

REGIONE SARDEGNA



PROVINCIA
DEL SUD SARDEGNA



COMUNE DI
SERRAMANNA



COMUNE DI
VILLASOR



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 VILLASOR E
SERRAMANNA – POTENZA 45,524 MWdc**

(Immissione in rete 38,532 MWac)

AU44 – RELAZIONE AGRONOMICA

Committente:

VERDE 8 SRL – Via Mike Bongiorno 13 - 20122 Milano (MI)

| Il Tecnico | | Revisioni | DATA |
|--------------------|-----------------------------|----------------------------------|-------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | Protocollo Iter Autorizzativo | DIC/2022 |
| Descrizione | Relazione Agronomica | | |
| Commessa | Villasor | | |

Sommario

| | |
|--|----|
| 1. Premessa | 3 |
| 2. Introduzione | 4 |
| 3. Inquadramento Geografico e Territoriale | 5 |
| 4. Inquadramento climatico | 8 |
| 5. La carta bioclimatica della Sardegna | 16 |
| 5.1 Indici bioclimatici | 17 |
| 5.2 Fasce bioclimatiche Pavari | 20 |
| 6. Agricoltura in Sardegna | 21 |
| 7. Coltivazioni in Sardegna | 22 |
| 7.1 Prodotti a denominazione | 24 |
| 7.2 Produzioni di qualità legate all'area di progetto | 26 |
| 7.3.1 Cagliari DOC | 26 |
| 7.3.2 Girò di Cagliari DOC | 29 |
| 7.3.3 Cannonau di Sardegna DOC | 31 |
| 7.3.4 Moscato di Sardegna DOC | 33 |
| 7.3.5 Nasco di Cagliari DOC | 35 |
| 7.3.6 Vermentino di Sardegna DOC | 38 |
| 7.3.7. Nuragus di Cagliari DOC | 40 |
| 7.3.8 Isola dei Nuraghi IGT | 41 |
| 8. Prodotti tipici della Sardegna | 44 |
| 8.1 Fiore Sardo DOP | 44 |
| 8.2 Pecorino Sardo DOP | 45 |
| 8.3 Pecorino romano DOP | 45 |
| 8.4 Agnello di Sardegna IGP | 46 |
| 8.5 Olio extravergine di oliva Sardegna DOP | 48 |
| 8.6 Carciofo Spinoso di Sardegna DOP | 48 |
| 9. Analisi dello stato di fatto | 50 |
| 10. Inquadramento pedologico del sito: la carta dei suoli della Sardegna | 54 |
| 11. Carta della salinizzazione | 61 |
| 12. L'Agrovoltaico: esperienze e prospettive future | 63 |
| 13. Agrometeorologia e la radiazione solare | 66 |
| 13.1 Bilancio radiativo | 66 |

| | |
|---|-----|
| 14. Coltivare il Melograno (<i>Punica granatum</i>): quadro generale | 74 |
| 14.1 Preparazione del sito..... | 74 |
| 14.2 Considerazioni irrigue | 75 |
| 14.3 Forma di allevamento | 77 |
| 14.4 Combinazione coltura del melograno e fotovoltaico..... | 78 |
| 15. Considerazioni energetiche riferite al layout di progetto | 78 |
| 16. Interpretazione dei dati..... | 91 |
| 17. Considerazioni sulla produzione con FV..... | 91 |
| 18. Proposta migliorativa: inerbimento sotto i tracker..... | 92 |
| 19. Fascia perimetrale di mitigazione | 94 |
| 20. Piano di monitoraggio delle cure colturali opere a verde..... | 98 |
| 20.1 Controllo della vegetazione infestante | 99 |
| 20.2 Sostituzione fallanze | 99 |
| 20.3 Pratiche di gestione irrigua | 99 |
| 20.4 Difesa fitosanitaria | 100 |
| 20.5 Potatura di contenimento e di formazione..... | 100 |
| 20.6 Pratiche di fertilizzazione | 100 |
| 21. Analisi dei costi impianto a Melograno..... | 101 |
| 22. Analisi dei costi impianto a fascia di mitigazione..... | 102 |
| 23. Analisi delle ricadute occupazionali agrivoltaico | 102 |
| 24. Il progetto rispetto alle linee guida del MITE sugli impianti agrivoltaici (Giugno 2022)..... | 104 |
| 25. Valutazioni finali..... | 110 |

Relazione agronomica

1.Premessa

La società Verde 8 s.r.l. con sede Via Mike Bongiorno n. 13 a Milano, ha in itinere un progetto per la realizzazione di un impianto solare per la produzione di energia elettrica con tecnologia agrivoltaica della potenza di 45,524 MWp e in immissione di 38,532 MWac da realizzare nei Comuni di Serramanna in località Mitza Porcedda e Villasor in località Stradoni de Biddaxirdu (province del Sud Sardegna). L'impianto agrivoltaico e le opere connesse ricadono sulle seguenti particella catastali: *Comune di Serramanna:*

- Fg.45 p.lle 337, 338, 339, 340, 341, 56, 67;
- Fg.54 p.lle 68, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 64, 60, 326, 324, 322, 320, 318, 316, 314, 595, 596, 598, 312, 705, 704, 307, 703, 306, 308, 309, 310, 498, 699, 452, 450, 305, 303, 55, 299, 296, 297, 298, 157, 436, 127, 665, 666, 668, 438, 667, 185, 45, 186;
- Fg. 42 p.lle 835, 557, 558, 559, 837, 222, 262, 263;

Comune di Villasor:

- Fg. 5 p.lle 15, 17, 12;
- Fg.21 p.lle 1, 159, 407, 467, 466, 446, 400, 401, 534, 440, 115, 116, 117, 442, 18, 373, 81, 375, 372, 434, 80, 436, 420, 435, 16, 422, 87, 437, 83, 84, 118, 119, 443, 445, 552, 553, 452sub2, 452sub5, 452sub6, 452sub7, 144, 146, 145, 151, 152, 477, 480, 484, 486, 394, 393, 395, 383, 24, 458, 461, 397, 460, 389, 563, 496, 130, 562sub1, 562sub2, 538, 535, 11;
- Fg.22 p.lle 365, 369, 352, 354, 113, 114, 374, 139, 216, 148, 226, 228, 271, 272, 183, 144, 186, 212, 211, 145, 128, 129, 214, 207, 208, 130, 131, 133, 103, 102, 101, 100, 99, 98, 97, 96, 95, 94, 92, 91, 90, 89, 83, 82, 273, 274, 275, 84, 378, 81, 238, 251, 123;
- Fg.23 p.lle 96, 85, 84, 74, 73.

Lo schema di allacciamento alla RTN prevede che la centrale venga collegata in antenna a 150 kV su un nuovo stallo a 150 kV della stazione elettrica di trasformazione (SE) della RTN 220/150 kV di Villasor; le particelle interessate rientrano nel Comune di Villasor al Fg.22 e sono la 378 e la 81.

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 agrovoltaiico, permettendo lo svolgimento dell'attività di produzione di energia elettrica combinata con la coltivazione del terreno;
- Identificazione di colture/piante da mettere a dimora lungo il perimetro dell'impianto per la realizzazione della fascia perimetrale di mitigazione;
- 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.

2. Introduzione

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

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

3. Inquadramento Geografico e Territoriale

L'area presa in considerazione nel presente progetto ricade nel territorio comunale di Serramanna (SU) in Località Mitza Porcedda e nel territorio comunale di Villasor (SU) in località Stradoni de Biddaxirdu. L'area è posizionata ad una distanza media di circa 4 km in direzione Sud-Ovest rispetto al nucleo urbano della città di Serramanna e ad una distanza media di circa 5 km in direzione Ovest rispetto al nucleo della città di Villasor. L'area interessa dall'impianto è tagliata dalla Strada Statale 196 che collega Villasor al Comune di Villacidro.

Cartograficamente questa area è all'interno delle tavole CTR regionali alla scala 1:10.000 denominate Elemento n. 547150 ed Elemento n. 556030.

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 SS196, oltre che da varie strade comunali che collegano le porzioni del campo agrivoltaico oggetto del presente studio.

L'area di impianto è a circa 3,5 km in direzione Ovest, distanti in linea aerea dalla Stazione Elettrica Utente SE. I lotti verranno collegati alla SE Utente tramite un cavidotto interrato della lunghezza di circa 8.5 km. La Stazione Elettrica Utente SE sarà collegata in antenna a 150 kV su un nuovo stallo a 150 kV della stazione elettrica di trasformazione (SE) della RTN 220/150 kV di Villasor.

Coordinate Geografiche Sito:

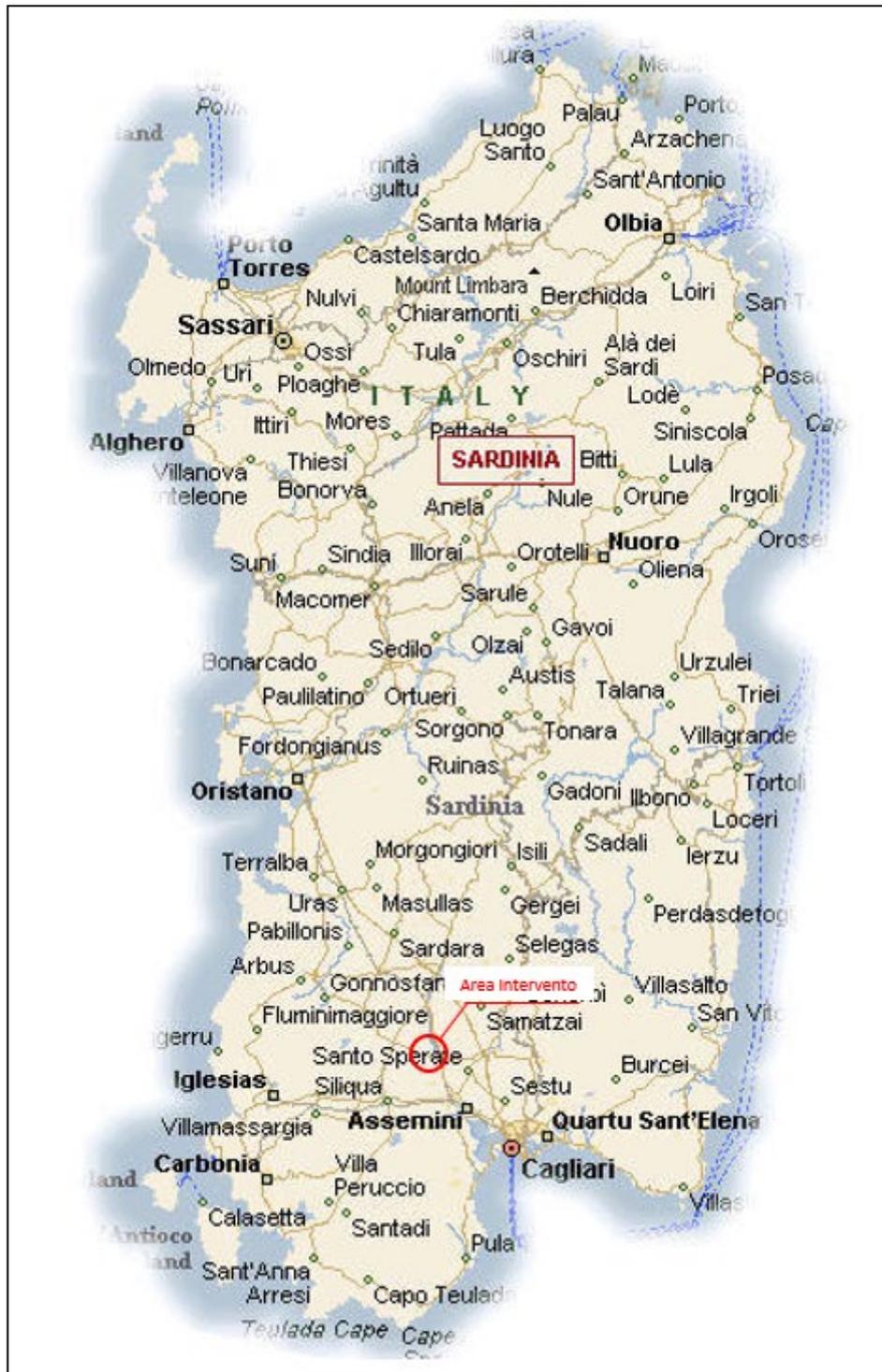
Lat. 39.409294° - Lat. 39.389261°

Long. 8.862496° - Long.8.896497°

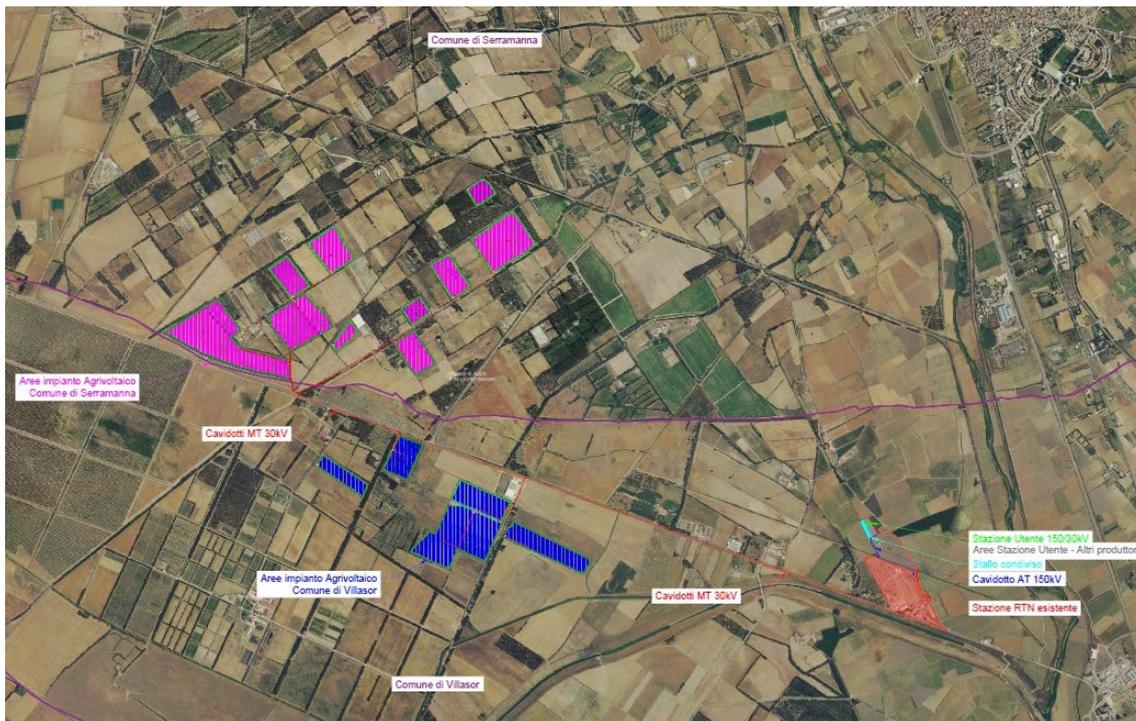
Coordinate Geografiche Stazione Elettrica connessione:

Lat. 39.391813°

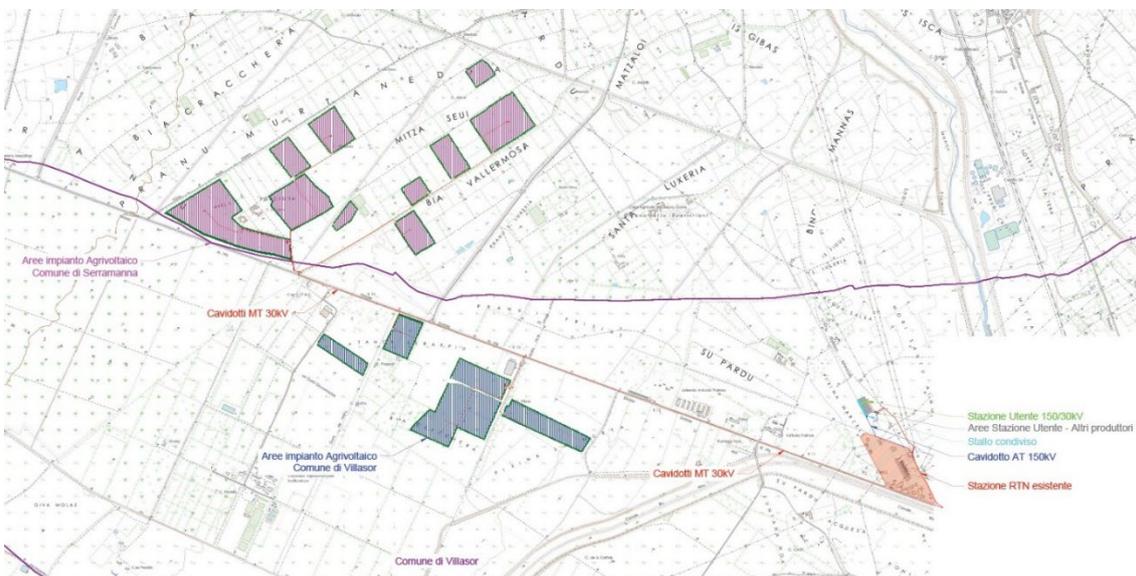
Long. 8.915276°



1 - Inquadramento generale



2 – Ortofoto e areale di intervento

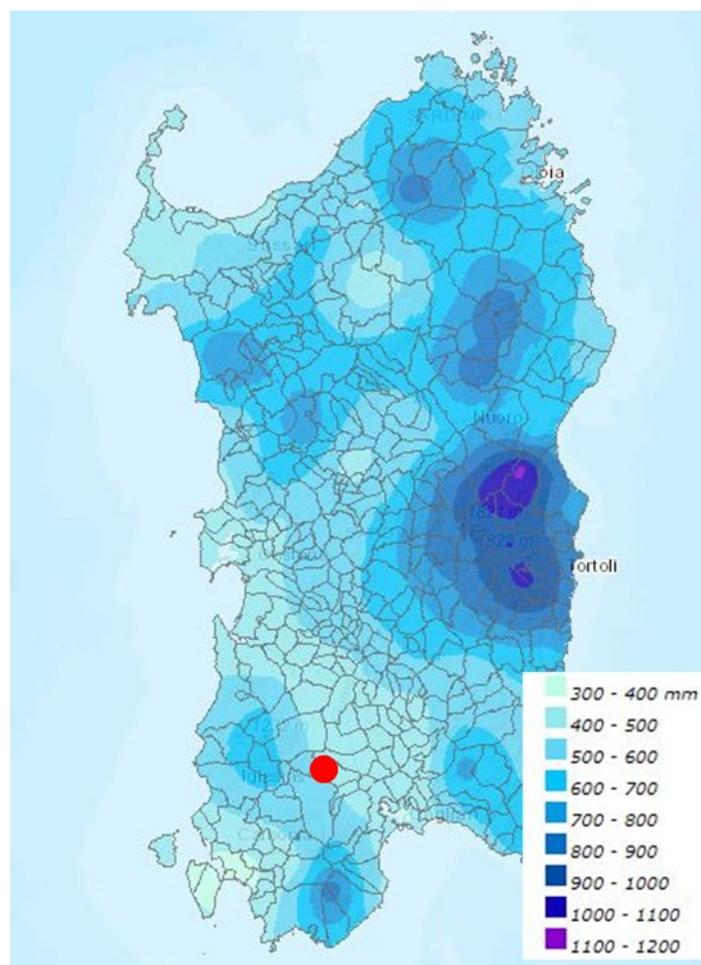


3 – Inquadramento area di intervento su CTR

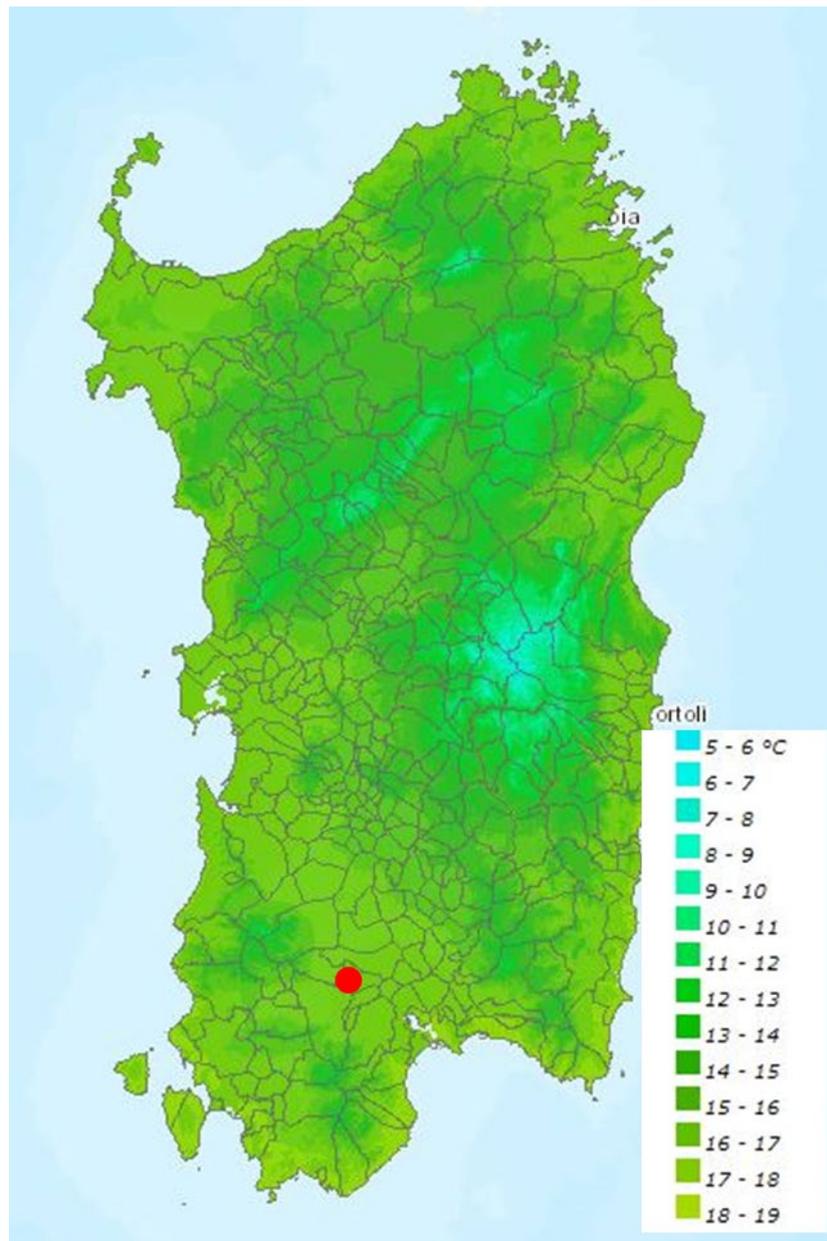
Secondo il P.R.G. vigente le aree ricadono in zona E Agricola-Pastorale come definito nel CDU allegato alla documentazione amministrativa del progetto. L'impianto non insiste all'interno di nessuna area protetta, tantomeno in aree SIC o ZPS.

4. Inquadramento climatico

Considerando le condizioni medie dell'intero territorio, in provincia di Cagliari, 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.



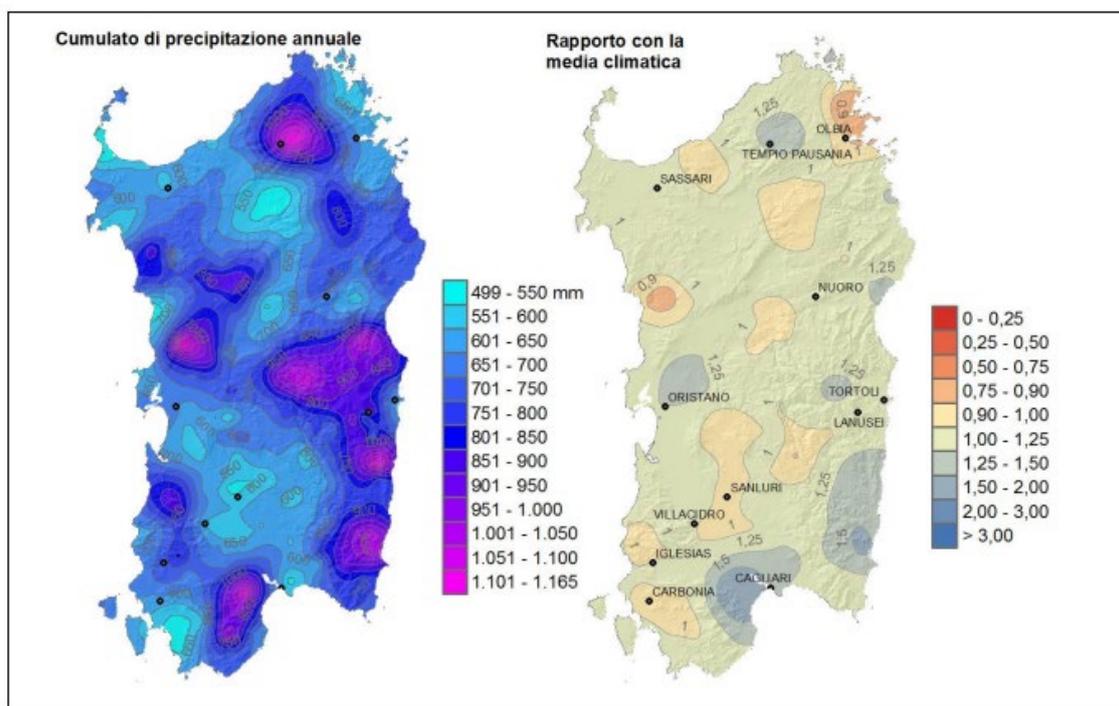
4- Precipitazione totale annua – 2016 (Arpa Sardegna – dati portale cartografico)



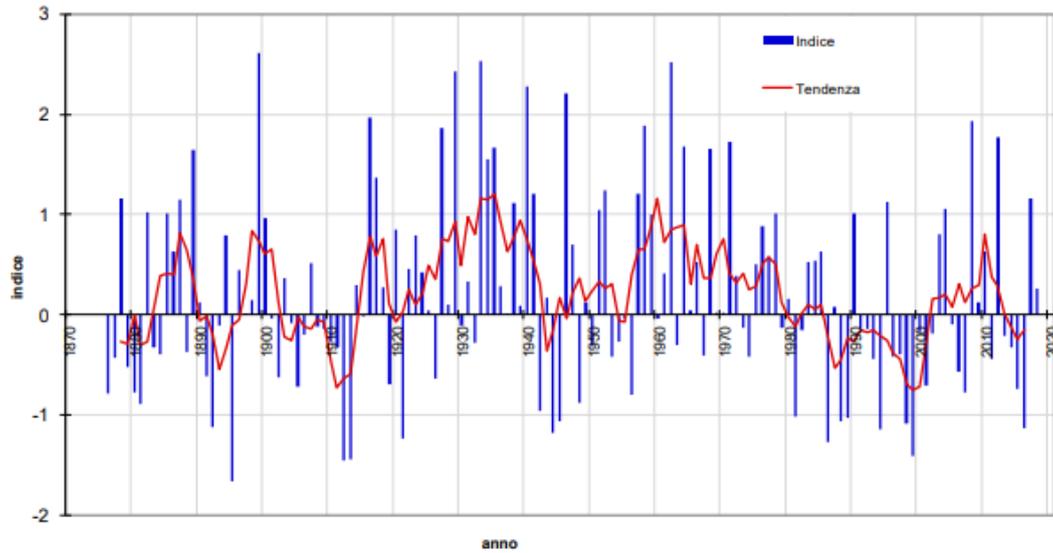
5 - Temperatura media annua – 2016 (Arpa Sardegna – dati portale cartografico)

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

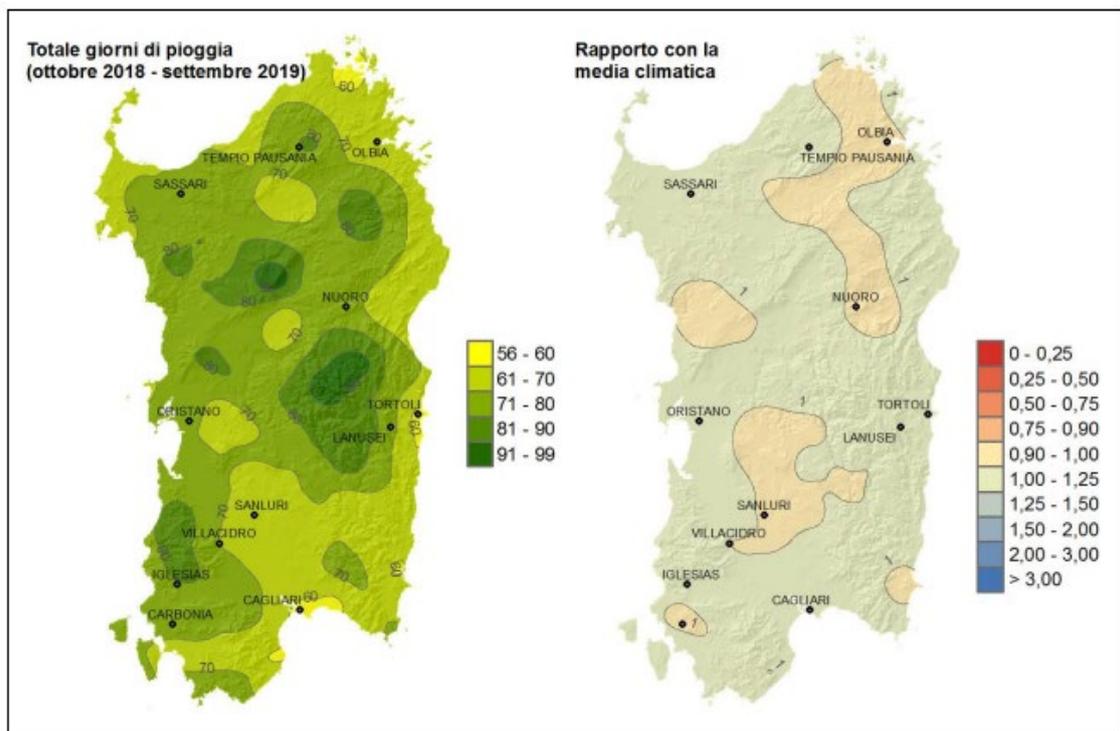
valori medi climatici, ma con un contributo non uniforme tra i diversi sottoperiodi: nel trimestre autunnale, infatti, le piogge sono state relativamente abbondanti (particolarmente al Sud), mentre nel successivo quadrimestre sono state inferiori alla media climatica, soprattutto in alcune aree della 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 $-2.5\text{ }^{\circ}\text{C}$, 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 $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$. 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.



