

Regione Sardegna



Provincia di Sassari



Comune di Sassari

REALIZZAZIONE IMPIANTO AGRIVOLTAICO.

**PRODUZIONE AGRICOLA DA IMPIANTO INTENSIVO DI MELOGRANI E
PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA CONVERSIONE SOLARE
FOTOVOLTAICA E OPERE DI CONNESSIONE SITO IN SASSARI – POTENZA
46.175 MWdc
(Immissione in rete 39MWac)**

AU44 – RELAZIONE AGRONOMICA

Committente:

VERDE 7 SRL – Via Cino del Duca 5
20122 Milano (MI)

Il Tecnico		Revisioni	DATA
		Protocollo Iter Autorizzativo	lug/2021
Descrizione	Relazione Agronomica		
Commessa	Sassari – Due Mari		

INDICE

Premessa	1
1.Introduzione	2
2. Inquadramento geografico e territoriale	3
3. Inquadramento climatico	5
3.1 Indici bioclimatici	14
3.2 Fasce bioclimatiche Pavari	17
4. Agricoltura in Sardegna	18
4.1 Coltivazioni in Sardegna	19
4.2 Prodotti a denominazione	21
4.3 Produzioni di qualità legate all'area di progetto	23
4.3.1 <i>Alghero D.O.C.</i>	23
4.3.2 <i>Monica di Sardegna D.O.C.</i>	24
4.3.3 <i>Moscato di Sardegna D.O.C.</i>	25
4.3.4 <i>Moscato di Sorso-Sennori D.O.C.</i>	26
4.3.5 <i>Vermentino di Sardegna D.O.C.</i>	26
4.3.6 <i>Romangia I.G.T.</i>	27
4.3.7 <i>Nurra I.G.T.</i>	29
4.3.8 <i>Vino Isola dei Nuraghi I.G.T.</i>	31
4.3.9 <i>Fiore Sardo DOP</i>	35
4.3.10 <i>Pecorino Sardo DOP</i>	35
4.3.11 <i>Pecorino romano DOP</i>	36
4.3.12 <i>Agnello di Sardegna IGP</i>	37
4.3.13 <i>Olio extravergine di oliva Sardegna DOP</i>	38
4.3.14 <i>Carciofo Spinoso di Sardegna DOP</i>	39
5. Analisi dello stato di fatto	40
5.1 Inquadramento pedologico del sito	44
5.2 Land Capability Classification Model	47
5.3 LCC: classi e sottoclassi in merito alle aree di progetto (Nurra 2014)	49
5.4 Carta della salinizzazione	51
6. L'Agrovoltaico: esperienze e prospettive future	55
7. Agrometeorologia e la radiazione solare	58
7.1 Bilancio radiativo	58

8. Coltivare il Melograno (<i>Punica granatum</i>): quadro generale	67
8.1 Preparazione del sito	67
8.2 Considerazioni irrigue	68
8.3 Forma di allevamento	70
8.4 Combinazione coltura del melograno e fotovoltaico	71
9. Considerazioni energetiche riferite al layout di progetto	71
10. Interpretazione dei dati	84
11. Considerazioni sulla produzione con FV	84
12. Proposta migliorativa: inerbimento sotto i trackers	85
13. Proposta migliorativa: siepe perimetrale	87
14. Fascia perimetrale di mitigazione	89
15. Piano di monitoraggio delle cure colturali opere a verde	91
15.1 Controllo della vegetazione infestante	92
15.2 Sostituzione fallanze	92
15.3 Pratiche di gestione irrigua	93
15.4 Difesa fitosanitaria	93
15.5 Potatura di contenimento e di formazione	93
15.6 Pratiche di fertilizzazione	94
16. Analisi dei costi impianto a Melograno	94
17. Analisi dei costi impianto fascia di mitigazione	95
18. Analisi delle ricadute occupazionali agricoltivo	96
19. Valutazioni finali	97

Relazione agronomica (pedologica, paesaggio agrario ed essenze)

Premessa

La società VERDE 7 SRL, con sede Via Cino del Duca, 5 a Milano, ha in itinere un progetto per la realizzazione di un impianto solare per la produzione di energia elettrica con tecnologia agrovoltaica da realizzarsi nel Comune di Sassari (SS). Il progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico per la produzione di energia della potenza di 46,175 MWp e in immissione di 39 MWac, diviso in due lotti, uno in Località Bazzinitta e uno in località Serra Fenosa nel Comune di Sassari, provincia di Sassari. L'impianto fotovoltaico ricade sulle particelle del Comune di Sassari Sez. B al Fg. 78 - p.lle 17, 21, 30, 80, 174, 175, 176, 186, 187 e al Fg. 92 p.lle 32, 33, 99. La superficie catastale dell'area inerente all'impianto fotovoltaico è di 798.699 mq. Le linee di connessione elettrica interessano le particelle del Comune di Sassari Sez. B:

- Fg.78 - p.lle 26, strada vicinale e SP18;
- Fg.79 - SP18, strada vicinale, p.lle 79, 80, 76, 152, 59, 30, 97, 35, 36, 9, 46, 51, 244, 47, strada vicinale;
- Fg.92 – p.lle 25, 35, SP65;
- Fg.80 – p.lle 41, SP65;
- Fg.94 – P.lle 91, 96, 89, 51, Strada vicinale Saccheddu.

Le opere di connessione Stazione Utente AT e futura Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione RTN 380/150 kV da inserire in entrata – esce alla linea 380 kV “Fiumesanto Carbo – Ittiri” interessano le particelle del Comune di Sassari Sez. B, Fg.82, p.lle 13, 171 e 172.

La società, per il proseguo dell'iter autorizzativo del progetto, ha incaricato il sottoscritto Dott. Agr. Paolo Castelli, iscritto all'albo dei Dottori Agronomi e dei Dottori Forestali della provincia di Palermo al n° 1198 Sez. A, di redigere il presente studio tecnico agronomico per meglio comprendere le eventuali criticità insite nell'inserimento di una tale opera nel contesto ambientale in cui si opera.

Di seguito verranno affrontate e sviluppate le tematiche inerenti:

- Identificazione delle colture agricole idonee ad essere coltivate tra le interfile dell'impianto agrovoltaico, permettendo lo svolgimento dell'attività di produzione di energia elettrica combinata con la coltivazione del terreno;
- Identificazione di colture/piante da mettere a dimora lungo il perimetro dell'impianto. La fascia arborea perimetrale di mitigazione, di larghezza pari a 10 m, con funzione essenzialmente di mascheramento, non sarà particolarmente alta per evitare fenomeni di ombreggiamento;

- Indicazioni di massima circa i costi di messa a dimora e di gestione delle coltivazioni proposte, nonché dei ricavi provenienti dal raccolto delle coltivazioni medesime.

1. Introduzione

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

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

2. Inquadramento Geografico e Territoriale

L'area presa in considerazione nel presente progetto ricade nel territorio comunale di Sassari e si divide in due lotti, uno in località Bazzinitta e l'altro in località Serra Fenosa, posizionati ad una distanza di circa 17 km in direzione Ovest rispetto al nucleo urbano della città di Sassari, ad una distanza media di circa 2 km in direzione Sud rispetto al nucleo urbano di Campanedda, ad una distanza di circa 2.3 km in direzione Nord rispetto al nucleo urbano di Rumanedda; la porzione nord dell'impianto è localizzata a Nord-Est rispetto all'incrocio viario tra la SP42 e la SP18 e la porzione Sud dell'impianto confina a Sud con la SP65. L'area di studio ricade amministrativamente all'interno del territorio di Sassari (SS), ovvero, più in dettaglio, nel settore Ovest del territorio comunale. Cartograficamente questa area è all'interno delle tavole CTR regionali alla scala 1:10.000 denominate Elemento n. 458080 ed Elemento n. 459050. L'area interessata dal progetto è raggiungibile grazie ad una fitta rete di strade di vario ordine presenti in zona; tra queste l'arteria di collegamento più importante è costituita dalle Strade Provinciali SP42 e SP65, oltre che da varie strade comunali che collegano le porzioni di campo fotovoltaico oggetto del presente studio. I due lotti dell'impianto sono rispettivamente a circa 6,4 km (porzione Nord) e 4 km (porzione SUD) in direzione Ovest, distanti in linea aerea dalla Stazione Elettrica Utente SE.

I due lotti verranno collegati tramite un cavidotto interrato della lunghezza di circa 8.650 ml.

La Stazione Elettrica Utente SE realizzata in adiacenza alla futura Stazione Elettrica di Trasformazione RTN 380/150 kV che verrà inserita in entra – esce alla linea 380 kV "Fiumesanto Carbo – Ittiri".

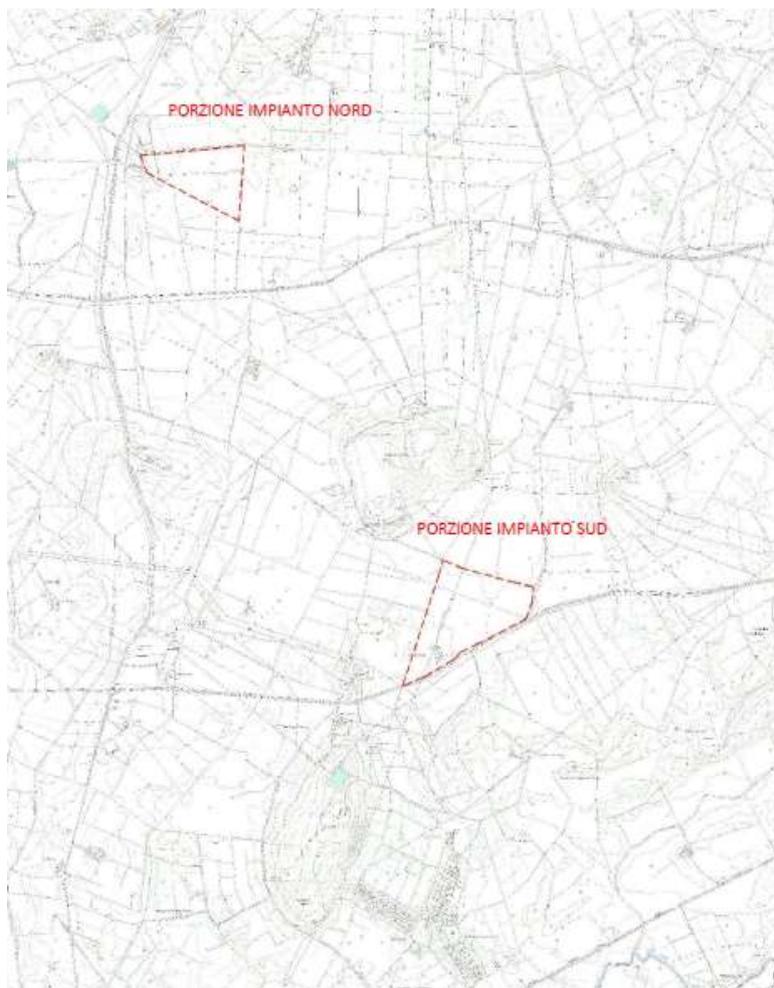
Le superfici nello stato di fatto sono esempio concreto della condizione agricola del comprensorio di riferimento: aree a seminativo, a carattere estensivo, ad indirizzo cerealicolo classico; risultano, invece, assenti colture arboree come l'oliveto e l'agrumeto. Significativa risulta la predominanza in campo di malerbe infestanti che hanno colonizzato in maniera determinante tutte le aree di progetto.



1 - Inquadramento generale



2 - Ortofoto e areale di intervento



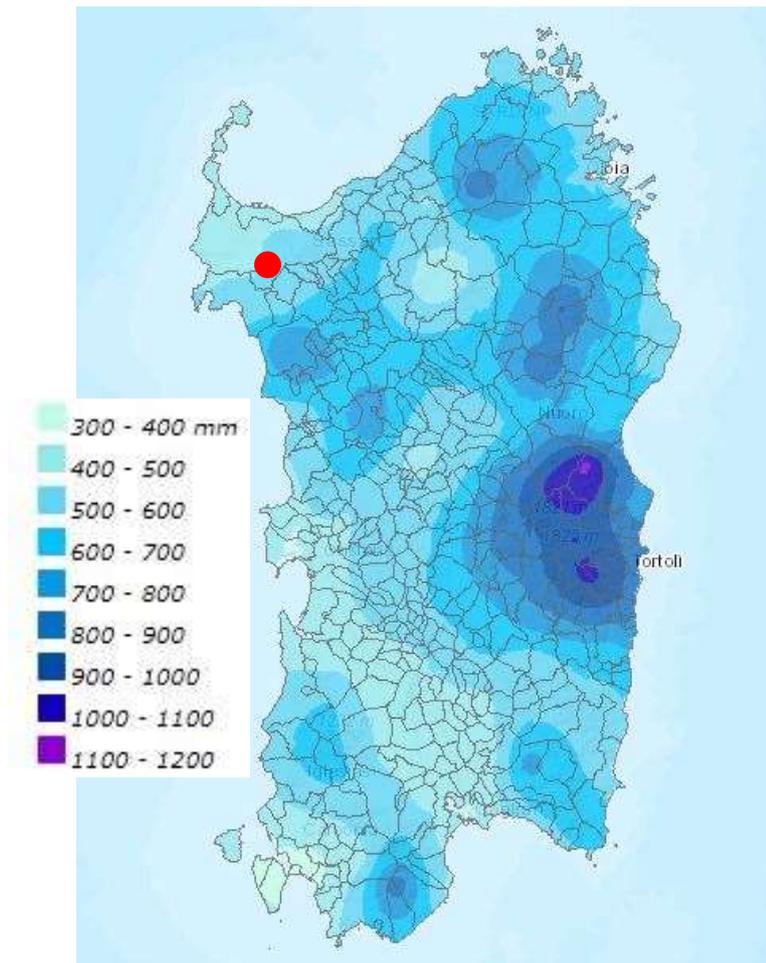
3 – Inquadramento area di intervento su CTR

Secondo il P.R.G. vigente nel comune di Sassari le aree ricadono in zona Agricola del vigente Piano Urbanistico Generale. L'impianto non insiste all'interno di nessuna area protetta, tantomeno in aree SIC o ZPS.

3. Inquadramento climatico

Considerando le condizioni medie dell'intero territorio, in provincia di Sassari, si riscontra un clima caldo e temperato. La classificazione del clima secondo Köppen e Geiger è Csa, ovvero regione a clima temperato-umido (di tipo C) o meglio, mesotermico umido sub-tropicale, con estate asciutta (tipo Csa). La temperatura media annuale è 15.8 °C. Si ha una piovosità media annuale di 651 mm. Nel mese di agosto, il mese più caldo dell'anno, la temperatura media è di 24.2 °C. Con una temperatura media di

8.7 °C, gennaio è il mese con la più bassa temperatura di tutto l'anno. Esiste una differenza di 107 mm tra le precipitazioni del mese più secco e quelle del mese più piovoso. Le temperature medie variano di 15.5 °C durante l'anno. Il mese più secco è luglio con 4 mm. Novembre è il mese con maggiore piovosità, avendo una media di 111 mm. Dall'analisi dell'andamento medio mensile dei due parametri climatici temperatura e precipitazioni si rileva una grande omogeneità climatica con un periodo arido che si estende da maggio a settembre ed uno temperato che va da ottobre ad aprile.



4- Precipitazione totale annua – 2016 (Arpa Sardegna – dati portale cartografico)

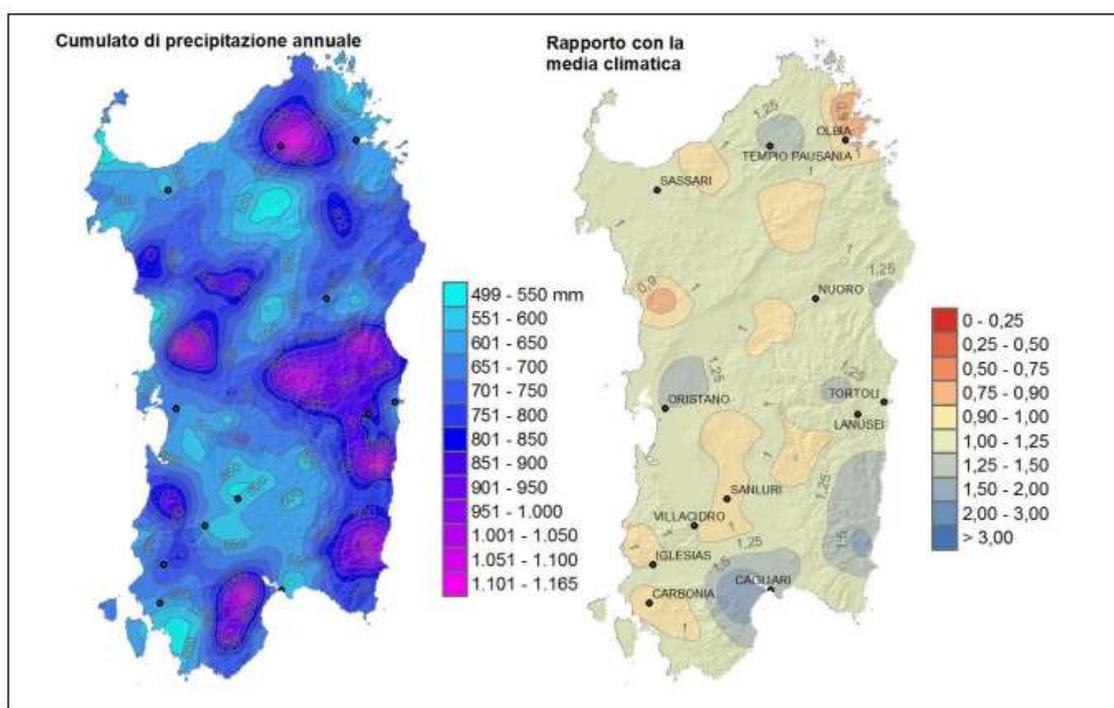


5 - Temperatura media annua – 2016 (Arpa Sardegna – dati portale cartografico)

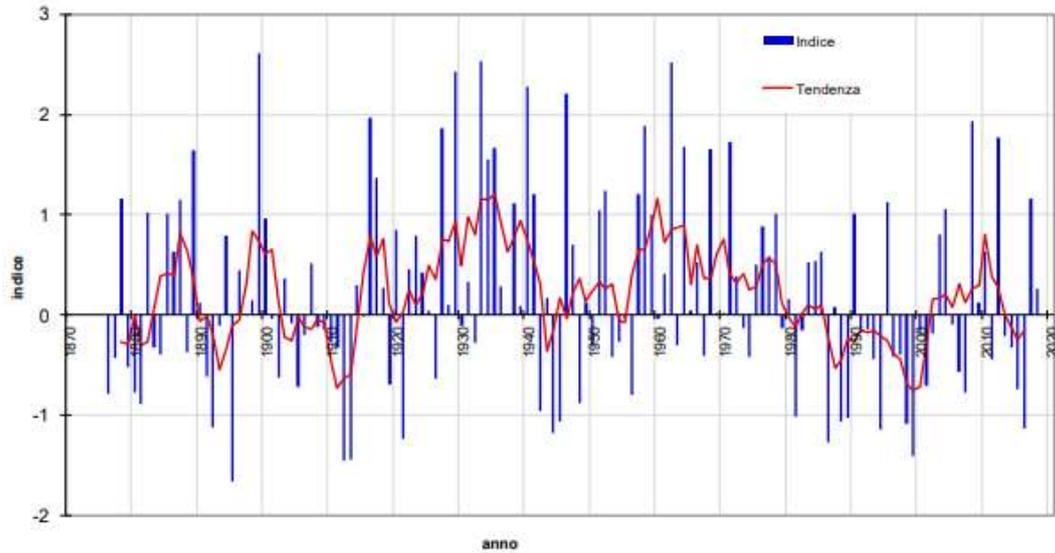
Con riferimento ai dati più recenti, in merito ai dati 2018-2019 delle reti meteorologiche dell'ARPAS, integrati con quelli della rete del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare e dell'Ente Nazionale Assistenza al Volo, si riportano le analisi agrometeorologiche di tale periodo, realizzate anche grazie alle informazioni fornite dalla Agenzia Regionale AGRIS.

L'annata ottobre 2018-settembre 2019 ha registrato cumulati di pioggia in linea con la media climatica e solo in alcune aree del Sud si sono avuti incrementi più significativi. Le piogge totali hanno superato i 900 mm e in alcuni casi i 1000 mm soltanto in corrispondenza delle aree montuose. Anche i giorni piovosi nei 12 mesi sono risultati prossimi alla climatologia. Nella stagione piovosa (ottobre-aprile) complessivamente i cumulati hanno raggiunto i valori medi climatici, ma con un contributo non

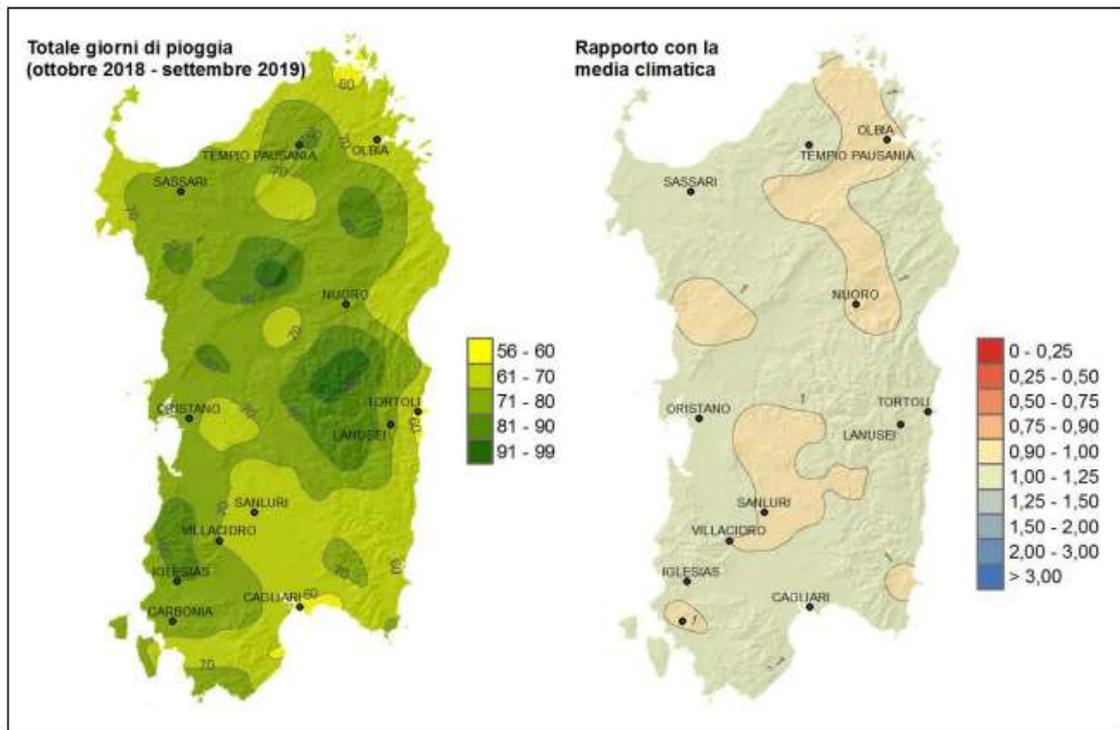
uniforme tra i diversi sottoperiodi: nel trimestre autunnale infatti le piogge sono state relativamente abbondanti (particolarmente al Sud), mentre nel successivo quadrimestre sono state inferiori alla media climatica, soprattutto in alcune aree della parte orientale, dove non si è raggiunta la metà della corrispondente media trentennale. L'analisi dello SPI trimestrale, rappresentativo delle condizioni di umidità dei suoli, evidenzia nel corso della stagione piovosa una marcata variazione dalle classi Molto umido ed Estremamente umido nel primo bimestre dell'autunno (soprattutto al Sud), fino alla classe Molto siccitoso presente in alcune aree nei mesi di febbraio e aprile. Per quanto riguarda le temperature, sia le medie annuali delle minime, sia quelle delle massime hanno mostrato un'anomalia positiva seppur contenuta rispetto al recente ventennio 1995-2014. Gennaio è stato anche il mese più freddo dell'annata con anomalie climatiche fino a -2.5 °C, per effetto dell'intenso raffreddamento notturno (soprattutto nella prima decade) favorito dal persistente dominio dell'anticiclone delle Azzorre. Il mese più caldo in termini assoluti è stato agosto, con anomalie in alcune aree superiori a $+2$ °C. Le condizioni meteorologiche dell'annata hanno avuto ripercussioni più o meno marcate nel ciclo colturale delle diverse specie di interesse agricolo, nelle attività zootecniche, nella diffusione di insetti e patogeni vegetali nonché nel ciclo vegetativo delle specie forestali, ornamentali e di interesse allergologico e apistico.



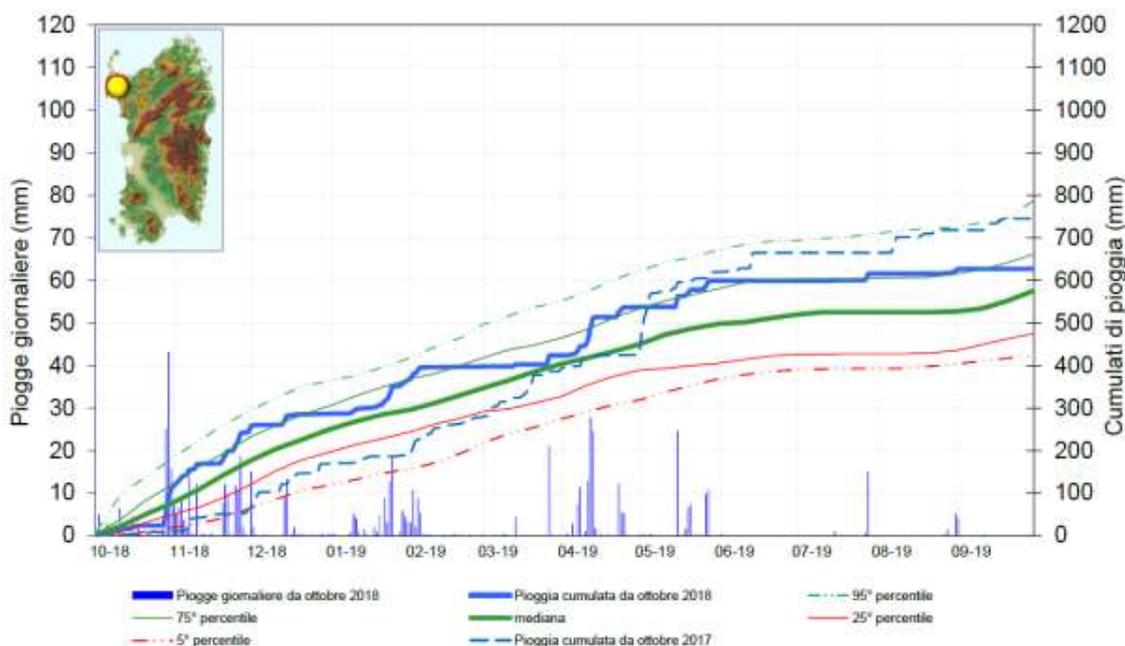
6- Cumulato di precipitazione da ottobre 2018 a settembre 2019 e rapporto tra il cumulato e la media climatologica



7 - Andamento ultrasecolare del cumulo di precipitazione in Sardegna nel periodo ottobre-settembre.

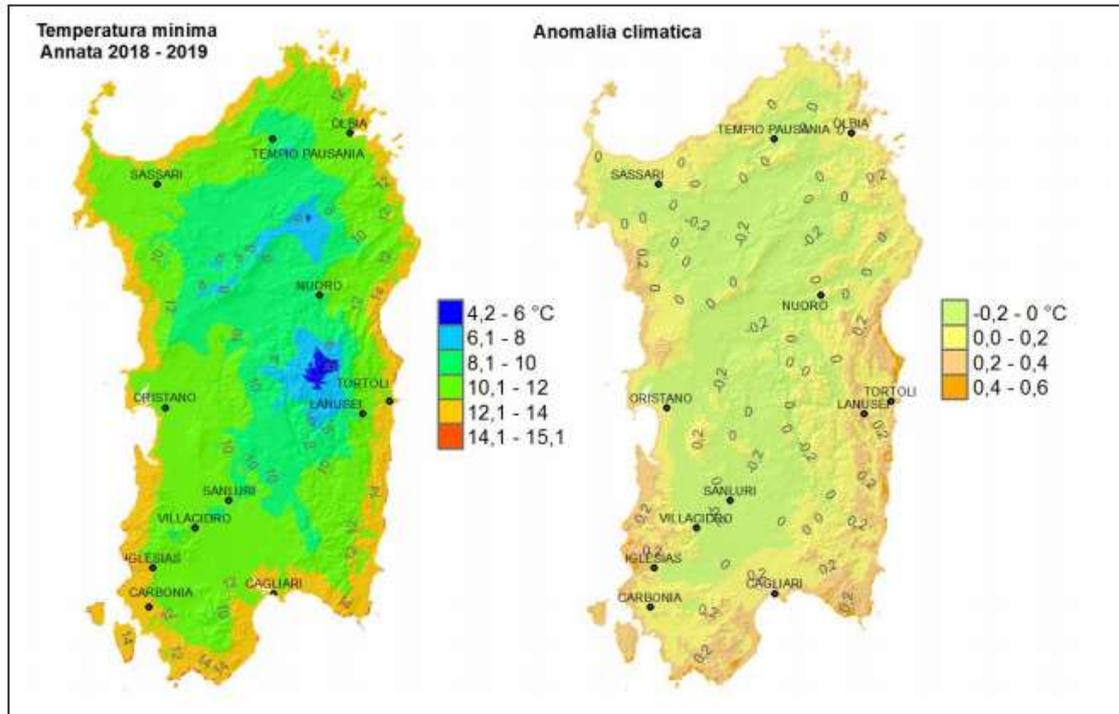


8 - Numero di giorni piovosi da ottobre 2018 a settembre 2019 e rapporto tra il cumulo e la media climatologica

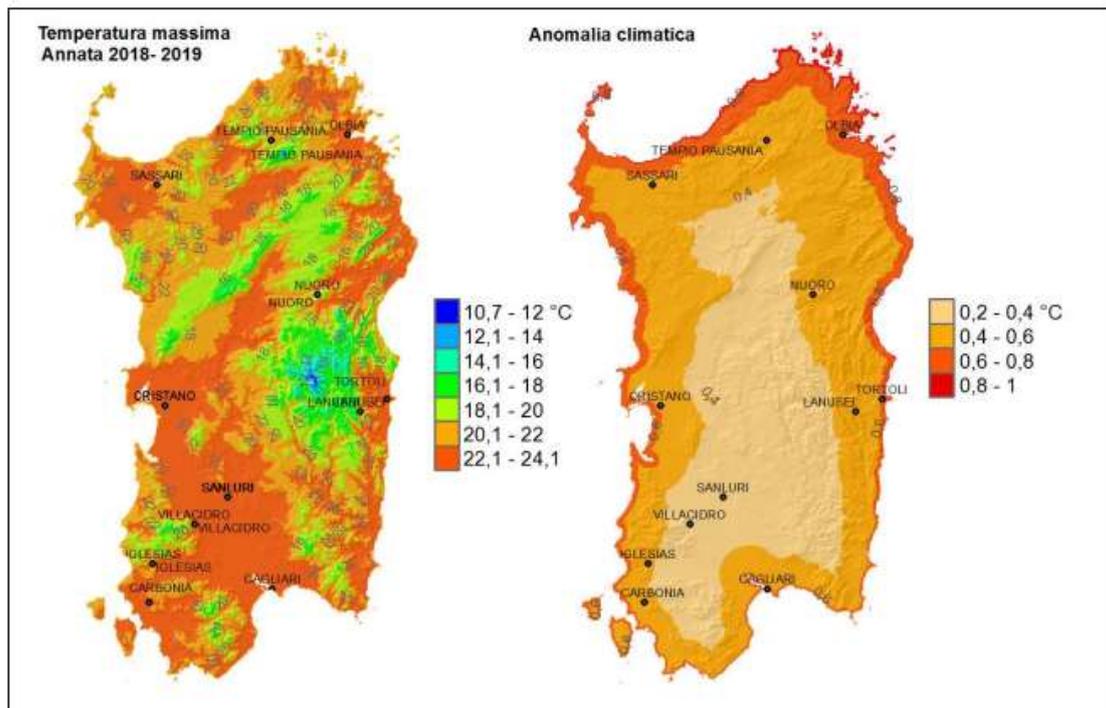


9 -Precipitazioni giornaliere e cumulate nella stagione piovosa Stazione di Olmedo

Nell'annata 2018-2019 l'analisi della distribuzione spaziale delle temperature si è basata sulle stazioni della Rete Unica Regionale di Monitoraggio Ambientale e della Rete Fiduciaria di Protezione Civile. La media delle temperature minime da ottobre 2018 a settembre 2019 va dai circa 4-5 °C del Gennargentu sino ai 12-14 °C delle coste. Tali temperature sono in linea con la media climatologica dell'annata, e solo sulle coste, soprattutto orientali e meridionali, sono risultate appena superiori alla media, e comunque con una anomalia positiva sempre contenuta entro +0.5 °C. La media delle temperature massime da ottobre 2018 a settembre 2019 va dai circa 11-14 °C delle vette del Gennargentu sino ai 22-24 °C che si registrano in tutte le pianure e le valli della Sardegna. Solo nelle zone collinari e pedemontane si scende a temperature massime mediamente comprese fra 20 °C e 22 °C. Temperature comprese fra i 16 °C e i 18 °C interessano invece l'orografia principale dell'Isola, le cui aree più elevate sono caratterizzate da temperature inferiori e comprese fra 14 °C e 16 °C. Come si può osservare nella relativa mappa le temperature sono in linea con la media climatologica dell'annata soprattutto nelle zone interne, e se ne discostano progressivamente avvicinandosi verso le coste, soprattutto della Sardegna settentrionale, con anomalie comunque sempre contenute entro +0.8 °C.



