

COMUNI DI:  
TRAMATZA, SIAMAGGIORE,  
SOLARUSSA

PROVINCIA: ORISTANO  
REGIONE: SARDEGNA

"FATTORIA SOLARE TRAMATZA"  
AGRIVOLTAICO DI TIPO ELEVATO E AVANZATO

**PROGETTO DEFINITIVO**

**PIANO AGRONOMICO**

| Tipo Elaborato | Codice Elaborato | Data       | Scala CAD | Formato | Foglio / di | Scala |
|----------------|------------------|------------|-----------|---------|-------------|-------|
| REL.           | 2104_R.05        | 21/04/2023 | -         | A4      | 1/82        | -     |

**PROPONENTE**

**EF AGRI Società Agricola A R.L.**  
Via del Brennero, 111  
38121 - Trento (TN)

**SVILUPPO**



**SET SVILUPPO s.r.l.**  
Corso Trieste, 19  
00198 - Roma (RM)

**PROGETTAZIONE**

Dott. Antonio Lancellotta

Dott. Francesco Filella



**LeGREENHOUSE**

| Rev. | Data       | Descrizione     | Redatto      | Verificato   | Approvato    |
|------|------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|
| 00   | 21/04/2023 | Prima Emissione | LeGREENHOUSE | LeGREENHOUSE | LeGREENHOUSE |
|      |            |                 |              |              |              |
|      |            |                 |              |              |              |

**PIANO AGRONOMICO**

**FATTORIA SOLARE “TRAMATZA”**

**AGRIVOLTAICO DI TIPO ELEVATO E AVANZATO**

**di potenza pari a 55,932 MWp**

**e sistema di accumulo pari a 12,50 MW**

|  |                                       |              |
|--|---------------------------------------|--------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>3 |
|--|---------------------------------------|--------------|

## SOMMARIO

|  |    |
|--|----|
| 1. PREMESSA.....   | 5  |
| 2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....                           | 9  |
| 2.1. Ubicazione.....   | 9  |
| 2.2. Descrizione del contesto.....                           | 11 |
| 3. ECONOMIA E TRADIZIONE DEL COMUNE DI TRAMATZA .....        | 14 |
| 4. CLIMA.....  | 15 |
| 4.1. Temperature .....                                       | 15 |
| 4.2. Estremi termici.....                                    | 18 |
| 4.3. Precipitazioni.....                                     | 20 |
| 4.4. Umidità.....  | 22 |
| 4.5. Regime anemologico .....                                | 23 |
| 4.6. Bioclima.....   | 25 |
| 5. DESCRIZIONE DEL FONDO.....                                | 27 |
| 5.1. Caratteri pedologici del fondo.....                     | 28 |
| 5.2. Vegetazione.....  | 33 |
| 6. ATTIVITÀ DI PREPARAZIONE DEL FONDO .....                  | 35 |
| 6.1. Azioni di preparazione del terreno .....                | 35 |
| 6.1.1. Descrizione delle attività previste.....              | 36 |
| 6.2. Costi delle opere preliminari.....                      | 43 |
| 7. CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO ..... | 44 |
| 8. SCELTA DELLE COLTURE .....                                | 46 |
| 8.1. Mandorle.....   | 47 |
| 8.1.1. Costo di impianto Mandorleto .....                    | 49 |
| 8.1.2. Allevamento e Operazioni colturali .....              | 49 |
| 8.1.3. Costi di coltivazione Mandorleto .....                | 50 |
| 8.1.4. Produttività Mandorle.....                            | 51 |
| 8.2. Agrumi .....  | 52 |
| 8.2.1. Arance.....   | 52 |
| 8.2.2. Limoni.....   | 56 |
| 8.2.3. Allevamento e Operazioni colturali Agrumi .....       | 59 |
| 8.2.4. Costo di coltivazione degli agrumi .....              | 59 |
| 8.2.5. Ricavi attesi totali Mandorle e Agrumi .....          | 60 |
| 9. SIEPE DI MITIGAZIONE.....                                 | 61 |

|  |                                       |              |
|--|---------------------------------------|--------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>4 |
|--|---------------------------------------|--------------|

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 9.1.   | Specie per la siepe di mitigazione.....                      | 62 |
| 9.1.1. | Ulivo - <i>Olea europaea</i> var. <i>Arbequina</i> .....     | 62 |
| 9.1.2. | Corbezzolo - <i>Arbutus unedo</i> .....                      | 63 |
| 9.1.3. | Mirto sardo - <i>Myrtus communis</i> var. <i>sarda</i> ..... | 63 |
| 9.1.4. | Lentisco - <i>Pistacia lentiscus</i> .....                   | 63 |
| 9.2.   | Operazioni e Costo d'impianto della siepe .....              | 64 |
| 9.3.   | Costi di manutenzione della siepe .....                      | 65 |
| 10.    | CALCOLO FABBISOGNO DI MANODOPERA TOTALE .....                | 66 |
| 11.    | MACCHINARI E ATTREZZATURE .....                              | 67 |
| 12.    | REALIZZAZIONE IMPIANTO DI IRRIGAZIONE.....                   | 68 |
| 12.1.  | Consumi e Risparmio idrico .....                             | 72 |
| 13.    | INTRODUZIONE ARNIE SPIA API A SCOPO DI MONITORAGGIO .....    | 74 |
| 13.1.  | Costi di impianto e gestione dell'apiario .....              | 76 |
| 14.    | STUDI SULL'AGRIVOLTAICO .....                                | 77 |
| 15.    | BIBLIOGRAFIA.....  | 82 |

|  |                                       |              |
|--|---------------------------------------|--------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>5 |
|--|---------------------------------------|--------------|

## 1. PREMESSA

Il presente Piano Agronomico è stato redatto per l'azienda EF AGRI Società Agricola a R.L. e denominato "Fattoria Solare Tramatza".

Il progetto è finalizzato al miglioramento fondiario con lo scopo di rendere l'area di progetto irrigua e idonea alla coltivazione di specie arboree, permettendo l'avanzamento di classe di uso del suolo per l'intera area di impianto.

Il progetto agrivoltaico prevede, infatti, la coltivazione di colture arboree (limoni, arance e mandorle) su un'area complessiva di circa 108,7 ha attualmente occupata da pascoli e coltivazioni foraggere.

Grazie alle soluzioni tecniche proposte dalla proponente, la coltivazione prevede la gestione sostenibile di colture e produzioni di qualità in sinergia con la produzione di energia elettrica da fonte solare. Infatti, con i moduli posti su strutture elevate a 3,7 m di altezza da terra, lo spazio in verticale utilizzabile al di sotto dei tracker è sufficiente affinché le piante beneficino della luce diretta e di quella diffusa e gli operatori possano svolgere le pratiche agricole necessarie. Le strutture sono infisse al suolo senza l'utilizzo di fondazioni in cemento e sono poste ad una distanza tra le file dei tracker pari a 6 metri.

Il presente piano agronomico è stato redatto, oltre che sulla base dei dati provenienti dalle sempre più frequenti esperienze e ricerche in ambito europeo, anche sull'esperienza direttamente maturata dalle aziende agricole facenti parte della Società Consortile a r.l. "Le Greenhouse", partner agricolo storico di EF Solare Italia S.p.A.. Le Greenhouse è la prima Società consortile del settore che comprende Società agricole che operano da anni in ambiente agrivoltaico. Il Consorzio gestisce circa 40 ettari di agrivoltaico nelle Regioni Calabria (27 ha), Umbria (2 ha) e Sardegna (11 ha) in cui si coltivano principalmente agrumi (cedri, limoni, lime, arance).

|  |                                       |              |
|--|---------------------------------------|--------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>6 |
|--|---------------------------------------|--------------|



*Foto 1: Serra agrivoltaica con coltivazione di cedri gestita dal Consorzio Le Greenhouse.*



*Foto 2: Serra agrivoltaica con coltivazione di limoni gestita dal Consorzio Le Greenhouse.*

|  |                                       |              |
|--|---------------------------------------|--------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare “Tramatza”<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>7 |
|--|---------------------------------------|--------------|

Si evidenziano alcuni elementi caratterizzanti la gestione agricola e i più rilevanti risultati ottenuti nel corso dei primi 10 anni di attività:

- Attività fenologica delle piante costantemente monitorata tramite applicativi gestibili da remoto che permettono anche la raccolta dei dati al fine di produrre statistiche e studi volti all’ottimizzazione dei cicli produttivi;
- Fabbisogno idrico delle coltivazioni sotto serre agrivoltaiche notevolmente inferiore rispetto al pieno campo grazie alla riduzione dell’evapotraspirato (consumo di acqua 6 volte in meno) dovuto alle condizioni di parziale ombreggiamento, alla luce diffusa e ai sistemi di subirrigazione (attivo protocollo con Netafim – società israeliana, leader nel settore dei sistemi di irrigazione);
- Alta qualità dei prodotti, dalle ultime analisi svolte su un campione di limoni raccolti in gennaio 2020, emergono risultati superiori agli standard qualitativi richiesti dai disciplinari di produzione dei migliori limoni IGP d’Italia;
- Impatti sociali, tutela e valorizzazione dei lavoratori esistenti (si impiegano più lavoratori rispetto al pieno campo per le attività di monitoraggio e gestione del sistema agrivoltaico, investendo sulla formazione continua e sull’accrescimento del *know-how*)<sup>1</sup>.

Sulla base di questa esperienza, il progetto in proposta segue il concetto di “efficienza combinata nell’uso del suolo”. Diversi studi scientifici (per approfondimenti vedi il capitolo finale “*Studi sull’agrivoltaico*”) condotti in Europa e negli Stati Uniti hanno dimostrato che un sistema agrivoltaico strutturato in altezza offre un grande potenziale di sviluppo economico e produttivo, in quanto la combinazione della coltura con la protezione data dai moduli soprastanti consentirebbe effetti sinergici positivi tra l’impianto fotovoltaico e quello agricolo.

**Le strutture agrivoltaiche caratterizzanti gli impianti di produzione proposti sono state studiate in combinazione con il presente piano agronomico e presentano dimensioni tali da agevolare sia lo svolgimento dell’attività agricola che gli interventi di manutenzione sulle componenti elettriche di impianto.**

---

<sup>1</sup> Dalla stampa specializzata:

<https://www.freshplaza.it/article/9205393/le-serre-fotovoltaiche-migliorano-la-qualita-degli-agrumi-riducendo-l-utilizzo-d-acqua/#.XobiNQX223w.whatsapp>

<https://www.freshplaza.it/article/96245/Cedro-sotto-serra-fotovoltaica-una-realta-calabrese-che-piace-agli-israeliani/>

[https://www.repubblica.it/green-and-blue/2021/12/16/news/a\\_scalea\\_i\\_cedri\\_crescono\\_sotto\\_i\\_pannelli\\_fotovoltaici-329557056/](https://www.repubblica.it/green-and-blue/2021/12/16/news/a_scalea_i_cedri_crescono_sotto_i_pannelli_fotovoltaici-329557056/)

<https://www.italiafruit.net/Mobile/DettaglioNews.aspx?idNews=67019&Titolo=cedri-perche-coltivarli-sotto-i-pannelli-fotovoltaici>

|  |                                       |              |
|--|---------------------------------------|--------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>8 |
|--|---------------------------------------|--------------|

L'obiettivo principale è, dunque, quello di produrre, in sinergia, energia elettrica da fonte solare e prodotti agricoli, al fine di generare un reddito agricolo dalla vendita del prodotto fresco, che andrà a sommarsi a quello proveniente dalla produzione di energia elettrica da fonti pulite su scala nazionale.

La società proponente, inoltre, presta molta attenzione sia alla biodiversità in campo, sia quella vegetale che a quella animale, riconoscendo soprattutto l'importanza al comparto apistico. Per questo motivo è previsto, in area di impianto, l'inserimento di arnie di api della specie *Apis mellifera ligustica*, endemica italiana, ai fini del monitoraggio della salubrità dell'ambiente agrivoltaico (**arnie spia**). Le arnie spia sono utilizzate per tutti gli impianti del Consorzio Le Greenhouse, per cui, forti dell'esperienza nel settore, anche il presente progetto monitora l'attività delle api con sensori in grado di verificare il livello di vitalità dei nuclei e la salute del sistema agro ecologico. Infatti, il monitoraggio dell'apiario è uno strumento utile all'agricoltore per consentire una migliore gestione del fondo agricolo intervenendo in maniera razionale sull'utilizzo di agrofarmaci implementando l'agrobiodiversità, caratteristica fondamentale per la sopravvivenza degli ecosistemi e dei sistemi agroecologici stessi.

L'attività delle api permette, inoltre, lo scambio dei codici genetici tra un albero e l'altro, contribuendo direttamente a migliorare la qualità e la quantità della produzione, grazie alla selezione genica.

Ulteriormente, il progetto affronta la necessità di riparare le colture dai venti di Maestrale tramite la piantumazione lungo tutto il confine di una **siepe di mitigazione** composta da corbezzolo, mirto, lentisco e ulivo.

Dunque, tramite la coltivazione delle colture arboree al di sotto delle strutture fotovoltaiche elevate da terra, la creazione di una siepe di mitigazione e l'inserimento delle api in campo, si contribuisce a migliorare la complessità biologica del sistema ecologico, per iniziare un percorso aziendale certificato e di qualità, contribuendo, allo stesso tempo, ad implementare anche l'occupazione locale nei settori energetico ed agro-alimentare.

|  |                                       |              |
|--|---------------------------------------|--------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>9 |
|--|---------------------------------------|--------------|

## 2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

### 2.1. Ubicazione

Il terreno, la cui estensione è pari a circa 108,7 ha presenta una superficie pressoché pianeggiante, a quote comprese fra 17 e 36 m circa s.l.m., in lieve pendenza verso sud.

Con esclusione delle tare agricole, la superficie di circa 89,4 ha sarà coltivata con mandorli e agrumi mentre circa 1,6 ha saranno dedicati alla piantumazione della siepe perimetrale (essenze mediterranee arbustive). L'area si trova su un complesso di terre adibite a pascolo e seminativi in aree non irrigue, sorge in posizione ravvicinata alla strada statale SS131e alla Complanare Est, accanto alle zone industriali dei Comuni di Tramatza (a nord) e Siamaggiore (a sud).

*Tabella 1: Coordinate geografiche della proprietà in esame e riferimenti catastali, su cui avverrà la realizzazione dell'impianto agrivoltaico.*

| <b>COORDINATE GEOGRAFICHE PROPRIETA' IN ESAME - "Fattoria Solare Tramatza"</b>                                 |  |
|--|--|
| <b>Latitudine (Nord)</b>   | <b>Longitudine (Est)</b>   |
| 39°58'45.67"N  | 8°38'16.90"E   |
| <b>Riferimenti catastali</b><br><br><i>COMUNE DI TRAMATZA (OR)</i>   | Foglio: 15<br>Particelle: 52, 228, 229, 232, 233, 234, 235, 236, 240, 241, 242, 246, 328, 330, 332, 334, 336, 338, 340, 342, 408 |
| <b>Riferimenti Catastali</b><br><br><i>Centro Aziendale - Fabbricati</i><br><br><i>COMUNE DI TRAMATZA (OR)</i> | Foglio: 15<br>Mappali: 247, 409, 410   |

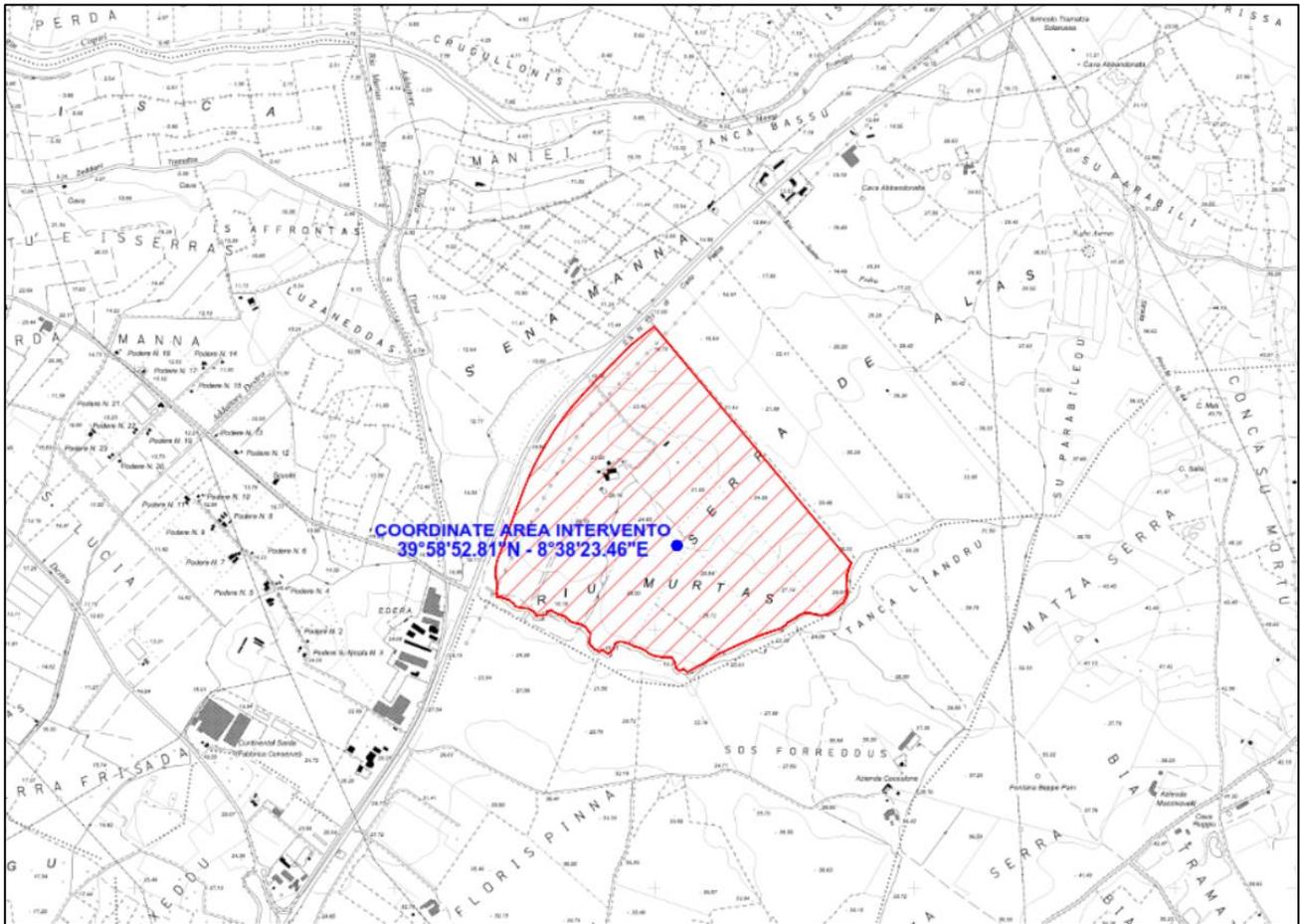
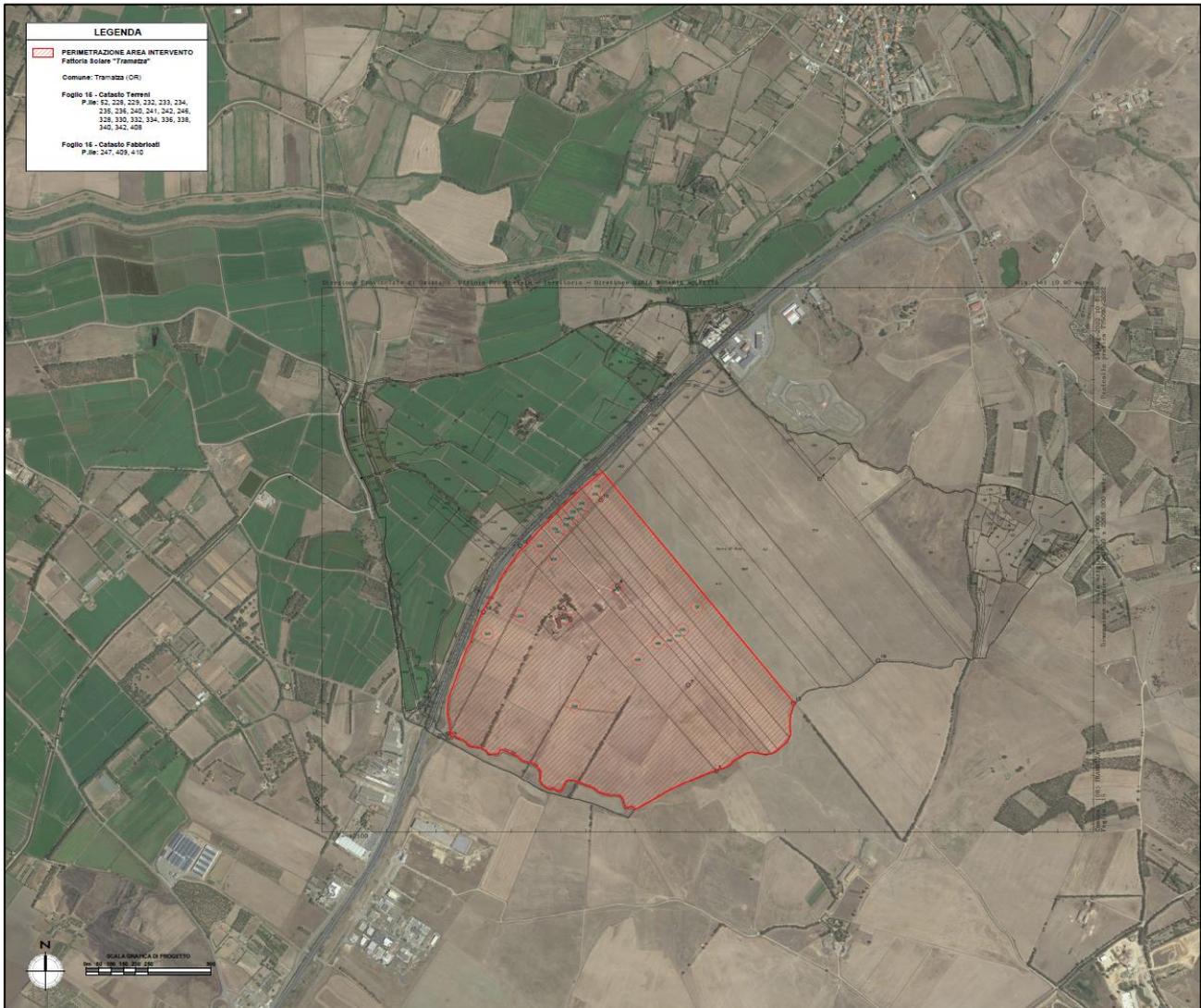


Figura 1: Estratto Inquadramento Territoriale su CTR  
Riferimento Elaborato Grafico "2104\_T.A.02\_Inquadramento Territoriale su CTR\_Rev00"

|  |  |                      |
|--|--|----------------------|
| Progetto:<br><b>Fattoria Solare "Tramatza"</b><br><b>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.</b> | Titolo Elaborato:<br><b>Piano Agronomico</b> | Pagina:<br><b>11</b> |
|--|--|----------------------|



*Figura 2: Inquadramento Territoriale Area Impianto su Ortofoto Catastale.  
 Riferimento Elaborato Grafico "2104\_T.A.03\_Inquadramento Area Impianto su Orto-Catastale\_Rev00"*

## 2.2. Descrizione del contesto

L'area ricade nella macro area, definita dal PUC del Comune di Tramatza, come "E2 - Zona agricola - Area con estensione prevalente per la funzione agricola produttiva".

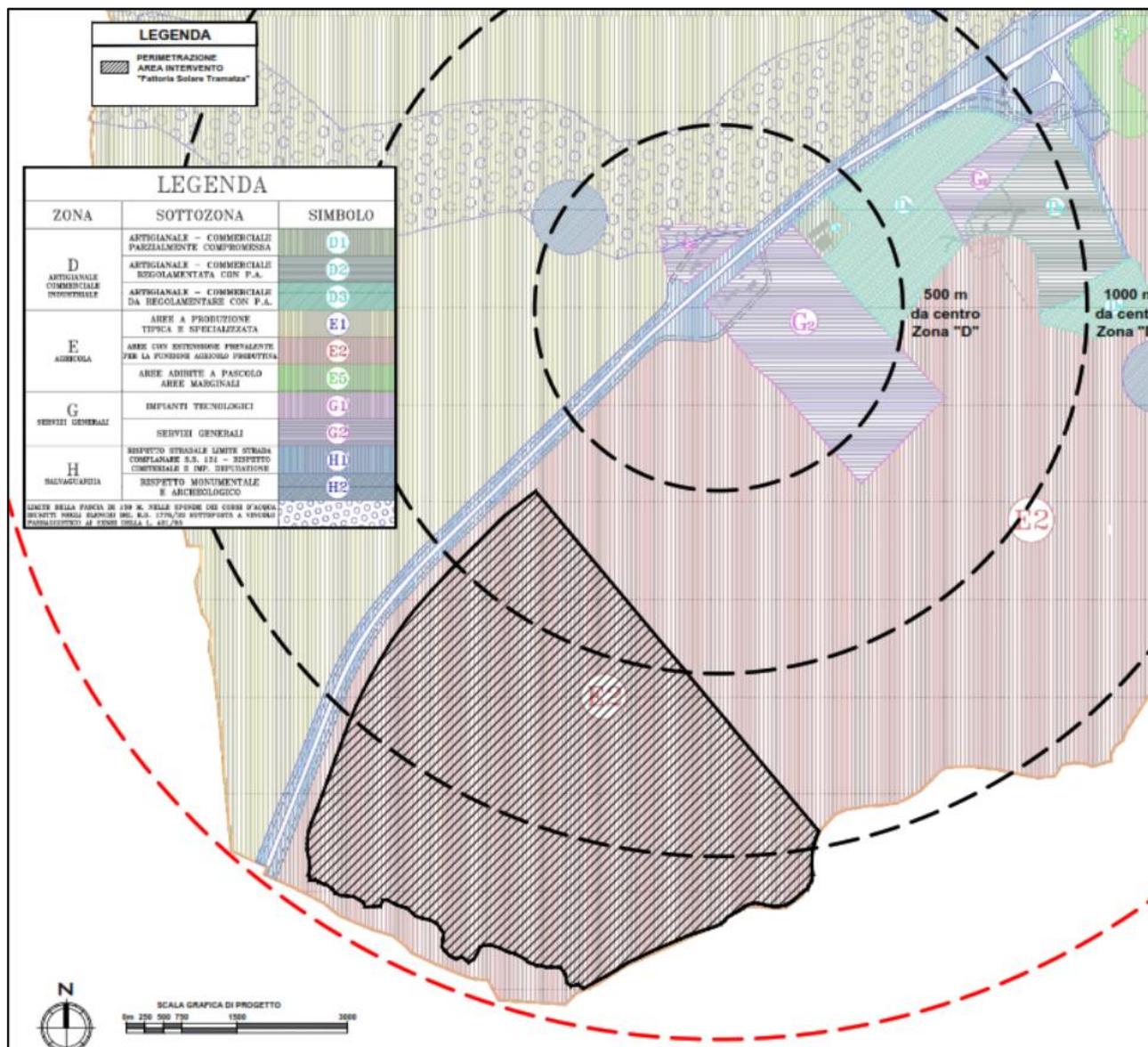


Figura 3: Estratto del Piano Urbanistico Comunale, dalla Tavola allegata  
Riferimento Elaborato Grafico "2104\_T.A.26a\_Estratto Piano Urbanistico Comunale di Tramatza\_Rev00"

Dall'analisi della carta dell'uso del suolo della Regione Sardegna reperibile sul portale online SardegnaMappe (Riferimento Elaborato Grafico "2104\_T.A.20\_Cartografia PPR - Carta Uso del Suolo\_Rev00"), l'area ricade principalmente in "Seminativi in aree non irrigue". Nel sito sono presenti "Fabbricati rurali" che saranno utilizzati come centro aziendale.

