Ma non rappresenta che l'1% delle produzioni mondiali di legumi; al primo posto, nel mondo, c'è l'India, dove viene coltivato oltre il 17% di tutti i legumi. Al secondo posto si trova il Canada che negli ultimi anni, ha lanciato il suo piano per lo sviluppo delle proteine vegetali.

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

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

In Italia, nell'ultimo trentennio, le leguminose da granella hanno subito una forte diminuzione, di eccezionale gravità, considerato che non disponiamo di fonti proteiche, animali vivi e carni macellate,

così come di granella di proteaginose e relativi derivati per l'alimentazione sia degli uomini che degli animali. La produzione di legumi secchi (fagioli, lenticchie, ceci, piselli, fave) nel nostro Paese ha conosciuto una drastica diminuzione a partire dagli anni '60, passando da un quantitativo complessivo di 640.000 tonnellate al picco negativo di 135.000 tonnellate (-81%) raggiunto negli anni 2010-15. Oggi per fortuna l'Italia ha cominciato ad invertire la curva, parallelamente alle scelte alimentari che hanno sempre più premiato il consumo dei legumi. In particolare, si sono registrati buoni trend di crescita nella produzione nazionale di ceci e lenticchie: complessivamente oggi l'Italia, con circa 200.000 tonnellate, si colloca all'ottavo posto in Europa per la produzione di legumi secchi (report sui legumi e sulle colture proteiche nei mercati mondiali, europei e italiani realizzato dall'istituto di ricerca Areté per conto dell'Alleanza Cooperative Agroalimentari).

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



46 – I legumi in Italia

In Sicilia la situazione legumicola è frammentata e molto variegata. Sono state impiegate da sempre in agricoltura con il solo scopo di fornire una alimentazione al bestiame mentre solo negli ultimi anni

stanno assumendo un ruolo fondamentale non solo nella rotazione in campo con i cereali ma anche perché si riconoscono ai legumi tutte le proprietà sopra menzionate, non ultima quella di costituire un pilastro fondamentale della dieta mediterranea. I legumi maggiormente coltivati in Sicilia sono le fave, i ceci, le lenticchie, i piselli e i lupini. Vengono coltivate sia varietà che abbiamo importato da altri paesi che ecotipi locali che manteniamo attraverso un processo di moltiplicazione “in campo”. Tali ecotipi locali costituiscono delle vere e proprie nicchie ecologiche e sono rappresentativi di un determinato territorio. Le coltivazioni sono distribuite su tutto il territorio regionale: sono varietà sia ad uso estensivo da pieno campo che da uso intensivo con cultivar ed ecotipi rampicanti. Le produzioni sono variabili da zona a zona ma garantiscono, sempre e comunque, un livello qualitativo eccellente. Il problema principale riguarda la produzione in quanto le superfici investite a legumi, seppur in crescita rispetto al trend degli ultimi anni, riescono a coprire solo un 15-20% della richiesta interna.

13. Coltivazione legumicola: aspetti colturali

Il ruolo di primo piano di legumi è dovuto sostanzialmente alle loro peculiarità agronomiche e alla relativa facilità d’impianto. Si fa presente, inoltre, che l’esiguo fabbisogno irriguo rende la coltivazione dei legumi una scelta oculata e intelligente in zone aride e in regioni a rischio siccità. I legumi non si limitano soltanto ad apportare benefici alla salute umana, ma migliorano anche le condizioni di vita del suolo e i residui dei raccolti delle leguminose possono essere utilizzati come foraggio per i animali. Le leguminose possono ospitare, in maniera simbiotica, nel proprio apparato radicale alcuni tipi di batteri del genere *Rhizobium*: questi hanno la capacità di fissare l’azoto atmosferico ossia di prendere quel 78% di azoto presente nella nostra atmosfera e trasformarlo in una forma che sia assimilabile dalla pianta. Questi batteri vivono in simbiosi con le leguminose e sono in grado di assorbire e convertire l’azoto atmosferico in composti azotati, riducendo le emissioni di CO₂ che possono essere utilizzati dalle piante e contemporaneamente migliorare la fertilità del suolo. I rizobi, però, non arricchiscono solo le piante ma anche il terreno stesso: in agricoltura i legumi sono definiti colture di arricchimento, generalmente da alternare ai cereali che invece sono definiti depauperanti. I legumi riescono a fissare tra 72 e 350 kg di azoto per ettaro/anno. Inoltre, contribuiscono a migliorare adesso tessitura del terreno e nei sistemi di coltivazione “consociati” possono ridurre l’erosione del suolo e contribuire a controllare infestazioni e malattie; inoltre, riducono l’utilizzo di pesticidi chimici in agricoltura migliorando la fertilità del suolo e favorendo anche la biodiversità.

14. Le principali essenze leguminose da granella

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

14.1 Fava

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

- *Vicia faba maior*, fava grossa, che produce semi appiattiti e grossi (1.000 semi pesano da 1.000 a 2.500 g), impiegati per l'alimentazione umana;
- *Vicia faba minor*, favino o fava piccola, i cui semi sono rotondeggianti e relativamente piccoli (1.000 semi pesano meno di 700 g) e s'impiegano per seminare erbai e sovesci (poiché fanno risparmiare seme, rispetto alle altre varietà) e anche come concentrati nell'alimentazione del bestiame. Il seme viene anche sottoposto ad un processo di "decorticazione" che consente di eliminare il tegumento esterno e rendere il prodotto secco impiegabile per l'uso alimentare.
- *Vicia faba equina*, favetta o fava cavallina, provvista di semi appiattiti di media grandezza (1.000 semi pesano da 700 a 1000 g) che s'impiegano per l'alimentazione del bestiame e, oggi, anche dell'uomo come granella fresca inscatolata o surgelata.

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



47 – la pianta della Fava e il baccello

Grazie al fatto che è una leguminosa, che è sarchiata e che libera il terreno assai presto da consentire un'ottima preparazione per il frumento, la fava è una coltura miglioratrice eccellente che costituisce un'ottima precessione per i cereali; il suo posto nella rotazione è quindi tra due cereali. Si può considerare che il cereale che segue la fava trovi un residuo di azoto, apportato dalla leguminose, dell'ordine di 40-50 Kg/ha. In buone condizioni di coltura, dopo aver raccolto la granella, la fava lascia una quantità di residui dell'ordine di 4-5 t/ha di sostanza secca. La preparazione razionale del suolo consiste in un'aratura profonda (0,4-0,5 m) che favorisca l'approfondimento delle radici e quindi l'esplorazione e lo sfruttamento delle risorse idriche e nutritive più profonde. Non è necessario preparare un letto di semina molto raffinato: la notevole mole dei semi fa sì che il contatto col terreno sia assicurato anche se persiste una certa collosità. La concimazione minerale della fava va basata principalmente sul fosforo, dato che come tutte le leguminose essa è particolarmente sensibile e reattiva a questo elemento: 60-80 Kg/ha di P₂O₅ sono la dose da apportare. Il potassio generalmente abbonda nei terreni argillosi dove la fava dovrebbe trovare la sua sede. Per quanto riguarda l'azoto la fava è di fatto autosufficiente, grazie alla simbiosi con il *Bacillus radicolata*, per cui la concimazione azotata non è necessaria. La semina autunnale va fatta in modo che le piantine abbiano raggiunto lo stadio di 3-5 foglie prima dell'arrivo dei freddi (seconda decade di novembre). La quantità di seme deve essere tale da assicurare 12-15 piante per mq nel caso di fava grossa, 25-35 nel caso di favette e di 40-60 nel

caso di favino. Le quantità di seme vanno calcolate in base al peso medio dei semi: in genere oscillano sui 200-300 Kg/ha o più. La semina si fa in genere con le seminatrici universali a file distanti 0,50 m nel caso di fava e favetta, di 0,35-0,40 m nel caso del favino. La semina deve essere piuttosto profonda: 60-80 mm nel caso di fava grossa, 40-50 mm nel caso di favetta e di favino. Nella coltura da pieno campo la semina fitta determina l'innalzamento dell'inserzione dei baccelli più bassi, il che è vantaggioso per la mietitrebbiatura che in tal modo dà luogo a minor perdite di granella. Tra le cure colturali che (non sempre) si fanno fa ricorso a sarchiature, a leggere rincalzature e a cimature. La raccolta dei semi "secchi" si fa quando la pianta è completamente secca. La fava grossa non si riesce a raccogliere con mietitrebbiatrici, se non con pessimi risultati qualitativi (rottura dei semi). Solo il favino si raccoglie abbastanza facilmente mediante mietitrebbiatrice opportunamente regolata. L'epoca di raccolta si fa risalire mediamente a metà di giugno. La produzione di semi freschi per l'industria è considerata buona quando giunge a 5-6 t/ha.

14.2 Cece

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

La recente disponibilità di cultivar selezionate per resistenza al freddo rende oggi possibile anticipare la semina all'autunno (ottobre-novembre), con notevoli vantaggi in termini di resa. La semina può farsi con le seminatrici da frumento o con seminatrici di precisione. La profondità di semina idonea

corrisponde a 50-70 mm e il seme va conciato accuratamente per prevenire attacchi di crittogame sulle plantule. La concimazione deve essere mirata soprattutto a non far mancare alla coltura il fosforo (e il potassio se carente); per l'azoto la nodulazione, se regolare come quasi sempre accade, assicura il soddisfacimento del fabbisogno. Poiché il prelevamento di fosforo è molto limitato, anche la relativa concimazione può essere limitata a 40-60 Kg/ha di P₂O₅. In terreni estremamente magri o poco favorevoli all'azotofissazione, una concimazione azotata con 20-30 Kg/ha di azoto può risultare vantaggiosa. Di norma il cece non richiede cure colturali particolari, solo in certi casi è usanza praticare una leggera rincalzatura.

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



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

14.3 Lenticchia

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

La lenticchia è coltura diffusa nelle aree svantaggiate a clima temperato semiarido dove, grazie alla brevità del ciclo biologico e al ciclo autunno-primaverile, nonostante la siccità ricorrente riesce a dare produzioni soddisfacenti, anche se modeste, di una granella di alto valore alimentare e di residui pagliosi di alto valore foraggero. Per quanto riguarda il terreno la lenticchia manifesta una grande adattabilità anche a terre di fertilità media e bassa, di tessitura da argillosa a limo-sabbiosa, pur se ricchi di scheletro, di reazione da sub-acida a sub-alcaina. Nelle aree a clima semi-arido (tra 250-350 mm di piogge all'anno) dove la lenticchia è prevalentemente diffusa, essa entra in avvicendamento con il cereale autunnale (frumento od orzo), costituendo un'ottima coltura da far precedere al cereale. La preparazione del terreno va fatta accuratamente arando per tempo, subito dopo aver raccolto il cereale. Seguono lavori di affinamento per preparare il letto di semina in autunno nel caso di semina autunnale, in autunno e in inverno nel caso di semina primaverile.

La più razionale tecnica di semina consiste nell'impiegare 300-400 semi germinabili a metro quadrato, seminati a file a 0,15-0,25 m alla profondità di 40-60 mm secondo la grossezza del seme (più questo è grosso, più in profondità può essere seminato). Il seme va conciato per proteggerlo dai marciumi delle plantule. Le quantità di seme necessarie e sufficienti vanno da 60-80 Kg/ha per le lenticchie a seme piccolo a 120-160 Kg/ha per quelle a seme grosso. Per la semina si impiegano le comuni seminatrici da frumento. La concimazione della lenticchia va fatta con 30 Kg/ha di P2O5 e in terreni poveri di potassio con 50-80 Kg/ha di K2O. L'azoto non è necessario.

Le erbe infestanti costituiscono un serio problema per la lenticchia che nella fase iniziale del ciclo cresce lentamente e risulta dotata di scarso potere soffocante. Sarchiature a macchina non si possono fare date le file strette, per cui la scerbatura a mano è stata ed è tuttora il più usato sistema di controllo delle

malerbe anche se improponibile su ampie superfici di coltivazione. Buoni risultati si ottengono con il diserbo in pre-emergenza o in post-emergenza (se non interdetto dai vari disciplinari di produzione). La raccolta delle varietà a taglia alta e a portamento eretto consente la meccanizzazione della raccolta con la mietitrebbiatura diretta oppure con falcia-andanatura, essiccazione delle andane e successivo passaggio di mietitrebbiatrice munita di “pick up”. Si considera buona una produzione di 1,5-2 T/ha di semi secchi.



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

14.4 Arachide

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

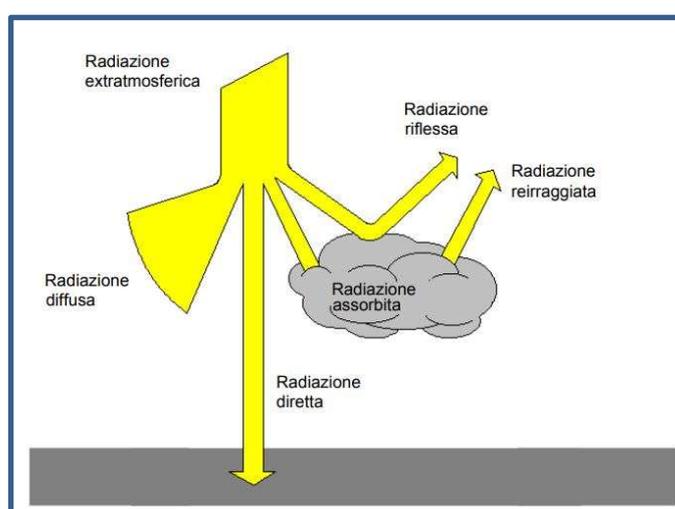
superiore a 16°C durante la germinazione, di 20°C in occasione della fioritura e di 18°C durante la maturazione. Meno esigente nei confronti dell'acqua specialmente per la fase di maturazione. Occupando nella rotazione il posto di una coltura da rinnovo, è necessaria un'aratura profonda e successive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



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

15. Considerazioni energetiche riferite al layout di progetto

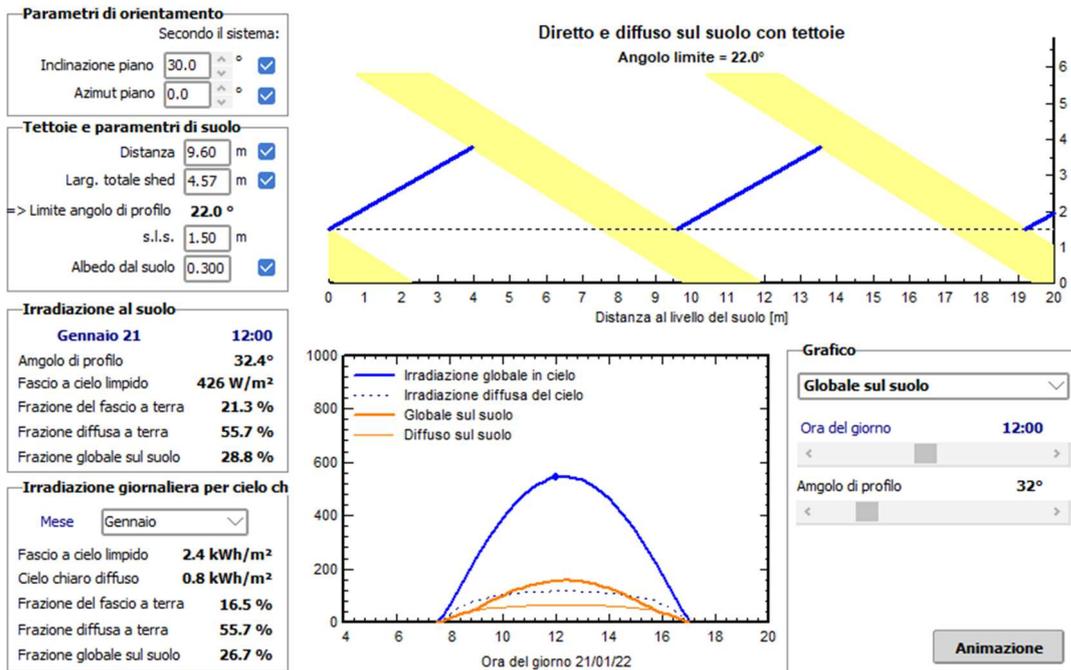
La radiazione solare è l'energia elettromagnetica emessa dai processi di fusione dell'idrogeno contenuto nel sole; tale energia non raggiunge la superficie terrestre in maniera costante, la sua quantità varia durante il giorno, da stagione a stagione e dipende dalla nuvolosità, dall'angolo d'incidenza 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 e una distanza di interfila variabile da 4,0 m a 5,5 m.

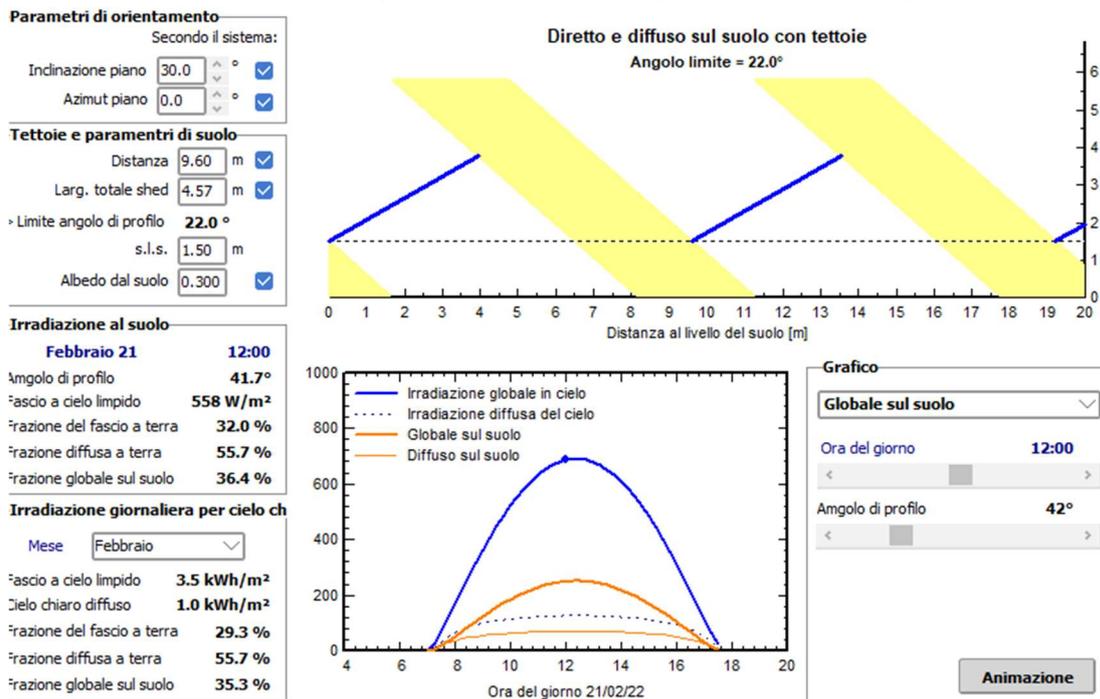
Modello bifacciale standard con configurazione illimitata simile a una tettoia

Si possono modificare i parametri degli shed come si preferisce per l'analisi parametrica
La simulazione utilizzerà i parametri determinati dal sistema (caselle di controllo selezionate)



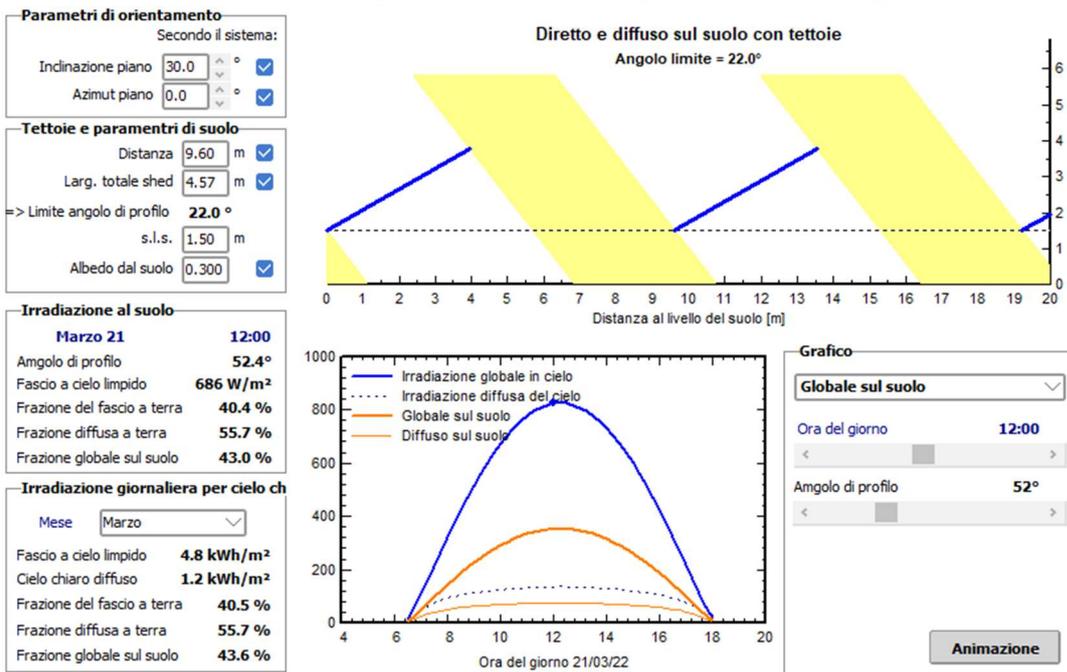
Modello bifacciale standard con configurazione illimitata simile a una tettoia

Si possono modificare i parametri degli shed come si preferisce per l'analisi parametrica
La simulazione utilizzerà i parametri determinati dal sistema (caselle di controllo selezionate)



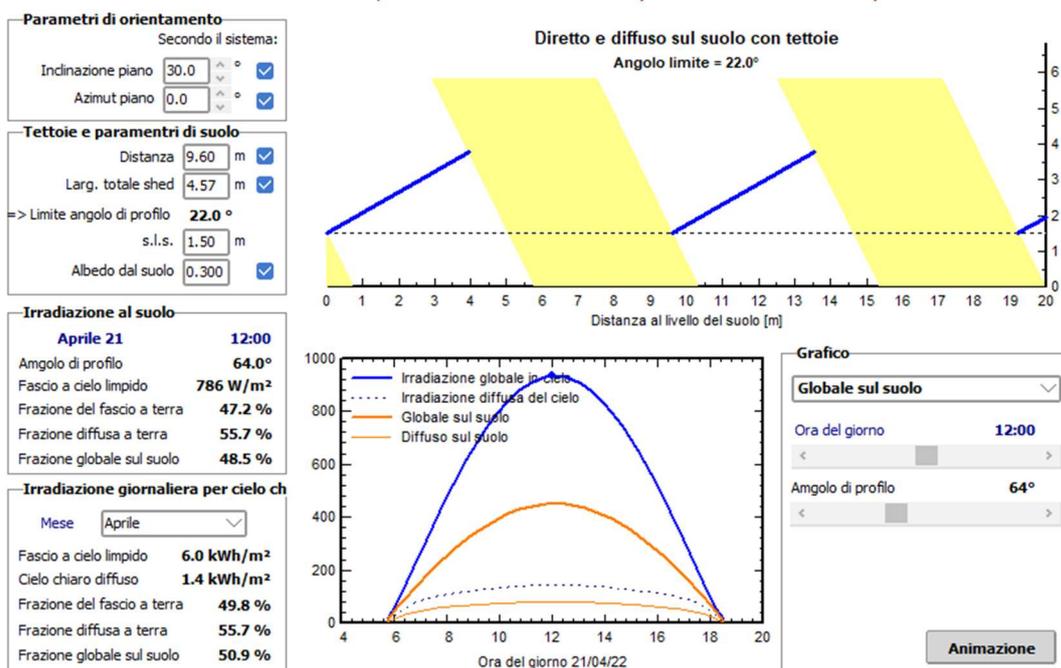
Modello bifacciale standard con configurazione illimitata simile a una tettoia

Si possono modificare i parametri degli shed come si preferisce per l'analisi parametrica. La simulazione utilizzerà i parametri determinati dal sistema (caselle di controllo selezionate).



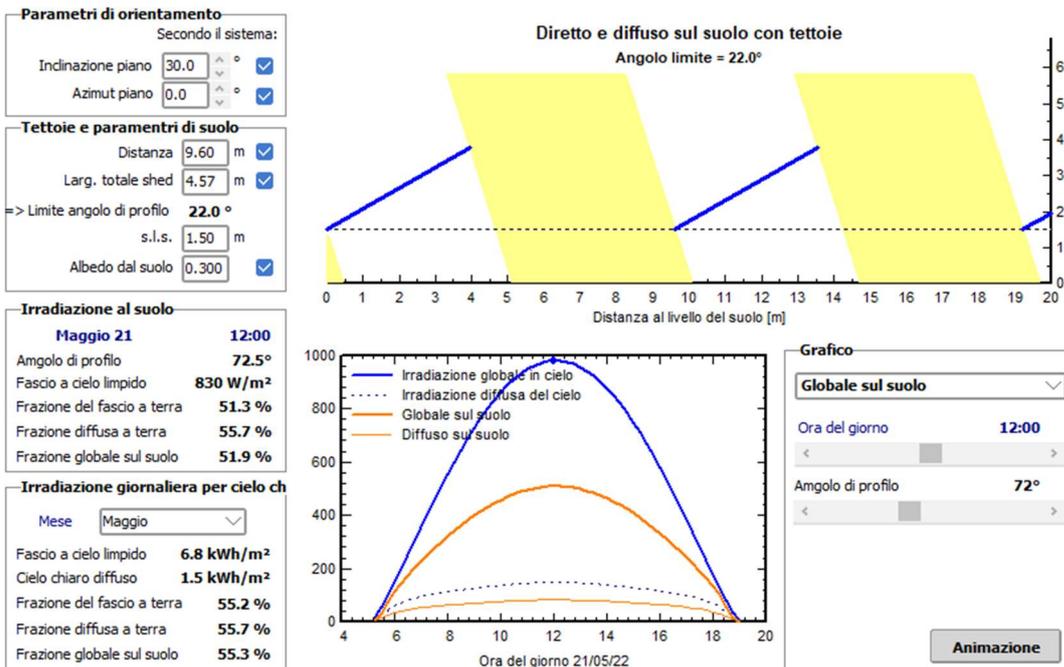
Modello bifacciale standard con configurazione illimitata simile a una tettoia

Si possono modificare i parametri degli shed come si preferisce per l'analisi parametrica. La simulazione utilizzerà i parametri determinati dal sistema (caselle di controllo selezionate).



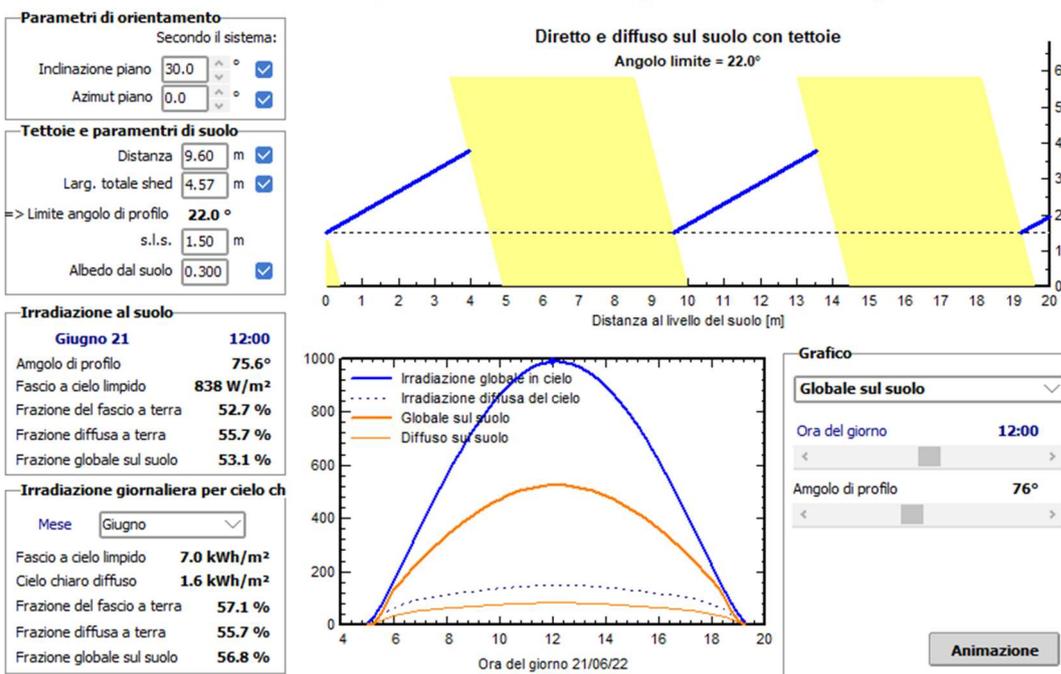
Modello bifacciale standard con configurazione illimitata simile a una tettoia

Si possono modificare i parametri degli shed come si preferisce per l'analisi parametrica
La simulazione utilizzerà i parametri determinati dal sistema (caselle di controllo selezionate)



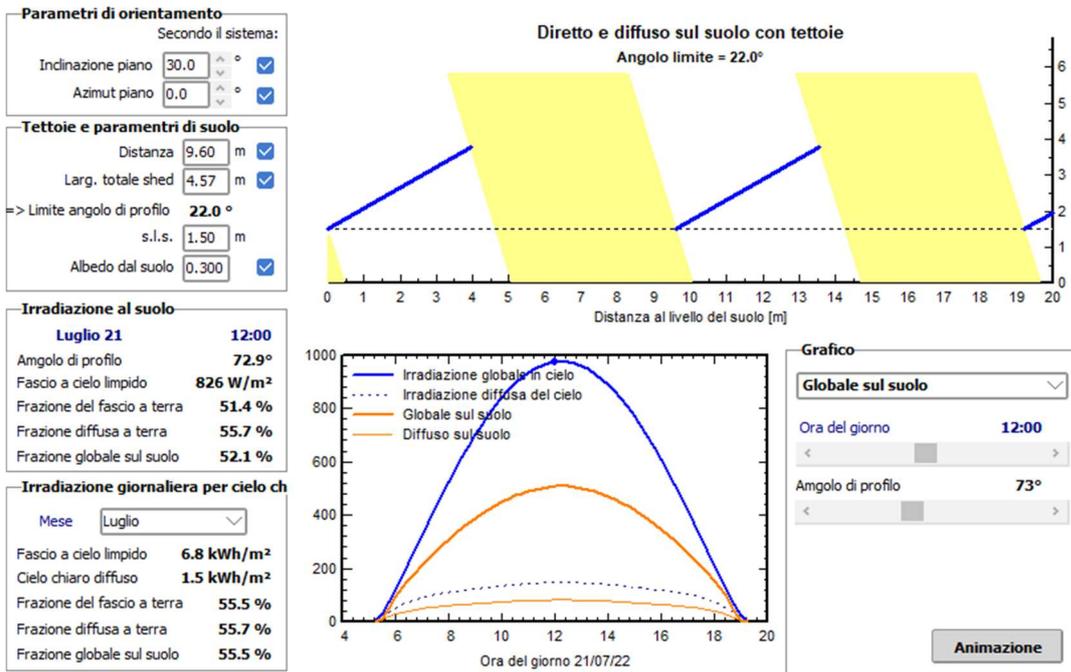
Modello bifacciale standard con configurazione illimitata simile a una tettoia

Si possono modificare i parametri degli shed come si preferisce per l'analisi parametrica
La simulazione utilizzerà i parametri determinati dal sistema (caselle di controllo selezionate)



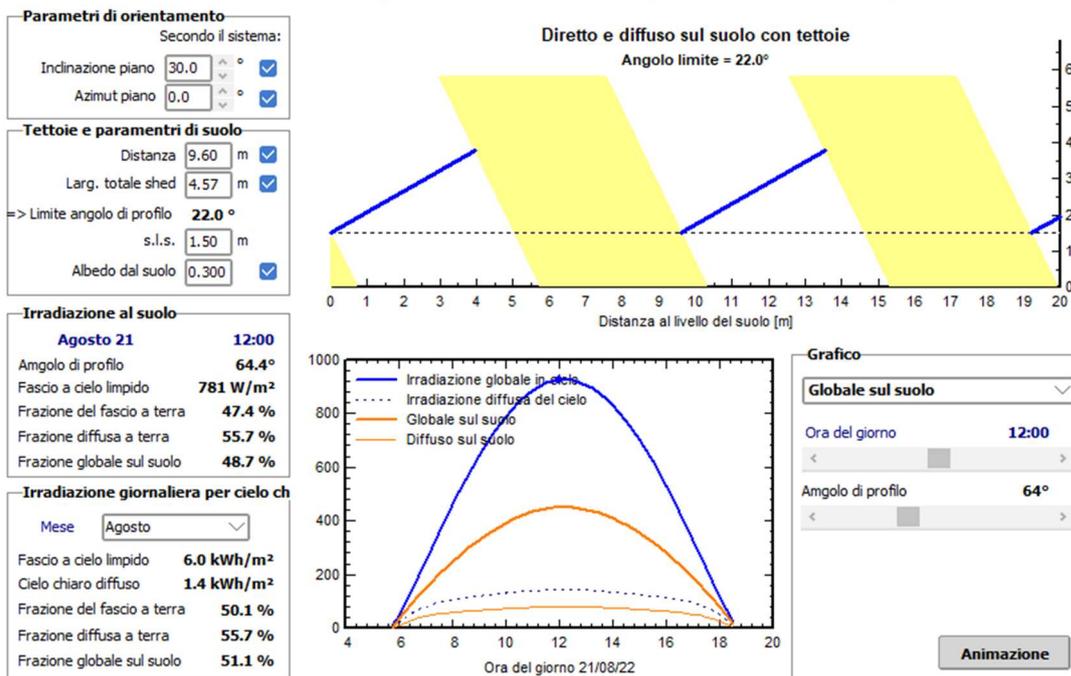
Modello bifacciale standard con configurazione illimitata simile a una tettoia

Si possono modificare i parametri degli shed come si preferisce per l'analisi parametrica
La simulazione utilizzerà i parametri determinati dal sistema (caselle di controllo selezionate)



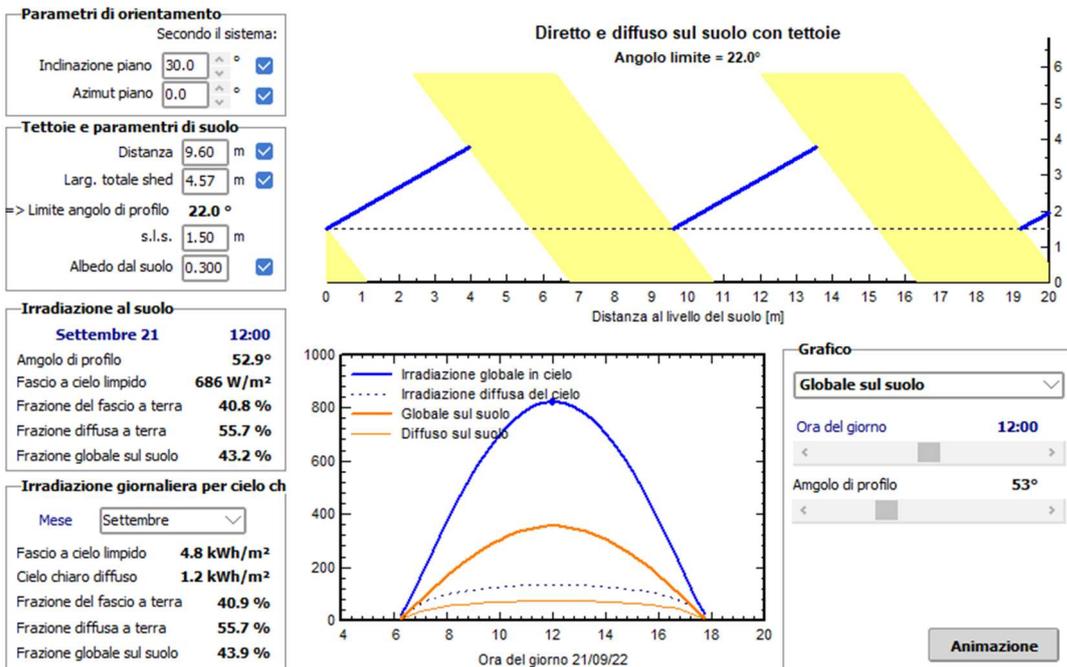
Modello bifacciale standard con configurazione illimitata simile a una tettoia

Si possono modificare i parametri degli shed come si preferisce per l'analisi parametrica
La simulazione utilizzerà i parametri determinati dal sistema (caselle di controllo selezionate)



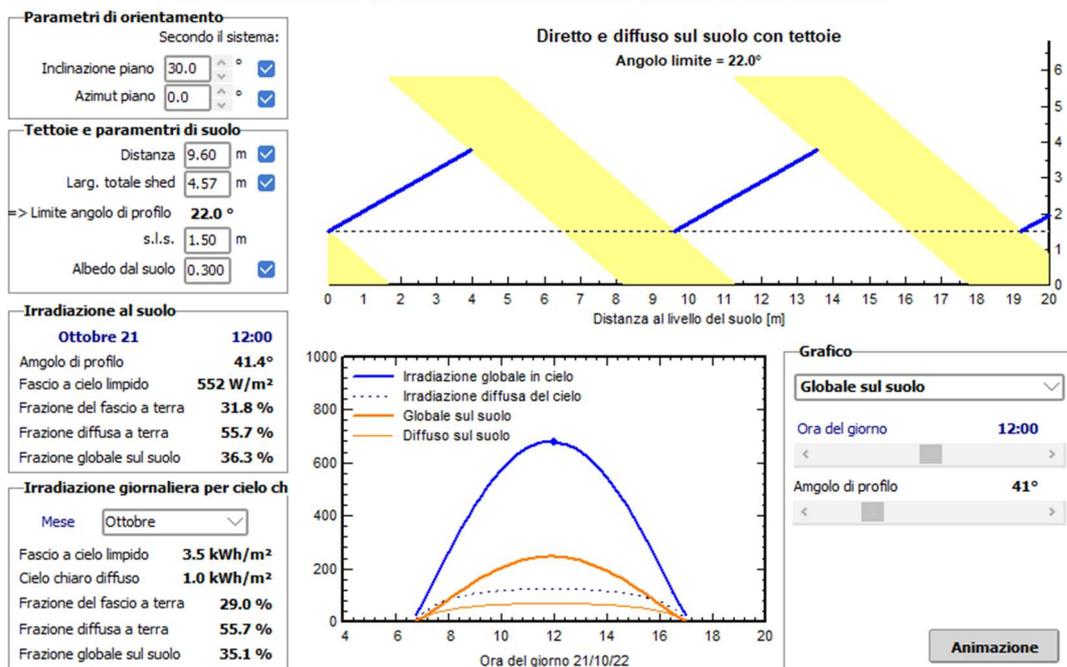
Modello bifacciale standard con configurazione illimitata simile a una tettoia

Si possono modificare i parametri degli shed come si preferisce per l'analisi parametrica
La simulazione utilizzerà i parametri determinati dal sistema (caselle di controllo selezionate)



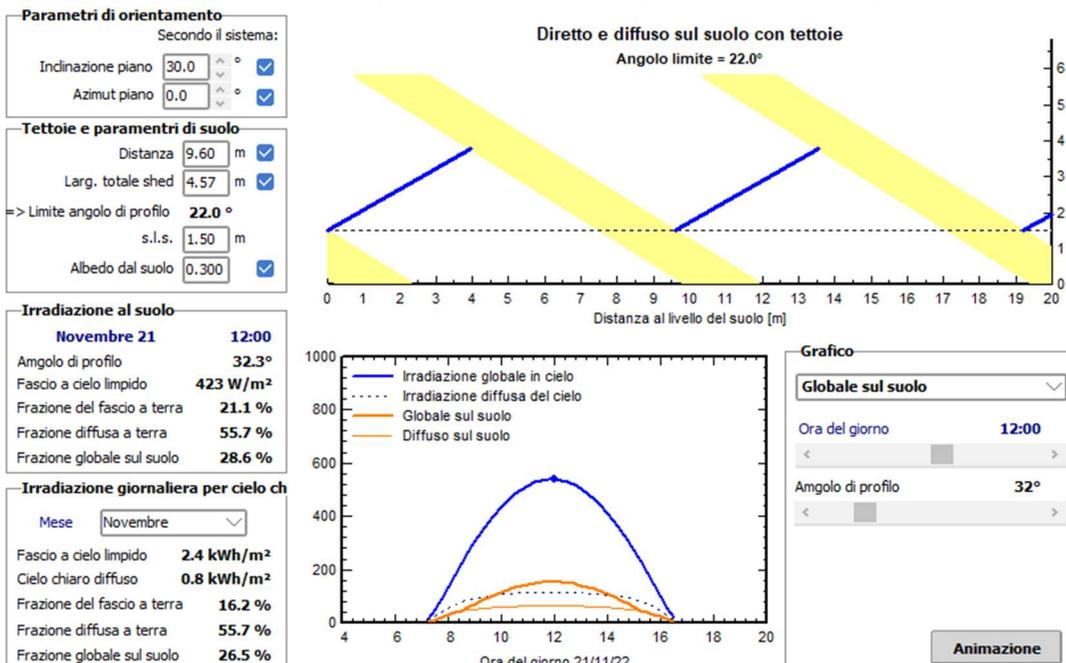
Modello bifacciale standard con configurazione illimitata simile a una tettoia

