



**REGIONE SARDEGNA  
COMUNE DI  
PALMAS ARBOREA  
Provincia Di Oristano**



Titolo del Progetto

**PROGETTO DEFINITIVO**

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON SISTEMA INNOVATIVO DI CUI ALLE LINEE GUIDA DEL M.A.S.E.  
IMPIANTO DENOMINATO "GREEN AND BLUE SERRA E FIGU" POTENZA DI 70,050 MW  
IN LOCALITÀ "CUCCURU IS SERRAS" NEL COMUNE DI PALMAS ARBOREA E  
CON CONNESSIONE RICADENTE NEI COMUNI DI PALMAS ARBOREA E ORISTANO

Identificativo Documento

**REL\_SP\_04\_AGR**

ID Progetto

GBSF

Tipologia

R

Formato

A4

Disciplina

AMB

Titolo

**RELAZIONE AGRONOMICA**

FILE:REL\_SP\_04\_AGR.pdf

IL PROGETTISTA

Arch. Andrea Casula



GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Arch. Andrea Casula  
Geom. Fernando Porcu  
Dott. in Arch. J. Alessia Manunza  
Geom. Vanessa Porcu  
Dott. Agronomo Giuseppe Vacca  
Archeologo Marco Cabras  
Geol. Marta Camba  
Ing. Antonio Dedoni

COMMITTENTE

**ALTER SOL INVICTUS SRL**

Rev.	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
Rev.	Agosto 2024	Prima Emissione	Green Island Energy	Alter Sol Invictus Srl	Alter Sol Invictus Srl

PROCEDURA

Valutazione di Impatto Ambientale ai sensi dell'art.23 del D.Lgs.152/2006

GREEN ISLAND ENERGY SAS  
Via S.Mele, N 12 - 09170 Oristano  
tel&fax(+39) 0783 211692-3932619836  
email: greenislandenergysas@gmail.com

NOTA LEGALE: Il presente documento non può tassativamente essere diffuso o copiato su qualsiasi formato e tramite qualsiasi mezzo senza preventiva autorizzazione formale da parte di Green Island Energy SaS

GREEN ISLAND ENERGY



**Provincia di Oristano**

**COMUNE DI  
PALMAS ARBOREA**

*PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO*

*AGRIVOLTAICO CON SISTEMA INNOVATIVO*

*DENOMINATO "GREEN AND BLUE SERRA E FIGU" DELLA*

*POTENZA DI 70,050 MW IN LOCALITÀ "CUCCURU IS*

*SERRAS" NEL COMUNE DI PALMAS ARBOREA*

**RELAZIONE PEDO-AGRONOMICA**

**E**

**PIANO CULTURALE NELL'AREA DI**

**IMPIANTO**

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>SOCIETA' PROPONENTE</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>MOTIVAZIONI DELL'OPERA</b> .....	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>IL CONTESTO NORMATIVO</b> .....	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>MODALITA E CRITERI DI GESTIONE IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO</b> .....	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>INQUADRAMENTO DEL PROGETTO IN RELAZIONE AGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE ED AI VINCOLI AMBIENTALI</b> .....	<b>13</b>
<b>7</b>	<b>INQUADRAMENTO CATASTALE</b> .....	<b>13</b>
<b>8</b>	<b>INQUADRAMENTO CLIMATICO</b> .....	<b>22</b>
<b>9</b>	<b>TEMPERATURE</b> .....	<b>23</b>
<b>10</b>	<b>PRECIPITAZIONI</b> .....	<b>25</b>
<b>11</b>	<b>BILANCI IDRICI</b> .....	<b>29</b>
<b>12</b>	<b>CLIMA DEL SUOLO</b> .....	<b>34</b>
<b>13</b>	<b>CLASSIFICAZIONI CLIMATICHE</b> .....	<b>35</b>
<b>14</b>	<b>CARATTERI ANEMOMETRICI</b> .....	<b>36</b>
<b>15</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE PEDOLOGICA DEL SITO</b> .....	<b>38</b>
<b>15.1</b>	<b>INQUADRAMENTO PEDOLOGICO</b> .....	<b>38</b>
<b>16</b>	<b>PIANO DELLE OSSERVAZIONI PEDOLOGICHE</b> .....	<b>43</b>
<b>17</b>	<b>OSSERVAZIONI PEDOLOGICHE</b> .....	<b>45</b>
<b>18</b>	<b>IL METODO DELLA LAND CAPABILITY EVALUATION</b> .....	<b>45</b>
<b>19</b>	<b>CLASSIFICAZIONE SECONDO LA LAND CAPABILITY CLASSIFICATION</b> .....	<b>48</b>
<b>20</b>	<b>CARTA DELLA SALINIZZAZIONE</b> .....	<b>50</b>
<b>21</b>	<b>ASSETTO AGRICOLO ATTUALE E PIANIFICAZIONE DEL SISTEMA AGRIVOLTAICO</b> .....	<b>51</b>
<b>21.1</b>	<b>USO ATTUALE DEL SUOLO E CONTESTO AGRARIO</b> .....	<b>51</b>
<b>22</b>	<b>L'AREALE DI RIFERIMENTO DESCRITTO DAL CENSIMENTO AGRICOLTURA 2010</b> .....	<b>52</b>
<b>23</b>	<b>IL PROGETTO</b> .....	<b>53</b>

<b>24</b>	<b>IL SISTEMA AGRIVOLTAICO: ESPERIENZE E PROSPETTIVE FUTURE .....</b>	<b>54</b>
<b>25</b>	<b>AGROMETEOROLOGIA E LA RADIAZIONE SOLARE .....</b>	<b>57</b>
<b>26</b>	<b>ASPETTI TECNICI.....</b>	<b>65</b>
<b>27</b>	<b>ASPETTI AGRONOMICI.....</b>	<b>65</b>
<b>28</b>	<b>INGOMBRI E CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI DA INSTALLARE.....</b>	<b>66</b>
<b>29</b>	<b>FASCIA ARBOREA PERIMETRALE.....</b>	<b>68</b>
<b>30</b>	<b>ANALISI DEGLI IMPATTI POTENZIALI DEL PROGETTO SUL SISTEMA AGRICOLO .....</b>	<b>71</b>
<b>31</b>	<b>PRINCIPALI ASPETTI CONSIDERATI NELLA DEFINIZIONE DEL PIANO COLTURALE.....</b>	<b>72</b>
<b>32</b>	<b>LA DEFINIZIONE DEL PIANO COLTURALE.....</b>	<b>76</b>
32.1	LEGUMINOSE DA GRANELLA.....	77
32.2	FAVA.....	81
<b>33</b>	<b>LEGUMINOSE DA FORAGGIO .....</b>	<b>85</b>
33.1	SULLA.....	85
33.2	TECNICHE DI COLTIVAZIONE .....	87
32.1	UTILIZZI E CURIOSITÀ.....	89
<b>34</b>	<b>RISPETTO DEI REQUISITI .....</b>	<b>92</b>
<b>35</b>	<b>COLTURE ARBOREE – ARBUSTIVE.....</b>	<b>93</b>
<b>36</b>	<b>IMPIANTO OLIVETO .....</b>	<b>93</b>
<b>37</b>	<b>MIRTETO.....</b>	<b>101</b>
<b>38</b>	<b>ATTIVITA' GESTIONALI.....</b>	<b>105</b>
<b>39</b>	<b>SISTEMA DI MONITORAGGIO.....</b>	<b>108</b>
<b>40</b>	<b>DESCRIZIONE DEL PIANO COLTURALE DEFINITO PER L'IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO .....</b>	<b>109</b>
<b>41</b>	<b>COMBINAZIONE TRA PRODUZIONE DI ENERGIA E AGRICOLTURA.....</b>	<b>110</b>
<b>42</b>	<b>PIANO DELLE CURE COLTURALI .....</b>	<b>114</b>
<b>43</b>	<b>CONTROLLO DELLA VEGETAZIONE INFESTANTE.....</b>	<b>115</b>
<b>44</b>	<b>DIFESA FITOSANITARIA.....</b>	<b>115</b>
<b>45</b>	<b>PRATICHE DI FERTILIZZAZIONE.....</b>	<b>115</b>

<b>46</b>	<b>PROGETTI PILOTA: “GESTIONE AGRIVOLTAICA” E “APIARIO “URBANO”</b> .....	<b>116</b>
<b>46.1</b>	<b>GESTIONE AGRIVOLTAICA</b> .....	<b>116</b>
<b>46.2</b>	<b>APIARIO URBANO</b> .....	<b>119</b>
<b>47</b>	<b>IL RISPARMIO IDRICO</b> .....	<b>121</b>
<b>48</b>	<b>ANALISI DEI COSTI/RICAVI DELL’ATTIVITA’ AGRICOLA</b> .....	<b>122</b>
<b>49</b>	<b>COMPUTO METRICO ESTIMATIVO DEI COSTI DI REALIZZAZIONE</b> .....	<b>123</b>
<b>50</b>	<b>COSTI DI GESTIONE IPOTIZZATI</b> .....	<b>124</b>
<b>51</b>	<b>RICAVI IPOTIZZATI</b> .....	<b>125</b>
<b>52</b>	<b>MONITORAGGIO</b> .....	<b>126</b>
<b>53</b>	<b>IPOTESI CONTRATTO DI GESTIONE</b> .....	<b>130</b>
<b>54</b>	<b>CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE</b> .....	<b>131</b>

## 1 PREMESSA

La presente relazione è relativa al progetto di realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica Agro-Fotovoltaico della potenza di **70,05 MW**, e delle relative opere connesse, nel territorio comunale di Palmas Arborea (OR), in località "**CUCCURU IS SERRAS**".

Il presente documento descrive fundamentalmente:

- I. La descrizione dello stato dei luoghi, in relazione alle attività agricole attualmente su esso praticate,
- II. L'individuazione delle colture idonee ad essere coltivate nelle aree disponibili tra le strutture dell'impianto agro-fotovoltaico e delle accortezze operative da adottare per le coltivazioni agricole, in considerazione della presenza dell'impianto agro-fotovoltaico;
- III. La scelta del piano colturale da adottare durante l'esercizio dell'impianto agro-fotovoltaico con la stima della redditività attesa.
- IV. Studio dell'area in funzione della nuova attività apistica
- V. I moduli saranno montati su strutture ad inseguimento solare (tracker), in configurazione mono filare, I Tracker saranno collegati in bassa tensione alle cabine inverter (una per ogni blocco elettrico in cui è suddiviso lo schema dell'impianto) e queste saranno collegate alla cabina di media tensione che a sua volta si collegherà alla sottostazione Enel.
- VI. L'intervento a seguito dell'emanazione del D.L. 77/2021, entrato in vigore il 31.05.2021, successivamente convertito, con modificazioni, in legge (L. n. 108 del 29.07.2021), ha introdotto delle modifiche al D.Lgs. n. 152/2006, tra cui, all'art. 31 (Semplificazione per gli impianti di accumulo e fotovoltaici e individuazione delle infrastrutture per il trasporto del G.N.L. in Sardegna), c. 6, la seguente: «All'Allegato II alla Parte seconda del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, al paragrafo 2), è aggiunto, in fine, il seguente punto: "- impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica con potenza complessiva superiore a 10 MW."», che comporta un trasferimento al Ministero della transizione ecologica (M.A.S.E.) della competenza in materia di V.I.A. per gli impianti fotovoltaici con potenza complessiva superiore a 10 MW;
- VII. il D.L. 92/2021, entrato in vigore il 23.06.2021, all'art. 7, c. 1, ha stabilito, tra l'altro, che «[...] L'articolo 31, comma 6, del decreto-legge 31 maggio 2021, n. 77, che trasferisce alla competenza statale i progetti relativi agli impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica con potenza complessiva superiore a 10 MW, di cui all'Allegato II alla

Parte seconda, paragrafo 2), ultimo punto, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, si applica alle istanze presentate a partire dal 31 luglio 2021»

## **2 SOCIETA' PROPONENTE**

La società **ALTER SOL INVICTUS SRL**, intende operare nel settore delle energie rinnovabili in generale. In particolare, la società erigerà, acquisterà, costruirà, metterà in opera ed effettuerà la manutenzione di centrali elettriche generanti elettricità da fonti rinnovabili, quali, a titolo esemplificativo ma non esaustivo, energia solare, fotovoltaica, geotermica ed eolica, e commercializzerà l'elettricità prodotta.

La società, in via non prevalente e del tutto accessoria e strumentale, per il raggiungimento dell'oggetto sociale - e comunque con espressa esclusione di qualsiasi attività svolta nei confronti del pubblico potrà:

- compiere tutte le operazioni commerciali, finanziarie, industriali, mobiliari ed immobiliari ritenute utili dall'organo amministrativo per il conseguimento dell'oggetto sociale, concedere fidejussioni, avalli, cauzioni e garanzie, anche a favore di terzi;
- assumere, in Italia e/o all'estero solo a scopo di stabile investimento e non di collocamento, sia direttamente che indirettamente, partecipazioni in altre società e/o enti, italiane ed estere, aventi oggetto sociale analogo, affine o connesso al proprio, e gestire le partecipazioni medesime.

## **3 MOTIVAZIONI DELL'OPERA**

La società ha valutato positivamente la proposta di un innovativo progetto capace di sposare l'esigenza sempre maggiore di fonti di energia rinnovabile con quella dell'attività agricola, cercando di perseguire due obiettivi fondamentali fissati dalla SEN, quali il contenimento del consumo di suolo e la tutela del paesaggio. La Strategia Energetica Nazionale SEN, è il risultato di un articolato processo che ha coinvolto, sin dalla fase istruttoria, gli organismi pubblici operanti sull'energia, gli operatori delle reti di trasporto di elettricità e gas e qualificati esperti del settore energetico. Nella stessa fase preliminare, sono state svolte due audizioni parlamentari, riunioni con alcuni gruppi parlamentari, con altre Amministrazioni dello Stato e con le Regioni, nel corso delle quali è stata presentata la situazione del settore e il contesto internazionale ed europeo, e si sono delineate ipotesi di obiettivi e misure.

Inoltre, in ottemperanza al DECRETO 10 settembre 2010, Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili. (10A11230) (GU Serie Generale n.219 del 18-09-2010) il comma 7 prevede che gli impianti alimentati da fonti rinnovabili possono essere ubicati anche in zone classificate agricole dai piani urbanistici nel rispetto delle disposizioni in materia di sostegno nel settore agricolo, della valorizzazione delle tradizioni agroalimentari locali, alla tutela della biodiversità e del patrimonio culturale e del paesaggio rurale;

Considerato che:

- la normativa comunitaria di settore fornisce elementi per definire strumenti reali di promozione delle fonti rinnovabili; la strategia energetica nazionale fornirà ulteriori elementi di contesto di tale politica, con particolare riferimento all'obiettivo di diversificazione delle fonti primarie e di riduzione della dipendenza dall'estero;
- che l'art. 2, comma 167, della legge 24 dicembre 2007, n. 244, come modificato dall'art. 8-bis della legge 27 febbraio 2009, n. 13, di conversione del decreto-legge 30 dicembre 2008, n. 208, prevede la ripartizione tra regioni e province autonome degli obiettivi assegnati allo Stato italiano, da realizzare gradualmente;
- i livelli quantitativi attuali di copertura del fabbisogno con fonti rinnovabili di energia e gli obiettivi prossimi consentono di apprezzare l'incremento quantitativo che l'Italia dovrebbe raggiungere; il sistema statale e quello regionale devono dotarsi, quindi, di strumenti efficaci per la valorizzazione di tale politica ed il raggiungimento di detti obiettivi; da parte statale, il sistema di incentivazione per i nuovi impianti, i potenziamenti ed i rifacimenti è ormai operativo, come pure altri vantaggi a favore di configurazioni efficienti di produzione e consumo;
- **L'obbiettivo del progetto è quello di garantire l'espletamento delle attività agricole, unendo ad essa il tema della sostenibilità ambientale, ossia rispondere alla sempre maggiore richiesta di energia rinnovabile. Per coniugare queste due necessità, in sostanza è necessario diminuire l'occupazione di suolo, mediante strutture ad inseguimento monoassiale che a differenza delle tradizionali strutture fisse, consentono di ridurre lo spazio occupato dai moduli fotovoltaici e come precedentemente esposto, continuare a svolgere l'attività di**

**coltivazione tra le interfile dei moduli fotovoltaici. La distanza tra le file delle strutture, infatti è tale da permettere tutte le lavorazioni agrarie a mezzo di comuni trattori disponibili sul mercato. L'intero lotto interessato all'intervento sarà inoltre circondato da una fascia arborea perimetrale che oltre a garantire un reddito dalla gestione e raccolta dei frutti, fungerà da barriera visiva, svolgendo la funzione di mitigazione visiva. I terreni, contigui tra loro ed interessati al progetto verranno inoltre riqualificati con un piano colturale a maggiore produttività piuttosto che con la migliore sistemazione dello stesso a mezzo di adeguati sistemazioni idrauliche ed agrarie, quali recinzioni, viabilità interna e drenaggi. Il tutto come ben intuibile a vantaggio del miglioramento dell'ambiente e della sostenibilità ambientale.**

Un importante motivazione è inoltre quella rappresentata dalla possibilità di ottenere una duplice produttività, in quanto oltre al miglioramento del piano di coltura si affiancherà la risorsa e il reddito proveniente dall'energia pulita, rinnovabile quindi a zero emissioni

L'intero lotto interessato all'intervento sarà inoltre circondato da una fascia arborea perimetrale che, oltre a garantire un reddito dalla gestione e raccolta dei frutti, fungerà da barriera visiva, svolgendo la funzione di mitigazione visiva. I terreni, contigui tra loro ed interessati al progetto verranno inoltre riqualificati con un piano colturale a maggiore produttività piuttosto che con la migliore sistemazione dello stesso a mezzo di adeguati sistemazioni idrauliche ed agrarie, quali recinzioni, viabilità interna e drenaggi. Il tutto come ben intuibile a vantaggio del miglioramento dell'ambiente e della sostenibilità ambientale.

Un importante motivazione è inoltre quella rappresentata dalla possibilità di ottenere una duplice produttività, in quanto oltre al miglioramento del piano di coltura si affiancherà la risorsa e il reddito proveniente dall'energia pulita, rinnovabile quindi a zero emissioni.

In funzione degli ultimi indirizzi programmatici a livello nazionale in tema di energia, indicati nella Strategia Energetica Nazionale (SEN) pubblicata da Novembre 2017, la Proponente ha considerato di fondamentale importanza presentare un progetto che possa garantire di unire l'esigenza di produrre energia pulita con quella dell'attività agricola, perseguendo gli obiettivi prioritari fissati dalla SEN, ossia il contenimento del consumo di suolo e la tutela del paesaggio.

La nascita dell'idea progettuale proposta inoltre scaturisce da una sempre maggior presa di coscienza da parte della comunità internazionale circa gli effetti negativi associati alla produzione di energia dai combustibili fossili. Gli effetti negativi hanno interessato gran parte degli ecosistemi terrestri e si sono esplicitati in particolare attraverso una modifica del clima globale, dovuto all'inquinamento dell'atmosfera prodotto dall'emissione di grandi quantità di gas climalteranti generati dall'utilizzo dei combustibili fossili. Questi in una seconda istanza hanno provocato altre conseguenze, non ultima il verificarsi di piogge con una concentrazione di acidità superiore al normale. Queste ed altre considerazioni hanno portato la comunità internazionale a prendere delle iniziative, anche di carattere politico, che ponessero delle condizioni ai futuri sviluppi energetici mondiali al fine di strutturare un sistema energetico maggiormente sostenibile, privilegiando ed incentivando la produzione e l'utilizzazione di fonti energetiche rinnovabili (FER) in un'ottica economicamente e ambientalmente applicabile.

Tutti gli sforzi si sono tradotti in una serie di attivi legislativi da parte dell'Unione Europea, tra i quali il Libro Bianco del 1997, il Libro verde del 2000 e la Direttiva sulla produzione di energia da Fonti Rinnovabili. Per il Governo italiano uno dei principali adempimenti è stata l'adesione al Protocollo di Kyoto dove per l'Italia veniva prevista una riduzione nel quadriennio 2008-2012 del 6,5 % delle emissioni di gas serra rispetto al valore del 1990. Attualmente lo sviluppo delle energie rinnovabile vive in Italia un momento strettamente legato all'attività imprenditoriale di settore. Infatti, a seguito della definitiva eliminazione degli incentivi statali gli operatori del mercato elettrico hanno iniziato ad investire su interventi cosiddetti in "greed parity". Per questo motivo si cerca l'ottimizzazione degli investimenti con la condivisione di infrastrutture di connessione anche con altri operatori in modo da poter ridurre i costi di impianto.

In base a quanto riconosciuto dall'Unione Europea l'energia prodotta attraverso il sistema agro-fotovoltaico potrebbe in breve tempo diventare competitiva rispetto alle produzioni convenzionali, tanto da auspicare il raggiungimento dell'obiettivo del 4% entro il 2030 di produzione energetica mondiale tramite questo sistema. E' evidente che ogni Regione deve dare il suo contributo, ma non è stata stabilita dallo Stato una ripartizione degli oneri di riduzione delle emissioni di CO2 tra le Regioni. Anche per questo motivo è di importanza strategica per la Sardegna l'arrivo del metano che produce emissioni intrinsecamente minori.

Tra i principali obiettivi del PEARS, nel rispetto della direttiva dell'UE sulla Valutazione Ambientale Strategica, la Sardegna si propone di contribuire all'attuazione dei programmi di riduzione delle emissioni nocive secondo i Protocolli di Montreal, di Kyoto, di Goteborg, compatibilmente con le esigenze generali di equilibrio socio-economico e di stabilità del sistema industriale esistente. In particolare, si propone di contribuire alla riduzione delle emissioni nel comparto di generazione elettrica facendo ricorso alle FER ed alle migliori tecnologie per le fonti fossili e tenendo conto della opportunità strategica per l'impatto economico-sociale del ricorso al carbone. Onde perseguire il rispetto del Protocollo di Kyoto l'U.E. ha approvato la citata Direttiva 2001/77/CE che prevedeva per l'Italia un "Valore di riferimento per gli obiettivi indicativi nazionali" per il contributo delle Fonti Rinnovabili nella produzione elettrica pari al 22% del consumo interno lordo di energia elettrica all'anno 2010. Il D.lgs. n.387/2003 (attuativo della Direttiva) prevedeva la ripartizione tra le Regioni delle quote di produzione di Energia elettrica da FER, ma ad oggi lo Stato non ha ancora deliberato questa ripartizione. Il contesto normativo della Direttiva in oggetto lascia intendere che questo valore del 22% è da interpretare come valore di riferimento, e che eventuali scostamenti giustificati sono possibili; nel caso della Sardegna esistono obiettive difficoltà strutturali dipendenti da fattori esterni che rendono difficoltoso, alle condizioni attuali, il raggiungimento dell'obiettivo così a breve termine. In Qatar, nel 2012, si arriva al rinnovo del piano di riduzione di emissioni di gas serra: quello che è noto come l'emendamento di Doha rappresenta il nuovo orizzonte ecologista, con termine al 2020. L'obiettivo è quello di ridurre le emissioni di gas serra del 18% rispetto al 1990, ma non è mai entrato in vigore.

A novembre 2015, nel corso della Cop di Parigi, 195 paesi hanno adottato il primo accordo universale e giuridicamente vincolante sul clima mondiale. Limitare l'aumento medio della temperatura mondiale al di sotto di 2°C rispetto ai livelli preindustriali, puntando alla soglia di 1,5 gradi, come obiettivo a lungo termine. La posizione geografica della Sardegna, così come evidenziato dal Piano Energetico Ambientale Regionale, è particolarmente favorevole per lo sviluppo delle energie rinnovabili, in particolare per il livello di insolazione che permette un rendimento ottimale del sistema agro-fotovoltaico. Tra gli obiettivi del Piano si evidenzia inoltre l'indirizzo a minimizzare quanto più possibile le alterazioni ambientali. Il progetto proposto s'inserisce nel contesto, e in un momento, in cui il settore del fotovoltaico rappresenta una delle principali forme di produzione di energia rinnovabile. Inoltre, la localizzazione del progetto all'interno di un'area a destinazione d'uso prettamente industriale e produttiva,

coerentemente con quanto indicato dal PEARS e dalle Linee Guida regionali, e dallo stesso PPR, consente lo sviluppo di uno sviluppo sostenibile delle fonti rinnovabili in Sardegna, garantendo la salvaguardia dell'ambiente e del paesaggio.

#### **4 IL CONTESTO NORMATIVO**

Secondo i dati definitivi per l'anno 2016 diffusi dal GSE con il rapporto dal titolo "Fonti rinnovabili in Italia e in Europa – Verso gli obiettivi al 2020" pubblicato nel mese di marzo 2018, il nostro paese risulta essere ad oggi terzo nella classifica comunitaria dei consumi di energia rinnovabile, con 21,1 Mtep (Mega tonnellate equivalenti di petrolio) sui 195 Mtep complessivamente consumati all'interno del blocco da fonti verdi nel 2016.

Per gli esperti del settore o gli appassionati dell'argomento è oramai cosa nota che l'Italia abbia da tempo superato quanto chiesto dall'UE per la fine di questo decennio: con diversi anni di anticipo è stata portata la percentuale di energie rinnovabili sui consumi finali sopra la fatidica quota del 17% (overall target). Con 21,1 Mtep verdi il nostro paese rappresenta circa l'11% dei consumi di energia da fonte rinnovabile europei.

Ad oggi in Italia si consuma il 34,01% di rinnovabili nel mix elettrico e il 18,88% in quello termico.

Inoltre, tra il 2005 al 2016 le fonti alternative in Europa sono aumentate di 85 Mtep. In termini assoluti, dopo la Germania, sono Italia e UK i paesi che hanno registrato l'incremento maggiore. Ed è sempre l'Italia ad occupare il secondo posto nella classifica europea di riduzione dei consumi energetici.

A questi dati nazionali, ogni regione ha contribuito in maniera differente. Ovviamente, ciò è causato dalla differenziazione geografica degli impianti: il 76% dell'energia elettrica prodotta da fonte idrica, ad esempio, si concentra in sole sei Regioni del Nord Italia. Allo stesso modo sei Regioni del Sud Italia possiedono il 90% dell'energia elettrica prodotta da eolico. Gli impianti geotermoelettrici si trovano esclusivamente nella Regione Toscana, gli impieghi di bioenergie e il solare termico si distribuiscono principalmente nel Nord Italia. Analizzando invece il peso delle singole Regioni nel 2016 in termini di quota FER regionale sul totale FER nazionale si nota che la Lombardia fornisce il contributo maggiore, seguita da Veneto, Piemonte, Emilia-Romagna e Toscana.

Tuttavia, la produzione di energia da fonte rinnovabile non è esente da problematiche, anche di carattere ambientale. Per questo motivo l'attuale Strategia Energetica

Nazionale, con testo approvato in data 10 novembre 2017, alle pagine 87-88-89 (Focus Box: Fonti rinnovabili, consumo di suolo e tutela del paesaggio.), descrive gli orientamenti in merito alla produzione da fonti rinnovabili e alle problematiche tipiche degli impianti e della loro collocazione. In particolare, per quanto concerne la produzione di energia elettrica da fotovoltaico, si fa riferimento alle caratteristiche seguenti:

- Scarsa resa in energia delle fonti rinnovabili. “Le fonti rinnovabili sono, per loro natura, a bassa densità di energia prodotta per unità di superficie necessaria: ciò comporta inevitabilmente la necessità di individuare criteri che ne consentano la diffusione in coerenza con le esigenze di contenimento del consumo di suolo e di tutela del paesaggio.”
- Consumo di suolo. “Quanto al consumo di suolo, il problema si pone in particolare per il fotovoltaico, mentre l’eolico presenta prevalentemente questioni di compatibilità con il paesaggio. Per i grandi impianti fotovoltaici, occorre regolamentare la possibilità di realizzare impianti a terra, oggi limitata quando collocati in aree agricole, **armonizzandola con gli obiettivi di contenimento dell’uso del suolo**. Sulla base della legislazione attuale, gli impianti fotovoltaici, come peraltro gli altri impianti di produzione elettrica da fonti rinnovabili, possono essere ubicati anche in zone classificate agricole, salvaguardando però tradizioni agroalimentari locali, biodiversità, patrimonio culturale e paesaggio rurale”.
- Forte rilevanza dell’agro-fotovoltaico tra le fonti rinnovabili. “Dato il rilievo del fotovoltaico per il raggiungimento degli obiettivi al 2030, e considerato che, in prospettiva, questa tecnologia ha il potenziale per una ancora più ampia diffusione, occorre **individuare modalità di installazione coerenti con i parimenti rilevanti obiettivi di riduzione del consumo di suolo [...]**”.
- Necessità di coltivare le aree agricole occupate dagli impianti fotovoltaici al fine di non far perdere fertilità al suolo. “Potranno essere così circoscritti e regolati i casi in cui si potrà consentire l’utilizzo di terreni agricoli improduttivi a causa delle caratteristiche specifiche del suolo, ovvero individuare modalità che consentano la realizzazione degli impianti **senza precludere l’uso agricolo dei terreni [...]**”.

## 5 MODALITÀ E CRITERI DI GESTIONE IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO

Oltre alla costruzione dell’impianto, è essenziale **garantire la continuità delle attività agricole**, e la cura e manutenzione dell’impianto fotovoltaico.

Per garantire la continuità agricola il titolare del progetto stipulerà con l'imprenditore agricolo che attualmente oltre che essere ex proprietario, ne svolge le **coltivazioni del fondo, selvicoltura, allevamento di animali e attività connesse**.

Naturalmente appare chiaro, infatti, che la produzione e la cessione di energia non può essere inquadrata fra le attività connesse di "manipolazione, conservazione, trasformazione, commercializzazione e valorizzazione che hanno ad oggetto i prodotti ottenuti prevalentemente dall'attività agricola principale", poiché la produzione di energia viene generata dal sole e non da prodotti ottenuti prevalentemente dal fondo; Di conseguenza il proponente stipulerà apposita convenzione con società qualificate che garantiranno il normale funzionamento e la manutenzione dell'impianto fotovoltaico

## 6 INQUADRAMENTO DEL PROGETTO IN RELAZIONE AGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE ED AI VINCOLI AMBIENTALI

Viene di seguito esposta la caratterizzazione localizzativa - territoriale del sito sul quale è previsto l'impianto e la rispondenza dello stesso alle indicazioni urbanistiche comunali, provinciali e regionali. Da tali dati risulta evidente la bontà dei siti scelti e la compatibilità degli stessi con le opere a progetto, fermo restando l'obbligo di ripristino dello stato dei luoghi a seguito di dismissione dell'impianto. L'area interessata ricade interamente nel territorio del comune di Palmas Arborea (OR) in località denominata "Cuccuru is Serras".

## 7 INQUADRAMENTO CATASTALE

L'area interessata ricade interamente nel territorio del comune di Palmas Arborea, provincia di Oristano, in località denominata "Cuccuru is Serras".

**Il fondo è distinto al catasto come segue:**

COMUNE	FOGLIO	MAPPALE	SUPERFICE Ha			DEST. URBANISTICA	TITOLO POSSESSO
			03	02	57		
PALMAS ARBOREA	8	316	03	02	57	Zona E – Sottozona E2 Zona G-Servizi generali	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	9	142	03	79	95	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	12	00	39	75	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	14	00	21	90	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	15	00	43	65	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie

PALMAS ARBOREA	13	16	00	35	15	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	17	00	15	60	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	18	00	39	35	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	21	00	54	80	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	24	01	06	35	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	30	00	59	80	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	34	07	24	20	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	37	00	15	40	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	42	02	01	55	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	46	00	40	00	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	48	00	25	27	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	53	01	94	65	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	63	02	96	25	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	64	00	53	25	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	67	08	52	05	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	78	00	8	05	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	82	00	14	15	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	90	00	17	50	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	93	00	17	30	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	95	00	16	10	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	97	00	27	0	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	100	01	16	40	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	103	00	82	00	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	105	00	96	30	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	106	00	19	70	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	109	01	79	70	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	111	09	82	59	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	117	00	34	55	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	119	00	95	85	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	124	00	51	20	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	126	00	61	00	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	128	01	16	01	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie

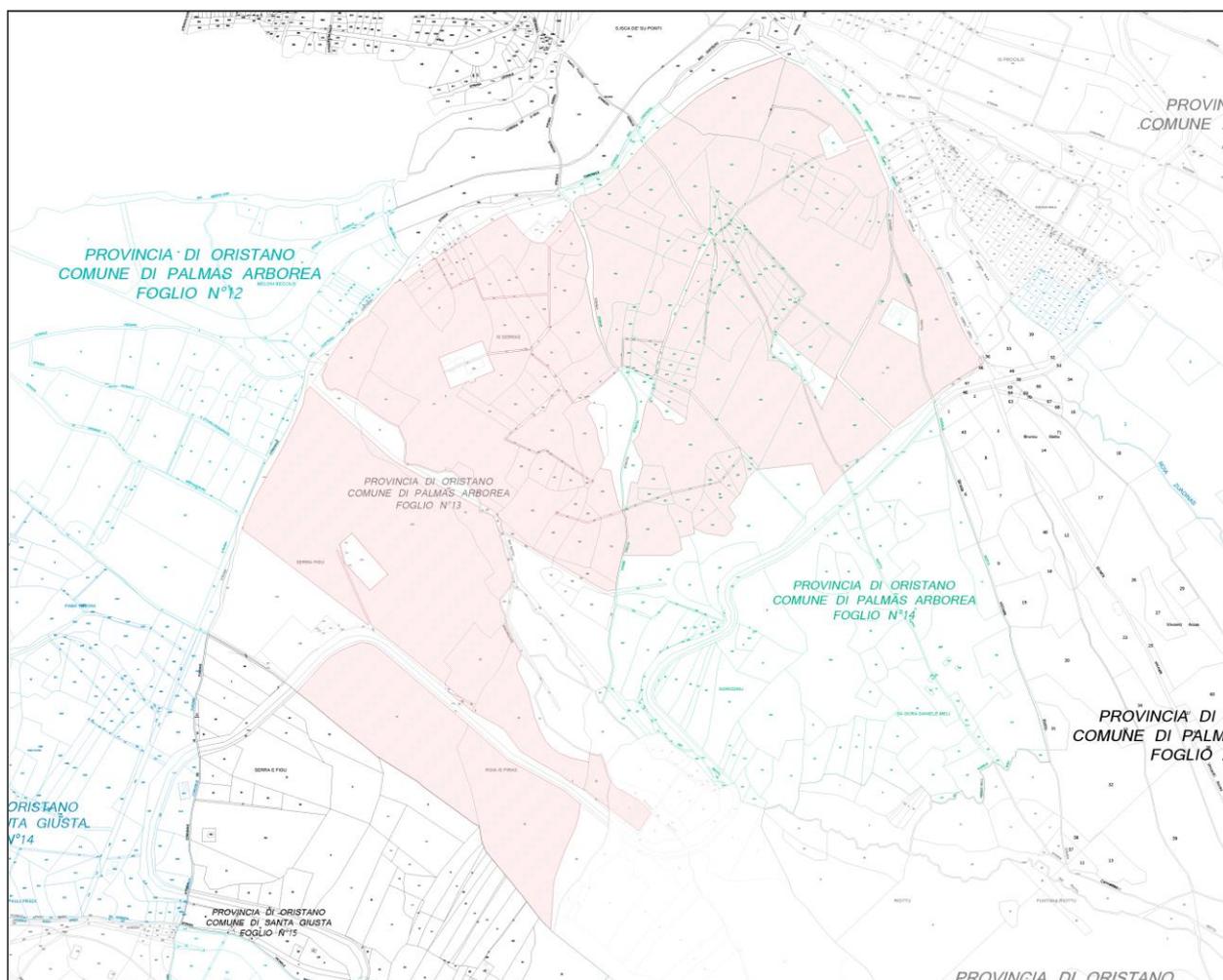
PALMAS ARBOREA	13	130	00	39	85	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	133	00	59	30	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	135	01	59	65	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	140	00	88	40	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	142	01	07	90	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	145	00	03	10	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	153	00	37	5	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	156	01	60	60	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	159	00	43	10	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	161	00	18	82	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	163	00	28	30	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	165	00	58	80	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	166	00	13	30	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	168	00	84	50	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	169	00	66	10	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	172	01	02	32	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	184	00	14	30	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	186	00	37	45	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	191	00	39	40	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	195	00	02	05	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	196	00	05	55	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	212	21	58	73	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	13	223	01	08	20	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	11	00	26	95	Zona G-Servizi generali	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	17	00	42	00	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	21	00	50	10	Zona G-Servizi generali	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	31	00	12	80	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	48	00	34	35	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	54	00	26	10	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	57	00	20	45	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	124	00	36	65	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	155	00	10	18	Zona G-Servizi generali	Diritto di superficie

PALMAS ARBOREA	14	158	00	62	00	Zona G-Servizi generali	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	164	00	07	00	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	168	00	23	45	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	181	35	00	05	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	194	00	14	40	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	196	00	51	20	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	198	01	52	05	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	199	00	17	60	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	201	00	09	15	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	206	00	09	30	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	208	00	40	90	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	209	00	16	95	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	211	00	11	20	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	216	00	08	15	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	218	00	29	73	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	243	03	20	20	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	257	00	22	85	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	304	02	60	37	Zona G-Servizi generali	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	306	01	02	28	Zona G-Servizi generali	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	309	00	56	78	Zona G-Servizi generali	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	311	01	41	76	Zona G-Servizi generali	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	464	00	17	15	Zona G-Servizi generali	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	466	00	12	65	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	471	00	00	53	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	472	00	08	59	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	475	00	11	91	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	477	00	15	12	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	479	00	75	32	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	481	00	28	16	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	484	00	02	98	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	487	00	00	10	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	488	00	22	68	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie

