



REGIONE SICILIA
COMUNE DI MONREALE (PA)

PROGETTO

IMPIANTO AGRIVOLTAICO DI POTENZA DI PICCO
PARI A 20,5 MWp DENOMINATO "LIMES 21"
NEL COMUNE DI MONREALE (PA)

TITOLO

Rel. 17 - Relazione Agronomica e Agrivoltaica

PROGETTISTA	PROPONENTE	VISTI
<p>Progettista</p>  <p>SCM Ingegneria S.r.l. Via Carlo del Croix, 55 Tel. +39 0831 728955 72022, Latiano (BR) Mail: info@scmingegneria.com</p> <p>Redattore</p> <p>Dott. Agr. Paolo Castelli</p>	<p>LIMES 21 S.r.l. Sede legale e Amministrativa: Via Giuseppe Giardina, 22 96018 - PACHINO (SR) PEC: limes21@pec.it</p>	

PROGETTAZIONE

Scala	Formato Stampa A4	Cod.Elaborato FV-LIME-MRL-PD-REL17	Rev. a	Nome File FV-LIME-MRL-PD-REL17- Relazione Agronomica e Agrivoltaica	Foglio 1 di 1
-------	-----------------------------	----------------------------------------------	------------------	------------------------------------------------------------------------	-------------------------

Rev.	Data	Descrizione	Elaborato	Controllato	Approvato
a	14/11/2022	Prima Emissione	P. Castelli	A.Corradetti	R.Cairolì

Sommario

Premessa.....	3
1. Inquadramento territoriale e urbanistico	4
2. Il Paesaggio e gli elementi che lo caratterizzano.....	6
3. Inquadramento del sistema agronomico dell'area.....	8
4. Climatologia.....	12
4.1 Precipitazioni.....	15
4.2 Temperatura	16
4.3 Indici bioclimatici	18
4.4 Zone fitoclimatiche di Pavari	20
4.5 Aree ecologicamente omogenee.....	21
5. Aree vulnerabili alla desertificazione in Sicilia.....	24
6. La capacità d'uso del suolo	26
7. Inquadramento del sistema pedologico dell'area in esame	31
8. Carta della capacità di attenuazione dei suoli	34
9. L'Agricoltura del comprensorio di Monreale (PA).....	38
9.1 Olio Extra Vergine di Oliva IGP Sicilia.....	38
9.2 Olio Extra Vergine di Oliva "Val di Mazara" DOP.....	39
9.3 DOC Monreale	40
9.4 Terre Siciliane IGT.....	41
9.5 DOC Alcamo.....	41
9.6 DOC Sicilia	42
9.7 Susine bianche di Monreale	43
9.8 Pecorino Siciliano DOP	44
9.9 Zucca virmiciddara.....	45
10. L'Agrovoltaico: esperienze e prospettive future.....	46
11. Agrometeorologia e la radiazione solare.....	50
11.1 Bilancio radiativo	50
12. Coltivazione legumicola: quadro generale	59
13. Coltivazione legumicola: aspetti colturali.....	61
14. Le principali essenze leguminose da granella	62
14.1 Fava.....	62
14.2 Cece.....	65
14.3 Lenticchia.....	66

14.4 Arachide	68
15. Considerazioni energetiche riferite al layout di progetto	70
16. Interpretazione dei dati.....	81
17. Principi delle rotazioni – avvicendamenti.....	82
17.1 Ipotesi di avvicendamento colturale.....	84
17.2 Considerazioni economiche sulle colture: analisi costi-benefici.....	87
17.3 Considerazioni sulla produzione con impianti fotovoltaici.....	89
18. L’inerbimento sotto le strutture dei tracker.....	90
19. Fascia perimetrale di mitigazione.....	92
19.1 Elementi arborei nella fascia di mitigazione	94
19.2 Elementi arbustivi nella fascia di mitigazione	96
19.3 Linea tagliafuoco.....	99
19.4 Analisi dei costi.....	100
20. Riqualificazione laghetti e impluvi	102
20.1 Gli arbusti da impiegare negli impluvi.....	108
21. Piano di manutenzione interventi di mitigazione	113
22. Mitigazione degli impatti sulla fauna.....	116
23. Aree di progetto rispetto ai siti di interesse comunitario.....	118
24. Analisi delle ricadute occupazionali agrovoltaico.....	119
25. Appendice I.....	121
25.1 Premessa.....	121
25.2 Agricoltura 4.0 e il panorama mondiale.....	122
25.3 I vantaggi dell’Agricoltura 4.0.....	124
25.4 Agricoltura 4.0: digitalizzazione, sostenibilità e Tracciabilità.....	126
25.5 Esempio concreto: Internet of Things (IoT).....	129
25.6 L’Agricoltura di precisione	130
25.7 Esempi legati allo sviluppo di un’agricoltura di precisione	132
25.8 Agricoltura di precisione applicata alla coltivazione dell’Olivo.....	135
26. Il progetto rispetto alle linee guida del MITE sugli impianti agrivoltaici (Giugno 2022) ..	137
27. Valutazioni finali.....	140
28. Considerazioni conclusive.....	141

Relazione Agronomica e Agrivoltaica

Premessa

La società Limes 21 s.r.l. con sede legale in Via Giuseppe Giardina, 22 – Pachino (SR), intende realizzare nel comune di Monreale (PA), un impianto agrivoltaico per la produzione di energia elettrica comprensivo di tutte le opere ed infrastrutture necessarie per la connessione alla RTN. Il progetto di connessione, associato al codice pratica 202100063 prevede che la centrale venga collegata in antenna a 36 kV con una nuova stazione elettrica di trasformazione della RTN a 220/36 kV in doppia sbarra, denominata “Monreale 3”, da collegare in entra - esce sulla linea a 220 kV della RTN "Partinico - Ciminna". 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 top-soil (strato coltivabile);
- analisi delle produzioni agroalimentari dell’area, con particolare riferimento alle eventuali produzioni a marchi comunitari DPC, DOP e/o IGP 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);
- individuazione delle piante da mettere a dimora lungo il perimetro dell'impianto agro-fotovoltaico 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 agro-fotovoltaico (30 anni);
 - analisi delle ricadute occupazionali in relazione alla gestione delle aree a verde all'interno del parco agrivoltaico.

1. Inquadramento territoriale e urbanistico

L'area presa in considerazione nel presente progetto ricade amministrativamente all'interno del Comune di Monreale anche se risulta molto vicino ai comuni di Piana degli Albanesi e Corleone. L'impianto agrivoltaico, in particolare, si localizza a circa 10,5 km in direzione Nord-Ovest rispetto al centro urbano di Corleone, e risulta raggiungibile attraverso la strada provinciale 4 che collega il Comune di San Cipirello con il Comune di Corleone. La Stazione Elettrica Utente di connessione alla RTN denominata "Monreale 3" è localizzata nel Comune di Monreale in Località Borgo Aquila, a circa 10.5 km sud rispetto al nucleo urbano di Piana degli Albanesi, ed è raggiungibile attraverso le strade provinciali SP103 ed SP42. L'area di studio, quindi, ricade amministrativamente all'interno del territorio Comunale di Monreale (PA). Dal punto di vista Cartografico il sito ricade all'interno delle sezioni 607070 – 607110 della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000. L'area interessata dal progetto è facilmente raggiungibili grazie ad una fitta rete di strade di vario ordine presenti in zona. I terreni interessati dall'intervento, così come individuati al catasto terreni del Comune di Monreale (PA) sono particelle al foglio 146, part. 21-22-31-32-49-54-55-111-119, e al foglio 147, part. 56-147-154-194-195-280-282-283. Tutti i terreni su cui saranno installati i moduli fotovoltaici e realizzate le infrastrutture necessarie, risultano di proprietà privata e corrispondono a terreni ad uso prevalentemente agricolo o in ogni caso lasciati incolti.

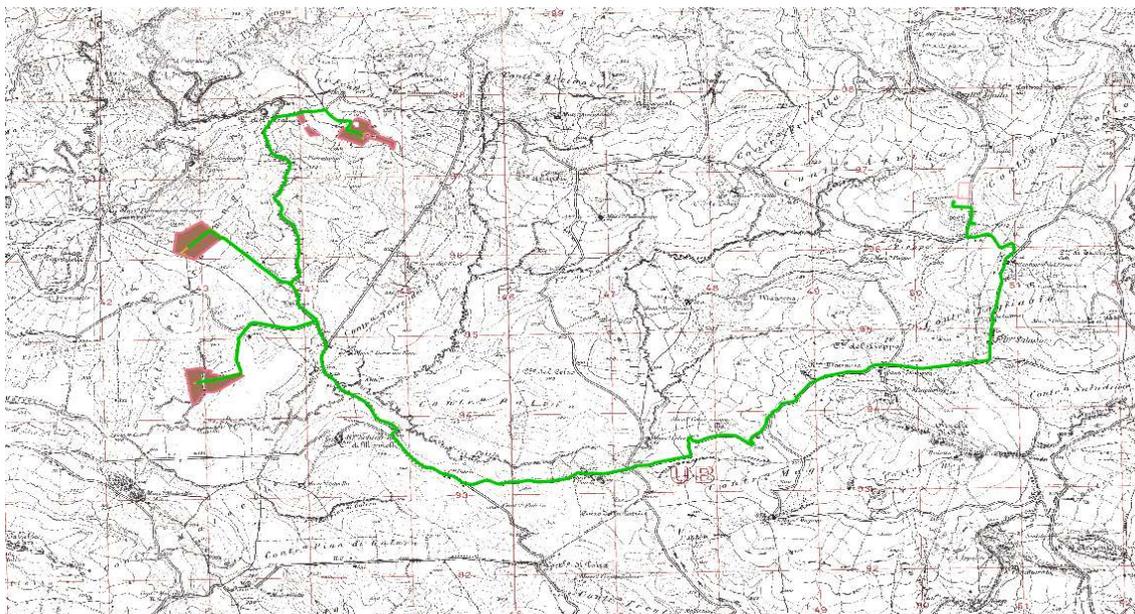
Impianto agrivoltaico di potenza di picco pari a 20,5 MW
da realizzarsi nel comune di Monreale (PA)



1- Inquadramento area di intervento



2- Ortofoto con particolare area di progetto



3- Area di progetto su IGM 1:25000

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”.

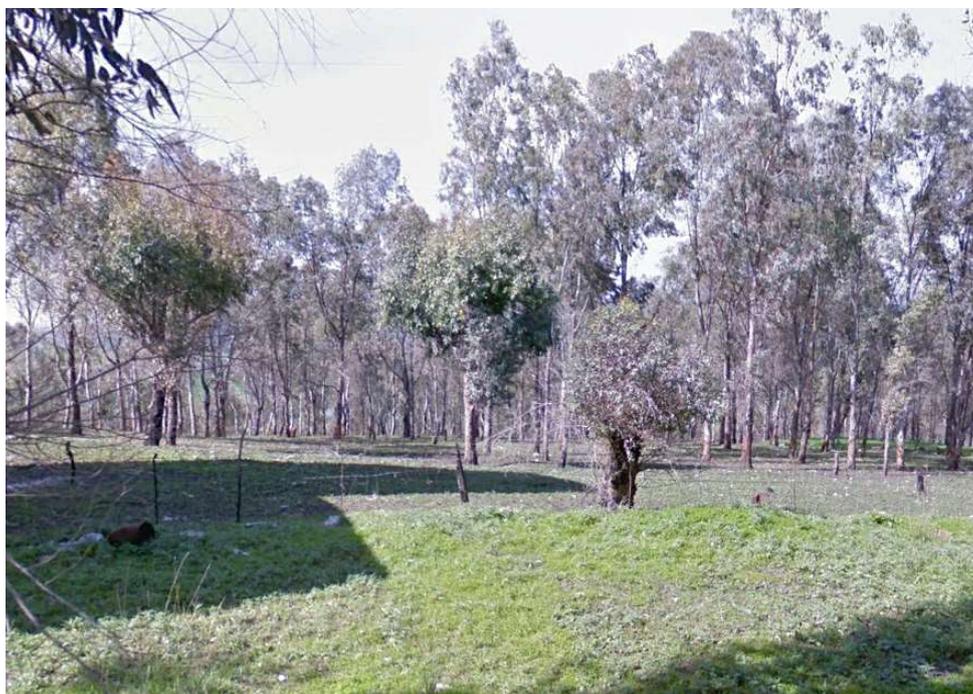
Da queste definizioni si desume che è di fondamentale importanza, per l’analisi di un paesaggio, lo studio dell’evoluzione dello stesso nel corso dei secoli, e l’identificazione delle “parti omogenee”, ovvero delle unità di paesaggio. Per procedere alla valutazione su base storica del paesaggio è, quindi, 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. Frideldey (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 del sistema agronomico dell'area in esame

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 alternanza di aree a seminativo a carattere estensivo (grano e orzo principalmente). Considerando come riferimento una area avente un raggio di 2 km intorno alla superficie di impianto si riscontrano alcune specie arboree di interesse forestale (bosco ai sensi L.R. 16/96 art. 4) quali, 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 risulta praticamente assente. 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 stato di fatto aree di progetto



6- report fotografico stato di fatto aree di progetto



7- report fotografico stato di fatto aree di progetto



8- report fotografico stato di fatto aree di progetto



9- report fotografico stato di fatto aree di progetto



10- report fotografico stato di fatto aree di progetto



11- report fotografico stato di fatto aree di progetto

4. Climatologia

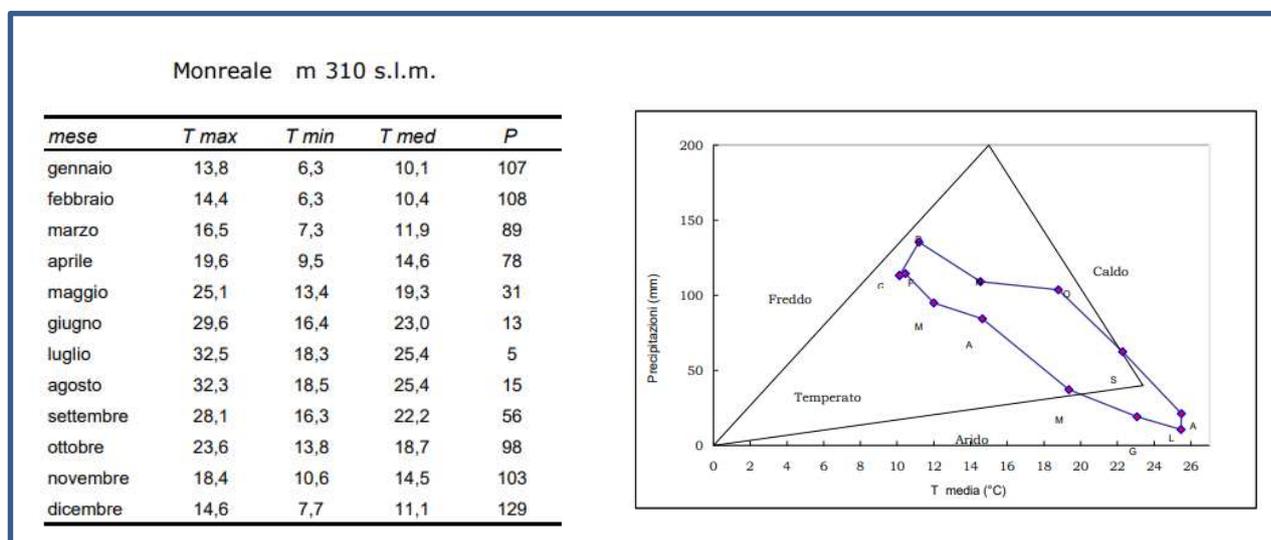
Prendendo in esame i parametri termopluviometrici prevalenti di lungo periodo, il clima della Sicilia può essere definito tipicamente mediterraneo, intendendo con tale espressione un regime caratterizzato da lunghe estati calde e asciutte e brevi inverni miti e piovosi. Ma scomponendo i dati medi regionali 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 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.



Valori riassuntivi annui				
Stazione	T_{med}	T_{max_c}	T_{min_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.	90	81	63,4	32,7	18,6	13,5	17,9	18,0	19,5	26,4	39,1	55,2

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

Indici climatici				
<i>Stazione</i>	<i>R</i>	<i>la</i>	<i>Q</i>	<i>Im</i>
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

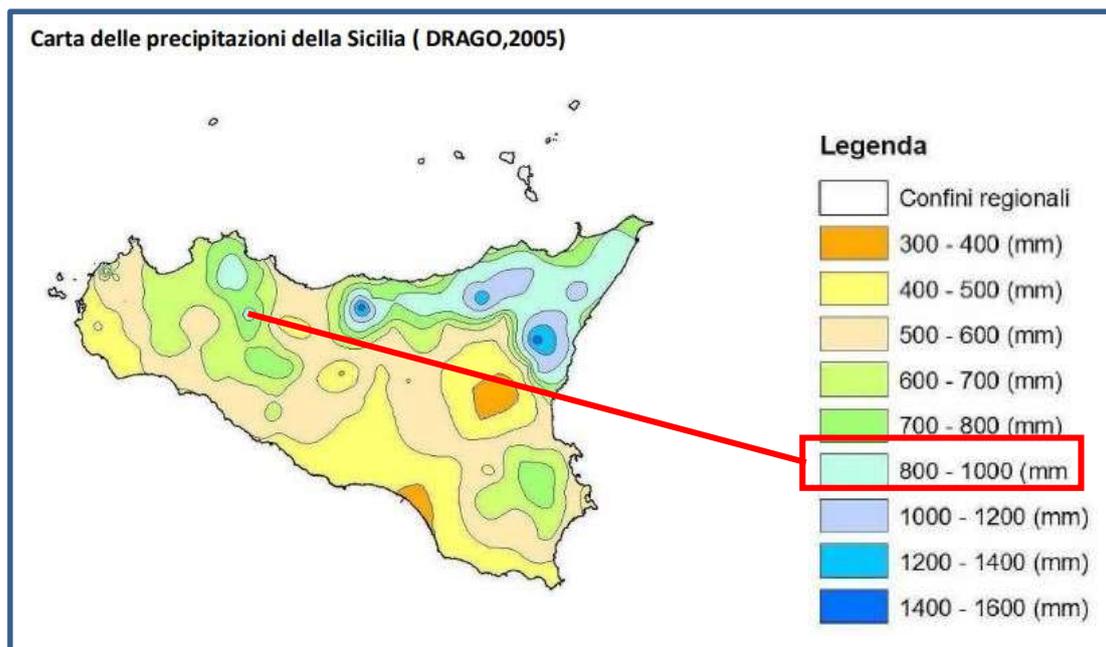
R = Pluviofattore di Lang
la = Indice di aridità di De Martonne
Q = Quoziente pluviometrico di Emberger
Im = Indice globale di umidità di Thornthwaite

13 – 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.

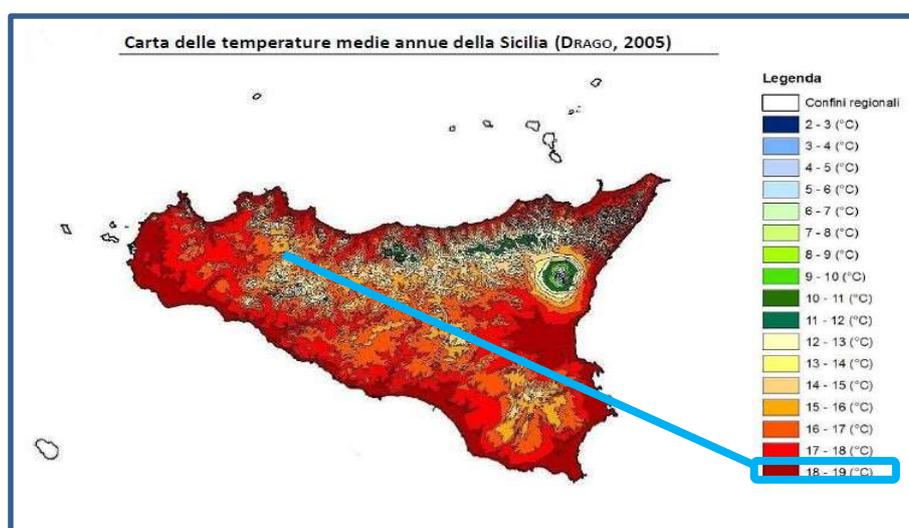


14- Carta delle precipitazioni della Sicilia (Drago, 2005)

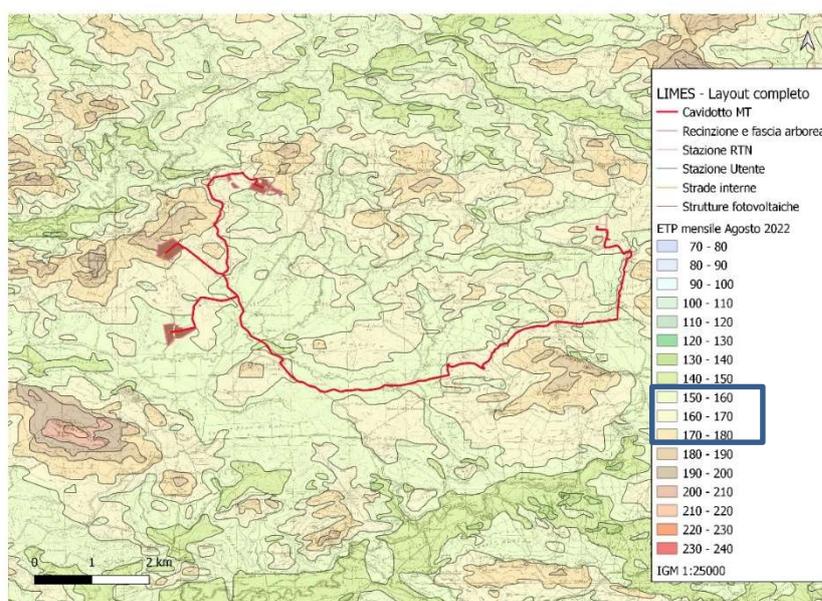
4.2 Temperatura

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 Monreale sono risultate comprese tra 18 e 19 °C. L'evapotraspirazione, nel mese di Agosto 2022 è risultata compresa tra 150-180 mm (nei vari cluster).



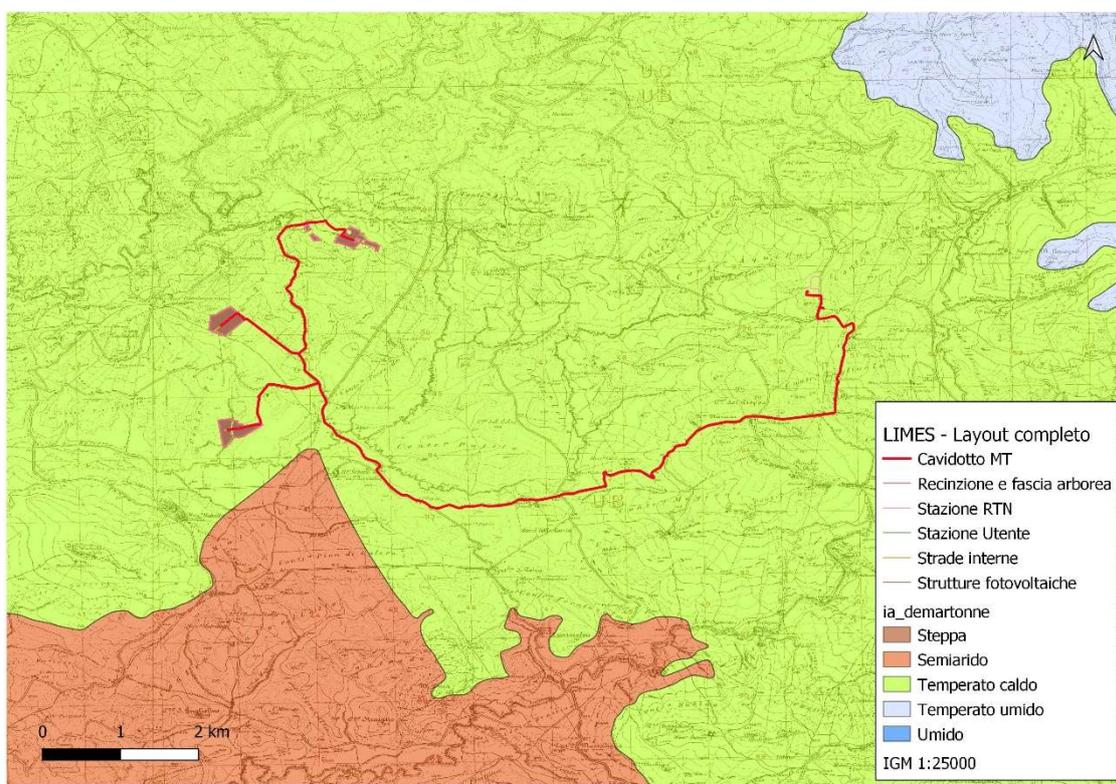
15- Carta delle temperature medie annue della Sicilia (Drago, 2005)



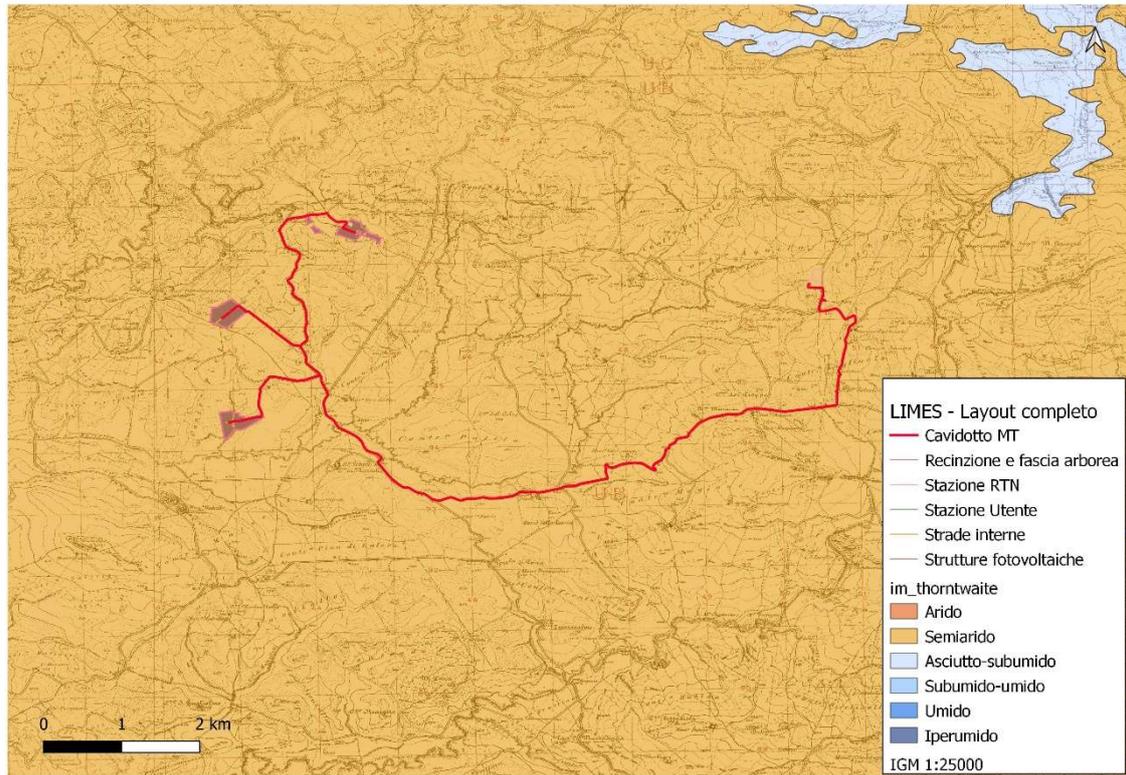
16- Layout di impianto e valori di evapotraspirazione mensile – mese di Agosto 2022

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.