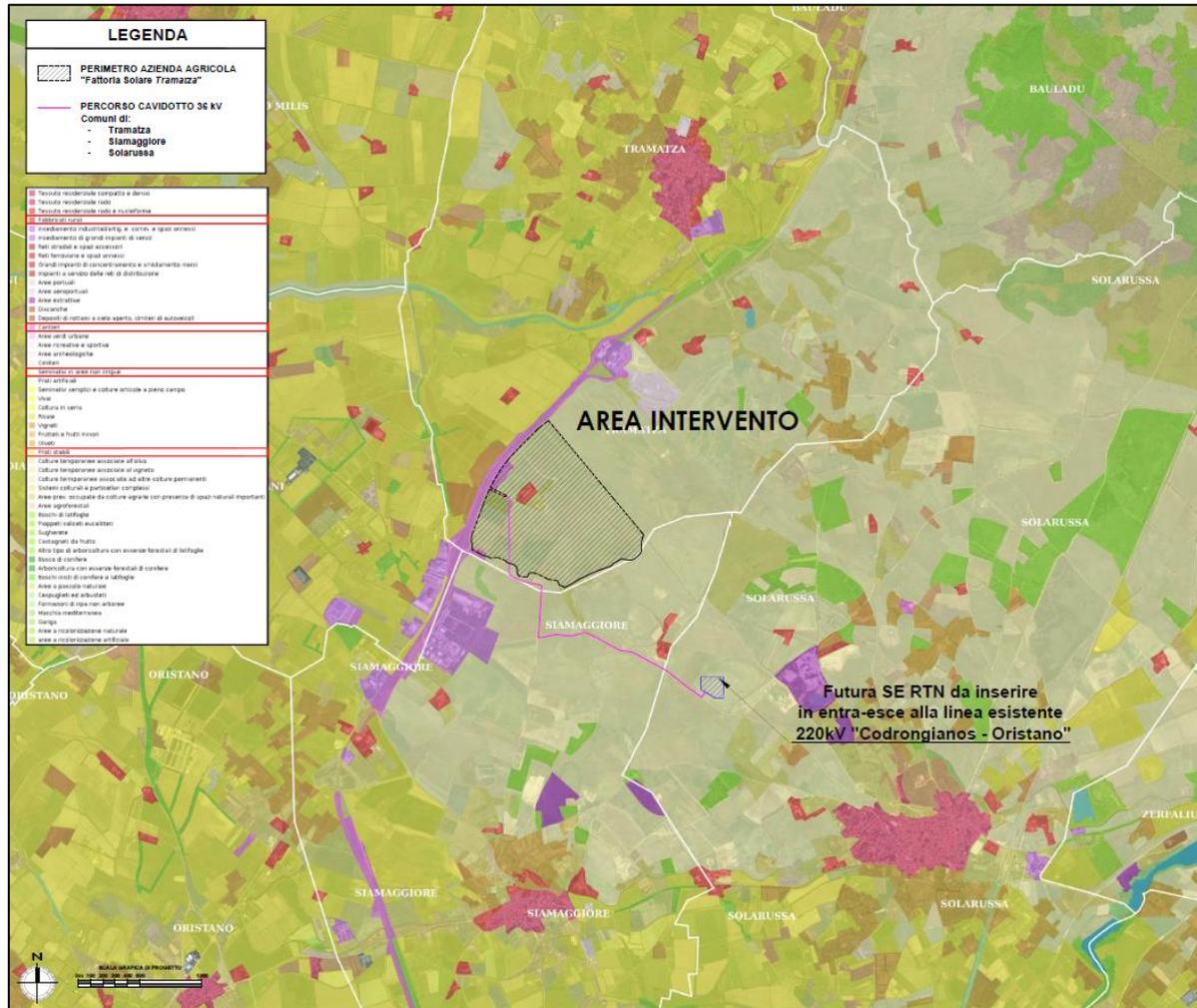


Figura 4: Cartografia uso del suolo.  
Riferimento Elaborato Grafico "2104\_T.A.20\_Carta Uso del Suolo\_Rev00"

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>14 |
|--|---------------------------------------|---------------|

### 3. ECONOMIA E TRADIZIONE DEL COMUNE DI TRAMATZA

Tutta la struttura del paesaggio che circonda l'abitato di Tramatza è articolata sul sistema idrografico del Tirso, il maggior fiume dell'Isola. Gli ambienti lagunari e stagnali che si sviluppano lungo la fascia costiera sono sede di importanti attività economiche di allevamento ittico. La topografia nel raggio di 3 chilometri da Tramatza contiene solo modeste variazioni di livello, con un picco massimo di altitudine di 42 metri ed una media di 17 m s.l.m., coperta da terre coltivate (95%). Si adagia in un fertile tratto di pianura alluvionale, da cui affiorano rocce basaltiche, testimonianza dell'antica attività vulcanica del vicino Montiferru. Tramatza è attraversata dal fiume Cispiri, da sempre determinante per la storia e l'economia agropastorale del paese.

La città di Tramatza è un piccolo centro agricolo distante 15 chilometri dal Campidanese e ai confini dell'Oristanese, che conserva testimonianze preistoriche e cucina tradizionale. L'attività economica prevalente è quella **agropastorale**, con l'agricoltura che resta una fonte di sostentamento rilevante per la popolazione, con la coltivazione di carciofi, cereali, frumento, ortaggi, foraggi, viti, **frutteti e olivo**. Le colture di tipo intensivo interessano inoltre la coltivazione di specie erbacee (riso, carciofo, fragola, melone, anguria, pomodoro, barbabietola) e di quelle arboree (**agrumi**, viti, **olivi, mandorli**). Il paesaggio dell'area vasta è dominato equamente dalle colture intensive e dalle colture estensive, che caratterizzano il sistema agricolo produttivo dell'Alto Campidano, tali colture ben si sposano con gli allevamenti zootecnici, prevalentemente ovini da latte, che caratterizzano il paesaggio e che rivestono un ruolo fondamentale per le certificazioni di qualità del territorio (D.O.P. e I.G.P.).

Dal punto di vista storico il mandorlo ha rappresentato una delle colture da frutto maggiormente diffuse nell'isola, sempre presente in orti e giardini, ma anche nelle terre marginali di alta collina. Fino agli anni '30 del '900, in Sardegna c'erano circa 6.000 ha di mandorlo in coltura specializzata e circa 50.000 ha in coltura consociata. Tali superfici sono rimaste pressoché invariate fino agli anni '50, successivamente ebbero una fortissima contrazione, fino agli anni '90, in cui si è assistito ad un'inversione di tendenza con un certo recupero in termini di ettari investiti, accompagnata da una moderna ed efficiente filiera produttiva economicamente rilevante.

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>15 |
|--|---------------------------------------|---------------|

## 4. CLIMA

La Sardegna è caratterizzata da un clima di tipo marittimo mediterraneo. Nella stagione invernale le frequenti depressioni che si spostano dall'Atlantico verso l'interno, in direzione Est, provocano tempo variabile, mite e umido con precipitazioni elevate. Nella stagione estiva le scarse e deboli depressioni provenienti dall'Atlantico si spostano a Nord o a Sud del Mediterraneo, favorendo estati calde ed asciutte, con molti mesi caldi di siccità e col massimo irraggiamento solare.

Le stazioni di monitoraggio più prossime all'area d'intervento ricadono nei comuni di Bauladu e Riola Sardo, poste rispettivamente a circa 6,4 km a nord est e a 8,2 km a nord ovest rispetto all'area d'impianto.

Tabella 2: Stazioni di monitoraggio agro-meteorologico SAR più prossime all'area d'intervento

| STAZIONE    | LONGITUDINE | LATITUDINE | QUOTA       | DISTANZA DAL MARE | DISTANZA AREA INTERVENTO |
|-------------|-------------|------------|-------------|-------------------|--------------------------|
| Bauladu     | 8.671018    | 40.023779  | 31 m s.l.m. | 16,7 km           | 5,4 km                   |
| Riola Sardo | 8.5405866   | 39.9958127 | 10 m s.l.m. | 11,2 km           | 7,9 km                   |

Per completezza d'informazioni si riportano inoltre i dati meteorologici del comune di Tramatza raccolti dalle informazioni del modello meteorologico globale NEMS di MeteoBlue e Weather Spark, raccolti a partire dal 1985.

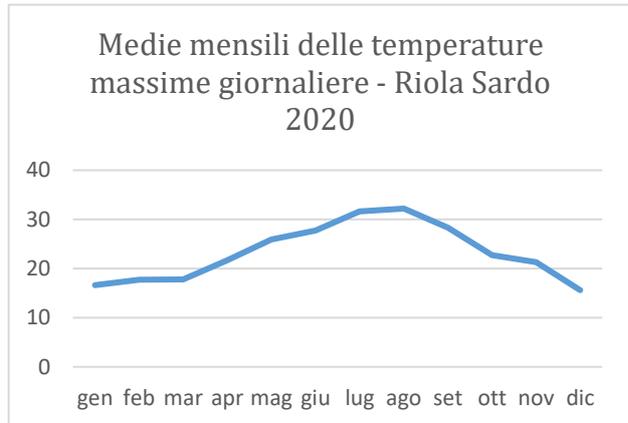
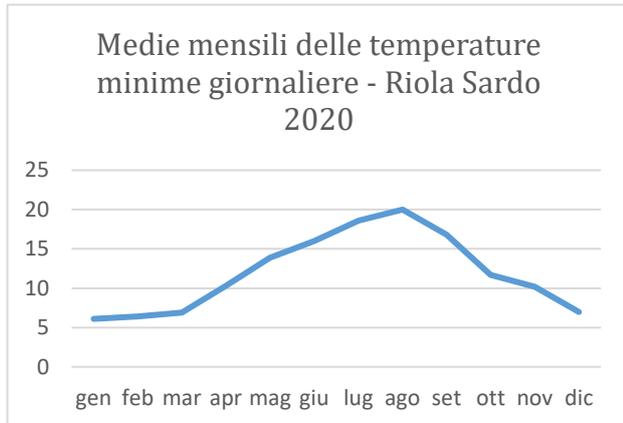
### 4.1. Temperature

Saranno di seguito riportati i dati delle temperature medie giornaliere mensili massime e minime registrate dalle stazioni di Riola Sardo e Tramatza per l'anno 2020 e le relative anomalie registrate nell'anno 2020 rispetto alle medie sul periodo 1995-2014.

| Medie mensili delle temperature minime giornaliere °C, anno 2020  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| STAZIONE  | gen  | feb  | mar  | apr  | mag  | giu  | lug  | ago  | set  | ott  | nov  | dic  |
| Riola Sardo   | 6,1  | 6,4  | 6,9  | 10,3 | 13,9 | 16   | 18,6 | 20   | 16,8 | 11,7 | 10,2 | 7    |
| Medie mensili delle temperature massime giornaliere °C, anno 2020 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| STAZIONE  | gen  | feb  | mar  | apr  | mag  | giu  | lug  | ago  | set  | ott  | nov  | dic  |
| Riola Sardo   | 16,6 | 17,7 | 17,8 | 21,7 | 25,9 | 27,7 | 31,6 | 32,2 | 28,3 | 22,7 | 21,3 | 15,6 |

Per facilitare la lettura dei dati in tabella si riportano i relativi grafici delle medie mensili delle minime (a sinistra) e massime (a destra) giornaliere, relative all'anno 2020.

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>16 |
|--|---------------------------------------|---------------|



I dati storici riportati per il comune di Tramatza sono stati raccolti dalle informazioni del modello meteorologico globale NEMS di MeteoBlue e Weather Spark, raccolti a partire dal 1985.

La stagione calda dura 3 mesi, dal 18 giugno al 14 settembre, con una temperatura giornaliera massima oltre 28 °C. Il mese più caldo dell'anno a Tramatza è agosto, con una temperatura media massima di 31°C e minima di 21°C. La stagione fresca dura 4 mesi, da 24 novembre a 26 marzo, con una temperatura massima giornaliera media inferiore a 17°C e mese più freddo febbraio, con una temperatura media minima di 7°C e massima di 14°C.

La "media delle massime giornaliere" (linea rossa continua) mostra la temperatura massima di una "giornata tipo" per ogni mese. Allo stesso modo, la "media delle minime giornaliere" (linea continua blu) indica la temperatura minima media.

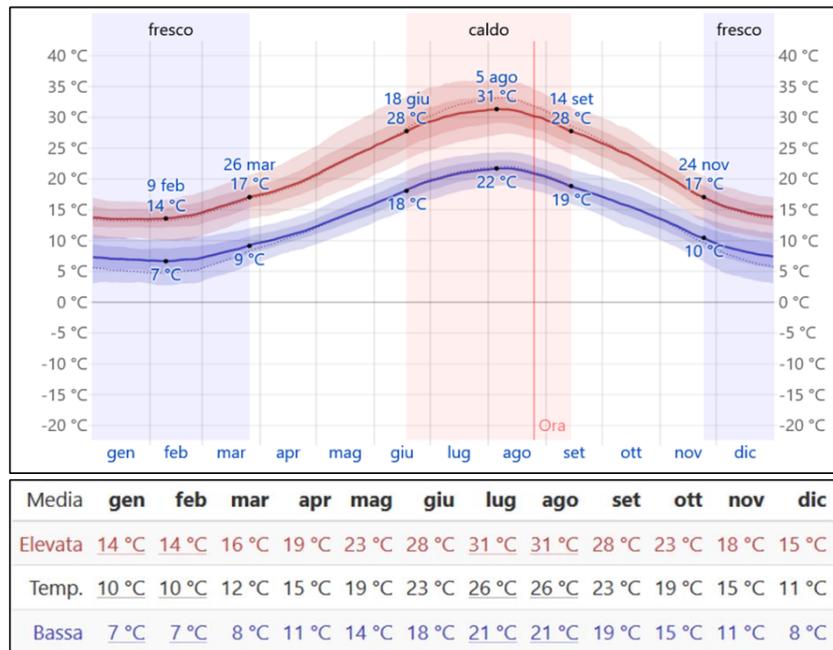


Figura 5: La temperatura massima (riga rossa) e minima (riga blu) giornaliera media della stazione di Tramatza, con fasce del 25° - 75° e 10° - 90° percentile. Le righe sottili tratteggiate rappresentano le temperature medie percepite.

Per quanto riguarda i dati raccolti nell'anno 2020 le temperature minime sono state in linea ai corrispondenti valori climatici di riferimento, mentre le massime sono state superiori, mediamente di circa +0,7 °C. Le medie mensili delle temperature minime hanno mostrato i valori inferiori nel mese di gennaio, compresi tra -1,5 e 10 °C nelle diverse stazioni; le medie delle massime hanno raggiunto valori compresi tra 25 e 37 °C nel mese di agosto.

Secondo l'Annuario dei dati ambientali della Sardegna del 2020 (Rapporto ADAM 2021) rispetto ai corrispondenti valori climatici registrati nel periodo di confronto (1995-2014), a livello mensile le temperature minime sono state generalmente più elevate per 7 mesi, con anomalie positive più marcate nei mesi di febbraio e agosto, mentre sono state in generale inferiori nei restanti mesi, soprattutto in ottobre. Le temperature massime sono state più alte della norma per ben 9 mesi e in particolare nei mesi di gennaio, febbraio (circa 3,5 °C sopra la media), agosto e novembre. Nei restanti 3 mesi le massime sono risultate sotto media, soprattutto in ottobre.

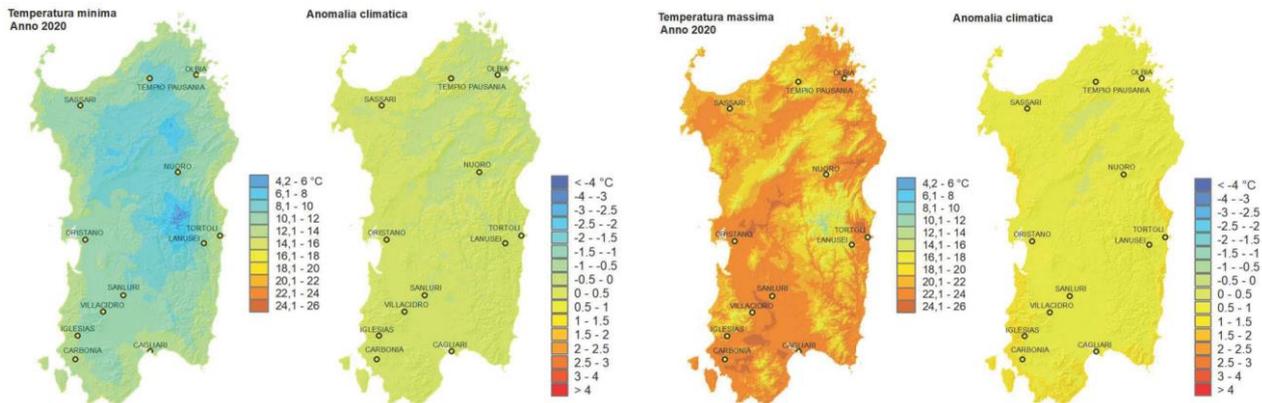


Figura 6: Media annuale delle temperature minime (a sinistra) e massime (a destra) con relative anomalie rispetto alle medie sul periodo 1995-2014 sul territorio regionale per l'anno 2020

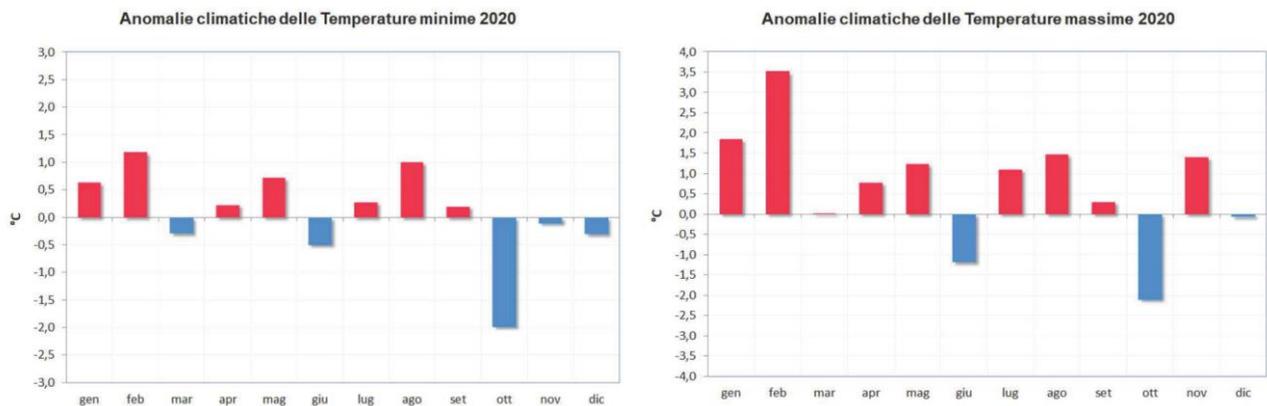


Figura 7: Istogrammi delle anomalie climatiche delle temperature minime e massime rispetto alle medie sul periodo 1995-2014 sul territorio regionale per l'anno 2020

## 4.2. Estremi termici

Il Rapporto ADAM analizza gli eventi termici estremi attraverso una serie di indicatori definiti dal "CCL/CLIVAR Working Group on Climate Change Detection". Questi indicatori sono ricavati dall'elaborazione dei valori di temperatura minima e massima assoluta dell'aria e sono: "giorni estivi", "notti tropicali" e "giorni con gelo".

Per quanto riguarda l'indicatore "giorni estivi" esso esprime il numero di giorni con temperatura massima dell'aria maggiore di 25 °C. In generale, il numero di giorni del 2020 è in linea col valore medio pluriennale, mentre risulta inferiore rispetto ai corrispondenti dati del 2019. La stazione di Riola Sardo ha fatto registrare un totale di 145 giornate estive nel 2020, poco meno del valore massimo (146 giornate per la stazione di Siliqua) raggiunto nella regione.

|  |  |                      |
|--|--|----------------------|
| Progetto:<br><b>Fattoria Solare “Tramatza”<br/>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.</b> | Titolo Elaborato:<br><b>Piano Agronomico</b> | Pagina:<br><b>19</b> |
|--|--|----------------------|

L’indicatore “notti tropicali” esprime invece il numero di giorni con temperatura minima maggiore di 20° C. In generale i cumulati dell’anno risultano in linea rispetto ai corrispondenti valori medi pluriennali ed inferiori rispetto a quelli dell’anno precedente. La stazione di Riola Sardo ha fatto registrare un totale di 24 notti tropicali, valore molto al di sotto del valore massimo (83 notti tropicali per la stazione di Capoterra Poggio dei Pini) raggiunto nella regione.

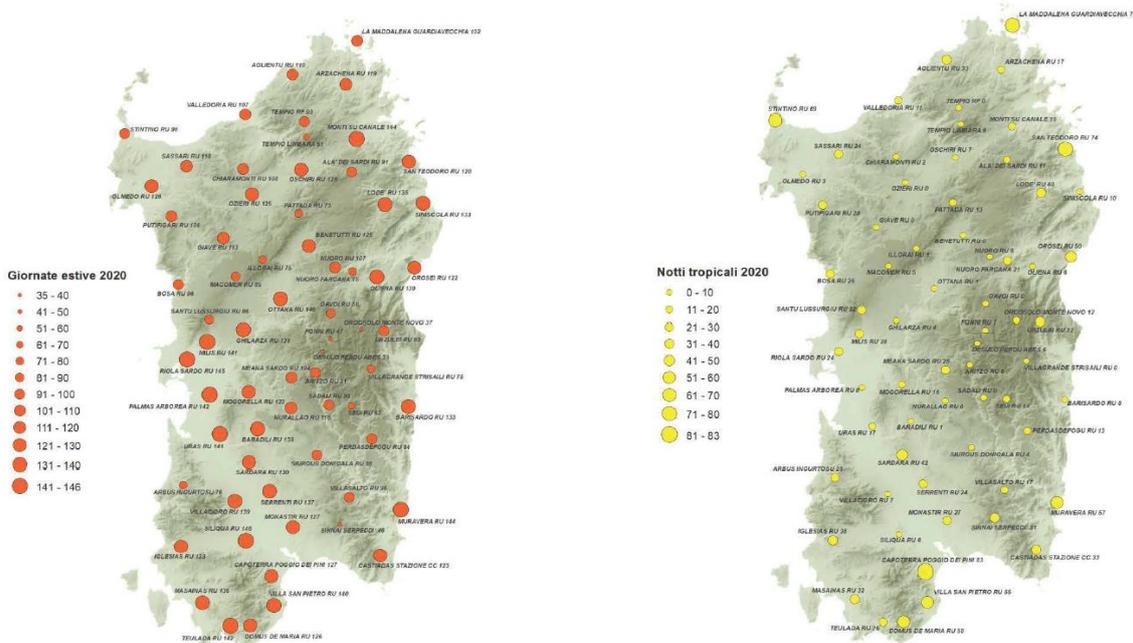


Figura 8: Numero totale dei “Giorni estivi” e delle “Notti tropicali” nel 2020 per alcune stazioni. Dati “Rapporto ADAM 2021”

L’indicatore “giorni con gelo” esprime il numero di giorni con temperatura minima assoluta minore o uguale a 0°C. In generale i dati del 2020 sono mediamente inferiori sia rispetto alle corrispondenti medie pluriennali sia rispetto a quelli dell’anno precedente. La stazione di Riola Sardo ha fatto registrare solo 3 giorni con gelo, molto al di sotto dei valori massimi raggiunti in numerose stazioni in quota (da 40 a 97 giorni con gelo).

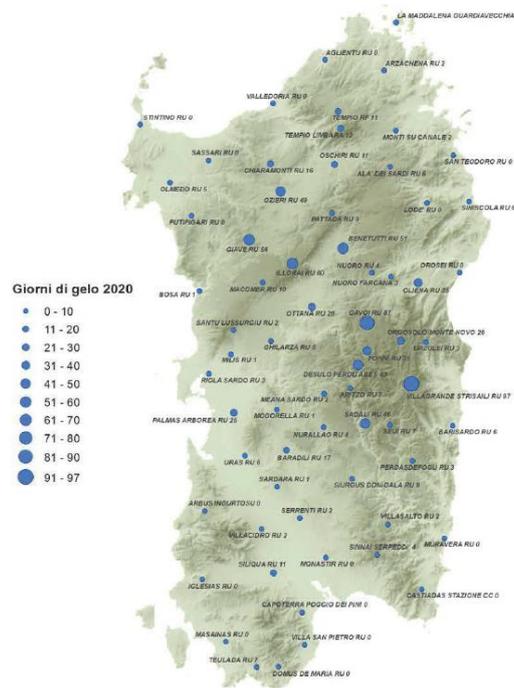


Figura 9: Numero totale dei "Giorni con gelo" nel 2020 per alcune stazioni. Dati "Rapporto ADAM 2021"

Dall'analisi dei dati emerge una sensibilità territoriale nei confronti degli eventi estremi, soprattutto nei confronti delle temperature massime, che espongono maggiormente l'area a fenomeni di inaridimento e desertificazione.

### 4.3. Precipitazioni

Di seguito si riporta l'andamento delle precipitazioni nelle stazioni di Bauladu (dati ADAM 2021) e di Tramatza (modello meteorologico globale NEMS di MeteoBlue e Weather Spark).

| Cumulato delle precipitazioni mensili (mm) anno 2020 |      |     |      |     |      |      |     |     |      |      |     |     |
|--|------|-----|------|-----|------|------|-----|-----|------|------|-----|-----|
| STAZIONE   | gen  | feb | mar  | apr | mag  | giu  | lug | ago | set  | ott  | nov | dic |
| Bauladu  | 11,4 | 0,8 | 37,4 | 40  | 19,2 | 15,2 | 0   | 25  | 91,8 | 42,2 | 28  | 173 |

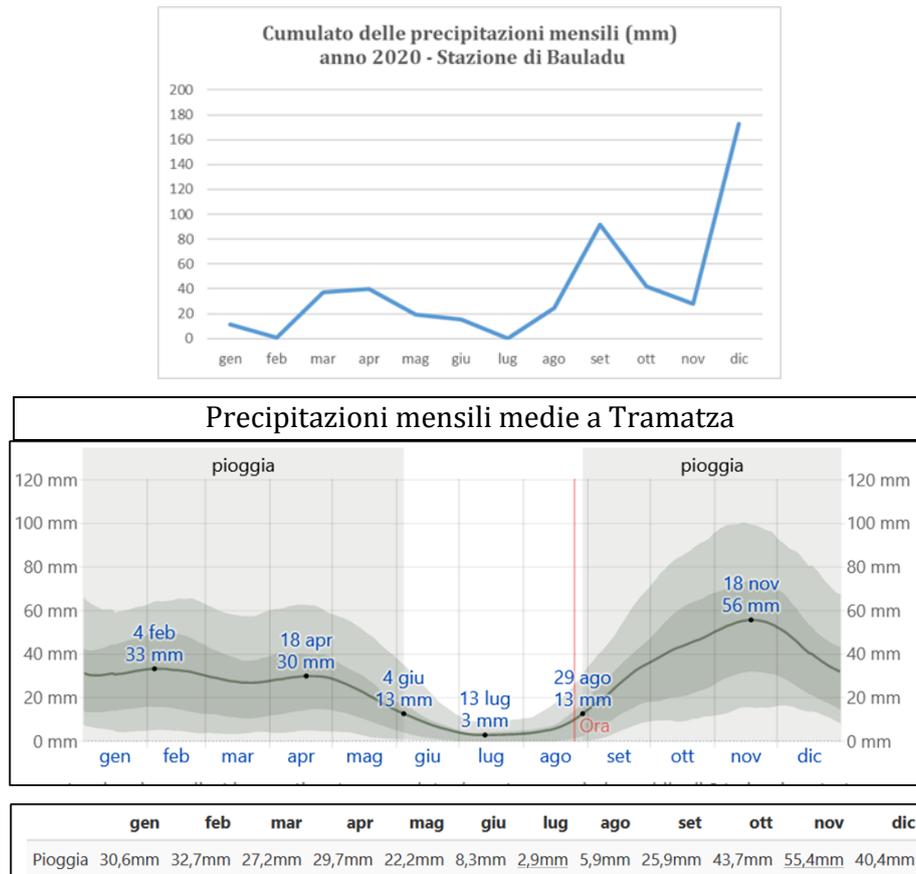


Figura 10: Cumulato delle precipitazioni mensili per la stazione meteorologica di Tramatza. La pioggia media (riga nera continua) accumulata durante un periodo mobile di 31 giorni centrato sul giorno in questione con fasce del 25° - 75° e 10° - 90° percentile

Tramatza presenta significative variazioni stagionali di piovosità mensile.