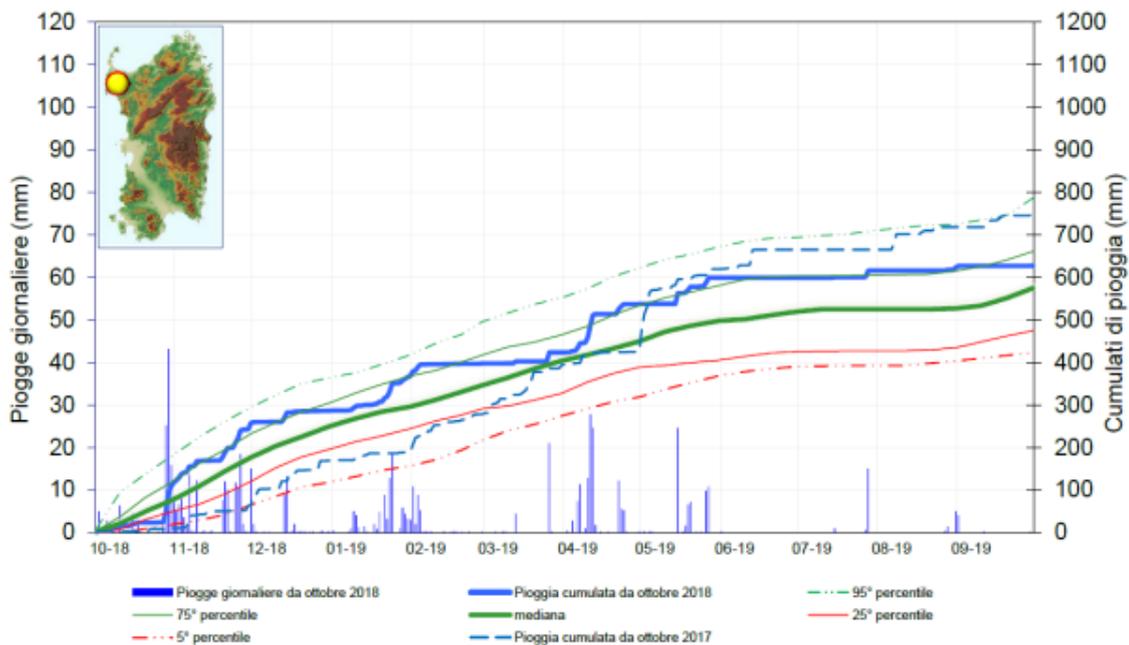
6- Cumulato di precipitazione da ottobre 2018 a settembre 2019 e rapporto tra il cumulato e la media climatologica



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

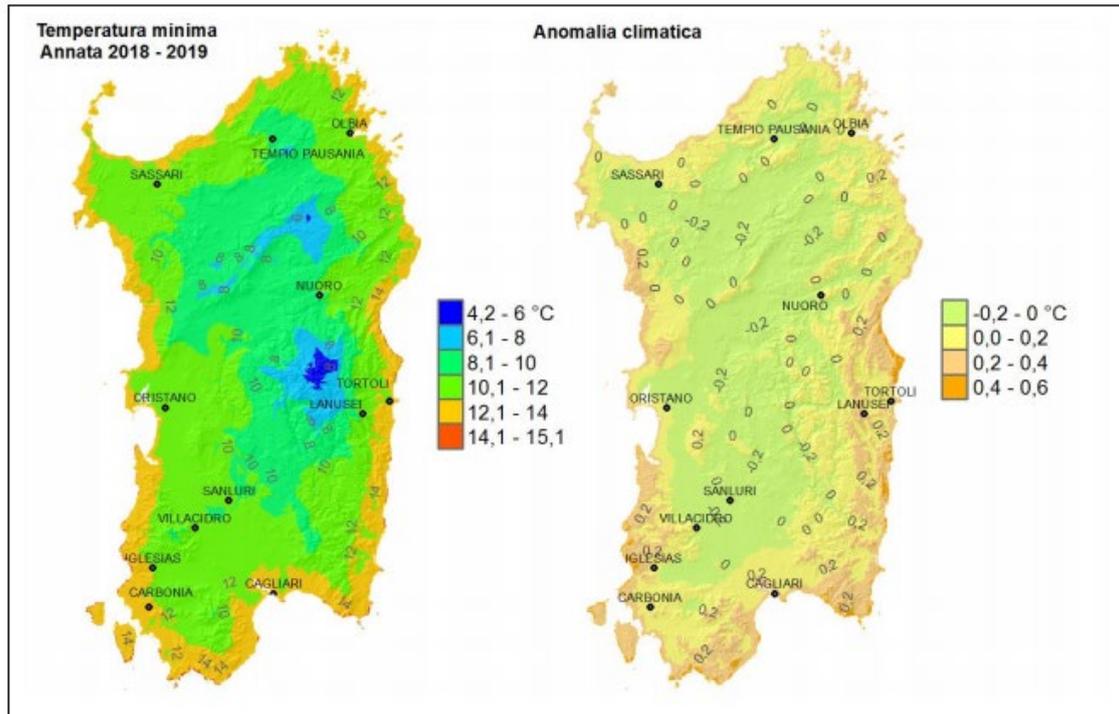


8 - Numero di giorni piovosi da ottobre 2018 a settembre 2019 e rapporto tra il cumulo e la media climatologica

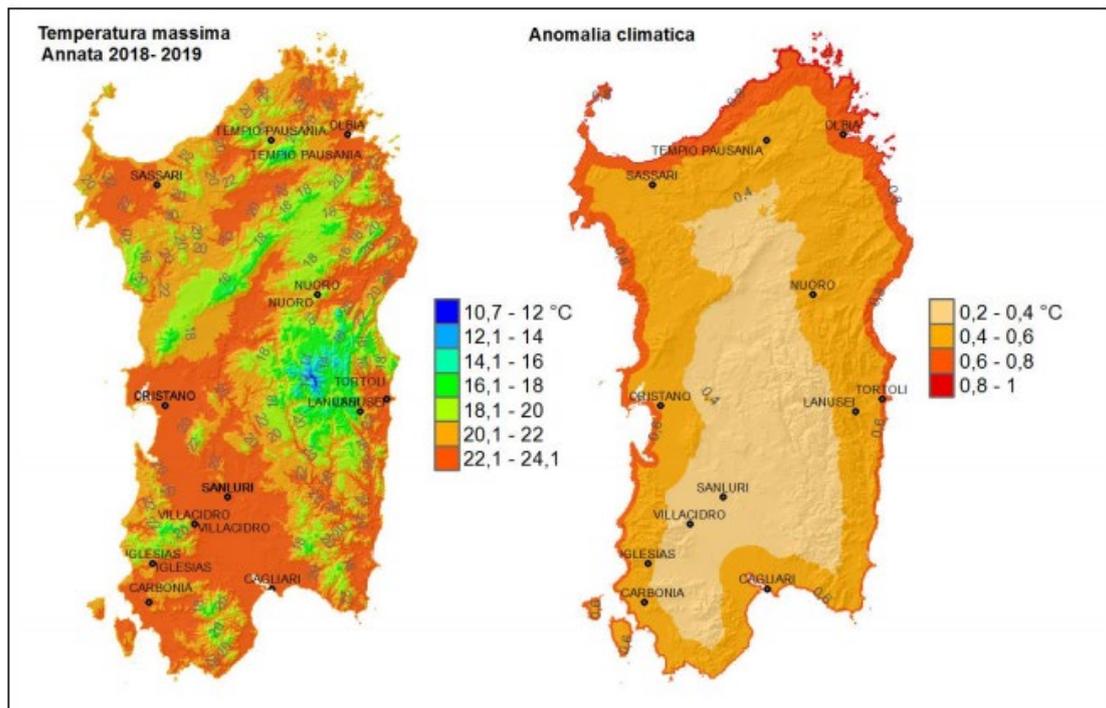


9 -Precipitazioni giornaliere e cumulate nella stagione piovosa Stazione di Olmedo

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.



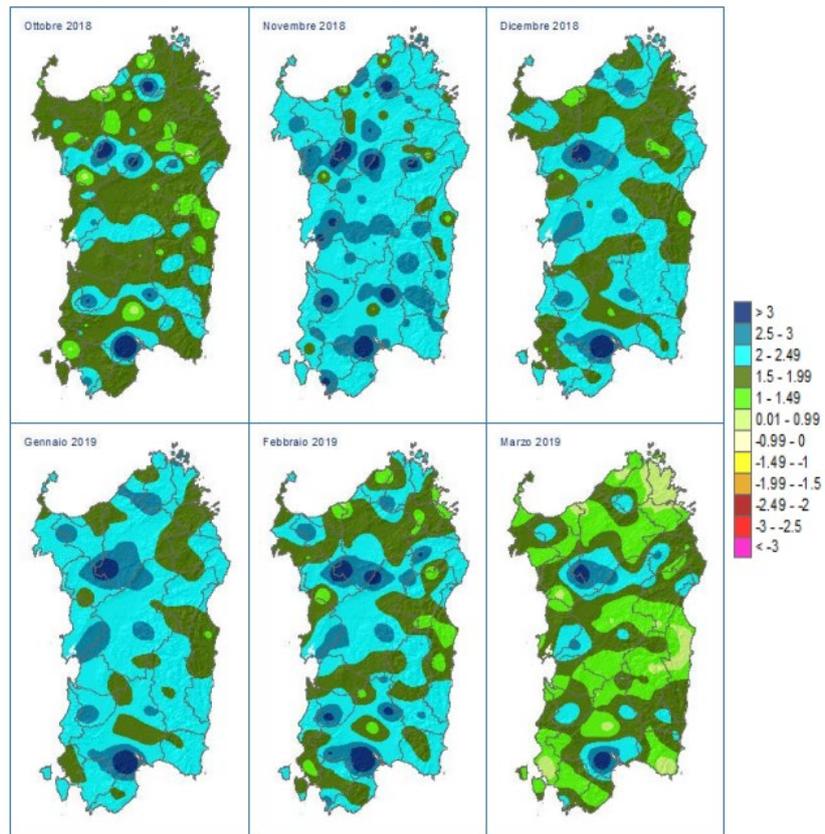
10 - Media annuale delle temperature minime 2018-2019 e anomalia rispetto alla media 1995-2014



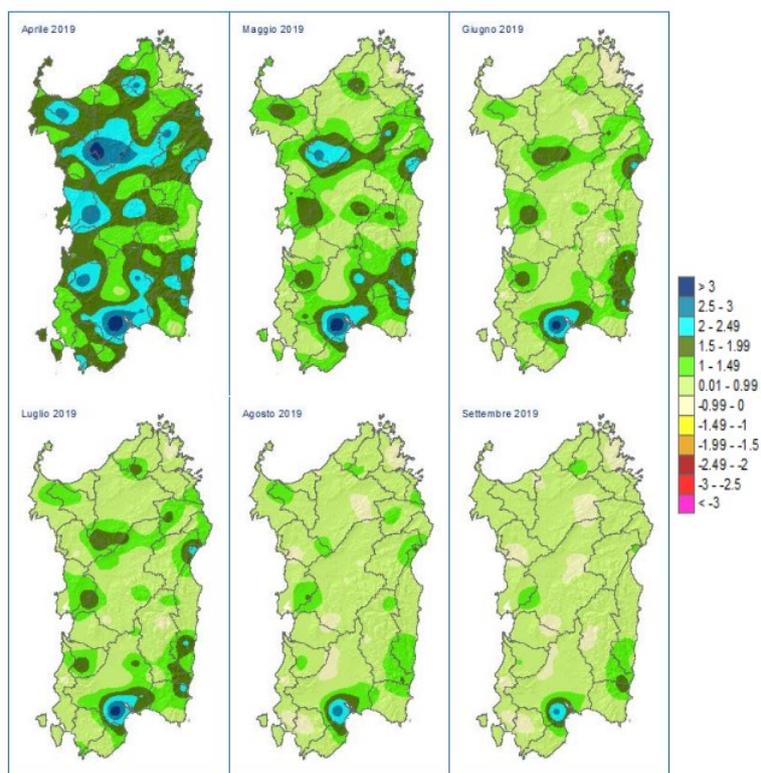
11 - Media annuale delle temperature massime 2018-2019 e anomalia rispetto alla media 1995-2014

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 |



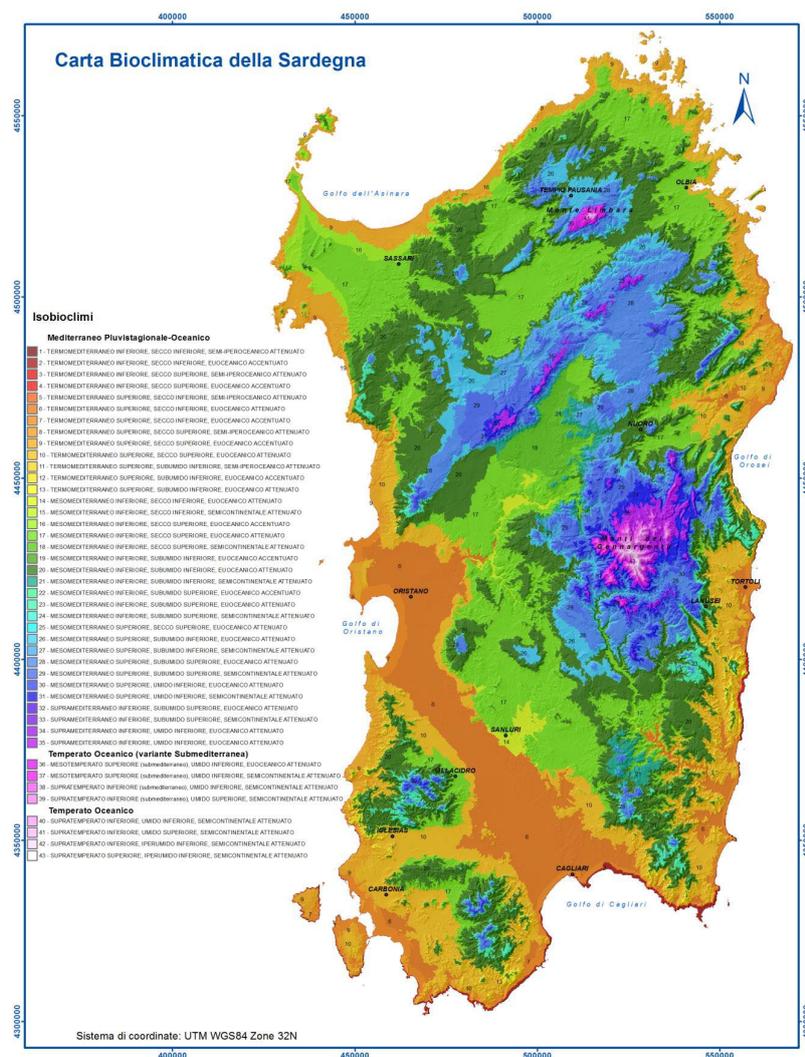
12 - Mappe dell'indice SPI da ottobre 2018 a marzo 2019, calcolato con finestre temporali di 12 mesi



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

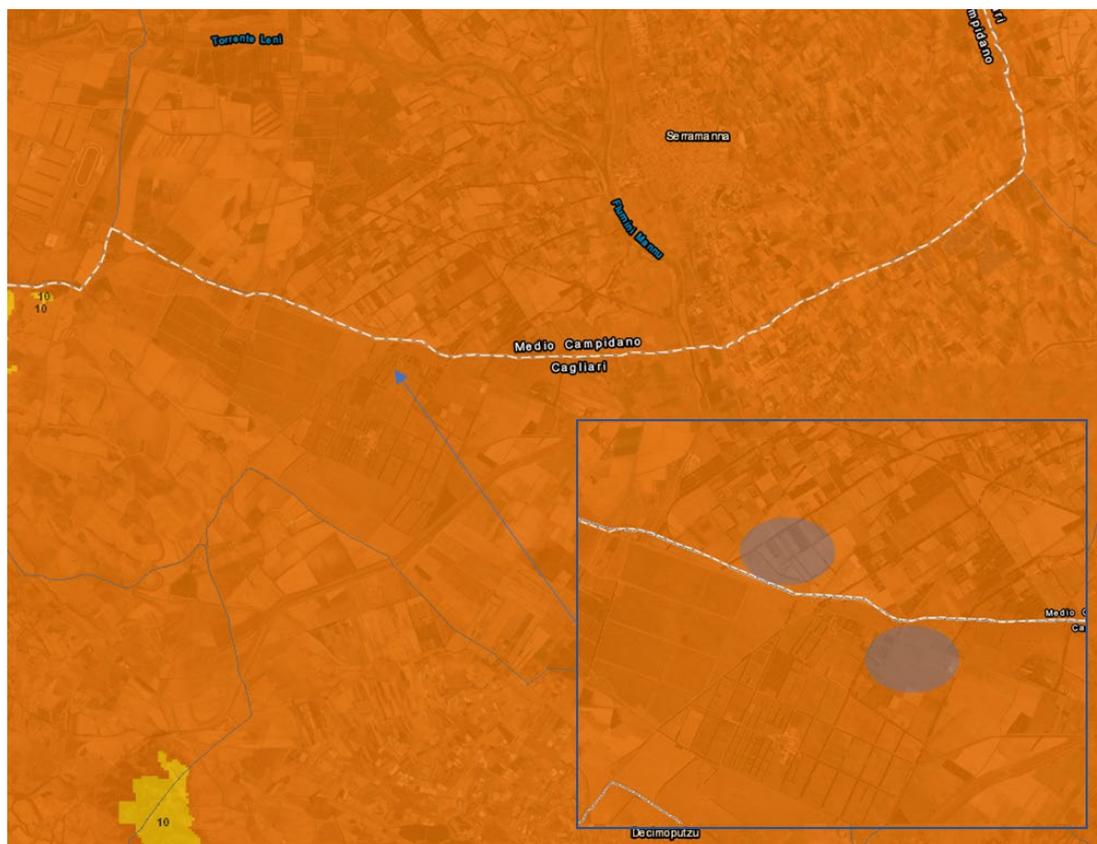
5. La carta bioclimatica della Sardegna

Il bioclima rappresenta le condizioni climatiche in rapporto alle esigenze degli esseri viventi. Esso da informazioni su come gli esseri viventi si distribuiscono sulla superficie terrestre in base alle condizioni climatiche. In genere, gli studi bioclimatologici sono associati alla distribuzione degli organismi vegetali. Temperature e precipitazioni, infatti, influiscono fortemente sulla composizione della vegetazione e sul modo in cui i vari tipi di vegetazione si distribuiscono sul territorio. La carta bioclimatica della Sardegna è stata realizzata dall'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna (ARPAS) in collaborazione con il Dipartimento di Scienze della Natura e del Territorio (DIPNET) dell'Università di Sassari e con la Scuola di Scienze Agrarie, Forestali, Alimentari e Ambientali di Potenza (SAFE), Università degli Studi della Basilicata. La Carta rappresenta una classificazione del bioclima sardo in 43 isobioclimi (o tipi bioclimatici). L'analisi adottata per il calcolo degli indici bioclimatici è stata effettuata in accordo con la classificazione denominata "Worldwide Bioclimatic Classification System" proposta da Rivas-Martinez.



14 – Carta Bioclimatica della Regione Sardegna

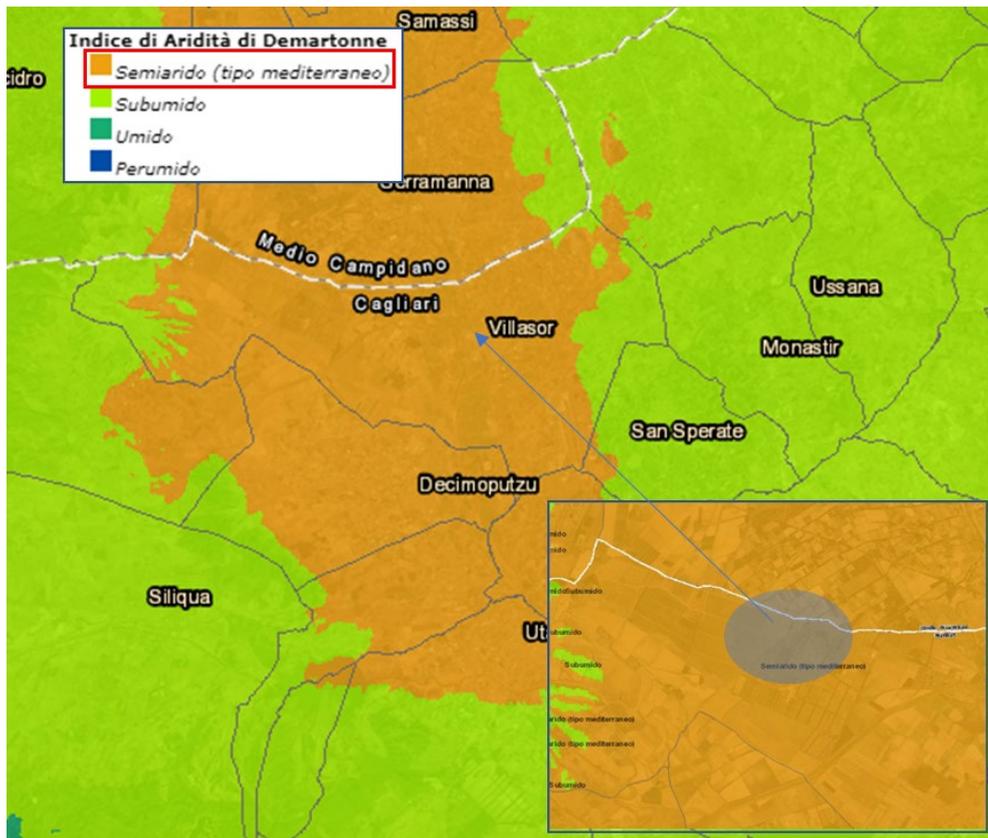
In relazione alle aree di progetto, i terreni in esame, secondo la carta del bioclima, rientrano nel Termomediterraneo superiore, secco inferiore, euoceanico debole.



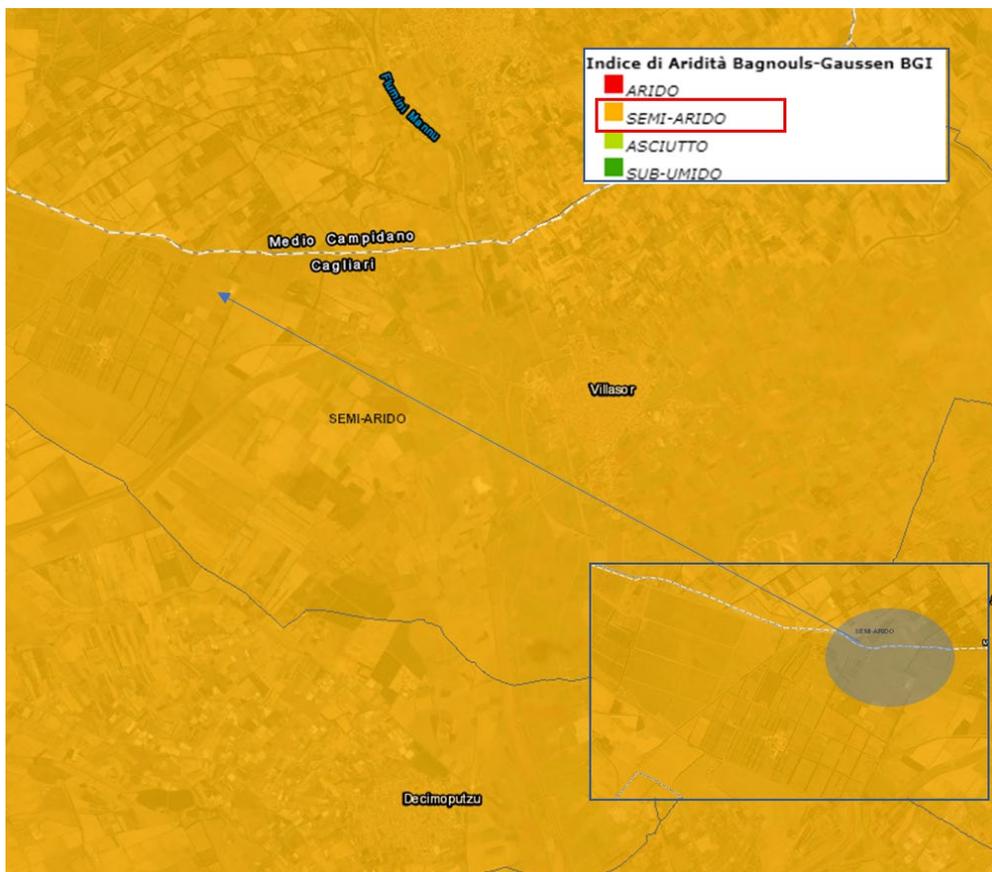
15 – Carta Bioclimatica della Regione Sardegna

5.1 Indici bioclimatici

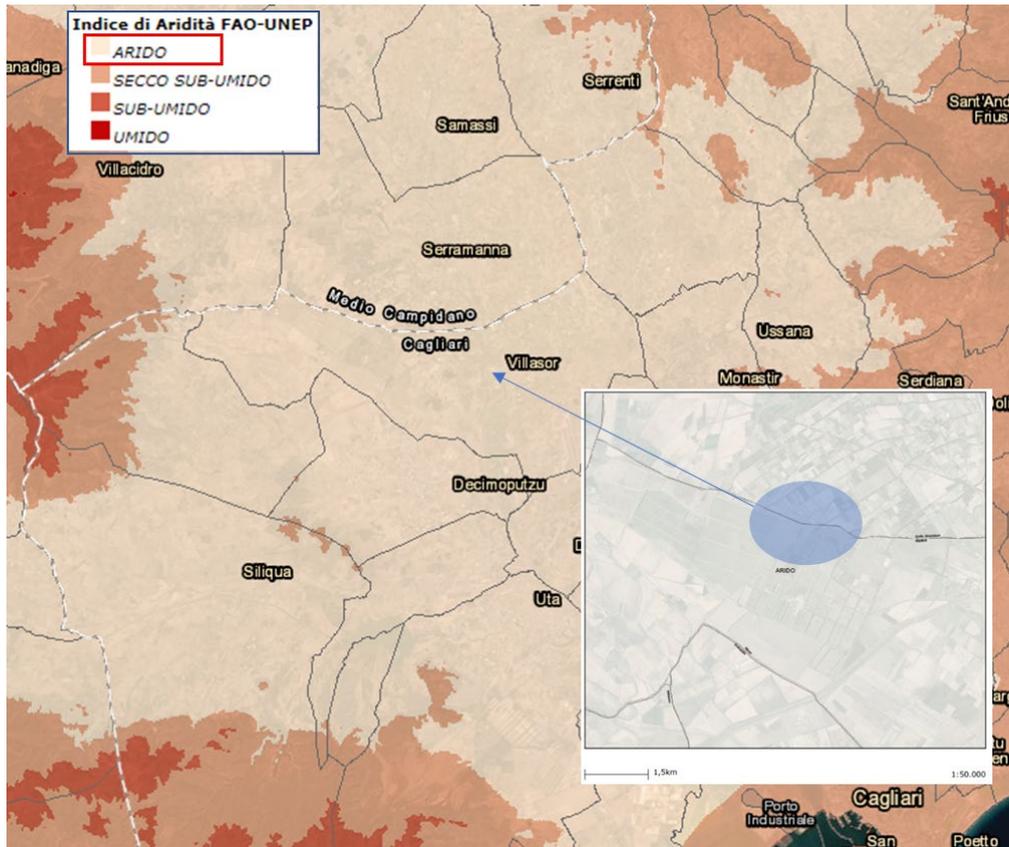
È noto da tempo che la distribuzione della vegetazione sulla superficie terrestre dipende da una lunga serie di fattori di varia natura tra di essi interagenti (fattori geografici, topografici, geopedologici, climatici, biologici, storici...). È noto altresì che, fra tutti gli elementi individuati, la 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.



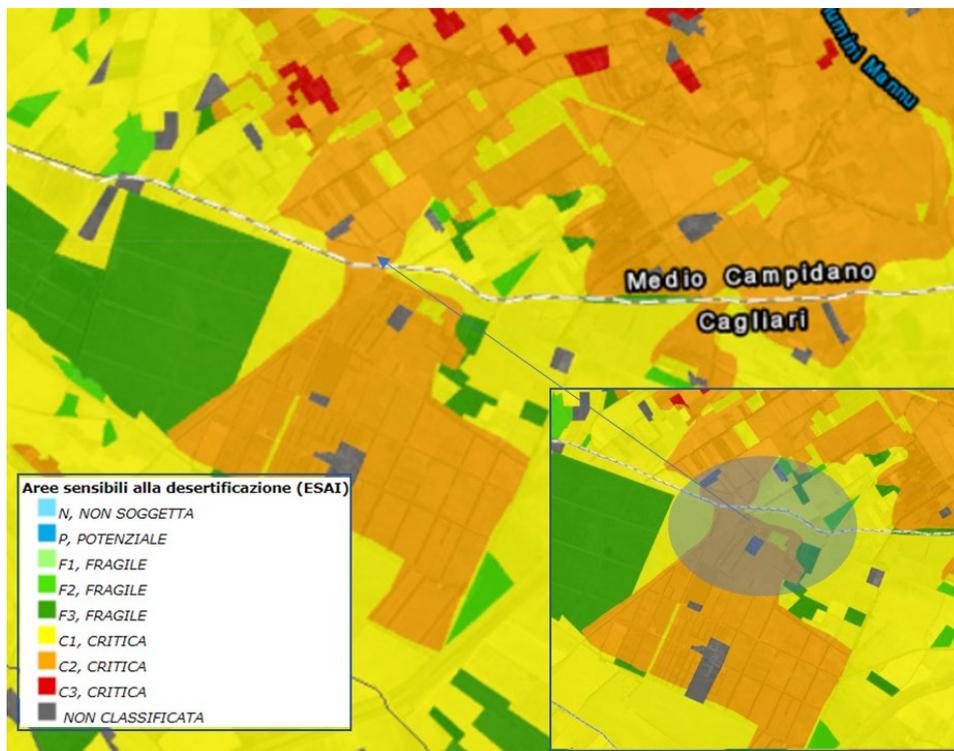
16 - Indice di aridità di De Martonne rispetto alle zone di progetto del parco agrivoltaico



17 - Indice di aridità di BGI rispetto alle zone di progetto del parco agrivoltaico

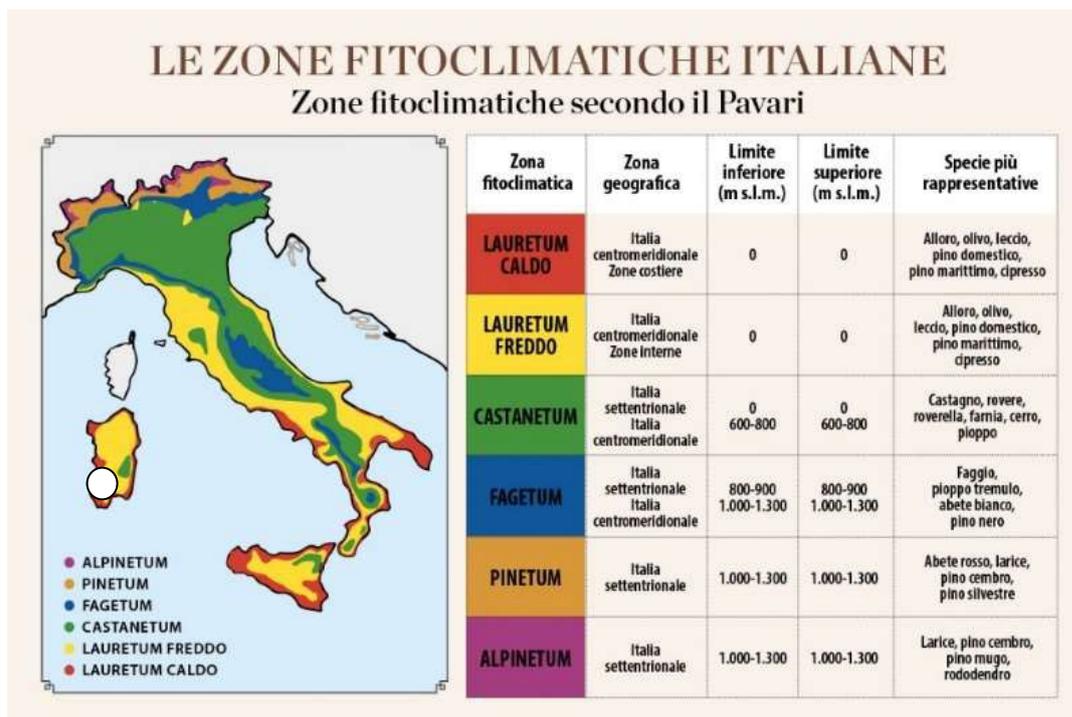


18 - Indice di aridità di FAO-UNEP rispetto alle zone di progetto del parco agrivoltaico



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

5.2 Fasce bioclimatiche Pavari



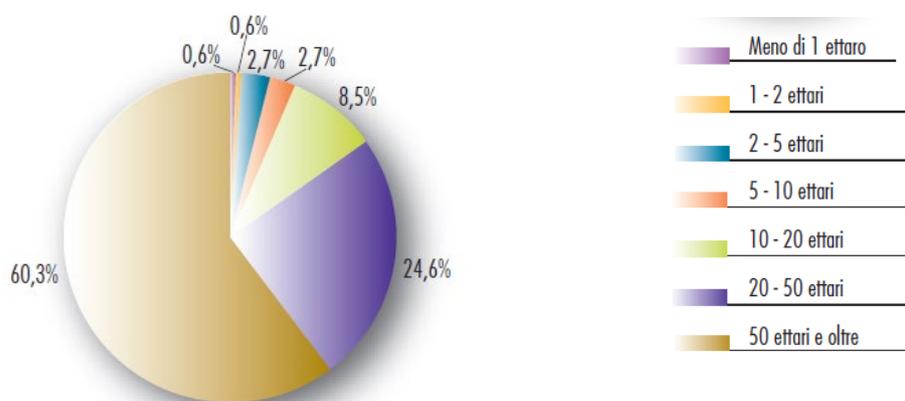
20 - Classificazione italiana di Pavari

L'area oggetto di intervento risente di due zone fitoclimatiche, riconducibili a *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.

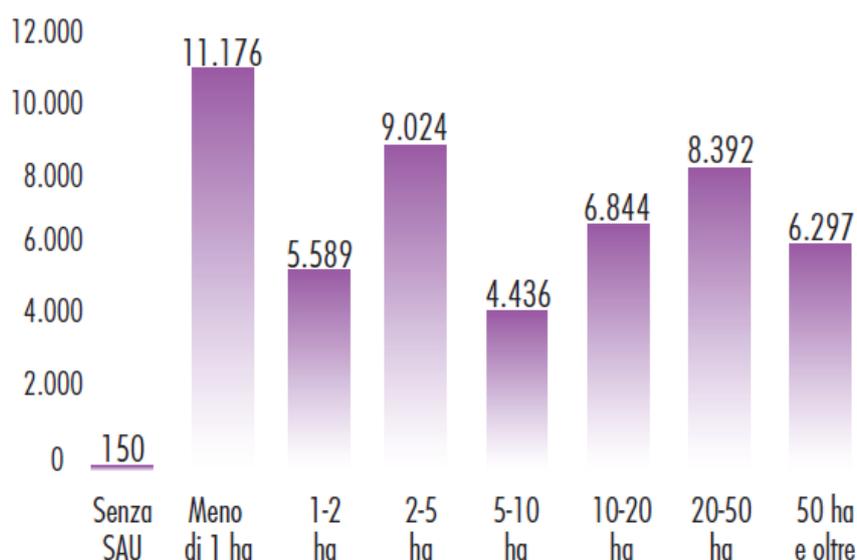
6. Agricoltura in Sardegna

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 2013-2003 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.