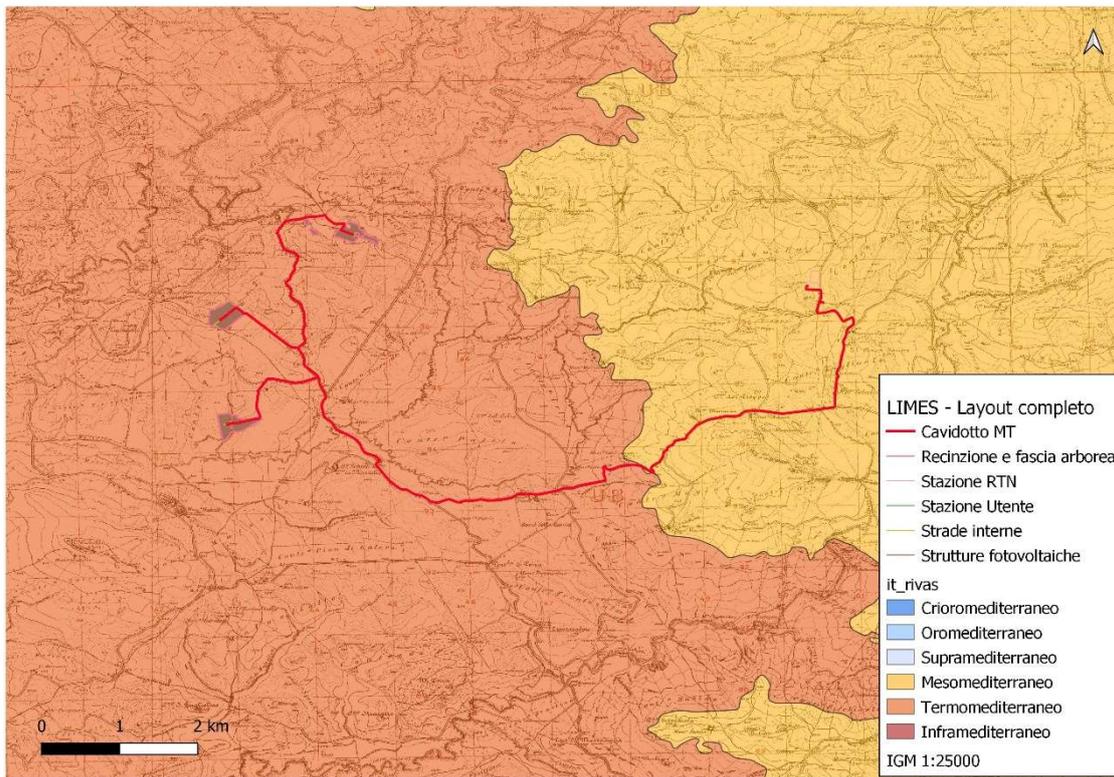
17- Carta bioclimatica della Sicilia in relazione alle aree di progetto – De Martonne



18- Carta bioclimatica Sicilia in relazione alle aree di progetto – Thornthwaite

L'area di Monreale dove si ipotizza di realizzare il parco agrivoltaico, dal punto di vista bioclimatico rientra in zona temperato caldo per De Martonne. A risultati non molto dissimili si perviene con l'indice di Thornthwaite. 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 Monreale rientra nel semiarido.

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 Monreale relativamente alle aree di progetto rientra per l'indice Rivas-Martines nel Termomediterraneo.



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 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)	15° a 20°	> 0°		> -10°
2° tipo: con siccità estiva	14° a 18°	> 5°		> -7°
3° tipo: con piogge estive	12° a 17°	> 0°		> -5°
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

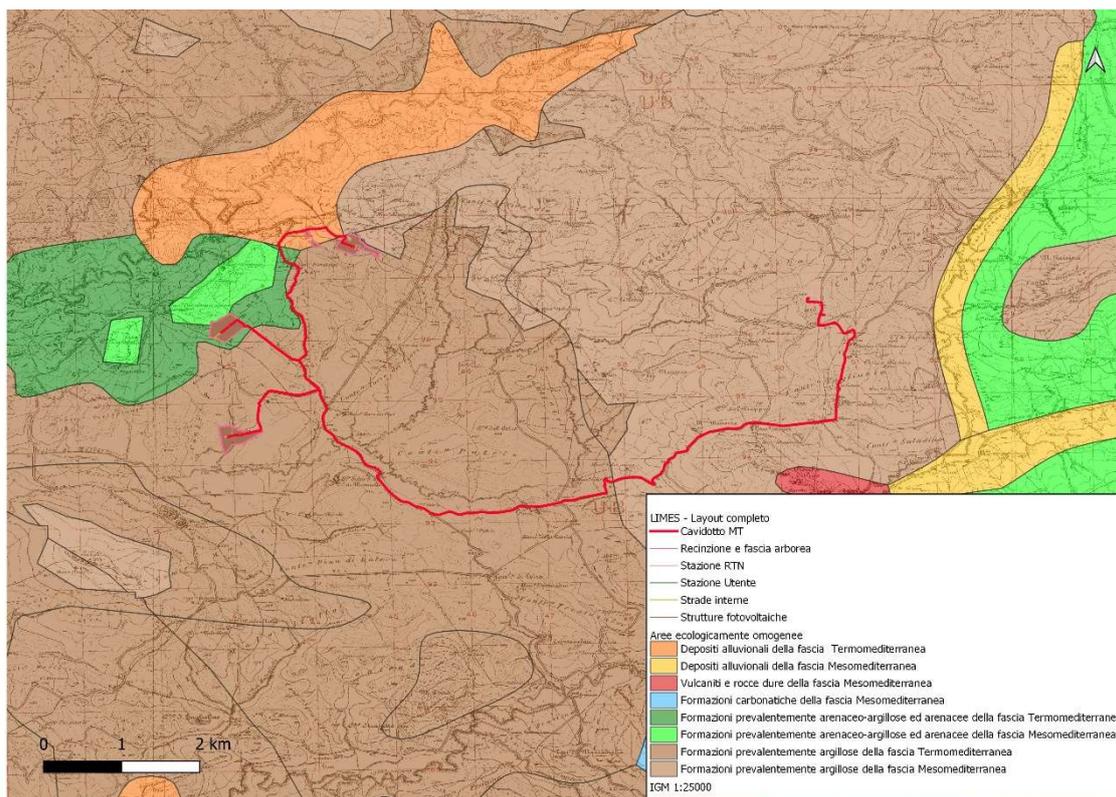
4.5 Aree ecologicamente omogenee

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 pre-valentemente 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).

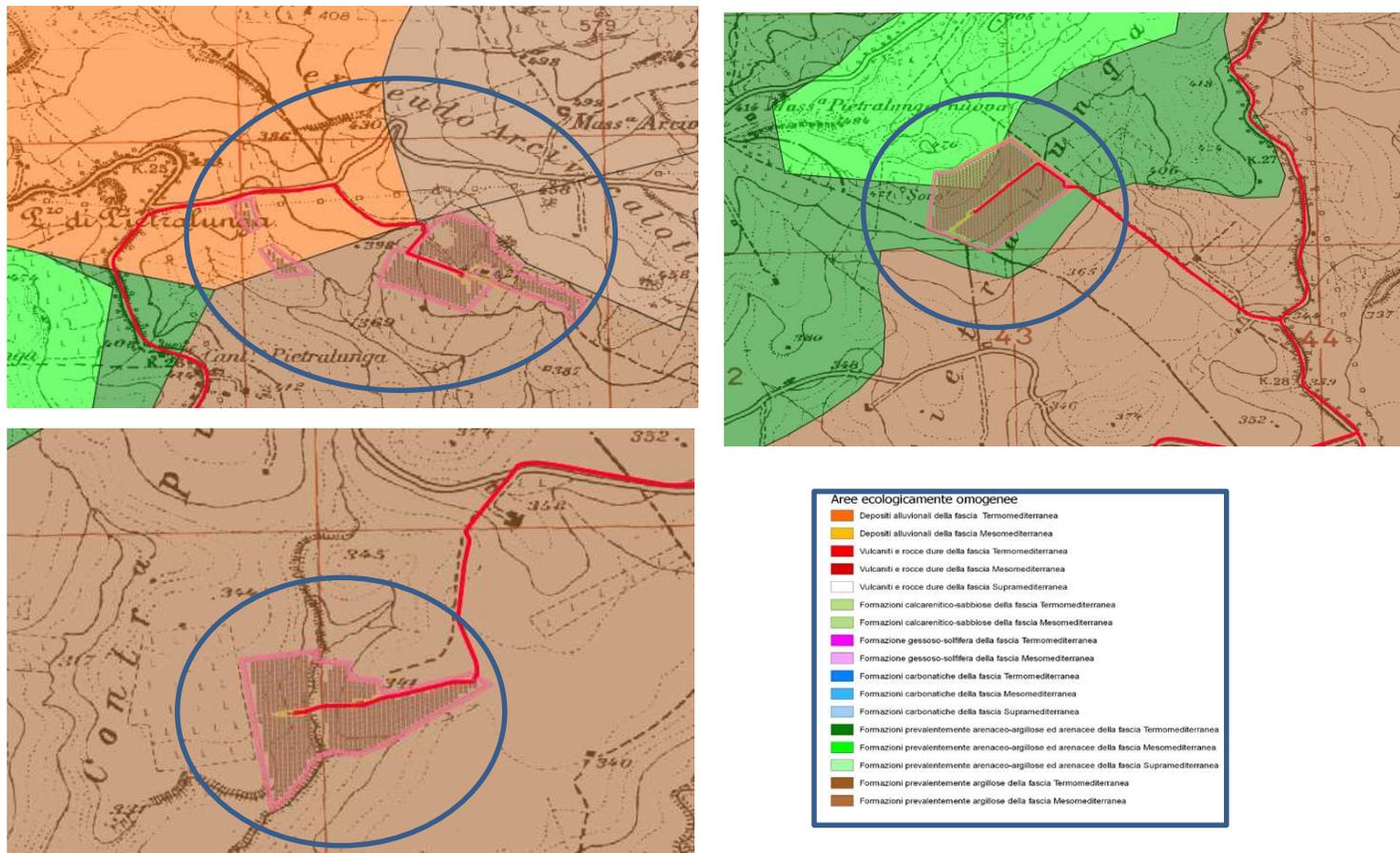


21- Carta delle aree ecologicamente omogenee della Sicilia in relazione alle aree di progetto

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

- formazioni prevalentemente argillose della fascia Termomediterranea;
- formazioni prevalentemente arenaceo-argillose ed arenacee;
- depositi alluvionali e litorali;

Impianto agrivoltaico di potenza di picco pari a 20,5 MW
da realizzarsi nel comune di Monreale (PA)

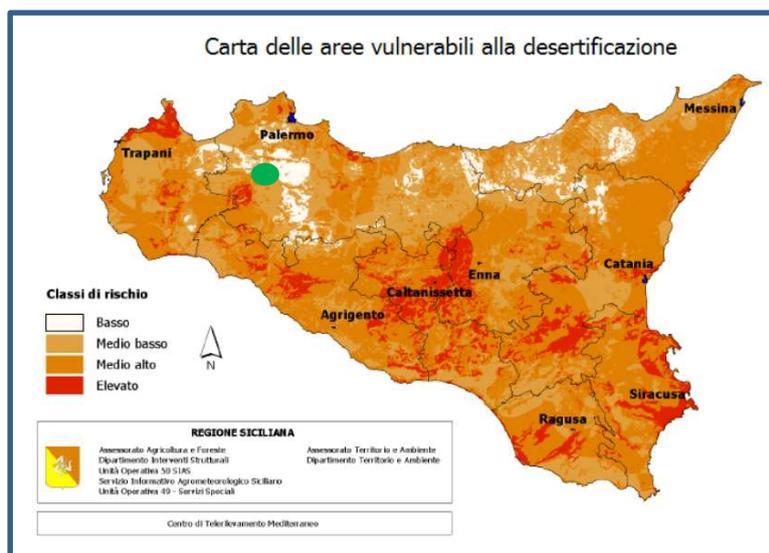


22- Carta delle aree ecologicamente omogenee della Sicilia in relazione ai cluster delle aree di impianto

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.



23 – Carta delle aree vulnerabili alla desertificazione in Sicilia

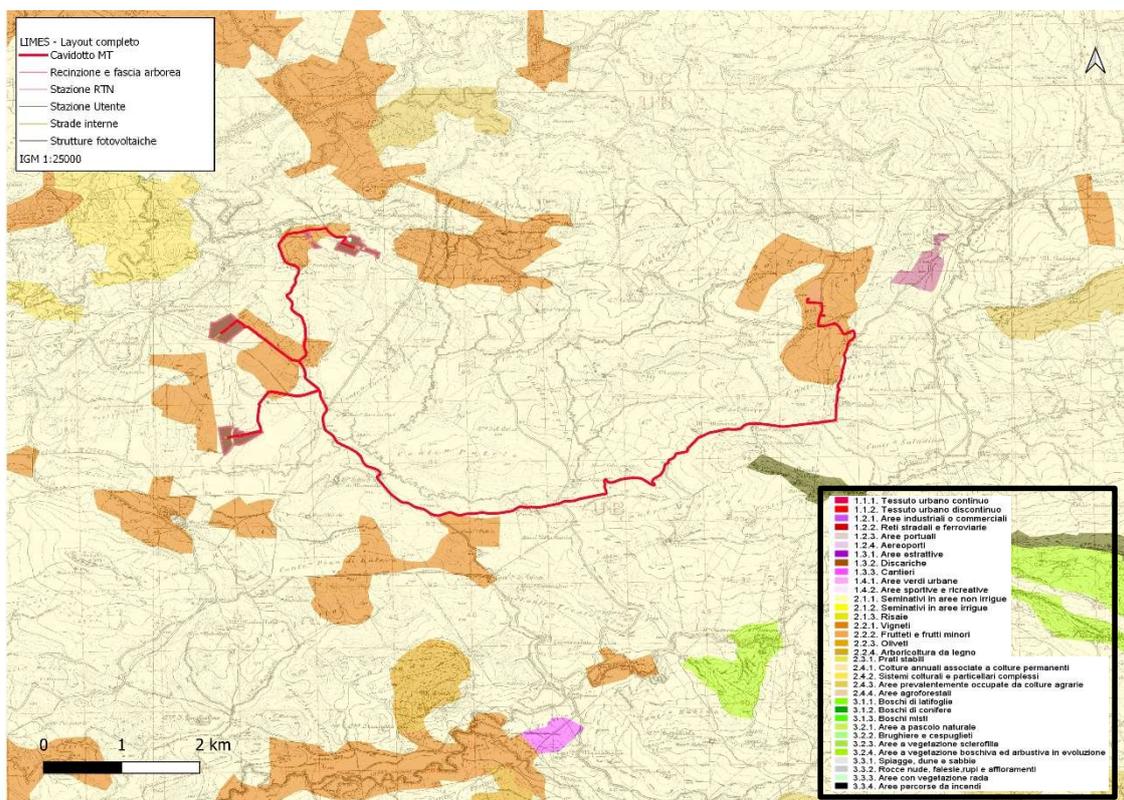
6. La capacità d'uso del suolo

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

24- Ricostruzione del programma Corine Land Cover (CLC)

La classificazione standard del CLC suddivide il suolo secondo uso e copertura, sia di aree che hanno influenza antropica e sia di aree che non hanno influenza antropica, con una struttura 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.



25- cartografia e individuazione delle aree di progetto secondo il programma CLC 2012 IV livello

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

- 2111 – seminativi in aree non irrigue (colture intensive);
- 221 – colture permanenti (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 agrosilvo-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

26 – descrizione legenda capacità d'uso dei suoli

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

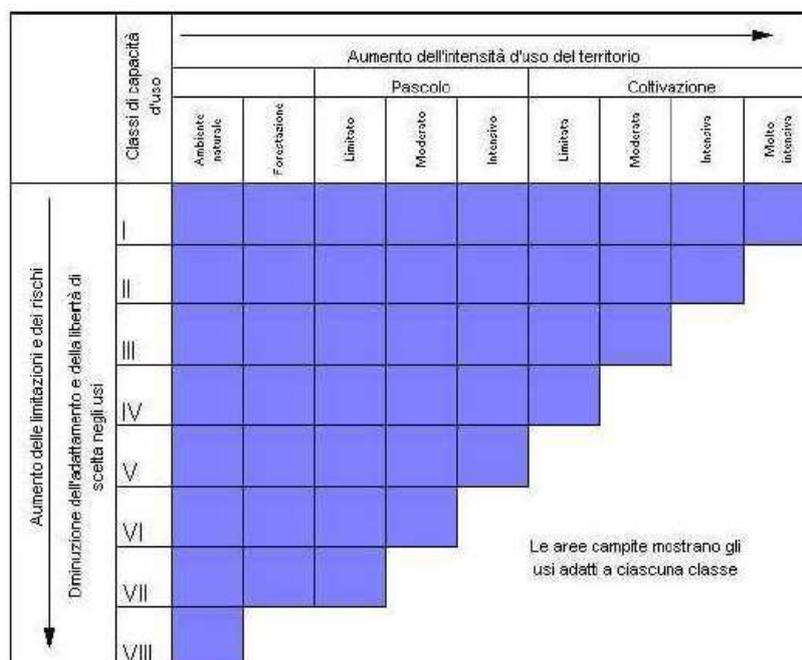
“S” limitazioni dovute al suolo (profondità utile per le radici, tessitura, scheletro, pietrosità superficiale, rocciosità, fertilità chimica dell’orizzonte superficiale, salinità, drenaggio interno eccessivo);

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

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

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

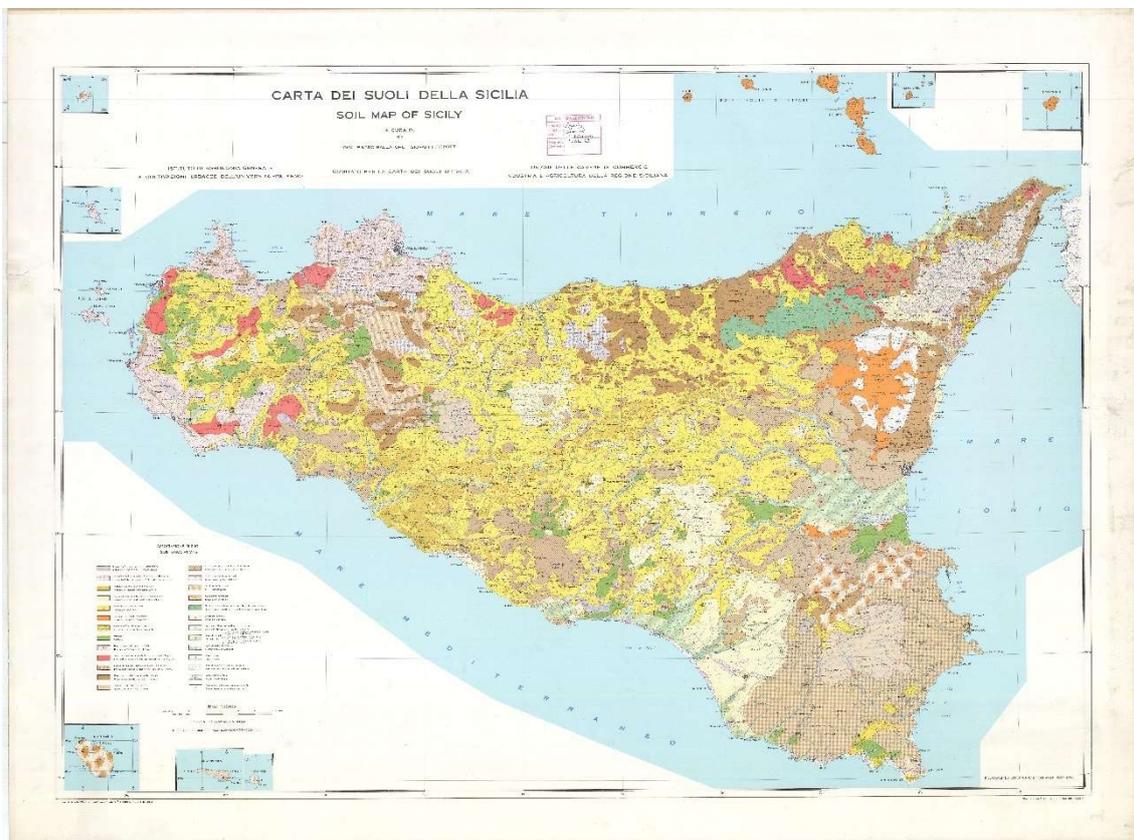
La classe “I” non ha sottoclassi perché i suoli ad essa appartenenti presentano poche limitazioni e di debole intensità. La classe V può presentare solo le sottoclassi indicate con la lettera s, w, e c, perché i suoli di questa classe non sono soggetti, o lo sono pochissimo, all’erosione, ma hanno altre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



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

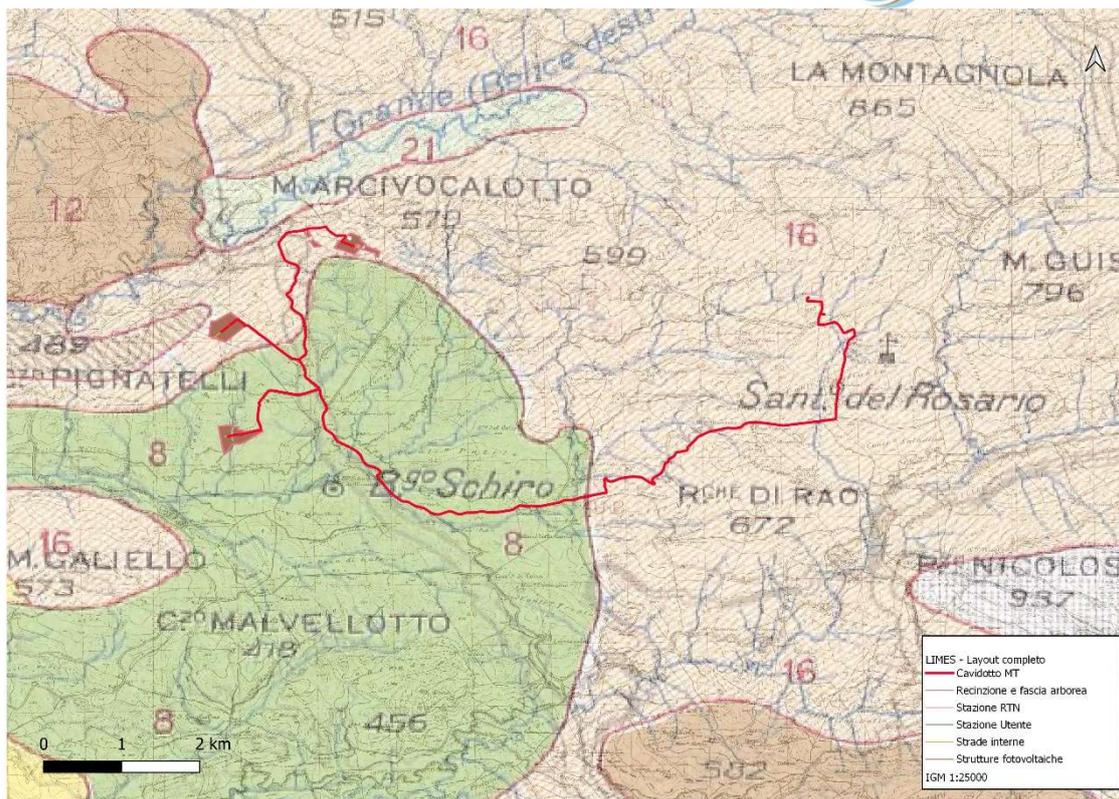
7. Inquadramento del sistema pedologico dell'area in esame

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).



28– 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, ricadono all'interno delle associazioni n. 8 Vertisuoli e n.16 Suoli bruni - Regosuoli.



29– Carta dei suoli della Sicilia con riferimento all’area di progetto

I Vertisuoli (associazione n.8) erano conosciuti con una cinquantina di nomi differenti che si rifacevano sia a caratteri morfologici sia all’attitudine a sostenere determinate colture, sia ancora ad altri caratteri, fra i quali assumeva particolare importanza il colore. Nella Soil Taxonomy l’ordine dei vertisuoli raggruppa tutti i suoli il cui processo di formazione dominante è legato al rimescolamento. Il risultato è la formazione di un profilo del tipo A-C e più raramente A-Bss-C, le cui caratteristiche chimico fisiche lungo tutto il suo sviluppo verticale sono omogenee, conferendo così al suolo, un’elevata fertilità potenziale nei confronti delle colture erbacee e di quelle cerealicole in particolare. Nella parola vertisuolo, infatti, è già indicato il processo pedogenetico predominante (processo di pedoturbazione o rimescolamento).

Il Vertisuolo, per essere tale, deve rispondere ai seguenti requisiti:

- Contenuto di argilla superiore al 30% sino ad una profondità di 50 cm o più;
- Crepacciature ampie 1 cm o più ad una profondità di 50 cm, a meno che il suolo sia irrigato.

Dovrà essere presente, inoltre, almeno una delle seguenti tre caratteristiche:

- Gilgai;

- Slickensides abbastanza vicini da intersecarsi a profondità comprese fra 25 e 100 cm;
- Aggregati strutturali a forma di cuneo (o parallelepipedo) con asse maggiore inclinato da 10° a 60° rispetto all'orizzonte, a profondità comprese tra 25 e 100 cm.

Suoli, caratterizzati da ampie e profonde crepacciature, ma che mancano degli elementi diagnostici, non sono classificabili vertisuoli, ma ricadono nel sottogruppo vertico di altri ordini. Sono previsti, infine 6 sottordini, 23 grandi gruppi e numerosi sottogruppi.