Il periodo delle piogge dura 9,2 mesi, dal 29 agosto al 4 giugno, con mese più piovoso novembre (piogge medie di 55 millimetri) e periodo più secco di durata 2,8 mesi, dal 4 giugno al 29 agosto, con mese più secco a luglio (piogge medie di 3 millimetri).

Per quanto riguarda le precipitazioni dall'analisi dei dati disponibili è possibile affermare che i mesi autunnali ed invernali sono tendenzialmente più piovosi (in particolare novembre), mentre i mesi estivi (giugno, luglio e agosto) i più secchi. Il mese più secco è risultato essere luglio, che ha registrato nelle stazioni considerate i valori più bassi.

Analizzando i dati relativi alla precipitazione cumulata annua in rapporto con la media climatica 1971-2000 sul territorio regionale riportati nell'Annuario dei Dati Ambientali 2021 emerge che le piogge totali registrate nel 2020 hanno raggiunto cumulati annui variabili a seconda delle località, tra minimi di circa 360 mm nel Cagliariitano e massimi di circa 1300 mm sul Limbara. Su metà

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>22 |
|--|---------------------------------------|---------------|

dell'isola ed in particolare nel centro-nord i valori risultano in linea o superiori alle corrispondenti medie climatiche, superandole in alcune aree anche del 50%. Per quanto riguarda l'area d'interesse le precipitazioni dell'anno 2020 sono state lievemente inferiori rispetto alla media climatologica di riferimento (periodo 1971 - 2000) per la maggior parte dei mesi dell'anno, tuttavia, i mesi di agosto, settembre e dicembre hanno però registrato valori fino a 4 volte superiori rispetto alla media di riferimento.

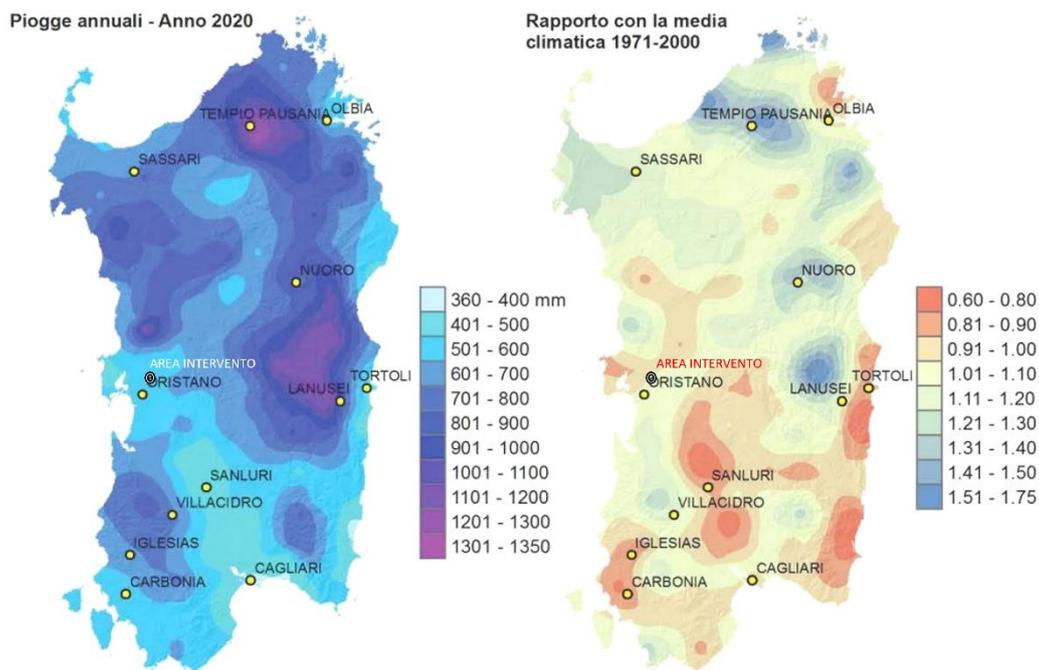


Figura 11: Cumulato annuale di precipitazione (mm) per il 2020 e rapporto con la media climatologica 1971-2000

#### 4.4. Umidità

A differenza della temperatura, che in genere varia significativamente fra la notte e il giorno, il punto di rugiada tende a cambiare più lentamente, per questo motivo, anche se la temperatura può calare di notte, dopo un giorno umido la notte sarà generalmente umida. Tramatza vede estreme variazioni stagionali nell'umidità percepita.

Il periodo più umido dell'anno dura 4 mesi, dal 10 giugno al 12 ottobre. Il mese con il maggior numero di giorni afosi è agosto, con 19 giorni di caldo umido. Il giorno più secco dell'anno oscilla attorno al 21 febbraio.

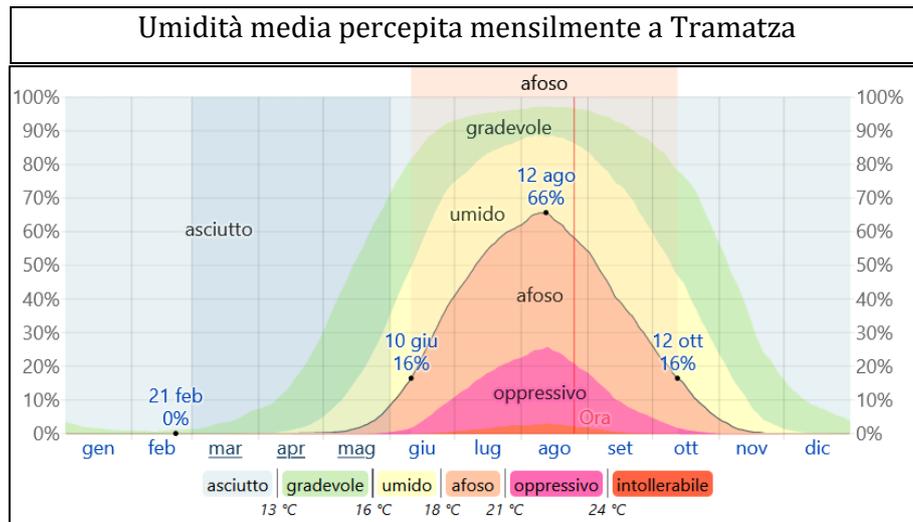


Figura 12: Umidità annuale divisa per mesi a Tramatza. Il grafico riporta l'umidità percepita e il grado di confort tramite colorazione dei range dei valori.

#### 4.5. Regime anemologico

La Sardegna, lontana dalle grandi masse continentali, con i relativi ostacoli orografici, è spesso battuta da intensi venti in qualsiasi stagione dell'anno. I venti più frequenti e forti sono il Maestrale, lo Scirocco ed il Libeccio che in inverno danno luogo a piogge e mareggiate, mentre spesso in estate rendono il clima molto secco e favoriscono il propagarsi degli incendi. In inverno lo Scirocco richiamato da perturbazioni Afro-Mediterranee apporta intense ondate di maltempo sulla Sardegna Meridionale, mentre il Libeccio ed il Maestrale favoriscono le piogge sulla parte Occidentale, ed è proprio la frequenza delle correnti occidentali a spiegare la maggior piovosità di questo settore dell'Isola. Il Maestrale è anche responsabile di episodi di freddo e neve invernale, trasportando l'aria artica che sfocia nel Mediterraneo dalla Valle del Rodano. In Estate lo Scirocco porta aria dai deserti Nordafricani molto calda ed asciutta, insieme al pulviscolo Sahariano ed a temperature elevatissime. Tali avvezioni di aria calda annunciano l'arrivo dell'Anticiclone Africano che in Estate permane a lungo su queste zone del Mediterraneo.

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>24 |
|--|---------------------------------------|---------------|

Le condizioni anemologiche maggiormente frequenti in Sardegna si possono così sintetizzare:

- il periodo invernale è caratterizzato dalla presenza del Maestrale proveniente da nord-ovest, del Libeccio proveniente da sud-ovest e del Grecale proveniente da nord-est, che favoriscono la formazione di piogge nel settore occidentale;
- lo scirocco proveniente da sud-est è frequente in tutte le stagioni ed è il principale responsabile della stabilità climatica che si riscontra nella regione nei mesi estivi. La stagione estiva è caratterizzata da grande stabilità, con situazioni di brezza e vento non forte.

I dati reperiti sul sito MeteoBlue per Tramatza riportano i venti (velocità e direzione) a 10 metri dal suolo. La velocità oraria media del vento subisce moderate variazioni stagionali durante l'anno. La direzione oraria media del vento predominante è ovest.

Il periodo più ventoso dell'anno dura 6,5 mesi, dal 26 ottobre al 10 maggio, con velocità medie del vento di oltre 14,7 Km/h. Il giorno più ventoso dell'anno è dicembre, con una velocità oraria media del vento di 16,4 Km/h.

Il periodo dell'anno meno ventoso dura 5,5 mesi, dal 10 maggio al 26 ottobre, con mese più calmo agosto (velocità oraria media del vento di 12,9 Km/h).

Si riporta di seguito l'istogramma della velocità dei venti e la Rosa dei venti relativa alla stazione di Tramatza.

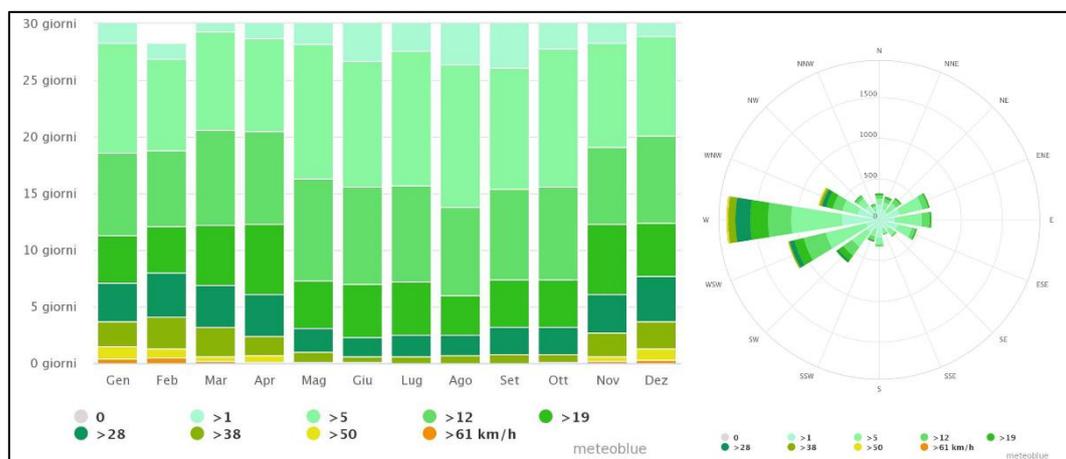


Figura 13: Iistogramma della velocità dei venti e Rosa dei venti della stazione meteorologica di Tramatza. Fonte: Meteoblue

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>25 |
|--|---------------------------------------|---------------|

#### 4.6. Bioclima

Il servizio Meteorologico Agrometeorologico ed Ecosistemi del Dipartimento Meteorologico dell'ARPAS (Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna) ha elaborato nel 2014 la *Carta Bioclimatica della Sardegna*. L'analisi bioclimatica per la predisposizione della carta è stata effettuata seguendo il modello bioclimatico denominato "Worldwide Bioclimatic Classification System" (WBCS) proposto da Rivas-Martinez nel 2011. Si tratta di una classificazione numerica che mette in relazione le grandezze numeriche dei fattori climatici (temperatura e precipitazione) con gli areali di distribuzione delle piante e delle comunità vegetali, allo scopo di comprendere le influenze del clima sulla distribuzione delle popolazioni e delle biocenosi.

La carta è impostata su un sistema gerarchico che comprende 5 macrocategorie climatiche definite "*Macrobioclimi*": Tropicale, Mediterraneo, Temperato, Boreale e Polare; ciascun macrobioclima si divide, a sua volta, in unità tassonomiche di rango inferiore, definite "*Bioclimi*", per un totale di 27 unità. I bioclimi, a loro volta, sono ulteriormente suddivisi sulla base delle variazioni nei ritmi stagionali della temperatura e delle precipitazioni attraverso l'utilizzo di indici termotipici, ombrotipici e di continentalità. Le unità gerarchicamente inferiori sono quindi rappresentate dal Termotipo (esprime la componente termica del clima), dall'Ombrotipo (esprime la componente di umidità del clima) e dalla Continentalità (esprime il grado di escursione termica annua).

Il macrobioclima della zona di interesse è **Mediterraneo**, con termotipo di tipo **Termomediterraneo superiore**, con indice ombrotermico **Secco inferiore** ed indice di continentalità **Euocéanico attenuato**.

A questo bioclima, come vedremo più nel dettaglio nel paragrafo che descrive la vegetazione, è associata la serie vegetazionale "**Serie sarda, calcifuga, termomediterranea del leccio**" (*Pyro spinosae-Quercetum ilicis*).

Il bioclima risultante è dunque di tipo Mediterraneo Pluvistagionale-Oceanico, più precisamente **Termomediterraneo superiore, Secco inferiore, Euocéanico attenuato**.

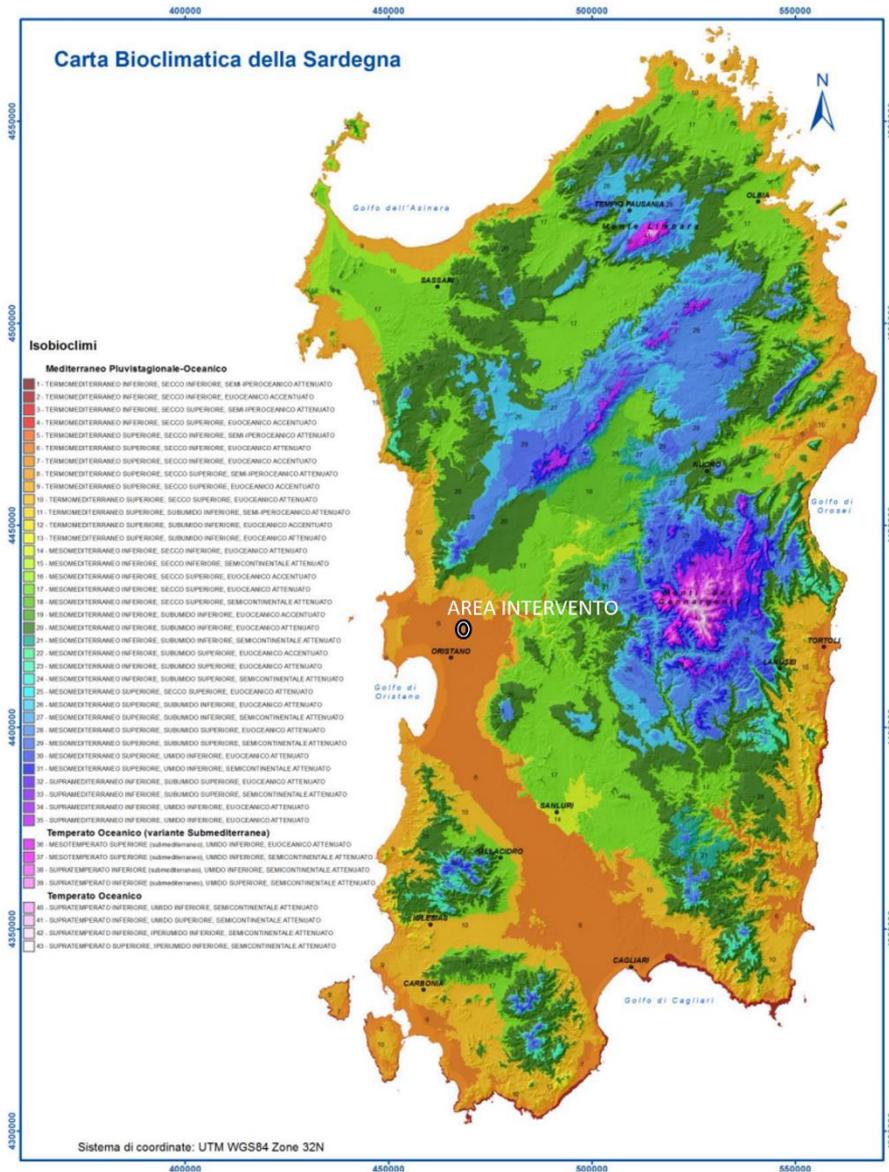


Figura 14: Carta Bioclimatica della Sardegna. Fonte: ARPAS

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>27 |
|--|---------------------------------------|---------------|

## 5. DESCRIZIONE DEL FONDO

L'area di intervento per l'impianto di Tramatza ha un'estensione di 108,7 ha ed è caratterizzata da un uso agricolo di tipo seminativo intensivo, basato sulla coltivazione di foraggiere autunno-vernine e primaverili-estive destinate all'alimentazione dei capi di bestiame. Il sistema delle siepi arboree e arbustive è quasi del tutto assente, lasciando spazio ai campi aperti. Alcune delle particelle risultano recintate, al fine di controllare il pascolo esercitato attualmente. Il limite Sud è delineato da un piccolo canale, di separazione tra Siamaggiore e Tramatza, secco periodicamente. Si riportano di seguito le foto scattate durante i rilievi condotti nel mese di ottobre.



Foto 3: Foto con drone dell'area, da varie angolazioni, indicate nella numerazione. Nella 1) l'angolazione della visuale è Sud-Ovest; Nella 2) da Ovest; 3) da Nord-Est; 4) da Nord.

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>28 |
|--|---------------------------------------|---------------|

### 5.1. Caratteri pedologici del fondo

Dalle analisi fisiche e chimiche condotte sui campionamenti in sito si può sintetizzare che il terreno risulta essere prevalentemente sabbioso con una scarsa concentrazione di carbonio organico ed un pH che varia da moderatamente acido a moderatamente alcalino.

Tabella 3: Tabella di riepilogo delle analisi chimico fisiche dei campioni di terreno prelevati sul sito di Tramatza

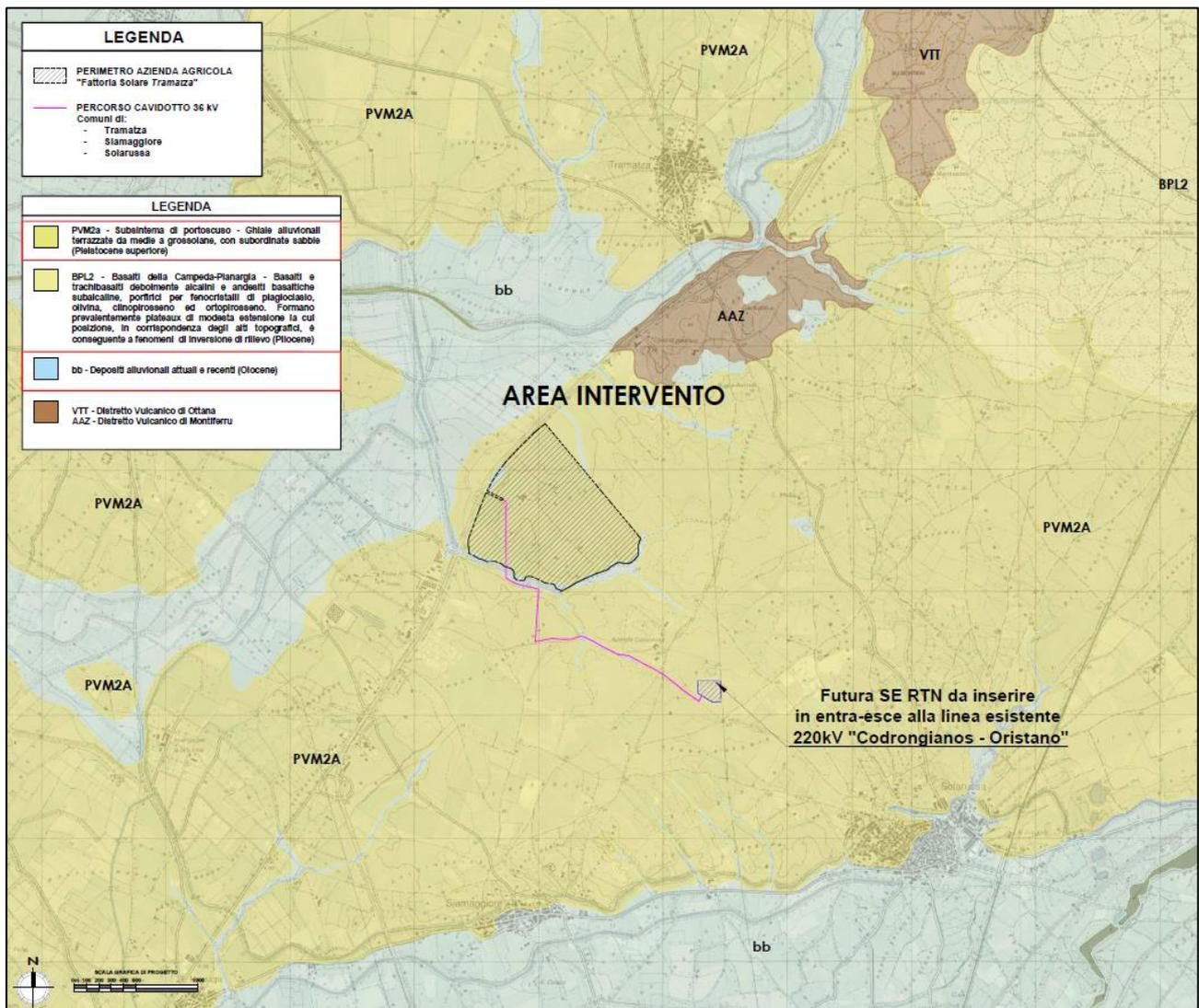
| Parametri                  | Valori | Unità di misura | VALUTAZIONE                     |
|----------------------------|--------|-----------------|---------------------------------|
| Sabbia                     | 60     | %               |                                 |
| Limo                       | 20     | %               |                                 |
| Argilla                    | 20     | %               |                                 |
| Calcare totale             | 0,1    | %               | Povero                          |
| Calcare attivo             | 0,01   | %               | Scarso                          |
| Indice di plasticità       | 9,64   |                 | Mediamente plastico             |
| pH                         | 6,4    |                 | Subacido                        |
| Conducibilità elettrica    | 0,175  | mS/cm           | Terreno lisciviato-poco fertile |
| Sostanza organica          | 0,90   | %               | Molto bassa                     |
| Carbonio organico          | 0,52   | %               | Scarsa                          |
| Azoto totale               | 0,8    | ‰ N             | Povero                          |
| C/N                        | 6,54   |                 | Scarso - Liberazione di Azoto   |
| Coeff. Mineralizzazione    | 0,75   |                 |                                 |
| Fosforo assimilabile       | 8      | ppm P           | Basso                           |
| Potassio scambiabile       | 65     | ppm K           | Basso                           |
| Calcio scambiabile         | 860    | ppm Ca          | Molto basso                     |
| Magnesio scambiabile       | 75     | ppm Mg          | Basso                           |
| Sodio scambiabile          | 50     | ppm Na          | Normale                         |
| Capacità Scambio Cationico | 6,10   | meq/100gr       | Bassa                           |
| K% CSC                     | 2,73   | %               | Medio                           |
| Ca% CSC                    | 70,37  | %               | Medio                           |
| Mg% CSC                    | 10,12  | %               | Alto                            |
| E.S.P. (% Na Scambiabile)  | 3,57   | %               | Normale                         |
| GSB (Grado Saturaz. Basi)  | 86,78  |                 | Molto alto                      |
| Ca/Mg                      | 6,99   |                 | Normale                         |
| Mg/K                       | 3,69   |                 | Ottimale                        |
| S.A.R.                     | 0,44   | %               | Normale                         |
| Cloruri solubili           | 6,0    | ppm             | Normale                         |

Per tale ragione, prima della messa a dimora delle colture scelte, il progetto prevede il miglioramento delle caratteristiche del fondo con apposizione di ammendante organico, semina e sovescio per il miglioramento della fertilità del terreno.

|   |  |                      |
|---|--|----------------------|
| Progetto:<br><b>Fattoria Solare "Tramatza"</b><br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br><b>Piano Agronomico</b> | Pagina:<br><b>29</b> |
|---|--|----------------------|

Dall'analisi della cartografia del PPR Sardegna, l'area d'intervento ricade in due unità stratigrafiche:

- Quasi interamente nell'unità **PVM2a**: Subsistema di Portovesme. Ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie. Pleistocene Superiore
- In minima parte (confine Sud ed Est) nell'unità **bb**: depositi alluvionali. Sabbie con subordinate argille (Olocene)



*Figura 15: Stralcio della Carta Geologica dell'area (Fonte PPR Sardegna).  
Riferimento Elaborato Grafico 2104\_T.A.21\_Cartografia PPR – Carta Geologica\_Rev00*

Come si evince dalla figura, tutta l'area in esame rientra all'interno della formazione geologica denominata PVM2a. Quest'ultima è contraddistinta da ghiaie di natura alluvionale, terrazzate alternate ad orizzonti prettamente sabbiosi. La componente litica è formata in prevalenza da ciottoli

|  |  |                      |
|--|--|----------------------|
| Progetto:<br><b>Fattoria Solare "Tramatza"</b><br><b>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.</b> | Titolo Elaborato:<br><b>Piano Agronomico</b> | Pagina:<br><b>30</b> |
|--|--|----------------------|

di quarzo con dimensioni da pochi cm a 15-20 cm e rare metamorfiti, in una matrice sabbiosa leggermente argillosa.

L'area è stata inquadrata anche dal punto di vista litologico mediante la Carta Litologica della Sardegna 1:25000 disponibile sul Geoportale Sardegna Mappe.

Come riportato nell'estratto di mappa proposto di seguito, la principale formazione in cui ricade l'area d'intervento (impianto agrivoltaico, cavidotto e futura stazione elettrica) presenti sono ascrivibili alla categoria C1.2 - Depositi terrigeni continentali di conoide e piana alluvionale (ghiaie, sabbie, limi, argille, conglomerati, arenarie, siltiti e peliti).