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



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

7. 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).

| Culture | 2016 | 2015 | Variazione % 2016/2015 |
|----------------------------------|-------------|-------------|-----------------------------------|
| CEREALI | | | |
| frumento duro | 36.399 | 38.581 | -5,7 |
| orzo | 13.489 | 13.489 | 0,0 |
| avena | 15.676 | 15.676 | 0,0 |
| riso | 3.480 | n.d. | - |
| mais | 536 | 855 | -37,3 |
| sorgo | 74 | 74 | 0,0 |
| FORAGGERE PERMANENTI | | | |
| prati | 53.466 | 53.436 | 0,1 |
| pascoli | 670.488 | 670.488 | 0,0 |
| FORAGGERE TEMPORANEE | | | |
| erbai | 178.757 | 180.289 | -0,8 |
| prati avvicendati | 54.321 | 51.312 | 5,9 |
| COLTURE INDUSTRIALI | | | |
| colza | 13 | 13 | 0,0 |
| girasole | 32 | 32 | 0,0 |
| LEGUMI SECCHI | | | |
| fava da granella | 3.859 | 3.339 | 15,6 |
| fagiolo | 435 | 435 | 0,0 |
| pisello proteico | 244 | 244 | 0,0 |
| Culture | 2016 | 2015 | Variazione % 2016/2015 |
| carciofo | 12.899 | 9.499 | 35,8 |
| lattuga | 670 | 610 | 9,8 |
| melanzana | 143 | 143 | 0,0 |
| finocchio | 827 | 827 | 0,0 |
| peperone | 310 | 310 | 0,0 |
| patata | 1.501 | 1.501 | 0,0 |
| pomodoro | 151 | 151 | 0,0 |
| pomodoro da industria | 408 | 408 | 0,0 |
| cavolfiore e cavolo broccolo | 550 | 758 | -27,4 |
| cavolo cappuccio | 247 | 247 | 0,0 |
| cavolo verza | 34 | 34 | 0,0 |
| ORTAGGI E FRUTTA IN SERRA | | | |
| fragola | 25 | 25 | 0,0 |
| Culture | 2016 | 2015 | Variazione % 2016/2015 |
| lattuga | 50 | 50 | 0,0 |
| finocchio | 20 | 34 | -41,2 |
| melanzana | 10 | 10 | 0,0 |
| peperone | 15 | 15 | 0,0 |
| pomodoro | 310 | 300 | 3,3 |
| cocomero | 16 | 20 | -20,0 |
| melone | 61 | 60 | 1,7 |
| zucchina | 18 | 20 | -10,0 |
| AGRUMI | | | |
| arancio | 3.598 | 3.598 | 0,0 |
| limone | 360 | 360 | 0,0 |
| clementina | 651 | 651 | 0,0 |
| mandarino | 627 | 627 | 0,0 |

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

7.1 Prodotti a denominazione

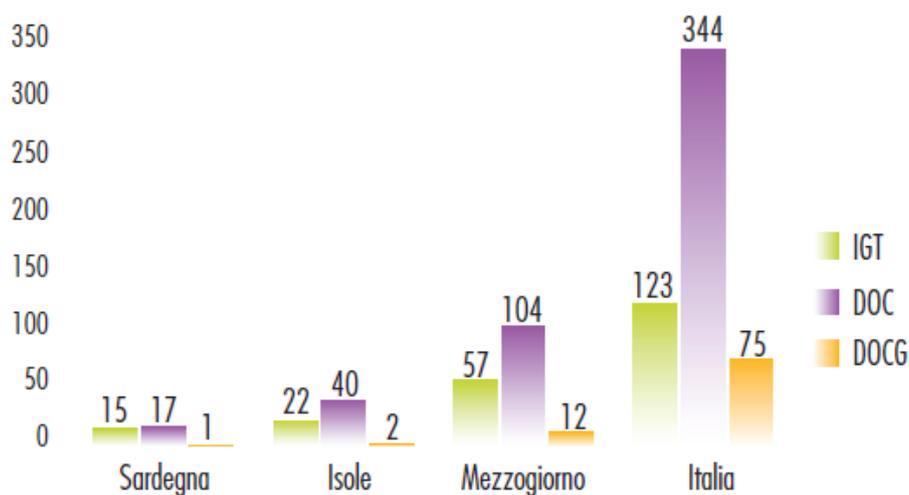
I prodotti sardi iscritti nel registro delle Denominazioni di Origine Protette (DOP) e delle Indicazioni Geografiche Protette (IGP) sono 8: oltre al Fiore Sardo (DOP dal 1996), al Pecorino Romano (DOP dal 1996), al Pecorino Sardo (DOP dal 1996), all'Agnello di Sardegna (IGP dal 2001), all'Olio extravergine 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, Tortolì, 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 | | | | |
|-----------------|-------------------|-------------------|--------------|------------------|-------------|
| | 2015 | 2016 | Comp. % | Variazioni | |
| | | | | assolute | % |
| Sardegna | 984,63 | 1.093,34 | 0,6 | 108,71 | 11,0 |
| 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 |

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

| | Carni | | | | Formaggi | | | | Ortofrutta | | | | Olii 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 | | |

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



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

| PROVINCIA | Vermentino di Gallura | | | | | | | | | | | | | Malvasia Monica Moscato | | | | | | | | | | | | | Campidano di Terralba o Terraiba Cannonau 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 Vemaccio di Oristano | | | | | | | | | | | | | Barbagia Colli del Limbara Isola dei Nuraghi Mamilla Nurra Ogliastra Parteolla Planargia Provincia di Nuoro Romangia Sibiola Tharros Trexenta Valle del Triso Valli di Porto Pino | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------------------|---------|----------|----------------------------------|----------------------|----------------------|------------------|------------------|-------------|--------------------|--------------------------|---------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------|------------------------|----------------------|----------|-------------------|-------------------|---------|-------|-----------|-----------|-----------|--------------------|---|---------|---------|----------|-----------------|---------------------|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | Alghero | Arborea | Cagliari | Campidano di Terralba o Terraiba | Cannonau 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 | Vemaccio di Oristano | Barbagia | Colli del Limbara | Isola dei Nuraghi | Mamilla | Nurra | Ogliastra | Parteolla | Planargia | Provincia di Nuoro | Romangia | Sibiola | Tharros | Trexenta | Valle del Triso | Valli di Porto Pino | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OT | ● | | | ● | | | | ● | ● | ● | | | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | | | | | | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NU | | | | ● | | | | ● | ● | ● | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | | | | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OG | | | | ● | | | | | ● | ● | | | ● | ● | ● | ● | | | ● | | | ● | | | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CA | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | | | | ● | | ● | | ● | ● | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CI | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | | | | | | | | | | | | | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VS | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OR | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | | | | ● | ● | | | ● | | | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SS | ● | | | ● | | | | | ● | ● | | | ● | ● | ● | ● | | | ● | ● | | | | | | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

■ DOCG ■ DOC ■ IGT

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

7.2 Produzioni di qualità legate all'area di progetto

7.3.1 Cagliari DOC

La zona di produzione delle uve destinate ad ottenere i vini a denominazione di origine controllata "Cagliari", comprende l'intero territorio amministrativo, nelle rispettive province, dei seguenti comuni:

Provincia di Cagliari:

Armungia, Assemmini, Ballao, Barrali, Burcei, Cagliari, Capoterra, Castiadas, Decimomannu, Decimoputzu, Dolianova, Domus De Maria, Donorì, Elmas, Gesico, Goni, Guamaggiore, Guasila, Mandas, Maracalagonis, Monastir, Monserrato, Muravera, Nuraminis, Ortacesus, Pimentel, Pula, Quartu Sant'Elena, Quartucciu, Samatzai, San Basilio, San Nicolò Gerrei, San Sperate, San Vito, Sant'Andrea Frius, Sarroch, Selargius, Selegas, Senorbi, Serdiana, Sestu, Settimo San Pietro, Siliqua, Silius, Sinnai, Siurgus Donigala, Soleminis, Suelli, Teulada, Ussana, Uta, Vallermosa, Villa San Pietro, Villaputzu, Villasalto, Villasimius, Villasor, Villaspeciosa.

Provincia Carbonia Iglesias:

Buggerru, Calasetta, Carbonia, Carloforte, Domusnovas, Fluminimaggiore, Giba, Gonnese, Iglesias, Masainas, Musei, Narcao, Nuxis, Perdaxius, Piscinas, Portoscuso, San Giovanni Suergiu, Santadi, Sant'Anna Arresi, Sant'Antioco, Tratalias, Villamassargia, Villaperuccio.

Provincia Medio Campidano:

Arbus, Barumini, Collinas, Furtei, Genuri, Gesturi, Gonnosfanadiga, Guspini, Las Plassas, Lunamatrona, Pabillonis, Pauli Arbarei, Samassi, San Gavino Monreale, Sanluri, Sardara, Segariu, Serramanna, Serrenti, Setzu, Siddi, Tuili, Turri, Ussaramanna, Villacidro, Villamar, Villanovaforru, Villanovafranca.

Provincia di Oristano:

Abbasanta, Aidomaggiore, Albagiara, Ales, Allai, Arborea, Ardauli, Assolo, Asuni, Baradili, Baratili San Pietro, Baessa, Bauladu, Bidonì, Bonarcado Boroneddu, Busachi, Cabras, Fordongianus, Ghilarza, Gonnoscodina, Gonnosnò, Gonnostramatza, Marrubiu, Masullas, Milis, Mogorella, Mogoro, Morgongiori, Narbolia, Neoneli, Norbello, Nughedu Santa Vittoria, Nurachi, Nureci, Ollastra Simaxis, Oristano, Palmas Arborea, Pau, Paulilatino, Pompu, Riola Sardo, Ruinas, Samugheo, San Nicolò d'Arcidano, San Vero Milis, Santa Giusta, Santu Lussurgiu, Sedilo, Seneghe, Senis, Sennariolo, Siamaggiore, Siamanna, Siapiccia, Simala, Simaxis, Sini, Siris, Solarussa, Sorradile, Tadasuni, Terralba, Tramatzza, Ulà Tirso, Uras, Usellus, Villa Sant'Antonio, Villa Verde, Villanova Truschedu, Villaurbana, Zeddiani, Zerfaliu.

Le condizioni ambientali e di coltura dei vigneti destinati alla produzione dei vini devono essere quelle tradizionali della zona e atte a conferire alle uve ed ai vini le specifiche caratteristiche di qualità. I sestri di impianto, le forme di allevamento ed i sistemi di potatura devono essere tali da consentire l'ottenimento di uve e vini aventi le caratteristiche stabilite dal disciplinare di produzione.

Il vino a denominazione di origine controllata "Cagliari" si produce nella zona di produzione oggi ricadente in tutto o in parte nelle province di Cagliari, Medio Campidano, Carbonia-Iglesias e Oristano, così come specificato nel disciplinare di produzione. La zona di produzione della DOC "Cagliari" è assai complessa e variegata dal punto di vista geologico, pedologico e degli ecosistemi correlati. La zona ha origini antiche che risalgono al paleozoico, era geologica in cui si è formato il nucleo granitico metamorfico della zolla sardo corsa. Questo insieme di rocce affiora ora in gran parte dell'isola risagomato al mutare del tempo dalle forze tettoniche e dai processi morfologici in rilievi arrotondati, altopiani peneplanati, valli ampie o incassate e coste frastagliate o lineari. Il paesaggio può presentarsi molto vario da morbido ad aspro in funzione della natura dei substrati e della vegetazione presente e passando da cime elevate a linee di costa. Nel mesozoico su questo nucleo il mare ha deposto strati carbonatico dolomitici, poi emersi ed erosi a formare aspri paesaggi che caratterizzano la sommità dei rilievi nella Sardegna centro orientale ma visibili anche nel Sulcis. Nel terziario la zolla sardo corsa si distacca da quella europea e ruota nel mediterraneo sino alla posizione attuale. Durante questa migrazione nella zolla si creano fratture profonde da cui fuoriescono magmi vulcanici, il mare penetra a più riprese nelle depressioni dell'entroterra accumulando sedimenti marini alternati ai magmi e a detriti provenienti dallo smantellamento dei rilievi persistenti. Nel pliopleistocene si mettono in posto le ultime colate basaltiche del vulcanismo sardo. Con questa genesi si formano i complessi stratigrafici vulcanico sedimentari che costituiscono buona parte della Sardegna occidentale e centro meridionale, fra cui le

zone dell'Arburese, Marmilla, Trexenta, Parteolla e Sulcis. Nel quaternario il mare si ritira e i processi erosivi accentuati dalla oscillazioni climatiche dei periodi glaciali e interglaciali, erodono i substrati e ridepongono detriti, modellando il paesaggio così come oggi lo vediamo, si plasmano così la grande pianura del Campidano, le piane minori ubiquitarie nell'isola, le zone lagunari e dunari costiere. I suoli sardi ricadenti nell'area geografica di coltivazione della DOC "Cagliari" riflettono questa complessità e pertanto sono estremamente vari come genesi, caratteristiche, proprietà e distribuzione. Per grandi raggruppamenti si trovano entisuoli a profilo A-C sulle convessità o sugli altopiani dei rilievi, o laddove il suolo è ancora poco evoluto. Dove i substrati sono più teneri e le forme consentono un maggiore accumulo evolvono inceptisuoli a profilo A-Bw-C.; sulle vulcaniti sotto foresta si possono trovare andosuoli. Sulle colline marnoso-arenacee oligomioceniche (terziario) sono caratteristiche le toposequenze di suoli in "catena", con la successione Entisuoli-Inceptisuoli-Vertisuoli, mentre sulle formazioni carbonatiche coeve a morfologia più movimentata è riscontrabile la successione Entisuoli litici-Inceptisuoli calcici-Inceptisuoli tipici. Nelle formazioni detritiche quaternarie: alluvioni, glaciai, colluvi etc., pianeggianti o leggermente ondulate, i suoli hanno un grado di evoluzione maggiore e si trovano oltre ad inceptisuoli e vertisuoli, alfisoli a profilo A-Bt-C anche molto evoluti con accumuli di argille, ferro, ossidi, carbonati, e orizzonti petrocalcici, fino a veri e propri ultisuoli sui depositi più antichi e stabili. Il regime di umidità del suolo è quasi sempre xerico. Lungo le coste e nelle aree depresse e idromorfe si trovano salorthid, psamments ed entisuoli acquici. In relazione ai vari fattori climatici della zona di produzione si riscontrano i seguenti tipi di clima:

- clima sub-tropicale: investe tutta la fascia meridionale dell'Isola, che parte da Fontanamare nel Sulcis, comprende Cagliari ed il suo Campidano, le isole di S. Pietro e di S. Antioco, per giungere a Muravera nel Sarrabus. In tale zona, le precipitazioni annue sono inferiori a 700 mm., la temperatura media annua è superiore a 17°C, quella del mese più freddo non scende mai al di sotto di 10°C e vi sono almeno quattro mesi con temperatura media superiore a 20°C. Nelle zone con questo clima, la vite prospera e produce abbastanza bene sotto il profilo quantitativo.

- clima temperato caldo: domina il Campidano centrale e la Valle del Tirso. La temperatura media annua che vi si riscontra non scende al di sotto di 15°C, quella del mese più freddo è compresa fra 6,5° e 10°C; in almeno tre mesi la temperatura media non scende al di sotto di 20°C. Le piogge annue non superano gli 800 mm.

7.3.2 Girò di Cagliari DOC

La denominazione di origine controllata "Girò di Cagliari" è riservata ai vini che rispondono alle condizioni ed ai requisiti stabiliti nel disciplinare di produzione. Il vino "Girò di Cagliari" deve essere ottenuto dalle uve provenienti dai vigneti composti dal vitigno Girò. È consentita, per favorire l'impollinazione, la presenza nei vigneti di non più del 5% di vitigni diversi idonei alla coltivazione per la regione Sardegna, iscritti nel registro nazionale delle varietà di vite per uve da vino approvato con D.M. 7 maggio 2004 e successivi aggiornamenti, purché le uve da essi provenienti non siano utilizzate nella preparazione dei vini di cui al presente disciplinare e la superficie da essi coperta sia detratta agli effetti del computo della resa.

La zona di produzione delle uve destinate ad ottenere i vini a denominazione di origine controllata "Girò di Cagliari", comprende l'intero territorio amministrativo, nelle rispettive province, dei seguenti comuni:
 Provincia di Cagliari: Armungia, Assemini, Ballao, Barrali, Burcei, Cagliari, Capoterra, Castiadas, Decimomannu, Decimoputzu, Dolianova, Domus De Maria, Donorì, Elmas, Gesico, Goni, Guamaggiore, Guasila, Mandas, Maracalagonis, Monastir, Monserrato, Muravera, Nuraminis, Ortacesus, Pimentel, Pula, Quartu Sant'Elena, Quartucciu, Samatzai, San Basilio, San Nicolò Gerrei, San Sperate, San Vito, Sant'Andrea Frius, Sarroch, Selargius, Selegas, Senorbì, Serdiana, Sestu, Settimo San Pietro, Siliqua, Silius, Sinnai, Siurgus Donigala, Soleminis, Suelli, Teulada, Ussana, Uta, Vallermosa, Villa San Pietro, Villaputzu, Villasalto, Villasimius, Villasor, Villaspeciosa.

Provincia Carbonia Iglesias: Buggerru, Calasetta, Carbonia, Carloforte, Domusnovas, Fluminimaggiore, Giba, Gonnese, Iglesias, Masainas, Musei, Narcao, Nuxis, Perdaxius, Piscinas, Portoscuso, San Giovanni Suergiu, Santadi, Sant'Anna Arresi, Sant'Antioco, Tratalias, Villamassargia, Villaperuccio.

Provincia Medio Campidano: Arbus, Barumini, Collinas, Furtei, Genuri, Gesturi, Gonnosfanadiga, Guspini, Las Plassas, Lunamatrona, Pabillonis, Pauli Arbarei, Samassi, San Gavino Monreale, Sanluri, Sardara, Segariu, Serramanna, Serrenti, Setzu, Siddi, Tullì, Turri, Ussaramanna, Villacidro, Villamar, Villanovaforru, Villanovafranca.

Provincia di Oristano: Abbasanta, Aidomaggiore, Albagiara, Ales, Allai, Arborea, Ardauli, Assolo, Asuni, Baradili, Baratili San Pietro, Baressa, Bauladu, Bidonì, Bonarcado Boroneddu, Busachi, Cabras, Fordongianus, Ghilarza, Gonnoscodina, Gonnosnò, Gonnostramatza, Marrubiu, Masullas, Milis, Mogorella, Mogoro, Morgongiori, Narbolia, Neoneli, Norbello, Nughedu Santa Vittoria, Nurachi, Nureci, Ollastra Simaxis, Oristano, Palmas Arborea, Pau, Paulilatino, Pompu, Riola Sardo, Ruinas, Samugheo, San Nicolò d'Arcidano, San Vero Milis, Santa Giusta, Santu Lussurgiu, Sedilo, Seneghe, Senis, Sennariolo, Siamaggiore, Siamanna, Siapiccia, Simala, Simaxis, Sini, Siris, Solarussa, Sorradile, Tadasuni, Terralba, Tramatzu, Ulà Tirso, Uras, Usellus, Villa Sant'Antonio, Villa Verde, Villanova Truschedu, Villaurbana, Zeddiani, Zerfaliu.

Le condizioni ambientali e di coltura dei vigneti destinati alla produzione del vino "Girò di Cagliari" devono essere quelle tradizionali della zona e, comunque, atte a conferire alle uve e al vino le specifiche caratteristiche di qualità. Sono pertanto da considerarsi esclusi i terreni freschi, male esposti e quelli di debole spessore derivanti da rocce compatte, le dune attuali, i terreni salini, quelli derivati da alluvioni recenti interessati dalla falda freatica ed infine i terreni situati oltre i 400 metri s.l.m. I sesti di impianto, le forme di allevamento e i sistemi di potatura devono essere quelli generalmente usati o comunque atti a non modificare le caratteristiche delle uve e dei vini.

Il vino "Girò di Cagliari" si produce nella zona di produzione oggi ricadente in tutto o in parte nelle province di Cagliari, Medio Campidano, Carbonia-Iglesias e Oristano, così come specificato nel disciplinare di produzione. È un vino che tuttora compare tra la gamma dei più vecchi e rinomati vini dell'Isola. La zona di produzione della DOC Girò di Cagliari è assai complessa e variegata dal punto di vista geologico, pedologico e degli ecosistemi correlati. La zona ha origini antiche che risalgono al paleozoico, era geologica in cui si è formato il nucleo granitico metamorfico della zolla sardo corsa. Questo insieme di rocce affiora ora in gran parte dell'isola risagomato al mutare del tempo dalle forze tettoniche e dai processi morfologici in rilievi arrotondati, altipiani peneplanati, valli ampie o incassate e coste frastagliate o lineari. Il paesaggio può presentarsi molto vario da morbido ad aspro in funzione della natura dei substrati e della vegetazione presente e passando da cime elevate a linee di costa. Nel mesozoico su questo nucleo il mare ha depositato strati carbonatici dolomitici, poi emersi ed erosi a formare aspri paesaggi che caratterizzano la sommità dei rilievi nella Sardegna centro orientale ma visibili anche nel Sulcis. Nel terziario la zolla sardo corsa si distacca da quella europea e ruota nel Mediterraneo sino alla posizione attuale. Durante questa migrazione nella zolla si creano fratture profonde da cui fuoriescono magmi vulcanici, il mare penetra a più riprese nelle depressioni dell'entroterra accumulando sedimenti marini alternati ai magmi e a detriti provenienti dallo smantellamento dei rilievi persistenti. Nel pliopleistocene si mettono in posto le ultime colate basaltiche del vulcanismo sardo. Con questa genesi si formano i complessi stratigrafici vulcanico sedimentari che costituiscono buona parte della Sardegna occidentale e centro meridionale, fra cui le zone dell'Arburese, Marmilla, Trexenta, Parteolla e Sulcis. Nel quaternario il mare si ritira e i processi erosivi accentuati dalle oscillazioni climatiche dei periodi glaciali e interglaciali, erodono i substrati e ridepongono detriti, modellando il paesaggio così come oggi lo vediamo, si plasmano così la grande pianura del Campidano, le pianure minori ubiquitarie nell'isola, le zone lagunari e dunari costiere. I suoli sardi ricadenti nell'area geografica di coltivazione del Girò di Cagliari riflettono questa complessità e pertanto sono estremamente vari come genesi, caratteristiche, proprietà e distribuzione. Per grandi raggruppamenti si trovano entisuoli a profilo A-C sulle convessità o sugli altipiani dei rilievi, o laddove il suolo è ancora poco evoluto. Dove i substrati sono più teneri e le forme consentono un maggiore accumulo evolvono inceptisuoli a profilo A-Bw-C.; sulle vulcaniti sotto foresta si possono trovare andosuoli. Sulle colline

marnoso-arenacee oligomioceniche (terziario) sono caratteristiche le toposequenze di suoli in “catena”, con la successione Entisuoli-Inceptisuoli-Vertisuoli, mentre sulle formazioni carbonatiche coeve a morfologia più movimentata è riscontrabile la successione Entisuoli litici-Inceptisuoli calcici-Inceptisuoli tipici. Nelle formazioni detritiche quaternarie: alluvioni, glacis, colluvi etc., pianeggianti o leggermente ondulate, i suoli hanno un grado di evoluzione maggiore e si trovano oltre ad inceptisuoli e vertisuoli, alfisuoli a profilo A-Bt-C anche molto evoluti con 5 accumuli di argille, ferro, ossidi, carbonati, e orizzonti petrocalcici, fino a veri e propri ultisuoli sui depositi più antichi e stabili. Il regime di umidità del suolo è quasi sempre xerico. Lungo le coste e nelle aree depresse e idromorfe si trovano salorthid, psammets ed entisuoli acquici. In relazione ai vari fattori climatici della zona di produzione si riscontrano i seguenti tipi di clima: - clima sub-tropicale: investe tutta la fascia meridionale dell'Isola, che parte da Fontanamare nel Sulcis, comprende Cagliari ed il suo Campidano, le isole di S. Pietro e di S. Antioco, per giungere a Muravera nel Sarrabus. In tale zona, le precipitazioni annue sono inferiori a 700 mm., la temperatura media annua è superiore a 17°C, quella del mese più freddo non scende mai al di sotto di 10°C e vi sono almeno quattro mesi con temperatura media superiore a 20°C. Nelle zone con questo clima, la vite prospera e produce abbastanza bene sotto il profilo quantitativo. - clima temperato caldo: domina il Campidano centrale e la Valle del Tirso. La temperatura media annua che vi si riscontra non scende al di sotto di 15°C, quella del mese più freddo è compresa fra 6,5° e 10°C; in almeno tre mesi la temperatura media non scende al di sotto di 20°C. Le piogge annue non superano gli 800 mm.

7.3.3 Cannonau di Sardegna DOC

Le uve atte alla produzione dei vini a denominazione di origine controllata “Cannonau di Sardegna” devono essere prodotte nell’ambito territoriale della regione Sardegna. Per i vini a denominazione di origine controllata “Cannonau di Sardegna” aventi la specificazione “classico”, le uve devono essere prodotte nei comuni delle province di Nuoro ed Ogliastra. Per la sottozona Oliena o Nepente di Oliena la zona di produzione delle uve è riservata, in provincia di Nuoro, all’intero territorio del Comune di Oliena ed in parte in quello di Orgosolo.

La zona territoriale del Cannonau di Sardegna coincide geograficamente con l’intero territorio della Sardegna, che ha una superficie di 24.090 chilometri quadrati, e risulta essere la seconda isola del Mar Mediterraneo. La Sardegna, posta al centro del Mediterraneo Occidentale, viene a trovarsi tra la zona temperata europea e la zona subtropicale africana, in piena area climatica mediterranea. Il suo clima risente di questa sua posizione con inverni relativamente miti, specie nelle zone costiere e stabilità del tempo durante la calda estate, con una quasi assoluta mancanza di pioggia; inoltre l’Isola ha, in tutte le stagioni, una notevole ventosità, infatti essa è sotto il dominio delle correnti aeree occidentali che, con altissima frequenza, sono richiamate dall’Atlantico sui centri di bassa pressione mediterranei; il vento pertanto è una delle più importanti componenti naturali del clima sardo. In base alle osservazioni

meteorologiche possiamo affermare che il vento più frequente che soffia sulla Sardegna è il Maestrale. Un altro importante aspetto che fa sentire la sua influenza sul clima della Sardegna è la breve distanza di tutti i punti dell'Isola dal mare. Il punto più interno dista infatti 53 chilometri, e ne deriva che, in nessuna zona interna, il clima assume carattere continentale; lungo le coste, invece, si riscontra clima veramente mite per l'elevata temperatura media e per le modeste escursioni termiche. Pur se oltre la metà del territorio in questione si trova ad un'altitudine inferiore a 300 metri sul mare, l'isola è considerata montuosa perché i rilievi, pur non raggiungendo altezze considerevoli, hanno forme aspre, con declivi ripidi, caratterizzati da forti pendenze che vanno ad influenzare le loro attitudini alla coltivazione, compresa quella viticola. L'andamento della temperatura dell'Isola è simile a quello delle altre zone mediterranee. Le acque del Mediterraneo, in conseguenza della loro evoluzione termica, fanno sentire decisamente la loro influenza, per cui sia l'inverno che l'estate le temperature sono miti. Le precipitazioni che si verificano sulla Sardegna sono quasi esclusivamente piogge cicloniche, dovute alle perturbazioni indotte dalle depressioni barometriche che prendono origine in conseguenza dell'elevata temperatura delle acque che circondano l'Isola. Tali perturbazioni, condizionano l'andamento pluviometrico che è caratterizzato di norma da due periodi piovosi: uno vernino-primaverile ed uno autunnale, con una quantità di piogge che è bassa nelle pianure litoranee ed aumenta relativamente verso l'interno; la media annuale delle precipitazioni è di 775 millimetri, quantitativo che sarebbe largamente sufficiente ai fabbisogni della viticoltura isolana se la distribuzione nello spazio e nel tempo fosse più regolare; infatti, mentre nelle zone interne del centro-nord dell'Isola si accerta una piovosità media annua di 1000 mm, nelle zone litoranee e nelle pianure in nessun caso supera i 600 mm per scendere fino a 400 mm nella parte più meridionale dell'Isola.

In relazione ai vari fattori climatici delle varie zone, in Sardegna si possono riscontrare i seguenti tipi di clima :

- a) Clima sub-tropicale: nelle zone con questo clima , la vite prospera e produce abbastanza bene dal punto di vista quali-quantitativo.
- b) Clima temperato-caldo: area in cui è compresa la maggior parte del territorio dell'Isola; in quest'area la temperatura media annuale non scende mai al di sotto dei 15°C, con delle precipitazioni, concentrate per lo più nel periodo autunno-vernino che non superano mediamente gli 800 mm : è il miglior habitat per la vite, che infatti vegeta perfettamente sino ai 600 m slm.
- c) Clima sub-umido ed umido: zone che non interessano la coltura della vite.

La Sardegna è considerata una delle terre più antiche del bacino del Mediterraneo: in essa sono praticamente presenti tutte le ere geologiche, dalla Paleozoica alla Quaternaria. Le formazioni più antiche possono essere considerate quelle granitiche che sono caratteristiche della Gallura, mentre nella parte centrale le stesse sono coperte da rocce metamorfiche, schistose. L'era Mesozoica è caratterizzata dai calcari dolomitici presenti nella Nurra di Alghero, nei monti del Sarcidano, di Oliena e Monte Albo ad

Orosei. Al Terziario appartengono le rocce effusive, trachiti, andesiti, che ritroviamo nella parte Nord-occidentale e nel basso Sulcis e le rocce sedimentarie mioceniche presenti nella Romangia, nella Marmilla e nella Trexenta. Le colate basaltiche quaternarie caratterizzano la zona centrale dell'Isola, i rilievi della costa orientale del Golfo di Orosei e i caratteristici profili del Logudoro. Ancora all'era Quaternaria appartengono le sedimentazioni che hanno coperto la vasta pianura del Campidano e le minori aree alluvionali presenti un po' dappertutto.

I terreni derivanti hanno logicamente una composizione che rispecchia la formazione rocciosa d'origine e che possono essere distinti in:

- terreni alluvionali, originatisi appunto dalle alluvioni del quaternario e caratterizzati da strati profondi, di buona permeabilità, con una composizione simile a quella delle rocce che hanno contribuito ai depositi alluvionali;
- terreni calcarei, derivati dal disgregamento delle rocce calcaree, ricchi di questo elemento, ma non molto dotati in elementi nutritivi;
- terreni trachitici, caratterizzati da una limitata profondità, ma discretamente dotati di potassio, poveri, invece, di fosforo e di azoto, come del resto la maggior parte dei terreni sardi;
- terreni basaltici, in genere autoctoni e quindi di minima profondità, particolarmente ricchi di microelementi;
- terreni schistosi, a volte molto profondi, particolarmente ricchi di potassio e con discreta dotazione di fosforo;
- terreni di disfacimento granitico, sabbiosi, sciolti, acidi o sub-acidi, ricchi di potassio, ma poveri di fosforo e di azoto.

