



## Regione Sicilia

Libero consorzio comunale di Trapani

Comune di Erice

# Impianto agrivoltaico "ERICE" di potenza installata pari a 940 kWp da realizzarsi nel Comune di Erice

## PROGETTO DEFINITIVO

| REV. | DATA       | DESCRIZIONE   | REDATTO            | VERIFICATO         | APPROVATO |
|------|------------|---------------|--------------------|--------------------|-----------|
| 00   | 23/06/2026 | Prima Stesura | Dott. G. Filiberto | Dott. G. Filiberto |           |

### PROGETTISTA

#### GREEN FUTURE Srl

Sede Legale: Via U. Maddalena, 92

Sede operativa: Corso Calatafimi, 421

90100 - Palermo, Italia

[info@greenfuture.it](mailto:info@greenfuture.it)

Dott. Giuseppe Filiberto

Ing. Alessio Furlotti

Arch. Pianif. Giovanna Filiberto

Ing. Ilaria Vinci

Ing. Fabiana Marchese

Ing. Daniela Chifari

Dott. Geol. Ulisse Furlotti

Green Future S.r.l. unipersonale  
L'Amministratore  
Giuseppe Filiberto

### CLIENTE

#### ERICE S.r.l.

Sede legale Milano (MI) Largo Card. I.  
Schuster, 1 CAP 20122

P.IVA 14408150960

### TITOLO ELABORATO

#### RELAZIONE AGRONOMICA

### CODICE ELABORATO

ERICE\_EL49\_REV00

### SCALA

-

### DATA

Giugno 2026

### TIPOLOGIA-ANNO

FV26

### COD. PROGETTO

ERICE

### N. ELABORATO

EL49

### REVISIONE

00



## Sommario

|        |                                                                                                           |    |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1      | PREMESSA .....                                                                                            | 7  |
| 1.1    | Il Proponente .....                                                                                       | 9  |
| 2      | METODOLOGIA .....                                                                                         | 9  |
| 3      | INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....                                                                           | 10 |
| 4      | CARATTERISTICHE METEOCLIMATICHE .....                                                                     | 16 |
| 5      | ASPETTI GEOLOGICI.....                                                                                    | 18 |
| 6      | USO DEL SUOLO E CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE.....                                                          | 19 |
| 7      | ASSETO FLORISTICO-VEGETAZIONALE .....                                                                     | 22 |
| 8      | IL SISTEMA SOCIO-ECONOMICO E AGRICOLO TERRITORIALE.....                                                   | 24 |
| 8.1    | Coltivazioni e produzioni speciali .....                                                                  | 24 |
| 9      | QUALITA DEI SUOLI E STATO COLTURALE ATUALE .....                                                          | 27 |
| 10     | STIMA DEL FONDO AGRICOLO.....                                                                             | 29 |
| 11     | CARATTERI DELL'AGRIVOLTAICO.....                                                                          | 31 |
| 12     | DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO .....                                                                  | 34 |
| 13     | VERIFICA DI RISPONDENZA AI REQUISITI DELLE “LINEE GUIDA IN MATERIA DI IMPIANTI AGRIVOLTAICI” – MASE ..... | 37 |
| 13.1   | Verifica dei requisiti .....                                                                              | 37 |
| 13.1.1 | Requisito A .....                                                                                         | 37 |
| 13.1.2 | Requisito B .....                                                                                         | 40 |
| 13.1.3 | Requisito D .....                                                                                         | 41 |
| 13.1.4 | Requisito E .....                                                                                         | 42 |
| 14     | DEFINIZIONE DEL PIANO AGRONOMICO AZIENDALE .....                                                          | 43 |
| 14.1   | Leguminose.....                                                                                           | 45 |
| 14.1.1 | Preparazione del suolo e semina .....                                                                     | 46 |
| 14.1.2 | Irrigazione .....                                                                                         | 46 |
| 14.1.3 | Concimazione.....                                                                                         | 46 |
| 14.1.4 | Raccolta.....                                                                                             | 47 |



|        |                                                                                   |    |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 14.1.5 | Bilancio economico.....                                                           | 47 |
| 14.2   | Uliveti.....                                                                      | 47 |
| 14.2.1 | Preparazione del terreno .....                                                    | 48 |
| 14.2.2 | Tecniche di impianto.....                                                         | 48 |
| 14.2.3 | Concimazione.....                                                                 | 49 |
| 14.2.4 | Irrigazione .....                                                                 | 51 |
| 14.2.5 | Controllo delle erbe infestanti .....                                             | 51 |
| 14.2.6 | Piano di manutenzione .....                                                       | 51 |
| 14.2.7 | Potatura .....                                                                    | 52 |
| 14.2.8 | Produttività dell'uliveto.....                                                    | 54 |
| 14.3   | Rendimento economico produzione agricola .....                                    | 54 |
| 15     | Aree ecotonali .....                                                              | 55 |
| 15.1   | Gestione e manutenzione della vegetazione arborea .....                           | 58 |
| 16     | Provenienza del materiale vegetale.....                                           | 59 |
| 17     | Mezzi agricoli per la corretta gestione dell'attività agricola .....              | 60 |
| 18     | ACCORDO CON AZIENDA AGRICOLA LOCALE PER LA GESTIONE PRODUTTIVA DELLE COLTURE..... | 63 |
| 19     | EFFETTI FISICI E BIOLOGICI NEL SISTEMA AGRIVOLTAICO .....                         | 63 |
| 19.1   | Radiazione solare .....                                                           | 63 |
| 19.2   | Temperatura.....                                                                  | 64 |
| 19.3   | Evapotraspirazione .....                                                          | 65 |
| 19.4   | Esperienze di coltivazione in condizione di ombreggiamento .....                  | 66 |
| 19.5   | Albedo .....                                                                      | 66 |
| 20     | SISTEMA DI MONITORAGGIO.....                                                      | 69 |
| 20.1   | Risparmio idrico .....                                                            | 71 |
| 20.2   | Continuità dell'attività agricola.....                                            | 72 |
| 20.3   | Fertilità del suolo .....                                                         | 72 |
| 20.4   | Microclima .....                                                                  | 73 |
| 21     | CONCLUSIONI .....                                                                 | 74 |



## Indice delle Figure

|                                                                                                                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Inquadramento area di progetto su ortofoto .....                                                                                                                | 8  |
| Figura 2 - Inquadramento territoriale su stralcio I.G.M.....                                                                                                               | 13 |
| Figura 3 - Inquadramento territoriale su stralcio C.T.R. n. 605040 .....                                                                                                   | 14 |
| Figura 4 - Inquadramento territoriale su mappa catastale Fg. 262 particelle 442-447 Comune di Erice (TP)<br>.....                                                          | 15 |
| Figura 5 - Carta degli indici climatici Thorntwaite (Fonte SIAS) .....                                                                                                     | 17 |
| Figura 6 - Carta degli indici climatici Rivas-Martinez (Fonte SIAS).....                                                                                                   | 17 |
| Figura 7 - Stralcio Carta Litologica (Fonte PAI Sicilia) .....                                                                                                             | 19 |
| Figura 8 - Carta dei Suoli della Sicilia (Fierotti et al.,1995) .....                                                                                                      | 20 |
| Figura 9 - Carta uso del suolo secondo CORINE BIOTOPES .....                                                                                                               | 22 |
| Figura 10 - Carta della Classificazione delle Aree Rurali (Fonte PSR Sicilia) .....                                                                                        | 24 |
| Figura 11 - Esempio di impianto agrivoltaico .....                                                                                                                         | 34 |
| Figura 12 - Particolare Strutture fisse con pali infissi nel terreno .....                                                                                                 | 36 |
| Figura 13 – Stralcio Layout di impianto su catastale.....                                                                                                                  | 36 |
| Figura 14 – Piano colturale – Impianto “ERICE” .....                                                                                                                       | 45 |
| Figura 15 - Quadro riepilogativo della coltivazione delle leguminose .....                                                                                                 | 47 |
| Figura 16 - Disposizione della radice .....                                                                                                                                | 49 |
| Figura 17 - Esempio di chioma di ulivo prima e dopo la potatura. ....                                                                                                      | 54 |
| Figura 18 - Effetto della barriera vegetale sul microclima .....                                                                                                           | 55 |
| Figura 19 - Sezione fascia arborea di protezione e separazione .....                                                                                                       | 56 |
| Figura 20 - Esempio di sesto d'impianto consigliato per la fascia arborea di protezione e separazione ..                                                                   | 56 |
| Figura 21 - Particolare del corridoio ecologico idro-igrofilo .....                                                                                                        | 57 |
| Figura 22 - Dimensioni caratteristiche di un trattore da frutteto con cabina ribassata (Fonte: CNH) .....                                                                  | 60 |
| Figura 23 - Compressore PTO per il funzionamento di strumenti pneumatici per l'arboricoltura e scuotitore<br>motorizzato per la raccolta di olive (Foto: Campagnola) ..... | 61 |
| Figura 24 - Esempio di spandiconcime localizzato mono/bilaterale per frutteti (Foto: EuroSpand) .....                                                                      | 62 |



|                                                                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 25 - Esempi di atomizzatore portato a spalla e trainato con getti orientabili per trattamenti su colture arboree (Foto: Nobili S.r.l.) ..... | 62 |
| Figura 26 - Confronto tra un materiale con albedo alto 0,8 e uno con albedo basso 0,1. ....                                                         | 67 |
| Figura 27 - Istogramma dell'intensità luminosa di una coltura di sulla in pieno sviluppo.....                                                       | 69 |
| Figura 28 - Valori di albedo nei vari periodi della prateria a sulla .....                                                                          | 69 |
| Figura 29 – Sistema di monitoraggio IoT .....                                                                                                       | 71 |
| Figura 30 – Sensore di umidità e logica di funzionamento .....                                                                                      | 72 |

## Indice delle tabelle

|                                                                                                                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabella 1 - Dati generali di progetto .....                                                                                                                                                        | 8  |
| Tabella 2 - Dati catastali area di impianto .....                                                                                                                                                  | 11 |
| Tabella 3 - Dati catastali opere di rete.....                                                                                                                                                      | 11 |
| Tabella 4 - Distribuzione delle superfici.....                                                                                                                                                     | 12 |
| Tabella 5 - Schema interpretativo utilizzato per la valutazione della capacità d'uso dei suoli. ....                                                                                               | 28 |
| Tabella 6 - Classi di capacità di uso del suolo .....                                                                                                                                              | 29 |
| Tabella 7 - Valori medi, minimi e massimi per ettaro dei terreni in rapporto alle colture e alla zona altimetrica in Provincia di Trapani 2023 (Fonte Banca Dati dei Valori Fondiari - CREA). .... | 30 |
| Tabella 8 - Valori caratteristici per seminativo.....                                                                                                                                              | 30 |
| Tabella 9 - Valori specifici dei parametri qualitativi delle caratteristiche tecniche dei terreni .....                                                                                            | 31 |
| Tabella 10 - Verifica requisiti Linee Guida MITE impianto "ERICE".....                                                                                                                             | 43 |
| Tabella 11 – Ripartizione delle superfici coltivate e superfici connesse alla conduzione agricola .....                                                                                            | 44 |
| Tabella 12 – Ripartizione percentuale del fabbisogno di azoto, fosforo e potassio nelle diverse fasi del ciclo annuale.....                                                                        | 50 |
| Tabella 13 - Rendimento economico della conduzione agricola all'interno dell'impianto agrivoltaico .....                                                                                           | 54 |
| Tabella 14 - Elenco delle possibili specie da utilizzare appartenenti alla vegetazione potenziale .....                                                                                            | 58 |



---

|                                                                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabella 15 - Quadro riassuntivo delle specie vegetali che saranno impiegate per la realizzazione delle aree ecotonali ..... | 58 |
| Tabella 16 - Piano di adacquamento per i primi cinque anni dalla messa a dimora .....                                       | 59 |
| Tabella 17 - Operazioni colturali e relativi organi di lavoro necessari per la conduzione del prato polifita                | 61 |
| Tabella 18 - Esempi di albedo .....                                                                                         | 67 |
| Tabella 19 – Parametri monitorati tramite sensori .....                                                                     | 71 |



## 1 PREMESSA

Il sottoscritto Agr. Dott. Nat. Giuseppe Filiberto, iscritto al Collegio degli Agrotecnici e Agrotecnici Laureati della Provincia di Palermo al n.507, ha ottenuto incarico di redigere il presente studio agronomico per realizzazione di un nuovo **impianto agrivoltaico** denominato “**ERICE**” nel Comune di Erice in Via Baglio Canta.

L'area catastale su cui insisterà l'impianto è di circa **2,39 ha**.

L'impianto, con **potenza nominale** pari a **938,70 kWp**, sarà allacciato (come previsto dalla TICA, Codice rintracciabilità: **504447547**) alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), per una potenza in immissione richiesta di **900 Kw**, tramite realizzazione di una nuova cabina di consegna collegata **in entra/esci in linea MT interrata**.

L'intervento consiste nella realizzazione di uno scavo con posa di n°2 nuovi elettrodotto interrati all'interno dello stesso scavo costituiti da n.ro 2 cavi a elica visibile del tipo 3x1x185 mmq in entra/esci intercettando la linea MT interrata esistente denominata “Napola” situata in Via Baglio Canta, snc sino alla nuova cabina del cliente per una lunghezza complessiva di circa 80m.

Infine si procederà all'installazione di n°1 nuova cabina prefabbricata di consegna del tipo DG2061/7 ed.9 che verrà ubicata nel **Foglio di mappa n°262 particella 13** del comune di Erice (TP).

Il presente elaborato ha lo scopo di illustrare le caratteristiche tecniche dell'impianto, finalizzato all'utilizzo delle risorse naturali del sole quale energia pulita, con l'obiettivo di ridurre le emissioni di sostanze nocive responsabili del degrado ambientale.

La Società proponente intende realizzare l'impianto agrivoltaico in oggetto, ponendosi come obiettivo la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile coerentemente agli indirizzi stabiliti in ambito nazionale e internazionale, volti alla riduzione delle emissioni dei gas serra ed alla promozione di un maggior contributo delle fonti energetiche rinnovabili alla produzione di elettricità nel relativo mercato italiano e comunitario.

Nella tabella seguente sono riepilogate in forma sintetica le principali caratteristiche tecniche dell'impianto di progetto.



| DATI GENERALI DI PROGETTO        |                                                                                                                             |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Luogo di installazione           | Comune di Erice                                                                                                             |
| Denominazione impianto           | ERICE                                                                                                                       |
| Potenza nominale                 | 938,70 kWp                                                                                                                  |
| Informazioni generali del sito   | Sito caratterizzato da strada comunale esistente (Via Baglio Canta), dalla quale è possibile accedere direttamente al sito. |
| Connessione                      | Nuovo elettrodotto interrato in Media Tensione a 20 KV collegato in entra/esci ad elettrodotto interrato esistente          |
| Coordinate impianto agrivoltaico | 37°59'24.25"N, 12°38'40.51"E                                                                                                |
| Coordinate cabina di consegna    | 37°59'19.10"N, 12°38'35.01"E                                                                                                |

Tabella 1 - Dati generali di progetto

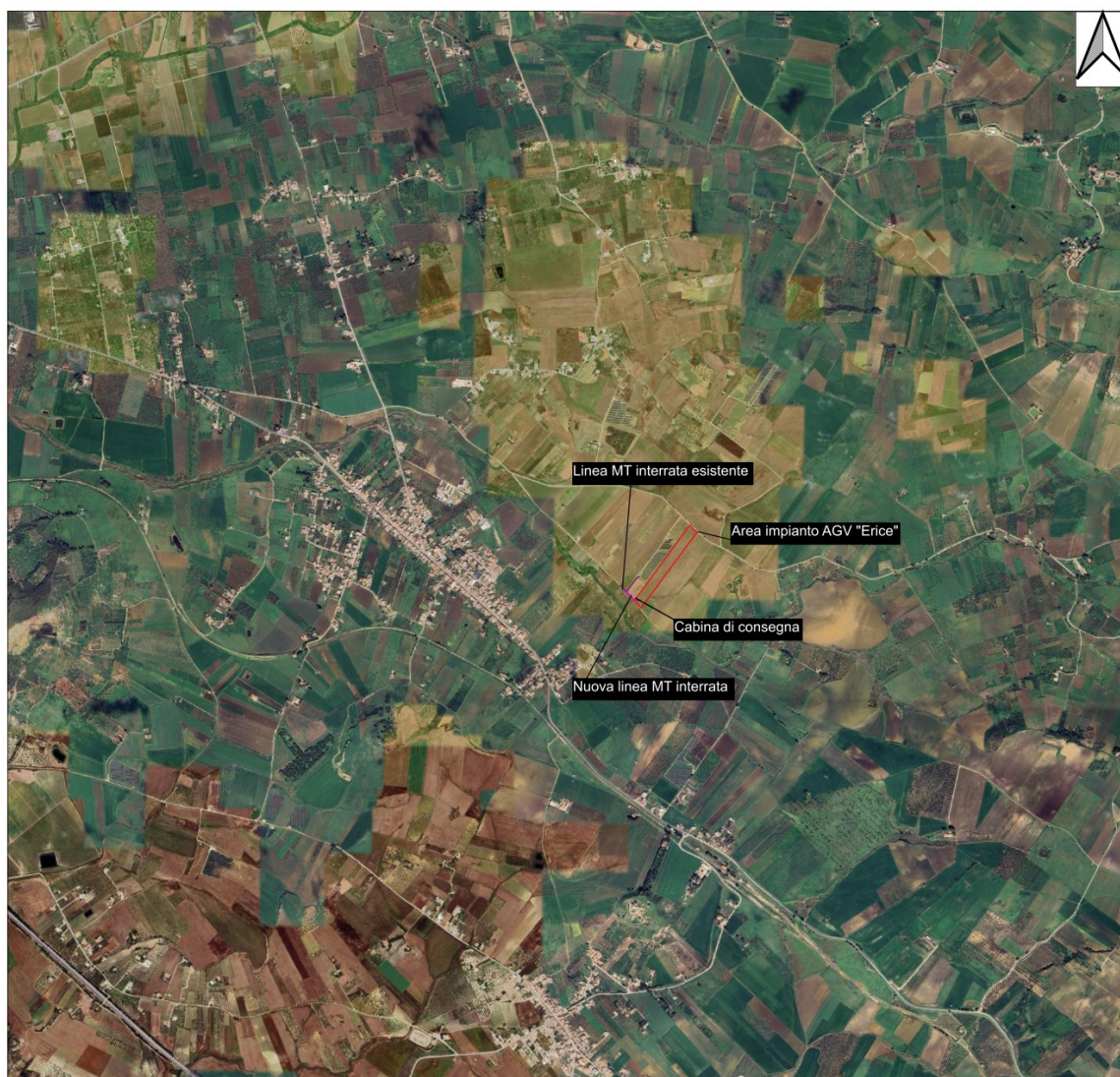


Figura 1 - Inquadramento area di progetto su ortofoto



## 1.1 Il Proponente

La società proponente il progetto è la **ERICE S.r.l.** codice fiscale e Partita IVA 14408150960, con sede in Largo Card. I. Schuster, 1 cap. 20122 nel Comune di Milano (MI).

La **GREEN FUTURE** ha deciso di realizzare l'impianto di cui trattasi. Tra le attività della società infatti si ha anche lo sviluppo, progettazione, realizzazione e gestione di impianti per la produzione di energie rinnovabile nonché la realizzazione e gestione di linee di trasporto di energia elettrica e di sottostazioni elettriche.