PALMAS ARBOREA	14	496	01	36	86	Zona G-Servizi generali	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	498	00	39	51	Zona G-Servizi generali	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	501	00	16	32	Zona G-Servizi generali	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	503	00	05	83	Zona G-Servizi generali	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	508	00	11	34	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	511	00	09	91	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	522	00	12	05	Zona G-Servizi generali	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	524	00	14	24	Zona G-Servizi generali	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	132	00	04	92	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	133	00	00	57	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	491	02	22	77	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	462	02	27	30	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	146	01	80	20	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	293	01	37	15	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	2	00	21	55	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	120	00	05	35	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	241	00	67	14	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	310	01	84	63	Zona E – Sottozona E2 Zona G-Servizi generali	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	502	00	95	00	Zona G-Servizi generali	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	526	00	02	65	Zona G-Servizi generali	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	525	00	08	51	Zona G-Servizi generali	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	523	00	10	28	Zona G-Servizi generali	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	500	00	73	55	Zona G-Servizi generali	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	499	00	20	60	Zona G-Servizi generali	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	497	00	45	02	Zona G-Servizi generali	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	465	00	09	06	Zona G-Servizi generali	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	294	01	19	80	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	296	00	11	00	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	298	00	19	80	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	118	00	35	05	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	119	00	38	35	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie

PALMAS ARBOREA	14	4	00	61	55	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	20	00	34	60	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	459	06	58	26	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	460	00	6	90	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	461	01	19	92	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	520	00	43	1	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	321	04	13	95	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	514	00	03	82	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	515	00	06	51	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	504	00	05	83	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	505	00	00	20	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	482	00	09	09	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	34	00	04	10	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	507	00	39	47	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	510	00	34	58	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	513	00	32	67	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	518	00	23	61	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	519	00	7	21	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	485	00	65	75	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	506	00	11	91	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	509	00	11	44	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	512	00	13	20	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	516	00	00	05	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	517	00	11	28	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	483	01	17	92	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	480	00	24	08	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	478	00	13	53	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	476	00	13	14	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	473	00	17	75	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	474	00	4	86	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	492	03	41	02	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	14	493	01	70	13	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie

PALMAS ARBOREA	14	486	00	12	50	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
PALMAS ARBOREA	18	47	00	68	85	Zona E – Sottozona E2	Diritto di superficie
<b>Superficie totale proprietà disponibile</b>			<b>183</b>	<b>74</b>	<b>80</b>		
<b>Superficie recintata impianto agrovoltaico</b>			<b>82</b>	<b>98</b>	<b>51</b>		
<b>Superficie pannelli fotovoltaici</b>			<b>29</b>	<b>01</b>	<b>00</b>		
<b>Superficie coltivazione Prato Pascolo</b>			<b>74</b>	<b>36</b>	<b>28</b>		
<b>Superficie coltivazione Ulivo</b>			<b>02</b>	<b>97</b>	<b>98</b>		
<b>Superficie coltivazione Mirto</b>			<b>01</b>	<b>22</b>	<b>24</b>		

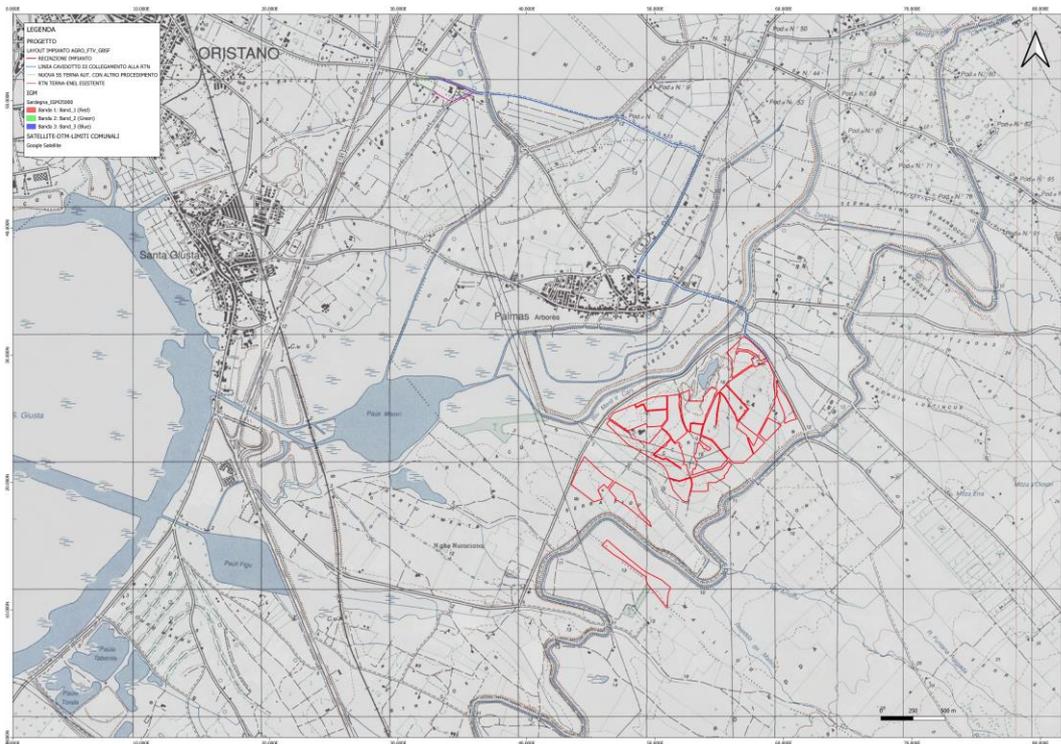


**Figura 1: Inquadramento Catastale**



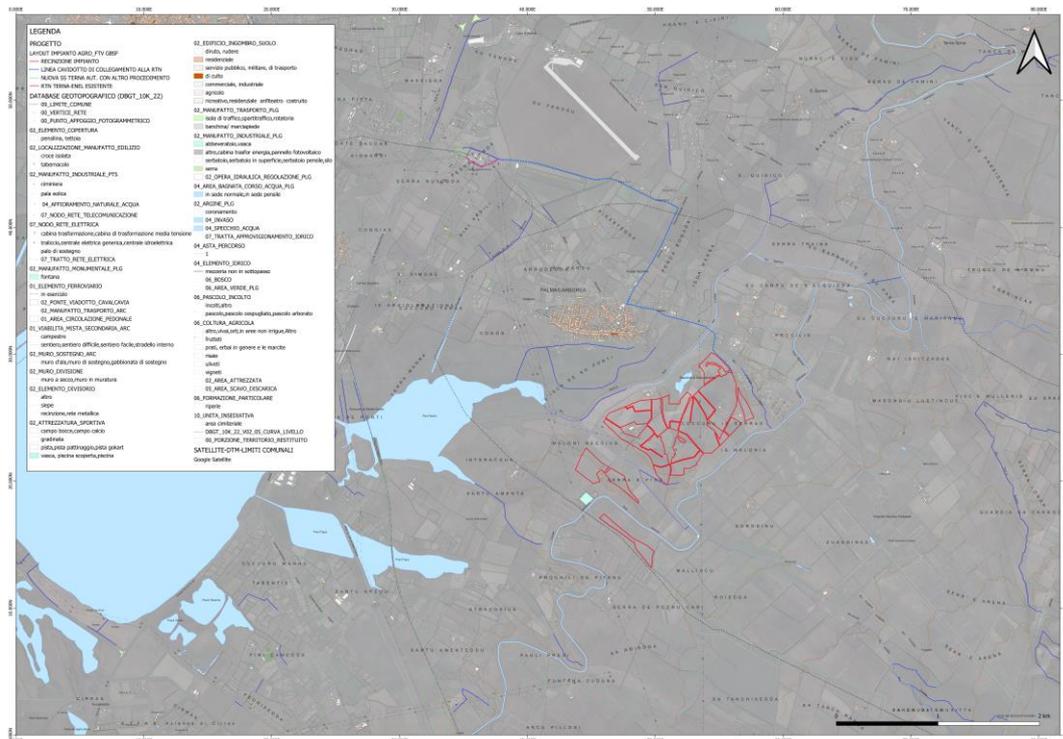
**Figura 2: Inquadramento Catastale e connessione Impianto**

Nella Cartografia IGM ricade nel Foglio 528 SEZ. II Oristano e Foglio 529 SEZ. III Villaurbana della cartografia ufficiale IGM in scala 1:25.000



**Figura 3: Inquadramento IGM**

Mentre nella Carta Tecnica Regionale ricade nella sezione 528160 S'antanna-529130 Tiria Alta, 528120 Santa Giusta e 529090 San Quirico.



**Figura 4: Inquadramento CTR**

Nell'intorno sono presenti aziende agricole. La viabilità d'accesso all'area di intervento, e asfaltata, ed è collegata tramite strada Comunale.

L'area d'intervento ricade:

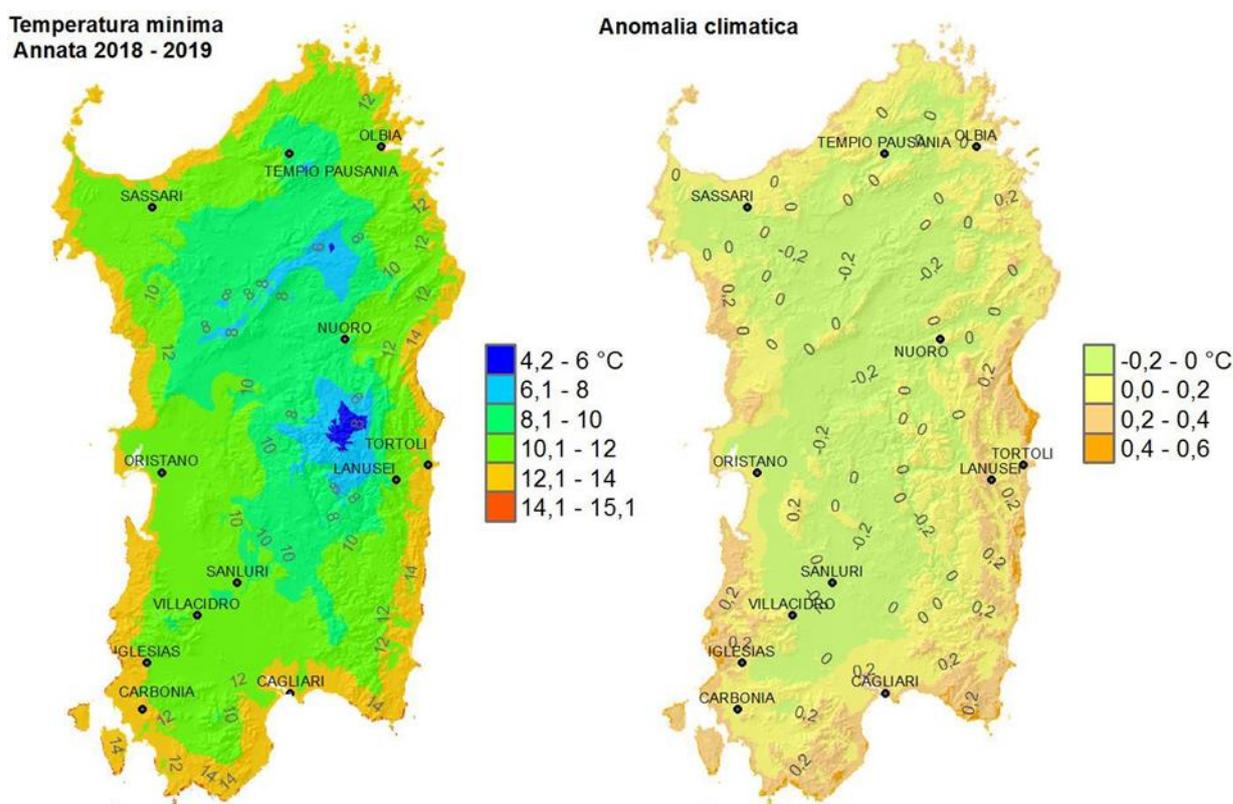
- Dentro la zona agricola E2 del Comune di Palmas Arborea, nelle cui particelle interessate Foglio 8-9-13-14-18.
- Dentro la zona servizi G del Comune di Palmas Arborea, nelle cui particelle interessate Foglio 14.
- La Nuova Sottostazione Terna ricade dentro la zona agricola E3 del comune di Oristano, Foglio 24 Particella 74.

## **8 INQUADRAMENTO CLIMATICO**

L'area in esame ricade nella Sardegna centro-occidentale e mostra caratteristiche topografiche, pluviometriche e termometriche riferibili alla macro-area costiera del golfo di Oristano, con caratteri orografici tipici della pianura costiera, con altitudine compresa tra 20,00 ed i 50,00 m slm ed il livello del mare. L'area, pertanto, non presenta variabilità orografiche che possano determinare variazioni sul tipo di clima che caratterizza la piana costiera. Per delineare i caratteri climatici dell'area vasta intorno all'area di intervento sono stati analizzati i regimi dei principali parametri meteorologici, attraverso l'elaborazione e l'analisi delle serie storiche dei parametri meteorologici principali rilevati nelle stazioni meteorologiche ricadenti nel territorio in esame ed in quelle ubicate nel suo intorno. I dati utilizzati provengono dalla sezione del Genio Civile di Cagliari dell'Assessorato Regionale ai Lavori Pubblici, dagli Uffici Regionali dell'ENEL, dall'EAF, dalla Marina Militare e dall'Atlante della Sardegna (Pracchi et alii). I diversi regimi meteorologici sono stati definiti elaborando ed analizzando le osservazioni giornaliere, rilevate dal 1922 al 1992 nelle stazioni meteorologiche di Cabras, Riola, Capo Frasca, Oristano (1922-2002), Santa Giusta e Santa Lucia. Di queste stazioni solo quella di Santa Lucia (8 m slm) registra regolarmente, oltre alla pluviometria e le temperature l'umidità dell'aria e l'eliofanìa. Per il regime anemometrico oltre ai dati provenienti dalla stazione di Oristano (SI), sono stati considerati anche quelli di Capo Frasca (Marina Militare) e del Cirras (Enel).

## 9 TEMPERATURE

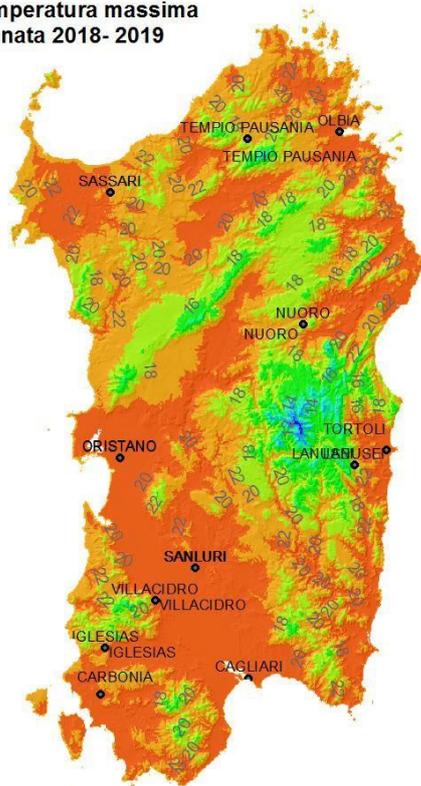
Nell'annata 2018-2019 l'analisi della distribuzione spaziale delle temperature si è basata sulle stazioni della Rete Unica Regionale di Monitoraggio Ambientale e della Rete Fiduciaria di Protezione Civile. Questo potrebbe avere introdotto delle disomogeneità nel confronto con il clima (1995-2014) e nel confronto con gli anni precedenti.



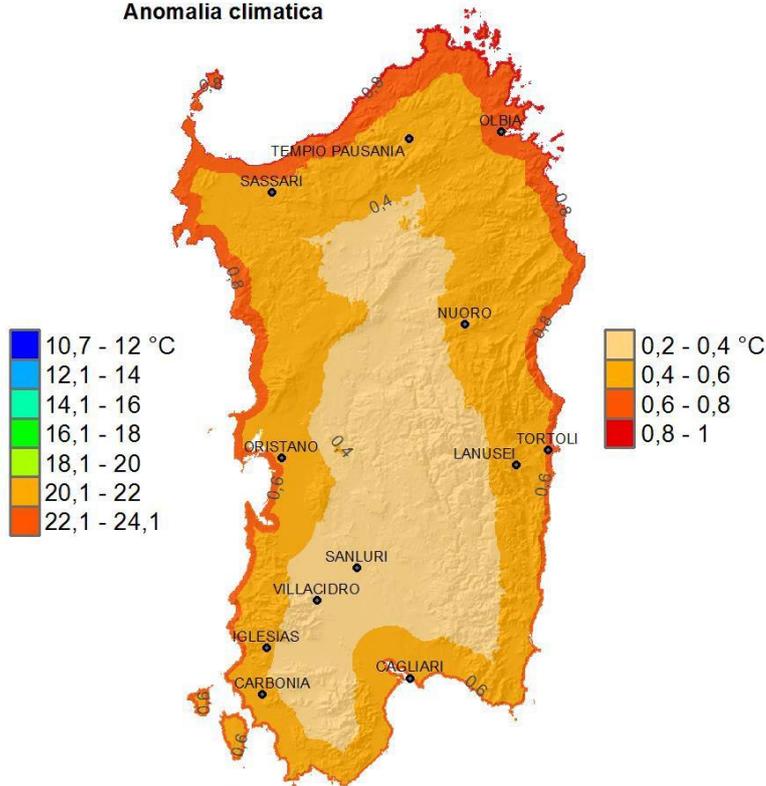
**Figura 5: Media annuale delle temperature minime 2018-2019 e anomalia rispetto alla media 1995-2014.**

La Figura 5 mostra la media delle temperature minime da ottobre 2018 a settembre 2019. Essa indica che le temperature minime del 2018-2019 vanno dai circa 4-5 °C del Gennargentu sino ai 12-14 °C delle coste. Come si può osservare, queste 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.

**Temperatura massima  
Annata 2018- 2019**



**Anomalia climatica**

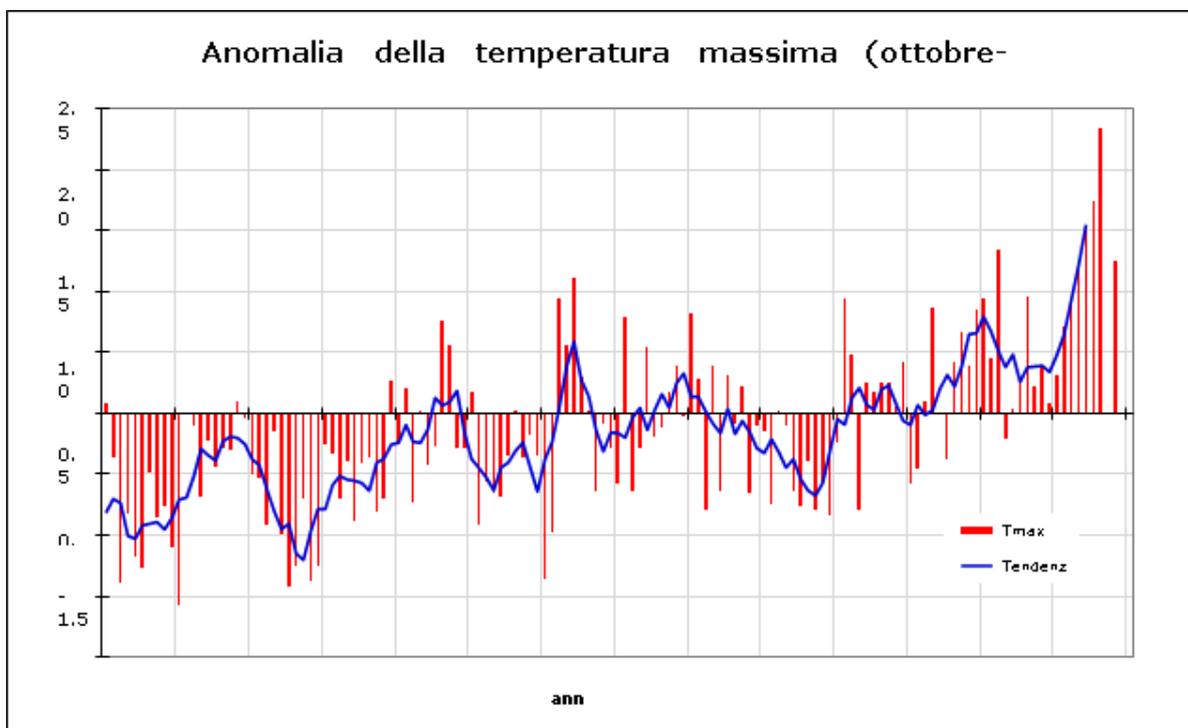


**Figura 6: Media annuale delle temperature massime 2018-2019 e anomalia rispetto alla media 1995-2014.**

La Figura 6 mostra invece la media delle temperature massime da ottobre 2018 a settembre 2019. Come si vede queste vanno 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 già ricordato, solo le vette del massiccio del Gennargentu registrano temperature inferiori. Come si può osservare nella relativa mappa, queste 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.

La Figura 7 mostra la serie storica delle anomalie della temperatura massime in Sardegna a partire dal 1880 (per ragioni tecniche, non è stato possibile calcolare il valore del 2017-2018). Come si vede l'annata agraria 2018-2019 risulta essere

caratterizzata da una anomalia della temperatura pari a +1.25 °C, uguale a quella del 2013. Pertanto, essa risulta essere la quinta più elevata dal 1880 in Sardegna.



**Figura 7: Media annuale delle temperature massime 2018-2019 e anomalia rispetto alla media 1995-2014.**

## 10 PRECIPITAZIONI

Nel corso dei dodici mesi compresi tra ottobre 2018 e i primi mesi del 2019 la base dati utilizzata per l'analisi climatologica è cambiata in maniera sostanziale poiché si è avuta la completa dismissione della Rete Meteorologica storica dell'ARPAS, compensata dall'entrata in funzione delle stazioni della Rete Unica Regionale di Monitoraggio Meteorologico e Idropluviometrico, finanziata sul POR FERS 2007-2013.

Una parte delle stazioni della nuova rete ha sostituito le stazioni della rete dismessa, ma la maggior parte delle nuove stazioni è andata a coprire porzioni del territorio regionale prive di stazioni meteorologiche. Ne consegue che il monitoraggio del cumulo di precipitazione risulta ora più preciso, perché basato su una copertura più densa del territorio regionale.

Per quel che riguarda il confronto con il clima si è utilizzata la climatologia propria, ovunque fosse disponibile in quanto la stazione nuova è stata installata su un sito già monitorato da una stazione pluviometrica, oppure la climatologia di riferimento per i punti scelti ex-novo. A differenza del cumulato in valore assoluto, dunque, il rapporto con la climatologia risulta nel complesso un po' meno preciso.

### Andamento complessivo dell'annata

L'annata che va da ottobre 2018 a settembre 2019 è risultata piovosa sull'intero territorio regionale.

Come si vede dalla Figura 8 le piogge sul Campidano e sulle zone ad esso prospicienti, sulle fasce costiere soprattutto settentrionali, nonché nel Bacino del Coghinas, nell'alta Valle del Tirso, in limitate zone del Nuorese e sul settore occidentale del Sulcis sono risultate comprese fra 500 mm e 700 mm. Le piogge delle altre zone collinari e pedemontane sono state comprese tra 700 mm e 900 mm. Soltanto le piogge registrate sulle montagne hanno superato i 900 mm e in alcuni casi i 1000 mm.

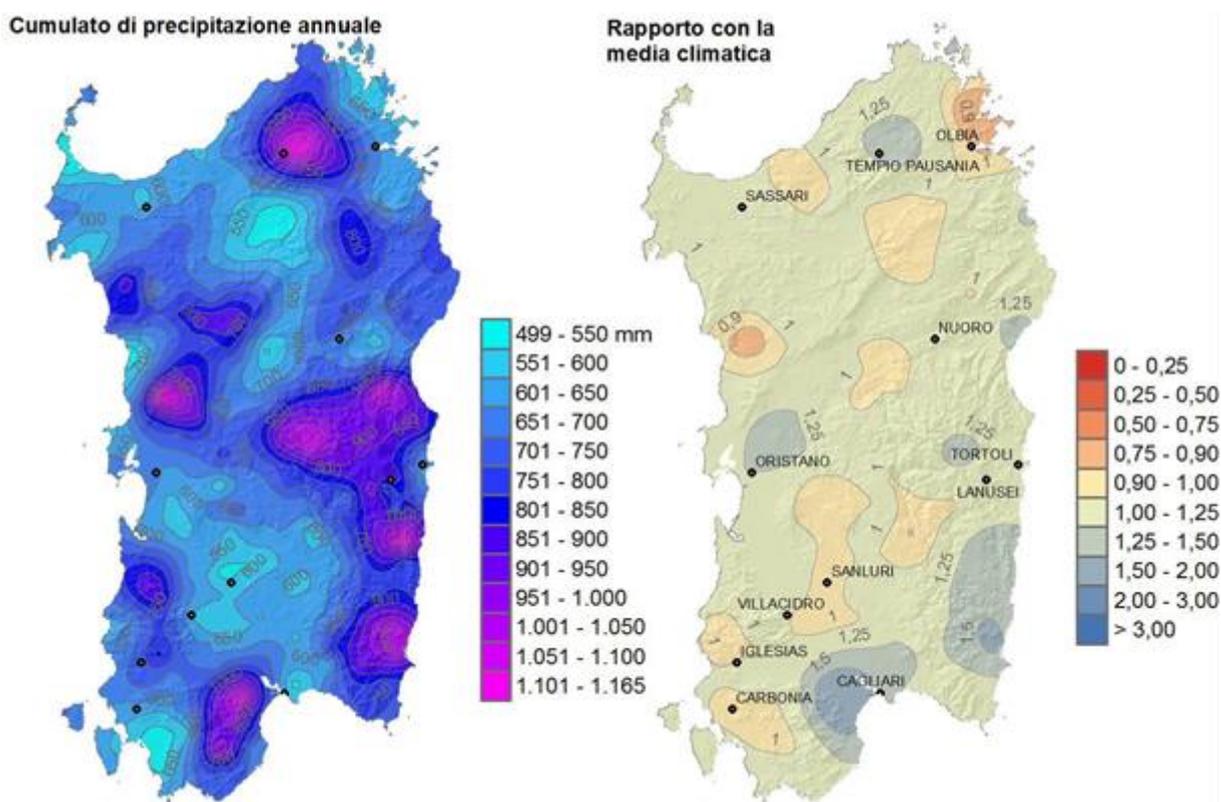
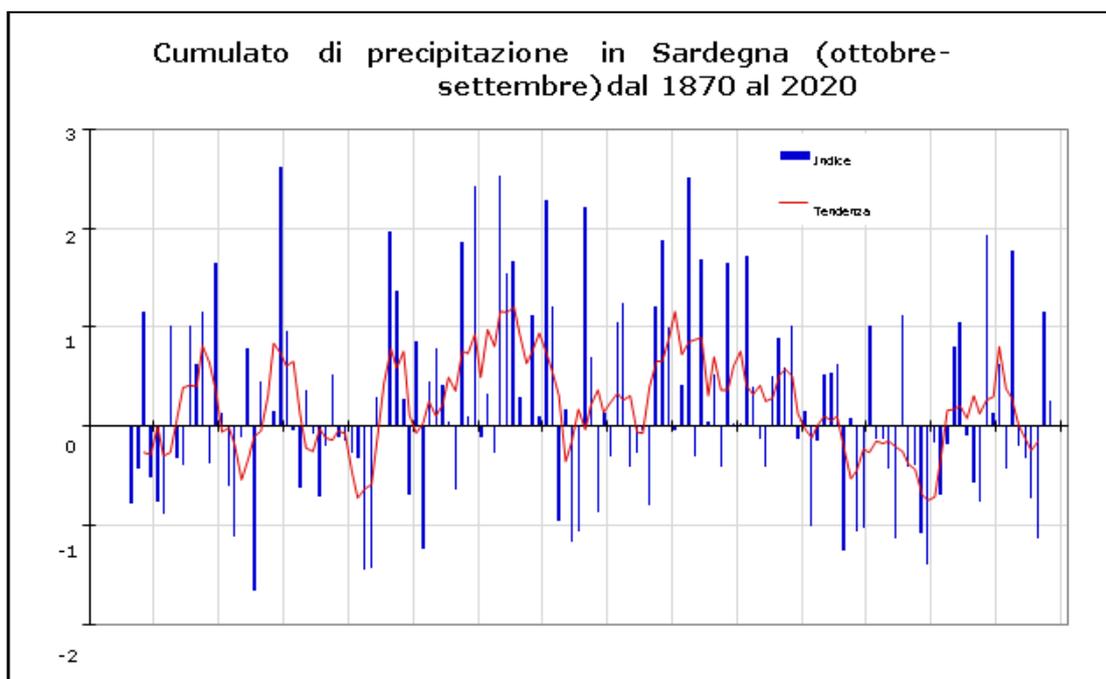


Figura 8: Cumulato di precipitazione in Sardegna da ottobre 2018 a settembre 2019 e rapporto tra il cumulato e la media climatologica.

La figura 8 mostra che si è trattato di piogge generalmente in linea con la media 1971-2000 o di poco superiori ad essa. Il rapporto con la climatologia mostra che gli apporti pluviometrici dell'annata si sono discostati di più del 25% rispetto alla media climatica soltanto in limitate aree, con anomalie negative sul settore settentrionale e positive in quello meridionale, soprattutto nell'area vasta di Cagliari e nel Capoterrese, nonché nel Sarrabus-Gerrei, dove i cumulati dell'annata sono stati superiori anche del 50% rispetto alla climatologia.



**Figura 9: Andamento ultrasecolare del cumulato di precipitazione in Sardegna nel periodo ottobre-settembre.**

Come si può vedere dalla Figura 9, si è trattato di un'annata lievemente più piovosa della media, che conferma comunque l'inversione di tendenza che già si era registrata lo scorso anno rispetto ai quattro anni precedenti caratterizzati da una persistente carenza di precipitazioni.

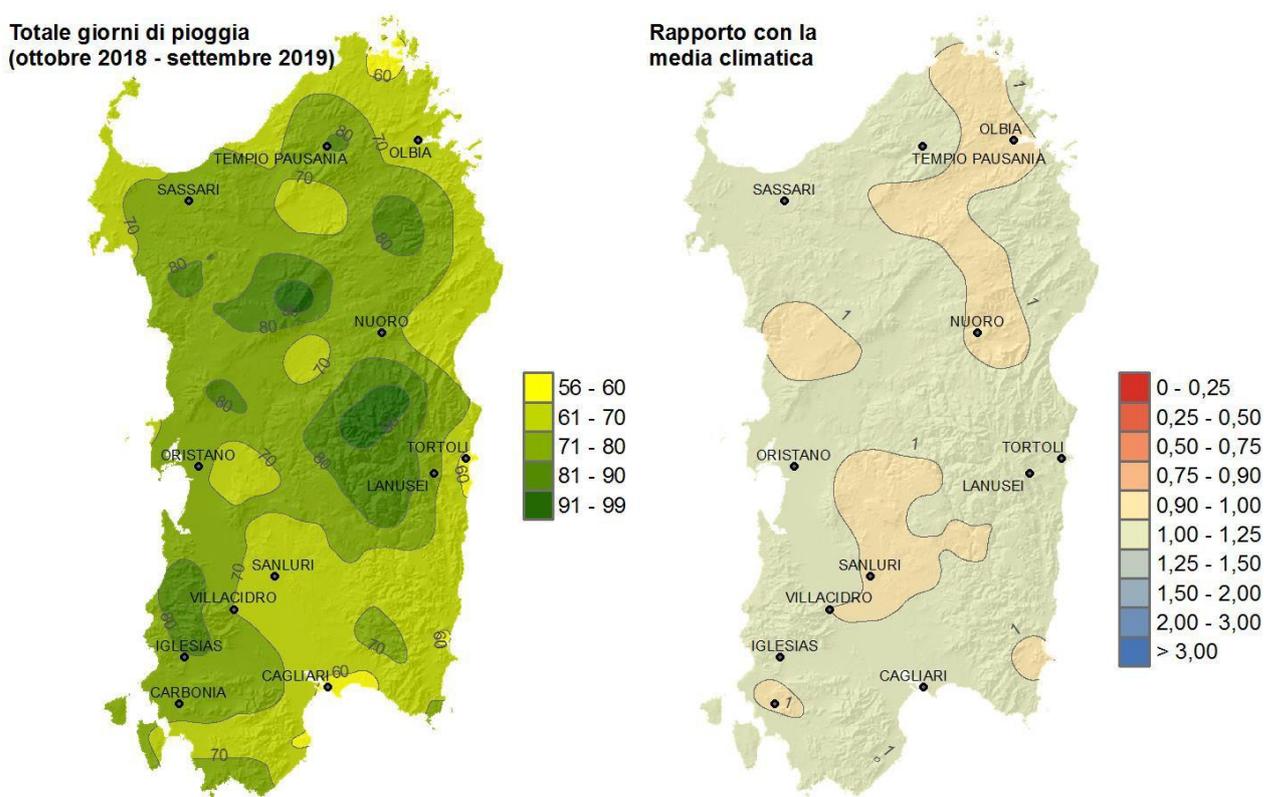
Come si vede dalla Figura 10, le precipitazioni hanno interessato un numero di giorni che in gran parte della Sardegna risulta compreso fra 60 e 80.

In particolare, le piogge sono state meno frequenti sulle zone costiere ad eccezione di quelle occidentali, nonché sul Campidano, sulla valle del Coghinas, sull'alta valle del Tirso e sul Sulcis. In tali zone si sono avuti fra i 60 e i 70 giorni piovosi, e solo localmente un numero di giorni appena inferiore.

Sono invece le zone montuose ad essere state interessate da più di 80 giorni piovosi, e soltanto le cime del Goceano e del Gennargentu sono state interessate da più di 90 giorni di pioggia.

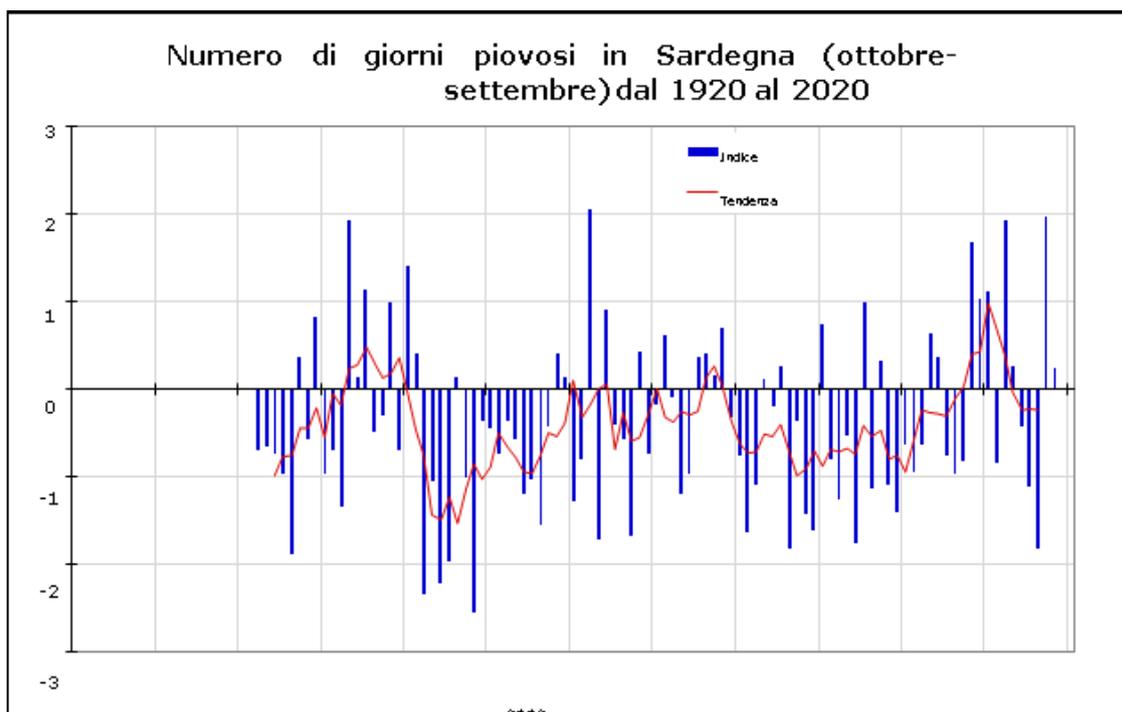
Si tratta di valori del tutto in linea con il numero medio di giorni piovosi.

Come si vede dalla Figura 11, si può osservare che la frequenza delle piogge del 2018-2019 è stata solo leggermente superiore alla media e nettamente inferiore a quella dell'anno precedente che è stato invece il secondo valore più alto dell'ultimo secolo.



**Figura 10: Numero di giorni piovosi da ottobre 2018 a settembre 2019 e rapporto tra il cumulato e la media climatologica.**

Si può notare che il fattore che influenza principalmente il regime pluviometrico è costituito dall'esposizione dell'area.