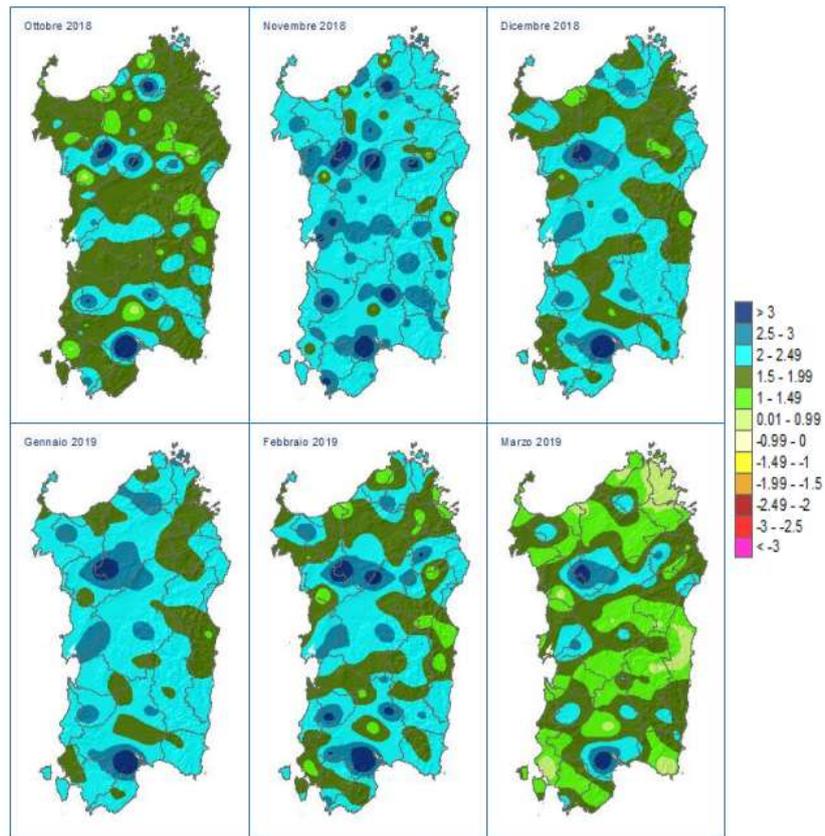
10 - Media annuale delle temperature minime 2018-2019 e anomalia rispetto alla media 1995-2014



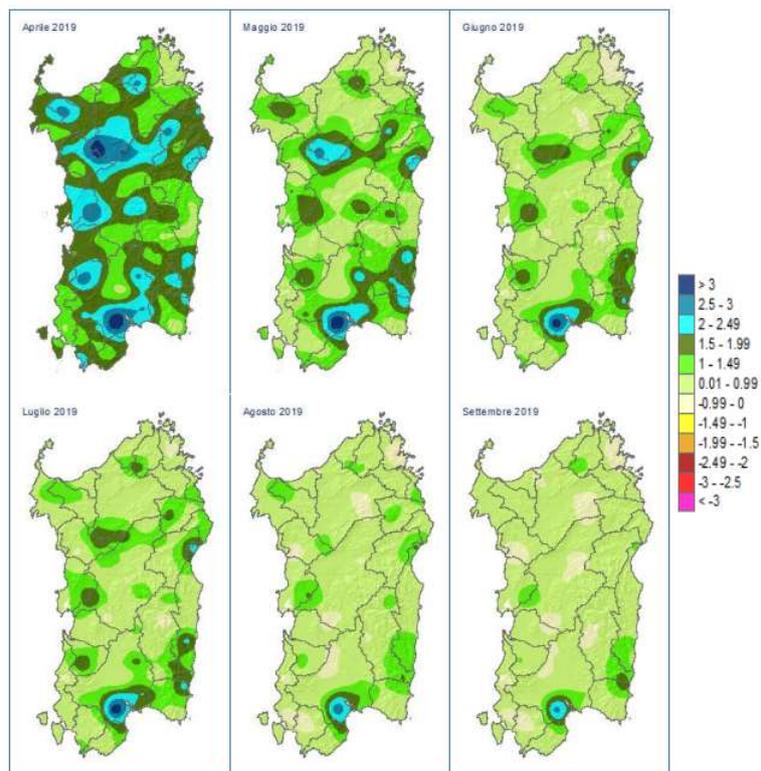
11 - Media annuale delle temperature massime 2018-2019 e anomalia rispetto alla media 1995-2014

Per l'analisi delle condizioni di siccità e degli impatti sulle diverse componenti del sistema idrologico (suolo, corsi d'acqua, falde, ecc..) è stato calcolato l'indice di precipitazione standardizzata (Standardized Precipitation Index, SPI) su scala temporale di 3, 6, 12 e 24 mesi. Lo SPI considera lo scostamento della pioggia di un dato periodo dal valore medio climatico, rispetto alla deviazione standard della serie storica di riferimento (trentennio 1971-2000). L'indice pertanto evidenzia quanto le condizioni osservate si discostano dalla norma ($SPI = 0$) e attribuisce all'anomalia una severità negativa (siccità estrema, severa, moderata) o positiva (piovosità moderata, severa, estrema), strettamente legata alla probabilità di accadimento. Si consideri che circa il 15% dei dati di una serie storica teorica si colloca al di sotto di -1, circa il 6.7% sta al di sotto di -1.5, mentre solo il 2.3% si colloca al di sotto di -2. Nella tabella sono riportate le classi di siccità o surplus corrispondenti a diversi intervalli di valori dell'indice SPI. L'analisi su periodi di diversa durata si basa sul presupposto che le componenti del sistema idrologico rispondono in maniera differente alla durata di un deficit di precipitazione.

CLASSE	VALORI DI SPI
Estremamente umido > 2	> 3,0
	da 2,5 a 3,0
	da 2,0 a 2,49
Molto umido	da 1,5 a 1,99
Moderatamente umido	da 1,0 a 1,49
Vicino alla media	da 0,01 a 0,99
	da -0,99 a 0
Moderatamente siccitoso	da -1,49 a -1,0
Molto siccitoso	da -1,99 a -1,5
Estremamente siccitoso -2	da -2,49 a -2,0
	da -3,0 a -2,5
	< -3,0



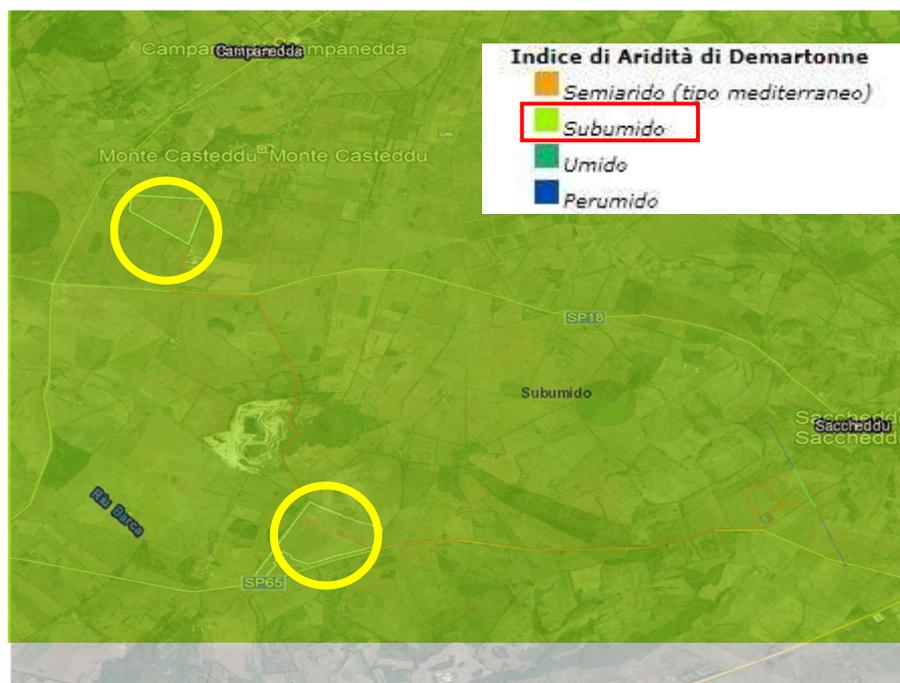
12 - Mappe dell'indice SPI da ottobre 2018 a marzo 2019, calcolato con finestre temporali di 12 mesi



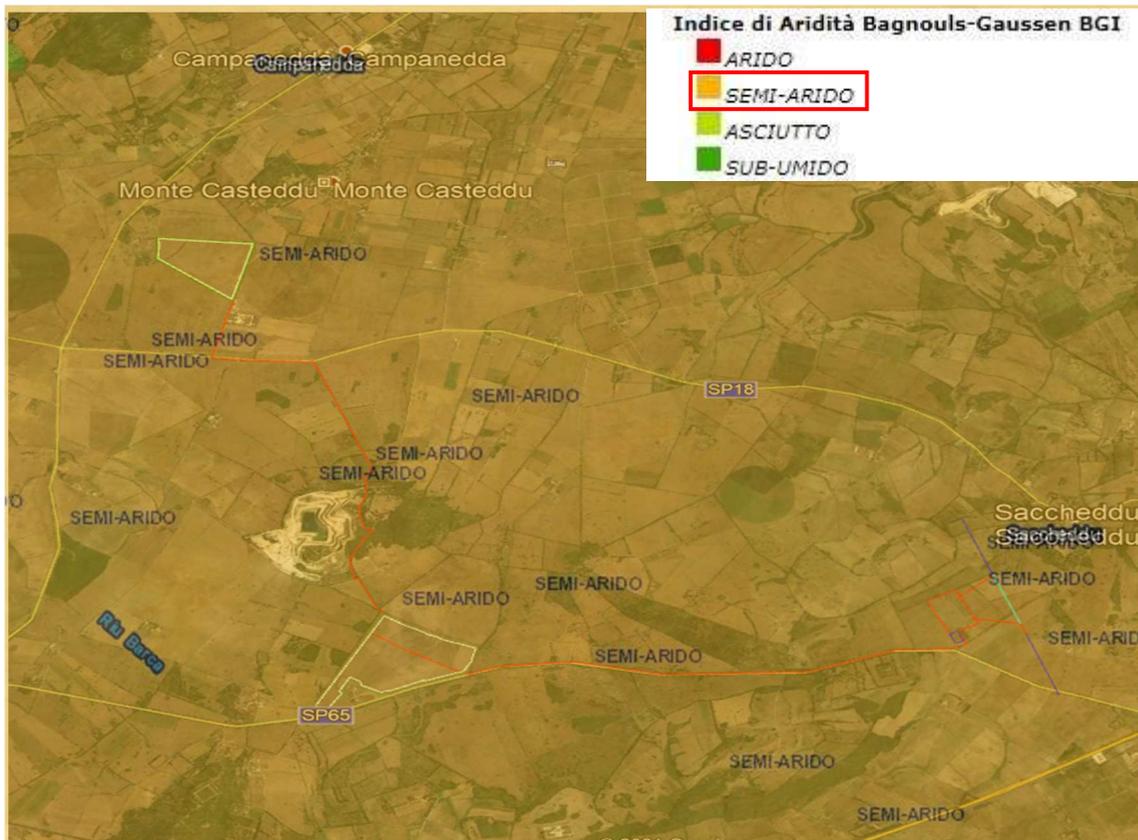
13 - Mappe dell'indice SPI da aprile a settembre 2019, calcolato con finestre temporali di 12 mesi

3.1 Indici bioclimatici

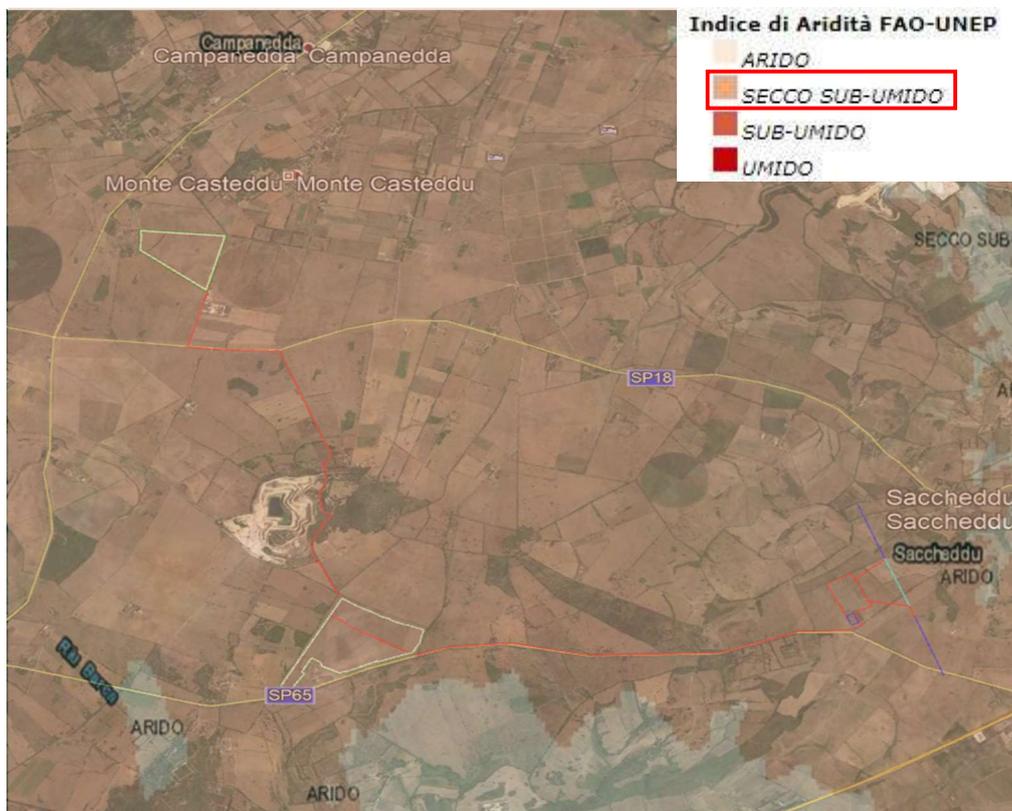
È noto da tempo che la distribuzione della vegetazione sulla superficie terrestre dipende da una lunga serie di fattori di varia natura tra di essi interagenti (fattori geografici, topografici, geopedologici, climatici, biologici, storici...). È noto altresì che, fra tutti gli elementi individuati, la 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, si annoverano l'indice di aridità di De Martonne, di BGI e quello di FAO-UNEP. Inoltre, si riporta di seguito l'estratto cartografico in merito ai dati di ETP (evapotraspirazione potenziale) e l'estratto, in relazione alle zone di progetto, della cartografia inerente alle aree soggette a desertificazione.



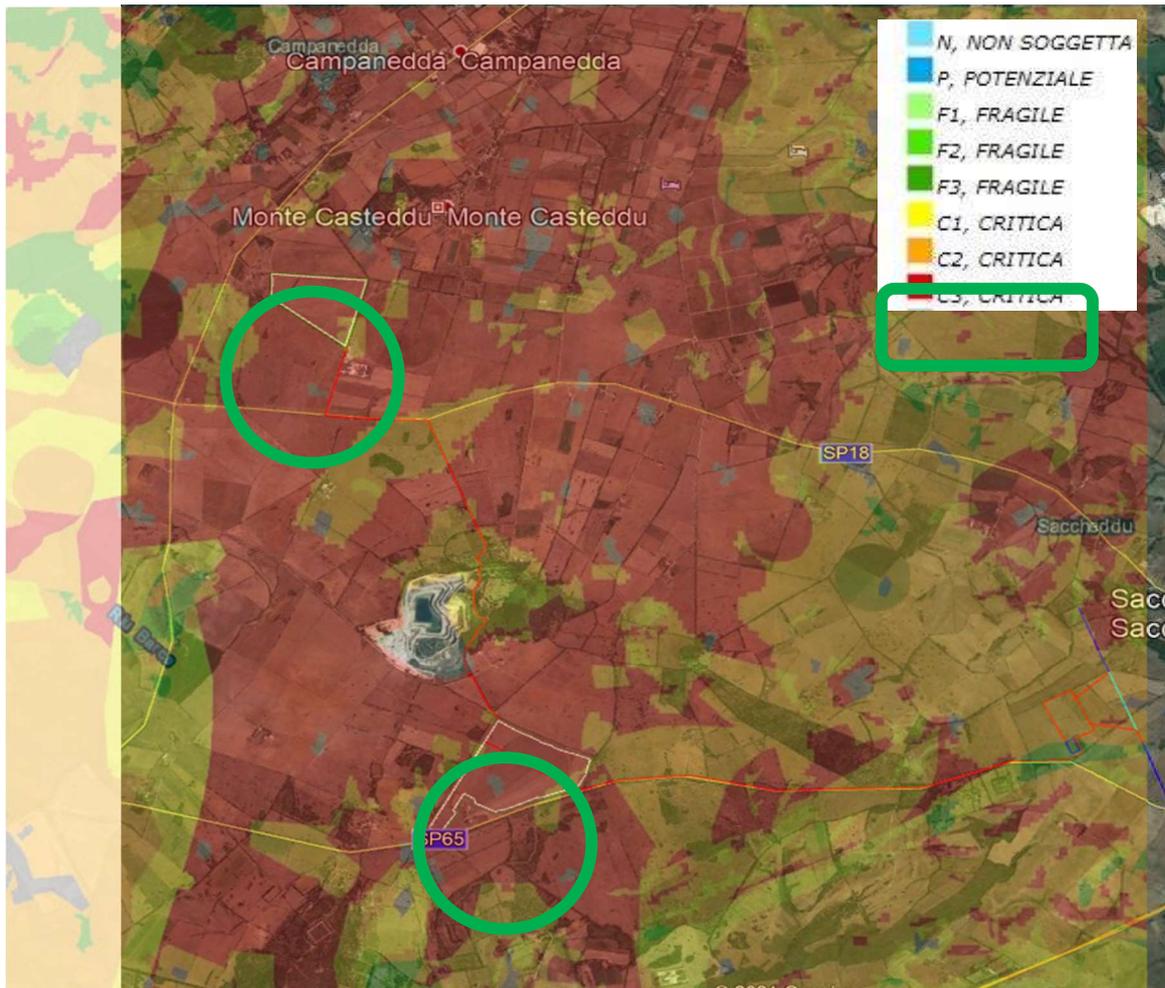
14 - Indice di aridità di De Martonne rispetto alle zone di progetto del parco agrovoltaico



15 - Indice di aridità di BGI rispetto alle zone di progetto del parco agrovoltaico

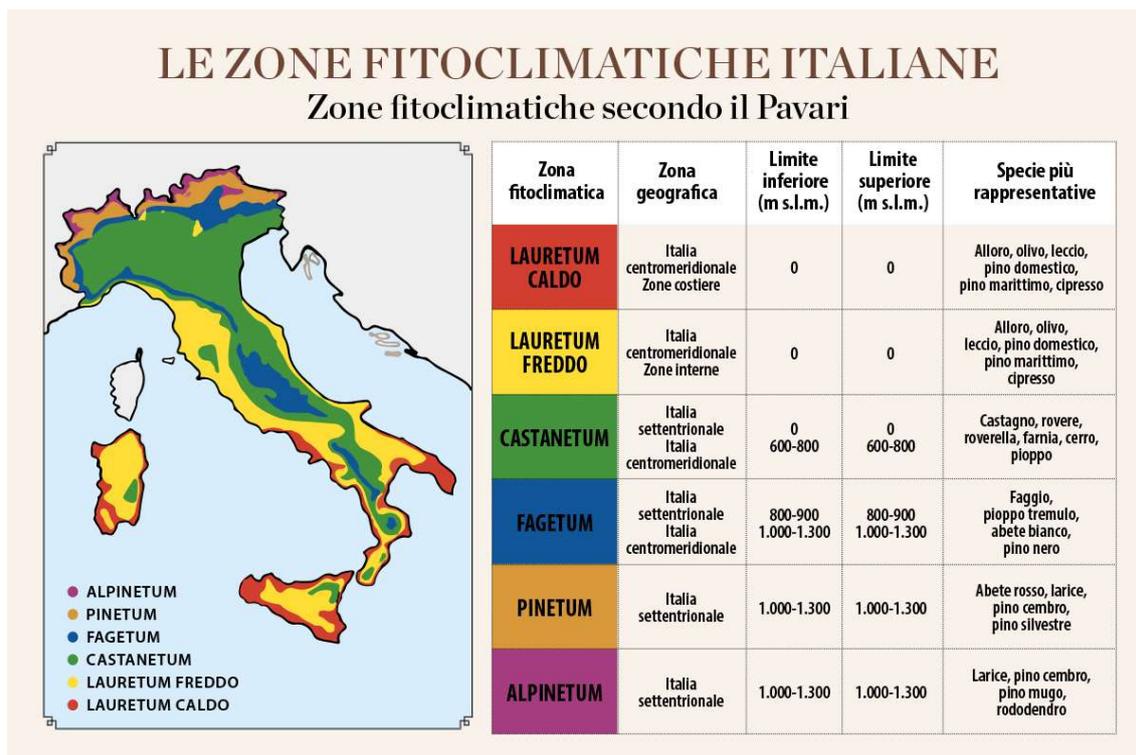


16 - Indice di aridità di FAO-UNEP rispetto alle zone di progetto del parco agrovoltaico



17- Carta delle aree sensibili alla desertificazione rispetto alle zone di progetto

3.2 Fasce bioclimatiche Pavari



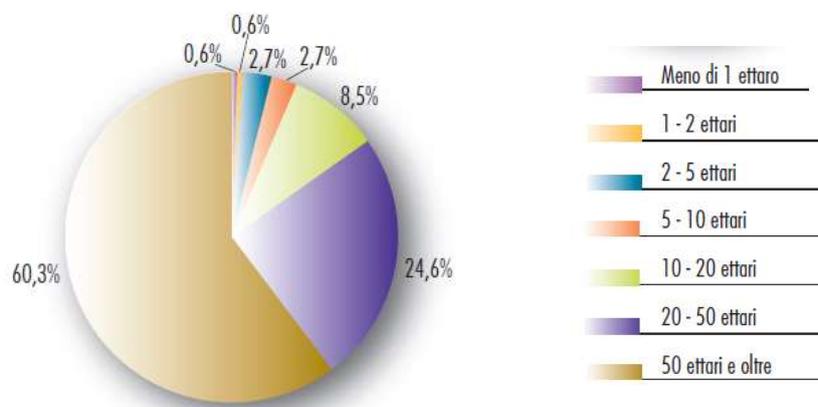
18 - Classificazione italiana di Pavari

L'area oggetto di intervento risente di due zone fitoclimatiche, riconducibili al *Lauretum freddo* e *Lauretum caldo*. Il *Lauretum caldo* costituisce la fascia dal livello del mare fino a circa 300 metri di altitudine, sostanzialmente lungo le coste delle regioni meridionali (fino al basso Lazio sul versante tirrenico e fino al Gargano su quello adriatico), incluse Sicilia e Sardegna. Questa zona è botanicamente caratterizzata dalla cosiddetta macchia mediterranea, ed è un habitat del tutto favorevole alla coltivazione degli agrumi. Per *Lauretum freddo* ci si riferisce ad una fascia intermedia, tra il *Lauretum caldo* e le zone montuose appenniniche più interne, nelle regioni meridionali già citate; ma questa fascia si spinge anche più a nord lungo le coste della penisola (l'intero Tirreno e il mar Ligure a occidente e spingendosi fino alle Marche sull'Adriatico) interessando il territorio dal livello del mare fino ai 700-800 metri di altitudine sull'Appennino; inoltre si riferisce ad alcune ridotte aree influenzate dal clima dei grandi bacini lacustri prealpini (soprattutto il lago di Garda). Dal punto di vista botanico questa zona è fortemente caratterizzata dalla coltivazione dell'olivo ed è l'habitat tipico del leccio.

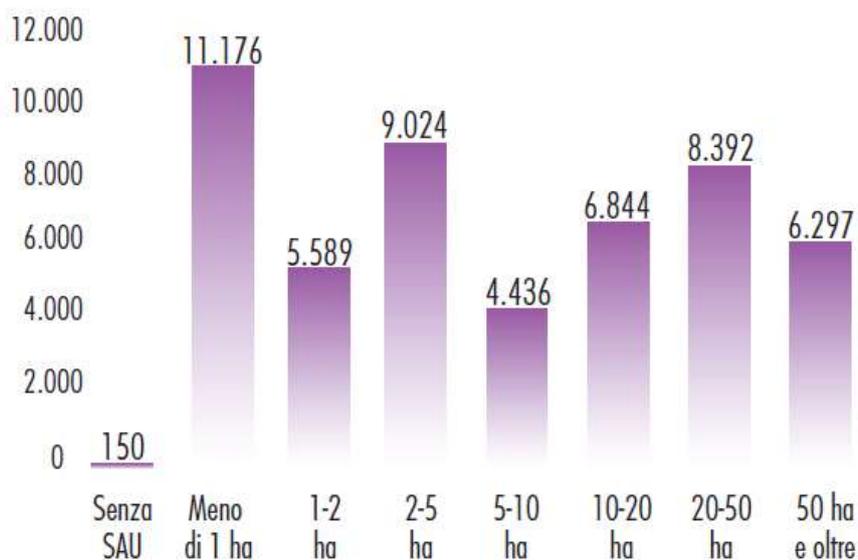
4. Agricoltura in Sardegna

La regione Sardegna si caratterizza per un territorio prevalentemente collinare (68%) con un'altimetria media di 334 metri s.l.m. e una superficie complessiva di 24.100 Km² che la collocano al terzo posto tra le regioni italiane per dimensione, dopo Sicilia e Piemonte. La sua conformazione orografica, ma anche le caratteristiche pedologiche e climatiche, pongono numerosi comuni della Regione in una condizione di particolare svantaggio, soprattutto per quanto riguarda lo sviluppo dell'attività agricola. Il territorio, talvolta impervio, non favorisce il proliferare di attività produttive, acuendo in alcune aree il fenomeno di spopolamento e di "deflusso" della popolazione verso le zone costiere dell'Isola.

I dati dell'indagine sulle produzioni agricole, condotta dall'ISTAT nel 2013, tracciano un profondo cambiamento strutturale delle aziende agricole sarde. La trasformazione riguarda soprattutto la diminuzione del numero delle aziende e un conseguente aumento della dotazione fisica di terra per azienda, al netto della superficie agricola destinata agli usi edilizi che negli ultimi anni appare sempre più in crescita. Nel decennio 2003-2013 si evidenzia che il numero di aziende agricole operanti sul territorio sardo si è ridotto del 43,5%, mentre a livello nazionale la diminuzione è inferiore e si attesta al 33,4%. Questa evoluzione è legata al fenomeno di abbandono delle piccole realtà agricole, soprattutto quelle a conduzione strettamente familiare che, a loro volta sono state inglobate dalle medie/grandi imprese agroindustriali. Nel confronto con il dato nazionale la contrazione della SAU totale nell'isola è pari allo 0,8%, decisamente inferiore con quanto registrato sul territorio nazionale (-5,6%). Nel traslare l'analisi sulla distribuzione della numerosità delle aziende per classe di superficie totale, si nota che 11.176 aziende appartengono alla classe con superficie con meno di 1 ettaro. Queste, tuttavia, da sole rappresentano lo 0,7% della SAU totale, mentre le 6.297 aziende, appartenenti alla classe di superficie con 50 ettari e oltre, occupano più della metà della SAU totale (60,3%). Infine, le aziende senza terra sono 150, riconducibili la maggior parte ad aziende specializzate nell'allevamento di suini, polli e api.



19 - SAU per classe di superficie totale, Sardegna, 2013 (fonte ISTAT)



20 - Numero delle aziende agricole per classe di superficie totale, Sardegna, 2013 (fonte ISTAT)

4.1 Coltivazioni in Sardegna

L'osservazione dei dati 2016/2015 mostra una situazione diversificata per singola coltura praticata. Tra i cereali si nota una diminuzione di superficie per il mais e il frumento duro, rispettivamente del 37,3 e del 5,7%. Per le restanti tipologie di cereali la variazione è nulla e l'andamento rimane pressoché costante. Le colture foraggere mostrano una contrazione della superficie solo per gli erbai dello 0,8%, mentre aumenta la superficie per i prati (+0,1%) tra le foraggere permanenti, e i prati avvicendati (+5,9%) tra le foraggere temporanee. Le colture oleaginose rivelano una situazione stabile rispetto all'anno precedente; tra i legumi secchi, la fava da granella mostra un trend positivo del 15,6%, mentre, per gli altri legumi l'andamento è stabile rispetto all'anno precedente. La superficie investita ad olivo aumenta del 30% nonostante il calo delle produzioni olivicole riscontrato negli ultimi anni, attribuibile ragionevolmente, alla contrazione della domanda per il perdurare della crisi economica. Prosegue la contrazione degli ettari coltivati a uva da tavola e da vino, rispettivamente del 2,2% e del 2%. Mentre per i primi il calo è dovuto alla complessità riscontrata nella coltivazione e all'eccessiva offerta del prodotto proveniente da mercati extra regionali; per i secondi il calo è dovuto principalmente all'abolizione delle quote vigneto con l'introduzione delle nuove autorizzazioni, determinando di fatto una riorganizzazione del settore. Infatti, l'orientamento riscontrato negli ultimi anni ha come obiettivo elevare la produzione di qualità incoraggiando investimenti in nuovi impianti o reimpianti per il rinnovo di vigneti già esistenti. Tra le colture arboree per frutta fresca e frutta secca, il pero e il melo, sono le colture che nel 2016 hanno segnato un trend positivo in termini di superficie investita, rispettivamente del 18,2% e

del 6,7%. Mentre, si segnalano valori negativi per l'albicocco che ha ridotto la superficie del 27,8%, resta stabile il mandorlo. Tra gli ortaggi in pieno campo e in serra, le colture con un aumento consistente di superficie coltivata nell'ultimo anno sono il cocomero e il carciofo in pieno campo, il pomodoro in serra. Si riducono notevolmente le superfici della fragola e del cavolfiore e cavolo broccolo in campo, del finocchio e del cocomero in serra. Infine, per il comparto agrumicolo la situazione resta stabile, rispetto all'anno precedente, per tutte le tipologie produttive (arancio, mandarino, clementino e limone).