Il gruppo di lavoro è costituito dai seguenti professionisti:

- Agr. Dott. Nat. Giuseppe Filiberto – Agro-Ecologo, iscritto nel Registro Nazionale ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) dei Consulenti e Revisori Ambientali EMAS al n. PA0005 e al Collegio degli Agrotecnici e Agrotecnici Laureati della Provincia di Palermo al n.507, nella qualità di Amministratore della Green Future S.r.l. e di coordinatore del gruppo di lavoro;
- Ing. Alessio Furlotti – Ingegnere Ambientale iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Palermo Sez. A settore Civile Ambientale, industriale e dell'informazione al n° 7107, nella qualità di Direttore Tecnico della Green Future Srl e di progettista;
- Arch. Giovanna Filiberto – Pianificatore territoriale e ambientale;
- Ing. Ilaria Vinci – Ingegnere Ambientale, iscritta all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Palermo Sez. A settore Civile Ambientale al n° 9495.
- Ing. Daniela Chifari – Dott. In Ingegneria Edile e Architettura
- Ing. Fabiana Marchese – Ingegnere Chimico Ambientale, e Dottoressa in Gestione e Analisi Ambientale.
- Geol. Ulisse Furlotti – Dott. Geologo iscritto all'Ordine dei Geologi della Provincia di Palermo.
- Dott. Biologo Marco Pecoraro - Dott. Biologo iscritto all'Ordine dei Biologi della Provincia di Palermo.

## 2 METODOLOGIA

Preliminarmente ai rilievi di campo è stata operata una raccolta della cartografia tematica elaborata nell'ambito dei diversi Sistemi Informatici Territoriali a livello regionale e nazionale, utilizzabile come documentazione di base su cui impostare ed elaborare lo studio pedoagronomico dell'area oggetto di intervento.

A livello bibliografico è stata invece raccolta la documentazione utile sulle varie tematiche d'interesse (climatologia, pedologia, geologia, vegetazione, assetto agricolo territoriale, valori di mercato dei prodotti agricoli, ecc.).



La fase di fotointerpretazione dell'area è stata utile per l'organizzazione dell'intero rilevamento. Questa fase del lavoro si è esplicata nell'analisi delle immagini satellitari e delle riprese aeree con drone durante la quale, osservando i diversi elementi del fotogramma (tono, colore, pattern, tessitura) e coadiuvati da riscontri sul terreno, si è potuta cogliere la chiave di lettura di due tipi di evidenze fotografiche:

- evidenze dirette: si tratta delle informazioni sul suolo che si traggono direttamente dall'osservazione delle foto satellitari. Rientrano in questa categoria i limiti geomorfologici, indicanti separazioni fra diverse forme del territorio, ed i limiti legati a proprietà visibili del suolo quali il colore, la presenza di vegetazione, la rocciosità. Rientrano anche in questa categoria le informazioni sulla pendenza e sull'esposizione del suolo nonché, tramite le riprese aeree con drone, sulle effettive colture in atto.
- evidenze indirette: si tratta delle informazioni sul suolo che possono essere derivate dall'osservazione di altri fattori presenti sulle fotografie satellitari quali per esempio l'uso del suolo e la matrice secondo cui si organizzano sul territorio i diversi usi del suolo.

### 3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area interessata dal progetto dell'impianto agrivoltaico “ERICE” si trova nella **Sicilia occidentale**, all'interno del libero consorzio comunale di **Trapani** ad Est del centro abitato del **Comune di Trapani**.

L'inquadramento cartografico di riferimento comprende:

- Carta d'Italia dell'Istituto Geografico Militare in scala 1:25.000:
  - Tavoletta 257, quadrante IV orientamento N.E.;
- Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000:
  - CTR n. 605040: impianto ed elettrodotto.

L'area di impianto e le zone limitrofe sono contraddistinte da un territorio pianeggiante caratterizzato da una pendenza di circa 10% in direzione sud.

Come punto di riferimento per le coordinate geografiche si è scelto un punto baricentrico dell'area di impianto, che risulta individuata con Latitudine 37°59'24.25"N, Longitudine 12°38'40.51"E. Da un punto di vista geomorfologico l'area si presenta ad una quota media di 120 m s.l.m.

Tale area è riportata al Nuovo Catasto Terreni del libero consorzio comunale di Trapani – Comune di Erice - con destinazione urbanistica “Zona Agricola – E1”.

L'impianto “ERICE” interessa le seguenti particelle catastali:



| FOGLIO | PARTICELLA | CLASSE | QUALITA    | SUPERFICIE CATASTALE (MQ) | SUPERFICIE CATASTALE OCCUPATA DALL'IMPIANTO (MQ) |
|--------|------------|--------|------------|---------------------------|--------------------------------------------------|
| 262    | 13         | 3      | Seminativo | 22.376                    | 18.609                                           |
|        |            | 2      | Uliveto    | 114                       |                                                  |
|        | 247        | 3      | Seminativo | 1.360                     | 1.360                                            |

Tabella 2 - Dati catastali area di impianto

Le opere di connessione interessano esclusivamente le seguenti particelle catastali.

| FOGLIO | PARTICELLA |
|--------|------------|
| 262    | 13         |

Tabella 3 - Dati catastali opere di rete

Le superfici dell'area di impianto saranno così distinte:

| TIPOLOGIA SUPERFICIE                                                                  | SUPERFICIE [m <sup>2</sup> ] | SUPERFICIE [ha] |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------|
| Superficie complessiva del sito (sup catastale)                                       | 23.851                       | 2,39            |
| Area totale di progetto                                                               | 22.858                       | 2,29            |
| Superficie destinata all'impianto fotovoltaico (area interna la recinzione del campo) | 22.858                       | 2,29            |
| Superficie destinata alla viabilità (accesso + interna)                               | 1.752                        | 0,18            |
| Superficie destinata alla cabina di consegna (piazzola)                               | 79                           | 0,01            |
| Superficie destinata alle opere di servizio (cabine impianto + utente)                | 157                          | 0,02            |
| Totale aree moduli fotovoltaici (sup. pannellata)                                     | 3.473                        | 0,35            |
| Area Coltivabile sotto i moduli                                                       | 0                            | 0,00            |



|                                                                                          |        |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------|
| Area Coltivabile fra le file dei moduli                                                  | 6.109  | 0,61 |
| Area a verde perimetrale coltivabile                                                     | 8.340  | 0,83 |
| Altra Area coltivabile                                                                   | 1.795  | 0,18 |
| Area NON COLTIVABILE IMPLUVIO                                                            | 1.180  | 0,12 |
| Totale aree non coltivabili                                                              | 6.562  | 0,66 |
| Totale aree Agricole coltivabili<br>(area fra le file + Fascia perimetrale + altra area) | 16.296 | 1,63 |

*Tabella 4 - Distribuzione delle superfici*

Il centro abitato più vicino alle opere in progetto è **Napola, frazione del Comune di Erice** che dista (in linea d'aria) circa 1 km in direzione ovest.

Le principali arterie viarie prossime al sito di impianto sono:

- Strada Statale SS113
- Autostrada A 29 Palermo – Mazara del Vallo, direzione Trapani.

Le caratteristiche principali che hanno determinato l'individuazione del sito prescelto per l'ubicazione del progetto sono state principalmente le seguenti:

- Area collinare.
- Assenza di impatto su aria, acqua, terra e paesaggio agricolo circostante.
- L'orientamento geografico e le caratteristiche orografiche del sito sono buoni, costituito da una morfologia del terreno tale da consentire di ottenere le migliori condizioni in termini di irraggiamento solare e funzionalità;
- Le aree non sono contraddistinte da vincoli particolari, di qualsiasi natura, così che l'impianto non pregiudicherà le attività umane e naturali esistenti e in corso di sviluppo sul territorio circostante;
- Il sito in cui sorgerà l'impianto sarà servito da strade di accesso che ne renderanno agevole la costruzione, la gestione e la manutenzione.

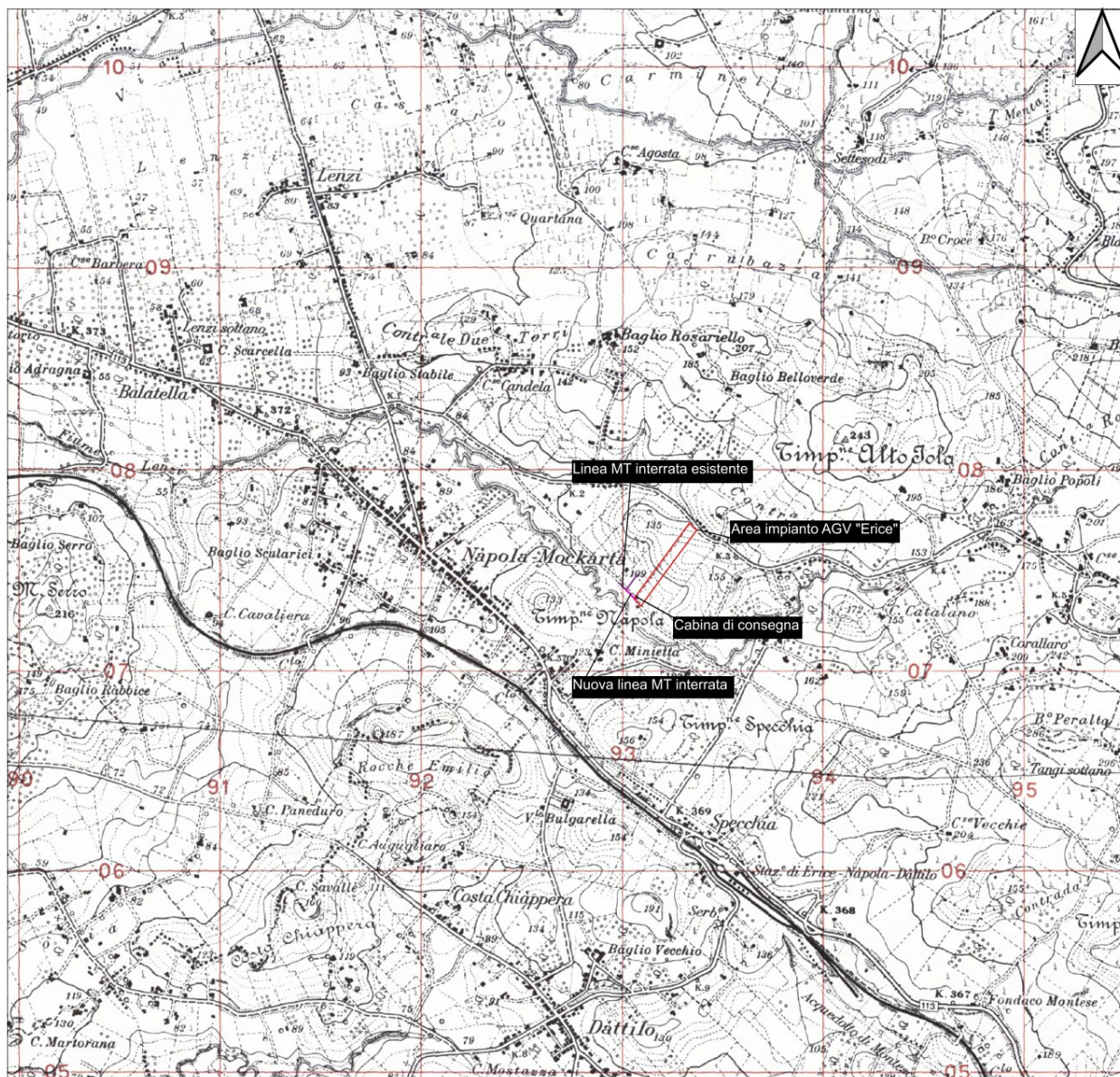
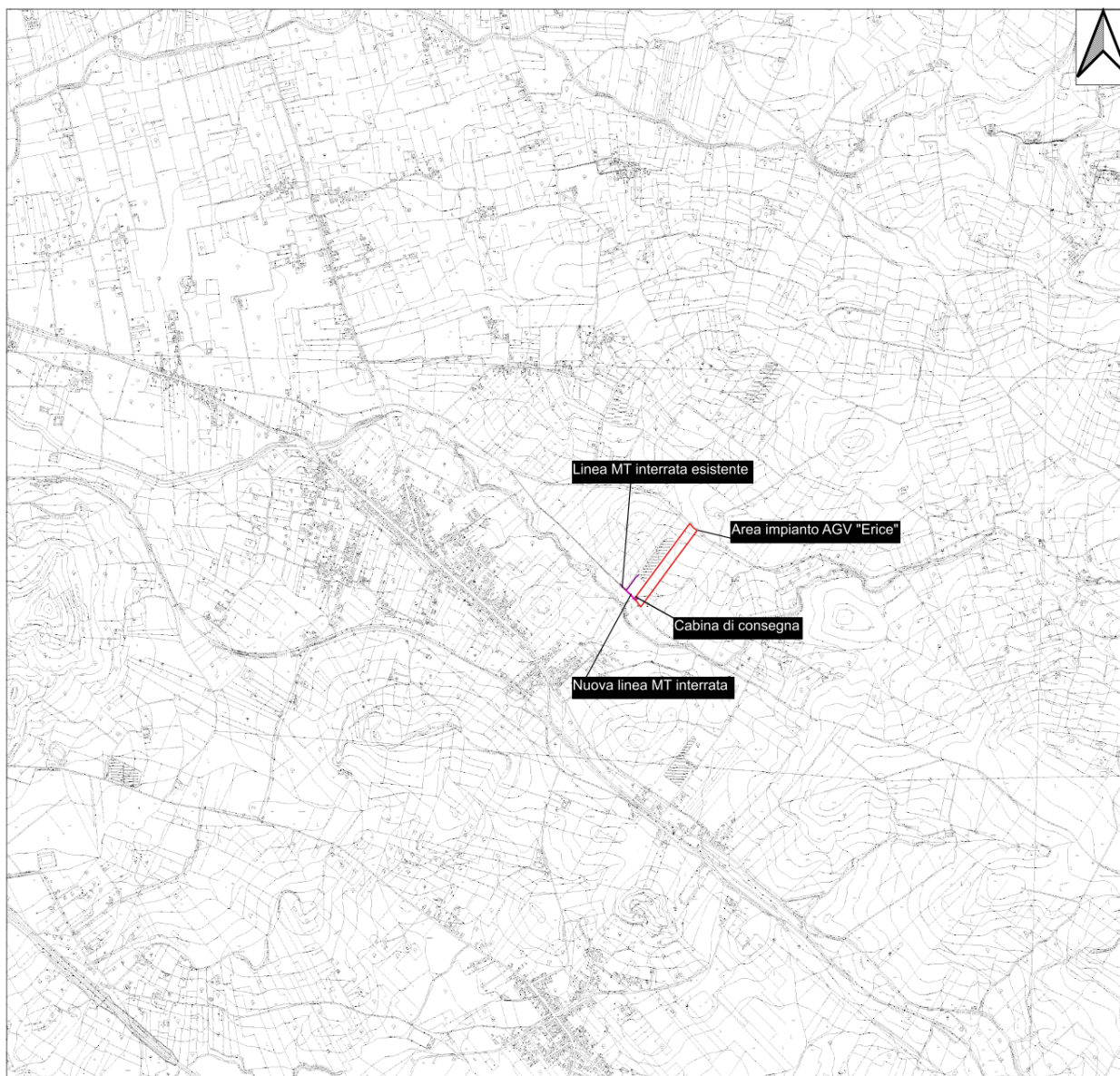


Figura 2 - Inquadramento territoriale su stralcio I.G.M.

(Tavoletta 257, quadrante IV, orientamento N.E.)



*Figura 3 - Inquadramento territoriale su stralcio C.T.R. n. 605040*

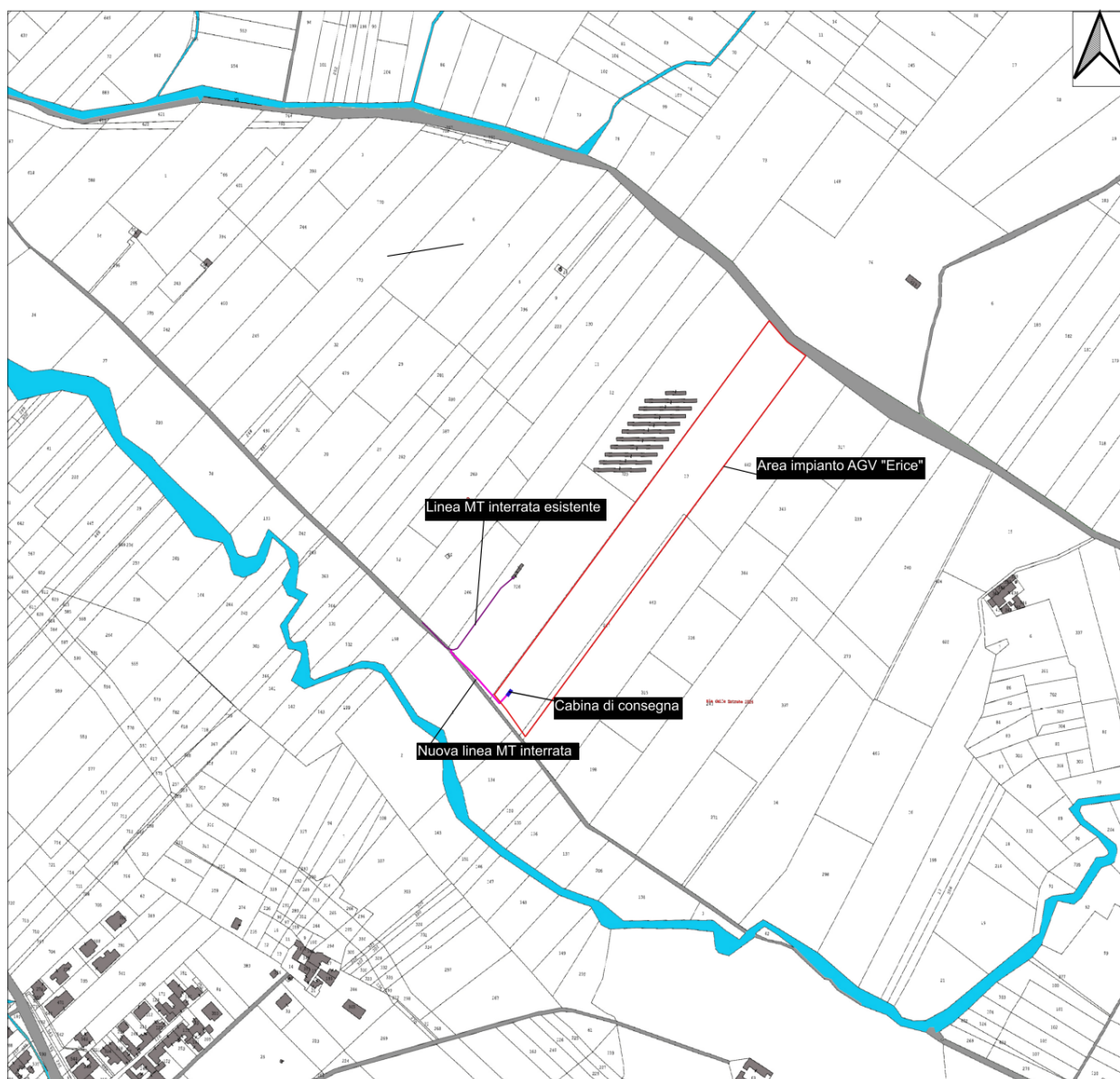


Figura 4 - Inquadramento territoriale su mappa catastale Fg. 262 particelle 442-447 Comune di Erice (TP)



## 4 CARATTERISTICHE METEOCLIMATICHE

Per l'analisi termopluviometrica sono stati considerati gli elementi climatici temperatura e piovosità registrati presso le stazioni termopluviometriche e pluviometriche situate all'interno dell'area in esame o limitrofe ad essa.

A Erice, le estati sono serene, afoso, asciutto e caldo e gli inverni sono lungo, ventoso, freddo e nuvoloso. Durante l'anno, la temperatura in genere va da 8 °C a 30 °C ed è raramente inferiore a 4 °C o superiore a 33 °C.

La stagione calda dura 3,0 mesi, dal 19 giugno al 19 settembre, con una temperatura giornaliera massima oltre 26 °C. Il mese più caldo dell'anno a Valderice è agosto, con una temperatura media massima di 29 °C e minima di 21 °C.

La stagione fresca dura 4,1 mesi, da 28 novembre a 30 marzo, con una temperatura massima giornaliera media inferiore a 17 °C. Il mese più freddo dell'anno a Valderice è febbraio, con una temperatura media massima di 8 °C e minima di 14 °C.