Si possono modificare i parametri degli shed come si preferisce per l'analisi parametrica
La simulazione utilizzerà i parametri determinati dal sistema (caselle di controllo selezionate)



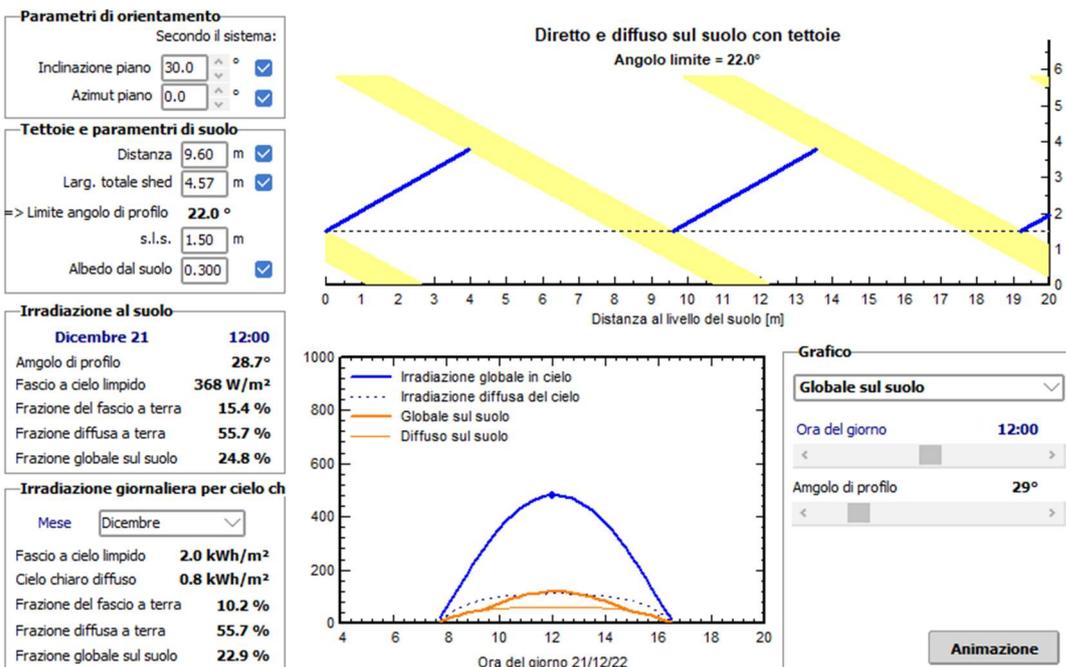
Modello bifacciale standard con configurazione illimitata simile a una tettoia

Si possono modificare i parametri degli shed come si preferisce per l'analisi parametrica
La simulazione utilizzerà i parametri determinati dal sistema (caselle di controllo selezionate)



Modello bifacciale standard con configurazione illimitata simile a una tettoia

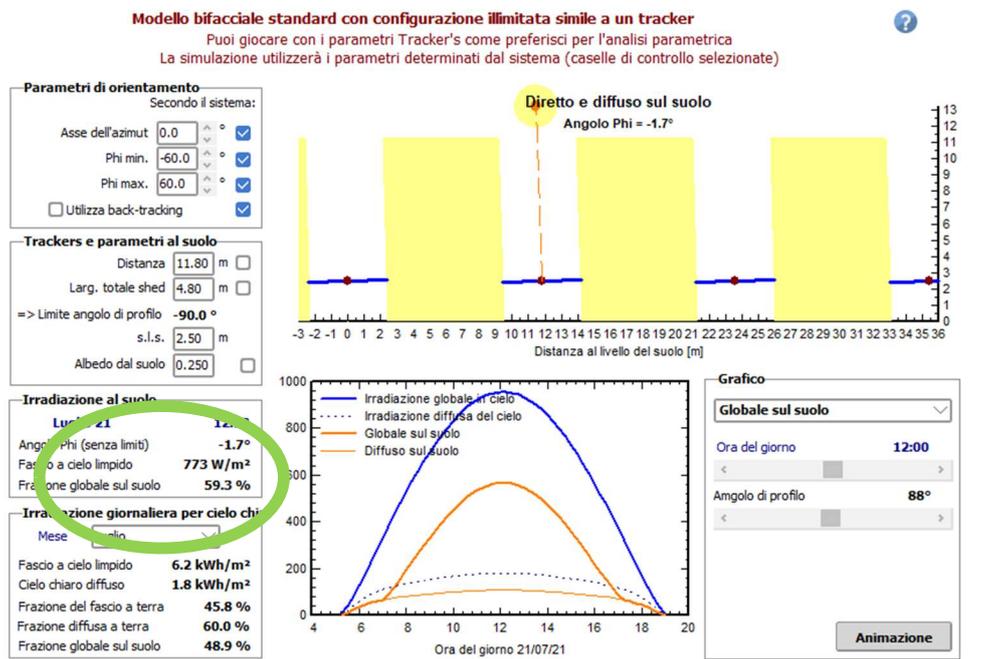
Si possono modificare i parametri degli shed come si preferisce per l'analisi parametrica
La simulazione utilizzerà i parametri determinati dal sistema (caselle di controllo selezionate)



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 coltivazioni di leguminose (e a molte graminacee). I valori di PPF risultano essere compresi tra 250 e 450 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. (solo per l'arachide i dati risultano essere leggermente superiori).

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%

51 – valori approssimativi della radiazione solare



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

In riferimento, per esempio, al mese di luglio, il software considerato mostra alcuni dati che di seguito si espongono:

Irradiazione globale in cielo: circa 960 W/m²

Irradiazione diffusa del cielo: circa 200 W/m²

Irraggiamento globale sul suolo: circa 560 W/m²

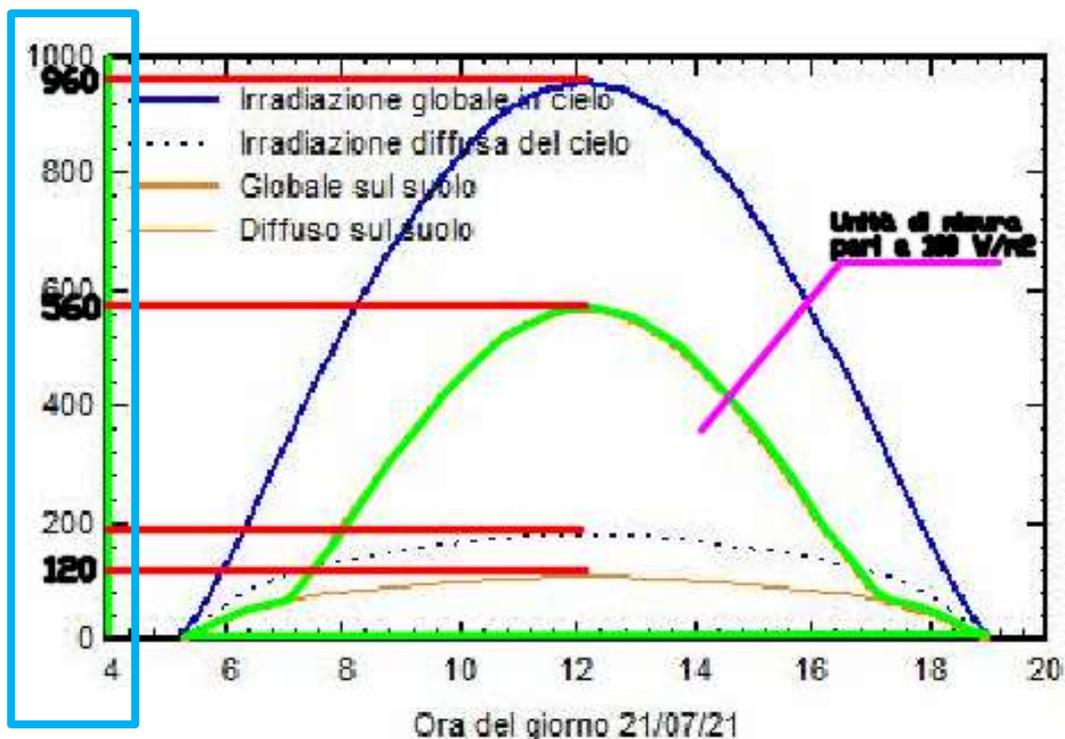
Irraggiamento diffuso sul suolo: circa 120 W/m²

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

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

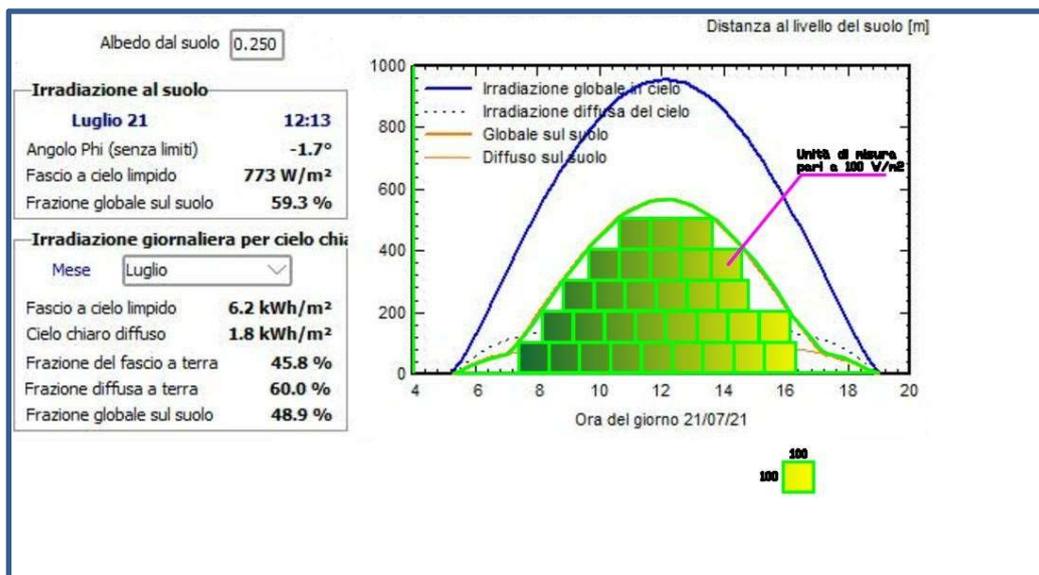
Albedo pari al 25%

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



53 – valori stimati di irradiazione al suolo - esempio pratico

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.



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

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. La quantità di luce "stimata" è superiore in 8 mesi dell'anno in relazione all'intervallo di riferimento scelto per le colture da impiantare. I dati maggiori relativi all'irradiazione al suolo sono risultati compresi tra i mesi di aprile e agosto. Il mese dove l'efficienza fotonica fotosintetica è risultata maggiore è stato Maggio (seguito a ridottissima distanza da Giugno).

Periodo di riferimento	Durata media del giorno (ore luce)	Integrale Globale sul suolo (kwh/m2 al giorno)	Fascio a cielo limpido (kwh/m2 al giorno)	Fascio a cielo chiaro diffuso (kwh/m2 al giorno)	Conversione da kwh/m2 al giorno in w/m2 per le ore di luce	Albedo (%)	Irradiazione mensile al suolo (w/m2)	PPF ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) Essenze (media)	Conversione da W/m^2 a $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ - relativa al layout
Gennaio	8 ore e 32 min	1288	2.4	0.8	41,93	30	426	250-450	174,42
Febbraio	9 ore e 28 min	2411	3.5	1.0	70,75		558		294,30
Marzo	10 ore e 30 min	3683	4.8	1.2	97,43		686		405,32
Aprile	11 ore e 31 min	5266	6.0	1.4	127,01		786		528,38
Maggio	12 ore e 23 min	6633	6.8	1.5	148,79		830		618,96
Giugno	13 ore e 1 min	6753	7.0	1.6	144,11		838		599,50
Luglio	12 ore e 54 min	6615	6.8	1.5	142,44		826		592,56
Agosto	12 ore e 14 min	5377	6.0	1.4	122,09		781		507,91
Settembre	11 ore e 15 min	3730	4.8	1.2	92,10		686		383,13
Ottobre	10 ore e 15 min	2152	3.5	1.0	58,32		552		242,61
Novembre	9 ore e 16 min	1260	2.4	0.8	37,77		423		157,12
Dicembre	8 ore e 26 min	860	2.0	0.8	28,33		368		117,84

55- Pannello fisso – interfila variabile da 4,0 m a 5,5 m

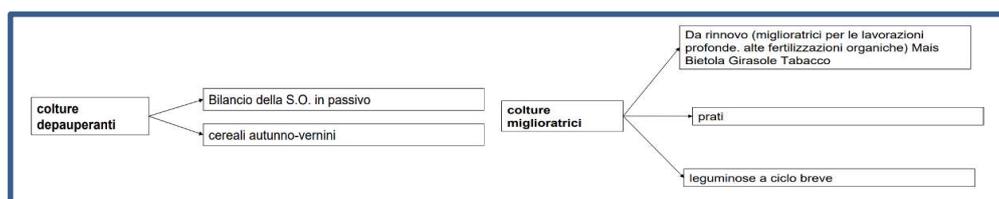
La proposta in esame tiene conto dell'associazione tra la tecnologia fotovoltaica e coltivazione del terreno agrario tra le file di pannelli con una rotazione colturale che prevede l'alternanza di colture miglioratrici, depauperatrici e da rinnovo secondo lo schema che di seguito verrà esposto. Il layout che si propone prevede distanze tra le file di pannelli da 4,0 a 5,5 m. Per calcolare la superficie "utile" di coltivazione è stata stimata l'incidenza dell'ombreggiamento e dell'irraggiamento, dalle ore 7 alle ore 17.

16. 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. Si rammenta che le valutazioni fatte sino ad ora fanno riferimento alla quantità di flusso radiante con riferimento alla fotosintesi e che tali valori, oltre ad essere misurati in un determinato momento della giornata, cambiano a diverse latitudini anche con valori che possono raddoppiare. I grafici analizzati e le rispettive curve di irraggiamento diffuso sul suolo confermano la tesi che la coltivazione del suolo con essenze è possibile sia che trattasi di leguminose che di altre colture. 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 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 di idonee dimensioni. Le piante che verranno utilizzate per la coltivazione delle zone di suolo libero faranno capo ad essenze leguminose e graminacee, in purezza o in miscela, ad uso alimentare e/o foraggero, con la possibilità di impiantare anche colture di rinnovo (come, per esempio, le orticole da pieno campo come il melone giallo). Le diverse piantumazioni che verranno prese in considerazione saranno soggette a coltivazione in "asciutto", senza l'ausilio cioè di somministrazioni irrigue di natura artificiale. I trattamenti fitoterapici saranno nulli o quelli strettamente necessari nella conduzione delle colture in regime, sempre e comunque, di agricoltura biologica.

17. Principi delle rotazioni – avvicendamenti

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



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

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

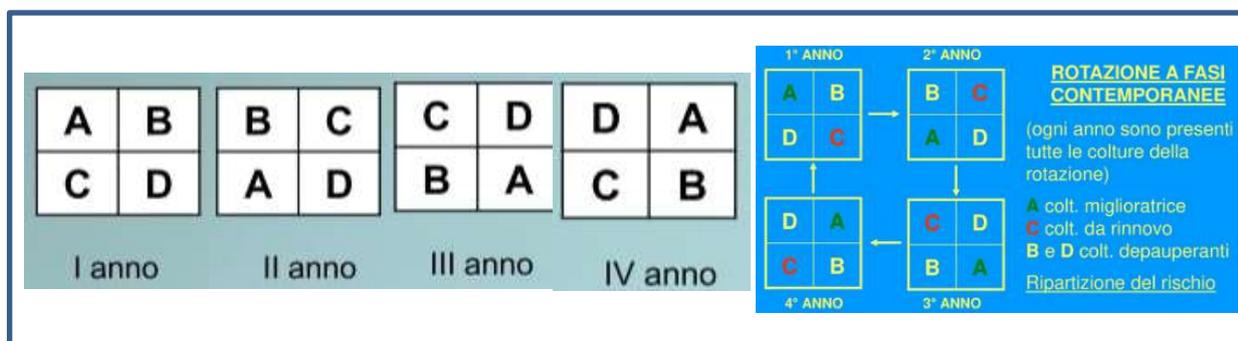
Numerosi studi hanno dimostrato come il terreno nudo porta ad una perdita di azoto per volatilizzazione, un maggior rischio di erosione e maggiore libertà per le infestanti di crescere e diffondersi. Le leguminose da granella secca, nello specifico, sono colture importantissime per lo sviluppo e l'affermazione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

17.1 Ipotesi di avvicendamento colturale

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

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

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



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

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

Gli avvicendamenti/rotazioni colturali possono essere anche semplici (contengono una sola coltura da rinnovo) o composte (costituite dalla combinazione di più rotazioni semplici).

Un esempio di avvicendamento e rotazione colturale cui ci si riferirà per lo sviluppo del progetto in esame è il seguente:

Biennale

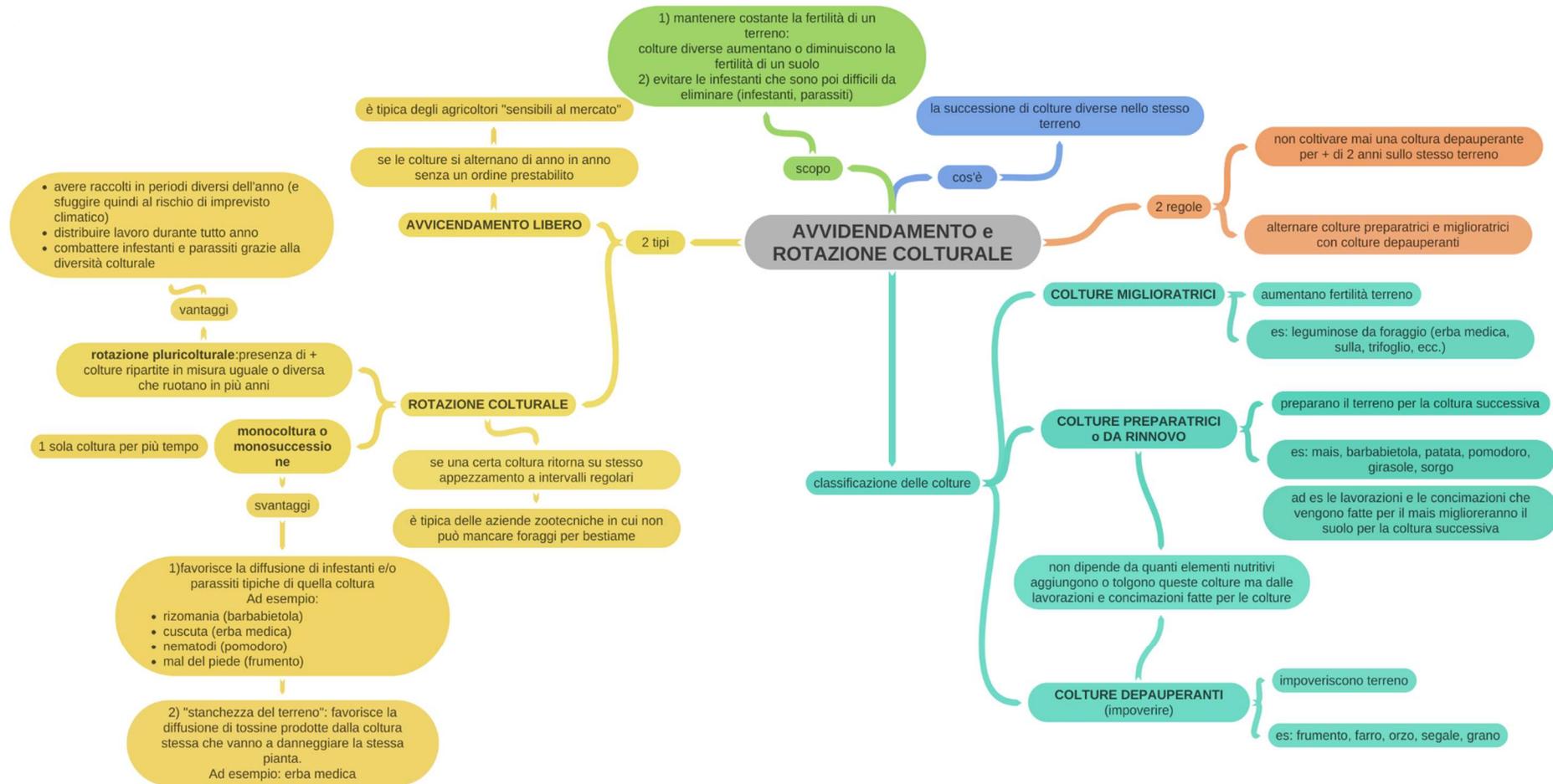
Coltura da rinnovo – Frumento (o cereale in genere)

Triennale

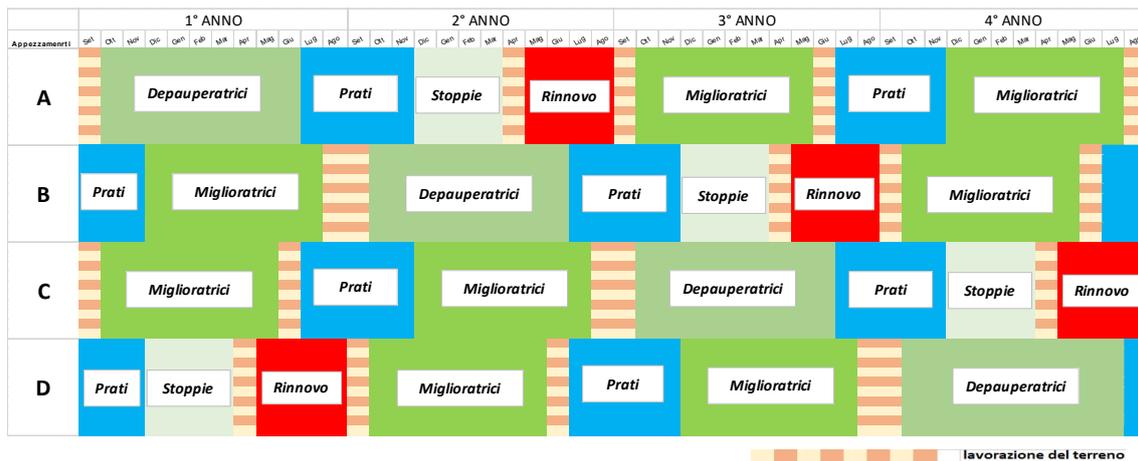
Coltura da rinnovo – Frumento (o cereale in genere) – Leguminosa (per esempio fava)

Quadriennale

Coltura da rinnovo/ Cereale - Leguminosa – Leguminosa – Cereale



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



58- esempio di avvicendamento culturale in 4 anni

Andando a considerare la tipologia di colture da impiegare, si è concentrata l'attenzione sia sulla produttività che sulla produzione di reddito considerando le principali leguminose per uso alimentare: nella fattispecie si fa riferimento alla fava, alla lenticchia e al cece. Particolare interesse, inoltre, potrebbe avere la possibilità di impiego di coltivazioni di arachide (*Arachis hypogaea* L.), coltura leguminosa dal notevole valore commerciale e dalla facile coltivazione.

17.2 Considerazioni economiche sulle colture: analisi costi-benefici

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

Impianto di una leguminosa (fava, cece, lenticchia, ecc..)		
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	48,83 ettari	22.500 €
Concimazione minerale di fondo con fertilizzanti fosfatici e potassici, da eseguirsi in preimpianto previa analisi fisico-chimica.	48,83 ettari	14.000 €
Fornitura semente e operazione di semina da eseguire con apposita macchina operatrice a file (dose di semina in funzione della varietà)	48,83 ettari	45.000 €
Interventi di sarchiatura e/o ripuntatura	48,83 ettari	20.000 €
Interventi di lotta integrata con prodotti registrati per l'uso, rispettosi per l'ambiente e autorizzati in agricoltura biologica	48,83 ettari	22.500 €
Raccolta del prodotto in campo da effettuarsi con apposite mini-mietitrebbie (da acquistare o da prendere in leasing)	48,83 ettari	30.000 €
TOTALE DEI COSTI 1° ANNO		154.000 €



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

La coltivazione in campo prevede la semina su tutta l'area tra le file di moduli, ad eccezione delle zone ove saranno presenti le strutture di sostegno dei moduli che verranno inerbite. I costi di impianto e raccolta delle colture menzionate si riferiscono al prodotto trebbiato in campo. Tali importi, pertanto, dovranno tenere conto delle varie operazioni di pre-pulitura e pulitura per consentire al prodotto di risultare idoneo all'utilizzo e consumo umano. Il deprezzamento del prodotto finito dipenderà dagli scarti che a loro volta dipenderanno dalla conduzione agricola in campo e dalle tecniche colturali messe in atto per limitare, per esempio, le malerbe infestanti. Di seguito si riportano alcuni dati medi riferiti alle produzioni di legumi in aridocoltura (in assenza di apporti idrici artificiali) e alle relative quotazioni di mercato secondo i borsini di riferimento (Altamura, Foggia, ecc...):

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

Nota bene, tali valori sono suscettibili di variazioni anche mensili in funzione all'andamento del mercato. Le rese vengono riferite a condizioni medie tenendo conto del fatto che si tratta, sempre e comunque, di un prodotto biologico fortemente legato a fattori biotici e abiotici stagionali e, pertanto, non prevedibili. I ricavi sono stati calcolati riferendoci a condizioni medie di mercato, considerando i kg di prodotto fresco "pulito", con % di impurezze e livelli di umidità residui riferiti ad un consumo alimentare di tipo umano e non zootecnico. Si fa notare come i prezzi per kg di prodotto raccolto, se sano e calibrato, possono essere leggermente superiori nel caso di produzioni biologiche certificate.

18. L'inerbimento sotto le strutture dei moduli

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 creazione e nel mantenimento di un prato costituito da vegetazione "naturale" ottenuto mediante l'inserimento di essenze erbacee in blend e/o in miscuglio attraverso la semina di quattro o cinque specie di graminacee e una percentuale variabile di leguminose in consociazione. La crescita del cotico erboso viene regolata con periodici sfalci e l'erba tagliata finisce per costituire uno strato pacciante in grado di ridurre le perdite d'acqua dal terreno per evaporazione e di rallentare la ricrescita della vegetazione. La tecnica dell'inerbimento protegge la struttura del suolo dall'azione diretta della pioggia e, grazie agli apparati radicali legati al terreno, riduce la perdita di substrato agrario anche fino a circa il 95% rispetto alle zone oggetto di lavorazione del substrato. Consente una maggiore e più rapida infiltrazione dell'acqua piovana ed il conseguente ruscellamento e determina un aumento della portanza del terreno; inoltre riduce le perdite per dilavamento dei nitrati e i rischi di costipamento del suolo dovuto al transito delle macchine operatrici. In definitiva l'inerbimento difende e migliora le proprietà fisiche, chimiche e biologiche del suolo ovvero la sostanza organica e quindi anche la fertilità del terreno. L'aumento di sostanza organica genera anche il miglioramento dello strato di aggregazione del suolo e della relativa porosità nonché delle condizioni di aerazione negli strati più profondi, favorendo così la penetrazione dell'acqua e la capacità di ritenzione idrica del terreno. L'inerbimento del terreno può essere effettuato in vari periodi dell'anno, ma la riuscita migliore la si ha effettuando interventi durante il periodo autunnale (da metà settembre a fine novembre). La semina deve avvenire a spaglio o alla volata, cioè spargendo il seme in maniera uniforme su tutta la superficie del terreno. Bisogna comunque interrare i semi a 2 cm di profondità tramite un rastrello o apposito rullo. È stato osservato che, nel medio-lungo periodo, un prato misto ben gestito, anche in presenza di coperture che diminuiscano la ventilazione, l'insolazione e con aumenti di temperatura consistenti, non diminuisce la sua capacità di incrementare la produzione di humus e, conseguentemente, di trattenere l'acqua meteorica. L'acqua di pioggia scivolando sulla superficie inclinata dei pannelli fa sì che un'area limitata di suolo sia interessata da una quantità pari a quella che cadrebbe nell'intera superficie sottesa dal pannello (effetto gronda). È possibile che in aree prive di manto erboso l'effetto gronda divenga, nel tempo, causa di erosione superficiale localizzata. È stato però evidenziato che, in aree particolarmente soleggiate, l'effetto ombreggiante dei pannelli permette la crescita di erba più rigogliosa. La naturale diffusione del manto erboso polifita anche negli interspazi (specialmente le graminacee in miscuglio con essenze leguminose) frena l'effetto erosivo. L'inerbimento, comune ed attivo agente antierosivo, può controllare lo scorrimento superficiale sul suolo interferendo sul flusso dell'acqua sul terreno rallentandone la velocità e permettendo quindi

all'acqua di infiltrarsi (Hamm, 1964). Un prato fitto, sano e ben insediato (si intende un cotico erboso a 90 giorni dalla semina) assorbe fino a sei volte la quantità di pioggia rispetto ad una uguale superficie coltivata a grano, riducendo lo scorrimento superficiale dell'acqua (Panella A. et al., 2000). L'efficacia di controllo dell'erosione da parte delle coperture erbose (inerbimenti) è la somma di un'elevata densità di culmi e di radici che favoriscono una maggiore stabilizzazione del suolo: l'elevata biomassa aerea e radicale permettono anche di ridurre il flusso superficiale dell'acqua, ritardandone la velocità e riducendo il potenziale erosivo dell'acqua (Beard J.B., 1973). Per opporsi efficacemente all'erosione occorre che il terreno abbia una densità vegetale pari ad almeno il 70% e un buon inerbimento va decisamente incontro a questa condizione. Il più comune agente erosivo, come risulta noto, è rappresentato dall'acqua. L'impatto delle gocce di pioggia sul terreno nudo, per esempio, provoca una dispersione delle particelle consentendo un loro facile trasporto insieme all'acqua. In questo caso la funzione degli inerbimenti, sfruttando la loro elevata densità, è quella di intercettare (attraverso i culmi e le foglie) queste gocce prima che giungano al suolo trattenendole. Fondamentale e superiore a qualsiasi altro organo vegetale è poi la funzione dell'apparato radicale nel tenere fermo il suolo. Nella fattispecie, l'identificazione della miscela di sementi idonea ad un determinato inerbimento passa dall'unione di piante con sistemi radicali fini, fascicolati ed estesi. Diverse prove di natura scientifica hanno stabilito che circa il 90% del peso della pianta è costituito dalle radici e si calcola che ogni singola pianta sviluppa, in condizioni ottimali nell'arco della propria vita, un apparato radicale avente una lunghezza complessiva di oltre 600 Km (Brown 1979). L'incremento in sostanza organica provocato dalla morte delle radici, tra l'altro, a fine ciclo vitale o a seguito degli sfalci (mulching), contribuisce ad incrementare la permeabilità del suolo diminuendo lo scorrimento superficiale. In ultima analisi si porta all'attenzione il fatto che dal punto di vista del riciclo la funzione svolta dagli inerbimenti è fondamentale: attraverso i meccanismi di evapotraspirazione l'acqua torna all'atmosfera e solo una piccola parte (davvero minima attuando corrette pratiche manutentive) si perde (almeno temporaneamente) con la percolazione in profondità. L'inerbimento sarà realizzato sotto le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici, in tutte quelle aree dove non potrà essere effettuata la semina delle essenze da sottoporre a coltivazione. Pertanto, in ragione di ciò, verrà inerbita una superficie pari a circa 38,42 ettari.

	Codice	Descrizione	U.M.	Q.tà	Prezzo		
INERBIMENTO	2505002	Lavorazione del terreno alla profondità di m 0,3 – 0,5 compreso amminutamento ed ogni altro (Terreno sciolto – medio impasto) onere. Superficie effettivamente lavorata	ha	38,42	590,00	€/ha	22.667,80 €
	2505003	Fornitura e spandimento di ammendante organico, letame maturo, prevedendo un quantitativo minimo di 3 kg/mq, da eseguirsi tra l'aratura e la finitura superficiale	ha	38,42	1.170,00	€/ha	44.951,40 €
	2505004	Lavorazione di finitura superficiale del terreno, eseguita con attrezzi a denti, con esclusione di attrezzi rotativi ad asse orizzontale, compreso interrimento ammendante organico predistribuito, fino alla completa preparazione del terreno per la posa a dimora delle piante	ha	38,42	280,00	€/ha	10.757,60 €
	2504001	Realizzazione di un inerbimento su una superficie piana o inclinata mediante la semina a spaglio di un miscuglio di sementi di specie erbacee selezionate ed idonee al sito in ragione di 50 g/mq, esclusa la preparazione del piano di semina. Inclusa la fornitura di concime ad effetto starter, esclusa la preparazione del piano di semina.	ha	38,42	0,25	€/mq	96.050,00 €
							174.426,80 €

19. La mitigazione perimetrale

Gli interventi relativi alla fascia perimetrale saranno strettamente collegati all'utilizzo di piante arboree e/o arbustive autoctone o naturalizzate. La fascia di mitigazione sarà esterna alle aree di impianto e avrà una larghezza complessiva di 10 m. Procedendo dall'esterno verso l'impianto tale fascia comprenderà una linea tagliafuoco di 2-2,5 m, una doppia fila sfalsata di piante di *Olea europea* e una siepe di forma naturaliforme composta da arbusti e/o cespugli autoctoni, ben identificati nel territorio in esame, a ridosso della recinzione perimetrale. Le essenze autoctone verranno selezionate, secondo "l'elenco delle specie autoctone della Sicilia divise per zone altimetriche e caratteristiche edafiche" – Sottomisura 4.4 Operazione 4.4.3, all. 11 del PSR Sicilia 2014/2020 e sulla base del Piano Forestale Regionale della Sicilia, documento di indirizzo A. In considerazione all'altimetria dell'area su cui si effettuerà l'intervento, le piante che verranno proposte per i vari ripopolamenti saranno quelle della "Fascia collinare fino alla bassa montagna, da 400 a circa 1000 m s.l.m., su substrati a reazione da neutra a basica".

Nome scientifico	Nome volgare
<i>Calicotome infesta</i> (Presl) Guss.	Sparzio spinoso
<i>Clematis cirrhosa</i> L.	Clematide cirrosa
<i>Crataegus mongyna</i> Jacq.	Biancospino comune
<i>Celtis australis</i> L.	Bagolaro comune
<i>Celtis tournefortii</i> Lam.	Bagolaro
<i>Cercis siliquastrum</i> L.	Albero di Giuda
<i>Crataegus oxyacantha</i> L.	Biancospino selvatico
<i>Fraxinus angustifolia</i> Auct.	Frassino meridionale
<i>Fraxinus ornus</i> L.	Frassino da manna
<i>Hedera helix</i> L.	Edera
<i>Lonicera etrusca</i> Santi	Caprifoglio etrusco
<i>Olea europea</i> L. var. <i>sylvestris</i> Brot.	Oleastro
<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop.	Carpino nero
<i>Pistacia terebinthus</i> L.	Terebinto
<i>Phyllirea latifolia</i> L.	Ilatro comune, Lilatro
<i>Phlomis fruticosa</i> L.	Salvione giallo
<i>Prunus as spinosa</i> L.	Pruno selvatico, Prugnolo, Vegro
<i>Pyrus amygdaliformis</i> Vill.	Pero mandorlino
<i>Quercus ilex</i> L.	Leccio, Elce
<i>Rhamnus alaternus</i> L.	Ranno lanterno, Alaterno
<i>Rosa canina</i> L. s.l.	Rosa canina
<i>Rosa sempervirens</i> L.	Rosa di S. Giovanni
<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	Rovo comune
<i>Sambucus nigra</i> L.	Sambuco comune, Sambuco nero
<i>Sorbus domestica</i> L.	Sorbo comune
<i>Sorbus torminalis</i> L.	Sorbo torminale, Baccarello, Ciavardello
<i>Smilax aspera</i> L.	Salsapariglia nostrana
<i>Spartium junceum</i> L.	Ginestra comune
<i>Ulmus canescens</i> Melville	Olmo canescente
<i>Ulmus minor</i> Miller	Olmo comune

60 – elenco piante autoctone dalla Fascia collinare fino alla bassa montagna, da 400 a circa 1000 m s.l.m., su substrati a reazione da neutra a basica

Tenendo presente che la maggior parte delle specie sono indifferenti al substrato geo-pedologico e che la costituzione di una fascia perimetrale deve dare continuità non solo paesistica ma fondamentale ecologico-funzionale, verranno, in genere, privilegiate le specie che producono frutti vistosi e saporiti e quelle che rendono impenetrabile la siepe, per dare rifugio alla ornitofauna e anastomizzare le piccole "isole" ad elevata naturalità.

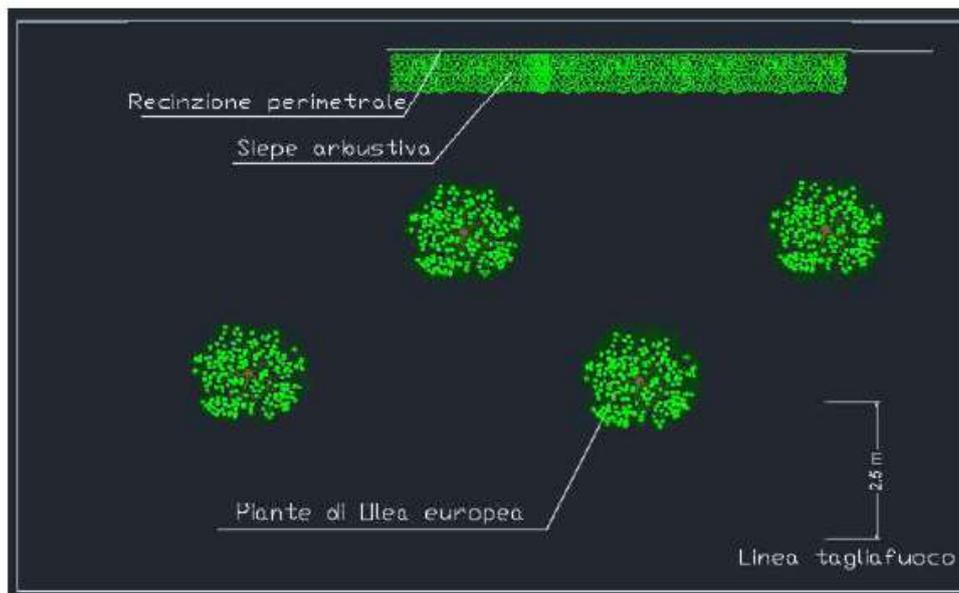
19.1 Fascia arborea (doppio filare) di *Olea europea*

Le fasce arboree perimetrali prevedranno l'utilizzo piante autoctone, le quali permetteranno una più veloce rinaturalizzazione delle aree interessate dai lavori del parco fotovoltaico in maniera tale da agevolarne l'utilizzo da parte della fauna. 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, in posizione esterna rispetto all'impianto al fine di migliorare l'inserimento paesaggistico del progetto, verrà collocata in opera una doppia fila di piante arboree, che percorreranno l'intero perimetro delle aree di impianto. Tale fascia sarà debitamente lavorata e oggetto di piantumazione specifica; nella fattispecie, si collocheranno in opera piante di *Olea europea* in vaso di 2 anni di età, adoperando un sesto di impianto di 4 m x 4 m. Prima dell'impianto vero e proprio si procederà con le lavorazioni preparatorie del terreno che prevedranno un decespugliamento andante di tutta la superficie interessata e l'eventuale spietramento e livellamento superficiale dello stesso. Mediante 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. Compilate le operazioni preparatorie si passerà alla piantumazione delle essenze arboree: l'essenza scelta per tale scopo, in considerazione del suo areale di sviluppo e della sua capacità di adattamento, sarà l'*Olea europea* (olivo). Per il sito in oggetto verranno impiegate piante di altezza minima a 0,80-1,00 m, in vaso; ogni olivo piantumato sarà corredato di un opportuno tutore, costituito da un paletto di castagno, che fungerà da ausilio alla pianta consentendone una crescita idonea in altezza in un arco temporale piuttosto ampio. Lo spazio lasciato tra le file consentirà di condurre facilmente le eventuali lavorazioni del terreno agrario. 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. Dopo essere stata posizionata

nella buca, la pianta verrà ancorata in maniera provvisoria ai pali tutori; seguirà il riempimento delle buche d'impianto impiegando 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. Si rammenta che oltre all'inserimento della doppia fila di piante arboree, il progetto ha previsto la realizzazione, a ridosso della recinzione perimetrale, di una siepe arbustiva sempreverde, con funzione mitigatrice del potenziale impatto, al fine di migliorare ulteriormente già dai primi anni l'inserimento paesaggistico del progetto nel territorio. La costituzione di tale siepe, definita naturaliforme e spontanea, sarà fondamentale nella costituzione di una barriera verde autoctona. Per i particolari specifici di composizione vegetazionale, considerato che la scelta di tali specie sarà la medesima alle opere di riqualificazione naturalistica di un impluvio interno alle aree di impianto, si rimanda alla parte di flora ripariale affrontata in seguito.