I suoli bruni-Regosuoli (associazione n.16) occupano un'area di circa 65.000 ettari e si riscontrano quasi esclusivamente nell'entroterra palermitano, su rocce argillo-calcaree. La morfologia prevalentemente dolce ha favorito il processo di brunificazione, mentre ove la pendenza risulta accidentata l'erosione è piuttosto grave e si ha la comparsa dei regosuoli. In seno all'associazione, in ristrette aree, è possibile riscontrare dei suoli a carattere vertico. Il tasso di argilla di questi suoli è mediamente del 40% e la reazione risulta sub-alcalina. Sono mediamente strutturati, quasi sempre discretamente provvisti di humus e di azoto, ricchi di potassio scambiabile, poveri di fosforo sia totale che assimilabile. A seconda del tenore di argilla, dell'esposizione e della giacitura, vengono destinati a seminativo semplice o arborato, con specializzazione arboricola nelle zone più difficili; dove la brunificazione è più spinta anche per effetto della giacitura favorevole, questi suoli sono stati trasformati in vigneti come, per esempio, nella zona di S. Cipirrello (PA). La potenzialità risulta buona.



30– particolare della natura dei suoli nell'area di impianto

8. 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.

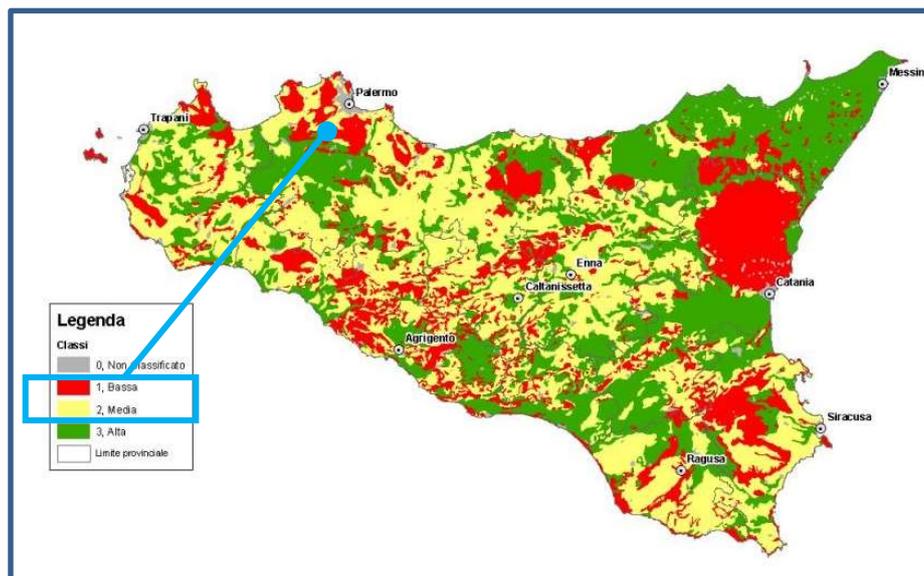
AWC mm/cm	
Tessitura	AWC mm
grossolana	1
media	2
fine e molto fine	1,5

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)	40	>100	media	BASSA
10	regosuoli eutrici (40%), litosuoli (35%)	75	<50	elevata	cambisuoli eutrici (andic xerochrepts)	15	>100	elevata	BASSA
11	regosuoli calcici (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 vertici 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 vertici cromatici e/o pellici	40	>100	bassa	MEDIA
15	regosuoli eutrici	50	<50	elevata	cambisuoli eutrici (25% andic xerochrepts), luvisuoli ortici (15%)	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 (55%), 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

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



32- Carta della capacità di attenuazione dei suoli

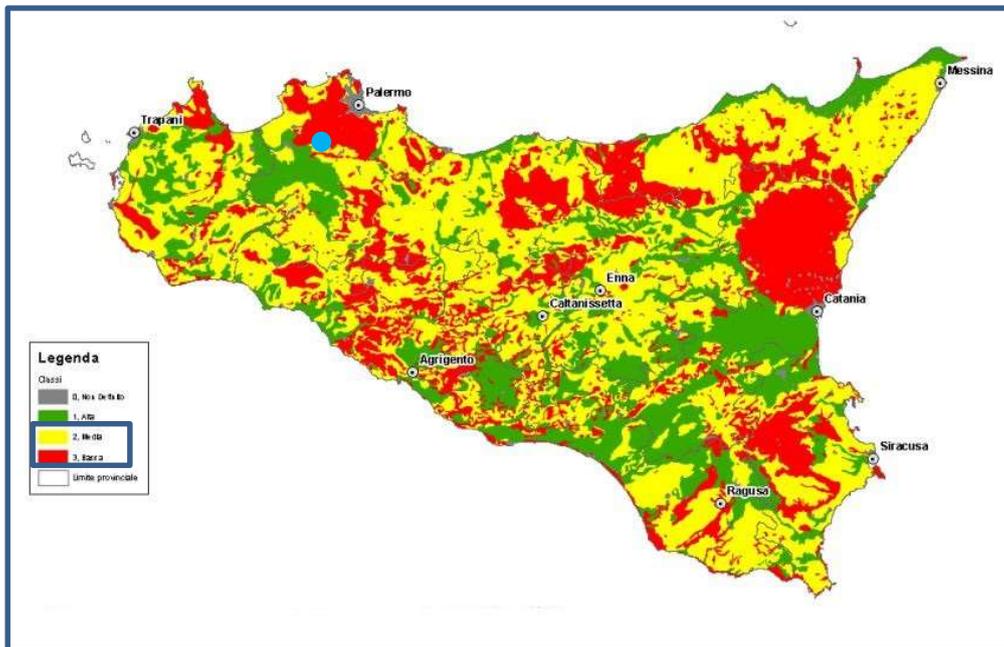
Dalla cartografia sopra menzionata si evince che l'area di progetto appartiene alla classe bassa e media per ciò che riguarda la capacità di attenuazione del suolo. I dati desunti dalla tale carta sono stati rielaborati con quelli della carta dell'indice di aridità ed è stata definita una tabella in 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

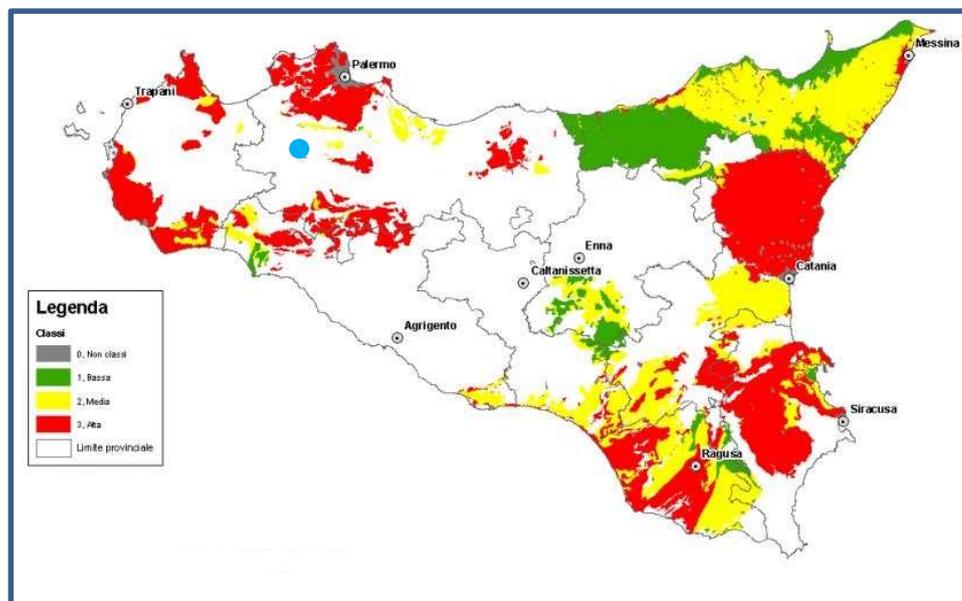
Dall'incrocio per intersezione della Carta della capacità di attenuazione del sistema suolo-clima con la Carta della vulnerabilità intrinseca di massima si è ottenuta la Carta della vulnerabilità potenziale, che evidenzia il comportamento del sistema clima-suolo-geologia nei confronti della vulnerabilità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

Vulnerabilità potenziale			
Vulnerabilità intrinseca di massima	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.



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



34 - Carta della vulnerabilità potenziale

9. L'Agricoltura del comprensorio di Monreale (PA)

Il territorio in esame fa parte dell'Area metropolitana di Palermo, con il quale forma un unico agglomerato urbano. Il territorio circonda interamente quelli di San Giuseppe Jato e San Cipirello, tra loro confinanti, e quasi del tutto Camporeale; un'enclave più piccola è invece Ficuzza, frazione di Corleone. Sono diverse le colture agricole che descrivono il territorio oggetto di intervento: tradizionalmente vocata per la cerealicoltura (sia da foraggio per uso zootecnico che per uso alimentare con impiego di varietà adatte alla panificazione e alla pastificazione); molto presente anche il tessuto vitivinicolo con la presenza di diverse DOC tra cui quella di "Monreale" per la produzione di vini di qualità. Risultano degne di nota anche alcune produzioni PAT/Presidi come la Susina bianca e la Zucca Virmiciddara.

9.1 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 sesti 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.

9.2 Olio Extra Vergine di Oliva "Val di Mazara" DOP

La denominazione di origine controllata "Val di Mazara" è riservata all'olio di oliva extravergine rispondente alle condizioni ed ai requisiti stabiliti nel relativo disciplinare di

produzione. Le olive destinate alla produzione dell'olio di oliva extravergine della denominazione di origine controllata "Val di Mazara" devono essere prodotte, nell'ambito delle province di Palermo ed Agrigento, nei territori olivati idonei alla produzione di olio con le caratteristiche e livello qualitativo previsti dal disciplinare di produzione. Le condizioni ambientali e di coltura degli oliveti devono essere quelle tradizionali e caratteristiche della zona e, comunque, atte a conferire alle olive ed all'olio derivato le specifiche caratteristiche. Pertanto, sono da considerarsi idonei gli oliveti situati fino a 700 m.s.l. i cui terreni risultino di medio impasto, profondi, permeabili, asciutti ma non aridi e siano caratterizzati da un clima mediterraneo sub tropicale, semiasciutto, con una piovosità media che supera i 500 mm anno e concentrata per il 90% nel periodo autunno-vernino. I sesti di impianto, le forme di allevamento ed i sistemi di potatura, devono essere quelli generalmente usati o, comunque, atti a non modificare le caratteristiche delle olive e dell'olio.

9.3 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. 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 sesti 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.

9.4 Terre Siciliane IGT

La denominazione "Terre Siciliane IGT" è riservata ai mosti ed ai vini che rispondono alle condizioni ed ai requisiti stabiliti dal relativo disciplinare di produzione. 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 approvato con D.M. 7 maggio 2004, e successivi aggiornamenti. 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.

9.5 DOC Alcamo

La zona di produzione delle uve atte alla preparazione dei vini a denominazione di origine controllata "Alcamo" ricade nelle province di Trapani e Palermo e comprende i terreni vocati alla qualità di tutto il territorio del comune di Alcamo ed in parte il territorio dei comuni di Calatafimi, Castellammare del Golfo, Gibellina, Balestrate, Camporeale, Monreale, Partinico, San Cipirello e San Giuseppe Jato. I territori di cui sopra, si trovano

in un ambiente prevalentemente di media collina. I terreni agrari sono fortemente influenzati dal substrato su cui si sono formati e sono distinguibili in tre grosse zone: una, dove lo spessore del terreno è abbastanza limitato e la dotazione di elementi nutritivi scarsa, comprende terreni a tessitura franca con elevato tenore di scheletro calcareo, in cui è assicurata una buona circolazione dell'aria e dell'acqua; fanno parte di questa zona le formazioni di classiche terre rosse (zona di Castellammare del Golfo), frammista a roccia affiorante. Procedendo verso l'interno lo spessore tende ad aumentare e la tessitura tende all'argilloso. Un'altra zona interessa gran parte del territorio: trattasi di regosuoli, meno strutturati e permeabili dei precedenti. Tuttavia, nelle zone più pianeggianti è possibile riscontrare vaste formazioni di "terre nere" che sono tra i suoli più fertili dell'isola. Infine, la terza zona, poco rappresentata, nella quale i suoli si sono sviluppati nelle formazioni gassose della serie gassoso-solfifera siciliana. Poco profondi, reazioni neutre o sub-alcaline, talvolta tendenti all'argilloso, a strutturali, scuri e poveri di elementi nutritivi. Le condizioni climatiche sono, in genere quelle della zona costiera settentrionale dell'isola, caratterizzate da miti temperature e piogge concentrate durante il periodo autunno-inverno con una piovosità media di 700 mm. annui. La media altitudine determina una migliore distribuzione delle piogge e una escursione termica più costante che influenza positivamente i processi di fioritura di allegagione e maturazione dell'uva. Inoltre, la felice esposizione geografica dell'intera zona influisce sui fenomeni enzimatici che preposti al metabolismo degli acidi e degli zuccheri, determinano un miglioramento qualitativo del prodotto. La zona, pur essendo particolarmente interessata a vento (maestrale, tramontana e nel periodo primavera-estate scirocco) non subisce danni considerevoli in quanto la natura accidentata del terreno riesce ad attenuare l'influenza di questa avversità atmosferica.

9.6 DOC Sicilia

I vini della Denominazione di Origine Controllata "DOC Sicilia" sono vini ottenuti dalle uve prodotte dai vigneti aventi, nell'ambito aziendale, una composizione ampelografica specifica. La zona di produzione delle uve destinate alla produzione dei vini a Denominazione di Origine Controllata "Sicilia" comprende l'intero territorio amministrativo della Regione Sicilia. Le condizioni ambientali dei vigneti destinati alla produzione di tali vini sono rappresentate da quelle tradizionali della zona e atte a

conferire alle uve le specifiche caratteristiche di qualità e pregio. I vigneti sono identificati su terreni idonei per le produzioni della denominazione di origine di cui si tratta e, pertanto, rimangono esclusi i terreni eccessivamente umidi o quelli insufficientemente soleggiati. Per nuovi impianti di produzione o reimpianti, sono indicate come forme di allevamento quella a contropalliera o ad alberello ed eventuali varianti similari, con una densità dei ceppi per ettaro non inferiore a 3.200.

9.7 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.



35- Le susine bianche di Monreale

9.8 Pecorino Siciliano DOP

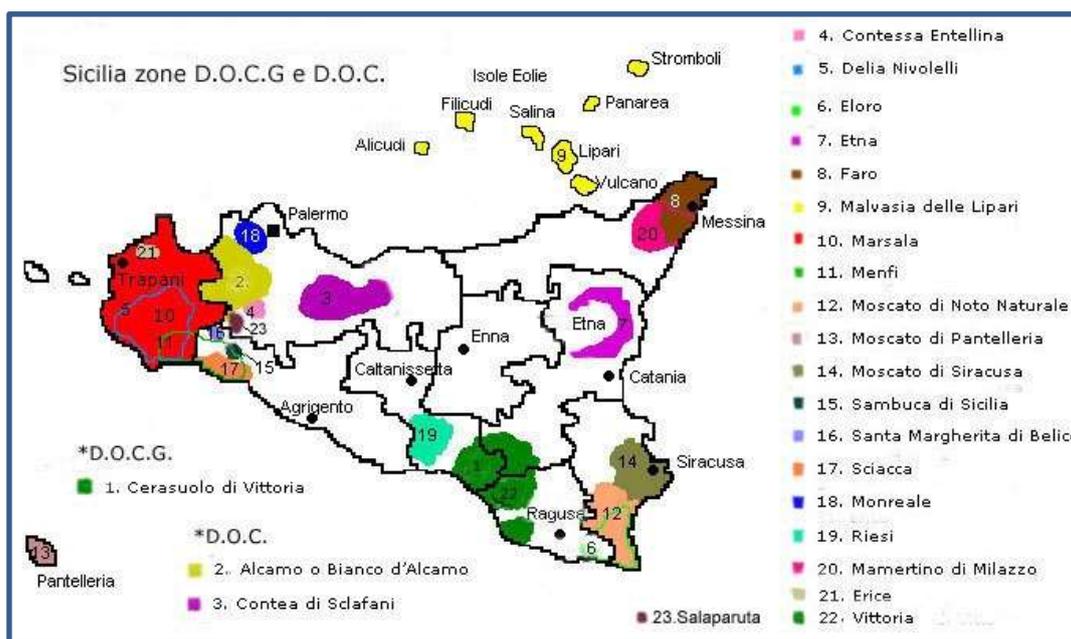
Formaggio a pasta dura, crudo, prodotto esclusivamente con latte di pecora intero, fresco e coagulato con caglio di agnello. Si fabbrica nel periodo compreso fra l'ottobre e il giugno. La salatura viene effettuata a secco. Viene stagionato per almeno quattro mesi ed usato da tavola o da grattugia. Il 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.

9.9 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 Castrense 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 oblungi, 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.



36 – La zucca virmiciddara



37- Sicilia Zone DOC e DOCG

10. L'Agrovoltaico: 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 "agrovoltaica" 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'agrovoltaico 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 agrovoltaico 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 agrovoltaico. 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 Adeh 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

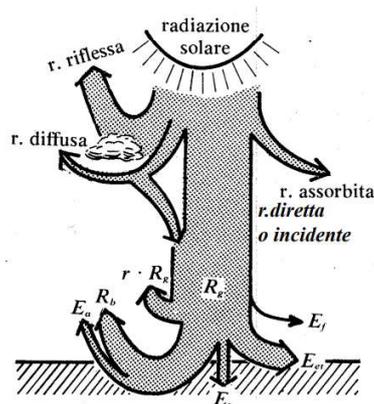
energetico complessivo per unità di superficie (Land Equivalent Ratio – LER), in termini di produzione agricola e di energia sia superiore nei sistemi agri-voltaici rispetto a quanto ottenibile con le sole implementazioni agricole o energetiche in misura compresa tra il 30% ed il 105% (Amaducci et al., 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.



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

*R.n. = radiazione netta
R.n. = R.g. (1- α) + Rc \downarrow - Rc \uparrow
 α = coefficiente di riflessione
Rc = r. a corta lung. d'onda
Per colture agrarie $\alpha = 0.23$*

*R.n. = $\pm E_a \pm E_s \pm E_{et} \pm E_f$
Ea = energia per riscaldare l'aria
Es = energia per riscaldare il suolo
Eet = energia per l'evapotraspirazione
Ef = energia per la fotosintesi*

BILANCIO RADIATIVO

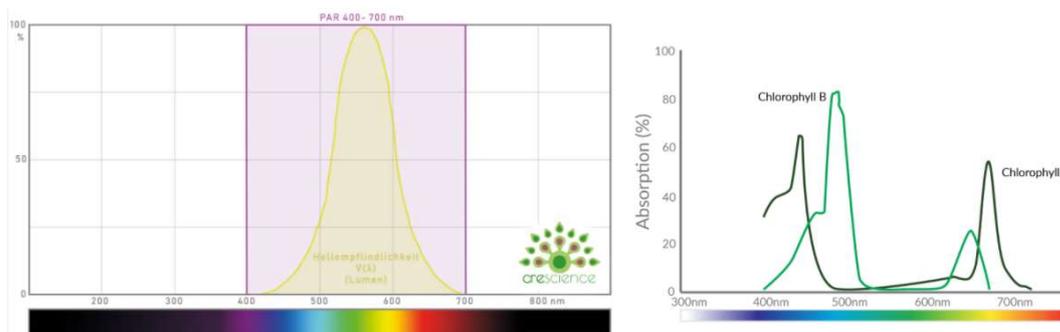
• La radiazione netta (Rn) che costituisce l'effettivo apporto energetico al suolo, è dato da:

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

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

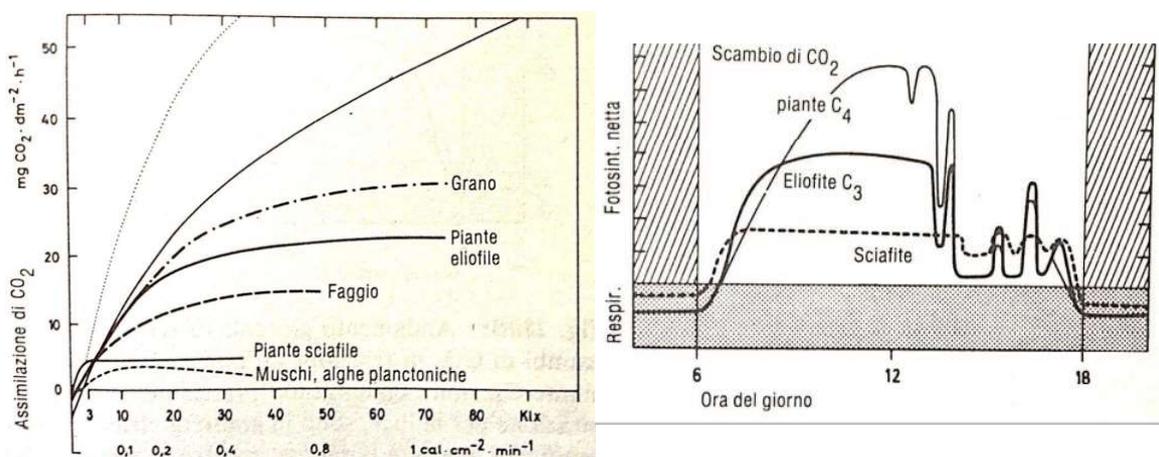
38 – il bilancio radiativo

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).



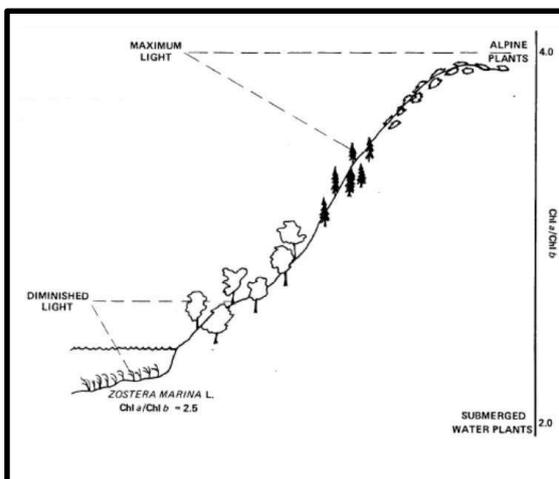
39 – la fotosintesi e la correlazione con la lunghezza d'onda

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.



40 – 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 intercettamento della luce. Allo stesso modo il controllo della flora infestante riduce sensibilmente la competizione per la luce.



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

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

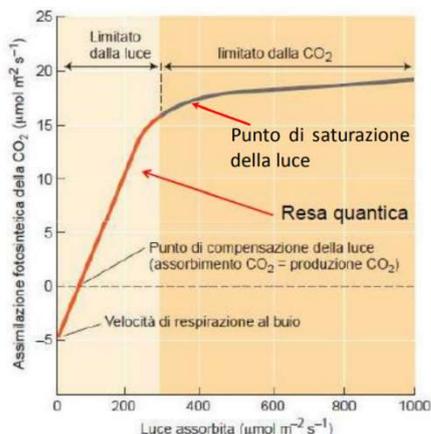
passano in fase riproduttiva quando il periodo di illuminazione supera le 14 ore giorno

42 – 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 per esposizione ad un eccesso di irradiazione. La luce surriscalda la pianta, provocando rottura dei pigmenti e danneggiamento dell'apparato fotosintetico.



43 – 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:

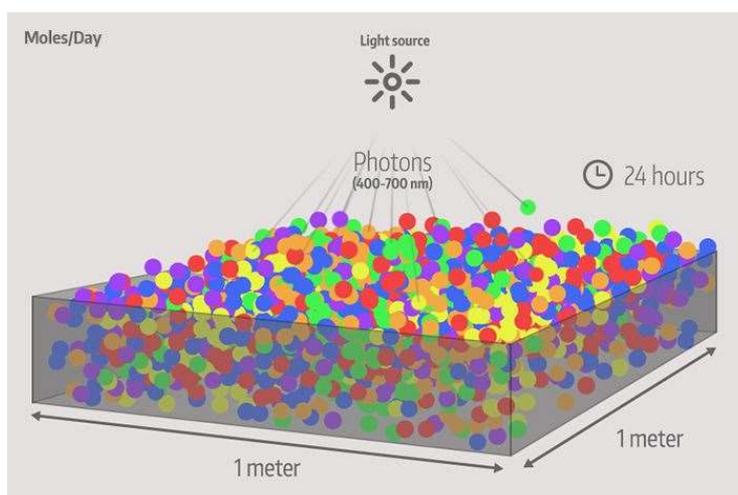
- ingiallimento e caduta prematura delle foglie;
- eziolatura (perdita di colore naturale);
- mancata ramificazione;
- disseccamento e caduta dei rami bassi;
- steli esili, poco lignificati o allungati;
- scarsa fertilità (es. mais).

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)

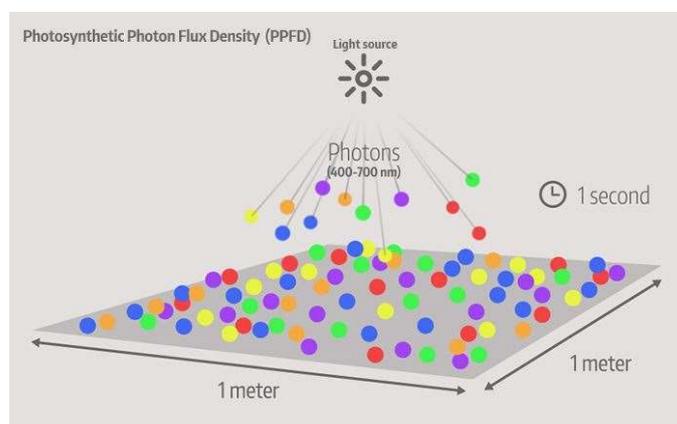
Il PAR indica un intervallo di lunghezza d'onda della luce compreso tra i 400 e 700 nanometri ($0.4 < \text{PAR} < 0.7 \mu\text{m}$ (PAR medio = $0.55 \mu\text{m}$)) che corrisponde alla lunghezza d'onda ottimale per la fotosintesi delle piante. Particelle di luce di lunghezze d'onda inferiore conducono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



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

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



45 – 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.