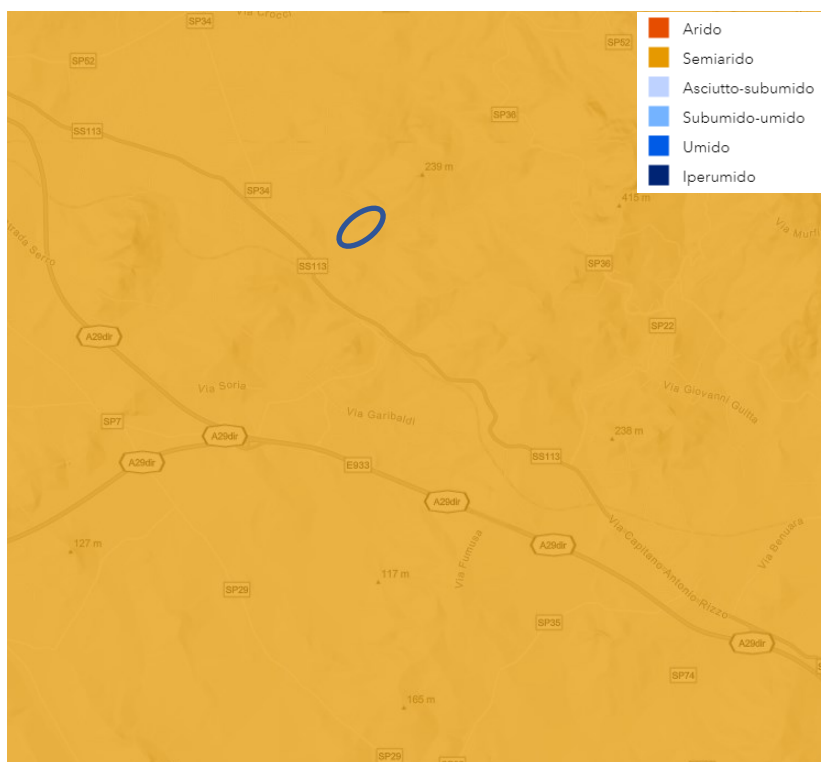
La stagione più piovosa dura 7,2 mesi, dal 15 settembre al 23 aprile, con una probabilità di oltre 18% che un dato giorno sia piovoso. Il mese con il maggiore numero di giorni piovosi a Valderice è novembre, con in media 9,5 giorni di almeno 1 millimetro di precipitazioni.

La stagione più asciutta dura 4,8 mesi, dal 23 aprile al 15 settembre. Il mese con il minor numero di giorni piovosi a Valderice è luglio, con in media 0,9 giorni di almeno 1 millimetro di precipitazioni.

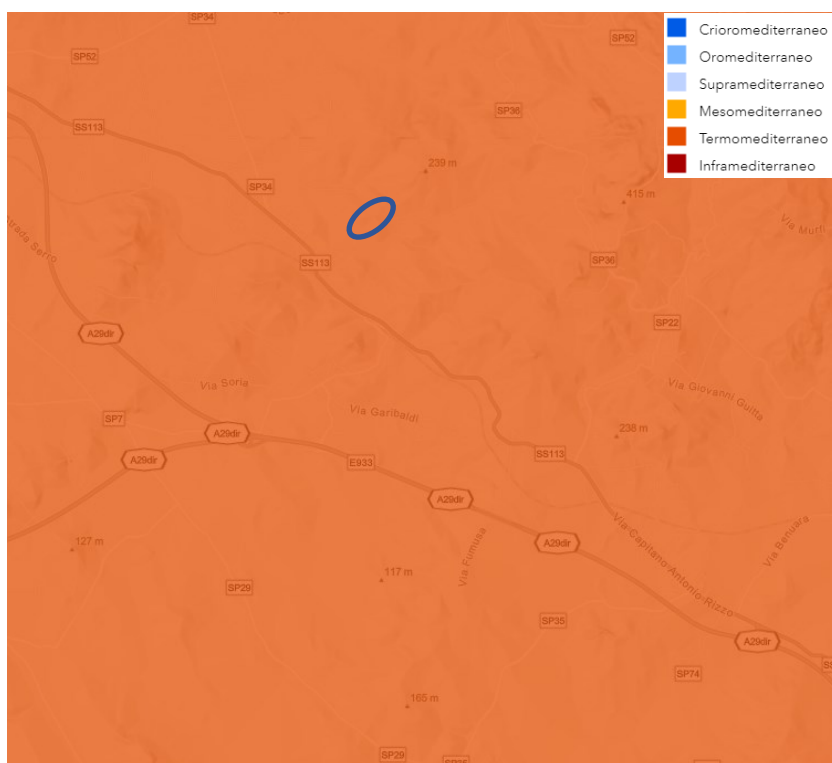
Gli elementi climatici esaminati influiscono direttamente sul regime delle acque sotterranee ed, essendo le piogge concentrate in pochi mesi, assumono particolare interesse i fenomeni di ruscellamento superficiale, di infiltrazione e di evaporazione.

Riguardo all'analisi delle classificazioni climatiche, attraverso l'uso degli indici sintetici, nell'area riscontriamo le seguenti situazioni:

- secondo Thornthwaite, da clima semiarido;
- secondo Rivas-Martinez, da clima termomediterraneo.



*Figura 5 - Carta degli indici climatici Thorntwaite (Fonte SIAS)*



*Figura 6 - Carta degli indici climatici Rivas-Martinez (Fonte SIAS)*



## 5 ASPETTI GEOLOGICI

L'area d'impianto ricade nel versante meridionale nel Bacino Idrografico del Fiume Lenzi-Baiata (49).

Nel bacino è possibile riconoscere l'azione antropica, oltre che nei centri abitati e nei territori agricoli, in diverse infrastrutture di trasporto.

Il bacino del Fiume Lenzi-Baiata è ubicato all'estremità occidentale dell'Isola e si sviluppa interamente nel territorio della Provincia di Trapani con una estensione di circa 130 km<sup>2</sup>. Esso comprende i territori comunali di Trapani, Erice, Valderice, Paceco e Busetto Palizzolo.

Il contesto litostrutturale del bacino è definito dalla sovrapposizione di unità tettoniche della catena collisionale siciliana, caratterizzate da una spiccata eterogeneità rocciosa e da una tettonica fortemente disgiuntiva. I rilievi principali, come l'area del Monte Erice, sono costituiti da successioni carbonatiche mesozoiche composte da calcari e dolomie ad alta permeabilità per fessurazione e carsismo. Scendendo verso le aree collinari, il paesaggio geologico transita verso coperture terrigene mioceniche dominate dalle alternanze argillose e marnose del Flysch di Numidia, terreni marcatamente impermeabili che favoriscono il ruscellamento superficiale e i fenomeni franosi. Le zone di pianura e i fondovalle, infine, ospitano depositi quaternari costituiti da calcareniti plio-pleistoceniche e alluvioni oloceniche sciolte, caratterizzate da una porosità medio-alta.

Questa complessa architettura geometrica, frammentata da sistemi di faglie con trend prevalentemente Nord-Sud e NordEst-SudOvest, determina una netta compartimentazione idrogeologica e condiziona la dinamica del bacino. I corpi carbonatati e calcarenitici fungono da importanti acquiferi sotterranei alimentati dalle piogge, mentre le estese formazioni argillose agisce da barriere idrauliche impermeabili che confinano le falde e accelerano i tempi di corrivazione idrica superficiale. La forte acclività dei versanti, combinata con la fragilità dei terreni argillosi e la fratturazione delle rocce carbonatiche, espone il territorio a una spiccata suscettibilità geomorfologica, con frequenti fenomeni di crollo lungo le pareti rocciose e colate di fango o scivolamenti lungo i pendii collinari.

In particolare, la tipologia litologica riscontrate nell'area del progetto è:

- Sequenze prevalentemente argillose con intercalazioni arenacee o calcarenitiche

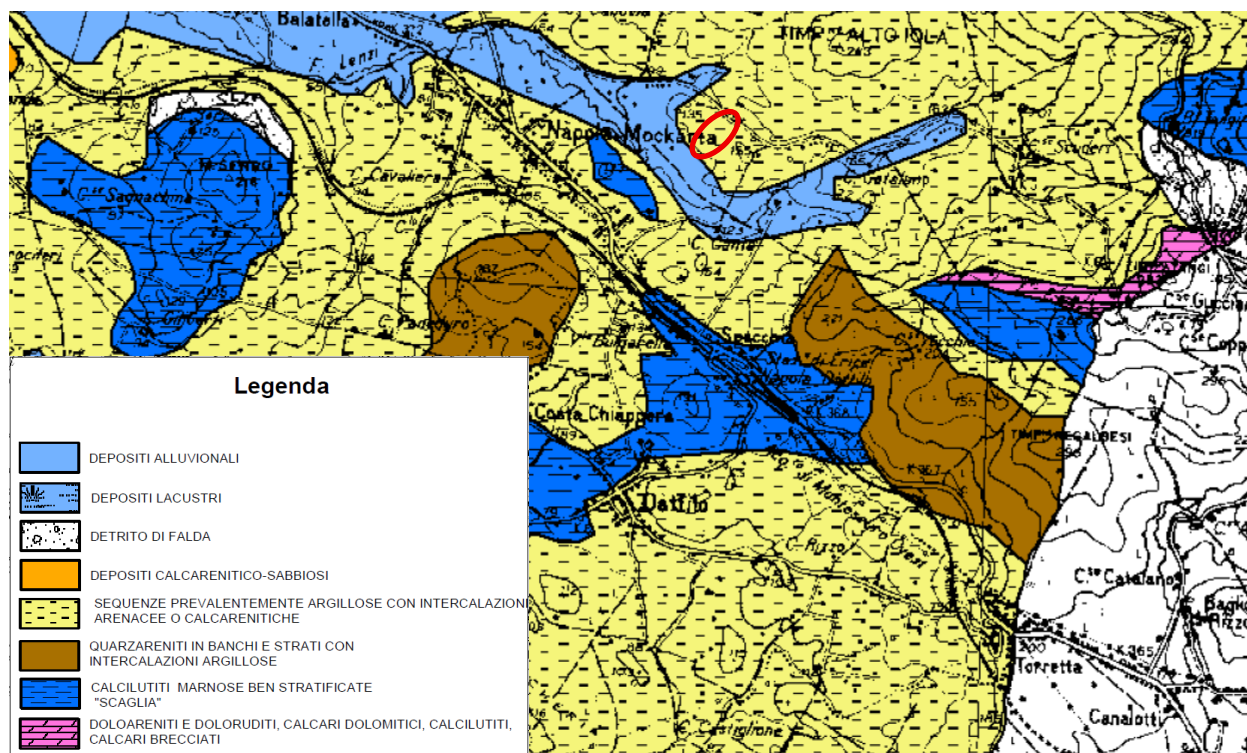


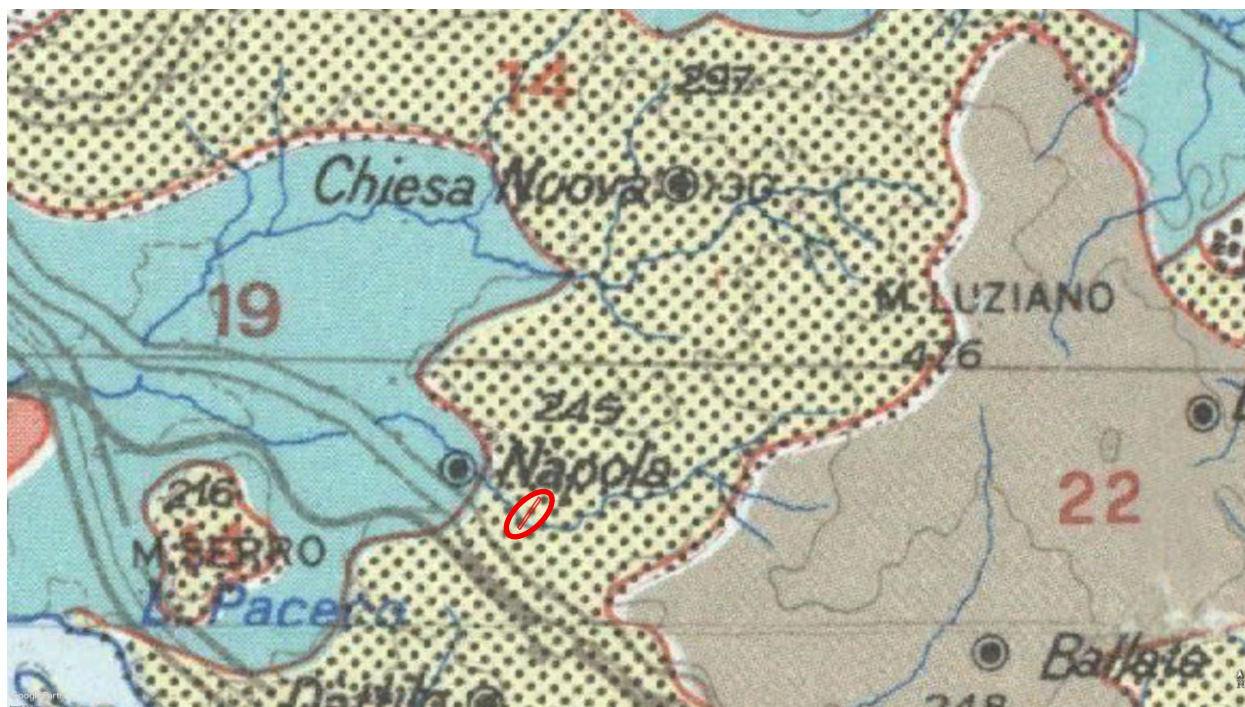
Figura 7 - Stralcio Carta Litologica (Fonte PAI Sicilia)

## 6 USO DEL SUOLO E CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE

Sotto il profilo pedologico, facendo riferimento alla Carta dei Suoli della Sicilia (Fierotti et al.,1995) i suoli presenti nell'area di impianto appartengono all'**Associazione n.14** costituita da **Regosuoli, Suoli alluvionali e/o Vertisuoli** (*Typic xerorthents, Typic e/o Vertic Xerofluvents e/o Typic Haploxererts*).

Anche in questo caso si tratta di una "catena" tronca. Qui le morfologie sono più dolci, le spianate più ampie, i rilievi collinari meno frequenti. Nell'associazione prevalgono il primo e il terzo termine della catena a discapito del secondo che, se è comunque presente, non è tuttavia cartografabile ed è stato inserito fra le inclusioni. Occupa una superficie di circa 72.900 ettari (2,83%); si rinviene a quote prevalenti di 200-600 m.s.m., ma è riscontrabile da quote prossime al livello del mare fino ai 1.100 m.

L'uso prevalente è rappresentato dal cerealicolo, ma non mancano esempi di ampie superfici destinate a vigneto. L'associazione mostra una potenzialità agronomica variabile da discreta a buona.



|    |                                                                          |    |                                                                                      |    |                                                                        |
|----|--------------------------------------------------------------------------|----|--------------------------------------------------------------------------------------|----|------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Roccia affiorante<br>Litosuoli                                           | 12 | Regosuoli<br>Suoli bruni e/o suoli bruni vertici<br>Suoli alluvionali e/o vertisuoli | 23 | Suoli bruni<br>Suoli bruni calcarei<br>Rendzina                        |
| 2  | Roccia affiorante<br>Litosuoli<br>Terra rossa                            | 13 | Regosuoli<br>Suoli bruni e/o suoli bruni vertici                                     | 24 | Suoli bruni<br>Suoli alluvionali                                       |
| 3  | Roccia affiorante<br>Terra rossa<br>Suoli bruni e/o suoli bruni calcarei | 14 | Regosuoli<br>Suoli alluvionali e/o vertisuoli                                        | 25 | Suoli bruni<br>Suoli bruni lisciviati<br>Regosuoli e/o Litosuoli       |
| 4  | Litosuoli<br>Roccia affiorante<br>Protorendzina                          | 15 | Regosuoli<br>Suoli bruni andici<br>Suoli bruni lisciviati                            | 26 | Suoli bruni acidi<br>Litosuoli<br>Roccia affiorante                    |
| 5  | Litosuoli<br>Roccia affiorante<br>Suoli bruni andici                     | 16 | Regosuoli<br>Suoli bruni<br>Suoli bruni leggermente lisciviati                       | 27 | Suoli bruni leggermente acidi<br>Suoli bruni<br>Suoli bruni lisciviati |
| 6  | Litosuoli<br>Roccia affiorante<br>Suoli bruni                            | 17 | Suoli alluvionali                                                                    | 28 | Suoli bruni andici<br>Litosuoli                                        |
| 7  | Litosuoli<br>Roccia affiorante<br>Terra rossa                            | 18 | Suoli alluvionali<br>Vertisuoli                                                      | 29 | Suoli bruni lisciviati<br>Terra rossa                                  |
| 8  | Litosuoli<br>Suoli bruni acidi<br>Roccia affiorante                      | 19 | Vertisuoli                                                                           | 30 | Terra rossa<br>Litosuoli                                               |
| 9  | Litosuoli<br>Suoli bruni lisciviati<br>Suoli bruni                       | 20 | Suoli bruni<br>Suoli bruni calcarei<br>Litosuoli                                     | 31 | Terra rossa<br>Suoli bruni calcarei<br>Litosuoli                       |
| 10 | Regosuoli<br>Litosuoli<br>Suoli bruni andici                             | 21 | Suoli bruni calcarei<br>Litosuoli<br>Regosuoli                                       | 32 | Suoli idromorfi                                                        |
| 11 | Regosuoli<br>Litosuoli<br>Suoli bruni e/o suoli bruni vertici            | 22 | Suoli bruni<br>Suoli bruni vertici<br>Vertisuoli                                     | 33 | Dune litoranee                                                         |

Figura 8 - Carta dei Suoli della Sicilia (Fierotti et al., 1995)

Lo studio dell'uso del suolo si è basato sul Corine Land Cover (IV livello); il progetto Corine (CLC) è nato a livello europeo per il rilevamento ed il monitoraggio delle caratteristiche di copertura ed uso del territorio ponendo particolare attenzione alle caratteristiche di tutela. Il suo scopo principale è quello di verificare lo stato dell'ambiente in maniera dinamica all'interno dell'area comunitaria in modo tale da essere supporto per lo sviluppo di politiche comuni. In base a quanto emerso nello studio dell'uso del suolo all'interno del comprensorio in cui ricade l'area di impianto risultano essere presenti le seguenti tipologie:

- 21121 Seminativi semplici e colture erbacee estensive



**LEGENDA**

- Area impianto AGV "Erice"
- Cabina consegna
- Linea MT interrata esistente
- Nuova linea MT interrata

**USO DEL SUOLO**

- 223 Oliveti
- 21121 Seminativi semplici e colture erbacee estensive
- 221 Vigneti
- 5122 Laghi artificiali
- 3116 Boschi e boscaglie ripariali
- 2211 Vigneti consociati (con oliveti, ecc.)
- 1111 Zone residenziale a tessuto compatto e denso

*Figura 9 - Carta uso del suolo secondo CORINE BIOTOPES*

## 7 ASSETO FLORISTICO-VEGETAZIONALE

L'area si estende in un ampio territorio ad elevata antropizzazione, con modeste parti ancora semi-naturali costituite, in gran parte, da coltivi residuali estensivi o in stato di semi-abbandono. L'area dell'impianto si sviluppa su un terreno con un andamento morfologico collinare ed è costituita da un litotipo argilloso.

L'area in esame rientra in quello che generalmente viene definito **agroecosistema**, ovvero un ecosistema modificato dall'attività agricola che si differenzia da quello naturale in quanto produttore di biomasse prevalentemente destinate ad un consumo esterno ad esso.

L'attività agricola ha notevolmente semplificato la struttura dell'ambiente naturale, sostituendo alla pluralità e diversità di specie vegetali e animali, che caratterizza gli ecosistemi naturali, un ridotto numero di colture ed animali domestici.