61 - Sezione tipologica fascia di mitigazione perimetrale



62 - Distribuzione piante di ulivo e della siepe nella fascia di mitigazione perimetrale

19.2 Linea tagliafuoco

La realizzazione della fascia perimetrale prevederà, inoltre, la costituzione di una zona “tagliafuoco” a ridosso delle piante arboree per scongiurare l’eventuale propagazione di incendi dall’esterno verso l’area dell’impianto. Le considerazioni che si riportano di seguito fanno riferimento al piano regionale per la programmazione delle attività di previsione, prevenzione e lotta attiva per la difesa della vegetazione contro gli incendi della Regione Sicilia, redatto ai sensi dell’art. 3, comma 3 della Legge 21 novembre 2000 n. 353, quale aggiornamento del Piano AIB 2015 vigente, approvato con Decreto del Presidente della Regione Siciliana in data 11 Settembre 2015, ai sensi dell’art. 34 della Legge Regionale 6 aprile 1996, n. 16, così come modificato dall’art. 35 della Legge Regionale 14 aprile 2006 n. 14. La striscia parafulco (o tagliafuoco), rappresenta un’opera di prevenzione finalizzata a contenere l’avanzamento di un possibile incendio creando una discontinuità nella copertura, in questo caso, arborea. La sua funzione sarà quella di fermare l’incendio che procede perpendicolarmente a esso, senza alcun intervento da parte delle forze di estinzione. Verrà realizzata eliminando completamente una fascia di vegetazione abbastanza larga in quanto tale tipologia non solo deve opporsi e bloccare fronti di fiamma di diversa intensità ma deve avere una larghezza tale da impedire salti di faville capaci di trasmettere inneschi da un lato all’altro del viale stesso. Per garantire questi obiettivi di funzionalità, la larghezza della fascia completamente priva di vegetazione sarà compresa tra 2,0 e 2,5 m. L’efficienza della linea tagliafuoco sarà conservata nel tempo provvedendo a mantenere il livello di biomassa all’interno della fascia entro limiti che ne consentano la corretta funzionalità. Tale condizione sarà resa possibile attraverso una manutenzione costante (eliminazione di infestanti e/o erba secca) per limitare entro valori stabiliti la vegetazione erbacea ed arbustiva al fine di contenerne la biomassa.

19.3 Analisi dei costi

Oliveto nella fascia di mitigazione e in parte delle aree compensative (17,40 ha+ 28 ha)		
<i>Designazione dei lavori</i>	<i>Sup. stimata/Q.tà</i>	<i>Stima dei costi</i>
Lavorazione del terreno con mezzo meccanico alla profondità di cm. 60 (ripuntatura)	45,4 ettari	317.800€
Frangizollatura con erpice a dischi o a denti rigidi da effettuare nell'impianto di fruttiferi in genere		
Leggera sistemazione superficiale di terreni con lama livellatrice portata/trainata da trattrice, da effettuare nell'impianto di fruttiferi in genere		
Concimazione di fondo con i fertilizzanti organici, da eseguirsi in preimpianto dell'arboreto o di riordino per reinnesto (agrumeti, oliveti, frutteti, vigneti, ecc.) nella quantità e tipi da specificare in progetto, caso per caso con un piano di concimazione, previa analisi fisico-chimica dell'appezzamento		
Acquisto e trasporto di tutore in canna di bambù per l'allevamento delle piante di fruttiferi, agrumi ed olivo, in forme libere e appoggiate, quale sostegno dell'intera pianta o per l'ausilio nella formazione dell'impalcatura portante, esclusa la messa in opera: sez. mm. 8-10, altezza m. 1,20		
Acquisto e messa in opera di fruttiferi innestati autofertili: —olivi innestati a 2 anni o a radice nuda e relativa pacciamatura con telo plastico antialga verde		
Messa a dimora di fruttiferi a radice nuda, innestati o autoradicati, compreso trasporto delle piante, squadratura del terreno, formazione buca, messa a dimora (compreso reinterro buca e ammendante organico) e la sostituzione delle fallanze nella misura massima del 5%		
TOTALE DEI COSTI 1° ANNO		317.800 €

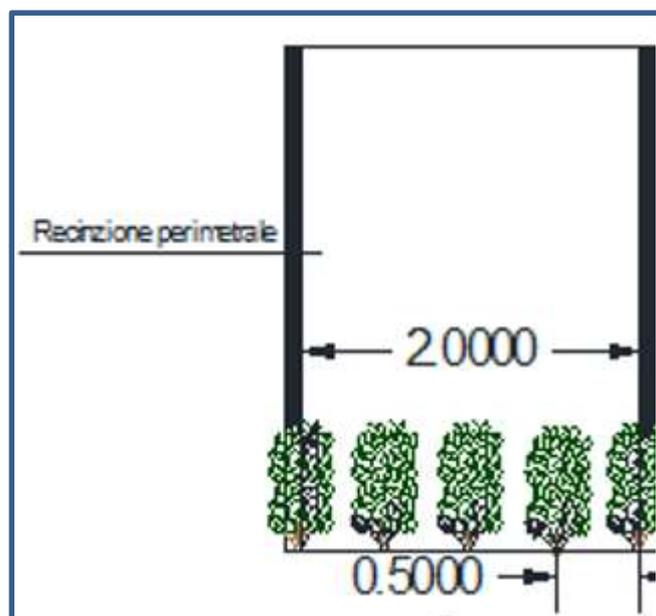
Per ciò che concerne i costi di raccolta quando le piante saranno in una fase tale da consentirle (probabilmente già dal 3° anno dall'impianto) si prevede di effettuare tale pratica con soli mezzi meccanici. Le macchine operatrici sopra illustrate consentono di raccogliere un ettaro di oliveto, anche ad uso superintensivo, nell'arco di poche ore (rispetto, per esempio, alle cinque giornate lavorative di operai specializzati muniti di scuotitori a spalla e reti per raccogliere un ettaro di mandorleto intensivo). La stima del costo di un tale intervento, rivolgendosi ad un contoterzista, ammonta a circa **400-450 €/ha**; stima che, comunque, il differenziale tra il basso costo di produzione dell'olivo da olio e il prezzo di mercato, nel medio termine, ripaga sicuramente.

Impianto	Superficie coltivata (ha)	Produzione (t/ha)	Prezzo unitario medio (€/ha)	Ricavo lordo totale (olive)
Oliveto	45,4	1° anno - 0	600	00,00€
		2° anno - 0		00,00€
		3° anno - 5		136.200,00€
		4° anno - 6		163.440,00€
		5° anno - 8		217.920,00€
Totale al 5° anno				517.506,00€

63 - ipotesi del ricavo lordo derivante dalla coltivazione dell'Olivo

19.4 Siepe arbustiva perimetrale

Le opere a verde previste nell'ambito del presente progetto prevedono l'utilizzo di specie vegetali autoctone. La presenza di specie autoctone permetterà una più veloce rinaturalizzazione delle aree interessate dai lavori del parco fotovoltaico in maniera da permetterne l'utilizzo anche da parte della fauna (con le aperture sulla recinzione). 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 arbustiva per tutta la sua lunghezza. In pratica si collocheranno in opera delle piante arbustive, 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 di 2,5 m. 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).



64 – particolare di sistemazione della siepe perimetrale

La siepe sarà costituita da una serie di essenze arbustive e cespugliose tipiche della macchia mediterranea; le diverse tipologie da impiegare in sito corrisponderanno a quelle indicate dall'intersezione della Carta delle Aree Ecologicamente omogenee della Regione Sicilia e dal Piano Faunistico Venatorio regionale (2013-2018) al Documento di indirizzo A. Tra quelli da utilizzare ne scegliamo una per descriverne le caratteristiche botaniche e la fisiologia. L'arbusto che verrà impiegato sarà *Crateagus monogyna* (biancospino). Specie paleotemperata, presente nei boschi xerofili, nelle siepi, boscaglie e cespuglieti, macchie, margine dei boschi e pendii erbosi, con preferenza per i terreni calcarei dal litorale marino alla montagna sino a 1.600 m s.l.m.. Piccolo albero, ma più

spesso arbusto a fogliame deciduo; cespuglioso, con radice fascicolata; chioma globosa o allungata; tronco sinuoso, spesso ramoso sin dalla base con corteccia compatta che nelle piante giovani è liscia di colore grigio-chiaro, è brunastra o rosso-ocracea e si sfalda a placche nei vecchi esemplari. I ramoscelli sono di colore bruno-rossastro, quelli laterali terminano frequentemente con spine aguzze e scure lunghe sino a 2 cm, i rami più vecchi sono grigio-cenere. Altezza generalmente fra 2÷5 m, ma può raggiungere anche i 12 m; ha una crescita molto lenta e può vivere sino a 500 anni. Le gemme sono alterne, disposte a spirale, rossastre e brillanti; sotto le gemme laterali spuntano spine dritte. Le foglie caduche, portate da un picciolo scanalato, sono alterne, semplici, di colore verde brillante e lucide nella pagina superiore, verde glaucescente nella pagina inferiore, glabre, romboidali o ovali, a margine dentato, suddivise in 3÷7 lobi molto profondi con margine intero e che presentano solo sull'apice qualche dentello; all'inserzione sui rami sono provviste di stipole dentate e ghiandolose. I fiori, profumati di colore bianco o leggermente rosato, sono riuniti in corimbi eretti, semplici o composti, portati da peduncoli villosi, hanno brattee caduche con margine intero o denticolato, calice con 5 lacinie triangolari-ovate; corolla con 5 petali subrotondi, stami violacei in numero multiplo ai petali (15÷20) inseriti sul margine di un ricettacolo verde-brunastro con ovario monocarpellare glabro e un solo stilo bianco verdastro con stigma appiattito, molto raramente alcuni fiori hanno 3 stili. I frutti (in realtà falsi frutti perché derivano dall'accrescimento del ricettacolo fiorale e non da quello dell' dell'ovario) riuniti in densi grappoli, sono piccole drupe con Ø di circa 7-10 mm, rosse e carnose a maturità, coronate all'apice dai residui delle lacinie calicine, che delimitano una piccola area circolare depressa; contengono un solo nocciolo di colore giallo-bruno.



65 – *Crataegus monogyna* (biancospino) – foto della foglia e del fiore

66 – *Crataegus monogyna* (Biancospino) – indicazioni circa il periodo di antesi in Sicilia

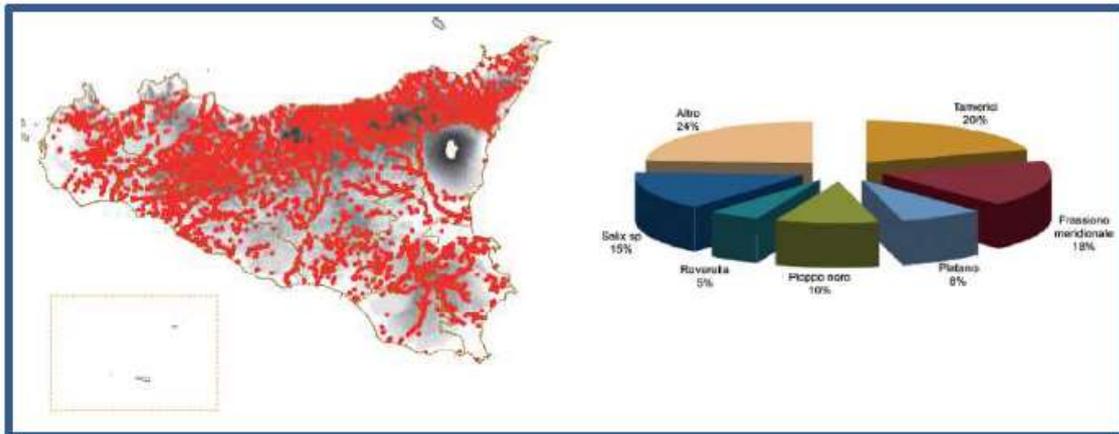
La piantumazione delle essenze arbustive prevedrà una lavorazione superficiale di una fascia di terreno agrario di circa 1 m lungo tutto il perimetro e l'apertura di piccole buche per la collocazione in sito delle piante. Ogni arbusto, fornito in opera in fitocella, sarà collocato nella propria buca 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.

	Codice	Descrizione	U.M.	Q.tà	Prezzo		
SIEPE PERIMETRALE	25020005	Messa a dimora di specie arbustive, esclusa fornitura, in zolla o in vaso, per altezze fino a 1 m, compresa la fornitura di 20 l di ammendante, la preparazione del terreno, l'impianto degli arbusti, una bagnatura con 15 l di acqua.	m	17400	13,98	€/m	243.252,00 €
	15060168	Fornitura piante di <i>Crataegus monogyna</i> in vaso da 2 l, h:0,60-0,80 m	cad	52200	6,86	€/cad	358.092,00 €
							601.344,00 €

67 - Voce di computo realizzazione siepe – fonte Assoverde 2022

20. Riqualificazione naturalistica laghetti e impluvi

Per la ricostituzione naturalistica degli impluvi interni alle aree di progetto del parco fotovoltaico si farà riferimento all'utilizzo in sito di formazioni di vegetazione ripariale. A questa categoria appartengono popolamenti forestali a prevalenza di specie mesoigrofile e mesoxerofile, tipiche di impluvi, alvei fluviali più o meno ciottolosi, spesso caratterizzati dalla presenza di una o più specie codominanti; talora sono cenosi effimere ed erratiche la cui presenza è strettamente legata alla dinamica fluviale. Tra gli aspetti a vegetazione arborea e quelli a fisionomia prettamente arbustiva sono questi ultimi a dominare nettamente, con un importante ruolo, anche paesaggistico, espresso, per esempio, dalle tamerici, spesso assieme all'oleandro, presenti soprattutto lungo i corsi d'acqua a deflusso temporaneo.



68 - Distribuzione formazioni riparie sul territorio siciliano (a sinistra) e ripartizione della composizione specifica delle formazioni riparie (a destra)

La riqualificazione degli impluvi e dei laghetti prevedrà una serie di interventi, inoltre, da attuare attraverso tecniche di ingegneria naturalistica e mediante la messa in opera di idonee essenze arbustive a corredo degli impluvi stessi in modo tale da ricreare una fascia di protezione di 5 m per ogni lato. I materiali che verranno impiegati nei lavori con tecniche di ingegneria naturalistica saranno, tra i tanti a disposizione, costituiti da materiali vegetali vivi. Ai fini della completa riuscita degli interventi la scelta, il corretto utilizzo e l'attecchimento del materiale vegetale vivo risultano essere di sostanziale importanza. Saranno impiegate solo specie del luogo, evitando l'introduzione di specie esotiche, che trasformerebbero le opere realizzate in fattori di inquinamento biologico. Tra queste verranno scelte le specie aventi le migliori caratteristiche biotecniche, in particolare a più rapido sviluppo e con esteso e profondo apparato

radicale. Le attitudini biotecniche sono definite come:

- la capacità di resistere a fenomeni franosi e all'erosione;
- la capacità di aggregare e consolidare superficialmente il terreno con lo sviluppo delle radici;
- la capacità delle radici di resistere allo strappo e al taglio;
- la capacità di drenare i terreni, assorbendo e traspirando l'acqua.

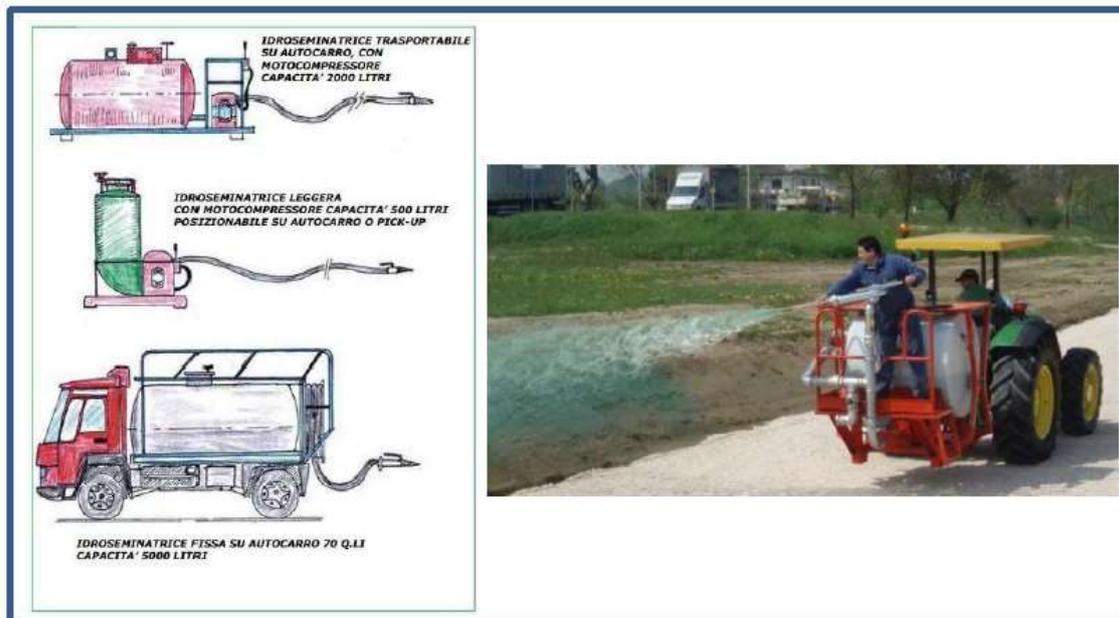
Il materiale vegetale, quanto più sarà in grado di resistere all'erosione e all'asportazione dovute a vari fattori biotici, tanto più proteggerà il suolo dalla pioggia con la sua parte fuori terra e consoliderà, aggregherà e drencherà il terreno con le radici. Pertanto, nella scelta delle specie vegetali da utilizzare, sarà considerata l'autoctonicità, il rispetto delle caratteristiche ecologiche dell'area, la capacità di resistere ad avversità di vario tipo e il possesso delle necessarie caratteristiche biotecniche. L'obiettivo sarà quello di favorire la ricolonizzazione della zona di intervento da parte della vegetazione, imitando i processi della natura e accelerandone l'opera. La rivegetazione, nel nostro caso, sarà ottenuta attraverso

l'impiego di specie erbacee ed arbusti. Si fa presente che, in fase di cantiere, qualora si riscontrassero elementi vegetali autoctoni in buone condizioni, questi saranno sottoposti ad interventi di potatura e risanamento e andranno a costituire una parte fondamentale nella rinaturalizzazione. In ragione di ciò, in quelle aree, la nuova piantumazione arbustiva verrà ridotta in funzione degli elementi da preservare. Nelle operazioni di consolidamento e stabilizzazione del suolo le specie più idonee sono generalmente legnose, con l'impiego di arbusti pionieri autoctoni: il loro apparato radicale è in grado di consolidare, in media, spessori dell'ordine di 1-2 m di terreno, oltre a svolgere una funzione di protezione antierosiva. La protezione areale dall'erosione è, inoltre, efficacemente svolta dalla copertura erbacea. L'effetto combinato della cortina erbosa e della copertura arbustiva pioniera comporterà anche il miglioramento del bilancio idrico del suolo. Nello specifico saranno effettuate le valutazioni di seguito riportate:

- capacità di sviluppo radicale in presenza di acqua o in condizioni di aridità;
- grado di attecchimento;
- esigenze specifiche di acidità nel terreno; tendenza alla sciafilia ("ricerca dell'ombra") o eliofilia ("ricerca della luce").

L'inerbimento

Gli inerbimenti hanno lo scopo di stabilizzare il terreno attraverso l'azione consolidante degli apparati radicali, di proteggere il terreno dall'erosione superficiale dovuta all'azione battente delle precipitazioni e dal ruscellamento superficiale e di ricostruire la vegetazione e le condizioni di fertilità. Nell'inerbimento che si propone saranno utilizzate specie erbacee adatte ai diversi tipi di terreno, tenendo in considerazione il clima e la quota del sito di intervento. Le semine saranno effettuate tra l'inizio dell'autunno e l'inizio della primavera mediante idrosemina e/o idrostolonizzazione la cui distribuzione avverrà con apposita macchina operatrice. Tale intervento prevedrà l'utilizzo di attrezzatura a pressione con idoneo miscuglio. La tecnica dell'idrosemina prevede l'impiego di una miscela composta da acqua, miscuglio di sementi idonee, concime, collanti, prodotti e sostanze miglioratrici del terreno, il tutto distribuito in una unica soluzione con speciali macchine irroratrici a forte pressione (idroseminatrici). La semina idraulica tramite l'impiego di motopompe volumetriche, montate su mezzi mobili e dotate di agitatore meccanico garantirà una omogeneità della miscela e uno spargimento del miscuglio di essenze scelte (graminacee e leguminose, eventuali specie sarmentose e fiorume autoctono) efficace ed uniforme. La presenza di sostanze collanti colloidali naturali nella fase di somministrazione impedirà all'acqua assorbita di disperdersi assicurando l'aderenza dei prodotti al terreno. Previa analisi chimico-fisica del terreno agrario, qualora fosse necessario, nella miscela si provvederà ad aggiungere anche una parte organica costituita da fibre naturali (paglia, fieno, ecc.).

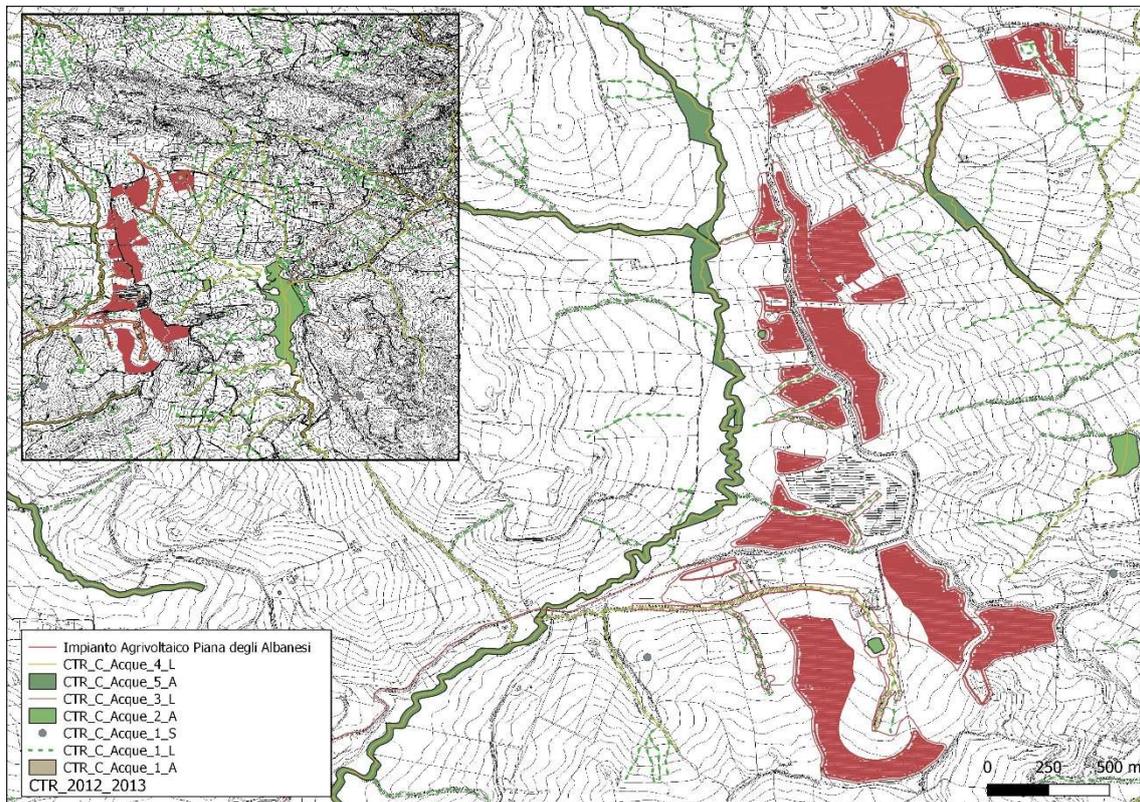


Essenze arbustive

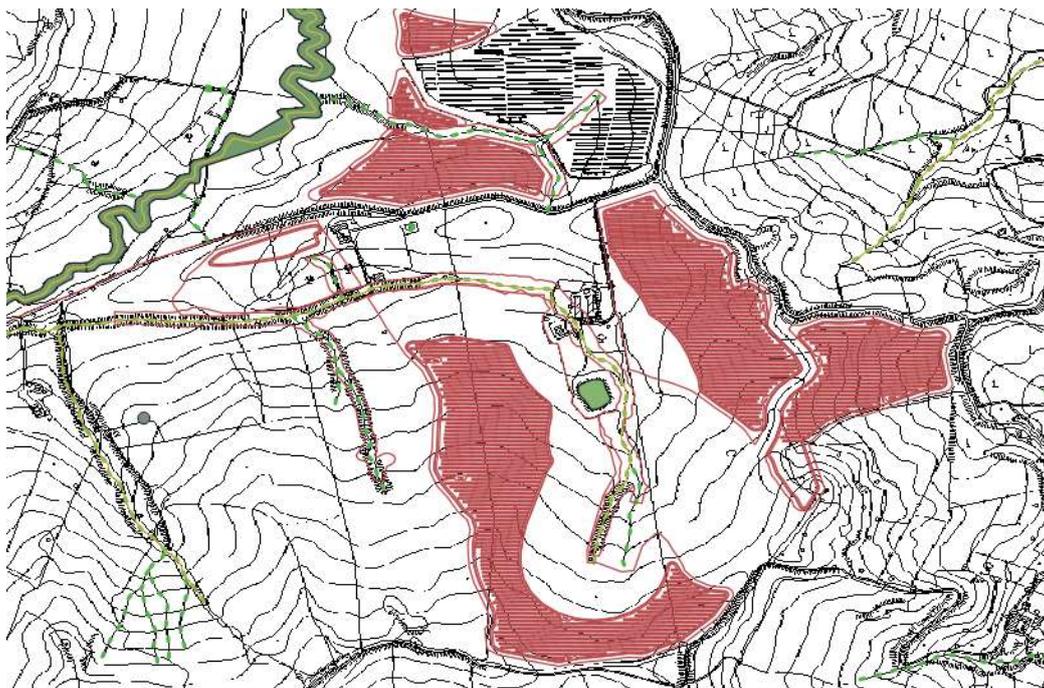
Per le opere di riqualificazione degli impluvi e dei laghetti con arbusti (gli stessi impiegati nella realizzazione della fascia arbustiva naturaliforme a ridosso della recinzione perimetrale) saranno impiegate piantine da vivaio con pane di terra la cui messa a dimora si effettuerà durante il periodo di riposo vegetativo. I tutori previsti verranno conficcati nella buca di piantagione prima della posa delle piante e fatti affondare di almeno 30 cm oltre il fondo della buca. La pianta sarà posata in modo che il colletto radicale si trovi al livello del fondo della conca di irrigazione e la radice non sia né compressa né spostata. La buca di piantagione verrà poi colmata con terra di scavo o con materiale di scotico prelevato da zone limitrofe. La compattazione della terra si eseguirà con cura, in modo da non danneggiare le radici e non squilibrare la pianta, che deve rimanere dritta e non lasciare sacche d'aria: la completa compattazione sarà ottenuta attraverso una abbondante irrigazione, che favorirà inoltre la ripresa vegetativa. La densità di impianto sarà pari a $1 \times 0,5$ mq e la disposizione, come detto, sarà naturaliforme. Considerando l'area relativa alla fascia di 5 m attorno agli impluvi (a destra e anche a sinistra dell'alveo), si provvederà ad effettuare una sistemazione a verde per una superficie complessiva stimata in 9,62 ha. Con la densità di impianto prima riportata, saranno fornite e messe in opere circa 190.000 arbusti.



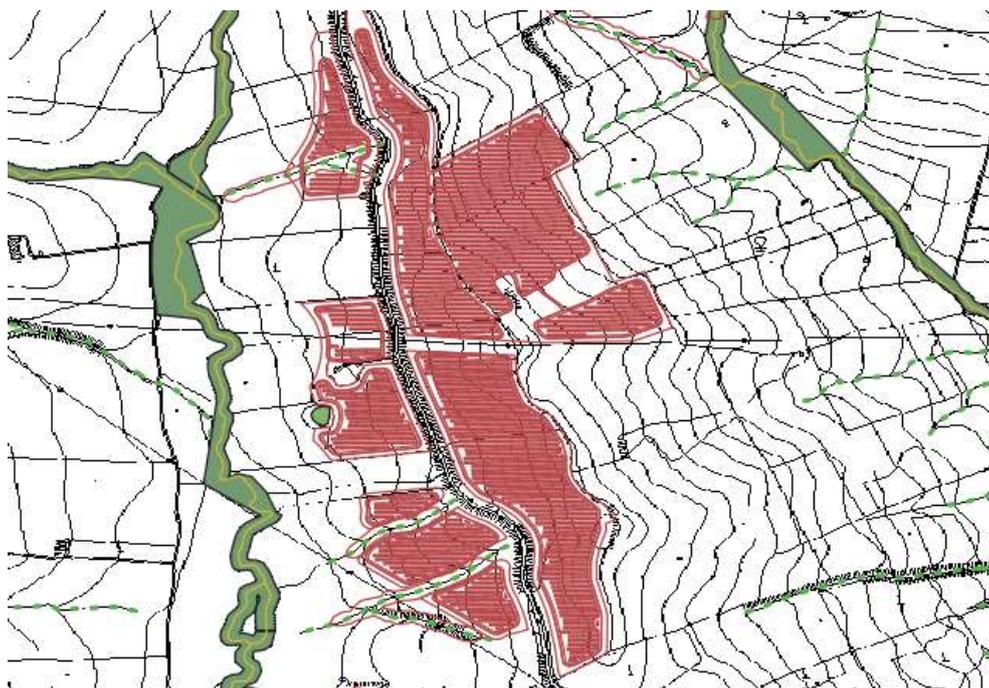
69 - particolare che mostra piantine in pane di terra e in vaso/fitocella



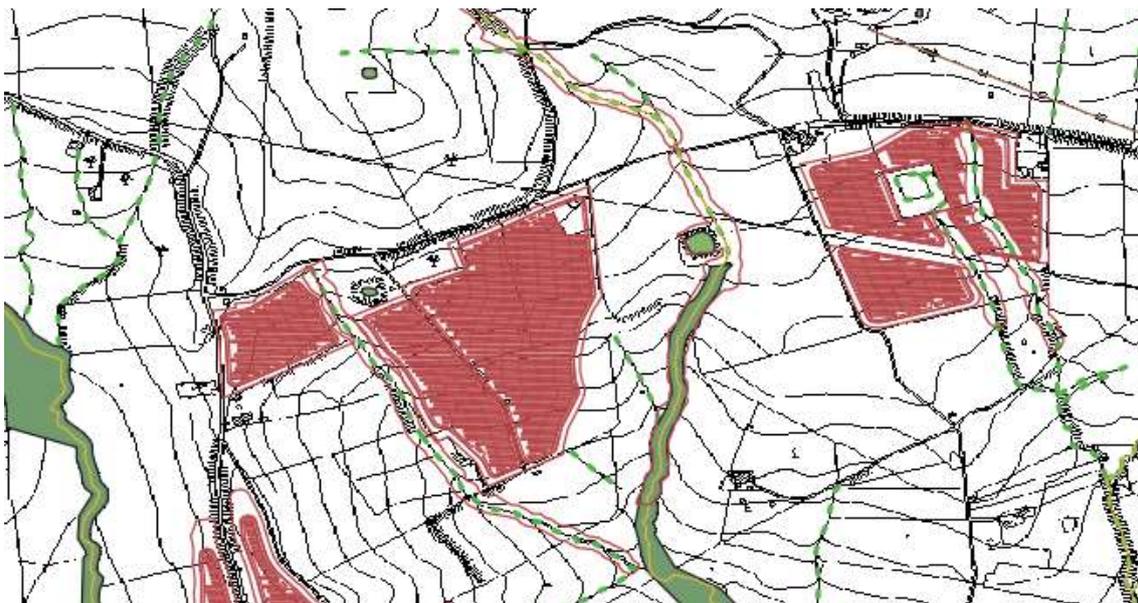
70 – Aree di impianto con indicazione di tutti gli impluvi da rinaturalizzare



71 – particolare degli impluvi di rinaturalizzazione – zona impianto a sud

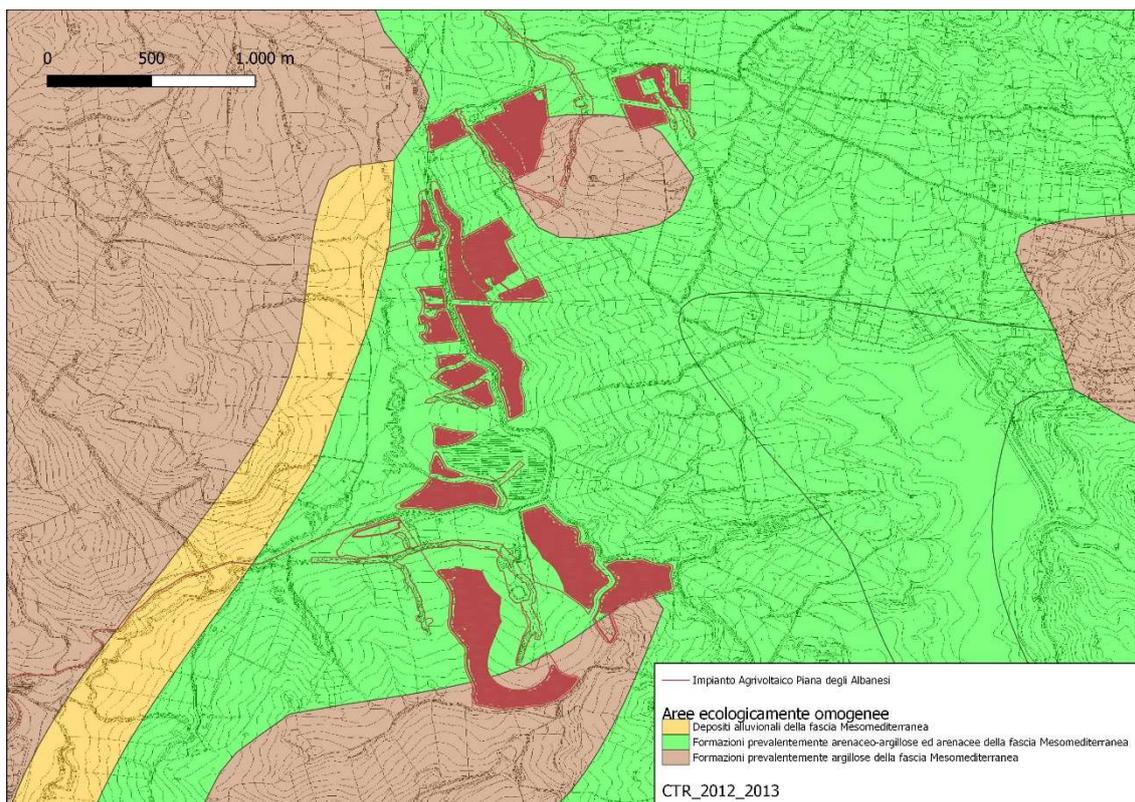


72 – particolare degli impluvi di rinaturalizzazione – zona centrale impianti



73 – particolare degli impluvi di rinaturalizzazione – zona impianto a nord

Dal punto di vista dell'inserimento delle aree di impianto all'interno della Carta delle Aree Ecologicamente Omogenee della Sicilia, le superfici in esame appartengono a formazioni prevalentemente argillose, ai depositi alluvionali e litorali e, infine anche se in minima parte, alle formazioni prevalentemente arenaceo-argillose ed arenacee. Per quanto concerne il Piano Forestale Regionale della Sicilia le unità interessate sono n.16 e n.19 del Documento di Indirizzo A.



74 - Area ecologicamente omogenee della Sicilia in funzione del layout di impianto

Aree ecologicamente omogenee		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
<i>Alnus glutinosa</i>						R											R	R							
<i>Betula aetnensis</i>						R								R	R									R	R
<i>Celtis australis</i>	R	R	R	R										R	R										
<i>Chamaerops humilis</i>									R		R	R	R	R									R	R	
<i>Crataegus azarolus</i>														R	R		R	R	R	R	R	R	R	R	R
<i>Crataegus laciniata</i>														R	R		R	R	R	R	R	R	R	R	R
<i>Crataegus monogyna</i>				R	R	R			R				R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
<i>Genista aequinensis</i>				R	R	R																			
<i>Genista aspalathoides</i>				R																					
<i>Genista thyrena</i>				R																					
<i>Juniperus communis</i>						R	R							R											
<i>Juniperus macrocarpa</i>	R																								
<i>Juniperus phoenicea</i>	R																								
<i>Laurus nobilis</i>	R	R							R	R			R	R			R	R					R	R	
<i>Malus sylvestris</i>					R	R								R	R		R	R					R	R	R
<i>Myrtus communis</i>				R	R				R	R							R	R					R	R	
<i>Morus alba</i>	R	R	R						R		R		R	R	R	R	R	R				R		R	
<i>Morus nigra</i>	R	R	R						R		R		R	R	R	R	R	R				R		R	
<i>Nerium oleander</i>	R	R	R						R		R		R	R	R	R	R	R				R		R	
<i>Olea europea var. sylvestris</i>	R	R	R	R					R	R	R		R	R	R	R	R	R				R	R	R	
<i>Distacia lentiscus</i>	R		R						R		R		R	R	R	R	R	R				R		R	
<i>Pistacia terebinthus</i>	R	R	R	R					R	R			R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
<i>Prunus spinosa</i>									R	R			R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
<i>Pyrus amvedalliformis</i>				R					R	R			R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
<i>Pyrus pyraster</i>				R	R	R			R	R			R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
<i>Rhamnus alaternus</i>									R	R			R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
<i>Rosa canina e altre specie autoctone</i>				R	R	R			R								R	R	R	R	R	R	R	R	R
<i>Sorbus domestica</i>									R								R	R				R	R	R	R
<i>Spartium juncum</i>	R	R	R	R					R		R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
<i>Tamarix africana</i>	R	R							R	R		R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
<i>Tamarix gallica</i>	R	R							R	R												R	R	R	R
<i>Ulmus minor</i>									R													R		R	

75 - Elenco delle specie di arbusti (c) idonee in interventi di rimboschimento e imboscimento (R), arboricoltura per produzione di legno di massa (AM), per produzione di legname di pregio o in entrambi (AM/R, AP/R) per le aree ecologicamente omogenee individuate

20.1 Gli arbusti da impiegare negli impluvi e attorno ai laghetti

Di seguito si riportano delle brevi sintesi delle essenze arbustive che verranno impiegate in opera per la realizzazione della fascia di 5 m attorno agli impluvi (che sono le medesime da impiegare in opera nella

realizzazione della siepe spontaneo/naturaliforme della fascia di mitigazione perimetrale. Sono tutte piante caratterizzanti le zone ripariali, autoctone e perfettamente inserite nel paesaggio siciliano.