7.3.4 Moscato di Sardegna DOC

Le uve devono essere prodotte nell'ambito territoriale della Regione Sardegna. Le condizioni ambientali e di coltura delle uve destinate alla produzione dei vini devono essere quelle tradizionali della zona e, comunque, atte a conferire alle uve, al mosto ed al vino derivati le specifiche caratteristiche. I sestri di impianto, le forme di allevamento ed i sistemi di potatura devono essere tali da assicurare le necessarie caratteristiche alle uve. La zona di produzione della DOC "Moscato di Sardegna", coincide geograficamente con l'intero territorio della Sardegna, che ha una superficie di 24.090 chilometri quadrati, e risulta essere la seconda isola del Mar Mediterraneo. La Sardegna, posta al centro del Mediterraneo Occidentale, viene a trovarsi tra la zona temperata europea e la zona subtropicale africana, in piena area climatica mediterranea. Il suo clima infatti risente di questa sua posizione con inverni relativamente miti, specie nelle zone costiere e stabilità del tempo durante la calda estate, con una quasi assoluta mancanza di pioggia; inoltre l'Isola ha, in tutte le stagioni, una notevole ventosità, infatti essa è sotto il dominio delle correnti aeree occidentali che, con altissima frequenza, sono richiamate

dall'Atlantico sui centri di bassa pressione mediterranei; il vento pertanto è una delle più importanti componenti naturali del clima sardo. In base alle osservazioni meteorologiche possiamo affermare che il vento più frequente che soffia sulla Sardegna è il Maestrale. Un altro importante aspetto che fa sentire la sua influenza sul clima della Sardegna è la breve distanza di tutti i punti dell'Isola dal mare. Il punto più interno dista infatti 53 chilometri, e ne deriva che, in nessuna zona interna, il clima assume carattere continentale; lungo le coste, invece, si riscontra clima veramente mite per l'elevata temperatura media e per le modeste escursioni termiche. Pur se oltre la metà del territorio in questione si trova ad un'altitudine inferiore a 300 metri sul mare, l'isola è considerata montuosa perché i rilievi, pur non raggiungendo altezze considerevoli, hanno forme aspre, con declivi ripidi, caratterizzati da forti pendenze che vanno ad influenzare le loro attitudini alla coltivazione, compresa quella viticola. L'andamento della temperatura dell'Isola è simile a quello delle altre zone mediterranee. Le acque del Mediterraneo, in conseguenza della loro evoluzione termica, fanno sentire decisamente la loro influenza, per cui sia l'inverno che l'estate le temperature sono miti. Le precipitazioni che si verificano sulla Sardegna sono quasi esclusivamente piogge cicloniche, dovute alle perturbazioni indotte dalle depressioni barometriche che prendono origine in conseguenza dell'elevata temperatura delle acque che circondano l'Isola. Tali perturbazioni, condizionano l'andamento pluviometrico che è caratterizzato di norma da due periodi piovosi: uno vernino-primaverile ed uno autunnale, con una quantità di piogge che è bassa nelle pianure litoranee ed aumenta relativamente verso l'interno; la media annuale delle precipitazioni è di 775 millimetri, quantitativo che sarebbe largamente sufficiente ai fabbisogni della viticoltura isolana se la distribuzione nello spazio e nel tempo fosse più regolare; infatti, mentre nelle zone interne del centro-nord dell'Isola si accerta una piovosità media annua di 1000 mm, nelle zone litoranee e nelle pianure in nessun caso supera i 600 mm per scendere fino a 400 mm nella parte più meridionale dell'Isola.

In relazione ai vari fattori climatici delle varie zone, in Sardegna si possono riscontrare i seguenti tipi di clima :

- a) Clima sub-tropicale: nelle zone con questo clima , la vite prospera e produce abbastanza bene dal punto di vista quali-quantitativo.
- b) Clima temperato-caldo: area in cui è compresa la maggior parte del territorio dell'Isola; in quest'area la temperatura media annuale non scende mai al di sotto dei 15°C, con delle precipitazioni, concentrate per lo più nel periodo autunno-vernino che non superano mediamente gli 800 mm : è il miglior habitat per la vite, che infatti vegeta perfettamente sino ai 600 m slm.
- c) Clima sub-umido ed umido: zone che non interessano la coltura della vite.

La Sardegna è considerata una delle terre più antiche del bacino del Mediterraneo: in essa sono praticamente presenti tutte le ere geologiche, dalla Paleozoica alla Quaternaria. Le formazioni più antiche possono essere considerate quelle granitiche che sono caratteristiche della Gallura, mentre nella parte

centrale le stesse sono coperte da rocce metamorfiche, schistose. L'era Mesozoica è caratterizzata dai calcari dolomitici presenti nella Nurra di Alghero, nei monti del Sarcidano, di Oliena e Monte Albo ad Orosei. Al Terziario appartengono le rocce effusive, trachiti, andesiti, che ritroviamo nella parte Nord-occidentale e nel basso Sulcis e le rocce sedimentarie mioceniche presenti nella Romangia, nella Marmilla e nella Trexenta. Le colate basaltiche quaternarie caratterizzano la zona centrale dell'Isola, i rilievi della costa orientale del Golfo di Orosei e i caratteristici profili del Logudoro. Ancora all'era Quaternaria appartengono le sedimentazioni che hanno coperto la vasta pianura del Campidano e le minori aree alluvionali presenti un po' dappertutto.

I terreni derivanti hanno logicamente una composizione che rispecchia la formazione rocciosa d'origine e che possono essere distinti in:

- terreni alluvionali, originatisi appunto dalle alluvioni del quaternario e caratterizzati da strati profondi, di buona permeabilità, con una composizione simile a quella delle rocce che hanno contribuito ai depositi alluvionali;
- terreni calcarei, derivati dal disgregamento delle rocce calcaree, ricchi di questo elemento, ma non molto dotati in elementi nutritivi;
- terreni trachitici, caratterizzati da una limitata profondità, ma discretamente dotati di potassio, poveri, invece, di fosforo e di azoto, come del resto la maggior parte dei terreni sardi;
- terreni basaltici, in genere autoctoni e quindi di minima profondità, particolarmente ricchi di microelementi;
- terreni schistosi, a volte molto profondi, particolarmente ricchi di potassio e con discreta dotazione di fosforo;
- terreni di disfacimento granitico, sabbiosi, sciolti, acidi o sub-acidi, ricchi di potassio, ma poveri di fosforo e di azoto.

7.3.5 Nasco di Cagliari DOC

La denominazione di origine controllata "Nasco di Cagliari" è riservata al vino che risponde alle condizioni ed ai requisiti stabiliti dal disciplinare di produzione.

La zona di produzione delle uve destinate ad ottenere i vini a denominazione di origine controllata "Nasco di Cagliari", comprende l'intero territorio amministrativo, nelle rispettive province, dei seguenti comuni:

Provincia di Cagliari: Armungia, Assemini, Ballao, Barrali, Burcei, Cagliari, Capoterra, Castiadas, Decimomannu, Decimoputzu, Dolianova, Domus De Maria, Donorì, Elmas, Gesico, Goni, Guamaggiore, Guasila, Mandas, Maracalagonis, Monastir, Monserrato, Muravera, Nuraminis, Ortacesus, Pimentel, Pula, Quartu Sant'Elena, Quartucciu, Samatzai, San Basilio, San Nicolò Gerrei, San Sperate, San Vito, Sant'Andrea Frius, Sarroch, Selargius, Selegas, Senorbì, Serdiana, Sestu, Settimo San Pietro, Siliqua,

Silius, Sinnai, Siurgus Donigala, Soleminis, Suelli, Teulada, Ussana, Uta, Vallermosa, Villa San Pietro, Villaputzu, Villasalto, Villasimius, Villasor, Villaspeciosa.

Provincia Carbonia Iglesias: Buggerru, Calasetta, Carbonia, Carloforte, Domusnovas, Fluminimaggiore, Giba, Gonnese, Iglesias, Masainas, Musei, Narcao, Nuxis, Perdaxius, Piscinas, Portoscuso, San Giovanni Suergiu, Santadi, Sant'Anna Arresi, Sant'Antioco, Tratalias, Villamassargia, Villaperuccio.

Provincia Medio Campidano: Arbus, Barumini, Collinas, Furtei, Genuri, Gesturi, Gonnosfanadiga, Guspini, Las Plassas, Lunamatrona, Pabillonis, Pauli Arbarei, Samassi, San Gavino Monreale, Sanluri, Sardara, Segariu, Serramanna, Serrenti, Setzu, Siddi, Tuili, Turri, Ussaramanna, Villacidro, Villamar, Villanovaforru, Villanovafranca.

Provincia di Oristano: Abbasanta, Aidomaggiore, Albagiara, Ales, Allai, Arborea, Ardauli, Assolo, Asuni, Baradili, Baratili San Pietro, Baressa, Bauladu, Bidoni, Bonarcado Boroneddu, Busachi, Cabras, Fordongianus, Ghilarza, Gonnoscodina, Gonnosnò, Gonnostramatza, Marrubiu, Masullas, Milis, Mogorella, Mogoro, Morgongiori, Narbolia, Neoneli, Norbello, Nughedu Santa Vittoria, Nurachi, Nureci, Ollastra Simaxis, Oristano, Palmas Arborea, Pau, Paulilatino, Pompu, Riola Sardo, Ruinas, Samugheo, San Nicolò d'Arcidano, San Vero Milis, Santa Giusta, Santu Lussurgiu, Sedilo, Seneghe, Senis, Sennariolo, Siamaggiore, Siamanna, Siapiccia, Simala, Simaxis, Sini, Siris, Solarussa, Sorradile, Tadasuni, Terralba, Tramatza, Ulà Tirso, Uras, Usellus, Villa Sant'Antonio, Villa Verde, Villanova Truschedu, Villaurbana, Zeddiani, Zorfalio.

Le condizioni ambientali e di coltura dei vigneti destinati alla produzione del vino "Nasco di Cagliari" devono essere quelle tradizionali della zona e, comunque, atte a conferire alle uve e al vino le specifiche caratteristiche di qualità. Sono pertanto da considerarsi esclusi i terreni freschi, male esposti e quelli di debole spessore derivanti da rocce compatte, le dune attuali, i terreni salini, quelli derivati da alluvioni recenti interessati dalla falda freatica ed infine i terreni situati oltre i 400 metri s.l.m. I sistemi di impianto, le forme di allevamento e i sistemi di potatura devono essere quelli generalmente usati o comunque atti a non modificare le caratteristiche delle uve e dei vini.

Il vino a DOC "Nasco di Cagliari", ottenuto dal vitigno di grande pregio e rara finezza denominato Nasco, si produce da epoche remote nella zona di produzione oggi ricadente in tutto o in parte nelle province di Cagliari, Medio Campidano, Carbonia-Iglesias e Oristano, così come specificato all'articolo tre del disciplinare di produzione. È un vino che tuttora compare tra la gamma dei più vecchi e rinomati vini dell'Isola. La zona di produzione della DOC Nasco di Cagliari è assai complessa e variegata dal punto di vista geologico, pedologico e degli ecosistemi correlati. La zona ha origini antiche che risalgono al paleozoico, era geologica in cui si è formato il nucleo granitico metamorfico della zolla sardo corsa. Questo insieme di rocce affiora ora in gran parte dell'isola risagomato al mutare del tempo dalle forze tettoniche e dai processi morfologici in rilievi arrotondati, altopiani peneplanati, valli ampie o incassate

e coste frastagliate o lineari. Il paesaggio può presentarsi molto vario da morbido ad aspro in funzione della natura dei substrati e della vegetazione presente e passando da cime elevate a linee di costa. Nel mesozoico su questo nucleo il mare ha depositato strati carbonatici dolomitici, poi emersi ed erosi a formare aspri paesaggi che caratterizzano la sommità dei rilievi nella Sardegna centro orientale ma visibili anche nel Sulcis. Nel terziario la zolla sardo corsa si distacca da quella europea e ruota nel Mediterraneo sino alla posizione attuale. Durante questa migrazione nella zolla si creano fratture profonde da cui fuoriescono magmi vulcanici, il mare penetra a più riprese nelle depressioni dell'entroterra accumulando sedimenti marini alternati ai magmi e a detriti provenienti dallo smantellamento dei rilievi persistenti. Nel plioleistocene si mettono in posto le ultime colate basaltiche del vulcanismo sardo. Con questa genesi si formano i complessi stratigrafici vulcanico sedimentari che costituiscono buona parte della Sardegna occidentale e centro meridionale, fra cui le zone dell'Arburese, Marmilla, Trexenta, Parteolla e Sulcis. Nel quaternario il mare si ritira e i processi erosivi accentuati dalle oscillazioni climatiche dei periodi glaciali e interglaciali, erodono i substrati e ridepongono detriti, modellando il paesaggio così come oggi lo vediamo, si plasmano così la grande pianura del Campidano, le piane minori ubiquitarie nell'isola, le zone lagunari e dunari costiere. I suoli sardi ricadenti nell'area geografica di coltivazione del Nasco di Cagliari riflettono questa complessità e pertanto sono estremamente vari come genesi, caratteristiche, proprietà e distribuzione. Per grandi raggruppamenti si trovano entisuoli a profilo A-C sulle convessità o sugli altopiani dei rilievi, o laddove il suolo è ancora poco evoluto. Dove i substrati sono più teneri e le forme consentono un maggiore accumulo evolvono inceptisuoli a profilo A-Bw-C.; sulle vulcaniti sotto foresta si possono trovare andosuoli. Sulle colline marnoso-arenacee oligomioceniche (terziario) sono caratteristiche le toposequenze di suoli in "catena", con la successione Entisuoli-Inceptisuoli-Vertisuoli, mentre sulle formazioni carbonatiche coeve a morfologia più movimentata è riscontrabile la successione Entisuoli litici-Inceptisuoli calcici-Inceptisuoli tipici. Nelle formazioni detritiche quaternarie: alluvioni, glacis, colluvi etc., pianeggianti o leggermente ondulate, i suoli hanno un grado di evoluzione maggiore e si trovano oltre ad inceptisuoli e vertisuoli, alfisuoli a profilo A-Bt-C anche molto evoluti con accumuli di argille, ferro, ossidi, carbonati, e orizzonti petrocalcici, fino a veri e propri ultisuoli sui depositi più antichi e stabili. Il regime di umidità del suolo è quasi sempre xerico. Lungo le coste e nelle aree depresse e idromorfe si trovano salorthid, psammets ed entisuoli acquici. In relazione ai vari fattori climatici della zona di produzione si riscontrano i seguenti tipi di clima:

- clima sub-tropicale: investe tutta la fascia meridionale dell'Isola, che parte da Fontanamare nel Sulcis, comprende Cagliari ed il suo Campidano, le isole di S. Pietro e di S. Antioco, per giungere a Muravera nel Sarrabus. In tale zona, le precipitazioni annue sono inferiori a 700 mm, la temperatura media annua è superiore a 17°C, quella del mese più freddo non scende mai al di sotto di 10°C e vi sono almeno

quattro mesi con temperatura media superiore a 20°C. Nelle zone con questo clima, la vite prospera e produce abbastanza bene sotto il profilo quantitativo.

- clima temperato caldo: domina il Campidano centrale e la Valle del Tirso. La temperatura media annua che vi si riscontra non scende al di sotto di 15°C, quella del mese più freddo è compresa fra 6,5° e 10°C; in almeno tre mesi la temperatura media non scende al di sotto di 20°C. Le piogge annue non superano gli 800 mm.

7.3.6 Vermentino di Sardegna DOC

La zona di produzione della DOC “Vermentino di Sardegna”, coincide geograficamente con l'intero territorio della Sardegna. La Sardegna, posta al centro del Mediterraneo Occidentale, viene a trovarsi tra la zona temperata europea e la zona subtropicale africana, in piena area climatica mediterranea. Il suo clima infatti risente di questa sua posizione con inverni relativamente miti, specie nelle zone costiere e stabilità del tempo durante la calda estate, con una quasi assoluta mancanza di pioggia; inoltre l'Isola ha, in tutte le stagioni, una notevole ventosità, infatti essa è sotto il dominio delle correnti aeree occidentali che, con altissima frequenza, sono richiamate dall'Atlantico sui centri di bassa pressione mediterranei; il vento pertanto è una delle più importanti componenti naturali del clima sardo. In base alle osservazioni meteorologiche possiamo affermare che il vento più frequente che soffia sulla Sardegna è il Maestrale. Un altro importante aspetto che fa sentire la sua influenza sul clima della Sardegna è la breve distanza di tutti i punti dell'Isola dal mare. Il punto più interno dista infatti 53 chilometri, e ne deriva che, in nessuna zona interna, il clima assume carattere continentale; lungo le coste, invece, si riscontra clima veramente mite per l'elevata temperatura media e per le modeste escursioni termiche. Pur se oltre la metà del territorio in questione si trova ad un'altitudine inferiore a 300 metri sul mare, l'isola è considerata montuosa perché i rilievi, pur non raggiungendo altezze considerevoli, hanno forme aspre, con declivi ripidi, caratterizzati da forti pendenze che vanno ad influenzare le loro attitudini alla coltivazione, compresa quella viticola. L'andamento della temperatura dell'Isola è simile a quello delle altre zone mediterranee. Le acque del Mediterraneo, in conseguenza della loro evoluzione termica, fanno sentire decisamente la loro influenza, per cui sia l'inverno che l'estate le temperature sono miti. Le precipitazioni che si verificano sulla Sardegna sono quasi esclusivamente piogge cicloniche, dovute alle perturbazioni indotte dalle depressioni barometriche che prendono origine in conseguenza dell'elevata temperatura delle acque che circondano l'Isola. Tali perturbazioni, condizionano l'andamento pluviometrico che è caratterizzato di norma da due periodi piovosi: uno vernino-primaverile ed uno autunnale, con una quantità di piogge che è bassa nelle pianure litoranee ed aumenta relativamente verso l'interno; la media annuale delle precipitazioni è di 775 millimetri, quantitativo che sarebbe largamente sufficiente ai fabbisogni della viticoltura isolana se la distribuzione nello spazio e nel tempo fosse più regolare; infatti, mentre nelle zone interne del centro-

nord dell'Isola si accerta una piovosità media annua di 1000 mm, nelle zone litoranee e nelle pianure in nessun caso supera i 600 mm per scendere fino a 400 mm nella parte più meridionale dell'Isola.

In relazione ai vari fattori climatici delle varie zone, in Sardegna si possono riscontrare i seguenti tipi di clima :

- a) Clima sub-tropicale: nelle zone con questo clima , la vite prospera e produce abbastanza bene dal punto di vista quali-quantitativo.
- b) Clima temperato-caldo: area in cui è compresa la maggior parte del territorio dell'Isola; in quest'area la temperatura media annuale non scende mai al di sotto dei 15°C, con delle precipitazioni, concentrate per lo più nel periodo autunno-vernino che non superano mediamente gli 800 mm : è il miglior habitat per la vite, che infatti vegeta perfettamente sino ai 600 m slm.
- c) Clima sub-umido ed umido: zone che non interessano la coltura della vite.

La Sardegna è considerata una delle terre più antiche del bacino del Mediterraneo: in essa sono praticamente presenti tutte le ere geologiche, dalla Paleozoica alla Quaternaria. Le formazioni più antiche possono essere considerate quelle granitiche che sono caratteristiche della Gallura, mentre nella parte centrale le stesse sono coperte da rocce metamorfiche, schistose. L'era Mesozoica è caratterizzata dai calcari dolomitici presenti nella Nurra di Alghero, nei monti del Sarcidano, di Oliena e Monte Albo ad Orosei. Al Terziario appartengono le rocce effusive, trachiti, andesiti, che ritroviamo nella parte Nord-occidentale e nel basso Sulcis e le rocce sedimentarie mioceniche presenti nella Romangia, nella Marmilla e nella Trexenta. Le colate basaltiche quaternarie caratterizzano la zona centrale dell'Isola, i rilievi della costa orientale del Golfo di Orosei e i caratteristici profili del Logudoro. Ancora all'era Quaternaria appartengono le sedimentazioni che hanno coperto la vasta pianura del Campidano e le minori aree alluvionali presenti un po' dappertutto.

I terreni derivanti hanno logicamente una composizione che rispecchia la formazione rocciosa d'origine e che possono essere distinti in:

- terreni alluvionali, originatisi appunto dalle alluvioni del quaternario e caratterizzati da strati profondi, di buona permeabilità, con una composizione simile a quella delle rocce che hanno contribuito ai depositi alluvionali;
- terreni calcarei, derivati dal disgregamento delle rocce calcaree, ricchi di questo elemento, ma non molto dotati in elementi nutritivi;
- terreni trachitici, caratterizzati da una limitata profondità, ma discretamente dotati di potassio, poveri, invece, di fosforo e di azoto, come del resto la maggior parte dei terreni sardi;
- terreni basaltici, in genere autoctoni e quindi di minima profondità, particolarmente ricchi di microelementi;
- terreni schistosi, a volte molto profondi, particolarmente ricchi di potassio e con discreta dotazione di fosforo;

- terreni di disfacimento granitico, sabbiosi, sciolti, acidi o sub-acidi, ricchi di potassio, ma poveri di fosforo e di azoto.

7.3.7. Nuragus di Cagliari DOC

Le uve destinate alla produzione dei vini DOC “Nuragus di Cagliari”, devono essere prodotti nella zona di produzione che comprende l'intero territorio amministrativo dei seguenti comuni nelle rispettive province:

Provincia di Cagliari: Armungia, Assemini, Ballao, Barrali, Burcei, Cagliari, Capoterra, Castiadas, Decimomannu, Decimoputzu, Dolianova, Domus De Maria, Donori, Elmas, Escolca, Gergei, Gesico, Goni, Guamaggiore, Guasila, Isili, Mandas, Maracalagonis, Monastir, Monserrato, Muravera, Nuraminis, Orroli, Ortacesus, Nuragus, Nurallao, Nurri, Pimentel, Pula, Quartu Sant'Elena, Quartucciu, Samatzai, San Basilio, San Nicolò Gerrei, San Sperate, San Vito, Sant'Andrea Frius, Sarroch, Selargius, Selegas, Senorbì, Serdiana, Serri, Sestu, Settimo San Pietro, Siliqua, Silius, Sinnai, Siurgus Donigala, Soleminis, Suelli, Teulada, Ussana, Uta, Vallermosa, Villa San Pietro, Villaputzu, Villasalto, Villasimius, Villasor, Villaspeciosa.

Provincia Carbonia Iglesias: Buggerru, Calasetta, Carbonia, Carloforte, Domusnovas, Fluminimaggiore, Giba, Gonnese, Iglesias, Masainas, Musei, Narcao, Nuxis, Perdaxius, Piscinas, Portoscuso, San Giovanni Suergiu, Santadi, Sant'Anna Arresi, Sant'Antioco, Tratalias, Villamassargia, Villaperuccio.

Provincia Medio Campidano Arbus, Barumini, Collinas, Furtei, Genuri, Gesturi, Gonnosfanadiga, Guspini, Las Plassas, Lunamatrona, Pabillonis, Pauli Arbarei, Samassi, San Gavino Monreale, Sanluri, Sardara, Segariu, Serramanna, Serrenti, Setzu, Siddi, Tuili, Turri, Ussaramanna, Villacidro, Villamar, Villanovaforru, Villanovafranca.

Provincia di Oristano: Abbasanta, Aidomaggiore, Albagiara, Ales, Allai, Arborea, Ardauli, Assolo, Asuni, Baradili, Baratili San Pietro, Baressa, Bauladu, Bidonì, Bonarcado Boroneddu, Busachi, Cabras, Fordongianus, Genoni, Ghilarza, Gonnoscodina, Gonnosnò, Gonnostramatza, Marrubiu, Masullas, Milis, Mogorella, Mogoro, Morgongiori, Narbolia, Neoneli, Norbello, Nughedu Santa Vittoria, Nurachi, Nureci, Ollastra Simaxis, Oristano, Palmas Arborea, Pau, Paulilatino, Pompu, Riola Sardo, Ruinas, Samugheo, San Nicolò d'Arcidano, San Vero Milis, Santa Giusta, Santu Lussurgiu, Sedilo, Seneghe, Senis, Sennariolo, Siamaggiore, Siamanna, Siapiccia, Simala, Simaxis, Sini, Siris, Solarussa, Sorradile, Tadasuni, Terralba, Tramatza, Ulà Tirso, Uras, Usellus, Villa Sant'Antonio, Villa Verde, Villanova Truschedu, Villaurbana, Zeddiani, Zerfaliu.

“Nuragus di Cagliari” è il nome della DOP con cui sono designate le categorie “vino” e “vino frizzante” prodotte nella zona di produzione oggi ricadente in tutto o in parte nelle province di Cagliari, Medio Campidano, Carbonia-Iglesias e Oristano. La zona geografica di produzione comprende l'intero territorio amministrativo dei comuni, nelle rispettive province, così come specificati all'articolo 3 del presente

disciplinare. Tale zona geografica è assai variegata dal punto di vista geologico, pedologico e degli ecosistemi correlati, ha origini molto antiche, risalenti all'era geologica paleozoica, epoca in cui si è formato il nucleo granitico metamorfico della zolla sardo corsa. Nell'era geologica del terziario, la zolla sardo corsa si è distaccata da quella europea, ruotando nel mediterraneo sino alla posizione attuale. Durante questa migrazione nella zolla si sono create delle profonde fratture da cui sono fuoriesciti magmi vulcanici, ed il mare, penetrando a più riprese nelle depressioni dell'entroterra, ha accumulato sedimenti marini alternati ai magmi e a detriti provenienti dallo smantellamento dei rilievi preesistenti. Questa evoluzione geologica ha portato alla formazione di substrati diversi, fra cui suoli granitici e porfidi nella zona sud orientale, regosuoli e vertisuoli su marne arenarie nella zona centro meridionale (Parteolla e Trexenta), suoli alluvionali quaternari sul Campidano di Cagliari e Oristano, terre brune su trachite e altre rocce effusive oltre a sedimenti sabbiosi e arenarie nella zona sud occidentale (Sulcis e Iglesiente). Questi suoli di coltivazione della vite oggi incidono in maniera significativa sulle caratteristiche delle categorie "vino" e "vino frizzante" della DOC "Nuragus di Cagliari", conferendo ai vini, in particolare, le esclusive note di freschezza e sapidità. La zona geografica di coltivazione si presenta piuttosto varia, oltre che per la natura dei substrati, anche per le altitudini di coltivazione della vite, che vanno dalla linea di costa alla collina interna. I vini e i vini frizzanti della DOP "Nuragus di Cagliari" ottenuti sull'area geografica di coltivazione della denominazione riflettono questa complessità, e ne determinano l'alto valore qualitativo delle produzioni e il riconoscimento a livello internazionale. Nella zona di produzione si riscontrano i seguenti tipi di clima: - clima sub-tropicale: investe tutta la fascia meridionale dell'Isola, che parte da Funtanamare nel Sulcis, comprende il Campidano di Cagliari, le isole di S. Antioco e S. Pietro, per giungere a Muravera nel Sarrabus. In tale zona, le precipitazioni annue sono inferiori a 700 mm., la temperatura media annua è superiore a 17°C, quella del mese più freddo non scende mai al di sotto di 10°C e vi sono almeno quattro mesi con temperatura media superiore a 20°C. - clima temperato caldo: domina il Campidano centrale e la Valle del Tirso. La temperatura media annua che vi si riscontra non scende al di sotto di 15°C, quella del mese più freddo è compresa fra 6,5° e 10°C; in almeno tre mesi la temperatura media non scende al di sotto di 20°C. Le piogge annue non superano gli 800 mm. Nella zona di produzione si riscontra quindi un clima adatto alla coltivazione della vite, dove la pianta cresce e produce in modo eccellente sotto il profilo qualitativo

7.3.8 Isola dei Nuraghi IGT

La zona di produzione delle uve per l'ottenimento dei vini atti ad essere designati con la indicazione geografica tipica "Isola dei Nuraghi" comprende l'intero territorio amministrativo della Regione Sardegna. La Sardegna, posta al centro del Mediterraneo Occidentale, viene a trovarsi tra la zona temperata europea e la zona subtropicale africana, in piena area climatica mediterranea. Il suo clima infatti risente di questa sua posizione con inverni relativamente miti, specie nelle zone costiere e stabilità

del tempo durante la calda estate, con una quasi assoluta mancanza di pioggia; inoltre l'Isola ha, in tutte le stagioni, una notevole ventosità, infatti essa è sotto il dominio delle correnti aeree occidentali che, con altissima frequenza, sono richiamate dall'Atlantico sui centri di bassa pressione mediterranei; il vento pertanto è una delle più importanti componenti naturali del clima sardo. In base alle osservazioni meteorologiche possiamo affermare che il vento più frequente che soffia sulla Sardegna è il Maestrale. Un altro importante aspetto che fa sentire la sua influenza sul clima della Sardegna è la breve distanza di tutti i punti dell'Isola dal mare. Il punto più interno dista infatti 53 chilometri, e ne deriva che, in nessuna zona interna, il clima assume carattere continentale; lungo le coste, invece, si riscontra clima veramente mite per l'elevata temperatura media e per le modeste escursioni termiche. Pur se oltre la metà del territorio in questione si trova ad un'altitudine inferiore a 300 metri sul mare, l'isola è considerata montuosa perché i rilievi, pur non raggiungendo altezze considerevoli, hanno forme aspre, con declivi ripidi, caratterizzati da forti pendenze che vanno ad influenzare le loro attitudini alla coltivazione, compresa quella viticola. L'andamento della temperatura dell'Isola è simile a quello delle altre zone mediterranee. Le acque del Mediterraneo, in conseguenza della loro evoluzione termica, fanno sentire decisamente la loro influenza, per cui sia l'inverno che l'estate le temperature sono miti. Le precipitazioni che si verificano sulla Sardegna sono quasi esclusivamente piogge cicloniche, dovute alle perturbazioni indotte dalle depressioni barometriche che prendono origine in conseguenza dell'elevata temperatura delle acque che circondano l'Isola. Tali perturbazioni, condizionano l'andamento pluviometrico che è caratterizzato di norma da due periodi piovosi: uno verninoprimaverile ed uno autunnale, con una quantità di piogge che è bassa nelle pianure litoranee ed aumenta relativamente verso l'interno; la media annuale delle precipitazioni è di 775 millimetri, quantitativo che sarebbe largamente sufficiente ai fabbisogni della viticoltura isolana se la distribuzione nello spazio e nel tempo fosse più regolare; infatti, mentre nelle zone interne del centro-nord dell'Isola si accerta una piovosità media annua di 1000 mm, nelle zone litoranee e nelle pianure in nessun caso supera i 600 mm per scendere fino a 400 mm nella parte più meridionale dell'Isola.

In relazione ai vari fattori climatici delle varie zone, in Sardegna si possono riscontrare i seguenti tipi di clima :

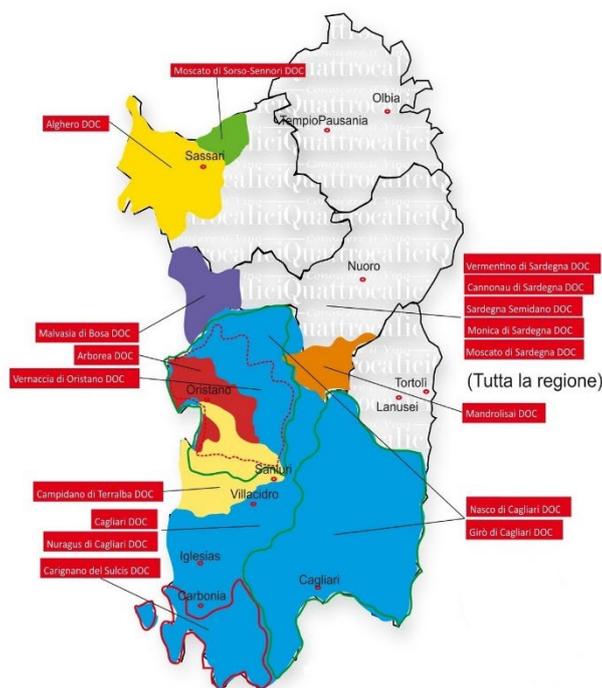
- a) Clima sub-tropicale: nelle zone con questo clima , la vite prospera e produce abbastanza bene dal punto di vista quali-quantitativo.
- b) Clima temperato-caldo: area in cui è compresa la maggior parte del territorio dell'Isola; in quest'area la temperatura media annuale non scende mai al di sotto dei 15°, con delle precipitazioni, concentrate per lo più nel periodo autunno-vernino che non superano mediamente gli 800 mm : è il miglior habitat per la vite, che infatti vegeta perfettamente sino ai 600 m slm.
- c) Clima sub-umido ed umido: zone che non interessano la coltura della vite.

La Sardegna è considerata una delle terre più antiche del bacino del Mediterraneo: in essa sono praticamente presenti tutte le ere geologiche, dalla Paleozoica alla Quaternaria. Le formazioni più antiche possono essere considerate quelle granitiche che sono caratteristiche della Gallura, mentre nella parte centrale le stesse sono coperte da rocce metamorfiche, scistose. L'era Mesozoica è caratterizzata dai calcari dolomitici presenti nella Nurra di Alghero, nei monti del Sarcidano, di Oliena e Monte Albo ad Orosei. Al Terziario appartengono le rocce effusive, trachiti, andesiti, che ritroviamo nella parte Nord-occidentale e nel basso Sulcis e le rocce sedimentarie mioceniche presenti nella Romangia, nella Marmilla e nella Trexenta. Le colate basaltiche quaternarie caratterizzano la zona centrale dell'Isola, i rilievi della costa orientale del Golfo di Orosei e i caratteristici profili del Logudoro. Ancora all'era Quaternaria appartengono le sedimentazioni che hanno coperto la vasta pianura del Campidano e le minori aree alluvionali presenti un po' dappertutto.

I terreni derivanti hanno logicamente una composizione che rispecchia la formazione rocciosa d'origine e che possono essere distinti in:

- terreni alluvionali, originatisi appunto dalle alluvioni del quaternario e caratterizzati da strati profondi, di buona permeabilità, con una composizione simile a quella delle rocce che hanno contribuito ai depositi alluvionali;
- terreni calcarei, derivati dal disgregamento delle rocce calcaree, ricchi di questo elemento, ma non molto dotati in elementi nutritivi;
- terreni trachitici, caratterizzati da una limitata profondità, ma discretamente dotati di potassio, poveri, invece, di fosforo e di azoto, come del resto la maggior parte dei terreni sardi;
- terreni basaltici, in genere autoctoni e quindi di minima profondità, particolarmente ricchi di microelementi;
- terreni scistosi, a volte molto profondi, particolarmente ricchi di potassio e con discreta dotazione di fosforo;
- terreni di disfacimento granitico, sabbiosi, sciolti, acidi o sub-acidi, ricchi di potassio, ma poveri di fosforo e di azoto.