Il risultato finale è un ecosistema costituito da un sistema artificiale ed un sistema seminaturale strettamente legati e interconnessi:

- Il sistema artificiale è gestito in modo da creare e mantenere un territorio altamente semplificato e quindi controllabile (attraverso lavorazioni, concimazioni, irrigazione, diserbo, insetticidi, anticrittogamici, ecc.)
- Il sistema dei margini seminaturali è costituito da quegli habitat di margine (siepi, scarpate, corsi d'acqua, fossi, scoline, laghetti, ecc.) che, pur non essendo direttamente utilizzati, si trovano nelle immediate vicinanze e sono circondati dagli habitat agricoli intensivi e, pertanto, ne subiscono le influenze (eutrofizzazione, inquinamento, lavorazioni del terreno, frammentazione, ecc.). È un ecosistema di transizione tra le cenosi naturali e quelle agrarie.



Infatti, pure essendo riconoscibili alcune caratteristiche proprie degli ecosistemi naturali, vi è la presenza di vegetazione spontanea (soprattutto erbacea) il cui significato non è tanto quello di una maggior complessità strutturale, bensì quello di rappresentare un primo stadio di progressione evolutiva dell'ecosistema.

L'area è quindi caratterizzata, oltre che dalle colture monospecifiche, da una vegetazione costituita da alte erbe infestanti, appartenenti per lo più alle classi *Chenopodietea* Br.Bl. 1952 e *Artemisietea vulgaris* Lohm., Preisg. et Tx. 1950; vi si riconoscono, tra le altre specie *Chenopodium album* (abbondante), *Solidago gigantea*, *Hordeum murinum*, *Senecio vulgaris*, *Euphorbia* sp., *Verbascum* sp., *Capsella bursa-pastoris*. Accanto a queste, sono presenti specie nitrofile e/o ruderali, ivi comprese quelle caratterizzanti l'ambiente agricolo ed identificabili per lo più con le infestanti delle colture (classe *Secalinetea* Br.Bl., 1951), a riserva di semi molto persistente, come *Anagallis arvensis* L., *Amaranthus* spp. L., *Solanum nigrum* L., caratterizzate da un basso tasso di emergenza, ed altre a "stock" transitorio, come il *Galium aparine* L., che invece hanno un tasso di levata molto alto (Brenchley e Warington, 1930; Roberts e Feast, 1972).

L'area di progetto è prevalentemente costituita da seminativo caratterizzato dalla rotazione di colture monospecifiche, ovvero da specie erbacee, appartenenti alle principali famiglie di angiosperme (*Graminaceae*, quando la coltivazione è a frumento e *Leguminosae* quando la coltivazione è a foraggio). Accanto a queste colture monospecifiche, sono presenti specie nitrofile e/o ruderali, ivi comprese quelle caratterizzanti l'ambiente agricolo ed identificabili per lo più con le infestanti delle colture (classe *Secalinetea* Br.Bl., 1951), a riserva di semi molto persistente, come *Anagallis arvensis* L., *Amaranthus* spp. L., *Solanum nigrum* L., caratterizzate da un basso tasso di emergenza, ed altre a "stock" transitorio, come il *Galium aparine* L., che invece hanno un tasso di levata molto alto (Brenchley e Warington, 1930; Roberts e Feast, 1972).

Nella flora infestante si rileva una periodicità con alternanza, nel corso dell'anno, di due tipi di vegetazione rispettivamente a sinfenologia estivo-autunnale e invernale-primaverile (Maugeri, 1979). L'aspetto estivo-autunnale, rispetto a quello invernale-primaverile, è meno omogeneo e a minor sviluppo di biomassa, per l'assenza di irrigazione.

Delle diverse specie presenti in entrambi i periodi stagionali, alcune (*Bromus sterilis*, *Anthemis arvensis* e *Rumex bucephalophorus*) sono delle entità diffuse in inverno e sporadicamente presenti in estate. Altre (*Fallopia convolvulus*, *Brassica fruticulosa* e *Sonchus oleraceus*) sono specie a prevalente diffusione invernale, ma presenti anche nel periodo estivo-autunnale. *Solanum nigrum* e *Cynodon dactylon* sono entità a prevalente diffusione estiva ma si possono anche osservare nell'altro periodo stagionale. Le altre specie che si possono osservare in entrambi i periodi stagionali non hanno particolare diffusione e frequenza.

## 8 IL SISTEMA SOCIO-ECONOMICO E AGRICOLO TERRITORIALE

Il sistema socio-economico e territoriale di Erice si fonda su un modello duale: il borgo medievale in vetta, trainato da un forte **flusso turistico internazionale** e dal polo scientifico del Centro Ettore Majorana, e l'area costiera e valliva (Casa Santa), cuore delle attività produttive, commerciali e residenziali.

L'agricoltura locale è radicata nell'esteso **Agro Ericino** ed è specializzata in produzioni di grande qualità.

Forte presenza della viticoltura ed enologia a marchio *Erice DOC* e *Marsala DOC*, con importanti cantine ed enoteche del territorio. Produzione di oli extravergine d'oliva di eccellenza. Coltivazione di grani antichi siciliani, valorizzati dalla filiera enogastronomica.

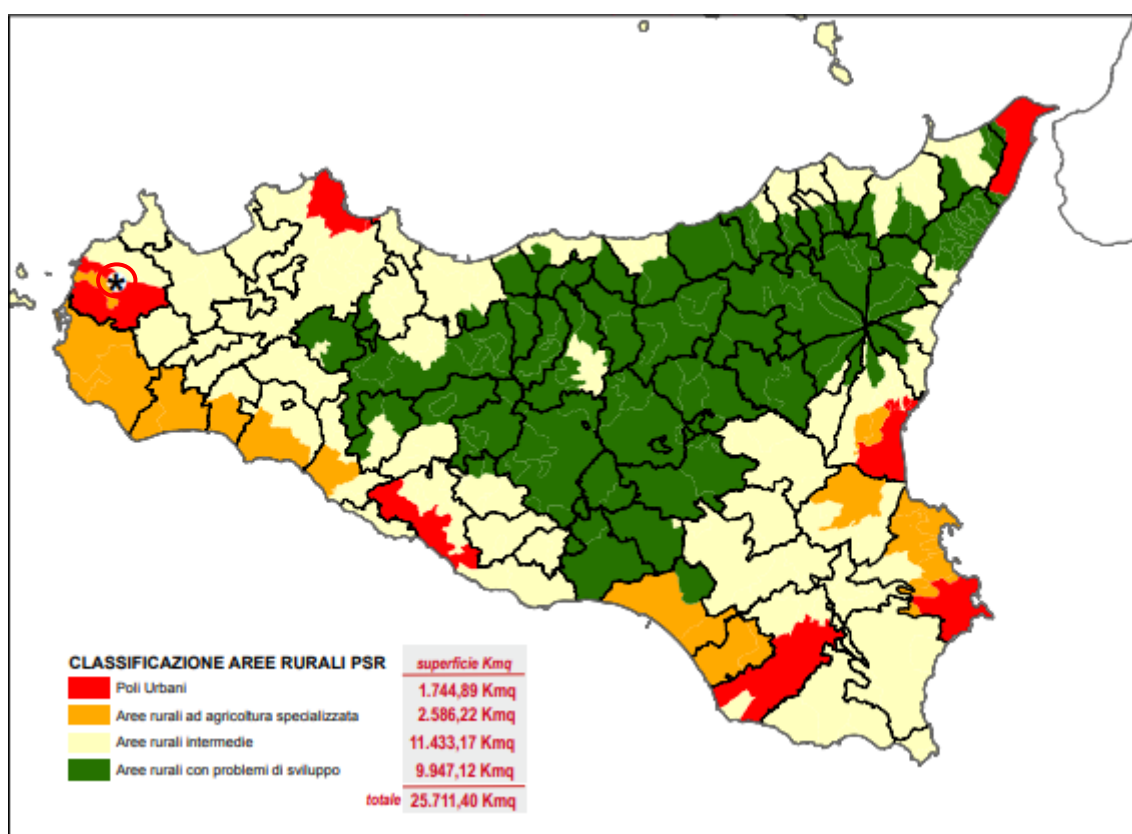


Figura 10 - Carta della Classificazione delle Aree Rurali (Fonte PSR Sicilia)

### 8.1 Coltivazioni e produzioni speciali

Per quanto riguarda le coltivazioni e produzioni agricole di qualità e/o di pregio nel territorio di Erice sono presenti:

- Formaggio Pecorino Siciliano DOP
- Olio Extravergine di oliva Valli Trapanesi DOP



Relativamente ai vini sono presenti:

- Vino Erice DOC
- Vino Marsala DOC
- Vino Sicilia IGT

Prodotti di peculiarità del territorio inseriti nell'elenco nazionale dei prodotti agroalimentari tradizionali in conformità dell'art. 3, comma 3, del d.m. 8 settembre 1999, n. 350:

### **Vino Erice DOC**

L'Erice Bianco Doc deve essere vinificato utilizzando un minimo del 60% del vitigno Catarratto il restante 40% da altri vitigni a bacca bianca non aromatici idonei alla coltivazione nella Regione Siciliana. La Doc Erice Bianco con la menzione di uno dei seguenti vitigni, Chardonnay Muller Thurgau, Sauvignon, Ansonica o Insolia, Grecanico dorato, Grillo, Catarratto, Moscato di Alessandria o Zibibbo, si ottiene vinificando per almeno l'85% il corrispondente vitigno, per la restante percentuale è consentito l'utilizzo di vitigni idonei alla coltivazione nella Regione siciliana. Concorre per almeno il 95% il vitigno Moscato d'Alessandria o Zibibbo per la Doc Erice Vendemmia Tardiva Zibibbo, Erice Passito, Erice Moscato e Erice Spumante tipologia Dolce. Per la produzione della Doc Erice vendemmia Tardiva Sauvignon, è obbligatoria la stessa percentuale di vitigno Sauvignon. Per l'Erice Doc Spumante tipologia Brut deve concorrere alla produzione un minimo del 70% di uve Chardonnay. La Doc Erice Rosso e Rosso Riserva Doc si ottiene utilizzando per il minimo del 60% uve provenienti da vitigni Calabrese o Nero d'Avola, il restante 40% è ottenuto da vitigni a bacca di colore analogo. Il Riserva prima dell'immissione al consumo deve essere sottoposto all'invecchiamento per un periodo minimo di due anni. La Doc Erice con la menzione di uno dei seguenti vitigni, Calabrese o Nero d'avola, Frappato, Cabernet Sauvignon, Perricone o Pignatello, Syrah, Merlot, deve essere utilizzato il corrispondente vitigno per almeno l'85%, è consentito per la restante percentuale l'utilizzo di uve di altri vitigni idonei.

### **Vino Marsala DOC**

Il Marsala è un vino liquoroso generalmente prodotto con un metodo di affinamento simile al solera dello Sherry. Può essere secco, semisecco o dolce. La prima tipologia è quella classica, asciutta, senza compromessi, per veri intenditori, con decise note tostate, ossidative, eteree, specialmente nella variante Vergine, che è priva di mistelle aggiunte e riposa in cantina almeno 6 anni (ma un buon Marsala arriva abitualmente a svariati lustri di affinamento, al di là di quanto il disciplinare prescriva).

Semisecco e dolce sono i vini Marsala più morbidi, per tutti, più caramellati, vellutati, di buona pungenza ma carezzevoli, canditi e agrumati, con note ossidative e tostate evidenti ma smussate. Dal paglierino all'ambrato a seconda dell'affinamento e della conciatura, i vitigni utilizzati in prevalenza per il Marsala sono a bacca bianca come il Grillo e il Catarratto, mentre più raro è il ricorso a uve rosse come il Nero d'Avola e il Perricone, che regalano un prodotto granato o aranciato.



### Vino Sicilia IGT

La zona geografica comprende l'intero territorio amministrativo della Regione Sicilia. L'orografia mostra dei contrasti netti tra la porzione settentrionale, prevalentemente montuosa, quella centro-meridionale e sud-occidentale, essenzialmente collinare; quella tipica di altopiano, presente nella zona sud-orientale e quella vulcanica nella Sicilia orientale. Le zone pianeggianti si concentrano maggiormente nelle aree costiere. Largamente utilizzati per come prodotti da taglio, a causa dell'alto tasso alcolico le produzioni enologiche dell'isola sono state per lungo tempo sottovalutate prima di riavere la loro giusta considerazione. Oggi il Vino IGT Sicilia è un prodotto largamente apprezzato e prodotto in tutte le zone dell'isola, dove gli sforzi degli ultimi 30 anni hanno consentito di rivalutare la grande varietà di uve autoctone che parevano destinate all'estinzione.

Tra i vigneti più prelibati dello Sicilia IGT c'è lo zibibbo, anche noto come Moscato d'Alessandria è utilizzato per la produzione di vini bianchi, le sue caratteristiche sono particolarmente dolci e proprio per questo è considerato uno dei prodotti migliori d'Italia, coltivato prevalentemente nella zona di Lipari e Pantelleria.

Il classico stile di allevamento per la maggior parte dei vigneti e dei vini rossi, ma anche bianchi, destinati alla produzione degli IGT Sicilia è il metodo guyot, capace di offrire un'alta densità di coltivazione che può arrivare in queste zone fino a 4500 ceppi per ettaro. Terreni vitati esposti a sud ed in grado di poter beneficiare degli influssi benefici dei raggi solari e coltivati su terreni dal medio impasto, appezzamenti prevalentemente sabbiosi e ad altitudini che in alcuni casi raggiungono i 250 metri sul mare.

La vinificazione prevede una macerazione breve di circa 6 giorni e a temperature controllate, intorno ai 18° C, un'operazione che permette di evitare un'ulteriore maturazione delle uve che aumentando il livello di zuccheri potrebbero causare un'eccessiva alcolicità del prodotto. La fermentazione all'interno di moderni serbatoi inox è inoltre seguita da un ulteriore affinamento in bottiglia capace di arrivare fino a 4 mesi.

### Pecorino Siciliano DOP

Formaggio a pasta dura, crudo, prodotto esclusivamente con latte di pecora intero, fresco e coagulato con caglio di agnello. Si fabbrica nel periodo compreso fra l'ottobre e il giugno. La salatura viene effettuata a secco. Viene stagionato per almeno quattro mesi ed usato da tavola o da grattugia. Il formaggio stagionato presenta caratteristiche di forma cilindrica, a facce piane o leggermente concave, dimensioni e peso da 4 a 12 kg, altezza da 10 a 18 cm, con variazioni, in più o in meno in rapporto alle condizioni tecniche di produzione. La crosta bianco giallognola reca impressi i segni del canestro nel quale è stata formata (canestrata), cappata con olio o morchia d'olio; la pasta compatta, bianca o paglierina, con limitata occhiatura. La zona di produzione è rappresentata dall'intero territorio della Regione siciliana.

### Olio Valli Trapanesi DOP

L'olio extravergine di oliva Valli Trapanesi DOP è ottenuto dai frutti dell'olivo delle varietà Nocellara del Belice e Cerasuola, presenti negli oliveti da sole o congiuntamente per almeno l'80%. Possono concorrere per il restante 20% altre varietà di olivo.



La zona di produzione e trasformazione dell'olio extravergine di oliva Valli Trapanesi DOP comprende il territorio di numerosi comuni della provincia di Trapani, nella regione Sicilia.

La raccolta delle olive deve avvenire direttamente dalla pianta per “brucatura”, ovvero manualmente, o con mezzi meccanici, nel periodo compreso dall'inizio della maturazione al 30 dicembre di ogni anno. Le operazioni di molitura devono avvenire entro due giorni dalla raccolta.

L'olio extravergine di oliva Valli Trapanesi DOP presenta colore verde con eventuali riflessi giallo oro e odore netto di oliva, con eventuali note erbacee. Il sapore è fruttato con leggera sensazione di amaro e piccante.

**In riferimento alle “Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili” del D.M. 10 settembre 2010, si evidenzia che nell'area di progetto non sono presenti produzioni tra quelle elencate o che comunque siano coltivate secondo i disciplinari di produzione (produzioni D.O.P., I.G.P., S.T.G., D.O.C., D.O.C.G.) né in regime di biologico.**

## 9 QUALITÀ DEI SUOLI E STATO CULTURALE ATTUALE

Allo stato attuale i terreni interessati dal progetto presentano un uso agricolo e risultano condotti a seminativo.

L'assetto fondiario dei suddetti terreni e in generale del territorio è costituito per lo più da aziende medio-piccole che faticano ad espandersi per l'oggettiva crisi del settore agricolo dovuta a molteplici fattori, fra cui: competitività con i prodotti d'importazione, aumento dei costi e della pressione fiscale, regole comunitarie spesso troppo restringenti e **cambiamento climatico (fattore che diventa sempre più critico col passare del tempo e sfortunatamente sottovalutato/ignorato dalle istituzioni!)**.

Al concetto di limitazione è legato quello di flessibilità colturale, nel senso che all'aumentare del grado di limitazione corrisponde una diminuzione nella gamma dei possibili usi agro-silvo-pastorali in funzione della qualità dei suoli.

Relativamente alla valutazione della qualità dei suoli presenti (che non tiene conto dei fattori economici), partendo dall'analisi dei dati raccolti sui sistemi informativi territoriali e durante i rilievi in campo, è stato possibile delineare il complesso delle colture praticabili tenendo conto di quelle attualmente praticate.

L'interpretazione viene effettuata in base sia alle caratteristiche intrinseche del suolo (profondità, drenaggio, tessitura, pietrosità, fertilità), che a quelle ambientali (pendenza, rischio di erosione, limitazioni climatiche), con l'obiettivo di predisporre il piano colturale da avviare all'interno dell'impianto ERICE, sulla base della valutazione della qualità dei suoli e conseguentemente l'individuazione delle colture praticabili.



| CLASSE                                        | I                          | II                                                                 | III                                                                              | IV                                                   | V                                          |
|-----------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| <b>Profondità utile alle radici (cm)</b>      | ≥100                       | ≥75                                                                | ≥50                                                                              | ≥25                                                  | ≥25                                        |
| <b>Lavorabilità</b>                           | facile                     | moderata                                                           | difficile                                                                        | m. difficile                                         | qualsiasi                                  |
| <b>Pietrosità superficiale &gt;7,5 cm (%)</b> | <0,1                       | 0,1-1                                                              | 1-4                                                                              | 4-15                                                 | ≤15                                        |
| <b>Rocciosità (%)</b>                         | assente                    | assente                                                            | <2                                                                               | 2-10                                                 | ≤10                                        |
| <b>Fertilità chimica</b>                      | buona                      | parz. buona                                                        | moderata                                                                         | bassa                                                | da buona a bassa                           |
| <b>Salinità</b>                               | non salino (primi 100 cm)  | leggerm. salino (primi 50cm) e/o moderat. salino (tra 50 e 100 cm) | moderat. salino (primi 50cm) e/o molto salino o estrem. salino (tra 50 e 100 cm) | molto salino o estrem. salino primi 100 cm           | qualsiasi                                  |
| <b>Drenaggio</b>                              | buono, mod. rapido, rapido | mediocre                                                           | lento                                                                            | molto lento                                          | da rapido a molto lento                    |
| <b>Rischio di inondazione</b>                 | nessuno                    | raro e ≤2gg                                                        | raro e da 2 a 7gg o occasionale e ≤2gg                                           | occasionale e >2gg                                   | frequente e/o golene aperte                |
| <b>Pendenza (%)</b>                           | <10                        | <10                                                                | <30                                                                              | <30                                                  | <10                                        |
| <b>Rischio di franosità</b>                   | assente                    | basso                                                              | basso                                                                            | moderato                                             | assente                                    |
| <b>Erosione attuale</b>                       | molto scarsa               | scarsa                                                             | moderata                                                                         | elevata                                              | assente                                    |
| <b>Rischio di deficit idrico</b>              | assente                    | lieve                                                              | Moderato; forte con irrigazione                                                  | forte senza irrigazione; molto forte con irrigazione | da assente a molto forte (con irrigazione) |
| <b>Interferenza climatica</b>                 | nessuna o molto lieve      | lieve                                                              | moderata (200-800 m)                                                             | da nessuna a moderata                                | da nessuna a moderata                      |

Tabella 5 - Schema interpretativo utilizzato per la valutazione della capacità d'uso dei suoli.