Spartium junceum

Fanerofita cespugliosa tipica degli ambienti della gariga e della macchia mediterranea. Risulta endemica in gran parte dell'areale del bacino del Mediterraneo crescendo in zone soleggiate da 0 a 1200 m s.l.m. Predilige i suoli aridi, sabbiosi e può vegetare anche su terreni argillosi, purché non siano soggetti all'umidità e al ristagno idrico. La pianta, che può raggiungere un'altezza di 3 metri, presenta portamento arbustivo, perenne e con lunghi fusti. I fusti sono verdi cilindrici compressibili ma resistenti, eretti, ramosissimi e sono detti vermene. Le foglie sono del tipo lanceolato, i fiori sono portati in racemi terminali di colore giallo vivo. I frutti sono dei legumi falciformi oblungi, sericei, verdi e vellutati e poi glabri e nerastri a maturazione quando deisce espellendo i semi bruno-rossastri lontano dalla pianta madre.



76 - *Spartium junceum* - pianta in fase di crescita e particolare delle foglie

Pistacia terebinthus

Fanerofita cespuglioso o piccolo albero alto 1-5 m con odore resinoso. Il fusto ha una corteccia bruno rossastra, glabra nei rami giovani e con lenticelle lineari longitudinali di 1 mm. Le foglie sono decidue, alterne, con picciolo rossastro, un po' allargato alla base, ma non alato, sono imparipennate, con generalmente 9 foglioline alterne, intere, ovato-oblunghe o oblungo-lanceolate, arrotondate o acute e mucronulate all'apice, coriacee, glabre, verdi lucenti e scure di sopra, più pallide e grigiastre nella pagina inferiore, pelose da giovani poi glabre. L'infiorescenza è lassa all'apice dei rami, a forma di pannocchia piramidale, ramosa, con fiori unisessuali, rachide assottigliata verso l'alto, verde o rossiccia con pedicelli più corti del fiore. Le brattee sono caduche, grandi, lanceolate od ellittiche, cigliate e pubescenti, bratteole lineari, biancastre o soffuse di rossastro. I fiori sono privi della corolla, i maschili hanno il calice diviso in 5 lacinie più o meno uguali, lanceolate, acute, 5 stami purpurei opposti ai sepal

più lunghi del calice, filamenti cortissimi e antere grosse verdi e rosse; quelli femminili formati da 3 carpelli saldati, supero rosso con 3 stili saldati soltanto in basso e tre stimmi porpora. I frutti a grappolo con peduncoli di 4-7 mm, sono piccole drupe subglobose, apicolate, dapprima verdastre poi rosso-brunastre a maturazione. Semi un po' compressi.



77 - *Pistacia terebinthus* - pianta in fase di crescita e particolare delle foglie

Pyrus amygdaliformis

Il pero mandorlino (o perastro) è un arbusto o piccolo alberello, spinoso e assai ramoso, di dimensioni tra 1 e 6 m di altezza. Fusto di colore bruno-grigio, liscio e macchiettato negli esemplari giovani, fessurato in placche negli alberi vetusti, rami giovani tomentosi. Foglie oblunghe-lanceolate, a margine intero, su peduncoli di 1-2 cm. Fiori di colore bianco, petali lunghi circa 1-2 cm ellittici lievemente bilobi. Frutto globoso, 3-4 cm, di colore bruno-giallognolo, duro e di sapore aspro. Cresce nell'intervallo altimetrico tra 0 e 1100 m s.l.m., in luoghi soleggiati nella macchia mediterranea e nella gariga e anche nei cedui luminosi. Fiorisce nei mesi di Marzo-Maggio mentre i frutti maturano nel periodo autunno – inverno; i frutti hanno un sapore sgradevole, sono duri e assai aspri e per essere consumati necessitano di un lungo periodo di ammezzimento. La specie particolarmente resistente e longeva è usata spesso come portainnesto per i peri fruttiferi e anche per realizzare siepi divisorie nei coltivi; raramente viene utilizzata come pianta ornamentale.



78 - *Pyrus amygdaliformis* - pianta in fase di crescita, particolare delle foglie e cespuglio

Crataegus azarolus

Pianta molto rustica allo stato selvatico, presenta rami molto contorti mentre se coltivata, tramite potatura si interviene per darle una forma più lineare. Caducifoglio alto 2-8 m con tronco diritto o un po' sinuoso e chioma espansa; rami giovani più o meno tomentosi, generalmente provvisti di spine; foglie alterne brevemente picciolate, lamina a contorno ovale o rombico con lobi più o meno triangolari e incisioni poco profonde; fiori ermafroditi, bianchi, riuniti in densi corimbi; il frutto è un pomo globoso rosso, arancio o bruno-giallastro di 20-25 mm (fino a 4 cm nelle varietà coltivate) con all'interno 2-3 semi. Presente allo stato spontaneo in molte zone del bacino del Mediterraneo, è una pianta che si adatta molto bene alla coltivazione anche in zone collinari. Si mette a dimora in primavera o in autunno, e si adatta bene a qualsiasi tipo di terreno a patto che non sia umido e ben esposto. Il *Crataegus azarolus*, sopporta molto bene la potatura, e quindi gli interventi di questo tipo, saranno mirati per dare la forma voluta in caso di utilizzo come pianta ornamentale, mentre se coltivata per la fruttificazione, si dovranno seguire le tecniche di potatura relative alle piante da frutto. Le piogge sono più che sufficienti

al fabbisogno idrico della pianta e si dovrà intervenire con delle annaffiature di soccorso solo in caso di prolungata siccità. Cosa molto importante, derivante dal fatto che è una pianta rustica, non sono necessari trattamenti.



79 - *Crataegus azarolus* - pianta in fase di crescita, particolare delle foglie e cespuglio

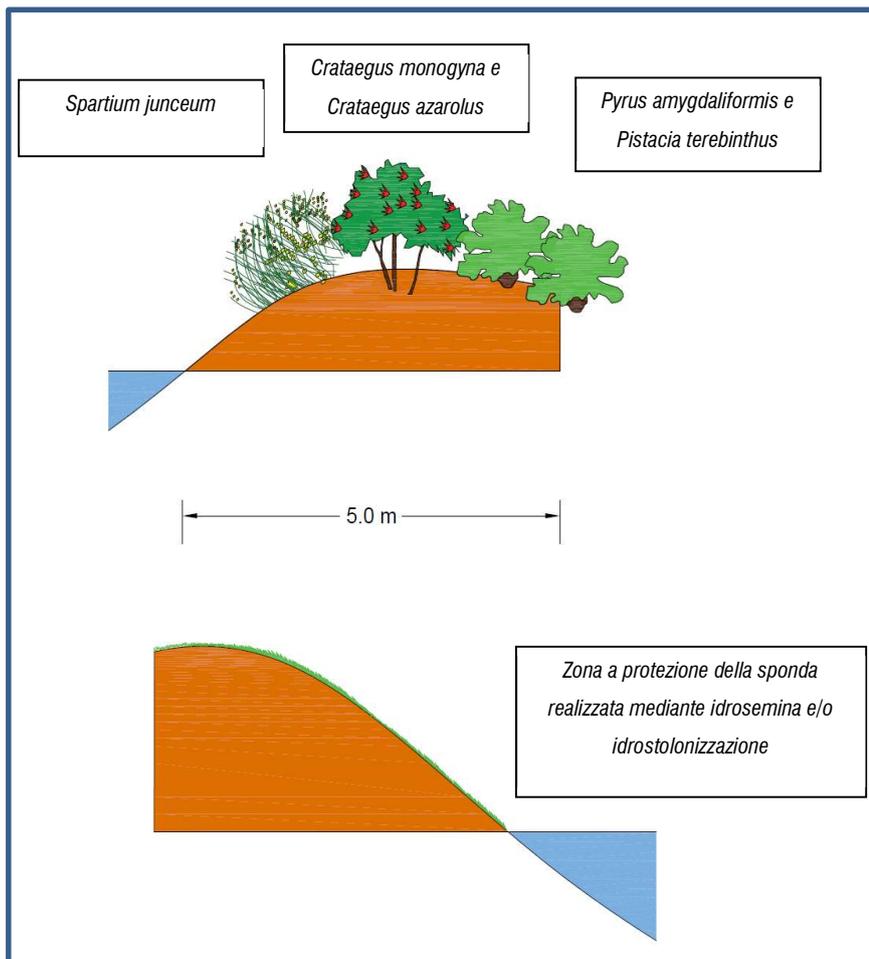
Crataegus monogyna

Grande arbusto o piccolo albero deciduo. Si tratta di una specie a crescita lenta, che raggiunge al massimo gli 8-10 metri di altezza. La chioma è molto ramificata e ha un portamento arrotondato. I rami sono scuri con spine sottili ed appuntite. Le foglie sono da ovali a rombiche con 3-7 lobi profondi. Sono di color verde scuro e lucide sulla pagina superiore, più chiare di sotto. Il biancospino è caratterizzato da un'abbondante e splendida fioritura nel mese di Maggio, composta di fiori bianchi e profumati riuniti in piatti corimbi. Seguono numerosi frutti sferici o ovoidali rosso scuro, lucenti, molto apprezzati dall'avifauna. È presente in tutto il territorio in cespuglietti, siepi, al margine del bosco e in pieno sole. Si adatta a tutti i terreni, resistendo sia alla siccità che all'umidità. Resistente all'inquinamento. Il *Crataegus monogyna* è una varietà indicata per siepi difensive antintrusione. Per le sue caratteristiche ornamentali si può utilizzare anche come esemplare singolo in parchi e giardini, per aree verdi urbane e per viali alberati in città. Visto la rusticità della specie si presta bene anche al rimboschimento di aree incolte, ruderali e zone collinari. È una pianta mellifera.





80 - *Crataegus monogyna* - pianta in fase di crescita, particolare delle foglie e cespuglio



81 - Sezione con ipotesi di rinaturalizzazione delle sponde con inerbimenti mediante idrosemina e piantumazione a scalare di essenze arbustive (fascia di 5 m)

	Codice	Descrizione	U.M.	Q.tà	Prezzo		
RIQUALIFICAZIONE NATURALISTICA LAGHETTI E IMPLUVI	2505001	Ripulitura totale di terreno infestato da cespugliame, mediante tagli eseguiti con mezzi manuali o, al massimo, con ausilio di decespugliatore meccanico a spalla, compreso l'allontanamento e/o bruciatura del materiale di risulta. In terreno mediamente infestato	mq	96200	0,30	€/mq	28.860,00 €
	2505008	Lavorazione di finitura superficiale del terreno, eseguita con attrezzi a denti, con esclusione di attrezzi rotativi ad asse orizzontale, compreso interrimento ammendante organico predistribuito, fino alla completa preparazione del terreno per la posa a dimora delle piante, finitura manuale nelle parti non raggiunte del mezzo meccanico	mq	96200	0,12	€/mq	11.544,00 €
	2507016	Realizzazione di un inerbimento su di una superficie piana o inclinata mediante la tecnica dell'idrosemina consistente nell'aspersione di una miscela formata da acqua, miscuglio di sementi di specie erbacee selezionate e idonee al sito (40 gr./mq), concime organico, collanti e sostanze miglioratrici del terreno; il tutto distribuito in un'unica soluzione con speciali macchine irroratrici a forte pressione (idrosemiatrici), tutto compreso, esclusa solo la preparazione del piano di semina.	mq	9620	7,50	€/mq	72.150,00 €
	AP1	Fornitura e piantagione di essenze arboree o arbustive, in vasetto o alveolo, compresa l'apertura di buca 40 x 40 cm; collocamento a dimora delle piante; compresa la ricolmatura e la compressione del terreno; fornitura e posa di tutore (bambù); prima irrigazione (20 l/pianta); compreso oneri per picchettamento e allineamento.	cad	190000	1,50	cad	285.000,00 €
							397.554,00 €

82 – Computo metrico riqualificazione naturalistica impluvi e laghetti – fonte Assoverde 2022

21. Aree di compensazione

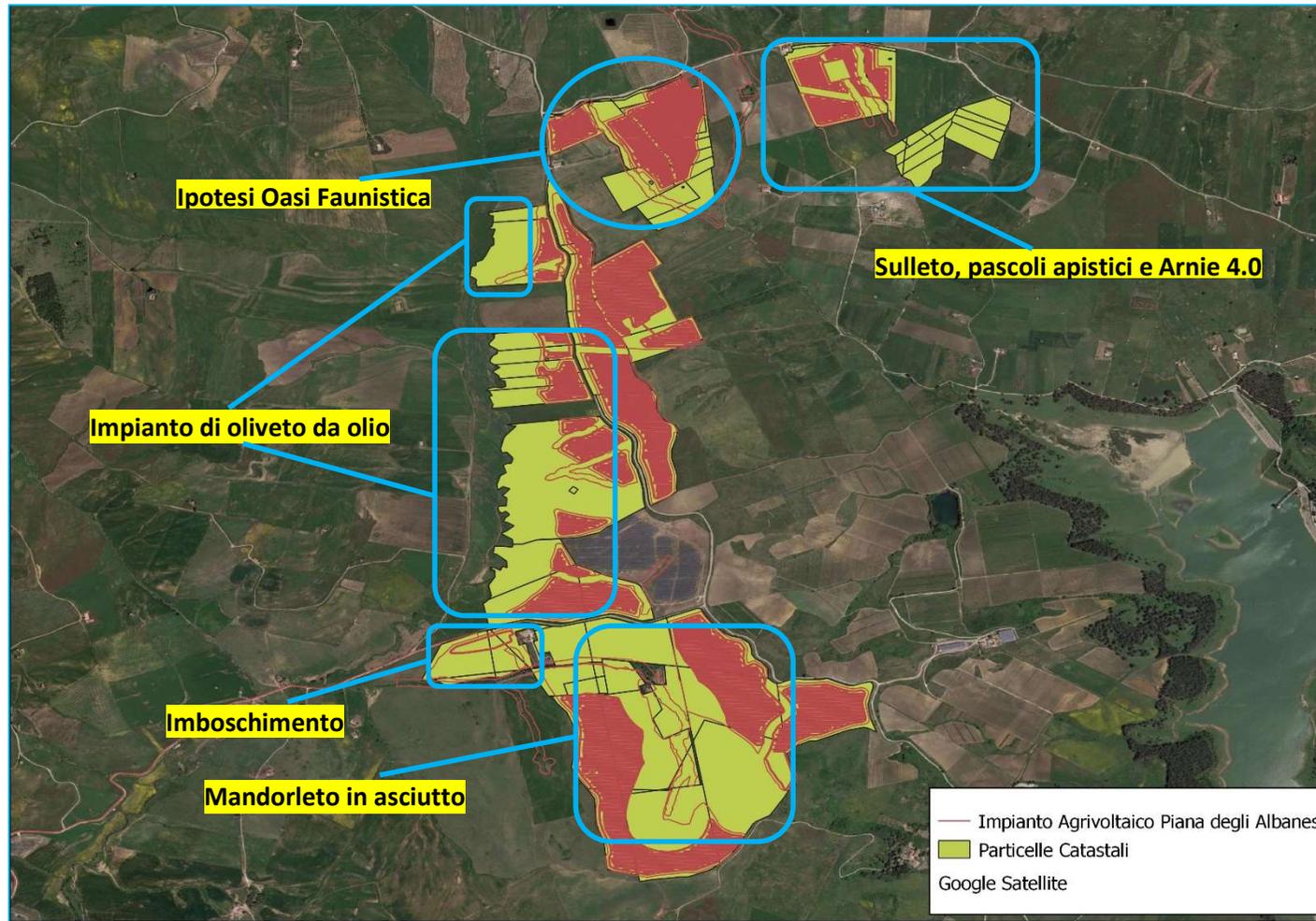
Nell'ambito del presente progetto sono state individuate diverse aree, tutte contrattualizzate, dove non verranno posizionati pannelli fotovoltaici. Tali aree verranno utilizzate come opere di compensazione al fine di integrare nel migliore dei modi il progetto nel contesto paesaggistico e naturalistico in esame.

Ad esclusione di quanto già trattato fino ad ora per le opere di mitigazione e di riqualificazione naturalistica di impluvi e laghetti, le superfici a verde che verranno gestite per tutto il tempo di vita utile dell'impianto saranno pari a circa 88 ettari. Tali zone, dislocate in diverse parti dell'impianto, saranno così ripartite:

- 5 ha come imboschimento;
- circa 35 ha a mandorleto;
- 28 ha a oliveto da olio;
- 9 ha con creazione e mantenimento di un'oasi faunistica
- circa 11 ha impianto a sulleto, inerbimenti con piante mellifere e arnie 4.0.

Oltre agli obiettivi agricoli che di seguito saranno esplicitati (coltivazioni a mandorleto e oliveto in asciutto, sulleto e pascoli apistici), vogliamo portare l'attenzione sul fatto che un tale utilizzo del suolo, senza alcun tipo di impiego di input di sintesi (fertilizzanti chimici e fitofarmaci di sintesi), avrà il compito di perseguire obiettivi di biodiversità in maniera tale da:

- creare habitat vegetazionali ex-novo;
- creare di centri di ripopolamento "naturali" per la fauna selvatica (oasi faunistica);
- impiegare e posizionare arnie anche per l'impollinazione delle piante;
- semina di essenze erbacee tra le essenze arboree per la proliferazione di cibo a favore degli insetti pronubi.



83 – Identificazione delle aree di compensazione all'interno del parco agrivoltaico

La diversità biologica degli organismi viventi che popolano la Terra è da sempre sinonimo di ricchezza, di varietà e di coesistenza delle varie forme di vita. Frutto di un'evoluzione di circa 4 miliardi di anni, la biodiversità è una risorsa fondamentale per la nostra sopravvivenza, e una ricchezza economica e sociale. Ognuna delle specie viventi conosciute, infatti, svolge un ruolo specifico nell'ecosistema in cui vive e proprio in virtù del suo ruolo aiuta l'ecosistema a mantenere i suoi equilibri vitali.

Per questo motivo la scomparsa di anche una sola di queste potrebbe portare ad un'alterazione irreversibile dell'equilibrio ecologico della natura, ma non solo. Le conseguenze si potrebbero ripercuotere anche sui molti beni e servizi che questo capitale naturale ci offre, dal cibo alle materie prime, dalla mitigazione del clima all'acqua, dall'impollinazione alla fertilizzazione delle colture, con impatti significativi sull'economia mondiale.

Si pensi alla biodiversità come un vero e proprio serbatoio di risorse: molte specie di piante selvatiche vengono usate per scopi medicinali come il chinino, usato per curare la malaria, o la morfina utile per la terapia del dolore. Il suolo ospita più un quarto della biodiversità del nostro pianeta. Malgrado ciò circa il 20-30% degli ecosistemi terrestri sono degradati. Quando parliamo di biodiversità, dobbiamo anche - e soprattutto - parlare di perdita di biodiversità, considerata ormai una delle più gravi minacce ambientali a livello mondiale: perdita e frammentazione degli habitat, cambiamenti climatici, sovra sfruttamento delle risorse, introduzione di specie aliene invasive, e inquinamento stanno continuando a danneggiare i sistemi naturali che sostengono la nostra stessa sopravvivenza. In particolare, una delle principali minacce per la conservazione della biodiversità è l'alterazione degli habitat, partendo dalla frammentazione sino a giungerne alla completa perdita, in quanto questa rende difficile l'adeguarsi per le specie che vi vivono.

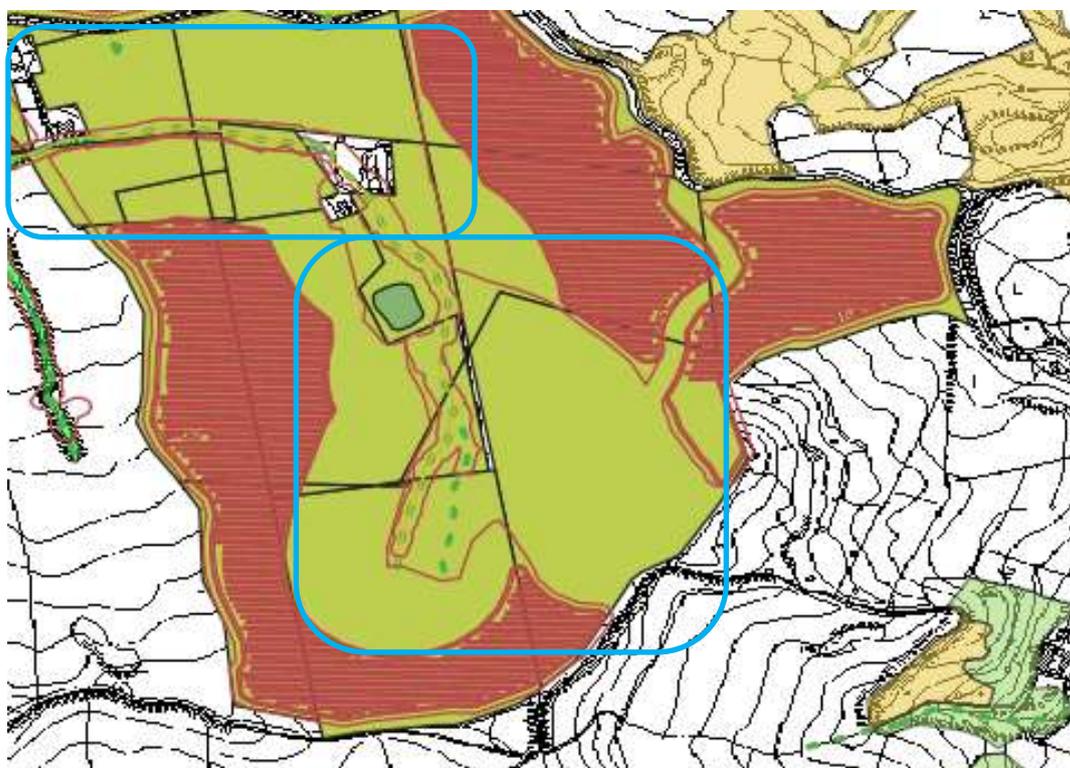
Le popolazioni diventano, quindi, maggiormente vulnerabili alle estinzioni locali poiché la variabilità genetica diviene minore, così come vengono limitati gli spostamenti di immigrazione ed emigrazione. Contenere il più possibile il consumo di suolo, una delle principali cause di degrado di habitat naturali, costituisce quindi una priorità per il nostro paese, viste le molte funzioni vitali che ci offre. Il suolo, infatti, è determinante per la produzione agricola, la crescita della vegetazione, per trattenere, filtrare e moderare il flusso delle acque verso le falde e i corsi d'acqua, rimuovendo contaminanti e riducendo la frequenza e il rischio di alluvioni. Il suolo regola inoltre i flussi energetici da e verso l'atmosfera, mitigando il clima e l'impatto della siccità, senza contare che è habitat di un vastissimo numero di organismi viventi. Il 95% del cibo che produciamo deriva dal suolo; il suolo custodisce più di un quarto della biodiversità del nostro pianeta; degradare e consumare suolo vuol dire ridurre il substrato vitale della nostra specie. La distruzione, il degrado e la frammentazione degli habitat sono causati sia da calamità naturali, sia da profondi cambiamenti del territorio di natura essenzialmente antropica.

In tal senso si inserisce l'idea proposta di creare un'area agricola per la coltivazione di mandorle, olio e contemporaneamente definire e predisporre interventi naturalistici volti alla creazione e il mantenimento

di “oasi”, rispettose dell’ambiente, monitorate per tutto il tempo di vita dell’impianto agrivoltaico, garanti di una biodiversità a rischio e in grado di offrire alla popolazioni animali locali un rifugio e/o un sostentamento in termini di cibo per contrastare l’effetto di anni di monocoltura cerealicola. I comprensori naturalistici che si trovano ad alcuni km di distanza dalle aree del futuro impianto si avvantaggeranno, pertanto, di un ulteriore spazio che fungerà da “polmone” per le varie esigenze di fauna locale.

21.1 Aree di compensazione a mandorleto

Nella parte sud dell’impianto si provvederà ad effettuare una piantumazione con Mandorlo gestite in regime di asciutto. Di seguito viene riportato un estratto con l’identificazione delle aree da coltivare e, a seguire, una breve descrizione del mandorlo e delle sue tecniche di coltivazione.



84 – Layout di impianto zona sud con identificazione aree a mandorleto

La coltivazione del mandorlo in Italia ha un’antica tradizione. È una coltura arborea originaria dall’Asia Centrale, che fu introdotta in Sicilia ad opera dei Fenici, in tempi assai lontani. Dall’Italia, poi, si diffuse in tutti i paesi del Mediterraneo, in particolare in Spagna e Francia. Furono gli Spagnoli a far sbarcare l’albero di mandorle in America, precisamente nel XVI secolo. Gli Stati Uniti, in particolare la California, sono attualmente il primo produttore mondiale. Nel nostro Paese le mandorle si possono coltivare a qualsiasi latitudine, anche se sono le regioni meridionali (Sicilia e Puglia su tutte) a registrare la presenza del maggior numero di mandorleti. Il mandorlo è una specie arborea appartenente alla famiglia botanica delle

Rosaceae, sottofamiglia Prunoideae. Attualmente si distingue il mandorlo dolce (*Prunus dulcis*) dal mandorlo amaro (*Amygdalus communis* o *Prunus amygdalus*). Il mandorlo è una pianta molto longeva.



85 – particolare di una pianta di mandorlo in fioritura

Di solito entra in produzione a partire dal terzo-quarto anno, raggiungendo la massima produttività dopo 20 (fino ai 50 anni). È un albero di sviluppo medio, che non supera i 6-7 metri di altezza e può essere tranquillamente mantenuto basso da un programma di potature corretto ed equilibrato. Il suo apparato radicale è molto esteso e può occupare, infatti, uno spazio anche di 3/4 volte superiore alla chioma. Le radici, anche in terreni difficili, riescono a raggiungere un metro e più di profondità. Questa caratteristica gli consente di essere coltivato anche in terreni poveri e difficili, di scarso valore per le altre colture. Il tronco, nei primi anni di vita, è liscio e dritto, di colore grigio chiaro. Poi, con il passare degli anni, la forma diventa più contorta, la superficie screpolata, il colore grigio-scuro. La ramificazione è fitta, di un marrone tendente al grigio. Il mandorlo fruttifica sui rami dell'anno e sui mazzetti di maggio. Le ramificazioni dell'annata portano sia gemme a fiore che a legno. Le foglie sono caduche e di forma lanceolata, con margini seghettati e lunghe oltre 10 cm. Sono lucide nella pagina superiore, più opache in quella inferiore. Hanno un colore verde intenso e sono molto simili a quelle del pesco. Il mandorlo è uno degli alberi che in natura fiorisce per primo. A seconda della varietà, le prime fioriture si hanno già nel mese di febbraio, prima ancora che sull'albero compaiano le foglie. La fioritura è abbondante e ornamentale. I fiori hanno colorazione bianco-rosata, sono ermafroditi e sono costituiti da 5 petali. Gran parte delle varietà presenti è autosterile, con fenomeni di autoincompatibilità. Per questo motivo, nella coltivazione del mandorlo, è necessario piantare diverse cultivar compatibili tra di loro. È necessaria,

dunque, la presenza dell'impollinatore, un po' come avviene per l'albero di fico. L'impollinazione è entomofila, ossia operata dalle api e altri insetti pronubi.



86 – esempi di integrazioni di arnie con piante di mandorlo per l'impollinazione entomofila

Di frequente, per migliorare l'impollinazione, si sistemano delle arnie in mezzo al mandorleto in fiore. Si crea così uno scambio: le api aiutano l'impollinazione e l'albero assicura loro il polline in un periodo dell'anno scarso di altre fioriture. Negli ultimi anni, comunque, la ricerca scientifica ha prodotto delle varietà autofertili che non hanno bisogno di impollinazione e, pertanto, potrebbe essere auspicabile optare per una soluzione pratica e superare l'ostacolo impollinazione entomofila. I frutti della coltivazione del mandorlo drupe ovoidali, al più allungate, composte da un mallo verde e carnoso, solitamente peloso, a volte glabro. Il mallo custodisce il guscio, denominato endocarpo, di consistenza legnosa e superficie bucherellata. Il guscio può essere duro o fragile. All'interno del guscio si trovano i semi (mandorle) commestibili, ricoperti da una sottile pellicina (tegumento) di colore bruno-rossiccia. Questo seme è formato da due cotiledoni bianchi uniti tra loro, che contengono tra l'altro, molto olio. Le mandorle giungono a maturazione dalla fine di agosto e per tutto il mese di settembre.

Mandorlo: operazioni colturali

Lavori di impianto e gestione del suolo: Per una buona riuscita della coltura del mandorlo i migliori terreni sono quelli franchi, non asfittici e con una buona capacità di smaltimento delle acque in eccesso. Dopo aver individuato l'appezzamento dove eseguire l'impianto del mandorlo, si procederà allo spianamento della superficie con una pendenza variabile tra l'1 ed il 3 %, necessaria al deflusso dell'acqua

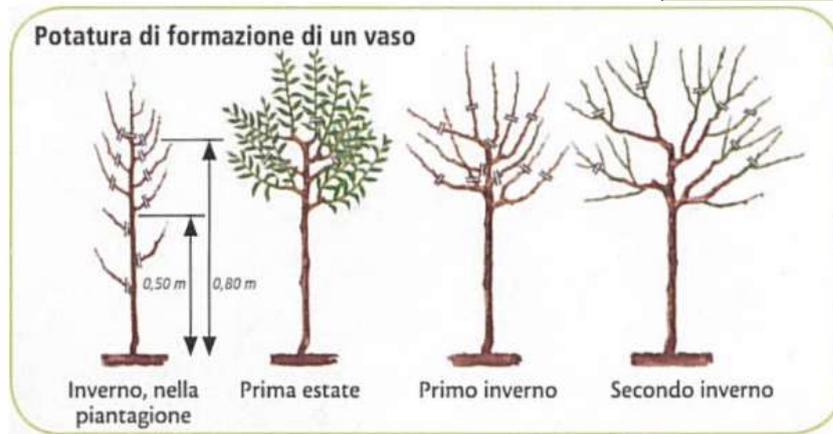
(ove necessario). Quindi verrà effettuato lo scasso del terreno, ad inizio estate, con aratri ripuntatori o con monovomeri ad una profondità variabile tra gli 50 – 60 cm. In autunno si eseguirà una aratura ad una profondità variabile tra 20 e 25 cm, con la quale verranno interrati i concimi minerali ed il letame. Successivamente si provvederà allo sminuzzamento delle zolle con una o più frangizollature. Nella coltivazione del mandorlo, sia essa in biologico o in convenzionale, grande attenzione andrà riposta alla corretta gestione del suolo. La gestione del suolo e le relative tecniche di lavorazione saranno finalizzate al miglioramento delle condizioni di adattamento delle colture per massimizzarne i risultati produttivi, favorire il controllo delle infestanti, migliorare l'efficienza dei nutrienti riducendo le perdite per lisciviazione, ruscellamento ed evaporazione, mantenere il terreno in buone condizioni strutturali, prevenire erosione e smottamenti, preservare il contenuto in sostanza organica e favorire la penetrazione delle acque meteoriche. Le migliori caratteristiche pedologiche affinché si favorisca una buona espansione dell'apparato radicale del mandorlo risultano essere: una profondità utile alle radici di circa 75 cm, un buon drenaggio, una tessitura moderatamente fine, un pH compreso tra 7.0 e 8.5, una dotazione di calcare attivo compreso tra il 7 e 10 %, ed una salinità (mS/cm) inferiore a 3. La non lavorazione del terreno e/o l'inerbimento sono tecniche molto diffuse nei mandorleti. Per i primi 2 anni dopo l'impianto il terreno non verrà lavorato. A partire dal terzo anno, invece, verrà seminata una coltura erbacea o verranno lasciate sviluppare le erbe spontanee. A seguito della produzione del seme da parte delle malerbe infestanti, il tappeto erboso (15-20 cm) verrà sfalciato molto basso per ottenere un manto pulito, in modo da agevolare le operazioni di raccolta di fine estate.

Sistemi e distanze di piantagione: Per la messa a dimora delle piante sarà utilizzato un sesto d'impianto di 5m x 5m, pari a 400 piante ad ettaro, che successivamente saranno impalcate a 80 cm da terra con la costituzione di 4 o 5 branche a vaso. Le piante saranno collocate su due file parallele, distanti tra loro 4,5 m, ma la disposizione dei mandorli tra loro sarà a "triangolo".

Gestione colturale: La fertilizzazione sarà condotta con l'obiettivo di garantire produzioni di elevata qualità e in quantità economicamente sostenibili, nel rispetto delle esigenze di salvaguardia ambientale, del mantenimento della fertilità e della prevenzione delle avversità. Essa, pertanto, dovrà tener conto delle caratteristiche del terreno e delle esigenze della coltura. Nella fase di impianto sarà eseguita una buona concimazione avendo cura di fornire un adeguato apporto di sostanza organica. I quantitativi di macroelementi da apportare saranno successivamente calcolati adottando il metodo del bilancio, sulla base delle analisi chimico-fisiche del terreno e avendo cura di ripeterle ogni 4-5 anni per valutare la mobilità dei nutritivi ed eventualmente apportare correzioni e/o ammendamenti. Per quanto concerne le

pratiche di difesa queste saranno impiegate solo ed esclusivamente con prodotti registrati per tale uso e esclusivamente effettuati al superamento di una soglia critica definita “di tolleranza”, oltre alla quale cioè la pianta andrebbe incontro a moria. La lotta, pertanto, andrà affrontata non mediante l’ausilio di prodotti chimici ma favorendo le difese naturali della pianta, favorendo tutte quelle pratiche per il mantenimento di un giusto equilibrio (ad esempio con la tecnica della potatura per evitare il protrarsi di condizioni di clima caldo-umido l’interno del mandorlo che quasi sicuramente favorirebbero il proliferare di stress biotici).

Potatura del mandorlo: Una forma di potatura molto diffusa di allevamento del mandorlo è quella a vaso in forma libera (potatura di formazione), che prevede lo sviluppo di 4 o 5 rami maestri. Per formare un vaso, come accennato in precedenza, bisogna accorciare il pollone a 80-90 cm di altezza, durante l’inverno della piantagione. Si eliminano tutti i rami anticipati sotto i 50 cm e quelli che sono più in alto si potano sopra le gemme della base. Queste gemme conservate germoglieranno durante la primavera e ciascuna produrrà un germoglio. L'estate successiva alla piantagione, si selezioneranno 4 o 5 germogli la cui lunghezza è compresa tra i 40 e i 50 cm (a 15 cm di distanza dall'asse), scelti per il loro vigore, la loro distribuzione regolare attorno all'asse e l'angolo aperto che forma ognuno con quest'asse. Questi germogli si conserveranno interi, mentre, durante il primo inverno dopo la piantagione, si elimineranno dalla base tutti i germogli non selezionati. Durante la seconda primavera, si formeranno ramificazioni che si trasformeranno in rami secondari. Alla fine del secondo inverno successivo alla piantagione, si elimineranno le ramificazioni che possano avere un doppio uso o causare confusione (affastellamento). I prolungamenti dei rami principali si accorceranno di circa 1/3 della loro lunghezza, poiché una potatura più drastica pregiudicherebbe la rapidità della messa a frutto e la produttività delle varietà recenti. Si dovranno eliminare tutti i succhioni dal cuore dell'albero, i rami morti e quelli che sono improduttivi.



87 – potatura di formazione del Mandorlo

Raccolta del mandorlo: La maturazione delle mandorle si identifica con la deiscenza dei mali sull'albero che ha inizio nella seconda decade di agosto, per le cultivar precoci, e termina alla terza decade di settembre, per le cultivar più tardive. Il mandorlo riesce sempre ad alimentare tutti i suoi frutti, perfino in un'annata di forte produzione e di scarse precipitazioni; pertanto, non si verifica il fenomeno dell'alternanza, tipico degli alberi a semi; per la stessa ragione, non si eseguono neanche i diradamenti dei frutti. L'indice di maturità coincide con il momento in cui cominciano a schiudersi i mali posti nelle parti più interne e più ombreggiate. Nei primi anni di produzione quando le piante sono ancora di modeste dimensioni, le mandorle vengono raccolte a mano (brucatura). Su impianti adulti la raccolta si effettua sia con metodi tradizionali (bacchiatura) che quella meccanica (il distacco dei frutti viene operato da macchine scuotitrici che agiscono per percussione).



88 – esempi di macchine operatrici per la raccolta delle mandorle ad uso intensivo

Analisi dei costi

Mandorleto (area di compensazione sud)		
<i>Designazione dei lavori</i>	<i>Sup. stimata/Q.tà</i>	<i>Stima dei costi</i>
Lavorazione del terreno con mezzo meccanico alla profondità di cm. 50-60	35 ettari	30.000 €
Frangizollatura con erpice a dischi o a denti rigidi da effettuare nell'impianto di fruttiferi in genere	35 ettari	14.500 €
Leggera sistemazione superficiale di terreni con lama livellatrice portata/trainata da trattrice, da effettuare nell'impianto di fruttiferi in genere	35 ettari	9.500 €
Concimazione minerale di fondo con fertilizzanti fosfatici e potassici, da eseguirsi in preimpianto dell'arboreto o di riordino per reinnesto (agrumeti, oliveti, frutteti, vigneti, ecc.) nella quantità e tipi da specificare in progetto, caso per caso con un piano di concimazione, previa analisi fisico-chimica dell'appezzamento	35 ettari	22.000 €
Acquisto e trasporto di tutore in legno, in canna di bambù o in materiale plastico per l'allevamento delle piante di fruttiferi, agrumi ed olivo, in forme libere e appoggiate, quale sostegno dell'intera pianta o per l'ausilio nella formazione dell'impalcatura portante, esclusa la messa in opera: sez. mm. 8-10, altezza m. 1,20	14000	9.000 €
Protezione individuale di giovani piantine messe a dimora in zone sottoposte all'azione del vento, della salsedine od al morso della fauna stanziale, realizzata mediante rete frangivento in plastica a maglia fitta mm. 1,5 x 1,5, del diametro di 20 cm., alta m. 1,00, montata con un supporto costituito da tre canne di bambù del diametro 8-10 mm. ed h. = 1,30 m	14000	38.500 €
Acquisto di fruttiferi innestati autofertili: — mandorlo nano in vaso 20, h. 0,60-0,80 m, pianta innestata di 2 o 3 anni.	14000	95.000€
Messa a dimora di fruttiferi a radice nuda, innestati o autoradicati, compreso trasporto delle piante, squadratura del terreno, formazione buca, messa a dimora (compreso reinterro buca e ammendante organico), paletto tutore e la sostituzione delle fallanze nella misura massima del 5%	14000	43.500 €
TOTALE DEI COSTI 1° ANNO		262.000 €

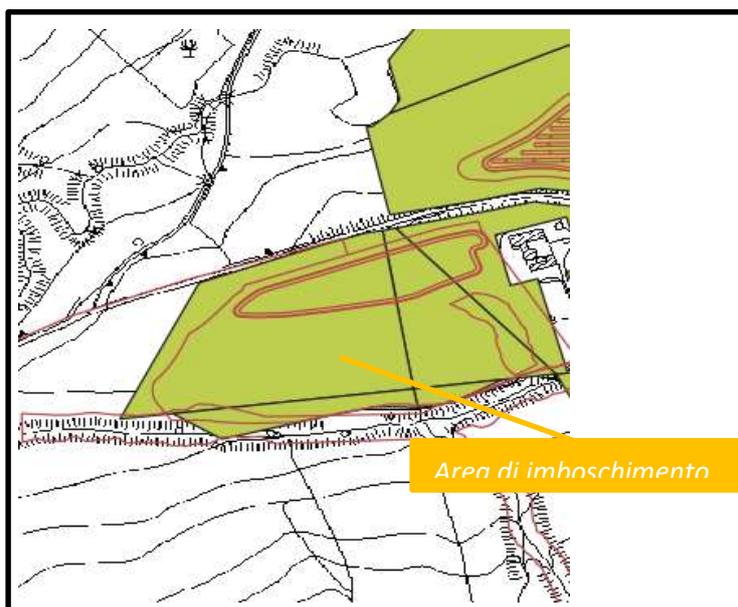
Per ciò che concerne i costi di raccolta quando le piante saranno in una fase tale da consentirla (probabilmente già dal 3° anno dall'impianto) si prevede di effettuare tale pratica con soli mezzi meccanici. Le macchine operatrici sopra illustrate consentono di raccogliere un ettaro di mandorleto, anche ad uso superintensivo, nell'arco di poche ore (rispetto, per esempio, alle cinque giornate lavorative di operai specializzati muniti di scuotitori a spalla e reti per raccogliere un ettaro di mandorleto intensivo). La stima del costo di un tale intervento, rivolgendosi ad un contoterzista, ammonta a circa **450-500 €/ha**; stima che, comunque, il differenziale tra il basso costo di produzione delle mandorle e il prezzo di mercato ripaga abbondantemente.