Le DOC in Sardegna



28 – Sardegna: zone DOC (fonte Quattrocali 2017)

8. Prodotti tipici della Sardegna

8.1 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.

8.2 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".

8.3 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 scaldo 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.

8.4 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.

8.5 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%.

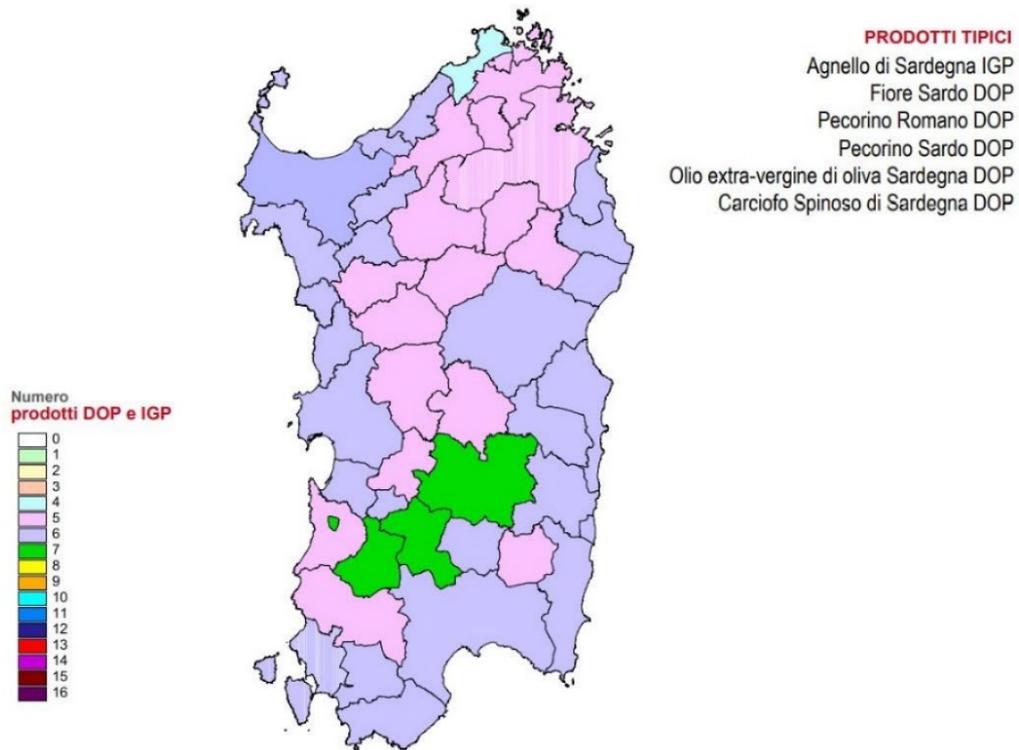
L'olio a Denominazione di Origine Protetta "Sardegna" deve rispondere alle seguenti caratteristiche:

- 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 .

8.6 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.



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

9. 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 presenti nelle zone esterne alle aree di progetto (eucalipteti e arbusti di macchia). Per ciò che concerne l'Eucalyptus spp. non prevedendo i regolamenti regionali alcun tipo di autorizzazione (in quanto non sono elementi vegetali monumentali e/o storicizzati), non essendoci alcuna ragione per cui questi alberi non possano essere rimossi, non esistendo alcun obbligo di ricollocazione e/o sostituzione in caso di rimozione, saranno espianati. Inoltre, tali piante non risultano legate ad alcun accordo specifico di interesse economico: sulle particelle catastali non risultano attive pratiche comunitarie per l'acquisizione di contributi quali, in via esemplificativa, biologico, OCM, ecc... e gli attuali proprietari, prima di cedere i loro terreni, non hanno in atto alcuna procedura di coinvolgimento delle suddette aree in pratiche di conferimento a disciplinari di qualità. Lo strato erbaceo naturale e spontaneo si caratterizza per la presenza di graminaceae, compositae, cruciferae ecc.. I terreni in esame, dal punto di vista della carta del suolo rientrano tra i "seminativi in aree non irrigue" (cod. 2111). 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... 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 agrivoltaico saranno finalizzati, quindi, alla minimizzazione delle interferenze ambientali e paesaggistiche delle opere in progetto. Il progetto non comporta alcuna perdita di habitat né minaccia l'integrità del sito, non si registra alcuna compromissione significativa della flora esistente e nessuna frammentazione della continuità esistente.



30 - report fotografico stato di fatto areale di intervento



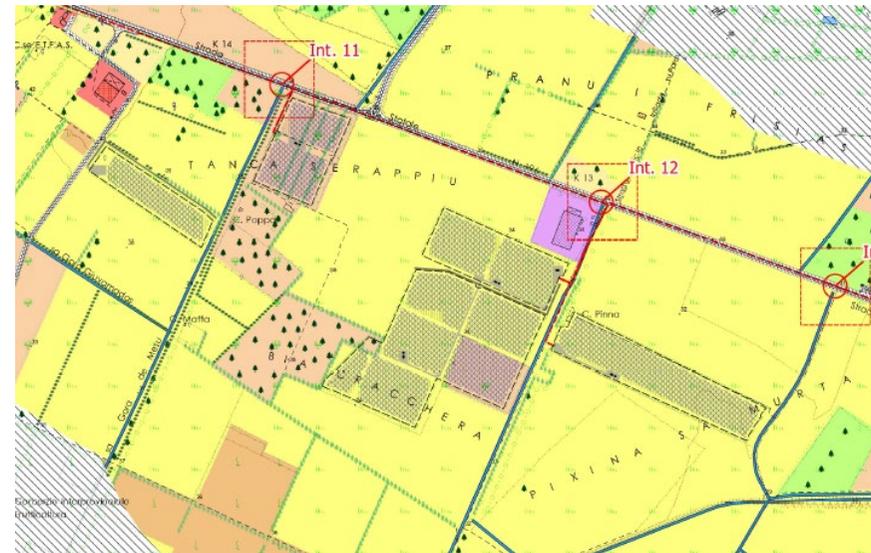
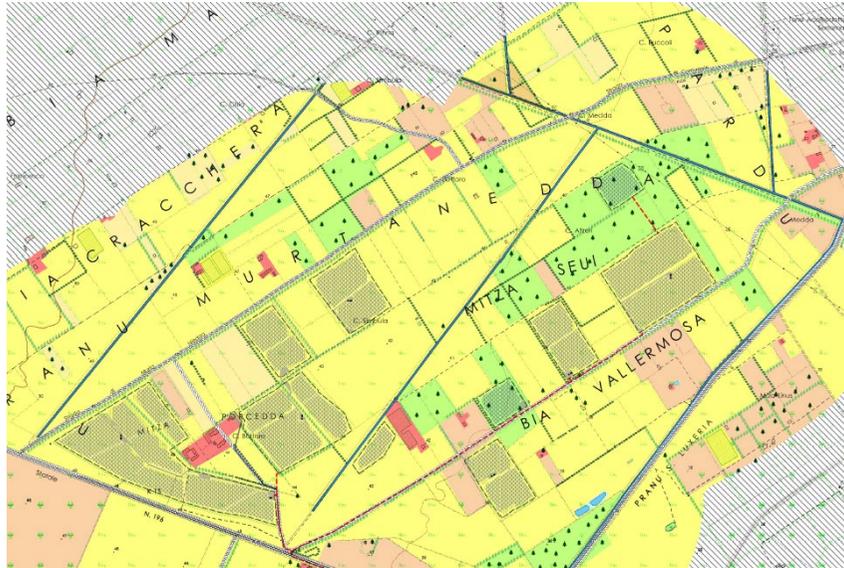
31 – report fotografico stato di fatto areale di intervento



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

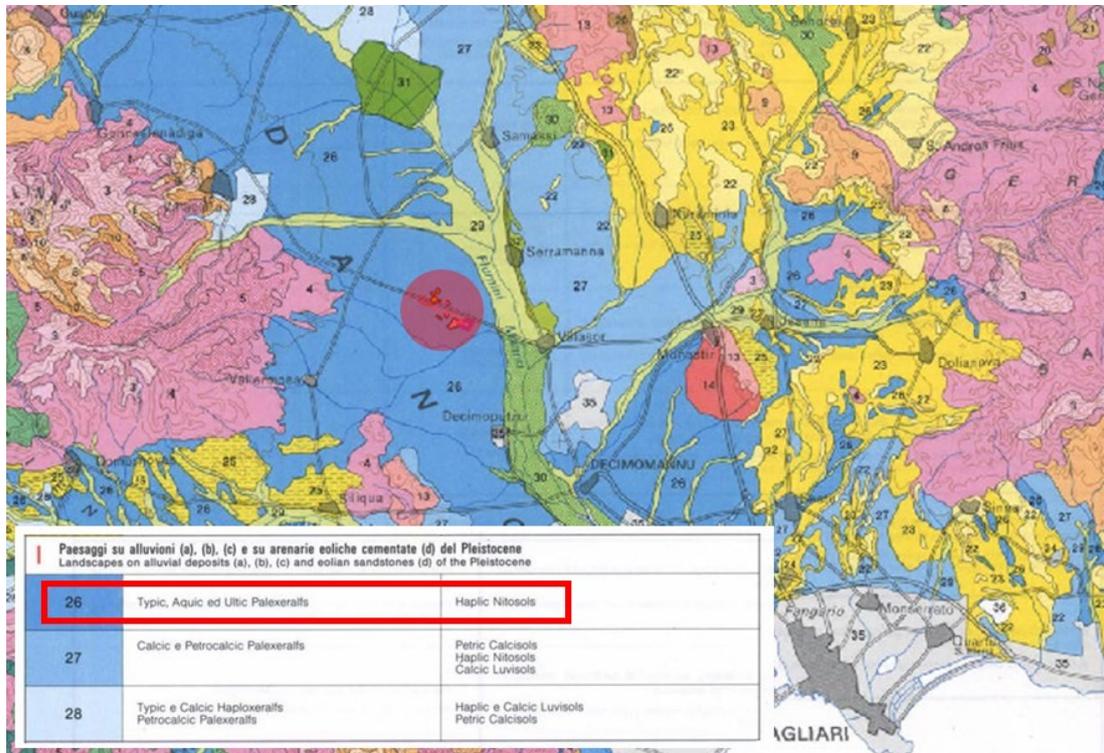
- | | |
|--|---|
| <p>Areë di Progetto</p> <ul style="list-style-type: none"> ▨ Buffer 600 metri dall'impianto ● Essenze arboree agricole di progetto <p>Area di Impianto</p> <ul style="list-style-type: none"> ▨ Area di installazione ▨ Recinzione ▨ Cabine ▨ Aree Stazione Utente - Altri produttori ▨ Stallo condiviso 150kV ▨ Stazione RTN esistente ▨ Stazione Utente 150/30kV ▨ Cavidotti MT 30kV (Interrata) ▨ Cavidotto AT 150kV (Interrata) <p>Strade e Fascia Arborea di progetto</p> <ul style="list-style-type: none"> ▨ Strade in progetto ▨ Strade di impianto ▨ Fascia arborea <p>Rilievi sull'uso del suolo</p> <p>Essenze arboree isolate</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Alberi ● Arbusti <p>Essenze arboree (filari stradali)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▨ Arbusteti ▨ Filari | <p>Carta dell'uso del suolo rilevato (line)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▨ Strade e Percorsi artificiali ▨ Fiumi, torrenti e fossi ▨ canali e Idrovie ▨ 1. Strade asfaltate <p>Carta dell'uso del suolo rilevato</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 1122. Fabbricati Rurali ● 1211. Insediamenti Industriali, Artigianali e Commerciali e Spazi Annessi ● 1224. Impianti A Servizio Delle Reti di distribuzione ● 2112. Prati Artificiali ● 2121. Seminativi Semplici E Colture Orticole a Pleno Campo ● 2124. Coltura In Serra ● 221. Vigneti ● 222. Frutteti E Frutti Minori ● 223. Oliveti ● 242. Sistemi Colturali E Particellari Complessi ● 31121. Pioppeti, Saliceti, Eucalitteti Etc. anche in Formazioni Miste ● 3122. Arboricoltura Con Essenze Forestali Di Conifere ● 3222. Formazioni Di Ripa Non Arboree ● 5122. Bacini Artificiali |
|--|---|

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

10. Inquadramento pedologico del sito: la carta dei suoli della Sardegna

Il suolo è una entità naturale risultante dalla interazione tra morfologia, substrato, clima, vegetazione, organismi viventi, per intervalli di tempo quasi sempre estremamente lunghi. La variabilità di questi sei fattori, complessivamente definiti come fattori pedogenetici, è tale che i risultati delle loro possibili interazioni deve essere considerato infinito. Questa variabilità è evidente in Sardegna, una delle regioni italiane più complesse dal punto di vista geologico e morfologico dove l'uomo, con una presenza di oltre quattro mila anni, ha esercitato una influenza significativa, sulla genesi e sulla evoluzione dei suoli con incendi, disboscamenti, pascolo, messa a coltura delle superfici, interventi di bonifica, ecc. Questa variabilità nelle caratteristiche pedologiche regionali ha fatto sì che i primi studi sui suoli dell'isola risalgano tra la fine del secolo diciannovesimo e i primi decenni del successivo. Sono questi degli studi finalizzati prevalentemente alla determinazione delle caratteristiche chimiche e chimico-fisiche di alcuni suoli presenti in aree ritenute di particolare importanza per l'agricoltura dell'isola in quei momenti storici. I primi importanti rilevamenti pedologici su area vasta dell'isola, sia pure a piccola e media scala, sono quelli pubblicati da Aru, Baldaccini e Pietracaprina nei primi anni 60. Lavori che permisero, agli stessi autori, la redazione della carta dei suoli della Sardegna alla scala 1:250.000, pubblicata nel 1967. Questa, a cui era associata la carta alla stessa scala delle limitazioni d'uso dei suoli, costituisce uno dei primi esempi di moderna cartografia pedologica in Italia. Negli anni successivi sono stati realizzati nell'isola numerosi studi e rilevamenti finalizzati sia alla conoscenza dei processi pedogenetici e quindi dei rapporti tra i suoli, la morfologia, il substrato, la copertura vegetale, sia di cartografia, quest'ultima spesso finalizzata alla valutazione della capacità e suscettività d'uso del territorio. Tra questi fondamentale la carta delle aree irrigabili alla scala 1:100.000 realizzata da Aru e collaboratori (1986), nell'ambito delle attività di programmazione previste dal Piano Acque Regionale. I nuovi studi ma, soprattutto l'adozione diffusa della Soil Taxonomy e della Legenda FAO-UNESCO alla Carta Mondiale dei suoli quali sistemi di tassonomia o di classificazione hanno imposto alla fine degli anni ottanta l'aggiornamento della carta pedologica regionale al 250.000. Rispetto alla prima edizione del 1967 si è rivelato fondamentale l'introduzione, quale base della cartografia pedologica regionale, delle unità di paesaggio o fisiografiche definite da Aru e coll. (1989) come porzioni di territorio sufficientemente uniformi nelle loro caratteristiche geologiche e morfologiche e, con un concetto più ampio, anche nel clima e nella vegetazione e quindi omogenee nelle loro caratteristiche pedologiche. La Carta dei suoli della Sardegna è stata realizzata sulla base di grandi Unità di Paesaggio in relazione alla litologia e relative forme. Ciascuna unità è stata suddivisa in sottounità (unità cartografiche) comprendenti associazioni di suoli in funzione del grado di evoluzione o di degradazione, dell'uso attuale e futuro e della necessità di interventi specifici. Sono stati adottati due sistemi di classificazione: la Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1988) e lo schema FAO (1989). Nel primo caso il livello di classificazione arriva al Sottogruppo. Per ciascuna unità cartografica pedologica vengono indicati il substrato, il tipo di suolo e

paesaggio, i principali processi pedogenetici, le classi di capacità d'uso, i più importanti fenomeni di degradazione e l'uso futuro.



35 – carta dei suoli in riferimento alle aree di progetto

In relazione alla carta dei suoli della Sardegna, le aree di progetto rientrano all'interno dell'unità 26. In termini di diffusione tale unità è rappresentata nei comuni del Campidano, Cixerri, Ottana, Nurra, piana del Coghinas e nelle pianure costiere. La superficie totale occupata corrisponde all'8,75% della regione. Di seguito riportiamo le principali caratteristiche che caratterizzano l'unità menzionata:

Substrato: alluvioni ed arenarie eoliche cementate del Pleistocene

Forme: da subpianeggianti a pianeggianti

Quote: m. 0-300 s.l.m.

Uso attuale: prevalentemente agricolo

Suoli predominanti: Typic, Aquic ed Ultic Palexeralfs.

Suoli subordinati: Xerofluvents, Ochraqualfs.

Caratteri dei suoli:

profondità: profondi

tessitura: da franco-sabbiosa a franco-sabbioso-argillosa in superficie, da franco -sabbioso-argillosa ad argillosa in profondità

struttura: poliedrica angolare e subangolare

permeabilità: da permeabili a poco permeabili

erodibilità: moderata

reazione: da subacida ad acida

carbonati: assenti

sostanza organica: scarsa

capacità di scambio cationico: da bassa a media

saturazione in basi: da saturi a desaturati.

Limitazioni d'uso: eccesso di scheletro, drenaggio da lento a molto lento, moderato pericolo di erosione

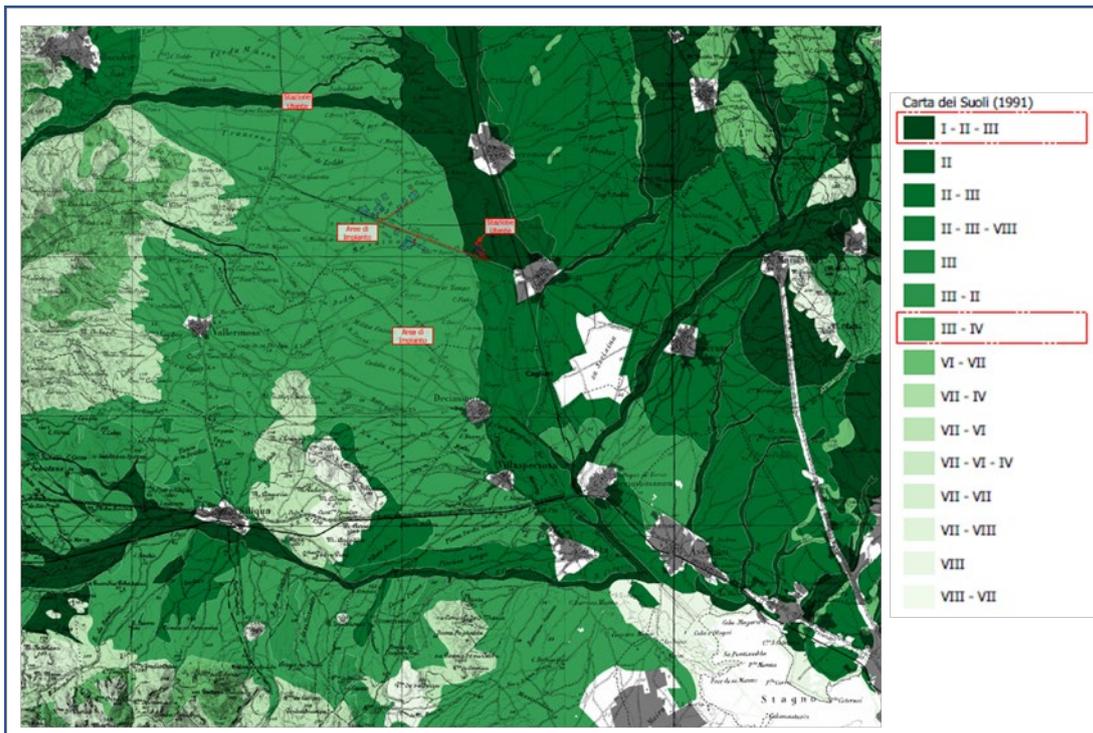
Attitudini: colture erbacee e nelle aree più drenate, colture arboree anche in irriguo

Classe di capacità d'uso: III-IV

L'unità caratterizza un'ampia parte delle aree di pianura della Sardegna e si riscontra sui substrati quaternari antichi (Pleistocene). L'evoluzione dei suoli è molto spinta, con formazione di profili A-Bt-C e A-Btg- Cg, ossia con orizzonti argillici ben evidenziati. A tratti sono cementati per la presenza di Ferro, Alluminio e Silice in relazione alla maggiore o minore età del suolo stesso. Anche la saturazione è in relazione all'età ed alle vicende paleoclimatiche. Nonostante l'abbondanza di scheletro, questi suoli presentano difetti più o meno rilevanti di drenaggio, che costituiscono una delle principali limitazioni all'uso agricolo. La permeabilità è condizionata dalla illuviazione di materiali argilliformi, dalla cementazione e talvolta dall'eccesso di sodio nel complesso di scambio. La stessa destinazione d'uso è condizionata da questi caratteri, talvolta difficilmente modificabili.

La messa a coltura e l'irrigazione comportano necessariamente degli studi approfonditi e cartografia di dettaglio, per la scelta, caso per caso, degli interventi e degli ordinamenti produttivi. Questi problemi sono particolarmente importanti per gli Aquic ed Ultic Palexeralfs e per gli Ochraqualfs, che necessitano di interventi massicci per migliorare la struttura, la permeabilità ed il drenaggio. In assenza di tali interventi appare difficile una loro idoneità alle colture, soprattutto a quelle arboree. Questi problemi permangono nei Typic Palexeralfs, ma in misura minore. Tuttavia, anche in questi è opportuno intervenire per il miglioramento dei caratteri fisici, soprattutto nelle aree irrigue ed irrigabili.

Di seguito si riporta la cartografia e relativa descrizione delle classi di capacità d'uso del suolo (LCC) in relazione alle aree di progetto.



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

Classe I: i suoli in classe I non hanno limitazioni che ne restringano il loro uso. Questi suoli hanno un ampio spettro di possibili destinazioni d'uso potendo essere destinati alle colture agrarie, al pascolo sia migliorato che naturale, al rimboschimento finalizzato alla produzione di legname da opera, alle raccolta di frutti selvatici, ad attività naturalistiche e ricreative. La morfologia delle aree ricadenti in classe I è pianeggiante o quasi pianeggiante e i rischi di erosione idrica ed eolica sono minimi. I suoli sono profondi, generalmente ben drenati e lavorabili con facilità. Hanno una buona capacità di ritenzione idrica e sono dotati o di una buona riserva di elementi nutritivi o hanno una elevata risposta agli apporti di fertilizzanti. I suoli in classe I non sono soggetti a dannose inondazioni. Sono produttivi e soggetti a usi agricoli intensivi. Le condizioni climatiche locali sono tali da favorire la crescita di maggior parte delle colture. Nelle aree irrigue i suoli possono essere attribuiti alla classe I se le limitazioni colturali dovute alle condizioni di aridità climatica possono essere facilmente superati con il ricorso alla irrigazione permanente. I suoli se irrigati o se potenzialmente irrigabili sono quasi pianeggianti, hanno uno spessore esplorabile dalle radici molto esteso, presentano una buona permeabilità e capacità di ritenzione idrica. In questi suoli è mantenibile con facilità una eventuale livellazione delle superfici. In alcuni casi possono essere necessari degli interventi preliminare di miglioramento, inclusi il livellamento delle superfici, la regolarizzazione dei versanti, la lisciviazione dei sali solubili o del sodio, la realizzazione di dreni in presenza di falde freatiche stagionali. Dove le limitazioni dovute agli accumuli di sali, alle falde freatiche, inondazioni o erosione sono relativamente frequenti i suoli sono considerati interessati

da limitazioni naturali permanenti e non possono essere ascritti alla classe I. I suoli profondi ma umidi, che presentano orizzonti profondi con una bassa permeabilità, non sono ascrivibili alla classe I. Possono essere in alcuni casi iscritti alla classe I se l'intervento di drenaggio è finalizzato ad incrementare la produttività o facilitare le operazioni colturali. Suoli in classe I destinati alle colture agrarie richiedono condizioni normali di gestione per mantenerne la produttività, sia come fertilità, sia come struttura. Queste pratiche possono includere somministrazioni di fertilizzanti, calcinazioni, sovesci, conservazione delle stoppie, letamazioni e rotazioni colturali.

Classe II: i suoli in classe II presentano alcune limitazioni che riducono la scelta delle possibili colture o richiedono moderate pratiche di conservazione. Questi suoli richiedono particolari attenzioni nelle pratiche gestionali, tra cui quelle di conservazione della fertilità, per prevenire i processi di degrado o per migliorare i rapporti suolo-acqua-aria qualora questi siano coltivati. Le limitazioni sono poche e le pratiche conservative sono facili da applicare. I suoli possono essere destinati alle colture agrarie, al pascolo sia migliorato che naturale, al rimboschimento finalizzato alla produzione di legname da opera, alla raccolta di frutti selvatici, ad attività naturalistiche e ricreative. Le limitazioni dei suoli in questa classe possono essere, singolarmente o in combinazione tra loro, pendenze moderate, moderata suscettività all'erosione idrica ed eolica, moderate conseguenze di precedenti processi erosivi, profondità del suolo inferiore a quella ritenuta ideale, in alcuni casi struttura e lavorabilità non favorevoli, salinità e sodicità da scarsa a moderata ma facilmente irrigabili. Occasionalmente possono esserci danni alle colture per inondazione. Permanente eccessiva umidità del suolo, comunque, facilmente correggibile con interventi di drenaggio è considerata una limitazione moderata. In modo analogo sono considerate le moderate limitazioni climatiche all'uso e gestione del suolo. I suoli in classe II presentano all'operatore agricolo una scelta delle possibili colture e pratiche gestionali minori rispetto a quelle della classe I. Questi suoli possono richiedere speciali sistemi di gestione per la protezione del suolo, pratiche di controllo delle acque o metodi di lavorazione specifici per le colture possibili. L'esatta combinazione delle possibili pratiche varia localmente in funzione delle caratteristiche dei suoli, delle condizioni climatiche e dei sistemi colturali aziendali.

Classe III: i suoli in classe III hanno severe limitazioni che riducono la scelta delle possibili colture e/o che richiedono speciali pratiche di conservazione. I suoli in classe III hanno restrizioni maggiori rispetto a quelle della classe II e qualora siano destinati alle colture agrarie, le pratiche di conservazione sono usualmente più difficili sia da applicare che da mantenere nel tempo. Questi suoli possono essere destinati alle colture agrarie, al pascolo migliorato e naturale, al rimboschimento finalizzato anche alla produzione di legname da opera, alla raccolta dei frutti selvatici e ad usi turistici e ricreativi. Le limitazioni di questi suoli ne restringono significativamente sia la scelta delle colture che il periodo di semina o

impianto, le lavorazioni e la successiva raccolta. Queste limitazioni possono essere il risultato degli effetti, anche combinati, di pendenze moderate, elevata suscettibilità alla erosione idrica ed eolica, effetti di una precedente erosione, inondazioni frequenti ed accompagnate da danni alle colture, ridotta permeabilità degli orizzonti profondi, elevata umidità del suolo e continua presenza di ristagni anche successivamente a interventi di drenaggio, orizzonti duripan, fragipan e claypan o roccia affiorante che limitano fortemente la zona di esplorazione radicale e l'accumulo di acqua nel suolo, ridotta capacità di ritenzione idrica, ridotta fertilità non correggibile con facilità, moderata alcalinità e sodicità, moderate limitazioni di natura climatica. Se coltivati, molti dei suoli umidi o scarsamente permeabili, ma dalla morfologia quasi pianeggianti, richiedono interventi di drenaggio e sistemi colturali in grado di mantenere o migliorare la struttura del suolo. Per pervenire i ristagni localizzati e migliorare la permeabilità è pratica comune procedere a letamazioni e a lavorazioni in condizioni di umidità ottimale. In alcune aree irrigate, parte di questi suoli hanno limitazioni dovute a falde freatiche, ridotta permeabilità e rischi di accumulo di sali e di sodio. Ciascun tipo di suolo ascritto alla classe III presenta una o più combinazioni alternative di usi e di pratiche richieste per un uso compatibile, benché il numero delle pratiche alternative per un agricoltore medio, sia minore rispetto a quelle possibili in classe II.