Catastralmente nelle particelle oggetto di intervento, allo stato attuale si riscontrano prevalentemente suoli appartenenti alla Classe III.

| CLASSE | DESCRIZIONE                                                                                                                                                                                                                                                | ARABILITA' |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| I      | suoli senza o con modestissime limitazioni o pericoli di erosione, molto profondi, quasi sempre livellati, facilmente lavorabili; sono necessarie pratiche per il mantenimento della fertilità e della struttura; possibile un'ampia scelta delle colture; | SI         |



|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| II   | suoli con modeste limitazioni e modesti pericoli di erosione, moderatamente profondi, pendenze leggere, occasionale erosione o sedimentazione; facile lavorabilità; possono essere necessarie pratiche speciali per la conservazione del suolo e delle potenzialità; ampia scelta delle colture; | SI |
| III  | suoli con severe limitazioni e con rilevanti rischi per l'erosione, pendenze da moderate a forti, profondità modesta; sono necessarie pratiche speciali per proteggere il suolo dall'erosione; moderata scelta delle colture;                                                                    | SI |
| IV   | suoli con limitazioni molto severe e permanenti, notevoli pericoli di erosione se coltivati per pendenze notevoli anche con suoli profondi, o con pendenze moderate ma con suoli poco profondi; scarsa scelta delle colture, e limitata a quelle idonee alla protezione del suolo;               | SI |
| V    | non coltivabili o per pietrosità e rocciosità o per altre limitazioni; pendenze moderate o assenti, leggero pericolo di erosione, utilizzabili con foresta o con pascolo razionalmente gestito;                                                                                                  | NO |
| VI   | non idonei alle coltivazioni, moderate limitazioni per il pascolo e la selvicoltura; il pascolo deve essere regolato per non distruggere la copertura vegetale; moderato pericolo di erosione;                                                                                                   | NO |
| VII  | limitazioni severe e permanenti, forte pericolo di erosione, pendenze elevate, morfologia accidentata, scarsa profondità idromorfica, possibili il bosco od il pascolo da utilizzare con cautela;                                                                                                | NO |
| VIII | limitazioni molto severe per il pascolo ed il bosco a causa della fortissima pendenza, notevolissimo il pericolo di erosione; eccesso di pietrosità o rocciosità, oppure alta salinità.                                                                                                          | NO |

Tabella 6 - Classi di capacità di uso del suolo

## 10 STIMA DEL FONDO AGRICOLO

Nella tabella seguente sono riportati i valori minimi e massimi nonché medi determinati dal **Centro di ricerca Politiche e Bioeconomia** del *Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA)*, distinti per coltura e zona altimetrica relativamente alla Provincia di Trapani anno 2023.

| Regione | Provincia | Zona altimetrica    | Tipologia colturale        | Media<br>(k euro) | Minimo<br>(k euro) | Massimo<br>(k euro) | Superficie<br>(ettari) |
|---------|-----------|---------------------|----------------------------|-------------------|--------------------|---------------------|------------------------|
| SICILIA | TRAPANI   | - Collina interna   | Seminativi e ortofloricole | 10,1              | 9,7                | 19,8                | 15.451                 |
|         |           | - Collina litoranea | Seminativi e ortofloricole | 10,1              | 9,2                | 20,5                | 9.659                  |
|         |           | - Pianura           | Seminativi e ortofloricole | 10,8              | 8,1                | 21,5                | 20.959                 |
|         |           | Totale              | Seminativi e ortofloricole | 10,4              | 8,1                | 21,5                | 46.069                 |
|         |           | - Collina interna   | Prati permanenti e pascoli | 3,1               | 3,1                | 3,1                 | 1.549                  |
|         |           | - Collina litoranea | Prati permanenti e pascoli | 2,6               | 2,3                | 2,6                 | 3.865                  |
|         |           | - Pianura           | Prati permanenti e pascoli | 2,7               | 2,2                | 2,8                 | 2.504                  |



|  |                     |                            |      |      |      |        |
|--|---------------------|----------------------------|------|------|------|--------|
|  | Totale              | Prati permanenti e pascoli | 2,7  | 2,2  | 3,1  | 7.918  |
|  | - Collina interna   | Frutteti e agrumeti        | 16,6 | 13,9 | 18,9 | 276    |
|  | - Collina litoranea | Frutteti e agrumeti        | 14,8 | 13,8 | 17,7 | 149    |
|  | - Pianura           | Frutteti e agrumeti        | 19,4 | 14,9 | 20,4 | 1.009  |
|  | Totale              | Frutteti e agrumeti        | 18,4 | 13,8 | 20,4 | 1.434  |
|  | - Collina interna   | Oliveti                    | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 4.571  |
|  | - Collina litoranea | Oliveti                    | 15,0 | 11,2 | 15,2 | 3.537  |
|  | - Pianura           | Oliveti                    | 17,6 | 15,1 | 18,7 | 12.159 |
|  | Totale              | Oliveti                    | 16,6 | 11,2 | 18,7 | 20.267 |
|  | - Collina interna   | Vigneti                    | 14,9 | 14,6 | 17,4 | 16.203 |
|  | - Collina litoranea | Vigneti                    | 15,2 | 14,5 | 19,3 | 8.818  |
|  | - Pianura           | Vigneti                    | 15,5 | 15,2 | 18,9 | 29.852 |
|  | Totale              | Vigneti                    | 15,3 | 14,5 | 19,3 | 54.873 |

Tabella 7 - Valori medi, minimi e massimi per ettaro dei terreni in rapporto alle colture e alla zona altimetrica in Provincia di Trapani 2023 (Fonte Banca Dati dei Valori Fondiari - CREA).

A seguito dell'analisi delle caratteristiche dei terreni oggetto del presente studio, è stato considerato il valore medio di ogni coltura e moltiplicato con i valori relativi alle caratteristiche tecniche più influenti sul valore fondiario dei comuni della Provincia di Trapani in rapporto al valore del parametro numerico che misura il livello di qualità di ogni caratteristica:

|                                                                    |                                                                        |                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| <b>Fertilità</b><br>ottima 1,00<br>buona 0,90<br>discreta 0,80     | <b>Giacitura</b><br>pianeggiante 1,00<br>acclive 0,95<br>mediocre 0,90 | <b>Accesso</b><br>buono 1,00<br>sufficiente 0,95<br>insufficiente 0,90   |
| <b>Forma</b><br>Regolare 1,00<br>Normale 0,95<br>Penalizzante 0,90 | <b>Ubicazione</b><br>Eccellente 1,00<br>Normale 0,95<br>Cattiva 0,90   | <b>Ampiezza</b><br>Medio app 1,00<br>Piccolo app 0,95<br>Grande app 0,90 |

Tabella 8 - Valori caratteristici per seminativo

Nel caso in esame, al terreno oggetto di valutazione competono i seguenti livelli di qualità:

**Fertilità: buona** coeff. 0,90 (in quanto livello medio di fertilità della zona)

**Giacitura: acclive** coeff. 0,95 (in quanto con pendenza di circa il 10%)

**Accesso: buono** coeff. 1,00 (è possibile l'accesso con qualsiasi mezzo agricolo)

**Forma: normale** coeff. 0,95 (il terreno è costituito da più particelle catastali contigue la cui forma è pressoché regolare)

**Ubicazione: eccellente** coeff. 1,00 (in quanto ubicato a 3 Km dal centro abitato più vicino e servito di strada confortevole)

**Ampiezza: medio** coeff. 0,95 (in quanto la superficie è pari a circa 2,39 ha).



Applicando la seguente formula si ha:

$$V_{fondo} = V_{max} * k_1 * k_2 * k_3 * ... * k_n$$

dove:

$V_{max}$  = valore massimo ordinariamente rilevato per una specifica coltura, in un determinato ambito territoriale (comunale)

$k_i$  = coefficiente numerico inferiore ad 1 determinato, per ogni parametro di stima, secondo una predefinita scala di variabilità.

|                  |      |                   |      |                 |      |
|------------------|------|-------------------|------|-----------------|------|
| <b>Fertilità</b> | 0,90 | <b>Giacitura</b>  | 0,95 | <b>Accesso</b>  | 1    |
| <b>Forma</b>     | 0,95 | <b>Ubicazione</b> | 1    | <b>Ampiezza</b> | 0,95 |

Tabella 9 - Valori specifici dei parametri qualitativi delle caratteristiche tecniche dei terreni

$$V \text{ unitario del fondo} = 10.100 * 0,90 * 0,95 * 1,00 * 0,95 * 1,00 * 0,95 = 7.793,54 \text{ €/ha}$$

Pertanto, moltiplicando il suddetto valore unitario per la superficie del terreno a seminativo (circa 2,39 ha) si avrà che il valore complessivo di questi terreni è di circa **18.626,56 €**.

## 11 PRODUTTIVITA DEL FONDO

Nel presente paragrafo, a maggior supporto di quanto precedentemente descritto, viene fatta una valutazione economica del valore dei terreni utilizzati sulla base della sua capacità produttiva, avendone constatato lo stato colturale. Pertanto, si procede dunque ad una stima della produttività del fondo in oggetto, per risalire al suo attuale valore produttivo. Il valore totale della produzione prendendo come riferimento il valore massimo rilevato è pari a circa 153,17 €/ha per il grano duro (ISMEA).

La resa produttiva per un terreno coltivato a frumento duro è di circa 5,50 ton/ha. Come nel paragrafo precedente, la produttività del pascolo sarà calcolata insieme a quella del seminativo.

Pertanto, si avrà:

Stima della produttività del seminativo (grano duro) 5,50 ton/Ha x 2,39 Ha = **13,15 Ton**

Valore economico della produzione lorda vendibile = 153,17 euro/ton x 13,15 Ton = **2.014,19 euro.**

La parte più cospicua dei ricavi viene quindi destinata a sostenere l'attività agricola stessa, detto costo si attesta in media su **1.000,00 €/Ha/anno** per un totale di **2.390,00 €**, per le operazioni di preparazione del terreno, fertilizzazione, semina, lavorazioni post emergenza e raccolta, nonché costi amministrativi.



Da queste considerazioni si può determinare il reddito netto proveniente dalla vendita del prodotto, come di seguito specificato:

$$R_n = PLV - \text{Spese} = 2.014,19 \text{ €} - 2.390,00 \text{ €} = - 375,81 \text{ €}$$

Tale reddito netto sommato ai contributi PAC (circa 603 €/ha), darebbe un beneficio di circa **1.441,17 €/anno**, una cifra insufficiente per poter sostenere economicamente questa parte di fondo.

| Tipologia  | Superficie<br>ut. Ha | Resa grano<br>duro<br>ton/ha/anno | Prezzo<br>vendita<br>ton | Resa<br>produttiva<br>ton/anno | Ricavo<br>lordo<br>€/anno | Costi €  | Reddito<br>netto<br>€/anno | Contributi<br>PAC € |
|------------|----------------------|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------------|---------------------------|----------|----------------------------|---------------------|
| Seminativo | 2,39                 | 5,50                              | 153,17                   | 13,15                          | 2.014,19                  | 2.390,00 | - 375,81                   | 1.065,36            |

Tabella 10 - Valori di produzione per le superfici a seminativo

## 12 CARATTERI DELL'AGRIVOLTAICO

L'attuale andamento socio-economico dei mercati a livello globale evidenzia un costante aumento della popolazione mondiale, del fabbisogno energetico e della produzione alimentare. Per far fronte all'esigente richiesta, le risorse naturali vengono sfruttate in modo intensivo, provocando sconvolgimenti ambientali come desertificazione, inquinamento, cambiamento climatico. Diventa più che mai necessaria una crescita economica legata a uno sfruttamento sostenibile, razionale, cosciente, quanto più possibile ecologico, equo delle risorse disponibili, che oggi sono diventate minori. La crescita economica sostenibile dovrebbe coinvolgere e integrare tutte le realtà economiche. Tra queste spiccano certamente i settori agricolo ed energetico. Siamo ben consapevoli dei potenziali benefici insiti nella vasta diffusione delle rinnovabili e dell'efficienza energetica, connessi alla riduzione delle emissioni inquinanti e climalteranti, al miglioramento della sicurezza energetica e alle opportunità economiche e occupazionali.

In quest'ottica emerge uno strumento fondamentale che segna l'inizio di un importante cambiamento nella politica energetica e ambientale del nostro Paese verso la decarbonizzazione: il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima 2030 (PNIEC). Per raggiungere gli obiettivi del PNIEC in Italia si dovranno installare oltre 50 GW di nuovi impianti fotovoltaici, con una media di circa 6 GW all'anno. Considerando che attualmente la nuova potenza installata annuale è inferiore a 1 GW, appare evidente quanto sia necessario trovare soluzioni che consentano di accelerare il passo. Il rischio maggiore, però, è quello che prenda piede un modello di business con un approccio industriale verso la risorsa suolo, che avrebbe il solo obiettivo di massimizzare la produzione di energia, puntando alla massima concentrazione di pannelli entro un'area circoscritta e limitata. Questo trasformerebbe le superfici agricole in distese di pannelli su suoli privi, o quasi, di vegetazione. Quindi, a queste condizioni, il suolo sottostante perderebbe qualsiasi funzione,



diversa da quella di ospitare le strutture di generazione elettrica, diventando a tutti gli effetti un suolo consumato.

In questo contesto, l'agrivoltaico potrebbe avere un ruolo risolutivo e di rilievo.

Si tratta di un settore non nuovo, ma ancora poco diffuso, caratterizzato da un utilizzo “ibrido” di terreni tra produzioni agricole e produzione di energia elettrica.

Il concetto di agrivoltaico integra il fotovoltaico nell'attività agricola mediante installazioni solari che permettono di produrre energia e al contempo di continuare le colture agricole o l'allevamento di animali.

Si tratta di una forma di convivenza particolarmente interessante per la decarbonizzazione del sistema energetico, ma anche per la sostenibilità del sistema agricolo e la redditività a lungo termine di piccole e medie aziende del settore.

In termini di opportunità, lo sviluppo dell'agrivoltaico consente il recupero di terreni non coltivati e agevola l'innovazione nei processi agricoli sui terreni in uso. Inoltre contribuisce alla necessità di invertire il trend attuale, che vede la perdita di oltre 100.000 ha di superficie agricola all'anno a causa della crescente desertificazione. Si tratta quindi di un sistema di sinergia, tra colture agricole e pannelli fotovoltaici, con le seguenti caratteristiche:

- riduzione dei consumi idrici grazie all'ombreggiamento dei moduli;
- riduzione della degradazione dei suoli e conseguente miglioramento delle rese agricole;
- risoluzione del “conflitto” tra differenti usi dei terreni (per coltivare o per produrre energia);
- possibilità di far pascolare il bestiame e far circolare i trattori sotto le fila di pannelli o tra le fila di pannelli, secondo le modalità di installazione con strutture fisse o ad inseguimento solare, avendo cura di mantenere un'adeguata distanza tra le file e un'adeguata altezza dal suolo.

Diversi sono i vantaggi del creare nuove imprese agro-energetiche sviluppando in armonia impianti fotovoltaici nel contesto agricolo, ossia:

- innovazione dei processi agricoli rendendoli ecosostenibili e maggiormente competitivi;
- riduzione dell'evaporazione dei terreni e recupero delle acque meteoriche;
- protezione delle colture da eventi climatici estremi, ombreggiamento e protezione dalle intemperie;
- introduzione di comunità agro-energetiche per distribuire benefici economici ai cittadini e alle imprese del territorio;
- crescita occupazionale coniugando produzione di energia rinnovabile ad agricoltura e pastorizia;
- recupero di parte dei terreni agricoli abbandonati permettendo il raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione.

Progettare un impianto agrivoltaico richiede competenze trasversali, ingegneristiche, agronomiche, paesaggistiche ecc.

Non esiste uno standard progettuale, di volta in volta vanno infatti considerate diverse variabili quali ad esempio, la morfologia, la geologia, la pedologia, le condizioni climatiche, i mercati agricoli di riferimento ed altre variabili.



*Figura 11 - Esempio di impianto agrivoltaico*

## 13 DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO

L'impianto agrivoltaico è costituito complessivamente da n° **1260 moduli**, suddivisi in stringhe costituite da moduli collegati in serie, per una potenza nominale complessiva dell'impianto di **938,70 kWp**.

I moduli fotovoltaici scelti per la realizzazione dell'impianto sono in silicio monocristallino, con una potenza di picco di **745 W tipo RISEN RSM132-8-745 BHDG Bifacciali, o similari** delle dimensioni pari a **2384x 1303 x 33 mm**.

Saranno previste strutture di 2 file di moduli disposti in verticale installati su strutture fisse con orientamento 0° SUD e tilt di 30° di diverse dimensioni in modo da consentire una perfetta integrazione con l'orografia del terreno di installazione.

Per la conversione della corrente prodotta dai moduli fotovoltaici verranno utilizzati degli inverter DC/AC di **stringa da 125 kW** che verranno ubicati lungo il campo agrivoltaico e fissati alle strutture di sostegno dei moduli.



Per la connessione alla rete del distributore a 20 kV si utilizzerà **n.ro 1 cabina** di trasformazione BT/MT ubicata all'interno dell'area di impianto.

**I moduli che costituiscono il generatore agrivoltaico saranno installati su strutture fisse con telai in acciaio zincato ed alluminio adeguatamente dimensionati e ancorati al terreno con un sistema di fissaggio tramite pali in acciaio zincato a caldo infissi nel terreno. Pertanto non verranno eseguite opere in calcestruzzo per la realizzazione del campo FV.**

Nell'impianto saranno previste:

- N.ro 34 strutture fisse da 28 moduli;
- N.ro 34 strutture fisse da 8 moduli;
- N.ro 1 struttura fissa da 18 moduli;

Nell'impianto saranno presenti:

- N. 1 cabina MT/BT: cabina prefabbricata da 6700x2480x2610 mm  
Al suo interno saranno installate:
  - Trasformatore MT/BT
  - Quadro media tensione
  - Trasformatore ausiliario.
  - Quadri BT di collegamento degli inverter di stringa.
- N. 1 cabina consegna e misure: cabina prefabbricata da 6700x2480x2610 mm secondo specifiche di E-Distribuzione mod. DG2061 tipo “Box Utente” Ed. 09. La cabina sarà predisposta come richiesto dall'omologazione di E-Distribuzione, incluso il basamento prefabbricato; al suo interno saranno installate le seguenti apparecchiature principali:
  - Vano Distributore: QMT E-Distribuzione
  - Vano Misure: contatore bidirezionale per la misura dell'energia scambiata
- N. 1 cabina utente: cabina prefabbricata da 6700x2480x2610 mm.  
Al suo interno saranno installate le seguenti apparecchiature principali:
  - Vano Utente: QMT Utente, Quadro Servizi Ausiliari, UPS

I moduli fotovoltaici saranno installati su strutture fisse con telai in acciaio zincato adeguatamente dimensionati e ancorati al terreno con un sistema di pali, in acciaio zincato a caldo. Le strutture saranno realizzate montando profili speciali in acciaio, imbullonati mediante staffe e pezzi speciali. Le travi portanti orizzontali, posate su longheroni agganciati direttamente ai sostegni verticali, formeranno i piani inclinati per l'appoggio dei moduli.

Grazie al suddetto sistema non è prevista alcuna cementificazione per l'ancoraggio a terra e pertanto ne consegue che la fase di *decommissioning* sia estremamente facilitata e limitata alla semplice dismissione dei singoli moduli, tali da poterli classificare come **“retrofit”**.