Colture	2016	2015	Variazione % 2016/2015	Colture	2016	2015	Variazione % 2016/2015
CEREALI				pisello da granella	420	420	0,0
frumento duro	36.399	38.581	-5,7	cece	336	336	0,0
orzo	13.489	13.489	0,0	lenticchia	265	265	0,0
avena	15.676	15.676	0,0	OLIVE	38.554	29.907	28,9
riso	3.480	n.d.	-	UVA			
mais	536	855	-37,3	uva da tavola	441	451	-2,2
sorgo	74	74	0,0	uva da vino	26.615	27.148	-2,0
FORAGGERE PERMANENTI				FRUTTA			
prati	53.466	53.436	0,1	albicocca	140	194	-27,8
pascoli	670.488	670.488	0,0	ciliegio	299	289	3,5
FORAGGERE TEMPORANEE				mandorle	6.489	6.489	0,0
erbai	178.757	180.289	-0,8	susino	235	226	4,0
prati avvicendati	54.321	51.312	5,9	melo	191	179	6,7
COLTURE INDUSTRIALI				nocciole	154	152	1,3
colza	13	13	0,0	pero	78	66	18,2
girasole	32	32	0,0	pesco	2.433	2.363	3,0
LEGUMI SECCHI				ORTAGGI IN PIENA ARIA			
fava da granella	3.859	3.339	15,6	fragola	7	76	-90,8
fagiolo	435	435	0,0	melone	779	801	-2,7
pisello proteico	244	244	0,0	cocomero	500	351	42,5
Colture	2016	2015	Variazione % 2016/2015	Colture	2016	2015	Variazione % 2016/2015
carciofo	12.899	9.499	35,8	lattuga	50	50	0,0
lattuga	670	610	9,8	finocchio	20	34	-41,2
melanzana	143	143	0,0	melanzana	10	10	0,0
finocchio	827	827	0,0	peperone	15	15	0,0
peperone	310	310	0,0	pomodoro	310	300	3,3
patata	1.501	1.501	0,0	cocomero	16	20	-20,0
pomodoro	151	151	0,0	melone	61	60	1,7
pomodoro da industria	408	408	0,0	zucchini	18	20	-10,0
cavolfiore e cavolo broccolo	550	758	-27,4	AGRUMI			
cavolo cappuccio	247	247	0,0	arancio	3.598	3.598	0,0
cavolo verza	34	34	0,0	limone	360	360	0,0
ORTAGGI E FRUTTA IN SERRA				clementina	651	651	0,0
fragola	25	25	0,0	mandarino	627	627	0,0

21- Superficie investita delle principali colture in Sardegna (fonte ISTAT)

4.2 Prodotti a denominazione

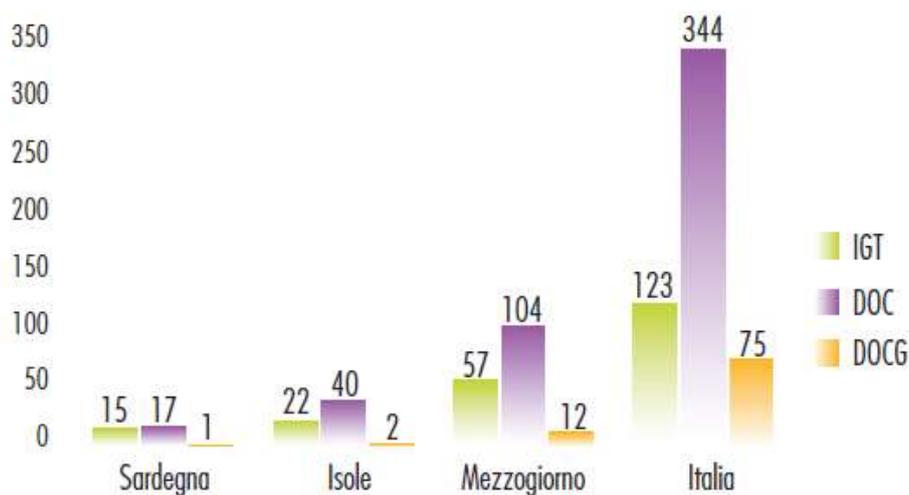
I prodotti sardi iscritti nel registro delle Denominazioni di Origine Protette (DOP) e delle Indicazioni Geografiche Protette (IGP) sono 8: oltre al Fiore Sardo (DOP dal 1996), al Pecorino Romano (DOP dal 1996), al Pecorino Sardo (DOP dal 1996), all'Agnello di Sardegna (IGP dal 2001), all'Olio extravergine di oliva di Sardegna (DOP dal 2007), allo Zafferano di Sardegna (DOP dal 2009) e al Carciofo spinoso di Sardegna (DOP dal 2011), nel 2015 si sono aggiunti i Culurgioni d'Ogliastra (IGP). Secondo la legislazione comunitaria e nazionale l'areale di ciascun prodotto può comprendere uno o più comuni, le province o la regione nel complesso. Tra i prodotti sardi con denominazione gli unici il cui areale non si estende su tutto il territorio regionale sono lo Zafferano, il Pecorino Romano e i Culurgioni d'Ogliastra. Per la coltivazione dello Zafferano è stata riconosciuta la sola provincia del Medio Campidano, nello specifico in un'areale che comprende i Comuni di San Gavino Monreale, Turri e Villanovafranca; per il Pecorino Romano invece, oltre alle Province di Cagliari, Nuoro e Sassari, la sua produzione si estende anche ad alcune zone della Penisola nelle province di Frosinone, Latina e Roma per la Regione Lazio e la provincia di Grosseto per la Toscana, infine per i Culurgioni d'Ogliastra l'areale di produzione è appunto il territorio della dell'Ogliastra, che comprende i seguenti comuni: Arzana, Bari Sardo, Baunei, Cardedu, Elini, Gairo, Girasole, Ilbono, Jerzu, Lanusei, Loceri, Lotzorai, Osini, Perdasdefogu, Seui, Talana, Tertenia, Tortoli, Triei, Ulassai, Urzulei, Ussassai, Villagrande Strisaili. Sono inclusi anche alcuni comuni limitrofi della provincia di Cagliari: Esterzili, Sadali ed Escalaplano. In ambito nazionale al 31 Dicembre 2017 si contano 295 denominazioni di cui: 167DOP, 126 IGP, 2 STG. La Sardegna incide sul paniere nazionale per il 2,7% In rapporto al numero di produttori nazionali l'Isola vanta il primo posto con il 19,7% nel 2016. Nello specifico il 52,9% si occupa principalmente di carni, il 42% di formaggi e lo 0,2%, di ortofrutta e di oli extravergine di oliva. Nel confronto con il Mezzogiorno l'89,1% dei produttori sardi primeggia per quanto concerne i formaggi DOP e l'84,7% eccelle nel settore delle carni. La superficie nazionale destinata alle produzioni DOP e IGP nel 2016 è di 197.524,72 ettari, di questa il 36,1% si trova nel Mezzogiorno, il 40,4% al centro e il 23,5% al Nord. In Sardegna la superficie agricola destinata a questo tipo di produzione interessa 1.093,34 ettari, registrando un aumento dell'11% rispetto al 2015 e incidendo per lo 0,6% a livello nazionale. Nel comparto dei vini di qualità, a livello nazionale, nel 2018 si contano 542 riconoscimenti tra Denominazioni di Origine e Indicazioni Geografiche (344 DOC; 123 IGT; 75 DOCG). In Sardegna non si sono registrate variazioni e si confermano perciò le 33 denominazioni di cui: 17 DOC, 1 DOCG e 15 IGT. L'incidenza dei vini di qualità sardi sul territorio nazionale è dell'12,2% per gli IGT, del 4,9% per i DOC e dell'1,3% per i DOCG. Dal 2010 le menzioni tradizionali DOCG e DOC sono convogliate nell'espressione comunitaria DOP, mentre la menzione IGT nell'espressione IGP.

	Superficie ha			Variazioni	
	2015	2016	Comp. %	assolute	%
	Sardegna	984,63	1.093,34	0,6	108,71
Nord	39.904,78	46.498,28	23,5	6.593,50	16,5
Centro	76.648,68	79.728,00	40,4	3.079,32	4,0
Mezzogiorno	53.712,31	71.298,44	36,1	17.586,13	32,7
ITALIA	170.265,77	197.524,72	100,0	27.258,95	16,0

22- Superficie dei prodotti agroalimentari di qualità Dop, Igp (fonte ISTAT)

	Carni				Formaggi				Ortofrutta				Oli extravergine d'oliva			
	Produttori		Trasformatori		Produttori		Trasformatori		Produttori		Trasformatori		Produttori		Trasformatori	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
Sassari	1145	1191	9	8	2823	3113	24	33	15	15	5	8	14	17	10	13
Nuoro	1208	1173	10	9	2262	2677	33	32	-	-	-	-	4	6	1	2
Cagliari	632	600	9	8	1356	1504	12	17	4	3	2	2	7	8	7	7
Oristano	799	811	2	2	1839	2050	14	13	13	10	4	4	2	2	2	2
Olbia-Tempio	203	208	3	3	530	579	3	3	3	3	-	-	-	-	-	-
Ogliastra	97	98	1	1	264	266	2	2	-	-	-	-	3	4	1	2
Medio Campidano	357	332	4	3	662	741	6	7	9	6	3	3	1	1	1	1
Carbonia-Iglesias	168	166	2	2	498	551	1	2	3	3	-	-	-	1	-	1
Sardegna	4.609	4.579	40	36	10.234	11.481	95	109	47	40	14	17	31	39	22	28
Var. % 2016/15	-0,7	-10,0			12,2	14,7			-14,9	21,4			25,8	27,3		

23 - Numero di produttori e trasformatori DOP e IGP, ripartiti per provincia, 2016/15 (fonte ISTAT)



24 - Numero di vini DOCG, DOC e IGT – 2018 (fonte Assovini)

PROVINCIA	Vermentino di Gallura																																						
	Alghero	Arborea	Malvasia	Monica	Moscato	Campidano di Terralba o Terralba	Canonnau di Sardegna	Carignano del Sulcis	Girò di Cagliari	Malvasia di Bosa	Mantrolisai	Monica di Sardegna	Moscato di Sorso-Sennori	Moscato di Sardegna	Nasco di Cagliari	Nuragus di Cagliari	Sardegna Semidano	Vermentino di Sardegna	Vermaccio di Oristano	Barbagia	Colli del Limbara	Isola dei Nuraghi	Mamilla	Nurra	Ogliastra	Parteolla	Planargia	Provincia di Nuoro	Romangia	Sibiola	Tharros	Trexenta	Valle del Tisno	Valli di Porto Pino					
OT	●					●					●	●	●			●	●		●	●							●												
NU						●				●	●	●				●	●		●	●							●												
OG						●					●	●	●			●	●			●				●			●												
CA			●	●	●	●		●			●	●	●	●	●	●	●			●				●			●		●		●								
CI			●	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●	●	●			●															●				
VS			●	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●	●	●			●	●																		
OR		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●					●	●			●				●					
SS	●					●					●	●				●	●			●			●				●												

■ DOCG ■ DOC ■ IGT

25 - zona di produzione ed elenco dei vini (fonte Sardegna Agricoltura)

4.3 Produzioni di qualità legate all'area di progetto

4.3.1 Alghero D.O.C. (D.M. 7/10/2009 – G.U. n.248 del 24/10/2009)

Zona di produzione in provincia di Sassari: comprende l'intero territorio dei comuni di Alghero, Ittiri, Olmedo, Ossi, Tissi, Uri, Usini e parte del territorio del Comune di Sassari. La base ampelografica è rappresentata da

- bianco (anche frizzante, spumante, passito): uno o più vitigni a bacca bianca, non aromatici, racc. e/o aut. per la provincia di Sassari;
- con menzione del vitigno bianchi: Sauvignon, Chardonnay (anche spumante), Vermentino (anche frizzante), Torbato (anche spumante), ciascuno min. 85%, possono concorrere altri vitigni a bacca bianca racc. e/o aut. per la regione Sardegna max. 15%;
- rosato (anche frizzante), rosso (anche Novello, liquoroso, riserva: uno o più vitigni a bacca nera, non aromatici, racc. e/o aut. per la provincia di Sassari);
- con menzione del vitigno rossi: Sangiovese, Cabernet (anche riserva), Cagnulari o Cagnulari (anche riserva), Merlot (anche riserva, ciascuno min. 85%, possono concorrere altri vitigni a bacca nera racc. e/o aut. per la regione Sardegna max. 15%;

Per quanto riguarda le norme tecniche applicate in viticoltura, i nuovi impianti (o reimpianti) devono avere una densità minima di 3.000 ceppi/ettaro. La resa massima di uva in coltura specializzata e il titolo alcolometrico volumico minimo naturale devono essere:

- 16 t/Ha e 10,00% vol. per Bianco e Vermentino
- 15 t/Ha e 10,00% vol. per Rosato e Rosso
- 14 t/Ha e 10,00% vol. per Torbato, Merlot e Sangiovese
- 13 t/Ha e 10,00% vol. per Chardonnay e Sauvignon
- 13 t/Ha e 10,50% vol. per Cabernet e Cagnulari;

Le norme per la vinificazione indicano che è ammesso il taglio migliorativo dei mosti e dei vini con prodotti vitivinicoli aventi diritto alla stessa denominazione di origine, di uguale colore, per non oltre il 15%, nel rispetto delle norme comunitarie di etichettatura relative all'indicazione del nome del vitigno e dell'annata. È consentito l'arricchimento con mosti concentrati provenienti da uve di vigneti iscritti all'albo della denominazione, o con mosto concentrato rettificato, o con gli altri mezzi consentiti dalle norme in vigore. I vini a denominazione di origine controllata "Alghero" Rosso, Cabernet, Merlot e Cagnulari (o Cagnulari), se sottoposti ad un periodo di invecchiamento obbligatorio di almeno 24 mesi, a partire dal 1° novembre dell'anno di vendemmia, possono essere classificati "Riserva";

Il vino a denominazione di origine controllata "Alghero" Rosso può essere elaborato nella tipologia "liquoroso" purché le uve fresche siano state sottoposte, del tutto o in parte, sulle piante o dopo la raccolta, ad appassimento, fino a portarle a un titolo alcolometrico volumico minimo complessivo non inferiore al 15%. È consentita l'aggiunta di alcol di origine vinica in ottemperanza alle norme vigenti nella elaborazione dei vini liquorosi. L'immissione al consumo non può avvenire prima di un periodo di maturazione e affinamento di almeno 3 anni a decorrere dal 1° novembre dell'anno successivo alla vendemmia. Qualora detto periodo superi i 5 anni, il vino a denominazione d'origine controllata "Alghero" Liquoroso può essere classificato "Riserva";

Il vino a denominazione d'origine controllata "Alghero" Bianco può essere elaborato nella tipologia "passito" purché le uve fresche siano state sottoposte ad appassimento sino a portarle a un titolo alcolometrico naturale minimo del 15%. È consentito l'appassimento delle uve sulla pianta o su telai; è altresì ammessa la parziale disidratazione con aria ventilata, o con ventilazione forzata o in appositi locali termocondizionati.

4.3.2 Monica di Sardegna D.O.C. (D.M. 15/10/2010 – G.U. n.258 del 4/11/2010)

La zona di produzione delle uve riguarda l'ambito territoriale della regione Sardegna. La base ampelografica risulta la seguente:

- (anche frizzante, superiore): Monica min. 85%, possono concorrere altri vitigni a bacca nera, non aromatici, idonei alla coltivazione nella regione Sardegna, max. 15%.

Per quello che riguarda le norme per la viticoltura, la resa massima di uva in coltura specializzata non deve superare le 15 t/ettaro. Le uve destinate alla vinificazione devono assicurare ai vini a DOC "Monica

di Sardegna” i seguenti titoli alcolometrici volumici naturali minimi: “Monica di Sardegna” e “Monica di Sardegna” frizzante 10,5%; “Monica di Sardegna” Superiore 12%;

Le operazioni di vinificazione devono essere effettuate all’interno della zona di produzione. I vini a DOC “Monica di Sardegna” non possono essere immessi al consumo prima del 31 marzo successivo all’annata di produzione delle uve. Il vino a DOC “Monica di Sardegna” “Superiore” non può essere immesso al consumo prima del 1° settembre dell’anno successivo alla vendemmia;

4.3.3 Moscato di Sardegna D.O.C. (D.M. 15/06/2011 – G.U. n.157 dell’8/7/2011)

Come zona di produzione le uve devono essere prodotte nell’ambito territoriale della regione Sardegna.

La base ampelografica risulta così concepita:

- bianco, passito, da uve stramature, spumante: Moscato Bianco, possono concorrere altre uve provenienti da vitigni a bacca bianca, idonei alla coltivazione nella regione Sardegna, max. 10%. Per la tipologia spumante detta percentuale deve essere ottenuta esclusivamente da uve provenienti da vitigni aromatici a bacca bianca;

In base alle norme per la viticoltura i nuovi impianti e reimpianti dovranno avere una densità di almeno 3.500 ceppi per ettaro; la resa massima di uva in coltura specializzata e il titolo alcolometrico volumico naturale minimo devono essere di 11 t/ha e 14% vol. per la tipologia “Bianco”, 16% vol. per la tipologia “Passito”, 15% vol. per la tipologia “Uve stramature” e 9% vol. per la tipologia “Spumante”.

Per la vinificazione, le operazioni devono essere effettuate nel territorio della Regione Sardegna. Il vino “Moscato di Sardegna” non può essere immesso al consumo prima del 15 ottobre dell’annata di produzione delle uve per la tipologia “Spumante”, del 1° marzo successivo all’annata di produzione delle uve per la tipologia “Bianco” e del 1° luglio successivo all’annata di produzione delle uve per le tipologie “da uve stramature” e “Passito”.

Le sottodenominazioni geografiche tradizionali “Tempio Pausania” o “Tempio” e “Gallura” sono riservate al “Moscato di Sardegna” spumante spumantizzato in Gallura e proveniente da uve ammesse, prodotte e vinificate rispettivamente nel territorio amministrativo di Tempio Pausania e nel territorio geograficamente definito “Gallura”, il quale comprende l’intero territorio dei comuni di Aggius, Aglientu, Arzachena, Badesi, Berchidda, Bortigiadas, Budoni, Calangianus, Golfo Aranci, Loiri Porto San Paolo, Luogosanto, Luras, Monti, Olbia, Oschiri, Palau, Sant’Antonio di Gallura, San Teodoro, Santa Teresa di Gallura, Telti, Tempio Pausania, Trinità d’Agultu, in Provincia di Olbia-Tempio, e il comune di Viddalba in provincia di Sassari;

- per i vini a denominazione di origine controllata “Moscato di Sardegna”, con l’esclusione della tipologia “Spumante”, è obbligatoria l’indicazione dell’annata di produzione delle uve

4.3.4 Moscato di Sorso-Sennori D.O.C. (D.M. 18/01/2011 – G.U. n.26 del 2/2/2011)

La zona di produzione ricade in provincia di Sassari: le uve devono essere prodotte all'interno dei territori comunali di Sorso e Sennori. Come base ampelografica si considera:

- bianco, liquoroso, passito, spumante: Moscato bianco, possono concorrere anche le uve provenienti da vitigni a bacca bianca idonei alla coltivazione nella regione Sardegna, presenti nei vigneti, max. 10%; per la tipologia spumante detta percentuale deve essere ottenuta esclusivamente da uve provenienti da vitigni aromatici a bacca bianca.

Le norme per la viticoltura prevedono che i nuovi impianti e reimpianti dovranno avere una densità di almeno 3.500 ceppi per ettaro. La resa massima di uva in coltura specializzata e il titolo alcolometrico volumico naturale minimo devono essere di 9 t/Ha e 14% vol..

In merito alla vinificazione, le operazioni di vinificazione e di imbottigliamento per la produzione del "Moscato di Sorso – Sennori" devono essere effettuate entro i territori comunali di Sorso e Sennori. È tuttavia consentito che le operazioni di elaborazione e imbottigliamento degli spumanti siano effettuate all'interno della regione Sardegna. Per tutte le tipologie di vino a Denominazione di Origine Controllata "Moscato di Sorso – Sennori" è vietato aumentare la gradazione alcolica complessiva del prodotto mediante concentrazione del mosto o del vino base, o impiego di mosti o di vini che siano stati oggetto di concentrazione. È comunque consentito un leggero appassimento delle uve su pianta o su telai, ovvero la parziale disidratazione con aria ventilata, con ventilazione forzata o in appositi locali termocondizionati. Per la preparazione del tipo liquoroso è consentita l'aggiunta di alcol di origine vinica al mosto o al vino di base. Il vino "Moscato di Sorso – Sennori" non può essere immesso al consumo prima del 1° novembre dell'annata di produzione delle uve per la tipologia "Spumante", del 1° marzo successivo all'annata di produzione delle uve per la tipologia "Bianco" e del 1° giugno successivo all'annata di produzione delle uve per le tipologie "Liquoroso" e "Passito";

4.3.5 Vermentino di Sardegna D.O.C. (D.M. 4/11/2011 – G.U. n.272 del 22/11/2011)

La zona di produzione risulta essere la regione Sardegna e l'intero territorio amministrativo. La base ampelografica si identifica come segue:

- frizzante, spumante: min. 85% vermentino, possono concorrere le uve provenienti da altri vitigni a bacca bianca, non aromatici, idonei alla coltivazione nella regione Sardegna max. 15%;

Per ciò che riguarda le norme per la viticoltura, i nuovi impianti e reimpianti devono prevedere una densità minima di 3.500 ceppi/ettaro. La resa massima di uva in coltura specializzata e il titolo alcolometrico volumico naturale minimo devono essere di 16 t/Ha e 10,00% vol..

Per quanto riguarda le norme per la vinificazione, le operazioni di vinificazione e imbottigliamento devono essere effettuate all'interno della zona di produzione delimitata. È consentito che le operazioni

di elaborazione delle tipologie Spumante e Frizzante siano effettuate anche fuori della zona delimitata e la correzione dei mosti e dei vini nei limiti stabiliti dalle norme comunitarie e nazionali, con mosti concentrati ottenuti da uve dei vigneti iscritti allo schedario viticolo della stessa denominazione di origine controllata oppure con mosto concentrato rettificato o a mezzo di concentrazione a freddo o altre tecnologie consentite.

4.3.6 Romangia I.G.T.

Le tipologie di uve del Vino IGT Romangia sono le seguenti:

Romangia Bianco (Vino Bianco)

100% Uve a bacca bianca prodotte da uno o più vitigni coltivati nella regione Sardegna. Vino Bianco dal colore variabile dal bianco carta al giallo ambrato, odore caratteristico e sapore dal secco al dolce.

Romangia Bianco Frizzante (Vino Bianco Frizzante)

100% Uve a bacca bianca prodotte da uno o più vitigni coltivati nella regione Sardegna. Vino Bianco Frizzante dalla spuma fine ed evanescente, colore variabile dal bianco carta al giallo, odore caratteristico e sapore dal secco al dolce, frizzante.

Romangia Bianco (da uve stramature) (Vino Bianco Vendemmia Tardiva)

100% Uve a bacca bianca prodotte da uno o più Vitigni coltivati nella regione Sardegna. Vino Bianco dal colore variabile dal bianco carta al giallo ambrato, odore caratteristico e sapore dal secco al dolce.

Romangia Bianco Passito (Vino Bianco Passito)

100% Uve a bacca bianca prodotte da uno o più Vitigni coltivati nella regione Sardegna. Vino Bianco Passito dal colore variabile dal bianco carta al giallo ambrato, odore caratteristico e sapore dal secco al dolce.

Romangia Rosso (Vino Rosso)

100% Uve a bacca nera prodotte da uno o più Vitigni coltivati nella regione Sardegna. Vino Rosso dal colore variabile da rosso rubino tenue a rosso granato, odore caratteristico e sapore dal secco al dolce.

Romangia Rosso Novello (Vino Rosso Novello)

100% Uve a bacca nera prodotte da uno o più Vitigni coltivati nella regione Sardegna. Vino Rosso Novello dal colore variabile da rosso con riflessi violacei a rosso rubino, odore caratteristico e sapore dal secco all'abboccato.

Romangia Rosso Frizzante (Vino Rosso Frizzante)

100% Uve a bacca nera prodotte da uno o più Vitigni coltivati nella regione Sardegna. Vino Rosso Frizzante dalla spuma fine ed evanescente, colore variabile dal rosso rubino tenue al rosso rubino, odore caratteristico e sapore dal secco al dolce, frizzante.

Romangia Rosato (Vino Rosato)

100% Uve a bacca nera prodotte da uno o più Vitigni coltivati nella regione Sardegna. Vino Rosato dal colore variabile dal rosa pallido al rosa carico, odore caratteristico e sapore dal secco al dolce.

Romangia Rosato Frizzante (Vino Rosato Frizzante)

100% Uve a bacca nera prodotte da uno o più Vitigni coltivati nella regione Sardegna. Vino Rosato Frizzante dalla spuma fine ed evanescente, colore variabile dal rosa pallido al rosa carico, odore caratteristico e sapore dal secco al dolce, frizzante.

L'area geografica vocata alla produzione del Vino IGT Romangia si estende nella parte settentrionale dell'Isola, è bagnata dal mare a nord, confinata dal Fiume Coghinas a est e dall'Anglona e dal Sassarese rispettivamente a sud e a ovest. Il contesto ambientale è adeguatamente ventilato, luminoso e favorevole all'espletamento di tutte le funzioni vegeto-produttive delle vigne. La Zona di Produzione del Vino IGT Romangia è localizzata in provincia di Sassari e comprende il territorio dei comuni di Castelsardo, Osilo, Sennori, Sorso e Valledoria. Nelle fasi di vinificazione sono ammesse soltanto le pratiche enologiche leali e costanti della zona atte a conferire ai vini le loro peculiari caratteristiche di qualità. Le pratiche enologiche di vinificazione del Vino IGT Romangia prevedono, tra l'altro, che la resa massima dell'uva in vino IGT Romangia, pronto per il consumo, non deve essere superiore all' 80% per tutti i tipi di vino, al 75% per i vini rosati, al 65% per i vini da uve stramature e al 50% per i vini passiti.

La coltivazione della vite nel territorio, testimoniato anche dalla letteratura, ha origini antichissime. In molte zone sono stati ritrovati i resti di vasi e brocche da vino, provenienti dall'area Micenea (Grecia), databili al XIV secolo a.C. Ulteriori conferme arrivano da diversi studi archeologici, fra i quali quelli effettuati in località "Geridu", in Comune di Sorso, con reperti e ritrovamenti di vinaccioli carbonizzati, roncole per la potatura e per la vendemmia, boccali di ceramiche usati per bere il vino e vasi vinari. Nella zona, nel XII e XIII secolo, è esistita una florida economia legata al vino: tante norme giuridiche, differenti da zona a zona, dimostrano quanto fosse importante la coltivazione della vite. Nel corso dei secoli la tradizione viticola si è tramandata e rafforzata; nella zona della "Pedraia", nel territorio comunale di Sorso, gli archeologi hanno trovato un impianto di vinificazione scavato nella roccia calcarea, che reca incisa su un pilastro la data del 1602. In provincia di Sassari, ad esempio, gli statuti del libero comune vietavano l'impianto di nuove vigne e l'importazione di vino. Era il segno di un'economia più che florida che non tollerava un aumento di produzione. Un testo fondamentale dell'autonomia sarda, come la "Carta de Logu" ci dà una misura significativa del carattere quasi sacrale attribuito ai vigneti. Erano protetti da norme severissime, con pene pecuniarie gravose, ma anche corporali, che potevano arrivare sino al taglio della mano per chi sradicava il vigneto altrui. La storia viticola del territorio della Romangia è ancora strettamente intrecciata con la cultura popolare, ricca di valori umani semplici, nella quale l'ospite gode sempre dell'accoglienza propria di una gente laboriosa, gelosa di un'identità storica, culturale e linguistica orgogliosamente preservata e tramandata, nota ed

apprezzata anche oltre i confini della Sardegna. La vite nella Romangia è considerata tuttora coltura principe del territorio, testimoniata dal riconoscimento della IGT "Romangia" avvenuto con D.M. 12 ottobre 1995, pubblicato nella G.U. n. 259 del 6 novembre 1995.

4.3.7 Nurra I.G.T.

Le tipologie e le uve del Vino IGT Nurra sono:

Nurra Bianco (Vino Bianco)

100% Vitigni a bacca bianca idonei alla coltivazione nella regione Sardegna. Vino Bianco dal colore variabile dal bianco carta al giallo ambrato, odore caratteristico e sapore dal secco al dolce.

Nurra Bianco Frizzante (Vino Bianco Frizzante)

100% Vitigni a bacca bianca idonei alla coltivazione nella regione Sardegna. Vino Bianco Frizzante dalla spuma fine ed evanescente, colore variabile dal bianco carta al giallo, odore caratteristico e sapore dal secco al dolce, frizzante.

Nurra Rosso (Vino Rosso)

100% Vitigni a bacca nera idonei alla coltivazione nella regione Sardegna. Vino Rosso dal colore variabile da rosso rubino tenue a rosso granato, odore caratteristico e sapore dal secco al dolce.

Nurra Rosso Novello (Vino Rosso Novello)

100% Vitigni a bacca nera idonei alla coltivazione nella regione Sardegna. Vino Rosso Novello dal colore variabile da rosso con riflessi violacei a rosso rubino, odore caratteristico e sapore dal secco all'abboccato.

Nurra Rosso Frizzante (Vino Rosso Frizzante)

100% Vitigni a bacca nera idonei alla coltivazione nella regione Sardegna. Vino Rosso Frizzante dalla spuma fine ed evanescente, colore variabile dal rosso rubino tenue al rosso rubino, odore caratteristico e sapore dal secco al dolce, frizzante.

Nurra Rosato (Vino Rosato)

100% Vitigni a bacca nera idonei alla coltivazione nella regione Sardegna. Vino Rosato dal colore variabile dal rosa pallido al rosa carico, odore caratteristico e sapore dal secco al dolce.

Nurra Rosato Frizzante (Vino Rosato Frizzante)

100% Vitigni a bacca nera idonei alla coltivazione nella regione Sardegna. Vino Rosato Frizzante dalla spuma fine ed evanescente, colore variabile dal rosa pallido al rosa carico, odore caratteristico e sapore dal secco al dolce, frizzante.

L'area geografica vocata alla produzione del Vino IGT Nurra comprende l'omonima zona geografica storica ricadente nella parte nordoccidentale della Sardegna, in un territorio adeguatamente ventilato, luminoso e favorevole all'espletamento di tutte le funzioni vegeto-produttive delle vigne. La zona di produzione del Vino IGT Nurra è localizzata in provincia di Sassari e comprende il territorio dei comuni

di Alghero, Ittiri, Olmedo, Ossi, Porto Torres, Sassari, Stintino, Tissi, Uri e Usini. Nelle fasi di vinificazione sono ammesse soltanto le pratiche enologiche leali e costanti della zona atte a conferire ai vini le loro peculiari caratteristiche di qualità. Le pratiche enologiche di vinificazione del Vino IGT Nurra prevedono, tra l'altro, che la resa massima dell'uva in vino IGT Nurra non dovrà essere superiore al 80% e al 75% per la tipologia di Vino Rosato.

Con ogni probabilità il territorio trae il suo nome Nurra da un'antica città romana oggi scomparsa, "Nure", situata presso il lago di Baratz, la quale a sua volta deriva l'etimo dalla radice protosarda "nur" con significato di mucchio o cumulo di sassi, cavo all'interno; infatti, la regione in cui sorgeva la città romana, vista dalle colline del sassarese, dovette apparire come un unico rilievo che si innalzava bruscamente dalla pianura e dal mare. La coltivazione della vite nel territorio, testimoniato anche dalla letteratura, ha origini antichissime; in molte zone sono stati ritrovati i resti di vasi e brocche da vino, provenienti dall'area Micenea (Grecia), databili al XIV secolo a.C.. Ulteriori conferme arrivano da diversi studi archeologici, fra i quali quelli effettuati in località Anghelu Ruju, con reperti vitivinicoli provenienti dalla necropoli omonima, scoperta nel 1903 in un terreno delle Tenute Sella&Mosca, e successivi ritrovamenti di attrezzi agricoli, boccali in terracotta e ceramiche usati per bere il vino e vasi vinari. La massima espansione della viticoltura nella Nurra si ebbe, probabilmente dopo il 1392 con la Carta de Logu, l'atto con cui Eleonora, sovrana del Giudicato di Arborea, imponeva l'impianto di vigne nei terreni incolti. La viticoltura del territorio aveva già una storia millenaria, ma con questa iniziativa conquistò più ampio spazio costruendo le basi delle sue odierne fortune. Nel corso dei secoli la tradizione viticola si è poi tramandata e rafforzata, con una florida economia legata al vino: le tante e differenti norme giuridiche, da zona a zona, dimostrano quanto fosse importante la coltivazione della vite; gli statuti del libero comune di Sassari, ad esempio vietavano l'impianto di nuove vigne e l'importazione di vino. Era il segno di un'economia più che florida che non tollerava un aumento di produzione. La Carta de Logu ci dà anche una misura significativa del carattere quasi sacrale attribuito ai vigneti. Erano infatti protetti da norme severissime: pene pecuniarie gravose, ma anche corporali, che potevano arrivare sino al taglio della mano per chi sradicava il vigneto altrui. La storia viticola del territorio delimitato è ancora strettamente intrecciata con la cultura popolare, ricca di valori umani semplici, nella quale l'ospite gode sempre dell'accoglienza propria di una gente laboriosa, gelosa di un'identità storica, culturale e linguistica orgogliosamente preservata e tramandata, nota ed apprezzata anche oltre i confini della Sardegna. La vite nella Nurra è considerata tuttora coltura principe del territorio. Il riconoscimento della IGT "Nurra" è avvenuto con D.M. 12 ottobre 1995, pubblicato nella G.U. n. 259 del 6 novembre 1995

4.3.8 Vino Isola dei Nuraghi I.G.T.

L'Indicazione Geografica Tipica "Isola dei Nuraghi" è riservata ai vini che rispondono alle condizioni ed ai requisiti stabiliti nel disciplinare di produzione, nelle seguenti tipologie:

- Bianco, nelle categorie “Vino”, “Vino Frizzante”, “Vino Spumante”, “Vino Spumante di Qualità”, “Vino da uve stramature” (anche con la menzione Passito) e “Vino ottenuto da uve appassite” (anche con la menzione Passito)
- Rosso, nelle categorie “Vino” (anche con la menzione novello), “Vino Frizzante”, “Vino Spumante”, “Vino Spumante di Qualità”, “Vino da uve stramature” (anche con la menzione Passito) e “Vino ottenuto da uve appassite” (anche con la menzione Passito)
- Rosato, nelle categorie “Vino”, “Vino Frizzante”, “Vino Spumante”, “Vino Spumante di Qualità”.

Le tipologie e le uve del Vino IGT Isola dei Nuraghi sono:

Isola dei Nuraghi Bianco (Vino Bianco)

100% Vitigni a bacca bianca idonei alla coltivazione nella regione Sardegna. Vino Bianco dal colore variabile dal bianco carta al giallo ambrato, odore caratteristico e sapore dal secco al dolce.

Isola dei Nuraghi Bianco Frizzante (Vino Bianco Frizzante)

100% Vitigni a bacca bianca idonei alla coltivazione nella regione Sardegna. Vino Bianco Frizzante dalla spuma fine ed evanescente, colore variabile dal bianco carta al giallo, odore caratteristico e sapore dal secco al dolce, frizzante.

Isola dei Nuraghi Bianco Spumante (Vino Bianco Spumante)

100% Vitigni a bacca bianca idonei alla coltivazione nella regione Sardegna. Vino Bianco Spumante dalla spuma fine e persistente, colore variabile dal bianco carta al giallo, odore caratteristico e sapore dal secco al dolce.

Isola dei Nuraghi Bianco (da uve stramature) (Vino Bianco Vendemmia Tardiva)

100% Vitigni a bacca bianca idonei alla coltivazione nella regione Sardegna. Vino Bianco dal colore variabile dal giallo all'ambrato, odore caratteristico e sapore dal secco al dolce.

Isola dei Nuraghi Bianco Passito (Vino Bianco Passito)

100% Vitigni a bacca bianca idonei alla coltivazione nella regione Sardegna. Vino Bianco Passito dal colore variabile dal giallo all'ambrato, odore caratteristico e sapore dal secco al dolce.

Isola dei Nuraghi Rosso (Vino Rosso)

100% Vitigni a bacca nera idonei alla coltivazione nella regione Sardegna. Vino Rosso dal colore variabile da rosso rubino tenue a rosso granato, odore caratteristico e sapore dal secco al dolce.

Isola dei Nuraghi Rosso Frizzante (Vino Rosso Frizzante)

100% Vitigni a bacca nera idonei alla coltivazione nella regione Sardegna. Vino Rosso Frizzante dalla spuma fine ed evanescente, colore variabile dal rosso rubino tenue al rosso rubino, odore caratteristico e sapore dal secco al dolce, frizzante.

Isola dei Nuraghi Rosso Spumante (Vino Rosso Spumante)

100% Vitigni a bacca nera idonei alla coltivazione nella regione Sardegna. Vino Rosso Spumante dalla spuma fine e persistente, colore rosso rubino, odore caratteristico e sapore dal secco al dolce.

Isola dei Nuraghi Rosso Novello (Vino Rosso Novello)

100% Vitigni a bacca nera idonei alla coltivazione nella regione Sardegna. Vino Rosso Novello dal colore variabile da rosso con riflessi violacei a rosso rubino, odore caratteristico e sapore dal secco all'abboccato.