**Figura 11: Andamento secolare del numero di giorni piovosi in Sardegna nel periodo ottobre-settembre.**

## 11 BILANCI IDRICI

### Evapotraspirazione e bilancio idroclimatico

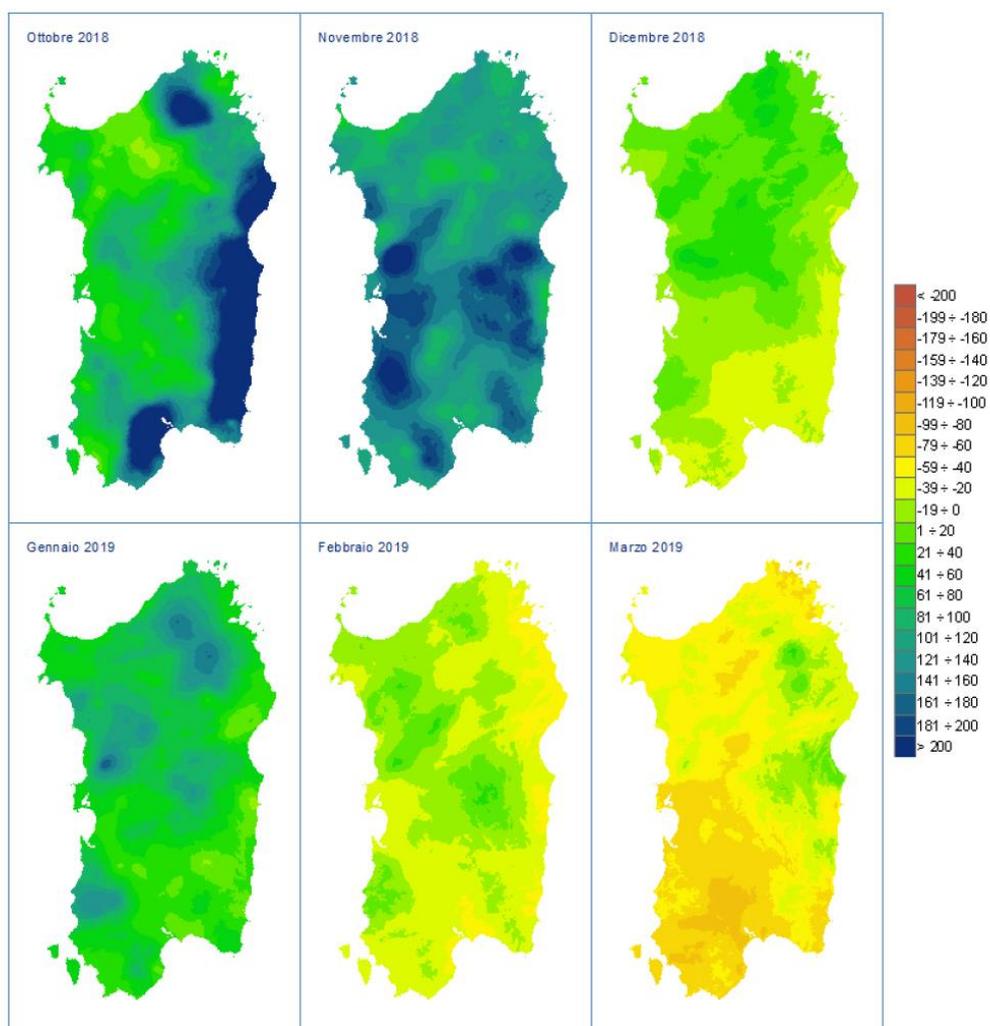
L'evapotraspirazione di riferimento (ET<sub>0</sub>) è stata calcolata applicando il metodo di Hargreaves-Samani ai dati medi mensili di temperatura minima, massima e media.

L'evapotraspirazione totale mensile ha assunto nel corso dell'annata valori minimi pari a circa 20÷40 mm nei mesi di dicembre e gennaio, mentre ha raggiunto i valori massimi nel mese di giugno e luglio (superiori alle corrispondenti medie climatiche) quando si sono raggiunti e superati i 220 mm in alcune aree.

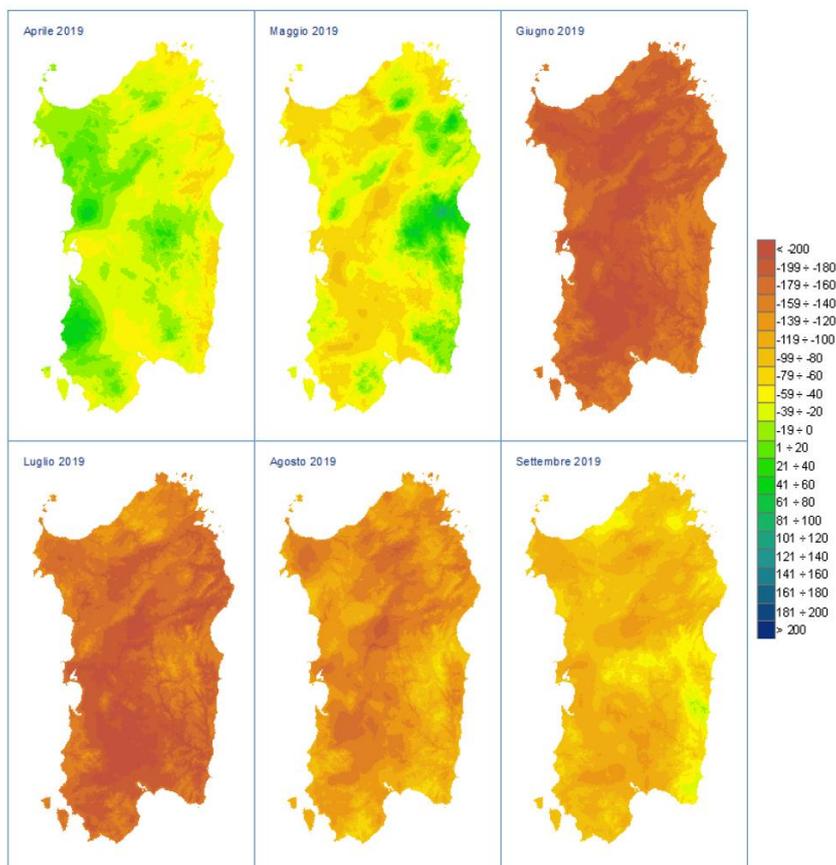
In generale, i valori sono stati più alti della media nei mesi di febbraio e marzo e poi da giugno a settembre, mentre sono stati invece inferiori alla media in maniera sensibile nel mese di maggio. I restanti mesi hanno mostrato valori in linea con le corrispondenti medie climatiche. Il bilancio idroclimatico rappresenta la differenza tra gli apporti piovosi e le perdite evapotraspirative e consente di esprimere l'apporto meteorico netto in modo da evidenziare le differenti condizioni di disponibilità idrica nei diversi ambiti territoriali e nei diversi anni.

Le elaborazioni del bilancio idroclimatico sono riportate in forma di mappe mensili, raggruppate per semestri nelle Figure 12 e 13. Si possono osservare condizioni estese di surplus idrico nei mesi di ottobre e novembre, poi la comparsa di ampie zone di deficit dal mese di dicembre fino al mese di maggio (con l'eccezione di gennaio), quindi la prevalenza di deficit nel periodo da giugno a settembre.

Rispetto alla media climatica 1971-2000 si sono registrate anomalie positive quasi ovunque nei mesi di ottobre e novembre, e nei mesi di gennaio e aprile su ampie porzioni del settore occidentale; oltre la stagione piovosa si sono avute anomalie positive in maggio. Negli altri mesi si sono registrate anomalie negative o condizioni mediamente prossime ai valori climatici.



**Figura 12: Mappe mensili di bilancio idroclimatico (mm) del semestre ottobre 2018 – marzo 2019.**



**Figura 13: Mappe mensili di bilancio idroclimatico (mm) del semestre aprile - settembre 2019.**

### **Indice di precipitazione standardizzata - SPI**

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: ad esempio il contenuto idrico del suolo risente dei deficit di breve durata (1-3 mesi), mentre deficit pluviometrici che si prolungano per svariati mesi (6, 12 e oltre) possono avere conseguenze sui deflussi superficiali, sulle falde sotterranee e sulle risorse idriche invasate nei laghi e nei serbatoi artificiali.

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

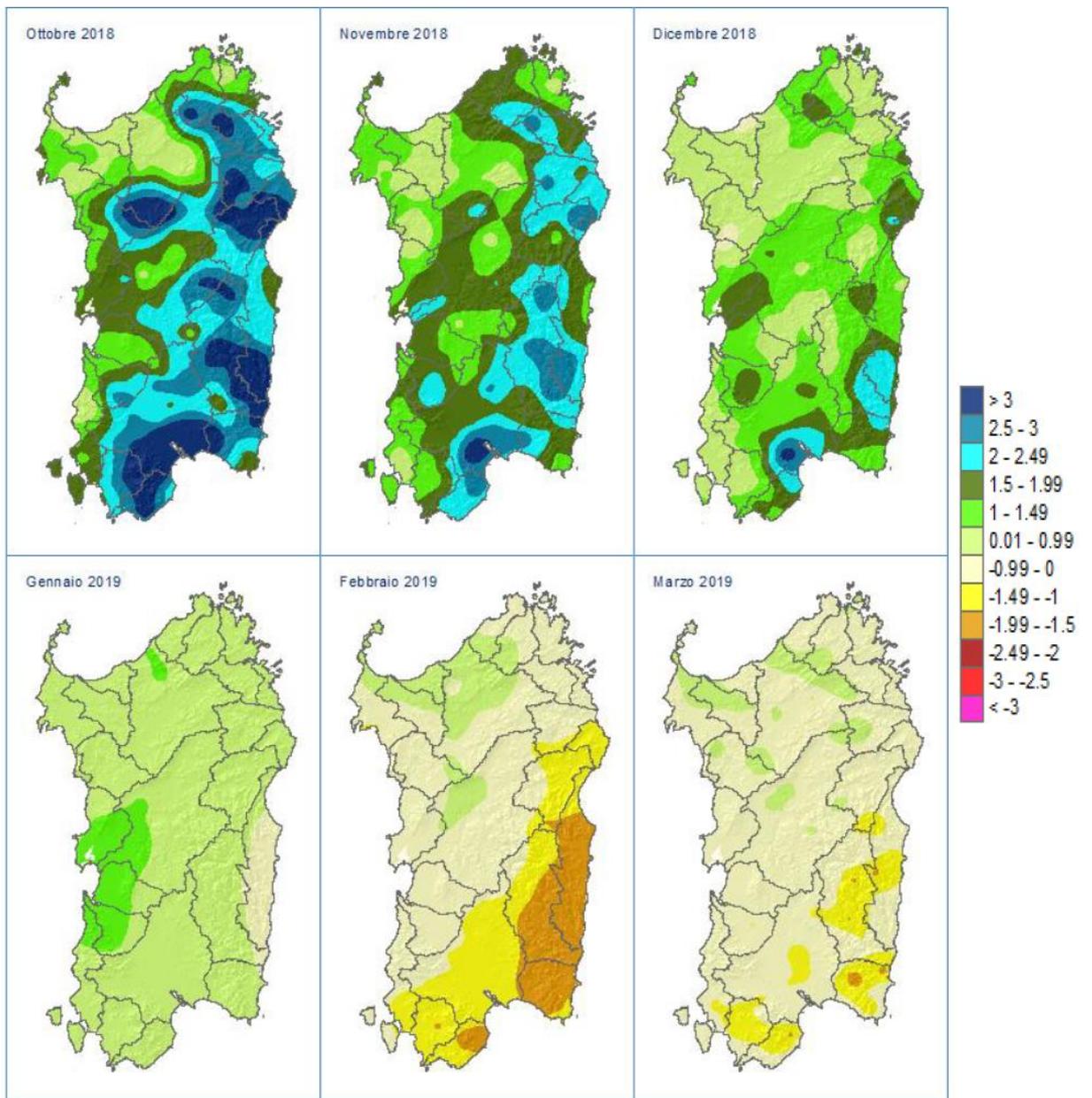
Per quanto riguarda l'analisi trimestrale, relativa al contenuto idrico dei suoli (Figure 14 e 15), si osserva nel mese di ottobre una condizione caratterizzata da valori ovunque positivi che in estese aree corrispondono alla classe Estremamente umido (soprattutto al Sud), che nel bimestre successivo si attenua restando tuttavia nel campo positivo da Moderatamente a Estremamente umido.

I modesti apporti del bimestre febbraio-marzo hanno ridotto lo SPI trimestrale che su ampie aree dell'Isola ha mostrato condizioni di Moderatamente e Molto siccitoso, fino al

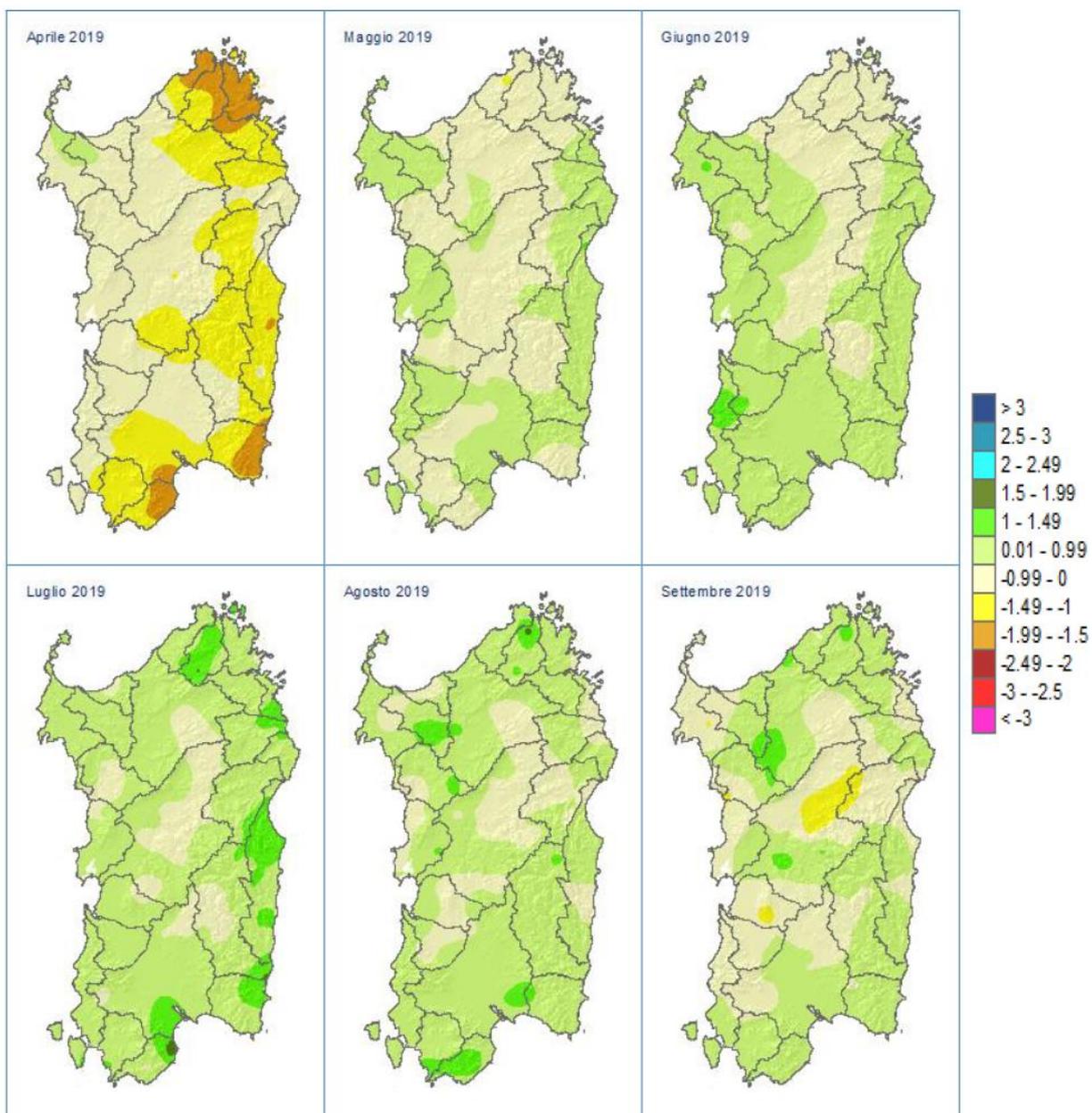
mese di aprile.

Successivamente, dal mese di maggio l'abbondanza delle piogge ha determinato un ulteriore incremento dell'indice SPI che ha assunto fino a settembre valori compresi tra -1 e +1 (classe Vicino alla media), e in aree limitate si è avuto uno spostamento verso le classi Moderatamente umido e Moderatamente siccitoso.

L'analisi dell'SPI calcolato sui cumulati di pioggia registrati su periodi di 12 mesi, riflette condizioni siccitose riferite ai bacini idrici di piccole-medie dimensioni, alle falde e alle portate fluviali.



**Figura 14: Mappe dell'indice SPI da ottobre 2018 a marzo 2019, calcolato con finestre temporali di 3 mesi.**



**Figura 15: Mappe dell'indice SPI da aprile a settembre 2019, calcolato con finestre temporali di 3 mesi.**

## 12 CLIMA DEL SUOLO

Il regime idrico di un suolo è definito in termini di livello di falda ed in termini di presenza o assenza stagionale di acqua trattenuta ad una tensione inferiore a 1.500

kPa, e quindi alla quantità di acqua disponibile per le piante, nei vari periodi dell'anno, all'interno della sua sezione di controllo.

Per una più precisa determinazione del regime idrico dei suoli ed una corretta valutazione della durata dei periodi secchi o umidi a cui va incontro la sezione di controllo del suolo, si è ricorsi alla realizzazione dei diagrammi elaborati dal Newhall Simulation Model (Cornell University - 1991) per la stazione considerata; il metodo utilizzato si basa sui seguenti dati:

- **piovosità media mensile**
- **temperatura media mensile**
- **evapotraspirazione media mensile A.W.C.**

Per l'elaborazione dei regimi idrico e termico dei suoli, è stato preso in considerazione un valore medio di A.W.C. pari a 120 mm in funzione di alcuni parametri del suolo, come la profondità, la tessitura, il tenore in sostanza organica e il contenuto in scheletro rilevati durante l'indagine pedologica. La definizione del regime di umidità e del regime di temperatura è utilizzata per la classificazione dei suoli in quanto facente parte del nome del sottordine (umidità) e della famiglia (temperatura) di suoli nella Soil Taxonomy.

Dall'elaborazione dei dati, il regime di temperatura dei suoli del complesso indagato risulta di tipo Termico mentre il regime di umidità risulta di tipo Xerico. Data la quota della stazione di rilevamento dei dati termopluviometrici (193 m), non si esclude che nelle porzioni più alte del complesso, oltre gli 800-900 m, si verifichino condizioni udiche e un regime di temperatura mesico.

### **13 CLASSIFICAZIONI CLIMATICHE**

La formula climatica della stazione è: C1 B'3 b'4. Nella formula sopra esposta "C1" classifica il tipo di clima in base all'indice di umidità globale (Im) come SUBUMIDO/SUBARIDO. "B'3" indica il tipo di varietà climatica in base al valore totale annuo dell'evapotraspirazione potenziale, come TERZO MESOTERMICO. "b'4" esprime la concentrazione estiva dell'efficienza termica, che è risultata del 50,3%. Il clima dell'area in esame può essere considerato, secondo Koeppen, come temperato umido con estate secca, caratterizzato da precipitazioni medie, nel mese estivo più asciutto, inferiori a 30

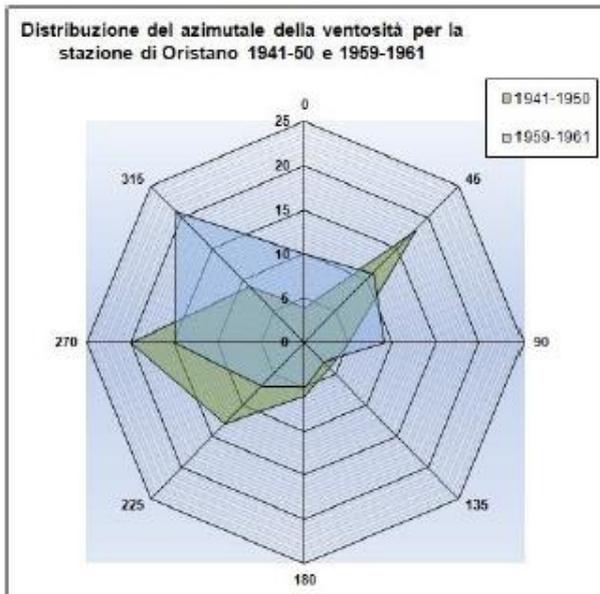
## 14 CARATTERI ANEMOMETRICI

Per la caratterizzazione del regime anemometrico dell'area sono stati utilizzati i dati registrati nelle stazioni di Oristano, di Capo Frasca e del Cirras (ENEL). L'area è caratterizzata da un'elevata ventosità. I venti dominanti sono quelli provenienti dal IV quadrante (maestrale e di ponente), che spesso raggiungono e superano la velocità di 25 m/s, e quelli provenienti dal II e III quadrante (scirocco e libeccio).

Nella stazione di Oristano il vento dominante è rappresentato dal ponente. Questo vento, con il 20% della frequenza, raggiunge sovente velocità intorno ai 25 m/s. Il grecale mostra una frequenza del 15% con velocità generalmente non superiori ai 25 m/s, ed il maestrale con una frequenza intorno al 13%, raggiunge e supera la velocità di 25 m/s. Il vento meno frequente è lo scirocco, che talvolta raggiunge e supera i 25 m/s. Le giornate di calma di vento rappresentano il 20,42% del totale.

Per la stazione di Oristano sono disponibili i dati in tre diversi archi temporali (69-97, 59-61, 41-50) e curiosamente caratteristici. Per l'arco temporale più vecchio disponibile è possibile vedere una dominanza delle direzioni da W e da NE, mentre negli anni successivi le misurazioni mostrano dominare il NW e secondariamente E e NE. L'elaborazione ed analisi dei dati anemometrici suddetti mostrano una prevalenza dei venti provenienti da NO ed O. I venti provenienti da NO spesso raggiungono e superano i 28 m/s di velocità al suolo. Tutti gli altri venti sono mediamente molto meno frequenti.

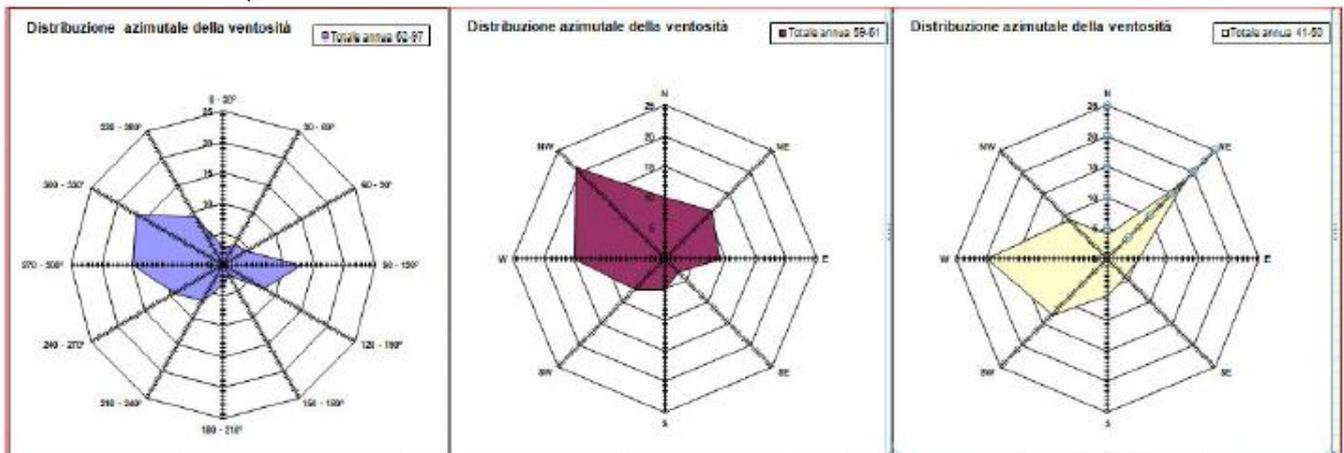
L'area è caratterizzata da un'elevata ventosità, soprattutto nella parte sommitale dei rilievi, ben esposti a tutti i venti, ed in particolare ai venti del IV quadrante. I mesi più ventosi sono generalmente quelli invernali.



**STAZIONE DI ORISTANO**  
Periodo dal 1941-1950 e 1959-1961

	All. M		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calme	
Oristano	28	941-195	4	18	5	4	6	13	20	9	21	100
Oristano	19	959-196	10	11	9	3	5	7	15	21	19	100

**Fig. Grafico - Distribuzione dell'intensità del vento misurata presso la stazione di Oristano**



**Fig. Grafico - Distribuzione dell'intensità del vento misurata presso la stazione di Oristano**

**Figura 16: Grafici distribuzione dell'intensità del vento**

## 15 CARATTERIZZAZIONE PEDOLOGICA DEL SITO

### 15.1 INQUADRAMENTO PEDOLOGICO

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.



Figura 17: Inquadramento Impianto Agrovoltaico su Carta Uso del Suolo

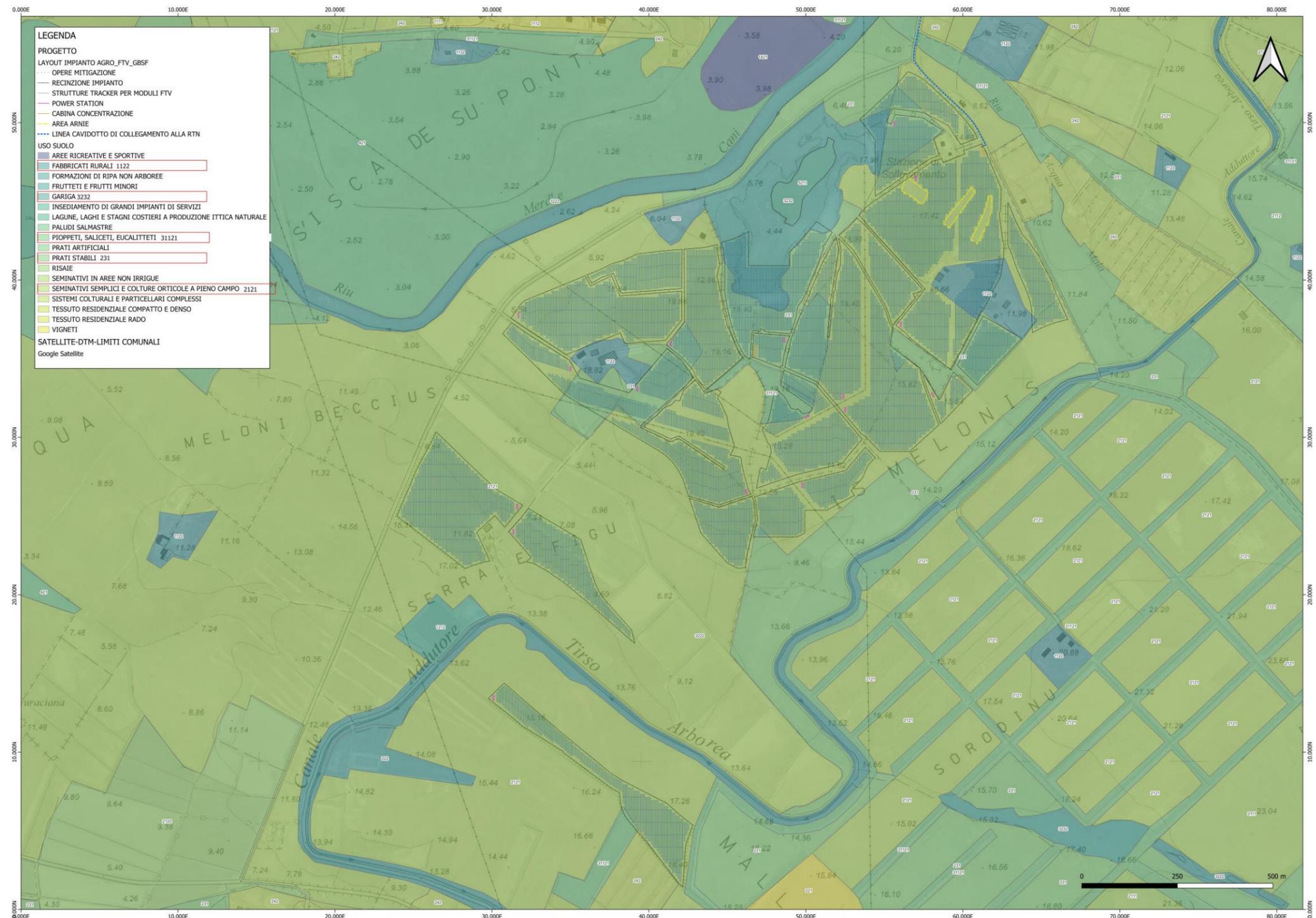


Figura 18: Dettaglio inquadramento Impianto Agrovoltaiico su Carta Uso del Suolo

Sulla base della quale sono state individuate le unità cartografiche di paesaggio presenti nell'area in esame; lo studio di dettaglio ha previsto un sopralluogo finalizzato a verificare lo stato dei luoghi e l'esecuzione di alcuni rilievi speditivi supportati da due osservazioni pedologiche rappresentative dei suoli presenti.

In relazione alla carta dei suoli della Sardegna, le aree di progetto rientrano all'interno dell'unità 26. In termini di diffusione l'unità 26 è rappresentata nei comuni Campidano, Cixerri, Ottana, Nurra, piana del Coghinas, pianure costiere.

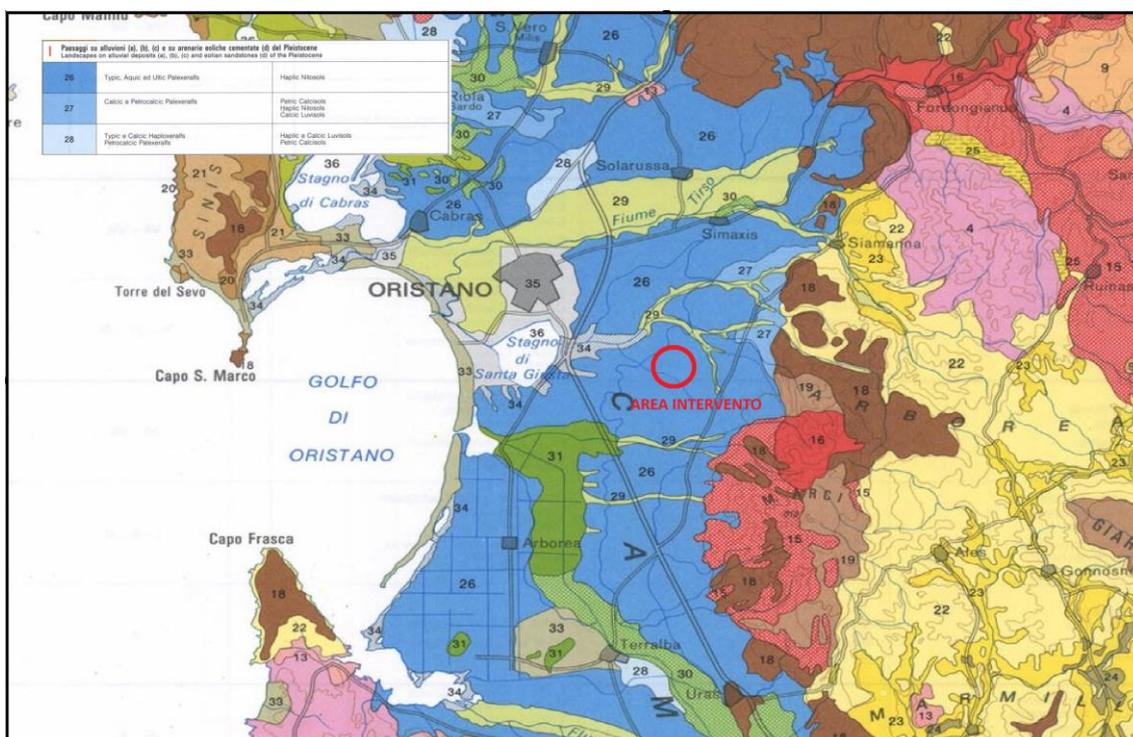


Figura 19: Inquadramento area d'intervento su carta unità di paesaggio

L'intervento ricade all'interno dell'unità 26:

### Unità 26

- 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.

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.

## **16 PIANO DELLE OSSERVAZIONI PEDOLOGICHE**

Lo studio di dettaglio ha previsto un sopralluogo finalizzato a verificare lo stato dei luoghi accompagnato da sondaggi speditivi per l'individuazione di aree omogenee e dalla descrizione di alcune osservazioni pedologiche rappresentative dei suoli presenti.



**Figura 20: Dettaglio Inquadramento Carta Uso dei suoli Impianto Agrovoltaico**

Il sopralluogo è stato eseguito su terreni attualmente incolti e su altre superfici oggetto di pascolamento ovino; i punti di sondaggio sono stati scelti con la tecnica della “V doppia (W)” avendo cura di non campionare nei punti con maggior depressione o in prossimità di elementi antropici in grado di condizionare gli esiti delle analisi. Sono state infine tre aree rappresentative dell’unità di terra indagata, onde approfondire lo studio con l’apertura di un pozzetto per l’osservazione del profilo di suolo. L’osservazione pedologica compiuta in campo infatti prevede l’esecuzione dei profili di studio pedologico, la raccolta di campioni rappresentativi dell’area oggetto di indagine e la successiva analisi fisica del terreno eseguita direttamente in campo mediante prova al setaccio e prova di reazione all’HCl, determinazione della dimensione e della forma delle aggregazioni e loro grado e consistenza, indicazione della scala cromatica con riferimento alla Munsell Soil Color Code, prova del cilindretto per conferma della stima della tessitura.

## 17 OSSERVAZIONI PEDOLOGICHE

Data l'omogeneità riscontrata nei 3 sondaggi speditivi effettuati, sono state eseguite le osservazioni pedologiche i cui risultati sono stati raccolti nella tabella seguente.

<b>-Comune: Palmas Arborea -Provincia: Oristano -Località: Cuccuru is serras</b> <b>-Riferimento Cartografico: I.G.M., 1:25.000, Foglio 528 sez. II, Oristano</b> <b>-Pendenza: 10 % -Esposizione: NE -Quota: 15 m s.l.m.m.</b> <b>-Origine morfologia: gravità</b> <b>-Substrato: granodioriti</b> <b>-Forma: collina con terrazzamenti per viabilità e edificato</b> <b>-Pietrosità: 2 % -Rocciosità: 0,5 %</b> <b>-Vegetazione: pascolo naturale e prato artificiale;</b> <b>-Classificazione: Lithic Xerochrept (USDA, 1999)</b>		
Orizzonte	Prof. (cm)	Descrizione
<b>A</b>	0-7/8	colore 10YR 4/3 (localizzato sulla massa), tra asciutto e umido, limite tra abrupto e chiaro ad andamento ondulato, scheletro poco di tipo piatto, arrotondato e spigoloso di dimensioni minute, aggregazione poliedrica subangolare di medie dimensioni e di grado moderato, consistenza tra friabile e resistente da umido, pori tra pochi e comuni di dimensioni tra molto piccoli e piccoli, drenaggio normale, radici comuni ad andamento orizzontale di dimensioni tra medie e piccole, attività biologica tra media ed intensa.
<b>Bw</b>	7/8-15	colore 10YR 4/4 (localizzato sulla massa), umido, limite abrupto ad andamento ondulato, scheletro poco di tipo piatto, arrotondato e spigoloso di dimensioni minute, aggregazione poliedrica subangolare di medie dimensioni e di grado moderato, consistenza tra friabile e resistente da umido, pori tra pochi e comuni di piccole dimensioni, drenaggio normale, radici scarse ad andamento obliquo, verticale ed orizzontale di piccole dimensioni, attività biologica tra media ed intensa.
<b>C1</b>	15-60	colore 10YR 3/3,5 (localizzato sulla massa), umido, limite abrupto ad andamento ondulato, scheletro poco di tipo piatto, arrotondato e spigoloso di dimensioni minute, aggregazione poliedrica subangolare di dimensioni tra fine e media di grado moderato, consistenza tra friabile e resistente da umido, pori comuni di dimensioni tra piccole e medie, drenaggio normale, radici scarse ad andamento obliquo, verticale ed orizzontale di piccole dimensioni, attività biologica tra scarsa e media.
<b>C2</b>	>60	substrato derivante da granodioriti fortemente alterate

## 18 IL METODO DELLA LAND CAPABILITY EVALUATION

Per la valutazione della attitudine all'uso agricolo dell'area in esame è stato utilizzato lo schema noto come "Agricultural Land Capability Classification" (LCC) proposto da Klingebiel e Montgomery (1961) per l'U.S.D.A.; tale metodologia è la più comune ed utilizzata tra le possibili metodologie di valutazione della capacità d'uso oggi note.

La LCC si riferisce al complesso di colture praticabili nel territorio in questione e non ad una coltura in particolare, e la valutazione non tiene conto dei fattori socio-economici. Al concetto di limitazione è legato quello di flessibilità colturale, nel senso che

all'aumentare del grado di limitazione corrisponde una diminuzione nella gamma dei possibili usi agro-silvo-pastorali. Le limitazioni prese in considerazione sono quelle permanenti, ovvero che non possono essere risolte attraverso appropriati interventi di miglioramento (drenaggi, concimazioni, ecc.) e nel termine "difficoltà di gestione" vengono comprese tutte le pratiche conservative e sistematorie necessarie affinché l'uso non determini perdita di fertilità o degradazione del suolo. Come risultato di tale procedura di valutazione si ottiene una gerarchia di territori dove quello con la valutazione più alta rappresenta il territorio per il quale sono possibili il maggior numero di colture e pratiche agricole. Le limitazioni alle pratiche agricole derivano principalmente dalle qualità intrinseche del suolo ma anche dalle caratteristiche dell'ambiente biotico ed abiotico in cui questo è inserito.