Impianto agrivoltaico di potenza di picco pari a 20,5 MW
denominato da realizzarsi nel comune di Monreale (PA)



PLANT Common Name (Genus species Auth.)	Nut.†	pH†	Propagation			Vegetative			Flower Initiation/Dev.			Fruit/Seed Dev.			Comments
			Light*	Photo- period Hrs / Day	Temp. (°C) L/D/ Dark	Light*	Photo- period Hrs / Day	Temp. (°C) L/D/ Dark	Light*	Photo- period Hrs / Day	Temp. (°C) L/D/ Dark	Light*	Photo- period Hrs / Day	Temp. (°C) L/D/ Dark	
African Violet <i>Streptocarpus forsteri</i> H. Wendl.	M	N	V	12	23 / 23	L	12	23 / 23	L	12	23 / 23				Leaf/ petiole cuttings.
Ajuga <i>Ajuga reptans</i> MIL.	M	N	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20				
Alfalfa <i>Medicago sativa</i> L.	M	N	M	12-20	25 / 20	M	12-20	22 / 22	M	>15	25 / 25	M	>16	25 / 25	Little flowering if photoperiod < 12. High requirement for K & Mg.
Alocasia <i>Alocasia (Paruvian Lily)</i> <i>Alocaasia</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 / 20	M	12-20		
Apple <i>Malus domestica</i> Borkh.	M	N				H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	Break bud dormancy: 2000 to 2500 hrs at 4 C
Arabidopsis <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	20 / 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 / 25				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	

† 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 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) L/D/ Dark	Light*	Photo- period Hrs / Day	Temp. (°C) L/D/ Dark	Light*	Photo- period Hrs / Day	Temp. (°C) L/D/ Dark	Light*	Photo- period Hrs / Day	Temp. (°C) L/D/ 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: 800 to 2500 hrs at 7.5 C. Initiate flower buds: < 12 hr photo period in fall for 50 days.
Blueberry, Rabbit-eye <i>Vaccinium ashei</i> Reade	L	L	H	12-20	25 / 20	H	14	25 / 20	H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	Break bud dormancy: 300 to 800 hrs at 7 C. Flower bud initiation: < 12 hr photo period for 50 days in late fall.
Bramble <i>Rubus</i> spp.	L	N				M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	12	25 / 20	Break bud dormancy: 750 to 2000 hrs at 4 C.
Cabbage <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>Schubertegenia truncata</i> (Haw.) Moran	M	N	M	>14	23 / 23	M	>14	25 / 18	M	<12	20 / 18				Commonly termed Christmas cactus Single stem section cuttings.
Catclaw (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>Dendranthema grandiflorum</i> (Ramat.) Kitam	H	N	L	16	23 / 23	M	16	25 / 18	M	10	25 / 15				5 cm cuttings with 2500 ppm IBA.

† 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 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

Impianto agrivoltaico di potenza di picco pari a 20,5 MW
denominato da realizzarsi nel comune di Monreale (PA)



PLANT Common Name (Genus species Auth.)	Nut ¹	pH ²	Propagation			Vegetative			Flower Initiation/Dev.			Fruit/Seed Dev.			Comments
			Light ³	Photo- period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ³	Photo- period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ³	Photo- period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ³	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</i> spp.	M	N	M	12-20	28 / 23	H	12-20	28 / 23	H	12-20	28 / 23	H	12-20	28 / 23	Water stress induces flowering.
Cocklebur <i>Xanthium strumarium</i> L.	M	N	M	16	23 / 25	M	16-20	25 / 20	M	8	25 / 20	M	8	25 / 20	
Corn <i>Zea mays</i> L.	H	N	M	14	28 / 23	M-H	12-20	28 / 23	M-H	12-14	28 / 23	H	14	28 / 23	
Cosmos <i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.	L	N	M	16	23 / 23	M	16	25 / 20	M	8	25 / 20				
Cotton <i>Gossypium hirsutum</i> L.	M	N	M	12-20	28 / 28	M	12-20	28 / 28	M	12	30 / 25	M	12-20	30 / 25	Most cultivars will flower under any photoperiod. Some cultivars require short days for flower initiation.
Cucumber <i>Cucumis sativus</i> L.	M	N	M	12-20	25 / 25	M	16	25 / 25	M	12-20	25 / 25	M	12-20	25 / 25	
Cyclamen <i>Cyclamen persicum</i> Mill.	M	N	D	0	16 / 16	M	12	20 / 20	M	12	20 / 20				High temp. inhibits germination. In post-anthesis stages, 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 Vilm.	M	N	L	<12	23 / 23	M	<12	20 / 20	M	16	20 / 20				5-cm cuttings with 2500 ppm IBA.

¹ Nutrition
L = Low (50 ppm N)
M = Medium (100 ppm N)
H = High (200 ppm N)

² pH
N = Normal 5.5 - 6.5
L = Low 4.5 - 5.5

³ Light: Photosynthetic Photon Flux (PPF)
D = Dark No light
V = Very Low 50 - 150 µmol m⁻² s⁻¹
L = Low 150 - 250 µmol m⁻² s⁻¹
M = Medium 250 - 450 µmol m⁻² s⁻¹
H = High 450 - 700 µmol m⁻² s⁻¹

PLANT Common Name (Genus species Auth.)	Nut ¹	pH ²	Propagation			Vegetative			Flower Initiation/Dev.			Fruit/Seed Dev.			Comments
			Light ³	Photo- period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ³	Photo- period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ³	Photo- period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ³	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 / 15	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 / 20	H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	Requires high K and Ca. High nutrition may induce fruit set.
Wheat <i>Triticum aestivum</i> L.	M	N	M	12-20	25 / 20	M	12-20	20 / 15	M	12-20	23 / 18	H	12-20	23 / 18	Winter wheat requires cold treatment (vernalization) for floral induction. Long photoperiod decreases time to flowering.

¹ Nutrition
L = Low (50 ppm N)
M = Medium (100 ppm N)
H = High (200 ppm N)

² pH
N = Normal 5.5 - 6.5
L = Low 4.5 - 5.5

³ Light: Photosynthetic Photon Flux (PPF)
D = Dark No light
V = Very Low 50 - 150 µmol m⁻² s⁻¹
L = Low 150 - 250 µmol m⁻² s⁻¹
M = Medium 250 - 450 µmol m⁻² s⁻¹
H = High 450 - 700 µmol m⁻² s⁻¹

Impianto agrivoltaico di potenza di picco pari a 20,5 MW
denominato da realizzarsi nel comune di Monreale (PA)



PLANT Common Name (Genus species Auth.)	Nut ¹	pH ²	Propagation			Vegetative			Flower Initiation/Dev.			Fruit/Seed Dev.			Comments
			Light ³	Photo- period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ³	Photo- period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ³	Photo- period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ³	Photo- period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	
Pharbitis <i>Pharbitis Nil</i> (L.) Roth	L	N	L	16	25 / 25	M	16	25 / 25	M	8	30 / 30				
Pigeeweed <i>Amaranthus spp.</i>	M	N	M	>16	25 / 20	M	>16	25 / 20	M	8	23 / 20				
Poinsettia <i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. 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</i> (L.) Lam.	M	N	M	12-20	25 / 25	L	<14	25 / 25	M	>14	25 / 25	M	>14	25 / 25	Requirements are for storage root formation. Higher N levels favor vegetative growth; requires high K.
Potato, White <i>Solanum tuberosum</i> L.	M	N	M	12-20	23 / 18	M	12-20	23 / 18	M	12-20	23 / 18	M	12-20	23 / 18	Requirements are for tuberization. Long days with low PPF delays tuberization. pH=6.0.
Rice <i>Oryza sativa</i> L.	M	N	M	12-20	30 / 20	>M	12-20	30 / 20	>M	12-20	30 / 20	>M	12	30 / 20	Short day crop; critical daylength for flowering varies with cultivar.
Rose <i>Rosa mult. flora</i> Thunb.	H	N	L	12	23 / 23	M	12	23 / 18	M	12	23 / 18				5-cm cuttings with 2500 ppm IBA.
Ryegrass <i>Lolium multiflorum</i> Lam.	M	N	M	12-20	23 / 18	M	12-20	20 / 15	M	16	23 / 18				
Salvia <i>Salvia splendens</i> Sellow ex Schubert	L	N	M	24	23 / 23	M	12	25 / 20	M	12	25 / 20				
Scrophularia <i>Scrophularia marilandica</i> L.	L	N	L	8	20 / 13	M	8	20 / 20	M	16	20 / 20				

¹ Nutrition
L = Low (50 ppm N)
M = Medium (100 ppm N)
H = High (200 ppm N)

² pH
N = Normal 5.5 - 6.5
L = Low 4.5 - 5.5

³ 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 ¹	pH ²	Propagation			Vegetative			Flower Initiation/Dev.			Fruit/Seed Dev.			Comments
			Light ³	Photo- period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ³	Photo- period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ³	Photo- period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ³	Photo- period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	
Marigold <i>Tagetes erecta</i> L.	M	N	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20				
Oats <i>Avena sativa</i> L.	M	N	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	16-24	25 / 20	M	12-20		
Olive <i>Olea europaea</i> L.	M	N				H	14	23 / 18	H	12-20	12 / 12	H	12-20	23 / 18	Flower bud initiation: 750 to 2500 hrs at 12 C during early spring.
Pea <i>Pisum sativum</i> L.	M	N	M	12-20	23 / 23	M	12-20	23 / 23	M	12-20	20 / 15	M	12-20	23 / 18	Desirable at anthesis to reduce maximum temperature to 22C.
Peach <i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	M	N				H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	Break bud dormancy: 250 to 2000 hrs at 4 C
Peanut <i>Arachis hypogaea</i> L.	M	N	D	N/A	25 / 25	M	12-20	25 / 25	>M	12-20	30 / 23	>M	12-20	30 / 23	Plants flower under most photoperiods. Short days may increase harvest index.
Pear <i>Pyrus communis</i> L.	M	N				H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	Break bud dormancy: 750 to 2500 hrs at 4 C
Pepper <i>Capiscum annum</i> (L.) var. annum	M	N	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	
Parilla <i>Parilla frutescens</i> (L.) Britt	L	N	M	16	25 / 25	M	16	20 / 20	M	8	20 / 20	M	8	20 / 20	
Petunia <i>Petunia x hybrida</i> Vilm.	M	N	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	16-20	25 / 20				

¹ Nutrition
L = Low (50 ppm N)
M = Medium (100 ppm N)
H = High (200 ppm N)

² pH
N = Normal 5.5 - 6.5
L = Low 4.5 - 5.5

³ 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 leguminosa: 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

46 – 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.



47 – 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 culturali

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.



48 – la pianta della Fava e il baccello

Grazie al fatto che è una leguminosa, che è sarchiata e che libera il terreno assai presto da consentire un'ottima preparazione per il frumento, la fava è una coltura miglioratrice eccellente che costituisce un'ottima precessione per i cereali; il suo posto nella rotazione è quindi tra due cereali. Si può considerare che il cereale che segue la fava trovi un residuo di azoto, apportato dalla leguminosa, dell'ordine di 40-50 Kg/ha. In buone condizioni di coltura, dopo aver raccolto la granella, la fava lascia una quantità di residui dell'ordine di 4-5 t/ha di sostanza secca. La preparazione razionale del suolo consiste in un'aratura profonda (0,4-0,5 m) che favorisca l'approfondimento delle radici e quindi l'esplorazione e lo sfruttamento delle risorse idriche e nutritive più profonde. Non è necessario preparare un letto di semina molto raffinato: la notevole mole dei semi fa sì che il contatto col terreno sia assicurato anche se persiste una certa collosità. La concimazione minerale della fava va basata principalmente sul fosforo, dato che come tutte le leguminose essa è particolarmente sensibile e reattiva a questo elemento: 60-80 Kg/ha di P₂O₅ sono 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 radicicola*, 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.



49 – 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-alcalina. Nelle aree a clima semi-arido (tra 250-350 mm di piogge all'anno) dove la lenticchia è prevalentemente diffusa, essa entra in avvicendamento con il cereale autunnale (frumento od orzo), costituendo un'ottima coltura da far precedere al cereale. La preparazione del terreno va fatta accuratamente arando per tempo, subito dopo aver raccolto il cereale. Seguono lavori di affinamento per preparare il letto di semina in autunno nel caso di semina autunnale, in autunno e in inverno nel caso di semina primaverile. La più razionale tecnica di semina consiste nell'impiegare 300-400 semi germinabili a metro quadrato, seminati a file a 0,15-0,25 m alla profondità di 40-60 mm secondo la grossezza del seme (più questo è grosso, più in profondità può essere seminato). Il seme va conciato per proteggerlo dai marciumi delle plantule. Le quantità di seme necessarie e sufficienti vanno da 60-80 Kg/ha per le lenticchie a seme piccolo a 120-160 Kg/ha per quelle a seme grosso. Per la semina si impiegano le comuni seminatrici da frumento. La concimazione della lenticchia va fatta con 30 Kg/ha di P₂O₅ e in terreni poveri di potassio con 50-80 Kg/ha di K₂O. L'azoto non è necessario. Le erbe infestanti costituiscono un serio problema per la lenticchia che nella fase iniziale del ciclo cresce lentamente e risulta dotata di scarso potere soffocante. Sarchiature a macchina non si possono fare date le file strette, per cui la scerbatura a mano è stata ed è tuttora il più usato sistema di controllo delle malerbe anche se improponibile

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



50 – 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,

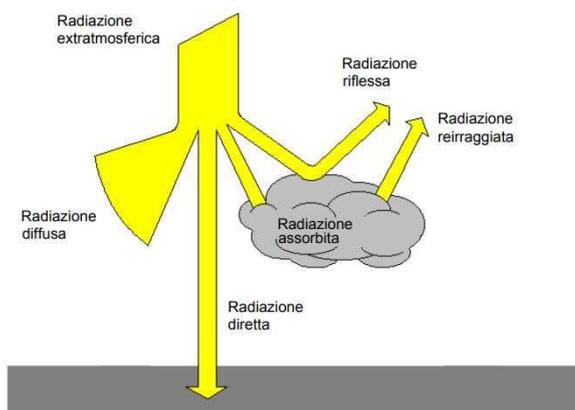
nascosti, spesso cleistogami, con un piccolo ovario portato da un ginocoforo; il loro numero varia in funzione del tipo e dell'ambiente di coltivazione. L'arachide necessita di una temperatura superiore a 16°C durante la germinazione, di 20°C in occasione della fioritura e di 18°C durante la maturazione. 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.



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

15. Considerazioni energetiche riferite al layout di progetto

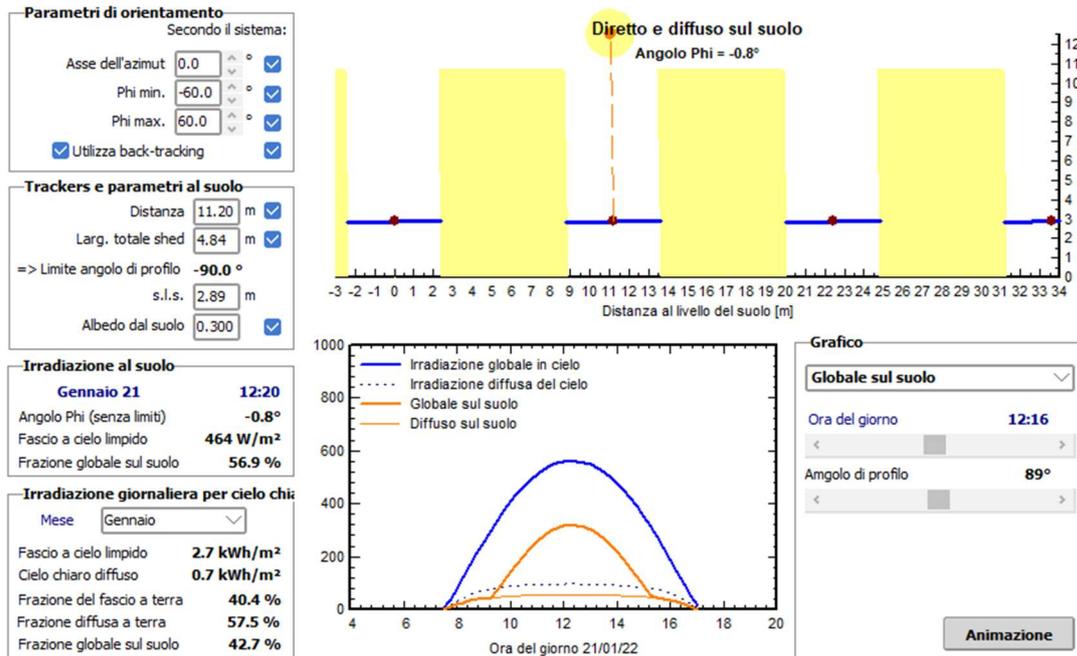
La radiazione solare è l'energia elettromagnetica emessa dai processi di fusione dell'idrogeno contenuto nel sole; tale energia non raggiunge la superficie terrestre in maniera costante, la sua quantità varia durante il giorno, da stagione a stagione e dipende dalla nuvolosità, dall'angolo d'incidenza 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 Pvsyst, verrà simulato per ogni mese dell'anno, come il sole proietta energia al suolo in considerazione della presenza dell'impianto fotovoltaico, con i tracker di ampiezza complessiva 4,84 m e un pitch (interfila) di 11,20 m.

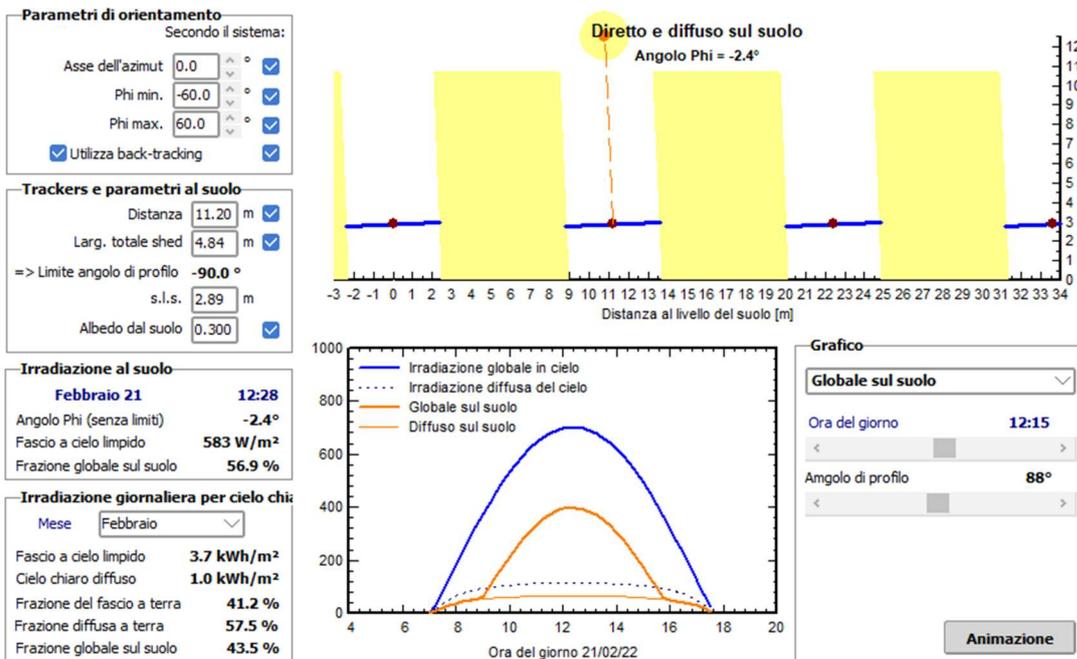
Modello bifacciale standard con configurazione illimitata simile a un tracker

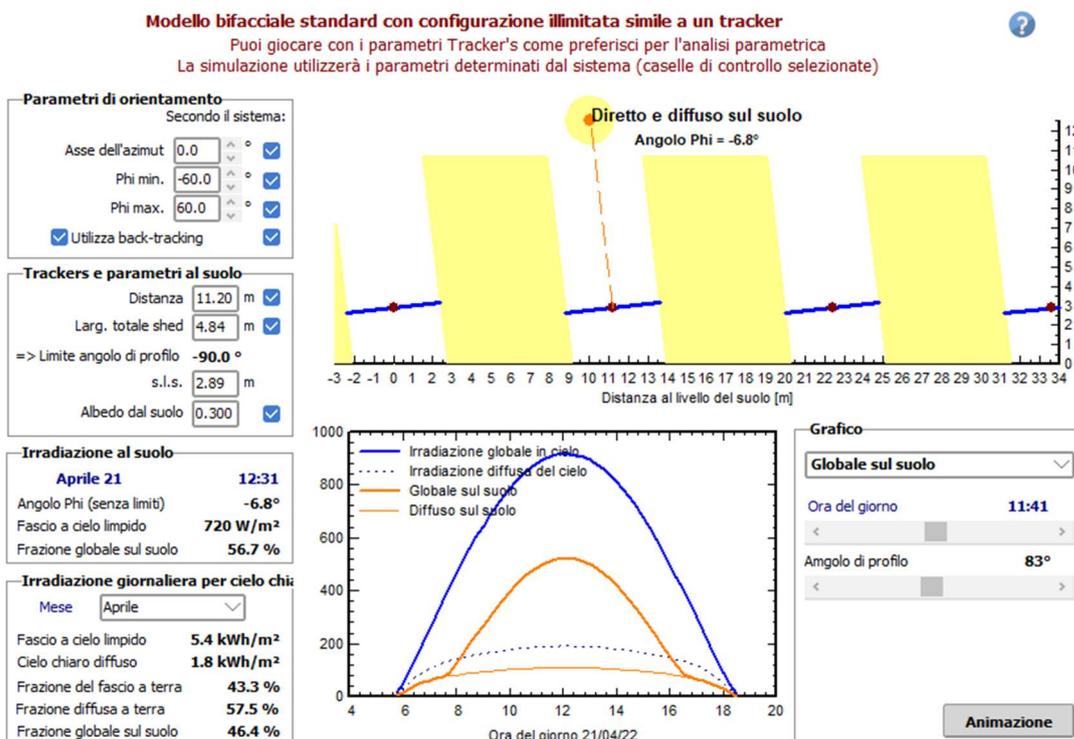
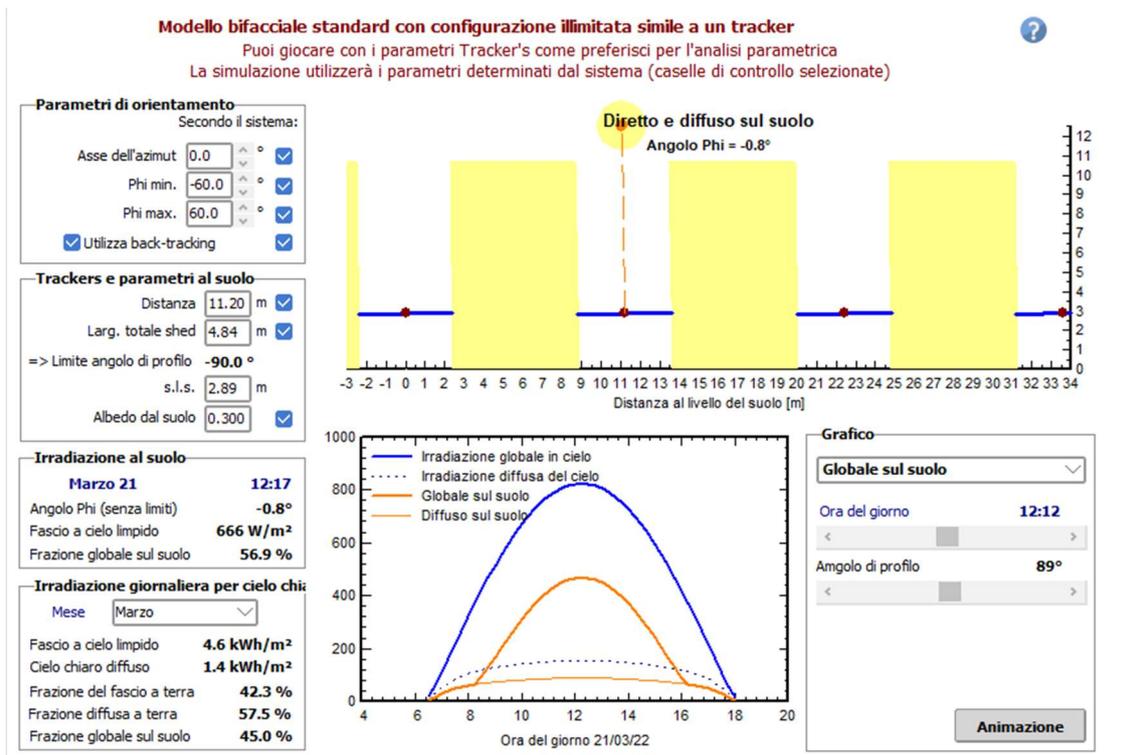
Puoi giocare con i parametri Tracker's come preferisci per l'analisi parametrica
La simulazione utilizzerà i parametri determinati dal sistema (caselle di controllo selezionate)



Modello bifacciale standard con configurazione illimitata simile a un tracker

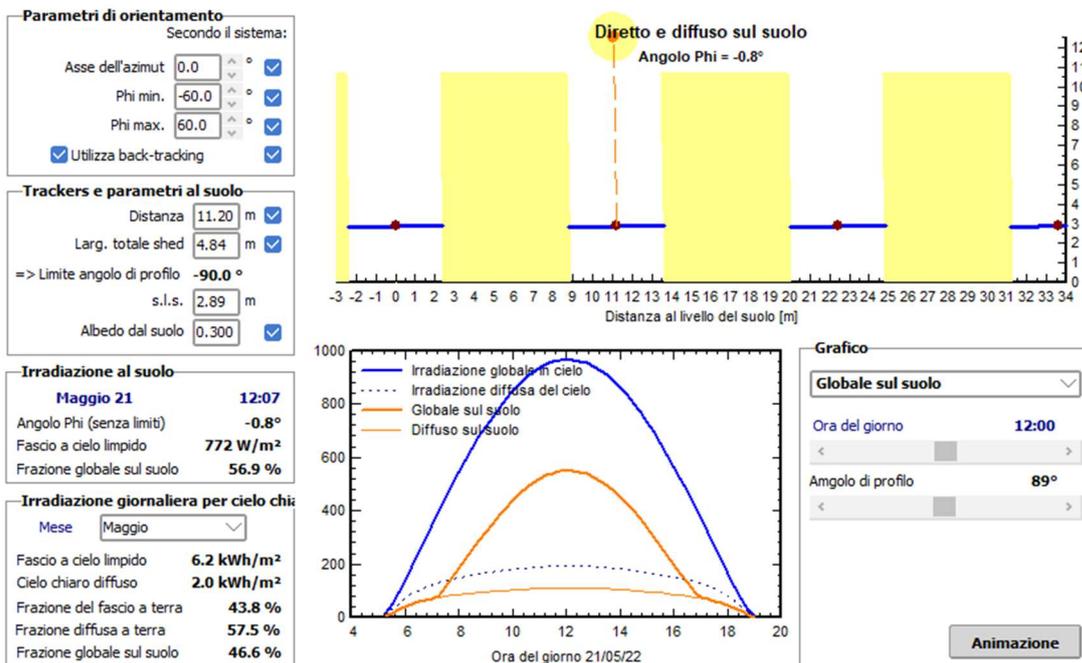
Puoi giocare con i parametri Tracker's come preferisci per l'analisi parametrica
La simulazione utilizzerà i parametri determinati dal sistema (caselle di controllo selezionate)