Classe IV: i suoli in classe IV hanno limitazioni molto severe che restringono la scelta delle possibili colture e/o richiedono tecniche di gestione molto attente. Le restrizioni in uso per i suoli in classe IV sono superiori a quelli della classe III e la scelta delle possibili colture è sensibilmente ridotta. Quando questi suoli sono coltivati, sono richiesti maggiori pratiche gestionali di conservazione difficili da applicare e da conservare. I suoli in classe IV possono essere destinati alle colture agrarie, al pascolo migliorato e naturale, al rimboschimento finalizzato anche alla produzione di legname da opera, alla raccolta dei frutti selvatici e ad usi turistici e ricreativi. I suoli in classe IV possono essere adatti solo ad un numero limitato delle colture più comuni. I raccolti ottenibili possono essere inferiori rispetto a quelli attendibili in base ad interventi di miglioramenti realizzati anche per prolungati periodi di tempo. La destinazione alle colture agrarie è limitata a causa degli effetti, anche combinati tra loro, di caratteristiche permanenti quali pendenze elevate, suscettibilità elevata alla erosione idrica ed eolica, gravi effetti di precedenti processi erosivi, ridotta profondità del suolo, ridotta capacità di ritenzione idrica, inondazioni frequenti accompagnate da gravi danni alle colture, umidità eccessiva dei suoli con rischio continuo di ristagno idrico anche dopo interventi di drenaggio, severi rischi di salinità e sodicità, moderate avversità climatiche. Nelle regioni umide, alcuni suoli asciutti in pendio possono essere occasionalmente, ma non regolarmente, destinati alla coltivazione. In morfologie pianeggianti o quasi pianeggianti alcuni suoli ascritti alla classe IV, dal ridotto drenaggio e non soggetti a rischi di erosione, risultano poco adatti alle colture agrarie in interlinea a causa del lungo tempo necessario per ridurre la loro umidità, inoltre la loro produttività risulta molto ridotta. Alcuni di questi suoli risultano a molto adatti

ad un a o più colture speciali quali alberi e arbusti ornamentali e da frutto, ma questa suscettività non è di per sé sufficiente per ascriverli alla classe IV. Nelle aree subumide e semiaride i suoli in classe IV possono produrre, negli anni di precipitazioni superiori alla media, buoni raccolti da colture adatte, ma risultano scarsamente produttivi negli anni di minori precipitazioni. Durante gli anni di minori precipitazioni, questi suoli devono essere protetti anche se possono esserci ridotte o nessuna probabilità di ottenere produzioni significative. Trattamenti o pratiche speciali devono essere adottate per prevenire la perdita di suolo, conservarne l'umidità e mantenerne il livello di produttività. Talvolta delle colture possono essere piantate o delle eseguire delle lavorazioni d'emergenza per ottenere l'obiettivo principale di conservazione del suolo durante gli anni di minori precipitazioni. Questi interventi devono essere applicati con maggiore frequenza o intensità rispetto ai suoli in classe III.

| 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, severa Area 10 - 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 | > 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

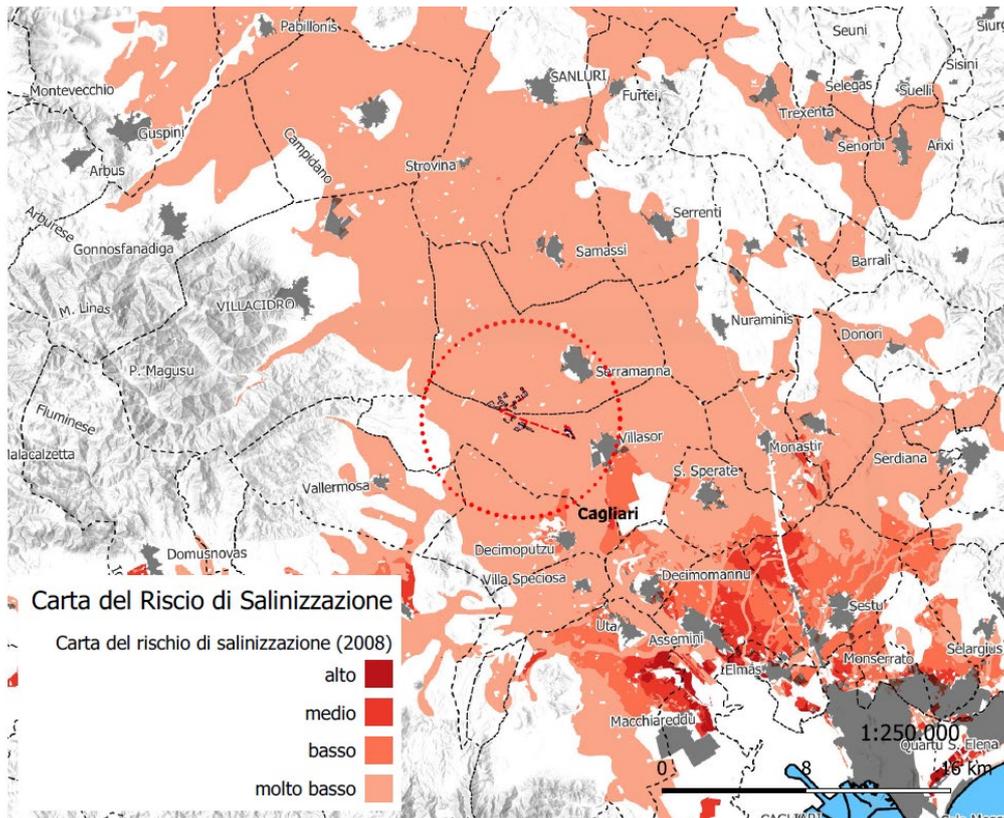
37 – tabella di sintesi dei parametri LCC

11. Carta della salinizzazione

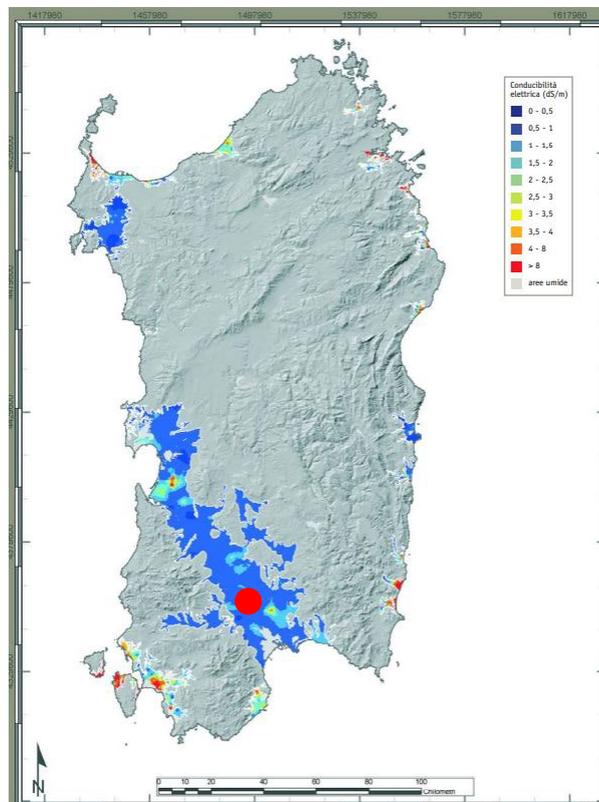
La salinizzazione è un processo di degrado dei suoli ampiamente studiato dalla comunità scientifica internazionale per le importanti implicazioni riconosciute oramai non solo in campo agronomico ma a livello ambientale tout court (Monteleone, 2006). La salinizzazione è soprattutto un problema di desertificazione, 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.

| 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 – Stintino | 2.639 | 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 |

38 – Area campionata per la predisposizione della carta della salinizzazione



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



40 – conducibilità elettrica in relazione alle zone di progetto

12. 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 "agrivoltaica" consente oggi di avanzare un'ipotesi d'integrazione sinergica fra esercizio agricolo e generazione elettrica da pannelli fotovoltaici. Questa soluzione consentirebbe di conseguire dei vantaggi che sono superiori alla semplice somma dei vantaggi ascrivibili alle due utilizzazioni del suolo singolarmente considerate. L'agrovoltaico ha infatti diversi pregi: i pannelli a terra creano un ambiente sufficientemente protetto per tutelare la biodiversità; se installati in modo rialzato, senza cementificazione, permettono l'uso del terreno per condurre pratiche di allevamento e coltivazione. Soprattutto, negli ambienti o nelle stagioni sub-aride, la presenza dei pannelli ad un'altezza che non ostacoli la movimentazione dei mezzi meccanici ed il loro effetto di parziale ombreggiamento del suolo, determinano una significativa contrazione dei flussi traspirativi a carico delle colture agrarie, una maggiore efficienza d'uso dell'acqua, un accrescimento vegetale meno condizionato dalla carenza idrica, un bilancio radiativo che attenua le temperature massime e minime registrate al suolo e sulla vegetazione e, perciò stesso, un più efficiente funzionamento dei pannelli fotovoltaici. In base alle esigenze delle colture da coltivare sarà necessario valutare le condizioni microclimatiche create dalla presenza dei pannelli. Le possibilità di effettuare coltivazioni, nella fattispecie, sono sostanzialmente legate ad aspetti di natura logistica (per esempio la predisposizione dei pannelli ad altezze e larghezze adeguate al passaggio delle macchine operatrici) e a fattori inerenti all'ottimizzazione delle colture in termini di produzione e raccolta del prodotto fresco. In termini di PAR (radiazione utile alla fotosintesi), per qualsiasi coltura noi consideriamo siamo di fronte, in linea del tutto generale, ad una minor quantità di radiazione luminosa disponibile dovuta all'ombreggiamento dei pannelli solari. In ambienti con forte disponibilità di radiazione luminosa un certo ombreggiamento potrebbe favorire la crescita di numerose piante, alcune delle quali riescono a sfruttare solo una parte dell'energia radiante. Anche l'evapotraspirazione viene modificata e questo accade soprattutto negli ambienti più caldi. Con una minor radiazione luminosa disponibile le piante riducono la loro evapotraspirazione e ciò si traduce, dal punto di vista pratico, nella possibilità di coltivare consumando meno acqua. Rispetto a condizioni di pieno campo in ambienti più caldi è stata registrata una diminuzione della temperatura al di sotto dei pannelli e, pertanto, si potrebbe prevedere la messa in coltura di varietà precoci per la possibilità di coltivare anche in inverno (si potrebbe anticipare, per esempio, le semina di diverse leguminose). Per quanto concerne l'impianto e la coltivazione in termini di gestione delle varie colture, si può affermare che la copertura con pannelli, determinando una minore bagnatura fogliare sulle colture stesse, comporta una minore incidenza di

alcune malattie legate a climi caldo umidi o freddo umidi (minore persistenza degli essudati sulle parti tenere della pianta). Uno studio della Lancaster University (A. Armstrong, N. J Ostle, J. Whitaker, 2016. "Solar park microclimate and vegetation management effects on grassland carbon cycling"), evidenzia che sotto i pannelli fotovoltaici, d'estate la temperatura è più bassa di almeno 5 gradi grazie al loro effetto di ombreggiamento. Le superfici ombreggiate dai pannelli, pertanto, potrebbero così accogliere anche le colture che non sopravvivono in un clima caldo-arido, offrendo nuove potenzialità al settore agricolo, massimizzando la produttività e favorendo la biodiversità. Un altro recentissimo studio (Greg A. Barron-Gafford et alii, 2019 "Agrivoltaics provide mutual benefits across the food–water nexus in drylands". Nature Sustainability, 2), svolto in Arizona, in un impianto fotovoltaico dove contemporaneamente sono stati coltivati pomodori e peperoncini, ha evidenziato che il sistema agrovoltaico offre benefici sia agli impianti solari sia alle coltivazioni. Infatti, l'ombra offerta dai pannelli ha evitato stress termici alla vegetazione ed abbassato la temperatura a livello del terreno aiutando così lo sviluppo delle colture. La produzione totale di pomodori (in termini di resa) è raddoppiata, mentre quella dei peperoncini è addirittura triplicata nel sistema agrovoltaico. Non tutte le piante hanno ottenuto gli stessi benefici: alcune varietà di peperoncini testati hanno assorbito meno CO₂ e questo suggerisce che abbiano ricevuto troppa poca luce. Tuttavia, questo non ha avuto ripercussioni sulla produzione, che è stata la medesima per le piante cresciute all'ombra dei pannelli solari e per quelle che si sono sviluppate in pieno sole. La presenza dei pannelli ha inoltre permesso di risparmiare acqua per l'irrigazione, diminuendo l'evaporazione di acqua dalle foglie fino al 65%. Le piante, inoltre, hanno aiutato a ridurre la temperatura degli impianti, migliorandone l'efficienza fino al 3% durante i mesi estivi. Uno studio (Elnaz Hassanpour Adeh et alii, 2018. "Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, and water-use efficiency") ha analizzato l'impatto di una installazione di pannelli fotovoltaici della capacità di 1,4 Mw (avvenuta su un terreno a pascolo di 2,4 ha in una zona semi-arida dell'Oregon) sulle grandezze micrometeorologiche dell'aria, sull'umidità del suolo e sulla produzione di foraggio. I pannelli hanno determinato un aumento dell'umidità del suolo, mantenendo acqua disponibile alla base delle radici per tutto il periodo estivo di crescita del pascolo, in un terreno che altrimenti sarebbe diventato, in assenza di pannelli, asciutto.

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

L'idea, pertanto, sarà quella di garantire il rispetto del contesto paesaggistico-ambientale e la possibilità di continuare a svolgere attività agricole proprie dell'area con la convinzione che la presenza di un impianto solare su un terreno agricolo non significa per forza riduzione dell'attività agraria. Si può quindi ritenere di fatto un impianto a doppia produzione: al livello superiore avverrà produzione di energia, al livello inferiore, sul terreno fertile, la produzione di colture avvicendate secondo le logiche di

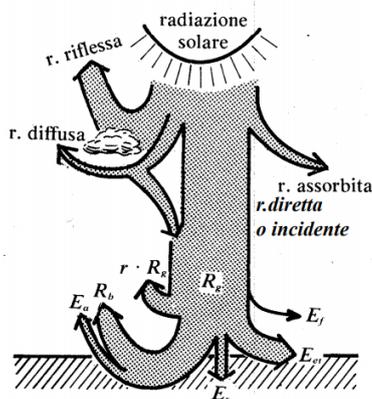
un'agricoltura tradizionale e attenta alla salvaguardia del suolo. Alcune iniziative sperimentali realizzate in Germania, negli Stati Uniti, in Cina ed ora anche in Italia confermano la praticabilità di questo "matrimonio". Da una sperimentazione presso il Fraunhofer Institute è stato rilevato che sia la resa agricola che quella solare sono risultate pari all'80-85% rispetto alle condizioni di un suolo senza solare così come di un terreno destinato al solo fotovoltaico. Ciò significa che è stato raggiunto un valore di LER ("land equivalent ratio") pari a 1,6-1,65 (ovvero di gran lunga superiore al valore unitario che indica un semplice effetto additivo fra le due tipologie d'uso interagenti), evidenziando la rilevante convenienza ad esplicitare i due processi produttivi in "consociazione" fra loro (volendo impiegare un termine propriamente agronomico). L'agricoltura praticata in "unione" con il fotovoltaico consentirebbe di porre in essere le migliori tecniche agronomiche oggi già identificate e di sperimentarne di nuove, per conseguire un significativo risparmio emissivo di gas clima-alteranti, incamerare sostanza organica nel suolo e pertanto sequestrare carbonio atmosferico, adottare metodi "integrati" di controllo dei patogeni, degli insetti dannosi e delle infestanti, valorizzare al massimo le possibilità di inserire aree d'interesse ecologico ("ecological focus areas") così come previste dal "greening" quale strumento vincolante della "condizionalità" (primo pilastro della PAC), per esempio creando fasce inerbite a copertura del suolo collocate immediatamente al di sotto dei pannelli fotovoltaici, parte integrante di un sistema di rete ecologica opportunamente progettato ed atto a favorire la biodiversità e la connettività ecosistemica a scala di campo e territoriale. Si porrebbero dunque le condizioni per una piena realizzazione del modello "agro-energetico", capace d'integrare la produzione di energia rinnovabile con la pratica di un'agricoltura innovativa, integrata o addirittura biologica, conservativa delle risorse del suolo, rispettosa della qualità delle acque e dell'aria. Tale modello innovativo vedrebbe pienamente il fotovoltaico come efficace strumento d'integrazione del reddito agricolo capace di esercitare un'azione "volano" nello sviluppo del settore agricolo. Anche in un'ottica di medio-lungo periodo, il sistema non solo non determina peggioramenti della potenzialità produttiva dopo l'eventuale dismissione dell'impianto, ma, anzi, può portare ad un miglioramento della fertilità dell'area, applicando una gestione sostenibile delle colture effettuate. L'efficienza del sistema, sia in termini di produzione di energia che di produzione agraria, è migliorata con l'utilizzo di pannelli mobili, che si orientano nel corso della giornata massimizzando la radiazione diretta intercettata, lasciando però circolare all'interno del sistema una quota di radiazione riflessa (e di aria) che permette una buona crescita delle piante. Gli studi condotti finora evidenziano come l'output energetico complessivo per unità di superficie (Land Equivalent Ratio – LER), in termini di produzione agricola e di energia sia superiore nei sistemi agri-voltaici rispetto a quanto ottenibile con le sole implementazioni agricole o energetiche in misura compresa tra il 30% ed il 105% (Amaducci et al., 2018).

13. 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.

13.1 Bilancio radiativo

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



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

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

R.n. = $\pm E_a \pm E_s \pm E_t \pm E_f$
Ea = energia per riscaldare l'aria
Es = energia per riscaldare il suolo
Et = energia per l'evapotraspirazione
Ef = energia per la fotosintesi

BILANCIO RADIATIVO

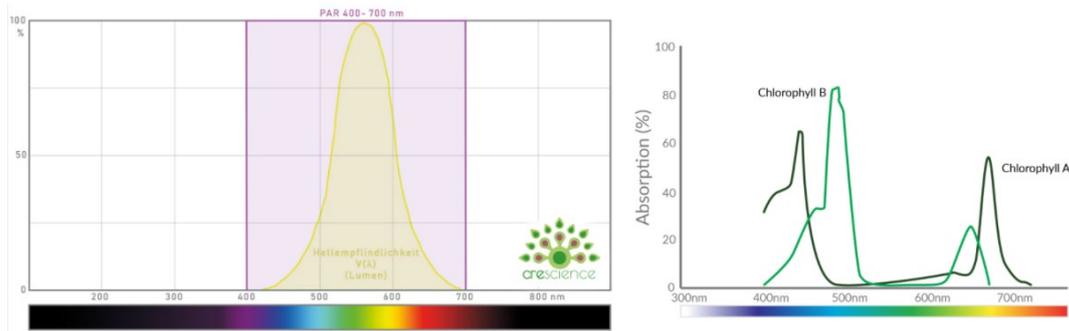
• La radiazione netta (Rn) che costituisce l'effettivo apporto energetico al suolo, è dato da:

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

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

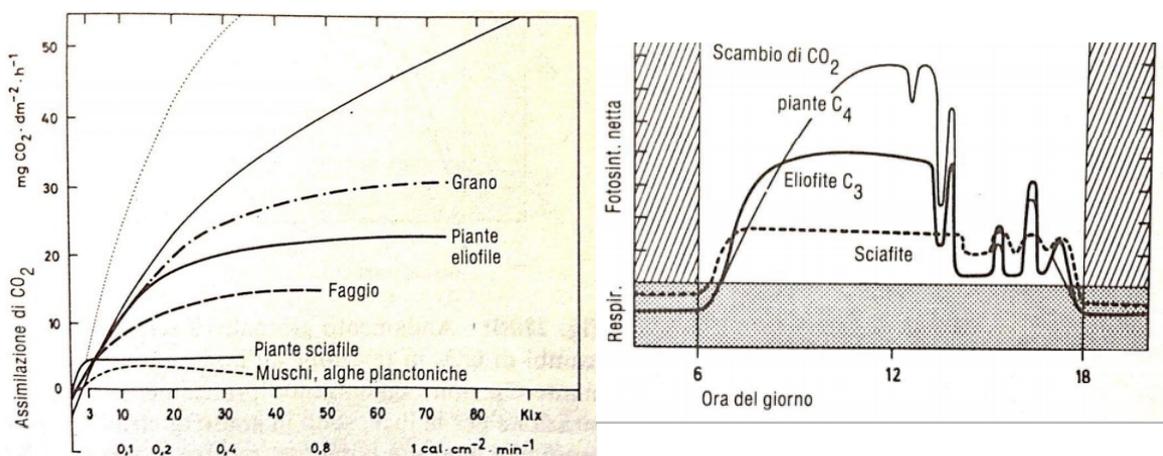
41 – il bilancio radiativo

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).



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

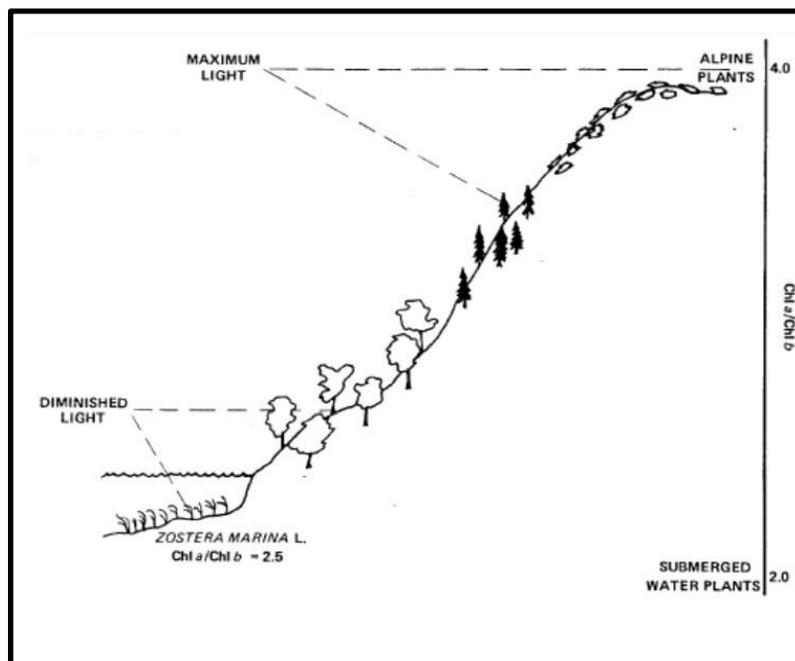
A seconda del loro adattamento a differenti intensità di illuminazione, piante diverse (così come foglie presenti in punti diversi della pianta) mostrano curve di assimilazione della CO₂ differenti. Le piante possono tendenzialmente essere suddivise in eliofile (alti valori di fotosaturazione, migliore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



43 – piante sciafile, eliofile e a ciclo C4

Oltre che come fonte di energia la luce svolge, per le colture, una importante funzione di informazione per i fenomeni fotomorfogenetici che si verificano nei diversi stadi della crescita della pianta. Per fotoperiodo si intende il tempo (spesso espresso in ore) di esposizione alla luce delle piante e la sua lunghezza risulta fondamentale per le numerose attività delle piante. Per intensità luminosa si intende la quantità di energia luminosa che raggiunge la coltura. L'intensità di luce si misura come quantità di energia radiante che le colture intercettano ovvero il flusso radiante per unità di superficie, che viene

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



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

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

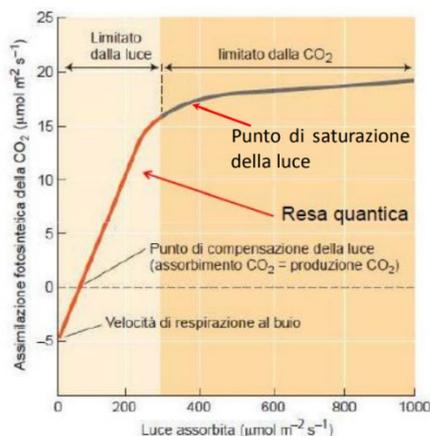
passano in fase riproduttiva quando il periodo di illuminazione supera le 14 ore giorno

45 – 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.



46 – 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:

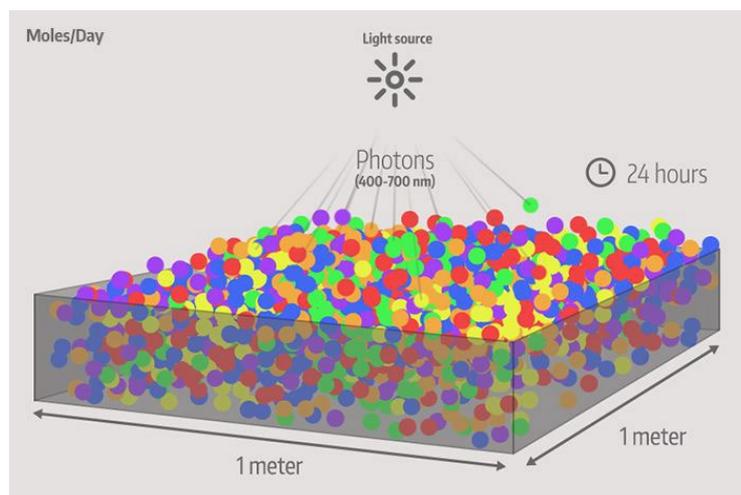
- ingiallimento e caduta prematura delle foglie;
- eziolatura (perdita di colore naturale);
- mancata ramificazione;
- disseccamento e caduta dei rami bassi;
- steli esili, poco lignificati o allungati;
- scarsa fertilità (es. mais).

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)

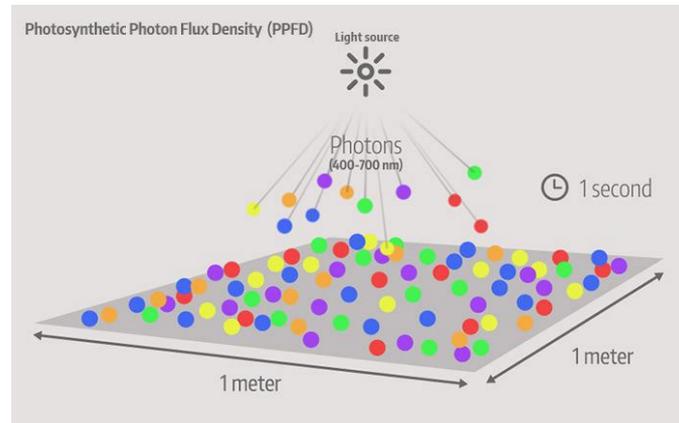
Il PAR indica un intervallo di lunghezza d'onda della luce compreso tra i 400 e 700 nanometri ($0.4 < \text{PAR} < 0.7 \mu\text{m}$ (PAR medio = $0.55 \mu\text{m}$)) che corrisponde alla lunghezza d'onda ottimale per la fotosintesi delle piante. Particelle di luce di lunghezze d'onda inferiore conducono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



47 – 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.



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

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

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

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

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

| PLANT Common Name (Genus species-Auth.) | Nut ² | pH ³ | Propagation | | | Vegetative | | | Flower Initiation/Dev. | | | Fruit/Seed Dev. | | | Comments |
|---|------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------|---------------------------|--|
| | | | Light ⁴ | Photo-period Hrs / Day | Temp. (°C) L / Dark | Light ⁴ | Photo-period Hrs / Day | Temp. (°C) L / Dark | Light ⁴ | Photo-period Hrs / Day | Temp. (°C) L / Dark | Light ⁴ | Photo-period Hrs / Day | Temp. (°C) L / Dark | |
| African Violet Saintpaulia ionantha H. Wendl. | M | N | V | 12 | 23 / 23 | L | 12 | 23 / 23 | L | 12 | 23 / 23 | | | | Leaf-petiole cuttings. |
| Ageratum Ageratum houstonianum Mill. | M | N | M | 12-20 | 25 / 20 | M | 12-20 | 25 / 20 | M | 12-20 | 25 / 20 | | | | |
| Alfalfa Medicago sativa L. | M | N | M | 12-20 | 25 / 20 | M | 12-20 | 22 / 22 | M | >16 | 25 / 25 | M | >16 | 25 / 25 | Little flowering if photoperiod <12; High requirement for K & Mg. |
| Alstroemeria (Peruvian Lily) Alstroemeria sp. L. | H | N | M | >12 | 25 / 20 | M | >12 | 20 / 20 | M | >12 | 20 / 15 | | | | Division of rhizomes. For continuous flowering, temp. must be < 13 C. |
| Annual Bluegrass Poa annua L. | L | N | M | 12-20 | 23 / 23 | M | 12-20 | 20 / 20 | M | 12-20 | 20 / 20 | M | 12-20 | | |
| Apple Malus domestica Borkh. | M | N | | | | H | 12-20 | 25 / 20 | H | 12-20 | 25 / 20 | H | 12-20 | 25 / 20 | Break bud dormancy: 2000 to 2500 hrs at 4 C |
| Arabidopsis Arabidopsis thaliana L. Heynh. | M | N | L | 8 | 24 / 24 | L | 8 | 20 / 20 | L | 16 | 20 / 20 | L | >16 | 20 / 20 | Light inhibits germination. |
| Avocado Persea americana Mill. | M | N | | | | M | 12-20 | 25 / 20 | M | 12-20 | 20 / 15 | M | 12-20 | 25 / 20 | Water stress induces flowering. |
| Azalea Rhododendron spp. | M | L | L | >14 | 25 / 23 | M | >14 | 25 / 20 | M | 10 | 25 / 25 | | | | 8-cm cuttings, 2500 ppm IBA, 5C for six weeks required for flower development after initiation. |
| Barley Hordeum vulgare L. | M | N | M | 12 | 23 / 18 | M | 12 | 23 / 18 | M | 16-24 | 23 / 18 | M | 16-24 | 23 / 18 | |

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

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

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

| PLANT Common Name (Genus species Auth.) | Nut. | pH | Propagation | | | Vegetative | | | Flower Initiation/Dev. | | | Fruit/Seed Dev. | | | Comments |
|---|------|----|-------------|---------------------------|-------------------------|------------|---------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------|---------------------------|-------------------------|--|
| | | | Light* | Photo-period Hrs / Day | Temp. (°C) L/Dark | Light* | Photo-period Hrs / Day | Temp. (°C) L/Dark | Light* | Photo-period Hrs / Day | Temp. (°C) L/Dark | Light* | Photo-period Hrs / Day | Temp. (°C) L/Dark | |
| Pharbitis Pharbitis Nil (L.) Roth | L | N | L | 16 | 25 / 25 | M | 16 | 25 / 25 | M | 8 | 30 / 30 | | | | |
| Pigeeweed Amaranthus spp. | M | N | M | >16 | 25 / 20 | M | >16 | 25 / 20 | M | 8 | 25 / 20 | | | | |
| Poinsettia Euphorbia pulcherrima Willd. ex Klotzsch | H | N | L | >14 | 25 / 20 | M | >14 | 25 / 20 | M | 10 | 25 / 18 | | | | 5-cm cuttings with 2500 ppm IBA. |
| Potato, Sweet Ipomoea batatas (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 Solanum tuberosum 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 Oryza sativa 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 Rose mult. flora Thunb. | H | N | L | 12 | 23 / 23 | M | 12 | 23 / 18 | M | 12 | 23 / 18 | | | | 5-cm cuttings with 2500 ppm IBA. |
| Ryegrass Lolium multiflorum Lam. | M | N | M | 12-20 | 23 / 18 | M | 12-20 | 20 / 15 | M | 16 | 23 / 18 | | | | |
| Salvia Salvia splendens Sellow ex Schubert | L | N | M | 24 | 23 / 23 | M | 12 | 25 / 20 | M | 12 | 25 / 20 | | | | |
| Scrophularia Scrophularia marilandica L. | L | N | L | 8 | 20 / 13 | M | 8 | 20 / 20 | M | 16 | 20 / 20 | | | | |

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

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

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

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

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

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

*Light: Photosynthetic Photon Flux (PPF)
D = Dark No light
V = Very Low 50 - 150 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
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 | | | | |
| Sinepisis <i>Sinepisis 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 | 26 / 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 | |
| Marigold <i>Tagetes erecta</i> L. | M | N | M | 12-20 | 25 / 20 | M | 12-20 | 25 / 20 | M | 12-20 | 25 / 20 | | | | |
| Oats <i>Avena sativa</i> L. | M | N | M | 12-20 | 25 / 20 | M | 12-20 | 25 / 20 | M | 16-24 | 25 / 20 | M | 12-20 | | |
| Olive <i>Olea europaea</i> L. | M | N | | | | H | 14 | 23 / 18 | H | 12-20 | 12 / 12 | H | 12-20 | 23 / 18 | Flower bud initiation: 750 to 2500 hrs at 12 C during early spring. |
| Pea <i>Pisum sativum</i> L. | M | N | M | 12-20 | 23 / 23 | M | 12-20 | 23 / 23 | M | 12-20 | 20 / 15 | M | 12-20 | 23 / 18 | Desirable at anthesis to reduce maximum temperature to 22C. |
| Peach <i>Prunus persica</i> (L.) Batsch | M | N | | | | H | 12-20 | 25 / 20 | H | 12-20 | 25 / 20 | H | 12-20 | 25 / 20 | Break bud dormancy: 250 to 2000 hrs at 4 C |
| Peanut <i>Arachis hypogaea</i> L. | M | N | D | N/A | 25 / 25 | M | 12-20 | 25 / 25 | >M | 12-20 | 30 / 23 | >M | 12-20 | 30 / 23 | Plants flower under most photoperiods. Short days may increase harvest index. |
| Pear <i>Pyrus communis</i> L. | M | N | | | | H | 12-20 | 25 / 20 | H | 12-20 | 25 / 20 | H | 12-20 | 25 / 20 | Break bud dormancy: 750 to 2500 hrs at 4 C |
| Pepper <i>Capiscum annuum</i> (L.) var. annuum | M | N | M | 12-20 | 25 / 20 | M | 12-20 | 25 / 20 | M | 12-20 | 25 / 20 | M | 12-20 | 25 / 20 | |
| Perilla <i>Perilla frutescens</i> (L.) Britt | L | N | M | 16 | 25 / 25 | M | 16 | 20 / 20 | M | 8 | 20 / 20 | M | 8 | 20 / 20 | |
| Petunia <i>Petunia x hybrida</i> Vilm. | M | N | M | 12-20 | 25 / 20 | M | 12-20 | 25 / 20 | M | 16-20 | 25 / 20 | | | | |

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

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

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

14. 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.

14.1 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.

14.2 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 dell'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 |

49 – prospetto macronutrienti per la coltivazione del melograno

14.3 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.

14.4 Combinazione coltura del melograno e fotovoltaico

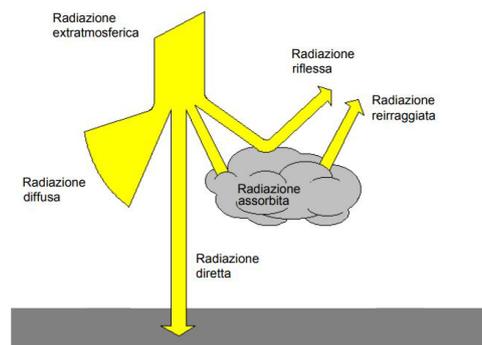
In generale si può affermare che i tracker offrono protezione alla coltivazione sottostante. Nel caso specifico di un impianto di melograno i vantaggi sono diversi: i tracker elevandosi al di sopra della coltivazione proteggono i frutti dalla radiazione solare diretta; pertanto, avremo una minore incidenza 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.