	Land Capability Class	Increase in intensity of land use								
		Wildlife	Forestry	Grazing			Cultivation			
				Limited	Moderate	Intense	Limited	Moderate	Intense	Very intense
Increased limitations and hazards ↓ Decreased adaptability and freedom of choice of uses	I	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange
	II	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	White
	III	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	White	White
	IV	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	White	White	White
	V	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	White	White	White	White
	VI	Orange	Orange	Orange	Orange	White	White	White	White	White
	VII	Orange	Orange	Orange	White	White	White	White	White	White
	VIII	Orange	White	White	White	White	White	White	White	White

“Con il termine di Land Capability si intende il potenziale delle terre alle utilizzazioni agricole, forestali e naturalistiche. Ci si aspetta quindi che le terre con le capacità d'uso più elevate (classi più basse) permettano un uso intensivo per un ragionevole lasso di tempo e di utilizzazioni (uso sostenibile).

La tabella seguente è una rappresentazione schematica del rapporto tra classe di capacità d'uso e tipologia di attività effettuabile:” La classificazione prevede tre livelli

decrementi in cui suddividere il territorio: classi, sottoclassi e unità. Le classi sono 8 e vengono distinte in due gruppi in base al numero e alla severità delle limitazioni: le prime 4 comprendono i suoli idonei alle coltivazioni (suoli arabili) mentre le altre 4 raggruppano i suoli non idonei (suoli non arabili), tutte caratterizzate da un grado di limitazione crescente.

Ciascuna classe può riunire una o più sottoclassi in funzione del tipo di limitazione d'uso presentata (erosione, eccesso idrico, limitazioni climatiche, limitazioni nella zona di radicamento) e, a loro volta, queste possono essere suddivise in unità non prefissate, ma riferite alle particolari condizioni fisiche del suolo o alle caratteristiche del territorio.

### **18.1 Suoli arabili**

- classe I: suoli senza o con modestissime limitazioni o pericoli di erosione, molto profondi, quasi sempre livellati, facilmente lavorabili; sono necessarie pratiche per il mantenimento della fertilità e della struttura; possibile un'ampia scelta delle colture;
- classe II: suoli con modeste limitazioni e modesti pericoli di erosione, moderatamente profondi, pendenze leggere, occasionale erosione o sedimentazione; facile lavorabilità; possono essere necessarie pratiche speciali per la conservazione del suolo e delle potenzialità; ampia scelta delle colture;
- classe III: suoli con severe limitazioni e con rilevanti rischi per l'erosione, pendenze da moderate a forti, profondità modesta, necessarie pratiche speciali per proteggere il suolo dall'erosione; moderata scelta delle colture;
- classe IV: suoli con limitazioni molto severe e permanenti, notevoli pericoli di erosione se coltivati per pendenze notevoli anche con suoli profondi, o con pendenze moderate ma con suoli poco profondi; scarsa scelta delle colture, e limitata a quelle idonee alla protezione del suolo;

### **18.2 Suoli non arabili**

- classe V: non coltivabili o per pietrosità e rocciosità o per altre limitazioni; pendenze moderate o assenti, leggero pericolo di erosione, utilizzabili con foresta o con pascolo razionalmente gestito;

- *classe VI*: non idonei alle coltivazioni, moderate limitazioni per il pascolo e la selvicoltura; il pascolo deve essere regolato per non distruggere la copertura vegetale; moderato pericolo di erosione;
- *classe VII*: limitazioni severe e permanenti, forte pericolo di erosione, pendenze elevate, morfologia accidentata, scarsa profondità idromorfia, possibili il bosco od il pascolo da utilizzare con cautela;
- *classe VIII*: limitazioni molto severe per il pascolo ed il bosco a causa della fortissima pendenza, notevolissimo il pericolo di erosione; eccesso di pietrosità o rocciosità, oppure alta salinità, etc.

**Le 4 sottoclassi sono identificate da una lettera minuscola che segue il numero romano della classe e sono le seguenti:**

- *sottoclasse e (erosione)*: suoli nei quali la limitazione o il rischio principale è la suscettività all'erosione. Sono suoli solitamente localizzati in versanti acclivi e scarsamente protetti dal manto vegetale;
- *sottoclasse w (eccesso di acqua)*: suoli nei quali la limitazione o il rischio principale è dovuto all'eccesso di acqua. Sono suoli con problemi di drenaggio, eccessivamente umidi, interessati da falde molto superficiali o da esondazioni;
- *sottoclasse s (limitazioni nella zona di radicamento)*: include suoli con limitazioni del tipo pietrosità, scarso spessore, bassa capacità di ritenuta idrica, fertilità scarsa e difficile da correggere, salinità e sodicità;
- *sottoclasse c (limitazioni climatiche)*: individua zone nelle quali il clima è il rischio o la limitazione maggiore. Sono zone soggette a temperature sfavorevoli, grandinate, nebbie persistenti, gelate tardive, etc.;
- *sottoclasse t (limitazioni topografiche)*: individua zone nelle quali la maggiore limitazione è dovuta al fattore morfologico, come per esempio l'eccessiva pendenza, l'asperità delle forme, etc.;
- 

## **19 CLASSIFICAZIONE SECONDO LA LAND CAPABILITY CLASSIFICATION**

Per giungere alla classificazione secondo la LCC si è utilizzata la tabella con le caratteristiche tipiche di ogni classe utilizzata dall'Università degli studi di Sassari e dall'Agenzia Laore per la realizzazione dello schema regionale della capacità d'uso dei

suoli della Sardegna. A seguito delle osservazioni si è poi attribuito il valore “1” ogni volta che il terreno studiato aveva caratteristiche uguali o simili a quelle di riferimento ed il valore “0” in caso contrario. Attraverso questo sistema è possibile classificare il suolo in base alla maggior frequenza di caratteristiche comuni con la classe di riferimento

Caratteristiche	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
<b>Scheletro %</b>	assente	da scarso a comune	da comune ad elevato	elevato	elevato	elevato	elevato	elevato
Osservazione 1	0	0	1	1	1	1	1	1
Osservazione 2	0	0	1	1	1	1	1	1
Osservazione 3	0	1	1	0	0	0	0	0
<b>Tessitura</b>	Tutte, eccetto sabbiosi, sabbioso-franchi grossolani ed argilloso molto fine	Tutte, eccetto sabbiosi, sabbioso-franchi grossolani ed argilloso molto fine	Tutte, eccetto sabbiosi grossolani	Sabbiosi grossolani argillosi molto fini				
Osservazione 1	0	0	1	0	0	0	0	0
Osservazione 2	1	1	1	0	0	0	0	0
Osservazione 3	1	1	1	0	0	0	0	0
<b>Drenaggio</b>	Normale	Normale	Lento	molto lento o rapido	normale	lento	molto lento o rapido	molto lento
Osservazione 1	1	1	0	1	1	0	1	0
Osservazione 2	0	0	1	1	0	1	1	0
Osservazione 3	1	1	0	0	1	0	0	0
<b>Profondità del suolo (cm)</b>	>80	80-60	60-40	<40	20-100	20-60	10-40	<10
Osservazione 1	0	1	1	0	1	0	0	0
Osservazione 2	0	0	1	1	1	1	1	0
Osservazione 3	0	0	1	0	1	1	0	0
<b>Profondità della roccia madre</b>								
<b>a) rocce tenere</b>	>80	80-50	50-30	<30	<20	<20	<20	<10
Osservazione 1	0	0	0	1	0	0	0	0
Osservazione 2	0	1	1	0	0	0	0	0
Osservazione 3	1	1	1	0	0	0	0	0
<b>b) rocce dure</b>	>100	100-60	60-30	<30	<20	<20	<20	<10
Osservazione 1	0	1	0	1	0	0	0	0
Osservazione 2	0	0	0	0	0	0	0	0
Osservazione 3	1	1	0	0	0	0	0	0
<b>Pietrosità</b>	assente	comune	comune	elevata	elevata	elevata	elevata	elevata
Osservazione 1	0	0	0	1	1	1	1	1
Osservazione 2	0	0	0	1	1	1	1	1
Osservazione 3								
<b>Roccosità</b>	assente	assente	assente	comune	elevata	elevata	elevata	elevata
Osservazione 1	0	0	0	0	0	0	0	0
Osservazione 2	0	0	0	0	0	0	0	0
Osservazione 3	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Pericolo di erosione</b>	assente	moderato	da moderato a elevato	elevato	assente	da moderato a elevato	elevato	elevato
Osservazione 1	0	1	1	0	0	1	0	0
Osservazione 2	0	1	1	1	0	1	0	0
Osservazione 3	0	1	1	0	0	1	0	0
<b>Pendenze</b>	0-5	5-15	5-15	15-30	30-40	30-40	40-60	>60
Osservazione 1	1	0	0	0	0	0	0	0
Osservazione 2	1	0	0	0	0	0	0	0
Osservazione 3	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Classe OSS. 1</b>	2	4	4	5	4	3	3	2
<b>Classe OSS. 2</b>	2	3	6	5	3	5	4	2
<b>Classe OSS. 3</b>	4	6	5	0	2	2	0	0

Alla luce dei rilievi effettuati e delle considerazioni espresse, il pregio agronomico complessivo dell'area di intervento è medio e le classi d'uso sono le seguenti:

- **Suolo 1 (B2): IV-V**
- **Suolo 2 (I1): IV-V e subordinatamente VI**

- Suolo 3 (D1): II-III nelle porzioni di territorio spietrate ed oggetto di importanti azioni di miglioramento pascoli e VIII nelle restanti porzioni (oggi boscate, incolte e improduttive).

## 20 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.

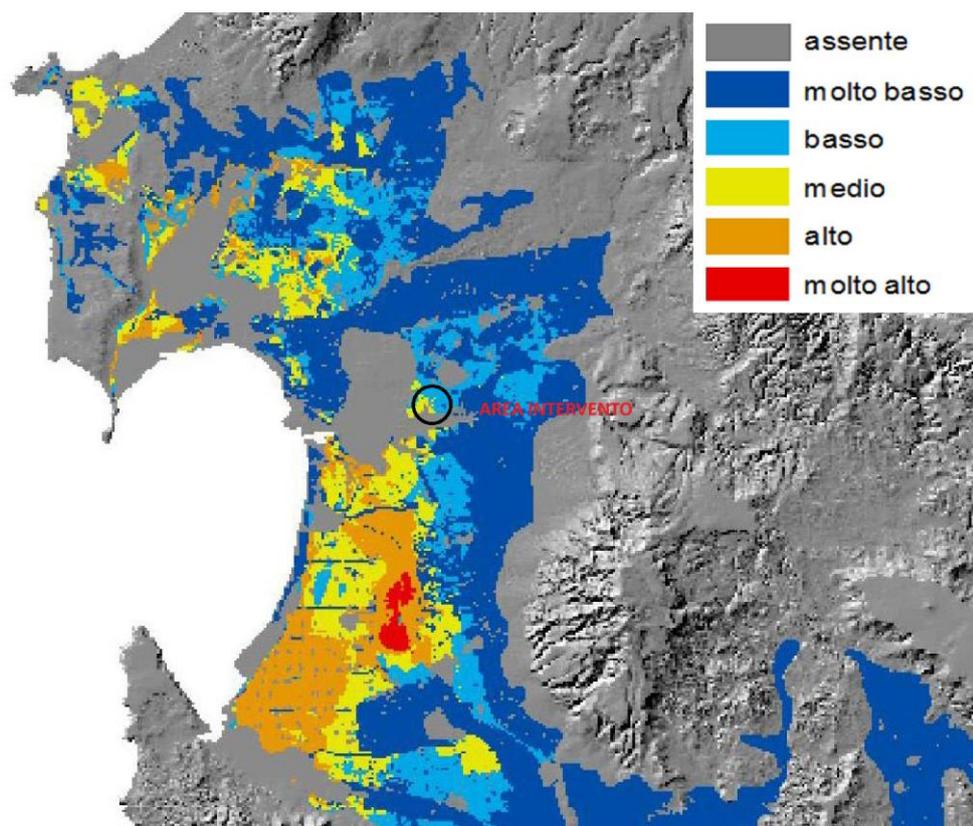


Figura 21: Inquadramento area d'intervento su carta della salinizzazione

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 piane 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. Sulla base della Carta del rischio di salinizzazione della Regione Sardegna, le aree di impianto si inquadrano tra il rischio medio e rischio basso.

## **21 ASSETTO AGRICOLO ATTUALE E PIANIFICAZIONE DEL SISTEMA AGRIVOLTAICO**

### **21.1 USO ATTUALE DEL SUOLO E CONTESTO AGRARIO**

La prima analisi dello studio dell'uso attuale del suolo (quella che nella pianificazione viene chiamata "riordino delle conoscenze") effettuata mediante la Carte dell'Uso del Suolo edita dalla RAS nel 2003 ed aggiornata nel 2008, offre una lettura abbastanza puntuale ed ancora attuale sugli usi dei suoli in esame.

**Infatti, per le aree di studio sono presenti i seguenti codici:**

- 2111: Seminativi in aree non irrigue. Trattasi di coltivazioni di specie cerealicolo-foraggere annuali per uso zootecnico;
- 222: Oliveti. Trattasi di impianto olivicolo di recente realizzazione, con distanze di piantagione di 6x6 metri;
- 243: Macchia mediterranea. Trattasi di formazioni arbustive e arborescenti di specie tipiche della macchia mediterranea;
- 3241: Aree a ricolonizzazione naturale.



**Figura 22: Inquadramento Carta Uso dei suoli Impianto Agrovoltaico**

L'analisi effettuata su scala più ampia, mediante lettura della Corine Land Cover 2018 riporta i seguenti usi:

- 211 Seminativi in aree non irrigue
- 243 Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti
- 323 Aree a vegetazione sclerofilla

Attualmente i terreni *de quo* sono condotti dallo stesso proprietario per la produzione di pascoli annuali, cereali da fienagione e da granella.

## 22 L'AREALE DI RIFERIMENTO DESCRITTO DAL CENSIMENTO AGRICOLTURA 2010

Sulla base del più recente Censimento Agricoltura, per quanto concerne le produzioni animali l'areale preso in esame risulta essere fortemente dedicato alle "coltivazioni

Orticole a pieno campo, che nel caso dell'area in oggetto, sono costituite da carciofi, olive, uva da tavola.

Elevatissimo risulta essere - purtroppo - anche il dato sulle superfici agricole non utilizzate (oltre 43,5% nell'intera Provincia), dovuto principalmente al progressivo abbandono degli appezzamenti dimensioni minori - solitamente con superfici comprese tra 1,00 e 10,00 ha - molto diffusi nella Provincia di OR. Molto importanti, risultano essere le produzioni animali nell'area di intervento, specie con gli allevamenti di ovine da latte.

## 23 IL PROGETTO

Il Committente intende realizzare nel territorio del **Comune di Palmas Arborea (OR)**, in Località "**Cuccuru is Serras**", un impianto agro-fotovoltaico da **70,05 mW** con inseguitore monoassiale (inseguitore di rollio), comprensivo delle relative opere di connessione in MT alla RTN.

A seguito del ricevimento della STMG è stato possibile definire puntualmente le opere progettuali da realizzare, che si possono così sintetizzare:

In seguito all'inoltro da parte della società proponente a Terna ("il Gestore") di richiesta formale di connessione alla RTN per l'impianto sopra descritto, la Società ha ricevuto, la soluzione tecnica minima generale per la connessione (STMG), **Codice Pratica 20235736**. La STMG, formalmente accettata dalla Società, prevede che l'impianto venga collegato in antenna a 36 kV sulla Stazione Elettrica (SE) della RTN 220/150 kV di Oristano, previo ampliamento della stessa.

A seguito del ricevimento della STMG è stato possibile definire puntualmente le opere progettuali da realizzare, che si possono così sintetizzare:

- 1) Impianto ad inseguimento monoassiale 1P innovativo, della potenza complessiva installata di 70,050 MW, ubicato in località "Cuccuru is Serras", nel Comune di Palmas Arborea (OR);
- 2) N. 1 dorsali di collegamento interrato della lunghezza 4,7 Km, per il vettoriamento dell'energia elettrica prodotta dall'impianto al futuro ampliamento della stazione elettrica di trasformazione Terna; già autorizzata con PAS codice univoco Nazionale 01263260950-31072022-2143-514496- prot. 1164 del 19/09/2022.

- 3) L'impianto in progetto venga collegato in antenna a 36 kV sulla sezione a 36 kV di una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN 220/150 kV di Oristano.
- 4) I moduli saranno montati su strutture ad inseguimento solare (tracker), in configurazione mono filare, I Tracker saranno collegati in bassa tensione alle cabine inverter (una per ogni blocco elettrico in cui è suddiviso lo schema dell'impianto) e queste saranno collegate alla cabina di media tensione che a sua volta si collegherà alla sottostazione Terna.

## 24 IL SISTEMA AGRIVOLTAICO: ESPERIENZE E PROSPETTIVE FUTURE

In questo quadro globale, dove l'esigenza di produrre energia da "fonti pulite" deve assolutamente confrontarsi con la salvaguardia e il rispetto dell'ambiente nella sua componente "suolo", potrebbe inserirsi la proposta di una virtuosa integrazione fra impiego agricolo ed utilizzo fotovoltaico del suolo, ovvero un connubio (ibridazione) fra due utilizzi produttivi del suolo finora alternativi e ritenuti da molti inconciliabili. Una vasta letteratura tecnico-scientifica inerente alla tecnologia "agrivoltaica" consente oggi di avanzare un'ipotesi d'integrazione sinergica fra esercizio agricolo e generazione elettrica da pannelli fotovoltaici. Questa soluzione consentirebbe di conseguire dei vantaggi che sono superiori alla semplice somma dei vantaggi ascrivibili alle due utilizzazioni del suolo singolarmente considerate. L'agrivoltaico ha infatti diversi pregi: i pannelli a terra creano un ambiente sufficientemente protetto per tutelare la biodiversità; se installati in modo rialzato, senza cementificazione, permettono l'uso del terreno per condurre pratiche di allevamento e coltivazione. Soprattutto, negli ambienti o nelle stagioni sub-aride, la presenza dei pannelli ad un'altezza che non ostacoli la movimentazione dei mezzi meccanici ed il loro effetto di parziale ombreggiamento del suolo, determinano una significativa contrazione dei flussi traspirativi a carico delle colture agrarie, una maggiore efficienza d'uso dell'acqua, un accrescimento vegetale meno condizionato dalla carenza idrica, un bilancio radiativo che attenua le temperature massime e minime registrate al suolo e sulla vegetazione e, perciò stesso, un più efficiente funzionamento dei pannelli fotovoltaici. In base alle esigenze delle colture da coltivare sarà necessario valutare le condizioni microclimatiche create dalla presenza dei pannelli. Le possibilità di effettuare coltivazioni, nella fattispecie, sono sostanzialmente legate ad aspetti di natura logistica (per esempio la predisposizione dei pannelli ad altezze e larghezze adeguate al passaggio delle macchine operatrici) e

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

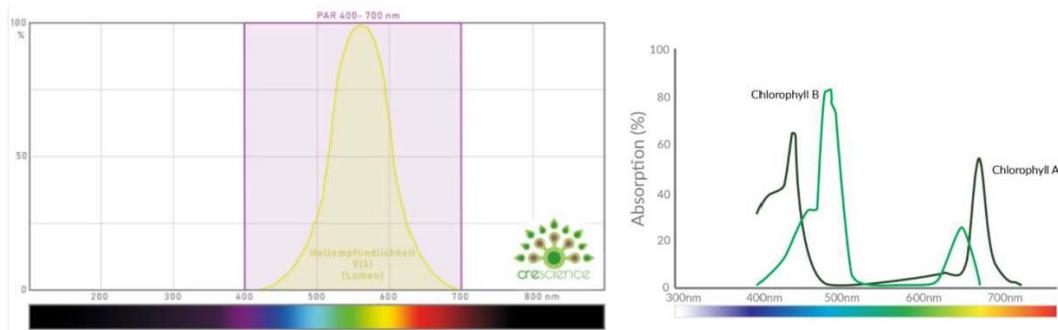
peperoncini testati hanno assorbito meno CO<sub>2</sub> e questo suggerisce che abbiano ricevuto troppa poca luce. Tuttavia, questo non ha avuto ripercussioni sulla produzione, che è stata la medesima per le piante cresciute all'ombra dei pannelli solari e per quelle che si sono sviluppate in pieno sole. 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).

## 25 AGROMETEOROLOGIA E LA RADIAZIONE SOLARE

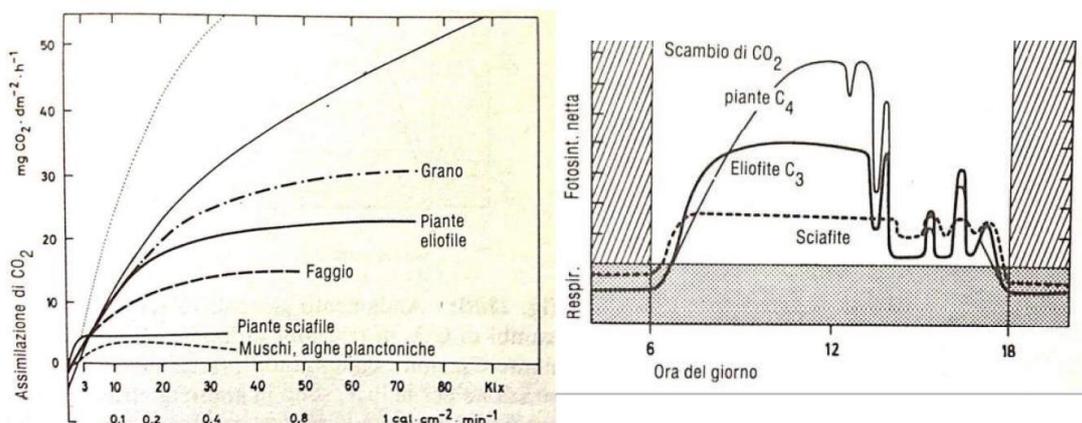
Il sole produce onde elettromagnetiche di lunghezza d'onda compresa tra 0,3 e 30,0  $\mu\text{m}$ . La luce rappresenta l'unica sorgente di energia disponibile per gli organismi





**Figura 24: La fotosintesi e la correlazione con la lunghezza d'onda**

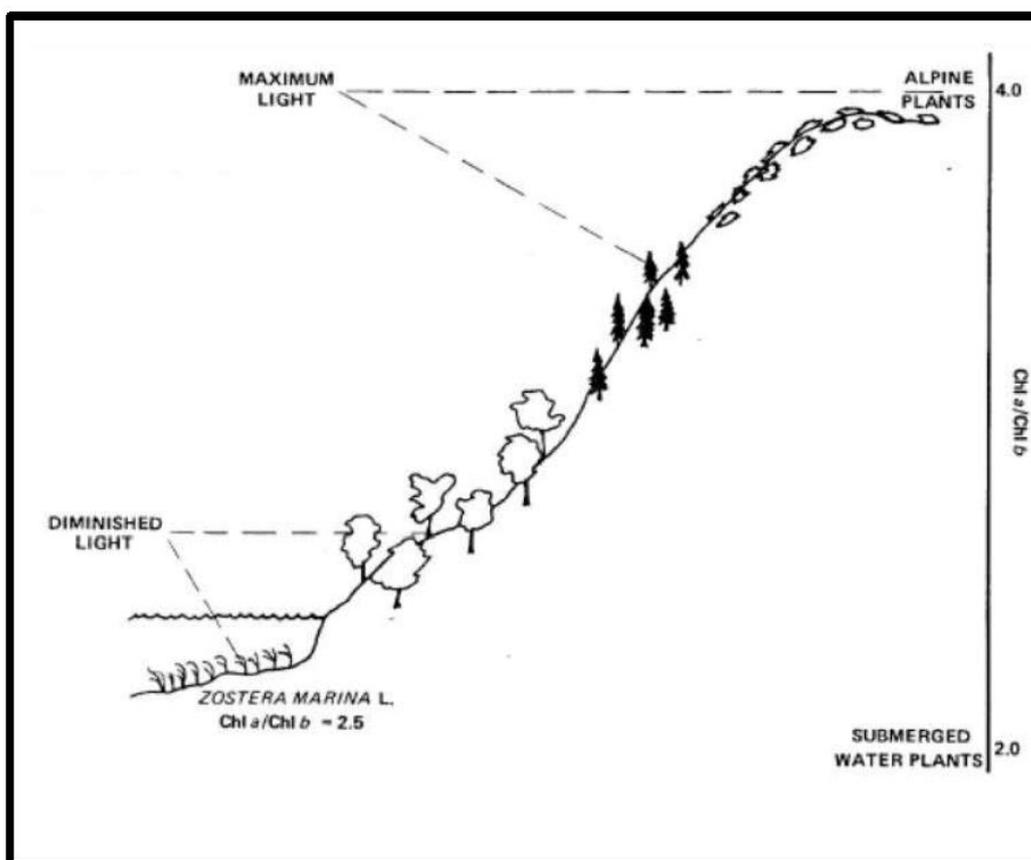
A seconda del loro adattamento a differenti intensità di illuminazione, piante diverse (così come foglie presenti in punti diversi della pianta) mostrano curve di assimilazione della CO<sub>2</sub> differenti. Le piante possono tendenzialmente essere suddivise in eliofile (alti valori di fotosaturazione, 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.



**Figura 25: 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.



**Figura 26: Gli effetti della luce in funzione dell'altimetria**

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.

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

*Elenco parziale di piante breviurne, neutrodiurne e longidiurne.*

Monocotiledoni	Dicotiledoni
<b>Brevidiurne</b>	
Riso ( <i>Oryza sativa</i> )	Chenopodium ( <i>Chenopodium</i> spp.) Crisantemo ( <i>Chrysanthemum</i> spp.) Fragola ( <i>Fragaria ananassa</i> ) Tabacco ( <i>Nicotiana tabacum</i> )
<b>Neurodiurne</b>	
Poa ( <i>Poa annua</i> ) Mais ( <i>Zea mays</i> )	Cotone ( <i>Gossypium hirsutum</i> ) Fagiolo ( <i>Phaseolus</i> spp.) Fragola ( <i>Fragaria ananassa</i> ) Tabacco ( <i>Nicotiana tabacum</i> ) Patata ( <i>Solanum tuberosus</i> ) Pomodoro ( <i>Lycopersicon esculentum</i> ) Topinambur ( <i>Helianthus tuberosus</i> )
<b>Longidiurne</b>	
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**

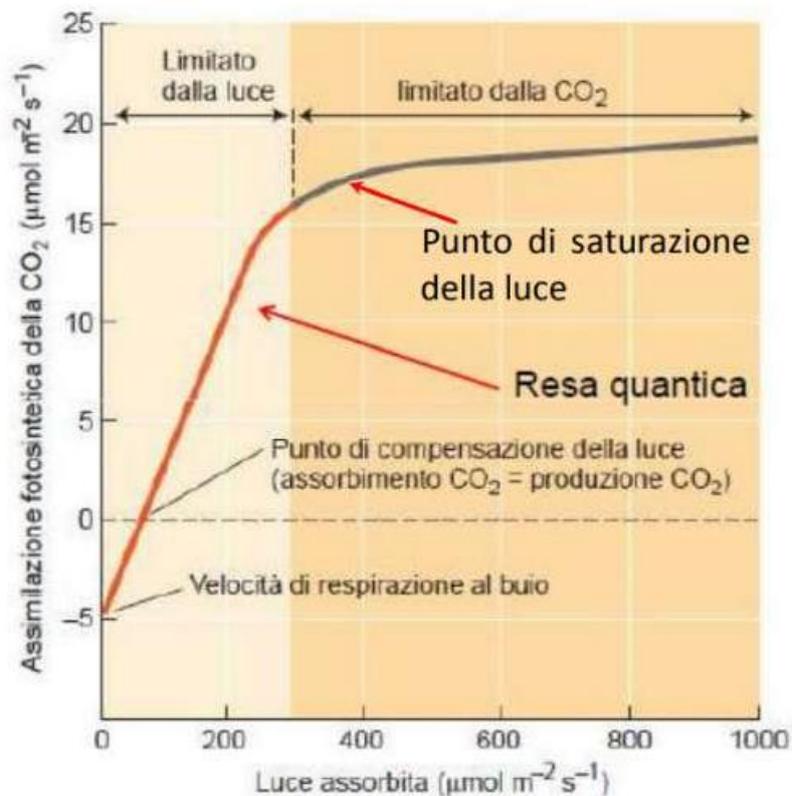
**Figura 27: Esempi di piante in funzione del fotoperiodo**

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

Inizialmente con l'aumentare dell'irradianza aumenta la velocità di assimilazione della CO<sub>2</sub>. 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> non aumenta. La CO<sub>2</sub> 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.



**Figura 27: 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:

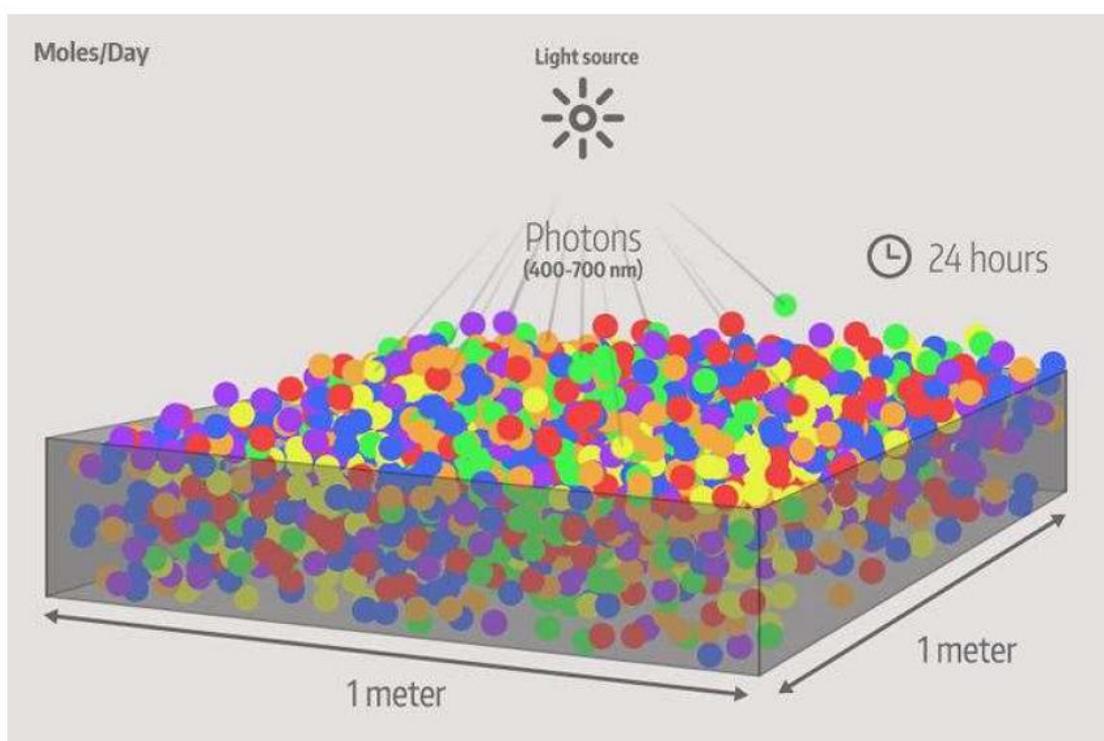
- ingiallimento e caduta prematura delle foglie;
- eziolatura (perdita di colore naturale);
- mancata ramificazione;
- disseccamento e caduta dei rami bassi;
- steli esili, poco lignificati o allungati;
- scarsa fertilità (es. mais).

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).

## 25.2 PAR (Radiazione Fotosintetica Attiva)

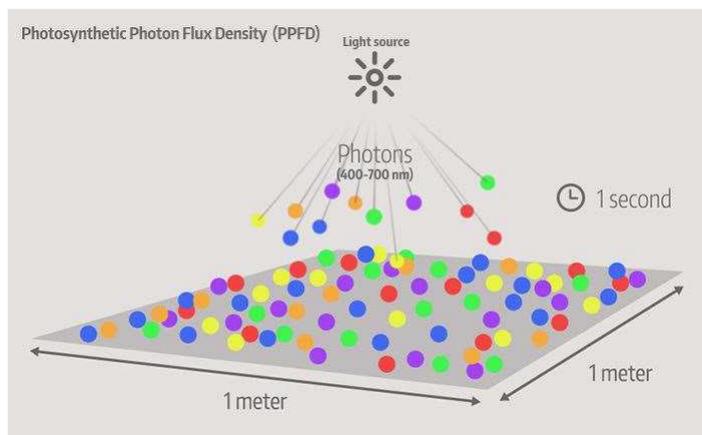
Il PAR indica un intervallo di lunghezza d'onda della luce compreso tra i 400 e 700 nanometri ( $0.4 < \text{PAR} < 0.7 \mu\text{m}$  (PAR medio =  $0.55 \mu\text{m}$ )) che corrisponde alla lunghezza d'onda ottimale per la fotosintesi delle piante. Particelle di luce di lunghezze d'onda inferiore conducono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



**Figura 28: 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  $\text{W/m}^2$  oppure in  $\mu\text{mol/m}^2 \text{s}^{-1}$  (Watt per metro quadro o moli per metro quadro secondo). Per convertire da  $\text{W/m}^2$  a  $\mu\text{mol/m}^2 \text{s}^{-1}$  si moltiplica per 4.6.



**Figura 29: Densità di flusso fotonico fotosintetico (PPFD) per unità di superficie**

Esempio: densità di flusso di PAR =  $1000 \text{ W m}^{-2} = 1000 \text{ J s}^{-1} \text{ m}^{-2}$   
 conoscendo le moli di fotoni per joule di energia (=  $4.6 \mu\text{mol J}^{-1}$ ) ho che  
 PAR (PPFD= Photosynthetically Photon Flux Density,  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) =  
 $1000 * 4.6 = 4600 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$

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

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

<sup>3</sup> pH  
 N = Normal 5.5-6.5  
 L = Low 4.5-5.5

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

## 26 ASPETTI TECNICI

I tracker monoassiali oscillanti sono, da progetto, installati su pali con altezza **all'asse di rotazione, 2,23 metri al punto più basso e 1,30 e nel punto più alto ml. 3,25**. Nel loro movimento oscillatorio minimizzano l'area di terreno non utilizzabile per le colture che risulta davvero esigua considerando la quota minima del pannello rispetto al piano di campagna. Tale fascia di terreno non scarsamente utilizzabile per la coltivazione a causa dell'ombreggiamento e della difficoltà di meccanizzazione ma è comunque utilizzabile per ospitare coperture vegetali naturali. Possiamo classificare la restante parte di terreno posta sotto i pannelli come fascia coltivabile con il solo vincolo dell'adozione di colture di taglia (altezza) ridotta, vincolo che le colture prescelte nel sistema colturale rispettano. Vi è poi disponibile per le coltivazioni l'ampia porzione di terreno tra le file di pali posti alla distanza di 5,00 metri; si tratta di una fascia costantemente libera (indipendentemente dalla posizione in oscillazione) dall'ingombro dei pannelli fotovoltaici nella quale è consentito agevolmente il transito di dei macchinari agricoli indispensabili per la conduzione delle colture.

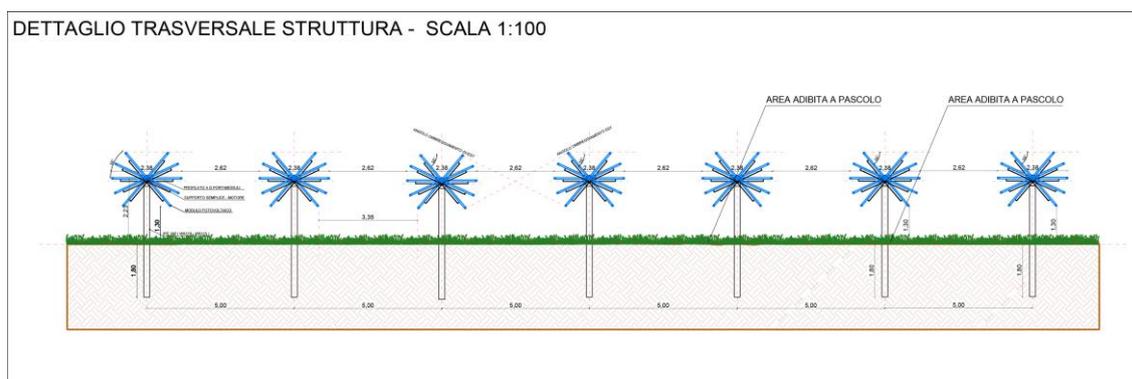


Figura 30: Dettaglio Trasversale strutture

## 27 ASPETTI AGRONOMICI

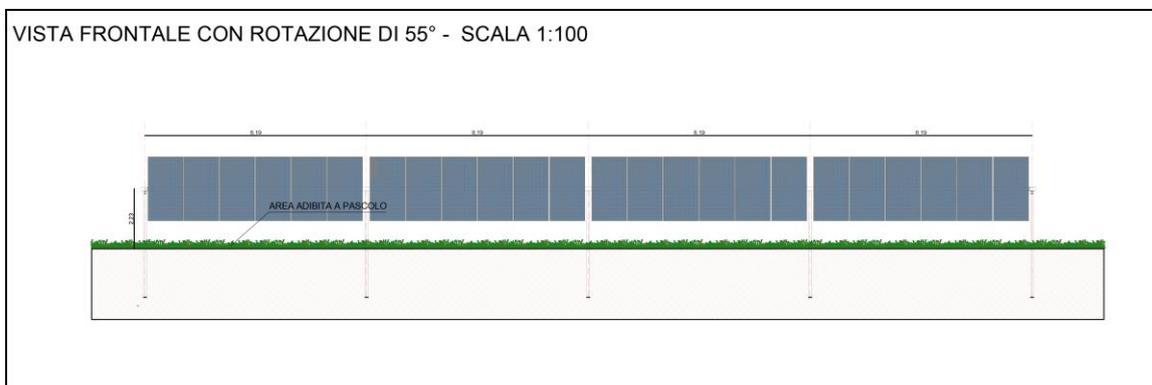
La particolare struttura dei pannelli precedentemente descritta consente una forte elasticità di azione in campo agricolo sia in termini di accessibilità da parte dei macchinari che di scelta delle colture e delle metodologie di coltivazione. In aggiunta il posizionamento dei pannelli secondo file parallele e equidistanti consente di organizzare razionalmente i piani colturali e le rotazioni e/o successioni colturali.