Isola dei Nuraghi Rosso (da uve stramature) (Vino Rosso Vendemmia Tardiva)

100% Vitigni a bacca nera idonei alla coltivazione nella regione Sardegna. Vino Rosso Vendemmia Tardiva dal colore variabile dal rosso rubino tenue al rosso granato tendente all'aranciato con l'invecchiamento, odore caratteristico e sapore dal secco al dolce.

Isola dei Nuraghi Rosso Passito (Vino Rosso Passito)

100% Vitigni a bacca nera idonei alla coltivazione nella regione Sardegna. Vino Rosso Passito dal colore variabile dal rosso rubino tenue al rosso granato tendente all'aranciato con l'invecchiamento, odore caratteristico e sapore dal secco al dolce.

Isola dei Nuraghi Rosato (Vino Rosato)

100% Vitigni a bacca nera idonei alla coltivazione nella regione Sardegna. Vino Rosato dal colore variabile dal rosa pallido al rosa carico, odore caratteristico e sapore dal secco al dolce.

Isola dei Nuraghi Rosato Frizzante (Vino Rosato Frizzante)

100% Vitigni a bacca nera idonei alla coltivazione nella regione Sardegna. Vino Rosato Frizzante dalla spuma fine ed evanescente, colore variabile dal rosa pallido al rosa carico, odore caratteristico e sapore dal secco al dolce, frizzante.

Isola dei Nuraghi Rosato Spumante (Vino Rosato Spumante)

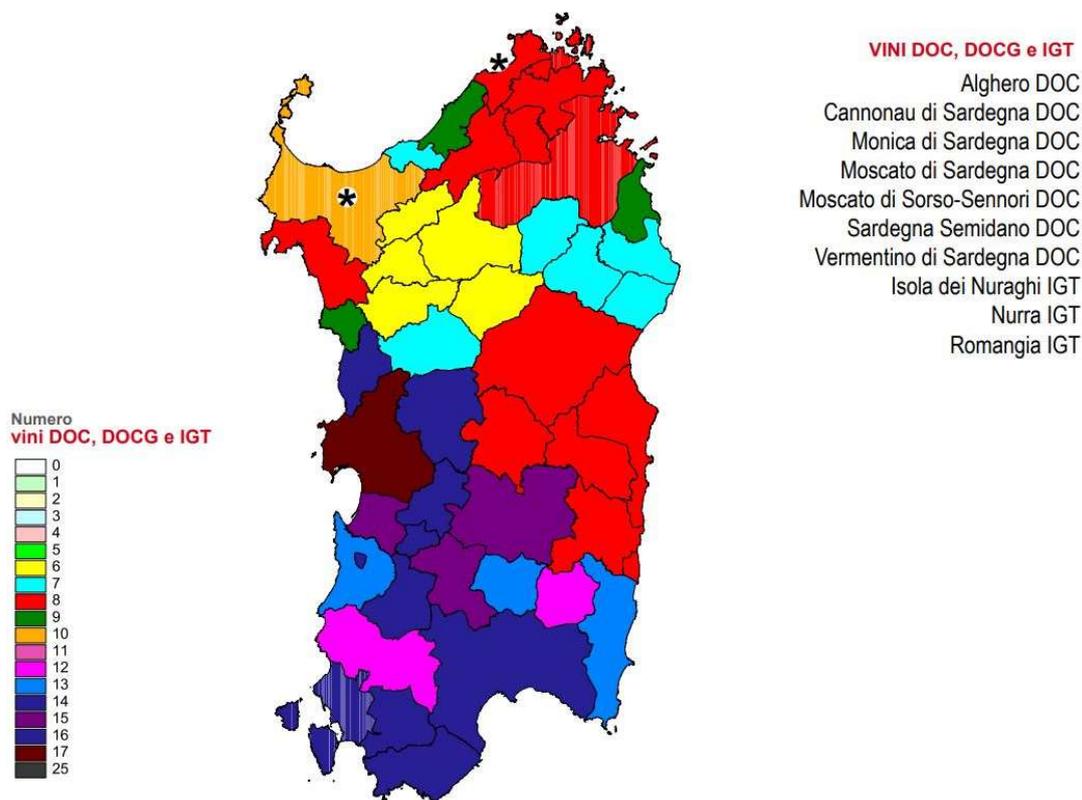
100% Vitigni a bacca nera idonei alla coltivazione nella regione Sardegna. Vino Rosato Spumante dalla spuma fine e persistente, colore variabile dal rosa pallido al rosa carico, odore caratteristico e sapore dal secco al dolce.

L'area geografica vocata alla produzione del Vino IGT Isola dei Nuraghi si estende sull'intero territorio sardo, nelle zone adeguatamente ventilate, luminose e favorevoli all'espletamento di tutte le funzioni vegeto-produttive delle vigne. La zona di produzione del Vino IGT Isola dei Nuraghi è localizzata nella regione Sardegna e comprende l'intero territorio regionale. Nelle fasi di vinificazione sono ammesse soltanto le pratiche enologiche leali e costanti della zona atte a conferire ai vini le loro peculiari caratteristiche di qualità. Le pratiche enologiche di vinificazione del Vino IGT Isola dei Nuraghi prevedono, tra l'altro, che la resa massima dell'uva in vino IGT Isola dei Nuraghi non dovrà essere superiore al 80%, al 60 per la tipologia di vino ottenuto con le uve stramature e al 50% per tipologia di Vino Passito.

Molteplici campagne di scavi condotte in diversi siti archeologici della Sardegna hanno portato alla luce vinaccioli carbonizzati risalenti al 1.300 a.C. che testimoniano la presenza di una affermata cultura enoica in Sardegna anteriore all'ingresso dei Fenici (IX-VIII secolo a.C), ai quali si faceva derivare

l'introduzione delle prime viti domestiche nell'isola. Sono stati ritrovati vari contenitori "da vino" che caratterizzano il repertorio vascolare estremamente ricco ed originale, con le tipiche brocche askoidi e piccoli "askos" in ferro, bronzo e ceramica di pregevole fattura. Dell'Età Romana imperiale e tardo antica, sono state rinvenute decine di anfore vinarie da trasporto. A riprova della continuità di coltivazione della vite nella zona per alcuni millenni, è opportuno riportare la voce di un registro delle spese dell'Archivio Vaticano, dei primi anni del '600, in cui è menzionato l'acquisto di vino bianco di Telavé del villaggio di Triei. Nel corso del periodo giudicale (900 – 1400) vennero emanate le prime norme a difesa delle colture agricole, presenti anche nella "Carta de Logu" di Eleonora di Arborea (1392), codice legislativo che rimase in vigore sino al periodo piemontese. L'uso della vite selvatica da parte dei Sardi ci viene confermato dalla stessa Carta de Logu in cui vi sono disposizioni anche contro il commercio dell'uva selvatica. Venditore ed acquirente potevano avere seri problemi: pena pecuniaria e reclusione "a voluntadi nostra", cioè del re. Vari toponimi in uso in Sardegna fanno riferimento alla vite, si ritrovano molti sinonimi dialettali di evidente origine latina, come "su laccu" per la vasca di pigiatura e "pastinai sa bingia" nel senso di impiantare un nuovo vigneto. All'inizio del 1300 in epoca medioevale la Sardegna è sotto il dominio pisano e il Sarrabus e l'Ogliastra vengono individuati dai nuovi dominatori come serbatoi vinicoli. Sulla quantità, qualità e provenienza dei vini nella capitale del regno tra il tre e il quattrocento le notizie non mancano, i flussi di approvvigionamento delineano due correnti: una dalle campagne verso la città; l'altra di vino navigato introdotto in città attraverso il porto. Le campagne circostanti e le ville più o meno vicine, quando la guerra non infuriava, alimentavano Cagliari di mosto e di vino imbottato, il generico bianco e rosso sardesco. Qualche secolo più tardi, il Bacci, nel 1596, scrive dell'abitudine dei sardi a produrre vino dalla vite selvatica. Lo storico Angius, nel XVIII secolo, narra che il "salto di Nurri potrebbe a taluno parere una regione, dove la vite fosse indigena; così essa è sparsa per tutto e con tanta prosperità vegeta porgendo in suo tempo questa spurra, ..., grappoli di acini vario colorati e deliziosi. Essa trovasi in tutte le parti arrampicata alle altre piante, e principalmente sulle amenissime sponde de' rivi."

Nel 1746 un'ampia relazione storico geografica redatta dall'Intendente Generale del Regno, Francesco Giuseppe de la Perrière conte di Viry dava una particolareggiata descrizione della Sardegna rurale riproponendo l'immagine di una viticoltura capillarmente diffusa in diverse zone dell'isola. Un capitolo a parte meritano gli studi di biologia molecolare che hanno permesso di stabilire i rapporti genetici di parentela tra la vite domestica (*Vitis vinifera* L. ssp. *sativa*) e la sua progenitrice vite selvatica (*Vitis vinifera* L. ssp. *sylvestris*), diffusa ancora oggi lungo i corsi d'acqua. Tratti genetici condivisi (alleli microsatelliti) tra la vite selvatica ed alcune cultivar locali (il Muristellu molto diffuso nel Nuorese) suggeriscono un legame di parentela tra le due sottospecie e supportano l'ipotesi di un centro secondario di domesticazione in Sardegna. Episodi di domesticazione di vite selvatica da parte di viticoltori sono stati individuati dal CRAS (il Centro Regionale Agrario Sperimentale della Regione Sardegna) ora confluito in AGRIS Sardegna (l'Agenzia per la ricerca in agricoltura della Sardegna). La particolare qualità dei vini della Sardegna è conosciuta da tempo notevole.



26 – Sardegna: zone DOC, DOCG e IGT con riferimento all'area di progetto

4.3.9 Fiore Sardo DOP

Citato nella Convenzione di Stresa del 1951 sull'uso dei nominativi di origine e delle denominazioni dei formaggi, riconosciuto a Denominazione Tipica nel 1955 e d'Origine dal 1974, ha ottenuto la Denominazione d'Origine Protetta nel 1996. È il formaggio ovino prodotto in Sardegna che conserva le antiche e particolari tecniche di lavorazione artigianale. Il nome è dovuto all'impiego, fino a poco tempo fa, di stampi in legno di castagno sul cui fondo era scolpito un fiore, accompagnato spesso dalle iniziali del produttore, che marchiava le facce delle forme. È un formaggio a pasta dura e cruda, prodotto esclusivamente con latte intero di pecora di razza sarda, fresco e crudo, coagulato con caglio in pasta di agnello o di capretto. Le forme, modellate con particolari stampi e maestria dagli operatori, hanno il caratteristico aspetto dello scalzo "a schiena di mulo", vengono marchiate all'origine e, dopo breve sosta in salamoia, sottoposte a leggera affumicatura ed infine stagionate in fresche cantine della Sardegna centrale. La pezzatura è in media di 3,5 chilogrammi, con variazioni in più o in meno in rapporto alle condizioni tecniche di produzione. La crosta ha un colore dal giallo carico al marrone scuro; la pasta è bianca o giallo paglierino, mentre il sapore deciso diviene più piccante con la maturazione. Il Fiore Sardo D.O.P. è un eccellente formaggio da tavola, se consumato giovane, ed ottimo prodotto da grattugia se stagionato. L'etichetta prevede, in particolare, la scritta FIORE SARDO DOP, nella corona circolare esterna e nella parte centrale, il logo della Denominazione d'Origine Protetta raffigurante una pecora stilizzata ed il logo Comunitario per le produzioni a DOP.

4.3.10 Pecorino Sardo DOP

Formaggio ovino, tra i più blasonati in Sardegna, vanta tra i suoi antenati tipologie casearie isolate che risalgono alla fine del '700. È titolare della Denominazione d'Origine dal 1991, prima grande consacrazione per un formaggio tipico particolarmente rappresentativo del panorama sardo, e della Denominazione d'Origine Protetta in ambito europeo dal 1996. Il Pecorino Sardo D.O.P. nelle due tipologie, Dolce e Maturo, viene esclusivamente prodotto in Sardegna. Il latte intero di pecora, inoculato con fermenti lattici della zona d'origine e coagulato con caglio di vitello, dà una cagliata che dopo semicottura viene accolta in stampi cilindrici, spurgata nella giusta misura dal siero, salata e stagionata per un breve periodo, da 20 a 60 giorni, per ottenere la tipologia Pecorino Sardo Dolce, mentre tempi di stagionatura superiori ai 2 mesi richiede il Pecorino Sardo Maturo. Il formaggio, di forma cilindrica a facce piane con scalzo diritto o leggermente convesso, nelle due tipologie presenta differenze legate ad alcune particolarità tecnologiche. Il Pecorino Sardo Dolce, con peso variabile da 1,0 a 2,3 chilogrammi, presenta una crosta liscia, sottile, di colore bianco paglierino tenue, una pasta bianca, morbida, elastica, compatta o con rare occhiature ed un sapore dolce e aromatico o leggermente acidulo. Formaggio da tavola. Il Pecorino Sardo Maturo, con peso variabile da 1,7 a 4,0 chilogrammi, ha crosta liscia, consistente, di colore paglierino tenue che diventa più scuro con la stagionatura; la pasta è compatta o

con rada e minuta occhiatura, bianca tendente al paglierino nelle forme più mature, che presentano anche consistenza maggiore ed una certa granulosità; il sapore è gradevolmente piccante tanto da renderlo apprezzabile sia come formaggio da tavola che da grattugia.

Al fine di garantire tracciabilità ed identificazione del prodotto, il Disciplinare di produzione della Denominazione prevede l'apposizione, al momento dello svincolo nella zona di produzione, di un contrassegno con la dicitura PS DOP ed il casello identificativo dell'azienda di produzione e, all'atto dell'immissione al consumo, l'identificazione con un'etichetta recante nella corona circolare esterna il logo costitutivo della denominazione formato dalle parole PECORINO SARDO DOP, separate da uno stretto cono con base leggermente arcuata di colore blu, ed un contrassegno verde o blu per individuare, rispettivamente, le forme di "pecorino sardo dolce" e "pecorino sardo maturo".

4.3.11 Pecorino romano DOP

Alla fine dell'Ottocento sbarca nell'Isola il formaggio che diverrà il principale protagonista della scena casearia sarda. Uno dei primi formaggi italiani ad ottenere riconoscimenti internazionali e nazionali. Infatti, è previsto nella Convenzione di Stresa del 1951, sull'uso dei nominativi di origine e delle denominazioni dei formaggi, è titolare di Denominazione d'Origine dal 1955, si fregia della Denominazione d'Origine Protetta in ambito europeo dal 1996, mentre nel giugno del 1997 l'United States Patent and Trademark degli Stati Uniti d'America gli rilascia il marchio di "Roman cheese made from sheep's milk".

Latte di pecora intero, proveniente dagli allevamenti delle zone di origine: Sardegna, Lazio e provincia toscana di Grosseto, innesto preparato giornalmente secondo una metodologia tramandata nei secoli, caglio di agnello in pasta, sapiente maestria degli operatori locali e rigoroso rispetto di fasi di lavorazione uguali da millenni sono gli ingredienti unici di tal cacio. Il formaggio, di forma cilindrica a facce piane, ha peso variabile a seconda delle usanze, dai 20 ai 35 chilogrammi. La crosta è sottile, di colore avorio tenue o paglierino naturale, talvolta cappata, mentre la pasta è bianca o paglierino più o meno intenso, cotta, dura, compatta o leggermente occhiata. Il sapore lievemente piccante e sapido nella tipologia da tavola, che richiede almeno cinque mesi di stagionatura, diventa piccante intenso e gradevolmente caratteristico nella tipologia da grattugia, stagionata per un periodo minimo di otto mesi. Ciascuna forma marchiata all'origine deve riportare sullo scalzo gli elementi che il Consorzio per la Tutela del Formaggio Pecorino Romano, costituito nel novembre del 1979, ritiene indispensabili: la scritta Pecorino Romano, il logo in forma di rombo contenente la testa stilizzata di una pecora con sotto la denominazione Pecorino Romano ed in un rettangolo la provincia di provenienza, il codice del caseificio, l'anno ed il mese di produzione ed infine gli estremi del riconoscimento della Dop.

4.3.12 Agnello di Sardegna IGP

L'agnello di Sardegna Igp deve essere nato, allevato e macellato nel territorio della Regione Sardegna e comprende tre tipologie: "da latte", "leggero" e "da taglio". L'"Agnello di Sardegna" è allevato in un ambiente del tutto naturale, caratterizzato da ampi spazi esposti a forte insolazione, ai venti ed al clima della Sardegna, che risponde perfettamente alle esigenze tipiche della specie. L'allevamento avviene prevalentemente allo stato brado; solo nel periodo invernale e nel corso della notte gli agnelli possono essere ricoverati in idonee strutture dotate di condizioni adeguate a quanto concerne il ricambio di aria, l'illuminazione, la pavimentazione, gli interventi sanitari e i controlli. L'Agnello non deve essere soggetto a forzature alimentari, a stress ambientali e/o a sofisticazioni ormonali, devono essere nutriti esclusivamente con latte materno (nel tipo "da latte") e con l'integrazione pascolativa di alimenti naturali ed essenze spontanee peculiari dell'habitat caratteristico dell'isola di Sardegna.

Comprende tre tipologie:

Agnello di Sardegna "da latte" (4,5 – 8,5 Kg)

- peso carcassa a freddo, senza pelle e con testa e corata 4,5/8,5 Kg.;
- colore della carne: rosa chiaro (il rilievo va fatto sui muscoli interni della parete addominale);
- consistenza delle masse muscolari: solida (assenza di sierosità);
- colore del grasso: bianco;
- copertura adiposa: moderatamente coperta la superficie esterna della carcassa; coperti, ma non eccessivamente, i reni;
- consistenza del grasso: solido (il rilievo va fatto sulla massa adiposa che sovrasta l'attacco della coda, ed a temperatura ambiente di 18 – 20° C).

Agnello di Sardegna "leggero" (8,5 - 10 kg)

- peso carcassa a freddo, senza pelle con testa e corata 8,5 /10 Kg;
- colore della carne: rosa chiaro o rosa;
- consistenza delle masse muscolari: solida (assenza di sierosità);
- colore del grasso: bianco;
- copertura adiposa: moderatamente coperta la superficie esterna della carcassa; coperti, ma non eccessivamente, i reni;
- consistenza del grasso: solido (il rilievo va fatto sulla massa adiposa che sovrasta l'attacco della coda, ed a temperatura ambiente di 18 – 20° C).

Agnello di Sardegna "da taglio" (10- 13 Kg)

- peso carcassa a freddo, senza pelle e con testa e corata 10/13 Kg;
- colore della carne: rosa chiaro o rosa;
- consistenza delle masse muscolari: solida (assenza di sierosità);
- colore del grasso: bianco o bianco paglierino;

- copertura adiposa: moderatamente coperta la superficie esterna della carcassa; coperti, ma non eccessivamente, i reni;
- consistenza del grasso: solido (il rilievo va fatto sulla massa adiposa che sovrasta l'attacco della coda, ed a temperatura ambiente di 18 – 20° C).

Deve inoltre rispondere a caratteristiche visive: la carne deve essere bianca, di fine tessitura, compatta ma morbida alla cottura e leggermente infiltrata di grasso con masse muscolari non troppo importanti e giusto equilibrio fra scheletro e muscolatura rispondenti alle tradizionali caratteristiche organolettiche. L'esame organolettico deve evidenziare caratteristiche quali la tenerezza, la succulenza, il delicato aroma e la presenza di odori particolari tipici di una carne giovane e fresca.

All'Indicazione Geografica Protetta è vietata l'aggiunta di qualsiasi qualificazione non espressamente prevista dal disciplinare, compresi gli aggettivi: fine, scelto, selezionato, superiore, genuino. È tuttavia consentito l'uso di menzioni geografiche aggiuntive, come nomi storico-geografici, nomi di comuni, tenute, fattorie, e aziende, con riferimento all'allevamento, alla macellazione e al condizionamento del prodotto.

4.3.13 *Olio extravergine di oliva Sardegna DOP*

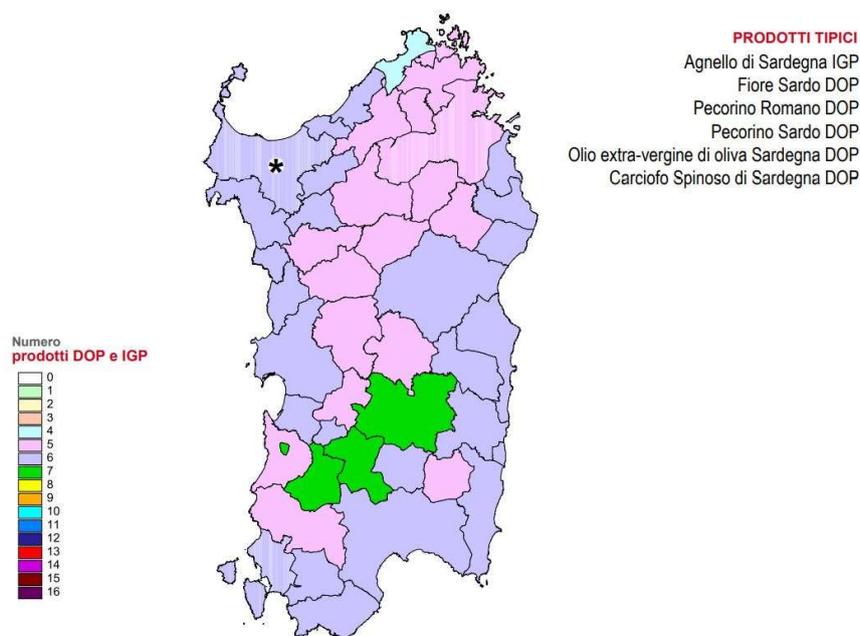
La Denominazione di Origine Protetta "Sardegna" è riservata all'olio extravergine di oliva estratto nelle zone della Sardegna indicate nel disciplinare di produzione e ottenuto per l'80% dalle varietà Bosana, Tonda di Cagliari, Nera (Tonda) di Villacidro, Semidana e i loro sinonimi. Al restante 20% concorrono le varietà minori presenti nel territorio, che comunque non devono incidere sulle caratteristiche finali del prodotto. Le condizioni pedoclimatiche e di coltura degli oliveti destinati alla produzione dell'olio devono essere atte a conferire alle olive e all'olio le tradizionali caratteristiche qualitative. In particolare, per la lotta ai parassiti dell'olivo devono essere attuate tecniche di lotta guidata, mentre le erbe infestanti vengono controllate con la tecnica dell'aridocoltura e sempre nel rispetto dei principi della lotta guidata. Per gli oliveti idonei alla produzione di olio extravergine di oliva D.O.P. "Sardegna" è ammessa una produzione massima di olive di 120 q/ha, con una resa massima delle olive in olio del 22%.

L'olio a Denominazione di Origine Protetta "Sardegna" deve rispondere alle seguenti caratteristiche:

- acidità in acido oleico $\leq 0,5\%$; - numero di perossidi ≤ 15 ;
- polifenoli totali ppm ≥ 100 ; - tocoferoli ppm ≥ 100 ;
- colore dal verde al giallo con variazione cromatica nel tempo;
- odore di fruttato; - sapore di fruttato con sentori di amaro e di piccante;
- panel test ≥ 7 .

4.3.14 Carciofo Spinoso di Sardegna DOP

Un prodotto la cui peculiarità trova il suo fondamento nel forte legame con il territorio isolano, particolarmente vocato sia per le tradizionali tecniche di coltivazione che per le favorevoli condizioni pedoclimatiche e morfologiche. L'esistenza congiunta di tali fattori consente di ottenere un prodotto che si distingue, non solo per l'aspetto estetico, ma anche per le caratteristiche organolettiche quali la limitata astringenza, il sapore gradevole, frutto di un'equilibrata sintesi di amarognolo e dolciastro, e la tenerezza della polpa che ne favoriscono il consumo allo stato crudo. Tale coltura ha trovato il suo habitat naturale e quelle condizioni pedoclimatiche ideali al suo sviluppo nelle aree costiere, che godono di microclimi particolari, nel fondo valle e nelle pianure centrali dell'isola, localizzate ai lati dei più importanti corsi d'acqua. Oltre a questa vocazione intrinseca del territorio, la risorsa umana con la sua tradizione, esperienza e capacità consente, attraverso le operazioni manuali di raccolta, cernita e calibratura, la selezione del carciofo migliore. Da un punto di vista storico la produzione, la cultura del carciofo e, in particolare, il suo legame con l'ambiente, trovano le radici sin dal periodo dei Fenici e, percorrendo i vari secoli, sino ai nostri giorni dove rappresenta una delle economie cardine dell'agricoltura isolana e nazionale. L'origine storica del prodotto ha portato il consumatore ad identificare nel corso dei tempi, il carciofo Spinoso di Sardegna con l'immagine della Sardegna stessa tanto che nel linguaggio comune si parla di "carciofo Spinoso di Sardegna" nei menù di diversi ristoranti, nelle etichette aziendali e nei documenti commerciali; da qui nasce l'esigenza di formalizzare l'uso consolidato di tale denominazione, in modo da rendere indissolubile il legame fra le caratteristiche del prodotto ed il territorio sardo, tutelando i consumatori ed i produttori da eventuali utilizzi scorretti ed indebiti.



27 - Sardegna: zone DOP e IGP con riferimento all'area di progetto

5. Analisi dello stato di fatto

La vegetazione presente nel sito è costituita da uno strato erbaceo coltivato a cereali con presenza di piante autoctone infestanti di natura spontanea. Le aree a seminativo caratterizzano il paesaggio per la quasi totalità e rappresentano il principale tessuto agricolo della zona. Facendo riferimento all'area che sarà interessata dall'intervento, le specie arboree e arbustive risultano per lo più assenti con qualche presenza isolata e sporadica. Lo strato erbaceo naturale e spontaneo si caratterizza per la presenza di graminaceae, compositae, cruciferae ecc.. La copertura di un tempo è totalmente scomparsa e visivamente il paesaggio agrario ricorda un'area a seminativo in parte abbandonata. I terreni in esame, dal punto di vista della carta del suolo e delle essenze arboree rilevate rientrano tra i "seminativi semplici e colture orticole a pieno campo" (cod. 2121). Su questi terreni si sono verificati, e si verificano anche oggi, degli avvicendamenti fitosociologici e sinfitosociologici, e conseguentemente, delle successioni vegetazionali che sulla base del livello di evoluzione, strettamente correlato al tempo di abbandono, al livello di disturbo antropico (come incendi, disboscamenti e ripristino della coltivazione, ecc..) oggi sono ricoperti da associazioni vegetazionali identificabili, nel loro complesso, come campi incolti, praterie nude, cespugliate e arbustate, gariga, macchia mediterranea, ecc.. Nel complesso, quindi, l'area oggetto di intervento è interessata esclusivamente da campi coltivati da colture cerealicole estensive come frumento e essenze foraggere in genere. Per quanto sopra asserito la rete ecologica insistente ed esistente nell'area studio risulta pochissimo efficiente e scarsamente funzionale sia per la fauna che per le associazioni floristiche limitrofe le aree interessate al progetto. Infatti, il territorio in studio si caratterizza per la presenza sporadica di piccoli ecosistemi "fragili" che risultano, altresì, non collegati tra loro. Pertanto, al verificarsi di impatti negativi, seppur lievi ma diretti (come distruzione di parte della vegetazione spontanea), non corrisponde il riequilibrio naturale delle condizioni ambientali di inizio disturbo. A causa dell'assenza di ambienti ampi e di largo respiro i micro-ambienti naturali limitrofi non sono assolutamente in grado di espandersi e di riappropriarsi, anche a causa della flora spontanea "pioniera" e/o alle successioni di associazioni vegetazionali più evolute, degli ambienti che originariamente avevano colonizzato. Gli interventi di mitigazione previsti per la realizzazione del parco fotovoltaico saranno finalizzati, quindi, alla minimizzazione delle interferenze ambientali e paesaggistiche delle opere in progetto. Nel caso specifico, considerata la tipologia dell'opera si è ritenuto doveroso provvedere alla realizzazione di macchie arboree al fine di schermare l'impatto visivo. Il progetto non comporta alcuna perdita di habitat né minaccia l'integrità del sito, non si registra alcuna compromissione significativa della flora esistente e nessuna frammentazione della continuità esistente.



28 – report fotografico stato di fatto areale di intervento



29 – report fotografico stato di fatto areale di intervento



30 – report fotografico stato di fatto areale di intervento



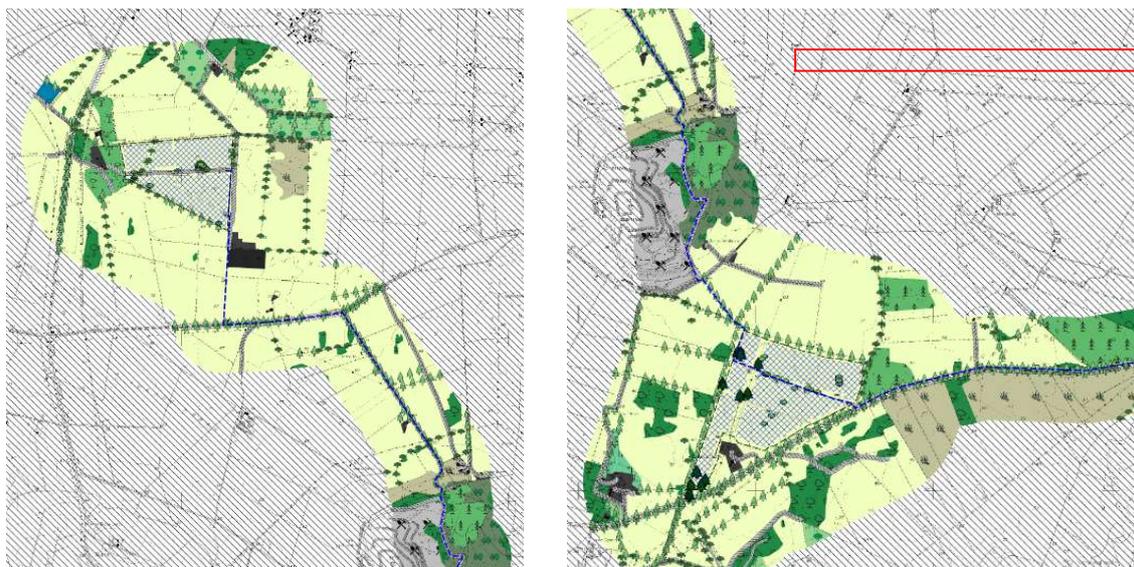
31 – report fotografico stato di fatto areale di intervento



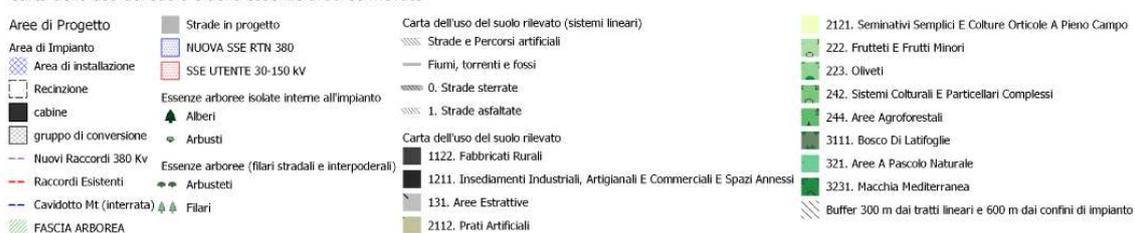
32 – report fotografico stato di fatto areale di intervento



33 – report fotografico stato di fatto areale di intervento



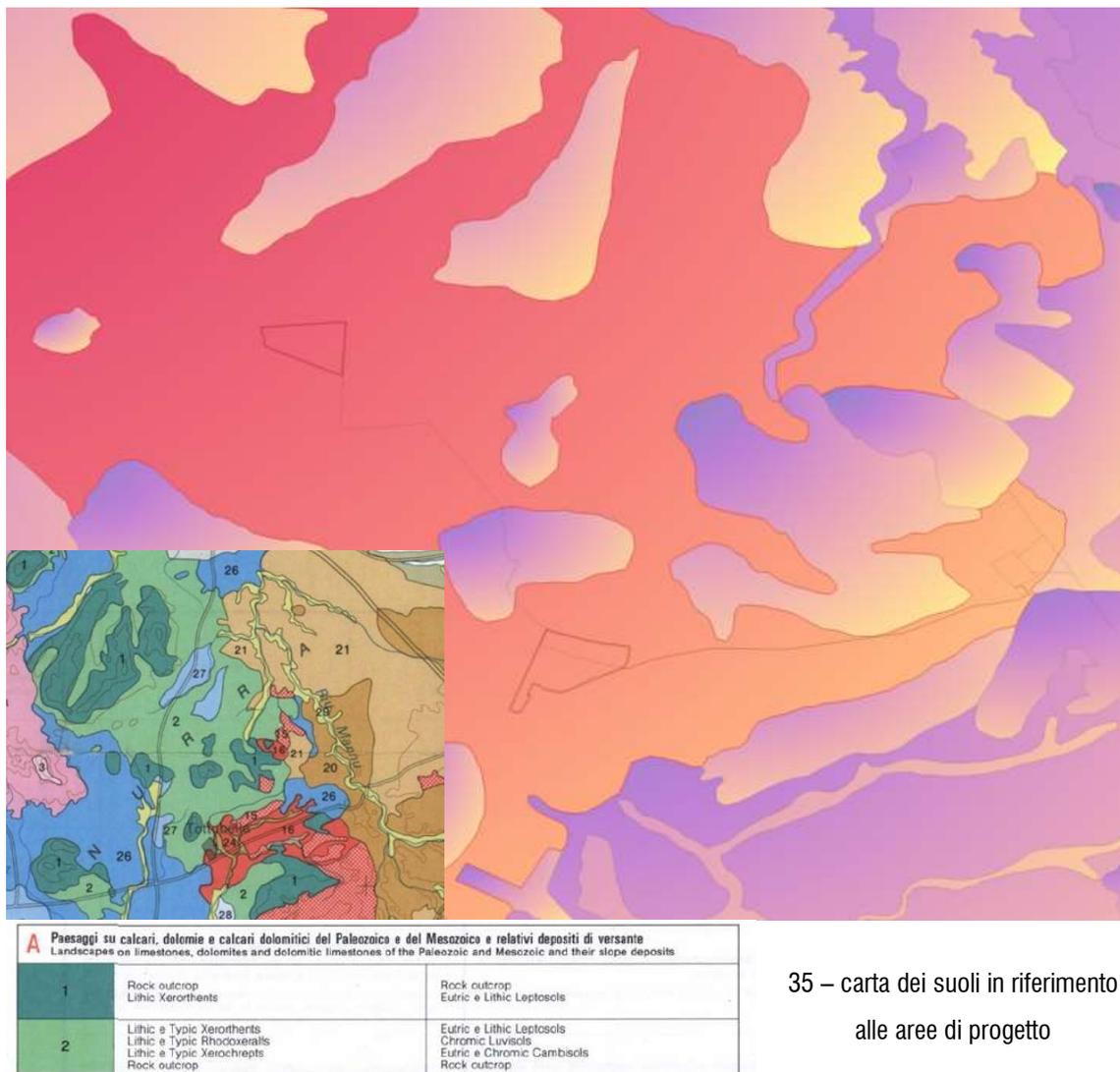
Carta dello uso del suolo e delle essenze arboree rilevate



34 – carta uso del suolo e rilievo essenze in merito alle aree di progetto

5.1 Inquadramento pedologico del sito

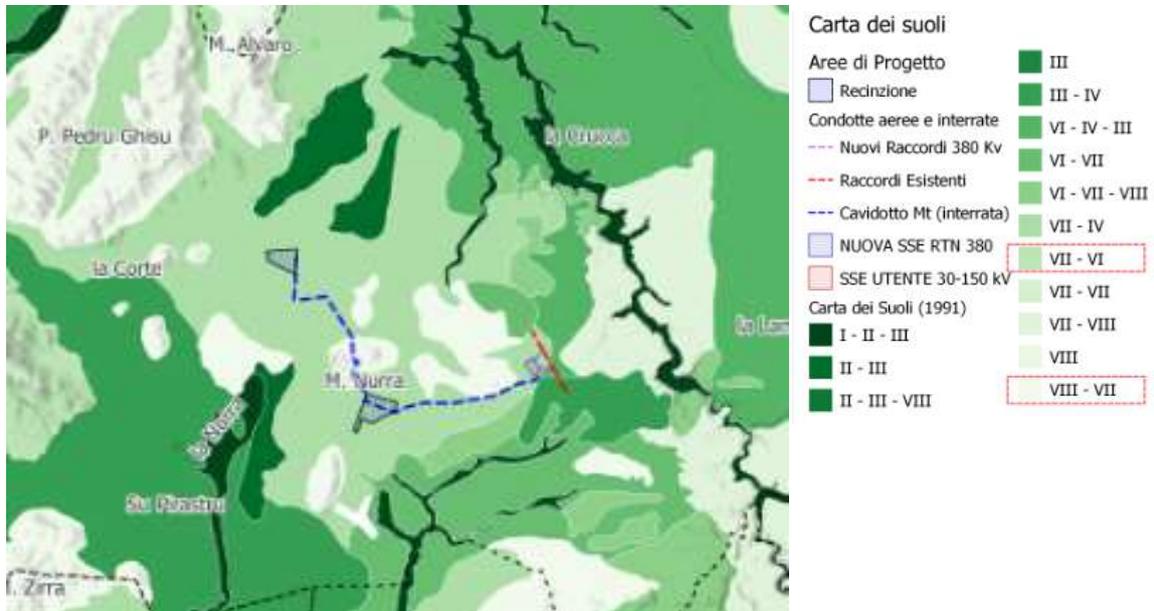
La Nurra costituisce un mosaico di pedopaesaggi estremamente complesso, che si evolve su substrati che datano dal Paleozoico ad oggi, lasciando in questa regione testimoni di rocce e forme estremamente diversificate e composite. Nell'area si alternano rilievi dolci e aspri, altopiani, pianure di origine alluvionale, eolica, deltizia e di retrospiaggia, falesie stagni e spiagge. A ciò si somma una grande variabilità delle associazioni vegetali naturali (gariga, macchia e rimboschimenti) e dell'attività agricola sia intensiva (vigneti DOC, oliveti, orti) che estensiva (seminativi). Preliminarmente ai rilievi di campo è stata operata una raccolta della cartografia tematica già esistente sull'area, utilizzabile come documentazione di base su cui impostare ed elaborare lo studio pedologico dell'area oggetto di intervento. A livello bibliografico è stata invece raccolta tutta la documentazione disponibile che riguardasse i tematismi d'interesse (geologia, morfologia, paesaggio).