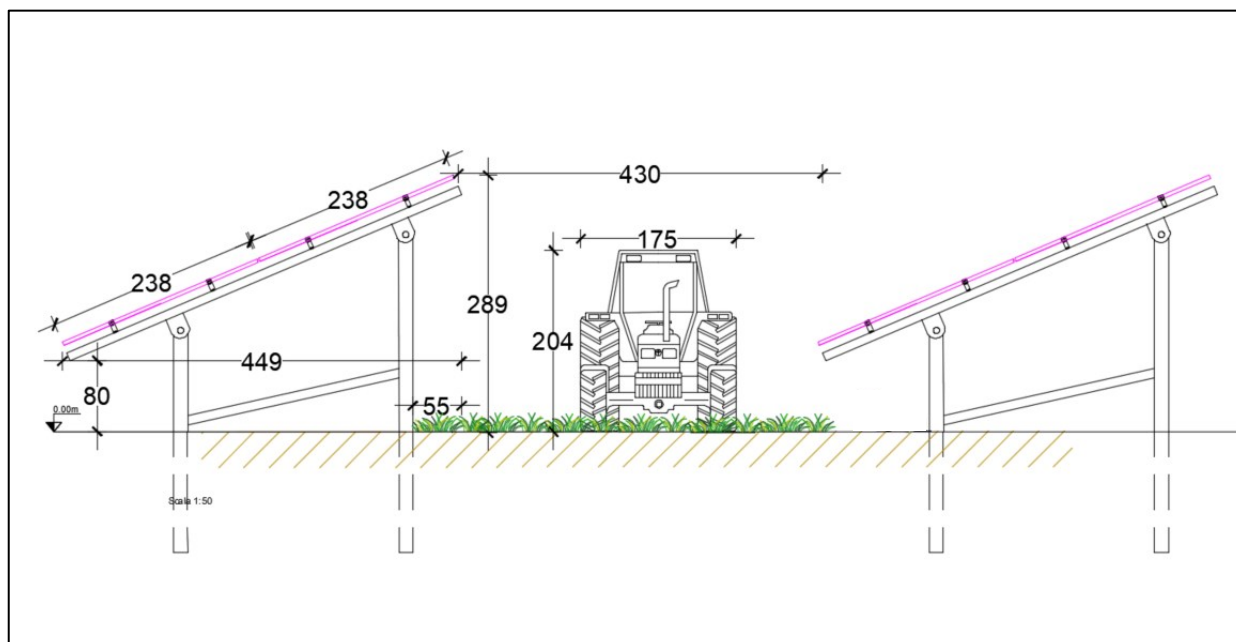


Figura 12 - Particolare Strutture fisse con pali infissi nel terreno



Figura 13 – Stralcio Layout di impianto su catastrale



## 14 VERIFICA DI RISPONDENZA AI REQUISITI DELLE “LINEE GUIDA IN MATERIA DI IMPIANTI AGRIVOLTAICI” – MASE

In merito alla progettazione agrivoltaica dell'impianto sono stati rispettati i requisiti minimi imposti dalle linee guida del MASE (ex MITE).

Il progetto dell'impianto agrivoltaico “ERICE” è stato infatti condotto in osservanza alle “**Linee guida in materia di Impianti Agrivoltaici**” (MITE, oggi MASE, CREA, GSE, ENEA, RSE, giugno 2022), secondo le regole operative riportate nell'allegato 1 del recente Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica del 22 dicembre 2023, n. 436, “DM Agrivoltaico”, entrato in vigore in data 14 febbraio 2024 e nonché della normativa della Regione Sicilia di cui al **D.A. n. 34/Gab del 02/04/2025 “Approvazione Linee d'indirizzo Tecnico-Agronomiche (LTA) per gli impianti agrivoltaici da realizzare nel territorio della Regione Siciliana”**.

### 14.1 Verifica dei requisiti

Le linee guida pubblicate dal MITE a Giugno 2022 si prefiggono lo scopo di chiarire quali sono le caratteristiche minime e i requisiti che un impianto fotovoltaico dovrebbe possedere per essere definito agrivoltaico, sia per ciò che riguarda gli impianti più avanzati, che possono accedere agli incentivi PNRR, sia per ciò che concerne le altre tipologie di impianti agrivoltaici, che possono comunque garantire un'interazione più sostenibile fra produzione energetica e produzione agricola.

Nello specifico il progetto persegue l'obiettivo del rispetto dei requisiti minimi richiesti dalle linee guida sopramenzionate al fine della classificazione nella categoria di “**impianto agrivoltaico**”.

Nei capitoli che seguono verranno analizzate le caratteristiche dell'impianto agrivoltaico al fine della verifica del rispetto dei requisiti A, B, D ed E delle “Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici”.

#### 14.1.1 Requisito A

##### **Requisito A: l'impianto rientra nella definizione di agrivoltaico**

Il primo obiettivo nella progettazione dell'impianto agrivoltaico è senz'altro quello di creare le condizioni necessarie per non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale, garantendo, al contempo, una sinergica ed efficiente produzione energetica. Tale risultato si deve intendere raggiunto al ricorrere simultaneo di una serie di condizioni costruttive e spaziali. In particolare, sono identificati i seguenti parametri:

A.1) Superficie minima coltivata: è prevista una superficie minima dedicata alla coltivazione;



A.2) LAOR massimo: è previsto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola;

### A1: Superficie minima per l'attività agricola

È necessario che la superficie minima destinata all'attività agricola/pastorale, nell'ambito del sistema agrivoltaico, risulti pari almeno al 70% della superficie totale del sistema agrivoltaico ( $S_{tot}$ ).

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

Al fine di garantire il rispetto del requisito, valgono le indicazioni riportate nel seguito.

### SUPERFICIE TOTALE DEL SISTEMA AGRIVOLTAICO $S_{tot}$

Come indicato dal DM Agrivoltaico, la superficie totale del sistema agrivoltaico,  $S_{tot}$ , è l'area che comprende la superficie utilizzata per coltura e/o zootecnia e la superficie totale su cui insiste l'impianto agrivoltaico. Essa è quindi rappresentata dalla porzione di superficie destinata alla produzione agricola nella disponibilità del soggetto richiedente, prescelta per la realizzazione del sistema agrivoltaico.

La superficie totale del sistema agrivoltaico viene determinata prendendo in considerazione l'intera superficie destinata alla realizzazione del sistema agrivoltaico a cui vengono sottratti i valori delle superfici che non interessano direttamente l'attività agricola, quali ad esempio, porzioni di superficie occupate da fabbricati (ad eccezione degli edifici destinati alla coltivazione dei funghi), cortili, fossi, canali, stagni, cave, terre sterili, rocce, parchi e giardini ornamentali.

Eventuali strade interne alla  $S_{tot}$  rientrano nel computo della  $S_{tot}$  esclusivamente nel caso in cui siano realizzate in modo tale da non impermeabilizzare il suolo. In caso di ricorso a tecniche costruttive che impermeabilizzino il suolo, le superfici delle strade sono da escludere dal computo della  $S_{tot}$ .

### SUPERFICIE AGRICOLA $S_{agricola}$

Nell'ambito della  $S_{tot}$ , la  $S_{agricola}$  è rappresentata dalla superficie che continua a essere utilizzata per le attività agricole, di coltivazione e/o di allevamento. In particolare, la  $S_{agricola}$  è costituita dalla superficie  $S_{tot}$  alla quale sono sottratte le superfici non più coltivabili dopo la realizzazione delle iniziative in quanto occupate da componenti costituenti l'impianto quali, a titolo esemplificativo, quelle occupate dalle strutture di sostegno dei moduli, dalle eventuali cabine elettriche, dalle cabine inverter.

Nel computo della  $S_{agricola}$  rientrano anche le superfici occupate dalle opere di mitigazione a condizione che tali superfici siano coltivate e rientrino nel piano agronomico dell'Azienda nell'ambito della quale viene realizzato il sistema agrivoltaico.



| IMPIANTO AGV DI TIPO 2 (COLTIVAZIONE TRA LE FILE) - Requisito A.1 Superficie minima per l'attività agricola: $S_{agricola} \geq 0,7 \times S_{tot}$                                                                                                                                  |                             |                      |                                                                      |                              |                                |                             |                |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|----------------|---------------|
| mq un modulo FV<br>[4]                                                                                                                                                                                                                                                               | 2,756                       |                      | potenza modulo (W)                                                   | 745                          |                                | Numero moduli               | 1260           |               |
| CAMPO                                                                                                                                                                                                                                                                                | Strutture di sostegno (mq)* | CABINE INVERTER (mq) | Altra superficie non agricola (viabilità impianto+impluvio) (mq) [1] | SUPERFICIE NON AGRICOLA (mq) | SUPERFICIE TOTALE Stot (mq)[2] | SUPERFICIE AGRICOLA (mq)[3] | % COPERTURA FV | % COLTIVABILE |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 3.473                       | 157                  | 2.932                                                                | 6.562,0                      | 22.858                         | 16.296                      | 28,71%         | 71,29%        |
| totale                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3.473                       | 157,0                | 2.932,0                                                              | 6.562,0                      | 6.562,0                        | 16.296,5                    | 28,71%         | 71,29%        |
| * nel caso di AGV di tipo 2 (coltivazione solo tra le file inserire le sup. dei moduli)                                                                                                                                                                                              |                             |                      |                                                                      |                              |                                |                             |                |               |
| [1] area da layer geografici - [2] area interna la recinzione del campo, da layer geografici - [3] area espressa dalla Superficie agricola utilizzata (SAU) ALL'INTERNO DELL'AREA AV occupata dall'impianto FV comprensiva eventualmente anche delle aree coltivabili sotto i moduli |                             |                      |                                                                      |                              |                                |                             |                | >70%          |
| [4] in caso di sistema fisso inserire l'area proiettata sul piano orizzontale                                                                                                                                                                                                        |                             |                      |                                                                      |                              |                                |                             |                | VERIFICATO    |

Per cui il REQUISITO A1 risulta:

SISTEMA AGRIVOLTAICO -  $S_{agricola} \geq 0,7 S_{tot} = 1,92 \text{ ha} > 1,59 \text{ ha} = 71,29\% > 70\%$  - **VERIFICATO**

## A2: Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR)

Un sistema agrivoltaico deve essere caratterizzato da configurazioni finalizzate a garantire la continuità dell'attività agricola: tale requisito può essere declinato in termini di "densità" o "porosità". Per valutare la densità dell'applicazione fotovoltaica rispetto al terreno di installazione è possibile considerare indicatori quali la densità di potenza (MW/ha) o la percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR). Al fine di non limitare l'adozione di soluzioni particolarmente innovative ed efficienti si ritiene opportuno adottare un limite massimo di LAOR del 40%:

$$LAOR \leq 40\%$$

Dove:

**LAOR** = Superficie ingombro pannelli FV / Superficie totale

| Requisito A.2 Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR): $LAOR \leq 40\%$ |               |        |                                |           |                     |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------|--------------------------------|-----------|---------------------|------------|
| mq un modulo FV<br>[4]                                                                          | 2,756         |        | potenza modulo (W)             | 745       |                     |            |
| CAMPO                                                                                           | Numero moduli | MW     | SUPERFICIE TOTALE Stot (mq)[2] | MW/haStot | Area Moduli FV (mq) | LAOR (%)   |
| 1                                                                                               | 1.260         | 0,9387 | 22.858,46                      | 0,411     | 3.473,02            | 15,2       |
|                                                                                                 |               |        |                                |           |                     | < 40%      |
|                                                                                                 |               |        |                                |           |                     | VERIFICATO |



Per cui il REQUISITO A2 risulta:

SISTEMA AGRIVOLTAICO  $LAOR = 0,3473 \text{ ha} / 2,2858 \text{ ha} = 15,20 \% < 40 \%$  - **VERIFICATO**

### 14.1.2 Requisito B

Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale.

L'impianto fotovoltaico rispetta le condizioni di reale integrazione fra attività agricola e produzione elettrica valorizzando il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi. In particolare, vengono rispettate:

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

B.2) la producibilità elettrica dell'impianto agrivoltaico, rispetto ad un impianto standard e il mantenimento in efficienza della stessa.

Per verificare il rispetto del requisito B.1, l'impianto sarà dotato di un sistema per il monitoraggio dell'attività agricola rispettando, in parte, le specifiche indicate al requisito D.

**B.1) la continuità dell'attività agricola e pastorale** sul terreno oggetto dell'intervento viene garantita attraverso la stipula di una convenzione con l'azienda agricola che si occuperà delle attività agrozotecniche previste dal **piano agricolo aziendale**.

Pertanto il requisito **B1 è VERIFICATO.**

**B.2) la producibilità elettrica dell'impianto agrivoltaico**, rispetto ad un impianto standard viene verificata indicata con la seguente espressione:

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

Dove:

***FV<sub>agri</sub>* in GWh/ha/anno:** produzione per ettaro dell'impianto agrivoltaico;

***FV<sub>standard</sub>* in GWh/ha/anno:** produzione per ettaro annuo dell'impianto tradizionale.

Pertanto



| Requisito B.2 Producibilità elettrica minima: $FV_{agriv} \geq 0,6 \times FV_{standard}$ |                             |                                |                                        |                                        |                                              |                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------|
| FV <sub>agriv</sub> MW                                                                   | FV agriv MW/ha              | FV Standar MW/ha               | Prod FV agriv MWh/ha/anno              | Prod FV agriv MWh/ha/anno              | Prod FV agriv kWh/kWp [5]                    | Prod FV standar kWh/kWp [5] |
| 0,9387                                                                                   | 0,411                       | 0,575                          | 0,651                                  | 0,912                                  | 1586                                         | 1586                        |
|                                                                                          |                             |                                |                                        |                                        |                                              |                             |
|                                                                                          |                             |                                |                                        |                                        | FV <sub>agriv</sub> / FV <sub>standard</sub> |                             |
| FV <sub>agriv</sub> MW Totale                                                            | FV agriv MW/ha (val. medio) | FV standard MW/ha (val. medio) | Prod FV agriv MWh/ha/anno (val. medio) | Prod FV agriv MWh/ha/anno (val. medio) | 0,7143                                       |                             |
| 0,9387                                                                                   | 0,411                       | 0,575                          | 0,651                                  | 0,912                                  | > 0,6                                        |                             |
|                                                                                          |                             |                                |                                        |                                        | VERIFICATO                                   |                             |

[5] valori calcolati da PVGIS kWh/kWp

$$FV_{agriv} / FV_{standard} = 0,7143 > 0,6$$

Pertanto il requisito **B2 è VERIFICATO**.

### 14.1.3 Requisito D

L'attività di monitoraggio è utile sia alla verifica dei parametri fondamentali, quali la continuità dell'attività agricola sull'area sottostante gli impianti, sia di parametri volti a rilevare effetti sui benefici concorrenti.

Nell'impianto fotovoltaico “ERICE” verrà installato un adeguato sistema di monitoraggio che permetta di verificare le prestazioni del sistema agrivoltaico con particolare riferimento alle seguenti condizioni di esercizio (REQUISITO D):

D.1) il risparmio idrico;

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

**D.1) Risparmio idrico:** L'impianto agrivoltaico “ERICE” prevede esclusivamente colture in asciutto, pertanto sarà analizzata l'efficienza d'uso dell'acqua piovana, il cui indice dovrebbe evidenziare un miglioramento conseguente la diminuzione dell'evapotraspirazione dovuta all'ombreggiamento dovuto ai moduli fotovoltaici. A tal fine sarà installata una **Stazione Meteorologica** in grado di misurare questo parametro attraverso ‘Sensori di Evaporazione’ che consistono in un ‘Serbatoio Evaporimetro’ ed uno strumento di ‘Evapotraspirazione’.



Il fabbisogno irriguo per le eventuali irrigazioni di soccorso nei periodi particolarmente siccitosi (luglio-agosto) sarà soddisfatto attraverso auto-approvvigionamento, pertanto l'utilizzo di acqua potrà essere misurato dai volumi di acqua dei serbatoi/autobotti prelevati attraverso pompe in discontinuo.

Pertanto il requisito **D1 è VERIFICATO**.

#### **D.2) La continuità dell'attività agricola**

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

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

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

Pertanto il requisito **D2 è VERIFICATO**.

### **14.1.4 Requisito E**

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

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

**E.1) il recupero della fertilità del suolo:** il monitoraggio di tale aspetto sarà effettuata con una relazione tecnica asseverata da un agronomo con una cadenza annuale, in cui saranno comparate le rese produttive rispetto agli anni precedenti nonché rispetto a coltivazioni situate esternamente all'impianto.

**E.2) il microclima:** tali aspetti saranno monitorati tramite sensori di temperatura, umidità relativa e velocità dell'aria unitamente a sensori per la misura della radiazione posizionati al di sotto dei moduli fotovoltaici e, per confronto, nella zona immediatamente limitrofa ma non coperta dall'impianto.

**E.3) la resilienza ai cambiamenti climatici:** la produzione di elettricità da moduli fotovoltaici deve essere realizzata in condizioni che non pregiudichino l'erogazione dei servizi o le attività impattate da essi in ottica di cambiamenti climatici attuali o futuri. A tal fine in conformità alla circolare n.32 del 30 dicembre 2021 è stata redatta una relazione specifica recante l'analisi dei rischi climatici attuali e futuri, prevedendo una verifica delle soluzioni adottate anche durante la fase di monitoraggio.



Pertanto il requisito **E è VERIFICATO**.

Nella seguente tabella si riassumono i risultati delle verifiche per il rispetto dei requisiti:

| REQUISITO | VERIFICA REQUISITI LINEE GUIDA MITE                            |    | VERIFICA          |
|-----------|----------------------------------------------------------------|----|-------------------|
| A1        | Superficie agricola [ $S_{agricola} \geq 0,7 \times S_{tot}$ ] | SI | <b>VERIFICATO</b> |
| A2        | LAOR [Sup. ingombro pannelli / Sup_tot. $\leq 40$ %]           | SI | <b>VERIFICATO</b> |
| B1        | Continuità dell'attività agricola                              | SI | <b>VERIFICATO</b> |
| B2        | Producibilità elettrica minima                                 | SI | <b>VERIFICATO</b> |
| D1        | Sistema di monitoraggio                                        | SI | <b>VERIFICATO</b> |
| D2        | Sistema di monitoraggio                                        | SI | <b>VERIFICATO</b> |
| E1        | Recupero della fertilità del suolo                             | SI | <b>VERIFICATO</b> |
| E2        | Microclima                                                     | SI | <b>VERIFICATO</b> |
| E3        | Resilienza ai cambiamenti climatici                            | SI | <b>VERIFICATO</b> |

Tabella 11 - Verifica requisiti Linee Guida MITE impianto "ERICE"

## 15 DEFINIZIONE DEL PIANO AGRONOMICO AZIENDALE

In merito alla **componente agronomica** dell'impianto agrivoltaico “ERICE”, essendo stati rispettati i requisiti minimi imposti dalle **Linee guida in materia di Impianti Agrivoltaici** (MITE, oggi MASE, CREA, GSE, ENEA, RSE, giugno 2022), nel presente capitolo viene descritto il **Piano Agronomico Aziendale** che si intende implementare nell'ambito del Sistema di Gestione generale dell'impianto durante l'intera **FASE DI ESERCIZIO (Macrofase Post Operam)**.

La Società, sin dalla prime fasi della progettazione, persegue l'obiettivo di abbinare alla componente puramente tecnologica, la componente agronomica, con la quale si intende superare una delle criticità principali attribuite al fotovoltaico, ovvero il consumo di suolo nonché il mantenimento della conduzione agricola dei terreni. Altresì nel presente progetto è stata aggiunta la **componente ambientale** al fine di dare la stessa importanza al pari delle altre due componenti nella piena consapevolezza di rendere quanto più sostenibile l'impianto.

L'intervento proposto, infatti, intende promuovere lo sviluppo sostenibile nel territorio, puntando alla sapiente integrazione tra impiego agricolo del suolo, produzione di energia rinnovabile fotovoltaica e creazione di **Aree di Interesse Ecologico (EFA – Ecological Focus Areas)**, ovvero un connubio fra due utilizzi produttivi del suolo, finora considerati alternativi, associati ad interventi finalizzati a garantire un miglioramento delle condizioni ecologiche dell'ambito di riferimento e favorendo l'aumento della biodiversità dell'agroecosistema.