## 28 INGOMBRI E CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI DA INSTALLARE

La realizzazione dell'impianto sarà eseguita mediante l'installazione di moduli fotovoltaici a terra installati su sistema ad inseguimento monoassiale che raggiunge +/- 55°G di inclinazione rispetto al piano di calpestio sfruttando interamente un rapporto di copertura non superiore al 15.56% della superficie totale. Il fissaggio della struttura di sostegno dei moduli al terreno avverrà a mezzo di un sistema di fissaggio del tipo a infissione con battipalo nel terreno e quindi amovibile in maniera tale da non degradare, modificare o compromettere in qualunque modo il terreno utilizzato per l'installazione e facilitarne lo smantellamento o l'ammmodernamento in periodi successivi senza l'effettuazione di opere di demolizione scavi o riporti. Il movimento dei moduli avviene durante l'arco della giornata con piccolissime variazioni di posizione che ad una prima osservazione darà l'impressione che l'impianto risulti fermo. L'impianto in progetto, del tipo ad inseguimento monoassiale (inseguitori di rotolamento), prevede l'installazione di strutture di supporto dei moduli fotovoltaici (realizzate in materiale metallico), disposte in direzione Nord-Sud su file parallele ed opportunamente spaziate tra loro (interasse di 5.00 m), per ridurre gli effetti degli ombreggiamenti.

Le strutture di supporto sono costituite fondamentalmente da tre componenti

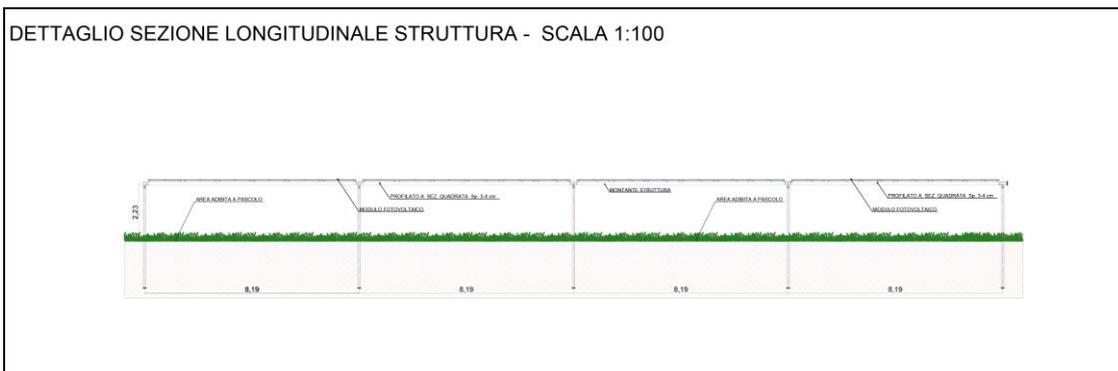
- 1) I pali in acciaio zincato, direttamente infissi nel terreno;
- 2) La struttura porta moduli girevole, montata sulla testa dei pali, composta da profilati in alluminio, sulla quale viene posata una fila parallela di moduli fotovoltaici
- 3) L'inseguitore solare monoassiale, necessario per la rotazione della struttura porta moduli.



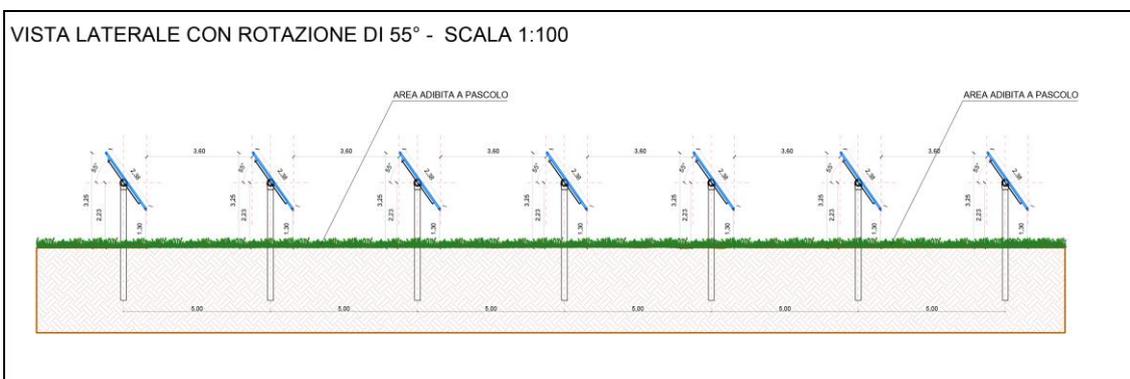
**Figura 31: Vista frontale moduli FTV con rotazione di 55°**

L'inseguitore è costituito essenzialmente da un motore elettrico che tramite un'asta collegata al profilato centrale della struttura di supporto, permette di ruotare la struttura durante la giornata, posizionando i pannelli nella perfetta angolazione per minimizzare la deviazione dall'ortogonalità dei raggi solari incidenti, ed ottenere per ogni cella un surplus di energia fotovoltaica generata. L'inseguitore solare serve ad ottimizzare la produzione elettrica dell'effetto fotovoltaico (il silicio cristallino risulta molto sensibile al grado di incidenza della luce che ne colpisce la superficie) ed utilizza la tecnica del backtracking, per evitare fenomeni di ombreggiamento a ridosso dell'alba e del tramonto. In pratica nelle prime ore della giornata e prima del tramonto i moduli non sono orientati in posizione ottimale rispetto alla direzione dei raggi solari, ma hanno un'inclinazione minore (tracciamento invertito).

Con questa tecnica si ottiene una maggiore produzione energetica dell'impianto agro-fotovoltaico, perché il beneficio associato all'annullamento dell'ombreggiamento è superiore alla mancata produzione dovuta al non perfetto allineamento dei moduli rispetto alla direzione dei raggi solari.

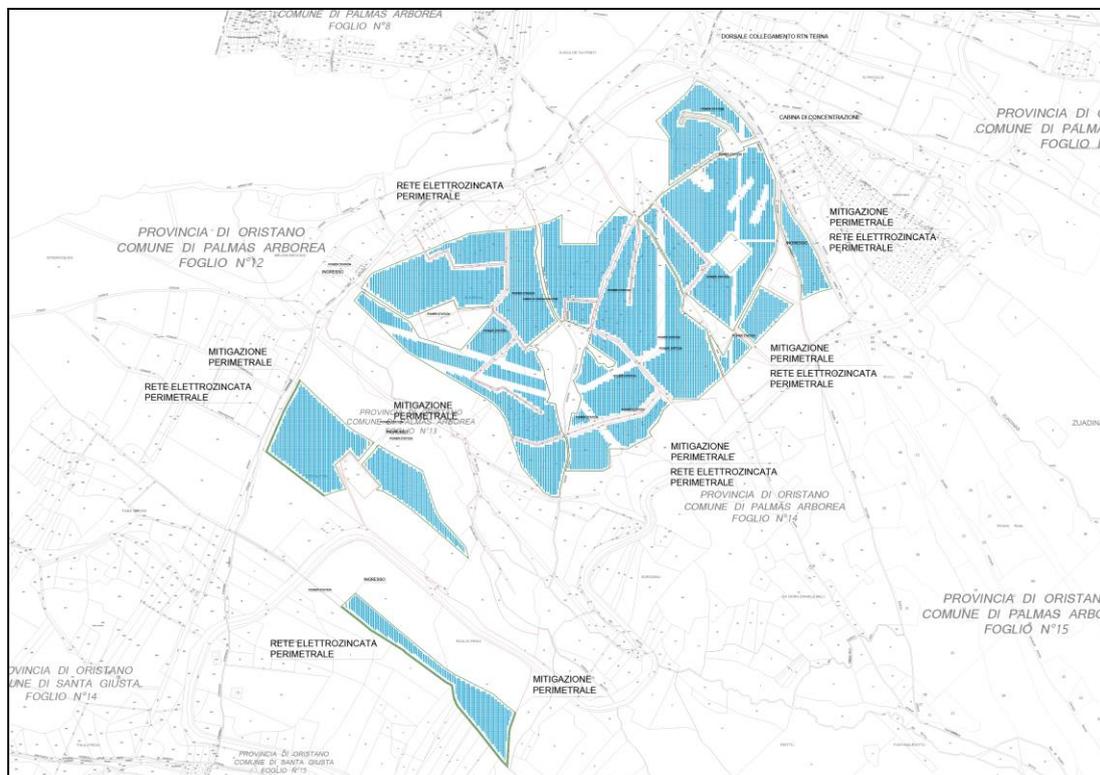


**Figura 32: Dettaglio sezione longitudinale struttura**



**Figura 33: Vista laterale strutture con rotazione di 55°**

L'altezza dei pali di sostegno è stata fissata in modo tale che lo spazio libero tra il piano campagna ed i moduli, alla massima inclinazione, sia superiore a 1,30 m, per agevolare la fruizione del suolo per le attività agricole. Di conseguenza, l'altezza massima raggiunta dai moduli è di 3.25 m.

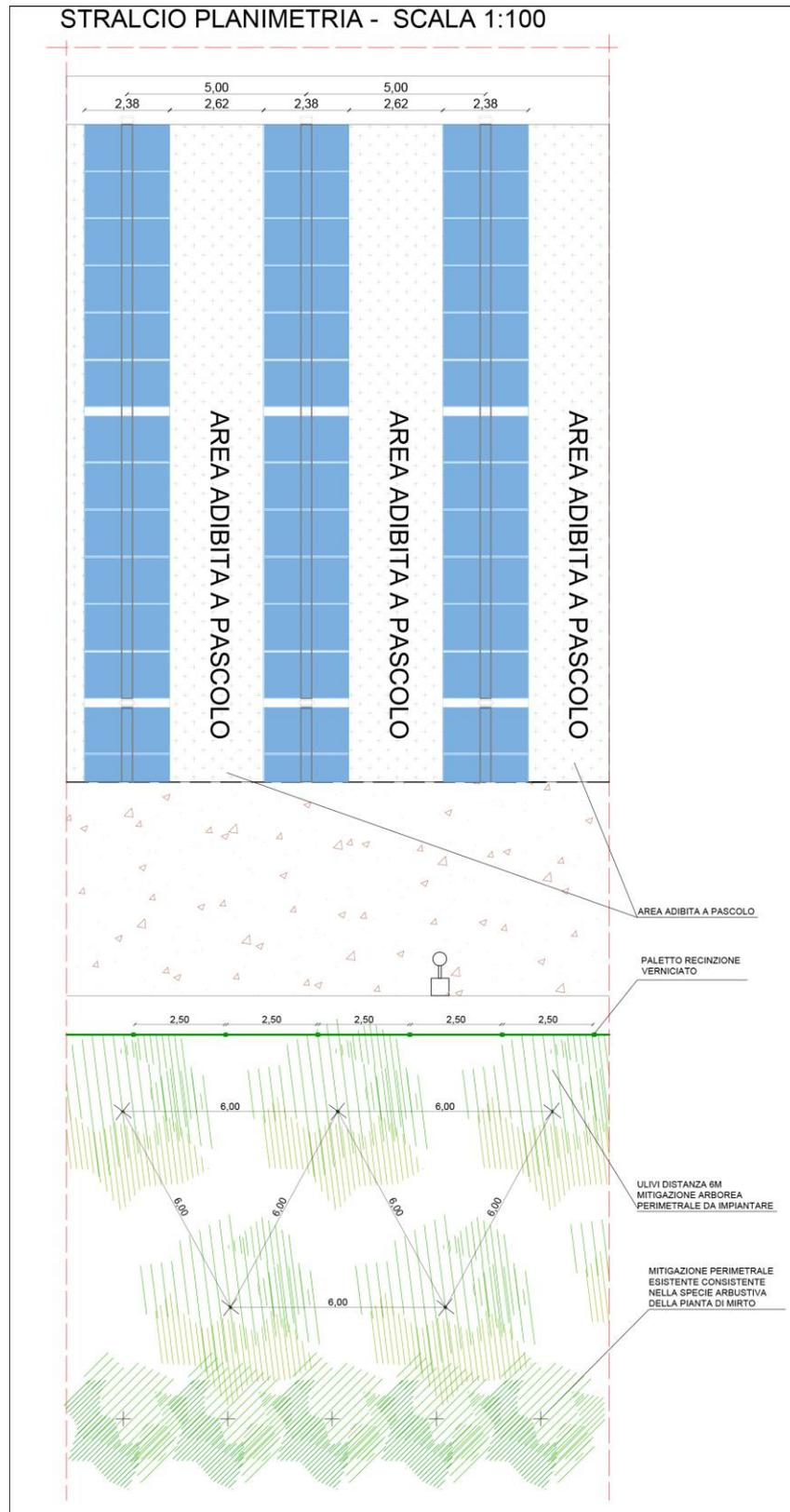


**Figura 34: Layout impianto**

La larghezza in sezione delle strade è variabile da 4 a 5 m; pertanto, i mezzi utilizzati nelle fasi di cantiere e di manutenzione e in fase di sfruttamento agricolo del fondo potranno operare senza alcuna difficoltà.

## 29 FASCIA ARBOREA PERIMETRALE

Per la sistemazione finale delle aree perimetrali che circonda l'impianto, è stata prevista la piantagione di un oliveto intensivo rafforzato da una piantagione di mirto creando bordure mitigatrici di maggiore spessore e valore. Per tutte le spiegazioni in merito alla mitigazione si rimanda alla REL\_SP\_10\_MMT\_RELAZIONE MISURE MITIGATIVE IMPIANTO.



**Figura 35: Layout filari di coltivazione, mitigazione ulivo e mirto**

SEZIONE TRASVERSALE SCALA 1:50

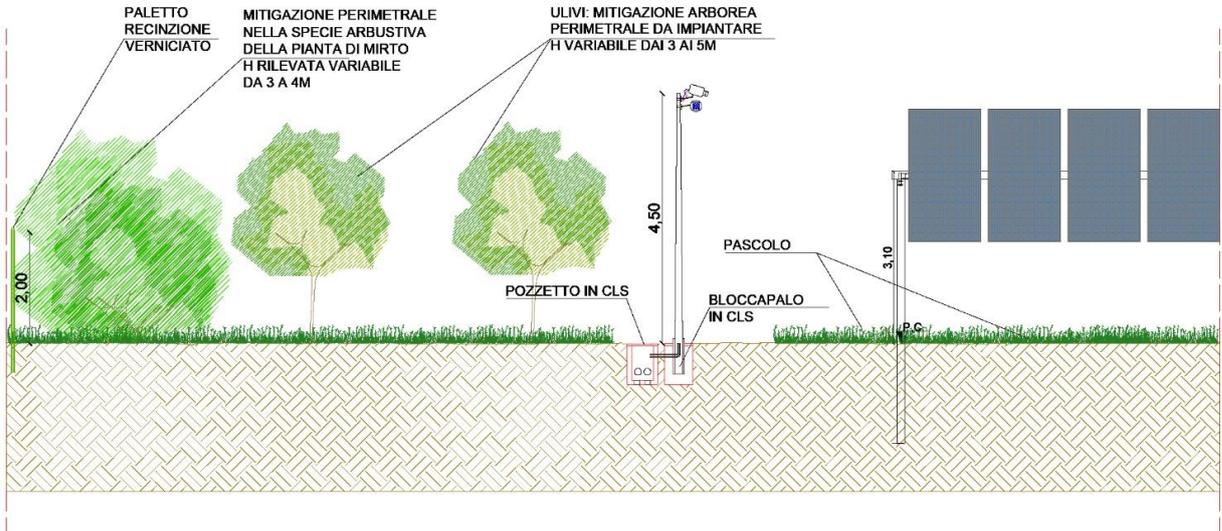


Figura 36: Dettaglio recinzione e mitigazione perimetrale

VISTA FRONTALE SCALA 1:50



Figure 37: Dettaglio chiusura perimetrale e mitigazione

**N.B: SI FA PRESENTE CHE LA RETE È SOLLEVATA DA TERRA DI 20 CM ED È INOLTRE INTERROTA IN CORRISPONDENZA DEGLI ELEMENTI IDRICI QUINDI GARANTISCE LA CONTINUITA' DEI PONTI ECOLOGICI**

## 30 ANALISI DEGLI IMPATTI POTENZIALI DEL PROGETTO SUL SISTEMA AGRICOLO

### 30.1 SUOLO

La realizzazione degli interventi in progetto comporterà una parziale modifica dell'attuale utilizzo delle aree. Dal punto di vista della occupazione di suolo, l'installazione degli impianti fotovoltaici, pur non comportando condizioni di degrado del sito e consentendo di mantenere la permeabilità dei suoli, andrà ad occupare suoli generalmente vocati per l'utilizzo agricolo-zootecnico. Gli scavi per il posizionamento dei cavidotti a servizio del sistema agrivoltaico, così come quelli necessari per l'installazione di cabine di trasformazione, accumulatori e quant'altro necessario, dovranno essere pertanto eseguiti con cura e con il terreno in condizioni idriche e di portanza tali da non comportare il suo compattamento nelle aree interessate del passaggio dei mezzi di lavoro per non incidere negativamente sulla possibilità di utilizzo agricolo dei terreni. Tutte le operazioni agronomiche previste per migliorare l'efficienza delle coltivazioni e quindi incrementare le produzioni unitarie vanno nella direzione di migliorare le condizioni di coltivazione, agendo in primis sulla componente idrica del suolo, equilibrando le condizioni di permeabilità e favorendo un rapido allontanamento delle acque superficiali per percolazione, evitando per quanto possibile i fenomeni di scorrimento superficiale e preservando il suolo dal rischio di erosione.

SUPERFICI OCCUPATE DALL'IMPIANTO AGROVOLTAICO		
Superficie Aziendale	mq	1837480
Superficie Recintata	mq	829851
Superficie piste in terra	mq	77453,82
Superficie totale Cabine di Concentrazione (n.2)	mq	250,000
Superficie totale Power Station (n.17)	mq	612,000
Incidenza superficie sostegni in acciaio dei trucker		
N. Trucker	3891	
N. Sostegni	19455	
Area singolo Sostegno (IPE 24)	0,003912	
Area Totale Sostegni IPE 240	76,10796	
TOTALE INCIDENZA OPERE AGROVOLTAICO SUL TERRENO	78391,928	
PERCENTUALE INCIDENZA OPERE AGROVOLTAICO SUL TERRENO IN PERCENTUALE ALLA SUPERFICIE RECINTATA	9,446506416	
PERCENTUALE INCIDENZA OPERE AGROVOLTAICO SUL TERRENO IN PERCENTUALE ALLA SUPERFICIE AZIENDALE	4,266273808	

## 30.2 Agricoltura

La razionalizzazione del piano di coltivazione proposto non prevede stravolgimenti degli attuali equilibri agricolo-vegetazionali-colturali sia perché si ritiene che le colture praticate ed il loro posto nell'avvicendamento colturale siano adeguati, sia perché nel garantire la continuità delle attività agrozootecniche è opportuno permettere agli agricoltori coinvolti nel progetto la prosecuzione delle loro attività con il know-how acquisito in tanti anni. Tuttavia, è innegabile che l'introduzione delle piante di olivo in coltivazione intensiva, sia in grado di incidere notevolmente sulla tipologia e quantità di input necessari alla coltivazione. In tale ottica, gli impatti delle coltivazioni che derivano dall'esecuzione del progetto possono essere ascritti alla variazione degli input di coltivazione da un lato, e da tutte le opere compensative che tale progetto introduce. Gli impatti agricoli derivanti dall'esecuzione del progetto possono definirsi nel complesso, positivi. Infatti, con la realizzazione del progetto si ha un forte incremento delle aree ad elevata naturalità e un incremento del numero complessivo di alberi messi a dimora, sia per gli sfruttamenti agricoli che per quelli naturalistici; questi ultimi in particolare sono in grado di compensare la sottrazione di elementi nutritivi dovuta all'asportazione delle produzioni agricole. Si ha un notevole incremento delle superfici agroforestali ed una sensibile riduzione degli UBA8 allevabili (20%), nonostante sia previsto un aumento delle superfici pascolabili. Con questo sistema si verifica anche un notevole incremento dei fabbisogni idrici colturali che dovranno essere necessariamente contemplati ed assorbiti dall'apporto di input dall'esterno. Nel complesso, il quadro che emerge a fronte di un intervento di significativo impegno territoriale come quello in progetto, è un sostanziale incremento della naturalità del sito attuata attraverso le compensazioni e le misure di mitigazione che si sono previste.

## 31 PRINCIPALI ASPETTI CONSIDERATI NELLA DEFINIZIONE DEL PIANO CULTURALE

Coltivare in spazi limitati è sempre stata una problematica da affrontare in agricoltura: tutte le colture arboree, ortive ed arbustive sono sempre state praticate seguendo schemi volti all'ottimizzazione della produzione sugli spazi a disposizione, indipendentemente dall'estensione degli appezzamenti; in altri casi, le forti pendenze costringono a realizzare terrazzamenti anche piuttosto stretti per impiantare colture

arboree. Di conseguenza, sono sempre stati compiuti (e si continuano a compiere tutt'ora) studi sui migliori sestri d'impianto e sulla progettazione e lo sviluppo di mezzi meccanici che vi possano accedere agevolmente. Le problematiche relative alla pratica agricola negli spazi lasciati liberi dall'impianto agro-fotovoltaico si avvicinano, di fatto, a quelle che si potrebbero riscontrare sulla fila e tra le file di un moderno arboreto.

### 31.1 Gestione del suolo

Per il progetto dell'impianto agro-fotovoltaico in esame, considerate le dimensioni relativamente ampie dell'interfila tra le strutture, tutte le lavorazioni del suolo, nella parte centrale dell'interfila, possono essere compiute tramite macchine operatrici convenzionali senza particolari problemi. A ridosso delle strutture di sostegno risulta invece necessario mantenere costantemente il terreno libero da infestanti mediante diserbo, che può essere effettuato tramite lavorazioni del terreno o utilizzando prodotti chimici di sintesi. Siccome il diserbo chimico, nel lungo periodo, può comportare gravi problemi ecologici e di impatto ambientale, nella fascia prossima alle strutture di sostegno si effettuerà il diserbo meccanico, avvalendosi della fresa interceppo, come già avviene nei moderni arboreti.



**Figura 38: Esempio di fresatrice interceppo per le lavorazioni sulla fila**

Trattandosi di terreni se pur non regolarmente coltivati, non vi sarà la necessità di compiere importanti trasformazioni idraulico-agrarie. Nel caso dell'impianto di Oliveto sulla fascia perimetrale, si effettuerà su di essa un'operazione di scasso a media profondità (0,60-0,70 m) mediante ripper - più rapido e molto meno dispendioso rispetto all'aratro da scasso - e concimazione di fondo, con stallatico pellettato in quantità comprese tra i 30,00 e i 40,00 q/ha, per poi procedere all'amminutamento del terreno con frangizolle ed al livellamento mediante livellatrice a controllo laser o satellitare.

Questo potrà garantire un notevole apporto di sostanza organica al suolo che influirà sulla buona riuscita dell'impianto arboreo.

Per quanto concerne le lavorazioni periodiche del terreno dell'interfila, quali aratura, erpicatura o rullatura, queste vengono generalmente effettuate con mezzi che presentano un'altezza da terra molto ridotta; pertanto, potranno essere utilizzate varie macchine operatrici presenti in commercio senza particolari difficoltà, in quanto ne esistono di tutte le larghezze e per tutte le potenze meccaniche. Le lavorazioni periodiche del suolo, in base agli attuali orientamenti, è consigliabile che si effettuino a profondità non superiori a 40,00 cm.

### **31.2 Ombreggiamento**

L'esposizione diretta ai raggi del sole è fondamentale per la buona riuscita di qualsiasi produzione agricola. L'impianto in progetto, ad inseguimento mono-assiale, di fatto mantiene l'orientamento dei moduli in posizione perpendicolare a quella dei raggi solari, proiettando delle ombre sull'interfila che saranno tanto più ampie quanto più basso sarà il sole all'orizzonte. Sulla base delle simulazioni degli ombreggiamenti per tutti i mesi dell'anno, elaborate dalla Società, si è potuto constatare che la porzione centrale dell'interfila, nei mesi da maggio ad agosto, presenta tra le 7 e le 8 ore di piena esposizione al sole. Naturalmente nel periodo autunno-inverno, in considerazione della minor altezza del sole all'orizzonte e della brevità del periodo di illuminazione, le ore luce risulteranno inferiori. A questo bisogna aggiungere anche una minore quantità di radiazione diretta per via della maggiore nuvolosità media che si manifesta (ipotizzando andamenti climatici regolari per l'area in esame) nel periodo invernale. Pertanto, è opportuno praticare prevalentemente colture che svolgano il ciclo riproduttivo e la maturazione nel periodo primaverile/estivo.

È bene però considerare che l'ombreggiamento creato dai moduli fotovoltaici non crea soltanto svantaggi alle colture: si rivela infatti eccellente per quanto riguarda la riduzione dell'evapotraspirazione, considerando che nei periodi più caldi dell'anno le precipitazioni avranno una maggiore efficacia.

### **31.3 Meccanizzazione e spazi di manovra**

Date le dimensioni e le caratteristiche dell'appezzamento, non si può di fatto prescindere da una totale o quasi totale meccanizzazione delle operazioni agricole, che permette una maggiore rapidità ed efficacia degli interventi ed a costi minori.

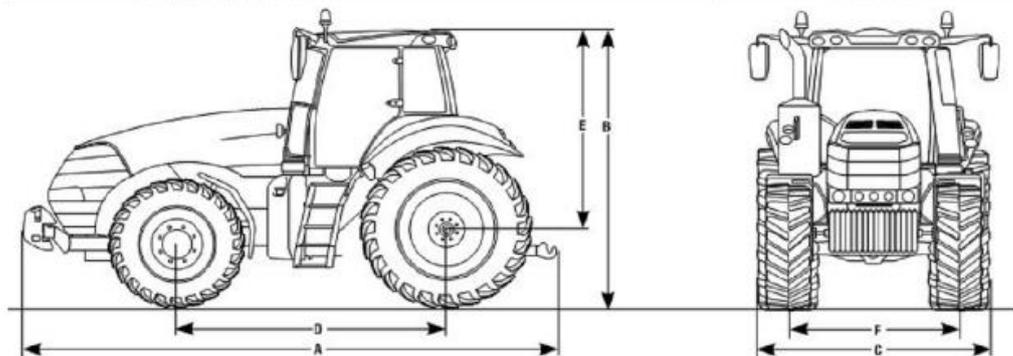
Come già esposto nei paragrafi precedenti, l'interasse tra una struttura e l'altra di moduli è pari a **5,00 m**, e lo spazio libero tra una schiera e l'altra di moduli fotovoltaici varia da un minimo di **2,62 m** (quando i moduli sono disposti in posizione parallela al suolo, – tilt pari a 0° - ovvero nelle ore centrali della giornata) ad un massimo di **3,60 m** (quando i moduli hanno un tilt pari a 55°, ovvero nelle primissime ore della giornata o al tramonto). Il punto più basso del pannello fotovoltaico rispetto al piano di campagna è pari a **1,30 m**.

L'ampiezza dell'interfila consente pertanto un facile passaggio delle macchine trattrici, considerato che le più grandi in commercio, non possono avere una carreggiata più elevata di 2,50 m, per via della necessità di percorrere tragitti anche su strade pubbliche.

Qualche problematica potrebbe essere associata alle macchine operatrici (trainate o portate), che hanno delle dimensioni maggiori, ma come analizzato nei paragrafi seguenti, esistono in commercio macchine di dimensioni idonee ad operare negli spazi liberi tra le interfile.

Per quanto riguarda gli spazi di manovra a fine corsa (le c.d. capezzagne), questi devono essere sempre non inferiori ai 10,00 m tra la fine delle interfile e la recinzione perimetrale del terreno. Il progetto in esame prevede la realizzazione di una fascia arborea perimetrale avente una larghezza di 10 m, che consente un ampio spazio di manovra.

DIMENSIONI <sup>1)</sup>	
A: Lunghezza totale senza attrezzi / con sollevatore/zavorramento anteriore (mm)	6.015 / 6.295 / 6.225
con assale posteriore heavy-duty	- / - / -
B: Altezza totale (mm)	3.375
C: Larghezza totale (all'estensione dei parafranghi posteriori) (mm)	2.550
D: Passo standard / con assale posteriore heavy-duty (mm)	3.105 / -
E: Distanza dal centro assale posteriore al tetto cabina (mm)	2.488
F: Carreggiata anteriore (mm)	1.560 - 2.256
Carreggiata posteriore (mm)	1.470 - 2.294



**Figura 39: Dimensioni del più grande dei trattori gommati convenzionali prodotti dalla CNH**

### **31.4 Presenza di cavidotti interrati**

La presenza dei cavi interrati nell'area dell'impianto agro-fotovoltaico non rappresenta una problematica per l'effettuazione delle lavorazioni periodiche del terreno durante la fase di esercizio dell'impianto agro-fotovoltaico. Infatti, queste lavorazioni non raggiungono mai profondità superiori a 40 cm, mentre i cavi interrati saranno posati ad una profondità minima di 80 cm.

## **32 LA DEFINIZIONE DEL PIANO COLTURALE**

In relazione al presente progetto agrivoltaico si prospetta, di seguito, il piano esecutivo delle attività agricole che andranno in rotazione all'interno delle aree di impianto. Il piano agronomico prevedrà all'interno, avendo optato per moduli sollevati da terra con altezza massima rotazione di 3,25 m, e ml. 1,30 minima da terra dei moduli fotovoltaici rotazione coltivabile l'intera area. Gli appezzamenti, pertanto, verranno suddivisi in maniera tale da avvicendare le colture di seguiti indicate secondo una logica prettamente agricola con rotazioni e avvicendamenti in modo tale da mantenere il più possibile il terreno coperto da vegetazione. Si rammenta che il presente progetto non modificherà in alcun modo le piante arboree situate nel perimetro delle aree di impianto e caratterizzate da elementi adulti di *Eucaliptus* spp.. La proposta di coltivazione prevedrà, in sintesi, leguminose da granella (colture miglioratrici) con semine autunno vernine di *Vicia faba* (o similari) e *Hedysarum coronarium* (con lo scopo di fornire una buona presenza di piante mellifere) e semine primaverili-estive di *Arachis hypogaea*. Nell'andare a considerare e a monitorare i parametri ambientali e, in particolare quelli legati alla fertilità del suolo si potrà ampliare e/o modificare il piano agronomico proposto inserendo anche colture da rinnovo e colture cerealicole. Alternando colture miglioratrici a colture depauperanti, inoltre, si eviterà la riduzione della sostanza organica nel tempo e allo stesso tempo favorirà il mantenimento della fertilità fisica del terreno. Per quantificarne l'effetto e conoscere così il trend di sostanza organica del terreno nel tempo, sarà effettuato, in fase di monitoraggio, il calcolo del bilancio della sostanza organica di ciascuna coltura e/o una sua valutazione qualitativa. Alternando colture con radice profonda alle colture con radice superficiale, inoltre, saranno esplorati strati diversi del suolo che porteranno come conseguenza ad un miglioramento della fertilità fisica del suolo evitando allo stesso tempo la formazione della suola di aratura specialmente nei periodi in cui sono accentuati i fenomeni evapotraspirativi. Sarà fondamentale la programmazione dei cicli colturali delle varie

colture che di seguito verranno proposte per mantenere una copertura del terreno quanto più possibile continua. L'avvicendamento delle colture determina dei vantaggi per la gestione delle malerbe infestanti perché contribuisce ad interrompere il ciclo vitale degli organismi nocivi legati ad una certa essenza. La "spinta" principale verrà data dalle colture miglioratrici e cioè dalle leguminose da granella. Innanzitutto, sono colture che non necessitano di azoto ma lo fissano da quello atmosferico lasciandone una discreta quantità a disposizione delle colture in successione. Di conseguenza, per la coltura che segue, le fertilizzazioni azotate potranno essere fortemente ridotte (l'apporto di azoto di un cereale in rotazione ad una leguminosa potrà essere ridotto in media di 50 kg N/ha pur mantenendo le stesse performance). Leguminose come l'erba medica, impiegata per esempio in miscuglio con altre specie per gli inerbimenti, grazie al loro apparato radicale fittonante, migliorano la struttura del suolo, facilitano l'assorbimento dei nutrienti profondi poco disponibili e aumentano la sostanza organica anche negli strati più profondi del suolo.

### **32.1 Leguminose da granella**

Le leguminose da granella secca, nello specifico, sono colture importantissime per lo sviluppo e l'affermazione dell'agricoltura "biologica" perché hanno antiche tradizioni (pisello, fava, lenticchia, cece, lupino, cicerchia, arachide, ecc..) e conferiscono equilibrio e sostenibilità a diversi ordinamenti colturali praticati o ipotizzabili. Inoltre, sono importanti nell'alimentazione del bestiame e dell'uomo, quale fonte ad altissimo contenuto proteico (alternativo a quello animale) e rappresentano uno strumento fondamentale per il recupero e la valorizzazione delle aree marginali sottoutilizzate e/o storicamente impiegate secondo logiche di una agricoltura tradizionale incentrata sulla monocoltura del grano.

Le leguminose rappresentano classiche colture da pieno campo in asciutto che in passato trovavano spazio in campagna come alternativa ai cereali solo ed esclusivamente se legati all'alimentazione del bestiame. Oggi, in concomitanza di una sempre crescente richiesta di proteine, legata in maniera forte ad un aumento della popolazione mondiale, si rafforza l'idea di dover reperire nuove fonti alimentari per sfamare il pianeta. Nella gestione di aree agricole, oggi, l'impronta delle leguminose non solo soddisfa la richiesta di proteine in alternativa a quelle animali ma determina un miglioramento sostanziale anche dei suoli agrari per la loro innata capacità

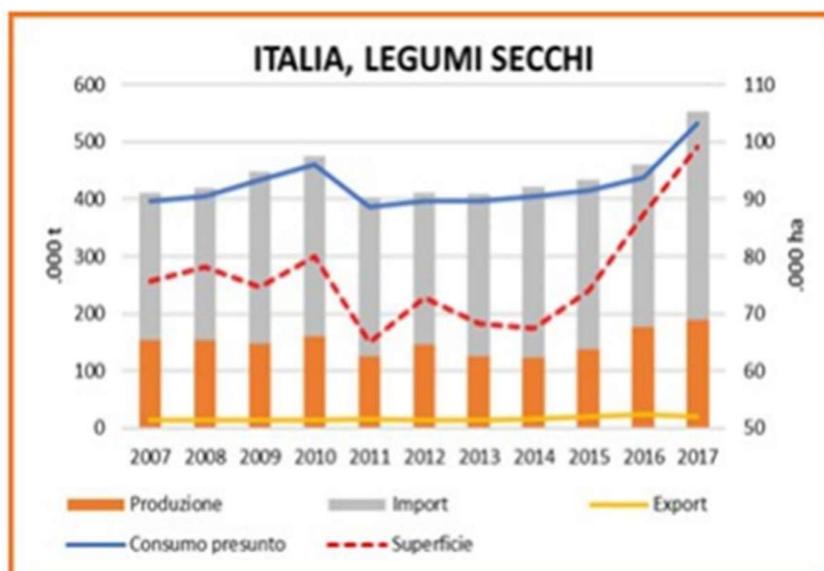
miglioratrice. Per questo nel presente progetto si è considerata la fava come colture in grado di coprire il terreno durante tutto l'anno. I legumi sono da sempre al centro della tradizione contadina, rivestendo un ruolo fondamentale dal punto di vista alimentare, sia umano che zootecnico. E lo sono ancora di più oggi, visto che il consumo eccessivo di carne e derivati è messo molto in discussione. I legumi, infatti, sono un ottimo sostituto della carne, grazie al loro elevato apporto di proteine. Negli ultimi 15 anni il tasso di crescita della produzione di legumi non ha saputo tenere il passo della relativa crescita della popolazione: infatti, secondo la FAO, tra il 2000 e il 2014 la popolazione mondiale è aumentata del 19% mentre la disponibilità di legumi pro-capite è cresciuta solo di 1,6 kg all'anno (M. Cappellini, IISole24Ore, 2018). L'Europa, in questo contesto di cambiamento, è troppo dipendente dalle importazioni di legumi dal resto del mondo, sia quelli destinati all'alimentazione umana sia quelli per i mangimi animali, ed è quindi necessario aumentarne la produzione interna per venire incontro alle esigenze dei consumatori di avere un cibo più sostenibile e più salutare. In Europa la classifica dei produttori di legumi vede al primo posto la Francia, con 788.000 tonnellate all'anno. Ma non rappresenta che l'1% delle produzioni mondiali di legumi; al primo posto, nel mondo, c'è l'India, dove viene coltivato oltre il 17% di tutti i legumi. Al secondo posto si trova il Canada che negli ultimi anni, ha lanciato il suo piano per lo sviluppo delle proteine vegetali.