Impianto	Superficie coltivata	Produzione (media di 8 kg/pianta)	Prezzo unitario	Ricavo lordo
Mandorleto	35 ettari	112.000 kg	1.80 €/kg	201.600,00 €

89 – ipotesi del ricavo lordo derivante dalla coltivazione del Mandorlo

21.2 Aree di compensazione a oliveto da olio e ipotesi di imboscamento

Nella zona ovest dell'impianto, è contrattualizzata e, pertanto, risulta nelle disponibilità della società energetica, un'area di circa 22 ettari che confina con alcuni lotti ove sarà realizzato l'impianto agrivoltaico. Tale superficie, al netto delle aree di mitigazione e delle zone vicine agli impluvi che saranno oggetto di rinaturalizzazione, sarà suddivisa in un intervento di piantumazione di *Olea europea* (che avrà il compito di "prolungare" la fascia di mitigazione e in una operazione di imboscamento per la creazione "ex-novo" di un polmone verde. In merito agli interventi di creazione della zona olivicola si rimanda al par. 19 del seguente studio agronomico, dove sono riportate sia le tecniche di impianto che il calcolo dei relativi costi di gestione durante il primo anno. Si riporta sotto, altresì, la cartografia relativa al dislocamento degli interventi menzionati. Di seguito, invece, il progetto di imboscamento in funzione dell'area individuata.



90 – Layout di impianto zona ovest con identificazione area di imboscamento

Intervento di imboscamento

In relazione alle opere di compensazione ambientale si riporta di seguito il progetto esecutivo di tali interventi che interessano il parco agrivoltaico in agro di Piana degli Albanesi (PA). Come intervento di compensazione ambientale viene proposta una riforestazione di 5 ettari. La scelta dell'area è ricaduta in tale zona in quanto le superfici erano nella disponibilità della società energetica e le zone di terreno da imboscire, per morfologia, giacitura ed esposizione, rappresentano una occasione per ricreare un polmone verde in una zona priva di alberature d'alto fusto, dove la litologia del substrato esistente gioverebbe di un consolidamento attraverso il sistema di radici profonde delle piante che andranno inserite. Con il termine riforestazione (anche se sarebbe più corretto parlare di imboscamento nel nostro caso) si intende, in generale, la costituzione di una copertura forestale attraverso mezzi naturali

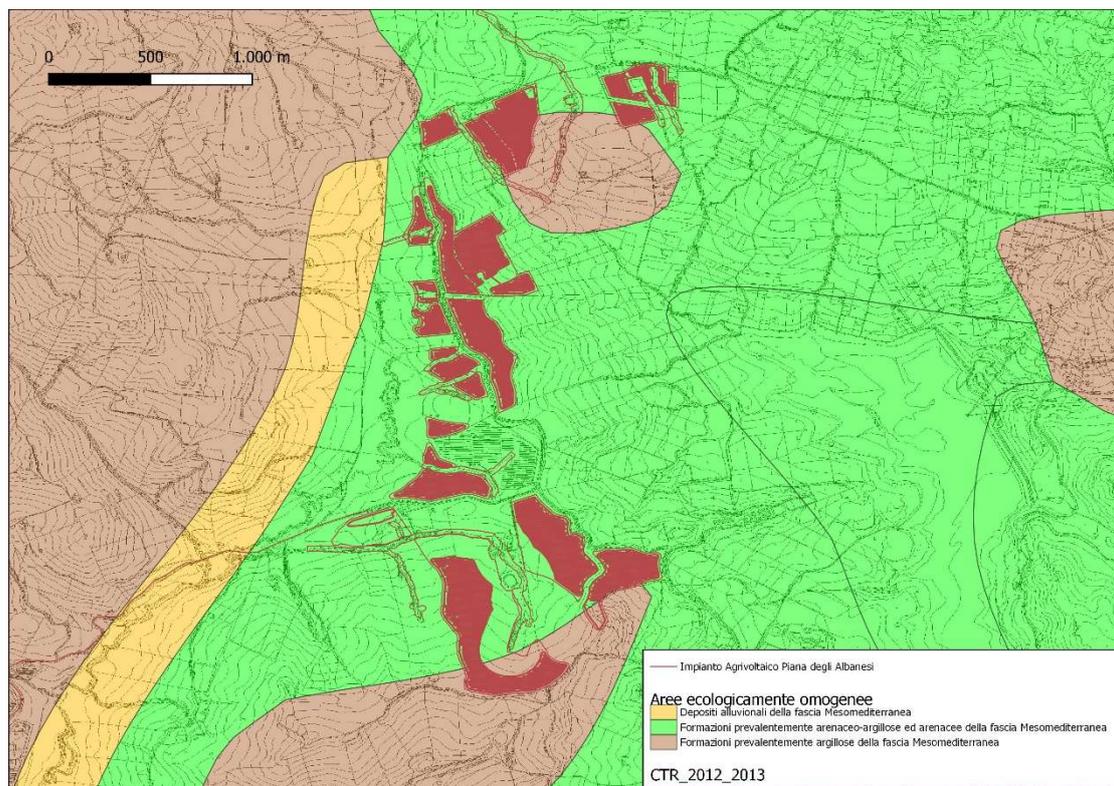
(riproduzione gamica e agamica) o artificiali (piantazione, semina). L'attività di imboscamento che si propone, ubicata in aree limitrofe al parco e identificata nelle planimetrie di progetto, sarà finalizzata alla costituzione di un soprassuolo di alta qualità per la creazione "ex-novo" di un sistema boschivo naturale che nel corso degli anni diverrà autosufficiente. Per stabilire quali siano le specie, sia esse arboree che arbustive, da impiegare nelle opere di imboscamento, si deve inquadrare inizialmente il territorio in esame in relazione alla Carta delle Aree ecologicamente omogenee della Sicilia riferite al layout di progetto. Per la redazione della carta delle aree ecologicamente omogenee, il territorio regionale è stato caratterizzato in funzione della litologia e delle caratteristiche bioclimatiche utilizzando i seguenti strati informativi in scala 1: 250.000:

- litologia derivata dalla carta dei Suoli della Sicilia (FIEROTTI, 1988);
- bioclima di Rivas Martines, derivato dall'Atlante Climatologico della Sicilia (DRAGO, 2005).

La distribuzione delle aree ecologicamente omogenee rispecchia quella dei substrati litologici e risulta fortemente legata ai principali rilievi regionali. Infatti, anche se all'interno di aree ecologicamente omogenee caratterizzate da uno stesso litotipo esistono differenze climatiche talvolta consistenti, marcate dai differenti termotipi, il fattore che ha concorso di più nella determinazione delle aree ecologicamente omogenee è il substrato litologico. Le aree ecologicamente omogenee più rappresentate nel territorio siciliano risultano le formazioni prevalentemente argillose della fascia termomediterranea (21,37%) e mesomediterranea (13,77%) e i depositi alluvionali della fascia termomediterranea (10,07%). Quelle meno rappresentate, con percentuali inferiori all'1% del territorio regionale, sono, in ordine decrescente, i depositi alluvionali della fascia mesomediterranea, le formazioni metamorfiche della fascia supramediterranea, le formazioni carbonatiche della fascia supramediterranea, le formazioni prevalentemente arenaceo-argillose ed arenacee della fascia supramediterranea, le vulcaniti e rocce dure della fascia oromediterranea, le formazioni prevalentemente argillose della fascia supramediterranea e le vulcaniti e rocce dure della fascia crioromediterranea (queste ultime rappresentate esclusivamente dalla parte sommitale dell'Etna).

Le aree del parco agrivoltaico ove sono presenti gli impianti, per la carta delle Aree Ecologicamente Omogenee della Regione Sicilia, rientrano nelle formazioni prevalentemente argillose della fascia mesomediterranea e in quelli prevalentemente arenaceo-argillose ed arenacee della fascia mesomediterranea. Considerando, poi, il "Piano Forestale Regionale" Sicilia 2013-2018 (attualmente in vigore), al Documento di indirizzo "A", i dati sopra riportati che descrivono le aree ecologicamente omogenee, tenendo presente che la maggior parte delle specie sono indifferenti al substrato geopedologico e che la costituzione aree a verde servirà ad una continuità non solo paesistica ma fondamentalmente ecologico-funzionale, è stato possibile identificare le tipologie di piante, sia esse arbustive che arboree (conifere e latifoglie), idonee ad essere collocate nei siti di impianto. La scelta di tali specie è stata fatta sia sulla base del Documento di indirizzo "A" del Piano Forestale Regionale PFR

2009-2013 che dell'elenco delle specie autoctone delle Sicilia divise per zone altimetriche e caratteristiche edafiche di cui alla Sottomisura 4.4 Operazione 4.4.3, Allegato 11 PSR Sicilia 2014-2020.



A corollario del lavoro di analisi delle vocazionalità territoriali e delle priorità individuate nel territorio in esame, partendo dalla ricca diversità di specie arboree forestali dell'isola, l'analisi ha riguardato la scelta di elementi vegetale in funzione del loro possibile impiego (rimboschimento e/o arboricoltura da legno) per ciascuna delle aree ecologicamente omogenee determinate. Sostanzialmente la scelta delle specie è ricaduta fra quelle appartenenti alla vegetazione autoctona rinvenibile in tali aree. Le specie più rappresentate di cui si propone l'utilizzo all'interno delle aree di progetto sono quelle più plastiche e con maggiore adattabilità ai diversi ambienti siciliani ed in particolare nelle zone interessate al parco agrivoltaico. Le conifere proposte per l'utilizzo mostrano elevate frequenze d'impiego. Fra le latifoglie le frequenze più elevate si riscontrano per il genere *Quercus* spp.. Come per le arboree, le specie arbustive più plastiche da un punto di vista ecologico (*Olea europea* var. *sylvestris*, *Pistacia terebintus*, *Pyrus amygdaliformis*, *Spartium junceum*, *Rosa* spp., ecc..) presentano le maggiori frequenze d'impiego nelle diverse aree. La costituzione delle coperture forestali favorirà un recupero, in tempi relativamente brevi, della funzionalità ecologica del territorio, alterata o perduta in seguito ai processi di degrado di vario tipo. In zone aride e semi-aride come quelle in esame, seppure la copertura arborea non abbia influenze tali da trasformare il clima generale di una regione, potrà comunque determinare influenze mitigatrici sul clima di zone limitate e vicine, ad esempio attraverso l'azione di contrasto nei confronti dei venti e la riduzione della perdita di umidità del suolo per evaporazione diretta (desertificazione) e per la traspirazione delle

essenze vegetali. L'obiettivo selvicolturale sarà finalizzato alla creazione di un "polmone verde" in un'area ubicata in prossimità del parco agrivoltaico. La superficie da impiantare avrà una estensione di circa 50.000 m². Il sesto d'impianto che si impiegherà sarà 3x3 (1100 piante/ha) e, pertanto, saranno piantumati in totale 5500 alberi. La scelta di un tale sesto corrisponde ad un impianto a densità media in grado di sviluppare piante con tronchi dritti. La disposizione sul terreno avrà una disposizione regolare con file sfalsate e andamento sinusoidale caratterizzato da una distanza media di metri 3 sulla fila e metri 3 tra le file. Nell'ottica della realizzazione di un lavoro come quello in esame, la lavorazione del suolo, intesa come preparazione del substrato di radicazione e sviluppo, avrà come obiettivo principale il miglioramento delle caratteristiche fisico-chimiche e della disponibilità idrica a partire dalle prime fasi di impianto. La lavorazione meccanica da effettuare sarà prevalentemente andante e sarà estesa a tutta la superficie ed eseguita con macchine operatrici di idonee dimensioni e potenze (evitando di andare a caricare troppo con mezzi pesanti e ingombranti che accentuerebbero i fenomeni di compattazione). La messa a dimora delle piante sarà, quindi, preceduta dalla pulizia della vegetazione erbaceo-arbustiva invadente, eventualmente presente, effettuando un decespugliamento andante su tutta la superficie, mediante trinciatura con apposita macchina operatrice e taglio. Si procederà con un decespugliamento localizzato, a strisce (su terreni con pendenza < 40 %) e a buche (su terreni con pendenza < 60 %) intorno alla piantina. Seguirà lo spietramento per i terreni pietrosi o per asportare il materiale litoide venuto in superficie attraverso le operazioni di preparazione. La preparazione del piano di lavoro si concluderà con il livellamento della superficie. A questo punto seguirà la lavorazione vera e propria del terreno, distinta in principale, secondaria e di affinamento. Per quanto riguarda la lavorazione principale, questa prevedrà un'aratura profonda o, se le condizioni edafiche lo consentiranno, una rippatura. Seguiranno la lavorazione secondaria e quella di affinamento, nel caso in cui siano presenti ancora zolle grossolane. Dopo di ciò si procederà alla lavorazione localizzata del terreno. Per la realizzazione dell'impianto, dopo aver provveduto al picchettamento delle file (squadatura) secondo le distanze relative al sesto d'impianto cui si è già fatto cenno, si procederà con l'apertura manuale della buchetta di cm 20 di larghezza x 25 cm di profondità, da eseguirsi con apposita trivella portata. Nel mettere a dimora la vegetazione sarà importante evitare i punti del terreno con scarsa profondità in modo da consentire lo sviluppo ideale dell'apparato radicale che si tradurrà negli anni in garanzia di attecchimento. Lo sviluppo delle conoscenze scientifiche e le innumerevoli esperienze maturate in questo campo indicano quale migliore strategia forestale la realizzazione di popolamenti misti, con impiego di componenti arboree e arbustive, con l'importante ruolo di quelle arbustive come specie "preparatorie e miglioratrici" in terreni fortemente degradati. La scelta delle specie da impiantare dovrà conciliare le loro preferenze ecologiche con le possibilità di adattamento alle condizioni ambientali. Le specie indigene o autoctone daranno maggiore affidamento: in particolare sarà valutata la possibilità di ricorrere a ecotipi locali provenienti da aree il più vicino possibile, in termini geografici/ecologici, all'area da imboscire. L'attuale prospettiva fa riferimento ad orientamenti culturali

che, per loro natura, tenderanno ad ampliare quanto più possibile la scelta delle specie tra quelle che per evoluzione naturale tenderebbero a insediarsi nel sito. Il rapporto tra le specie arboree e arbustive impiegato sarà indicativamente di 4/1 (saranno piantumate circa 1400 piante arbustive) e il materiale vivaistico avrà dei requisiti tecnici specifici. Il rinterro manuale verrà predisposto utilizzando il terreno fine precedentemente scavato e riposto lateralmente allo scavo. L'interramento delle pianticelle in profondità non supererà in nessun caso il colletto delle stesse. Inoltre, per ogni individuo vegetale, verranno forniti un tutore per consentirne la crescita verticale, un nontessuto in fibra di cocco per il controllo delle malerbe infestanti per la salvaguardia delle giovani piante e uno shelter biodegradabile per limitare l'impatto del vento e danni da parte della fauna selvatica. Una volta introdotta la piantina, il terreno attorno al colletto andrà compattato in modo da non lasciare punti di discontinuità tra il suolo e il pane di terra, per evitare rischi di disseccamento della piantina stessa. L'epoca ottimale per l'impianto sarà tra la fine dell'inverno e l'inizio della primavera (indicativamente tra marzo e aprile), in ogni caso sempre prima della ripresa vegetativa delle piante. Ogni pianta, infine, sarà concimata con un fertilizzante di tipo "starter" e alla base dello scavo verrà posizionata una pastiglia di un prodotto nutrizionale per lo sfruttamento della tecnologia "Osmocote", affinché il concime svolga la propria funzione anche a parecchi mesi dall'impianto.

L'utilizzo di piantine con pane di terra determinerà:

- praticità di utilizzo;
- impiego in un ampio arco di mesi: in pratica quasi tutto l'anno, salvo i periodi più caldo-aridi e quelli in cui il terreno è gelato, è possibile effettuare i trapianti;
- possibilità di conservazione del materiale vivaistico per lunghi periodi con pochi e semplici accorgimenti, senza il rischio di comprometterne la vitalità;
- minor trauma da trapianto dopo la messa a dimora nel terreno in campo, con percentuali di attecchimento mediamente maggiori.

Le essenze vegetali da inserire nelle opere di riforestazione saranno acquistate da quelle in commercio dotate "Passaporto delle piante CEE", così come previsto dal D.M. 31 gennaio 1996 in attuazione delle direttive comunitarie in materia fitosanitaria. Per quanto riguarda la biodiversità e la provenienza del materiale vivaistico impiegato, saranno inserite piantine di provenienza locale, sicura e documentabile. Le piantine risponderanno a quanto previsto dalle leggi vigenti in materia di produzione e commercializzazione di materiale forestale di propagazione (in particolare il D. Lgs. 386/2003 e la sua norma regionale di attuazione, D.G.R. 3263 del 15/10/2004).



91 - Nontessuto con fibre biodegradabili per il controllo delle malerbe infestanti post-trapianto



92 - Manicotto di protezione per le piante, biodegradabile al 100%

La scelta delle piante per la riforestazione

La creazione di un polmone verde, autosufficiente nell'arco di alcuni anni, potrà offrire riparo e cibo alla fauna selvatica, soprattutto a quella parte di avifauna legata ad una attività di tipo migratorio. La scelta delle piante è stata condotta considerando sia le affinità alle caratteristiche del sito che la vocazionalità al fine di determinare un buon equilibrio ecologico e una certa stabilità vegetazionale. Verranno impiegate piante arboree appartenenti sia alle latifoglie che alle conifere e piante arbustive a completamento dell'intervento di creazione ex-novo di una copertura boschiva. Di seguito si riportano le considerazioni tecnico-pratiche e i relativi riferimenti che hanno determinato la scelta delle essenze da impiegare nelle opere di riforestazione. Per le specie arboree, la scelta è ricaduta su quattro essenze: due latifoglie (*Fraxinus ornus* e *Quercus ilex*) e due conifere (*Pinus halepensis* e *Cupressus sempervirens*). Le specie arbustive da piantumare saranno: *Olea europea* var. *sylvestris*, *Rhamnus alaternus* e *Spartium junceum*. Grazie alla classificazione delle superfici boscate secondo i tipi forestali, i boschi della Sicilia sono stati suddivisi in unità principali (tipo forestale) distinte su base floristica, ecologica, dinamica e selvicolturale.

I tipi forestali sono, a loro volta, raggruppati in unità gerarchiche superiori (Categoria forestale), individuate su base fisionomica, successivamente distinte in unità inferiori (sottotipi e varianti), in funzione della variabilità stagionale o di composizione specifica delle specie arboree normalmente accessorie. Per ogni tipo forestale sono stati redatti il diagramma edafico e il diagramma quota-esposizione. Il diagramma edafico pone in relazione le disponibilità di elementi nutritivi con il bilancio idrico individuando, così, uno spazio fisico che rappresenta l'insieme dei gruppi ecologici presenti all'interno di un tipo. Le voci del diagramma sono le seguenti:

in ordinata: XX = iperxerofilo; X = xerofilo; MX = mesoxerofilo; M = mesofilo; MH = mesoigrofilo.

In ascissa: a = acidofilo; na = mesoneutrofilo; nc = neutrocalcifilo; ca = calcifilo e/o carbonatico.

Si fa presente che le aree interessate al progetto del parco agrivoltaico, in relazione alla carta delle aree ecologicamente omogenee della Regione Sicilia, appartengono all'unità 16 e all'unità 19.

	Aree ecologicamente omogenee																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
<i>Abies nebrodensis</i>														R									
<i>Cedrus atlantica</i>				AM/R	AP/R				AM/R				AM/R	AM/R									
<i>Cupressus arizonica</i>			AM/R					AM/R	AM/R	AM/R	AM/R	AM/R	AM/R										
<i>Cupressus sempervirens</i>			AM/R					AP/R	AP/R	AM/R	AM/R	AM/R	AM/R										
<i>Cupressus macrocarpa</i>			AM/R					AM/R	AM/R	AM/R	AM/R	AM/R	AM/R										
<i>Pinus halepensis</i>	AM/R	AM/R	AM/R	AM/R				AM/R	AM/R	AM/R	AM/R	AM/R	AM/R										
<i>Pinus pinea</i>	AM/R	AM/R	AM/R	AM/R				AM/R	AM/R			AM/R	AM/R		AM/R	AM/R					AM/R	AM/R	
<i>Pinus pinaster</i>	AM/R	AM/R	R	R										R							AM/R	AM/R	
<i>Taxus baccata</i>														R			R						
<i>Pinus laricio</i> Loudon subsp. <i>calabrica</i>				AM/R	AM/R									AM/R			AM/R				AM/R		AM/R

93- Elenco delle specie di conifere idonee in interventi di rimboscimento e imboschimento (R), arboricoltura per produzione di legno di massa (AM), per produzione di legname di pregio o in entrambi (AM/R, AP/R) per le aree ecologicamente omogenee individuate.

Aree ecologicamente omogenee																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
<i>Acer campestre</i>			AP/R	AP/R	AP/R				AP/R				AM/R	AM/R		AM/R	AM/R		AM/R	AM/R			
<i>Acer pseudoplatanus</i>				AP/R	AP/R				AP/R					AP/R		AP/R	AP/R		AP/R	AP/R			
<i>Acer monspessulanum</i>					R								R	R					R				
<i>Acer obtusatum</i>				R	R														R	R			
<i>Castanea sativa</i>				AP/R	AP/R				AP/R				AP/R	AP/R		AP/R	AP/R					AP/R	AP/R
<i>Celtis australis</i>	R	R						R	R				R	R	R	R		R	R				
<i>Celtis tourneforti</i>	R	R																					
<i>Ceratonia siliqua</i>	R	R	R					R		R	R	R	R	R	R			R					
<i>Fagus sylvatica</i>					R									R			R			R			
<i>Fraxinus excelsior</i>														AP/R		AP/R	AP/R						
<i>Fraxinus ornus</i>			AM/R	AM/R	AM/R			AM/R	AM/R			R	R		R	R		R	R				
<i>Fraxinus oxycarpa</i>												AM/R	AM/R		AM/R	AM/R							
<i>Ilex aquifolium</i>														R		R	R						
<i>Juglans regia</i>				AP/R	AP/R				AP/R				AP/R		R	R				AP/R			AP/R
<i>Platanus orientalis</i>																						R	R
<i>Populus tremula</i>					AM/R			AM/R	AM/R								AM/R						R
<i>Populus nigra</i>		AM/R		AM/R				AM/R	AM/R			AM/R	AM/R		AM/R	AM/R				AM/R		AM/R	AM/R
<i>Prunus avium</i>					AP/R									AP/R			AP/R			AP/R			AP/R
<i>Quercus cerris</i>					R				R				R	R		R	R		R	R		R	R
<i>Quercus coccifera</i>								R				R	R	R									
<i>Quercus ilex</i>			R	R	R			R		R	R	R	R	R	R	R		R	R		R	R	
<i>Quercus pubescens</i>			R	R	R			R	R			R	R	R	R	R		R	R		R	R	
<i>Quercus suber</i>			R	R	R			AM/R	AM/R						AM/R	AM/R					AM/R	AM/R	
<i>Salix alba</i>		AM/R	R						AM/R						AM/R	AM/R		R	R				
<i>Salix gussonei</i>		AM/R	R												AM/R	AM/R		R	R				
<i>Salix peuceolata</i>	AM/R	AM/R							AM/R						AM/R	AM/R							
<i>Tilia platyphyllos</i>																AP/R						AP/R	AP/R
<i>Zelkova sicula</i>			R	R																			

94 - Elenco delle specie di latifoglie idonee in interventi di rimboscimento e imboschimento (R), arboricoltura per produzione di legno di massa (AM), per produzione di legname di pregio o in entrambi (AM/R, AP/R) per le aree ecologicamente omogenee individuate

	Aree ecologicamente omogenee																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
<i>Alnus glutinosa</i>														R		R	R			R		R	R
<i>Betula aetnensis</i>					R																		
<i>Celtis australis</i>	R	R	R	R								R	R										
<i>Chamaerops humilis</i>																							
<i>Crataegus azarolus</i>												R	R		R	R		R	R		R	R	
<i>Crataegus laciniata</i>												R	R	R			R			R			R
<i>Crataegus monogyna</i>			R	R	R		R			R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
<i>Genista aetnensis</i>				R	R																		
<i>Genista aspalathoides</i>			R																				
<i>Genista thyrrena</i>			R																				
<i>Juniperus communis</i>					R	R								R			R						
<i>Juniperus macrocarpa</i>	R																						
<i>Juniperus phoenicea</i>	R																						
<i>Laurus nobilis</i>	R	R					R	R				R	R			R					R	R	
<i>Malus sylvestris</i>				R	R							R	R	R		R	R					R	R
<i>Myrtus communis</i>			R	R			R	R							R	R					R		R
<i>Morus alba</i>	R	R	R				R		R		R	R	R	R				R			R		
<i>Morus nigra</i>	R	R	R				R		R		R	R	R	R				R			R		
<i>Nerium oleander</i>	R	R	R				R		R	R	R	R	R					R					
<i>Olea europea var. sylvestris</i>	R	R	R	R			R	R	R	R	R	R	R	R				R	R				
<i>Pistacia lentiscus</i>	R		R				R		R	R	R	R	R	R				R					
<i>Pistacia terebinthus</i>	R	R	R	R			R	R		R	R	R	R	R	R	R		R	R	R			
<i>Prunus spinosa</i>							R	R		R	R	R	R			R	R		R			R	R
<i>Pyrus amygdaliformis</i>		R					R	R		R	R	R			R	R		R	R	R	R	R	
<i>Pyrus nvraster</i>		R	R	R			R	R					R				R			R			R
<i>Rhamnus alaternus</i>							R	R			R	R		R	R	R		R	R	R			
<i>Rosa canina e altre specie autoctone</i>			R	R	R		R					R	R		R	R		R	R		R		R
<i>Sorbus domestica</i>								R				R				R	R		R			R	R
<i>Sorbus torminalis</i>												R	R										
<i>Spartium junceum</i>	R	R	R	R			R		R	R	R	R		R	R			R	R				
<i>Tamarix africana</i>	R	R					R	R	R	R								R	R				
<i>Tamarix gallica</i>	R	R					R	R										R	R				
<i>Ulmus minor</i>		R										R			R			R					

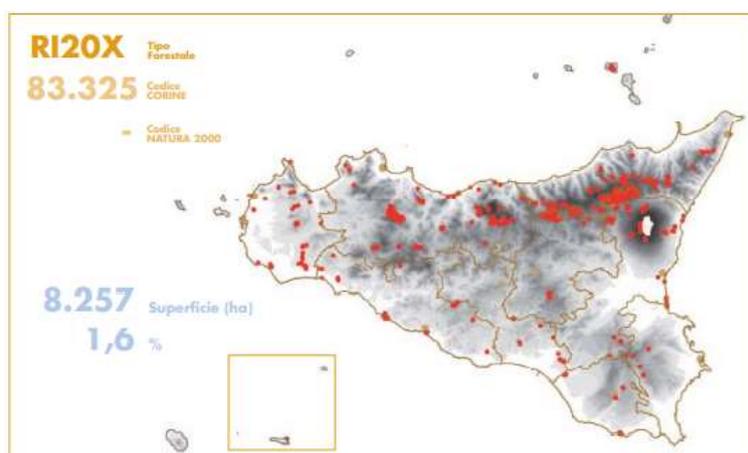
95 - Elenco delle specie di arbusti idonee in interventi di rimboscimento e imboschimento (R), arboricoltura per produzione di legno di massa (AM), per produzione di legname di pregio o in entrambi (AM/R, AP/R) per le aree ecologicamente omogenee individuate

Analisi ecologico-botanica delle specie impiegate nella riforestazione

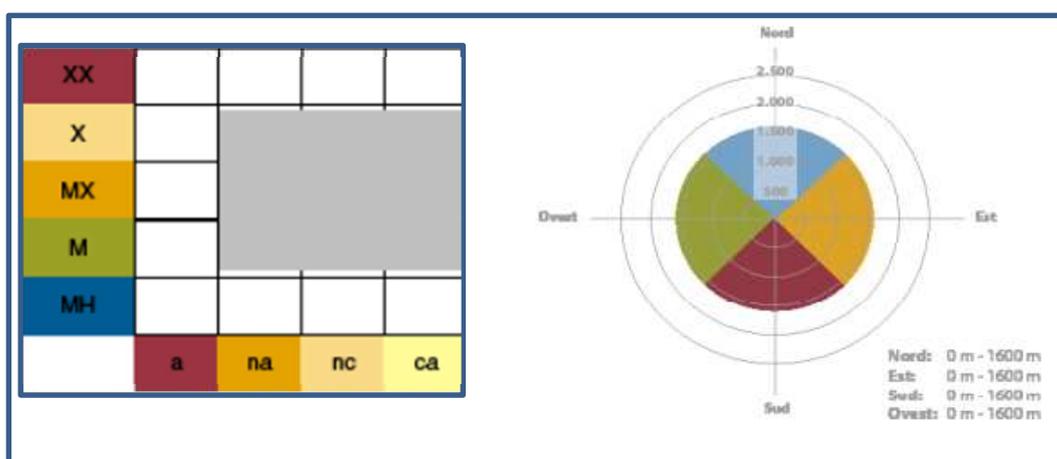
Analizziamo dal punto di vista botanico le specie arboree da impiegare nell'intervento di riforestazione. In particolare, verranno proposte delle schede relative alle essenze latifoglie e conifere scelte sulla base dei criteri sopra menzionati. Allo stesso modo verranno descritte anche le tipologie di arbusti che andranno a caratterizzare e colonizzare il sottobosco dell'area riforestata.

Latifoglie:

I rimboschimenti di latifoglie sono diffusi in tutto il territorio siciliano, in varie situazioni stazionali e su vari substrati, e sono particolarmente concentrati nei settori centrali e settentrionali dell'Isola. Tale tipo forestale comprende specie quali eucalipti, acacie o castagno, puri o misti con subordinate altre latifoglie e/o conifere. L'altitudine è compresa tra i 100 e gli 800 m s.l.m. per le acacie, fino a 1.600 m s.l.m. per alcuni rimboschimenti a castagno sull'Etna. Il diagramma edafico, legato alla relazione tra disponibilità di elementi nutritivi e bilancio idrico, descrive come gruppi ecologici cenosi da tendenzialmente mesofile a xerofile, da mesoneutrofile a calcifile. Gli aspetti fisionomici del sottobosco sono molto variabili a seconda delle stazioni e della fase di sviluppo.



96 - Distribuzione rimboschimenti di latifoglie in Sicilia



97 - Diagramma edafico (a sinistra) e diagramma quota-esposizione (a destra)

Fraxinus ornus

Fanerofita arborea di dimensioni da 1-10 m, il fusto ipogeo risulta assente mentre quello epigeo è costituito da un tronco eretto, rami opposti numerosi, corteccia grigio-scura, liscia e compatta. Le foglie sono opposte, imparipennate con (5)7(9) segmenti ovato-lanceolati 2-3 volte più lunghi che larghi, brevemente picciolati, dentati; l'infiorescenza è rappresentata da una pannocchia apicale, pendente, lunga 15-20 cm. I fiori sono ermafroditi, tetrameri, dialipetali, con 4 petali bianchi, lineari di 5-6 mm, due stami, un ovario supero bicarpellare. Il frutto è una samara ellittico-spatolata (4 x 20-25 mm), persistente anche dopo la caduta delle foglie. Specie poco esigente ad areale diffuso in tutta la Europa Sud-orientale. Può assumere forma cespugliosa. Vegeta negli arbusteti meso-termofili, nei quercostrieti termofili e nelle boscaglie degradate sub-mediterranee. Coltivata per rimboscimento su terreni aridi, per il legname e per la manna, succo rappreso fuoriuscente da incisioni praticate sulla corteccia di piante di 7-12 anni di età. La manna ha impieghi medicinali. Forma tipi localizzati, da alcuni autori considerati entità specifiche.



98 - *Fraxinus ornus* - pianta in fase di crescita e particolare delle foglie

Quercus ilex

Il leccio è una fanerofita con portamento arboreo e/o cespuglioso (qualora cresca in ambienti rupestri). Si tratta di uno dei rappresentanti più tipici e importanti dei querceti sempreverdi mediterranei e, in particolare, del Quercetum ilicis, la vegetazione tipica della fascia mediterranea temperata. È una latifoglia sempreverde con fusto raramente dritto, singolo o diviso alla base e con uno sviluppo che può raggiungere fino a 20-24 m di altezza. È molto longevo, potendo diventare plurisecolare, ma ha una crescita molto lenta. L'apparato radicale è robusto e fittonante; ciò comporta una notevole resistenza

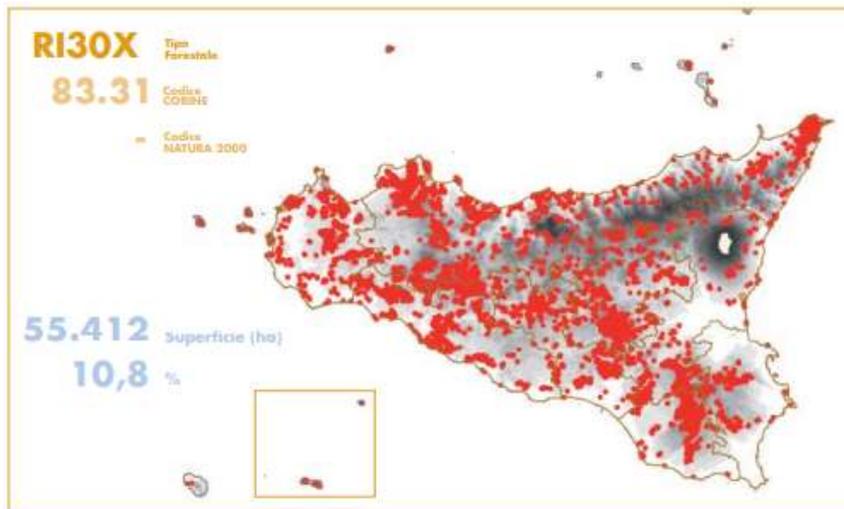
alla siccità. Per quanto riguarda il terreno questa specie non ha particolari esigenze. Preferisce però terreni non troppo umidi, con un buon drenaggio. Ha una crescita maggiore in terreni vulcanici e nelle zone costiere. Gli alberi giovani crescono con maggior vigore se si effettuano pacciamature ricche di materiale organico. Il leccio predilige l'esposizione in pieno sole, ma sopporta bene anche la mezza ombra. Le foglie, lunghe 3–8 cm e larghe 1-3,5 cm sono semplici, a lamina coriacea a margine intero o dentato, molto variabili nella forma che va da lanceolata ad ellittica (rotondeggiante nella sottospecie rotundifolia), la base è cuneata o arrotondata. Ha una caratteristica pagina superiore della foglia di colore verde scuro e lucida, la inferiore è invece grigiastra e marcatamente tomentosa. La pianta è monoica, i fiori maschili sono riuniti in amenti penduli, cilindrici e pubescenti, hanno perianzio con 6 lobi e 6-8 stami; i fiori femminili sono in spighe peduncolate composte da 6-7 fiori, ogni fiore ha perianzio esalobato e 3-4 stigmi. La fioritura avviene da aprile a giugno. I frutti del *Q. ilex* prendono il nome di ghiande (o lecce) e sono portate singole o in gruppi di 2-5.



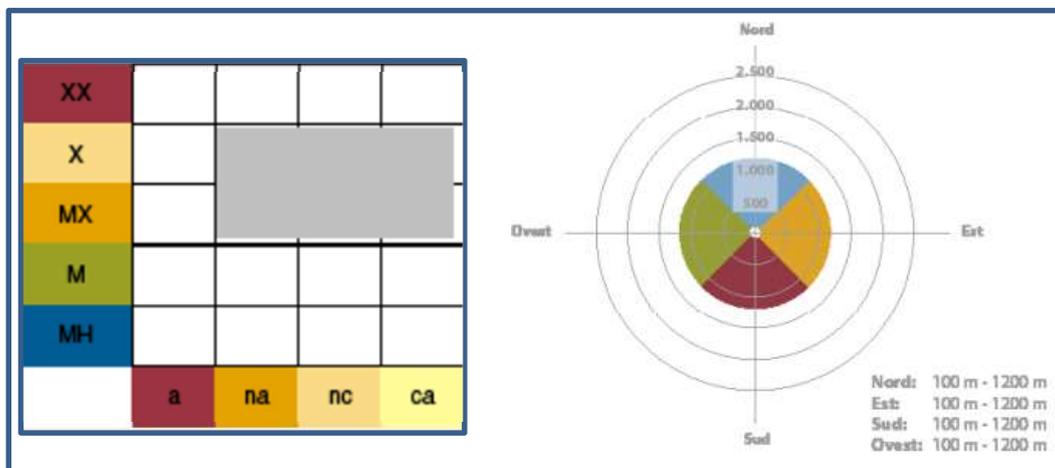
99 - *Quercus ilex* - pianta in fase di crescita e particolare delle foglie

Conifere:

Sono diffuse su tutto il territorio siciliano, su vari substrati e in varie situazioni stazionali, concentrato soprattutto nelle zone costiere e nell'entroterra a quote inferiori a 1100-1200 m (vedasi diagramma quota-esposizione in basso a destra). Il rimboschimento mediterraneo di conifere è caratterizzato da specie quali pino d'Aleppo, pino domestico, cipressi e più raramente cedri. Si tratta di cenosi da mesoxerofile a xerofile, da mesoneutrofile a calcifile.



100 - Distribuzione rimboschimenti di conifere in Sicilia



101 - Diagramma edafico (a sinistra) e diagramma quota-esposizione (a destra)

Pinus halepensis

Fanerofita arborea stenomediterranea, cioè legata al clima mediterraneo. Si tratta di una specie termofila ed estremamente resistente alla siccità; preferisce le posizioni soleggiate ma grazie alla sua rusticità cresce senza problemi a mezz'ombra prosperando nei terreni calcarei e rocciosi. È una conifera sempreverde che può raggiungere i 40 metri di altezza, con una chioma elegante e densa, dapprima piramidale e successivamente espansa irregolare e a forma di ombrello. Il tronco è obliquo, in qualche caso contorto, ricoperto di una sottile scorza argentata che col tempo tende a diventare rugosa, fessurata e grigiastrea. Le foglie sono aghiformi a coppia, lunghe fino a 12 cm, avvolte alla base da una guaina traslucida sottile e persistente, ma fragile. La pianta produce infiorescenze unisessuali in amenti ascellari: ovali gialli, i femminili, verde violaceo, i maschili, che compaiono tra la fine della primavera e l'inizio dell'estate. I coni (strobili) rosso-bruno, appuntiti o ovoidali, sono privi di picciolo e costituiti da

squame legnose con al centro un largo umbone. La caratteristica di questi coni è il peduncolo ricurvo verso il basso che li sostiene. Le squame hanno un'apofisi poco sporgente e arrotondata ed i semi sono nerastrati con un'ala allungata.