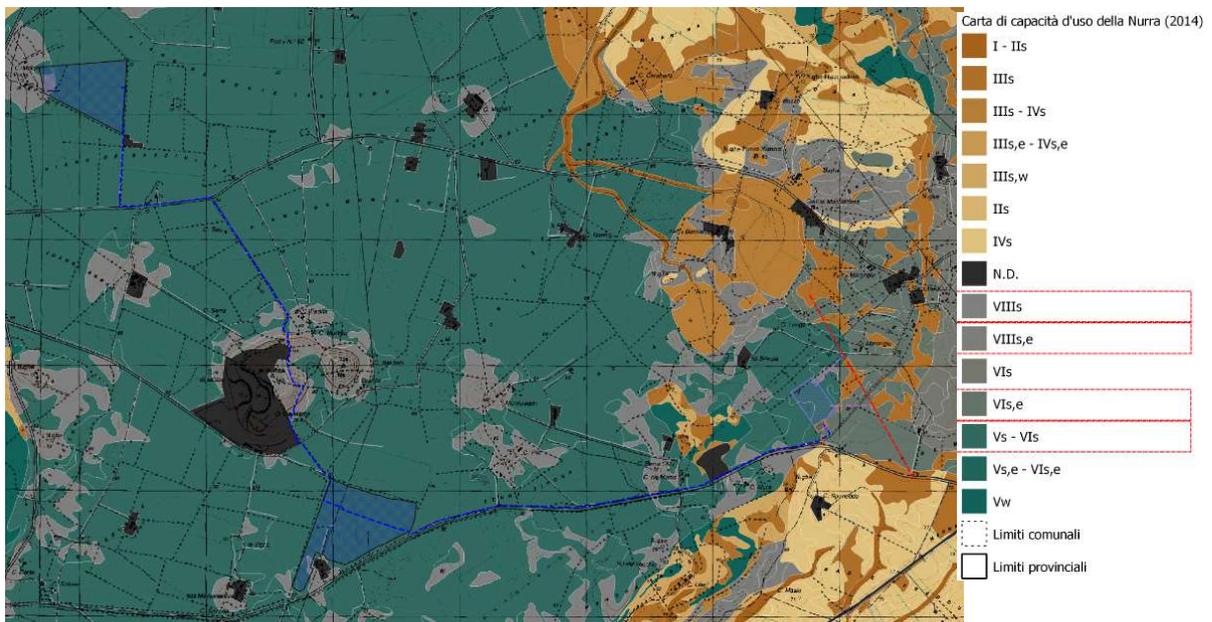
35 – carta dei suoli in riferimento
alle aree di progetto

In relazione alle aree di intervento, dal punto di vista della carta dei suoli, le zone di realizzazione del parco agrovoltatico rientrano nell'unità cartografica A2. Sono suoli il cui substrato risulta formato da calcari, dolomie e calcari dolomitici del Paleozoico e del Mesozoico e relativi depositi di versante. L'area in cui tali suoli risultano principalmente diffusi riguarda la Nurra ma anche Supramonte, Golfo di Orosei, Sarcidano, M. Tonneri, Gerrei, Iglesias e Sulcis e corrisponde all'1,74% della superficie sarda. Le forme presenti risultano essere accidentate, da aspre a subpianeggianti, con un salto di quota da 0 a 900 m s.l.m.. I suoli predominanti sono rappresentati da Lithic e Typic Xerorthents, Lithic e Typic Rhodoxeralfs, Lithic e Typic Xerochrepts, Rock outcrop. Mentre per i suoli subordinati si annoverano gli Haploxerolls. Sono terreni con profili A-R, A-Bt-R e A-Bw-R, con struttura poliedrica angolare e subangolare, grumosa; caratterizzati da roccia affiorante, da poco profondi a profondi, da franco sabbioso argillosi ad argillosi, da mediamente a poco permeabili, neutri, saturi, con una erodibilità elevata. I carbonati risultano assenti, la CSC elevata e un contenuto in sostanza organica da media a

elevata. L'uso attuale risulta essere ceduo di leccio e pascolamento controllato. Le limitazioni d'uso di tali suoli sono da imputare all'elevata rocciosità e pietrosità, alla scarsa profondità degli stessi e ai forti pericoli erosivi. La classe di capacità d'uso di tali suoli risulta essere VII-IV.



36 – carta dei suoli e relative Classi d'uso in riferimento alle aree di progetto (1991)



37 – carta dei suoli e relative Classi d'uso in riferimento alle aree di progetto (Nurra 2014)

Com'è noto, la formazione del suolo è la risultante dei molteplici fattori fisici che intervengono all'interno di un determinato territorio (geologia, litologia, stratigrafia, morfologia, regime termo pluviometrico...) sui quali si innesta l'azione più o meno intensa e prolungata dell'uomo.



38 – particolare della natura dei suoli

5.2 Land Capability Classification Model

Il Land Capability Classification Model (LCC) è un modello di valutazione categorico della Capacità di Uso di un territorio⁶ all'uso agricolo, proposto a partire dal 1943 dal Servizio del Suolo dell'U.S. Dept. of Agriculture e pubblicato nella sua versione definitiva nel 1961, (Klingebiel e Montgomery). Il LCC è un sistema categorico che permette di raggruppare, in un numero ridotto e definito di classi, porzioni di territorio omogenee nella loro intensità d'uso. Il numero di categorie ammissibili è in funzione delle proprietà del suolo e del territorio in grado di imporre delle limitazioni⁸ permanenti all'uso agricolo. Nel LCC il territorio che viene classificato al più elevato livello di capacità d'uso dovrebbe essere sia il più versatile, sia permettere la più ampia scelta di colture e usi. In queste superfici la scelta della coltura o dell'uso è in funzione delle capacità dell'imprenditore, delle richieste del mercato o degli usi locali. Le classi successive registrano la natura e la gravità delle limitazioni presenti che riducono progressivamente la scelta delle possibili colture, dei sistemi di irrigazione, della meccanizzazione delle operazioni colturali. L'ultima classe di capacità d'uso raggruppa porzioni di territorio nelle quali le limitazioni sono di natura e gravità tale da destinare le aree alle sole coperture forestali finalizzate alla protezione del suolo. La LCC articola il giudizio nei seguenti tre livelli:

- i- Classe, il giudizio è in funzione della gravità delle limitazioni, è indicata numeri romani, nel modello originale da I a VIII;
- ii- Sottoclasse, permette la qualificazione delle limitazioni. È indicata da lettere minuscole apposte al simbolo della classe.

Sono state proposti, altresì, 4 gruppi di limitazioni che di seguito si riportano:

- e- limitazioni dovute a gravi rischi di processi erosivi;
- w- limitazioni dovute a eccessi di ristagno idrico nel suolo;
- s- limitazioni nel suolo nello strato esplorato dalle radici;
- c- limitazioni di natura climatica.

iii- Unità di LCC, permette di indicare le richieste di gestione colturale tramite uno o più numeri arabi apposti al simbolo della sottoclasse.

L'elevato numero di informazioni necessarie per definire le unità di LCC ne consente la definizione solo a scala di maggior dettaglio su areali limitati quali piccoli comprensori o raggruppamenti di aziende.

La LCC è una classificazione interpretativa basata sulle caratteristiche e qualità del territorio. La copertura vegetale, compresi gli arbusti, alberi ecc., non è considerata una caratteristica permanente. I territori ascritti alla stessa classe sono simili nella gravità delle limitazioni, ma essendo possibile ascrivere alla stessa classe suoli tra di loro differenti, non lo sono necessariamente nella natura delle limitazioni, né nella richiesta di pratiche gestionali. La LCC non permette di quantificare il livello di produttività per una specifica coltura nonostante il livello di input produttivi e la stessa produttività siano di aiuto nella determinazione della classe. Ai fini della valutazione di un territorio si deve fare riferimento ad un livello di gestione aziendale moderatamente elevato. La LCC non indica l'uso più remunerativo a cui può essere destinato il territorio; se le limitazioni d'uso sono facilmente eliminabili o sono state comunque eliminate, la valutazione deve fare riferimento al livello di gravità di quelle rimanenti dopo gli interventi di miglioramento. La valutazione LCC di un territorio può essere modificata se la stessa viene sottoposta a interventi di bonifica in grado di modificare o eliminare in modo permanente le limitazioni e la natura e/o delle superfici interessate dalle stesse limitazioni. L'attribuzione ad una classe di LCC può essere modificata in seguito alla acquisizione di nuove informazioni sui suoli. Le distanze dai mercati, natura delle strade, capacità e risorse dei singoli operatori non sono criteri utilizzabili ai fini della valutazione LCC.

Land Capability Class	Usi naturalistici	Colture estensive				Colture intensive			
		Foresta-zione	Limitato	Moderato	Intenso	Limitato	Moderato	Intenso	Molto intenso
I									
II									
IV									
V									
VI									
VII									
VIII									

39 - Classi di Land Capability e livello di intensità d'uso (da Mc Rae et Burnham, 1981, modificato)

5.3 LCC: classi e sottoclassi in merito alle aree di progetto (Nurra 2014)

Secondo l'ultima classificazione in merito alla capacità d'uso suolo relativa ai siti in esame, si riportano le principali indicazioni in merito alle classi e sottoclassi per i suoli considerati. Come si evince dalla cartografia sopra menzionata, le aree di intervento rientrano nelle seguenti classi:

- Vs-Vis;
- Vis,e;
- VIIIs,e;
- VIII.

Classe V: i suoli in classe V non hanno o hanno ridotti rischi di erosione, ma hanno altre limitazioni, non rimovibili, che limitano il loro uso al pascolo naturale o migliorato, al rimboschimento finalizzato anche alla produzione di legname da opera, alla raccolta dei frutti selvatici e ad usi turistici e ricreativi. I suoli di classe V hanno limitazioni che restringono il genere delle specie vegetali che possono crescere o che impediscono le normali lavorazioni colturali. Benché quasi pianeggianti alcuni suoli in classe V, sono interessati, anche in combinazione tra loro, da eccessiva umidità, da frequenti inondazioni, pietrosità superficiale o da limitazioni di natura climatica. Esempi di suoli in classe V sono quelli su aree depresse soggette a frequenti inondazioni che riducono la normale produzione delle colture, su superfici pianeggianti ma interessate da elevata pietrosità e rocciosità affiorante, aree eccessivamente umide dove il drenaggio non è fattibile, ma dove i suoli sono adatti al pascolo e agli alberi. A causa di queste limitazioni, non è possibile la coltivazione delle colture più comuni. È possibile il pascolo, anche migliorato, e possono essere attesi dei benefici economici da una loro attenta gestione.

Classe VI: i suoli in classe VI hanno severe limitazioni che li rendono generalmente non adatti agli usi agricoli e limitano il loro utilizzo al pascolo, al rimboschimento, alla raccolta dei frutti selvatici e agli usi naturalistici. Le condizioni fisiche dei suoli attribuiti a questa classe possono richiedere interventi di

miglioramento dei pascoli quali infittimento della cotica, calcinazioni, apporti di fertilizzanti e controllo delle acque in eccesso mediante solchi, dreni, deviazione di corpi idrici, ecc. Questi suoli presentano limitazioni che non possono essere corrette quali pendenze elevate, rischi severi di erosione idrica ed eolica, gravi effetti di processi pregressi, strato esplorabile dalle radici poco profondo, eccessiva umidità del suolo o presenza di ristagni idrici, bassa capacità di ritenzione idrica, salinità e sodicità o condizioni climatiche non favorevoli. Una o più di queste limitazioni possono rendere il suolo non adatto alle colture. Possono comunque essere destinati, anche in combinazione tra loro, al pascolo migliorato e naturale, rimboschimenti finalizzati anche alla produzione di legname da opera, Alcuni suoli ascritti alla classe VI, se sono adottate tecniche di gestione intensive, possono essere destinati alle colture agrarie più comuni. Altri possono essere destinati a colture speciali quali frutteti, mirtilli o simili, che richiedono condizioni pedologiche differenti da quelli richieste dalle colture agrarie più comuni. In funzione delle caratteristiche pedologiche e delle condizioni climatiche locali le aree ascritte alla classe VI possono essere da adatte a poco adatte al rimboschimento finalizzato alla produzione di legname. Classe VIII: i suoli e i territori in classe VIII hanno limitazioni che precludono la loro destinazione a coltivazioni economicamente produttive e che restringono il loro uso alle attività ricreative, naturalistiche, realizzazione di invasi o a scopi paesaggistici. Dai suoli e dai territori ascritti alla classe VIII non è possibile attendersi significativi benefici da colture agrarie, pascoli e colture forestali. Benefici possono essere ottenibili dagli usi naturalistici, protezioni dei bacini e attività ricreative. Limitazioni che non possono essere corrette o eliminate possono risultare dagli effetti dell'erosione in atto o pregresse, elevati rischi di erosione idrica ed eolica, condizioni climatiche avverse, eccessiva umidità del suolo, pietrosità superficiale elevata, bassa capacità di ritenzione idrica, salinità e sodicità elevata. Aree marginali, rocciosità affiorante, spiagge sabbiose, aree di esondazione, scavi e discariche sono incluse nella classe VIII. Nelle aree in classe VIII possono essere necessari interventi per favorire l'impianto e lo sviluppo della vegetazione per proteggere aree adiacenti di maggiore valore, per controllare i processi idrogeologici, per attività naturalistici e per scopi paesaggistici.

In merito alle sottoclassi quelle riscontrate sulle aree di progetto si riferiscono alla "e" e "s". Di seguito si riporta una sintesi relativa a tali sottoclassi.

Sottoclasse e (erosione): in questa sottoclasse ricadono aree dalle pendenze elevate che sono soggette a gravi rischi di erosione laminare o incanalata o dove l'elevato rischio di ribaltamento delle macchine agricole rallenta fortemente o impedisce la meccanizzazione delle operazioni colturali. Alle pendenze elevate è spesso associata la ridotta copertura vegetale derivante anche da precedenti errate pratiche agricole.

Sottoclasse s (soil), in questa sottoclasse vengono ascritte le aree interessate da limitazioni dovute alle caratteristiche del suolo, quali ridotta potenza, tessitura eccessivamente fine o grossolana, elevata pietrosità superficiale o rocciosità affiorante, bassa capacità di ritenzione idrica, ridotta fertilità, presenza di salinità e sodicità.

Classi LCC	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
Parametri	Suoli adatti agli usi agricoli				Suoli adatti al pascolo e alla forestazione				Suoli inadatti ad usi agro-silvo-pastorali
Pendenza (%)	≤ 2,5	> 2,5 - ≤ 8	> 8 - ≤ 15	> 15 - ≤ 25	≤ 2,5	> 25 - ≤ 35	> 25 - ≤ 35	> 35	
Quota m s.l.m.	≤ 600	≤ 600	≤ 600	> 600 - ≤ 900	> 600 - ≤ 900	> 900 - ≤ 1300	> 900 - ≤ 1300	> 1.300	
Pietrosità superficiale (%) A: ciottoli grandi (15-25 cm) B: pietre (>25 cm)	assente	A ≤ 2	A >2 - ≤ 5	A >5 - ≤ 15	A>15 - ≤ 25 B= 1 - ≤ 3	A>25 - ≤ 40 B >3 - ≤ 10	A>40 - ≤ 80 B>10 - ≤ 40	A>80 B>40	
Roccosità affiorante (%)	assente	assente	≤ 2	>2 - ≤ 5	>5 - ≤ 10	>10 - ≤ 25	>25 - ≤ 50	>50	
Erosione in atto	assente	assente	Erosione idrica laminare e/o eolica, debole Area 0 - 5%	Erosione idrica laminare e/o a rigagnoli e/o eolica, moderata Area 5 - 10%	Erosione idrica laminare e/o eolica, debole Area 0 - 5%	Erosione idrica laminare e/o a rigagnoli severa Area 10 - 25%	Erosione idrica laminare e/o a rigagnoli o a fossi o movimenti di massa, estrema Area >50%	Erosione idrica laminare e/o a rigagnoli o a fossi o movimenti di massa, estrema Area >50%	
Profondità del suolo utile per le radici (cm)	>100	>100	> 50 - ≤ 100	> 25 - ≤ 50	> 50 - ≤ 100	> 25 - ≤ 50	> 10 - ≤ 25	≤ 10	
Tessitura orizzonte superficiale ¹	S, SF, FS, F, FA	L, FL, FAS, FAL, AS, A	AL	----	----	----	----	----	
Scheletro orizzonte superficiale ² (%)	<5	≥ 5 - ≤ 15	>15 - ≤ 35	>35 - ≤ 70	>70 Pendenza ≤ 2,5%	>70	>70	>70	
Salinità (mS cm ⁻¹)	≤ 2 nei primi 100 cm	>2 - ≤4 nei primi 40 cm e/o >4 - ≤ 8 tra 50 e 100 cm	>4 - ≤8 nei primi 40 cm e/o >8 tra 50 e 100 cm	>8 nei primi 100 cm	Qualsiasi				
Acqua disponibile (AWC) fino alla profondità utile ³ (mm)	>100		> 50 - ≤ 100	> 25 - ≤ 50	> 50 - ≤ 100	> 25 - ≤ 50		≤ 25	
Drenaggio interno	Ben drenato	Moderatamente ben drenato	Piuttosto mal drenato o eccessivamente drenato	Mal drenato o Eccessivamente drenato	Molto mal drenato	Qualsiasi drenaggio			

¹Si considera come orizzonte superficiale lo spessore di 40 cm che corrisponde al valore medio di un orizzonte Ap o di un generico epipedon

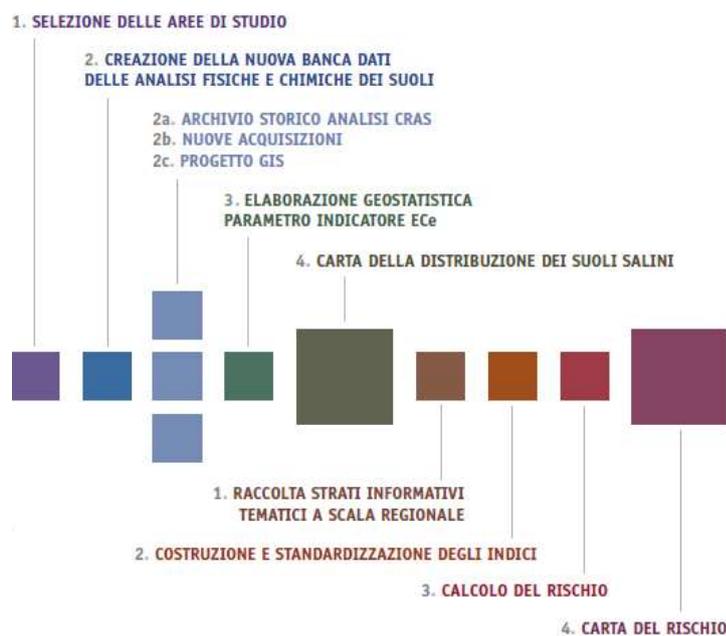
²Idem

³Riferita al 1° metro di suolo o alla profondità utile se inferiore a 1 m

40 - modello LCC per la Carta delle U.d.T. degli ambiti costieri del PPR Sardegna

5.4 Carta della salinizzazione

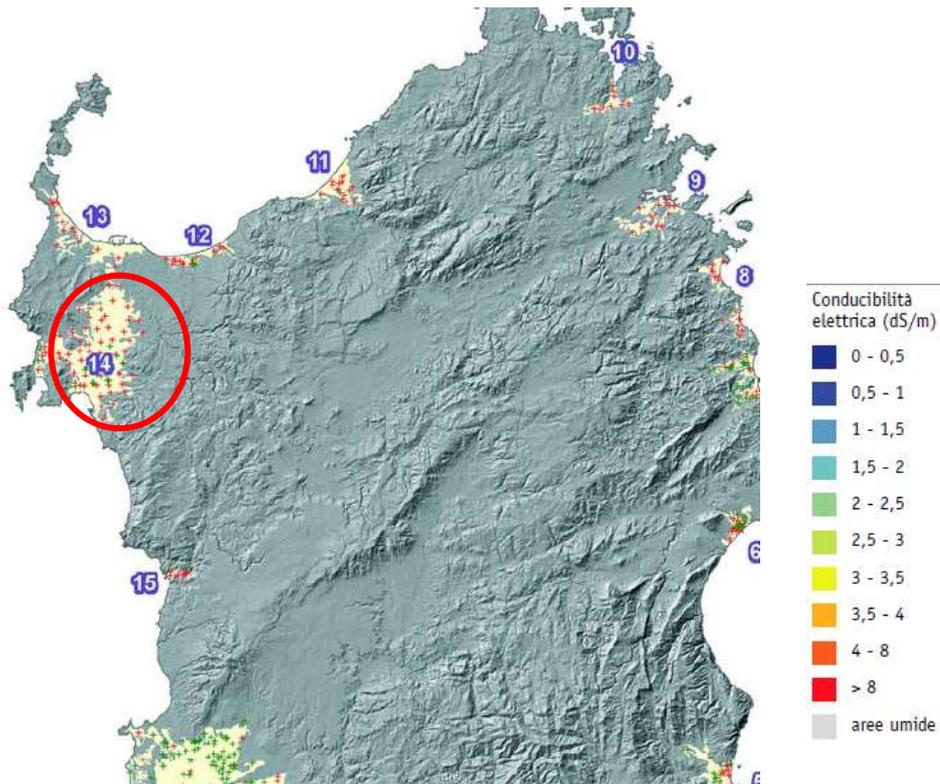
La salinizzazione è un processo di degrado dei suoli ampiamente studiato dalla comunità scientifica internazionale per le importanti implicazioni riconosciute oramai non solo in campo agronomico ma a livello ambientale tout court (Monteleone, 2006). La salinizzazione è soprattutto un problema di desertificazione, che si realizza e acuisce in particolar modo nelle regioni a clima arido e semi-arido con manifestazioni e intensità diversamente apprezzabili. Il fenomeno consiste nel progressivo accumulo di sali solubili nel suolo. Può essere distinto in due tipi: salinità primaria, di origine naturale, e salinità secondaria, indotta dall'uomo attraverso pratiche agricole non adeguate e un uso del territorio non sostenibile (irrigazione con acque non idonee, abuso di concimi minerali, eccessivi emungimenti dalle falde, cementificazione degli alvei, ecc.). I processi di accumulo si manifestano in particolar modo nelle pianure agricole costiere, che per loro natura risultano sensibili a fenomeni di ingressione marina, ma anche in molte pianure agricole irrigue interne dove il rischio di salinizzazione è di norma dovuto all'utilizzo di acque di scarsa qualità, spesso aggravato dalla presenza di suoli con proprietà che limitano una buona lisciviazione dei sali, come la presenza di orizzonti impermeabili e la sfavorevole posizione fisiografica. La salinizzazione si manifesta attraverso la riduzione della biodiversità, lo sviluppo stentato delle coltivazioni e, più in generale, con la riduzione della fertilità del suolo e delle produzioni agrarie.



41 – criteri di realizzazione della carta della salinizzazione

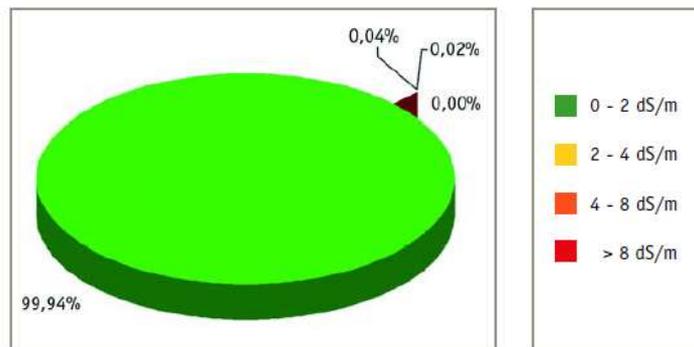
ID	AREE DI STUDIO	Superficie in ettari	Numero di campioni	
			nuovi prelievi	dati esistenti
1	S. Priamo	1.722	13	11
2	Muravera – Villaputzu – S. Vito	1.509	-	230
3	Quirra	1.265	15	9
4	Barisardo	2.239	12	92
5	Tortolì	3.350	15	60
6	Orosei	1.266	15	21
7	Posada	2.209	10	42
8	Budoni – San Teodoro	1.270	13	-
9	Olbia	2.325	13	1
10	Arzachena	1.282	9	2
11	Valledoria	2.866	15	1
12	Sorso	1.490	12	22
13	Porto Torres – Giunco	2.530	17	-
14	Nurra	18.623	72	-
15	Bosa	165	7	5
16	Isola di S. Antioco	2.121	13	8
17	Isola di S. Pietro	592	20	5
18	Basso Sulcis – P.ta de S'Aliga	12.212	38	21
19	Pula	3.468	10	5
20	Campidano – Cixerri – Marmilla	184.531	112	581
	TOTALE	247.144	431	1116

42 – Area campionata per la predisposizione della cartografia

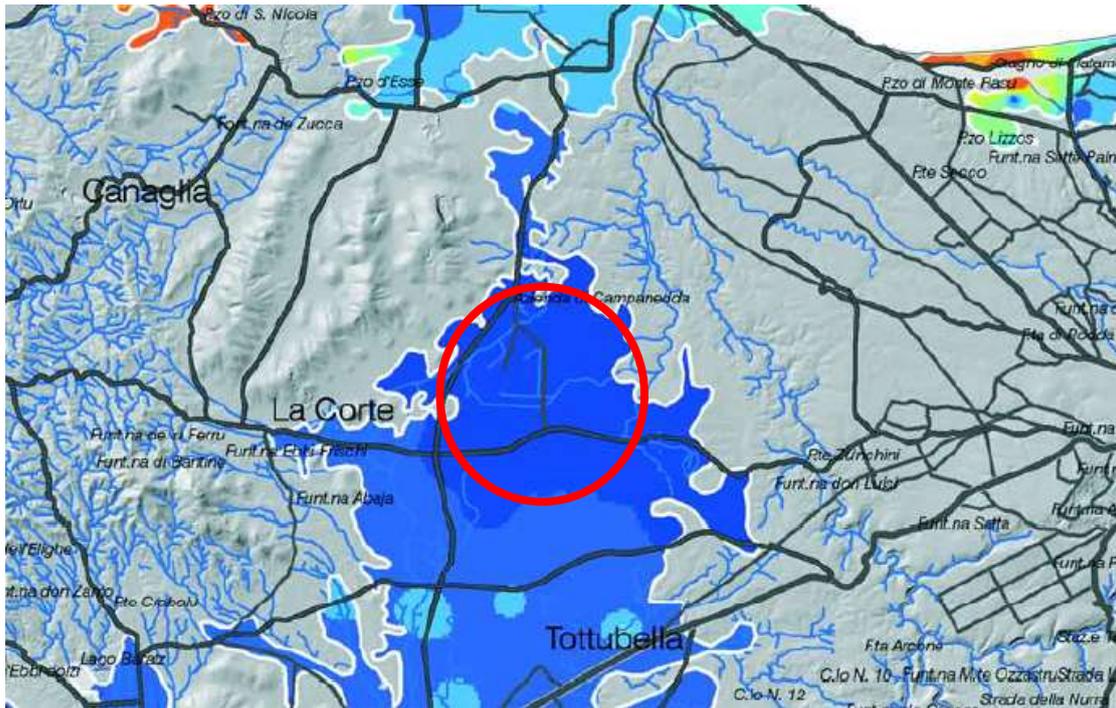


43 – Area campionata – zona 14 Nurra

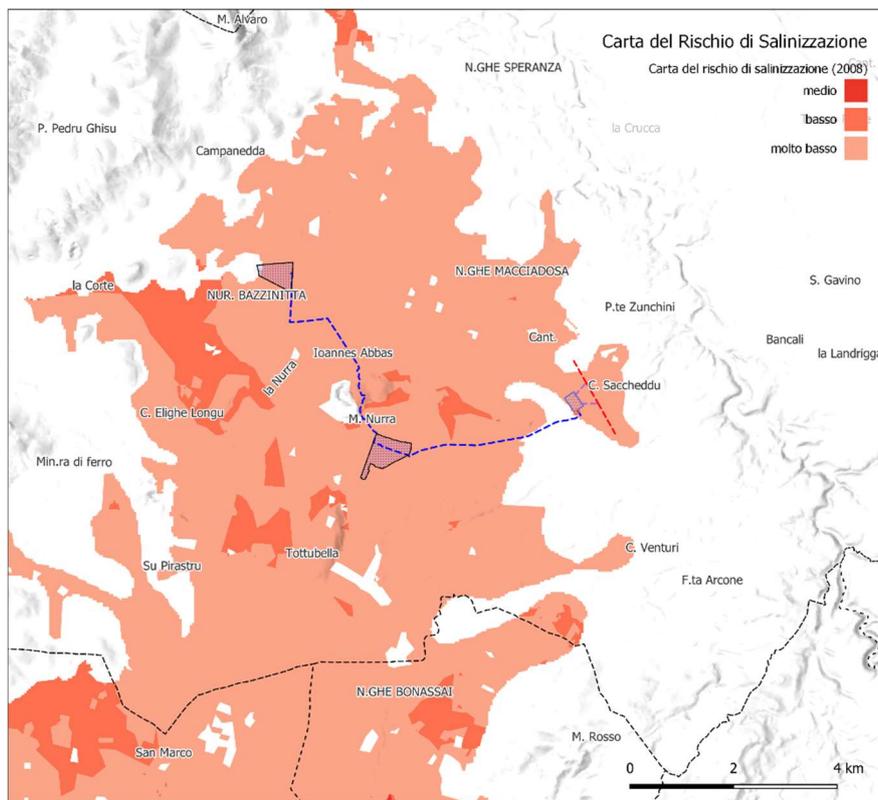
classi di Ece	area in ettari	%
0 - 0,5	6306	33,86
0,5 - 1	11822	63,48
1 - 1,5	472	2,54
1,5 - 2	10	0,05
2 - 2,5	3	0,02
2,5 - 3	2	0,01
3 - 3,5	2	0,01
3,5 - 4	2	0,01
4 - 8	4	0,02
>8	0	0,00
totale	18623	100,00



44 – Ripartizione % dei suoli per classi di Ece in relazione alla Nurra



45 – conducibilità elettrica in relazione alle aree di progetto



46 – carta del rischio di salinizzazione con riferimento al layout di progetto

6. 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 Adeg et alii, 2018. "Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, and water-use efficiency") ha analizzato l'impatto di una installazione di pannelli fotovoltaici della capacità di 1,4 Mw (avvenuta su un terreno a pascolo di 2,4 ha in una zona semi-arida dell'Oregon) sulle grandezze micrometeorologiche dell'aria, sull'umidità del suolo e sulla produzione di foraggio. I pannelli hanno determinato un aumento dell'umidità del suolo, mantenendo acqua disponibile alla base delle radici per tutto il periodo estivo di crescita del pascolo, in un terreno che altrimenti sarebbe diventato, in assenza di pannelli, asciutto.