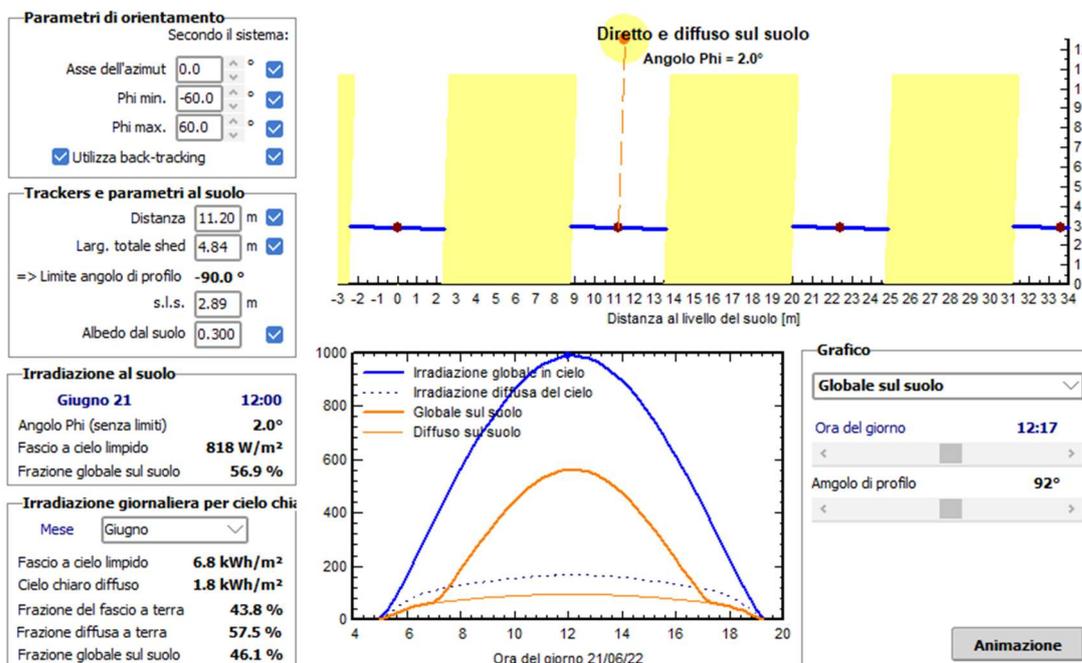
Modello bifacciale standard con configurazione illimitata simile a un tracker

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



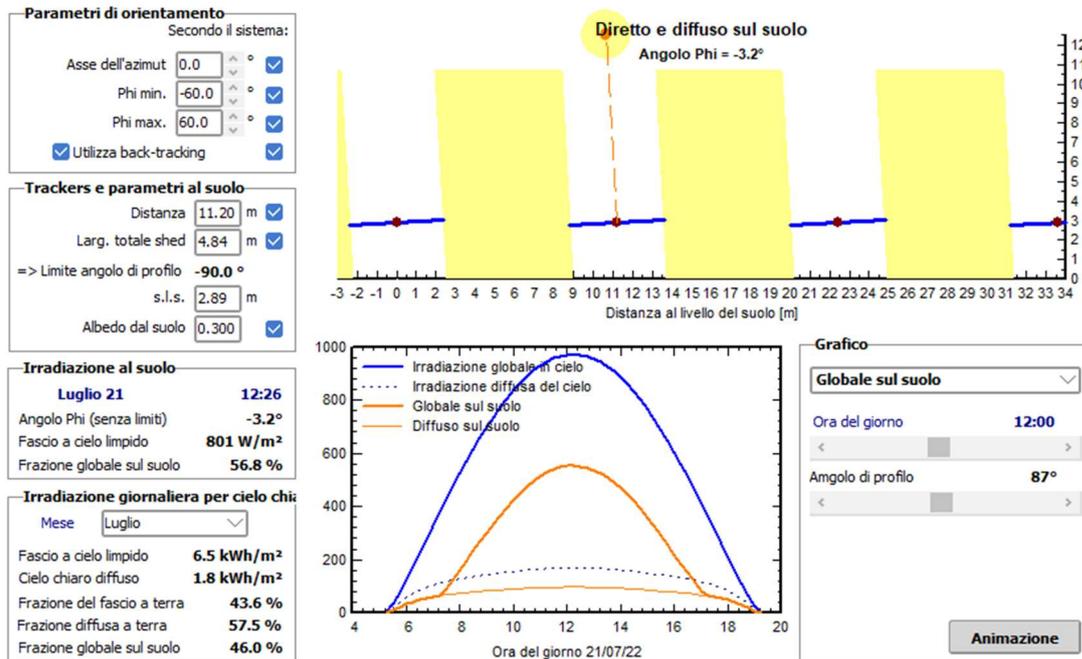
Modello bifacciale standard con configurazione illimitata simile a un tracker

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



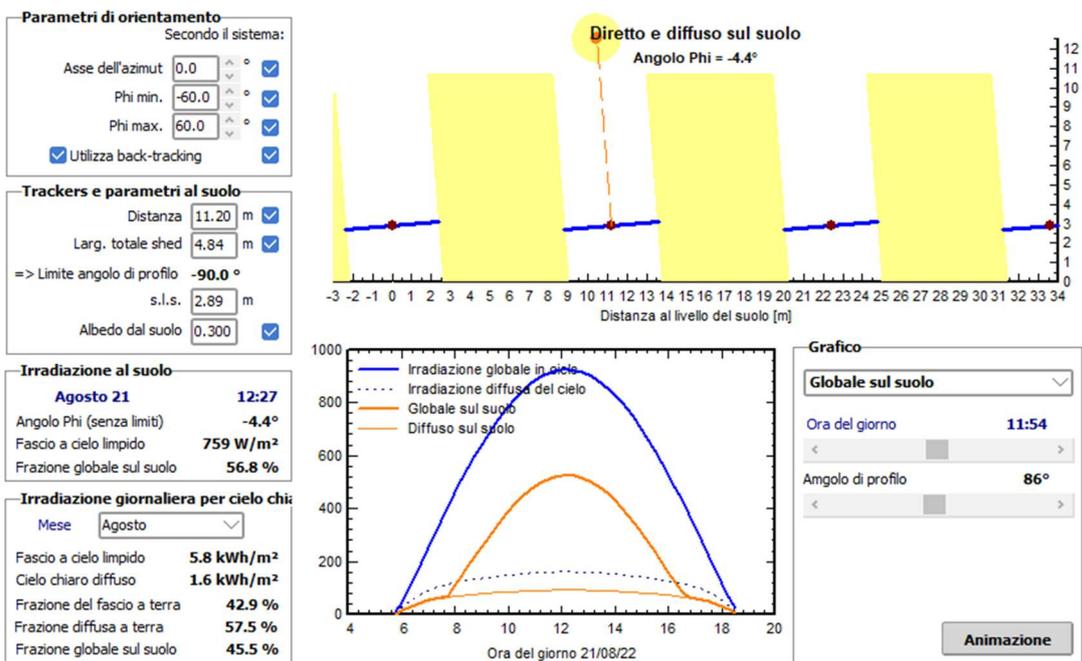
Modello bifacciale standard con configurazione illimitata simile a un tracker

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



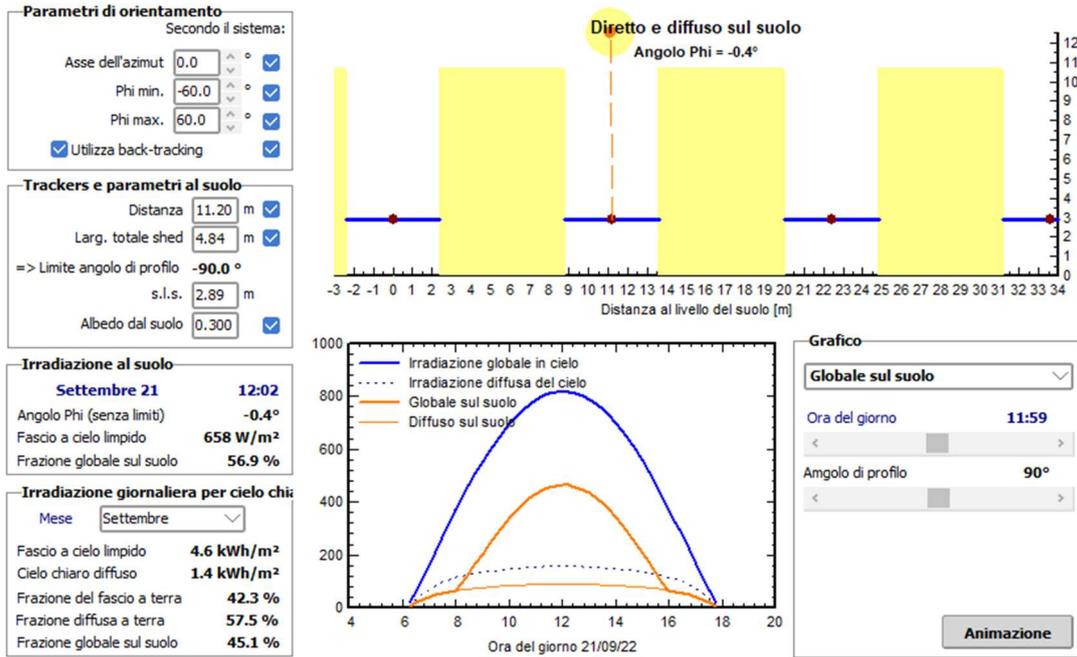
Modello bifacciale standard con configurazione illimitata simile a un tracker

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



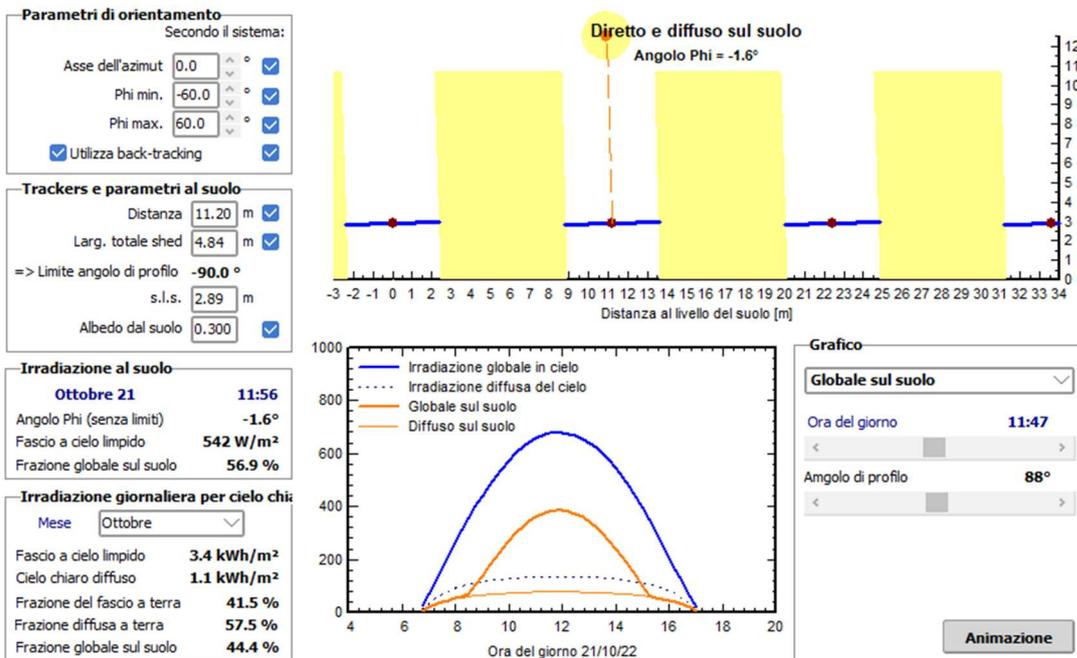
Modello bifacciale standard con configurazione illimitata simile a un tracker

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



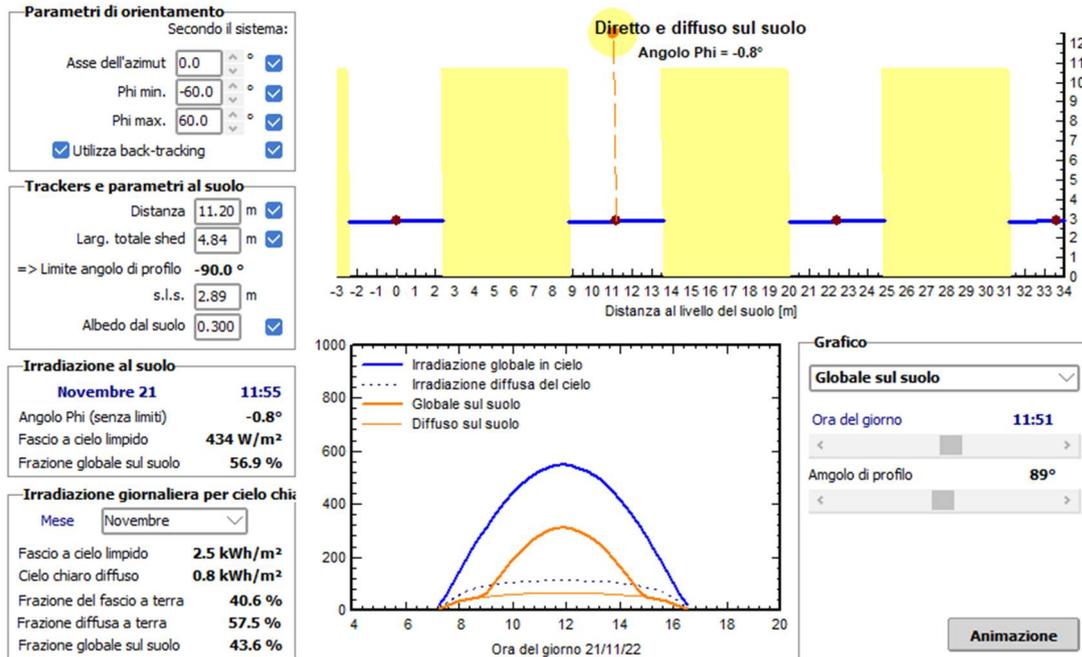
Modello bifacciale standard con configurazione illimitata simile a un tracker

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



Modello bifacciale standard con configurazione illimitata simile a un tracker

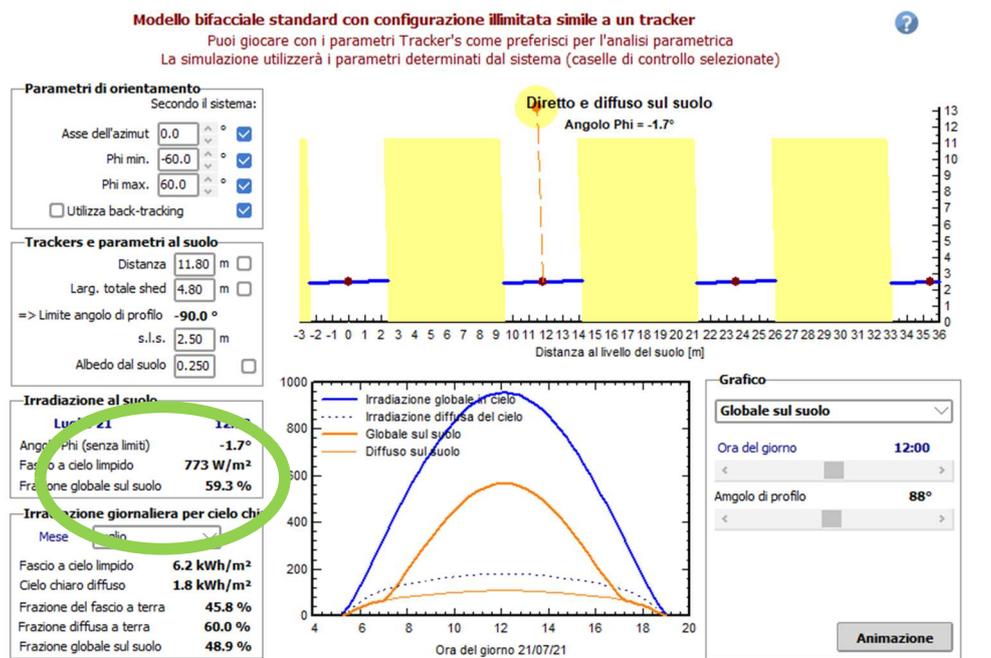
Puoi giocare con i parametri Tracker's come preferisci per l'analisi parametrica
La simulazione utilizzerà i parametri determinati dal sistema (caselle di controllo selezionate)



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 agrovoltaico 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%

52 – valori approssimativi della radiazione solare



53 – 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

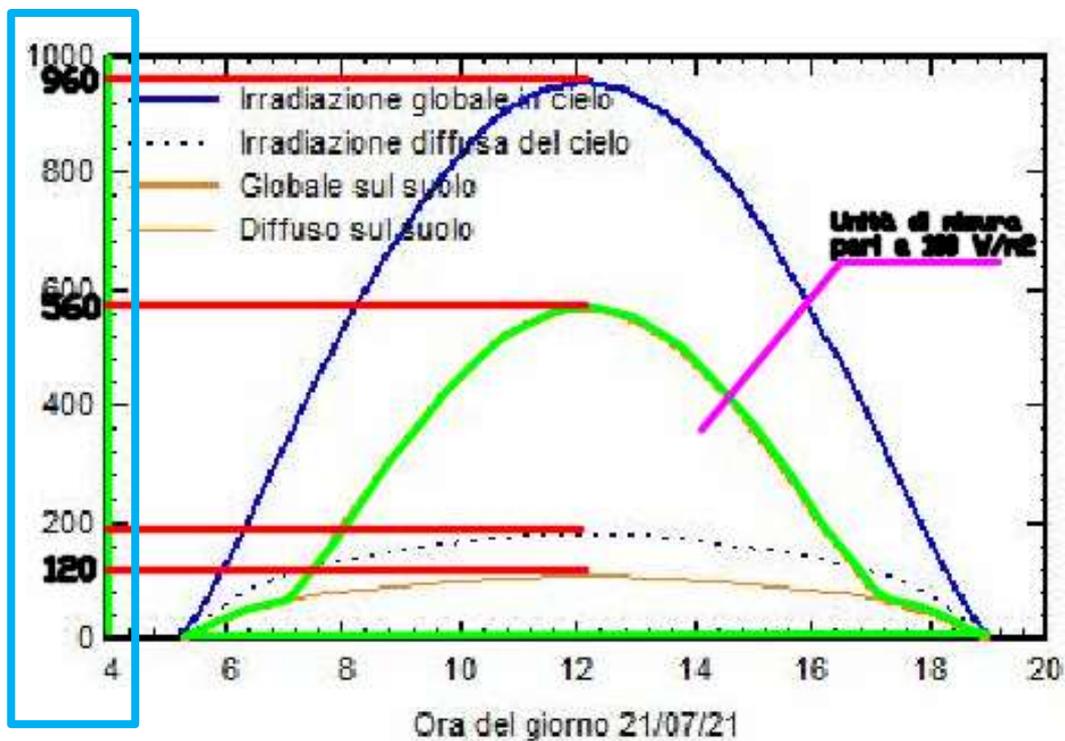
Irraggiamento diffuso sul suolo: circa 120 W/m²

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

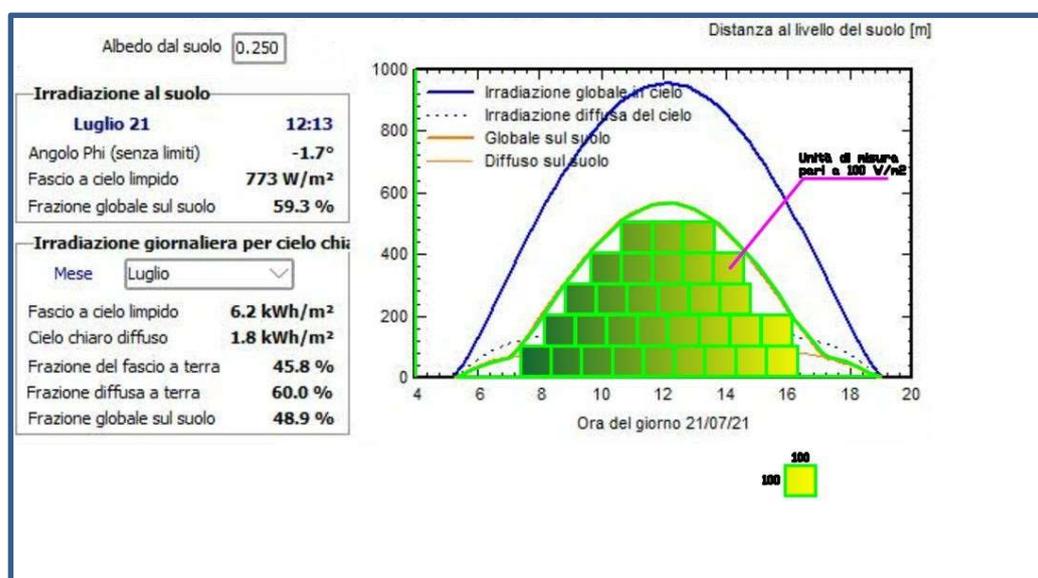
Albedo pari al 25%

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



54 – 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.



55 – 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 sempre superiore 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 marzo e luglio. Il mese dove l'efficienza fotonica fotosintetica è risultata maggiore è stato Giugno (seguito a ridottissima distanza da Maggio).

Impianto agrivoltaico di potenza di picco pari a 20,5 MW
denominato da realizzarsi nel comune di Monreale (PA)



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	6 ore e 46 min	2284	2.7	0.7	93,76	30	464	250-450	390,04
Febbraio	7 ore e 44 min	3176	3.7	1.0	114,08		583		474,57
Marzo	9 ore	4162	4.6	1.4	128,46		666		534,38
Aprile	11 ore e 40 min	5256	5.4	1.8	125,14		720		520,59
Maggio	12 ore e 53 min	5936	6.2	2.0	127,99		772		532,42
Giugno	13 ore e 39 min	6306	6.8	1.8	128,33		818		533,84
Luglio	13 ore e 48 min	6039	6.5	1.8	121,56		801		505,68
Agosto	13 ore e 11 min	5315	5.8	1.6	111,99		759		465,87
Settembre	12 ore e 3 min	4302	4.6	1.4	99,17		658		412,55
Ottobre	9 ore e 30 min	3111	3.4	1.1	90,96		542		378,41
Novembre	8 ore e 5 min	2229	2.5	0.8	76,60		434		318,65
Dicembre	6 ore e 58 min	1948	2.1	0.7	77,67		397		323,11

56- Tracker monoassiale (Vele 4,84 m) - pitch 11,20 m

La proposta in esame tiene conto dell'associazione tra la tecnologia fotovoltaica e coltivazione del terreno agrario tra le interfile 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 tracker di 11.20 m. Per calcolare la superficie "utile" di coltivazione è stata stimata l'incidenza dell'ombreggiamento e dell'irraggiamento, dalle ore 7 alle ore 17, in funzione della rotazione dei tracker. La maggiore disponibilità di irraggiamento per le colture corrisponde alle ore 12, momento in cui i trackers si trovano in posizione orizzontale rispetto al suolo. Verrà considerata come zona "coltivabile" l'intera area recintata e la fascia esterna di mitigazione; rimane esclusa la viabilità interna, la zona di posa delle cabine. Una fascia di suolo pari a circa 1,5 m nell'intorno dei pali di sostegno dei moduli verrà inerbita con una semina annuale di un miscuglio "permanente" di essenze graminacee e leguminose. Pertanto, l'intero parco fotovoltaico verrà concepito e gestito, dal punto di vista agricolo, come una superficie coltivata "in pieno campo", considerato il fatto che la rotazione dei tracker e la loro struttura consentono la coltivazione, per buona parte, anche sotto i moduli.