102 - *Pinus halepensis* - pianta in fase di crescita e particolare delle foglie

Cupressus sempervirens

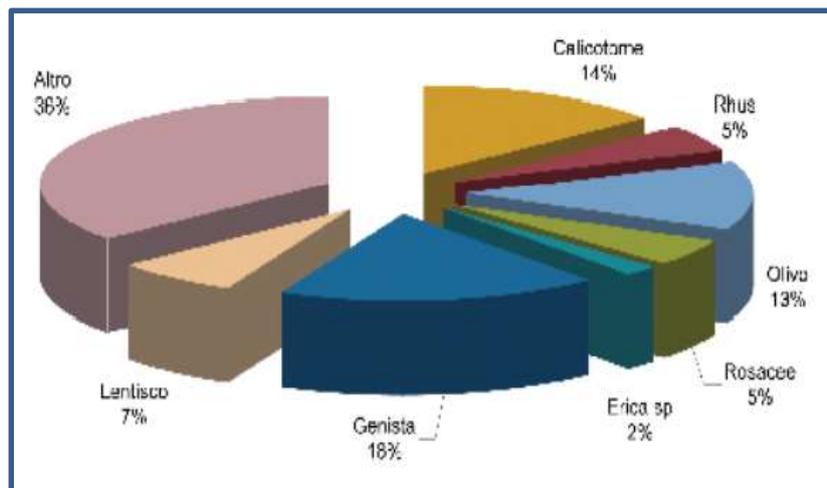
Fanerofita arborea che predilige aree caratterizzate da inverni miti e piovosi e da estati calde e asciutte. Grazie alla riproduzione spontanea e all'adattabilità a tutti i tipi di terreno riesce a vegetare un po' ovunque; infatti, è riscontrabile fino a 700 m s.l.m. e su terreni aridi, così da essere impiegato nei programmi di rimboschimento. Il *Cupressus sempervirens* può raggiungere un'altezza di 30 metri e presenta chioma compatta e colonnare oppure, come nella varietà *horizontalis*, largamente piramidale con rami eretto-patenti. Il tronco è diritto e slanciato, con scorza grigio cenere o grigio-bruna. Le foglie sono squamiformi, ovato-triangolari, ad apice ottuso, di colorazione verde scuro, lunghe circa un millimetro, opposte e strettamente appressate in quattro file attorno ai rametti. I fiori si trovano all'apice dei rametti, di colore giallo, indistintamente maschili e femminili su tutta la pianta. I frutti sono delle piccole sfere di colore verde chiaro da giovani, dette galbule, squamate e, dopo una maturazione lunga due anni, cambiano colore diventando marroni, lignificano e si aprono lungo le fenditure delle squame per far cadere dei semi alati (achenii).



103 - *Cupressus sempervirens* - pianta in fase di crescita e particolare delle foglie

Arbusti:

All'interno di questa categoria sono contenute cenosi a macchia ed arbusteti mediterranei di latifoglie, denominate comunemente "macchia mediterranea", talora arborate con le specie termomediterranee proprie dell'orizzonte del leccio. Si tratta di cenosi sia di origine primaria e stabile sia secondaria di invasione o di degradazione di soprassuoli di tipo macchia-foresta, caratterizzati dalla presenza del leccio. La presenza di queste cenosi interessa capillarmente tutta la regione. La loro presenza, anche frammentata, si riduce notevolmente, nelle aree interne ove sono presenti estesi seminativi e prati-pascoli.



104 - Ripartizione della composizione specifica delle macchie e arbusteti mediterranei (porzione oggetto di rilievo IFRS)

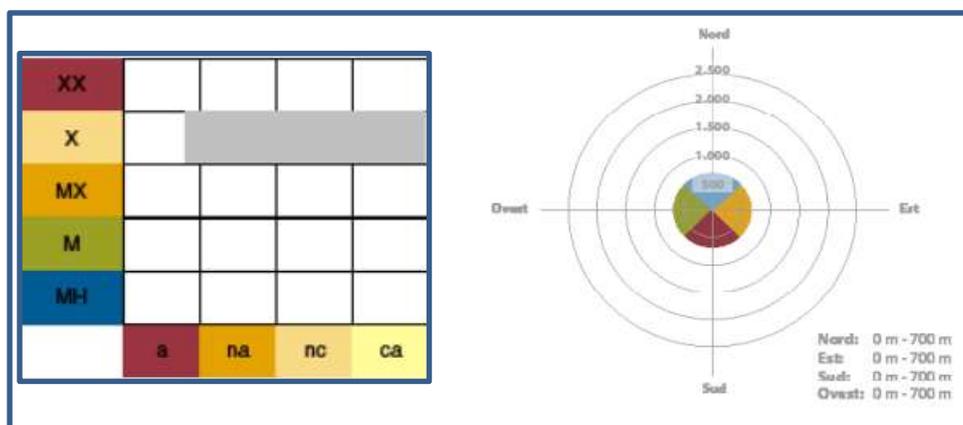
In Sicilia gli arbusti rappresentano una categoria molto eterogenea per composizione; al suo interno sono stati individuati 8 tipi forestali, che si caratterizzano per la prevalenza di una o più specie legnose, unitamente a parametri quali l'altezza, le potenzialità e la dinamica evolutiva. In tutti i casi prevalgono le specie sempreverdi e caducifoglie-estive mediterranee, adatte a vegetare in condizioni stagionali fra le più aride e povere dell'area mediterranea. I fattori limitanti sono legati alla scarsità degli apporti di acqua e alla limitata capacità di ritenuta idrica del suolo, al caldo e alla presenza costante del vento che ne esaspera i fenomeni evapotraspirativi. Più le condizioni sono avverse, minore è l'altezza delle specie, ma anche la composizione subisce delle modifiche. Le cenosi che andremo ad impiegare per la costituzione della parte di "sotto bosco" faranno capo a tre composizioni e nella fattispecie:

- macchia-gariga a oleastro ed euforbia arborescente;
- macchia-gariga dei substrati carbonatici;
- gariga a palma nana.

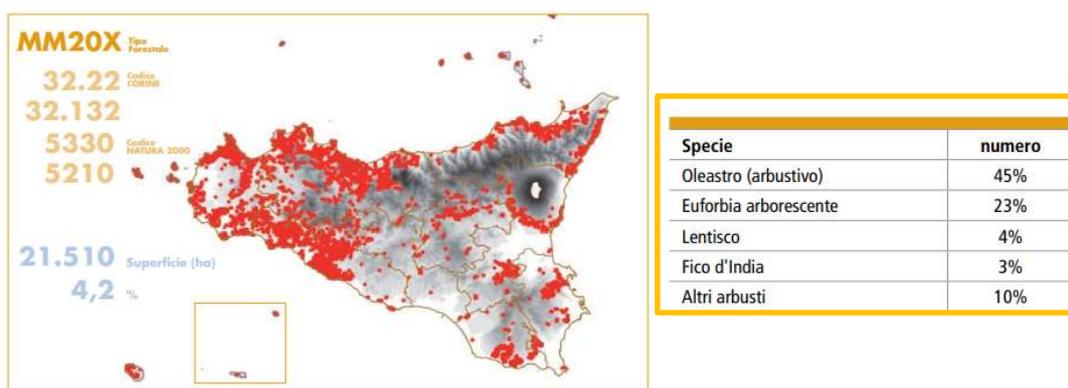
Macchia-gariga a oleastro ed euforbia arborescente

È presente in modo frammentato su tutta l'Isola: si rinviene in condizioni rupestri o semi-rupestri, dalla zona costiera a quella sub-montana, su substrati rocciosi di vario genere. Queste macchie-garighe sono concentrate soprattutto nel settore occidentale e meridionale dell'Isola, nelle province di Trapani, Palermo, e Agrigento, nelle isole Eolie e a Pantelleria. Si tratta di popolamenti arbustivi radi, a predominanza di oleastro e/o euforbia arborescente, sovente con presenza di altre specie della macchia mediterranea e di specie rupicole. Interessa cenosi decisamente xerofile, da debolmente acidofile a calcifile.

Fitosociologia: Oleo-Euphorbietum dendroidis, Periploco-Euphorbietum dendroidis e relative subassociazioni e associazioni rupestri vicine nell'ambito dell'Oleo sylvestris-Ceratonion siliquae, Periplocion angustifoliae e Juniperion turbinatae.



105 - Distribuzione macchia-gariga a oleastro ed euforbia arborescente

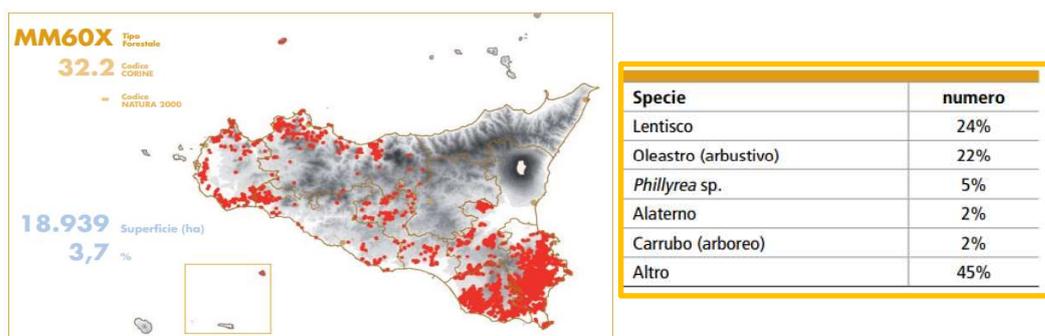


106 - Diagramma edafico (a sinistra) e diagramma quota-esposizione (a destra)

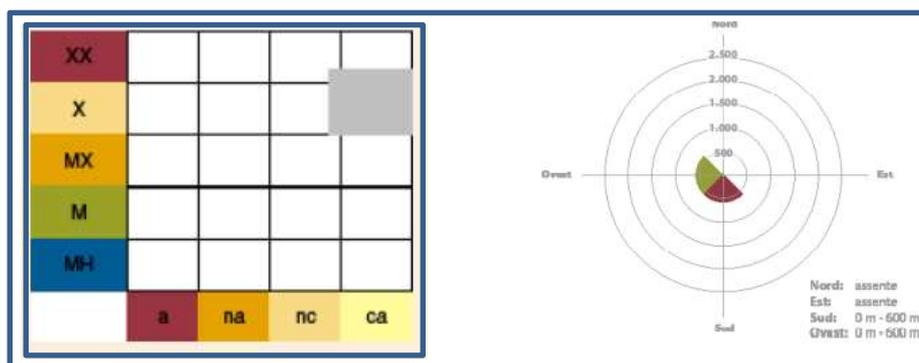
Macchia-gariga dei substrati carbonatici

È diffuso in tutti i territori della regione costituiti da substrati carbonatici (come calcari, calcari-marnosi e marne), ad esempio i monti Iblei, i rilievi del trapanese, palermitano e termitano; altrove la distribuzione diviene assai frammentata. Particolarmente abbondante è la presenza di queste macchie-garighe in corrispondenza di buona parte dei versanti delle cave scavate dai corsi d'acqua e delle superfici non coltivate o abbandonate dall'agricoltura. Rappresentano popolamenti di specie diverse della macchia mediterranea (lentisco, filliree, alaterno, oleastro, terebinto, carrubo, quercia spinosa, ecc...), localmente con presenza di rado leccio e pino d'Aleppo (sub-spontaneo), presenti nelle zone costiere e alle quote inferiori su substrati carbonatici; cenosi in genere xerofile e calcifile.

Fitosociologia: Myrto-Pistacietum lentisci, Teucro fruticantis-Rhamnetum alaterni, Junipero-Quercetum calliprini e associazioni minori nell'Oleo-Ceratonion; nei valloni umidi formazioni dell'Arbuto-Laurion nobilis.



107 - Distribuzione macchia-gariga dei substrati carbonatici



108 - Diagramma edafico (a sinistra) e diagramma quota-esposizione (a destra)

Rhamnus alaternus

Fanerofita cespugliosa indigena del Mediterraneo. È una specie arbustiva sempreverde tipica della macchia mediterranea e delle garighe delle regioni a clima mediterraneo che cresce dal livello del mare fino ai 700 m di altitudine. L'alaterno predilige esposizioni soleggiate e calde, dove si adatta a molti tipi di terreno ma cresce di frequente in quelli calcarei e sassosi; resiste bene alla siccità e alla salsedine portata dai venti marini. Questo arbusto, che si può sviluppare fino a 5 m di altezza, presenta dei fusti con corteccia di colore rossastro e rami giovani pubescenti; la chioma è compatta e tondeggiante. Le foglie, di 2-5 cm, sono alterne, a volte quasi opposte, di forma ovale o lanceolata, di consistenza coriacea, di colore verde lucido nella pagina superiore e verde-giallastre in quella inferiore, con margine intero o debolmente seghettato biancastro, con 4-6 paia di nervature che verso la fine del margine scorrono quasi parallelamente ad esso. I fiori sono dioici piccoli e raccolti in un corto racemo ascellare di colorazione giallo-verdastro, con petali Il frutto, di 4-6 mm, è una drupa obovoidale, di colore rosso-brunastro, nera a maturità che contiene da 2 a 4 semi.



109 - *Rhamnus alaternus* - pianta in fase di crescita e particolare delle foglie

Spartium junceum

Fanerofita cespugliosa tipica degli ambienti della gariga e della macchia mediterranea. Risulta endemica in gran parte dell'areale del bacino del Mediterraneo crescendo in zone soleggiate da 0 a 1200 m s.l.m. Predilige i suoli aridi, sabbiosi e può vegetare anche su terreni argillosi, purché non siano soggetti all'umidità e al ristagno idrico. La pianta, che può raggiungere un'altezza di 3 metri, presenta portamento arbustivo, perenne e con lunghi fusti. I fusti sono verdi cilindrici compressibili ma resistenti, eretti, ramosissimi e sono detti vermene. Le foglie sono del tipo lanceolato, i fiori sono portati in racemi terminali di colore giallo vivo. I frutti sono dei legumi falciformi oblunghi, sericei, verdi e vellutati e poi glabri e nerastri a maturazione quando deisce espellendo i semi bruno-rossastri lontano dalla pianta madre.

110 - *Spartium junceum* - pianta in fase di crescita e particolare delle foglie

	MESI	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre	gennaio	febbraio
1	Installazione cantiere												
2	Decespugliamento manuale e/o meccanico												
4	Squadro del terreno												
7	Apertura buche												
8	Fertilizzazione di fondo												
10	Messa a dimora piante in alveolo												
11	Controllo vitalità ed eventuale sostituzione												
13	Messa a dimora di canne di bambù												
14	Messa in opera di tessuto non tessuto												
15	Posizionamento shelter biodegradabile												
16	Irrigazione di impianto e/o soccorso												

111 - Cronoprogramma dei lavori di riforestazione durante il primo anno

21.4 Aree di compensazione: il sulleto, i pascoli apistici e le Arnie 4.0

Sulleto

La sulla, pianta spontanea e/o coltivata, è una leguminosa i cui frutti, che sono appunto legumi, vengono impiegati principalmente come foraggio per gli animali. La pianta cresce spontaneamente in tutti i paesi del bacino del Mediterraneo. Per questo motivo si crede che la sua origine sia legata proprio a queste zone. Proprio per via della sua crescita spontanea e dell'utilizzo per scopo agricolo, la sulla non viene particolarmente presa in considerazione per le coltivazioni nei campi. Solo in Italia, tra i paesi dell'Unione Europea, esiste una coltivazione specializzata della sulla, utilizzata sia come foraggio che come fieno. La sulla è una pianta spontanea dalla radice forte e fittonante, capace di penetrare anche in profondità in suoli difficili. Gli steli sono eretti e la pianta può raggiungere un'altezza complessiva che varia da un

metro a 1,50 m. Le foglie hanno forma leggermente ovale e si raggruppano in nuclei da 4-6 foglie. I fiori, in quantità variabile da 20 a 40 per pianta, sono attaccati tramite peduncoli ai racemi ascellari delle infiorescenze. I frutti, chiamati lomenti, sono composti da 4-5 semi che, a maturazione completa, si staccano diventando singoli segmenti racchiusi in discoidi con aculei di protezione. La sulla è fecondata dalle api, attratte dalla pianta poiché ha un odore molto zuccherino ed è ricca di acqua.

La sulla è una leguminosa unica al mondo per la sua capacità di penetrare terreni non lavorati e anche molto difficili. Si adatta infatti bene a terreni argillosi e di pessima struttura, difatti in Italia è coltivata anche in quelle zone collinari o montuose dai terreni pesanti – dalle Marche in giù sul versante adriatico. Proprio per la sua capacità di penetrare e migliorare il terreno, la sulla viene spesso utilizzata per bonificare in maniera naturale terreni argillosi, calcarei o ricchi di sodio, così da regolarne la produzione ed aprire la strada ad altre coltivazioni. La sulla è inoltre una naturale fissatrice di azoto; questo si rivela molto utile per migliorare la tessitura del terreno e fertilizzarlo in maniera naturale. Per queste sue proprietà, la sulla è anche utilizzata come inframezzo fra due colture di cereali diversi, quali possono essere orzo e frumento, per esempio.

La sulla resiste bene alla siccità, superando i periodi secchi ed estivi anche con una o due irrigazioni manuali. È una pianta che, per sua natura, ama il clima caldo e temperato. Non resiste molto al freddo: già a 6-8 gradi sotto lo zero, la sulla è destinata a scomparire. La sulla resiste in assenza di irrigazioni artificiali o di piogge poiché le sue radici sono in grado di trovare acqua autonomamente andando in profondità nel terreno. Tuttavia, nel caso di una coltivazione intensiva, è il caso di valutare la possibilità di irrigarla manualmente per mantenere il terreno umido e garantire un apporto idrico adeguato.

Il sullaio produce un solo taglio al secondo anno, nell'anno d'impianto e dopo il taglio fornisce solo un eccellente pascolo. L'erba di sulla è molto acquosa (circa 80-85%) e piuttosto grossolana: ciò che ne rende la fienagione molto difficile.

Le produzioni di fieno sono variabilissime, con medie più frequenti di 4-5 t/ha. Il foraggio si presta bene ad essere insilato e pascolato. Un buon fieno di sulla ha la seguente composizione: s.s. 85%, protidi grezzi 14-15% (su s.s.), U.F. 0,56 per Kg di s.s.

Attualmente vi sono quattro varietà iscritte al registro nazionale: "Grimaldi", "Sparacia", "Bellante" e "S. Omero". Nei Paesi in cui la specie è stata introdotta di recente sono stati avviati programmi di miglioramento che hanno già condotto alla costituzione di nuove varietà come, ad esempio, la "Necton" in Nuova Zelanda.

La sulla viene generalmente seminata alla fine dell'estate come seme nudo sulle stoppie di frumento (In autunno con 80-100 Kg/ha di seme vestito o in primavera con 20-25 Kg/ha di seme nudo). Continua a crescere per tutto l'inverno e inizia la produzione dopo il primo taglio, tra aprile e maggio. Una volta raccolta tramite mietitrebbiatrice, la sulla può essere fatta essiccare e i fusti usati come foraggio per gli animali. Un altro utilizzo dei semi di sulla avviene in ambito culinario, con la produzione del miele di

sulla diffusa specialmente in sud Italia. Il miele di sulla si cristallizza dopo qualche mese dalla raccolta e assume un tipico odore di fiori e fieno, con un sapore dolce dal retrogusto leggermente acidulo. È un miele considerato di alta qualità e ricco di oligoelementi quali magnesio, zinco, rame e ferro. La pianta della sulla è inoltre utilizzata in cucina per arricchire insalate e secondi piatti. Infine, la sulla, nelle sue parti verdi – foglie e fusti – viene impiegata in erboristeria e nella produzione di farmaci omeopatici per le sue qualità astringenti e per abbassare il colesterolo.



112 - Sulla – particolare della foglia e del fiore

Tecniche di coltivazione

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

Se il terreno non ha mai ospitato questa leguminosa ed è perciò privo del rizobio specifico, non è possibile coltivare la sulla. Senza la simbiosi con il bacillo azotofissatore non crescerebbe o crescerebbe stentatissima. In tal caso è necessario procedere all'"assullatura", inoculando il seme al momento della semina con coltura artificiali del microrganismo (*Bacillus radicola*). È opportuno interrare il seme a circa 2-3 cm di profondità; la semina può essere a spaglio ma è da preferire quella a file (distanti 20-30 cm). **La dose consigliata è di 40-45 kg ha⁻¹ se il seme è nudo**, e di circa 4-8 volte tale dose se il seme è vestito, data l'incidenza di semi duri (40%) e di semi vuoti (30%). **Per la semina meccanica le dosi sono di 25-30 kg ha⁻¹**. L'epoca di semina è un elemento importante, influenzato principalmente dal tipo di utilizzo (sfalcio o pascolo) e dalla destinazione d'uso (foraggio o seme). La semina in autunno è da preferire nelle località con autunno piovoso ed inverno mite, mentre la semina primaverile è consigliata nelle zone fredde e con primavera piovosa.

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

La fertilizzazione sarà condotta con l'obiettivo di garantire produzioni di elevata qualità e in quantità economicamente sostenibili, nel rispetto delle esigenze di salvaguardia ambientale, del mantenimento della fertilità e della prevenzione delle avversità. Essa, pertanto, terrà conto delle caratteristiche del terreno e delle esigenze della coltura. I quantitativi di macroelementi da apportare saranno calcolati adottando il metodo del bilancio, sulla base delle analisi chimico-fisiche del suolo. Le dosi di azoto,

oltre i 100 kg/ha, saranno frazionate ad eccezione della somministrazione di fertilizzanti a lenta cessione. Generalmente, comunque, non sono necessarie concimazioni azotate, mentre sono notevoli le esigenze in fosforo ed in potassio, da somministrare alle lavorazioni del terreno. Trattandosi di una leguminosa da prato coltivata in terreni marginali non sono normalmente previste irrigazioni, in quanto sono da ritenersi sufficienti gli apporti idrici naturali. Il sulieto può essere utilizzato come prato o come prato-pascolo. Con la semina autunnale, l'utilizzazione può iniziare già da metà febbraio come pascolo fino a marzo. Per poi sfalciare in aprile-maggio. Negli ambienti meridionali la maggiore produzione di seme si ottiene al secondo anno; pertanto, al primo anno il sulieto si può utilizzare per la produzione di foraggio. Nel secondo anno è consigliabile pascolarlo o sfalciarlo entro il mese di febbraio e destinare il successivo taglio alla produzione di seme. La produzione al 1° anno si aggira intorno ai 40 - 50 t ha⁻¹ di foraggio fresco, che aumentano nel 2° anno a 50 - 60 t ha⁻¹ di foraggio fresco.

Utilizzi e curiosità

La sua domesticazione è recente; le sue prime notizie storiche risalgono circa al 1700. È stata segnalata per la prima volta in Sicilia, all'inizio del XVII secolo, come pianta ornamentale proveniente dalla Spagna, ed i botanici ritengono che successivamente si sia talmente diffusa da essere considerata spontanea. L'Italia è l'unico Paese mediterraneo in cui venga coltivata su superfici significative. Nuove coltivazioni si ritrovano in Tunisia, Spagna, Portogallo, parte occidentale del Nord America, Australia e Nuova Zelanda. In Italia sono iscritte al Registro Nazionale quattro varietà: Grimaldi, Sparacia, Bellante e Sant'Omero. Nei Paesi in cui la specie è stata introdotta di recente sono stati avviati programmi di miglioramento genetico che hanno portato alla costituzione di nuove varietà. Nota è la sua efficacia nel ridurre le infezioni gastro-intestinali degli animali al pascolo, grazie al buon contenuto di tannini e all'elevato valore proteico, come dimostrato da alcuni studi effettuati in Nuova Zelanda, dove viene utilizzata, oltre che per il pascolamento, sia per la produzione di insilati sia come coltura di copertura per la protezione del suolo e la produzione integrata di miele. Ottima coltura foraggera, dal punto di vista agricolo risulta anche un'ottima miglioratrice della fertilità del terreno grazie all'attività azotofissatrice, ma soprattutto alla potente radice fittonante in grado di colonizzare i terreni argillosi e pesanti, come le argille plioceniche tipiche delle colline dell'Italia centro-meridionale, rendendoli idonei ad ospitare colture più esigenti. Infatti, con la decomposizione del suo sviluppato apparato radicale si creano dei cunicoli che permettono l'aerazione ed una sorta di "aratura" del terreno. Non è possibile coltivare la Sulla in un terreno che non l'abbia mai ospitata e quindi privo del rizobio specifico, poiché senza la simbiosi col suo bacillo azotofissatore crescerebbe stentatissima o non crescerebbe affatto. In tal caso è necessario procedere con l'*assullatura*, cioè l'inoculazione del seme al momento della semina con una coltura artificiale del microrganismo. *È un'ottima pianta mellifera il cui miele risulta fra i più*

apprezzati e conosciuti (arriva a produrre fino a 500 kg di miele per ettaro). In Italia, fino al recente passato, l'Appennino romagnolo era dei maggiori luoghi di produzione; attualmente le aree interessate alla coltivazione si vanno riducendo alle sole regioni di Abruzzo, Molise, Calabria e Sicilia. Il miele di Sulla ha un colore che va dal bianco al giallo paglierino se liquido, al beige se cristallizzato. Cristallizza alcuni mesi dopo il raccolto, formando una massa compatta, pastosa, con granuli fini. Ha un odore molto tenue, floreale, con leggero aroma di fieno e un sapore dolce, leggermente acido. Contiene fruttosio di alta qualità ed una gran quantità di oligoelementi (magnesio, rame, zinco, ferro, manganese). La Sulla è una pianta edule in considerazione delle sue buone qualità alimentari; in cucina si usano sia le foglie che i fiori per arricchire le insalate crude o per preparare, anche mista ad altre erbe, flan, frittate e zuppe varie. Si consuma pure lessata e condita con olio e limone, oppure cucinata con uova strapazzate. Inoltre, si usa come alimento medicinale per le sue funzioni lassative e rinfrescanti. In erboristeria viene usata per le note proprietà astringenti, vitaminizzanti e anticolesterolo.

I pascoli apistici e le arnie 4.0

L'apicoltura siciliana è la terza in Italia per numero di apicoltori, famiglie d'api allevate e miele prodotto. Sia le api domestiche che quelle selvatiche rivestono un ruolo fondamentale per la produzione di cibo. Senza gli insetti impollinatori, molti esseri umani e animali avrebbero difficoltà a trovare il cibo di cui hanno bisogno per la loro alimentazione e sopravvivenza. Fino al 35% della produzione di cibo a livello globale dipende dal servizio di impollinazione naturale offerto da tali insetti. E delle 100 colture da cui dipende il 90% della produzione mondiale di cibo, 71 sono legate al lavoro di impollinazione delle api. Solo in Europa, ben 4000 diverse colture crescono grazie alle api. Per questo se gli insetti impollinatori continueranno a diminuire, come sta già accadendo, molti alimenti potrebbero non arrivare più sulle nostre tavole. In questi anni gli apicoltori, proteggendo e allevando le api, stanno sopperendo, dove possibile, al declino degli impollinatori selvatici. Il declino degli impollinatori è dovuto, in ordine di importanza, all'uso massiccio di pesticidi, alla diffusione delle monoculture, all'utilizzo di specie vegetali sempre meno pollinifere e nettarifere, alla rapidità dei cambiamenti climatici, alla sistematica distruzione di ogni residuo ecosistema naturale come i bordi dei fossi, le siepi di confine, i pascoli spontanei, le rive dei corsi d'acqua, il sovra pascolo. Per questo nell'area di progetto per la scelta delle piante di mitigazione perimetrale si provvederà ad impiegare essenze, sia esse erbacee, arbustive e arboree con attitudine mellifera, in maniera tale da aumentare le popolazioni locali di Ape nera sicula.



113 – Zona di impiego piante mellifere e posizionamento arnie 4.0 – zona nord-est dell'impianto

L'Apis mellifera siciliana (Ape nera sicula) presenta degli adattamenti unici all'ambiente siciliano e ricopre un ruolo chiave nell'impollinazione della flora endemica regionale: essa rappresenta una risorsa genetica da valorizzare e da proteggere dalla continua importazione di sottospecie non endemiche. Per questo nel 2006 è stato avviato il primo "presidio" per sollecitare l'attenzione e lanciare contestualmente l'allarme circa il rischio di estinzione di questa razza autoctona. Negli anni successivi molti apicoltori si sono interessati a questa all'Ape nera e oggi il Presidio è composto da otto allevatori. L'area di produzione è rappresentata dall'area nordoccidentale della Sicilia (le province di Palermo, Trapani e Agrigento) dove la presenza di apicoltori professionisti che praticano nomadismo - possibile rischio di contaminazioni con la razza ligustica - è minore. In un contesto così concepito gli impianti di energia rinnovabile non fanno bene all'ambiente soltanto perché producono energia pulita ma anche perché possono contribuire alla tutela di specie animali e vegetali preziose per l'ecosistema e per tutti gli esseri umani. L'inserimento di una produzione apicola all'interno del parco agrivoltaico in esame rappresenta un'idea tanto semplice quanto efficace. Da un lato implementa la conservazione di habitat ideali alle api e dall'altro coniuga due attività apparentemente distanti tra loro: l'apicoltura e la produzione di energia rinnovabile. Le aree fotovoltaiche, i prati di sulla creati nelle altre zone di impianto, il mandorleto nella

zona a sud-est dell'impianto nonché la realizzazione di fasce erbacee lungo le sponde degli impluvi e dei laghetti, non essendo irrorate con pesticidi faranno da volano per l'intero ecosistema. Tutte le specie erbacee esterne all'interfila verranno falciate leggermente in ritardo rispetto alle condizioni di coltivazione standard per determinare una condizione che piace molto alle api: il risultato è una ricca offerta di nettare, polline e melata disponibili per un lasso di tempo maggiore. Ci sono tutte le condizioni ideali per creare le condizioni migliori all'inserimento delle api in un tale contesto. L'impiego di fiori selvatici e specie vegetali autoctone, ottenute anche mediante raccolta e conservazione del fiorume locale, da seminare sotto e intorno ai moduli aumenterà la presenza di insetti impollinatori, fornendo nuovi benefici per la comunità locale, al di là della produzione energetica pulita. Tra le piante erbacee e i fiori più apprezzati dalle api annoveriamo: Facelia, Calendula, Veccia, Lupinella, Trifoglio incarnato, Trifoglio alessandrino, Trifoglio resupinato, Erba medica, Coriandolo, Cumino, Finocchio annuale, Pastinaca, Aneto, Borragine, Timo, Lavanda, Girasole, Malva, Tagete, Grano saraceno, Meliloto officinale. Tra le principali specie mellifere annoveriamo: Acacia (*Robinia pseudoacacia* L.), Agrumi (*Citrus* spp.), Borragine (*Borago officinalis* L.), Colza (*Brassica napus* L.), Erba medica (*Medicago sativa* L.), Erica (*Calluna vulgaris* L.), Sulla (*Hedysarum coronarium*), Facelia (*Phacelia tanacetifolia* Benth.), Fruttiferi (*Prunus* spp., ecc...), Girasole (*Helianthus annuus* L.), Ginestrino (*Lotus corniculatus* L.), Rosmarino (*Rosmarinus officinalis* L.), Trifoglio violetto (*Trifolium pratense* L.), Tarassaco (*Taraxacum officinale* Weber ex F.H.Wigg.).

Per creare l'ambiente adatto alla loro esistenza occorrerà favorire la presenza di arbusti, cespugli e fiori selvatici e permettere una naturale continuità tra habitat diversi, escludendo totalmente l'impiego di pesticidi nella gestione degli spazi verdi. In tale ottica gli interventi proposti nello studio agronomico quali, in via esemplificativa, fascia di mitigazione, aree di compensazione, ecc... saranno inquadrati nell'ambito di un concetto molto ampio che coinvolgerà il ripopolamento apicolo. Nel caso specifico, sarà pensato e proposto un mix di sementi "ad hoc" per ricreare le condizioni ecologiche ideali a sostenere le popolazioni di api, di farfalle e di tutti gli altri insetti utili. Inoltre, secondo i principi e le regole descritte all'interno della Legge 108 del 2021, nell'ottica del "non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale, anche consentendo l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione", si proporrà un nuovo modello di apicoltura, con "alveari 4.0", dotati di una serie di dispositivi tecnologici per garantire il massimo benessere delle api, controllare la produzione di miele a distanza e prevenire possibili furti (localizzatori Gps). Tali alveari, dislocati in zone periferiche, saranno dotati di sensori speciali per misurare la temperatura e l'umidità interne, parametri da cui dipende lo stato di salute degli imenotteri. Saranno adottati sistemi in grado di regolare l'apertura e la chiusura dell'ingresso e per modulare così la circolazione dell'aria. Infine, saranno posizionate delle webcam per esaminare a distanza l'attività degli sciami e un meccanismo di pesatura per monitorare in tempo reale la quantità di miele prodotta. L'allevamento di api all'interno del parco agrivoltaico si

inserisce nell'ambito di attività volte al connubio "sostenibile" del suolo e a tutela della biodiversità. Lo scopo è quello di individuare attività agricole che possano avvalorare e incentivare la convivenza tra i due sistemi con reciproci vantaggi. Promuovendo un utilizzo diversificato del terreno e migliorando i servizi ecosistemici si dimostrerà come gli impianti solari, così concepiti, non solo non tolgono spazio all'agricoltura ma la implementano e la modernizzano nell'ottica di un progetto di economia circolare rispettosa e tutelante delle tradizioni locali.

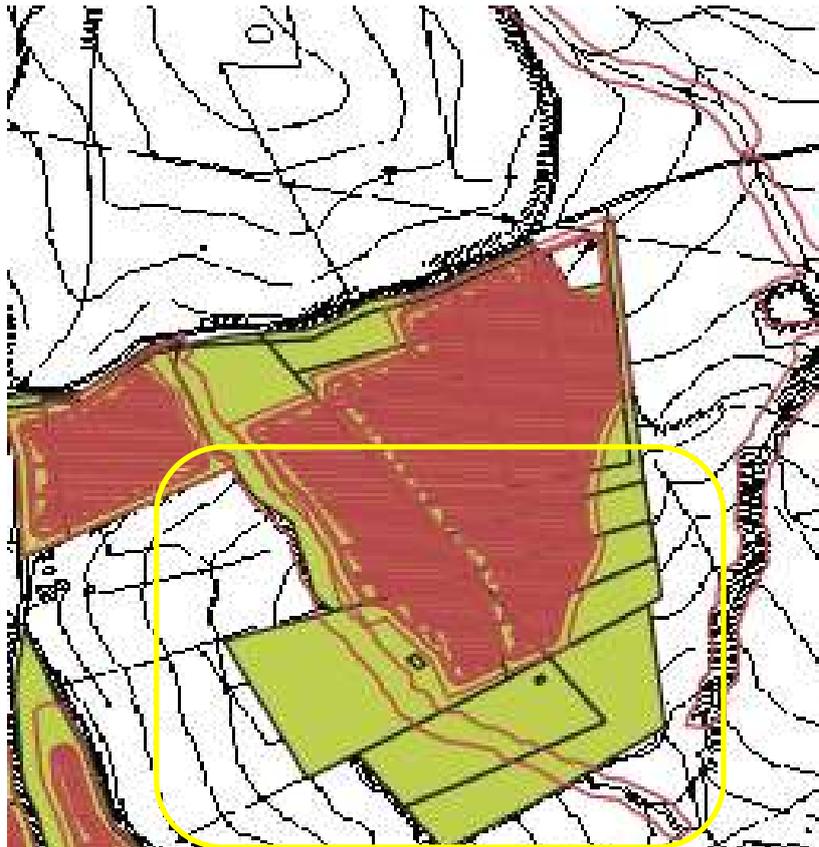




Le immagini sopra riportate mostrano l'attività degli apicoltori e il posizionamento delle arnie all'interno del parco agrivoltaico. Le arnie verranno collocate sia nella fascia di mitigazione perimetrale che nelle zone interne al parco stesso. Si specifica che gli interventi di manutenzione e di gestione delle arnie, compresa la parte di gestione agricola tradizionale, affronteranno e valuteranno ogni tipo di tematica in materia di sicurezza: in particolare si predisporranno e determineranno piani di lavoro e di gestione nel pieno rispetto delle normative in materia di sicurezza sul lavoro e per la tutela dei lavoratori in campo la cui importanza risulta essere assolutamente primaria. Ogni intervento prospettato verrà effettuato nel pieno rispetto dei vincoli e delle condizioni ambientali e mantenendo intatta la situazione morfologica del terreno agrario.

21.5. Progetto di un'Oasi Faunistica

Nella zona nord-ovest dell'impianto, risultano individuate e contrattualizzate diverse particelle per una superficie complessiva di circa 10 ha. Su tali aree è intenzione della società energetica realizzare un intervento per la costituzione di un'oasi faunistica. Sotto si riporta la cartografia relativa alle zone che verranno utilizzate per tale scopo.



114 – Zona di costituzione zone di protezione faunistica – zona nord-ovest dell’impianto

Le oasi di protezione, previste dall’art. 10 comma 8 della L. 157/92 (Piani faunistico-venatori), rappresentano aree destinate al rifugio, alla sosta e alla riproduzione della fauna selvatica. Per la L.R. 33/97, art.45, le oasi di protezione hanno lo scopo di favorire e promuovere la conservazione, il rifugio, la sosta, la riproduzione e l’irradiazione naturale della fauna selvatica e garantire, quindi, adeguata protezione soprattutto all’avifauna lungo le principali rotte di migrazione. In tale senso l’opera che si propone assume ancora più valore se si considera la vicinanza del sito di impianto sia alle aree della Rete Natura 2000 che, per esempio, al Centro di recupero della fauna selvatica di Ficuzza (PA). Si rammenta, comunque, che nonostante la vicinanza alle aree sopra menzionate e in considerazione della Vinca che fa parte integrante delle opere di progetto, si porrà l’attenzione in seguito al fatto che siamo molto distanti dai principali tracciati delle rotte migratrici relative all’avifauna locale.

Nelle oasi di protezione e di rifugio, di norma, sono previsti interventi di miglioramento ambientale finalizzati al mantenimento ed alla sistemazione degli habitat interni, al ripristino dei biotipi distrutti ed alla creazione ex-novo di biotipi, alla ricostituzione della macchia mediterranea, alla coltivazione di siepi, cespugli, filari di arbusti, alberi adatti alla nidificazione, all’incremento delle semine di colture a perdere per l’alimentazione naturale dei mammiferi e degli uccelli, alla manutenzione degli apprestamenti di

ambientamento della fauna selvatica. Chiaramente all'interno di tali superfici sarà vietata ogni tipo di attività venatoria.

Le attività previste all'interno di tali "Oasi faunistiche" riguarderanno, in via esemplificativa:

- azioni volte alla tutela ed al recupero di habitat delle specie di rilevante interesse naturalistico e/o venatorio;
- attività di vigilanza;
- azione di prevenzione dei danni causati dalla fauna selvatica e delle attività di gestione alle produzioni agricole;
- interventi per la protezione e l'incremento numerico delle specie faunistiche;
- modalità di effettuazione delle catture di fauna selvatica e le specie che con esse si intendono prelevare;
- previste azioni di manutenzione e miglioramento delle infrastrutture zonali;
- risorse proprie da investire.

L'Oasi di protezione faunistica che si intende realizzare potrà migliorare il contesto in esame e allo stesso tempo stimolare la sensibilità verso temi analoghi, in perfetta sintonia con gli interventi previsti nel Piano faunistico regionale vigente.

In sintesi, e a conclusione della presente premessa circa quest'ultima opera di compensazione ambientale, si riportano le finalità dell'intervento proposto:

- promozione e coinvolgimento di comunità locali, di associazioni di categoria e altri organi deputati alla gestione territoriale nella tutela e nel recupero di habitat ai fini di un incremento delle specie di fauna selvatica di rilevante interesse anche naturalistico;
- proseguimento del decentramento gestionale di importanti aree di tutela per la produzione di fauna selvatica anche a scopo di ripopolamento così da avvalersi di soggetti propriamente autoctoni e allo stesso tempo di ridurre le necessità di approvvigionamenti esterni;
- conseguente riduzione degli impegni finanziari pubblici in una materia, quale quella disciplinata dalla L. 157/92 e dalle leggi regionali in essere, incentrata su chiare linee di autonomia finanziaria associativa e locale;
- recupero di aree degradate a causa della presenza di agrosistemi specializzati per la ricostituzione di un tessuto faunistico naturale;

Interventi ordinari interni all'Oasi faunistica

Censimenti

Da esperienze precedentemente fatte sulle zone protette in diverse province italiane risulta di grande importanza monitorare costantemente l'evoluzione e lo sviluppo numerico delle popolazioni. Soprattutto nel caso di ambiti protetti di nuova istituzione, i conteggi permetteranno di stabilire se le popolazioni si accrescono con la velocità attesa, se si mantengono stabili oppure se arrivano ad una fase di declino e, conseguentemente, permettono verifiche sull'idoneità del territorio ad ospitare popolazioni autosufficienti ed in buona salute delle specie per cui la protezione è stata istituita. Tenendo sotto controllo l'andamento delle popolazioni sarà anche possibile valutare con precisione l'effetto, positivo o negativo, di altri interventi gestionali e quindi, determinarne l'efficacia in relazione ai costi.

Foraggiamenti

Per alcune specie e in particolari condizioni ambientali potrà essere opportuno procedere alla somministrazione periodica di alimenti aggiuntivi. Lo scopo di questo tipo di intervento sarà quello di ridurre la mortalità causata dalla deficienza di una adeguata disponibilità alimentare. Il periodo in cui effettuare i foraggiamenti sarà naturalmente il periodo limitante in quanto ad offerta alimentare, cioè l'inverno, e il foraggiamento sarà tanto più prolungato tanto più permanenti saranno le condizioni climatiche negative.