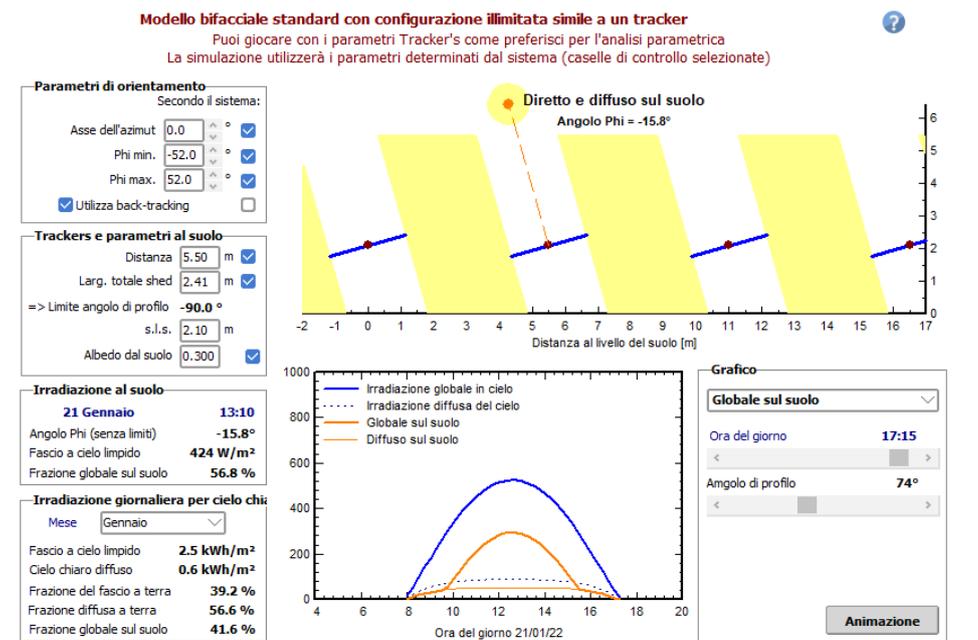
15. Considerazioni energetiche riferite al layout di progetto

La radiazione solare è l'energia elettromagnetica emessa dai processi di fusione dell'idrogeno contenuto nel sole; tale energia non raggiunge la superficie terrestre in maniera costante, la sua quantità varia durante il giorno, da stagione a stagione e dipende dalla nuvolosità, dall'angolo d'incidenza e dalla riflettanza delle superfici. La radiazione che un metro quadrato di una superficie orizzontale riceve è detta radiazione globale ed è il risultato della somma della radiazione diretta e della radiazione diffusa. La radiazione diretta è quella che giunge direttamente dal sole, mentre la radiazione diffusa è quella riflessa dal cielo, dalle nuvole e da altre superfici. La radiazione diretta si ha quindi solo quando il sole è ben visibile. D'inverno la radiazione diffusa è molto maggiore in percentuale e su base annua, è pari al 55% di quella globale. L'intensità della radiazione solare al suolo dipende dall'angolo d'inclinazione della radiazione stessa: minore è l'angolo che i raggi del sole formano con una superficie orizzontale e

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

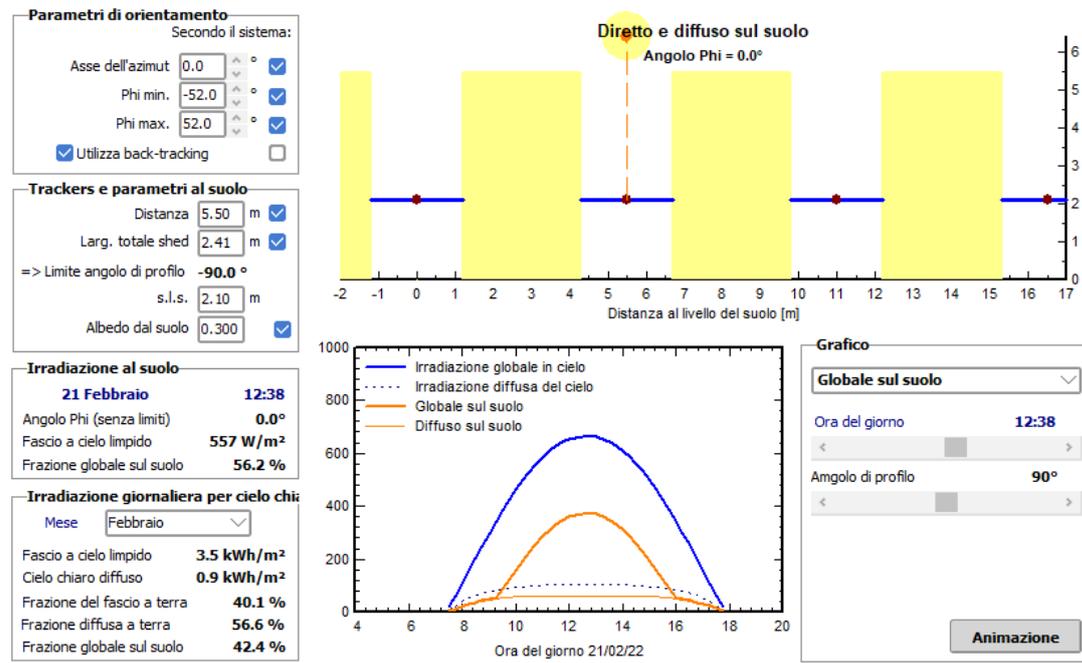


Di seguito, attraverso l'ausilio di un software specifico (Pvsyst), verrà simulato, in un determinato momento della giornata, per ogni mese dell'anno, come il sole proietta la propria energia al suolo in considerazione della presenza dell'impianto fotovoltaico, con i tracker bifacciali di ampiezza complessiva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



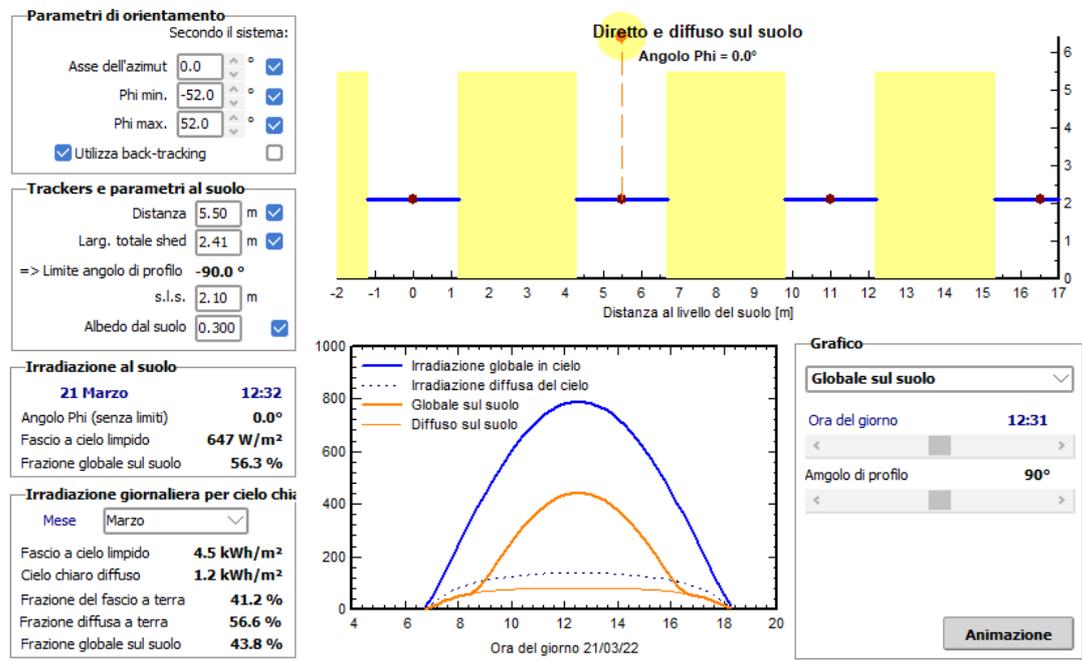
Modello bifacciale standard con configurazione illimitata simile a un tracker

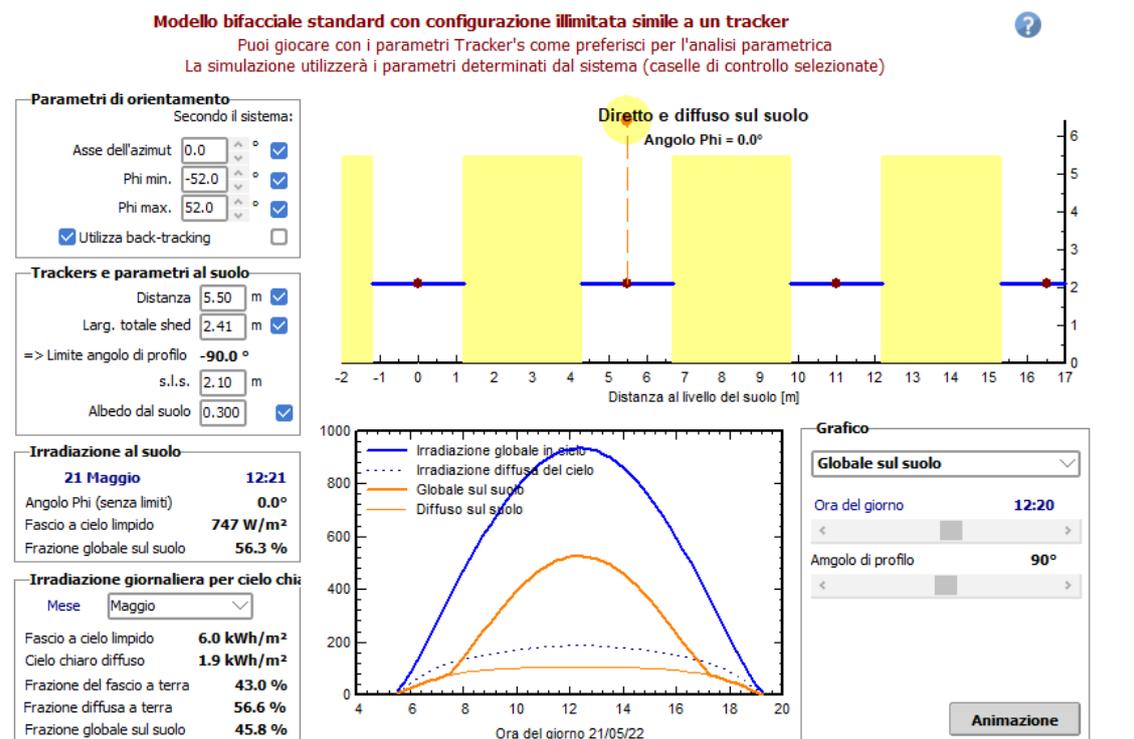
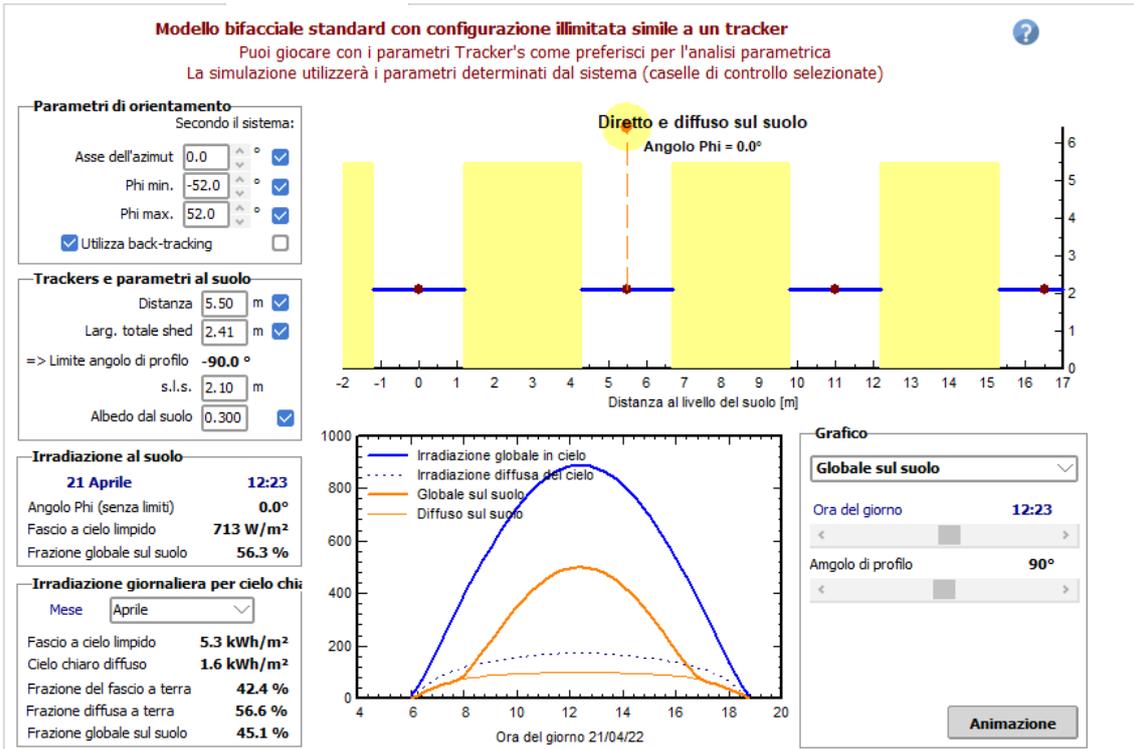
Puoi giocare con i parametri Tracker's come preferisci per l'analisi parametrica
La simulazione utilizzerà i parametri determinati dal sistema (caselle di controllo selezionate)



Modello bifacciale standard con configurazione illimitata simile a un tracker

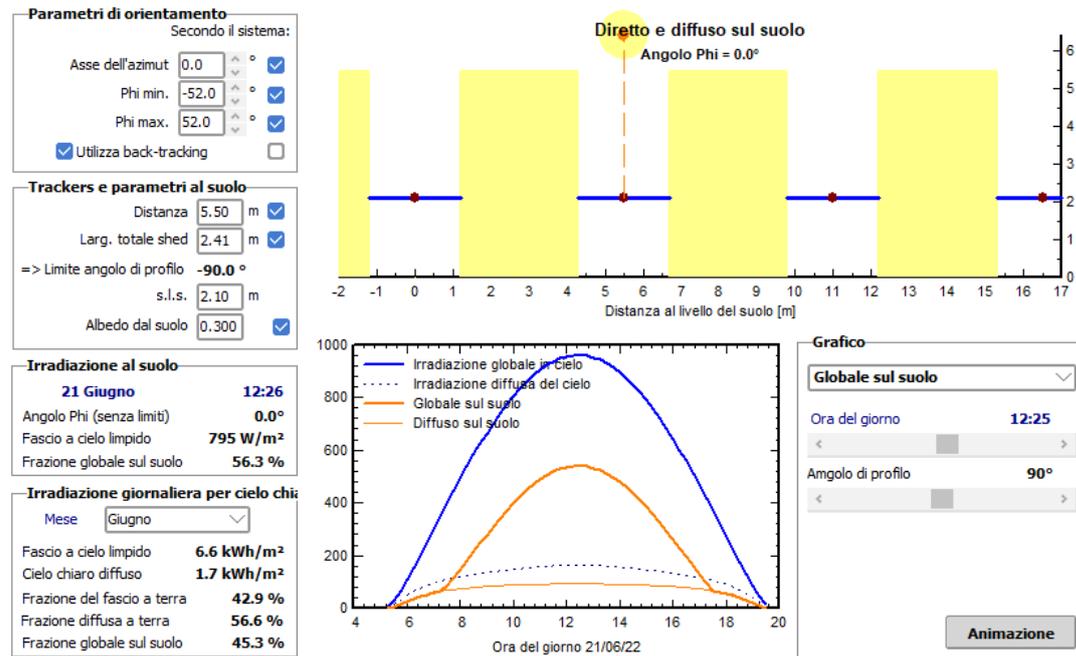
Puoi giocare con i parametri Tracker's come preferisci per l'analisi parametrica
La simulazione utilizzerà i parametri determinati dal sistema (caselle di controllo selezionate)





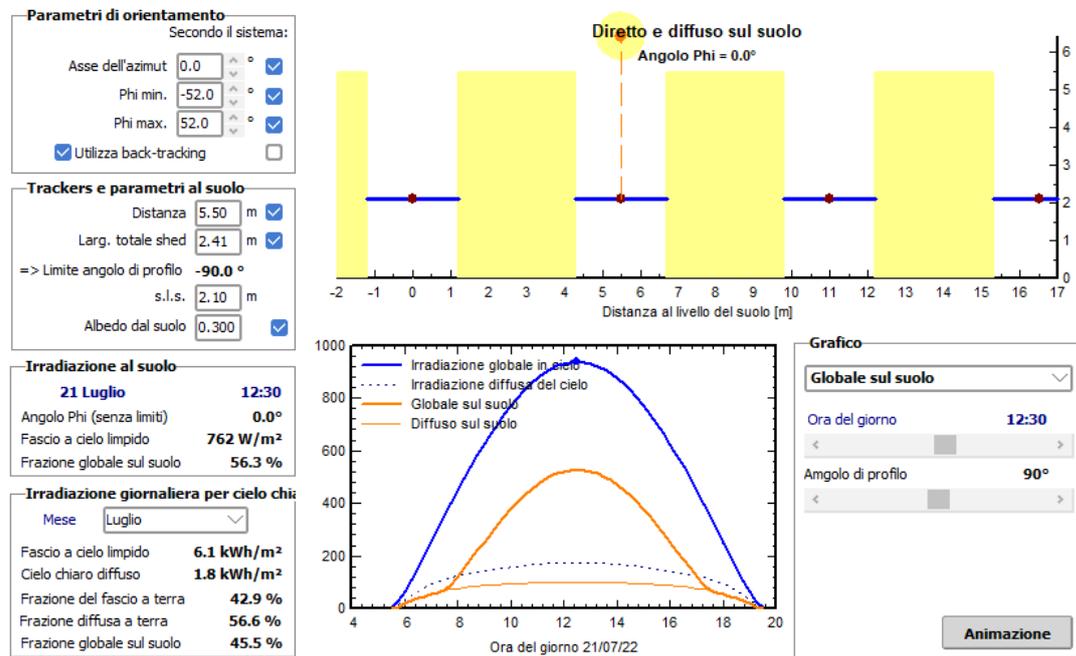
Modello bifacciale standard con configurazione illimitata simile a un tracker

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)



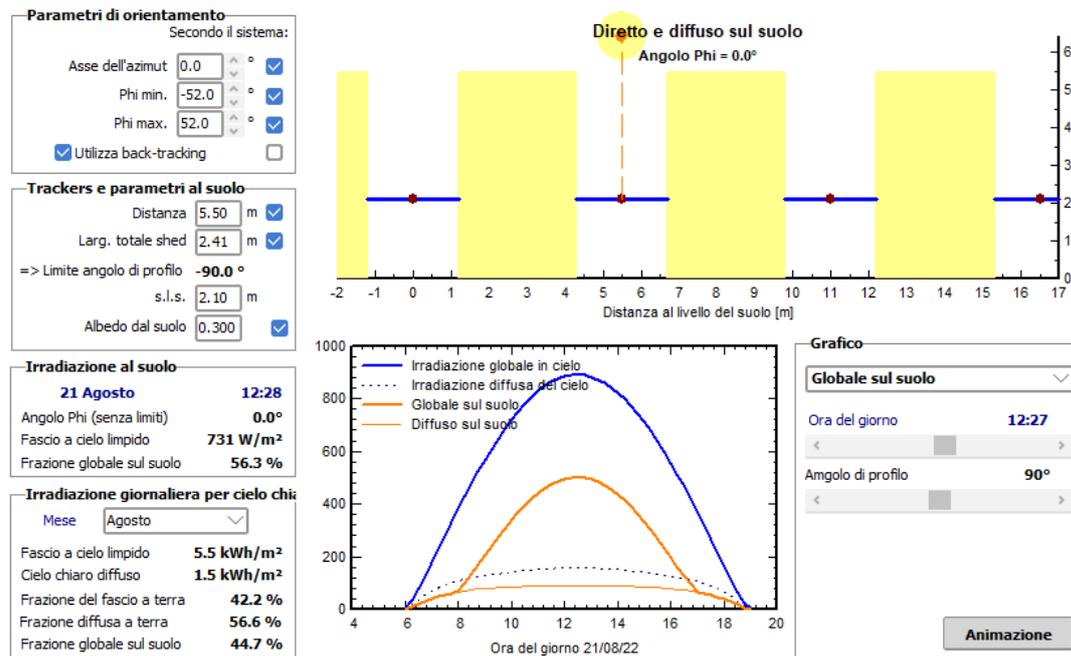
Modello bifacciale standard con configurazione illimitata simile a un tracker

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)



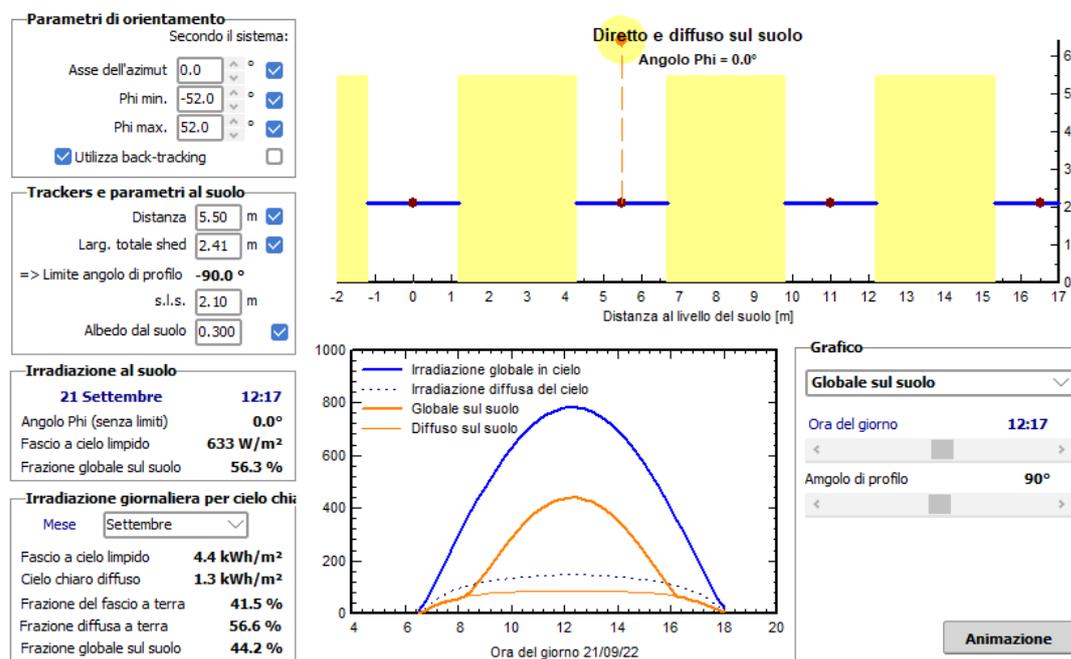
Modello bifacciale standard con configurazione illimitata simile a un tracker

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)



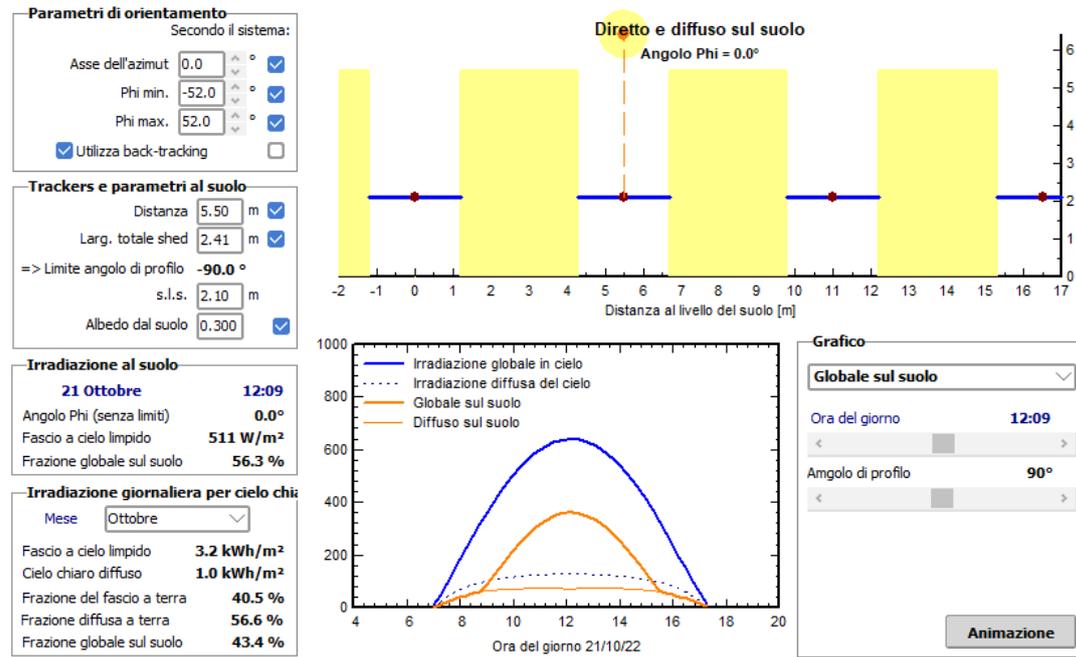
Modello bifacciale standard con configurazione illimitata simile a un tracker

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)



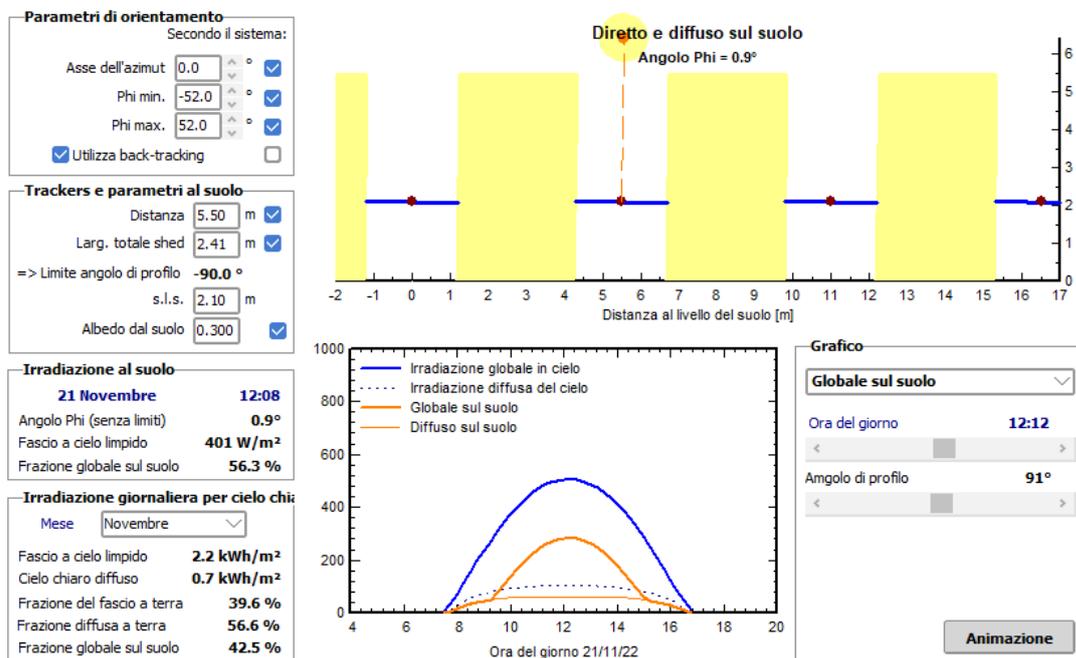
Modello bifacciale standard con configurazione illimitata simile a un tracker

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)



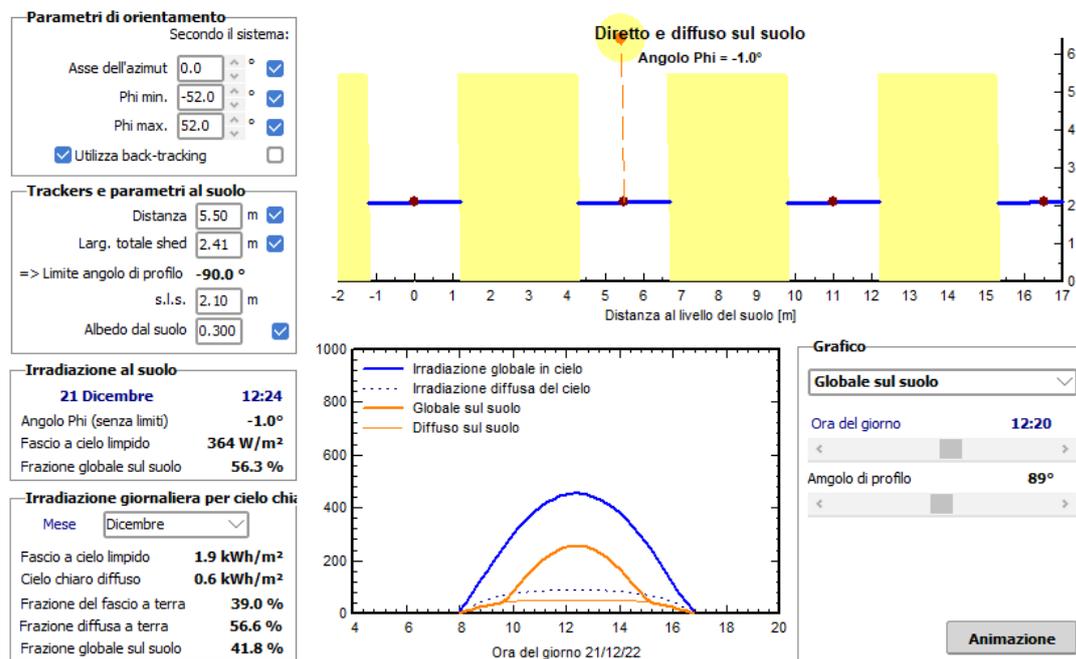
Modello bifacciale standard con configurazione illimitata simile a un tracker

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)



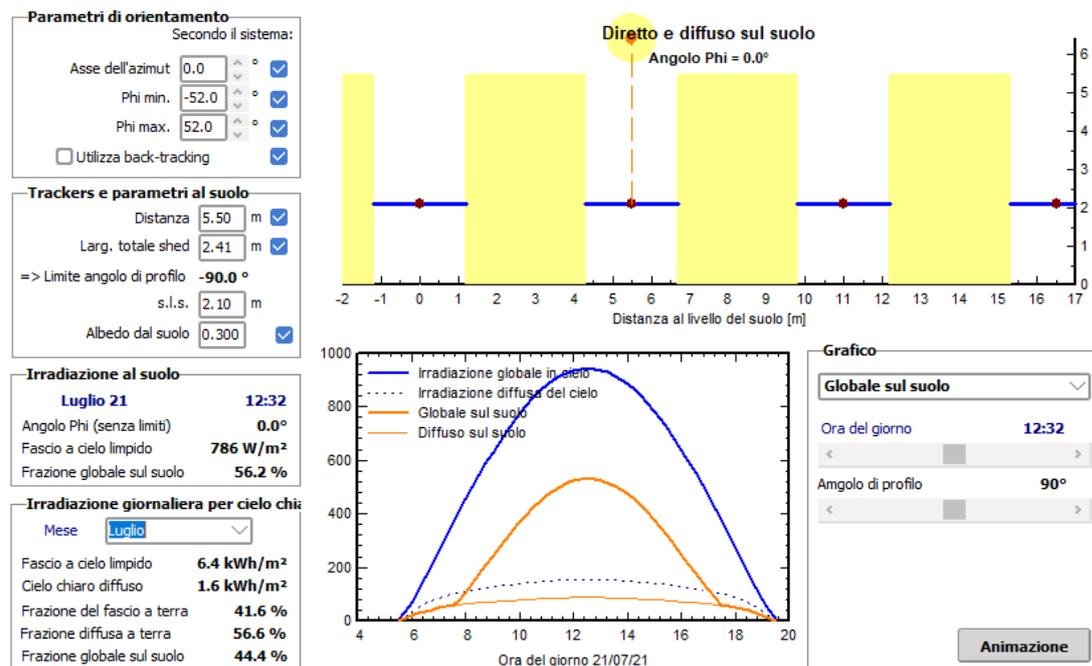
Analizziamo in maniera specifica i grafici del programma Pvsyst sopra esposti per andare a comparare i dati di irraggiamento contestualizzati nel layout di riferimento del parco agrovoltaico con le esigenze di irraggiamento delle colture da inserire. Per valutare la possibilità di coltivare il suolo 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% |

50 – valori approssimativi della radiazione solare

Modello bifacciale standard con configurazione illimitata simile a un tracker

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



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

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

Irradiazione globale in cielo: circa 940 W/m²

Irradiazione diffusa del cielo: circa 160 W/m²

Irraggiamento globale sul suolo: circa 530 W/m²

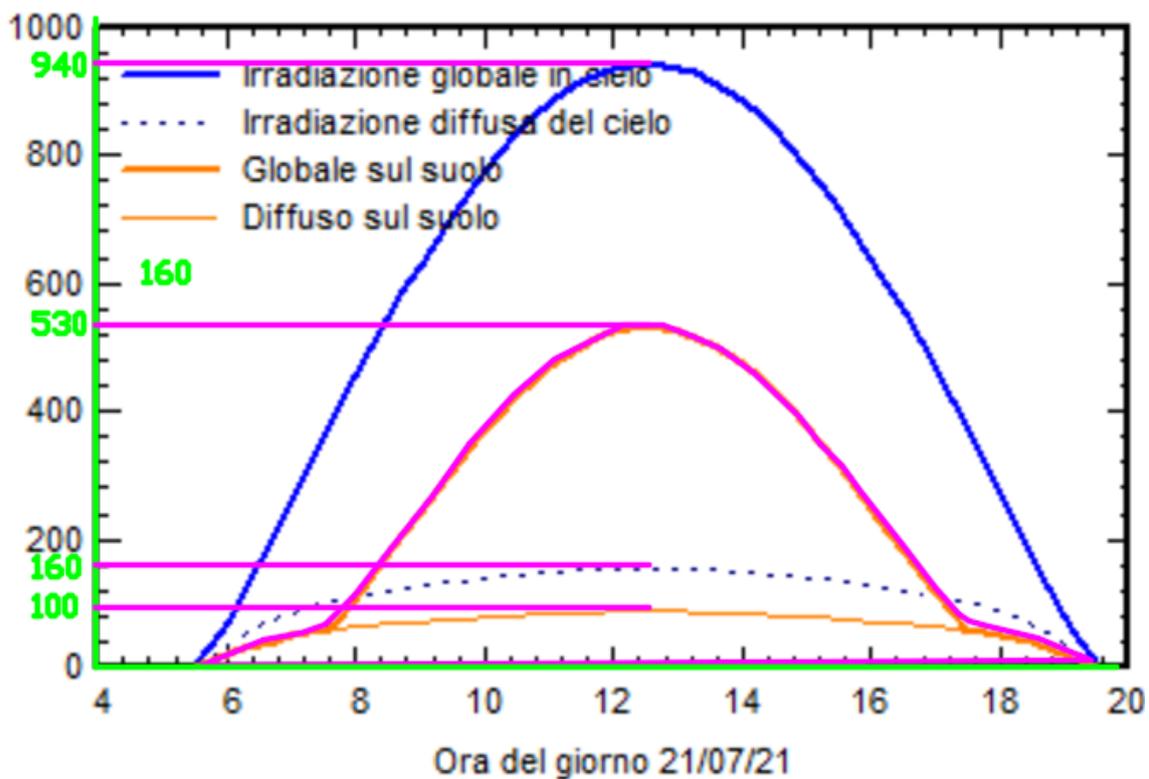
Irraggiamento diffuso sul suolo: circa 100 W/m²

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

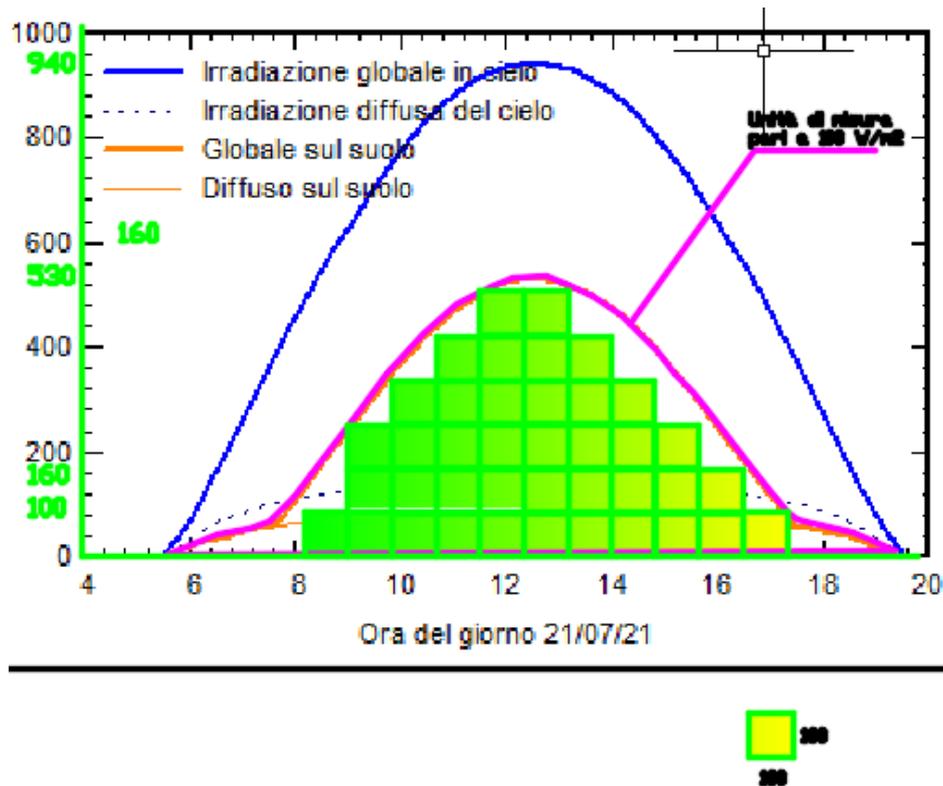
Albedo pari al 30%

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



52 – 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 giornaliere. I risultati di tali calcoli vengono riportati nella tabella sotto proposta.