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 e questo in ogni mese dall'anno indipendentemente dalla stagione (leggermente inferiore il trend considerato nel mese di dicembre). 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 tracker ma getta anche le

basi per produzioni quali-quantitative migliori. La possibilità di coltivare una coltura rispetto ad un'altra, l'accertamento dei parametri di qualità e quantità in termini di rese produttive così come gli altri fattori bioagronomici, dipendono da prove di campo che hanno bisogno, per essere avvalorate o meno in maniera approfondita, di valutazioni di natura scientifica (considerata la quasi totale assenza di bibliografia). Si precisa che la fascia di terreno agrario tra le file di pannelli risulta perfettamente percorribile e, soprattutto, lavorabile da macchine operatrici agricole. Le 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, quelle orticole da pieno campo). 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												

57 – varie tipologie da coltivare in funzione dei mesi dell’anno

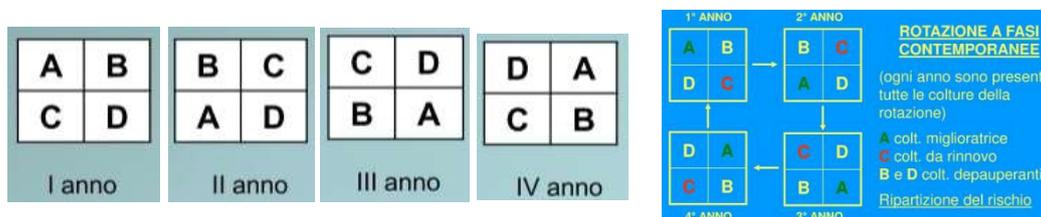
Numerosi studi hanno dimostrato come il terreno nudo porta ad una perdita di azoto per volatilizzazione, un maggior rischio di erosione e maggiore libertà per le infestanti di crescere e diffondersi. Le leguminose da granella secca, nello specifico, sono colture importantissime per lo sviluppo e l'affermazione 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 culturale

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

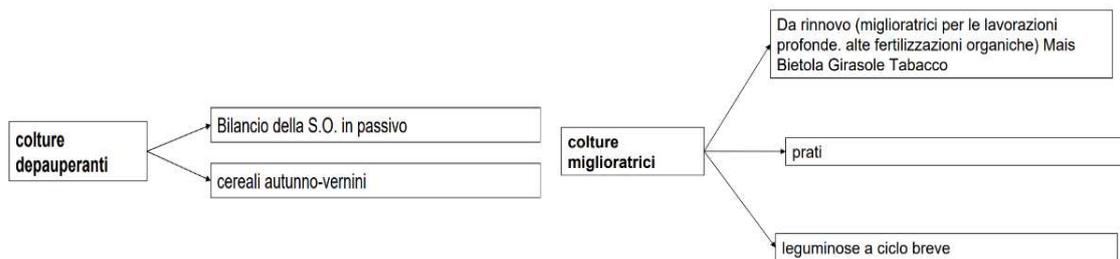
Coltura da rinnovo – Frumento (o cereale in genere)

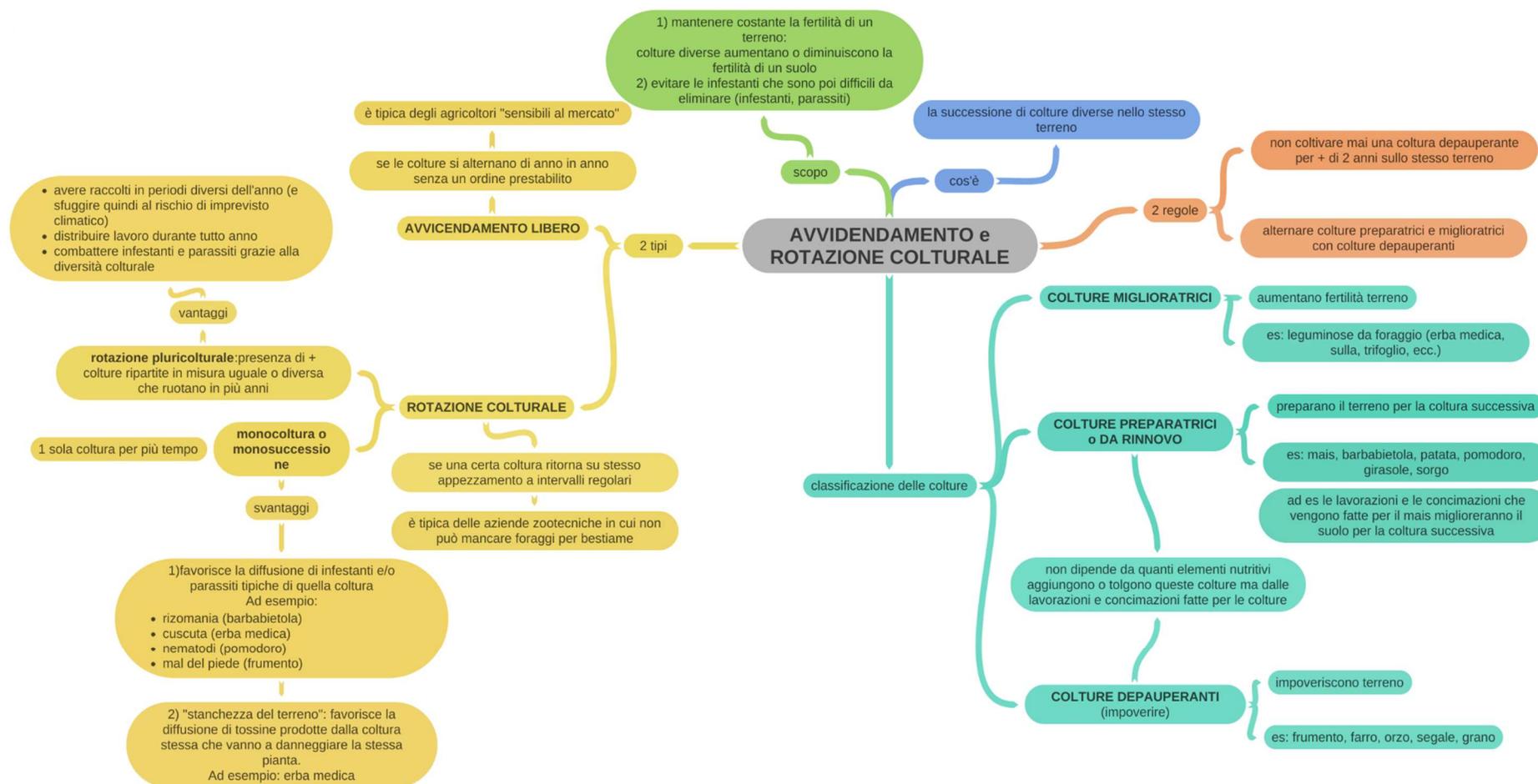
Triennale

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

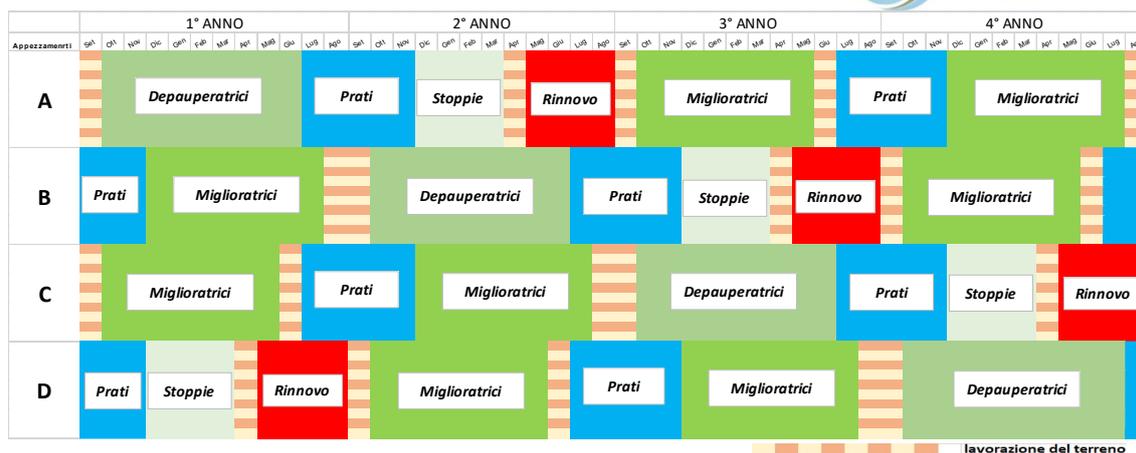
Quadriennale

Coltura da rinnovo/ Cereale - Leguminosa – Leguminosa – Cereale





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



59- esempio di avvicendamento colturale 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	19,54 ha	A corpo
Concimazione minerale di fondo con fertilizzanti fosfatici e potassici, da eseguirsi in preimpianto previa analisi fisico-chimica.		
Fornitura semente e operazione di semina da eseguire con apposita macchina operatrice a file (dose di semina in funzione della varietà)		
Interventi di sarchiatura e/o ripuntatura		
Interventi di lotta integrata con prodotti registrati per l'uso, rispettosi per l'ambiente e autorizzati in agricoltura biologica		
Raccolta del prodotto in campo da effettuarsi con apposite mini-mietitrebbie (da acquistare o da prendere in leasing)		
TOTALE DEI COSTI 1° ANNO		30.000 €



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

La coltivazione in campo prevede la semina come se non fosse presente “materialmente” l’impianto fotovoltaico: si effettuerà una semina su tutta l’area inclusa nella recinzione recintata, ad eccezione delle zone occupate dalla viabilità e cabine ed una fascia di circa 1,5 m nell’intorno delle strutture di sostegno dei moduli che verranno comunque non lasciate nude ma inerbite. La fascia arborea di mitigazione sarà di circa 6 ettari.

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

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.

17.3 Considerazioni sulla produzione con impianti fotovoltaici

La presenza di un impianto fotovoltaico, se da una parte assolve alla mission per cui è stato concepito (per la produzione di energia), dall’altro crea un micro-ambiente del tutto particolare dove le condizioni di crescita e sviluppo delle colture impiantate sono favorite da svariati fattori. Gli elementi che favoriscono l’attecchimento delle piante coltivate riguardano, per esempio, il mantenimento di una temperatura più fresca nelle vicinanze e sotto i pannelli fotovoltaici, il minore effetto del vento in termini di impatto sulla coltura giovane, ecc.. Pertanto, nonostante l’effetto “ombra” dei pannelli non consenta alle colture agrarie di avere il massimo dell’efficienza fotosintetica, possiamo certamente asserire che, rispetto alla condizioni di pieno campo, rispetto ad un suolo agrario non irrigato e soggetto alle condizioni termopluviometriche naturali (aridocoltura), la “striscia” di suolo coltivata tra le file di pannelli fotovoltaici avrà una resa produttiva per ettaro non soltanto pari ad una qualsiasi resa in condizioni estensive ma leggermente superiore in funzione dei vantaggi che il connubio agrivoltaico determina. Concretamente quanto fino ad ora esposto viene di seguito riportato nella tabella riepilogativa. L’aumento di resa produttiva sarà ovviamente legato al tipo di coltura, alla natura del suolo, alle condizioni orografiche e di esposizione, di umidità relativa, ecc... Questo surplus, come da letteratura sopra menzionata, è un dato che deve essere quantificato territorio per territorio da prove di campo effettuate in sinergia, per esempio, con il mondo scientifico universitario che avrebbe, in questo caso, il compito di

“certificare” all’interno di progetti pilota tali considerazioni. In questa fase stimiamo in un 8-10% l’aumento di resa produttiva di una coltivazione tipo di leguminose in “consociazione” con un impianto fotovoltaico.

Coltura	Resa media T/ha	Prezzo €/kg	€/ha	Surplus “agrovolt.” €/ha
Fava	2-2,5	0,45	900-1125	972-1237,50
Cece	2-2,5	0,55	1100-1375	1188-1512,50
Lenticchia	1,5-2	0,70	1050-1400	1134-1540
Arachide	1,5-2	1,00	1500-2000	1620-2200

18. L’inerbimento sotto le strutture dei tracker

In base ai risultati dell’analisi pedologia e geologica in merito alle condizioni erosive del suolo a seguito di fenomeni piovosi, dopo un’attenta analisi multidisciplinare e multi-criteriale si è arrivati alla conclusione che un inerbimento nel periodo autunno-invernale consentirebbe di risolvere e/o mitigare il dilavamento del terreno agrario. L’inerbimento consiste nella creazione e nel mantenimento di un prato costituito da vegetazione “naturale” ottenuto mediante l’inserimento di essenze erbacee in blend e/o in miscuglio attraverso la semina di quattro o cinque specie di graminacee e una percentuale variabile di leguminose in consociazione. La crescita del cotico erboso viene regolata con periodici sfalci e l’erba tagliata finisce per costituire uno strato pacciamante in grado di ridurre le perdite d’acqua dal terreno per evaporazione e di rallentare la ricrescita della vegetazione. La tecnica dell’inerbimento protegge la struttura del suolo dall’azione diretta della pioggia e, grazie agli apparati radicali legati al terreno, riduce la perdita di substrato agrario anche fino a circa il 95% rispetto alle zone oggetto di lavorazione del substrato. Consente una maggiore e più rapida infiltrazione dell’acqua piovana ed il conseguente ruscellamento e determina un aumento della portanza del terreno; inoltre riduce le perdite per dilavamento dei nitrati e i rischi di costipamento del suolo dovuto al transito delle macchine operatrici. In definitiva l’inerbimento difende e migliora le proprietà fisiche, chimiche e biologiche del suolo ovvero la sostanza organica e quindi anche la fertilità del terreno. L’aumento di sostanza organica genera anche il miglioramento dello strato di aggregazione del suolo e della relativa porosità nonché delle condizioni di aerazione negli strati più profondi, favorendo così la penetrazione dell’acqua e la capacità di ritenzione idrica del terreno.

L'inerbimento del terreno può essere effettuato in vari periodi dell'anno, ma la riuscita migliore la si ha effettuando interventi durante il periodo autunnale (da metà settembre a fine novembre). La semina deve avvenire a spaglio o alla volata, cioè spargendo il seme in maniera uniforme su tutta la superficie del terreno. Bisogna comunque interrare i semi a 2 cm di profondità tramite un rastrello o apposito rullo. È stato osservato che, nel medio-lungo periodo, un prato misto ben gestito, anche in presenza di coperture che diminuiscano la ventilazione, l'insolazione e con aumenti di temperatura consistenti, non diminuisce la sua capacità di incrementare la produzione di humus e, conseguentemente, di trattenere l'acqua meteorica. L'acqua di pioggia scivolando sulla superficie inclinata dei pannelli fa sì che un'area limitata di suolo sia interessata da una quantità pari a quella che cadrebbe nell'intera superficie sottesa dal pannello (effetto gronda). È possibile che in aree prive di manto erboso l'effetto gronda divenga, nel tempo, causa di erosione superficiale localizzata. È stato però evidenziato che, in aree particolarmente soleggiate, l'effetto ombreggiante dei pannelli permette la crescita di erba più rigogliosa. La naturale diffusione del manto erboso polifita anche negli interspazi (specialmente le graminacee in miscuglio con essenze leguminose) frena l'effetto erosivo. L'inerbimento, comune ed attivo agente antierosivo, può controllare lo scorrimento superficiale sul suolo interferendo sul flusso dell'acqua sul terreno rallentandone la velocità e permettendo quindi all'acqua di infiltrarsi (Hamm, 1964). Un prato fitto, sano e ben insediato (si intende un cotico erboso a 90 giorni dalla semina) assorbe fino a sei volte la quantità di pioggia rispetto ad una uguale superficie coltivata a grano, riducendo lo scorrimento superficiale dell'acqua (Panella A. et al., 2000). L'efficacia di controllo dell'erosione da parte delle coperture erbose (inerbimenti) è la somma di un'elevata densità di culmi e di radici che favoriscono una maggiore stabilizzazione del suolo: l'elevata biomassa aerea e radicale permettono anche di ridurre il flusso superficiale dell'acqua, ritardandone la velocità e riducendo il potenziale erosivo dell'acqua (Beard J.B., 1973). Per opporsi efficacemente all'erosione occorre che il terreno abbia una densità vegetale pari ad almeno il 70% e un buon inerbimento va decisamente incontro a questa condizione. Il più comune agente erosivo, come risulta noto, è rappresentato dall'acqua. L'impatto delle gocce di pioggia sul terreno nudo, per esempio, provoca una dispersione delle particelle consentendo un loro facile trasporto insieme all'acqua. In questo caso la funzione degli inerbimenti, sfruttando la loro elevata densità, è quella di intercettare (attraverso i culmi e le foglie) queste gocce prima che giungano al suolo trattenendole. Fondamentale e

superiore a qualsiasi altro organo vegetale è poi la funzione dell'apparato radicale nel tenere fermo il suolo. Nella fattispecie, l'identificazione della miscela di sementi idonea ad un determinato inerbimento passa dall'unione di piante con sistemi radicali fini, fascicolati ed estesi. Diverse prove di natura scientifica hanno stabilito che circa il 90% del peso della pianta è costituito dalle radici e si calcola che ogni singola pianta sviluppa, in condizioni ottimali nell'arco della propria vita, un apparato radicale avente una lunghezza complessiva di oltre 600 Km (Brown 1979). L'incremento in sostanza organica provocato dalla morte delle radici, tra l'altro, a fine ciclo vitale o a seguito degli sfalci (mulching), contribuisce ad incrementare la permeabilità del suolo diminuendo lo scorrimento superficiale. In ultima analisi si porta all'attenzione il fatto che dal punto di vista del riciclo la funzione svolta dagli inerbimenti è fondamentale: attraverso i meccanismi di evapotraspirazione l'acqua torna all'atmosfera e solo una piccola parte (davvero minima attuando corrette pratiche manutentive) si perde (almeno temporaneamente) con la percolazione in profondità. La parte di suolo che verrà sottoposta ad inerbimento permanente "prato stabile" sarà quella sotto il tracker (attorno alle strutture portanti). Tale superficie sarà costantemente mantenuta inerbita.

19. Fascia perimetrale di mitigazione

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

61 – 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

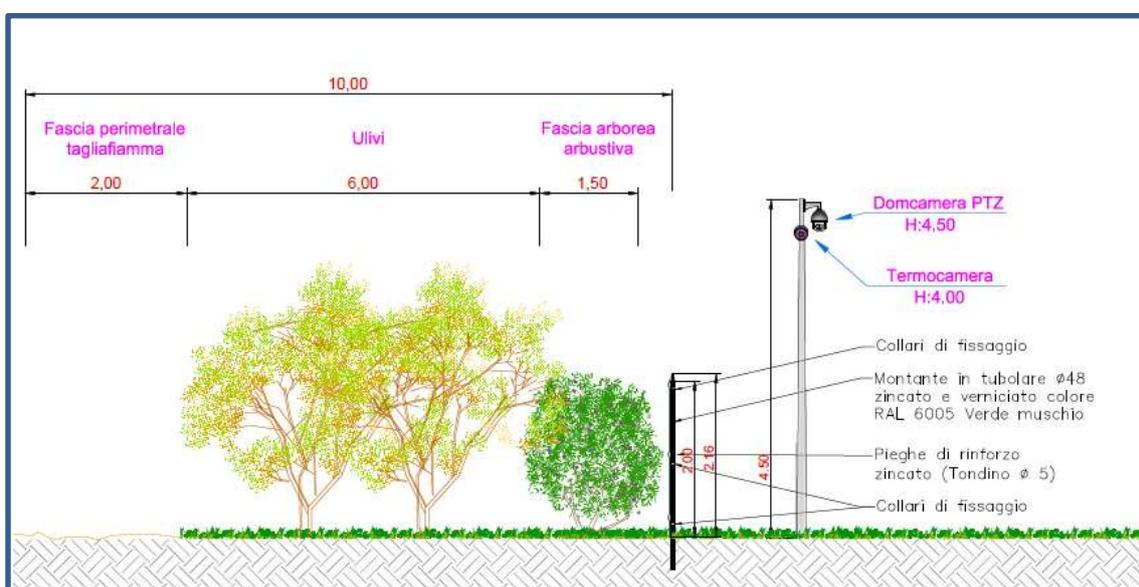
La progettazione delle opere a verde per la mitigazione dell'opera ha considerato tra gli obiettivi principali quello di migliorare quelle parti di territorio che saranno necessariamente modificate dall'opera e dalle operazioni che si renderanno indispensabili per la sua realizzazione. Pertanto, in considerazione di tali obiettivi, si è tenuto in debito conto sia dei condizionamenti di natura tecnica determinati dalle caratteristiche progettuali sia dell'ambiente in cui tale opera si va ad inserire, riconoscendone i caratteri naturali e la capacità di trasformazione. Nel valutare le conseguenze delle opere sulle specie e sugli habitat occorre premettere due importanti considerazioni. In primo luogo, non esistono presenze di interesse conservazionistico la cui distribuzione sia limitata ad un'area ristretta, tale che l'installazione di un parco fotovoltaico possa comprometterne un ottimale stato di conservazione. Le formazioni vegetali di origine naturale, peraltro di importanza secondaria nel territorio di intervento, risultano poco rappresentate all'esterno

delle aree destinate al parco anche in un raggio di azione piuttosto ampio. Il secondo aspetto da tenere in considerazione è l'assenza di aspetti vegetazionali rari o di particolare interesse fitogeografico e/o conservazionistico, così come mancano le formazioni realmente caratterizzate da un elevato livello di naturalità. Non si prevede, pertanto, alcuna ricaduta sugli ambienti e sulle formazioni vegetali circostanti, potendosi escludere, tra le altre cose, effetti significativi dovuti alla produzione di polveri, all'emissione di gas di scarico o al movimento di terra.

19.1 Elementi arborei nella fascia di mitigazione

Il progetto definitivo prevede, come opera di mitigazione degli impatti per un inserimento "armonioso" del parco fotovoltaico nel paesaggio circostante, la realizzazione di una fascia arborea perimetrale di circa 6 ha. Tale fascia, larga 10 m e lunga tutto il perimetro del parco, sarà debitamente lavorata e oggetto di piantumazione specifica. Sul terreno con una macchina operatrice pesante sarà effettuata una prima lavorazione meccanica alla profondità di 20-25 cm (fresatura), allo scopo di decompattare lo strato superficiale. In seguito, in funzione delle condizioni termopluviometriche, si provvederà ad effettuare eventualmente altri passaggi meccanici per ottenere il giusto affinamento del substrato che accoglierà le piante arboree. Compilate le operazioni riferite alle lavorazioni del substrato di radicazione si passerà alla piantumazione delle essenze arboree: nella fattispecie 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 autoradicate di altezza 1,30-150 m, in zolla. Ogni albero piantumato sarà corredato di un opportuno paletto di castagno per aiutare la pianta nelle giornate ventose e consentirne una crescita idonea in altezza in un arco temporale piuttosto ampio. La piantumazione costituisce un momento particolarmente delicato per le essenze: la pianta viene inserita nel contesto che la ospiterà definitivamente ed è quindi necessario utilizzare appropriate e idonee tecniche che permettano all'essenza di superare lo stress e di attecchire nel nuovo substrato. L'impianto vero e proprio sarà preceduto dallo scavo della buca che avrà dimensioni atte ad ospitare la zolla e le radici della pianta (indicativamente larghezza doppia rispetto alla zolla della pianta). Nell'apertura delle buche il terreno lungo le pareti e sul fondo sarà smosso al fine di evitare l'effetto vaso. Alcuni giorni prima della messa a dimora della pianta si effettuerà un parziale riempimento delle buche, prima con materiale drenante (argilla espansa) e poi con

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



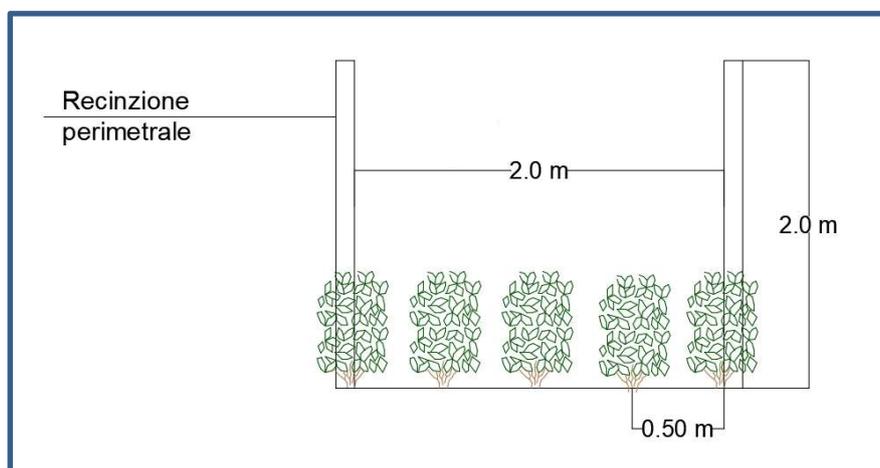
62 – la fascia di mitigazione rispetto alla recinzione

Tenendo presente che la maggior parte delle specie sono indifferenti al substrato geopedologico e che la costituzione di una barriera perimetrale “verde”, caratterizzata da piante arboree e arbustive, deve dare continuità non solo paesistica ma fondamentale ecologico-funzionale, verranno privilegiate le specie che producono frutti vistosi e

saporiti e quelle che rendono impenetrabile il verde, per dare rifugio alla ornitofauna e anastomizzare le piccole “isole” ad elevata naturalità.

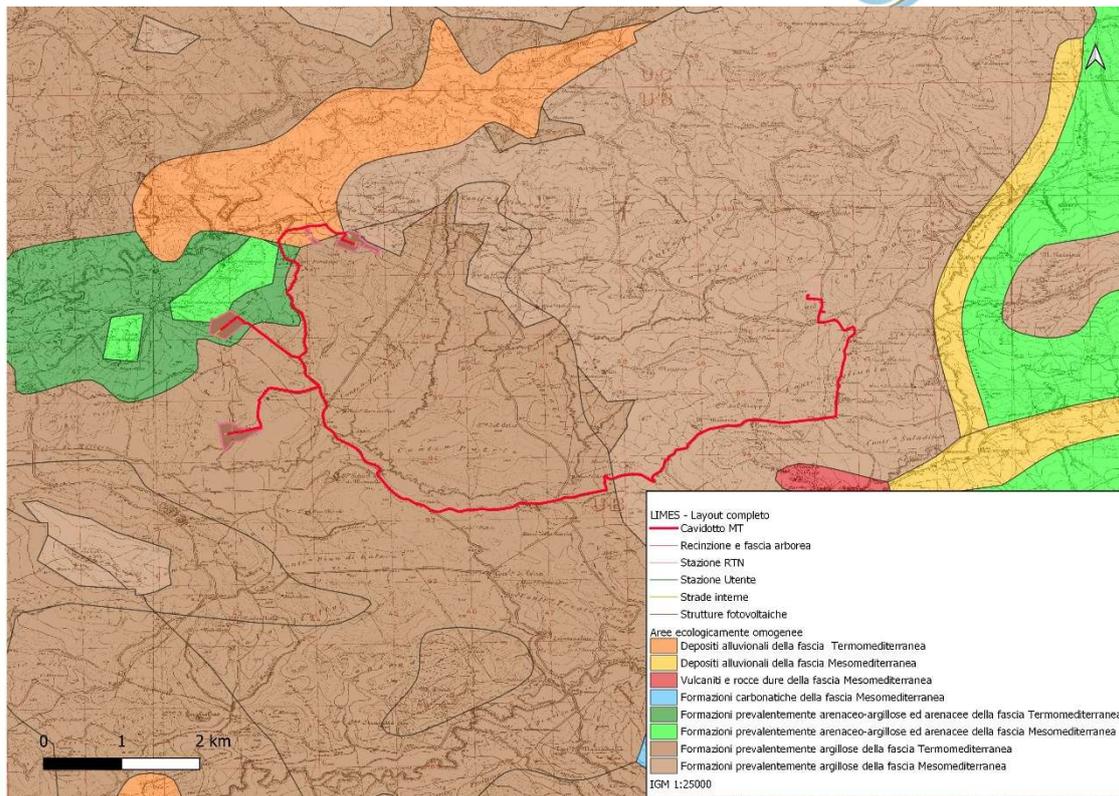
19.2 Elementi arbustivi nella fascia di mitigazione

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 da parte della fauna. Il progetto prevedrà la realizzazione di una recinzione che gira attorno al perimetro del parco fotovoltaico: su tale recinzione, a poca distanza dalla stessa, verrà collocata in opera una siepe arbustiva per tutta la sua lunghezza. In pratica si collegheranno 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 2,0 m. La siepe percorrerà tutto il perimetro del parco fotovoltaico, sarà cioè lunga quasi 6 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).



63 – particolare di sistemazione della siepe perimetrale

Gli arbusti da impiegare nella realizzazione della siepe perimetrale verranno scelti sulla base delle indicazioni derivanti dall’incrocio della carta delle Aree Ecologicamente Omogenee della Regione Sicilia con il documento di indirizzo A del Piano Forestale Regionale della Sicilia.