Miglioramenti ambientali

Sono interventi tesi a diversificare l'ambiente e a fornire possibilità di rifugio e alimentazione alle specie di piccola fauna. Per eliminare i blocchi di monoculture, sarà importante ricostituire piccole zone a vegetazione naturale o filari e siepi stratificate a divisione degli appezzamenti. Inoltre, per favorire le popolazioni di fauna stanziale, si procederà alla predisposizione, all'interno dei campi, di strisce in cui non venga effettuato il raccolto, garantendo anche in questo modo rifugio e alimentazione. Si ritiene che sia della massima importanza intervenire coltivando i terreni attualmente abbandonati e ripristinando così, almeno parzialmente, le condizioni di diversità ambientale e di produttività primaria del territorio che hanno favorito lo sviluppo delle popolazioni della piccola fauna. In particolare, saranno coltivati, tra i cereali, frumento ed orzo e, tra le foraggere, erba medica e trifoglio. I metodi di lavorazione saranno quelli tradizionali con arature, semina, concimazioni e tempi di raccolta programmati in modo da non causare perdite di nidi, uova e giovani nati. Per quanto riguarda i cereali, dopo la mietitura, le stoppie saranno lasciate fino al momento della nuova aratura e della successiva semina; gli appezzamenti coltivati a foraggere saranno tagliati periodicamente per garantire una buona qualità di foraggio.

Strutture di ambientamento

La costruzione di strutture di ambientamento (voliere, recinti, ecc.) sarà un supporto assolutamente necessario e fondamentale per garantire il successo delle immissioni, attraverso una riduzione della mortalità da ambientamento e della dispersione, cui tipicamente vanno incontro gli animali in zone a loro sconosciute. Queste strutture andranno costruite e posizionate sotto la guida di esperti in modo che rispondano a tutti i requisiti di sicurezza, efficienza ed economicità. Le strutture di ambientamento andranno sorvegliate strettamente dal personale di vigilanza destinato alla zona protetta in modo da prevenire atti di bracconaggio e vandalismo e distruzioni dovute a cani e gatti randagi.

Ricerca scientifica

Una delle principali attività che verranno promosse all'interno dell'oasi sarà la ricerca scientifica sulla piccola fauna e per l'avifauna locale. L'acquisizione di conoscenze sulla biologia sarà fondamentale, specialmente in un territorio dove vi è una notevole carenza di tale tipo di studi. La ricerca scientifica sarà indirizzata ad argomenti di tipo autoecologico e sinecologico in maniera tale da fornire una base oggettiva alle attività gestionali. Gli studi privilegeranno le dinamiche delle popolazioni, le preferenze di habitat, la competizione tra specie coesistenti e i rapporti prede-predatori.

22. Piano di manutenzione interventi di mitigazione

I lavori di manutenzione e gestione costituiranno una fase fondamentale per lo sviluppo dell'impianto arboreo e arbustivo, sia della fascia perimetrale che relativamente alle opere di rinaturalizzazione degli impluvi e ai laghetti, che in tutte le aree di compensazione ambientale. I lavori andranno seguiti e controllati in ogni periodo dell'anno per affrontare nel migliore dei modi qualsivoglia emergenza di natura ambientale. La mancanza di una adeguata manutenzione o la sua errata od incompleta realizzazione, genererebbe un sicuro insuccesso per le opere a verde nel loro complesso. Il piano manutentivo prevedrà una serie di operazioni di natura agronomica nei primi cinque anni (5 stagioni vegetative) successivi all'impianto. In seguito alla messa a dimora di tutte le piante, verranno eseguiti una serie di interventi colturali quali:

- controllo della vegetazione spontanea infestante;
- risarcimento eventuali fallanze;
- pratiche di gestione irrigua;
- difesa fitosanitaria;
- potature di contenimento e/o di formazione;
- pratiche di fertilizzazione.

Controllo della vegetazione infestante

Per limitare l'antagonismo esercitato dalle malerbe infestanti verranno messe in atto diverse strategie di natura agronomica: in particolare verranno eseguiti, durante i mesi estivi (da maggio a settembre) a partire dall'anno successivo alla realizzazione dell'impianto, il decespugliamento localizzato delle infestanti in prossimità dei trapianti messi a dimora per una superficie di almeno 1 m² con decespugliatore spallato e l'estirpazione manuale delle infestanti attorno al colletto della pianta (soprattutto in presenza di malerbe rampicanti come il convolvolo), con successivo accatastamento ordinato in loco del materiale di risulta e smaltimento in un idoneo punto di stoccaggio autorizzato. Per la fascia di mitigazione arborea/arbustiva saranno effettuati dei passaggi con macchine operatrici per la trinciatura (trinciasarmenti a catene, coltelli, flagelli o martelli portato da trattore agricolo) e l'amminutamento in loco delle infestanti in modo da limitare il fenomeno della competizione per lo spazio e per i nutrienti. Saranno previsti complessivamente (dall'anno dopo l'impianto) n° 3 interventi per il primo triennio, n°2 interventi al quarto anno e n°2 interventi per il quinto anno, per un totale di n°13 interventi di sfalcio in cinque anni. Il quinto anno, in presenza di arbusti potenzialmente competitivi con le piante messe a dimora, si opererà il taglio degli stessi con motosega o altri mezzi idonei. Tali sistemazioni agrarie, comunque, dipenderanno sempre e comunque dalla velocità di crescita delle piante e dalle loro condizioni di salute.

Sostituzione fallanze

In genere l'impiego di materiale vivaistico di buona qualità e la messa a dimora di piante in vaso permettono di garantire elevate percentuali di attecchimento. In questi casi tendenzialmente il numero medio di fallanze riscontrabile risulterà sempre inferiore al 6-8%. Tra i primi di ottobre e la fine di marzo del primo e secondo anno successivi alla messa a dimora si dovrà procedere alla sostituzione dei trapianti eventualmente disseccati e al loro rimpiazzo con individui vegetali di analoghe caratteristiche.

Pratiche di gestione irrigua

In caso di insorgenza di periodi di siccità prolungata si renderà necessario intervenire con irrigazioni di soccorso, pena il disseccamento dell'impianto e l'insuccesso dell'intervento di mitigazione. Il numero di irrigazioni di soccorso, in generale, sarà funzione delle condizioni climatiche nel periodo estivo con maggior frequenza nel primo biennio. Inoltre, sarà fondamentale effettuare diverse irrigazioni, in particolar modo dopo la fase di trapianto e per almeno i due mesi successivi, per favorire la radicazione e quindi l'attecchimento delle piante nel nuovo substrato.

Difesa fitosanitaria

Normalmente non verranno effettuati trattamenti fitosanitari preventivi. Potranno risultare opportuni solo in pochi casi qualora si verificano, per esempio, attacchi di insetti defogliatori che colpiscono una percentuale cospicua del popolamento (almeno il 30%). In tal caso sarà necessario effettuare trattamenti antiparassitari con distribuzione di opportuni principi attivi registrati e utilizzati in agricoltura biologica (rispettosi dell'ambiente), mediante impiego di atomizzatore collegato alla presa di forza di una trattrice. Tali interventi si potranno rendere necessari soprattutto all'inizio della primavera del primo anno del ciclo produttivo (ma possibilmente anche in piena estate), con defogliazioni diffuse su larga scala ma potranno ripetersi di anno in anno in concomitanza di stress di natura biotica. Si fa presente, ad ogni modo, che la difesa sarà principalmente perseguita mediante adozione di pratiche agronomiche virtuose e rispettose dalla pianta in modo tale da rendere minimo l'impiego di prodotti fitoiatrici.

Potatura di contenimento e/o di formazione

L'intervento di contenimento, nella fattispecie, sarà realizzato perseguendo diverse finalità e obiettivi:

- sui filari arborei più esterni del popolamento l'obiettivo principale sarà il controllo dello sviluppo laterale, allo scopo di lasciare loro uno spazio di crescita predefinito;
- sui filari interni dell'impianto l'obiettivo sarà quello di permettere l'ingresso all'interno del popolamento delle macchine dedicate a una serie di operazioni agronomiche e/o colturali;
- sulle piante arbustive naturaliformi l'obiettivo sarà quello di contenere la vegetazione in altezza e in larghezza.
- su tutte le altre opere di compensazione ambientale si opererà per interventi mirati al contenimento delle chiome e alla creazione di strutture adatte ad un tipo di raccolta meccanizzabile.

La frequenza degli interventi di potatura sarà valutata e programmata sulla base dello sviluppo della vegetazione dell'impianto e a seconda del protocollo colturale di gestione dello stesso. Per quanto riguarda la fascia alberata di mitigazione si prevedrà di effettuare nel corso degli anni delle operazioni di potatura di formazione; in particolare si effettueranno delle potature, con attrezzature sia manuali che meccaniche, per la periodica esecuzione dei diradamenti del secco e per conferire la giusta forma di allevamento. Lo scopo sarà quello di dare una forma equilibrata, favorendo l'affrancamento, l'accestimento e consentendo una crescita laterale e in altezza. Allo scopo di far sviluppare la pianta nel modo più naturale possibile, gli individui vegetali saranno seguiti nella crescita avendo cura di effettuare interventi di potatura cercando di realizzare la forma più stabile possibile (quella cioè con 3 branche principali che si troverebbero a 120° tra loro). Le potature di contenimento e di formazione si effettueranno periodicamente ogni anno, nel periodo post-raccolta o nella fase di stasi vegetativa per

consentire il raggiungimento di dimensioni tali da dar vita ad un equilibrio senza una concorrenza reciproca.

Pratiche di fertilizzazione

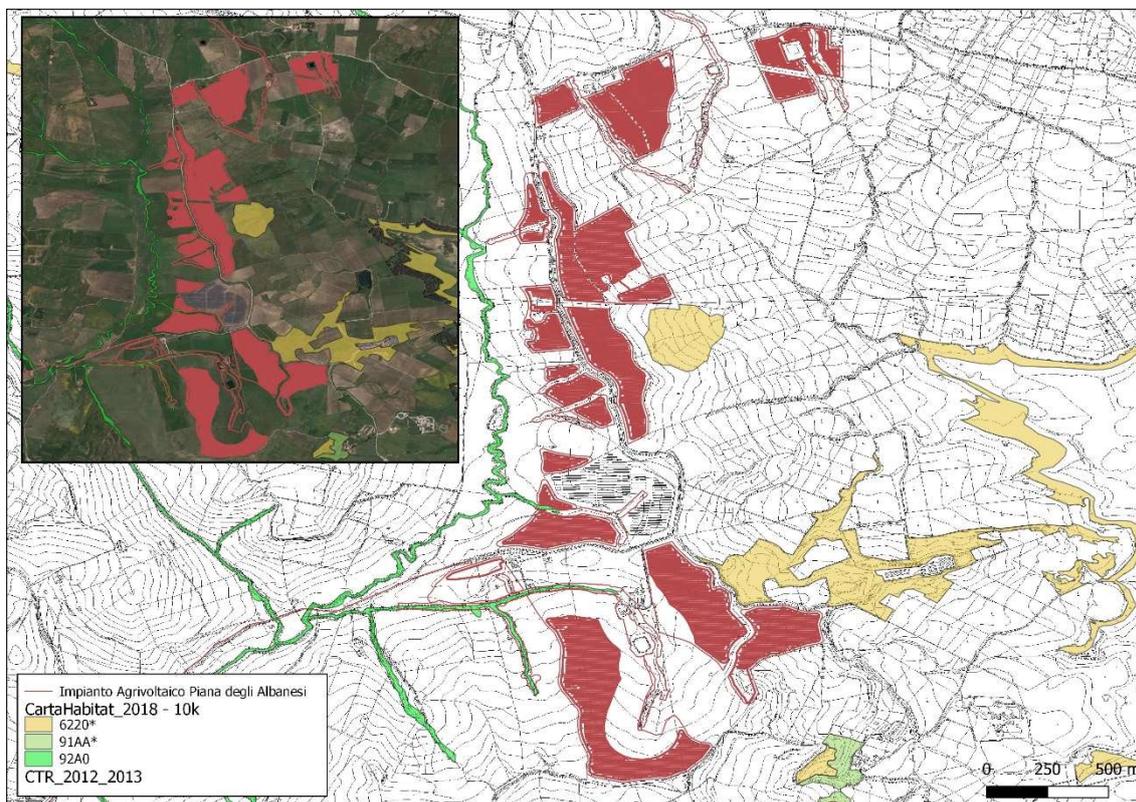
Con la concimazione ci poniamo l'obiettivo di apportare sostanze nutritive al terreno agrario per migliorarne il grado di fertilità e, conseguentemente, anche la percentuale di attecchimento delle piante, gettando le basi anche per la gestione post-trapianto. Con l'apertura delle buche per la predisposizione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

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

115 - Piano di monitoraggio delle cure colturali fascia di mitigazione dal 2° al 6° anno

23. Carta degli Habitat rispetto alle aree di progetto

Il comprensorio di Piana degli Albanesi e dei comuni limitrofi rappresenta un'area di notevole interesse faunistico e floristico-fitocenotico, con aspetti di vegetazione in parte peculiari, come nel caso delle comunità rupicole, nel cui ambito è rappresentato un elevato numero di specie vegetali endemiche e di rilevante interesse fitogeografico. Per ciò che concerne la carta degli habitat, si fa presente che le aree del parco agrivoltaico, seppur vicine, risultano esterne ai siti di interesse citati nella carta menzionata.



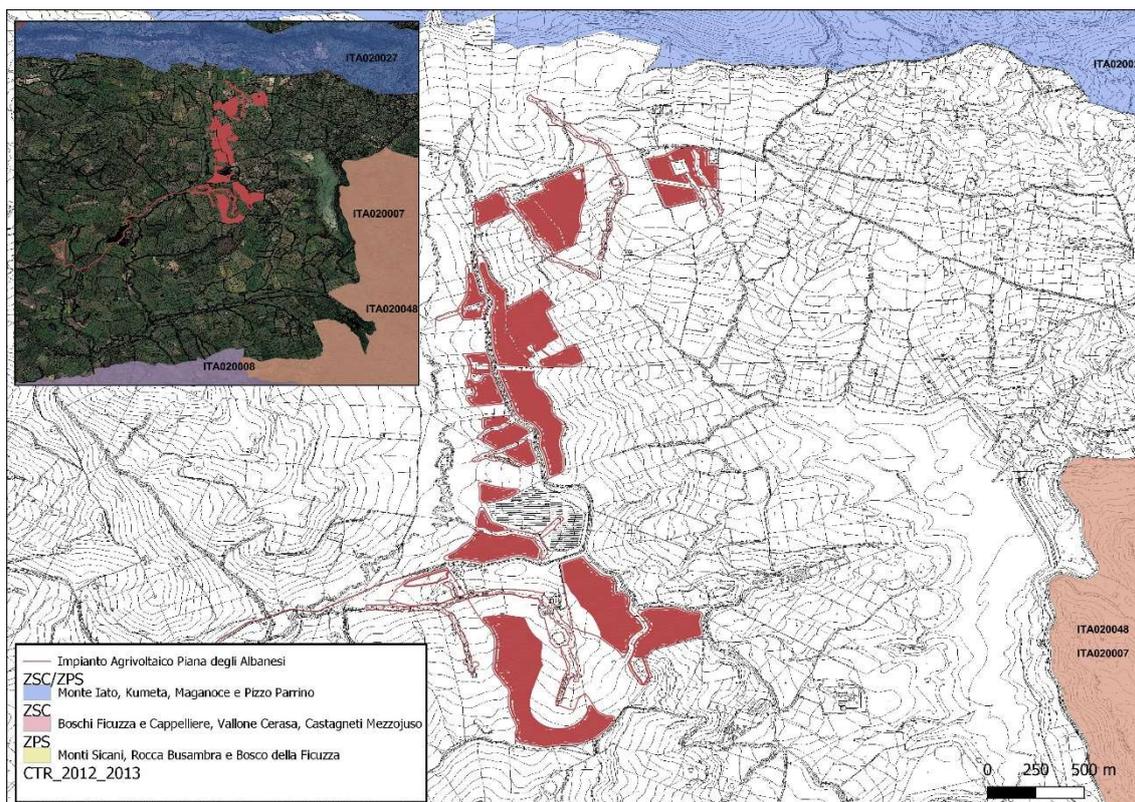
116 - Inquadramento area di progetto in relazione alla Carta degli Habitat (fonte ISPRA)

Come si evince dalla carta degli habitat, le zone di impianto sono esterne ad habitat di interesse quali 6220* (percorsi substepnici e macchie di piante mediterranee). Certamente il contesto agricolo territoriale, basato sulla cerealicoltura classica, ha indebolito negli anni il già labile equilibrio vegetazionale di tali aree, legate alla coltivazione di grano e orzo e ad una gestione agricola che faceva e fa uso di pesticidi e fertilizzanti di sintesi.

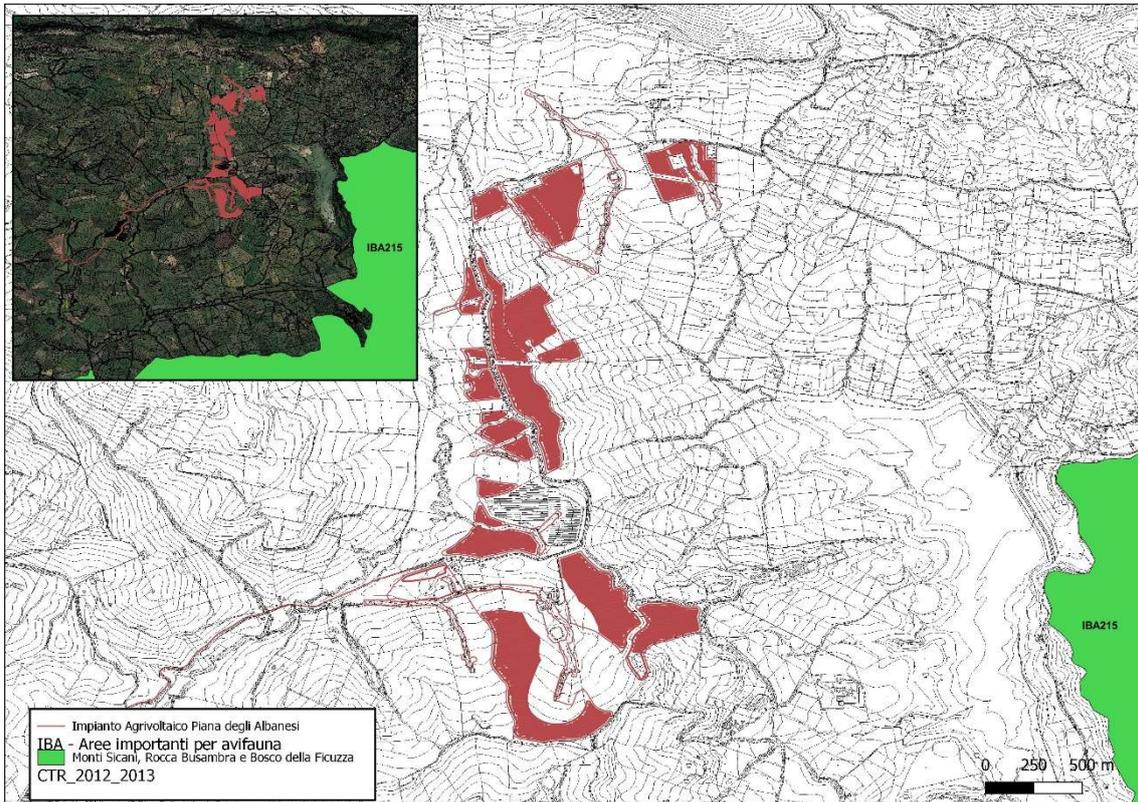
24. Aree di impianto rispetto a siti Natura 2000, IBA e RES

La direttiva 92/43/CEE del Consiglio del 21 maggio 1992 (detta direttiva Habitat) è stata adottata al fine di contribuire a salvaguardare la biodiversità mediante la conservazione degli habitat naturali nonché della flora e della fauna selvatiche nel territorio europeo. Tale direttiva prevede l'adozione di misure intese ad assicurare il mantenimento o il ripristino, in uno stato di conservazione soddisfacente degli

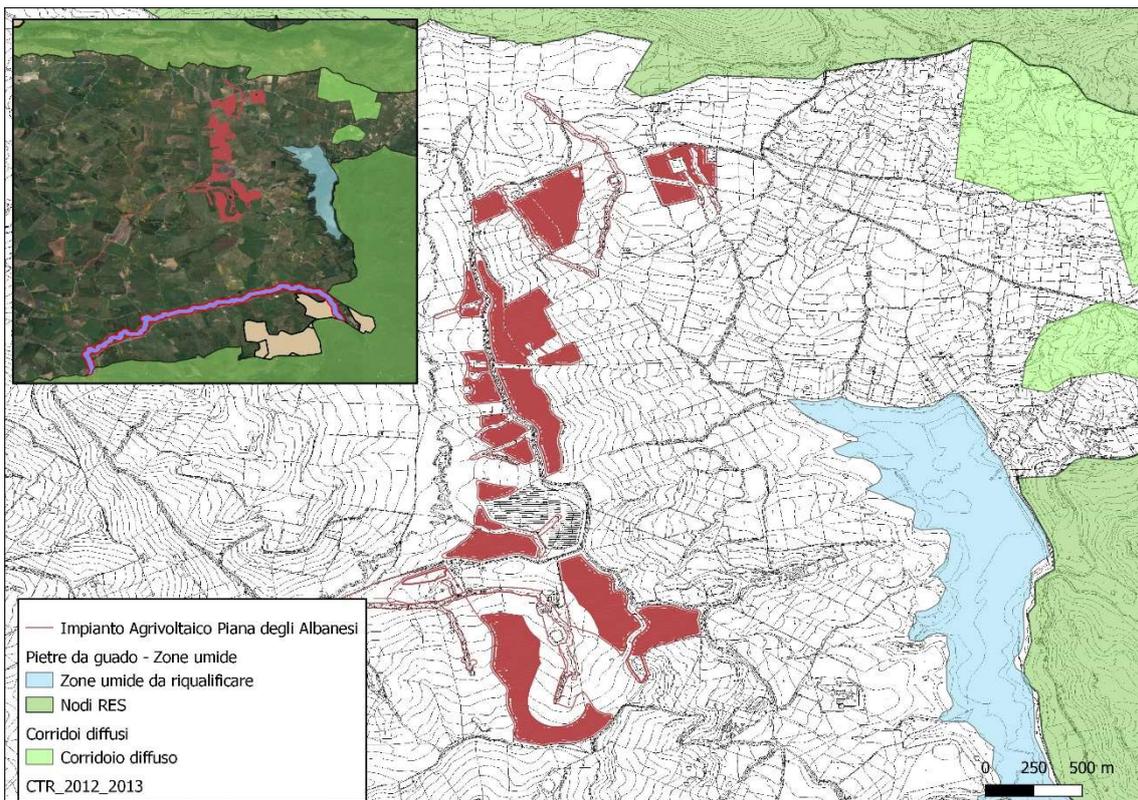
habitat naturali e delle specie di fauna e flora selvatiche di interesse comunitario e costituisce una rete ecologica europea coerente di zone speciali di conservazione (ZSC) denominata Natura 2000 formata dai siti in cui si trovano tipi di habitat naturali elencati nell'allegato I della direttiva e habitat delle specie di cui all'allegato II della direttiva; tale rete deve garantire il mantenimento ovvero, all'occorrenza, il ripristino, in uno stato di conservazione soddisfacente, dei tipi di habitat naturali e degli habitat delle specie interessati nella loro area di ripartizione naturale. La rete «Natura 2000» comprende anche le zone di protezione speciale (ZPS) classificate dagli Stati membri ai sensi della direttiva 2009/147/CE. Il D.P.R. 8 settembre 1997, n. 357, successivamente modificato e integrato, dal D.P.R. 12 marzo 2003, n. 120, con il quale è stato affidato il compito di adottare le misure di conservazione necessarie a salvaguardare e tutelare i siti della stessa Rete Natura 2000, nonché quello di regolamentare le procedure per l'effettuazione della valutazione di incidenza. L'area interessata al progetto non risulta gravata da vincoli quali, in via esemplificativa, parchi e riserve naturali, siti Natura 2000 (SIC, ZSC e ZPS) e relativi corridoi ecologici, Important Bird Areas (IBA), Rete Ecologica Siciliana (RES), Siti Ramsar (zone umide), Oasi di protezione e rifugio della fauna e Geositi. Dal punto di vista vincolistico, le superfici oggetto di intervento risultano esterne a zone che fanno parte della Rete Natura 2000 e, pertanto, eventuali aree SIC, ZSC o ZPS si trovano al di fuori dell'area di progetto.



117 - Aree di impianto in relazione ai siti Natura 2000



118 - Aree di impianto in relazione agli IBA (Important Bird Area)



119 - Aree di impianto in relazione alla Rete Ecologica Siciliana (RES)

25. Mitigazione degli impatti sulla fauna

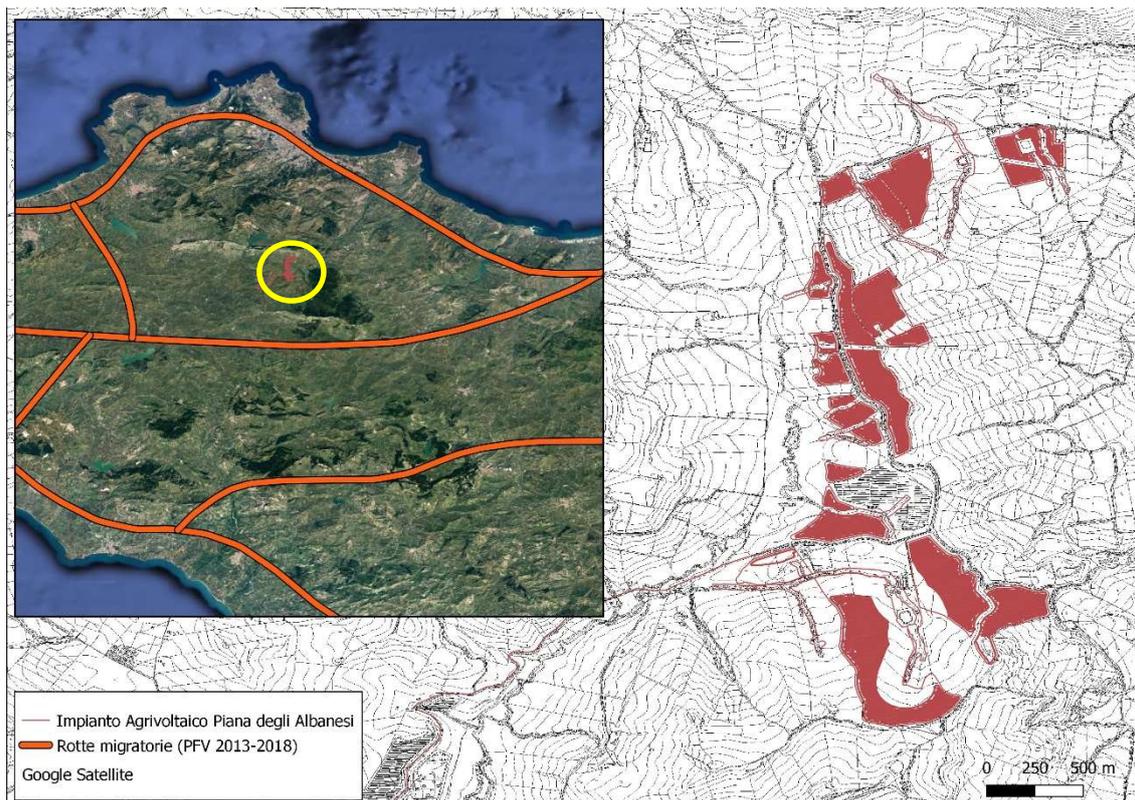
Numerose ricerche scientifiche svoltesi nei paesi interessati allo sfruttamento dell'energia fotovoltaica già da diversi anni, hanno evidenziato che per l'uso decentrato dei sistemi fotovoltaici (impianti a terra) l'impatto sulla fauna è ritenuto generalmente trascurabile, in quanto sostanzialmente riconducibile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

- la struttura di sostegno dei moduli, vista la sua altezza ed interasse, consente non solo la penetrazione di luce ed umidità sufficiente allo sviluppo di una ricca flora, ma permette la intercettazione dell'acqua piovana, limitando l'effetto pioggia battente con riduzione del costipamento del terreno;
- la falciatura periodica dell'erba, oltre ad evitare un'eccessiva evaporazione del terreno, crea un habitat di stoppie e cespugli, arricchito dai semi delle piante spontanee, particolarmente idoneo alla nidificazione e alla crescita della fauna selvatica;
- la presenza dei passaggi eco-faunistici (come da planimetria di progetto), consente l'attraversamento della struttura da parte della fauna.

È importante ricordare, che una recinzione di questo tipo, permette di creare dei corridoi ecologici di connessione, che consentono di mantenere un alto livello di biodiversità, e allo stesso tempo, non essendo praticabile l'attività venatoria, crea un habitat naturale di protezione delle specie faunistiche e vegetali; la piantumazione, lungo il perimetro del parco, di specie sempreverdi o a foglie caduche, che producono fiori e frutti, sarà un'ulteriore fonte di cibo sicura per tutti gli animali, determinerà la diminuzione della velocità eolica, aumenterà la formazione della rugiada.



120 – Carta delle rotte migratorie in Sicilia



121 – Carta delle principali rotte migratorie della Sicilia in relazione alle aree di progetto

In merito alla carta delle rotte migratorie dell'avifauna in relazione alle aree di progetto, nessuna direttrice coincide con una delle rotte presunte. Si rammenta che dalle valutazioni effettuate su commissione del Ministero dell'Ambiente non sono emersi effetti allarmanti sugli animali, le specie presenti di uccelli continueranno a vivere e/o nidificare sulla superficie dell'impianto, e tutta la fauna potrà utilizzare lo spazio libero della superficie tra i moduli e ai bordi degli impianti come zona di caccia, nutrizione e nidificazione. I territori di elezione presenti nell'areale, garanti della conservazione e del potenziamento naturale della fauna selvatica, a seguito degli interventi, delle modalità e dei tempi di esecuzione dei lavori, non subiranno sintomatiche modifiche; gli stessi moduli solari, saranno utilizzati come punti di posta e/o di canto e per effetto della non trasparenza dei moduli fotovoltaici sarà improbabile registrare collisioni dell'avifauna con i pannelli, come in caso di finestre. Pertanto, si può ragionevolmente e verosimilmente confermare, che l'intervento in progetto nulla preclude alla salvaguardia dell'habitat naturale, soddisfacente alle specifiche peculiarità del sito, nella scrupolosa osservanza di quanto suddetto. Pertanto, in funzione di quanto fino ad ora asserito, si fa presente che nella tavola che tratta specificatamente delle recinzioni perimetrali, saranno indicate le aperture naturali (passaggi) per consentire alla piccola fauna di attraversare l'area evitando, al contempo, ogni tipo di barriera per potere oltrepassare liberamente l'area. Inoltre, in fase ante-operam e post-operam sarà effettuato, all'interno

del piano di monitoraggio ambientale, anche il controllo delle componenti vegetazione, paesaggio e fauna con rilievi di campo e opportune analisi bibliografiche nella zone di intervento. Di seguito riportiamo l'elenco delle specie animali e delle popolazioni di uccelli potenzialmente presenti nell'area del futuro parco agrivoltaico.

Name	presence	seasonal	Compiled	Modified
Anthus pratensis	1	3	2021	2015
Buteo buteo	1	1	2021	2021
Buteo rufinus	1	4	2021	2019
Circaetus gallicus	1	4	2021	2013
Circus aeruginosus	1	4	2021	2021
Circus cyaneus	1	3	2021	2013
Circus macrourus	1	4	2021	2021
Circus pygargus	1	4	2021	2013
Falco biarmicus	1	1	2021	2021
Falco cherrug	1	3	2021	2014
Falco columbarius	1	3	2021	2021
Falco tinnunculus	1	1	2021	2021
Falco vespertinus	1	4	2021	2018
Gallinago media	1	4	2021	2015
Neophron percnopterus	1	4	2021	2021
Otus scops	1	1	2021	2021
Aythya ferina	1	3	2021	2021
Milvus milvus	1	1	2020	2020
Saxicola torquatus	1	1	2020	2020
Upupa epops	1	2	2020	2020
Milvus migrans	1	1	2021	2020
Alexandrinus krameri	1	1	2016	2020
Acrocephalus scirpaceus	1	4	2016	2018
Apus pallidus	1	4	2018	2019
Aquila fasciata	1	1	2016	2019
Ardea alba	1	4	2016	2019
Ardea cinerea	1	3	2019	2014
Ardea purpurea	1	4	2019	2018
Athene noctua	1	1	2018	2019
Aythya nyroca	1	1	2019	2014
Chlidonias niger	1	4	2018	2019
Coracias garrulus	1	2	2019	2018
Cuculus canorus	1	2	2016	2013
Cyanecula svecica	1	4	2019	2018
Emberiza calandra	1	1	2018	2019
Emberiza schoeniclus	1	4	2018	2019
Falco eleonorae	1	4	2021	2018
Falco peregrinus	1	1	2021	2019
Fringilla coelebs	1	1	2018	2019
Fulica atra	1	1	2019	2019
Galerida cristata	1	1	2016	2019

Gallinula chloropus	1	1	2016	2019
Larus fuscus	1	3	2018	2014
Larus melanocephalus	1	3	2019	2013
Larus michahellis	1	3	2019	2014
Lullula arborea	1	1	2016	2006
Motacilla alba	1	3	2019	2019
Motacilla flava	1	4	2018	2018
Muscicapa striata	1	4	2018	2019
Muscicapa striata	1	2	2018	2018
Oenanthe hispanica	1	4	2016	2018
Pandion haliaetus	1	4	2021	2014
Phalacrocorax carbo	1	3	2018	2019
Phoenicurus ochruros	1	1	2018	2006
Phoenicurus phoenicurus	1	4	2016	2018
Phylloscopus collybita	1	1	2016	2016
Podiceps cristatus	1	2	2019	2004
Rallus aquaticus	1	1	2016	2019
Scolopax rusticola	1	3	2016	2007
Streptopelia turtur	1	2	2019	2019
Sturnus vulgaris	1	3	2019	2019
Curruca cantillans	1	2	2018	2018
Curruca communis	1	4	2016	2019
Curruca conspicillata	1	1	2016	2015
Tachybaptus ruficollis	1	1	2016	2019
Turdus torquatus	1	4	2018	2018
Tyto alba	1	1	2016	2019
Zapornia pusilla	1	4	2019	2018
Ciconia nigra	1	4	2016	2013
Ciconia ciconia	1	2	2016	2014
Coturnix japonica	1	1	2016	2010
Falco subbuteo	1	4	2021	2014
Certhia brachydactyla	1	1	2016	2008
Pyrrhocorax pyrrhocorax	1	1	2016	2015
Limosa limosa	1	3	2016	2015
Marmaronetta angustirostris	1	2	2016	2011
Numenius arquata	1	3	2017	2011
Pernis apivorus	1	4	2021	9999
Strix aluco	1	1	2016	2012
Tachymarpis melba	1	2	2016	2006
Tringa totanus	1	1	2016	2012
Luscinia megarhynchos	1	2	2016	2015
Melanocorypha calandra	1	1	2016	2015
Regulus ignicapilla	1	3	2016	2015
Curruca undata	1	1	2016	2015
Turdus merula	1	1	2016	2016
Pica pica	1	1	2016	2016
Sylvia atricapilla	1	1	2016	2015
Corvus corax	1	1	2016	2006
Lanius minor	1	2	2016	2009
Monticola solitarius	1	1	2016	2008

Hieraaetus pennatus	1	4	2021	9999
Jynx torquilla	1	1	2016	2014
Parus major	1	1	2016	2010
Phylloscopus trochilus	1	4	2016	2009
Caprimulgus europaeus	1	2	2016	2007
Sturnus unicolor	1	1	2016	2008
Sylvia borin	1	4	2016	2009
Turdus viscivorus	1	1	2016	2006
Accipiter nisus	1	3	2021	2013
Actitis hypoleucos	1	3	2016	2007
Apus apus	1	2	2016	2006
Aquila chrysaetos	1	1	2021	2014
Locustella fluviatilis	1	4	2016	2015
Cettia cetti	1	1	2016	2015
Cisticola juncidis	1	1	2016	2015
Coccothraustes coccothraustes	1	3	2016	2015
Motacilla cinerea	1	1	2016	2015
Emberiza cia	1	1	2016	2015
Lanius collurio	1	2	2016	2015
Passer montanus	1	1	2016	2015
Spinus spinus	1	3	2016	2015
Gypaetus barbatus	5	1	2021	2017
Periparus ater	1	3	2016	2017
Delichon urbicum	1	2	2016	2017
Garrulus glandarius	1	1	2016	2017
Cyanistes caeruleus	1	1	2016	2017
Lanius senator	1	2	2016	2017
Ptyonoprogne rupestris	1	1	2016	2015
Corvus corone	1	1	2016	2017
Anthus campestris	1	2	2018	2008
Calandrella brachydactyla	1	2	2018	2016
Anthus spinoletta	1	3	2018	2015
Alauda arvensis	1	1	2018	2015
Anthus trivialis	1	4	2018	2018
Ardeola ralloides	1	4	2018	2018
Burhinus oedicnemus	1	4	2018	2018
Ficedula parva	1	4	2018	2010
Carduelis carduelis	1	1	2019	2016
Passer italiae	1	1	2018	2018
Serinus serinus	1	2	2018	2015
Curruca melanocephala	1	1	2018	2018
Troglodytes troglodytes	1	1	2018	2016
Cinclus cinclus	1	1	2018	2018
Emberiza cirrus	1	1	2018	2018
Regulus regulus	1	3	2018	2007
Oenanthe oenanthe	1	2	2018	2018
Chloris chloris	1	1	2018	2015
Columba palumbus	1	1	2018	2018
Corvus monedula	1	1	2018	2017
Coturnix coturnix	1	1	2018	2006

Erithacus rubecula	1	3	2018	2015
Falco naumanni	1	2	2021	2018
Linaria cannabina	1	1	2018	2018
Myiopsitta monachus	1	1	2018	2017
Prunella modularis	1	3	2018	2006
Streptopelia roseogrisea	1	1	2018	2017
Turdus philomelos	1	3	2018	2006

122 – popolazioni di uccelli riscontrati e/o potenzialmente presenti nell'area di progetto – fonte "BirdLife International and Handbook of the Birds of the World"

26. Analisi delle ricadute occupazionali agrivoltaico

In relazione al progetto in agro di Piana degli Albanesi (PA), si fa notare che l'utilizzo dei terreni per la coltivazione ad oliveto, mandorle e legumi (in rotazione con colture da rinnovo e depauperanti), secondo le specifiche tecniche della relazione, determina non soltanto un vantaggio ambientale per ciò che concerne l'uso e la conservazione del suolo ma getta le basi concrete per la creazione di un reddito tale e quale a quello riferito ad una azienda agricola di indirizzo simile. In un contesto come quello in esame la gestione dei suoli così come definita secondo le pratiche agricole specialistiche viene considerata collaterale alla produzione di energia da fonti rinnovabili. Nella fattispecie si riporta di seguito l'indicazione di massima circa l'impiego di manodopera specializzata per il calcolo del livello occupazionale riferito all'impianto ad oliveto e leguminose da granella. Per la gestione delle opere di natura squisitamente agricola si è fatto riferimento alla tabella relativa al fabbisogno per ettaro pubblicata in GURS il 18.6.2004 relativa al decreto n. 568 del 28 maggio 2004.