La scelta delle possibili soluzioni colturali e gestionali compatibili alla configurazione agrivoltaica, in rapporto alle aree interessate dall'impianto fotovoltaico, deve necessariamente passare attraverso una valutazione agronomica ad ampio spettro capace di coniugare le caratteristiche sito-specifiche dell'area (pedologia, attuale assetto colturale, esposizione, estensione dei lotti etc) con quelle derivanti dall'impiantistica fotovoltaica che si intende sviluppare (estensione dell'area interessata dall'installazione dei moduli fotovoltaici, altezza dei tracker da terra, larghezza delle fasce coltivabili tra le fila di moduli), tenendo in considerazione l'operatività delle attività agricole in termini di meccanizzazione (lavorazioni primarie e secondarie dei terreni, semina, eventuale operatività di trattamenti fitosanitari, raccolta ecc.) e la possibilità – stante il layout dell'impianto fotovoltaico proposto – di garantire una continuità all'attività agricola e zootecnica al di sotto dei moduli fotovoltaici.

In tale quadro, infine, la scelta delle soluzioni colturali possibili deve tenere in considerazione soluzioni capaci di mantenere nel tempo, o piuttosto migliorare, il buon livello di fertilità caratteristico dei suoli dell'area d'impianto, ferma restando la presenza di presidi per l'irrigazione.

Per la definizione del piano colturale sono state valutate diverse tipologie di colture potenzialmente coltivabili tra e sotto le file di pannelli, lungo la fascia arborea perimetrale e nelle aree non interessate dall'installazione dei pannelli. Tuttavia a seguito dell'analisi della qualità dei suoli presenti riportata al Capitolo 12 unitamente alla verifica dell'attuale utilizzo agronomico dell'area dell'impianto, la decisione è ricaduta sulla scelta di mantenere la vocazione agricola presente (seminativo, colture arboree e viticoltura) ma orientata ad una maggiore efficienza e di pratiche più vantaggiose (in termini di gestione nonché economici) nell'ambito della stessa filiera.

**Il sistema agrivoltaico “ERICE”, nella sua impostazione progettuale, rappresenta l'opportunità per attuare un piano di miglioramento e modernizzazione dell'attuale asset agricolo secondo l'impostazione dell'Agricoltura 5.0.**

Di seguito vengono elencate le soluzioni agronomiche/agrozootecniche e ambientali previste:

- coltivazione di leguminose *Hedysarum coronarium* (Sulla) tra le file dei moduli fotovoltaici;
- messa a dimora nelle aree perimetrali e nell'area nord-est dell'impianto di **alberi di ulivo per la produzione di Olio d'oliva IGP**.

| $S_{agricola}$               | Superficie (ha) |
|------------------------------|-----------------|
| <b>Culture</b>               |                 |
| Leguminose (Sulla)           | 0,79            |
| Uliveto (fascia perimetrale) | 0,83            |
| <b>Totale</b>                | <b>1,62</b>     |

Tabella 12 – Ripartizione delle superfici coltivate e superfici connesse alla conduzione agricola





Figura 14 – Piano culturale – Impianto “ERICE”

## 15.1 Leguminose

La coltivazione scelta è quella della **produzione di leguminose** che rientra fra quelle maggiormente vocate all'integrazione con l'attività fotovoltaica.

Dal punto di vista prettamente agronomico la scelta della coltivazione di leguminose, oltre a consentire una completa bonifica del terreno da eventuali pesticidi e fitofarmaci utilizzati in passato, ne migliorerà le caratteristiche pedologiche, grazie ad un'accurata selezione delle sementi impiegate, fissatrici di azoto, in grado di svolgere un'importante funzione fertilizzante del suolo. Uno dei concetti cardine della coltivazione di leguminose è infatti quello della conservazione e del miglioramento dell'humus, con l'obiettivo di determinare una completa decontaminazione del terreno dai fitofarmaci, antiparassitari e fertilizzanti di sintesi impiegati nelle precedenti coltivazioni intensive praticate. La realizzazione di un ambiente non contaminato da diserbanti, pesticidi e l'impiego di sementi selezionate di leguminose, nonché l'impiego di strutture di supporto dei moduli fotovoltaici in totale assenza di fondazioni in cemento armato, minimizza l'impatto ambientale delle opere, consentendo una completa reversibilità del sito al termine del ciclo di vita dell'impianto.

Il prato a leguminose è previsto la Sulla, tale specie è tra quelle più efficaci per l'inerbimento dei suoli in generale, in quanto ha il ruolo fondamentale non solo di fertilizzare ma anche di rendere più stabile il suolo, trattenendo l'acqua e diminuendo l'erosione. Inoltre favorendo l'insediamento di altre specie erbacee ne consegue un aumento della biodiversità vegetale, a cui si unisce la biodiversità microbica e della mesofauna del terreno e quella della fauna selvatica che trova rifugio nel prato (pernici, lepri, etc.). Altresì essendo anche ottima pianta mellifera, fornisce un ambiente edafico e di protezione idoneo alle api



selvatiche e all'ape domestica.

La consociazione della Sulla consente di ottenere un ottimo foraggio per l'alimentazione del bestiame, grazie all'elevato valore nutritivo degli steli e delle foglie nello stadio di piena fioritura, nonché per l'abbondante e veloce produzione di biomassa. Per la produzione di fieno, il momento ottimale per eseguire il taglio è quando le piante sono in fase di bottone florale-inizio fioritura, corrispondente ad un tenore di proteina grezza mediamente del 16-18%. Il ciclo di lavorazione del manto erboso tra le interfile prevede pertanto le seguenti fasi:

- 1) In tarda estate/inizio autunno si praticheranno una o due lavorazioni a profondità ordinaria del suolo. Questa operazione, compiuta con i residui delle piante ancora allo stato fresco, viene detta “sovescio” ed è di fondamentale importanza per l'apporto di sostanza organica al suolo.
- 2) Segue la semina, eseguita con macchine agricole convenzionali, nel periodo invernale. Per la semina si utilizzerà una seminatrice di precisione avente una larghezza di massimo 4,0 m, dotata di un serbatoio per il concime che viene distribuito in fase di semina.
- 3) Fase di sviluppo del cotico erboso nel periodo invernale/primaverile. La crescita del manto erboso permette di beneficiare del suo effetto protettivo nei confronti dell'azione battente della pioggia e dei processi erosivi.

### 15.1.1 Preparazione del suolo e semina

L'impianto avviene per semina, che solitamente, nelle regioni meridionali, viene effettuata in autunno. A seconda del peso medio dei semi e della densità di semina, la quantità di seme necessaria può variare tra i 80 ed i 100 kg ha<sup>-1</sup>. Solitamente la semina avviene a file distanti 30-50 o 70 cm, e con una deposizione del seme a circa 25-30 cm di profondità a seconda delle dimensioni dei semi.

### 15.1.2 Irrigazione

Poiché la coltivazione avviene nel periodo invernale, quando gli apporti naturali di acqua generalmente sono sufficienti a soddisfare le esigenze idriche di entrambe le specie, e considerato che il loro apparato radicale di tipo fittonante è in grado di approfondirsi fino a 90 cm, in situazioni ordinarie non è necessario effettuare interventi irrigui.

### 15.1.3 Concimazione

Relativamente all'azoto, in quanto specie leguminose, la sulla con l'azotofissazione riesce a soddisfare quasi completamente le loro esigenze, per la rimanente parte solitamente è sufficiente l'azoto presente nel terreno.

Le esigenze di fosforo sono basse, per cui spesso sono sufficienti apporti pari a circa 60 kg ha<sup>-1</sup> di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, utilizzando possibilmente concimi ammessi dai disciplinari per l'agricoltura biologica.



### 15.1.4 Raccolta

L'erbaio di sulla viene solitamente falciato in primavera per la produzione di fieno, le cui rese sono di circa 8 t ha<sup>-1</sup>.

Un pascolamento nel periodo vegetativo è consigliato, in quanto favorisce l'incremento della produzione, può rifornire l'allevamento in periodi di scarsa reperibilità del prodotto e favorisce l'emissione di nuovi steli (riducendo la taglia), contenendo di fatto i fenomeni di allettamento, senescenza e marcescenza, alla raccolta.

| Mese                             | Ott-Nov                                        | Dic                                             | Gen-Feb                                           | Feb-Mar                        | Mar-Apr                               | Apr-Mag                    |
|----------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| Fase vegetativa                  | Germinazione ipogea                            | Germinazione epigea<br>Formazione foglie basali | Sviluppo vegetativo<br>Formazione bottoni fiorali | Fioritura                      | Fine fioritura<br>Formazione baccelli | Maturazione                |
| Altezza (cm)                     | 0                                              | 10                                              | 25                                                | 40                             | 50                                    | 60                         |
| Colorazione (%)                  | Marrone (suolo): 100                           | Marrone: 80 - verde: 20                         | Marrone: 20 - verde: 80                           | Verde: 20 - violetto/lilla: 80 | Verde: 50 - violetto/lilla: 50        | Verde: 100                 |
| Copertura (%)                    | 0                                              | 20-30                                           | 50-70                                             | 80-90                          | 90-95                                 | 95                         |
| Lavorazioni                      | Preparazione terreno<br>Concimazione<br>Semina | Controllo e gestione ordinaria                  | Controllo e gestione ordinaria                    | Controllo e gestione ordinaria | Controllo e gestione ordinaria        | Raccolta                   |
| Impatto sulla pulizia dei moduli | Elevato sollevamento polveri                   | Nulla                                           | Nulla                                             | Nulla                          | Nulla                                 | Medio sollevamento polveri |
| Rischio incendio                 | Nulla                                          | Nulla                                           | Nulla                                             | Nulla                          | Nulla                                 | Molto basso                |
| N. u.l./gg per lavorazioni       | 3/5                                            | 1/2                                             | 1/4                                               | 1/4                            | 1/4                                   | 4/4                        |

Figura 15 - Quadro riepilogativo della coltivazione delle leguminose

### 15.1.5 Bilancio economico

Considerato che la superficie destinata alla coltivazione di leguminose (produzione di fieno) sarà di circa 0,79 ha, si avrà:

Stima della produttività del prato stabile  $8,00 \text{ ton/Ha} \times 0,79 \text{ Ha} = \mathbf{6,32 \text{ ton}}$

Valore economico della produzione lorda vendibile =  $120,00 \text{ euro/ton} \times 6,32 \text{ ton} = \mathbf{758,40 \text{ €}}$

I costi complessivi si calcolano nell'ordine di circa  $674,42 \text{ €/ha/anno} \times 0,79 \text{ Ha} = \mathbf{532,79 \text{ €}}$ .

Reddito netto è pertanto così determinato  $R_n = PLV - \text{Costi} = 758,40 \text{ €} - 532,79 \text{ €} = \mathbf{225,61 \text{ €/annui}}$

## 15.2 Uliveti

La fascia perimetrale di mitigazione dell'impianto, prevista obbligatoriamente come schermatura degli impianti fotovoltaici, è stata prevista la messa a dimora di alberi di ulivo, poiché risponde benissimo alla duplice funzione, produttiva finalizzata alla produzione di olio extravergine, e paesaggistica in quanto



con la sua fitta chioma scherma l'impatto visivo che le strutture fotovoltaiche potrebbero avere sul contesto.

La cultivar scelta è Nocellara molto produttiva, usata spesso come albero frangi-vento e come schermatura sul perimetro delle proprietà. L'obiettivo è quello di produrre **Olio d'oliva IGP**.

La fascia arborea sarà costituita da 241 **alberi di ulivo**, disposti in doppio filare sfalsato, con sesto 5 x 5 metri, lungo la fascia perimetrale (ampiezza 10 m), per una superficie complessiva di circa **0,83 ha**. Le piante che verranno messe a dimora dovranno avere un'età di almeno 5 anni (vaso cm 30 diam. – altezza cm 250).

### 15.2.1 Preparazione del terreno

La preparazione del terreno verrà effettuata tramite aratura poco profonda, riuscendo così ad eliminare le erbe infestanti ed eseguire la concimazione profonda.

### 15.2.2 Tecniche di impianto

Per la sistemazione a verde in generale la tecnica codificata e riconosciuta come ottimale è quella della messa a dimora meccanizzata o manuale di giovani piante (con età compresa tra i 2 e i 5 anni), con pane di terra, abbinata all'uso di eventuali forme di pacciamatura e concimazione. In queste condizioni, un impianto ben eseguito porta a percentuali di attecchimento che superano spesso il 90%.

Le piante che verranno consegnate si possono presentare a radice nuda, in zolla o in vaso. Le piante a radice nuda si presentano con l'apparato radicale privo di terra, essendo state scosse in vivaio, occorre, quindi, coprirne le radici con panni da mantenere umidi oppure, meglio ancora, disporle, anche in mazzi, sotto sabbia bagnata fino al momento dell'impianto. Nel caso di piante in zolla le operazioni di conservazione e di impianto sono semplificate, grazie alla protezione offerta dal terreno insieme alla radice. Ancora più semplice è la cura delle piante con vaso, per le quali sono agevolate le operazioni di spostamento senza pregiudicare l'apparato radicale. Occorre comunque provvedere per tutte a proteggere dal freddo la l'apparato e mantenere inumidito il terreno.

Per ogni pianta, andrà verificata, la conformazione dell'apparato radicale, deve essere equilibrato, privo di attorcigliamenti, malformazioni e buon capillizio.

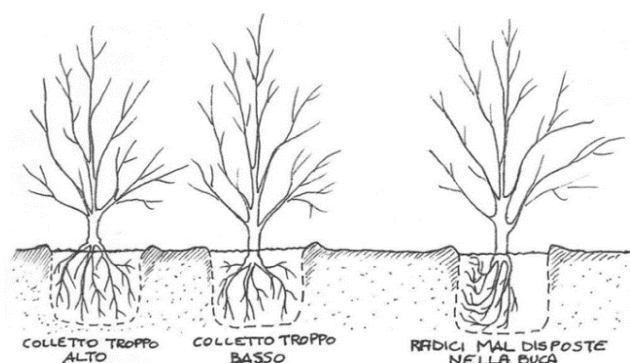
L'altezza della pianta è non significativa; l'importante è che ci sia equilibrio fra il diametro al colletto della pianta e l'altezza della stessa (rapporto ipsodiametrico): il valore ottimale è 80.

Infine, andranno valutati attentamente la gemma, il getto apicale e la scelta della provenienza del materiale vegetale, privilegiando, quando possibile, ecotipi locali.

È molto importante posizionare correttamente la pianta tenendo presente che il “colletto” (cioè il punto di passaggio tra le radici e il fusto) deve rimanere qualche centimetro sopra il livello del terreno. Una pianta

messa a dimora con colletto troppo basso rischierà l'asfissia radicale, mentre il colletto troppo alto comporterà crisi idriche durante l'estate.

Anche la disposizione delle radici deve essere ben eseguita aprendone i getti e mantenendoli diretti verso il basso mentre si riempie la buca.



*Figura 16 - Disposizione della radice*

Gli ulivi necessiteranno nel primo anno di vegetazione di un “tutore” (canna di bambù) legato con legacci cedevoli per evitare successive strozzature.

Una volta terminata la messa a dimora è opportuno bagnare abbondantemente l'area delle radici della pianta così che la terra si assesti ben bene. Può risultare molto utile la creazione di un solco attorno al fusto per aumentare il contenimento dell'acqua durante l'irrigazione.

### 15.2.3 Concimazione

Rappresenta il trattamento più importante per favorire la formazione di una struttura stabile e duratura, in tutti i diversi tipi di substrato. L'apporto di sostanza organica è l'elemento base per favorire l'attività biologica del suolo ma anche per una migliore produzione agricola: mette a disposizione materiale ed energia ed apporta grosse quantità di sostanze colloidali.

L'attività di assistenza tecnica della Regione Siciliana – Assessorato regionale dell'agricoltura, dello sviluppo rurale e della pesca mediterranea, nel corso degli anni, ha potuto rilevare le seguenti informazioni:

#### **Asportazioni medie di elementi minerali in Kg/ha per anno:**

- Azoto (N) kg/ha 36 – 54
- Fosforo ( $P_2O_5$ ) kg/ha 10 – 20
- Potassio ( $K_2O$ ) kg/ha 40 – 60



Tali quantitativi sono quelli più ricorrenti nei terreni presenti in Sicilia e variano in funzione della produttività. L'asportazione del calcio è pari a quella del potassio.

### **Concimazione di produzione**

Concimazione di oliveto condotto in irriguo

- Azoto (N) kg/ha 130
- Fosforo ( $P_2O_5$ ) kg/ha 50
- Potassio ( $K_2O$ ) kg/ha 120

Vanno distribuiti in inverno (gennaio/febbraio) su tutta la superficie di terreno (irrigazione a pioggia), sotto la proiezione della chioma (irrigazione localizzata), interrando.

L'apporto di azoto, deve essere frazionato in tre soluzioni, una prima parte durante la ripresa vegetativa, insieme al fosforo e potassio in inverno, la seconda all'inizio dell'estate (giugno) subito dopo l'allegagione, la terza prima o subito dopo la raccolta.

| Elemento | Ripresa vegetativa-allegagione (%) | Allegagione-Indurimento del nocciolo (%) | Indurimento del nocciolo-Raccolta (%) |
|----------|------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------|
| N        | 41,5                               | 29,5                                     | 29,0                                  |
| P        | 24,6                               | 38,9                                     | 36,5                                  |
| K        | 33,5                               | 31,4                                     | 35,1                                  |

*Tabella 13 – Ripartizione percentuale del fabbisogno di azoto, fosforo e potassio nelle diverse fasi del ciclo annuale*

Il contenuto in sostanza organica varia in funzione delle condizioni ambientali, delle caratteristiche del substrato e della destinazione del sito. Il contenuto di sostanza organica può variare in funzione della granulometria del terreno. Per integrare la disponibilità tellurica di sostanza organica si possono utilizzare diversi tipi di materiali:

#### • Sottoprodotti zootecnici

- Letame: è la miscelanza di deiezioni liquide e solide con materiali vegetali, utilizzati come lettiera.
- liquame: è una miscela di deiezioni solide, liquide, nonché acqua, prodotto nei moderni allevamenti senza più lettiera. Come il letame, anche il liquame prima di essere distribuito deve essere conservato per un congruo periodo di tempo, al fine di abbattere la carica patogena.



- pollina: è la mescolanza di feci e lettiera di allevamenti avicoli. A differenza delle altre deiezioni la pollina presenta un'elevata percentuale in sostanza organica, associata ad un altrettanto elevato tenore in azoto (sia ureico che ammoniacale).
- Scarti organici trattati come compost da rifiuti e compost di qualità.
- Sovescio, cioè l'interramento di una coltura erbacea seminata appositamente, al fine di aumentare il tasso di sostanza organica e/o di azoto nel substrato.

#### 15.2.4 Irrigazione

L'irrigazione verrà effettuata per le piante arboree messe a dimora per i primi cinque anni di impianto, successivamente verranno praticate solo irrigazioni di soccorso. I consumi idrici dovuti agli apporti irrigui nei primi 5 anni sono pari a circa 350 mc\*ha/anno, quindi per la superficie coltivata ad uliveto pari a 0,83 ha si avrà un consumo idrico annuo pari a **290,50 mc/anno**.

#### 15.2.5 Controllo delle erbe infestanti

Il controllo delle erbe infestanti e dei parassiti, si limiterà alle operazioni a basso impatto, senza utilizzo di sostanze di sintesi.

#### 15.2.6 Piano di manutenzione

La manutenzione dei siti di impianto per gli ulivi verrà effettuata per i primi due anni dalla messa a dimora delle piante.

La manutenzione della vegetazione arborea durante il periodo concordato comprende le seguenti operazioni:

- Irrigazioni di soccorso;
- ripristino conche e rincalzo (laddove presenti);
- concimazioni (da effettuare assecondando la fisiologia della pianta sottoposta a trapianto);
- potature di formazione (se necessarie);
- spollonature;
- re-enforcement, tramite ripristino delle fallanze con messa a dimora per un periodo annuale;
- difesa dalla vegetazione infestante, mediante reintegri della copertura di tipo naturale distribuito allo stato sfuso, e controllo della tenuta dei pacciamanti in teli;



- ripristino della verticalità delle piante, a seguito di cedimenti del suolo o in conseguenza di atti vandalici;
- controllo legature e tutoraggi;
- controllo dei parassiti e delle fitopatie in genere.