	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										
<i>Crataegus azarolus</i>												R	R			R	R		R	R		R	R
<i>Crataegus laciniata</i>												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
<i>Genista aethnensis</i>				R	R																		
<i>Genista aspalathoides</i>			R																				
<i>Genista thyrrina</i>			R											R									
<i>Juniperus communis</i>														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	R
<i>Morus nigra</i>	R	R	R					R		R		R	R	R		R		R				R	R
<i>Olea europaea var. sylvestris</i>	R	R	R	R				R	R	R	R	R	R	R		R	R	R	R	R		R	R
<i>Pistacia tannus</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	R
<i>Prunus spinosa</i>								R	R	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	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>Cistus tenuiflorus</i>																							
<i>Spartium junceum</i>	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
<i>Tamarix gallica</i>	R	R						R		R	R											R	R
<i>Ulmus minor</i>														R									

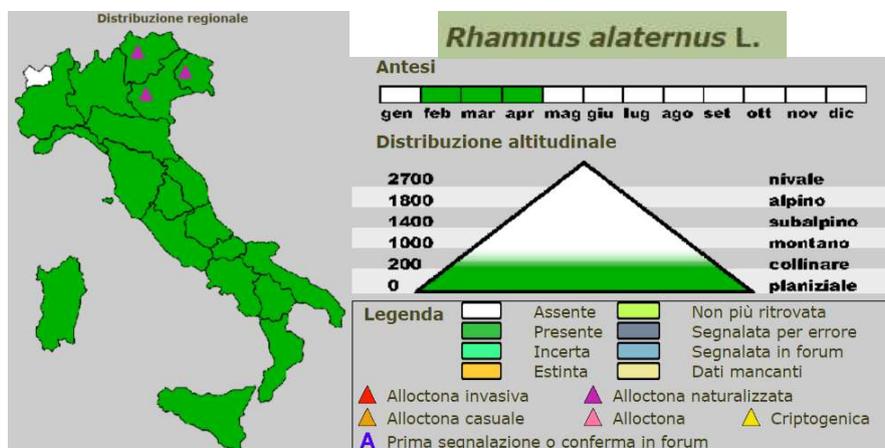
64 – Carta delle AEO e tabella essenze arbustive PFR – documento di indirizzo A

Le essenze da impiegare saranno diverse e tutte contenute nella tabella sopra riportata. In questo lavoro ne descriviamo uno a titolo di esempio.

Uno degli arbusti impiegati per la realizzazione della siepe perimetrale sarà la *Rhamnus alaternus* L. (Alaterno): pianta sempreverde, molto ramosa, a portamento arbustivo o di piccolo alberello, dimensioni tra 1 e 5 m di altezza. La corteccia risulta essere grigio-rossastra, finemente striata, il legno fresco odoroso. Le foglie sono coriacee, alterne, con evidente margine cartilagineo biancastro, seghettato o intero, lamina da ellittica a lanceolata, di colore verde lucido sopra e verde chiaro sotto. I fiori, che compaiono tra febbraio e aprile, sono piccoli, giallo-verdici e raccolti in infiorescenze ascellari. Il frutto è una drupa ovoide di 4-5 mm di colore rosso scuro che diventa nera a maturità. L'Alaterno cresce nell'intervallo altimetrico tra 0 e 700 m s.l.m. ed è un elemento classico della macchia mediterranea.



65 – *Rhamnus alaternus* L. (Alaterno) – foto generale e particolare della foglia



66 – *Rhamnus alaternus* L. (Alaterno) – indicazioni circa il periodo di antesi in Sicilia

La piantumazione delle essenze arbustive per la realizzazione della siepe perimetrale prevedrà una lavorazione superficiale di una fascia di terreno agrario lungo tutto il perimetro e l'apertura di piccole buche per la collocazione in sito delle piante. Ogni arbusto, fornito in opera in vaso o 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. Dopo la fase di piantumazione sarà necessario realizzare un impianto di irrigazione a goccia, con singoli punti goccia per ogni pianta: l'impianto irriguo, che seguirà in tutto il suo perimetro il parco fotovoltaico, sarà suddiviso in settori per rendere omogenea l'erogazione della risorsa irrigua senza determinare pressioni di esercizio elevate e dannose. La tubazione principale risulterà costituita in polietilene a bassa densità, di diametro 20 mm. In corrispondenza di ogni pianta vi sarà un foro da cui fuoriuscirà la quantità di acqua nell'intervallo di tempo stabilito necessario alla pianta per l'avviamento dalla propria fase di radicazione nel nuovo substrato agrario. In linea generale un siffatto impianto irriguo potrà erogare, per ogni singolo punto irriguo, fino a 4 litri di acqua per ogni ora. Ogni settore sarà comandato da una elettrovalvola, la quale a sua volta comunicherà con una centralina elettronica su cui saranno predisposti e calendarizzati i vari turni irrigui in funzione, per esempio, della stagionalità e/o dell'intensità luminosa di un determinato periodo. L'intero impianto irriguo sarà così perfettamente automatizzato. Sull'approvvigionamento idrico, per far fronte all'attecchimento delle piante e per l'utilità a servizio del campo fotovoltaico, è intenzione della società rinaturalizzare e riutilizzare un laghetto artificiale presente nelle particelle acquisite e le vasche di laminazione progettate e realizzate per l'invarianza idraulica.

19.3 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 parafuoco (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.

19.4 Analisi dei costi

Impianto dell'oliveto da olio e della siepe arbustiva		
<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)	6.17 ettari	44.000€
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 pacciatura 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%	A corpo	84.000€
Fornitura e messa a dimora di siepe, tipologia Alaterno compreso lo scavo meccanico, il reinterro, il carico e trasporto del materiale di risulta, la fornitura e la distribuzione di 40 l di ammendante organico per m di siepe, bagnatura all'impianto con 30 l di acqua per m di siepe, esclusi		

oneri di manutenzione e garanzia e la fornitura delle piante: n. 3 piante al m		
Provvista e posa in opera di Ala gocciolante autocompensante, marrone, diam. 16 mm, spessore 1 mm, massima pressione di funzionamento 3,5 bar, campo di autocompensazione 0,5 - 4,0 bar, filtrazione consigliata 120 mesh. Possibilità di posa sottocopertura o interrata. distanza gocciolatori 40 cm, portata 2,3 l/h . Compreso: la fornitura dei materiali minuti; la posa in opera a perfetta regola d'arte.		
TOTALE DEI COSTI 1° ANNO		128.000 €

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 impiegate per tale scopo consentono di raccogliere un ettaro di oliveto 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 oliveto intensivo). La stima del costo di un tale intervento, rivolgendosi ad un contoterzista, ammonta a circa 400-500 €/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	6	1° anno - 0	600	00,00€
		2° anno - 0		00,00€
		3° anno - 5		18.000,00€
		4° anno - 6		21.600,00€
		5° anno - 8		28.800,00€
Totale al 5° anno				68.400,00€

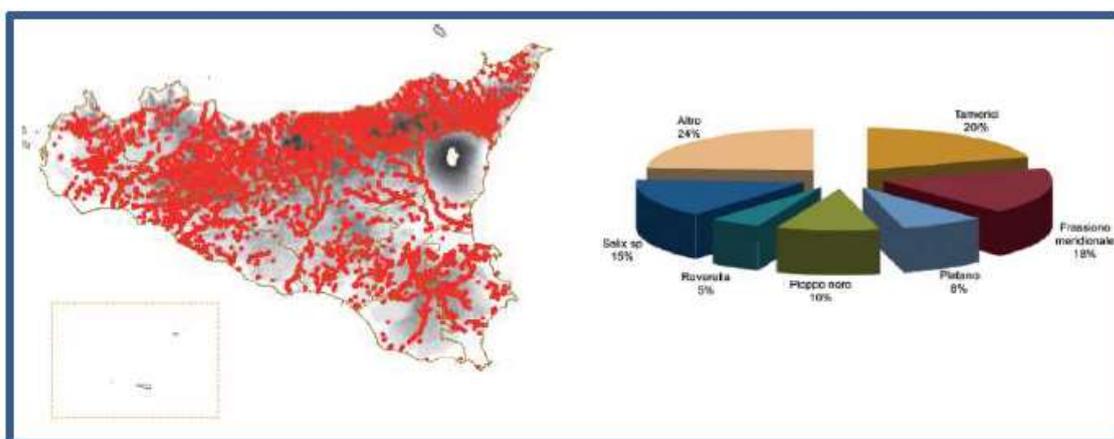
67 - ipotesi del ricavo lordo derivante dalla coltivazione dell’Olivio

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

68 – cronoprogramma lavori fascia di mitigazione al primo anno

20. Riqualificazione laghetti e impluvi

Per la ricostituzione naturalistica dei laghetti e 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.



69 - 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:

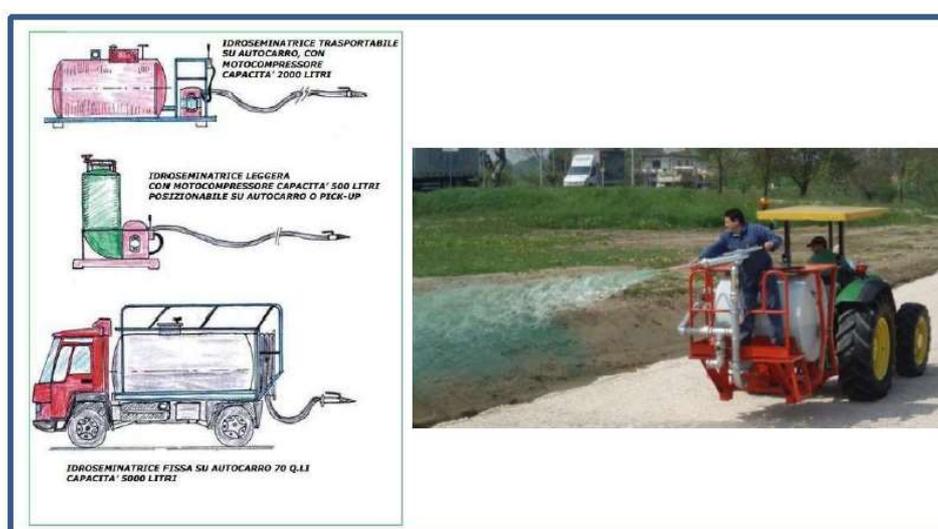
- la capacità di resistere a fenomeni franosi e all'erosione;
- la capacità di aggregare e consolidare superficialmente il terreno con lo sviluppo delle radici;
- la capacità delle radici di resistere allo strappo e al taglio;
- la capacità di drenare i terreni, assorbendo e traspirando l'acqua.

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 cotica 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.).

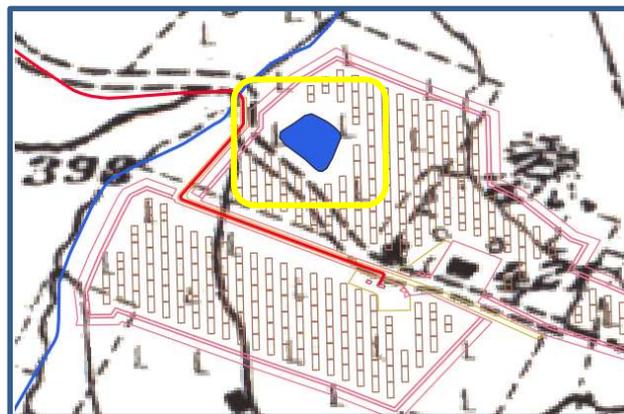
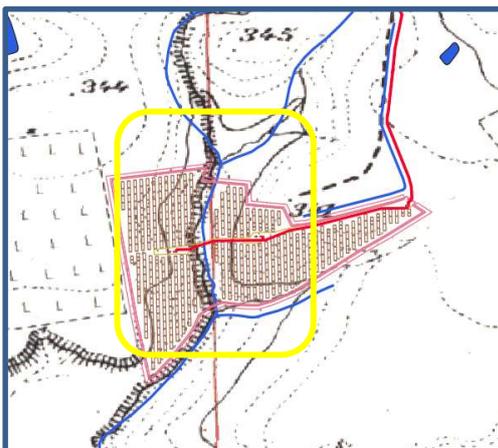
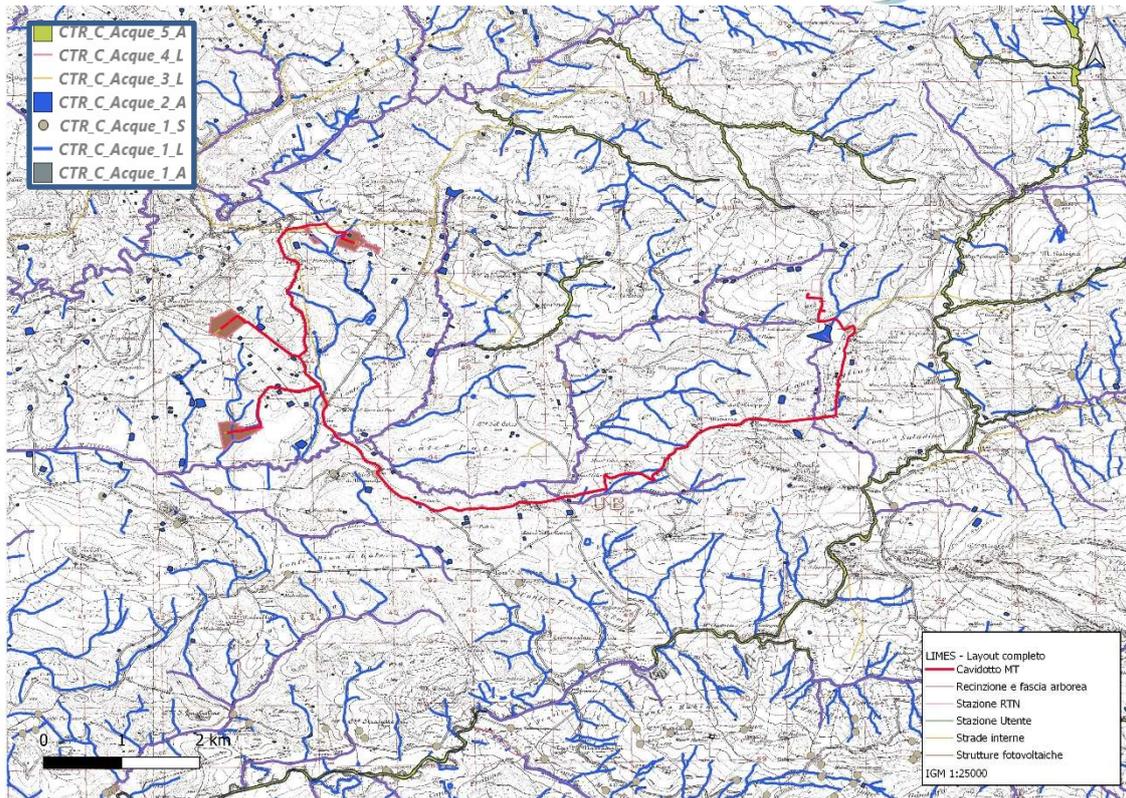


Essenze arbustive

Per le opere di riqualificazione degli impluvi e della vasca di laminazione 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 x 0,5 mq e la disposizione, come detto, sarà naturaliforme. Considerando l'area relativa alla fascia di 5 m attorno all'impluvio e al laghetto, si provvederà ad effettuare una sistemazione a verde per una superficie complessiva di 0.4 ha. Con la densità di impianto prima riportata, saranno fornite e messe in opere circa 8.000 arbusti.

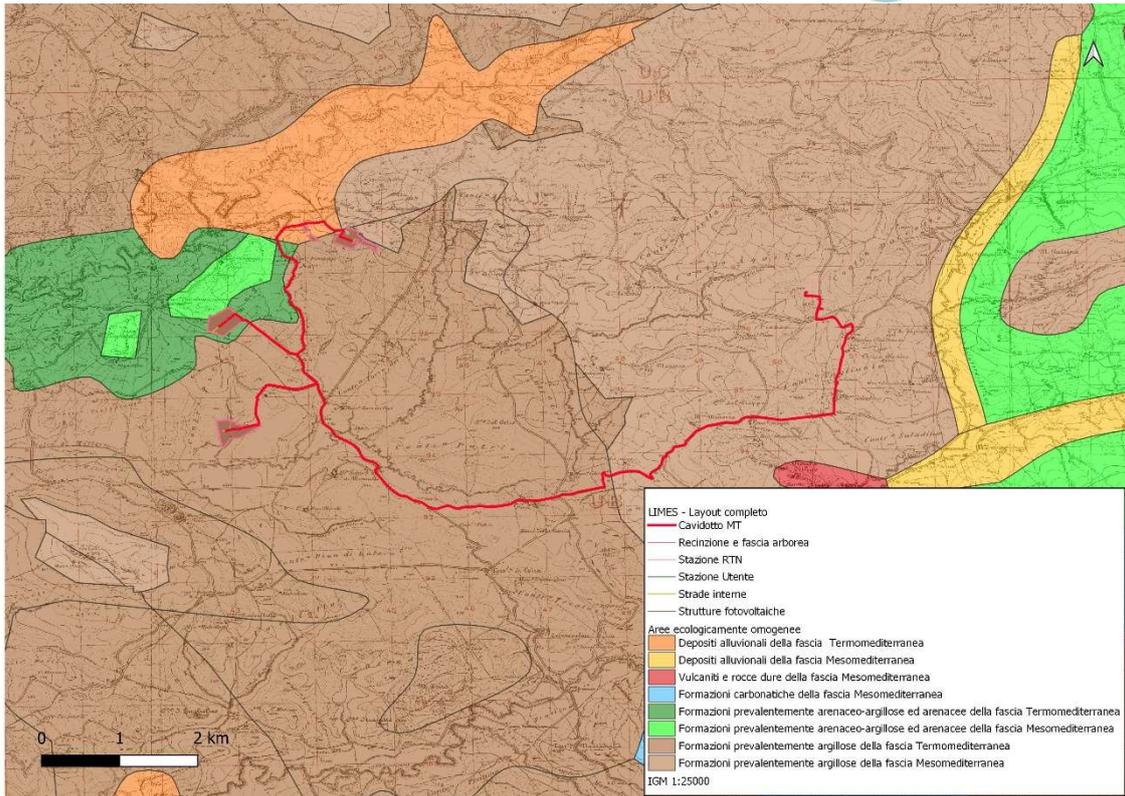


70 - particolare che mostra piantine in pane di terra e in vaso/fitocella



71 - Area di impianto con identificazione zona di rinaturalizzazione impluvi e laghetti

Dal punto di vista dell'inserimento delle aree di impianto all'interno della Carta delle Aree Ecologicamente Omogenee della Sicilia, le superfici in esame, come precedentemente asserito, appartengono a formazioni prevalentemente argillose della fascia Termomediterranea, formazioni prevalentemente arenaceo-argillose ed arenacee e depositi alluvionali e litorali. In relazione, invece, al Piano Forestale Regionale della Sicilia (2013-2018) i terreni rientrano tra le unità 1, 15, 16 e 18.



72 - 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	R						R	
<i>Betula aetnensis</i>													R	R										R
<i>Celtis australis</i>	R	R	R	R								R	R											
<i>Chamaerops humilis</i>								R		R	R	R	R											
<i>Crataegus azarolus</i>															R	R		R	R			R	R	
<i>Crataegus laciniata</i>													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	R
<i>Genista aetnensis</i>				R	R																			
<i>Genista aspalathoides</i>				R																				
<i>Genista thyrena</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	
<i>Myrtus communis</i>			R	R				R	R								R	R				R		
<i>Morus alba</i>	R	R	R					R	R			R	R	R								R		R
<i>Morus nigra</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	R	R	R	R	R	R	R
<i>Pistacia tamariscus</i>	R	R	R	R				R	R	R	R	R	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	R	R
<i>Prunus spinosa</i>								R	R	R	R	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	R	R
<i>Rhamnus alaternus</i>								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	R
<i>Sorbus domestica</i>														R			R	R				R	R	R
<i>Cotinus tinctoria</i>																								
<i>Spartium junceum</i>	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
<i>Tamarix gallica</i>	R	R						R	R	R												R	R	R
<i>Tamias minor</i>														R			R							

73 - Elenco delle specie di arbusti (c) idonee in interventi di rimboschimento 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

20.1 Gli arbusti da impiegare negli impluvi

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.

Tamarix africana

Fanerofita arborea tipicamente costiera, presente sia nelle ampie aree sabbiose dunali e retrodunali che nelle zone umide costiere; vegeta dal livello del mare agli 800 metri di altitudine. Albero dal portamento spesso arbustivo che può raggiungere i 5 m di altezza, con corteccia grigio-bruno o bruno-rossastra nei rami più giovani. Le foglie sono squamiformi, verde lucido, lunghe fino a 4 mm caratterizzate dal bordo traslucido. Le infiorescenze, bianche o rosse, sono costituite da racemi inseriti su ramificazioni legnose dell'anno precedente e i fiori sono subsessili e sempre pentameri. Il frutto è una capsula dalla quale, una volta maturi, si liberano i semi sormontati da una coroncina di peli necessari per la diffusione anemofila.



74 - *Tamarix africana* - 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 oblungi, sericei, verdi e vellutati e poi glabri e nerastri a maturazione quando deisce espellendo i semi bruno-rossastri lontano dalla pianta madre.



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

Olea europea var. sylvestris

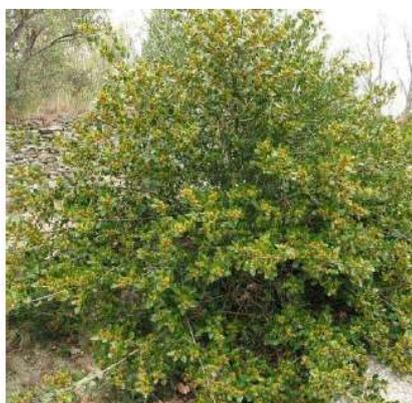
Fanerofita cespugliosa o arborea. L'olivastro è un elemento tipico della fascia vegetazionale dell'Oleo-Ceratonion, una tipologia forestale più termofila della lecceta. Largamente diffuso nelle boscaglie termofile e macchie dal livello del mare fino ai 600 m di altitudine, risulta indifferente al substrato. È una pianta sempreverde tipica della macchia mediterranea, della famiglia delle Oleaceae, molto longeva. Vegeta ininterrottamente con una velocità dipendente dalla temperatura, infatti la massima attività vegetativa si ha nei periodi più caldi, mentre rallenta fin quasi a fermarsi in inverno. È un albero, o grosso arbusto, che può raggiungere i 10 m di altezza. La corteccia è grigia e il tronco può assumere forme contorte. Le foglie sono da ovato-lanceolate a ovali, lunghe fino 2 cm. I fiori, tetrameri, hanno colorazione bianco-giallastra. Il frutto è una drupa (oliva) nera a maturità, molto più piccola delle olive prodotte dalle varietà coltivate.



76 - *Olea europea var. sylvestris* - pianta in fase di crescita e particolare delle foglie

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.



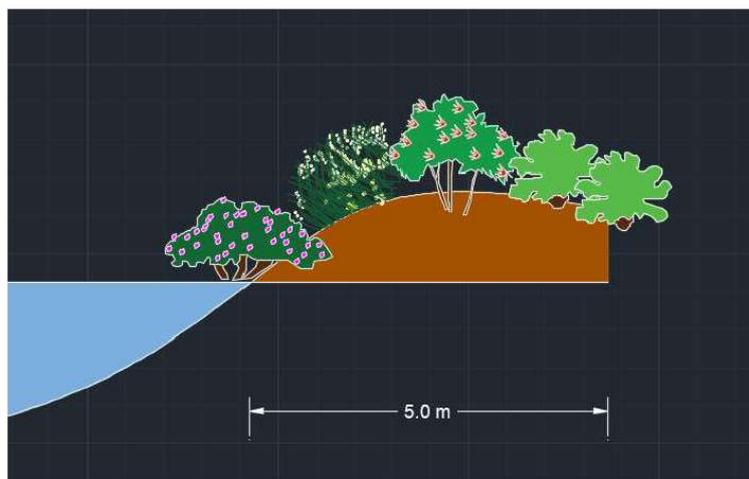
77 - *Rhamnus alaternus* - pianta in fase di crescita e particolare delle foglie

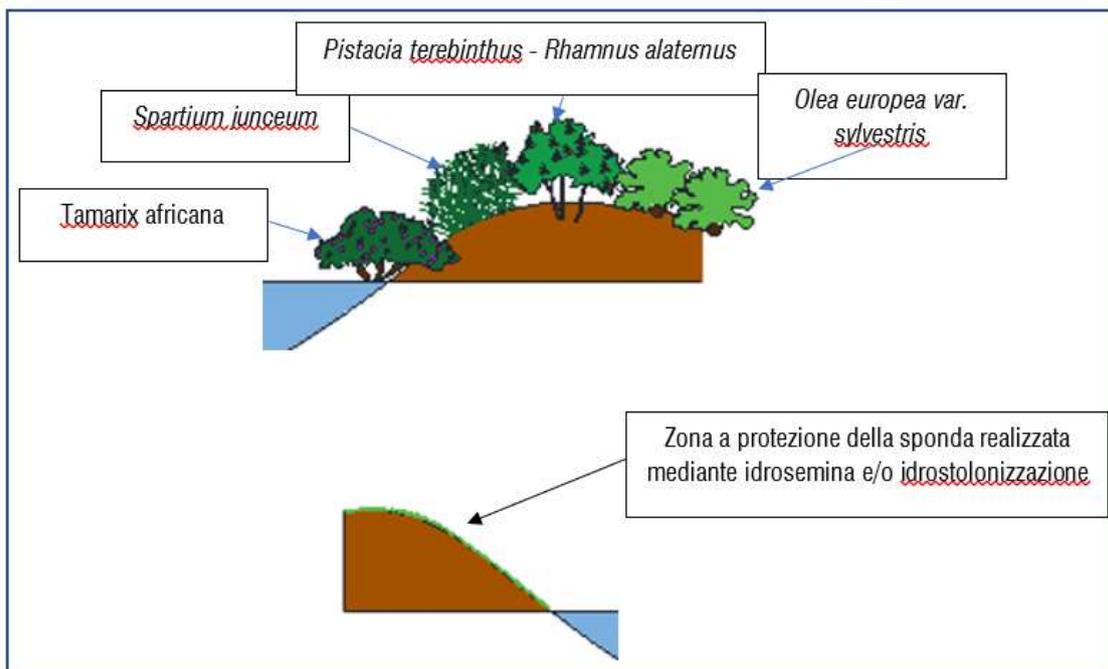
Pistacia terebinthus

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 sepali 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.

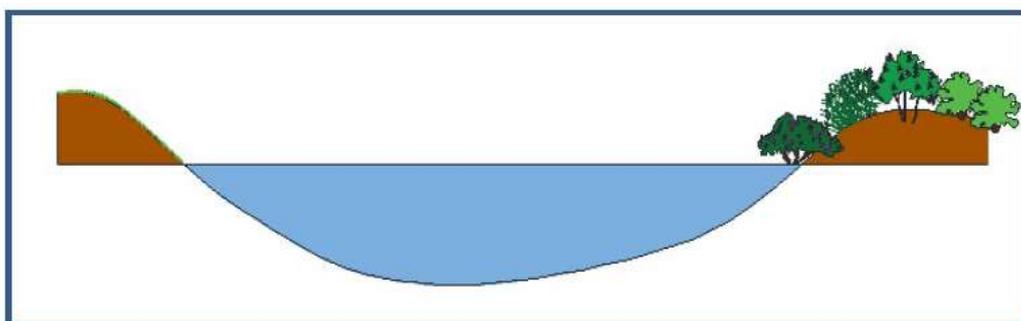


78 - *Pistacia terebinthus* - pianta in fase di crescita e particolare delle foglie





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



80 - Inerbimento sponde con miscela per idrosemina e piantumazione di arbusti

	Descrizione	U.M.	Q.tà	Prezzo		
ARBUSTI IMPLUVIO E LAGHETTO	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	0,4	700,00	€/ha	280,00 €
	Fornitura e messa a dimora di siepe, tipologia Alaterno compreso lo scavo meccanico, il reinterro, il carico e trasporto del materiale di risulta, la fornitura e la distribuzione di 40 l di ammendante organico per m di siepe, bagnatura all'impianto con 30 l di acqua per m di siepe, esclusi oneri di manutenzione e garanzia e la fornitura delle piante: n. 3 piante al m	m	8000	A CORPO		25.000,00 €
						25.280,00 €

81 – riepilogo costi sistemazione a verde laghetto e impluvio

21. 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, lavori che andranno seguiti e controllati in ogni periodo dell'anno per affrontare nel migliore dei modi qualsivoglia emergenza. La mancanza di una adeguata manutenzione o la sua errata od incompleta realizzazione, genererebbe un sicuro insuccesso per le opere a verde. 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 convulvolo), 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.