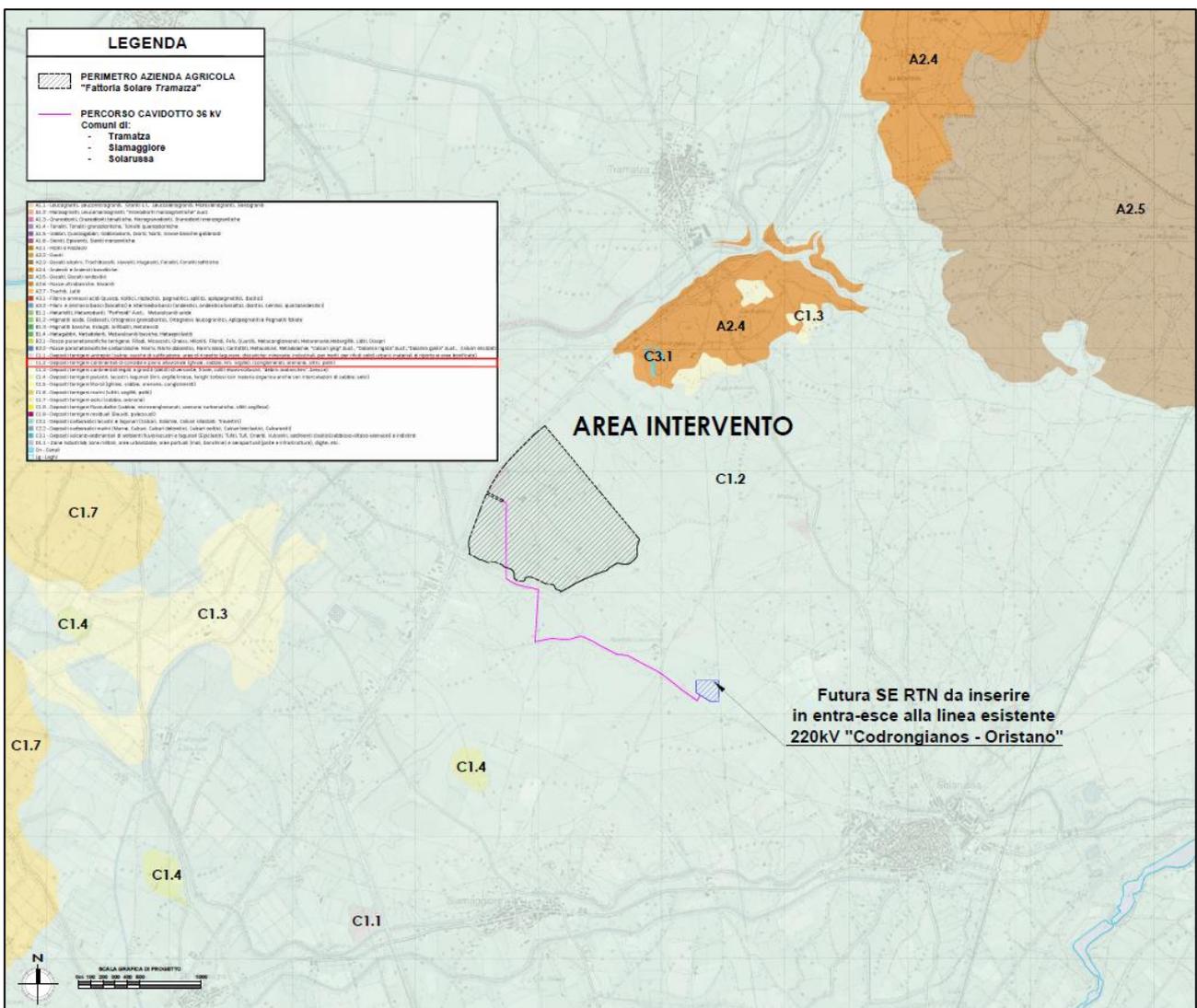


Figura 16: Stralcio della Carta Litologica dell'area (Fonte PPR Sardegna).  
 Riferimento Elaborato Grafico 2104\_T.A.22\_Cartografia PPR - Carta Litologica\_Rev00

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>31 |
|--|---------------------------------------|---------------|

Ulteriore fattore valutato al fine di un corretto inquadramento pedologico, geologico e litologico è la permeabilità del terreno, ricavata dal Portale Sardegna Mappe. In questa indagine si individua una tipologia di terreno con:

- MAP: Permeabilità medio alta per porosità (ricadono in questa tipologia di terreni quasi tutta l'area d'impianto, buona parte del cavidotto e l'area della futura SE).
- AP: Permeabilità alta per porosità (ricadono questa tipologia di terreni una piccola porzione dell'area d'impianto ed una parte del cavidotto).

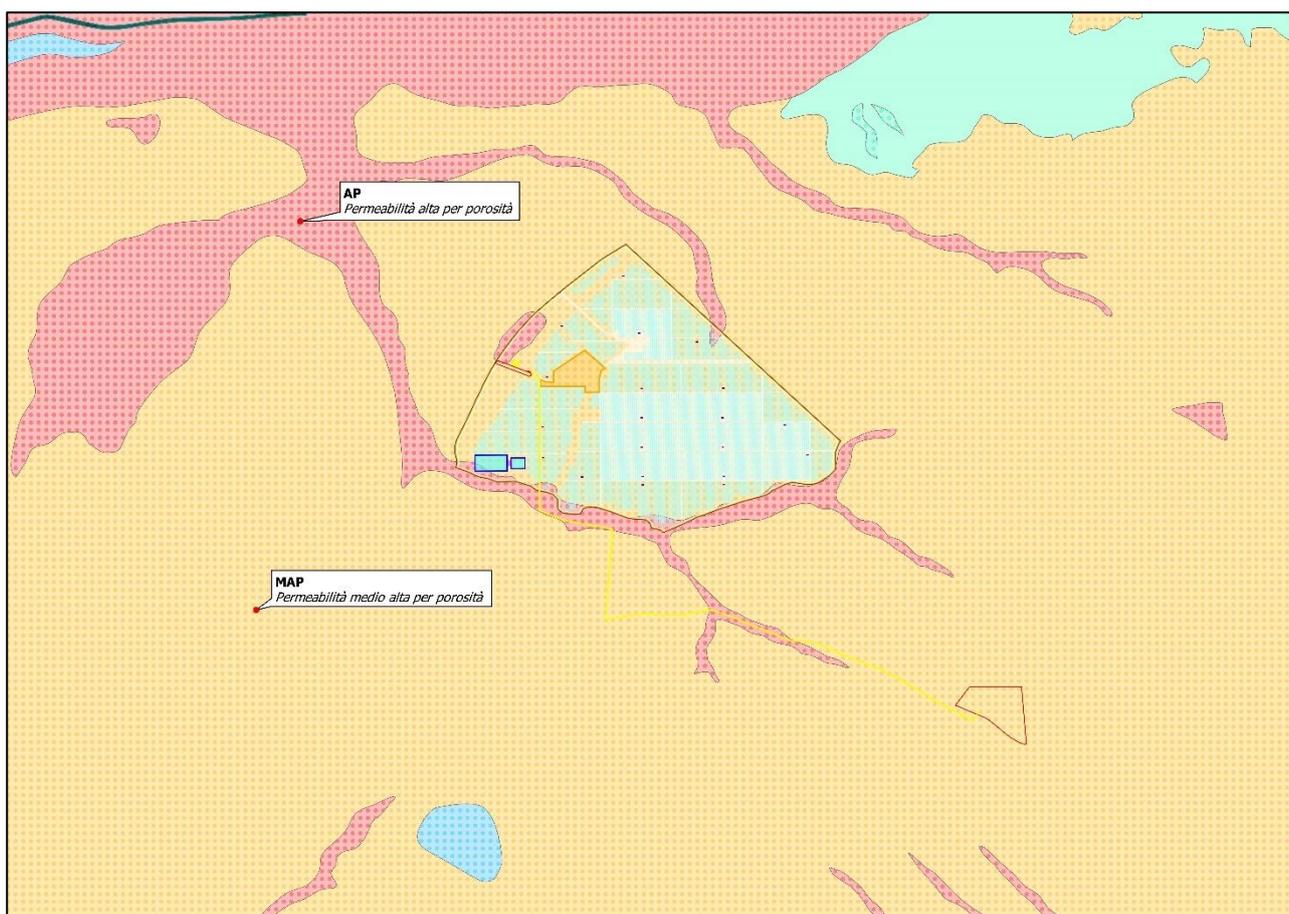


Figura 17: Stralcio della Carta della permeabilità dei substrati della Sardegna 1:25000 (Fonte PPR Sardegna)

I terreni mostrano quindi un livello di drenaggio medio-alto, originatisi da formazioni di deposito, di tipo terrigene continentali depositatesi nel tempo. Questi terreni presentano una tessitura franco limo-argilloso caratterizzata da particelle di elevato diametro, pori di grandi dimensioni e, pertanto, ben areati e dotati di buon drenaggio, ma con scarsa capacità di trattenere l'acqua e gli elementi nutritivi.

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>32 |
|--|---------------------------------------|---------------|

Nello specifico l'area in esame non presenta problemi di ristagni idrici superficiali in quanto la presenza di ciottoli di varie dimensioni ed una matrice poco argillosa, determina un buon drenaggio delle acque meteoriche in profondità.

La Carta delle Unità delle Terre del PUP-PTCP di Oristano classifica i terreni oggetto d'intervento nella classe dei *Paesaggi delle alluvioni recenti ed attuali - L1*, le possibilità di utilizzazione agronomica di questi suoli sono fra le più ampie possibili, le limitazioni all'uso sono infatti dovute all'ampiezza della superficie interessata ed ai fenomeni di ristagno idrico per cui possono essere destinati alle attività turistico - ricreative, al rimboschimento finalizzato alla protezione del suolo ed alla produzione di legname da opera e da cellulosa, pascolo migliorato, colture cerealicole e foraggere (uso attuale), colture ortive ed industriali. L'irrigazione è sempre possibile ed è limitata dalle disponibilità di riserve idriche e dalla necessità di opere di drenaggio.

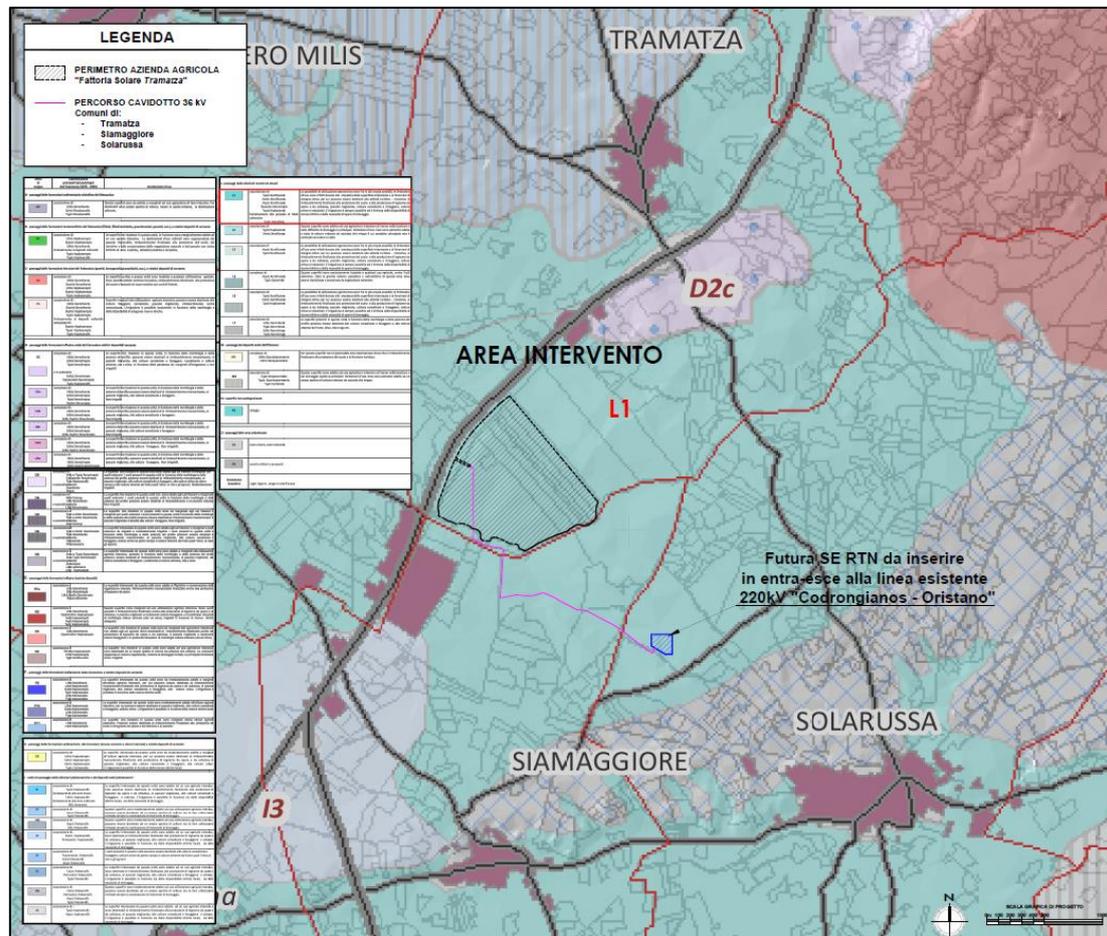


Figura 18: Inquadramento dell'area d'intervento nella Carta delle Unità di Terre. Riferimento Elaborato Grafico "2104\_T.A.27\_Carta delle Unità delle Terre\_Rev00"

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>33 |
|--|---------------------------------------|---------------|

## 5.2. Vegetazione

Dai rilievi di campo si osserva una tipologia di vegetazione uniforme ovunque, cambiando in intensità di specie e di copertura del suolo. Dove presente, tutti gli strati della vegetazione raggiungono altezza massima di 40 cm, tranne le carciofaie che arrivano ad 1,20 m ed i cespugli sporadici di erica che arrivano a 1,60 m. La vegetazione è tipica dei campi pascolati, coperti da specie erbacee a disseminazione zoocora, ubiquitarie e banali ad ampio spettro ecologico.

Dominanti sono soprattutto i cardi, le graminacee, le leguminose e la *Dittrichia* (sia *vischiosa* che *graveolens*). Lungo le strade si rinvengono molti bulbi di *Drimia maritima*,

Tre filari di confine di eucalipti (indicati in Figura 10.1, nel sottocapitolo descrittivo "Azioni di preparazione del terreno", nelle "Opere preliminari") separano i pascoli della fattoria (allevamento pecore), e sono intercorsi dal canale al limite Sud della proprietà, secco durante i rilievi. Anche la vegetazione del canale non presenta particolarità di specie, in quanto viene mantenuto durante i lavori di sfalcio dei campi: la vegetazione è composta maggiormente da graminacee e rovi, prugnoli e erbacee di acque temporanee (*Alisma lanceolatum*, *Glinus lotoides*).

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>34 |
|--|---------------------------------------|---------------|



Foto 4: Diversi stati di uso del suolo, campo falciato ed in attesa di sfalcio. Nella prima immagine è riportata la vegetazione che si rinviene in parte del canale, nella seconda uno dei tre filari di eucalipto.

Di seguito una tabella con le specie vegetali rinvenute nel sito di interesse

Tabella 4: Specie vegetali rinvenute durante i rilievi di campo.

| Specie rinvenute in area di progetto |                           |                              |                            |
|--------------------------------------|---------------------------|------------------------------|----------------------------|
| <i>Alisma lanceolatum</i>            | <i>Cardo campestre</i>    | <i>Daucus carota</i>         | <i>Lagurus ovatus</i>      |
| <i>Avena sativa</i>                  | <i>Cardus sp.</i>         | <i>Dittrichia graveolens</i> | <i>Prunus dulcis</i>       |
| <i>Brachypodium sp.</i>              | <i>Carlina corymbosa</i>  | <i>Dittrichia viscosa</i>    | <i>Phleum pratense</i>     |
| <i>Alopecurus pratensis</i>          | <i>Carlina sp.</i>        | <i>Glinus lotoides</i>       | <i>Scolymus hispanicus</i> |
| <i>Cynaria cardunculus</i>           | <i>Cartamus lanatus</i>   | <i>Heliotropium europeoe</i> | <i>Trifolium sp.</i>       |
| <i>Eucalyptus sp.</i>                | <i>Dactylis glomerata</i> | <i>Kicksia sp.</i>           |                            |

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>35 |
|--|---------------------------------------|---------------|

## 6. ATTIVITÀ DI PREPARAZIONE DEL FONDO

### 6.1. Azioni di preparazione del terreno

L'intera proprietà fin ora è stata utilizzata per le colture cerealicole e di leguminose per il pascolo ed alcune particelle sono utilizzate per l'accumulo di letame: questo ultimo uso del suolo rende il terreno sabbioso e spoglio di vegetazione. Inoltre, attualmente la proprietà non ricade in terreni irrigati dal Consorzio di Bonifica dell'Oristanese, per cui i terreni si presentano secchi e compatti. Per la buona riuscita delle colture è necessario ripristinare le condizioni strutturali e nutritive del terreno, stabilendo un buon livello di fertilità fisica e chimica per riattivare nella rizosfera i processi biogeochimici indispensabili a ristabilire la disponibilità di elementi nutritivi. Il ripristino della fertilità è fondamentale per garantire un rapido e sano affrancamento delle radici delle giovani piantine, evitando loro di subire stress, arresti di sviluppo e stadi di sofferenza che predispongono a patologie indesiderate.

Per conseguire tali scopi, si prevede una fase di preparazione dell'area tramite **azioni di preparazione del fondo volte al miglioramento fondiario**, prima della messa a dimora delle colture. Per il miglioramento fondiario le operazioni potranno durare fino a tre anni, in cui verranno svolte semine di mix *Syngenta* e successive operazioni di sovescio del prato, per migliorare la componente organica del suolo.

Le operazioni necessarie vengono suddivise nelle seguenti fasi di preparazione del terreno a cui, contemporaneamente, vengono integrate le azioni di costruzione dell'impianto:

- 1) *Taglio eucalipti ed estirpazione con scalzo delle ceppaie;*
- 2) *Rippatura;*
- 3) *Livellamento del terreno;*
- 4) *Divisione in parcelle;*
- 5) *Frantumazione superficiale della componente sassosa e rilascio della componente minerale al suolo;*
- 6) *Installazione delle strutture agrivoltaiche;*
- 7) *Realizzazione impianto di irrigazione;*
- 8) *Aggiunta di letame e/o ammendanti organici in misura adeguata;*
- 9) *Semina e sovescio;*
- 10) *Impianto Colture/Siepe di mitigazione;*
- 11) *Posizionamento dei teli frangivento tra i filari.*

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>36 |
|--|---------------------------------------|---------------|

### 6.1.1. Descrizione delle attività previste

#### 1) Taglio eucalipti ed estirpazione con scalo delle ceppaie



I pochi alberi di eucalipto presenti in sito verranno rimossi. In seguito al taglio avviene l'estirpazione delle ceppaie tramite escavatrice al fine di evitare eventuali ricacci con ripresa vegetativa. Ulteriori residui verranno eliminati tramite le successive lavorazioni del terreno.

Figura 19: Macchinario di estirpazione delle ceppaie.

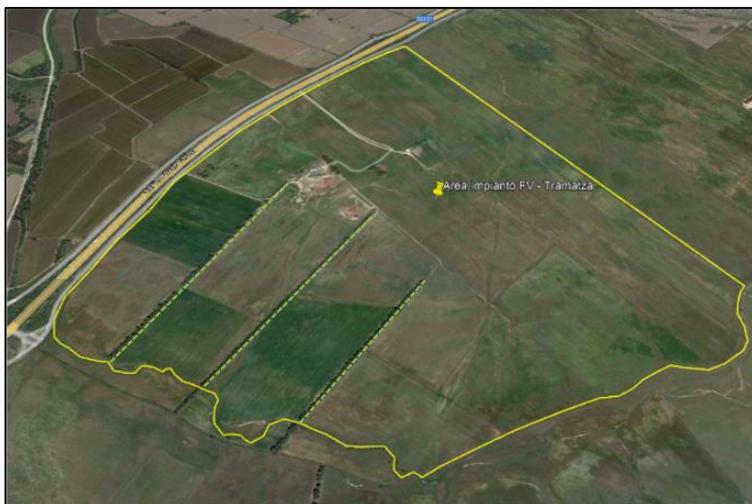


Figura 20: In ortofoto in basso (fonte Google Earth) sono indicati in verde le posizioni dei filari di eucalipto.

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>37 |
|--|---------------------------------------|---------------|

## 2) Rippatura del terreno



Una delle operazioni necessarie sarà la rippatura del terreno, al fine di ospitare successivamente le piantine in un terreno arieggiato e soffice, privo di zolle eccessivamente grosse e compatte. La rippatura verrà eseguita tramite tiller ad una profondità di circa 80 cm.

Figura 21: Rippatura con tiller in pieno campo.

## 3) Livellamento del terreno



Il terreno sarà livellato, lavorandolo tramite macchina livellatrice, al fine di predisporre il fondo alla cantierabilità per la realizzazione dell'impianto.

Figura 22: Attività di livellamento del terreno.

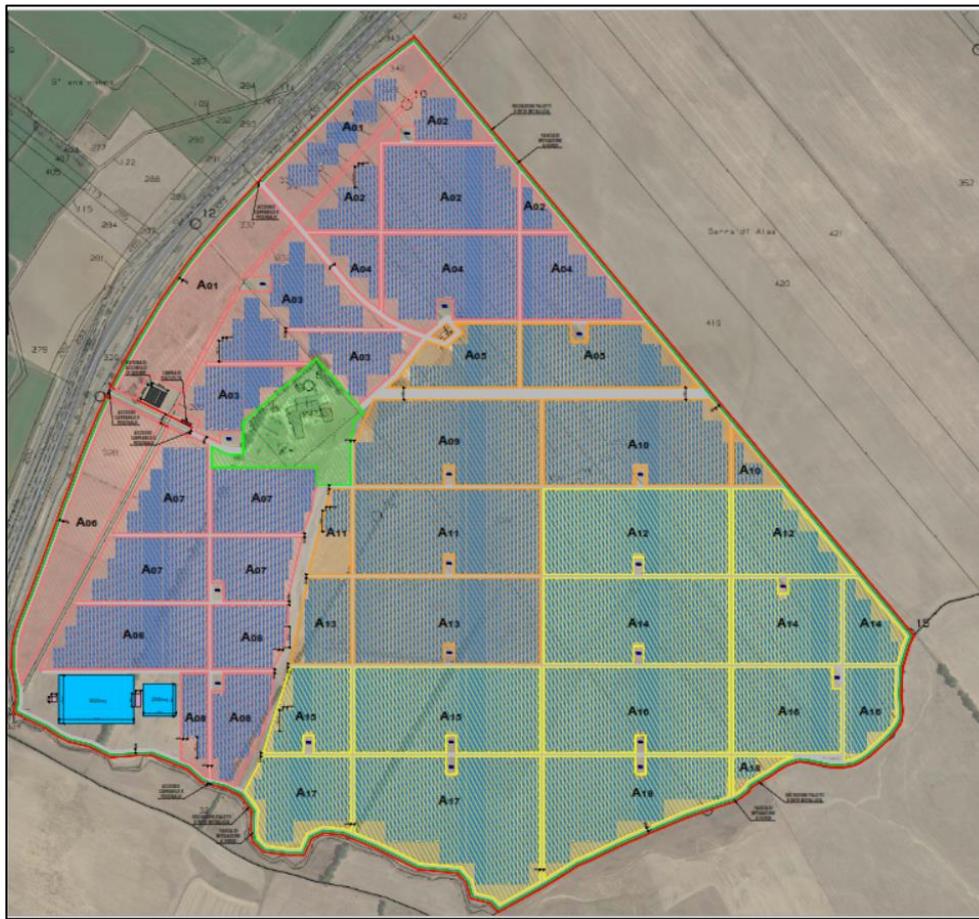
## 4) Divisione in parcelle

Al termine dei lavori di preparazione, tenuto conto delle tare relative a viabilità, fossi, capezzagne, volumi tecnici ed aree destinate al centro aziendale, si stima una superficie agricola utile di circa 89 ha, diviso in 18 lotti coltivabili di dimensioni variabili a seconda della morfologia della proprietà e delle strade esistenti.

Le superfici saranno occupate in misure differenti dalle specie da impiantare:

- Mandorlo      34,09 ha;
- Limone        34,78 ha.
- Arancio       20,47 ha.

Di seguito si riporta la disposizione delle colture in area in seguito a divisione in parcelle coltivabili.



| LEGENDA LOTTIZZAZIONE AGRICOLA                    |            |                   |
|---|------------|-------------------|
| Lotto   | Sup. Lotto | Tipologia Coltura |
| A01   | 47.637 mq  | Mandorlo          |
| A02   | 48.970 mq  | Mandorlo          |
| A03   | 53.920 mq  | Mandorlo          |
| A04   | 51.439 mq  | Mandorlo          |
| A05   | 36.737 mq  | Arancio           |
| A06   | 25.387 mq  | Mandorlo          |
| A07   | 61.846 mq  | Mandorlo          |
| A08   | 52.546 mq  | Mandorlo          |
| A09   | 36.381 mq  | Arancio           |
| A10   | 39.944 mq  | Arancio           |
| A11   | 43.746 mq  | Arancio           |
| A12   | 54.907 mq  | Limone            |
| A13   | 47.856 mq  | Arancio           |
| A14   | 67.848 mq  | Limone            |
| A15   | 52.063 mq  | Limone            |
| A16   | 68.432 mq  | Limone            |
| A17   | 68.425 mq  | Limone            |
| A18   | 36.153 mq  | Limone            |
| - TOT Sup. Lotti Agricoli = 893.400 mq / 89,34 Ha |            |                   |

| LEGENDA |   |
|---------|---|
|         | PERIMETRAZIONE AREA INTERVENTO Fattoria Solare "Tramatza" |
|         | Viabilità interna e perimetrale                           |
|         | Fascia di Mitigazione a verde                             |
|         | Tracker 1x27  |
|         | Cabina di raccolta  |
|         | Power Station   |
|         | Inverter  |
|         | Storage Container 2.5 MW + Storage Power Station          |
|         | Centro Aziendale  |

Figura 23: Divisione particellare e relative superfici utilizzate, indicate sia per gli impianti agrivoltaici che per la coltivazione di agrumi e mandorle al di sotto.

Riferimento Elaborato Grafico "2104\_T.P.08\_Layout Piano Agronomico\_Rev00".

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>39 |
|--|---------------------------------------|---------------|

5) *Frantumazione superficiale dei sassi e re-immissione della materia minerale al suolo*



Figura 24: Il macchinario illustrato è una fresa a picchi e l'immagine è esplicativa dell'azione di frantumazione dello strato superficiale.

Al fine di migliorarne ulteriormente la fertilità sul filare avverrà la frantumazione (tale operazione sarà accorpata con l'interramento del materiale ammendante).

L'operazione di riduzione della granulometria è prevista tramite la frantumazione delle pietre a 15 cm di profondità.

6) *Infissione dei pali per le strutture del campo agrivoltaico*



Figura 25: Macchina battipalo per l'infissione dei pali per i tracker.

Tramite utilizzo di macchine battipalo saranno infissi i pali di sostegno per i tracker elevati da terra. Si evidenzia che le strutture saranno infisse senza l'utilizzo di fondazioni in cemento.

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>40 |
|--|---------------------------------------|---------------|

7) *Realizzazione impianto di irrigazione*

Si fa riferimento al capitolo dedicato "Realizzazione impianto di irrigazione".

8) *Apposizione materiale ammendante e interramento*



Un'altra attività riguarderà l'apposizione del materiale ammendante che verrà posto al fine di fertilizzare l'area tramite concime naturale con scelta di letami maturi disponibili in zona o ammendanti pellettati.

Figura 26: Attività di spargimento letame.