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

L'idea, pertanto, sarà quella di garantire il rispetto del contesto paesaggistico-ambientale e la possibilità di continuare a svolgere attività agricole proprie dell'area con la convinzione che la presenza di un impianto solare su un terreno agricolo non significa per forza riduzione dell'attività agraria. Si può quindi ritenere di fatto un impianto a doppia produzione: al livello superiore avverrà produzione di energia, al livello inferiore, sul terreno fertile, la produzione di colture avvicendate secondo le logiche di un'agricoltura tradizionale e attenta alla salvaguardia del suolo. Alcune iniziative sperimentali realizzate in Germania, negli Stati Uniti, in Cina ed ora anche in Italia confermano la praticabilità di questo "matrimonio". Da una sperimentazione presso il Fraunhofer Institute è stato rilevato che sia la resa agricola che quella solare sono risultate pari all'80-85% rispetto alle condizioni di un suolo senza solare così come di un terreno destinato al solo fotovoltaico. Ciò significa che è stato raggiunto un valore di LER ("land equivalent ratio") pari a 1,6-1,65 (ovvero di gran lunga superiore al valore unitario che indica un semplice effetto additivo fra le due tipologie d'uso interagenti), evidenziando la rilevante convenienza ad esplicitare i due processi produttivi in "consociazione" fra loro (volendo impiegare un termine propriamente agronomico). L'agricoltura praticata in "unione" con il fotovoltaico consentirebbe di porre in essere le migliori tecniche agronomiche oggi già identificate e di sperimentarne di nuove, per conseguire un significativo risparmio emissivo di gas clima-alteranti, incamerare sostanza organica nel suolo e pertanto sequestrare carbonio atmosferico, adottare metodi "integrati" di controllo dei patogeni, degli insetti dannosi e delle infestanti, valorizzare al massimo le possibilità di inserire aree d'interesse ecologico ("ecological focus areas") così come previste dal "greening" quale strumento vincolante della "condizionalità" (primo pilastro della PAC), per esempio creando fasce inerbite a copertura del suolo collocate immediatamente al di sotto dei pannelli fotovoltaici, parte integrante di un sistema di rete ecologica opportunamente progettato ed atto a favorire la biodiversità e la connettività ecosistemica a scala di campo e territoriale. Si porrebbero dunque le condizioni per una piena realizzazione del modello "agro-energetico", capace d'integrare la produzione di energia rinnovabile con la pratica di un'agricoltura innovativa, integrata o addirittura biologica, conservativa delle risorse del suolo, rispettosa della qualità delle acque e dell'aria. Tale modello innovativo vedrebbe pienamente il fotovoltaico come efficace strumento d'integrazione del reddito agricolo capace di esercitare un'azione "volano" nello sviluppo del settore agricolo.

Anche in un'ottica di medio-lungo periodo, il sistema non solo non determina peggioramenti della potenzialità produttiva dopo l'eventuale dismissione dell'impianto, ma, anzi, può portare ad un miglioramento della fertilità dell'area, applicando una gestione sostenibile delle colture effettuate. L'efficienza del sistema, sia in termini di produzione di energia che di produzione agraria, è migliorata con l'utilizzo di pannelli mobili, che si orientano nel corso della giornata massimizzando la radiazione diretta intercettata, lasciando però circolare all'interno del sistema una quota di radiazione riflessa (e di aria) che permette una buona crescita delle piante. Gli studi condotti finora evidenziano come l'output

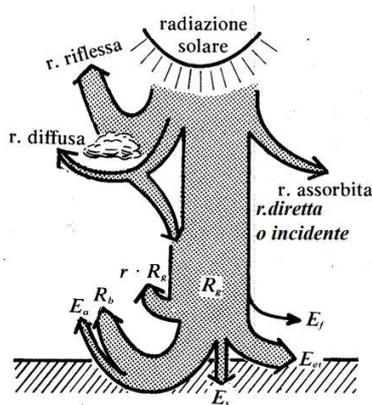
energetico complessivo per unità di superficie (Land Equivalent Ratio – LER), in termini di produzione agricola e di energia sia superiore nei sistemi agri-voltaici rispetto a quanto ottenibile con le sole implementazioni agricole o energetiche in misura compresa tra il 30% ed il 105% (Amaducci et al., 2018).

7. 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.

7.1 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 Ea \pm Es \pm Eet \pm Ef
Ea = energia per riscaldare l'aria
Es = energia per riscaldare il suolo
Eet = energia per l'evapotraspirazione
Ef = energia per la fotosintesi*

BILANCIO RADIATIVO

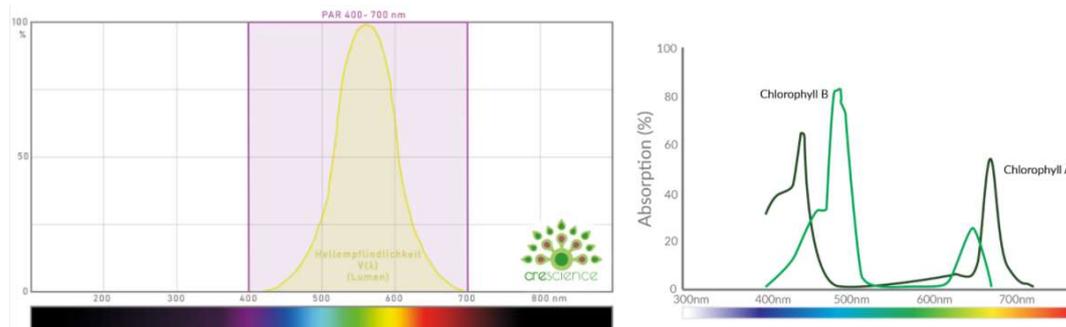
• La radiazione netta (Rn) che costituisce l'effettivo apporto energetico al suolo, è dato da:

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

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

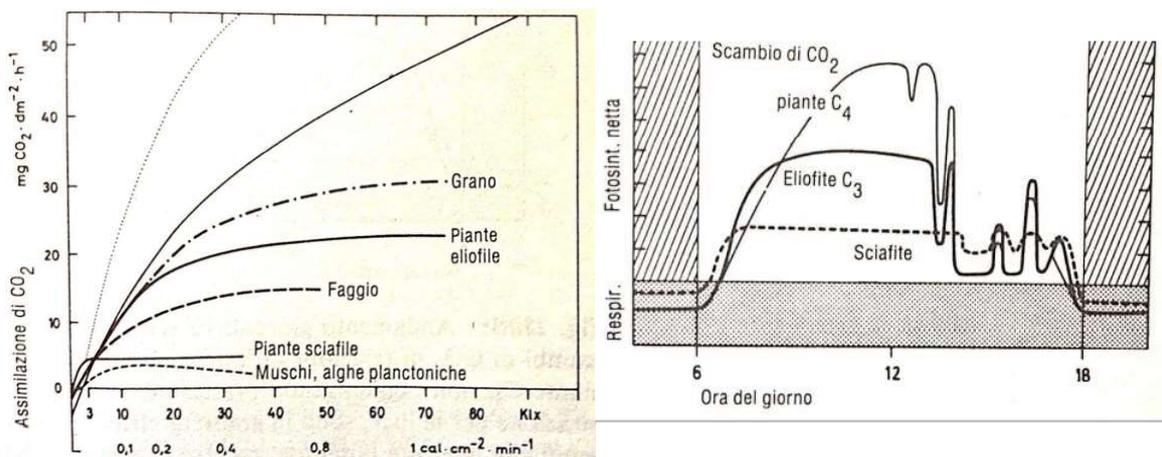
47 – il bilancio radiativo

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).



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

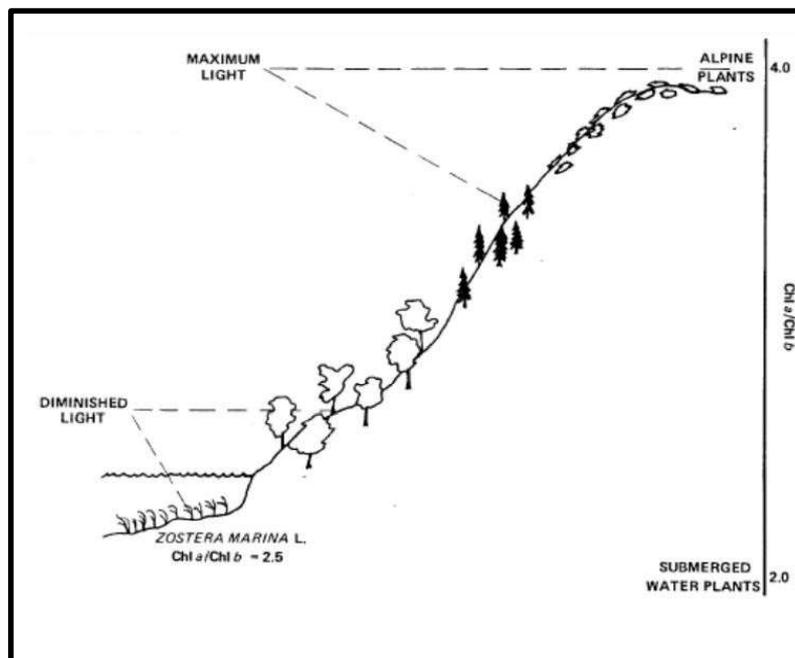
A seconda del loro adattamento a differenti intensità di illuminazione, piante diverse (così come foglie presenti in punti diversi della pianta) mostrano curve di assimilazione della CO₂ differenti. Le piante possono tendenzialmente essere suddivise in eliofile (alti valori di fotosaturazione, migliore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



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



49 – gli effetti della luce in funzione dell'altimetria

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

Elenco parziale di piante brevidiurne, neutrodiurne e longidiurne.

Monocotiledoni	Dicotiledoni
Brevidiurne	
Riso (<i>Oryza sativa</i>)	Chenopodium (<i>Chenopodium</i> spp.) Crisantemo (<i>Chrysanthemum</i> spp.) Fragola (<i>Fragaria ananassa</i>) Tabacco (<i>Nicotiana tabacum</i>)
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

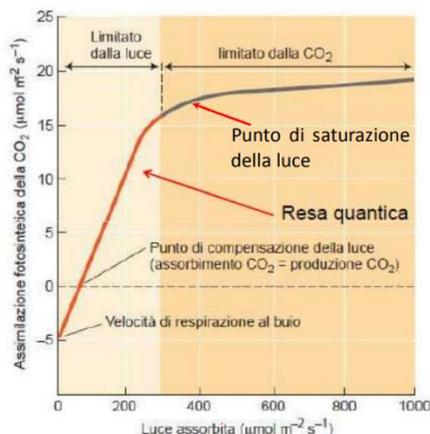
passano in fase riproduttiva quando il periodo di illuminazione supera le 14 ore giorno

50 – esempi di piante in funzione del fotoperiodo

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

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

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



51 – 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:

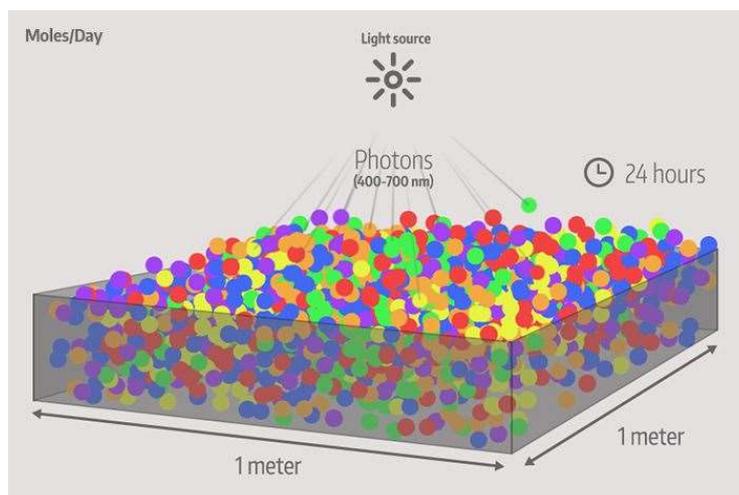
- ingiallimento e caduta prematura delle foglie;
- eziolatura (perdita di colore naturale);
- mancata ramificazione;
- disseccamento e caduta dei rami bassi;
- steli esili, poco lignificati o allungati;
- scarsa fertilità (es. mais).

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)

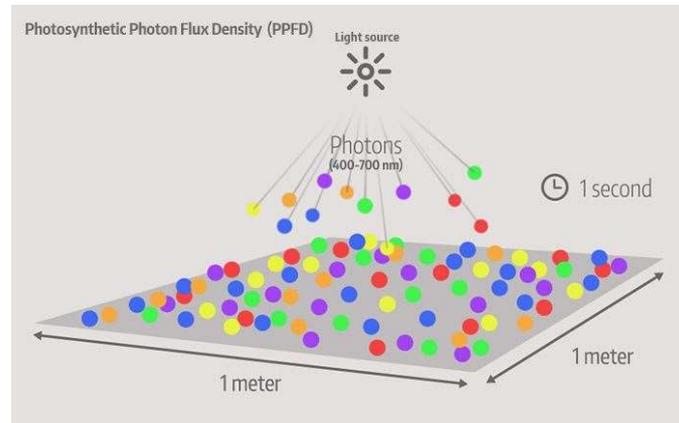
Il PAR indica un intervallo di lunghezza d'onda della luce compreso tra i 400 e 700 nanometri ($0.4 < \text{PAR} < 0.7 \mu\text{m}$ (PAR medio = $0.55 \mu\text{m}$)) che corrisponde alla lunghezza d'onda ottimale per la fotosintesi delle piante. Particelle di luce di lunghezze d'onda inferiore conducono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



52 – 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.



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

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

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

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

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

PLANT Common Name (Genus/species/Auth.)	Nut ²	pH ³	Propagation			Vegetative			Flower Initiation/Dev.			Fruit/Seed Dev.			Comments
			Light ⁴	Photo-period Hrs/Day	Temp. (°C) L/Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs/Day	Temp. (°C) L/Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs/Day	Temp. (°C) L/Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs/Day	Temp. (°C) L/Dark	
African Violet <i>Saintpaulia ionantha</i> H. Wendl.	M	N	V	12	23/23	L	12	23/23	L	12	23/23				Leaf-petiole cuttings.
Ageratum <i>Ageratum houstanianum</i> Mill.	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	>16	25/25	M	>16	25/25	Little flowering if photoperiod <12. High requirement for K & Mg.
Alstroemeria (Peruvian Lily) <i>Alstroemeria</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	25/23	H	12-20	25/20	Break bud dormancy: 2000 to 2500 hrs at 4 C
Arabidopsis <i>Arabidopsis thaliana</i> L. Heynh.	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, 5C for six weeks required for flower development after initiation
Barley <i>Hordeum vulgare</i> L.	M	N	M	12	23/18	M	12	23/18	M	16-24	23/18	M	16-24	23/18	

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

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

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

PLANT Common Name (Genus species Auth.)	Nut ²	pH ³	Propagation			Vegetative			Flower Initiation/Dev.			Fruit/Seed Dev.			Comments
			Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	
Pharbitis <i>Pharbitis Nil</i> (L.) Roth	L	N	L	16	25 / 25	M	16	25 / 25	M	8	30 / 30				
Pigeeweed <i>Amaranthus</i> spp.	M	N	M	>16	25 / 20	M	>16	25 / 20	M	8	25 / 20				
Poinsettia <i>Euphorbia pulcherrima</i> Wild. ex Klotzch	H	N	L	>14	25 / 20	M	>14	25 / 20	M	10	25 / 18				5-cm cuttings with 2500 ppm IBA.
Potato, Sweet <i>Solanum tuberosum</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				

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

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

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

PLANT Common Name (Genus species Auth.)	Nut ²	pH ³	Propagation			Vegetative			Flower Initiation/Dev.			Fruit/Seed Dev.			Comments
			Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L / Dark	
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 2600 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>Schubertiana francisci</i> (How. 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>Celastrus herbaceus</i> Voss	M	N	L	12	20 / 20	M	>18	20 / 15	M	<8 >18	20 / 15 20 / 15				Two pre-anthesis stages: 6 wks short day and cool; 4-5 wks long day.
Carnation <i>Dianthus caryophyllus</i> L.	H	N	L	>12	20 / 15	M	<12	20 / 15	M	>12	18 / 13				4 wks long day initiates buds.
Cherry <i>Prunus</i> spp.	M	N				H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	Break bud dormancy: 750 to 2000 hrs at 4 C.
Chrysanthemum <i>Chrysanthemum grandiflorum</i> (Ramato) Klum	H	N	L	16	23 / 23	M	16	25 / 18	M	10	25 / 15				5 cm cuttings with 2500 ppm IBA.

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

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

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

PLANT Common Name (Genus species Auth.)	Nut ²	pH ³	Propagation			Vegetative			Flower Initiation/Dev.			Fruit/Seed Dev.			Comments
			Light ⁴	Photo- period Hrs / Day	Temp. (°C) L/Dark	Light ⁴	Photo- period Hrs / Day	Temp. (°C) L/Dark	Light ⁴	Photo- period Hrs / Day	Temp. (°C) L/Dark	Light ⁴	Photo- period Hrs / Day	Temp. (°C) L/Dark	
Silene <i>Silene arvensis</i> L.	L	N	D	N/A	25 / 25	M	8	20 / 20	M	16	20 / 20				
Sinapis <i>Sinapis alba</i> L.	L	N	M	12-20	25 / 25	M	12-20	20 / 20	M	8	20 / 20				
Snapdragon <i>Antirrhinum majus</i> L.	H	N	M	>12	23 / 23	M	>12	25 / 15	M	>12	20 / 13				Sow seed on top of moist media. 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.

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

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

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

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

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

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

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

PLANT Common Name (Genus species Auth.)	Nut. ²	pH ³	Propagation			Vegetative			Flower Initiation/Dev.			Fruit/Seed Dev.			Comments
			Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L1/ Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L1/ Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L1/ Dark	Light ⁴	Photo-period Hrs / Day	Temp. (°C) L1/ Dark	
Geranium <i>Pelargonium</i> spp.	M	N	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20				
Gerbera (Transvaal Daisy) <i>Gerbera jamesonii</i> Bolus ex Hook f.	H	N	L	>12	25 / 20	M	>12	25 / 18	M	>12	25 / 18				Seeds should not dry out.
Gloxinia <i>Sinningia speciosa</i> (Lodd.) Hiem	M	N	L	>12	20 / 20	M	>12	25 / 20	M	>12	25 / 20				Seeds uncovered on top of media.
Grape <i>Vitis</i> spp.	M	N	H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	H	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	Break bud dormancy; 750 to 3000 hrs at 4 C.
Henbane <i>Hyocyamus niger</i> L.	L	N	M	8	25 / 25	M	8	23 / 23	M	16	23 / 20				
Hydrangea <i>Hydrangea macrophylla</i> (Thunb.) Ser.	M	L,N	M	>14	23 / 23	M	>14	25 / 18	M	<14	25 / 15				5-cm cuttings with 2500 ppm IBA. Blue: pH<5.5. Pink: pH=6.5. 5 C for 8 wks required for flower development after initiation
Kalanchoe <i>Kalanchoe blossfeldiana</i> Poinl.	H	N	M	>14	23 / 23	M	>14	23 / 20	M	10	23 / 120				Seed or 5-7 cm cuttings.
Lamb'squarters <i>Chenopodium album</i> L.	M	N	M	>14	25 / 20	M	>14	25 / 20	M	<12	25 / 20	M	<12	25 / 20	
Lettuce <i>Lactuca sativa</i> L.	M	N	L-M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	M	12-20	25 / 20	Tip burn at high light, and high RH. 17 mol m ⁻² day ⁻¹ of PPF suggested.
Liatris (Gayfeather) <i>Liatris</i> spp.	H	N	L	>12	23 / 23	M	>12 Forcing	25 / 15	M	>12	25 / 15				Seed or division of corms. 2 C for 5 wks before forcing period.

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

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

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

8. Coltivare il Melograno (*Punica granatum*): quadro generale

Il melograno (*Punica granatum* L.) è considerato in Italia un “fruttifero minore” in quanto registra una produzione annuale inferiore alle 100.000 ton. Le principali aree di coltivazione nel mondo sono localizzate nei Paesi extraeuropei, con esempi di sistemi produttivi specializzati negli USA e in Israele. In ambito comunitario le uniche aree produttive degne di nota si trovano in Spagna. In Italia la coltivazione del melograno presenta allo stato attuale una limitata diffusione con la presenza di impianti specializzati negli areali centro-mediterranei del Paese. Il melograno è uno dei frutti domesticati più antichi, unitamente a vite, olivo e fico. Il suo nome, *Punica granatum*, deriva dal latino “malum granatum”, ovvero mela con grano, mentre il nome del genere *Punica* si riferisce alla colonia fenicia dell’attuale Cartagine in Tunisia. Il melograno è considerato originario dell’Asia centrale, dall’Iran al Turkmenistan, e dell’India settentrionale. Oggi il melograno è coltivato in tutto il mondo, nelle zone tropicali e sub-tropicali, nel bacino del Mediterraneo e dovunque il microclima ne permetta la coltivazione. È un arbusto caducifoglio, con una spiccata tendenza a ramificare dalla base e a produrre polloni: può pertanto presentare uno o più tronchi a seconda della forma di allevamento. Si adatta bene a diversi climi e svariati suoli adattandosi bene anche in zone in cui altri fruttiferi di maggiore importanza non produrrebbero in maniera economicamente sostenibile. È infatti tollerante alla siccità, alla salinità, alle carenze di ferro, ad alti contenuti di carbonato di calcio e riesce a dare performance elevate anche su suoli poveri e pietrosi. Teme gli eccessi di acqua (ristagni idrici) ed è impiegata soprattutto in zona aride e semiaride. Risulta particolarmente sensibile ai venti che causano sfregamenti dei frutti tra loro e con i rami e le spine causando danni alla buccia e quindi un deprezzamento del prodotto finale.

8.1 Preparazione del sito

Il sito scelto deve assicurare una stagione estiva prolungata e calda, con molte ore di luce per assicurare una buona colorazione, anche se è preferibile proteggere i frutti dall’esposizione diretta alla radiazione solare per garantire un’elevata produttività, qualità e regolare maturazione dei frutti. Inoltre, un’elevata e precoce escursione termica tra giorno e notte favorisce un’intensa e uniforme colorazione dei frutti. Prima dell’impianto sarà importante prevedere:

1. analisi chimico-fisiche del suolo in modo tale da avere un riscontro della situazione di partenza del suolo sul quale poter in seguito costruire un efficace ed efficiente piano di fertilizzazione.
2. una buona concimazione organica di fondo lungo il filare che permette di avere una riserva organica a lenta cessione negli anni con un’attenzione particolare sulla fauna microbica del suolo che costituisce la vita e la capacità rigenerativa del suolo.

Sarà necessaria una lavorazione profonda del suolo. Ciò è necessario in quanto l'impianto è l'unico momento in cui possiamo intervenire sul terreno essendo una coltivazione pluriennale e visto l'uso della pacciamatura. Attraverso questa operazione si mira a favorire un buon sviluppo dell'apparato radicale, presupposto questo, essenziale per un assorbimento efficiente della risorsa idrica e delle risorse nutrizionali che saranno apportate mediante fertirrigazione e per creare un ambiente adatto ad un adeguato sviluppo della fauna microbica. È fortemente consigliato l'uso della pacciamatura lungo i filari, questa impedirà al disotto delle piante lo sviluppo delle infestanti e preserverà il contenuto di umidità del terreno. La plastica bicolore bianca in superficie e nera sul lato a contatto con il suolo è preferibile, in quanto impedisce un riscaldamento eccessivo del suolo che inibirebbe l'attività radicale e microbica con effetto, dunque, sulla produttività della pianta. Il bianco inoltre riflettendo la luce la restituisce alla parte bassa della chioma aumentando la luminosità totale dell'impianto. Sarà auspicabile prevedere un inerbimento permanente dell'interfila che oltre ad incrementare la biodiversità del sito e creare un ambiente predisponente un maggiore sviluppo della pedofauna utile, aumenterà la portanza del suolo e lo preserverà dall'erosione che diversamente eserciterebbero le acque meteoriche su un suolo nudo.

8.2 Considerazioni irrigue

Il fabbisogno irriguo del melograno risulta basso nei climi temperati e modesto nei climi aridi o semiaridi e varia oltre che per il clima anche in funzione della natura del terreno. La forma migliore di gestione l'irrigazione nel melograno non è quella di seguire programmi e turnazioni fisse d'irrigazione ma gestire la risorsa idrica in funzione delle necessità effettive delle piante che sono determinate dalle caratteristiche proprie della specie, in relazione al clima e alla natura del suolo.

Per applicare tale metodo è necessario conoscere i periodi critici, ovvero gli stadi fenologici, in cui uno stress idrico può determinare una considerevole riduzione quantitativa o qualitativa della produzione. Un sistema d'irrigazione così concepito, in base a parametri climatici come descritto anteriormente può essere migliorato grazie a strumenti che rilevano l'umidità del suolo (tensiometri) che permettono di monitorare con precisione la quantità di acqua incorporata al sistema suolo-pianta in maniera continua così da ottimizzare gli apporti evitando perdite di acqua per lisciviazione, eccessi o deficit idrici grazie a sistemi di alert che indicano con precisione i livelli di eccesso o deficit idrico. È fondamentale che l'acqua sia disponibile e l'impianto venga predisposto prima della messa a dimora delle piante, in modo tale da poter irrigare immediatamente dopo il trapianto. L'irrigazione a goccia è raccomandata con una o, nella maggior parte dei casi, due ali gocciolanti per fila meglio se autopulenti in quanto saranno posizionate tra la superficie del terreno e la pacciamatura e autocompensante per poter assicurare la stessa quantità di acqua e concimi ad ogni pianta su tutta la superficie. L'irrigazione sovrachioma invece non è consigliata in quanto favorisce la presenza di patogeni fungini ed una produzione inferiore poiché i fiori risultano sensibili agli eccessi di umidità. La gran parte della nutrizione delle piante viene effettuata

mediante fertirrigazione, tecnica che consente la distribuzione dei fertilizzanti insieme all'acqua d'irrigazione.

Il fabbisogno irriguo della coltura allevata con sistema *intensivo* risulta essere il seguente:

1°, 2°, 3° anno 1.500-2.000 m³/ha

Dal 4°anno i poi 2.000-3.000 m³/ha

Tali valori sono da considerarsi generici e possono subire delle variazioni in funzione dell'andamento specifico della stagione irrigua e in funzione soprattutto della natura del terreno, potendo arrivare anche a 5000 m³ ma potendo essere anche inferiori agli standard. Per la fertirrigazione sarà fondamentale conoscere alcuni parametri:

- le esigenze nutrizionali specifiche della coltura;
- il fabbisogno idrico della coltura;
- le esigenze dei diversi nutrienti correlate alle principali fasi vegetative della coltura;
- la fertilità del terreno;
- le caratteristiche chimiche dell'acqua d'irrigazione;
- la tecnica fertirrigua, per poterla gestire ed applicare in modo corretto e razionale.

Gestire la nutrizione delle piante mediante fertirrigazione permette un minor impiego di manodopera, un minore utilizzo delle macchine per la distribuzione, una migliore applicazione dei fertilizzanti perché distribuiti nella porzione di terreno effettivamente esplorato dal sistema radicale delle piante, assenza di perdite di nutrienti e di acqua grazie alla precisa localizzazione vicino all'apparato radicale delle colture, assenza di ruscellamenti e percolazioni verso i fiumi e le falde freatiche, possibilità di effettuare le concimazioni anche in quei momenti in cui la coltura non è accessibile ai mezzi meccanici per la loro distribuzione, assenza di polveri nell'aria durante la distribuzione dei fertilizzanti. Anche la scelta della tipologia dell'impianto irriguo è di estrema importanza. Occorre conoscere il numero e la portata dei gocciolatoi per unità di superficie. Essi devono consentire una erogazione tale da ottenere una continuità di volume di terreno bagnato lungo tutta la linea distributrice, inoltre la superficie di terreno umettata deve essere adeguata alle esigenze della coltura.

Bisogna dotare l'impianto irriguo di adeguati strumenti di miscelazione, mentre la scelta delle forme chimiche dei concimi saranno scelte in funzione della natura del terreno. Il melograno è una coltura arborea che produce significative quantità di biomassa e richiede elevate quantità di elementi nutritivi a fronte di una produzione di 200-250 quintali di frutti per ettaro.

Le quantità di cui sopra fanno riferimento a dati indicativi raccomandati in maniera empirica e possono essere una valida base di partenza, ma ogni caso andrà valutato a sé stante in funzione della natura chimico-fisica del terreno, della qualità delle acque di irrigazione, nonché della solubilità del concime

per programmare una nutrizione equilibrata e rapportata all'effettive esigenze specifiche per la coltura e per le fasi fenologiche. In generale il melograno, soprattutto dall'esperienza maturata nell'Italia del Sud, ha manifestato sensibilità a carenze di zinco, magnesio e ferro. Quando ci si avvicinerà alla maturazione dei frutti sarà opportuno ridurre il rapporto azoto/fosforo al minimo, ovvero aumentare il potassio, per assicurare un buono sviluppo del colore e l'accumulo di zuccheri negli arilli.

GLI ELEMENTI NUTRITIVI DA SOMMINISTRARE PER PRODUZIONI DI 250-300 QUINTALI DI FRUTTI						
ELEMENTO	Elemento Dose di fertilizzante (kg/ha/anno)					
	Età del frutteto	1	2	3	4	5 +
Azoto (N)		30-40	120-150	150-200	150-200	150-200
Fosforo (P)		20	40	40	50	70-100
Potassio (K)		0	0	150-200	150-200	200-250

54 – prospetto macronutrienti per la coltivazione del melograno

8.3 Forma di allevamento

Il sistema di allevamento più diffuso in Italia è quello israeliano che prevede una struttura ad “Y” trasversale con distanza tra le piante di 3,5 m e tra i filari di 6 m, piante allevate con un solo tronco da cui si diramano 4-6 branche principali disposte a doppia “ala inclinata” o a ombrello rovesciato. Tale forma di allevamento e di struttura si modifica in funzione delle condizioni pedoclimatiche in maniera tale da soddisfare sempre le esigenze del melograno stesso. La forma di allevamento consigliata, nel caso dell'associazione del melograneto con un impianto fotovoltaico, sarà la mezza “Y” con una pianta impalcata a circa 30 cm di altezza con la chioma che si svilupperà su un solo lato in maniera alternata a destra e a sinistra e le branche principali saranno disposte su una sola “ala inclinata”. La pianta verrà impostata dal primo anno attraverso la potatura di allevamento che sarà finalizzata ad ottenere una pianta con metà della chioma allevata su un solo lato della struttura in modo tale da aumentare la penetrazione della luce. Il sesto d'impianto previsto sarà 2 m tra le piante e 5,50 m tra i filari per cui su un ettaro avremo circa 900 piante. Per allevare un albero a monocaule fin dall'impianto occorrerà ridurre ogni pianta a un unico stelo e accorciarlo a circa 30 cm sopra il livello del suolo. Per il primo anno ogni pianta verrà supportata da un tutore sino a circa 1,5 metri dal terreno in modo da ottenere un fusto solido e rigido e, in inverno, poter avere rami robusti da legare direttamente alla struttura. Ai tutori andrà aggiunto un robusto filo orizzontale. Successivamente, attraverso la potatura di allevamento dei primi anni, bisognerà selezionare i germogli della metà scelta del tronco per formare la chioma principale. Questi saranno accorciati o sostituiti a ogni potatura invernale per la formazione di una robusta struttura arborea. La potatura di produzione invece consisterà nella selezione di nuovi rami a frutto, in una piantagione già in fruttificazione, e principalmente nella rimozione dell'eccessivo sovrappollamento di rami secchi e succhioni, mirando a mantenere una quantità adeguata di legno a frutto e la forma di

allevamento prevista. Mentre nei primi due anni la potatura di allevamento sarà uguale per tutte le varietà allevate a monocaule, per la potatura di produzione la tecnica cambierà a seconda di diversi fattori (varietà, presenza o meno della struttura di sostegno, dimensioni e sesto di impianto utilizzato).

Annualmente dovrà essere effettuata anche una potatura verde, al fine di mantenere aperto l'interno della chioma durante tutta la stagione di crescita, per eliminare i succhioni vigorosi o accorciarne alcuni per anticipare la messa a frutto ed effettuare il diradamento dei frutticini.