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

Figura 40: Produzione di legumi secchi in UE – anno 2014, dati FA

In Italia, nell'ultimo trentennio, le leguminose da granella hanno subito una forte diminuzione, di eccezionale gravità, considerato che non disponiamo di fonti proteiche, animali vivi e carni macellate, così come di granella di proteaginose e relativi derivati per l'alimentazione sia degli uomini che degli animali. La produzione di legumi secchi (fagioli, lenticchie, ceci, piselli, fave) nel nostro Paese ha conosciuto una drastica diminuzione a partire dagli anni '60, passando da un quantitativo complessivo di 640.000 tonnellate al picco negativo di 135.000 tonnellate (-81%) raggiunto negli anni 2010-15. Oggi per fortuna l'Italia ha cominciato ad invertire la curva, parallelamente alle scelte alimentari che hanno sempre più premiato il consumo dei legumi.

In particolare, si sono registrati buoni trend di crescita nella produzione nazionale di ceci e lenticchie: complessivamente oggi l'Italia, con circa 200.000 tonnellate, si colloca all'ottavo posto in Europa per la produzione di legumi secchi (report sui legumi e sulle colture proteiche nei mercati mondiali, europei e italiani realizzato dall'istituto di ricerca Areté per conto dell'Alleanza Cooperative Agroalimentari). Dalla relazione emerge come il lungo trend negativo della produzione registrato in Italia negli ultimi decenni abbia avuto dirette conseguenze sugli scambi commerciali da e verso il nostro Paese, accentuando la posizione di importatore netto dell'Italia, da 4.500 tonnellate di legumi nel 1960 a circa 360.000 nel 2017. L'Italia dipende quindi fortemente dalle importazioni di tutti i legumi per soddisfare la propria domanda. Lo attestano con grande evidenza questi dati: nel 2017 il rapporto import / consumo presunto è stato del 98% per le lenticchie, del 95% per i fagioli, del 71% per i piselli, del 59% per i ceci.



**Figura 40: Produzione e consumo di legumi secchi in Italia dal 2007 al 2017**

Rispetto alla media europea, nell'anno 2016 (ultimi dati disponibili per la UE), l'Italia ha importato il 65% del suo consumo, contro il 33% della Ue. I nuovi dati pubblicati dall'ISMEA (2016) riguardo alla produzione e al consumo in Italia evidenziano una certa crescita. Le motivazioni sono imputabili ad una riscoperta di queste proteine vegetali che ben rispondono ai nuovi stili alimentari che vanno sempre più diffondendosi (vegetariani e vegani nella fattispecie). La produzione nazionale è localizzata per il 63% in Sicilia, Abruzzo, Toscana, Marche e Puglia. Dai dati ISTAT emerge che la superficie rilevata nel 2011 era di 64.468 ettari, con una produzione di 1.343.165 quintali.

In Sardegna la situazione legumicola è molto variegata anche in considerazione della disponibilità delle superfici sottoposte a coltivazione. Le leguminose da granella, storicamente, venivano coltivate con il solo scopo di fornire alimentazione al bestiame ma negli ultimi anni stanno assumendo un ruolo fondamentale non solo nella rotazione in campo con i cereali ma anche perché si riconoscono ai legumi tutte le proprietà sopra menzionate, non ultima quella di costituire un pilastro fondamentale della dieta mediterranea. Secondo gli ultimi dati forniti dalla Coldiretti, la Sardegna è la sesta regione italiana per produzione di legumi; metà della produzione regionale si concentra nella provincia di Cagliari. La specie più coltivata è la fava, con il 60% del totale raccolto di leguminose che prospera grazie ad un microclima favorevole. Gli altri legumi coltivati sono rappresentati da ceci, lenticchie, piselli e cicerchia. Vengono coltivate sia varietà che abbiamo importato da altri paesi che ecotipi locali che vengono mantenuti grazie da un processo di moltiplicazione "in campo". Tali ecotipi locali costituiscono delle vere e proprie nicchie ecologiche e sono rappresentativi di un determinato territorio. Grazie all'isolamento della regione, moltissime varietà antiche locali non si sono mai contaminate con altre, e per questo sono diventate fonte di studio e ricerca in ambito scientifico. Le produzioni sono minime, ma significative, partendo dai fagioli: il fagiolo bianco di Terraseo e quello bianco di Fluminimaggiore, nel Sulcis, che cuociono velocemente e tengono bene la cottura, i fagioli Tiansesi, prodotti nella zona di Tiana, comune del Nuorese e il fassobeddu Corantinu (fagiolo quarantino), il cui nome fa riferimento alla breve durata del ciclo produttivo. Un altro legume storicamente rappresentativo è il cece, tra cui segnaliamo il cece di Logudoro, del Campidano, che viene chiamato cixi o cixiri, e il cece della Marmilla, zona di grandi coltivazioni di legumi.

Non mancano certo la cicerchia (Inchixa) coltivata in più zone della Sardegna, e la lenticchia, tra cui quella nera di Calasetta, rara ma di ottima qualità.

Le coltivazioni sono distribuite su tutto il territorio regionale con produzioni variabili da zona a zona e livelli qualitativi sempre eccellenti. Il problema principale riguarda la produzione in quanto le superfici investite a legumi, seppur in crescita rispetto al trend degli ultimi anni, riescono a coprire solo parte della richiesta interna. Il ruolo di primo piano di legumi è dovuto sostanzialmente alle loro peculiarità agronomiche e alla relativa facilità d'impianto. L'esiguo fabbisogno irriguo rende la coltivazione dei legumi una scelta oculata e intelligente in zone aride e in regioni a rischio siccità. I legumi non si limitano soltanto ad apportare benefici alla salute umana, ma migliorano anche le condizioni di vita del suolo e i residui dei raccolti delle leguminose possono essere utilizzati come foraggio per i animali. Le leguminose possono ospitare, in maniera simbiotica, nel proprio apparato radicale alcuni tipi di batteri del genere *Rhizobium*: questi hanno la capacità di fissare l'azoto atmosferico ossia di prendere quel 78% di azoto presente nella nostra atmosfera e trasformarlo in una forma che sia assimilabile dalla pianta. Questi batteri vivono in simbiosi con le leguminose e sono in grado di assorbire e convertire l'azoto atmosferico in composti azotati, riducendo le emissioni di CO<sub>2</sub> che possono essere utilizzati dalle piante e contemporaneamente migliorare la fertilità del suolo. I rizobi, però, non arricchiscono solo le piante ma anche il terreno stesso: in agricoltura i legumi sono definiti colture di arricchimento, generalmente da alternare ai cereali che invece sono definiti depauperanti. I legumi riescono a fissare tra 72 e 350 kg di azoto per ettaro/anno. Inoltre, contribuiscono a migliorare adesso tessitura del terreno e nei sistemi di coltivazione "consociati" possono ridurre l'erosione del suolo e contribuire a controllare infestazioni e malattie; inoltre, riducono l'utilizzo di pesticidi chimici in agricoltura migliorando la fertilità del suolo e favorendo anche la biodiversità. Di seguito si riporta una panoramica e le principali caratteristiche delle leguminose da granella che trovano impiego pratico in Sardegna e che saranno impiegate nelle aree di impianto.

### **32.2 Fava**

La fava si coltiva per la sua granella che, secca o fresca, trova impiego come alimento per l'uomo e per gli animali. La pianta è coltivata per foraggio (erbaio) e anche per sovescio. Nei tempi recenti il consumo dei semi secchi si è ridotto, mentre ampia

diffusione ha ancora nell'alimentazione umana l'uso della granella immatura fresca o conservata in scatola o surgelata. La fava è una leguminosa appartenente alla tribù delle Viciae; il suo nome botanico è *Vicia faba* (o anche *Faba vulgaris*). Nell'ambito della specie tre varietà botaniche sono distinguibili in base alla dimensione dei semi:

*Vicia faba maior*, fava grossa, che produce semi appiattiti e grossi (1.000 semi pesano da 1.000 a 2.500 g), impiegati per l'alimentazione umana;

*Vicia faba minor*, favino o fava piccola, i cui semi sono rotondeggianti e relativamente piccoli (1.000 semi pesano meno di 700 g) e s'impiegano per seminare erbai e sovesci (poiché fanno risparmiare seme, rispetto alle altre varietà) e anche come concentrati nell'alimentazione del bestiame. Il seme viene anche sottoposto ad un processo di "decorticazione" che consente di eliminare il tegumento esterno e rendere il prodotto secco impiegabile per l'uso alimentare.

*Vicia faba equina*, favetta o fava cavallina, provvista di semi appiattiti di media grandezza (1.000 semi pesano da 700 a 1000 g) che s'impiegano per l'alimentazione del bestiame e, oggi, anche dell'uomo come granella fresca in scatola o surgelata.





**Figure 41- 42: La pianta della Fava e il baccello**

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

Grazie al fatto che è una leguminosa, che è sarchiata e che libera il terreno assai presto da consentire un'ottima preparazione per il frumento, la fava è una coltura miglioratrice eccellente che costituisce un'ottima precessione per i cereali; il suo posto nella rotazione è quindi tra due cereali. Si può considerare che il cereale che segue la fava trovi un residuo di azoto, apportato dalla leguminosa, dell'ordine di 40-50 Kg/ha.

In buone condizioni di coltura, dopo aver raccolto la granella, la fava lascia una quantità di residui dell'ordine di 4-5 t/ha di sostanza secca. La preparazione razionale del suolo consiste in un'aratura profonda (0,4-0,5 m) che favorisca l'approfondimento delle radici e quindi l'esplorazione e lo sfruttamento delle risorse idriche e nutritive più profonde. Non è necessario preparare un letto di semina molto raffinato: la notevole mole dei semi fa sì che il contatto col terreno sia assicurato anche se persiste una certa collosità.

La concimazione minerale della fava va basata principalmente sul fosforo, dato che come tutte le leguminose essa è particolarmente sensibile e reattiva a questo elemento: 60-80 Kg/ha di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sono la dose da apportare. Il potassio generalmente abbonda nei terreni argillosi dove la fava dovrebbe trovare la sua sede. Per quanto riguarda l'azoto la fava è di fatto autosufficiente, grazie alla simbiosi con il *Bacillus radicicola*, per cui la concimazione azotata non è necessaria. La semina autunnale va fatta in modo che le piantine abbiano raggiunto lo stadio di 3-5 foglie prima dell'arrivo dei freddi (seconda decade di novembre).

La quantità di seme deve essere tale da assicurare 12-15 piante per mq nel caso di fava grossa, 25-35 nel caso di favette e di 40-60 nel caso di favino. Le quantità di seme vanno calcolate in base al peso medio dei semi: in genere oscillano sui 200-300 Kg/ha o più. La semina si fa in genere con le seminatrici universali a file distanti 0,50 m nel caso di fava e favetta, di 0,35-0,40 m nel caso del favino. La semina deve essere piuttosto profonda: 60-80 mm nel caso di fava grossa, 40-50 mm nel caso di favetta e di favino.

Nella coltura da pieno campo la semina fitta determina l'innalzamento dell'inserzione dei baccelli più bassi, il che è vantaggioso per la mietitrebbiatura che in tal modo dà luogo a minor perdite di granella. Tra le cure colturali che (non sempre) si fanno fa ricorso a sarchiature, a leggere rincalzature e a cimature. La raccolta dei semi "secchi" si fa quando la pianta è completamente secca. La fava grossa non si riesce a raccogliere con mietitrebbiatrici, se non con pessimi risultati qualitativi (rottura dei semi). Solo il favino si raccoglie abbastanza facilmente mediante mietitrebbiatrice opportunamente regolata. L'epoca di raccolta si fa risalire mediamente a metà di giugno. La produzione di semi freschi per l'industria è considerata buona quando giunge a 5-6 t/h

### 33.1 SULLA

La Sulla (*Hedysarum coronarium*), pianta spontanea e/o coltivata, è una leguminosa i cui frutti, che sono appunto legumi, vengono impiegati principalmente come foraggio per gli animali. La pianta cresce spontaneamente in tutti i paesi del bacino del Mediterraneo. Per questo motivo si crede che la sua origine sia legata proprio a queste zone. Proprio per via della sua crescita spontanea e dell'utilizzo per scopo agricolo, la sulla non viene particolarmente presa in considerazione per le coltivazioni nei campi. Solo in Italia, tra i paesi dell'Unione Europea, esiste una coltivazione specializzata della sulla, utilizzata sia come foraggio che come fieno.

La sulla è una pianta spontanea dalla radice forte e fittonante, capace di penetrare anche in profondità in suoli difficili. Gli steli sono eretti e la pianta può raggiungere un'altezza complessiva che varia da un metro a 1,50 m. Le foglie hanno forma leggermente ovale e si raggruppano in nuclei da 4-6 foglie. I fiori, in quantità variabile da 20 a 40 per pianta, sono attaccati tramite peduncoli ai racemi ascellari delle infiorescenze. I frutti, chiamati lomenti, sono composti da 4-5 semi che, a maturazione completa, si staccano diventando singoli segmenti racchiusi in discoidi con aculei di protezione.

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

È una pianta che, per sua natura, ama il clima caldo e temperato. Non resiste molto al freddo: già a 6-8 gradi sotto lo zero, la sulla è destinata a scomparire. La sulla resiste in assenza di irrigazioni artificiali o di piogge poiché le sue radici sono in grado di trovare acqua autonomamente andando in profondità nel terreno. Tuttavia, nel caso di una coltivazione intensiva, è il caso di valutare la possibilità di irrigarla manualmente per mantenere il terreno umido e garantire un apporto idrico adeguato. Il sullaio produce un solo taglio al secondo anno, nell'anno d'impianto e dopo il taglio fornisce solo un eccellente pascolo. L'erba di sulla è molto acquosa (circa 80-85%) e piuttosto grossolana: ciò che ne rende la fienagione molto difficile. Le produzioni di fieno sono variabilissime, con medie più frequenti di 4-5 t/ha. Il foraggio si presta bene ad essere insilato e pascolato. Un buon fieno di sulla ha la seguente composizione: s.s. 85%, protidi grezzi 14-15% (su s.s.), U.F. 0,56 per Kg di s.s. Attualmente vi sono quattro varietà iscritte al registro nazionale: "Grimaldi", "Sparacia", "Bellante" e "S. Omero".



**Figura 43: La pianta della Sulla**

Nei Paesi in cui la specie è stata introdotta di recente sono stati avviati programmi di miglioramento che hanno già condotto alla costituzione di nuove varietà come, ad esempio, la "Necton" in Nuova Zelanda. La sulla viene generalmente seminata alla fine dell'estate come seme nudo sulle stoppie di frumento (In autunno con 80-100 Kg/ha di seme vestito o in primavera con 20-25 Kg/ha di seme nudo). Continua a crescere per tutto l'inverno e inizia la produzione dopo il primo taglio, tra aprile e maggio. Una volta

raccolta tramite mietitrebbiatrice, la sulla può essere fatta essiccare e i fusti usati come foraggio per gli animali. Un altro utilizzo dei semi di sulla avviene in ambito culinario, con la produzione del miele di sulla diffusa specialmente in sud Italia. Il miele di sulla si cristallizza dopo qualche mese dalla raccolta e assume un tipico odore di fiori e fieno, con un sapore dolce dal retrogusto leggermente acidulo. È un miele considerato di alta qualità e ricco di oligoelementi quali magnesio, zinco, rame e ferro. La pianta della sulla è inoltre utilizzata in cucina per arricchire insalate e secondi piatti. Infine, la sulla, nelle sue parti verdi – foglie e fusti – viene impiegata in erboristeria e nella produzione di farmaci omeopatici per le sue qualità astringenti e per abbassare il colesterolo.

### **33.2 TECNICHE DI COLTIVAZIONE**

Per la sua ampia adattabilità e la buona resistenza a temperature elevate e alla siccità si ritrova frequentemente in ambienti mediterranei. L'ampio utilizzo è dovuto anche all'elevata capacità produttiva e alla possibilità di utilizzarla sia per lo sfalcio che per il pascolo. Presenta una ampia adattabilità ai suoli e si adatta meglio di altre leguminose anche alle argille calcaree o sodiche. Non tollera pH acidi e non sopporta il ristagno idrico. È una pianta molto rustica, ed è usata prevalentemente per la formazione di prati monofiti. Normalmente è una pianta biennale (raramente 3-4 anni). In quanto pianta miglioratrice, la sulla è coltivata come prato monofita in rotazione con i cereali (frumento, orzo e avena). Se il terreno non ha mai ospitato questa leguminosa ed è perciò privo del rizobio specifico, non è possibile coltivare la sulla. Senza la simbiosi con il bacillo azotofissatore non crescerebbe o crescerebbe stentatissima. In tal caso è necessario procedere all'"assullatura", inoculando il seme al momento della semina con coltura artificiali del microrganismo (*Bacillus radicicola*). È opportuno interrare il seme a circa 2-3 cm di profondità; la semina può essere a spaglio ma è da preferire quella a file (distanti 20-30 cm). La dose consigliata è di 40-45 kg ha<sup>-1</sup> se il seme è nudo, e di circa 4–8 volte tale dose se il seme è vestito, data l'incidenza di semi duri (40%) e di semi vuoti (30%). Per la semina meccanica le dosi sono di 25- 30 kg ha<sup>-1</sup>. L'epoca di semina è un elemento importante, influenzato principalmente dal tipo di utilizzo (sfalcio o pascolo) e dalla destinazione d'uso (foraggio o seme). La semina in autunno è da preferire nelle località con autunno piovoso ed inverno mite, mentre la semina primaverile è consigliata nelle zone fredde e con primavera piovosa. Per avere un buon impianto è necessario curare i lavori preparatori. La sulla trae notevoli benefici dall'aratura e da una buona preparazione del letto di semina. Le lavorazioni, sia per

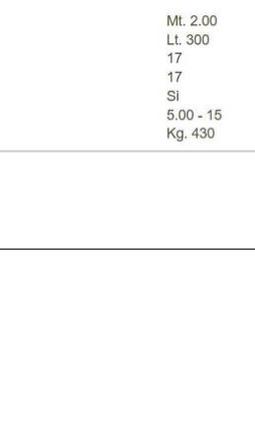
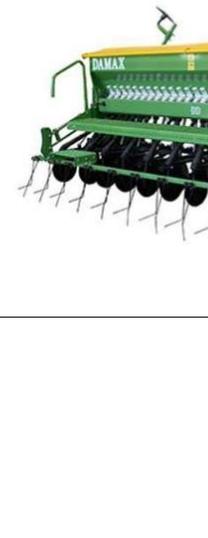
una semina autunnale che per una primaverile, si effettuano subito dopo la raccolta della coltura precedente. Ad una aratura di 30-40 cm si fa seguire un buon amminutamento e livellamento del terreno per evitare ristagni dannosi. Negli appezzamenti con pendenza media superiore al 30% si avrà cura di effettuare solo una minima lavorazione, la semina su sodo e la scarificazione. Negli appezzamenti con pendenza media compresa tra il 10% e il 30%, oltre alle tecniche sopra descritte, si faranno lavorazioni ad una profondità massima di 30 cm, ad eccezione delle rippature per le quali non ci saranno limitazioni. Inoltre, sarà opportuno la realizzazione di solchi acquai temporanei ad una distanza massima di 60 metri o prevedere, in situazioni geopedologiche particolari e di frammentazione fondiaria, idonei sistemi alternativi di protezione del suolo dall'erosione. La fertilizzazione sarà condotta con l'obiettivo di garantire produzioni di elevata qualità e in quantità economicamente sostenibili, nel rispetto delle esigenze di salvaguardia ambientale, del mantenimento della fertilità e della prevenzione delle avversità. Essa, pertanto, terrà conto delle caratteristiche del terreno e delle esigenze della coltura. I quantitativi di macroelementi da apportare saranno calcolati adottando il metodo del bilancio, sulla base delle analisi chimico-fisiche del suolo. Le dosi di azoto, oltre i 100 kg/ha, saranno frazionate ad eccezione della somministrazione di fertilizzanti a lenta cessione. Generalmente, comunque, non sono necessarie concimazioni azotate, mentre sono notevoli le esigenze in fosforo ed in potassio, da somministrare alle lavorazioni del terreno. Trattandosi di una leguminosa da prato coltivata in terreni marginali non sono normalmente previste irrigazioni, in quanto sono da ritenersi sufficienti gli apporti idrici naturali. Il sulletto può essere utilizzato come prato o come prato-pascolo. Con la semina autunnale, l'utilizzazione può iniziare già da metà febbraio come pascolo fino a marzo. Per poi sfalciare in aprile-maggio. Negli ambienti meridionali la maggiore produzione di seme si ottiene al secondo anno; pertanto, al primo anno il sulletto si può utilizzare per la produzione di foraggio. Nel secondo anno è consigliabile pascolarlo o sfalciarlo entro il mese di febbraio e destinare il successivo taglio alla produzione di seme. **La produzione al 1° anno si aggira intorno ai 40 - 50 t ha-1 di foraggio fresco, che aumentano nel 2° anno a 50 - 60 t ha-1 di foraggio fresco. Considerando un prezzo di vendita medio del foraggio pari a 60,00-70,00 €/t, con una produzione di 40 t/ha si ottiene un ricavo lordo di 2.359,20 €/ha.**

### **32.1 UTILIZZI E CURIOSITÀ**

La sua domesticazione è recente; le sue prime notizie storiche risalgono circa al 1700. È stata segnalata per la prima volta in Sicilia, all'inizio del XVII secolo, come pianta ornamentale proveniente dalla Spagna, ed i botanici ritengono che successivamente si sia talmente diffusa da essere considerata spontanea. L'Italia è l'unico Paese mediterraneo in cui venga coltivata su superfici significative. Nuove coltivazioni si ritrovano in Tunisia, Spagna, Portogallo, parte occidentale del Nord America, Australia e Nuova Zelanda. In Italia sono iscritte al Registro Nazionale quattro varietà: Grimaldi, Sparacia, Bellante e Sant'Omero. Nei Paesi in cui la specie è stata introdotta di recente sono stati avviati programmi di miglioramento genetico che hanno portato alla costituzione di nuove varietà. Nota è la sua efficacia nel ridurre le infezioni gastro-intestinali degli animali al pascolo, grazie al buon contenuto di tannini e all'elevato valore proteico, come dimostrato da alcuni studi effettuati in Nuova Zelanda, dove viene utilizzata, oltre che per il pascolamento, sia per la produzione di insilati sia come coltura di copertura per la protezione del suolo e la produzione integrata di miele. Ottima coltura foraggera, dal punto di vista agricolo risulta anche un'ottima miglioratrice della fertilità del terreno grazie all'attività azotofissatrice, ma soprattutto alla potente radice fittonante in grado di colonizzare i terreni argillosi e pesanti, come le argille plioceniche tipiche delle colline dell'Italia centro-meridionale, rendendoli idonei ad ospitare colture più esigenti. Infatti, con la decomposizione del suo sviluppato apparato radicale si creano dei cunicoli che permettono l'aerazione ed una sorta di "aratura" del terreno. Non è possibile coltivare la Sulla in un terreno che non l'abbia mai ospitata e quindi privo del rizobio specifico, poiché senza la simbiosi col suo bacillo azotofissatore crescerebbe stentatissima o non crescerebbe affatto. In tal caso è necessario procedere con l'assullatura, cioè l'inoculazione del seme al momento della semina con una coltura artificiale del microrganismo. È un'ottima pianta mellifera il cui miele risulta fra i più apprezzati e conosciuti (arriva a produrre fino a 500 kg di miele per ettaro). In Italia, fino al recente passato, l'Appennino romagnolo era dei maggiori luoghi di produzione; attualmente le aree interessate alla coltivazione si vanno riducendo alle sole regioni di Abruzzo, Molise, Calabria e Sicilia. Il miele di sulla ha un colore che va dal bianco al giallo paglierino se liquido, al beige se cristallizzato. Cristallizza alcuni mesi dopo il raccolto, formando una massa compatta, pastosa, con granuli fini. Ha un odore molto tenue, floreale, con leggero aroma di fieno e un sapore dolce, leggermente acido.

Contiene fruttosio di alta qualità ed una gran quantità di oligoelementi (magnesio, rame, zinco, ferro, manganese). La Sulla è una pianta edule in considerazione delle sue buone qualità alimentari; in cucina si usano sia le foglie che i fiori per arricchire le insalate crude o per preparare, anche mista ad altre erbe, flan, frittate e zuppe varie. Si consuma pure lessata e condita con olio e limone, oppure cucinata con uova strapazzate. Inoltre, si usa come alimento medicinale per le sue funzioni lassative e rinfrescanti. In erboristeria viene usata per le note proprietà astringenti, vitaminizzanti e antiolesterolo.

Si riporta, di seguito, l'elenco delle attrezzature e le relative schede tecniche con gli ingombri dei macchinari che verranno utilizzati per effettuare le operazioni agronomiche in campo.

PARCO MACCHINE GESTIONE COLTURALE – leguminose da granella e da foraggio (fava e sulla)			
Operazione culturale e larghezza di lavoro		Immagine	
Trattore gommato (nella foto  )			
Lunghezza totale	2.570 mm		
Larghezza totale	Giardino		1.095 mm
	Agricolo		1.055 mm
Altezza totale	Giardino		2.220 mm
	Agricolo		2.250 mm
Carreggiata giardino	Anteriore		855 mm
	Posteriore		870 mm
Carreggiata agricolo	Anteriore		755 mm
	Posteriore		790 mm / 960 mm
Passo	1.345 mm		
Luce da terra	Giardino	205 mm	
	Agricolo	240 mm	
Seminatrice di precisione a dischi trainata			
<b>Modello</b>	<b>Mt. 2.00</b>		<b>Mt. 2.00</b>
Larghezza di lavoro	Mt. 2.00		Mt. 2.00
Capacità della tramoggia seme	Lt. 300		Lt. 400
Numero standard di file	17		21
Numero massimo di file	17		21
Cambio / Variatore continuo a bagno d'olio	Si		Si
Pneumatici	5.00 - 15		5.00
Peso approssimativo	Kg. 430		Kg. 430

<p>Spandiconcime centrifugo trainato</p> <table border="1"> <tr> <td>Capacità: 930 lt</td> </tr> <tr> <td>Peso 168 kg</td> </tr> <tr> <td>Dimensioni 150x130x120 cm</td> </tr> </table>	Capacità: 930 lt	Peso 168 kg	Dimensioni 150x130x120 cm																		
Capacità: 930 lt																					
Peso 168 kg																					
Dimensioni 150x130x120 cm																					
<p>Sarchiatura e/o ripuntatrice – macchine trainate</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>↔ mm</th> <th>↑ mm</th> <th>h</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2200</td> <td>2150</td> <td>1250</td> </tr> <tr> <td>2500</td> <td>2150</td> <td>1250</td> </tr> <tr> <td>2800</td> <td>2150</td> <td>1250</td> </tr> </tbody> </table>	↔ mm	↑ mm	h	2200	2150	1250	2500	2150	1250	2800	2150	1250									
↔ mm	↑ mm	h																			
2200	2150	1250																			
2500	2150	1250																			
2800	2150	1250																			
<p>Macchina spazzolatrice-raccoglitrice trainata</p> <p>Larghezza di lavoro variabile – da 1,20 m a 2,40 m</p>																					
<p>Raccolta con mini-mietitrebbie</p> <table border="1"> <tr> <td>Altezza libera dal suolo</td> <td>190 – 250 mm</td> </tr> <tr> <td>Passo</td> <td>2360 mm</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>Apparati falcianti e accessori</b></td> </tr> <tr> <td>Apparato falciante con convogliatore a nastro</td> <td>125 cm, 150 cm</td> </tr> <tr> <td>Regolazione dell'altezza di taglio</td> <td>Idraulico</td> </tr> <tr> <td>Spostamento dell'aspo</td> <td>0 – 45 giri/min idraulico</td> </tr> <tr> <td>Aspo</td> <td>In 4 o 5 parti</td> </tr> <tr> <td>Deflettore laterale extra lungo</td> <td>Opzionale: a sinistra e destra</td> </tr> <tr> <td>Alzaspighe</td> <td>5 o 6 pz., secondo la larghezza di taglio</td> </tr> <tr> <td>Dimensioni</td> <td>Lunghezza: 5550 mm Larghezza: da 2050 mm Altezza: 3025 mm Altezza con sistema di aspirazione laterale: 2650 mm</td> </tr> </table> <p>Wintersteiger – mietitrebbia parcellare (AUSTRIA con filiale italiana a La Villa in Badia a Bolzano) Modello classic plus (ne esistono diversi)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>	Altezza libera dal suolo	190 – 250 mm	Passo	2360 mm	<b>Apparati falcianti e accessori</b>		Apparato falciante con convogliatore a nastro	125 cm, 150 cm	Regolazione dell'altezza di taglio	Idraulico	Spostamento dell'aspo	0 – 45 giri/min idraulico	Aspo	In 4 o 5 parti	Deflettore laterale extra lungo	Opzionale: a sinistra e destra	Alzaspighe	5 o 6 pz., secondo la larghezza di taglio	Dimensioni	Lunghezza: 5550 mm Larghezza: da 2050 mm Altezza: 3025 mm Altezza con sistema di aspirazione laterale: 2650 mm	 
Altezza libera dal suolo	190 – 250 mm																				
Passo	2360 mm																				
<b>Apparati falcianti e accessori</b>																					
Apparato falciante con convogliatore a nastro	125 cm, 150 cm																				
Regolazione dell'altezza di taglio	Idraulico																				
Spostamento dell'aspo	0 – 45 giri/min idraulico																				
Aspo	In 4 o 5 parti																				
Deflettore laterale extra lungo	Opzionale: a sinistra e destra																				
Alzaspighe	5 o 6 pz., secondo la larghezza di taglio																				
Dimensioni	Lunghezza: 5550 mm Larghezza: da 2050 mm Altezza: 3025 mm Altezza con sistema di aspirazione laterale: 2650 mm																				

Figura 44-45: Parco Mezzi machine gestione culturale

## 34 RISPETTO DEI REQUISITI

Si riportano di seguito i calcoli effettuati in rispetto dei requisiti in quanto definisce le condizioni necessarie per garantire l'attività pastorale. Come già detto, un sistema agrivoltaico deve essere caratterizzato da configurazioni finalizzate a garantire la continuità dell'attività agricola: tale requisito può essere declinato in termini di densità o porosità.

Tale risultato si deve intendere raggiunto al ricorrere simultaneo di una serie di condizioni costruttive e spaziali. In particolare, sono identificati i seguenti parametri:

- A1- Superficie minima coltivata: è prevista una superficie minima dedicata alla coltivazione;
- A2- LAOR massimo: è previsto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola;

<b>Dati impianto</b>	
Stot - Superficie totale aziendale [mq]	1.837.480
Superficie Copertura Moduli FV [mq]	290.100
Superficie recintata Campi FV [mq]	829.851

<b>A.1 - SUPERFICIE MINIMA PASTORALE [mq]</b>
$Sp_{\text{pastorale}} > 0,7 \times Stot$
$0,7 \times 829.851 = 580.896$

<b>A.1 - Spastorale (mq.)</b>
743.628

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

Per valutare la densità dell'applicazione fotovoltaica rispetto al terreno di installazione e possibile considerare indicatori quali la densità di potenza (MW/ha) o la percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR). Nella prima fase di sviluppo del fotovoltaico in Italia (dal 2010 al 2013) la densità di potenza media delle installazioni a

terra risultava pari a circa 0,6 MW/ha, relativa a moduli fotovoltaici aventi densità di circa 8 m<sup>2</sup>/kW (ad. es. Singoli moduli da 210 W per 1,7 m<sup>2</sup>). Tipicamente, considerando lo spazio tra le stringhe necessario ad evitare ombreggiamenti e favorire la circolazione dell'aria, risulta una percentuale di superficie occupata dai moduli pari al circa il 50%. L'evoluzione tecnologica ha reso disponibili moduli fino 350-380 W (a parità di dimensioni), che consentirebbero, a parità di percentuale di occupazione del suolo (circa 50%), una densità di potenza di circa 1 MW/ha. Tuttavia, una ricognizione di un campione di impianti installati a terra (non agrivoltaici) in Italia nel 2019-2020 non ha evidenziato valori di densità di potenza significativamente superiori ai valori medi relativi al Conto Energia. Una certa variabilità nella densità di potenza, unitamente al fatto che la definizione di una soglia per tale indicatore potrebbe limitare soluzioni tecnologicamente innovative in termini di efficienza dei moduli, suggerisce di optare per la percentuale di superficie occupata dai moduli di un impianto agrivoltaico. Al fine di non limitare l'adizione di soluzioni particolarmente innovative ed efficienti si ritiene opportuno adottare un limite massimo di LAOR del 40%:

<b>A.2 - PERCENTUALE SUPERFICIE COPERTA DA FV [mq]</b>
LAOR < 40%
<b>34.96 %</b>

### 35 **COLTURE ARBOREE – ARBUSTIVE.**

È stata condotta una valutazione preliminare su quali colture impiantare. In particolare, sono state prese in considerazione varie tipi di piantagioni in particolare la vite, olivo, ed altre.

La scelta è ricaduta sull'impianto di un oliveto intensivo.

### 36 **IMPIANTO OLIVETO**

Il nuovo oliveto deve essere progettato in maniera da permettere una gestione economicamente conveniente, occorre per cui che siano ottimizzati i fattori (luce, temperatura, disponibilità di elementi nutritivi e acqua) che influenzano i processi fisiologici e biologici che sono alla base dell'accrescimento vegetativo e della produzione (quantità e qualità) e che sia resa possibile la meccanizzazione delle

operazioni colturali, con particolare riferimento alla raccolta, in modo da ridurre i costi di produzione.

Di seguito sono fornite indicazioni sulle principali caratteristiche che un sito deve possedere per poter essere considerato vocato per l'olivicoltura.



**Figura 46: Simulazione oliveto nel campo agrofotovoltaico**

### **A. Esigenze climatiche**

Le informazioni necessarie per valutare la vocazionalità climatica di un'area devono essere tratte da serie storiche di almeno un trentennio dei principali parametri climatici (T minima e massima, precipitazioni, velocità del vento, frequenza di grandinate, ecc.), facendo riferimento a stazioni metereologiche ubicate nella zona considerata. Le indicazioni relative all'idoneità del sito di progetto sono state tratte dal sito [www.ucea.it](http://www.ucea.it).

### **B. Temperatura**

Le temperature invernali nel caso in esame non scendono sotto -6 -7 °C. La qualità dell'olio, la temperatura può influenzare la composizione acidica e il contenuto in polifenoli. Le alte temperature tendono a ridurre il contenuto di acido oleico e ad aumentare quello in acido palmitico e/o linoleico; quando le temperature sono piuttosto alte si ha anche un aumento dell'acido linolenico. In genere, negli ambienti caldi si hanno contenuti tendenzialmente più bassi di sostanze fenoliche.

### **C. Precipitazioni**

Nel caso dell'area di progetto dove si ha una piovosità di 800-1100 mm/anno l'olivo verrà coltivato in asciutto con buone risposte in termini di produzione ed accrescimento vegetativo. In questo caso, un'eventuale irrigazione può migliorare l'attività vegeto-produttiva in caso di periodi particolarmente caldi e siccitosi durante la stagione vegetativa. Forti carenze idriche durante la fase di accrescimento del frutto in cui si ha l'accumulo dell'olio (agosto-settembre) possono determinare l'insorgenza in quest'ultimo del difetto di secco/legno.

### **D. Umidità dell'aria**

L'elevata umidità dell'aria, favoriscono l'attacco di patogeni (in particolare dell'occhio di pavone) e fitofagi (in particolare della mosca e della cocciniglia), determina condizioni di maggiori difficoltà per l'olivo. Tuttavia, in aree dove le temperature invernali possono raggiungere livelli critici per la specie, le grandi masse d'acqua svolgono un ruolo positivo, mitigando le condizioni termiche. Da un'analisi del sito di intervento e sulla base di queste considerazioni è stata scelta il tipo di ulivo da impiantare.

### **E. Esigenze pedologiche**

Sono state eseguite opportune analisi del terreno al fine di definire anche in questo caso il tipo di ulivo da impiantare.

### **F. Scelta del tipo di ulivo**

Nel corso di secoli, a seguito della pressione selettiva esercitata dagli olivicoltori e grazie alle notevoli differenze rilevabili negli ambienti in cui l'olivo si è sviluppato, si sono originate e diffuse nel mondo più di 1200 varietà di olivo. In Italia ne sono state descritte circa 540 e tale numero sta aumentando, in quanto negli ultimi anni diversi studi hanno preso in considerazione anche varietà locali che non erano mai state oggetto di descrizione prima. Il patrimonio olivicolo esistente risulta piuttosto stabile, in quanto per l'olivo è difficile ottenere nuove varietà mediante attività di miglioramento

genetico condotte con i metodi classici (incrocio, uso di agenti mutageni, ecc.). La scelta delle cultivar da utilizzare per la realizzazione del nuovo impianto è di fondamentale importanza e quindi deve essere fatta in maniera molto accurata. Infatti, in caso di errore si hanno negative ripercussioni sulla produzione e gestione dell'oliveto per tutta la durata dell'impianto.