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>41 |
|--|---------------------------------------|---------------|

### 9) Semina e sovescio



Verrà eseguita un'attività di semina di mix erbacei dell'azienda Syngenta e successivo sovescio del prato realizzato. La massa erbosa cresciuta stagionalmente sarà sfalciata e lasciata al suolo per velocizzare il processo di fertilizzazione del terreno e recupero della massa organica ai fini della buona riuscita delle coltivazioni previste. L'operazione avviene tra i filari dei tracker installati.

Figura 27: Trattore che opera il sovescio in un campo di graminacee.

### 10) Scavo buche per la messa a dimora delle colture e delle piante per la siepe di mitigazione



Tramite l'ausilio di piccole macchine escavatrici verranno eseguite le buche necessarie per la messa a dimora delle colture e delle piante per la siepe di mitigazione. Le buche per la messa a dimora delle piantine lungo i filari verranno concimate manualmente con fertilizzante organico granulare.

Figura 28: Macchina escavatrice necessaria per eseguire le buche per la messa a dimora delle colture e siepe di mitigazione

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>42 |
|--|---------------------------------------|---------------|

### 11) Posizionamento dei teli frangivento



*Figura 29: Foto delle serre agrivoltaiche dell'impianto di Scalea (CS), all'interno delle quali si coltivano agrumi (cedri e limoni). Si evidenzia la tipologia di rete frangivento che verrà utilizzata per i tracker dell'impianto agrivoltaico*

Per **mitigare la presenza dei venti** di Maestrale, è prevista, oltre la piantumazione della siepe, **l'installazione di reti frangivento**, fatte di materiali all'avanguardia che smorzano la forza del vento senza impedire ad aria e luce di circolare all'interno dei filari aperti. Anche il naturale orientamento dei tracker in direzione Nord-Sud contribuirà alla mitigazione dell'azione dei venti.

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>43 |
|--|---------------------------------------|---------------|

## 6.2. Costi delle opere preliminari

Tra le attività di preparazione del fondo, le opere preliminari da eseguire prima della piantumazione delle colture e della realizzazione dell'impianto agrivoltaico sono elencate in tabella con i relativi costi.

Tabella 5: Tabella riportante i costi delle opere preliminari calcolati sulla superficie che comprende le parcelle agricole e la siepe sul perimetro dell'impianto.

| Costi delle Opere preliminari                             |                |       |                       |
|---|----------------|-------|-----------------------|
| Opere preliminari   | Costo unitario | ha    | Totale                |
| Taglio eucalipti ed estirpazione con scalzo delle ceppaie | 3.000,00 €     | 1,13  | 3.390,00 €            |
| Rippatura   | 1.500,00 €     | 91,01 | 136.510,95 €          |
| Livellamento del terreno                                  | 2.000,00 €     | 91,01 | 182.014,60 €          |
| Frantumazione pietre                                      | 800,00 €       | 91,01 | 72.805,84 €           |
| Semina e concimazione per sovescio                        | 800,00 €       | 91,01 | 72.805,84 €           |
| Sovescio  | 500,00 €       | 91,01 | 45.503,65 €           |
| Ammendante  | 1.000,00 €     | 91,01 | 91.007,30 €           |
| Impianto irrigazione e sistemi di automazione e controllo | 11.000,00 €    | 91,01 | 1.001.080,31 €        |
| Realizzazione vasche irrigue di raccolta                  |                |       | 324.679,50 €          |
| Fornitura e posa in opera reti frangivento                |                |       | 261.285,82 €          |
| <b>Totale Costi Opere preliminari</b>                     |                |       | <b>2.191.083,82 €</b> |

I dettagli del sistema di irrigazione e delle opere di miglioramento fondiario, finalizzate a rendere irriguo il terreno con efficientamento delle risorse idriche, sono riportati nei paragrafi di seguito.

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>44 |
|--|---------------------------------------|---------------|

## 7. CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO

Gli impianti agrivoltaici prevedono la gestione sostenibile delle colture di qualità in sinergia con la produzione di energia da fonte solare, infatti, con i moduli posti sui tracker a 3,7 m di altezza, lo spazio in verticale utilizzabile al di sotto è sufficiente affinché le piante beneficino della luce diretta e di quella diffusa e gli operatori possano svolgere le pratiche agricole necessarie.

Le strutture sono infisse al suolo senza l'utilizzo di fondazioni in cemento e sono poste ad una distanza tra le file pari a 6 metri. Le strutture si presentano aperte e gli impianti sono progettati utilizzando la tecnologia tracker ad inseguimento solare monoassiale in direzione Est-Ovest.

Per la messa a dimora delle coltivazioni è previsto un sesto di impianto 6x3 (6 m tra le file e 3 m sulla fila dei tracker). Si specifica che il sesto di impianto delle colture tipiche del piano campo viene utilizzato anche per le parcelle piantumate in APV (ambiente agrivoltaico).

Nella figura successiva, si riporta un particolare del campo agrivoltaico con evidenza del passaggio dei mezzi agricoli per la manutenzione delle colture. Grazie alle strutture ed alla forma di allevamento colturale, lo spazio in verticale ed orizzontale utilizzabile al di sotto è idoneo anche affinché le piante beneficino della luce diretta e di quella diffusa.

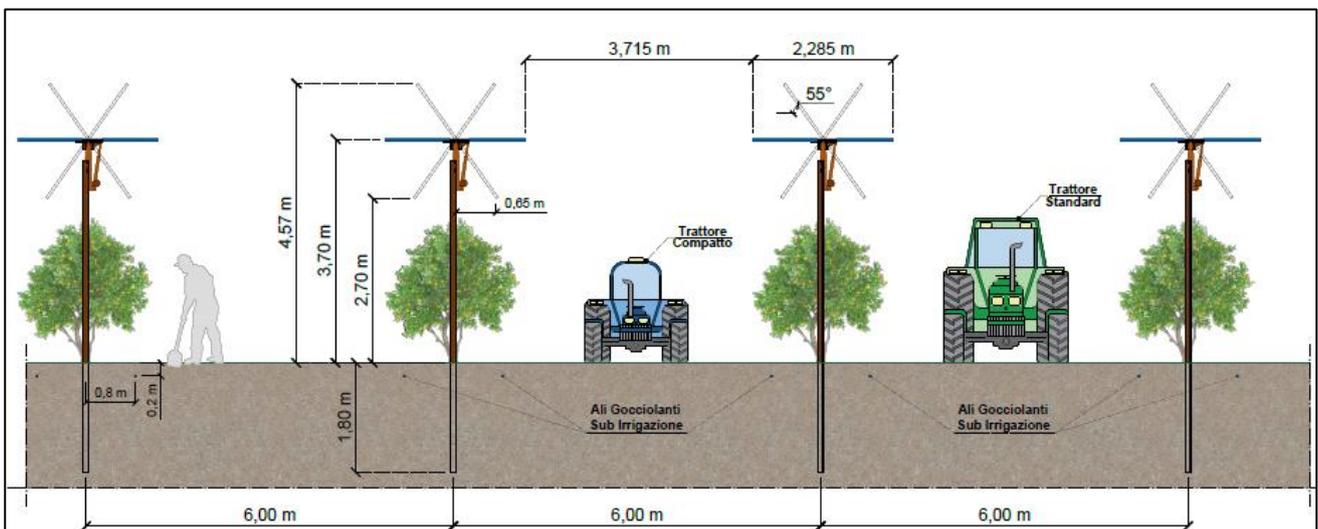


Figura 30: Particolare del campo agrivoltaico con evidenza del passaggio dei mezzi agricoli.

A titolo esemplificativo si riporta l'immagine di un impianto agrivoltaico dimostrativo a consumo di suolo nullo, gestito dal Consorzio Le Greenhouse, con evidenza del sesto d'impianto che risulta essere invariato tra le colture poste in pieno campo e quelle poste in ambiente agrivoltaico.

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>45 |
|--|---------------------------------------|---------------|



*Foto 5: Foto di un impianto dimostrativo realizzato nel complesso agrivoltaico di Scalea (CS) gestito dal Consorzio Le Greenhouse.*

La disposizione dei moduli sui tracker tiene conto sia del cosiddetto fenomeno del backtracking, ovvero dell'ombreggiamento reciproco dei tracker durante le operazioni di inseguimento solare, che delle esigenze logistiche e organizzative dell'azienda agricola.

Considerata l'altezza delle strutture, la distanza reciproca di interesse e quelle che saranno in fase di realizzazione le effettive esigenze in agricoltura, si possono destinare alcuni spazi tra una fila di tracker e un'altra per ulteriori camminamenti trasversali utili ad agevolare l'attraversamento del sito da Nord a Sud.

A differenza degli impianti fotovoltaici a terra, **gli impianti proposti consentono la valorizzazione del patrimonio agricolo** tramite la coltivazione in sinergia con la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile.

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>46 |
|--|---------------------------------------|---------------|

## 8. SCELTA DELLE COLTURE

Il piano colturale prevede la messa a dimora sotto le strutture fotovoltaiche di specie arboree scelte tra mandorle ed agrumi. In particolare, la scelta è ricaduta sulla coltivazione di Mandorle della varietà produttiva *Texas* e della varietà sarda *Arrubia*, Arance delle varietà *Navel* e *Fukumoto* e Limoni (*Zagara* e *Verna*).

Principalmente, le colture sono state scelte in base a:

- le caratteristiche climatiche dell'area;
- le caratteristiche microclimatiche che si verrebbero a creare all'interno dell'ambiente agrivoltaico;
- la tradizione agricola locale;
- gli obiettivi economici dell'azienda agricola;
- domanda di mercato per il corretto posizionamento del prodotto agricolo.

Nella tabella che segue è riportata la ripartizione particellare prevista, divisa per ettari di coltivazione per specie:

Tabella 6: Ripartizione colturale del fondo in parcelle.

| Impianto Colture  |                   |               |               |               |                     |
|-------------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------------|
| Parcelle          | Superfici mq      | Superficie ha | Numero piante | Piante per ha | COLTURA             |
| A01               | 47.637,00         | 4,76          | 2.647         | 556           | Mandorlo Texas      |
| A02               | 48.970,00         | 4,90          | 2.721         | 556           | Mandorlo Texas      |
| A03               | 53.076,00         | 5,31          | 2.949         | 556           | Mandorlo Texas      |
| A04               | 51.439,00         | 5,14          | 2.858         | 556           | Mandorlo Texas      |
| A07               | 61.846,00         | 6,18          | 3.436         | 556           | Mandorlo Texas      |
| A08               | 52.546,00         | 5,25          | 2.919         | 556           | Mandorlo Texas      |
| A06               | 25.387,00         | 2,54          | 1.410         | 556           | Mandorlo Arrubia    |
| A05               | 36.736,00         | 3,67          | 2.041         | 556           | Arancio             |
| A09               | 36.381,00         | 3,64          | 2.021         | 556           | Arancio             |
| A10               | 39.944,00         | 3,99          | 2.219         | 556           | Arancio             |
| A11               | 43.746,00         | 4,37          | 2.430         | 556           | Arancio             |
| A13               | 47.856,00         | 4,79          | 2.659         | 556           | Arancio             |
| A12               | 54.907,00         | 5,49          | 3.050         | 556           | Limone              |
| A14               | 67.848,00         | 6,78          | 3.769         | 556           | Limone              |
| A15               | 52.063,00         | 5,21          | 2.892         | 556           | Limone              |
| A16               | 68.432,00         | 6,84          | 3.802         | 556           | Limone              |
| A17               | 68.425,00         | 6,84          | 3.801         | 556           | Limone              |
| A18               | 36.153,00         | 3,62          | 2.009         | 556           | Limone              |
| Mitigazione       | 16.681,01         | 1,67          | 2.085         | 1250          | Specie mediterranee |
| <b>Totale SAU</b> | <b>910.073,01</b> | <b>91,01</b>  |               |               |                     |

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>47 |
|--|---------------------------------------|---------------|

## 8.1. Mandorle

La scelta della coltivazione del mandorlo è dovuta all'ambiente pedoclimatico del sito, dal momento che la specie si adatta a diversi tipi di terreno valorizzando anche i terreni di scarso valore, prosperando in zone ciottolose, calcaree, sabbiose, profonde e permeabili, dove le radici possono espandersi. Il mandorlo predilige un clima temperato-caldo, ma essendo abbastanza rustica resiste anche al freddo.

Le varietà di impianto sono state scelte in base alla produttività, tradizione locale e maturazione:

- *Texas*: cultivar produttiva dalla maturazione tardiva;
- *Arrubia*: cultivar autoctona sarda, dalla produzione costante.

### *Texas*

La pianta presenta media vigoria con un portamento espanso. La varietà presenta fioritura e maturazione tardiva (fine settembre) e produttività medio-elevata. Non contiene semi doppi e la resa in sgusciato è del 35%; con facile separazione dal mallo. È una varietà utilizzata dall'industria dolciaria per la produzione di sfarinati e dolci a base di pasta di mandorla, con qualità gustative elevate con sapore dolce. Per ottenere una buona fruttificazione con la cultivar Texas è necessario piantare due varietà diverse. La seconda varietà è stata scelta tra quelle tradizionali sarde, ed è ricaduta sull'Arrubia.

### *Arrubia*

La varietà autoctona più diffusa in Sardegna è l'Arrubia, varietà autofertile ed originaria del territorio di Villacidro, che deve la sua denominazione al colore rossastro del guscio. Nel complesso la varietà presenta produttività media, ma costante ed è una varietà autoctona con l'elevata resa in sgusciato e la facilità di distacco del mallo dal guscio. Il seme di questa cultivar è caratterizzato da un leggero sapore amaro dovuto alla presenza dell'amigdalina, ottimo per l'industria dei confetti, con sapore leggermente amaro e bassa percentuale di semi doppi (1%); la resa in sgusciato è pari al 30%.

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>48 |
|--|---------------------------------------|---------------|



*Figura 31: Piante di mandorlo (portamento e fioritura) e fruttificazione (mallo esterno verde e frutto maturo aperto, con all'interno il seme, cioè la mandorla stessa).*

Le varietà sarde di mandorlo sono meno produttive rispetto a quelle nazionali ed internazionali, ma presentano caratteristiche chimiche, sensoriali e nutraceutiche di grande interesse e rappresentano un sicuro punto di forza per elaborare strategie di valorizzazione territoriale delle produzioni dolciarie di qualità.

Valorizzare la biodiversità sarda in un contesto di diversificazione colturale può essere la chiave per un rilancio della mandorlicoltura regionale, attraverso l'utilizzo di cultivar locali che, se anche producono molto meno rispetto a quelle nazionali ed internazionali, risultano più interessanti sotto il profilo della qualità del prodotto finale. Per mantenere buona la riuscita produttivo-economica dell'impianto del mandorleto, la varietà sarda è affiancata da quella produttiva (Texas).

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>49 |
|--|---------------------------------------|---------------|

### Avversità parassitarie

- **Virosi:** virus del Mosaico (*Plum pox*), Vaiolatura delle drupacee (*Sharka*)
- **Batteriosi:** Cancro batterico delle drupacee (*Xanthomonas campestris pv. pruni*, *Xanthomonas spp.*, *Pseudomonas syringae*)
- **Funghi:** Marciumi Radicali (*Rosellinia necatrix* e *Armillaria mellea*), Ruggine del mandorlo (*Tranzsechelia pruni-spinosae*), Corineo (*Coryneum beijerinckii*), Monilia (*Monilinia spp.*), Antracnosi (*Colletotrichum acutatum*), Fitoftora (*Phytophthora spp.*), Tracheomicosi (*Fusarium spp.*, *Verticillium spp.*), Macchia rossa o Macchia ocra (*Polystigma fulvum*, *Polystigma fulvum*), Cancro dei nodi (*Fusicoccum amygdali*), Gommosi parassitaria (*Stigmina carpophila*).
- **Nematodi:** Nematodi galligeni (*Meloidogyne spp.*)
- **Acari:** Raghetto Rosso (*Tetranychus urticae*)
- **Insetti:** Cimicetta del mandorlo (*Monosteira unicastata*), Anarsia (*Anarsia lineatella*), Cicalina del mandorlo (*Empoasca decedens*), Carpocapsa (*Cydia pomonella*), Afidi (*Brachycaudus spp.*, *myzus persicae*, *Hyalopterus pruni*), Capnode (*Capnodis tenebrionis*)

**Altri parassiti animali:** limacce, le lumache, i roditori e le arvicole.

#### 8.1.1. Costo di impianto Mandorleto

Tabella 7: Costi totali di impianto del mandorleto. I costi comprendono l'acquisto, la messa a dimora delle piante ed una prima concimazione di fondo.

| Costi Impianto Mandorleto    |                |       |           |             |                     |
|------------------------------|----------------|-------|-----------|-------------|---------------------|
| Voci di Costo                | Costo unitario | ha    | Piante/ha | Tot. Piante | Totale              |
| Scavo buche                  | 2,00 €         | 34,09 | 556       | 18.939      | 37.877,89 €         |
| Messa a dimora               | 1,50 €         | 34,09 | 556       | 18.939      | 28.408,42 €         |
| Concimazione di fondo        | 1,50 €         | 34,09 | 556       | 18.939      | 28.408,42 €         |
| Costo piante                 | 7,00 €         | 34,09 | 556       | 18.939      | 132.572,61 €        |
| <b>Totale costi impianto</b> |                |       |           |             | <b>227.267,33 €</b> |

#### 8.1.2. Allevamento e Operazioni colturali

Le piante saranno allevate a cespuglio con allevamento a tutta cima senza interventi di potatura per i primi tre anni e, solo con l'entrata in produzione, si procederà con potatura di alleggerimento e di formazione. Tali interventi avverranno a fine inverno e fine estate, con tagli rivolti a favorire la ricrescita e la spinta vegetativa delle branche principali, per equilibrare l'impalcatura scheletrica. Gli interventi sulla pianta sono volti a dare e mantenere un equilibrio vegeto-produttivo tale da massimizzare le rese e, inoltre, negli impianti moderni le operazioni colturali sono notevolmente semplificate e possono essere agevolate dall'ausilio di mezzi meccanici. Per questi motivi la gestione

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>50 |
|--|---------------------------------------|---------------|

dell'impianto può essere fatta mediante macchine interceppo o "a scavallo" del filare, che consentono di eseguire con macchinari di minima lavorazione leggeri interventi sottochioma durante la fase di interrimento dei concimi granulari; per il controllo delle erbe infestanti lungo l'interfila si utilizzeranno delle trinciatrici. La potatura esterna della chioma può essere eseguita con macchine che operano "topping" ed "hedging", prevedendo operazioni manuali solo per l'eliminazione dei succhioni interni.

Nei periodi cruciali delle colture in atto (induzione a fiore, fioritura e allegagione) verranno eseguite delle concimazioni fogliari mirate.

I trattamenti fitosanitari per la difesa da attacchi di patogeni verranno effettuati osservando le linee guida del disciplinare di produzione di lotta integrata della regione Sardegna.

Per le mandorle si prevede di meccanizzarne la raccolta, tramite acquisto di macchinari innovativi, che riescono a lavorare agevolmente da sopra i tracker.

### 8.1.3. Costi di coltivazione Mandorleto

Di seguito sono riportate le voci di costo per la coltivazione del mandorleto con relativi costi totali annuo a maturità dell'impianto di mandorle.

I costi per il personale sono ulteriormente dettagliati nel capitolo dedicato "CALCOLO DEL FABBISOGNO DI MANODOPERA TOTALE".

Tabella 8: Costi di manutenzione del mandorleto comprensivi di carburanti e personale necessario.

| Coltivazione Mandorleto a maturità     |                |               |       |                     |
|--|----------------|---------------|-------|---------------------|
| Descrizione                            | Costo unitario | Cicli/Addetti | ha    | Costo Totale        |
| Fertirrigazione                        | 100,00 €       | 6             | 34,09 | 20.454,06 €         |
| Trattamenti antiparassitari            | 45,00 €        | 6             | 34,09 | 9.204,33 €          |
| Concimazione fogliare                  | 45,00 €        | 2             | 34,09 | 3.068,11 €          |
| Potature                               | 200,00 €       | 3             | 34,09 | 20.454,06 €         |
| Zappettature                           | 20,00 €        | 3             | 34,09 | 2.045,41 €          |
| Trinciatura                            | 50,00 €        | 3             | 34,09 | 5.113,52 €          |
| Personale fisso                        | 29.000,00 €    | 0,0           |       | - €                 |
| Personale avventizio                   | 12.000,00 €    | 2,9           |       | 35.143,79 €         |
| Personale specializzato e consulenze   |                |               |       | 4.000,00 €          |
| Carburanti                             |                |               |       | 15.000,00 €         |
| Materiali di consumo                   |                |               |       | 10.000,00 €         |
| Manutenzione attrezzature e macchinari |                |               |       | 6.000,00 €          |
| <b>Totale</b>                          |                |               |       | <b>130.483,27 €</b> |

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>51 |
|--|---------------------------------------|---------------|

### 8.1.4. Produttività Mandorle

Dal secondo anno inizia un periodo di crescita produttiva corredata da altrettanta crescita vegetativa della pianta.

**Dal quinto anno** si stabiliscono gli equilibri per una costante produzione ed una equilibrata chioma e quindi si ha un periodo di maturità stabile fino alla fase di senescenza.

Le varietà prescelte hanno una produttività attesa in ambiente agrivoltaico di:

-*Arrubia sarda*: 3 Kg annui ad albero

-*Texas*: 10 Kg annui ad albero.

Per il prezzo di mercato delle colture, anche quelle in seguito riportate, è stato consultato il documento ISMEA dei prezzi medi all'origine dei prodotti.

In totale le piante di mandorlo messe a dimora saranno **18.936** (556 piante/Ha) - 17.529 piante per le Texas coltivate su 31,55 ha del mandorleto e 1.410 piante per le Arrubia coltivate sui restanti 2,54 ha - per una **produzione totale a regime di 179.516 Kg annui** ed un totale dei **ricavi di vendita attesi** durante gli anni di piena produzione di **296.202,59 €**.

Tabella 9: Nella tabella sono riportati i valori della produzione con un intervallo di tempo di 5 anni fino ai 20 anni di vita dell'impianto.

| Vendita Mandorle Texas          |                     |                     |                     |                     |
|---------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Anni                            | 5                   | 10                  | 15                  | 20                  |
| <b>Produzione (Kg)</b>          | <b>87642,78</b>     | <b>175285,56</b>    | <b>175285,56</b>    | <b>175285,56</b>    |
| Prezzo                          | 1,65 €              | 1,65 €              | 1,65 €              | 1,65 €              |
| <b>Ricavi dalla vendita (€)</b> | <b>144.610,58 €</b> | <b>289.221,17 €</b> | <b>289.221,17 €</b> | <b>289.221,17 €</b> |
| N. piante                       | 17.529              | 17.529              | 17.529              | 17.529              |
| Kg/pianta                       | 5,00                | 10,00               | 10,00               | 10,00               |
| <b>Ettari</b>                   | <b>31,55</b>        | <b>31,55</b>        | <b>31,55</b>        | <b>31,55</b>        |
| <b>Piante per ha</b>            | <b>556</b>          | <b>556</b>          | <b>556</b>          | <b>556</b>          |

| Vendita Mandorle Arrubia        |                   |                   |                   |                   |
|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Anni                            | 5                 | 10                | 15                | 20                |
| <b>Produzione (Kg)</b>          | <b>2820,78</b>    | <b>4231,17</b>    | <b>4231,17</b>    | <b>4231,17</b>    |
| Prezzo                          | 1,65 €            | 1,65 €            | 1,65 €            | 1,65 €            |
| <b>Ricavi dalla vendita (€)</b> | <b>4.654,28 €</b> | <b>6.981,43 €</b> | <b>6.981,43 €</b> | <b>6.981,43 €</b> |
| N. piante                       | 1.410             | 1.410             | 1.410             | 1.410             |
| Kg/pianta                       | 2,00              | 3,00              | 3,00              | 3,00              |
| <b>Ettari</b>                   | <b>2,54 €</b>     | <b>2,54 €</b>     | <b>2,54 €</b>     | <b>2,54 €</b>     |
| <b>Piante per ha</b>            | <b>555</b>        | <b>555</b>        | <b>555</b>        | <b>555</b>        |

|   |              |              |              |                     |
|---|--------------|--------------|--------------|---------------------|
| <b>Produzione totale mandorle (Kg)</b>            | 90.463,56    | 179.516,72   | 179.516,72   | <b>179.516,72</b>   |
| <b>Totale Ricavi dalla vendita di mandorle(€)</b> | 149.264,87 € | 296.202,59 € | 296.202,59 € | <b>296.202,59 €</b> |

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>52 |
|--|---------------------------------------|---------------|

## 8.2. Agrumi

### 8.2.1. Arance

L'interesse del progetto si orienta sulla produzione di arance con le varietà precoci a polpa bionda. Le varietà individuate sono la cultivar:

- *Navel VCR*, con fruttificazione da novembre fino a gennaio;
- *Fukumoto*, con fruttificazione da fine ottobre fino a fine gennaio/febbraio.

#### *Navel VCR*

Tutte le cultivar del raggruppamento delle *Navel* producono frutti con una cicatrice stilare più o meno ampia tale da ricordare la cicatrice ombelicale, da cui il nome.

La scelta è motivata dal gradimento del mercato e dal fatto che sono varietà libere da private.

Inoltre la capacità di persistenza dei frutti sulla pianta può protrarre la raccolta anche nei primi periodi di maggio, permettendo la raccolta vendita dei frutti in più stagioni dell'anno (da novembre a maggio).

La varietà VCR ha anche una caratteristica di buona adattabilità alla frigoconservazione; questa caratteristica permette di modulare meglio l'offerta sul mercato.

Altra caratteristica costante dei frutti è l'apirenia, nella polpa si riscontrano tracce di semi non sviluppati rappresentati dai tegumenti seminali. I frutti non sono ottimali per la trasformazione industriale perché, in genere, presentano bassa resa in succo e alti valori di limonina; la non elevata succosità non costituisce un limite per il consumo fresco anzi conferisce maggiore croccantezza alla polpa. Le caratteristiche distintive della Navel sono:

- colorazione precoce,
- buona resa e calibro,
- buccia più consistente con albedo sempre integro,
- minor numero di ghiandole olearie,
- contenuto di acido ideale per un buon sapore e un'ottima shelf-life,
- lungo periodo di raccolta che va dai 3 ai 5 mesi,
- presenza di un "ombelico" esterno da medio a piccolo e di un piccolo "ombelico" interno,
- apirenia.

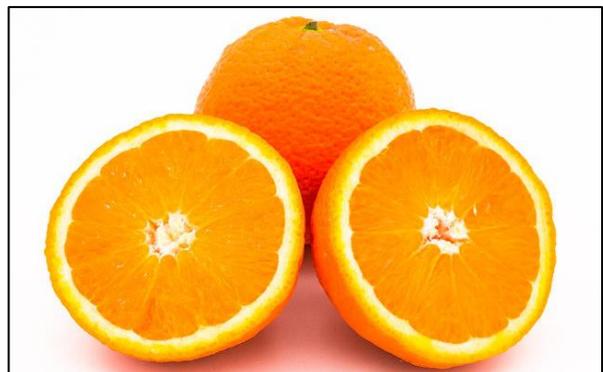
|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>53 |
|--|---------------------------------------|---------------|



*Foto 6: Alberello di Navel su portainnesto nanizzante con forma di allevamento a cespuglio. Arancio del Consorzio Le Greenhouse.*



*Figura 32: Evidenza "dell'ombelico" esterno che conferisce un tratto distintivo alla varietà.*



*Figura 33: evidenza della consistenza della buccia, albedo integro e apirenia.*

### **Fukumoto**

È una delle varietà di arancio biondo più precoce che permette di avere il frutto maturo da ottobre. Il frutto è di forma rotondeggiante, con un "ombelico" esterno non molto pronunciato. La buccia è relativamente spessa nell'estremità stilare, il che può essere utile per ridurre le lacerazioni della buccia e migliorare la preservazione del frutto. Questa si stacca facilmente dalla polpa, è di spessore medio, di colore aranciato intenso, con superficie liscia e con una percentuale di succo del 50-54% e un gran quantitativo di ghiandole ricche oli essenziali. L'albedo è di colore bianco leggermente compatto. La polpa di color arancio presenta un gusto gradevole, consistenza fondente ed è dotata

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>54 |
|--|---------------------------------------|---------------|

di un rapporto solidi solubili e acidi totali ben bilanciato. I frutti non hanno semi. Il calibro commerciale, la forma tonda e il periodo di maturazione consentono di avere una buona redditività. Inoltre le Fukumoto presentano percentuali inferiori di "creasing", una fisiopatia conosciuta anche come il nome di "incrinatura dell'albedo".