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.

Piano di monitoraggio delle cure colturali opere a verde - dal 2° al 5° anno																																																																									
Mesi	2°anno												3°anno												4°anno												5°anno																																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																									
1																																																																									
2																																																																									
3																																																																									
4																																																																									
6																																																																									
7																																																																									

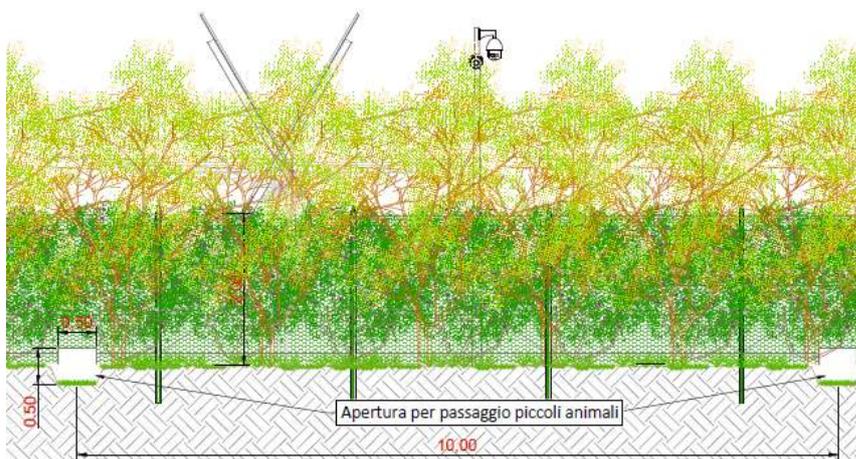
82 - Piano di monitoraggio delle cure colturali fascia di mitigazione dal 2° al 5° anno

22. Mitigazione degli impatti sulla fauna

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

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

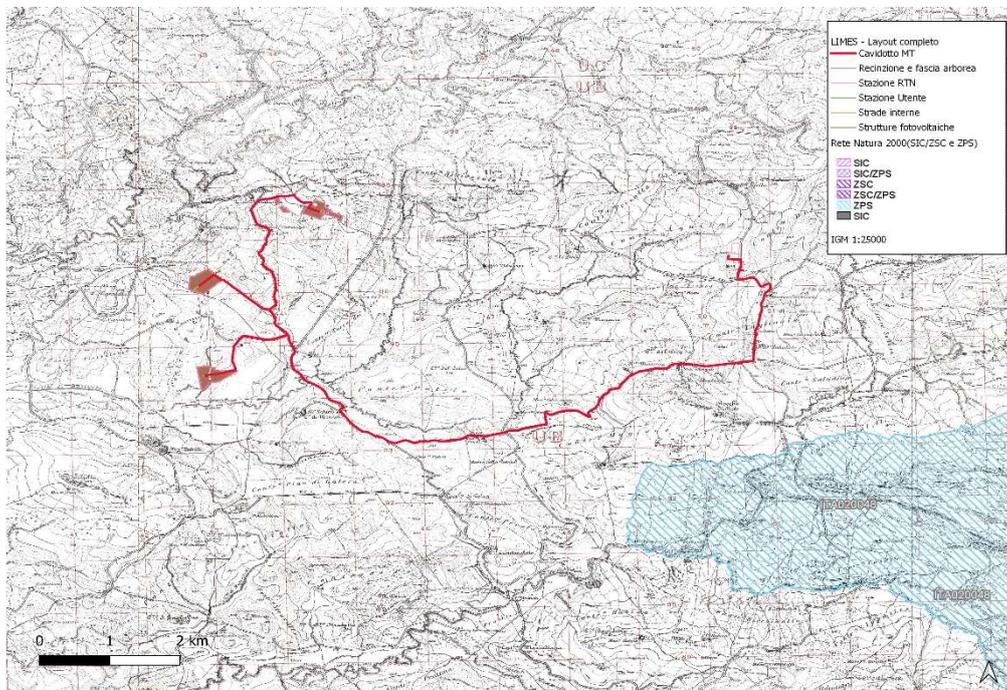
creare dei corridoi ecologici di connessione, che consentono di mantenere un alto livello di biodiversità, e allo stesso tempo, non essendo praticabile l'attività venatoria, crea un habitat naturale di protezione delle specie faunistiche e vegetali; la piantumazione, lungo il perimetro del parco, di specie sempreverdi o a foglie caduche, che producono fiori e frutti, sarà un'ulteriore fonte di cibo sicura per tutti gli animali, determinerà la diminuzione della velocità eolica, aumenterà la formazione della rugiada. Dalle valutazioni effettuate su commissione del Ministero dell'Ambiente non sono emersi effetti allarmanti sugli animali, le specie presenti di uccelli continueranno a vivere e/o nidificare sulla superficie dell'impianto, e tutta la fauna potrà utilizzare lo spazio libero della superficie tra i moduli e ai bordi degli impianti come zona di caccia, nutrizione e nidificazione. I territori di elezione presenti nell'areale, garanti della conservazione e del potenziamento naturale della fauna selvatica, a seguito degli interventi, delle modalità e dei tempi di esecuzione dei lavori, non subiranno sintomatiche modifiche; gli stessi moduli solari, saranno utilizzati come punti di sosta e/o di canto e per effetto della non trasparenza dei moduli fotovoltaici sarà improbabile registrare collisioni dell'avifauna con i pannelli, come in caso di finestre. Pertanto, si può ragionevolmente e verosimilmente confermare, che l'intervento in progetto nulla preclude alla salvaguardia dell'habitat naturale, soddisfacente alle specifiche peculiarità del sito, nella scrupolosa osservanza di quanto suddetto. Pertanto, in funzione di quanto fino ad ora asserito, si fa presente che nella tavola che tratta specificatamente delle recinzioni perimetrali, saranno indicate le aperture naturali (passaggi) per consentire alla piccola fauna di attraversare l'area evitando, al contempo, ogni tipo di barriera per potere oltrepassare liberamente l'area. Per ogni 10 m lineari di recinzione saranno realizzate delle aperture di diametro 50 cm per il passaggio della piccola fauna.



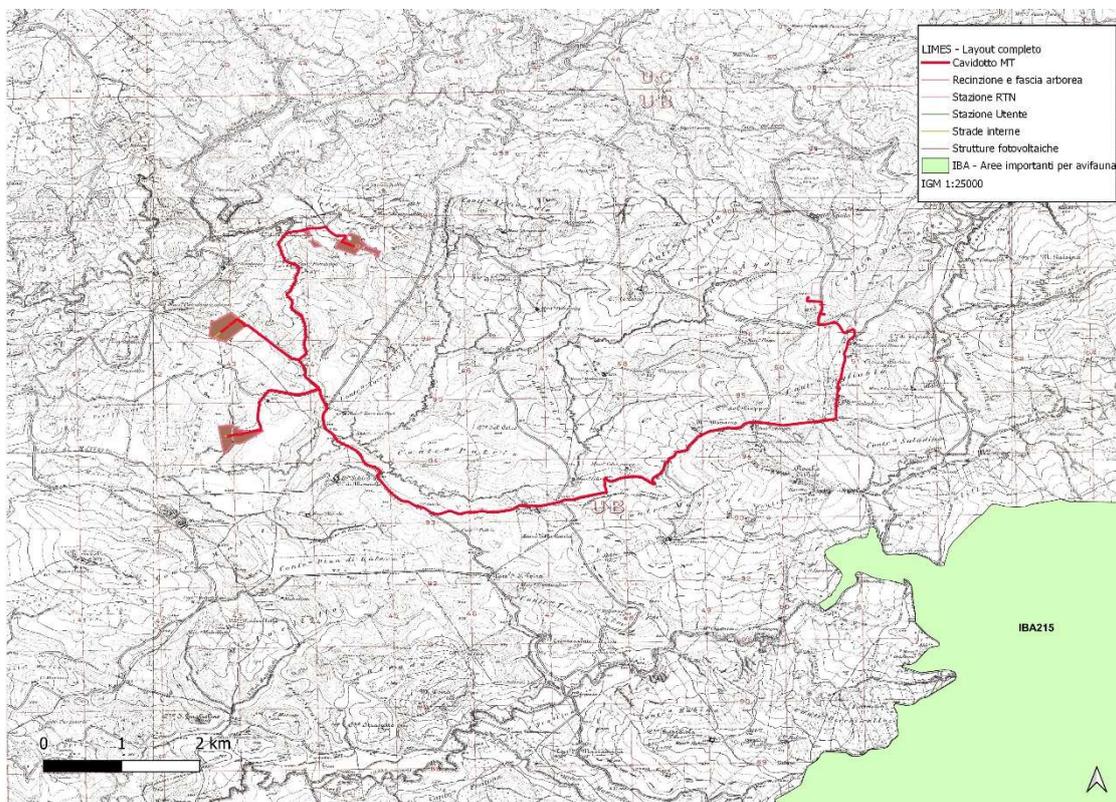
83 – particolare passaggi fauna in corrispondenza della recinzione perimetrale

23. Aree di progetto rispetto ai siti di interesse comunitario

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 o ZPS e anche IBA (Important Bird Area) si trovano al di fuori dell'area di progetto.



84 – Natura 2000 in riferimento all'area di progetto



85 – Aree IBA in riferimento alle superfici di progetto

I siti di interesse comunitario più vicini sono rappresentati da:

- ZSC ITA020013 “Lago di Piana degli Albanesi”: 7,4 km dal sito di impianto;
- ZPS ITA020048 “Monti Sicani, Rocca Busambra e Bosco della Ficuzza”: 6,6 km da sito di impianto;
- ZSC ITA020008 “Rocca Busambra e Rocche di Rao”: 6,6 km dal sito di impianto;
- ZSC-ZPS ITA020027 “Monte Iato, Kumeta, Maganoce e Pizzo Parrino”: 5,5 km dal sito di impianto.

In merito alle aree di progetto in relazione agli IBA, il più vicino risulta essere l’IBA 215 “Monti Sicani, Rocca Busambra e Bosco della Ficuzza” a circa 8 km dal sito di impianto. Per quanto sopra asserito la rete ecologica insistente ed esistente nell’area studio risulta pochissimo efficiente e scarsamente funzionale sia per la fauna che per le associazioni floristiche limitrofe le aree interessate al progetto. Infatti, considerata l’assenza di aree boscate nell’area di intervento, che avrebbero rappresentato un rifugio per eventuali scompigli ecosistemici esclusivamente per la fauna capace di attuare grossi spostamenti (soprattutto per l’avifauna e non per la fauna a mobilità ridotta come ad esempio i micromammiferi), il territorio in studio si caratterizza per la presenza sporadica di piccoli ecosistemi “fragili” che risultano, altresì, non collegati tra loro. Pertanto, al verificarsi di impatti negativi, seppur lievi ma diretti (come distruzione di parte della vegetazione spontanea o l’estirpazione di impianti arborei obsoleti), non corrisponde il riequilibrio naturale delle condizioni ambientali di inizio disturbo. A causa dell’assenza di ambienti ampi e di largo respiro (come, per esempio, i boschi che si contraddistinguono per l’elevato contenuto genetico insito in ogni individuo vegetale), i micro-ambienti naturali limitrofi non sono assolutamente in grado di espandersi e di riappropriarsi, anche a causa della flora spontanea “pioniera” e/o alle successioni di associazioni vegetazionali più evolute, degli ambienti che originariamente avevano colonizzato.

24. Analisi delle ricadute occupazionali agrovoltaico

In relazione al progetto per la realizzazione di un impianto agrovoltaico in agro di Monreale (PA), si fa notare che l’utilizzo dei terreni per la coltivazione ad oliveto e legumi, 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
Mandorieto	147	22
Mandorieto irriguo	200	30
Castagno 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
Fiori 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
Tunnel 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 naturaliforme (8)	100	15
Pascolo	7	1
Piante officinali	133	20

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

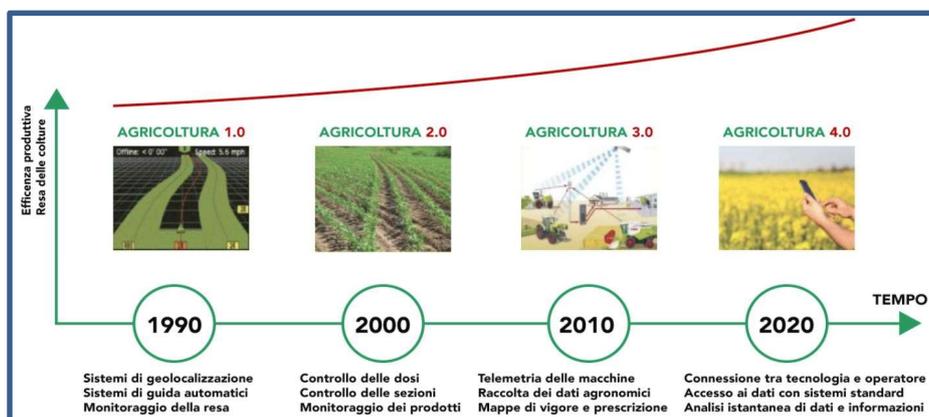
Per il calcolo del fabbisogno consideriamo la coltura "Oliveto in asciutto" dove la manodopera viene stimato in 32 giornate/ettaro per anno e la coltura "Seminativo avvicendato con foraggiere" (equiparato alle leguminose da granella) dove il fabbisogno in manodopera viene quantificato in massimo 8 giornate/ettaro per anno. Le superfici

effettivamente coltivate che andranno gestite saranno pari a 26 ettari circa, ripartite tra oliveto e legumi in coltura da pieno campo. Stimiamo in 6.17 ettari la superficie di riferimento dell'oliveto e circa 20 ettari per le leguminose da granella. Complessivamente, quindi, per la gestione annuale dell'impianto nella sua totalità occorreranno 198 giornate di lavoro per l'oliveto in asciutto e circa 160 giornate lavorative per i legumi. La somma delle giornate di lavoro porta il totale complessivo annuo a 358 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 in maniera permanente sarà pari a 2.*

25. Appendice I

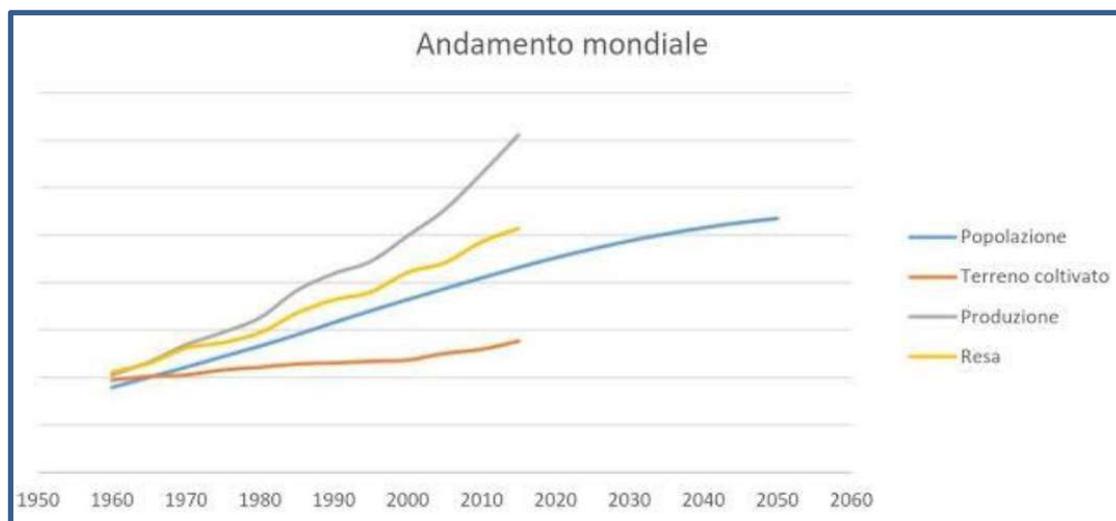
25.1 Premessa

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 Monreale (PA) siano rispettose e osservanti a quanto citato nel Decreto Legge n.77 del 2021 in merito alle soluzioni integrative da adottare all'interno di progetti agrivoltaici. Le opere di progetto che riguardano le colture di olivo e leguminose, 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.



25.2 Agricoltura 4.0 e il panorama mondiale

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



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

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

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

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

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

25.3 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 Limes 21 srl, 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 Monreale (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 e la coltivazione di piante di olivo nella fascia perimetrale e colture da pieno campo di leguminose in pieno campo secondo i parametri di un'agricoltura di tipo 4.0.



25.4 Agricoltura 4.0: digitalizzazione, sostenibilità e Tracciabilità

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

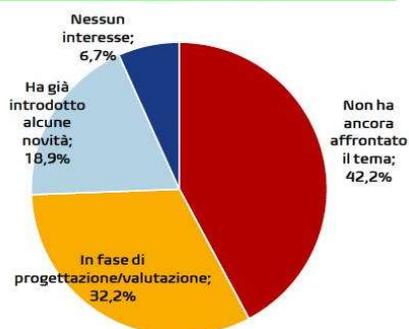


Nella pratica, adottare soluzioni 4.0 in campo agricolo comprende, ad esempio, il poter calcolare in maniera precisa qual è il fabbisogno idrico di una determinata coltura ed evitare gli sprechi. Oppure, permette di prevedere l'insorgenza di alcune malattie delle piante o individuare in anticipo i parassiti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

in un anno e che caratterizza il 43% delle soluzioni disponibili, seguita da QR Code (41%), Mobile App (36%), Data Analytics (34%), e l'Internet of Things (30%).



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.

25.5 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.

25.6 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

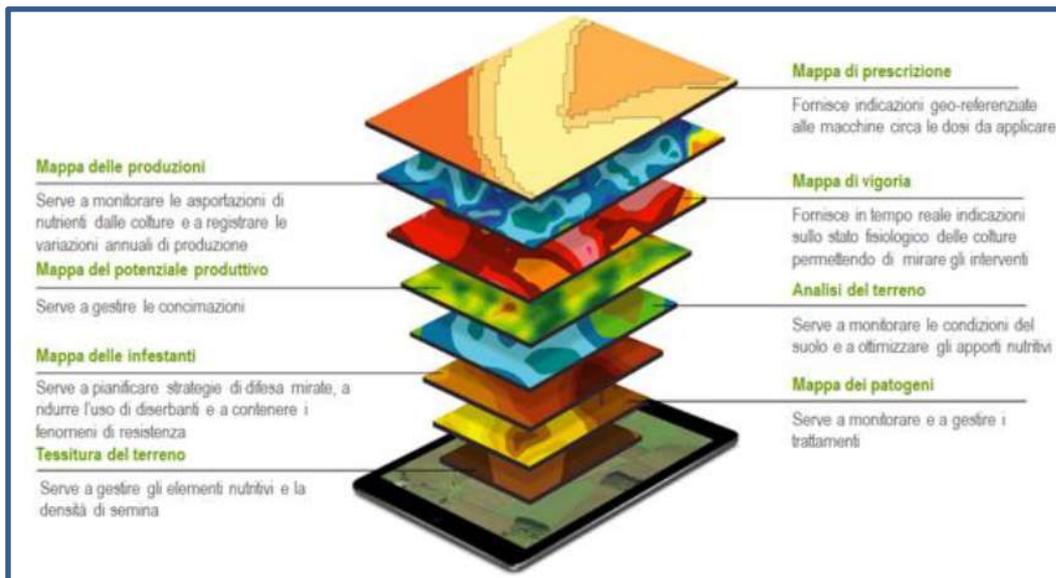
IRNSS/QZSS: il sistema di navigazione Indiano

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".



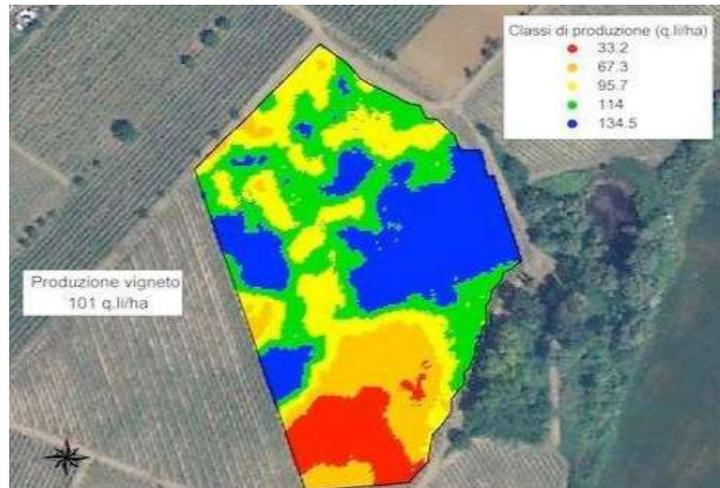
Utilizzo dei dispositivi GNSS per la guida delle macchine agricole

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.

25.7 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

Impianto agrivoltaico di potenza di picco pari a 20,5 MW
denominato da realizzarsi nel comune di Monreale (PA)



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.



25.8 Agricoltura di precisione applicata alla coltivazione dell'Olivo



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.

26. Il progetto rispetto alle linee guida del MITE sugli impianti agrivoltaici (Giugno 2022)

In merito a quanto riportato nelle linee guida MITE del Giugno 2022 si fa presente che il presente progetto si configura come un sistema agrivoltaico in cui la coltivazione avviene tra le file dei moduli fotovoltaici (interfila) e sotto di essi, determinando un consumo di suolo praticamente nullo. In relazione ai requisiti specifici per impianti di questo tipo, si riportano in particolare due requisiti e la dimostrazione di come il progetto rientri nella definizione delle linee guida menzionate. Nella fattispecie facciamo riferimento al requisito B e del requisito D.

Requisito B

B1. Esistenza e resa della coltivazione

Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale. In particolare, in merito alla verifica del requisito B.1, che si riferisce alla continuità dell'attività agricola e pastorale sul terreno oggetto dell'intervento, si specifica quanto segue. Le verifiche degli investimenti colturali ante miglioramento configurano la struttura aziendale come marginale e poco produttiva. Il tessuto originario ha storicamente fatto riferimento ad un tipo di agricoltura tradizionale vocata alla monocoltura e, in particolare, alla coltivazione del grano. Non sono presenti, quindi, produzioni di pregio quali DOP o IGP. Una tale gestione colturale, essendo il grano una coltura depauperante il suolo, ha creato impoverimento del terreno e una resa media per ettaro, con varietà standardizzate, adatte ad un mercato di quantità (ammasso). Tutto ciò si è tradotto negli anni in notevoli quantità di grano pagate a bassissimo prezzo. Ciò detto possiamo stimare il valore della produzione agricola lorda in 700-800 €/ha. I nuovi investimenti, invece, rappresentano un evidente miglioramento della configurazione agroproduttiva, che oltre ad assicurare una redditività certa e stabile, di fatto, rappresentano una continuità del settore agricolo così come previsto dai parametri delle Linee Guida. In tal senso il cambiamento dell'identità colturale, che da sempre prevedeva una agricoltura che impoveriva il suolo, con essenze "miglioratrici", storicamente impiegate però per la zootecnia, ha di fatto segnato un punto di svolta. 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 lordo 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.

Requisito D

Monitoraggio della continuità dell'attività agricola

Al fine di soddisfare tale requisito per l'impianto in progetto è previsto un sistema di monitoraggio che permetta di verificare le prestazioni del sistema agrivoltaico con particolare riferimento alle seguenti condizioni di esercizio:

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 uno schema preciso. Tutte le colture proposte sono colture in "asciutto", che non hanno bisogno di apporti idrici artificiali (requisito D.1). 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 (come il pomodoro per esempio). 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. È previsto inoltre un piano di monitoraggio per le opere a verde e per le coltivazioni che 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 di soccorso (eventuali);
- difesa fitosanitaria;
- potature di contenimento e di formazione;
- pratiche di fertilizzazione.

Si porta a conoscenza che le opere inerenti alla progettazione del presente impianto fotovoltaico sito in agro di Monreale (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 in genere saranno realizzate secondo i moderni modelli di rispetto della sostenibilità ambientale, 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 piani 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 leguminose. Tutto ciò al fine di:

1. controllare i costi di produzione;
2. aumentare la produttività;
3. acquisire, elaborare e interpretare i dati relativi all'attività di campagna.

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 di colture leguminose da granella secondo i parametri di un'agricoltura di tipo 4.0.

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 potrà gestire eventualmente con l'installazione di sensori di umidità e pioggia che permettono di registrare e ottenere numerosi dati relativi 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.

E.3) considerando il monitoraggio della resilienza ai cambiamenti climatici possiamo asserire che i principali cambiamenti climatici nell'area sono legati all'incremento delle temperature medie e alla variazione del regime delle precipitazioni, così come alla variazione nella frequenza e nell'intensità di eventi estremi. Questi fattori influenzano certamente la produttività delle colture. Tali aspetti potranno essere valutati attraverso l'eventuale installazione di piccole stazioni agro-meteorologiche che consentiranno di verificare la resa delle colture in campo.

27. 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

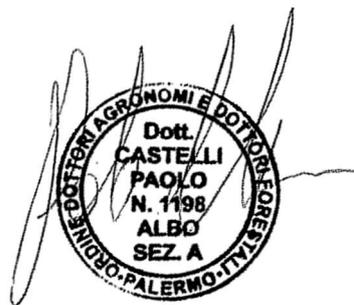
vi sono alcune piante che pur crescendo bene in pieno sole sono “brevidiurne”, fioriscono cioè quando il periodo ininterrotto di buio supera indicativamente le 12 ore giornaliere (è il caso del fagiolo, dell’arachide, della soia, del tabacco, ecc...). Alcune piante possono essere neutrodiurne, la cui 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, grano e orzo in particolare) 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.

28. 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 quasi 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 anche 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 composta da arbusti e/o cespugli autoctoni che velocizzano l'effetto mitigante in quanto crescono rapidamente e al contempo costituiscono un corridoio ecologico per la preservazione della biodiversità.

18.10.2022



Dott.
CASTELLI
PAOLO
N. 1198
ALBO
SEZ. A
ORDINE DEI PERITI AGRONOMI E DOTTORE FORESTALI
PALERMO - ITALIA