Per effettuare in maniera ottimale la scelta della cultivar è stata individuata nell'area di intervento le varietà presenti che hanno dato prova di adattamento alle condizioni ambientali della stessa. Di tali varietà dovranno essere analizzati i seguenti aspetti:

- l'abbondanza e la costanza della produzione (quantità di frutti, resa in olio e alternanza di produzione);
- la resistenza alle avversità pedo-climatiche (salinità del terreno, siccità, gelate, ecc.) e la sensibilità ai patogeni (occhio di pavone, rogna, ecc.) ed ai fitofagi (mosca, cocciniglia, ecc.) che possono attaccare le piante ed i frutti;
- l'idoneità alla meccanizzazione della raccolta; per un ottimale utilizzo delle macchine per effettuare la raccolta sono richiesti frutti di peso medio o elevato (> 2,0 g), con maturazione non troppo scalare (onde evitare il mancato distacco dei frutti immaturi) o non troppo contemporanea (per evitare la perdita di prodotto per cascola se la raccolta, per qualche motivo, è eseguita in ritardo – es. a seguito di piogge persistenti) e resistenza al distacco non elevata; se si impiantano più cultivar potrebbe essere utile sceglierle con epoca di maturazione in successione, in maniera da poterle più facilmente raccogliere tutte nell'epoca ottimale;
- il vigore, che esprime la capacità di crescita della varietà, e l'habitus vegetativo, che indica la modalità di crescita della chioma, che può essere assurgente/compatta, espansa o piangente; questi fattori sono importanti per la scelta del sesto e delle distanze di piantagione e della forma di allevamento; in genere, i genotipi poco vigorosi hanno un'elevata propensione alla fruttificazione ed entrano in produzione prima di quelli vigorosi;
- la consistenza della polpa e la pigmentazione dei frutti; le olive con elevata durezza della polpa e pigmentazione limitata o tardiva, in genere, presentano una maggiore resistenza a subire ammaccature e ferite durante la raccolta e/o il trasporto e/o

l'eventuale conservazione, che possono determinare negative conseguenze sulla qualità dell'olio (rottura della compartimentazione dell'olio che, quindi, entra in contatto con enzimi che possono favorirne l'acidimento e l'ossidazione);

- le caratteristiche dell'olio, con particolare riferimento alla composizione acidica (sono considerati ottimi oli quelli con contenuto di acido oleico > 73%, acido linoleico < 10%, rapporto oleico/linoleico superiore a 7, ecc.), al contenuto in sostanze antiossidanti (soprattutto sostanze fenoliche e tocoferoli) e al profilo sensoriale.

Sulla base delle considerazioni prima esposte le conclusioni portano alla tipologia dal nome L'olivo Bosana è la varietà di olive più coltivata in Sardegna. Una cultivar medio-tardiva, da cui si ottengono buone quantità di un olio con ottime caratteristiche, ricco di polifenoli.

Viene chiamata in diversi modi:

Palma, Aligaresa, Bosinca, Tonda di Sassari, Sassarese, Olia de Ozzu, Olieddu, Ogliastrina.

La pianta è mediamente vigorosa con chioma espansa verso l'esterno; rametti penduli e lunghi con cime risalenti in modo caratteristico. La foglia è di grandi dimensioni, di colore verde scuro e di consistenza coriacea. Il frutto è di pezzatura medio-piccola (2-2.5 g), ellittico, leggermente asimmetrico con apice subconico-arrotondato. La maturazione è tardiva e molto scalare; alla raccolta le drupe sono di colore nero violaceo e rendono il 17-18% in olio. Cultivar di buona e costante produttività; autoincompatibile, presenta una bassa percentuale di fiori con ovario abortito (25%). Resiste bene alle basse temperature; non vengono segnalate particolari sensibilità alle fitopatie più comuni dell'olivo. Una volta esaminate le caratteristiche delle cultivar utilizzabili, occorre scegliere quelle da impiegare in funzione dell'obiettivo produttivo/commerciale che si intende perseguire e del metodo di coltivazione che si vuole adottare. Considerando che difficilmente si hanno cultivar che soddisfano tutti i requisiti richiesti, occorre stabilire delle priorità in base agli specifici obiettivi. Se l'obiettivo è quello di ottenere un olio di qualità standard (extravergine), i requisiti prioritari che le cultivar devono avere sono l'elevata produttività e l'adattabilità alla meccanizzazione della raccolta (occorre avere alte produzioni e bassi costi, dato che il prezzo del prodotto standard non raggiunge solitamente livelli elevati). Se l'obiettivo è quello di ottenere un prodotto a Denominazione di Origine Protetta (DOP) o a

Indicazione Geografica Protetta (IGP), per la scelta della varietà si deve fare riferimento alle norme riportate nei disciplinari di produzione, i quali definiscono sia le cultivar da utilizzare sia le relative percentuali di presenza.

La realizzazione dell'impianto, è stata sviluppata su un modello di olivicoltura definita superintensiva, che consiste nell'utilizzo di un elevato numero di piante/ha (1.100-2.500), appartenenti a varietà a sviluppo relativamente contenuto, per ottenere produzioni relativamente alte a partire dal 3° anno dall'impianto, e nell'allevare le piante in maniera da poter eseguire la raccolta con macchine scavallatrici (vendemmiatrici modificate), che permettono di ridurre enormemente i tempi di raccolta (3-4 h/ha) e quindi i costi per tale operazione.

Le distanze di piantagione dell'oliveto superintensivo sono di m 3, 5-4,5 tra le file e m 1,2-2,0 tra le piante lungo i filari.

#### **G. Età e struttura delle piante**

Le piante migliori, indipendentemente dal sistema di propagazione con cui sono state ottenute, e che verranno impiantate nell'area di intervento, sono quelle di 1,5-2 anni di età, alte m 1,5-2,0, allevate in contenitori di dimensioni adeguate (cm 15 x 15 x 20), in maniera da avere radici ben sviluppate nell'intero pane di terra.

#### **H. Modalità di esecuzione della piantagione**

Per mettere a dimora le piante occorre fare delle buche a mano o con trivella azionata da un trattore o con una moto-trivella, larghe e profonde 40 cm. Al momento dell'apertura delle buche il terreno deve essere asciutto, soprattutto se il terreno è argilloso, per evitare il compattamento delle pareti, che creerebbe poi ostacoli al deflusso dell'acqua, ed un cattivo accostamento e/o un eccessivo compattamento della terra intorno alle piantine se si esegue subito la piantagione. Le buche potrebbero anche essere aperte qualche giorno prima dell'esecuzione della piantagione affinché gli agenti atmosferici migliorino la struttura delle pareti e della terra che, accantonata intorno alle buche, servirà poi per riempirle. Sul fondo della buca va conficcato un tutore, che deve essere posto a nord della piantina, soprattutto se ha un diametro elevato, per evitare l'ombreggiamento delle foglie inserite lungo il fusticino. Se non è stata eseguita la fertilizzazione di fondo, si pone nella buca del concime o della sostanza organica (es. letame ben maturo) e si ricopre con uno strato di terra.



**Figura 30: Tutori per il sostegno delle piante**

Le piantine devono essere estratte dal vaso avendo cura di non rompere il pane di terra, dopodiché devono essere posizionate in maniera che il colletto si venga a trovare a non più di 5 cm sotto il livello del terreno ed il fusto dove era il picchetto. Solo in casi particolari le piantine possono essere messe più in profondità: con piante innestate quando si è in zone a rischio di gelate e pertanto è opportuno interrare il punto di innesto per favorire l'affrancamento e quindi permettere, in caso di danno alla parte aerea, la ricostituzione della pianta, tagliata alla base, mediante un pollone senza doverlo reinnestare. Per evitare di rompere il pane di terra al momento della svasatura delle piante occorre che questo abbia il giusto grado di umidità; quindi, è opportuno innaffiare le piantine il giorno prima della piantagione.

Dopodiché, si riempie la buca mettendo sotto e intorno al pane di terra della piantina il terreno accantonato al momento dello scavo, comprimendolo in maniera da farlo ben aderire al pane di terra stesso e quindi creare una buona continuità per favorire lo sviluppo dell'apparato radicale. Si lega la piantina al tutore e si somministrano circa 10 l di acqua per favorire il contatto fra terreno e radici.

I tutori, conficcati nel terreno per una profondità di circa m 0,5, devono avere un'altezza fuori terra di m 1,5 per piante allevate a vaso e di m 2-2,5 per quelle allevate a monocono. Possono essere costituiti da diversi tipi di materiali. Quelli in legno sono

solitamente di castagno, ma possono anche essere di pino. Quelli di pino sono in genere trattati con sostanze che ne prolungano la durata evitando l'insorgenza di marciumi.

Dopo l'impianto, a partire dalla ripresa vegetativa, è opportuno effettuare le seguenti operazioni:

- concimazioni localizzate di azoto (2-4 somministrazioni durante la primavera, per un quantitativo complessivo di circa 50 g/pianta, evitando il diretto contatto del concime con il fusticino);
- qualora non sia effettuata un'irrigazione ordinaria, irrigazioni di soccorso in caso di siccità, soprattutto se sono state utilizzate piante autoradicate; l'apporto idrico permette anche di migliorare l'assorbimento dell'azoto somministrato con la concimazione;
- se non è stata applicata la pacciamatura, eliminazione delle infestanti (sarchiature o diserbo), che possono esercitare una forte azione competitiva nei confronti dell'acqua e degli elementi nutritivi con negative conseguenze sull'accrescimento dei giovani olivi;
- eliminazione con interventi al verde degli eventuali germogli che si sviluppano lungo il fusticino delle piantine e, in caso di allevamento a monocono, l'asportazione dei germogli più bassi;
- all'inizio dell'autunno, in ambienti in cui si possono avere danni da basse temperature, esecuzione di un trattamento con poltiglia bordolese all'1-1,2% per interrompere l'accrescimento dei germogli e favorire la lignificazione (indurimento) degli stessi;
- monitoraggio dei patogeni e fitofagi che possono attaccare e produrre gravi danni alle piantine, con particolare riguardo a tignola, margaronia e oziorrinco, ed esecuzione di trattamenti antiparassitari in caso di bisogno; questi fitofagi danneggiando gli apici determinano l'interruzione della crescita e lo sviluppo di germogli laterali, con conseguenti rallentamenti dell'accrescimento e maggiori difficoltà nella conformazione della chioma; in caso di grandinate eseguire trattamenti con prodotti rameici per evitare la diffusione della rogna;
- sostituzione delle piante non attecchite.

## 37 MIRTETO

Il mirto è un arbusto cespuglioso sempreverde e fa parte della famiglia delle myrtaceae. Il cespuglio cresce con un portamento abbastanza eretto e può raggiungere dimensioni molto varie, arrivando anche a tre metri di altezza. Si caratterizza per rami abbastanza sottili, foglie ovali dai tessuti spessi e dal color verde smeraldo, a superficie lucida. L'attività vegetativa dell'alberello è intensa, anche se è lento nel crescere come dimensioni: produce polloni e rametti in quantità. Per questo se non viene potato diventa in pochi anni un intricato groviglio.

All'inizio dell'estate la pianta di mirto produce dei bei fiorellini bianchi, dal profumo caratteristico, lo stesso aroma si ritrova anche sulle foglie e sui rami più giovani quando li si preme tra le dita sfregandoli. I fiori vanno poi a formare il frutto, ovvero piccole bacche viola, che sono quelle utilizzate per il celebre liquore, tipico della Sardegna. Sono grandi circa un centimetro, con una scorza esterna cerosa e una sorta di coroncina formata dai resti del calice essiccato. Esistono anche bacche di mirto bianche, di colore più pallido.



**Figura 46: Bordura perimetrale del mirto con funzione sia mitigativa che produttiva**

La maturazione del frutto avviene in autunno, le bacche di mirto sono molto gradite a uccelli quali merli e tordi, che mangiandole propagano i semi diffondendo la pianta nell'ambiente. Chi coltiva però generalmente preferisce propagare il mirto per talea, come vedremo meglio in seguito.

La funzione della coltivazione delle piante di mirto unitamente alle piante di olivo e quello della mitigazione dell'impianto agro fotovoltaico ma la stessa pianta può essere

utilizzare non solo come ornamento ma anche per le sue qualità aromatiche e officinali, a cominciare dalla produzione di bacche. La coltura del mirto ha discrete possibilità di reddito ed è interessante nell'ottica di un'agricoltura di qualità. La presenza del mirto in periodo di fioritura è preziosa anche nell'attrarre api e altri insetti utili all'ecosistema in cui viene coltivato.

#### **A. Messa a dimora delle piantine.**

Al fine di ottenere le massime garanzie di attecchimento, assicurare le condizioni ideali per lo sviluppo, minimizzare gli stress conseguenti il trapianto e con essi gli input richiesti nella manutenzione, la messa a dimora delle piantine verrà effettuata nel periodo autunno-invernale in quanto le piantagioni primaverili pur presentando dei vantaggi per il minor pericolo delle gelate, sono sconsigliabili per i maggiori rischi derivanti dalle scarse precipitazioni che si registrano in questa stagione. Inoltre, la fase di risveglio vegetativo che la specie utilizzata attraversa nel periodo primaverile, la rende più vulnerabile alle conseguenze dovute allo stress da trapianto. Le piante di mirto da utilizzare saranno allevate in fitocella e dell'età di 1/2 anni e proverranno da vivai autorizzati e certificati. La messa a dimora delle piante rappresenta un aspetto critico dalla cui corretta od errata esecuzione dipende lo stato di salute degli individui messi a dimora e conseguentemente il livello di cure da prestare agli stessi nelle fasi successive del ciclo colturale; pertanto, verranno messe in opera le seguenti azioni:

- mettere a dimora il prima possibile le piante dopo lo scarico;
- non danneggiare e rimuovere i rami nelle operazioni di carico e scarico;
- scartare il materiale con radici fascianti e strozzanti;
- predisporre il tutoraggio della pianta con l'accortezza di fissare i tutori al di fuori del perimetro circolare che delimita l'ingombro del pane radicale;
- le sacche di aria tra le radici, limitata ad inumidire la parte superficiale o il primo substrato in cui è contenuto l'apparato radicale.

Al fine di regolarizzare le produzioni durante gli anni di impianto si propone di gestire la coltura in irriguo; in particolare si propone di utilizzare un sistema di irrigazione a goccia o "irrigazione localizzata" o anche "microirrigazione" del tipo interrato ossia la cosiddetta "subirrigazione". Con questo sistema le ali gocciolanti verrebbero sotterrate

e non sarebbero di intralcio per l'esecuzione delle lavorazioni con macchine agricole in superficie. Con questo metodo di irrigazione, l'acqua verrà somministrata lentamente alle piante e depositata o sulla superficie del terreno contigua alle stesse o direttamente alla zona della radice.

L'obiettivo è quello di minimizzare l'utilizzo dell'acqua mantenendo però al contempo nello strato di terreno esplorato dalle radici un livello ottimale di umidità. L'impianto sarà costituito da delle condotte principali complete di curve e pezzi speciali e sfiati del diametro di 63 mm. Dalle tubazioni principali si dipartiranno, mediante dei raccordi, le ali gocciolanti in PE con gocciolatore incorporato con portata nominale da 1,0 / 4,0 litri/ora. Il diametro esterno delle ali gocciolanti sarà di mm 20. I gocciolatori saranno posti alla distanza di 0,50 metri l'uno dall'altro. Le ali gocciolanti, come detto, verranno interrate ad una profondità di 25 cm.

L'impianto di irrigazione verrà completato poi dalle opportune saracinesche con filtri. Per garantire l'approvvigionamento idrico, verrà utilizzato un carro botte per l'irrigazione di emergenza in quanto malgrado sia predisposto l'impianto di irrigazione le coltivazioni previste sono orientate ad un regime asciutto senza l'ausilio perciò dell'irrigazione consortile. L'acqua, prima di essere immessa nell'impianto di irrigazione verrà pompata tramite delle condotte di adduzione, in appositi serbatoi a tenuta stagna della capacità di 10.000 litri ciascuno. Si prevede di porre in opera n.11 serbatoi.

Circa i consumi irrigui della coltura, in condizioni climatiche "normali" e con una piovosità annua nella media climatologica di riferimento, il volume di adacquamento (volume irriguo) annuo oscilla intorno ai 3.000 mc per ettaro. Una volta realizzato l'impianto di mirto, vista comunque la scarsa dotazione del suolo agrario e tenendo conto delle asportazioni di elementi nutritivi da parte delle colture, sarà comunque necessario procedere ad una concimazione annuale con azoto e fosforo. Le somministrazioni di fosforo ed azoto andranno distribuite in modo frazionato nel periodo compreso fra la fioritura e l'accrescimento dei frutti, evitando apporti in prossimità della maturazione, e alla ripresa vegetativa.

Per il primo anno di impianto non si otterrà nessuna produzione, la raccolta del fogliame sarà effettuata a partire dal mese di giugno del secondo anno nel quale si prevede di ottenere 20 quintali di fogliame (produzione per ettaro), la raccolta delle bacche inizierà invece al terzo anno d'impianto nel quale si prevede di produrre 15 quintali di prodotto (produzione per ettaro).

La maturità produttiva del mirteto si avrebbe a partire dal quinto anno nel quale si prevede di produrre 25 quintali di bacche e 50 quintali di fogliame sempre per ettaro. Il mirteto resterà in produzione venticinque anni.

## **B. Operazioni colturali successive all'impianto del mirteto**

Una volta che l'impianto del mirteto verrà realizzato, sarà necessario procedere con le seguenti operazioni colturali.

Al fine di ridurre la competizione delle erbe infestanti, evitando l'uso di diserbanti chimici, è opportuno provvedere, a metà primavera (aprile-maggio), a una prima trinciatura meccanica delle erbe infestanti presenti negli interfilari. L'operazione dovrà essere effettuata con trinciatrici meccaniche accoppiate ad una trattrice agricola.

La trinciatura meccanica permetterà di non ricorrere al trattamento con diserbanti di sintesi. Lungo i filari il contenimento delle specie infestanti avverrà, invece, nei primi anni dell'impianto, mediante l'ausilio di decespugliatori a spalla.

Sempre al fine del contenimento delle erbe infestanti, è opportuno provvedere, verso la fine del mese di giugno, a effettuare una seconda trinciatura meccanica sia nelle interfile che lungo i filari.

Per le operazioni colturali successive all'impianto del mirteto si ricorrerà, come trattrice, ad una classica da vigneto/frutteto, gommata e dotata di cabina, della potenza nominale di circa 75 CV avente una larghezza di circa 150 cm, una lunghezza di circa 400 cm ed una altezza di circa 235 cm. Si tratta di una trattrice, quindi, aventi caratteristiche tecniche compatibili con la coltura in progetto. La trattrice, grazie alla sua limitata lunghezza, al passo corto, all'altezza contenuta, garantirà un elevato livello di visibilità e manovrabilità.

La tipologia di trattrice prevista in progetto è particolarmente adatta per le applicazioni in piantagioni specializzate con altezza bassa, come la coltura di mirto in parola, ed efficace al fine di evitare interferenze con la chioma e i rami delle piante.

Di seguito delle foto rappresentative della tipologia di trattrice prevista e da impiegarsi nella gestione delle operazioni colturali post impianto ed in modo particolare dedite al contenimento delle specie erbacee infestanti.

Per quanto riguarda le altre operazioni colturali, dall'inizio del mese di dicembre sino alla fine del mese di febbraio si provvederà alla raccolta del prodotto che dovrà essere fatta manualmente.

Nel complesso si tratta di una coltura che non necessita di interventi con presidi fitosanitari in quanto abbastanza resistente alle malattie batteriche e/o fungine. L'unica operazione che viene fatta, di norma, è il diserbo, ma, come detto sopra, si ricorrerà a quello meccanico e non all'impiego di erbicidi di sintesi.

L'obiettivo che si vuole seguire è quello di adottare pratiche e lavorazioni che riducano il ricorso a pesticidi e diserbanti. Il diserbo chimico è una pratica agricola che consiste nel distribuire nel terreno o sulle colture prodotti chimici di sintesi finalizzata a eliminare le piante infestanti e le erbacce che crescono in maniera spontanea. Il diserbo chimico è considerato un modo di operare nocivo per l'ambiente e deleterio per l'ecosistema del terreno stesso. Inoltre, alcuni residui potrebbero inquinare le falde acquifere e intaccare frutti e alimenti.

Proprio per questo motivo, nella gestione del mirteto verranno privilegiate tecniche di diserbo meccanico in grado, comunque, di garantire il controllo degli infestanti perché facilitano il lavoro e lo svolgono in maniera efficace. Anche per le concimazioni post-impianto si privilegerà il ricorso a concimi organici preferibilmente non di sintesi. Il mirteto verrà gestito, per quanto possibile, secondo i crismi dell'agricoltura sostenibile. Si precisa che il mirteto resterà in produzione anche dopo la dismissione della parte elettrica dell'impianto agrivoltaico. Inoltre, le strisce di terreno che in fase di esercizio dell'impianto agrivoltaico saranno occupate dalla presenza dei pannelli fotovoltaici saranno utilizzate, una volta dismessi, per l'impianto di nuovi filari di mirto, i quali saranno gestiti anch'essi secondo le stesse modalità della coltura prevista in progetto. Il sesto di impianto per i nuovi filari sarà sempre di 2,50 metri tra una fila e di 1,00 metri tra le file andandosi così ad integrare in modo armonico ed omogeneo con quelli presenti durante il periodo di vita e di esercizio dell'impianto agrivoltaico. Anche i nuovi filari di mirto verranno gestiti in irriguo con l'ausilio di un impianto di irrigazione a goccia. Come su specificato, la produttività della coltura non sarà costante nel tempo, ma variabile in funzione dello sviluppo e del grado di maturità della coltura.

## **38 ATTIVITA' GESTIONALI**

Per lo svolgimento delle attività gestionali della fascia arborea sarà acquistato un compressoreportato, da collegare alla PTO del trattore (Figure successive). Questo mezzo, relativamente economico, consentirà di collegare vari strumenti per l'arboricoltura - quali forbici e seghetti per la potatura, e abbacchiatori per la raccolta di mandorle/olive - riducendo al minimo lo sforzo degli operatori.



**Figura 47: Compressore PTO per il funzionamento di strumenti pneumatici per l'arboricoltura**

Per tutte le lavorazioni ordinarie si potrà utilizzare il trattore convenzionale che la società acquisirà per lo svolgimento delle attività agricole; si suggerisce comunque di valutare eventualmente anche un trattore specifico da frutteto, avente dimensioni più contenute rispetto al trattore convenzionale. Per quanto concerne l'operazione di potatura, durante il periodo di accrescimento dell'Olivetto (circa 3 anni), le operazioni saranno eseguite a mano, anche con l'ausilio del compressore portato. Successivamente si utilizzeranno specifiche macchine a doppia barra di taglio (verticale e orizzontale per regolarne l'altezza), installate anteriormente alla trattrice (Figura successiva) per poi essere rifinite con un passaggio a mano.



Per la concimazione si utilizzerà uno spandiconcime localizzato mono/bilaterale per frutteti, per distribuire le sostanze nutritive in prossimità dei ceppi.



**Figura 48-49: Esempio di spandiconcime localizzato mono/bilaterale per frutteti**

I trattamenti fitosanitari sul mandorlo sono piuttosto ridotti ma comunque indispensabili. Si effettuerà un trattamento invernale con idrossido di rame in post-potatura ed alcuni trattamenti contro gli afidi e la Monostera unicostata (la c.d. “cimicetta del mandorlo”). Saranno inoltre effettuati alcuni trattamenti di concimazione fogliare mediante turbo atomizzatore dotato di getti orientabili che convogliano il flusso solo su un lato.



**Figura 50: Esempio di atomizzatore per frutteti**

Per quanto sia l’olivo siano una pianta perfettamente adatta alla coltivazione in regime asciutto, quantomeno per le prime fasi di crescita, è previsto l’impiego di un carro botte per l’irrigazione delle piantine nel periodo estivo.

## 39 SISTEMA DI MONITORAGGIO

Il sistema di monitoraggio che verrà adottato per l'impianto agrivoltaico in parola riguarderà in modo particolare, le varie coltivazioni. Verrà installato, in particolare, un sistema integrato che permetta di raccogliere i dati sulle colture previste in progetto e sulle condizioni ambientali che influiscono sulla resa delle colture stesse.

Questo sistema di monitoraggio servirà sia per operazioni automatiche (es. azionare l'impianto di microirrigazione) sia per fornire dati sulla base dei quali decidere eventuali azioni sulla coltura quali, ad esempio, un intervento di fertilizzazione.

Il sistema di sensoristica verrà installato in campo aperto; perciò, tutti i componenti verranno isolati in maniera opportuna in modo da essere in grado di resistere ai fattori esterni. La trasmissione dei dati verrà garantita 24h su 24. Il sistema di monitoraggio sarà composto dai seguenti elementi. Innanzitutto, ci saranno dei sensori che misureranno fattori ambientali quali umidità/temperatura del terreno.

Questi sensori saranno integrati all'interno di colonnine meteo (stazioni meteo) che verranno disposte in più punti del corpo fondiario destinato ad accogliere l'impianto agrivoltaico.

In particolare, le stazioni meteo che si prevede di impiegare saranno dotate di anemometro (in grado di misurare intensità media/raffica, direzione del vento), pluviometro (in grado di misurare pioggia cumulata e intensità di precipitazione) e sensometri in grado di misurare la bagnatura fogliare (bagnatura su faccia superiore ed inferiore), la radiazione solare (globale, UV, PAR), l'umidità, la temperatura del terreno e la pressione atmosferica. Queste stazioni meteo saranno alimentate con pannelli solari.

I dati provenienti dai sensori verranno poi trasmessi a un sistema di raccolta dati. Trattandosi di un corpo fondiario occupato dall'impianto agrivoltaico di notevoli dimensioni, la comunicazione avverrà tramite sistema wifi in collegamento con la stazione principale.

I dati inviati verranno poi raccolti su dei server dedicati o su piattaforma cloud. La visualizzazione dei dati avverrà tramite browser con l'utente finale che accede via web alla propria area riservata e visualizza i dati provenienti dai sensori installati negli appezzamenti occupati dalle coltivazioni; agli stessi dati si può accedere poi tramite

APP installate sugli smartphone sviluppata dall'azienda che fornirà il sistema di monitoraggio.

Una volta raccolti i dati forniti dai vari sensori installati, questi verranno scaricati su PC al fine di essere elaborati e analizzati. Il sistema di monitoraggio in progetto prevederà inoltre l'attivazione di alert via mail o notifiche tramite app se i valori misurati supereranno soglie predefinite. In alcuni casi al superamento delle soglie sarà possibile poi far partire delle operazioni automatiche (es. far partire o interrompere l'impianto di irrigazione).

#### **40 DESCRIZIONE DEL PIANO COLTURALE DEFINITO PER L'IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO**

Contemporaneamente o nel periodo immediatamente successivo all'installazione dell'impianto agro-fotovoltaico, saranno realizzare le piantumazioni delle culture arboree:

- **LEGUMINOSE DA GRANELLA**
- **LEGUMINOSE DA FIENAGGIONE**
- **OLIVETO**
- **MIRTETO**

Si tratterà, come specificato nei paragrafi precedenti, per quanto riguarda l'Oliveto e il pascolo di attività intensive, gestito allo stesso modo rispetto a quanto avverrebbe in una normale azienda agricola. Un moderno seminativo, così come l'uliveto se ben curati, possono raggiungere le dimensioni produttive definitive in breve tempo, circa quattro anni per l'olivo; in questo stesso periodo verrà compiuta una sperimentazione sul Mirto, oltre che a misura mitigativa sarà quella di verificare essendo una pianta officinale **dalle mille proprietà e usi**, la possibilità di utilizzo della stessa per la produzione del liquore di mirto e possedendo la stessa mille proprietà ed usi la possibilità di un suo utilizzo in campo erboristico, farmaceutico e aroma terapeutico.

È bene considerare che le superfici indicate sono quelle che, nel complesso, saranno occupate dai pannelli dell'impianto agro-fotovoltaico, considerando le varie fasce di rispetto ed escludendo le viabilità interne e le piazzole di servizio in cui saranno

posizionati gli inverter. La superficie effettivamente coltivata sarà pari al 40% circa di quella occupata nel complesso dagli impianti fotovoltaici, pertanto, le superfici effettivamente coltivate saranno le seguenti:

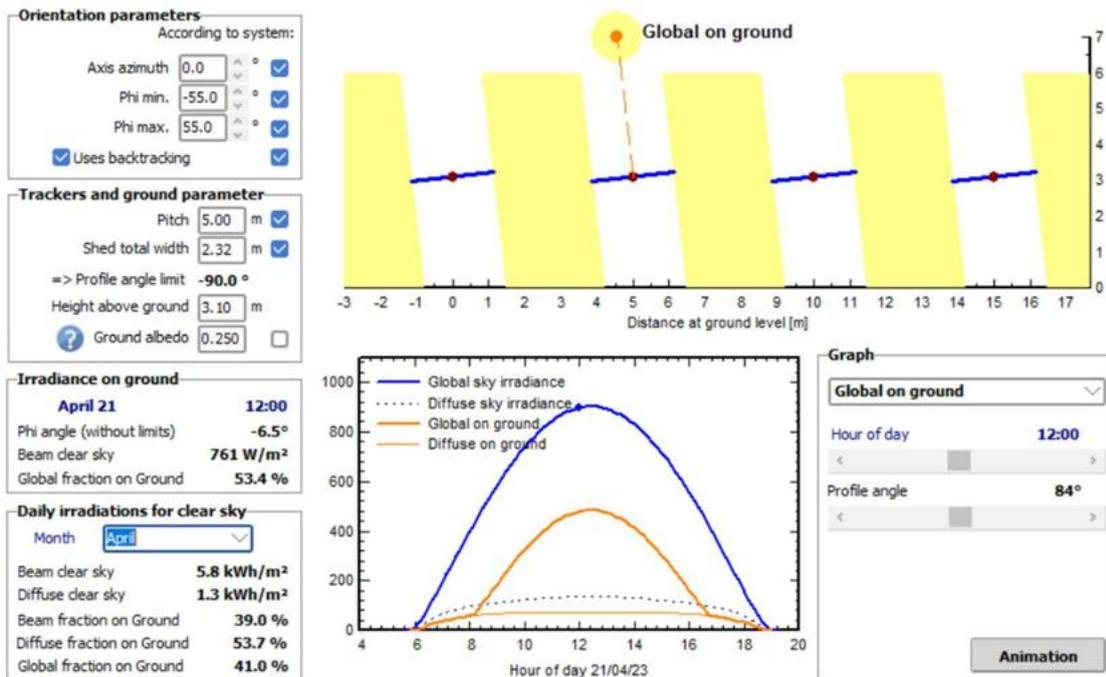
<b>COLTURE</b>	<b>ESTENSIONE COMPLESSIVA</b>	<b>ESTENSIONE EFFETTIVA</b>
SULLA	Ha. 35.20.00	Ha. 35.20.00
FAVE	Ha. 05.00.00	Ha. 05.00.00
PRATO PASCOLO	Ha 34.16.28	Ha 34.16.28
OLIVETO	Ha 02.97.98	Ha 02.97.98
MIRTO	Ha. 00.26.70	Ha. 00.26.70

Nelle Tavole Agronomiche sono riportate le ipotesi più probabile di ubicazione delle colture.

#### **41 COMBINAZIONE TRA PRODUZIONE DI ENERGIA E AGRICOLTURA**

In generale i tracker offrono protezione alla coltivazione sottostante. Nel caso specifico di un impianto concepito come se fosse una vera e propria azienda agricola, 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 potrebbero danneggiare i frutti. La posizione del sole varia però durante il giorno e durante le stagioni e quindi varia anche l'angolo con il quale i raggi solari "colpiscono" la superficie fogliare. I parametri di crescita e sviluppo della pianta dipendono, quindi, dall'orientamento e dall'inclinazione dei moduli fotovoltaici nell'arco della giornata. Cambiando questi cambiano anche le possibilità di una qualsivoglia coltura di adattarsi e di portare avanti e, conseguentemente, a compimento il proprio ciclo vitale. Attraverso l'ausilio di un software specifico (Pvsyst), simuliamo, in un determinato momento della giornata, per ogni mese

dell'anno, come il sole proietta la propria energia sul suolo in considerazione della presenza dell'impianto fotovoltaico e calcoliamo, mediante un modello di elaborazione di dati, quanta energia serve alle piante per svolgere il loro ciclo vitale in funzione dello stadio fenologico.



**Figura 51: Grafico esposizione solare tra le file dei pannelli**

Analizziamo i grafici mensili, per una durata pari a 12 mesi, si vanno a comparare i dati di irraggiamento e ombreggiamento sul suolo nudo con le esigenze di irraggiamento delle colture relative al piano agronomico esposto in precedenza. Per valutare la possibilità di coltivare il suolo anche sotto i pannelli fotovoltaici, relativamente al fatto che l'ombreggiamento così come l'irraggiamento sono variabili nel corso della giornata, esaminiamo e compariamo i dati di flusso fotonico fotosintetico relativi a vari tipi di coltivazione con i grafici del software. I valori di PPF (Photosynthetic Photon Flux), per le colture proposte, risultano essere compresi tra 250 e 450  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

Per valutare l'irraggiamento solare sul suolo 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 nel grafico del software Pvsyst.

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  $100 \text{ W/m}^2$  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 per i 12 mesi dell'anno. I risultati di tali calcoli vengono riportati nella tabella sotto proposta.

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

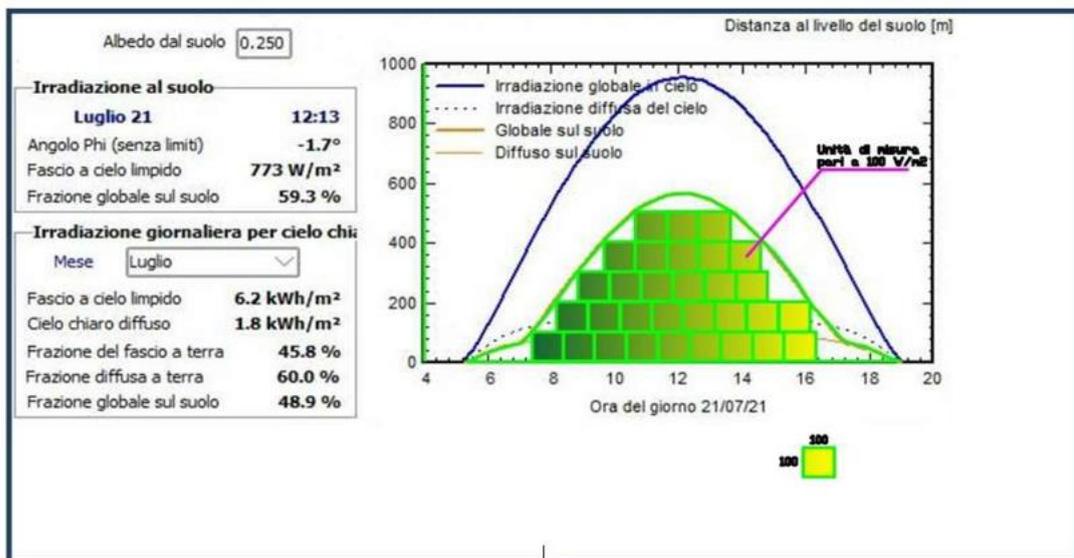


Figura 52: valori approssimativi radiazione solare e stima del calcolo dell'integrale relativo alla curva di Gauss su impianto pilota

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)	Conversione da W/m <sup>2</sup> a μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> - relativa al layout
Gennaio	6 ore e 54 min	1702	2.2	0.7	51,61	∞	383	214,71
Febbraio	8 ore e 2 min	2431	3.3	0.9	67,66		528	281,48
Marzo	9 ore e 36 min	3406	4.6	1.1	86,17		660	358,45
Aprile	11 ore e 4 min	4246	5.8	1.3	96,12		761	399,88
Maggio	12 ore e 21 min	4979	6.7	1.4	103,06		814	428,73
Giugno	12 ore e 33 min	5213	6.9	1.5	100,07		825	416,30
Luglio	12 ore e 21 min	5021	6.7	1.4	95,20		812	396,04
Agosto	11 ore e 3 min	4280	5.8	1.3	86,03		756	357,87
Settembre	9 ore e 36 min	3495	4.6	1.1	77,05		660	320,53
Ottobre	7 ore e 55 min	2504	3.2	0.9	61,01		522	253,82
Novembre	6 ore e 51 min	1776	2.2	0.7	47,90		389	199,25
Dicembre	6 ore e 14 min	1474	1.7	0.7	43,79		329	182,17

**Figura 53: Tabella di calcolo del PPFD (flusso fotonico fotosintetico) in relazione alle colture proposte**

I dati ricavati dalle valutazioni effettuate, basate su prove ed esperienze scientifiche in campo condotte in paesi esteri ma con caratteristiche climatiche affini al contesto italiano, consentono di affermare che la coltivazione tra le file e sotto i pannelli è possibile. Non si tratta di una soluzione di ripiego ma di una concreta possibilità di gestire un suolo agrario nello stesso modo con cui si conduce un appezzamento di terreno in pieno campo a fini agricoli. Sulla base del modello scientifico proposto, la quantità di luce “stimata” risulterebbe di pochissimo inferiore all’intervallo di riferimento solo nei mesi di gennaio, Novembre e Dicembre (mesi in cui, comunque, l’attività fotosintetica si riduce notevolmente). I mesi in cui sono stati prodotti più “fotoni” fotosintetici sono stati Maggio e Giugno.