Figura 34: Sezione di arancia Fukumoto, in cui si mostra lo spessore della buccia.

#### Avversità parassitarie

- **Virosi:** Exocortite, Psorosi, Tristezza, Impietratura, ecc.
- **Batteriosi:** *Pseudomonas syringae*.
- **Funghi:** Mal secco (*Deuterophoma, tracheiphila*), Gommosi del colletto, il Marciume pedale e radicale (*Phytophthora* spp.), il Cancro gommoso (*Botryosphaeria ribis*), la Fusariosi (*Gibberella baccata*), l'Antracnosi (*Colletotrichum gloeosporioides*), la Carie del legno (determinata da *Fomes, Polyporus, Stereum*, ecc), il Marciume radicale lanoso (*Rosellinia necatrix*) e quello fibroso (*Armillaria mellea*), l'Allupatura o Marciume bruno, e altri agenti patogeni (es. Fumaggini, Marciume acido, ecc.)
- **Insetti:** Aleurodide (*Aleurothrixus floccosus*), il Cotonello (*Planococcus citri*), la Tignola della zagara (*Prays citri*), la Mosca della frutta (*Caratitia capitata*), il Tripide degli agrumi (*Heliethrips haemorrhoidalis*), la Camicetta verde (*Calocoris trivialis*), l'Empoasca (*Asymmetrasca decens*), la Mosca bianca (*Dialeurodes citri*), l'Afide verde (*Aphis citricola*), l'Afide bruno (*Toxoptera aurantii*) e l'Afide del cotone (*Aphis gossypii*), la Tortricide dei germogli (*Archips rosanus*) e la Celidonia della zagara (*Contarinia citri*) la cocciniglia rossa forte (*Aonidiella aurantii*), l'Oziorrinco (*Otiorrhynchus cribricollis*) ecc.-

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>55 |
|--|---------------------------------------|---------------|

- **Acari:** il Ragnetto rosso (*Tetranychus urticae*), l'Acaro delle meraviglie (*Eriophyes sheldoni*), l'Acaro rugginoso (*Aculops pelekassi*), i Tenuipalpidi (*Brevipalpus phoenicis* e *Brevipalpus californicus*), e un nuovo ragno rosso (*Panonychus citri*).
- **Nematodi:** il *Tylenchulus semipenetrans*, il *Pratylenchus vulnus*, il *Meloidogyne javanica* e il *Radopholus similis*;

**Altri parassiti animali:** limacce, le lumache, i roditori e le arvicole.

### 8.2.1.1. Costi di impianto Aranceto

Tabella 10: Costi totali di impianto dell'aranceto. I costi comprendono l'acquisto, la messa a dimora delle piante ed una prima concimazione di fondo.

| Costi Impianto Aranceto      |                |       |           |             |                     |
|------------------------------|----------------|-------|-----------|-------------|---------------------|
| Voci di Costo                | Costo unitario | ha    | Piante/ha | Tot. Piante | Totale              |
| Scavo buche                  | 2,00 €         | 20,47 | 556       | 11.370      | 22.740,33 €         |
| Messa a dimora               | 1,50 €         | 20,47 | 556       | 11.370      | 17.055,25 €         |
| Concimazione di fondo        | 1,50 €         | 20,47 | 556       | 11.370      | 17.055,25 €         |
| Costo piante                 | 7,00 €         | 20,47 | 556       | 11.370      | 79.591,17 €         |
| <b>Totale costi impianto</b> |                |       |           |             | <b>136.442,00 €</b> |

### 8.2.1.2. Produttività Arance

Dal terzo anno inizia un periodo di crescita produttiva corredata da altrettanta crescita vegetativa della pianta che dura in genere fino al nono anno.

**Dall'ottavo anno** si stabiliscono gli equilibri per una costante produzione ed un equilibrato assetto vegetativo e quindi si ha un periodo di maturità stabile fino alla fase di senescenza. Le **varietà prescelte hanno una produttività attesa in ambiente agrivoltaico di 45 kg annui ad albero.**

In totale le piante di arancio messe a dimora saranno **11.370** (556 piante/Ha) per una **produzione a regime di 511.657,50 Kg annui** per un totale dei **ricavi attesi annui di 230.245,88 € a regime.**

Tabella 11: Nella tabella sono riportati i valori della produzione con un intervallo di tempo di 5 anni fino ai 20 anni di vita dell'impianto.

| Vendita Arance                  |                    |                     |                     |                     |
|---------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Anni                            | 5                  | 10                  | 15                  | 20                  |
| <b>Produzione (Kg)</b>          | <b>170.552,50</b>  | <b>511.657,50</b>   | <b>511.657,50</b>   | <b>511.657,50</b>   |
| Prezzo                          | 0,40 €             | 0,45 €              | 0,45 €              | 0,45 €              |
| <b>Ricavi dalla vendita (€)</b> | <b>68.221,00 €</b> | <b>230.245,88 €</b> | <b>230.245,88 €</b> | <b>230.245,88 €</b> |
| N. piante                       | 11.370             | 11.370              | 11.370              | 11.370              |
| Kg/pianta                       | 15,0               | 45,0                | 45,0                | 45,0                |
| <b>Ettari</b>                   | <b>20,5</b>        | <b>20,5</b>         | <b>20,5</b>         | <b>20,5</b>         |
| <b>Piante per ha</b>            | <b>556</b>         | <b>556</b>          | <b>556</b>          | <b>556</b>          |

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>56 |
|--|---------------------------------------|---------------|

### 8.2.2. Limoni

Il limone è una pianta sempreverde come tutti gli agrumi e ha la caratteristica di rifiorire tre volte durante l'anno, anche in inverno, fornendo così tre fruttificazioni e tre varietà di limoni:

- la prima fioritura, tra settembre e dicembre, produce il "**primofiore**";
- la seconda, a marzo, produce il "**bianchetto**";
- la terza, tra giugno e luglio, produce il "**verdello**", un limone verde poco succoso ma ricco di oli essenziali.

La pianta non sopporta il freddo eccessivo e perde completamente le foglie sotto i 4-5°C. Frutti e fiori, invece, arrivano possono resistere anche a temperature di meno 2-3°C, per questo motivo la specie è stata inserita, all'interno dell'impianto agrivoltaico, in posizione riparata. Il limone non ha necessità di alte temperature estive per portare a maturazione i frutti. In generale la temperatura estiva più adatta per avere i migliori frutti è di circa 28°C.

Esistono molte varietà di limone, ma le varietà scelte per le colture del piano sono due: *Zagara bianca* e *Verna*.

#### *Verna*

La pianta ha uno sviluppo molto vigoroso ed una buona produttività. Risulta più resistente alle basse temperature. Il frutto, di grandezza media e dalla forma ovale o ellittica, presenta un lobo pedicellare abbastanza prominente e un umbone pronunciato. La buccia, di spessore medio-grande e con grana mediamente granulosa è fortemente aderente alla polpa, risulta abbastanza succosa e con pochi semi (da 3 a 4 per frutto).

Il periodo di maturazione del limone Verna va **da febbraio a luglio**.

#### *Zagara bianca*

Varietà a portamento arboreo e riconoscibile dall'abbondanza di produzione dei fiori, bianchissimi come quelli dell'arancio e fiorisce tutto l'anno. Predilige i climi caldi e poco ventosi. È una cultivar di particolare pregio, oltre che abbondantemente rifiorente, anche di produzione generosa. Il frutto è di media pezzatura, di forma ellittica con la base arrotondata, buccia spessa di colore giallo pallido, polpa molto succosa e di colore giallo intenso. In ambiente riparato, può resistere a temperature fino a circa -5°C. Il frutto **matura tra novembre e dicembre**.

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>57 |
|--|---------------------------------------|---------------|



Figura 35: Particolare dell'albero del limone e del fiore della Zagara bianca



Figura 36: Particolare forma del limone Verna e Buccia di Zagara bianca

Le proprietà e i benefici del limone sono numerosi, così come i suoi valori nutrizionali. Il componente più noto del limone è sicuramente la vitamina C; notevole è anche la percentuale di acqua e di acido citrico, a fronte di un basso contenuto di zuccheri.

Gli utilizzi del Limone sono moltissimi e sono i classici: può essere spremuto in numerosi piatti, utilizzato per la composizione di molti dolci, usato per liquori famosissimi (come il limoncello) o semplicemente a scaglie.

#### **Avversità parassitarie**

- **Virosi:** Virus "Citrus Tristezza Virus (CTV)".
- **Batteriosi:** Piticchia del limone (*Pseudomonas syringae*).
- **Funghi:** Marciume del colletto (o Gommosi del limone): *Phytophthora citrophthora*, Oidio (mal bianco): *Erysiphaceae*, mal secco (*Phoma tracheiphila*).

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>58 |
|--|---------------------------------------|---------------|

- **Insetti:** afidi (*Aphis citricola* e *Myzus persicae*) causa di *Fumaggine*.
- **Acari:** acaro delle meraviglie (*Eriophyes sheldoni* EWING).

**Altri parassiti animali:** mosca bianca (*Dialeurodes citri*), cocciniglia cotonosa (*Icerya purchasi*); minatrice serpentina (*Phyllocnistis citrella*).

### 8.2.2.1. Costi di impianto Limoneto

Tabella 12: Costi totali di impianto del limoneto. I costi comprendono l'acquisto, la messa a dimora delle piante ed una prima concimazione di fondo.

| Costi Impianto Limoneto      |                |       |           |             |                     |
|------------------------------|----------------|-------|-----------|-------------|---------------------|
| Voci di Costo                | Costo unitario | ha    | Piante/ha | Tot. Piante | Totale              |
| Scavo buche                  | 2,00 €         | 34,78 | 556       | 19.324      | 38.647,56 €         |
| Messa a dimora               | 1,50 €         | 34,78 | 556       | 19.324      | 28.985,67 €         |
| Concimazione di fondo        | 1,50 €         | 34,78 | 556       | 19.324      | 28.985,67 €         |
| Costo piante                 | 7,00 €         | 34,78 | 556       | 19.324      | 135.266,44 €        |
| <b>Totale costi impianto</b> |                |       |           |             | <b>231.885,33 €</b> |

### 8.2.2.2. Produttività Limoni

Dal terzo anno inizia un periodo di crescita produttiva corredata da altrettanta crescita vegetativa della pianta che dura in genere fino al nono anno.

**Dall'ottavo anno** si stabiliscono gli equilibri per una costante produzione ed una equilibrata chioma e quindi si ha un periodo di maturità stabile fino alla fase di senescenza. In totale le piante di limone messe a dimora saranno **19.324** (556 piante/Ha). Le varietà prescelte (Verna e Zagara bianca) **una produttività attesa in ambiente agrivoltaico di 45 kg annui ad albero**, per cui a regime la produzione attesa è di **869.570 Kg annui** per un totale dei ricavi attesi annui di **782.613,00 € a regime**.

Tabella 13: Nella tabella sono riportati i valori della produzione con un intervallo di tempo di 5 anni fino ai 20 anni di vita dell'impianto.

| Vendita Limoni                  |                     |                     |                     |                     |
|---------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Anni                            | 5                   | 10                  | 15                  | 20                  |
| <b>Produzione (Kg)</b>          | <b>289.856,67</b>   | <b>869.570,00</b>   | <b>869.570,00</b>   | <b>869.570,00</b>   |
| Prezzo                          | 0,90 €              | 0,90 €              | 0,90 €              | 0,90 €              |
| <b>Ricavi dalla vendita (€)</b> | <b>260.871,00 €</b> | <b>782.613,00 €</b> | <b>782.613,00 €</b> | <b>782.613,00 €</b> |
| N. piante                       | 19.324              | 19.324              | 19.324              | 19.324              |
| Kg/pianta                       | 15,0                | 45,0                | 45,0                | 45,0                |
| Ettari                          | 34,8                | 34,8                | 34,8                | 34,8                |
| <b>Piante per ha</b>            | <b>556</b>          | <b>556</b>          | <b>556</b>          | <b>556</b>          |

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>59 |
|--|---------------------------------------|---------------|

### **8.2.3. Allevamento e Operazioni colturali Agrumi**

Le specie scelte possono arrivare ad un'altezza di 5-6 metri, ma grazie alle tecniche colturali studiate in adattamento con i moduli fotovoltaici, le piante verranno tenute ad un'altezza inferiore ai 3m. Le piante saranno allevate a cespuglio con allevamento a tutta cima senza interventi di potatura per i primi tre anni e solo successivamente con l'entrata in produzione si procederà con potatura di alleggerimento e di formazione. Tali interventi avverranno a fine inverno e fine estate, tramite tagli rivolti a favorire la ricrescita e la spinta vegetativa di branche principali per equilibrare l'impalcatura scheletrica.

La concimazione delle piante si effettuerà in fase di impianto con concimi granulari, successivamente tramite l'impianto d'irrigazione, la nutrizione delle piante verrà integrata con concimi idrosolubili in fertirrigazione.

Nei periodi cruciali delle colture in atto (induzione a fiore, fioritura e allegagione) verranno eseguite delle concimazioni fogliari mirate.

I trattamenti fitosanitari a difesa delle piante da attacchi di patogeni verranno effettuati osservando le linee guida del disciplinare di produzione di lotta integrata della regione Sardegna.

Il metodo di raccolta previsto per arance e limoni sarà manuale.

### **8.2.4. Costo di coltivazione degli agrumi**

I costi di coltivazione annui dell'agrumeto a piena maturità ammontano a **437.717,08 €** e comprendono carburante e manodopera necessaria (personale fisso e avventizio). I costi per il personale sono dettagliati nel capitolo dedicato "*CALCOLO DEL FABBISOGNO DI MANODOPERA TOTALE*".

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>60 |
|--|---------------------------------------|---------------|

Tabella 14: Costi di coltivazione totali dell'agrumeto.

| Coltivazione Agrumeto a maturità       |                |               |       |                     |
|--|----------------|---------------|-------|---------------------|
| Descrizione                            | Costo unitario | Cicli/Addetti | ha    | Costo Totale        |
| Fertirrigazione                        | 100,00 €       | 10            | 55,25 | 55.249,10 €         |
| Trattamenti antiparassitari            | 45,00 €        | 10            | 55,25 | 24.862,10 €         |
| Concimazione fogliare                  | 45,00 €        | 4             | 55,25 | 9.944,84 €          |
| Potature                               | 150,00 €       | 3             | 55,25 | 24.862,10 €         |
| Zappettature                           | 20,00 €        | 3             | 55,25 | 3.314,95 €          |
| Trinciatura                            | 50,00 €        | 3             | 55,25 | 8.287,37 €          |
| Personale fisso                        | 29.000,00 €    | 1             |       | 29.000,00 €         |
| Personale avventizio                   | 12.000,00 €    | 20,2          |       | 242.696,64 €        |
| Personale specializzato e consulenze   |                |               |       | 1.500,00 €          |
| Carburanti                             |                |               |       | 24.000,00 €         |
| Materiali di consumo                   |                |               |       | 5.000,00 €          |
| Manutenzione attrezzature e macchinari |                |               |       | 9.000,00 €          |
| <b>Totale</b>                          |                |               |       | <b>437.717,08 €</b> |

### 8.2.5. Ricavi attesi totali Mandorle e Agrumi

Una volta a regime, dall'ottavo anno in poi, l'impianto agrivoltaico di Tramatza avrà una produzione attesa annua di circa 179.516 Kg di mandorle, 511.657 kg di arance, 869.570 Kg di limoni, per un ricavo atteso totale annuo stimato intorno a **1.309.061,47 €**, diviso di seguito per coltura:

Tabella 15: Produttività annua attesa con impianto a regime e ricavi di vendita per coltura.

| Ricavi annui attesi a maturità dell'impianto |  |                        |                          |
|--|--|------------------------|--------------------------|
| COLTURA                                      | Ricavi dalla vendita dei prodotti agricoli (€) | Kg totali attesi annui | Q.li totali attesi annui |
| Mandorle                                     | 296.202,59 €                                   | 179.516,72             | 1.795,17                 |
| Arance                                       | 230.245,88 €                                   | 511.657,50             | 5.116,58                 |
| Limoni                                       | 782.613,00 €                                   | 869.570,00             | 8.695,70                 |
|  | <b>1.309.061,47 €</b>                          | <b>1.560.744,22</b>    | <b>15.607,44</b>         |

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>61 |
|--|---------------------------------------|---------------|

## 9. SIEPE DI MITIGAZIONE

Il progetto prevede la realizzazione di una recinzione lungo il perimetro aziendale, che sarà composta da una recinzione metallica integrata con una siepe di mitigazione dei venti che verrà piantumata a ridosso della recinzione di metallo. Infatti, a causa dei venti che soffiano da Nord e da Ovest, le colture più marginali che vegetano al di sotto dei tracker aperti potrebbero subire in maniera eccessiva le avversità climatiche.

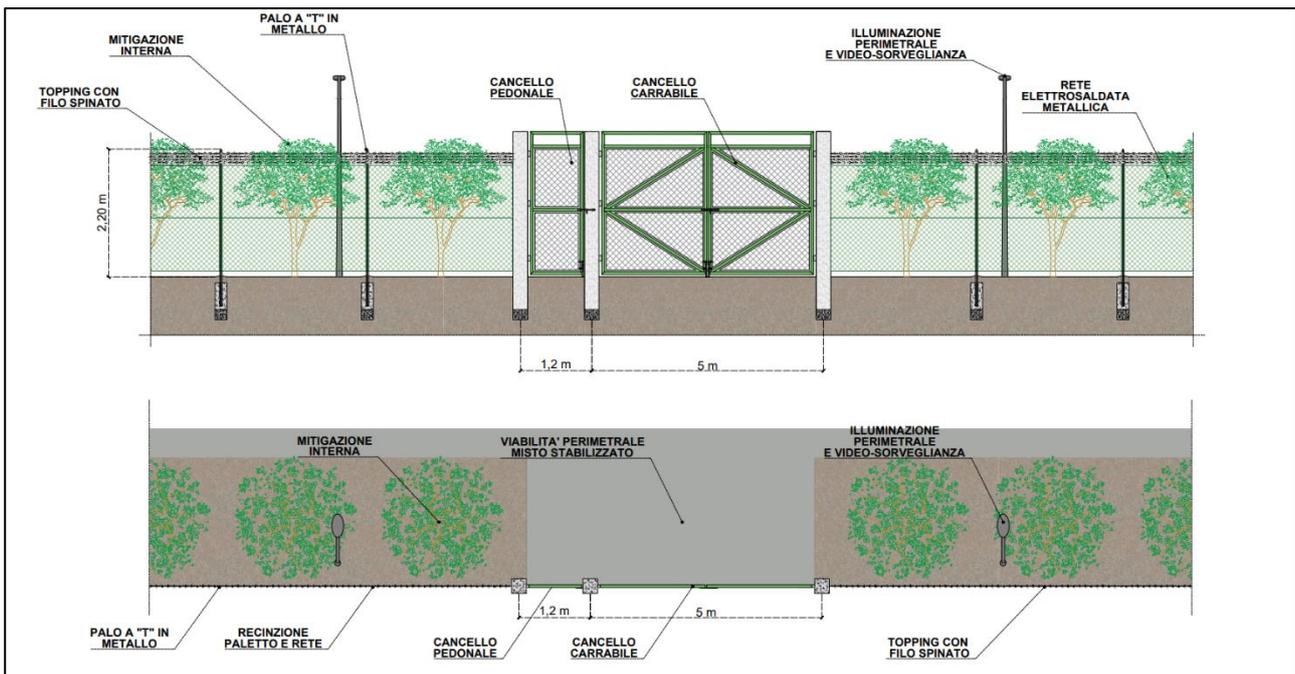


Figura 37: Immagine della recinzione dell'area, composta da una componente metallica e da una siepe di mitigazione. Si fa riferimento al documento allegato "2104\_T.P.06\_Layout Impianto e Dettagli Recinzione e Mitigazione\_Rev00".

La recinzione metallica ha una **lunghezza totale di 4.497,83 m**, **4185,34 m** dei quali saranno **piantumati con specie mediterranee che raggiungono i 3-4 m di altezza**. Le specie scelte verranno piantumate a **2 m l'una dall'altra** e sono:

- *Myrtus communis* var. sarda - mirto sardo,
- *Arbutus unedo* - corbezzolo,
- *Pistacia lentiscus* - lentisco.
- *Olea europaea* var. Arbequina - ulivo

Le piante scelte per la realizzazione della siepe di mitigazione saranno in numero di 2085.

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>62 |
|--|---------------------------------------|---------------|

Per far fronte alle avversità metereologiche, tutte le piante scelte presentano le seguenti caratteristiche:

- apparato radicale molto robusto, in modo da non essere soggetti a schianti;
- sempreverdi con chioma e portamento compatto così da apportare protezione in ogni stagione dell'anno;
- resistenza ai parassiti ed elevata rusticità;
- altezza tale da consentire adeguata protezione alle coltivazioni.

Oltre che per la protezione dai venti, la siepe è progettata in modo da fungere da richiamo per gli insetti impollinatori e per l'avifauna, tramite impianto di specie nettariifere e pollinifere. Le specie arbustivo/arboree per la siepe di mitigazione sono state scelte anche per:

- caratteri nettariiferi e polliniferi,
- periodi di fioritura scalari, per garantire la produzione di polline e nettare durante tutto l'anno.

## 9.1. Specie per la siepe di mitigazione

### 9.1.1. Ulivo - *Olea europaea var. Arbequina*



È una specie arborea da frutto, di areale mediterraneo, alta dai 2 ai 3 metri, sempre verde e molto longeva, di crescita lenta, con un tronco irregolare ed una piccola chioma.

È una pianta tipicamente termofila ed eliofila, con spiccati caratteri di pianta xerofita. Per contro è sensibile alle basse temperature.

La forma di allevamento è possibilmente a siepone, forma che asseconda molto il portamento naturale dell'olivo ed usata per la costituzione di siepi frangivento. Le piante hanno un portamento cespuglioso, con un breve fusto, e sono molto ravvicinate con le altre piante lungo la fila in modo da formare una vegetazione continua.

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>63 |
|--|---------------------------------------|---------------|

### 9.1.2. Corbezzolo – *Arbutus unedo*



È una specie legnosa indigena tipica della macchia mediterranea, sempreverde, a rapido accrescimento, xerofila e frugale.

La specie ha la caratteristica di avere fiori e frutti contemporaneamente per cui le api trovano fonti nettariere prima dell'inverno.

Il frutto è ricco di semi e contribuirebbe all'alimentazione dell'avifauna e dei piccoli mammiferi selvatici. Il corbezzolo non necessita di potatura, ed è indicata come specie molto resistente al vento.

### 9.1.3. Mirto sardo – *Myrtus communis var. sarda*



Il mirto è una pianta aromatica legnosa spontanea sempreverde. Ha portamento arbustivo molto ramificato alto tra 0,5 e 3 m.

La fioritura e la fruttificazione avvengono tra maggio e luglio, mentre le bacche giungono a maturazione verso la fine di novembre. Dal punto di vista nettariere e pollinifero la pianta è molto gradita alle api ed agli impollinatori. La

specie è resistente al vento e alla salsedine.

### 9.1.4. Lentisco – *Pistacia lentiscus*



Il lentisco è specie cespuglioso, sempreverde ed aromatica, tipica della macchia mediterranea ed è stata scelta per la sua notevole funzione ecologica: la pianta è considerata pedogenetica, ossia è in grado di modificare il substrato su cui cresce migliorandolo e non necessita di annaffiature. Inoltre, grazie alle foglie coriacee, è una buona specie per le barriere frangivento.

La fioritura e la fruttificazione avvengono in primavera e la fioritura è molto gradita alle api e agli altri insetti impollinatori.

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>64 |
|--|---------------------------------------|---------------|

## 9.2. Operazioni e Costo d'impianto della siepe

Il costo totale per le operazioni di impianto ed i costi specifici per le operazioni necessarie per ogni specie sono riportati di seguito nelle tabelle riassuntive dei costi totali.

Tabella 16: Tabella dei costi complessivi per le specie da mettere a dimora per l'impianto della siepe di mitigazione.

| Totale costi       | Corbezzolo        | Mirto sardo       | Lentisco          | Ulivo             |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <b>15.638,45 €</b> | <b>3.909,61 €</b> | <b>3.909,61 €</b> | <b>3.909,61 €</b> | <b>3.909,61 €</b> |

Tabella 17: Le tabelle appena riportate mostrano nel dettaglio i costi per la messa a dimora di ogni specie prevista per la siepe.

| Costo Impianto di Mitigazione   |                |           |                |                    |
|---------------------------------|----------------|-----------|----------------|--------------------|
| Corbezzolo                      | Costo unitario | Piante/ha | Tot. Pianta    | Totale costi       |
| Scavo buche                     | 2,00 €         | 1250      | 521            | 1.042,56 €         |
| Messa a dimora                  | 1,50 €         |           |                | 781,92 €           |
| Concimazione di fondo           | 0,50 €         |           |                | 260,64 €           |
| Costo piante                    | 3,50 €         |           |                | 1.824,49 €         |
| <b>Totale costi di impianto</b> |                |           |                | <b>3.909,61 €</b>  |
| Mirto sardo                     | Costo unitario | Piante/ha | Tot. Pianta    | Totale costi       |
| Scavo buche                     | 2,00 €         | 1250      | 521            | 1.042,56 €         |
| Messa a dimora                  | 1,50 €         |           |                | 781,92 €           |
| Concimazione di fondo           | 0,50 €         |           |                | 260,64 €           |
| Costo piante                    | 3,50 €         |           |                | 1.824,49 €         |
| <b>Totale costi di impianto</b> |                |           |                | <b>3.909,61 €</b>  |
| Lentisco                        | Costo unitario | Piante/ha | Tot. Pianta    | Totale costi       |
| Scavo buche                     | 2,00 €         | 1250      | 521            | 1.042,56 €         |
| Messa a dimora                  | 1,50 €         |           |                | 781,92 €           |
| Concimazione di fondo           | 0,50 €         |           |                | 260,64 €           |
| Costo piante                    | 3,50 €         |           |                | 1.824,49 €         |
| <b>Totale costi di impianto</b> |                |           |                | <b>3.909,61 €</b>  |
| Ulivo                           | Costo unitario | Piante/ha | Tot. Pianta    | Totale costi       |
| Scavo buche                     | 2,00 €         | 1250      | 521            | 1.042,56 €         |
| Messa a dimora                  | 1,50 €         |           |                | 781,92 €           |
| Concimazione di fondo           | 0,50 €         |           |                | 260,64 €           |
| Costo piante                    | 3,50 €         |           |                | 1.824,49 €         |
| <b>Totale costi di impianto</b> |                |           |                | <b>3.909,61 €</b>  |
| <b>TOTALE</b>                   |                |           | <b>2085,13</b> | <b>15.638,45 €</b> |

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>65 |
|--|---------------------------------------|---------------|

### 9.3. Costi di manutenzione della siepe

Tabella 18: Tabella dei valori annui delle azioni e materiali necessari alla manutenzione della siepe di mitigazione.

| Manutenzione Siepe di mitigazione      |                |          |      |                   |
|--|----------------|----------|------|-------------------|
| Descrizione                            | Costo unitario | N. cicli | ha   | Costo Totale      |
| Fertirrigazione                        | 100,00 €       | 2        | 1,67 | 333,62 €          |
| Concimazione fogliare                  | 45,00 €        | 1        | 1,67 | 75,06 €           |
| Potature                               | 100,00 €       | 2        | 1,67 | 333,62 €          |
| Zappettature                           | 20,00 €        | 3        | 1,67 | 100,09 €          |
| Trinciatura                            | 50,00 €        | 3        | 1,67 | 250,22 €          |
| Personale avventizio                   | 12.000,00 €    | 0,08     |      | 955,37 €          |
| Carburanti                             |                |          |      | 250,00 €          |
| Materiali di consumo                   |                |          |      | 200,00 €          |
| Manutenzione attrezzature e macchinari |                |          |      | 120,00 €          |
| <b>Totale</b>                          |                |          |      | <b>2.617,97 €</b> |

Per mitigare ulteriormente la potenza dei venti provenienti da Ovest, **sui primi filari esposti ad Ovest è prevista l'installazione di una rete frangivento**, fatta di materiali all'avanguardia e che smorza la forza del vento senza impedire ad aria e luce di circolare all'interno dei filari aperti. Tale accortezza viene eseguita ogni 10 filari, all'interno di tutto l'impianto agrivoltaico. La rete avrà un'altezza di 3 m ed una lunghezza su tutto l'impianto di 21.773 m.