Colture	Fabbisogno di lavoro per ettaro (1)	
	Ore	Giornate
Aranceto, mandarinetto, clementino	360	54
Agrumeto terrazzato	432	65
Limoneto	400	60
Limoneto terrazzato	480	72
Frutteto asciutto	400	60
Frutteto irriguo	540	81
Carrubeto	93	14
Mandorleto	147	22
Mandorleto irriguo	200	30
Castagneto da frutto	193	29
Nocciolo	280	42
Oliveto asciutto	213	32
Oliveto irriguo	280	42
Oliveto da mensa asciutto	267	40
Oliveto da mensa irriguo	334	50
Pistaccheto	287	43
Ficodindieto asciutto	173	26
Ficodindieto irriguo	207	31
Vigneto a tendone irriguo uva da tavola	580	87
Vigneto ad alberello uva da vino	187	28
Vigneto ad alberello uva da vino semi irriguo (2)	213	32
Vigneto a spalliera uva da vino	220	33
Vigneto a spalliera uva da vino semi irriguo (2)	247	37
Vigneto a tendone uva da vino	253	38
Vigneto a tendone uva da vino semi irriguo (2)	280	42
Seminativo avvicendato con foraggiere	53	8
Seminativo semplice	27	4
Seminativo con orticole	107	16
Seminativo irriguo avvicendato con foraggiere	67	10
Seminativo arborato con un numero non inferiore a 80 alberi per ettaro	80	12
Orto o fungaia in ambiente protetto	4.002	600
Orto pieno campo	334	50
Orto pieno campo irriguo	467	70
Cappereto	1.141	171
Flori ambiente protetto	6.670	1.000
Floro-vivaismo in piena area	1.467	220
Vivaio ortive sotto serra (3)	15.608	2.340
Vivaio piante ornamentali pieno campo	1.001	150
Vivaio piante ornamentali sotto ombraia	2.335	350
Vivaio piante madri, barbatelle p.i.	1.668	250
Vivaio piante madri, barbatelle innestate	2.335	350
Funnel irriguo	934	140
Bosco ceduo da 1 a 10 anni (4)	173	26
Bosco ceduo adulto (5)	93	14
Bosco ad alto fusto da 1 a 10 anni (6)	133	20
Bosco ad alto fusto adulto (7)	114	17
Fustaia naturale o naturiliforme (8)	100	15
Pascolo	7	1
Piante officinali	133	20

123 – Parametri regionali per il calcolo dell'impiego della mano d'opera familiare

Per il calcolo del fabbisogno consideriamo la coltura “Oliveto in asciutto” dove la manodopera viene stimato in 32 giornate/ettaro per anno, “Mandorleto” con 22 giornate/ettaro per anno e la coltura “Seminativo avvicendato con foraggere” (equiparato alle leguminose da granella, inerbimento, pascolo e sulleto) dove il fabbisogno in manodopera viene quantificato in massimo 8 giornate/ettaro per anno, bosco d’alto fusto pari a 20 giornate/ettaro per anno (da 1 a 10 anni). Stimiamo in:

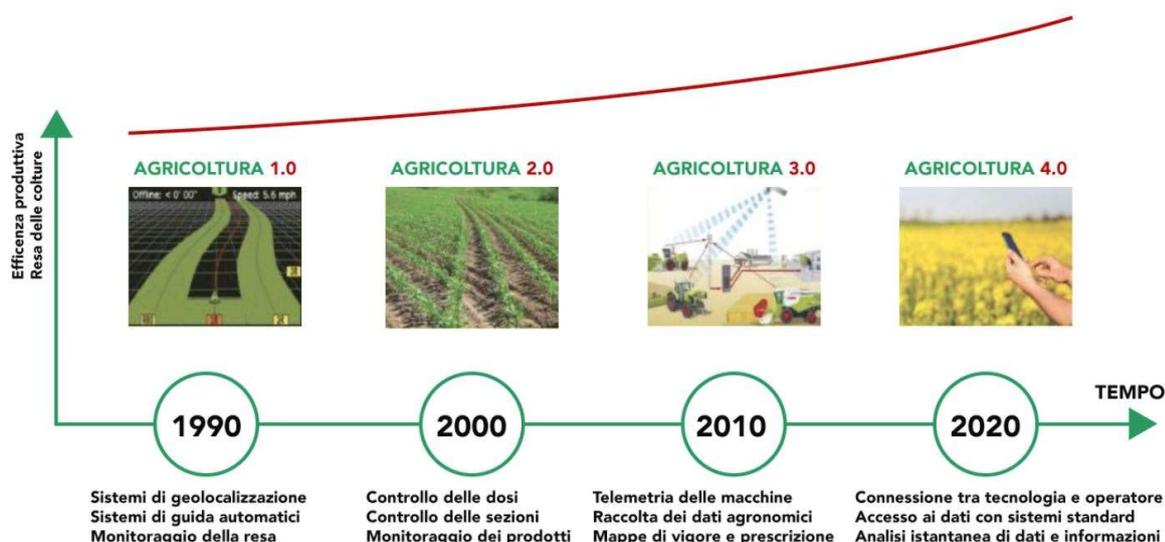
- 45,4 ettari la superficie di riferimento dell’oliveto (fascia di mitigazione e aree compensative);
- 48,83 ettari la parte di interfila tra i pannelli gestita a leguminose (e poi successivamente in rotazione);
- 38,42 ettari la superficie inerbita sotto i pannelli;
- 5 ettari di opere di imboscamento;
- 11 ettari di pascoli apistici e sulleto;
- 35 ettari la superficie di riferimento a mandorleto.

Complessivamente, quindi, per la gestione annuale dell’impianto nella sua totalità occorreranno 3108,8 giornate lavorative. Considerando la media di 20 giornate lavorative al mese (da CCNL di categoria, orario lavorativo pari a 6,40 ore/giorno), per singolo dipendente, otteniamo a livello annuale circa 220 giornate; pertanto, *il numero di unità lavorative presenti sarà pari a 14,13 (pari a 14 ULU).*

27. Appendice I

27.1 Premessa

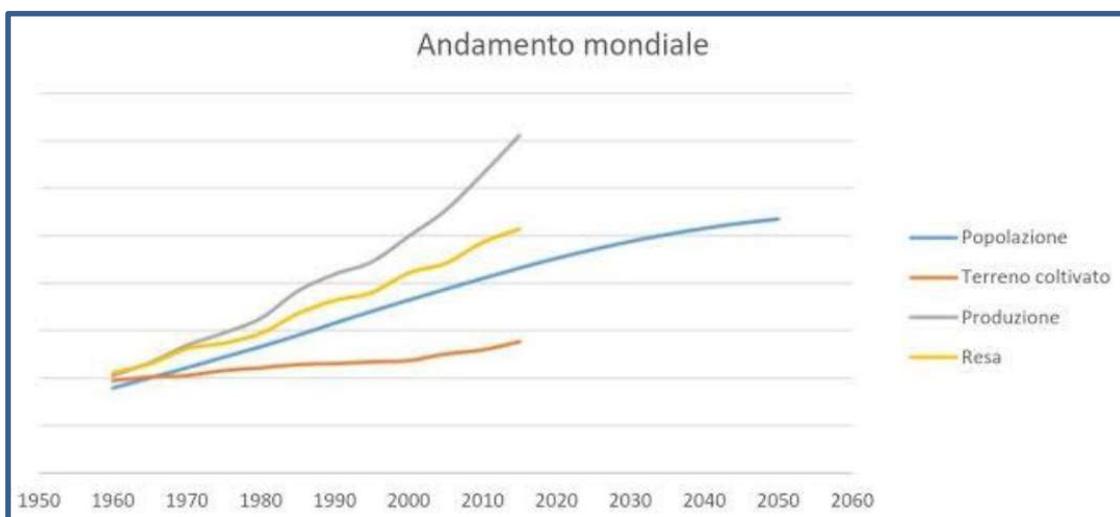
Il presente documento, a corredo e completamento della relazione agronomica, vuole specificare come le opere inerenti alla progettazione del presente impianto fotovoltaico sito in agro di Piana degli Albanesi (PA) siano rispettose e osservanti della Legge 29 luglio 2021 - n. 108 in merito alle soluzioni integrative da adottare all’interno di progetti agrivoltaici.



Le opere di progetto che riguardano le colture proposte, all'interno della quale saranno inseriti i pannelli fotovoltaici, saranno realizzate secondo i moderni modelli di rispetto della sostenibilità ambientali, con l'obiettivo di realizzare un sistema agricolo "integrato" e rispondente al concetto di agricoltura 4.0, attraverso l'impiego di nuove tecnologie a servizio del verde, con piano di monitoraggio costanti e puntuali, volti all'efficienza e al rispetto dell'ambiente.

27.2 Agricoltura 4.0 e il panorama mondiale

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



Con il termine "Agricoltura 4.0" ci si riferisce all'evoluzione dell'agricoltura di precisione, realizzata attraverso la raccolta automatica, l'integrazione e l'analisi di dati provenienti dal campo, da sensori e da qualsiasi altra fonte terza. Tutto questo risulta essere abilitato dall'impiego di tecnologie digitali 4.0, che rendono possibile la reazione di conoscenza e il supporto all'agricoltore nel processo decisionale relativo alla propria attività e al rapporto con altri soggetti della filiera, rompendo (almeno

potenzialmente) i confini della singola impresa. Lo scopo ultimo è quello di aumentare la profittabilità e la sostenibilità economica, ambientale e sociale dell'agricoltura. La strada intrapresa sembra essere quella dell'integrazione tra le strategie tradizionali e le innovazioni dell'agricoltura 4.0. Si parla di tracciabilità, di tecnologia blockchain, di raccolta di dati impiegati al servizio della filiera e si tratta, almeno in parte, di una piccola realtà di nicchia che sta già crescendo. L'impianto agrivoltaico verrà gestito esattamente come una "moderna" azienda agricola e, pertanto, si attizzerà adattando tecnologie innovative e tracciabilità di prodotto. Lo stato dell'arte attuale per ciò che riguarda il concetto di agricoltura 4.0, così come è stato ampiamente verificato, conferma in termini pratici che gli imprenditori agricoli che utilizzano tali sistemi, riescono a produrre di più e con un minore impatto sull'ambiente. Le ragioni vanno tutte ricondotte all'aiuto della tecnologia, che grazie ai nuovi strumenti digitali ha portato l'agricoltura 4.0, come valore economico, a 7,8 miliardi di dollari su scala mondiale nel 2020 e lo scorso anno a oltre 450 milioni in Italia (paese leader per l'innovazione in questo campo). Secondo quanto riporta l'Osservatorio Smart Agrifood, globalmente il settore negli ultimi 12 mesi è cresciuto del 22%. Rappresenta così il 5% del mercato mondiale, con 160 aziende che in Italia stanno adottando questi strumenti rispetto alle altre 737 sparse in tutto il mondo. Nonostante la necessità di investire in formazione, il primo dato che emerge dagli studi specifici risulta essere la crescita esponenziale della diffusione di soluzioni ad alto tasso tecnologico nel settore agroalimentare. Si registrano valore di mercato dell'agricoltura 4.0 che rappresentano, per il solo stato italiano il 18% del settore a livello europeo. Inoltre, emerge come esistano più di 300 proposte già a disposizione degli imprenditori agricoli, 113 delle quali specifiche per migliorare tracciabilità e qualità dei prodotti. Le esigenze che portano le aziende agricole a rivolgersi a soluzioni ad alto tasso tecnologico sono essenzialmente:

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

L'Agricoltura 4.0 è l'evoluzione del concetto di "agricoltura di precisione" che viene utilizzato per definire interventi mirati ed efficienti in campo agricolo a partire da dati come, per esempio, le caratteristiche fisiche e biochimiche del suolo. Di fatto, è tutto l'insieme di strumenti e strategie che consentono all'azienda agricola di impiegare in maniera sinergica e interconnessa tecnologie avanza con lo scopo di rendere più efficiente e sostenibile la produzione. In pratica, adottare soluzioni 4.0 in campo agricolo comprende, ad esempio, il poter calcolare in maniera precisa qual è il fabbisogno idrico di una determinata coltura ed evitare gli sprechi. Oppure, permette di prevedere l'insorgenza di alcune malattie delle piante o individuare in anticipo i parassiti che potrebbero attaccare le coltivazioni, riducendo di fatto gli sprechi. Un altro ambito di applicazione dell'agricoltura 4.0 è quello della tracciabilità della filiera

e, secondo addetti ai lavori, è qui che si intravedono le prospettive più interessanti guardando al futuro. Durante ogni passaggio, dal campo al confezionamento (qualora sia previsto), è possibile raccogliere dati utili a mantenere sotto controllo ogni step del processo di produzione. Poco margine d'errore, dunque, consente di poter realizzare una filiera corta capace di produrre prodotti di massima qualità e in maniera sostenibile dal punto di vista ambientale. Questo sarà il punto di forza delle colture proposte all'interno del parco agrivoltaico. Verranno prese in esame e portate avanti in tutto il periodo di vita utile dell'impianto, tutte le strategie riguardanti la messa in atto di tecniche inerenti il risparmio irriguo, con piani di monitoraggio su larga scala che prevedano e verifichino l'impatto delle opere stesse sulle colture, la produttività in termini di rese per ettaro in confronto sia alle tecniche di agricoltura tradizionale che, soprattutto, in relazione al connubio "in operam" tra produzione di energia da fonte rinnovabile e rispetto della conduzione originaria tipica. Il tutto, ovviamente, attraverso l'ausilio e l'impiego di applicativi per un'agricoltura digitale e di precisione.

27.3 I vantaggi dell'Agricoltura 4.0

Il fenomeno del riscaldamento globale ha determinato e determina tutt'ora un aumento delle temperature al suolo con conseguente sottrazione alle piante di sostanze nutritive necessarie per la loro crescita. Ciò "costringe" l'uomo ad un uso abbondante della pratica dell'irrigazione per evitare la moria dei raccolti ed arrivare all'ottenimento di produzioni quantomeno giustificative degli investimenti e del lavoro svolto. Tutto quanto premesso non soltanto determina un eccessivo consumo di risorse ambientali ma, contestualmente, comporta un carico superiore per ciò che concerne la forza lavoro. La tecnologia può far molto per affrontare questi problemi, in modo particolare sostituendosi all'uomo in alcune mansioni. Il futuro dell'agricoltura è legato alla sostenibilità ambientale, alla razionalizzazione delle risorse e ad una massiccia disponibilità di dati conservati online, dati che ormai devono risultare raggiungibili da qualsiasi dispositivo e da qualsiasi mezzo: dagli smartphone dell'operatore, ai dispositivi montati sui trattori, fino alle centraline in campo o all'impiego di droni per svariati compiti. Questo controllo capillare e la lotta senza quartiere allo spreco di risorse, in definitiva, altro non è che un vantaggio economico per l'agricoltore stesso. Esistono ancora dei limiti alla diffusione di soluzioni 4.0 in tutta Italia, dai costi di gestione all'effettivo accesso alla tecnologia. Tuttavia, i ricercatori non hanno dubbi nell'evidenziare come i vantaggi abbraccino il risparmio in termini economici e ambientali, ma anche una produzione di maggiore qualità. Una qualità che risponde anche a benefici da un punto di vista salutistico (considerato il minor impiego di sostanze artificiali). Si stima, infatti, che i prodotti inseriti in una filiera ad alto tasso tecnologico mantengano intatte le loro proprietà e risultino, quindi, più salutari. Dal punto di vista quantitativo, inoltre, il risparmio sugli input produttivi risulta essere del 30% con un aumento della produttività pari al 20%, il tutto ottenendo prodotti senza alcun residuo di sostanze chimiche. Tralasciando dubbi e remore legati al passaggio da un vecchio sistema ad uno nuovo, che

rappresentano spesso alcune delle ragioni principali che non portano ai cambiamenti in azienda, l'agricoltura 4.0 conduce non solo a risparmi economici reali, ma anche a condizioni di lavoro meno pesanti e a rese qualitativamente migliori.



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

27.4 Agricoltura 4.0: digitalizzazione, sostenibilità e Tracciabilità

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

supporto all'agricoltore nel processo decisionale relativo alla propria attività e al rapporto con altri soggetti della filiera.



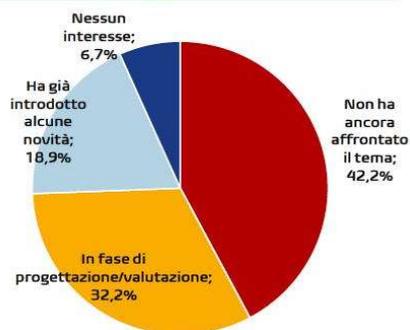
Nella pratica, adottare soluzioni 4.0 in campo agricolo comprende, ad esempio, il poter calcolare in maniera precisa qual è il fabbisogno idrico di una determinata coltura ed evitare gli sprechi. Oppure, permette di prevedere l'insorgenza di alcune malattie delle piante o individuare in anticipo i parassiti che potrebbero attaccare le coltivazioni, aumentando l'efficienza produttiva.



Per fare questo bisogna fare alcune premesse doverose. Per sviluppare e adattare al meglio queste tecnologie digitali è necessario investire in formazione, instaurando collaborazioni con il mondo della ricerca e delle Università. L'Agricoltura 4.0 non può essere utilizzata da tutti e richiede personale preparato e costantemente sottoposto ad aggiornamenti. Abbracciando un processo molto vasto, che va dalla coltivazione del campo fino alla distribuzione dei prodotti e all'alimentazione stessa, per raggiungere i risultati e ampliarne l'utilizzo si deve investire sullo sviluppo di nuove competenze. Inoltre, la transizione ecologica è ormai diventata una tematica cruciale per tutti i settori, ma per il mondo dell'agri-food è sicuramente quella fondamentale e va affrontata in maniera concreta. La situazione in Italia, in riferimento alla qualità dell'aria che respiriamo è migliorata molto negli ultimi trent'anni, ma rimangono ancora tante criticità e gli impatti di agricoltura e allevamenti restano in primo piano. Le nuove tecnologie favoriscono un'ottimizzazione nell'utilizzo delle risorse e il mondo dell'agricoltura ha bisogno di attrezzature intelligenti che permettano di essere sempre più efficaci in termini di sostenibilità. A tal riguardo si può pensare per esempio alle irroratrici intelligenti, un sistema che permette il dialogo tra trattore e irroratrice, in grado di valutare l'apezzamento in cui si sta lavorando. L'obiettivo è la gestione mirata e controllata dell'apporto di sostanze in caso di concimazioni o trattamenti in modo da porre fine all'era dei diserbanti fissi a calendario, tenendo conto delle caratteristiche dei terreni agrari. Un altro ambito significativo nell'applicazione dell'agricoltura 4.0 è quello della tracciabilità della filiera e, secondo gli addetti ai lavori, è qui che si intravedono le prospettive più interessanti. Durante ogni passaggio, dal campo al confezionamento, è possibile raccogliere dati utili a mantenere sotto controllo ogni step del processo di produzione. Poco margine d'errore, dunque, consente di poter realizzare una filiera corta capace di produrre alimenti di massima qualità e in maniera sostenibile dal punto di vista ambientale; il digitale gioca un ruolo di primo piano nella tracciabilità alimentare. Fra le soluzioni digitali innovative per la tracciabilità alimentare offerte sul mercato italiano si assiste al boom della Blockchain, la cui presenza è più che raddoppiata in un anno e che caratterizza il 43% delle soluzioni disponibili, seguita da QR Code (41%), Mobile App (36%), Data Analytics (34%), e l'Internet of Things (30%).



In relazione alle nuove tecnologie/agricoltura di precisione, ad oggi l'azienda...



Le top 5 innovazioni e tecnologie di AP/4.0 più importanti per l'olivicoltura di domani



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

27.5 Esempio concreto: Internet of Things (IoT)

L'agricoltura 4.0 si può identificare come un insieme di strumenti e informazioni di tecnologia avanzata che permettono la definizione di strategie mirate sul campo, e che consentono all'azienda agricola di utilizzarle con l'obiettivo di rendere più efficiente e sostenibile la produzione, la qualità dei prodotti, le condizioni di lavoro con una possibile riduzione dei costi. Utilizzando, ad esempio, strumenti *Internet of Things (IoT)* si possono monitorare migliaia di ettari di terreno agricolo tenendo sotto controllo il fabbisogno idrico e l'insorgenza delle patologie. Questa tecnologia sta dando un nuovo impulso all'agricoltura di precisione perché oltre ad aver migliorato le performance in termini di monitoraggio, ne consente una sensibile riduzione dei costi di investimento, di installazione e manutenzione, rendendole accessibili a tutte le realtà aziendali, anche alle più piccole. In termini pratici un sistema di monitoraggio professionale così concepito è costituito da una stazione meteo centrale in grado di coprire diversi chilometri, che può essere dotata di tradizionali sensori meteo-climatici, come pioggia, vento, radiazione solare, pressione atmosferica e di unità wireless IoT con i sensori micro-climatici capaci di calcolare, ad esempio, la temperatura e umidità dell'aria, la bagnatura fogliare e l'umidità del terreno. I sensori wireless, posizionati tra le colture acquisiscono i dati micro-climatici e li trasmettono ad una app che li archivia, visualizzabili in tempo reale sia dal computer che da uno smartphone. È inoltre possibile automatizzare l'impianto di irrigazione, utilizzando direttamente i dati acquisiti dai

sensori, ed i modelli calcolati automaticamente (es. evapotraspirazione) per regolare i turni irrigui da remoto e ricevere allarmi in caso di malfunzionamenti. Tutti i dati che i sensori wireless trasmettono, restano memorizzati e archiviati, fornendo nel tempo una importante base di informazioni e di analisi confrontabile tra un anno e l'altro, dimostrando inoltre in modo concreto l'impegno verso una agricoltura sostenibile che rafforza la promozione dell'azienda in azioni di marketing.

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

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

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

27.6 L'Agricoltura di precisione

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

Le fasi sono:

1. raccolta dati (informazioni)
2. mappatura

3. processo decisionale

4. gestione colturale

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

Sistema Satellitare Globale di Navigazione (GNSS)

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

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

GLONASS: il sistema di navigazione Russo,

GALILEO: il sistema di navigazione Europeo

IRNSS/QZSS: il sistema di navigazione Indiano

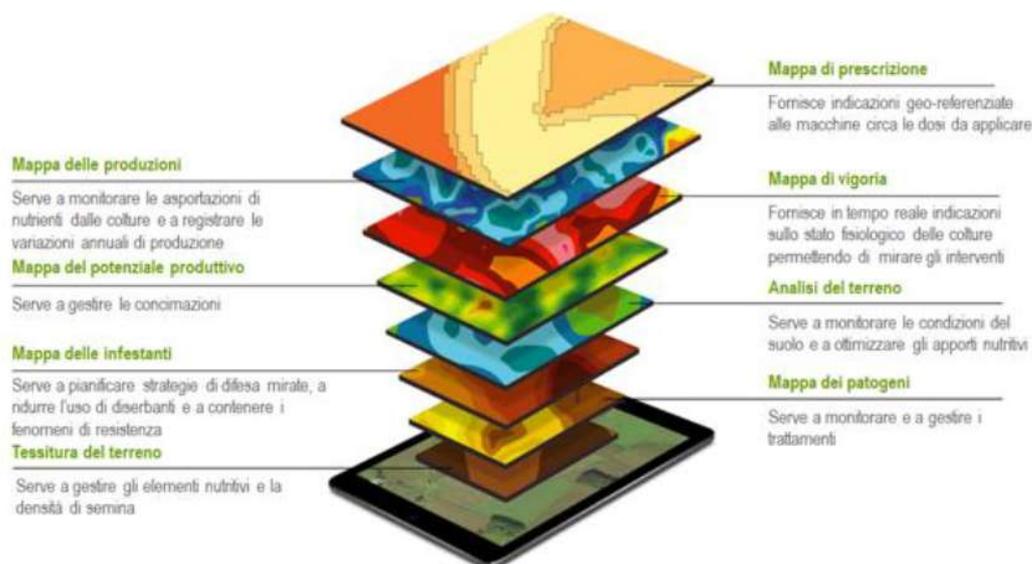
BeiDou/COMPASS: il sistema di navigazione della Cina

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

Utilizzo dei dispositivi GNSS per creare mappe

Tutte le applicazioni dell'agricoltura di precisione necessitano di un numero elevato di sensori per l'acquisizione dei dati in campo. Tutte le informazioni raccolte possono essere collegate tra loro realizzando una mappa con le posizioni dei dati fornite da un ricevitore GNSS. I dati spaziali fluiscono nel sistema informativo geografico (GIS) e sono utilizzati per analisi successive. L'RTK-GNSS può essere ad esempio utilizzato per creare una mappa della posizione delle piante della coltura monitorando la posizione dei semi o delle piantine durante la semina o il trapianto. Successivamente la mappa può essere utilizzata per l'esecuzione delle operazioni agricole (ad esempio controllo delle infestazioni sito-specifico, poiché viene presupposto che ciascuna pianta rilevata in una posizione differente rispetto a quella di localizzazione dei semi sia classificata come infestazione). Inoltre, i dispositivi GNSS si utilizzano per la creazione di mappe di precisione per la distribuzione degli erbicidi a rateo variabile e

mappe di monitoraggio delle rese. Sotto si riporta un esempio di quella che viene definita “mappa di precisione”.



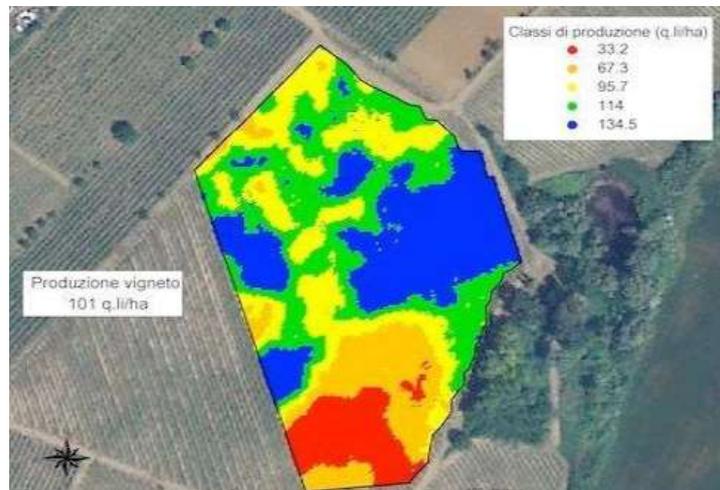
Utilizzo dei dispositivi GNSS per la guida delle macchine agricole

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

27.7 Esempi legati allo sviluppo di un'agricoltura di precisione



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



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



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



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



L'impiego dei sensori meteo-climatici consente di ottenere in modo chiaro e semplice i dati di evapotraspirazione (ETP) relativi alle colture e di ottenere quindi il fabbisogno idrico effettivamente necessario (litri per metro quadro, o millimetri di pioggia equivalenti). Le sonde di umidità del suolo adatte senza calibrazione ad ogni tipo di terreno e posizionabili nei vari settori irrigui tramite unità wireless IoT a batteria, forniscono una misura immediata sul contenuto di acqua a livello dell'apparato radicale.



27.8 Agricoltura di precisione applicata alle colture arboree



Il monitoraggio di parametri climatici, fenologici e produttivi può essere effettuato con droni o con kit prossimali basati su tecnologie in cui il sensore remoto (remote sensing) è a diretto contatto con l'oggetto da monitorare: terreno, foglie, frutto, ecc.



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

Una agricoltura di precisione così concepita risulta applicata a macchinari al fine di diminuire l'uso di fertilizzanti, fitofarmaci e acqua aumentando le rese e diminuendo gli sprechi. L'agricoltura digitale è strettamente correlata e riguarda l'applicazione dell'informatica e della sensoristica sulle macchine operatrici per acquisire e gestire dati e, ancora più importante, analizzare quei dati in modo organico per creare modelli (che potranno essere riprodotti). Macchine agricole, droni, sensori di campo e satelliti connessi tra di loro, costituiscono la nuova frontiera dell'agricoltura, l'agricoltura 4.0.



28. Il progetto rispetto alle linee guida del MITE sugli impianti agrivoltaici (Giugno 2022) e alla CEI 82.93

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

Requisito A.1)

Superficie minima coltivata deve essere almeno il 70 % della superficie totale di un sistema Agrivoltaico:

Sagricola $\geq 0,70$ *Stot*

Requisito A.2)

La percentuale complessiva coperta dai moduli fotovoltaici (LAOR) deve essere inferiore o uguale al 40%

LAOR $\leq 40\%$

LAOR (Land Area Occupation Ratio): rapporto tra la superficie totale di ingombro dell'impianto agrivoltaico (*S_{pv}*), e la superficie totale occupata dal sistema agrivoltaico (*S_{tot}*).

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

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

Requisito B.1)

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

Requisito B.2)

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

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

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

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

D.1: Il risparmio idrico;

D.2: Monitoraggio della continuità dell'attività agricola

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

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

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

Inoltre, allo scopo di raccogliere i dati di monitoraggio necessari a valutare i risultati tecnici ed economici della coltivazione e dell'azienda agricola che realizza sistemi agrivoltaici, con la conseguente costruzione di strumenti di benchmark, le aziende agricole che realizzano impianti agrivoltaici dovrebbero aderire alla rilevazione con metodologia RICA, dando la loro disponibilità alla rilevazione dei dati sulla base della metodologia comunitaria consolidata. Le elaborazioni e le analisi dei dati potrebbero essere svolte dal CREA, in qualità di Agenzia di collegamento dell'Indagine comunitaria RICA.

VERIFICA DEI PARAMETRI OGGETTO DELLE LINEE GUIDA

A.1) Superficie minima per l'attività agricola

$$S_{tot} = 201,78 \text{ ha}$$

$$70 \% S_{tot} = 141,246 \text{ ha}$$

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

$$S_{agricola} = 168,10 \text{ ha (pari all'83,30\%)} - \text{include tutte le superfici oggetto di coltivazione}$$

$$S_{agricola} \geq 0,7 \cdot S_{tot}$$

[Il parametro risulta verificato]

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

$$S_{pv} = 38,42 \text{ ha} - S_{tot} = 104,16 \text{ ha}$$

$$S_{pv} / S_{tot} = 36,85 \%$$

$$LAOR < 40\%$$

[Il parametro risulta verificato]

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

Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale. In particolare, in merito alla verifica del requisito B.1, che si riferisce alla continuità dell'attività agricola e pastorale sul terreno oggetto dell'intervento, si specifica quanto segue. Le verifiche degli investimenti colturali ante miglioramento configurano la struttura aziendale come marginale e poco produttiva. Il tessuto originario ha storicamente fatto riferimento ad un tipo di agricoltura tradizionale vocata alla monocoltura e, in particolare, alla coltivazione del grano. Risulta presente solo una superficie pari a 2,8 ha di vigneto il cui proprietario ha fatto richiesta di estirpazione. Una tale gestione colturale, essendo il grano una coltura depauperante il suolo, ha creato impoverimento del terreno e una resa media per ettaro, con varietà standardizzate, adatte ad un mercato di quantità (ammasso). Tutto ciò si è tradotto negli anni in notevoli quantità di grano pagate a bassissimo prezzo. Ciò detto possiamo stimare il valore della produzione agricola in 600-700 €/ha lordi. I nuovi investimenti, invece, rappresentano un evidente miglioramento della configurazione agroproduttiva, che oltre ad assicurare una redditività certa e stabile, di fatto, rappresentano una continuità del settore agricolo così come previsto dai parametri delle Linee Guida. In tal senso il cambiamento dell'identità colturale, che da sempre prevedeva una agricoltura che impoveriva il suolo, con essenze "miglioratrici", storicamente impiegate però per la zootecnia, ha di fatto segnato un punto di svolta. Le leguminose da granella non solo arricchiscono il suolo fissando l'azoto atmosferico ma, dal punto di vista agroalimentare, rappresentano una notevole fonte di proteine alternative a quelle animali. La resa media di un legume da granella si aggira intorno ai 16-18 q.li di granella per ettaro. Il prezzo di mercato, riferito ai borsini merci principali per le coltivazioni di cece e lenticchia, per esempio, sancisce un introito per l'agricoltore che va oggi da 1,10€ a 1,25€ per kg di prodotto. Anche considerando i prezzi più bassi raggiungiamo e superiamo i 1500 €/ha e, pertanto, il requisito risulta verificato.

[Il parametro risulta verificato]

B.2) Producibilità elettrica minima

$$FV_{agri} = 1,414 \text{ [GWh/ha/anno]} - FV_{standard} = 1,279 \text{ [GWh/ha/anno]}$$

$$0,6 \cdot FV_{standard} = 0,767$$

$$FV_{agri} \geq 0,6 \cdot FV_{standard}$$

[Il parametro risulta verificato]

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

Il Sistema adotta soluzioni di TIPO 2): l'altezza dei moduli da terra non è progettata in modo da consentire lo svolgimento delle attività agricole al di sotto dei moduli fotovoltaici ma il suolo verrà costantemente mantenuto inerbito con dei prati permanenti. Si configura una condizione di uso combinato del suolo.

D.1) Il risparmio idrico

Il piano delle opere verde e della coltivazione agricola in tutte le aree di impianto compresa la fascia di mitigazione e le opere di compensazione, prevedrà l'impiego di colture in asciutto, senza l'ausilio di pratiche di gestione irrigua artificiale.

[Il parametro risulta verificato]

D.2) Monitoraggio della continuità dell'attività agricola

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

D.1) il risparmio idrico;

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

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

Per questo, sarà importante programmare i cicli colturali cercando di mantenere una copertura del terreno quanto più possibile continua. Ciò potrà avvenire, ad esempio, nel caso dei seminativi o delle leguminose, mediante una coltura intercalare tra le due principali, oppure, in zone particolarmente

indicate all'impiego di colture da rinnovo, inserendo una pianta da coltivare a ciclo breve dopo quella principale (ad esempio il carciofo).

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

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

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

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

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

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

Un esempio di rotazione colturale cui ci si riferirà per lo sviluppo del progetto potrà prevedere lo schema di seguito riportato:

- Biennale:

- Coltura da rinnovo (carciofo) – Frumento (o cereale in genere)
- Triennale:
 - Coltura da rinnovo (carciofo) – Frumento (o cereale in genere) – Leguminosa (per esempio cece, lenticchia)
- Quadriennale:
 - Coltura da rinnovo (carciofo)/ Cereale - Leguminosa – Leguminosa – Cereale.

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

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

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

L'impianto agrivoltaico verrà gestito esattamente come una "moderna" azienda agricola e, pertanto, si attrezzerà adattando tecnologie innovative e tracciabilità di prodotto alle colture con i tracker fotovoltaici nelle loro interfile ed al di sotto di essi.

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

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

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

Il passaggio all'agricoltura 4.0 può rappresentare, quindi, una reale opportunità per andare verso quel radicale cambiamento che in molti chiedono da tempo; è proprio per questo motivo che, la società proponente, intende investire su queste tecnologie per portare a compimento un "vero" impianto agrivoltaico, virtuoso e osservante ogni norma e/o indicazione che riguardi la salvaguardia dell'ambiente e la coltivazione colture orticole (carciofo) da pieno campo e leguminose da granella secondo i parametri di un'agricoltura di tipo 4.0. Nella pratica, adottare soluzioni 4.0 in campo agricolo comprende, ad esempio, il poter calcolare in maniera precisa qual è il fabbisogno idrico di una determinata coltura ed evitare gli sprechi. Oppure, permette di prevedere l'insorgenza di alcune malattie delle piante o individuare in anticipo i parassiti che potrebbero attaccare le coltivazioni, aumentando l'efficienza produttiva.

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

Requisito E

In aggiunta a quanto sopra, al fine di valutare gli effetti delle realizzazioni agrivoltaiche, il PNRR prevede altresì il monitoraggio dei seguenti ulteriori parametri:

- E.1) il recupero della fertilità del suolo;
- E.2) il microclima;
- E.3) la resilienza ai cambiamenti climatici.

E.1) in relazione al monitoraggio del recupero della fertilità del suolo, il protocollo che si intende seguire prevede analisi del terreno ogni 3-5 anni per identificare le caratteristiche fondamentali del suolo e la dotazione di elementi nutritivi, quali : scheletro, tessitura, carbonio organico, pH del suolo, calcare totale e calcare attivo, conducibilità elettrica, azoto totale, fosforo assimilabile, capacità di scambio cationico (CSC), basi di scambio (K scambiabile, Ca scambiabile, Mg scambiabile, Na scambiabile), Rapporto C/N, Rapporto Mg/K.

E.2) in merito al monitoraggio del microclima lo si gestirà con l'installazione di sensori di umidità e pioggia che permetteranno di registrare e ottenere numerosi dati per gli interventi agronomici da condurre relativamente alle colture (ad esempio la bagnatura fogliare) e all'ambiente circostante (valori di umidità dell'aria, temperatura, velocità del vento, radiazione solare). I risultati dei monitoraggi verranno appuntati nel relativo quaderno di campagna.

29. Valutazioni finali

La sfida che comporta un connubio tra fotovoltaico e agricoltura è certamente ambiziosa e stimolante. I dati tecnico scientifici ottenuti da prove "in campo" su determinate colture, sia esse cerealicole che leguminose o da rinnovo, 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. C'è da considerare, altresì, che anche all'interno della grande famiglia delle essenze leguminose vi sono alcune piante che pur crescendo bene in pieno sole sono "brevidiurne", fioriscono cioè quando il periodo ininterrotto di buio supera indicativamente le 12 ore giornaliere (è il caso del fagiolo, dell'arachide, della soia, del tabacco, ecc...). Alcune piante possono essere neutrodiurne, la cui fioritura risulta indipendente dal periodo di luce. Alcune piante, tra cui il fagiolo, per esempio, hanno modificato le loro esigenze adattandosi al contesto in cui si trovavano. Tutto ciò per portare in evidenza il fatto che i dati fino ad ora esposti devono trovare riscontro pratico in prove di campo su larga scala con un rilievo puntiforme di dati scientifici supportati da una base progettuale di riferimento. L'analisi studio condotta ha tenuto conto delle colture da pieno campo, i legumi, che determineranno un reddito agricolo interessante, superiore di gran lunga ad una gestione tradizione vocata alla sola cerealicoltura, oltre a tutti i benefici che sono stati ampiamente descritti. C'è da considerare, comunque, che le leguminose si inseriscono in un piano di rotazione colturale che deve, per svariati motivi, tenere conto del fatto che tali piante devono essere avvicendate secondo logiche agronomiche standardizzate. Pertanto, nello stabilire in seguito il calendario delle rotazioni tra colture miglioratrici (i legumi) e colture depauperatrici (le graminacee) e colture da rinnovo, si dovrà prevedere uno schema misto in quanto, per esempio, la coltura del cece non può essere coltivata nello stesso appezzamento che lo ha accolto più di tre anni in quanto si ridurrebbe la resa per ettaro e si renderebbe il terreno agrario poco ospitale dal punto di vista agronomico per la coltura successiva. In ragione di ciò e in considerazione del fatto che andranno valutati di volta in volta i piani di semina, in fase di progetto esecutivo si dovrà tenere conto di quanto asserito.

30 Considerazioni conclusive

L'attuale Strategia Energetica Nazionale consente l'installazione di impianti fotovoltaici in aree agricole, purché possa essere mantenuta e/o incrementata la fertilità dei suoli utilizzati per l'installazione delle strutture. Le superfici opzionate per il progetto si presentano, ad oggi, utilizzate esclusivamente per seminativi o pascoli, ma con pochi accorgimenti ed una corretta gestione del suolo si possono ottenere buoni risultati per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile ed al contempo riacquisire del tutto o in parte le proprie capacità produttive. L'intervento previsto di realizzazione dell'impianto agrivoltaico porterà ad una piena utilizzazione agricola dell'area, sia perché saranno effettuati miglioramenti fondiari importanti (recinzioni, drenaggi, viabilità interna al fondo, rinaturalizzazioni), sia perché tutte le lavorazioni agricole proposte consentiranno di mantenere e/o incrementare le capacità produttive del substrato di coltivazione. Gli appezzamenti scelti, per collocazione, caratteristiche e dimensioni potranno essere utilizzati senza alcuna problematica a tale scopo, mantenendo in toto l'attuale orientamento di progetto, e mettendo in atto alcuni accorgimenti per pratiche agricole più complesse che potrebbero anche migliorare, se applicati correttamente, le caratteristiche del suolo della superficie in esame. Nella scelta delle colture che è possibile praticare, si è avuta cura di considerare quelle che svolgono il loro ciclo riproduttivo e la maturazione nel periodo primaverile-estivo, in modo da rendere l'ombreggiamento una risorsa in termini di risparmio idrico, impiegando sempre delle colture legate alla vocazione del territorio di riferimento. Anche per la fascia arborea perimetrale, prevista per la mitigazione visiva dell'impianto, si è optato per realizzare sia una vera coltura autoctona (l'olivo) da gestire in asciutto come coltura tradizionale, sia una siepe naturaliforme composta da arbusti e/o cespugli autoctoni che non necessitano di apporti idrici artificiali che velocizzano l'effetto mitigante in quanto crescono rapidamente e al contempo costituiscono un corridoio ecologico per la preservazione della biodiversità.

Palermo, 26.9.2023