I dati dimostrano come la convivenza tra fotovoltaico e agricoltura tradizionale sia sostenibile con gli opportuni accorgimenti. Il progetto in esame dimostra come i valori di PPF ottenuti con la soluzione proposta si adeguino alle esigenze fotosintetiche delle colture inserite nel piano agronomico. 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 o hanno delle esigenze fisiologiche ridotte).

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 anche raddoppiare. I grafici analizzati e le rispettive curve di irraggiamento diffuso sul suolo confermano la tesi che la coltivazione del suolo con essenze agricole risulta 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, di valutazioni di natura scientifica considerata la quasi totale assenza di bibliografia. Nonostante l'effetto "ombra" dei pannelli non consenta alle colture agrarie di avere il massimo dell'efficienza fotosintetica, vi sono elementi che favoriscono l'attecchimento delle piante (temperatura più fresca nelle vicinanze e sotto i pannelli fotovoltaici, il minore effetto del vento in termini di impatto sulla coltura giovane, ecc..)

## **42 PIANO DELLE CURE CULTURALI**

I lavori di manutenzione e monitoraggio delle opere a verde costituiranno una fase fondamentale per lo sviluppo dell'impianto arboreo perimetrale e per il mantenimento dello strato arbustivo preesistente; tali lavori 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 culturali quali:

- controllo della vegetazione spontanea infestante;
- difesa fitosanitaria;
- pratiche di fertilizzazione.

#### **43 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 m<sup>2</sup> con decespugliatore spallato, con successivo accatastamento ordinato in loco del materiale di risulta e smaltimento in un idoneo punto di stoccaggio autorizzato. 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 dalla velocità di crescita delle piante.

#### **44 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.

#### **45 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 la semina si provvederà ad inserire un ammendante ad effetto starter allo scopo di creare le condizioni ottimali per lo sviluppo futuro della plantula. In seguito, 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.

## **46 PROGETTI PILOTA: “GESTIONE AGRIVOLTAICA” E “APIARIO “URBANO”**

Al fine di ottimizzare le operazioni di valorizzazione ambientale ed agricola dell’area a completamento di un indirizzo programmatico gestionale che mira alla conservazione e alla protezione dell’ambiente nonché all’implementazione delle caratterizzazioni legate alla biodiversità, la Società Proponente intende portare avanti alcune iniziative in sinergia con strutture ed Enti locali. Di seguito, verranno proposte due iniziative, la prima riguardante un progetto pilota che coinvolgerà un Istituto Agrario del comprensorio il secondo che interesserà una platea più ampia in quanto riguarderà la fruizione sociale.

### **46.1 GESTIONE AGRIVOLTAICA**

Nell’ambito della progettazione di parchi fotovoltaici ci si è più volte chiesti cosa si poteva attuare e cosa si sarebbe potuto fare per valorizzare effettivamente il territorio, oltre al concetto di produrre energia da una fonte sostenibile e rinnovabile. Da sempre attenti alle dinamiche evolutive del mercato e alla conoscenza del territorio, si è riflettuto a come rendere complementari due settori che fino ad oggi non erano lontanamente associabili: da un lato produrre energia e dall’altro l’agricoltura con tutte le sue problematiche e sfaccettature. L’approccio metodologico/scientifico perseguito fino ad oggi ha interessato principalmente il reperimento di bibliografia tramite studi pregressi, valutando attraverso l’aiuto di software idonei, l’energia che arriva durante il giorno su un suolo nudo e comparandola con la quantità di energia di cui la pianta ha effettivamente bisogno per svolgere il proprio ciclo vitale. Chiaramente, le scelte legate alla tipologia colturale da impiegare hanno interessato, ad oggi, il rispetto della vocazione agricola del territorio, una ridotta esigenza irrigua e la sinergia del connubio tra energia e agricoltura in termini di sicurezza sul lavoro.

Quello che si propone è la possibilità di realizzare un progetto pilota che coinvolga un Istituto Agrario della provincia di Oristano nell’ambito della ricerca di soluzioni volte a stabilire se effettivamente, in campo, le produzioni agricole inserite nel

layout di impianto, producano quanto stabilito e ribadito in fase bibliografica. Tra le file di pannelli verranno effettuati dei test sulle colture identificate dal piano agronomico. In aggiunta, in alcune porzioni dell'impianto saranno effettuate altre prove su colture che non interessano il piano colturale predisposto e che prevede l'impiego di leguminose da granella. Nella fattispecie si ipotizzeranno dei confronti anche con colture ortive del territorio (es: pomodoro, carciofo, ecc...). Lo schema sperimentale, fornito in questo studio come bozza, sarà rivisto e perfezionato con docenti, tecnici e studenti dell'Istituto Agrario selezionato.

Tra le file di pannelli verranno effettuati dei test sulle colture identificate dal piano agronomico. In aggiunta, in alcune porzioni dell'impianto saranno effettuate altre prove su colture che non interessano il piano colturale predisposto e che prevede l'impiego di leguminose da granella. Nella fattispecie si ipotizzeranno dei confronti anche con colture ortive del territorio (es: pomodoro, carciofo, ecc...). Lo schema sperimentale, fornito in questo studio come bozza, sarà rivisto e perfezionato con docenti, tecnici e studenti dell'Istituto Agrario selezionato.

A tal fine, si considereranno significative le seguenti possibili aree tematiche:

- Miglioramento della qualità del suolo (es. contenuto di sostanza organica) per usi futuri del suolo;
- Miglioramento degli habitat per la fauna locale, attraverso un uso ottimale della vegetazione, delle pratiche di agroforestazione e selvicoltura, ecc;
- Usi creativi / innovativi della terra disponibile, ad esempio per l'apicoltura su scala significativa.

La Società Proponente desidera pertanto collaborare con un Istituto Agrario del comprensorio per ricercare e sviluppare le migliori pratiche agricole in questo settore, al fine di migliorare l'impatto ambientale delle aree interessate dall'impianto fotovoltaico nel corso della loro vita utile.

La ricerca verterà su tre temi principali:

A. studio sulle colture erbacee da coltivare nei terreni aziendali in termini di produttività, affrancamento e sviluppo delle piantine e miglioramento della qualità

del suolo;

B. definizione delle tecniche agronomiche più convenienti in termini di resa e di remuneratività delle produzioni, utilizzando attrezzature e macchine agricole ordinariamente presenti nel contesto territoriale prescelto;

C. Studio dell'efficienza fotonica fotosintetica per stabilire se il quantitativo di luce che arriva alle colture, in funzione della rotazione dei tracker, riesce a far produrre la pianta nelle migliori condizioni.

I rilievi da condurre saranno:

- Climatici: Piovosità, temperatura, umidità, ventosità e radiazione solare;
- Pedologici: tessitura, struttura e compattamento, pH, S.O., macro e micro elementi, temperatura e umidità, ecc..

Lo schema "tipo" prevedrà anche la possibilità di analizzare un "testimone non trattato", una parcella sperimentale, cioè, coltivata alla stessa stregua del piano colturale ma fuori dalle file di pannelli (in condizioni di pieno campo). Tale pratica si rende necessaria per confrontare le produzioni e le condizioni ambientali delle piante con e senza l'impianto fotovoltaico. La Società Proponente si impegnerà a fornire i mezzi tecnici e quanto necessario per effettuare le prove. Tutto il lavoro di supporto alla ricerca, che sarà concordato con il responsabile scientifico dell'Istituto Agrario scelto, sarà a carico della Società stessa. Eventuali operazioni straordinarie relative alla realizzazione di dispositivi sperimentali saranno concordate dall'Istituto Agrario con Società Proponente. I costi relativi all'acquisto di materiale vegetale e quanto necessario per la gestione agronomica e fitosanitaria delle colture saranno a carico della Società Proponente così come le analisi di laboratorio previste dai protocolli sperimentali, nonché le attrezzature agricole necessarie per lo svolgimento delle prove, comprensive delle spese per carburante e manutenzione e quanto altro necessario allo svolgimento delle attività. D'altra parte, l'Istituto Agrario si impegnerà a fornire il necessario supporto tecnico-scientifico per lo svolgimento dell'attività di ricerca coinvolgendo propri tecnici, docenti e studenti. L'ipotesi di collaborazione prevedrà una finestra temporale di 3 anni: tale periodo si rende necessario per arrivare a stabilire dei dati inequivocabili e oggettivamente inconfutabili dal punto di vista scientifico. I risultati del presente lavoro saranno condivisi tra le parti.

## 46.2 APIARIO URBANO

All'interno delle aree di impianto si intende praticare la coltivazione di Sulla, tipica essenza leguminosa dalla buona attitudine mellifera e inserire tale coltivazione in un più ampio progetto di apicoltura con Api Mellifere (ape comune) e relativo bio-monitoraggio ambientale, coinvolgendo, con tutte le misure di sicurezza in termini di salute e attraverso l'ausilio di professionisti del settore e aziende agricole locali, la popolazione locale. Si è ritenuto opportuno l'introduzione di un progetto di apicoltura nelle aree di intervento, non solo per sfruttare al meglio lo spazio a disposizione con una altra attività produttiva (produzione di miele), ma anche per il ruolo svolto dalle api nell'ecosistema. Le Api Mellifere (ape comune) infatti, favoriscono la biodiversità vegetale e rendono possibili modalità innovative di bio-monitoraggio ambientale, sfruttando le loro caratteristiche fisiologiche e le proprietà del miele. Le api sono le sentinelle dell'ambiente, la loro presenza in svariati contesti rende possibile uno sviluppo globale armonico della qualità della vita. Il progetto consiste nell'installazione di arnie nelle zone esterne alle aree recintate; le api potranno, comunque, sfruttare tutto lo spazio disponibile anche in zone interne all'impianto considerata la loro notevole capacità di volo alla ricerca di cibo. La presenza di alveari porterà l'intero ecosistema a beneficiare dell'importante ruolo che le api assumono in natura, cioè quello di impollinatori. Ospitare le api nell'area di progetto avrà degli effetti pratici quali:

- l'aumento della biodiversità vegetale e animale;
- la produzione di miele;
- la possibilità di effettuare un bio-monitoraggio.

Le api sono le migliori alleate delle piante e garantiscono ad esse un'alta probabilità di riproduzione. L'aumento della presenza vegetale porta direttamente ad un aumento di altre specie di insetti, volatili e mammiferi che di quelle piante si nutrono. L'aumento della varietà di piante presenti in un determinato luogo, invece sono segno tangibile della qualità ambientale e dell'alta resilienza dell'ecosistema. Da questa perfetta sincronizzazione nasce l'attività di apicoltura e dei prodotti che ne derivano, il più importante dei quali è il miele.

Grazie all'ampia disponibilità di piante nettariifere coltivate e di quelle presenti nell'area circostante si produrrà un miele (millefiori) di qualità in grado di rispecchiare interamente la natura del territorio oggetto di studio.

Gli alveari saranno ubicati in esterno e saranno installate a cavallo tra febbraio e marzo. Lo spazio sarà appositamente delimitato e/o segnalato, le aree delle arnie saranno recintate con rete a maglia stretta alta almeno 2 metri. Verrà inoltre esposto il "codice identificativo apiario" per segnalare la presenza di api a tutti i fruitori dell'impianto. Il controllo e la gestione degli alveari, sarà svolto da un operatore specializzato che renderà possibile effettuare in sicurezza questa esperienza anche ad una platea sociale interessata. Gli alveari saranno utilizzati al fine di biomonitorare l'ecosistema dell'area oggetto di studio. Verrà seguito un rigido protocollo di campionamento e il risultato finale, oltre ad essere esposto in una relazione scritta annuale, sarà espresso direttamente dal miele prodotto. Il miele estratto, infatti, non sarà caratterizzato esclusivamente dal suo valore nutritivo e dalla ricchezza sensoriale, ma anche dal grado di informazione che riesce ad esprimere per mezzo di analisi di laboratorio dedicate, i cui risultati potranno essere veicolati al consumatore finale, dotando il barattolo di miele di etichetta interattiva capace di informare il consumatore circa la natura del prodotto, la qualità e la sua sicurezza alimentare. Gli obiettivi della ricerca scientifica, riguardanti anche il coinvolgimento di società agricole specializzate e di professionisti del settore, consisteranno nel misurare il livello di qualità ambientale dell'area di progetto. Si potranno individuare i metalli pesanti, il particolato, le diossine e gli IPA presenti negli alveari

ubicati nell'area d'indagine. Altri agenti inquinanti saranno noti solo al conseguimento delle analisi di laboratorio. I risultati della ricerca si riferiranno non sola all'area di progetto ma anche ad un suo ampio intorno. La ricerca prevedrà anche una misurazione del livello di biodiversità vegetale presente nell'area di studio. A questo proposito saranno prese in considerazione le matrici "miele" e "polline" sulle quali sarà possibile ripercorrere i voli di impollinazione effettuati dalle api bottinatrici. Da questo tipo di ricerca saranno prodotti degli indici di biodiversità e delle mappe di distribuzione botanica utili al fine di rappresentare il grado di ecosistema presente nell'area.

Ogni campionatura sarà corredata di schede tecniche compilate direttamente dal personale specializzato cui si affiancheranno persone comuni. Al termine di ogni anno sarà creato un elaborato finale in cui saranno presentati i dati raccolti e interpretati. Gli indicatori biologici sono in grado di rilevare gli effetti negativi che gli inquinanti hanno su di essi. I bioindicatori, inoltre, forniscono informazioni integrate mettendo in evidenza alterazioni causate da diversi fattori: la risposta di un bioindicatore a una perturbazione deve essere quindi interpretata e valutata in quanto sintetizza l'azione sinergica di tutte le componenti ambientali.

Le api sono un ottimo bioindicatore per diversi motivi:

- Il corpo peloso trattiene le polveri;
- Riproduzione elevata;
- Numerose ispezioni al giorno;
- Campionano il suolo, vegetazione, acqua e aria;
- Moltitudine di indicatori per alveare;
- Organizzazione sociale retta su regole "ripetitive" e "codificate".

L'attività apistica, pertanto, avrà come obiettivo primario quello della tutela della biodiversità, svolgendo una funzione principalmente di ambientale ed ecologica oltre che produttiva.

## **47 IL RISPARMIO IDRICO**

Il piano delle opere di coltivazione e gestione agricola delle aree di impianto prevedrà l'impiego di colture in asciutto, senza l'ausilio di pratiche di gestione irrigua artificiale. Le leguminose da granella e da foraggio, fava, sulla, verranno seminate su terreno lavorato nel periodo idoneo all'impianto e senza apporti idrici artificiali. In fase di monitoraggio delle operazioni colturali, qualora ce ne fosse la necessità, verrà valutata la possibilità di intervenire con irrigazioni di soccorso. Si fa presente che, qualora fosse necessario, si potrà attingere, previo contratto di fornitura, alle risorse messe a disposizione dal Consorzio di Bonifica Oristanese. Nel caso di irrigazioni di soccorso verrà riutilizzato un impianto di irrigazione esistente con irrigatori dinamici funzionanti per aspersione. La quantità di acqua da somministrare in caso di bisogno sarà quella strettamente necessaria alla compensazione dei fenomeni evapotraspirativi, fenomeni che andranno quantificati

e monitorati, insieme ad altri parametri meteorologici, con delle centraline di misurazione e controllo.

## **48 ANALISI DEI COSTI/RICAVI DELL'ATTIVITA' AGRICOLA**

### **Cronologia delle opere/lavori**

Questa fase si svolgerà prima dell'installazione dell'impianto agro-fotovoltaico. In particolare, sarà effettuato:

- amminutamento e livellamento del terreno su tutta la superficie;
- Scasso, con concimazione di fondo per l'impianto del seminativo a pascolo;
- Scasso, con concimazione di fondo per l'impianto dell'Oliveto;
- Impianto Seminativo intensivo;
- Impianto dell'Oliveto intensivo;
- Impianto del Mirteto lungo le fasce
- Inizio delle attività di coltivazione e sperimentazione.

## COMPUTO METRICO ESTIMATIVO DEI COSTI DI REALIZZAZIONE

Si riporta di seguito il computo metrico estimativo dei lavori da realizzare, in base alle voci del prezzario agricoltura Regione Sardegna, decurtate del 20%.

N°	DESCRIZIONE	U.D.M.	PREZZO	QUANTITA'	COSTO
	<b>LAVORAZIONE DI BASE</b>				
1	Scarificazione superficiale alla profondità di cm 15-30 eseguita con trattore gommata con accoppiato coltivatore a 11-13 denti rigidi o a molle: in terreni pianeggianti o con modesta pendenza	€/ha	450,20	74,36	33.476,87
	<b>Foraggiere</b>				
2	Lavorazione superficiale del terreno alla profondità di cm 10-15 eseguita con trattore gommata con accoppiato coltivatore a 11-13 denti rigidi o a molle: in terreni pianeggianti o con modeste pendenze	€/ha	851,40	74,36	63.310,10
3	Concimazione eseguita con trattore di adeguata potenza dotata di spandiconcime. Compreso trasporto e distribuzione; per acquisto di seme e concimi, misura massima accessibile (la scelta del seme deve essere indirizzata verso specie e/o cultivar di origine locale o, quanto meno, di ambienti simili sotto l'aspetto pedologico e climatico)	€. Cad.	25,30	74,36	1.881,31
4	Semina eseguita con trattore gommata e seminatrice portata o trainata; Compreso trasporto e distribuzione sementi e acquisto seme.	€. Cad.	1,00	7436	7.436,00
5	Costipamento post-semine, eseguito con erpice a rulli lisci o dentati, rigido o snodato accoppiato a trattore gommata.	€. Cad.	0,80	7436	5948,80
6	Concimazione di impianto	€. Cad.	1,00	7436	7.436,00
	<b>Impianto Uliveto</b>				
8	Lavorazione andante, eseguita con macchina di adeguata potenza, mediante scasso del terreno alla profondità di cm. 60-80, compreso l'amminutamento mediante due passate in croce. Uliveto	E/ha	450,20	2,98	1341,60
9	Acquisto piantine ulivo	€. Cad.	10,00	6340	63400,00
10	concimazione impianto	€. Cad.	1,00	6340	6340,00
11	Trasporto piantine dal vivaio all'azienda	€. Cad.	0,10	6340	6340,00
12	trapianto meccanico	€. Cad.	0,25	6340	1585,00
	<b>Impianto Mirteto</b>				
13	Lavorazione andante, eseguita con macchina di adeguata potenza, mediante scasso del terreno alla profondità di cm. 60-80, compreso l'amminutamento mediante due passate in croce	€. Cad.	420,00	1,22	512,40
14	acquisto piantine mirto	€. Cad.	2,60	6120	15912,00
15	Concimazione impianto	€. Cad.	1,00	6120	6120,00
17	Trasporto piantine dal vivaio all'azienda	€. Cad.	0,10	6120	612,00
18	trapianto meccanico	€. Cad.	0,25	6120	1530,00
	<b>Impianto Irrigazione</b>				
19	<u>Tubazioni in PE 40 bassa densità. PN4 a norma UNI 7990 tipo 312 fornito in rotoli da un minimo di 50 a 500 metri a seconda del diametro, stese sul piano di campagna, complete di raccordi per collegamento alla tubazione principale, curve, riduzioni, tappi e pezzi speciali, eventualmente predisposte per l'inserimento dei gocciolatori o nebulizzatori, in opera Tubo P.E.40 B.D. PN4 norma UNI 7990 tipo 312 - diam. Esterno 50</u>	ml	5,80	1650,00	9570,00
20	<u>Ali gocciolanti, integrale autocompensante antidrenaggio, in PE con gocciolatore incorporato con portata nominale da 0,7 / 3,5 litri/ora, in rotoli indivisibili, stese sul piano di campagna complete di raccordi per collegamento alla tubazione principale, curve, riduzioni, tappi e pezzi speciali, in opera del diam. esterno mm 20 distanza gocciolatori variabile</u>	ml	1,47	890,00	1308,30
21	<u>Contatore a mulinello assiale "Woltmann", corpo in ghisa G25, totalizzatore orientabile a rulli numeratori, blocco di misura con mulinello, coperchio di protezione cieco, predisposizione per dispositivo lanciainpuls, bollo metrico di verifica, flangiato e forato a norme UNI EN 1092-1. Pressione di esercizio 16 bar, PN16 -3" PN16 -3" - DN80 flangiato - tipo chiuso</u>	cad.	175,00	6,00	1050,00
22	<u>Filtro a rete in acciaio zincato a caldo con cartuccia in acciaio inox, calza in poliestere, tappo con giunto sferico completo di valvola di spurgo e due manometri - attacco flangiato Attacco flangiato - diam. 60 mm - 5 l/s</u>	cad.	244,80	6,00	1468,80
23	<u>Filtro autopulente in acciaio verniciato con funzionamento a vortice, completo di manometri e valvola di scarico, con attacco flangiato Attacco flangiato - diam. 100 mm - 20 l/s</u>	cad.	490,00	2,00	980,00
24	<u>Saracinesca in ghisa corpo piatto PN10 a - diam.50</u>	cad.	113,00	4,00	452,00
	<b>TOTALE COSTO IMPIANTO</b>				<b>238.011,18</b>

## 50 COSTI DI GESTIONE IPOTIZZATI

I costi di gestione, nel primo periodo, saranno inferiori rispetto quanto avverrà nella seconda fase. In particolare, l'impianto necessiterà di pochi interventi, quali concimazione, rimozione di erbe infestanti, e una buona irrigazione di soccorso, anche eseguita con il carro botte, ed un unico trattamento invernale con prodotti rameici, naturalmente necessiteranno della concimazione e della rimozione delle erbe infestanti che potranno crescere nelle interfile. Le aree ed erbaio e fienagione necessiteranno delle normali cure, che sono piuttosto ridotte: si tratta di lavorazioni superficiali del terreno, semina, rullatura, concimazione (a seconda delle colture) sfalcio e imballatura (nel caso delle colture per la fienagione). Di seguito le voci di spesa ipotizzate per il primo periodo.

<b><u>Voci di spesa</u></b>	<b><u>Importo</u></b>
Lavorazioni conto terzi	€ . 18.200,00
Prato pascolo	€ . 11.350,00
Piantine ulivo	€ . 22.250,00
Piantine Mirto	€ . 7.400,00
Concimi	€ . 4.500,00
Manodopera	€ . 12.700,00
<b>TOTALE COSTI ANNUI DI GESTIONE FASE 1</b>	<b>€ . 106.950,00</b>

Nella seconda fase, si dovranno considerare i maggiori costi relativi alla gestione dell'oliveto e del mirteto.

<b><u>Voci di spesa</u></b>	<b><u>Importo</u></b>
Lavorazioni conto terzi	€ .21.250,00
Prato pascolo	€ . 9.800,00
Piantine ulivo	€ 15.220,00
Piantine Mirto	€ . 3.250,00
Concimi	€ . 15.800,00
Manodopera	€ . 24.350,00
<b>TOTALE COSTI ANNUI DI GESTIONE FASE 2</b>	<b>€ . 204.620,00</b>

## 51 RICAVI IPOTIZZATI

Nella PLV (Produzione Lorda Vendibile) va considerata solo la seconda fase in quanto nella prima fase non si hanno produzioni. Sarà considerata nella seconda fase anche la fienagione, che potrà occupare la parte non occupata dalle piantagioni:

Tipo di coltivazione/i	cod.	Estensione [ha]	SOC EUR <sup>-</sup>	Costo unitario [€/ha]	
	RICA				
<b>Oliveti</b>	G03B	2,98		1.548,36 €	4.614,11
<b>Sulla</b>	D008	35,20		1134,00 €	39.916,00
<b>Fave</b>	D009	5,00		853,00	4.625,00
<b>Prato pascolo</b>	F'2	34,16		360,00	12.297,60
<b>61.452,71 €</b>					

## **52 MONITORAGGIO**

### **34.1 OBIETTIVI**

Allo scopo di valutare gli effetti che l'impianto agrolvoltaico ha sulla produzione agricola, sul microclima, sul risparmio idrico sulla fertilità del suolo e sulla sostenibilità a lungo termine del sistema è previsto che sia installato un adeguato sistema di monitoraggio.

L'obiettivo è la valutazione dell'impatto del sistema installato sulle colture. Per la parte dedicata alle colture, gli studi saranno incentrati sugli effetti dovuti all'uso contestuale dei tracker monoassiali sulla produzione quali-quantitativa, sui fabbisogni di acqua e elementi nutritivi della coltura, nonché sull'insorgenza di eventuali fitopatie.

Il monitoraggio sarà riferito al clima attuale, ma anche finalizzato ad indagare scenari climatici futuri, allo scopo di fornire informazioni strategiche che permettano di valutare l'impatto degli investimenti nel breve e lungo periodo.

### **34.2 METODOLOGIA**

Di seguito si forniscono alcune indicazioni utili per la programmazione delle attività da compiere nella fase temporale ante operam, e concernenti uno studio pedologico di dettaglio nell'area oggetto dell'intervento, e alla caratterizzazione degli stessi terreni prima della realizzazione delle opere propedeutica ad una calibrazione esecutiva degli interventi di conservazione delle proprietà agronomiche in fase di cantiere e di esercizio, nonché in sede di ripristino ambientale.

### **34.3 MONITORAGGIO DEL RISPARMIO IDRICO**

Essendo le colture scelte coltivate in asciutta, il tema riguarderebbe solo l'analisi dell'efficienza d'uso dell'acqua piovana, il cui indice dovrebbe evidenziare un miglioramento conseguente la diminuzione dell'evapotraspirazione dovuta all'ombreggiamento causato dai sistemi agrolvoltaici.

#### **34.4 MONITORAGGIO DELLA CONTINUITÀ DELL'ATTIVITÀ AGRICOLA**

Gli elementi da monitorare nel corso della vita dell'impianto saranno:

- A. l'esistenza e la resa della coltivazione;
- B. il mantenimento dell'indirizzo produttivo;

Tale attività verrà effettuata attraverso la redazione di una relazione tecnica asseverata da un agronomo con una cadenza stabilita. Alla relazione saranno 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).

#### **34.5 MONITORAGGIO DEL RECUPERO DELLA FERTILITÀ DEL SUOLO**

In relazione alla qualità biologica del suolo, si provvederà alla determinazione ante-operam dell'Indice di Qualità Biologica del Suolo (QBS). L'indice QBS si basa sull'intera comunità di micro-artropodi del suolo e utilizza il criterio delle forme biologiche in modo da avere un'indicazione del livello di adattamento alla vita ipogea. Si tratta di un approccio biologico, che preferisce l'aspetto ecologico e permette di superare le difficoltà dell'analisi tassonomica a livello di specie. Per il monitoraggio è fondamentale che i campioni siano prelevati, confezionati correttamente e fatti pervenire al laboratorio designato entro 36-48 ore dal prelievo al fine di assicurare la qualità del risultato analitico.

In fase di esercizio, relativamente al monitoraggio sui suoli, risulterà opportuno effettuare periodicamente, almeno due volte all'anno (primavera e autunno) e per l'intera durata dell'impianto, i campionamenti e le analisi per la determinazione dell'indice QBS (Qualità Biologica del Suolo).

Inoltre, sarà costantemente monitorato il regime di temperatura e di umidità dei suoli, mediante l'utilizzo di idonei termo-igrometri dislocati nei punti di campionamento e con distinzione tra aree in ombra e aree aperte. Questo monitoraggio sarà effettuato su una griglia di riferimento adeguata all'opera e di idonea rappresentatività areale, oltre alle analisi di riferimento su un'area esterna non interessata da interventi.

Esecuzione delle analisi di laboratorio per la definizione chimico fisica degli orizzonti di suolo campionati, finalizzate alla parametrizzazione della fertilità dei terreni. Le analisi dovranno comprendere i parametri agronomici standard quali; pH, granulometria, calcare attivo e totale, azoto totale, carbonio organico, sostanza organica, fosforo assimilabile, ferro, boro assimilabile, cloruri, CSC, magnesio, calcio e potassio.

### **34.6 MONITORAGGIO BIODIVERSITÀ**

Gli insetti rappresentano una componente primaria degli ecosistemi terrestri, sia come biomassa totale, sia per l'estrema diversità di forme, ruoli trofici e cicli vitali adottati. Tra gli insetti, particolarmente interessanti sono gli Imenotteri Formicidi, dei quali se ne conoscono circa 15.000 specie distribuite in 296 generi. Le formiche hanno inoltre un ruolo chiave negli ecosistemi, come predatori, consumatori primari o 'ingegneri dell'ecosistema'. La valenza ecologica di questi organismi li pone dunque in una posizione di primo piano tra gli artropodi terrestri utilizzabili come bioindicatori. Le formiche sono state utilizzate come strumenti per il monitoraggio ambientale biologico in numerosi e differenti contesti ambientali e la tipologia di opera di questo progetto ben si presta al loro utilizzo. Le formiche, infatti, non essendo dotate di ali se non gli individui sessuati nelle fasi riproduttive, sono legate all'ambiente in cui si trovano e vi costruiscono il nido, e ne subiscono gli effetti, rappresentando quindi un ottimo indicatore di impatto ambientale.

Sia in fase ante che durante l'esercizio, quindi sarà effettuato un monitoraggio a livello di comunità di imenotteri formicidi presenti come indice di impatto dell'opera sulla biodiversità locale, da associare ai valori della qualità del suolo e QBS. Le attività prevederanno l'installazione di trappole specifiche a caduta, lasciate attive per una settimana ad inizio estate e inizio autunno, alle quali seguiranno le attività di identificazione. Questo indice potrebbe essere rilevato e monitorato anche nelle aree di riqualificazione da costituire a margine dell'impianto in modo tale da ottenere una valutazione della biodiversità presente nel sistema agrovoltico considerato, e la sua evoluzione nel tempo.

### **34.7 MONITORAGGIO DEL MICROCLIMA**

Il microclima presente nella zona ove viene svolta l'attività agricola è importante ai fini della sua conduzione efficace. Infatti, l'impatto di un impianto tecnologico fisso o parzialmente in movimento sulle colture sottostanti e limitrofe è di natura fisica: la sua presenza diminuisce la superficie utile

per la coltivazione in ragione della palificazione, intercetta la luce, le precipitazioni e crea variazioni alla circolazione dell'aria.

L'insieme di questi elementi può causare una variazione del microclima locale che può alterare il normale sviluppo della pianta, favorire l'insorgere ed il diffondersi di fitopatie così come può mitigare gli effetti di eccessi termici estivi associati ad elevata radiazione solare determinando un beneficio per la pianta (effetto adattamento).

L'impatto cambia da coltura a coltura e in relazione a molteplici parametri, tra cui le condizioni pedoclimatiche del sito.

Tali aspetti possono essere monitorati tramite sensori di temperatura, umidità relativa e velocità dell'aria unitamente a sensori per la misura della radiazione posizionati al di sotto dei moduli fotovoltaici e, per confronto, nella zona immediatamente limitrofa ma non coperta dall'impianto.

### **34.8 MONITORAGGIO DELLA RESILIENZA AI CAMBIAMENTI CLIMATICI**

Per l'attività di monitoraggio saranno utilizzati:

- Modelli radiativi per determinare gli effetti dei pannelli fotovoltaici sul micro-clima e sul suolo;
- Modelli di simulazione della crescita e sviluppo e degli scambi gassosi delle colture cerealicole selezionate;
- Database ambientali (clima, suolo) per condizioni attuali e future (es. per la durata prevista per gli impianti fotovoltaici);
- Database colturali eventualmente disponibili;

In particolare, il modello radiativo sarà utilizzato per valutare come le caratteristiche dei materiali costituenti i pannelli e il loro orientamento interferiscano con le variabili ambientali di maggior interesse per le colture agricole, come temperatura e umidità. Una volta raccolti, corretti e armonizzati, i dati climatici ed edafici verranno utilizzati come input di modelli colturali al fine di valutare l'effetto della copertura fotovoltaica sulla dinamica produttiva delle colture tipicamente utilizzate, ma anche per identificare i sistemi colturali e gestionali capaci di ottimizzare la produzione attuale e in scenari di cambiamento climatico.

Inoltre, sarà realizzata una piattaforma web, basata sulla sensoristica installata e sui modelli sviluppati, per il monitoraggio dello sviluppo della coltura da remoto, al fine di fornire uno strumento di supporto alla gestione delle colture.

### **34.9 RISULTATI ATTESI**

- Valutazione quali-quantitativa degli effetti dell'impianto agro-fotovoltaico su sistemi agricoli tradizionali in un clima mediterraneo al fine di ottimizzare la produzione in un'ottica di adattamento e mitigazione del cambiamento del clima.
- Individuazione di sistemi innovativi di monitoraggio e gestione delle colture selezionate utilizzabili durante la vita dell'impianto in un'ottica di agricoltura sostenibile e di precisione.

## **53 IPOTESI CONTRATTO DI GESTIONE**

Da una analisi preliminare del mercato delle colture leguminose da granella sul territorio sardo, si riscontra un interesse di aziende agricole e di aziende attive nel settore della grande distribuzione ad acquisire il prodotto di campo, eventualmente anche facendosi carico della gestione dell'attività agricola esposta nel presente piano agronomico, nel caso in cui l'attuale proprietario e promittente coltivatore non intendo intraprendere il percorso della gestione delle opere culturali, consentendo così a tutti gli effetti di chiudere gli effetti la filiera agricola del parco fotovoltaico. Il concetto di connessione con il territorio viene quindi definito già in ambito progettuale poiché si ha contezza della vocazione territoriale ed agricola e conoscenza diretta del tessuto commerciale di aziende che attualmente operano nel settore in Sardegna. L'intuizione riguarda la possibilità di chiudere la filiera agricola, affidandosi a chi di mestiere fa questo da sempre grazie alle proprie reti di distribuzione e di rapporti diretti con cooperative ed aziende agricole consolidate e fidelizzate attualmente presenti ed operanti nel settore. L'interesse di tali società al ritiro del prodotto è dettato dalla possibilità di sostituire il prodotto di importazione estero commercializzato con prodotto locale, con il vantaggio nel promuovere prodotti cresciuti e sviluppati all'interno di un parco che produce energia pulita da fonti rinnovabili. Queste opportunità potranno essere eventualmente prese in considerazione e valutate dalla Società Proponente in fase di definizione di dettaglio del progetto.

## 54 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'impianto in progetto, così come è stato ideato ed articolato, rientra pienamente nella categoria degli impianti agrivoltaici normati ai sensi dell'articolo 31 del D.L. 77/2021, come convertito con la L. 108/2021, anche definita governance del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza. L'impianto rientra pienamente nella definizione di cui al comma 5 della succitata legge in quanto trattasi di un impianto che adotta soluzioni integrative innovative con il montaggio di moduli elevati da terra, ruotanti su sé stessi, e disposti in modo da non compromettere la continuità dell'attività di coltivazione agricola e con l'adozione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione. Inoltre, l'impianto sarà dotato di un sistema di monitoraggio che consente di verificare l'impatto sulle colture, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità dell'attività dell'azienda agricola coinvolta proprio come prevede la suddetta legge n.108/2021.

Secondo le "Linee Guida per l'applicazione dell'agro-fotovoltaico in Italia" redatte dal Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali dell'Università Degli Studi della Tuscia in collaborazione con vari enti ed associazioni, gli impatti positivi sulla collettività derivanti dalla realizzazione di impianti agrivoltaici in termini sociali ed economici assumono un ruolo fondamentale ed indispensabile. Secondo varie ricerche condotte, durante la fase di costruzione di un impianto agrivoltaico si creano mediamente circa 9 nuovi posti di lavoro, e nella fase di manutenzione 1 posto ogni 2-5 MW prodotti. Da ciò l'evidenza di impatti positivi sotto il punto di vista occupazionale.

Sempre dal punto di vista economico, la minore o nulla competizione di utilizzo del suolo tra agricoltura (nel nostro caso le colture foraggere) ed impianti fotovoltaici permette di ottenere contemporaneamente sullo stesso appezzamento di terreno produzioni e redditi diversificati. Evidenti, quindi, i vantaggi degli impianti "agrivoltaici" rispetto ai classici "campi fotovoltaici", ossia impianti fotovoltaici totalmente dedicati alla produzione di energia rinnovabile, realizzati su terreni inidonei alla coltivazione: di fatto distese di pannelli solari più o meno vaste che sottraevano terreni alle coltivazioni agricole e agli allevamenti.

Nel caso degli impianti agrivoltaici, come quello in parola con la coltivazione delle colture foraggere, invece di avere una competizione tra la produzione energetica e agricola, si ha una virtuosa sinergia da cui entrambe traggono beneficio. Secondo uno studio ENEA-Università Cattolica del Sacro Cuore (Agostini et al., 2021), le prestazioni economiche e ambientali degli impianti agrivoltaici sono simili a quelle degli impianti fotovoltaici a terra: il costo dell'energia prodotta è di circa 9 centesimi di euro per kWh,

mentre le emissioni di gas serra ammontano a circa 20 g di CO<sub>2</sub>eq per megajoule di energia elettrica. Recenti studi internazionali (Marrou et al., 2013) indicano che la sinergia tra fotovoltaico e agricoltura crea un microclima (temperatura e umidità) favorevole per la crescita delle piante che può migliorare le prestazioni di alcune colture come quelle in progetto.

La combinazione di agricoltura e pannelli fotovoltaici ha degli effetti sinergici che supportano la produzione agricola, la regolazione del clima locale, la conservazione dell'acqua e la produzione di energia rinnovabile. Nella scelta delle coltivazioni (colture foraggere) si è optato per delle specie che possano valorizzare al massimo tale sinergia.

Sulla base di quanto su esposto si può concludere che l'investimento proposto non prevede interventi che possano compromettere in alcun modo il suolo agrario e in ragione delle operazioni di miglioramento sopra descritte avrà ricadute positive per il territorio in termini di miglioramento agronomico ed ambientale.