Infine, l'azienda ha previsto un'ulteriore mitigazione dei venti, **direzionando in fase progettuale i tracker ad un'angolazione Nord-Sud, rendendo i moduli fotovoltaici una protezione frangivento già di per sé.**

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>66 |
|--|---------------------------------------|---------------|

## 10. CALCOLO FABBISOGNO DI MANODOPERA TOTALE

La tabella che segue riporta il calcolo delle giornate uomo necessarie alla gestione agricola.

Tabella 19: Manodopera totale calcolata tenendo a base le tabelle INPS per tipologia di coltivazione.

| Giornate Uomo anno di regime             |              |                     |                           |                       |   |                 |
|--|--------------|---------------------|---------------------------|-----------------------|---|-----------------|
| Giornate uomo - Ripartizione per colture |              |                     | Tabella Sardegna          |                       | Giornate Effettive                            |                 |
| Superficie Ha                            | COLTURA      | Giornate/ ha        | Giornate Lavorative annue | % Riduzione Meccanica | Giornate Uomo                                 |                 |
| A01                                      | 4,76         | Mandorlo Texas      | 27                        | 129                   | 30%   | 90,03           |
| A02                                      | 4,90         | Mandorlo Texas      | 27                        | 132                   | 30%   | 92,55           |
| A03                                      | 5,31         | Mandorlo Texas      | 27                        | 143                   | 30%   | 100,31          |
| A04                                      | 5,14         | Mandorlo Texas      | 27                        | 139                   | 30%   | 97,22           |
| A07                                      | 6,18         | Mandorlo Texas      | 27                        | 167                   | 30%   | 116,89          |
| A08                                      | 5,25         | Mandorlo Texas      | 27                        | 142                   | 30%   | 99,31           |
| A06                                      | 2,54         | Mandorlo Arrubia    | 27                        | 69                    | 30%   | 47,98           |
| A05                                      | 3,67         | Arancio             | 88                        | 323                   | 30%   | 226,29          |
| A09                                      | 3,64         | Arancio             | 88                        | 320                   | 30%   | 224,11          |
| A10                                      | 3,99         | Arancio             | 88                        | 352                   | 30%   | 246,06          |
| A11                                      | 4,37         | Arancio             | 88                        | 385                   | 30%   | 269,48          |
| A13                                      | 4,79         | Arancio             | 88                        | 421                   | 30%   | 294,79          |
| A12                                      | 5,49         | Limone              | 140                       | 769                   | 30%   | 538,09          |
| A14                                      | 6,78         | Limone              | 140                       | 950                   | 30%   | 664,91          |
| A15                                      | 5,21         | Limone              | 140                       | 729                   | 30%   | 510,22          |
| A16                                      | 6,84         | Limone              | 140                       | 958                   | 30%   | 670,63          |
| A17                                      | 6,84         | Limone              | 140                       | 958                   | 30%   | 670,57          |
| A18                                      | 3,62         | Limone              | 140                       | 506                   | 30%   | 354,30          |
| Mitigazione                              | 1,67         | Specie mediterranee | 15                        | 25                    | 30%   | 17,52           |
| <b>Totale SAU</b>                        | <b>91,01</b> |                     | <b>TOT giornate annue</b> | <b>7.616</b>          | <b>TOT giornate annue con meccanizzazione</b> | <b>5.331,26</b> |

Come si evince dalla tabella, con un adeguato grado di meccanizzazione per la gestione del fondo saranno necessarie **5.331,26** giornate uomo, che saranno coperte con **24,23 operatori**, 1 salariato fisso e 23,2 salariati avventizi. Per la gestione del mandorleto è previsto mediamente durante l'intero anno l'impiego di 2,93 addetti mentre per la gestione dell'agrumeto saranno necessari 21,22 addetti e 0,080 addetti per la manutenzione della siepe di mitigazione.

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>67 |
|--|---------------------------------------|---------------|

## 11. MACCHINARI E ATTREZZATURE

Nel seguente paragrafo sono riportati i costi relativi all'acquisto di macchinari e attrezzature. I trattori saranno dei frutteti da 80/90 cv con cabina pressurizzata che avranno un'altezza massima di 2,20 m. È previsto l'acquisto di attrezzi trainati opportunamente dimensionati per le lavorazioni del campo.

Tabella 20: Costi previsti per i macchinari necessari ed impiegati per la gestione della coltivazione.

| Costi Attrezzature e Macchinari   |          |                |                     |
|-----------------------------------|----------|----------------|---------------------|
| Descrizione                       | Quantità | Costo unitario | Totale              |
| Trattori                          | 4        | 65.000,00 €    | 260.000,00 €        |
| Atomizzatori                      | 3        | 10.000,00 €    | 30.000,00 €         |
| Trincia reversibile               | 1        | 8.000,00 €     | 8.000,00 €          |
| Trincia laterale                  | 1        | 10.000,00 €    | 10.000,00 €         |
| Fresa                             | 1        | 6.000,00 €     | 6.000,00 €          |
| Erpice rotante                    | 1        | 7.000,00 €     | 7.000,00 €          |
| Seminatrice combinata             | 1        | 20.000,00 €    | 20.000,00 €         |
| Coltivatore a dischi              | 2        | 5.000,00 €     | 10.000,00 €         |
| Ripuntatore                       | 2        | 7.000,00 €     | 14.000,00 €         |
| Frangizolle                       | 1        | 10.000,00 €    | 10.000,00 €         |
| Barra potatrice                   | 4        | 15.000,00 €    | 60.000,00 €         |
| Forbici elettriche                | 6        | 1.000,00 €     | 6.000,00 €          |
| Raccogli manichetta               | 1        | 2.000,00 €     | 2.000,00 €          |
| Falciatrice                       | 1        | 5.000,00 €     | 5.000,00 €          |
| Rimorchio                         | 2        | 4.000,00 €     | 8.000,00 €          |
| Decespugliatori                   | 6        | 600,00 €       | 3.600,00 €          |
| Trincia                           | 2        | 5.000,00 €     | 10.000,00 €         |
| Trincia Stocchi                   | 1        | 7.000,00 €     | 7.000,00 €          |
| Interceppo                        | 2        | 12.000,00 €    | 24.000,00 €         |
| Cisterne gasolio                  | 1        | 3.000,00 €     | 3.000,00 €          |
| Macchinari di raccolta            | 1        | 120.000,00 €   | 120.000,00 €        |
| Armadio fitofarmaci               | 1        | 1.000,00 €     | 1.000,00 €          |
| Arredi d'ufficio                  | 1        | 7.000          | 7.000,00 €          |
| Attrezzature minute e di officina |          |                | 3.000,00 €          |
| <b>TOTALE</b>                     |          |                | <b>634.600,00 €</b> |

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>68 |
|--|---------------------------------------|---------------|

## 12. REALIZZAZIONE IMPIANTO DI IRRIGAZIONE

Al fine di rendere irriguo il fondo, sarà realizzata una condotta di adduzione che collegherà la superficie coltivata con la rete consortile del Consorzio di Bonifica dell'Oristanese. Il tracciato della nuova condotta è riportato in verde nell'ortofoto che segue.

La condotta è stata dimensionata in base alle esigenze del fondo tenuto conto delle necessità irrigue delle coltivazioni che si andranno ad impiantare.

Sulla base delle indicazioni fornite dal Consorzio di Bonifica, il punto di prelievo è rappresentato dalla vasca consortile presente nel comune di Zeddiani.

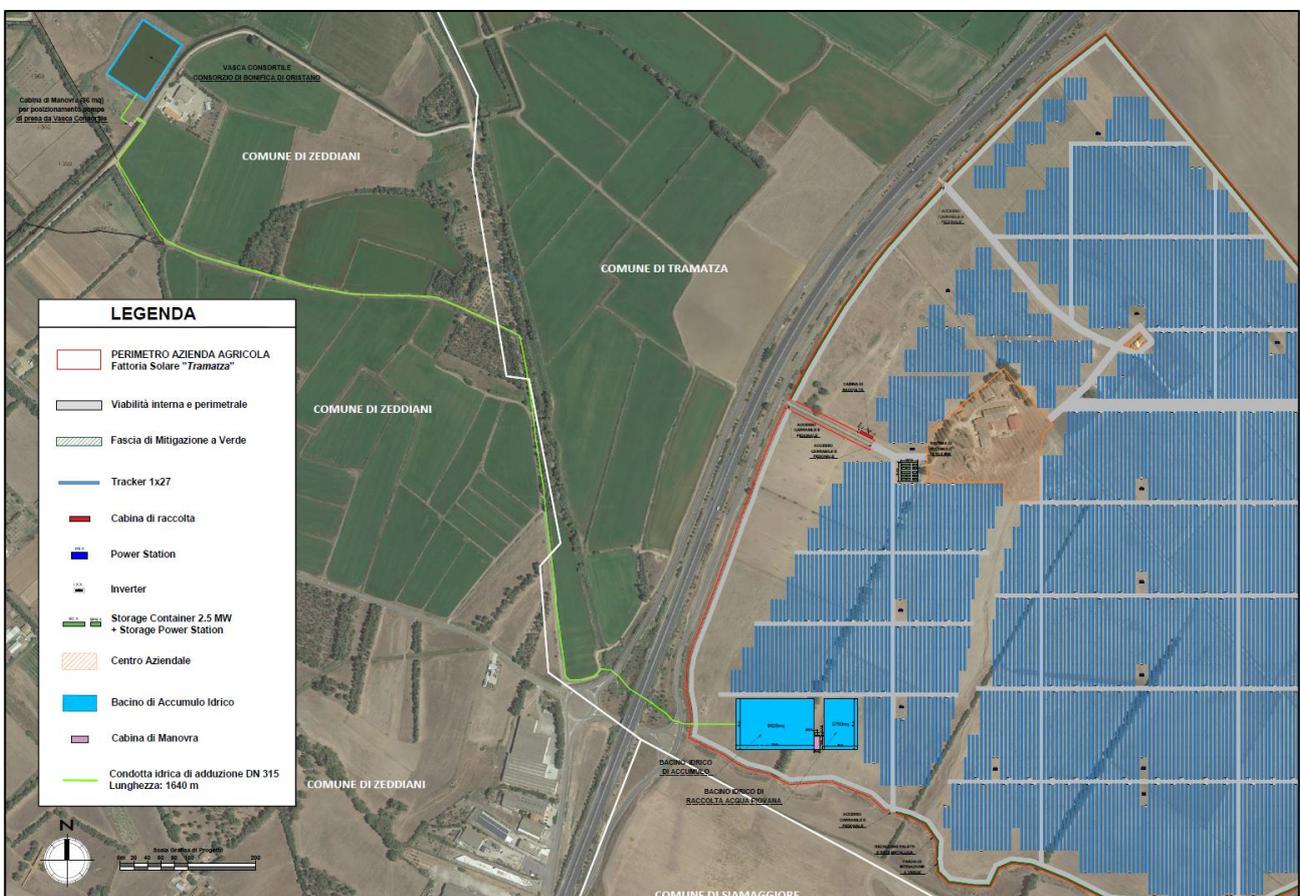


Figura 38: Ortofoto con indicazione del percorso della condotta di adduzione idrica di progetto dall'opera di presa rappresentata dalla Vasca Consortile nel comune di Zeddiani fino al Bacino Idrico di Accumulo in proposta

Nell'area consortile sarà realizzato un locale tecnico con allocazione delle pompe attraverso le quali l'acqua sarà portata in pressione nella condotta di sezione DN315 fino al bacino di accumulo artificiale che sarà realizzato in sito. Il bacino di accumulo idrico in progetto avrà una capacità di circa 19.500 mc e sarà realizzato con una sezione di scavo trapezoidale reso impermeabile mediante la posa di teloni in PVC o simili e senza l'utilizzo di opere cementizie.

In adiacenza, verrà realizzato un ulteriore bacino di prima raccolta delle acque piovane anch'esso

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRICOLA SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>69 |
|--|---------------------------------------|---------------|

con sezione trapezoidale con una capacità di circa 7.500mc con sponde e fondo in terra e argilla al fine di consentire la pulizia della stessa. Quest'ulteriore bacino, posizionato nel punto più basso del fondo, contribuirà all'efficientamento della risorsa idrica in sito raccogliendo l'acqua piovana di ruscellamento non assorbita dal terreno.

A valle del sistema di accumulo delle acque, verrà realizzato un pozzetto tecnico nel quale saranno allocate la saracinesca e il sistema di pompaggio costituito da n. 2 pompe sommerse atte a fornire l'acqua al sistema di fertirrigazione di seguito rappresentato.

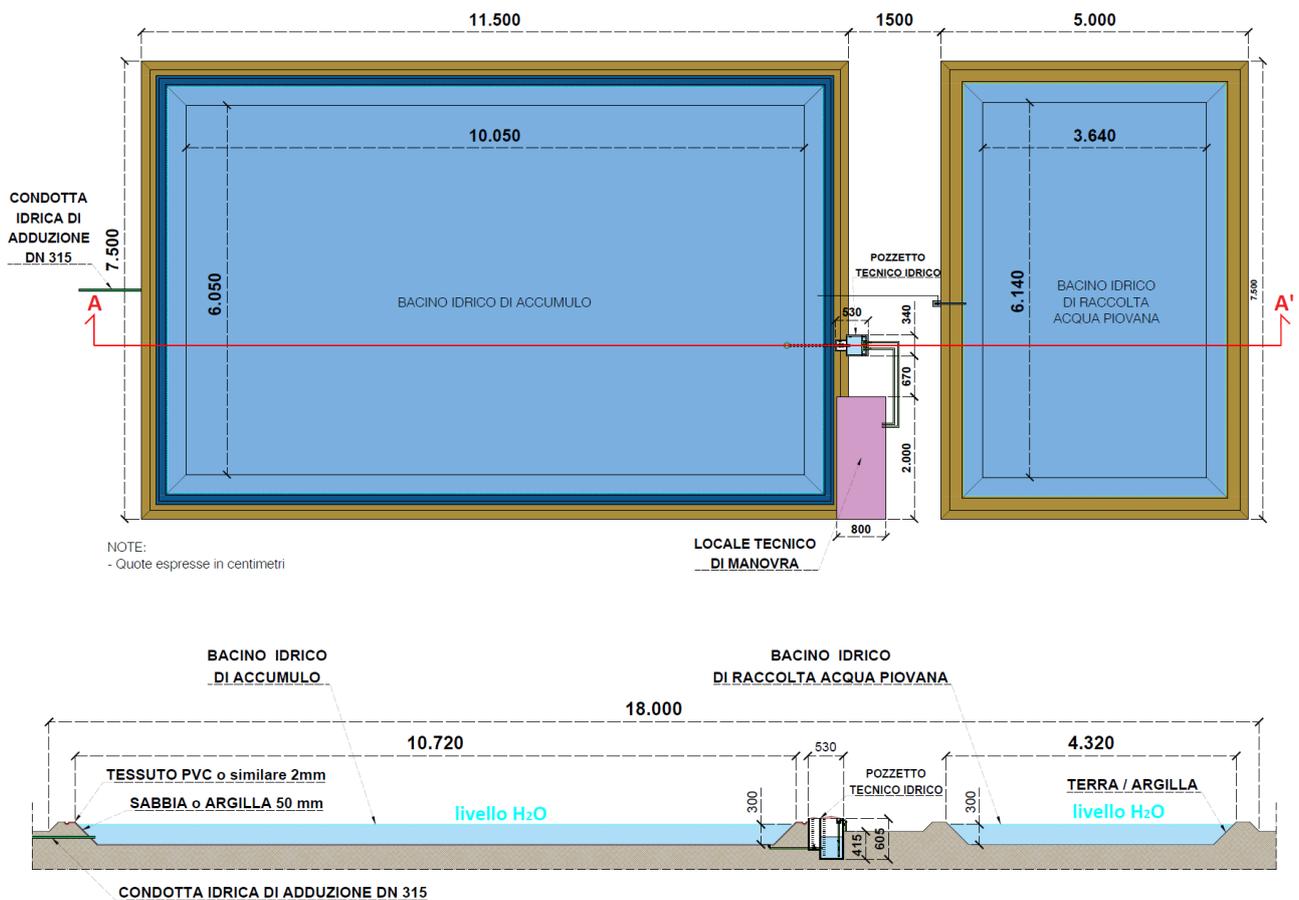
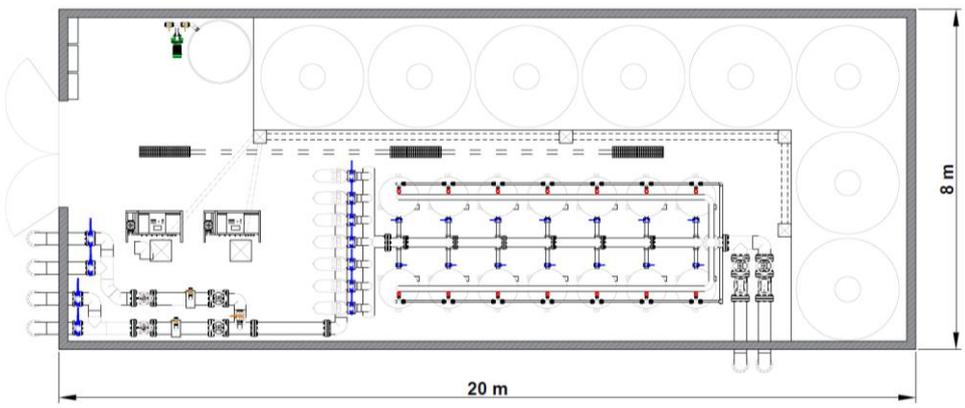


Figura 39: Planimetria e sezione A-A' dei bacini idrici di accumulo con opera di presa

Il centro di comando sarà realizzato all'interno di un vano tecnico che conterrà anche il banco di fertirrigazione. Da esso si dirameranno n.4 condotte che distribuiranno la risorsa idrica alle coltivazioni presenti in campo.

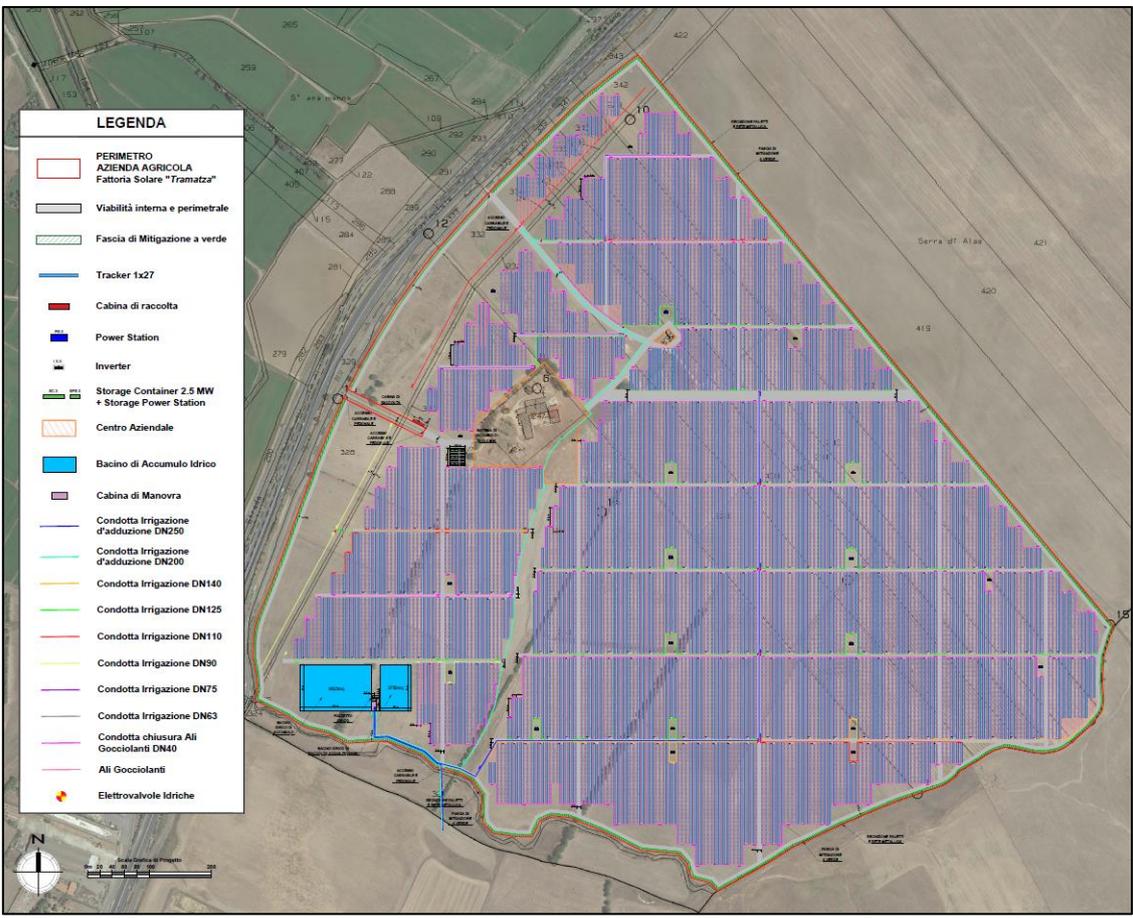
Per chiarezza espositiva, si specifica che n. 2 condotte serviranno l'impianto colturale di "Fattoria Solare Tramatza" mentre le altre due condotte serviranno altri due impianti adiacenti, di proprietà della stessa società agricola (EF Agri a r.l.).

**CABINA DI MANOVRA - CENTRO DI COMANDO**



*Figura 40: Planimetria Cabina di manovra con centro di comando e banco fertirrigazione*

Il sistema di irrigazione previsto è di tipo avanzato e mira al contenimento dei consumi idrici. Le condotte hanno diverso diametro con lo scopo di servire tutte le diverse macroaree dell’impianto agricolo. Quest’ultime a loro volta si dipartiranno in condotte con diametri sempre minori considerato che l’impianto di irrigazione progettato prevede una distribuzione in subirrigazione a bassa portata attraverso ala gocciolante auto compensante.



*Figura 41: Layout dell’impianto di irrigazione, dal documento "2104\_T.P.11\_Layout Impianto Irrigazione-Fertirrigazione\_Rev00".*

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>71 |
|--|---------------------------------------|---------------|

Il sito presenterà 19 sottocampi idrici, di cui uno dedicato all'irrigazione della siepe perimetrale.

In particolare, per il progetto in esame, dal locale tecnico di manovra si dirameranno due condotte idriche rispettivamente di DN200 per i sottocampi destinati a mandorleto e di DN250 per i sottocampi destinati ad agrumeto (arance e limoni). Tale sezionamento è stato scelto considerando i diversi fabbisogni idrici delle colture ed in modo da svolgere contemporaneamente due distinti programmi di fertirrigazione tenuto conto delle diverse esigenze colturali e delle fasi fenologiche delle piante.

L'area destinata a coltivazioni arboree sarà servita da un sistema d'irrigazione a doppia ala gocciolante a microportata in subirrigazione; pertanto, per ciascun settore sarà installata una elettrovalvola ad apertura automatica controllata da centralina elettronica.

La progettazione degli impianti agrivoltaici della proponente, grazie all'esperienza svolta nel settore, ricorre a moderne tecniche di irrigazione a microportata che consentirà una coltivazione del fondo con notevole risparmio idrico rispetto ai sistemi di irrigazione tradizionali.

Il sistema di irrigazione sarà gestito da una centralina Drip Net a più canali con controllo da remoto mediante una rete WiFi di campo (5G) capace di gestire tutte le elettrovalvole, i sistemi di misura, i sensori. Di seguito si riportano i sensori di monitoraggio previsti:

- umidità del suolo a 20 cm;
- umidità del suolo a 40 cm;
- temperatura del suolo;
- temperatura aria;
- umidità dell'aria;
- precipitazioni;
- flusso linfatico e inspessimento del tronco della pianta (dendrometro);
- quantità di acqua erogata per ciascuna sezione;
- misurazione del pH dell'acqua e delle miscele di fertirrigazione;
- radiazione fotosinteticamente attiva (PAR);
- quantità di fertilizzanti erogati per ciascuna sezione;

e più in generale:

- ore di funzionamento dell'impianto,
  - controllo di eventuali perdite accidentali dell'impianto con blocco immediato della perdita,
  - possibilità di comando da remoto.
-

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>72 |
|--|---------------------------------------|---------------|

Attraverso l'utilizzo della suddetta centralina, sarà possibile gestire gli allarmi in caso di errori rilevati in fase di esercizio dell'impianto con immediato arresto dell'attività svolta, qualora la stessa sia al di fuori dei parametri programmati.

Tutti i dati rilevati dai misuratori di campo e dai sensori saranno trasmessi via internet ogni 5 minuti ad un server in cloud gestito dalla Netafim in Israele dove resteranno memorizzati per tre anni al fine di produrre statistiche e studi per l'ottimizzazione dei cicli di irrigazione. Il sistema permetterà di monitorare da remoto anche attraverso collegamento video alle singole sezioni d'impianto le fasi fenologiche delle piante programmando gli interventi di coltivazione da eseguire.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda all'elaborato grafico di riferimento "2104\_T.P.11\_Layout Impianto Irrigazione/Fertirrigazione\_Rev00".

### 12.1. Consumi e Risparmio idrico

Le stesse tecniche di irrigazione sono state sperimentate negli impianti serricoli agrivoltaici della proponente presenti nelle zone di Scalea-Orsomarso (CS) e Cassano-Villapiana (CS) dal 2011, registrando risultati ottimali in termini di risparmio idrico.

La sperimentazione effettuata nella coltivazione di specie tipiche del pieno campo come gli agrumi (limoni e cedri) ha permesso di registrare un importante dato relativo ai consumi idrici: **consumo idrico pari a 1/6 rispetto alle coltivazioni in pieno campo**, quindi, 1.000.000 di litri per ettaro **sotto serra agrivoltaica** contro i 6.000.000 di litri per ettaro in pieno campo. Ciò è sostanzialmente dovuto all'ombreggiamento dei pannelli fotovoltaici che riduce notevolmente l'evapotraspirato ed agli avanzati sistemi di irrigazione.