8.4 Combinazione coltura del melograno e fotovoltaico

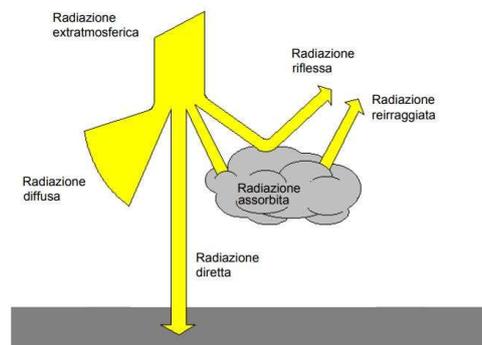
In generale si può affermare che i tracker offrono protezione alla coltivazione sottostante. Nel caso specifico di un impianto di melograno i vantaggi sono diversi: i tracker elevandosi al di sopra della coltivazione proteggono i frutti dalla radiazione solare diretta; pertanto, avremo una minore incidenza di scottature sui frutti che commercialmente declassano il prodotto a terza categoria. Grazie all'ombra fornita dai tracker l'evapotraspirazione sarà inferiore e dunque la pianta consumerà meno acqua. Le piante avranno una maggiore protezione dalla grandine e dai forti venti che come sottolineato precedentemente danneggeranno il frutto perché a causa dei venti si produrranno dei graffi dovuti allo sfregamento tra il frutto e i rami o, peggio, tra i frutti e le spine.

Lo svantaggio principale della combinazione tra fotovoltaico e melograneto riguarda sostanzialmente l'ombra generata dalla presenza dei tracker che potrebbe tradursi in una produttività inferiore. Tale riduzione della produttività potenziale del frutteto, come anticipato in precedenza, viene compensata da un aumento della qualità commerciale dei frutti in quanto si avrebbe una sensibile riduzione di frutti scottati, graffiati e spaccati e dunque una netta riduzione delle percentuali di frutti appartenenti alla terza categoria o addirittura scarto. Inoltre, per ovviare alla riduzione della produzione dovuta all'ombreggiamento dei tracker sarà previsto un sistema di allevamento diverso che ben si adatterà a tale circostanza in quanto la potatura e l'orientamento della parte aerea permetteranno una maggiore penetrazione della luce.

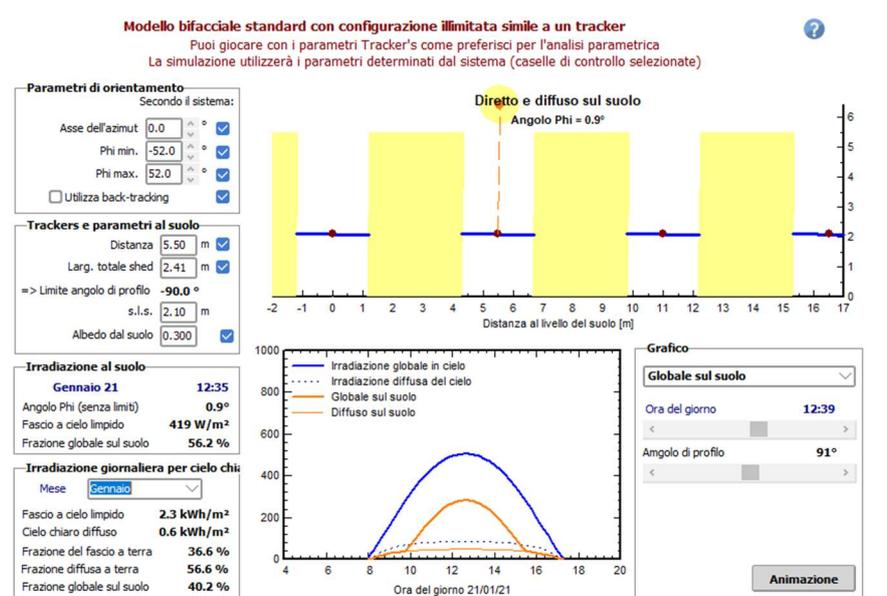
9. Considerazioni energetiche riferite al layout di progetto

La radiazione solare è l'energia elettromagnetica emessa dai processi di fusione dell'idrogeno contenuto nel sole; tale energia non raggiunge la superficie terrestre in maniera costante, la sua quantità varia durante il giorno, da stagione a stagione e dipende dalla nuvolosità, dall'angolo d'incidenza e dalla riflettanza delle superfici. La radiazione che un metro quadrato di una superficie orizzontale riceve è detta radiazione globale ed è il risultato della somma della radiazione diretta e della radiazione diffusa. La radiazione diretta è quella che giunge direttamente dal sole, mentre la radiazione diffusa è quella riflessa dal cielo, dalle nuvole e da altre superfici. La radiazione diretta si ha quindi solo quando il sole è ben visibile. D'inverno la radiazione diffusa è molto maggiore in percentuale e su base annua, è pari

al 55% di quella globale. L'intensità della radiazione solare al suolo dipende dall'angolo d'inclinazione della radiazione stessa: minore è l'angolo che i raggi del sole formano con una superficie orizzontale e maggiore è lo spessore di atmosfera che essi devono attraversare, con una conseguente minore radiazione che raggiunge la superficie. Come abbiamo visto, una superficie riceve il massimo degli apporti quando i raggi solari incidono perpendicolarmente su di essa. La posizione del sole varia però durante il giorno e durante le stagioni, quindi varia anche l'angolo con il quale i raggi solari colpiscono una superficie. Gli apporti dipendono dunque dall'orientamento e dall'inclinazione dei moduli fotovoltaici. Cambiando gli apporti cambiano anche le possibilità di una qualsivoglia coltura di adattarsi e di portare avanti e, conseguentemente, a compimento il proprio ciclo vitale.

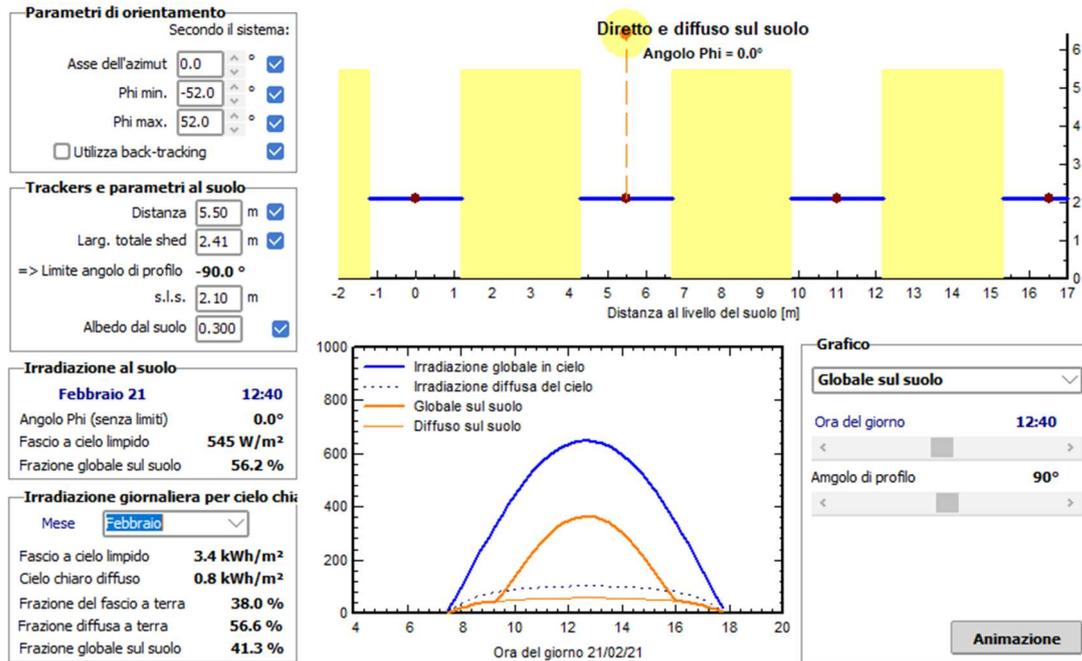


Di seguito, attraverso l'ausilio di un software specifico (Pvsyst), verrà simulato, in un determinato momento della giornata, per ogni mese dell'anno, come il sole proietta la propria energia al suolo in considerazione della presenza dell'impianto fotovoltaico, con i tracker bifacciali di ampiezza complessiva 2,41 m e un pitch (interfila) di 5,50 m.



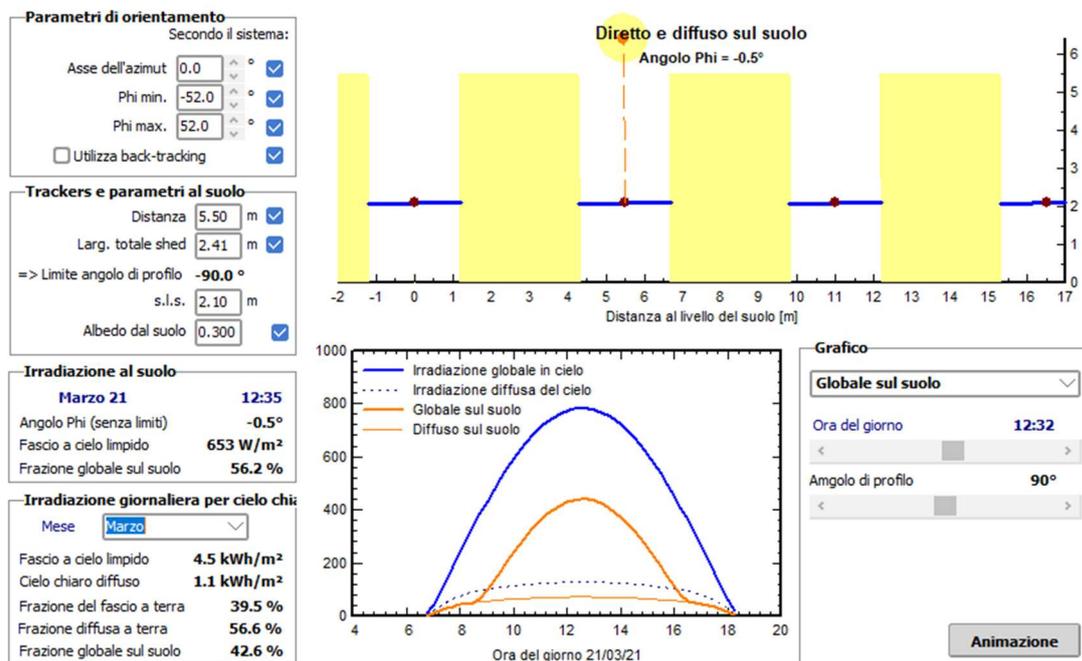
Modello bifacciale standard con configurazione illimitata simile a un tracker

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)



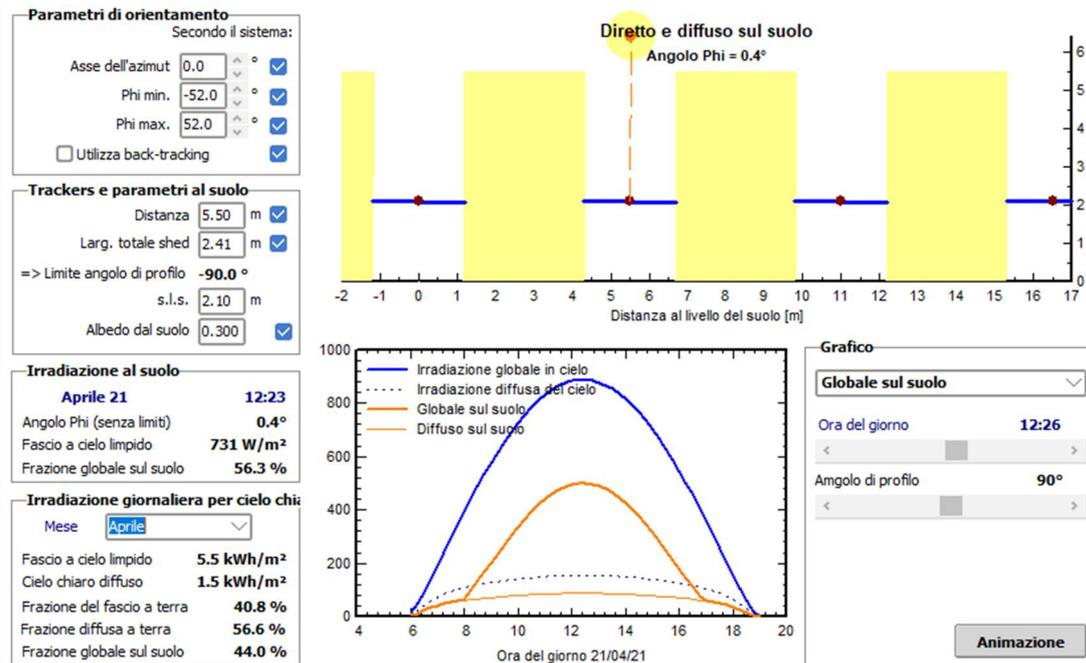
Modello bifacciale standard con configurazione illimitata simile a un tracker

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)



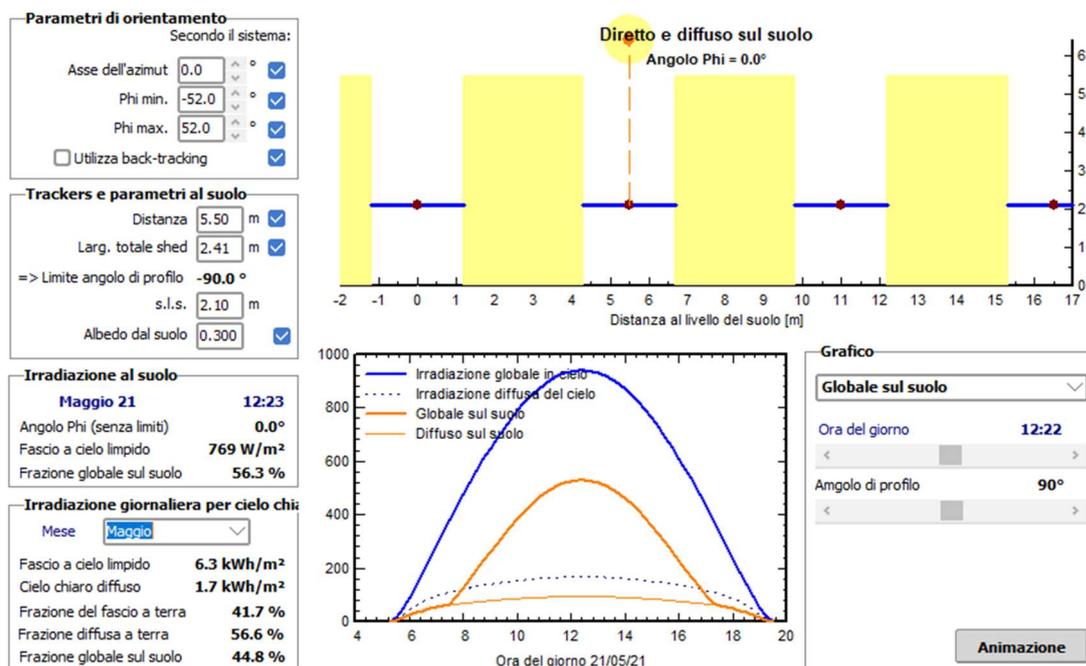
Modello bifacciale standard con configurazione illimitata simile a un tracker

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)



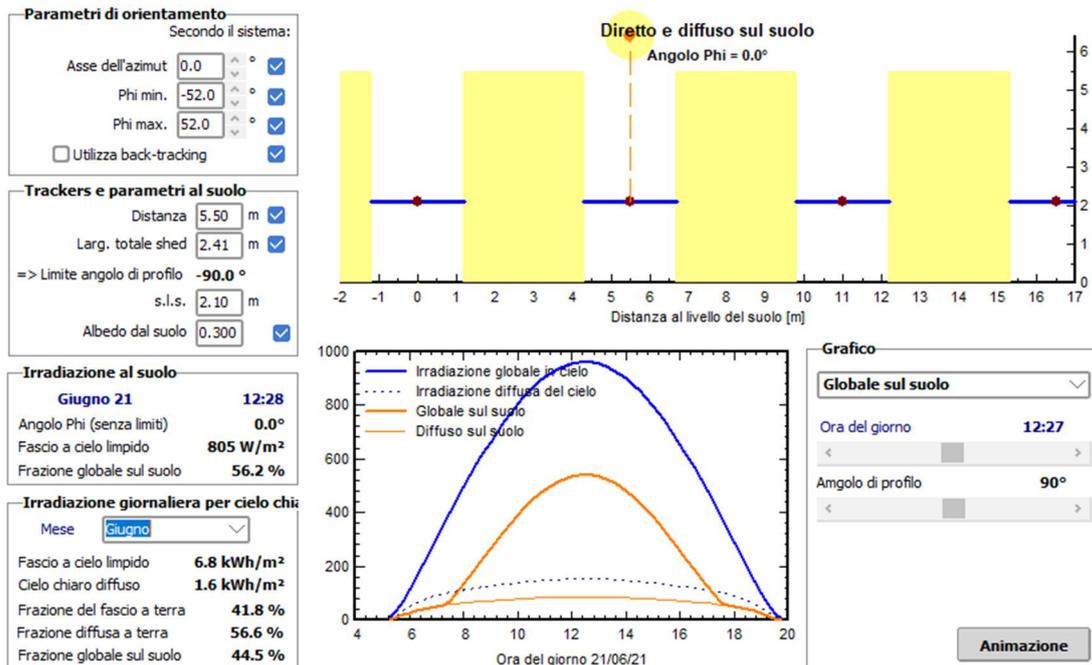
Modello bifacciale standard con configurazione illimitata simile a un tracker

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)



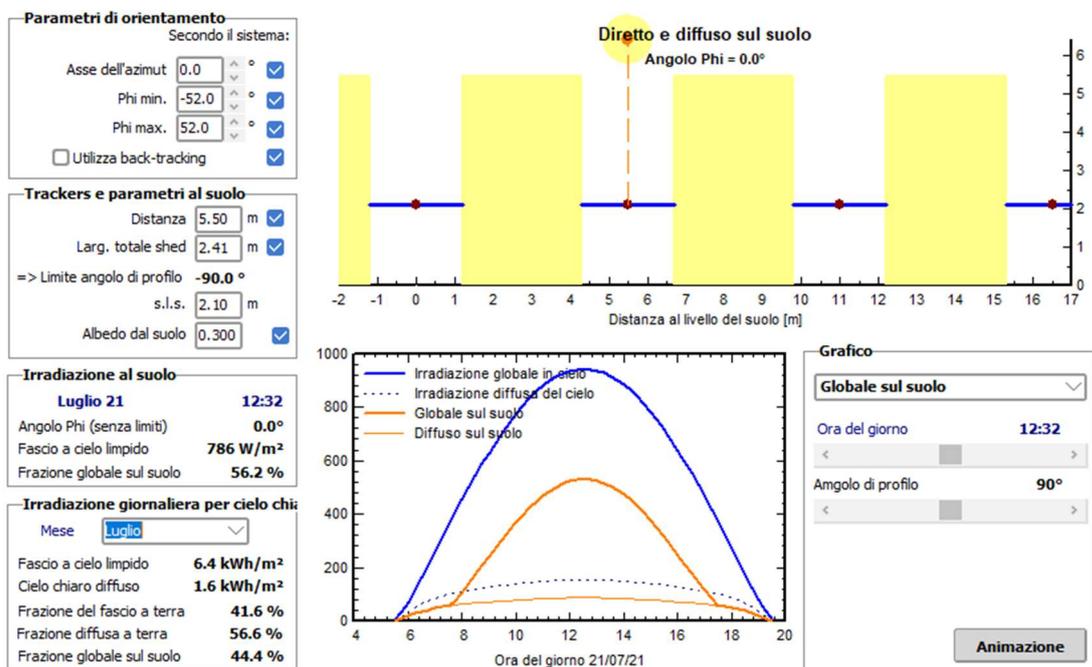
Modello bifacciale standard con configurazione illimitata simile a un tracker

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)



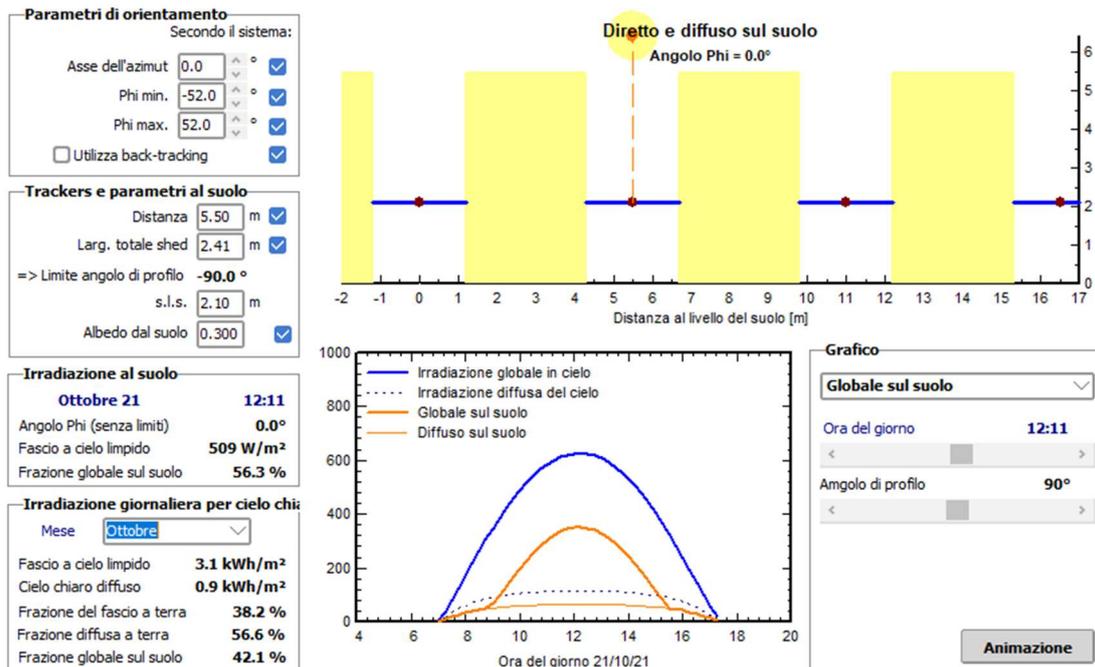
Modello bifacciale standard con configurazione illimitata simile a un tracker

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)



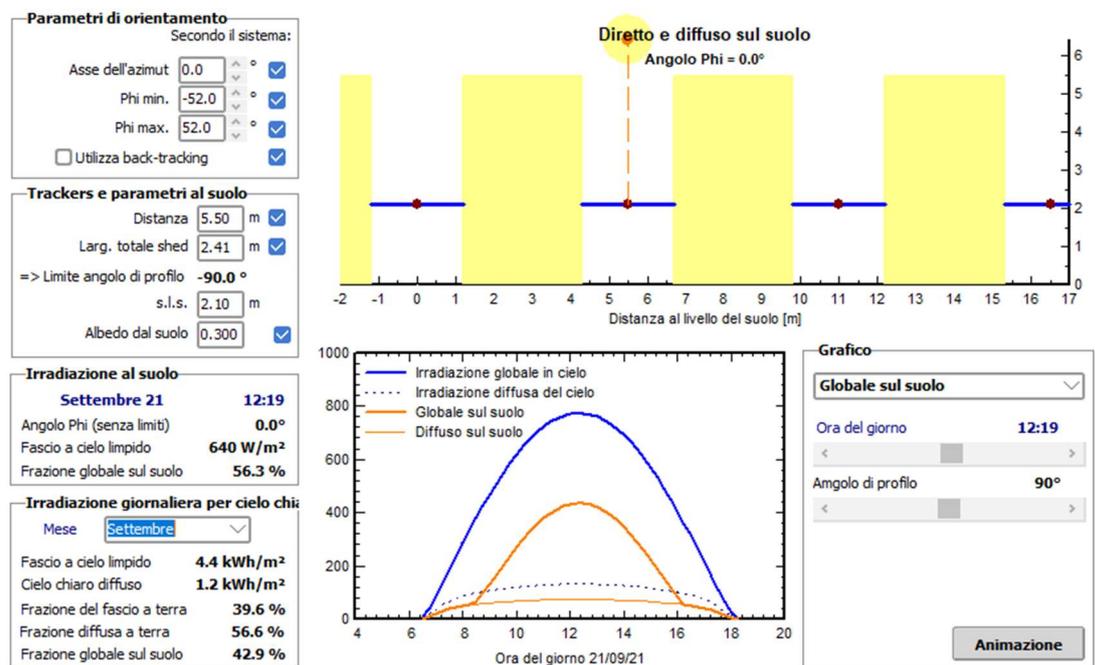
Modello bifacciale standard con configurazione illimitata simile a un tracker

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

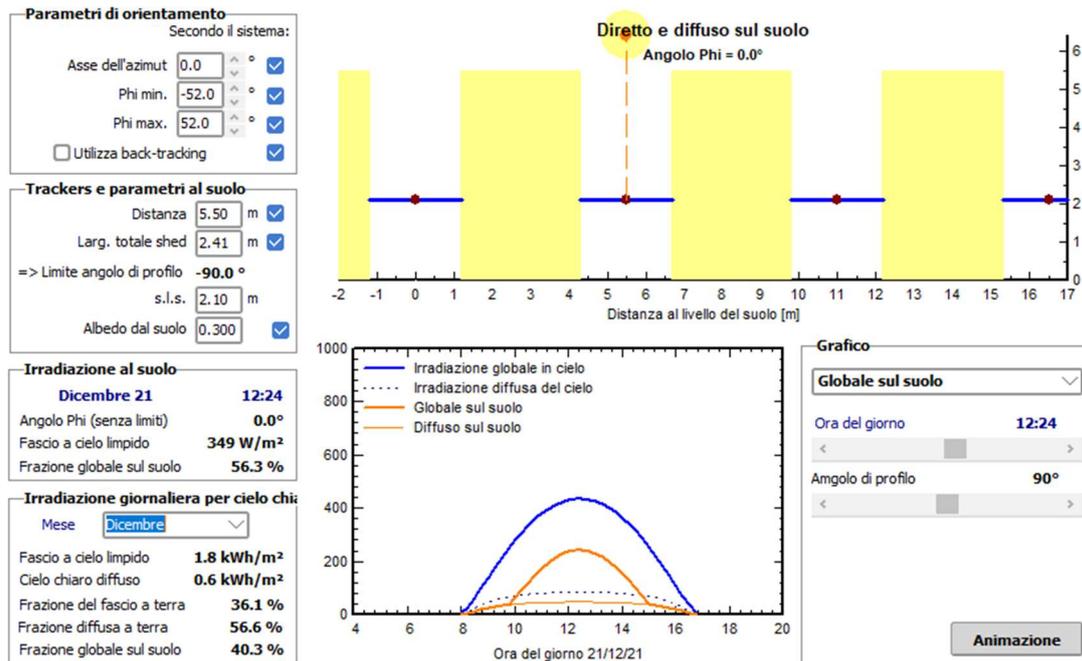
Puoi giocare con i parametri Tracker's come preferisci per l'analisi parametrica
La simulazione utilizzerà i parametri determinati dal sistema (caselle di controllo selezionate)



Modello bifacciale standard con configurazione illimitata simile a un tracker

Puoi giocare con i parametri Tracker's come preferisci per l'analisi parametrica

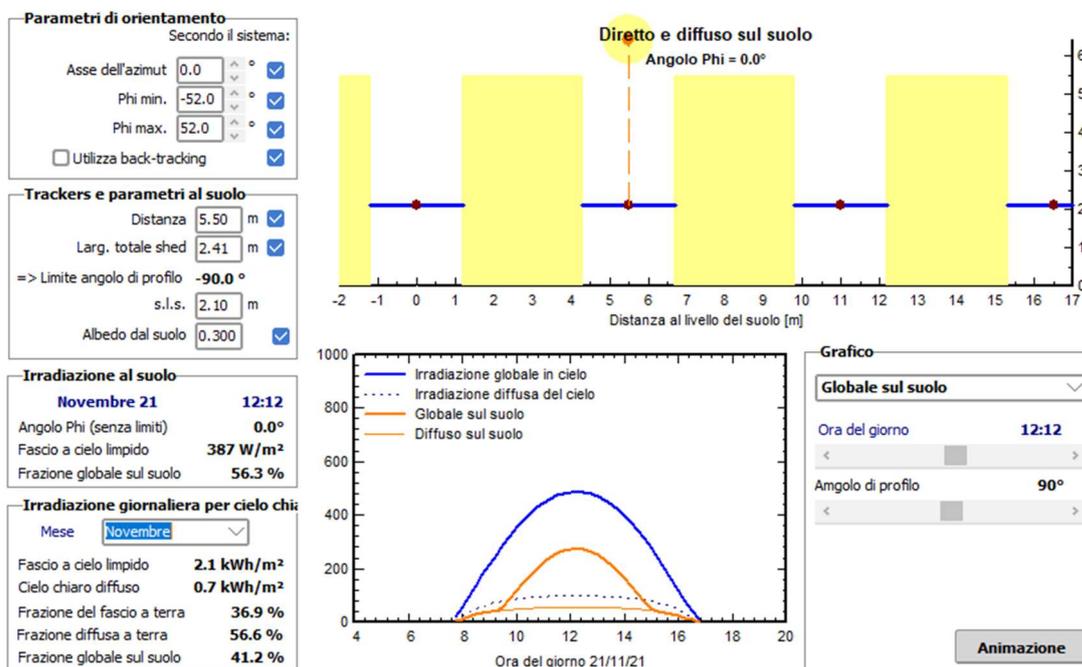
La simulazione utilizzerà i parametri determinati dal sistema (caselle di controllo selezionate)



Modello bifacciale standard con configurazione illimitata simile a un tracker

Puoi giocare con i parametri Tracker's come preferisci per l'analisi parametrica

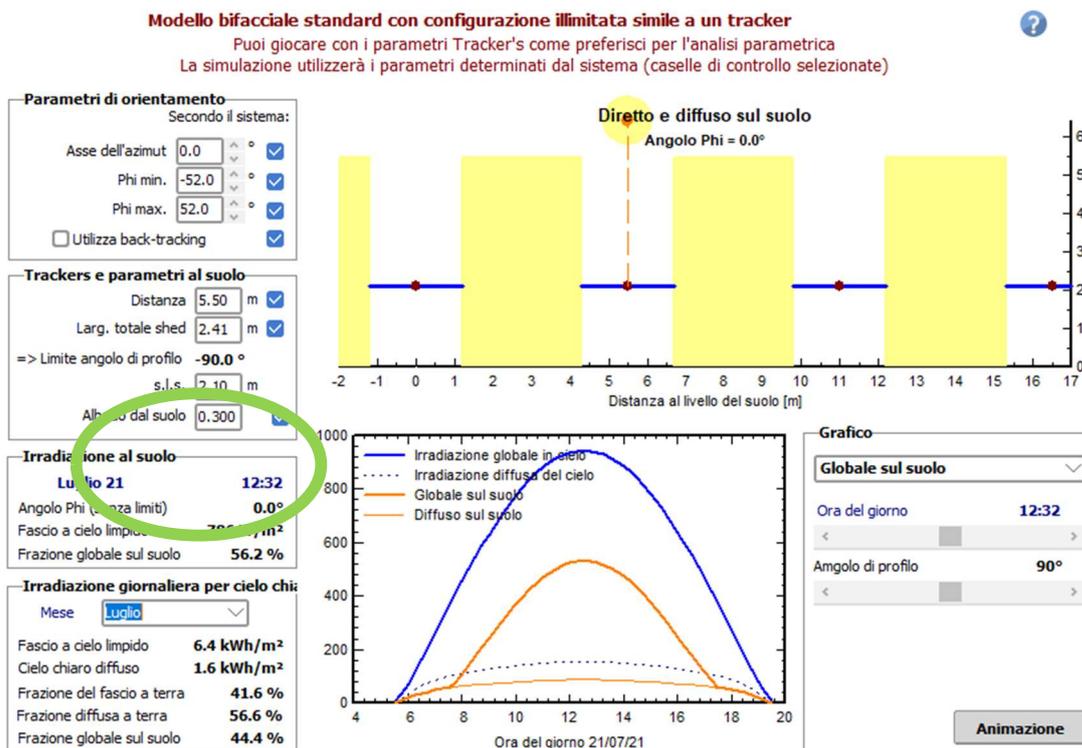
La simulazione utilizzerà i parametri determinati dal sistema (caselle di controllo selezionate)



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 vari tipi di coltivazione. I valori di PPF risultano essere compresi tra 250 e 450 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

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

55 – valori approssimativi della radiazione solare



56 – esempio del calcolo dell'irradiazione relativo al mese di luglio

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

Irradiazione globale in cielo: circa 940 W/m²

Irradiazione diffusa del cielo: circa 160 W/m²

Irraggiamento globale sul suolo: circa 530 W/m²

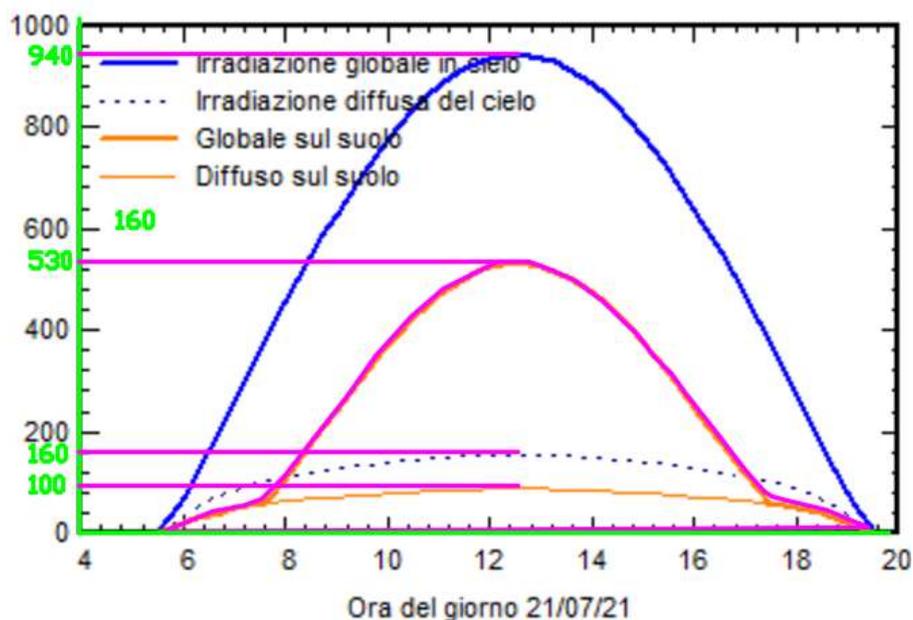
Irraggiamento diffuso sul suolo: circa 100 W/m²

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

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

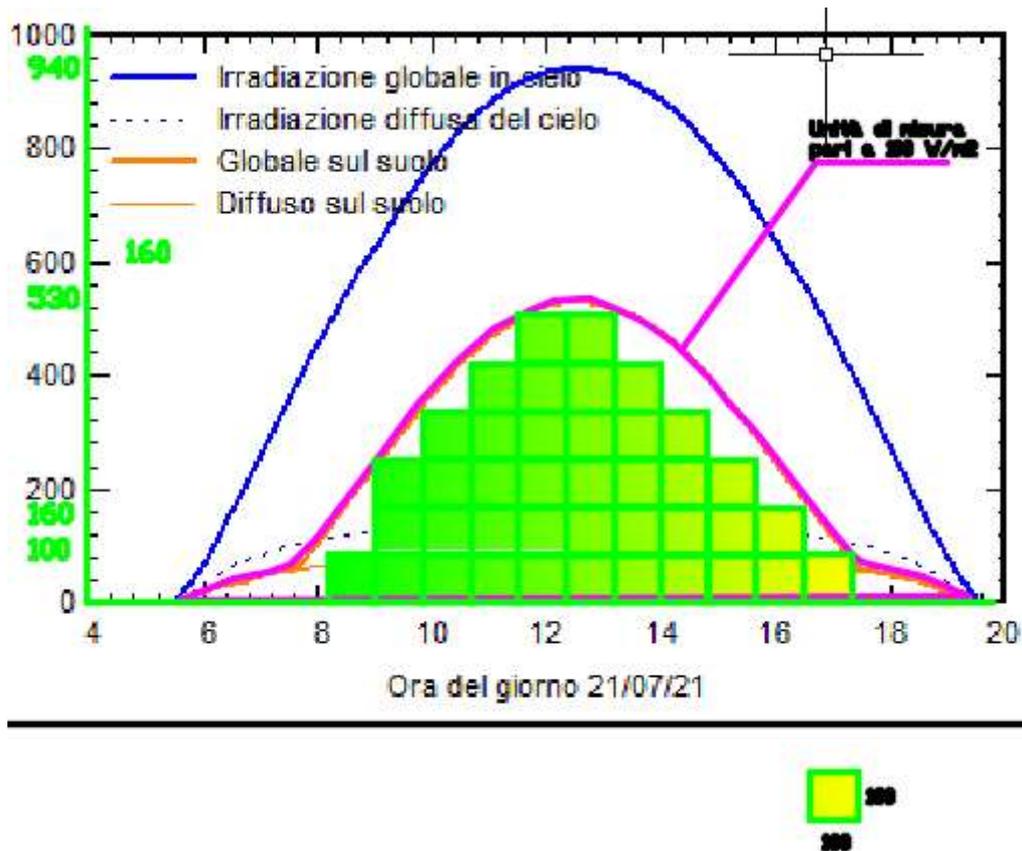
Albedo pari al 30%

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



57 – valori stimati di irradiazione al suolo

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 giornaliera. I risultati di tali calcoli vengono riportati nella tabella sotto proposta.