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

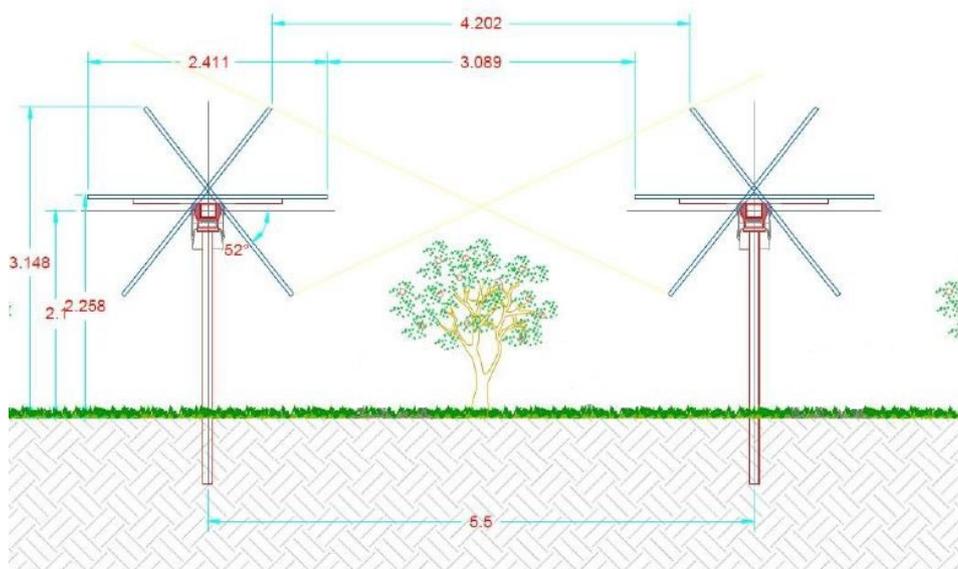
L'interesse per la coltivazione del melograno è in crescita sia per il consumo fresco sia per la trasformazione. Del melograno sono note sin dall'antichità le qualità medicinali e recenti studi su questa specie ne hanno messo in evidenza i contenuti elevati di composti fenolici, tra cui l'acido ellagico 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 $24 \pm 1^\circ\text{C}$ con un fotoperiodo di 16 h e una intensità luminosa di $37,5 \mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$. 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 $1 \mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$ uguale a $1 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. 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 ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) <i>Punica granatum</i> (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 | 1702 | 2.5 | 0.6 | 51,61 | 30 | 424 | 343,5 | 214,71 |
| Febbraio | 8 ore e 2 min | 2431 | 3.5 | 0.9 | 67,66 | | 557 | 374,2 | 281,48 |
| Marzo | 9 ore e 36 min | 3406 | 4.5 | 1.2 | 86,17 | | 647 | 411,7 | 358,45 |
| Aprile | 11 ore e 4 min | 4246 | 5.3 | 1.6 | 96,12 | | 713 | 460,12 | 399,88 |
| Maggio | 12 ore e 21 min | 4979 | 6.0 | 1.9 | 103,06 | | 747 | 503,25 | 428,73 |
| Giugno | 12 ore e 33 min | 5213 | 6.6 | 1.7 | 100,07 | | 795 | 542,62 | 416,30 |
| Luglio | 12 ore e 21 min | 5021 | 6.1 | 1.8 | 95,20 | | 762 | 549,37 | 396,04 |
| Agosto | 11 ore e 3 min | 4280 | 5.5 | 1.5 | 86,03 | | 731 | 518,25 | 357,87 |
| Settembre | 9 ore e 36 min | 3495 | 4.4 | 1.3 | 77,05 | | 633 | 472,5 | 320,53 |
| Ottobre | 7 ore e 55 min | 2504 | 3.2 | 1.0 | 61,01 | | 511 | 427,5 | 253,82 |
| Novembre | 6 ore e 51 min | 1776 | 2.2 | 0.7 | 47,90 | | 401 | 386,25 | 199,25 |
| Dicembre | 6 ore e 14 min | 1474 | 1.9 | 0.6 | 43,79 | | 364 | 350,62 | 182,17 |

54 – tabella di calcolo del PPFD (flusso fotonico fotosintetico) in relazione alla coltura specializzata

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 (considerato che i valori calcolati sul *Punica granatum* si riferiscono a condizioni “ideali” in ambienti protetti). 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 tracker 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.



55 – particolare del pitch e stima superficie utile da coltivare

16. Interpretazione dei dati

I dati sopra riportati dimostrano come la convivenza tra fotovoltaico e agricoltura tradizionale sia sostenibile con gli opportuni accorgimenti. Il caso in esame studiato e specificatamente legato al Melograno dimostra come i valori di PPF ottenuti con la soluzione proposta si adeguino alle esigenze fotosintetiche delle colture esaminate. Ogni mese considerato e le rispettive ore di luce giornaliere hanno prodotto un quantitativo di fotoni fotosintetici (o talpe di fotoni) in grado di consentire alle piante il proprio sviluppo e questo in ogni mese dall'anno indipendentemente dalla stagione (leggermente inferiore il trend considerato nei mesi più freddi, periodi nei quali comunque le piante si trovano in riposo vegetativo). 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 tracker ma getta anche le basi per produzioni quali-quantitative migliori. La possibilità di coltivare una coltura rispetto ad un'altra, l'accertamento dei parametri di qualità e quantità in termini di rese produttive così come gli altri fattori bioagronomici, dipendono da prove di campo che hanno bisogno, per essere avvalorate o meno in maniera approfondita, di valutazioni di natura scientifica (considerata la quasi totale assenza di bibliografia). Si precisa che la fascia di terreno agrario tra le file di pannelli risulta perfettamente percorribile e, soprattutto, lavorabile da macchine operatrici agricole "ad hoc". 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.

17. Considerazioni sulla produzione con FV

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

Pertanto, nonostante l'effetto "ombra" dei pannelli non consenta alle colture agrarie di avere il massimo dell'efficienza fotosintetica, possiamo certamente asserire che, rispetto alla condizioni di pieno campo, rispetto ad un suolo agrario non irrigato e soggetto alle condizioni termopluviometriche naturali

(aridocoltura), la “striscia” di suolo coltivata tra le file di pannelli fotovoltaici avrà una resa produttiva per ettaro non soltanto pari ad una qualsiasi resa in condizioni estensive ma leggermente superiore in funzione dei vantaggi che il connubio agrivoltaico determina. L’aumento di resa produttiva sarà ovviamente legato al tipo di coltura, alla natura del suolo, alle condizioni orografiche e di esposizione, di umidità relativa, ecc...

Questo surplus, come da letteratura sopra menzionata, stimato in un 8-10% di resa produttiva ulteriore. È un dato affidabile che, comunque, deve essere quantificato territorio per territorio con 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.

18. Proposta migliorativa: inerbimento sotto i tracker

In base ai risultati dell’analisi pedologica e geologica in merito alle condizioni erosive del suolo a seguito di fenomeni piovosi, dopo un’attenta analisi multidisciplinare e multi-criteriale si è arrivati alla conclusione che un inerbimento nel periodo autunno-invernale consentirebbe di risolvere e/o mitigare il dilavamento del terreno agrario. La superficie da inerbire sarà pari a 22 ettari circa.

L’inerbimento consiste nella creazione e nel mantenimento di un prato costituito da vegetazione “naturale” ottenuto mediante l’inserimento di essenze erbacee in blend e/o in miscuglio attraverso la semina di quattro o cinque specie di graminacee e una percentuale variabile di leguminose in consociazione. La crescita del cotico erboso viene regolata con periodici sfalci e l’erba tagliata finisce per costituire uno strato pacciamante in grado di ridurre le perdite d’acqua dal terreno per evaporazione e di rallentare la ricrescita della vegetazione.

La tecnica dell’inerbimento protegge la struttura del suolo dall’azione diretta della pioggia e, grazie agli apparati radicali legati al terreno, riduce la perdita di substrato agrario anche fino a circa il 95% rispetto alle zone oggetto di lavorazione del substrato. Consente una maggiore e più rapida infiltrazione dell’acqua piovana ed il conseguente ruscellamento e determina un aumento della portanza del terreno; inoltre riduce le perdite per dilavamento dei nitrati e i rischi di costipamento del suolo dovuto al transito delle macchine operatrici. In definitiva l’inerbimento difende e migliora le proprietà fisiche, chimiche e biologiche del suolo ovvero la sostanza organica e quindi anche la fertilità del terreno. L’aumento di sostanza organica genera anche il miglioramento dello strato di aggregazione del suolo e della relativa porosità nonché delle condizioni di aerazione negli strati più profondi, favorendo così la penetrazione dell’acqua e la capacità di ritenzione idrica del terreno.

L’inerbimento del terreno può essere effettuato in vari periodi dell’anno, ma la riuscita migliore la si ha effettuando interventi durante il periodo autunnale (da metà settembre a fine novembre). La semina

deve avvenire a spaglio o alla volata, cioè spargendo il seme in maniera uniforme su tutta la superficie del terreno. Bisogna comunque interrare i semi a 2 cm di profondità tramite un rastrello o apposito rullo. È stato osservato che, nel medio-lungo periodo, un prato misto ben gestito, anche in presenza di coperture che diminuiscano la ventilazione, l'insolazione e con aumenti di temperatura consistenti, non diminuisce la sua capacità di incrementare la produzione di humus e, conseguentemente, di trattenere l'acqua meteorica. L'acqua di pioggia scivolando sulla superficie inclinata dei pannelli fa sì che un'area limitata di suolo sia interessata da una quantità pari a quella che cadrebbe nell'intesa 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.

| | Codice | Descrizione | U.M. | Q.tà | Prezzo | | |
|-------------|---------|--|------|------|----------|------|--------------|
| INERBIMENTO | 2505002 | Lavorazione del terreno alla profondità di m 0,3 – 0,5 compreso amminutamento ed ogni altro (Terreno sciolto – medio impasto) onere. Superficie effettivamente lavorata | ha | 22 | 590,00 | €/ha | 12.980,00 € |
| | 2505003 | Fornitura e spandimento di ammendante organico, letame maturo, prevedendo un quantitativo minimo di 3 kg/mq, da eseguirsi tra l'aratura e la finitura superficiale | ha | 22 | 1.170,00 | €/ha | 25.740,00 € |
| | 2505004 | Lavorazione di finitura superficiale del terreno, eseguita con attrezzi a denti, con esclusione di attrezzi rotativi ad asse orizzontale, compreso interrimento ammendante organico predistribuito, fino alla completa preparazione del terreno per la posa a dimora delle piante | ha | 22 | 280,00 | €/ha | 6.160,00 € |
| | 2504001 | Realizzazione di un inerbimento su una superficie piana o inclinata mediante la semina a spaglio di un miscuglio di sementi di specie erbacee selezionate ed idonee al sito in ragione di 50 g/mq, esclusa la preparazione del piano di semina. Inclusa la fornitura di concime ad effetto starter, esclusa la preparazione del piano di semina. | ha | 22 | 0,50 | €/mq | 110.000,00 € |
| | | | | | | | 154.880,00 € |

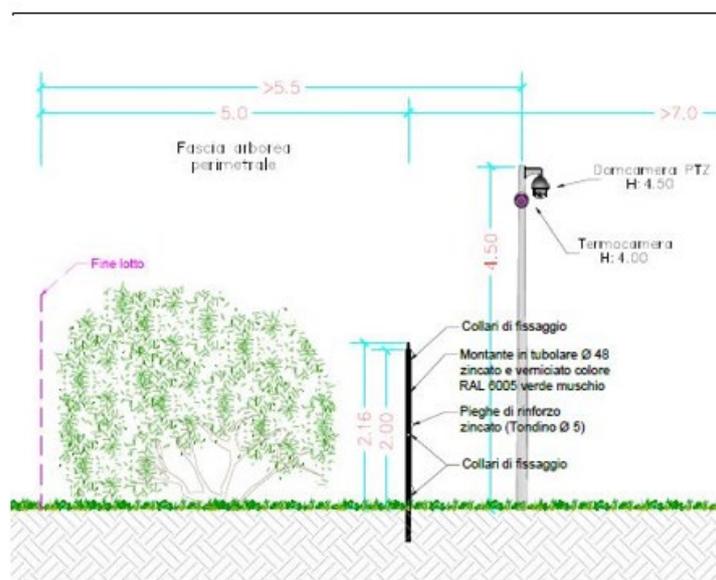
19. Fascia perimetrale di mitigazione

Le opere a verde previste nell'ambito del presente progetto prevedranno l'impiego di specie vegetali autoctone. La presenza di specie autoctone permetterà una più veloce rinaturalizzazione delle aree interessate dai lavori del parco agrivoltaico in maniera da permetterne l'utilizzo da parte della fauna.

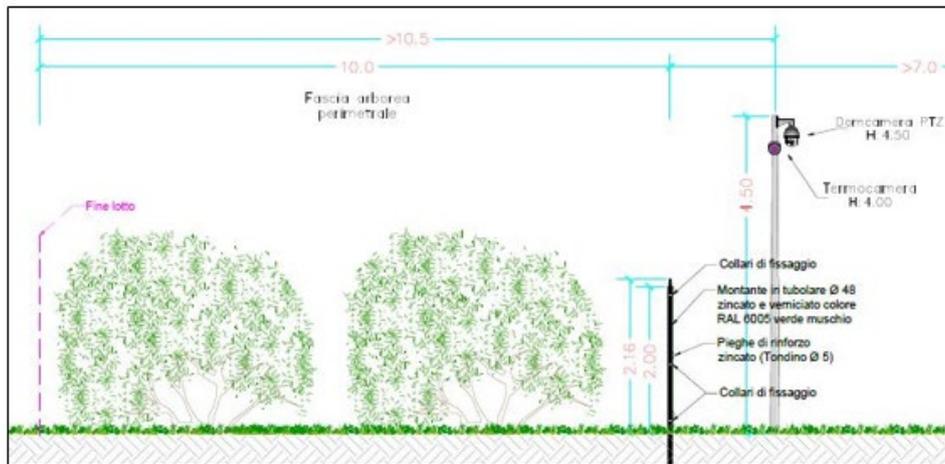
Il progetto definitivo prevederà, come opera di mitigazione degli impatti per un inserimento "armonioso" del parco fotovoltaico nel paesaggio circostante, la realizzazione di una fascia a verde perimetrale ad Olivo (*Olea europea*). Tale fascia, larga normalmente 5 m (eccezion fatta per alcuni tratti ove sarà proposta per la larghezza di 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 arbustive. Complesse le operazioni riferite alle lavorazioni del substrato di radicazione si passerà alla piantumazione delle essenze. Per il sito in oggetto verranno impiegate piante autoradicate di altezza 1,30-150 m, in zolla; le piante saranno collocate a 5 m tra loro (nella fascia di 10 m verrà realizzata una doppia fila di piante secondo lo schema che in seguito verrà proposto). Ogni pianta sarà corredata di un opportuno paletto di castagno per aiutare la stessa nelle giornate ventose e consentirne una crescita idonea in altezza in un arco temporale piuttosto ampio. Nella fascia a 10 m 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).

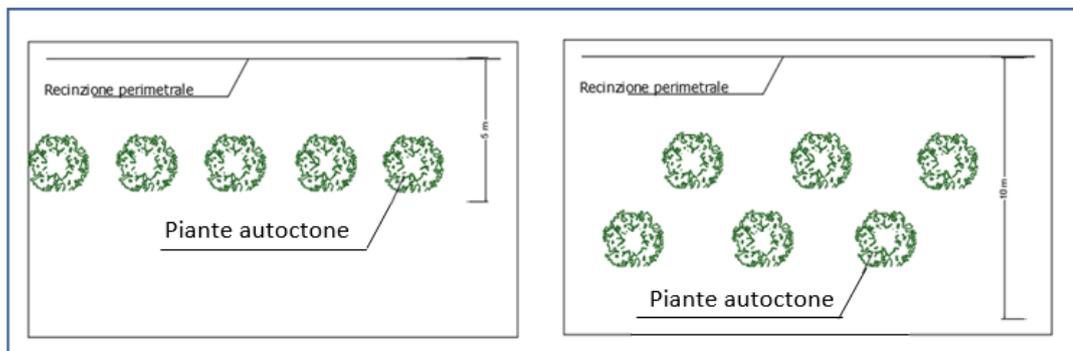
Nell'apertura delle buche il terreno lungo le pareti e sul fondo sarà smosso al fine di evitare l'effetto vaso. Alcuni giorni prima della messa a dimora della pianta si effettuerà un parziale riempimento delle buche, prima con materiale drenante (argilla espansa) e poi con terriccio, da completare poi 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.



56 – sezione laterale delle opere a verde per la mitigazione del parco fotovoltaico – fascia a 5 m



57 – sezione laterale delle opere a verde per la mitigazione del parco fotovoltaico – fascia a 10 m



58 – particolari con mitigazione perimetrale a 5 m e a 10 m

CRONOPROGRAMMA - Lavori fascia di mitigazione 1° anno

| | MESI | marzo | aprile | maggio | giugno | luglio | agosto | settembre | ottobre | novembre | dicembre | gennaio | febbraio |
|----|---|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|---------|----------|----------|---------|----------|
| 1 | Installazione cantiere | ■ | | | | | | | | | | | |
| 2 | Fresatura terreno a 20-25 cm | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | |
| 3 | Apertura buche per piante | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | |
| 4 | Fertilizzazione di fondo con substrato premiscelato | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | |
| 5 | Messa a dimora piante autoradicate | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | |
| 6 | Controllo vitalità ed eventuale sostituzione piante morte | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | |
| 7 | Messa a dimora di pali tutori in castagno | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | |
| 8 | Concimazione di mantenimento | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | |
| 9 | Colmatura buche | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | |
| 10 | Irrigazione di impianto e/o soccorso | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | |

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

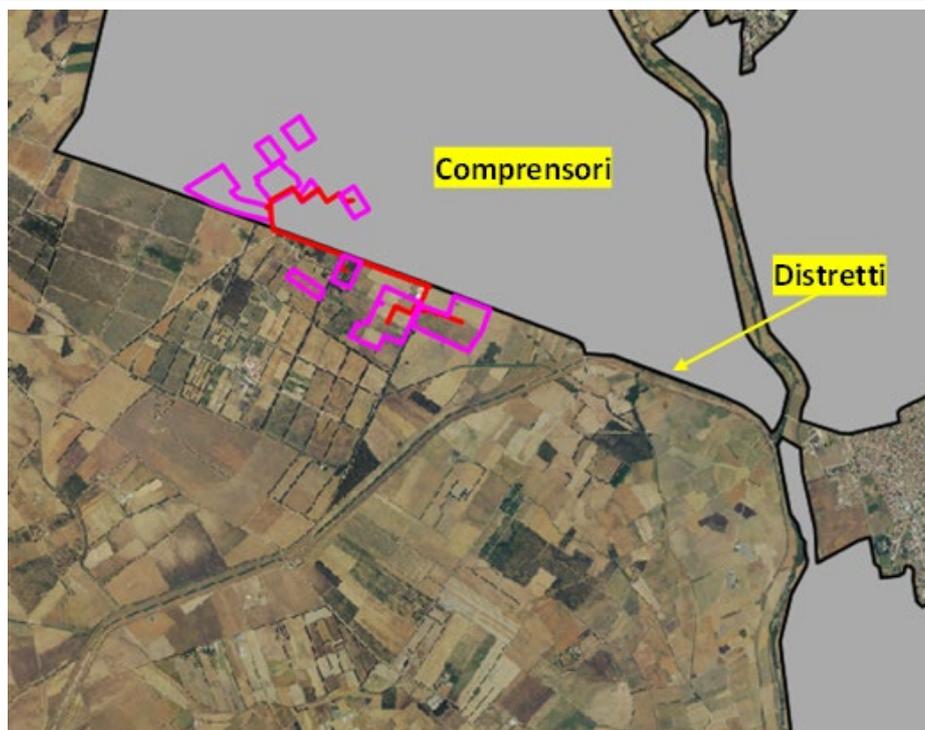
Le piante che verranno impiegate per la realizzazione della zona di mitigazione perimetrale saranno tutte piante appartenenti alla macchia mediterranea, sempreverdi e/o caducifoglie, altamente resistenti agli stress biotici ed abiotici, alle condizioni pedoclimatiche del sito, ecc.. Ci si riferisce in particolare all'olivo e ad arbusteti e macchie che costituiscono i tipi di vegetazione più diffusi in Sardegna e anche nel

comprensorio di riferimento. In massima parte, la vegetazione di macchia deriva dalla degradazione di preesistenti formazioni forestali a causa di deforestazione o incendio, o per intercalazione di fasi di ceduzione e pascolo. In genere aggregati sotto il nome di "macchia mediterranea", gli arbusteti mediterranei comprendono, in realtà, differenti fisionomie e associazioni di vegetazione che rispecchiano diverse condizioni pedoclimatiche, o diverse fasi delle dinamiche di vegetazione (successione secondaria); le piante che saranno impiegate, pertanto, saranno il risultato di una composizione di individui vegetali appartenenti alla stessa famiglia. Si attingerà quindi a:

- Mantelli caducifogli: arbusteti dominati da arbusti caducifogli, in particolare della famiglia delle rosacee, quali pero selvatico, biancospino, prugnolo, rovo.
- Macchie a lentisco: lentisco, corbezzolo, olivastro, erica arborea, ilatro.
- Macchie a calicotome o ginestre spinose: macchie basse, impenetrabili, dominate da leguminose perenni spinose. In genere in contatto con ginepreti e formazioni a palme nane.
- Piante arboree con tipologia *Olea europea*, classiche del paesaggio sardo;
- Formazioni a palme nane: arbusteti costieri con dominanza o presenza di palma nana, spesso associati a ginepro, lentisco, alaterno, ilatro, rosmarino, ecc...

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. Nelle zone ove non è l'impianto di adduzione dell'acqua non è presente si provvederà alla realizzazione di adduzioni ex-novo dietro ottenimento delle relative autorizzazioni.

Le alberature perimetrali e le piante arbustive autoctone presenti in sito verranno preservate e, come opera di mitigazione ambientale e visiva, si proporrà di aumentarne la consistenza e l'altezza (anche tramite l'ausilio di sistemi irrigui che ne favoriranno lo sviluppo), favorendo nel contempo composizioni con maggior presenza, per esempio, di piante mirto che potranno essere utilizzare per la realizzazione dell'amaro più rappresentativo della Regione Sardegna, allo scopo di creare una massa vegetale di fiori e frutti che potrà divenire fonte ausiliaria di cibo per la fauna. Alla luce di quanto descritto si ritiene che l'intervento in programma non creerà nessuna problematica sulla flora dell'area.



60 – Layout di progetto in relazione alle aree servite dai consorzi di bonifica

20. Piano di monitoraggio delle cure colturali opere a verde

I lavori di manutenzione costituiranno una fase fondamentale per lo sviluppo dell'impianto arboreo e/o 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 nella gestione delle opere a verde. Il piano manutentivo prevedrà una serie di operazioni di natura agronomica nei primi quattro anni (4 stagioni vegetative) successivi all'impianto. In seguito alla messa a dimora di tutte le piante, verranno eseguiti una serie di interventi colturali quali:

- 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.

20.1 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, con successivo accatastamento ordinato in loco del materiale di risulta e smaltimento in un idoneo punto di stoccaggio autorizzato. Per la fascia di mitigazione arborea saranno effettuati dei passaggi con macchine operatrici per la trinciatura (trinciasarmenti a catene, coltelli, flagelli o martelli portato da trattore agricolo, ecc...) 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.

20.2 Sostituzione fallanze

In genere l'impiego di materiale vivaistico di buona qualità permette di garantire elevate percentuali di attecchimento. In questi casi tendenzialmente il numero medio di fallanze riscontrabile risulterà sempre inferiore al 5-10%. Tra i primi di ottobre e la fine di marzo del primo e secondo anno successivi alla messa a dimora si dovrà procedere alla sostituzione dei trapianti eventualmente disseccati.

20.3 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.

20.4 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.

20.5 Potatura di contenimento e di formazione

La frequenza degli interventi di potatura sarà valutata e programmata sulla base dello sviluppo della vegetazione dell'impianto e a seconda del protocollo colturale di gestione dello stesso. Per quanto riguarda la fascia di mitigazione si prevederà 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, 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.

20.6 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.

| Impianto | Superficie coltivata (900 piante/ha) | Produzione per ettaro (media di 28 kg/pianta) | Prezzo unitario medio | Ricavo lordo totale |
|-----------|--------------------------------------|---|-----------------------|---------------------|
| Melograno | 52 ettari | 250 q.li | 0.70 €/kg | 910.500,00 € |

62 - ipotesi del ricavo lordo derivante dalla coltivazione del Melograno

22. Analisi dei costi impianto a fascia di mitigazione

| Impianto (oliveto e arbusti) | | |
|--|-----------------------|--------------------------|
| Designazione dei lavori | Sup. stimata (ettari) | Stima dei costi (ettaro) |
| Lavorazione del terreno con mezzo meccanico alla profondità di cm. 80 (ripuntatura) | | |
| 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, 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 | 6,7 | 12.500,00 |
| 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 piante innestate autofertili o a radice nuda e relativa pacciamatura con telo plastico antialga verde | | |
| Messa a dimora di piante a radice nuda, innestate e/o autoradicate, 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 | | 83.750,00 € |

23. Analisi delle ricadute occupazionali agrivoltaico

In relazione al progetto 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 melograno 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 di 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 |
|----------------------------------|---------------|--------------------------------------|----------------------|
| Fumento, 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 |

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. Per la mitigazione con "Olivo da olio" si stimano 367 ore/uomo per ettaro. Per quanto concerne le superfici inerbite che andranno mantenute nel tempo, trattandosi di inerbimenti permanenti li trattiamo come erbai e, pertanto, in asciutto, avremo bisogno di 34 ore/uomo per ettaro. Le superfici effettivamente coltivate a melograno saranno 52 ha, quelle ad olivo 6,7 ha mentre quelle soggette ad inerbimento 22 ha. Complessivamente, quindi, per la gestione annuale dell'impianto nella sua totalità occorreranno 35.447 ore di lavoro pari a circa 5538 giornate lavorative per anno (considerata la giornata tipo di 6,40 ore in media). Considerando la media di 20 giornate lavorative al mese (da CCNL di categoria), per singolo dipendente, otteniamo a livello annuale circa 220 giornate; pertanto, il numero di unità lavorative presenti sarà pari a circa 25.

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

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

Requisito A.1)

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

$$S_{agricola} \geq 0,70 S_{tot}$$

Requisito A.2)

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

$$LAOR \leq 40\%$$

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

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

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

Requisito B.1)

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

Requisito B.2)

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

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

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

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

D.1: Il risparmio idrico;

D.2: Monitoraggio della continuità dell'attività agricola

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

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

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

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

VERIFICA DEI PARAMETRI OGGETTO DELLE LINEE GUIDA

A.1) Superficie minima per l'attività agricola

$S_{tot} = 81$ ha circa

$70 \% S_{tot} = 56,7$ ha

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

$S_{agricola} = 57,384 \text{ ha}$ (pari all'70,08%)

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

[Il parametro risulta verificato]

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

$S_{pv} = 21,276 \text{ ha} - S_{tot} = 74,12 \text{ ha}$ (area recintata)

$S_{pv} / S_{tot} = 28,70 \%$

LAOR < 40%

[Il parametro risulta verificato]

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

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

[Il parametro risulta verificato]

B.2) Producibilità elettrica minima

$$FV_{agri} = 1,017 \text{ [GWh/ha/anno]} - FV_{standard} = 1,36 \text{ [GWh/ha/anno]}$$

$$0,6 \cdot FV_{standard} = 0,816$$

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

[Il parametro risulta verificato]

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

Il Sistema adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra (tracker) per continuare a sviluppare la parte di coltivazione Agricola.

[Il parametro risulta verificato]

D.1) Il risparmio idrico

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. Nelle zone ove non è l'impianto di adduzione dell'acqua non è presente si provvederà alla realizzazione di adduzioni ex-novo dietro ottenimento delle relative autorizzazioni. Tutti gli impianti irrigui realizzati saranno a microportata per ridurre al massimo le perdite di ruscellamento ed evaporazione. L'impianto agrivoltaico prevedrà, inoltre, un sistema di recupero delle acque meteoriche con specifiche soluzioni integrative per l'efficientamento dell'uso dell'acqua. Il piano delle opere verde, mitigazione esterna e inerbimento non prevedrà alcun l'ausilio di pratiche di gestione irrigua artificiale.

[Il parametro risulta verificato]

D.2) Monitoraggio della continuità dell'attività agricola

Al fine di soddisfare il requisito D.2, anche in assenza da parte della società proponente di fruire degli incentivi statali, per l'impianto in verifica è previsto un sistema di monitoraggio che permetta di verificare

le prestazioni del sistema agrivoltaico con particolare riferimento alle seguenti condizioni di esercizio (REQUISITO D):

- D.1) il risparmio idrico;
- D.2) la continuità dell'attività agricola, ovvero: l'impatto sulle colture, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture o allevamenti e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate.

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

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

Come approfondito inoltre nella documentazione agronomica, le opere inerenti alla progettazione del presente impianto fotovoltaico sono rispettose e osservanti a quanto citato nella Legge n. 108 del 2021 in merito alle soluzioni integrative da adottare all'interno di progetti agrivoltaici.

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

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

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

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

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

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

Requisito E

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

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

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

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

25. 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, 29.11.2022