Sulla base di questo risultato consolidato negli anni, e tenuto conto che la nuova struttura agrivoltaica aperta (**tracker**) in proposta non prevede volumetrie chiuse e lo stesso indice di ombreggiamento al suolo (nettamente superiore all'interno della serra), si ritiene ipotizzabile un risparmio idrico di **circa 1/4 rispetto al pieno campo** condotto con agricoltura tradizionale.

Nella tabella seguente sono riportati i fabbisogni irrigui a maturità delle colture in ambiente agrivoltaico **applicando, prudenzialmente, una riduzione solo del 25% rispetto al pieno campo**. Si aggiunge il consumo idrico necessario per l'irrigazione della siepe, che, anche se composta da specie xerofile e mediterranee, nei primi anni di vita necessitano un supporto idrico di partenza.

Stante alle informazioni sopra riportate, in merito al consumo e risparmio idrico in ambiente agrivoltaico si potrebbe ottenere, **potenzialmente, una riduzione dell'acqua utilizzata fino al**

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>73 |
|--|---------------------------------------|---------------|

**25% rispetto alle stesse colture in pieno campo, con un risparmio prudenziale atteso annuo di 105.407 mc.** La seguente tabella indica i consumi idrici a piena maturità della coltura:

*Tabella 21: La tabella riassume i consumi idrici a maturità dell'impianto, comprendendo i consumi idrici per la siepe di mitigazione. Il consumo idrico atteso per le colture a maturità sarà di 397.371,98 mc. Ci si attende prudenzialmente un risparmio idrico totale annuo di 105,407 mc.*

| Consumi Idrici a maturità degli impianti |                     |                |                              |             |                             |  |  |
|--|---------------------|----------------|------------------------------|-------------|-----------------------------|--|--|
| Parcelle                                 | Coltura             | Superfici (ha) | Consumo idrico di p.c. mc/ha | % Riduzione | Consumo idrico di APV mc/ha | Consumi idrici azienda trazionale in p.c. (mc) | Consumi idrici Fattoria Solare Tramatza (mc) |
| A01                                      | Mandorlo Texas      | 4,76           | 5.000                        | 25%         | 3750                        | 23.818,50                                      | 23.009,09                                    |
| A02                                      | Mandorlo Texas      | 4,90           | 5.000                        | 25%         | 3750                        | 24.485,00                                      | 19.682,35                                    |
| A03                                      | Mandorlo Texas      | 5,31           | 5.000                        | 25%         | 3750                        | 26.538,00                                      | 22.271,89                                    |
| A04                                      | Mandorlo Texas      | 5,14           | 5.000                        | 25%         | 3750                        | 25.719,50                                      | 20.145,39                                    |
| A07                                      | Mandorlo Texas      | 6,18           | 5.000                        | 25%         | 3750                        | 30.923,00                                      | 24.028,36                                    |
| A08                                      | Mandorlo Texas      | 5,25           | 5.000                        | 25%         | 3750                        | 26.273,00                                      | 20.322,19                                    |
| A06                                      | Mandorlo Arrubia    | 2,54           | 5.000                        | 25%         | 3750                        | 12.693,50                                      | 12.693,50                                    |
| A05                                      | Arancio             | 3,67           | 6.000                        | 25%         | 4500                        | 22.041,60                                      | 17.292,13                                    |
| A09                                      | Arancio             | 3,64           | 6.000                        | 25%         | 4500                        | 21.828,60                                      | 16.560,41                                    |
| A10                                      | Arancio             | 3,99           | 6.000                        | 25%         | 4500                        | 23.966,40                                      | 18.343,74                                    |
| A11                                      | Arancio             | 4,37           | 6.000                        | 25%         | 4500                        | 26.247,60                                      | 20.319,68                                    |
| A13                                      | Arancio             | 4,79           | 6.000                        | 25%         | 4500                        | 28.713,60                                      | 21.772,03                                    |
| A12                                      | Limone              | 5,49           | 6.000                        | 25%         | 4500                        | 32.944,20                                      | 25.050,23                                    |
| A14                                      | Limone              | 6,78           | 6.000                        | 25%         | 4500                        | 40.708,80                                      | 30.865,47                                    |
| A15                                      | Limone              | 5,21           | 6.000                        | 25%         | 4500                        | 31.237,80                                      | 23.732,48                                    |
| A16                                      | Limone              | 6,84           | 6.000                        | 25%         | 4500                        | 41.059,20                                      | 30.946,42                                    |
| A17                                      | Limone              | 6,84           | 6.000                        | 25%         | 4500                        | 41.055,00                                      | 32.336,14                                    |
| A18                                      | Limone              | 3,62           | 6.000                        | 25%         | 4500                        | 21.691,80                                      | 17.166,43                                    |
| Mitigazione                              | Specie mediterranee | 1,67           | 500                          | 25%         | 375                         | 834,05   | 834,05                                       |
| <b>Totale SAU</b>                        |                     | <b>91,01</b>   |                              |             |                             | <b>502.779,15</b>                              | <b>397.371,98</b>                            |
| <b>Risparmio Idrico (mc)</b>             |                     |                |                              |             |                             |  | <b>105.407,17</b>                            |

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare “Tramatza”<br>EF AGRICOLA SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>74 |
|--|---------------------------------------|---------------|

### 13. INTRODUZIONE ARNIE SPIA API A SCOPO DI MONITORAGGIO

L'azienda EF Agri Soc. Agr. a R.L. è interessata alla protezione e reintroduzione degli impollinatori nelle aree individuate per la costruzione degli impianti agrivoltaici, tramite la diversificazione delle specie produttive colturali degli impianti. È inoltre attenta all'aumento in numero delle varie specie impollinatrici, dal momento che da studi scientifici<sup>2</sup> e da osservazioni dirette in campo, **la fitness delle piante, e quindi la resa in prodotto e la qualità dei prodotti stessi è migliorata dalla presenza di almeno un alveare stabile di *Apis mellifera ligustica***. Questa specie è, tra l'altro, l'impollinatore endemico italiano, tra i più operosi e docili del genere.

Per l'impianto della “Fattoria Solare Tramatza” è prevista, quindi, **l'introduzione di api della specie endemica a scopo di monitoraggio della salubrità delle colture**, inserendo dieci arnie per agevolare l'impollinazione di cui due arnie con sistema di monitoraggio, dal momento che gli impollinatori in terreni agricoli, sono di vitale importanza per la produzione e per la sicurezza alimentare, essendo ottimi bioindicatori della salute e salubrità dei sistemi agro ecologici, grazie alla loro sensibilità ambientale agli agrofarmaci.



Figura 42: Arnia posizionata nell'impianto calabrese di Scalea. Si nota un piccolo pannello solare posto sull'arnia, che mantiene attivi i sensori per misurare i parametri di seguito descritti ed il sistema di monitoraggio dei voli all'ingresso dell'arnia.

<sup>2</sup> 1) Kremen et al., 2002; Kremen et al., 2007; Potts et al., 2010; Potts et al., 2016;

2) Report sulla salute degli impollinatori Cortei dei Conti Europea 2021: “Relazione speciale: La protezione degli impollinatori selvatici nell'UE: le iniziative della Commissione non hanno dato i frutti sperati”;

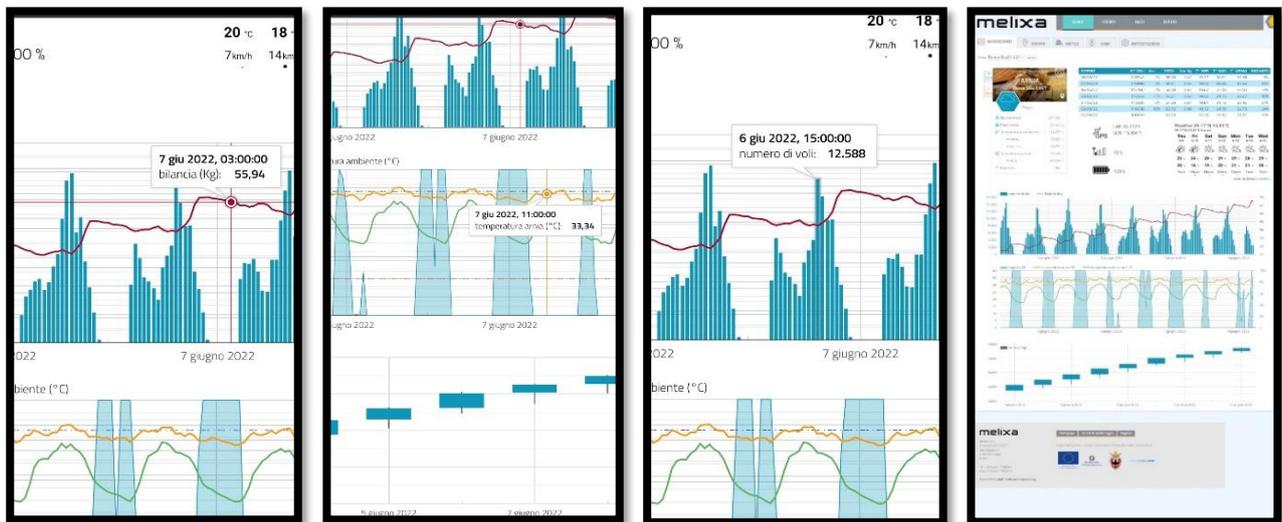
3) Forum economico mondiale 2020 sui rischi globali per la natura e l'ambiente.

|   |  |                      |
|---|--|----------------------|
| Progetto:<br><b>Fattoria Solare "Tramatza"</b><br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br><b>Piano Agronomico</b> | Pagina:<br><b>75</b> |
|---|--|----------------------|

*Foto 7: Arnia posizionata nell'impianto calabrese di Scalea. Si nota un piccolo pannello solare posto sull'arnia, che mantiene attivi i sensori per misurare i parametri di seguito descritti ed il sistema di monitoraggio dei voli all'ingresso dell'arnia.*

L'impianto delle arnie presenta bassi costi, sia di impianto, che di gestione. L'alveare è monitorato con il sistema "Melixa", tramite cui è possibile un controllo costante dei seguenti parametri:

- *Numero dei voli giornalieri*, in modo tale da controllare se, in funzione del clima, delle temperature e delle attività condotte in azienda, il nucleo dell'alveare è più o meno attivo;
- *Temperatura interna ed esterna all'alveare;*
- *Umidità esterna all'arnia;*
- *Peso complessivo dell'arnia e la variazione di peso.*



*Figura 43: Schermate del sistema Melixa che mostrano ora per ora la variazione dei parametri precedentemente elencati.*

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>76 |
|--|---------------------------------------|---------------|

### 13.1. Costi di impianto e gestione dell'apiario

La tabella seguente riporta i costi da sostenere per la realizzazione di un apiario da nomadismo con un numero di 10 nuclei di api da impiegare per l'impollinazione e 2 dei quali da utilizzare come arnie spia per il monitoraggio della salubrità dell'impianto.

Tabella 22: In tabella soprastante sono riportati i costi necessari per la realizzazione dell'impianto delle arnie spia.

| <b>Costo impianto apiario</b>           |                       |               |                   |
|---|-----------------------|---------------|-------------------|
| <b>Descrizione</b>                      | <b>Costo Unitario</b> | <b>Numero</b> | <b>Totale</b>     |
| Arnie complete di melario e fogli cerei | 250,00 €              | 10            | 2.500,00 €        |
| Famiglia su nucleo da 8 telai           | 130,00 €              | 10            | 1.300,00 €        |
| Supporti Arnie                          | 200,00 €              | 10            | 2.000,00 €        |
| Sensoristica e sistema di controllo     | 1.000,00 €            | 2             | 2.000,00 €        |
| <b>Totale costi impianto</b>            |                       |               | <b>7.800,00 €</b> |

Di seguito sono riportati i costi relativi alle attività tipiche per la gestione dell'apiario a scopo di monitoraggio.

Tabella 23: In tabella soprastante sono riportati i costi necessari per la gestione delle arnie.

| <b>Costo gestione arnie</b>  |                       |                      |                   |                     |
|------------------------------|-----------------------|----------------------|-------------------|---------------------|
| <b>Descrizione</b>           | <b>Costo unitario</b> | <b>N. Interventi</b> | <b>N. alveari</b> | <b>Costo Totale</b> |
| Verifiche periodiche         | 15,00 €               | 10                   | 10                | 1.500,00 €          |
| Trattamenti                  | 80,00 €               | 2                    | 10                | 1.600,00 €          |
| <b>Totale gestione arnie</b> |                       |                      |                   | <b>3.100,00 €</b>   |

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>77 |
|--|---------------------------------------|---------------|

## 14. STUDI SULL'AGRIVOLTAICO

Sono stati condotti diversi studi atti ad analizzare gli impatti delle installazioni di impianti fotovoltaici sulle capacità vegetative delle colture sottostanti. Al fine di valutare la fattibilità del progetto proposto, se ne riportano di seguito alcuni.

Un primo studio mostra i reciproci vantaggi **della coesistenza dell'agricoltura con il fotovoltaico sulle stesse superfici**, in termini di **efficienza complessiva per l'utilizzo di suolo**.

Il duplice utilizzo del suolo per la produzione di energia da fonte solare e per l'agricoltura è stato testato nell'ambito del progetto "Agrophotovoltaics Resource Efficient Land Use (APV-RESOLA)" condotto dall'ISE e dell'Università di Hohenheim tra il 2017 e il 2019.

È stato realizzato un sistema agro-fotovoltaico su una porzione di un campo arabile presso il lago di Costanza, in Germania, installando un impianto FV da 194 kW con pannelli montati a cinque metri dal terreno su una struttura sopraelevata; sul medesimo terreno i contadini della comunità agricola di Heggelbach hanno coltivato **quattro tipi di colture**: grano invernale, patate, trifoglio e sedano.

I risultati del 2017 hanno mostrato un'efficienza dell'uso suolo pari al 160% per ettaro, che ha raggiunto il 186% per ettaro nel 2018, anno caratterizzato da un'estate molto calda. In questo anno, infatti, tre delle quattro colture testate nell'impianto agrivoltaico (grano, patate e sedano) hanno avuto rendimenti superiori alle rese di riferimento in campo aperto tra il +3 e il +12%.

Lo schema sotto illustra il concetto di "efficienza combinata nell'uso del suolo" per produrre al contempo energia elettrica e cibo, risolvendo così la diatriba "*food or fuel*" che spesso accompagna le decisioni su come sfruttare correttamente gli spazi coltivabili.

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>78 |
|--|---------------------------------------|---------------|

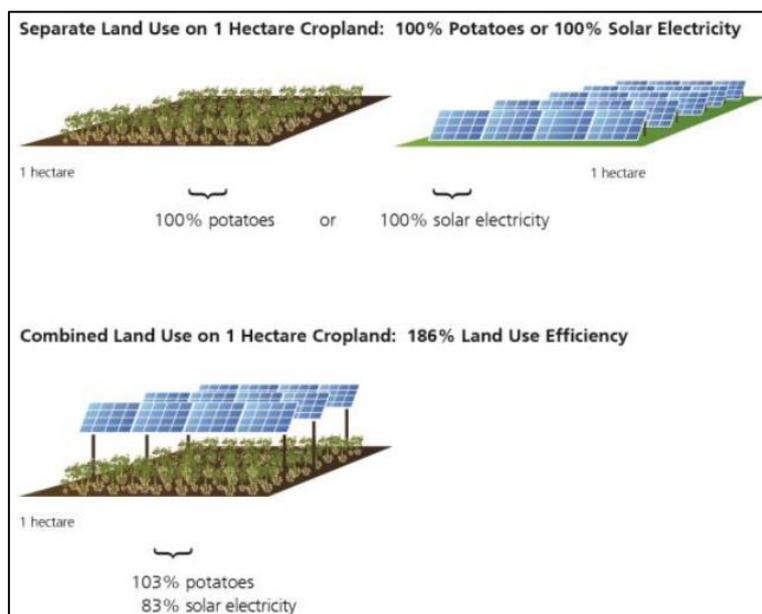


Figura 44: Rappresentazione delle varie tipologie di utilizzo del suolo, agricolo, con moduli fotovoltaici a terra e combinato, così da abbattere il consumo di suolo per l'uno o per l'altro utilizzo. Dal progetto "Agrophotovoltaics Resource Efficient Land Use (APV-RESOLA)" condotto dall'ISE e dell'Università di Hohenheim tra il 2017 e il 2019.

I dati sopra esposti, mostrano che **l'ombreggiatura sotto i moduli ha migliorato la resa delle colture, permettendo alle piante di sopportare meglio il caldo e la siccità dell'estate 2018.**

Infatti, dalla raccolta dei dati sulle condizioni climatiche sotto il sistema agrivoltaico, è emerso che l'impianto influisce sulla quantità di irraggiamento solare, sulla distribuzione delle precipitazioni e sulla temperatura del suolo. Una quantità di irraggiamento solare inferiore del 30% circa rispetto al campo aperto comporta una temperatura al suolo minore che consente il mantenimento di una maggiore umidità del terreno. Tali condizioni permettono alle colture di resistere a periodi di maggior siccità registrando migliori performance agricole, con un potenziale particolarmente molto elevato del agrivoltaico nelle zone aride.

In un progetto pilota avviato dall'ISE nello Stato Indiano di Maharashtra, gli effetti di ombreggiamento e una minore evaporazione portano le rese delle colture di pomodoro e cotone al +40% rispetto al pieno campo, permettendo un'efficienza nell'uso del suolo di circa il 200%.

In particolare, nelle zone aride e semiaride, alcuni studi condotti da Dupraz nel 2011, Elamri nel 2018, Valle nel 2017 hanno dimostrato che il sistema APV offre un grande potenziale economico produttivo poiché consente di aumentare la produttività dei terreni in queste zone in quanto, questa combinazione, consentirebbe l'insorgere di effetti collaterali sinergici sulle colture agricole (Marrou et al. 2013) (Ravi et al. 2016). In queste aree le colture soffrono spesso degli effetti negativi dell'elevata radiazione solare, delle elevate temperature e delle perdite d'acqua. Una elevata perdita d'acqua è dovuta ad una mancata capacità della pianta nel controllare il processo di traspirazione,

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>79 |
|--|---------------------------------------|---------------|

infatti, un aumento delle temperature riduce la sensibilità delle cellule stomatiche, cellule adibite al controllo della traspirazione e, dunque, comporta una riduzione delle produzioni, una riduzione dell'efficiamento dell'utilizzo della risorsa idrica e morte della coltura.

**La presenza dei pannelli fotovoltaici consentirebbe di ridurre la perdita di acqua per evaporazione e traspirazione ed un miglioramento delle condizioni di stress sulla coltura a causa di una riduzione della perdita eccessiva di acqua** (Hassanpour ADEH et al. 2018, Elamri et al. 2018, Marrou et al 2013). Questo aumento dell'efficienza della risorsa idrica raggiunge un livello maggiore di importanza per la comunità, considerando i problemi relativi alla scarsità d'acqua nel mondo. Dalle ricerche effettuate sugli APV in simulazioni basate su dati di un periodo di 40 anni, Amaducci et al. (2018), hanno osservato che coltivare mais sotto APV, in condizioni non irrigate, ha ridotto l'evaporazione del suolo ed ha anche aumentato la resa media. La più alta variazione di resa è stata ottenuta in condizioni di pieno sole. Pertanto, hanno concluso che gli APV possono portare alla stabilizzazione del rendimento produttivo colturale, mitigando le perdite di rendimento negli anni asciutti (Amaducci et al. 2018).

**Oltre al risparmio idrico, la presenza del pannello garantisce una riduzione della radiazione solare diretta sulle colture riducendo dunque le temperature massime che potrebbero causare importanti danni alle colture.**

Anche altri studi svolti negli Stati Uniti dall'Università dell'Arizona, hanno confermato le sinergie tra la coltivazione di determinati prodotti agricoli, il risparmio idrico e la produzione di energia rinnovabile (Barron-Gafford et al. 2019).

In particolare, evidenziano i diversi benefici di questa sorta di ecosistema integrato: un ambiente sotto i moduli più temperato sia di inverno che d'estate non solo riduce i tassi di evaporazione, diminuendo il fabbisogno idrico annuo, ma migliora la capacità fotosintetica delle piante che crescono in modo più efficiente proprio perché meno stressate. Inoltre, in combinazione con il raffreddamento localizzato dei pannelli fotovoltaici derivante dalla traspirazione dal "sottobosco" vegetativo, che riduce lo stress termico sui pannelli e ne aumenta le prestazioni, si realizza una situazione *win-to-win* per la relazione cibo-acqua-energia.

**I ricercatori sottolineano che, al di là dei benefici di un minor irraggiamento diretto, la luce diffusa all'interno del sistema agrivoltaico è sufficiente per permettere la crescita di molte colture.**

È infatti risaputo che per quanto riguarda l'irraggiamento, la crescita vegetativa, essendo primariamente correlata all'efficienza fotosintetica, è maggiormente influenzata dalle variazioni

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>80 |
|--|---------------------------------------|---------------|

della qualità della luce (ad esempio la variazione della quantità delle radiazioni nello spettro dell'infrarosso) piuttosto che dalla sua quantità.

Esperimenti condotti su un habitat vegetativo tipo prato stabile in California mostrano come il manto erboso che cresce al di sotto dei moduli fotovoltaici, venga raggiunto nell'arco del periodo diurno da una quantità sufficiente di radiazioni luminose entro un intervallo di lunghezza d'onda utile a consentire al meglio il naturale processo di organizzazione della materia inorganica nell'ambito delle reazioni di fotosintesi clorofilliana. Tale conclusione è stata raggiunta anche da due ricercatori del Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE<sup>3</sup> nell'ambito di uno studio di ricerca applicata (Goetzberger & Zastrow, 1981) che hanno osservato una radiazione pressoché uniforme al suolo (integrata nell'arco della giornata), disponendo i moduli ad una altezza di almeno di 2 metri e con una distanza tra le file di 6 metri.

**I sistemi agrivoltaici rappresentano quindi delle utili protezioni per le colture e tali sistemi risultano ormai sempre più necessari per la tenuta del settore. Infatti l'agricoltura è uno dei settori socioeconomici più dipendenti dal clima e maggiormente vulnerabile a causa degli attuali cambiamenti climatici. L'agrivoltaico può rappresentare una soluzione per rendere il settore più resiliente e stabile.**

Infine, un'altra ricerca condotta da ricercatori statunitensi e pubblicata nel 2018 (Walston et al. 2018) sottolinea che un importante aspetto da tenere in considerazione riguardo l'impatto di un sistema agrivoltaico nel contesto agricolo è l'eventuale crescita spontanea, o in seguito ad insemminazione artificiale, di piante autoctone, fiori e piante officinali tra cui Lavanda, *Eucalyptus occidentalis* e Corbezzolo che generano un habitat ideale per l'impollinazione da parte delle api e delle altre specie impollinatrici portando un enorme beneficio all'ecosistema circostante. Oltre che per la natura, questo è un grande vantaggio anche per le circostanti produzioni agricole di colture che si affidano all'impollinazione entomofila, come quelle di arance, pesche e mandorle.

L'agrivoltaico può contribuire al rafforzamento e allo sviluppo del settore agro-pastorale:

- aumentando i ricavi di settore senza occupazione dei suoli e a zero impatto sulla vocazione agricola, ambientale e territoriale;

---

<sup>3</sup> La Fraunhofer-Gesellschaft è l'organizzazione leader per la ricerca applicata in Europa. Le sue attività di ricerca sono condotte da 72 Fraunhofer Institute e unità di ricerca con sedi in tutta la Germania e con filiali in Europa, Asia e America.

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>81 |
|--|---------------------------------------|---------------|

---

- apportando nuove risorse per investimenti in infrastrutture agricole innovative – come i sistemi fotovoltaici di protezione delle colture – che rendono le attività agricole più resilienti ai cambiamenti climatici;
  - stabilizzando le opportunità di lavoro nelle comunità rurali e riducendone la stagionalità tramite la sostituzione di infrastrutture agricole temporanee con quelle più durevoli (un impianto agrivoltaico ha una vita utile pari almeno a 30 anni); il solare crea più posti di lavoro per megawatt di potenza generata rispetto a qualsiasi altra fonte di energia e agrivoltaico tende a tutelare e valorizzare i lavoratori già presenti sui territori, accrescendone anche l'occupazione nella parte agricola.
-

|  |                                       |               |
|--|---------------------------------------|---------------|
| Progetto:<br>Fattoria Solare "Tramatza"<br>EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L. | Titolo Elaborato:<br>Piano Agronomico | Pagina:<br>82 |
|--|---------------------------------------|---------------|

## 15. BIBLIOGRAFIA

- Amaducci S, Yin X, Colauzzi M (2018) Agrivoltaic systems to optimise land use forelectric energy production. *Appl Energy* 220:545–561. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.03.081>
- ANSA.it, "Agricoltura: Coldiretti, perdite sino al 70% per gli agrumi" - Articolo rilasciato il 29/01/2021, con origine dati Laore - Agenzia regionale per lo sviluppo in agricoltura)
- Elamri Y, Cheviron B, Lopez J-M, Dejean C, Belaud G (2018) Water budget and crop modelling for agrivoltaic systems: application to irrigated lettuces. *Agric Water Manag* 208:440–453. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.07.001>
- Hassanpour Adeh E, Selker JS, Higgins CW (2018) Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, micrometeorology and water-use efficiency. *PLoS One* 13: e0203256.
- Il declino delle api e degli impollinatori. Le riposte alle domande più frequenti. Quaderni Natura e Biodiversità. 12/2020 - ISBN: 978-88-448-1000-9. ISPRA 2020.
- ISMEA Mercati – Trasparenza e conoscenza dei mercati agroalimentari – Frutta in guscio – Prezzi medi all'origine
- Mandorlicoltura In Sardegna - Le Varietà Autoctone Della Sardegna. Dati LAORE 2021.
- Marrou H, Dufour L, Wery J (2013a) How does a shelter of solar panels influence water flows in a soil–crop system? *Eur J Agron* 50:38–51
- Potts, S.G., Biesmeijer, J.C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., Kunin, W.E. (2010a). Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends Ecol. Evol.*, 25, 345–353.
- Potts, S.G., Roberts, S.P.M., Dean, R., Marris, G., Brown, M.A., Jones, R., Neumann, P., Settele, J. (2010b). Declines of managed honeybees and beekeepers in Europe? *J. Apic. Res.*, 49, 15–22.
- Potts, S.G., ImperatrizFonseca, V., Ngo, H.T., Aizen, M.A., Biesmeijer, J.C., Breeze, T.D., Dicks, L.V., Garibaldi, L.A., Hill, R., Settele, J., Vanbergen, A.J. (2016). Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature*, 540, 220–229.
- Ravi S, Macknick J, Lobell D, Field C, Ganesan K, Jain R, Elchinger M, Stoltenberg B (2016) Colocation opportunities for large solar infrastructures and agriculture in drylands. *Appl Energy* 165:383–392. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.12.078>
- Walston LJ, Mishra SK, Hartmann HM, Hlohowskyj I, McCall J and Macknick j, 2018, Examining the Potential for Agricultural Benefits from Pollinator Habitat at Solar Facilities in the United State, *Environmental Science Technology*, 2018, 52, 7566–7576 Available at: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acs.est.8b00020>
- The effect of electromagnetic field on antimicrobial activity of lime oil . Paul Matewele. doi: 10.1016/j.mimet.2010.09.015. Epub 2010 Sep 21.