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

L'interesse per la coltivazione del melograno è in crescita sia per il consumo fresco sia per la trasformazione. Del melograno sono note sin dall'antichità le qualità medicinali e recenti studi su questa specie ne hanno messo in evidenza i contenuti elevati di composti fenolici, tra cui l'acido ellagico che ha effetti antiossidativi e inibenti la crescita di cellule tumorali (Khanbabaee e Van Ree, 2001). Presso il CRA-FRU sono state avviate in anni recenti (Damiano et al. 2007) prove per mettere a punto protocolli per la micropropagazione in vitro del melograno e, in collaborazione con l'Università di Roma – Tor Vergata, Dipartimento di Biologia, sono stati effettuati studi per la caratterizzazione del contenuto di composti fenolici nelle colture. Le colture testate sono state mantenute in camera di coltura a $24 \pm 1^\circ C$ con un fotoperiodo di 16 h e una intensità luminosa di $37,5 \mu E m^{-2} s^{-1}$. Si rammenta che 1 Einstein (E), definito come "talpa di fotoni", viene usato in modo interscambiabile insieme alle micromoli pur non appartenendo al Sistema Internazionale di misura; ad ogni modo si considera $1 \mu E m^{-2} s^{-1}$ uguale a $1 \mu mol m^{-2} s^{-1}$.

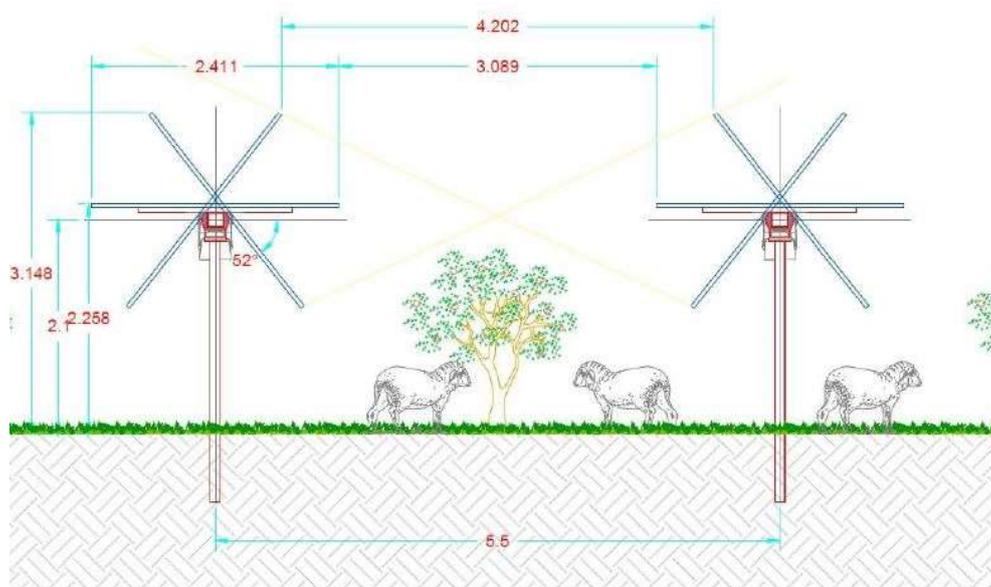
Nella comparazione dei dati di flusso fotonico fotosintetico tra il suolo nudo e quello coltivato con melograni, per la pianta esaminata è stato considerato il valore medio derivante dalle prove di micropropagazione sopra menzionate e avvalorate da fondamenta scientifiche.

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 ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) Punica granatum (media mensile)	Conversione da W/m^2 a $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ - relativa al layout
Gennaio	6 ore e 54 min	1653	2.3	0.6	57.49	30	419	258.75	239.16
Febbraio	8 ore e 2 min	2411	3.4	0.8	72.06		545	301.12	299.77
Marzo	9 ore e 36 min	3291	4.5	1.1	82.27		653	360	342.26
Aprile	11 ore e 4 min	4222	5.5	1.5	91.62		701	414.75	381.13
Maggio	12 ore e 21 min	4888	6.3	1.7	94.98		769	463.12	395.16
Giugno	12 ore e 33 min	4995	6.8	1.6	95.92		805	470.62	397.38
Luglio	12 ore e 21 min	5121	6.2	1.8	99.52		786	463.12	414
Agosto	11 ore e 3 min	4130	5.7	1.4	89.70		743	414.38	373.16
Settembre	9 ore e 36 min	3137	4.4	1.2	78.43		640	360	326.25
Ottobre	7 ore e 55 min	2182	3.1	0.9	66.12		509	297	275.06
Novembre	6 ore e 51 min	1498	2.1	0.7	52.48		387	256.87	218.34
Dicembre	6 ore e 14 min	1273	1.8	0.6	49.04		349	233.63	204

59 - Tracker (Vela 2,41 m) - pitch 5,50m - h sls 2,1 m

I dati ricavati dalle valutazioni effettuate consentono di affermare che la coltivazione tra le interfile del parco fotovoltaico è possibile. Non si tratta di una soluzione di ripiego ma di una concreta e reale possibilità di gestire un suolo agrario nello stesso modo con cui si conduce un appezzamento di terreno con scopo agricolo. La quantità di luce “stimata” risulterebbe di pochissimo inferiore all’intervallo di riferimento scelto per il melograno. Si fa presente che i valori di confronto risultano più bassi rispetto a quelli calcolati sulla base del software Pvsyst (mediamente dal 10 al 15%) in quanto le condizioni “ideali” di coltivazione in vitro e micropropagazione della specie considerata sono frutto di parametri climatici di forzatura.

La proposta in esame tiene conto dell’associazione tra la tecnologia fotovoltaica e coltivazione del terreno agrario tra le interfile di pannelli con una predisposizione colturale che prevede la piantumazione centrale di un filare di *Punica granatum* (melograno). Il layout che si propone prevede distanze tra le file di trackers di 5,50 m. Considerato che i tracker nell’arco della giornata si troveranno nella posizione di massima intercettazione della luce, la fascia di suolo agrario utilizzabile, in parte ombreggiata ed in parte soleggiata, sarà pari a circa 3 m. Per calcolare la superficie “utile” di coltivazione è stata stimata l’incidenza dell’ombreggiamento e dell’irraggiamento, dalle ore 7 alle ore 17, in funzione della rotazione dei trackers. La maggiore disponibilità di irraggiamento per le colture corrisponde alle ore 12, momento in cui i trackers si trovano in posizione orizzontale rispetto al suolo. Verrà considerata come prima specificato zona “coltivabile” una fascia pari a 3 m mentre la restante parte verrà proposto un inerbimento con un miscuglio “permanente” di essenze graminacee e leguminose.



60 – particolare del pitch e stima superficie utile da coltivare

10. 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. Tutto ciò premesso e anche a seguito delle prove condotte in altri paesi, quanto asserito fino ad ora non solo rende possibile l'impiego "agrario" del suolo tra i trackers ma getta anche le basi per produzioni quali-quantitative migliori. La possibilità di coltivare una coltura rispetto ad un'altra, l'accertamento dei parametri di qualità e quantità in termini di rese produttive così come gli altri fattori bioagronomici, dipendono da prove di campo che hanno bisogno, per essere avvalorate o meno in maniera approfondita, di valutazioni di natura scientifica (considerata la quasi totale assenza di bibliografia). Si precisa che la fascia di terreno agrario tra le file di pannelli risulta perfettamente percorribile e, soprattutto, lavorabile da macchine operatrici agricole. Le diverse piantumazioni che verranno prese in considerazione saranno soggette a coltivazione in "irriguo", con impianto di irrigazione a goccia. I trattamenti fitoterapici saranno nulli o quelli strettamente necessari nella conduzione delle colture in regime, sempre e comunque, di agricoltura biologica.

11. Considerazioni sulla produzione con FV

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

Pertanto, nonostante l'effetto "ombra" dei pannelli non consenta alle colture agrarie di avere il massimo dell'efficienza fotosintetica, possiamo certamente asserire che, rispetto alla condizioni di pieno campo, rispetto ad un suolo agrario non irrigato e soggetto alle condizioni termopluviometriche naturali (aridocoltura), la "striscia" di suolo coltivata tra le file di pannelli fotovoltaici avrà una resa produttiva

per ettaro non soltanto pari ad una qualsiasi resa in condizioni estensive ma leggermente superiore in funzione dei vantaggi che il connubio agrovoltico determina. L'aumento di resa produttiva sarà ovviamente legato al tipo di coltura, alla natura del suolo, alle condizioni orografiche e di esposizione, di umidità relativa, ecc...

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

12. Proposta migliorativa: inerbimento sotto i trackers

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 (verranno impiegate essenze mellifere i cui fiori saranno prediletti da insetti impollinatori – api- che spostandosi di pianta in pianta favoriranno l'aumento della biodiversità e contribuiranno ad arricchire l'offerta di nettare per molti animali). 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.

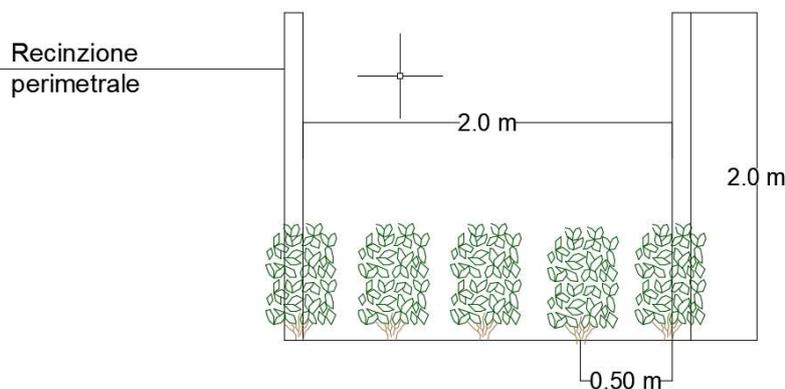
La tecnica dell'inerbimento protegge la struttura del suolo dall'azione diretta della pioggia e, grazie agli apparati radicali legati al terreno, riduce la perdita di substrato agrario anche fino a circa il 95% rispetto alle zone oggetto di lavorazione del substrato. Consente una maggiore e più rapida 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.

13. Proposta migliorativa: siepe perimetrale

Le opere a verde previste nell'ambito del presente progetto prevedono l'utilizzo di specie vegetali autoctone. La presenza di specie autoctone permetterà una più veloce rinaturalizzazione delle aree interessate dai lavori del parco agrovoltaico 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 (al suo interno): su tale recinzione, a distanza di 50 cm dalla stessa, verrà posizionata una siepe per tutta la sua lunghezza. In pratica si collocheranno in opera delle piante arbustive, altamente resistenti alle condizioni pedo-climatiche del sito che nell'arco di pochi anni andranno a costituire una siepe vera e propria. L'arbusto verrà fatto crescere fino al raggiungimento dell'altezza prefissata che corrisponderà al limite della recinzione di 2,0 m. La siepe percorrerà tutto il perimetro del parco fotovoltaico, sarà cioè lunga diversi km. Le piante, ben formate e rivestite dal colletto all'apice vegetativo, saranno fornite in vaso 20 e avranno un'altezza da 0,60 a 0,80 m, e verranno distanziate tra loro 50 cm (3 piante per ogni metro lineare).



61 – particolare di sistemazione della siepe perimetrale

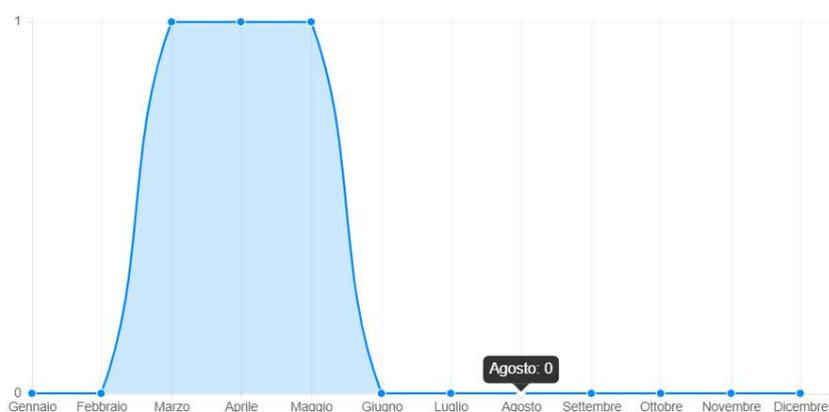
L'arbusto che verrà impiegato per la realizzazione della siepe perimetrale sarà la *Phyllirea angustifolia* L. (fillirea). pianta arbustiva sempreverde molto ramificata, alta fino 3 m; foglie opposte brevemente picciolate, coriacee, strettamente lanceolate ed a margine intero, con nervatura mediana in rilievo sulla pagina inferiore; fiori unisessuali ed ermafroditi su piante distinte, bianco-verdognoli, disposti su

brevi racemi ascellari; i frutti sono drupe rotondeggianti e carnose di 5-6 mm di diametro, blu-nerastre a maturità. Vegeta nella macchia termofila costiera, garighe e terreni aridi, fino a circa 600 m di altitudine. La pianta è spesso confusa con l'altro comune (*Phillyrea latifolia*) che si distingue essenzialmente per le foglie molto più larghe, peraltro con il margine tipicamente seghettato almeno in giovane età, inoltre può presentarsi come un piccolo albero molto ramificato di 10-12 m di altezza e vegetare anche ad altitudini più elevate, fino a 800-1000 m. Tuttavia, è da sottolineare che *Ph. latifolia*, a dispetto del significato etimologico dell'epiteto specifico (= a foglia larga), può presentare una straordinaria variabilità morfologica delle foglie in relazione alla crescita, pertanto la distinzione tra le due specie è spesso difficile.



62 - *Phyllirea angustifolia* – foto generale e particolare dell'infiorescenza

Mesi di fioritura



63 – *Phyllirea angustifolia* – indicazioni circa il periodo di antesi in Sardegna

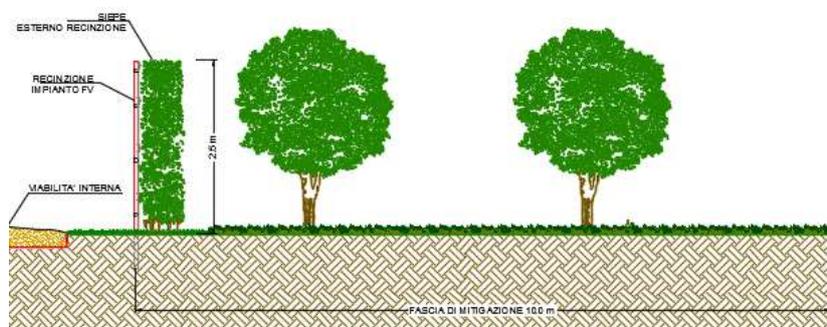
La piantumazione delle essenze arbustive per la realizzazione della siepe perimetrale prevedrà una lavorazione superficiale di una fascia di terreno agrario di circa 1 m lungo tutto il perimetro e l'apertura

di piccole buche per la collocazione in sito delle piante. Ogni arbusto, fornito in opera in 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 nuove colture e per l'utilità a servizio del campo fotovoltaico, è intenzione della società utilizzare le bocchette di approvvigionamento e/o appresamento del consorzio di bonifica che si trovano distribuite in varie zone degli appezzamenti di progetto. Il regolamento irriguo esistente (approvato dal Consiglio dei Delegati con deliberazione n° 11 del 28.04.1995 resa esecutiva dal CO.RE.CO con decisione n° 363 del 16 giugno 1995) prevede che ogni utenza sarà dotata di un gruppo di consegna munito di un limitatore di portata che garantisce l'erogazione del volume assegnato sulla base della superficie irrigabile dell'azienda ed impedisce che venga superato il valore della portata prestabilita, pena la drastica riduzione della pressione nella rete aziendale. Il valore di riferimento in termini di volumi irrigui prelevati non potrà superare i 4.700 mc/ettaro per anno.

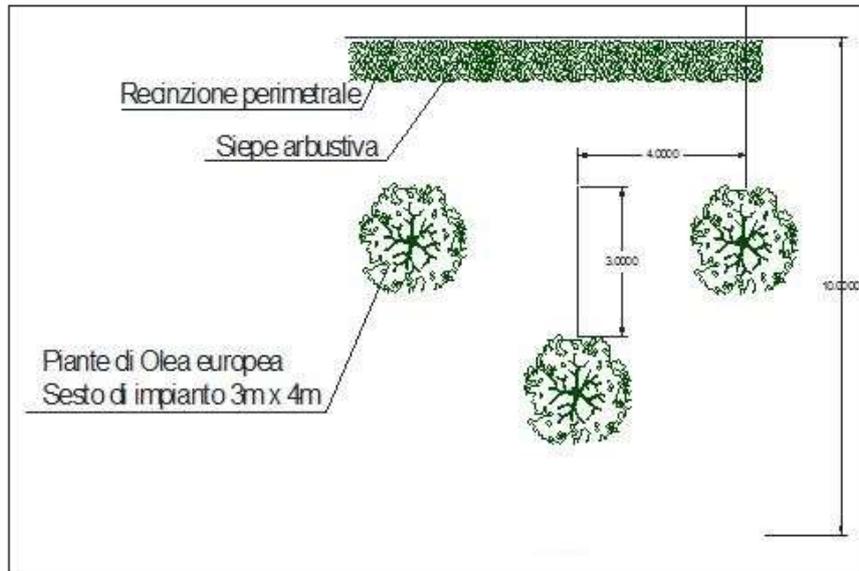
14. Fascia perimetrale di mitigazione

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. 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; il sesto d'impianto adoperato sarà 3m x 4m. Ogni albero piantumato sarà corredato di un opportuno paletto di castagno per aiutare la pianta nelle giornate ventose e consentirne una crescita idonea in altezza in un arco temporale piuttosto ampio. Lo spazio lasciato tra le file consentirà di condurre facilmente le eventuali lavorazioni del terreno agrario. La piantumazione costituisce un momento particolarmente delicato per le essenze: la pianta viene inserita nel contesto che la ospiterà definitivamente ed è quindi necessario utilizzare appropriate e idonee tecniche che permettano all'essenza di superare lo stress e di attecchire nel nuovo substrato. L'impianto vero e proprio sarà preceduto dallo scavo della buca che avrà dimensioni atte ad ospitare la zolla e le radici della pianta (indicativamente larghezza doppia rispetto alla zolla della pianta). Nell'apertura delle buche il terreno lungo le pareti e sul fondo sarà smosso al fine di evitare l'effetto vaso. Alcuni giorni prima della messa a dimora della pianta si effettuerà un parziale riempimento delle buche, prima con materiale drenante (argilla espansa) e poi con terriccio, da completare poi al momento dell'impianto, in modo da creare uno strato drenante ed uno strato di terreno soffice di adeguato spessore (generalmente non inferiore complessivamente ai 40 cm) sul quale verrà appoggiata la zolla. Una volta posizionata la pianta nella buca, verrà ancorata in maniera provvisoria ai pali tutori per poi cominciare a riempire la buca. Per il riempimento delle buche d'impianto sarà impiegato un substrato di coltivazione premiscelato costituito da terreno agrario (70%), sabbia di fiume (20%) e concime organico pellettato (10%). Il terreno in corrispondenza della buca scavata sarà totalmente privo di agenti patogeni e di sostanze tossiche, privo di pietre e parti legnose e conterrà non più del 2% di scheletro ed almeno il 2% di sostanza organica. Ad esso verrà aggiunto un concime organo-minerale a lenta cessione (100 gr/buca). Le pratiche di concimazione gestionali saranno effettuate ricorrendo a fertilizzanti minerali o misto-organici. La colmataura delle buche sarà effettuata con accurato assestamento e livellamento del terreno, la cui quota finale sarà verificata dopo almeno tre bagnature ed eventualmente ricaricata con materiale idoneo.



64 – sezione laterale delle opere a verde per la mitigazione del parco fotovoltaico



65 – fascia di mitigazione: distanze e sesto d’impianto tra le varie essenze vegetali

CRONOGRAMMA - 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 autoradicate in zolla			■	■	■							
6	Messa a dimora piante per siepe perimetrale			■	■	■							
7	Controllo vitalità ed eventuale sostituzione piante morte						■	■	■				
8	Messa a dimora di pali tutori in castagno			■	■	■							
9	Concimazione di mantenimento			■	■	■	■						
10	Colmatura buche				■	■	■	■					
11	Irrigazione di impianto e/o soccorso				■	■	■	■	■				

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

15. Piano di monitoraggio delle cure culturali opere a verde

I lavori di manutenzione costituiranno una fase fondamentale per lo sviluppo dell'impianto arboreo e arbustivo, 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 in completa realizzazione, genererebbe un sicuro insuccesso, sia per quanto riguarda la realizzazione della fascia alberata di mitigazione, sia per ciò che concerne le opere di imboscamento. La predisposizione di un tale piano, in conformità al Decreto Legge n.77 del 31 maggio 2021, prevedrà l'utilizzo di soluzioni

innovative che consentiranno il proseguimento delle attività agricole mediante l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione. Gli interventi in esame, approfonditi nel dettaglio nell'Appendice I allegato al presente studio, prevedranno il controllo dell'impatto delle opere sulle colture, sempre e comunque nell'ottica di un sistema virtuoso e sostenibile dal punto di vista ambientale. Il piano manutentivo, in sintesi, considererà 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:

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

15.1 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 nate all'interno della reticella protettiva nel caso delle piante forestali (soprattutto in presenza di malerbe rampicanti come il convulvolo), con successivo accatastamento ordinato in loco del materiale di risulta e smaltimento per un idoneo punto di stoccaggio autorizzato. Per la fascia di mitigazione arborea e per la siepe perimetrale 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 n° 3 interventi per il primo triennio e n°2 interventi al quarto anno per un totale di n°11 interventi di sfalcio in quattro anni. Il quarto 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.

15.2 Sostituzione fallanze

In genere l'impiego di materiale vivaistico di buona qualità e la messa a dimora di giovani piantine con pane di terra, in particolare quelle forestali (in genere di età 1-2 anni), permettono di garantire elevate percentuali di attecchimento. In questi casi tendenzialmente il numero medio di fallanze riscontrabile

risulterà sempre inferiore al 5-10%. Tra i primi di ottobre e la fine di marzo del primo e secondo anno successivi alla messa a dimora si dovrà procedere alla sostituzione dei trapianti eventualmente disseccati.

15.3 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 (ad eccezione della siepe lungo la recinzione dove, invece, l'impianto irriguo consentirà una gestione continua del fabbisogno in acqua). Il numero di irrigazioni di soccorso, in generale, sarà funzione delle condizioni climatiche nel periodo estivo con maggior frequenza nel primo biennio. Inoltre, sarà fondamentale effettuare diverse irrigazioni, in particolar modo dopo la fase di trapianto e per almeno i due mesi successivi, per favorire la radicazione e quindi l'attecchimento delle giovani piante.

15.4 Difesa fitosanitaria

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

15.5 Potatura di contenimento e di formazione

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

- sui filari più esterni del popolamento, sia arborei che arbustivi, 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 di permettere l'ingresso all'interno del popolamento delle macchine dedicate a una serie di varie operazioni agronomiche e/o colturali. La frequenza degli interventi di potatura dei filari 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, che comprende sia la realizzazione della siepe perimetrale che dei filari arborei, 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. Lo scopo sarà quello di dare una forma regolare alle siepi, favorendone l'affrancamento, l'accestimento e consentendo loro una crescita laterale e in altezza (fino al limite di 2,5 m della recinzione), per far sviluppare la parte arborea nel modo più naturale possibile, seguendo gli individui vegetali nella crescita e potando 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 e fino al raggiungimento di dimensioni tali da dar vita ad una situazione di equilibrio senza una eccessiva concorrenza reciproca.

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

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																								

67 – piano di monitoraggio delle cure colturali delle opere a verde dal 2° al 5° anno

16. Analisi dei costi impianto a Melograno

Impianto di un melograneto		
Designazione dei lavori	Sup. stimata (ettari)	Stima dei costi (ettaro)
Lavorazione del terreno con mezzo meccanico alla profondità di cm. 80	63	15.000,00-17.000,00
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 trattore, 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		
Pacciamatura filare bicolore in plastica		

Impianto di irrigazione a goccia con gocciolatoi autocompensanti, comprensivo di raccorderia, materiale di consumo e tutto ciò che serve per consegnare il lavoro a regola d'arte		
Acquisto di fruttiferi innestati autofertili: —melograni in vaso 5 litri o a radice nuda.		
Messa a dimora di fruttiferi a radice nuda, innestati o autoradicati, compreso trasporto delle piante, squadratura del terreno, formazione buca, messa a dimora (compreso reinterro buca e ammendante organico) e la sostituzione delle fallanze nella misura massima del 5%		
TOTALE DEI COSTI 1° ANNO		945.000-1.156.000 €

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 manualmente considerata lo spazio esiguo nell'interfila. Un operatore specializzato riesce a raccogliere in una giornata di lavoro circa 7-8 q.li di melograni. In basso si prospetta un'analisi dei ricavi lordi a partire dal 3° anno fino a piena maturità.

Impianto	Superficie coltivata (900 piante/ha)	Produzione per ettaro (media di 28 kg/pianta)	Prezzo unitario medio	Ricavo lordo totale
Melgraneto	63 ettari	250 q.li	0.70 €/kg	1.102.500,00 €

68 – ipotesi del ricavo lordo derivante dalla coltivazione del Melograno

17. Analisi dei costi impianto fascia di mitigazione

Impianto ad oliveto e siepe arbustiva		
<i>Designazione dei lavori</i>	<i>Sup. stimata</i>	<i>Stima dei costi</i>
Lavorazione del terreno con mezzo meccanico alla profondità di cm. 80 (ripuntatura)	3 ettari	24.000,00
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		
Impianto di irrigazione a goccia con gocciolatoi autocompensanti, comprensivo di raccorderia, materiale di consumo e tutto ciò che serve per consegnare il lavoro a regola d'arte		
Acquisto e messa in opera di fruttiferi innestati autofertili: —olivi innestati a 2 anni o a radice nuda e relativa pacciamatura con telo plastico antialga verde		

Messa a dimora di fruttiferi a radice nuda, innestati o autoradicati, compreso trasporto delle piante, squadratura del terreno, formazione buca, messa a dimora (compreso reinterro buca e ammendante organico) e la sostituzione delle fallanze nella misura massima del 5%		
Fornitura e piantagione di essenze arboree o arbustive, in vasetto o alveolo, compresa l'apertura di buca; collocamento a dimora delle piante; compresa la ricolmatura e la compressione del terreno; fornitura e posa di tutore (bambù); compreso oneri per picchettamento e allineamento, inclusa fornitura e messa in opera di impianto irriguo a goccia.	5000 m	90.000,00
TOTALE DEI COSTI 1° ANNO		114.000,00 €

Impianto	Superficie coltivata (830 piante/ha)	Produzione per ettaro (dal 3° anno)	Prezzo unitario medio	Ricavo lordo totale (olive)
Oliveto	3 ettari	20 q.li	0.40€/kg	2.400,00€

69– ipotesi del ricavo lordo derivante dalla coltivazione dell'olivo nella fascia di mitigazione

18. Analisi delle ricadute occupazionali agrivoltaico

In relazione al progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico in agro di Sassari, si fa notare che l'utilizzo dei terreni per la coltivazione dei melograni, secondo le specifiche tecniche della relazione specialistica, 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 a melograneto 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 dei melograni. Per la gestione delle opere di natura squisitamente agricola si è fatto riferimento all'Allegato del Decreto n. 122/DecA/2 del 21.01.2019 riguardante il fabbisogno di manodopera in agricoltura per la Regione Autonoma della Sardegna.

Coltivazioni erbacee ed orticole	h/uomo per ha	Coltivazioni erbacee ed orticole	h/uomo per ha
Frumento, orzo, avena	48	Altre piante officinali	880
Mais da granella	64	Fragola in tunnel	3360
Altre leguminose da granella	64	Anguria	468
Soia	40	Melone	576
Silomais	45	Fiori in pieno campo	4920
Sulla	47	Fiori in serra	9200
Erbai in asciutto	34		
Erbai in irriguo	40	Coltivazioni arboree	h/uomo per ha
Erba medica	52	Olivo da olio	367
Prato polifita asciutto	14	Olivo da mensa	620
Prato pascolo	9	Vigneti per uva da vino, tendone	602
Asparago	616	Vigneti per uva da vino, spalliera	560
Barbabietola da zucchero	88	Vigneti per uva da tavola, tendone	903
Carciofo	768	Vigneti per uva da tavola, spalliera	700
Fagiolo	91	Agrumeto	707
Fava	85	Melo, pero	528
Patata	250	Pesco, albicocco, susino	624
Pisello	56	Nettarine, percoche	642
Pomodoro da industria	320	Ciliegio	864
Pomodoro da mensa in campo	3840	Actinidia	624
Pomodoro da mensa in serra	8640	Frutteto misto	620
Orto familiare	880	Nocciolo	320
Riso	96	Mandorlo, castagno	160
Altre colture ortive in campo	719	Quercia da sughero	50
Altre colture ortive in serra	4800	Bosco ceduo	68
Zafferano	2600	Bosco d'alto fusto	48

70– tabella relativa al fabbisogno di manodopera in agricoltura

Consideriamo la coltura di Melograno ricadente all'interno della categoria "frutteto misto" e, pertanto, il fabbisogno in manodopera viene stimato in 620 ore/uomo per ettaro per anno. Le superfici effettivamente coltivate che andranno gestite saranno pari a 48 ettari (la somma dei due appezzamenti in progetto). Complessivamente, quindi, per la gestione annuale dell'impianto nella sua totalità occorreranno 29760 ore di lavoro pari a circa 4500 giornate lavorative per anno. Considerando la media di 20 giornate lavorative al mese (da CCNL di categoria), per singolo dipendente, otteniamo a livello annuale circa 220 giornate/lavoro; dunque, il *numero di unità lavorative presenti sarà pari a 20*.

19. Valutazioni finali

La sfida che comporta un connubio tra fotovoltaico e agricoltura è certamente ambiziosa e stimolante. I dati tecnico scientifici ottenuti da prove "in campo" su determinate colture confermano questo "matrimonio" e ne accentuano la vantaggiosità. I dati di confronto delle radiazioni solari se ad una prima analisi possono sembrare poco confortanti in realtà sono da considerare in funzione di una serie di svariati fattori: all'aperto in pieno i valori DLI variano a seconda della latitudine, del periodo dell'anno e della copertura nuvolosa per esempio. Si porta 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.

Palermo, 28.6.2021