La cadenza sarà comunque meglio definita in funzione dei risultati del monitoraggio degli attecchimenti per il miglioramento degli obiettivi di conservazione dell'efficienza nel tempo delle opere realizzate.

### 15.2.7 Potatura

La potatura deve seguire in modo adeguato la crescita della pianta. L'obiettivo della potatura è ottimizzare la distribuzione dei frutti in modo omogeneo su tutti i rami e smorzare la naturale attitudine dell'ulivo a produrre ad anni alterni. Il taglio deve essere netto e presentare una superficie regolare, liscia e inclinata, in modo da far scorrere via l'acqua evitando l'accumulo di umidità, fonte di marcescenza del legno.

La potatura dell'ulivo deve essere eseguita quando la pianta è in riposo vegetativo, quindi sul finire dell'inverno. Succhioni e polloni però possono essere eliminati anche durante l'estate mentre è da evitare una potatura precoce fra novembre e febbraio, per evitare un risveglio anticipato della pianta. Anche una potatura tardiva andrebbe evitata perché deprime il potenziale produttivo dell'ulivo. La potatura dell'ulivo si esegue solitamente durante la stagione autunnale e invernale, quando, cioè, il ciclo vegetativo della pianta è in fase di riposo. La potatura cosiddetta “invernale” o “secca” si pratica dopo la raccolta dei frutti (a differenza di altre piante l'ulivo, essendo un sempreverde, non perde mai le sue foglie) e la primavera successiva, prima che siano spuntati i nuovi germogli. Il periodo ottimale per questa fase va quindi circa dal mese di ottobre al mese di marzo e va effettuata con cadenza annuale. Generalmente l'ulivo diventa effettivamente produttivo a partire dal 3° o 4° anno di vita e raggiunge il suo picco di produttività all'incirca al 9° anno. Le operazioni di potatura seguono l'età e le esigenze della pianta, per favorire sia la sua crescita vegetativa, sia la sua entrata in produzione.

La potatura di allevamento viene generalmente eseguita nei primi periodi di vita delle piante. Si tratta di un intervento che serve a impostare la forma della chioma e a determinarne, quindi, un'armoniosa crescita futura. Ad esempio, la potatura dell'olivo di un anno è legata proprio a finalità di allevamento, ossia all'intento di dare alla pianta la forma desiderata, che si tratti del vaso policonico, del globo, del vaso cespugliato, del monocaule a chioma libera o del monocono. Questa tipologia di potatura incentiva anche l'entrata in fase produttiva delle piante e può essere necessaria periodicamente per diversi anni. Con potatura di mantenimento si definisce, infatti, lo stesso tipo di operazione eseguito su piante ormai mature.

La potatura di produzione, invece, mira a tenere in perfetto stato le chiome ormai folte, conservando un bilanciamento tra il loro sviluppo riproduttivo e quello vegetativo. Nel caso in cui una pianta non sia stata potata mai o per diverse stagioni, si può procedere con una potatura di riforma, per rimodellare l'aspetto delle sue fronde.



Infine, la potatura di rimonda elimina i rami secchi e ormai improduttivi, evitando alle piante molti rischi di malattie e infezioni. Può anche avere una valenza curativa, ovvero essere effettuata tempestivamente se si presentano problematiche di salute. Gli interventi ricompresi sotto il termine “potatura” sono in realtà numerosi e inglobano sia le operazioni di taglio dei rami, sia attività di eliminazione di alcune gemme o di inclinazione dei rami stessi per modificare la distribuzione della linfa all'interno della pianta. La regola fondamentale è quella di studiare a fondo le caratteristiche dell'olivo prima di procedere con qualsiasi tipo di potatura. Piante diverse, infatti, hanno esigenze fisiologiche totalmente differenti, e non prestare attenzione a queste particolarità può influire negativamente sulla loro crescita.

Alcune operazioni di potatura sono generalmente molto utili, come ad esempio l'asportazione di succhioni e polloni, ossia i rami che crescono rispettivamente su altri rami o alla base del tronco e che, non essendo produttivi, tolgono prezioso nutrimento alle altre parti della chioma. Anche rimuovere i rami secchi o arieggiare le fronde porta grandi vantaggi alla pianta e al suo benessere. Oltre ad asportare completamente rami o intere branche, per favorire la produzione vegetativa è possibile anche eseguire operazioni di accorciamento dei rami, definite tagli di raccorciamento, di spuntatura oppure di speronamento, a seconda dell'altezza a cui vengono effettuati. I tagli di ritorno, invece, sono quelli che hanno lo scopo di eliminare l'apice di una branca subito sopra una sua ramificazione laterale, per indirizzare la distribuzione del nutrimento verso il centro della chioma.

Nell'ambito della potatura verde sono frequenti anche operazioni di cimatura o scacchiatura dei germogli o il delicato intervento di diradamento dei frutti, utili per scongiurare l'alternanza di produzione nelle annate future. Divaricazioni e piegature dei rami contribuiscono, infine, a convogliare le sostanze nutritive verso le porzioni desiderate della pianta, nonché a regolare efficacemente il rapporto tra produttività e sviluppo vegetativo.

La parte superiore della pianta ha un'essenziale influenza sull'equilibrio fisiologico dell'olivo e occorre potarla con attenzione per favorire la crescita della chioma nella parte centrale, nonché una corretta illuminazione e aerazione dei rami. È funzionale, quindi, sia alla produzione, sia allo sviluppo vegetativo della pianta, indipendentemente dalla forma di coltivazione selezionata. Tenzionalmente un albero non va comunque mai cimato totalmente, per mantenere attivo il suo sviluppo in altezza, anche se è d'obbligo limitarlo in favore di una crescita omogenea. Inoltre, l'altezza dell'olivo dipende anche dal sistema di raccolta utilizzato, dalle attrezzature e dalla possibilità di impiego o meno di strumenti telescopici. Ogni taglio apportato al tronco, alla branca o ai rami dovrà essere quanto più possibile preciso e senza sbavature, in modo da ridurre al minimo la superficie che deve poi guarire. Infatti, per la pianta ogni taglio corrisponde a una ferita da rimarginare nel più breve tempo possibile, per evitare il pericolo di infezioni o infestazioni parassitarie. Anche se si utilizzano attrezzature perfettamente affilate e performanti, è meglio coprire i tagli con prodotti specifici, come il mastice di guarigione, che possano velocizzare la cicatrizzazione del legno. Gli attrezzi necessari sono un troncarelli, forbici in grado di eseguire tagli netti ed evitare di sfibrare il legno (fino a 3-4 centimetri), in caso di spessori superiori è necessario considerare l'uso dei potatori a catena, che possono agire senza sforzi anche su diametri di 15-20 cm.

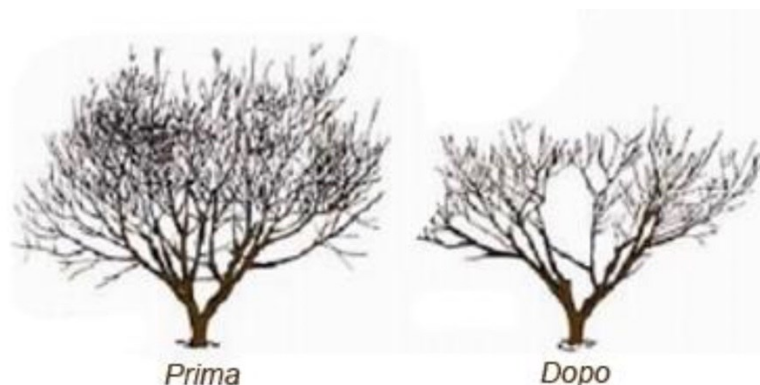


Figura 17 - Esempio di chioma di ulivo prima e dopo la potatura.

### 15.2.8 Produttività dell'uliveto

Considerata la superficie ad uliveto della fascia perimetrale 0,83 ha, sia stima che della produttività dell'uliveto, in olio, è di circa 0,975 ton/Ha \* 0,83 Ha = 0,81 ton di olio di oliva all'anno:

Valore economico della Produzione Lorda Vendibile = € 7.660,00/ton \* 0,81 ton = **6.204,60 €**;

I Costi complessivi si calcolano nell'ordine di circa € 5.750,00/Ha/anno \* 0,83 ha = **4.772,50 €**;

Reddito netto dell'uliveto è pertanto così determinato

$$R_n = PLV - \text{Costi} = 6.204,60 \text{ €} - 4.772,50 \text{ €} = \mathbf{1.432,10 \text{ € /annui.}}$$

### 15.3 Rendimento economico produzione agricola

Nella tabella seguente viene riportato il riepilogo della produzione lorda vendibile, dei costi e dei ricavi della produzione agricola all'interno dell'impianto agrivoltaico “ERICE”:

| Produzioni         | Produzione lorda vendibile € | Costi €         | Ricavi €        |
|--------------------|------------------------------|-----------------|-----------------|
| Leguminose (Sulla) | 758,40                       | 532,79          | 225,61          |
| Uliveto            | 6.204,60                     | 4.772,50        | 1.432,10        |
| <b>Totale</b>      | <b>6.963,00</b>              | <b>5.305,29</b> | <b>1.657,71</b> |

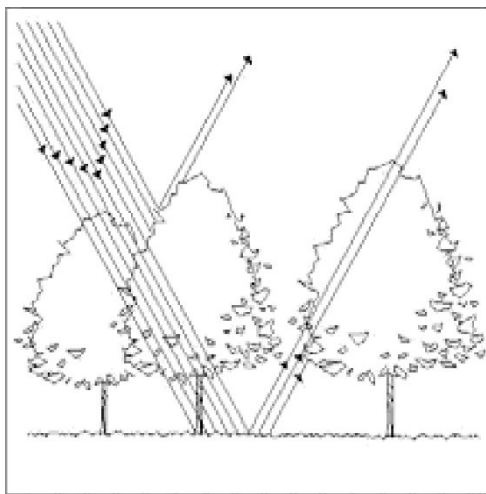
Tabella 14 - Rendimento economico della conduzione agricola all'interno dell'impianto agrivoltaico

## 16 AREE ECOTONALI

La principale misura di mitigazione, ma allo stesso tempo anche di compensazione, sarà la creazione di nuovi habitat, ovvero ecotoni, fasce di transizione fra un ambiente e un altro. La naturalità di un luogo si caratterizza molto per la presenza di abbondanti fasce ecotonali, nelle quali lo scambio di energia e la biodiversità è particolarmente elevata. Le principali aree ecotonali previste sono:

- fascia arborea perimetrale
- corridoi ecologici

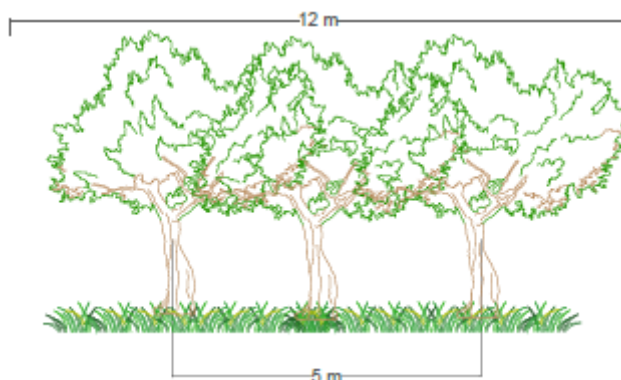
La **fascia arborea perimetrale** consiste in un doppio filare arboreo ed arbustivo localizzato attorno all'intero perimetro dell'impianto, che avrà una funzione non solo ecologica ed agronomica ma anche di mitigazione dell'impatto visivo dell'impianto e valenza ecosistemica in quanto concorre alla formazione di un microclima atto a regolarizzare la temperatura (assorbimento dell'umidità, zone d'ombra, ecc.), a mitigare i venti, a purificare l'atmosfera (depurazione chimica per effetto della fotosintesi e fissazione delle polveri che vengono trattenute dalle foglie) da parte delle masse di fogliame di alberi.



*Figura 18 - Effetto della barriera vegetale sul microclima*

Tipologicamente la fascia arborea perimetrale (**0,83 ettari**) sarà costituita da un filare doppio di **alberi di ulivo** (varietà Nocellara), 241 alberi, disposti linearmente con sesto 5x5 metri, che verranno messe a dimora all'età di 5 anni circa (vaso cm 30 diam. - altezza pianta cm 200/250).

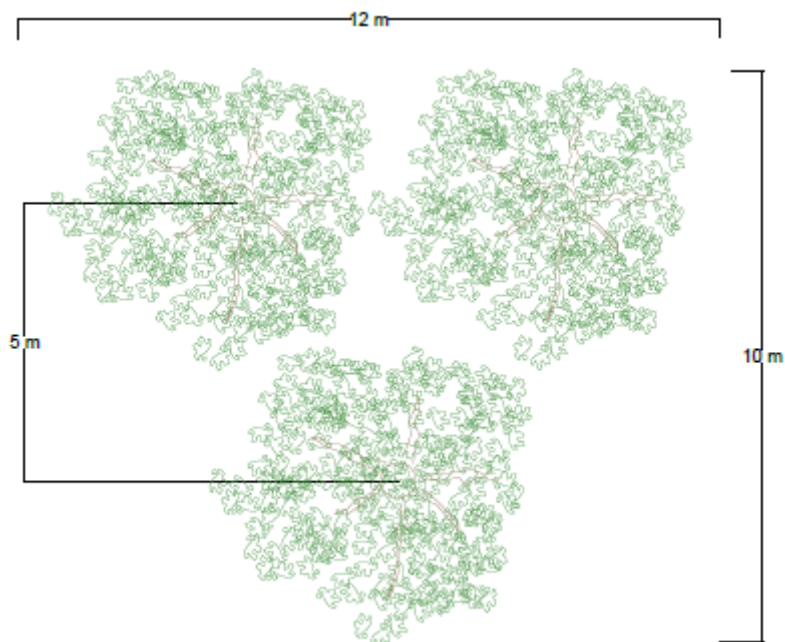
La realizzazione della fascia arborea perimetrale assolverà pertanto non solo una funzione di mitigazione dell'impatto visivo ma anche una funzione ecologica (aumento della biodiversità, rifugi per la fauna) e agronomica (produzione di olio).



*Figura 19 - Sezione fascia arborea di protezione e separazione*

Le fasce vegetali sono utili in quanto fungono da tampone con l'uso antropico dei terreni e sono in grado di intrappolare sedimenti e assorbire il ruscellamento superficiale. Questi habitat vengono denominati *ecotoni* ovvero quelle fasce di transizione fra un ambiente e un altro. La naturalità di un luogo si caratterizza molto per la presenza di abbondanti fasce ecotonali, nelle quali lo scambio di energia e la biodiversità è particolarmente elevata.

Per quanto riguarda la disposizione si dovrà evitare di adottare schemi troppo rigidi, bensì di tipo naturaliforme e seguendo un ordine seriale.



*Figura 20 - Esempio di sesto d'impianto consigliato per la fascia arborea di protezione e separazione*

È prevista la formazione dei **Corridoi ecologici** che saranno localizzate nella fascia di rispetto dell'impianto presente nell'area dell'impianto, la fascia di rispetto sarà costituita nel totale di 10 metri, di cui 6 saranno

destinati a coltivazione o fascia arborea, e i restanti 4 metri saranno dedicati al mantenimento della vegetazione naturale idro-igrofila, e sarà costituita da:

- *Phragmites australis*
- *Tamarix africana*
- *Nerium Oleander*

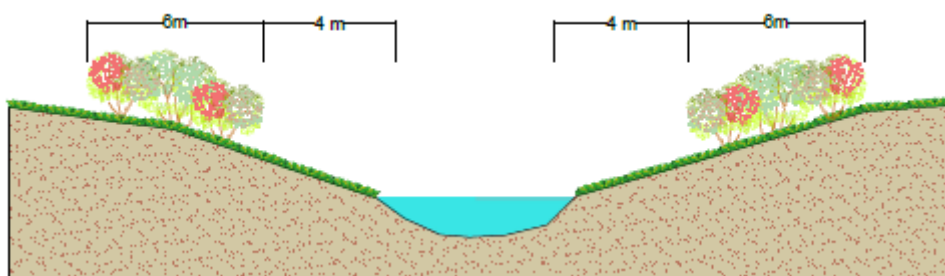


Figura 21 - Particolare del corridoio ecologico idro-igrofilo

Tenuto conto della vegetazione potenziale, nelle opere a verde si dovranno pertanto utilizzare specie che rispondano non solo ad esigenze funzionali ma anche ecologiche, nonché di reperibilità. Di seguito viene fornito un elenco delle specie caratteristiche appartenenti alla Serie dello *Oleo-Quercetum virgilianae*.

| Habitus   | h max | SPECIE                               | <i>Oleo sylvestri-Quercetum virgilianae</i> |
|-----------|-------|--------------------------------------|---------------------------------------------|
| Albero    | 25 m  | <i>Quercus ilex</i>                  | SC                                          |
| Albero    | 12 m  | <i>Quercus calliprinos</i>           | SO                                          |
| Albero    | 10 m  | <i>Ceratonia siliqua</i>             | SC                                          |
| Albero    | 8 m   | <i>Olea europaea var. sylvestris</i> | SC                                          |
| Albero    | 8 m   | <i>Arbutus unedo</i>                 | SA                                          |
| Albero    | 6-7m  | <i>Phillyrea latifolia</i>           | SC                                          |
| Albero    | 5 m   | <i>Rhamnus alaternus</i>             | SA                                          |
| Albero    | 5 m   | <i>Tamarix africana</i>              | SA                                          |
| Arbusto   | 4 m   | <i>Pistacia lentiscus</i>            | SC                                          |
| Arbusto   | 3 m   | <i>Myrtus communis</i>               | SA                                          |
| Arbusto   | 3 m   | <i>Chamaerops humilis</i>            | SC                                          |
| Arbusto   | 3 m   | <i>Spartium junceum</i>              | SA                                          |
| Arbusto   | 3 m   | <i>Calicotome infesta</i>            | SC                                          |
| Arbusto   | 1,5 m | <i>Teucrium fruticans</i>            | SC                                          |
| Arbusto   | 1,5 m | <i>Salvia rosmarinus</i>             | SA                                          |
| Cespuglio | 3 m   | <i>Rosa sempervirens</i>             | SC                                          |
| Cespuglio | 1,2 m | <i>Euphorbia characias</i>           | SC                                          |
| Cespuglio | 1 m   | <i>Asparagus acutifolius</i>         | SC                                          |



|           |                            |                        |                         |
|-----------|----------------------------|------------------------|-------------------------|
| Cespuglio | 0,6m                       | <i>Thymus vulgaris</i> | SC                      |
| Lianosa   |                            | <i>Smilax Aspera</i>   | SC                      |
| Lianosa   |                            | <i>Edera helix</i>     | SC                      |
| Lianosa   |                            | <i>Tamus communis</i>  | SC                      |
| Legenda:  | SC = specie caratteristica | SA = specie associata  | SO = Specie occasionale |

Tabella 15 - Elenco delle possibili specie da utilizzare appartenenti alla vegetazione potenziale

Inoltre le piante attraverso il processo della fotosintesi sottraggono biossido di carbonio all'atmosfera restituendo ossigeno. L'ossigeno prodotto da un ettaro di bosco è però solo lo 0,03% dell'ossigeno presente in quello stesso ettaro (Weidensaul1973), tale processo non appare pertanto rilevante sull'ambiente locale. È rilevante invece in termini di sostenibilità globale il contributo all'assorbimento e alla conseguente riduzione della CO<sub>2</sub> di un ettaro di bosco (alle nostre latitudini), questo infatti in un periodo di quindici anni dal suo impianto assorbe un totale di 315 tonnellate di CO<sub>2</sub> e giunto ad uno stadio climax assorbe annualmente fino a 30 tonnellate di CO<sub>2</sub>. (mod. da U.S. Department of Energy).

Nella tabella seguente viene riportato il quadro riassuntivo delle specie vegetali che costituiranno le aree ecotonali, riportante il numero, l'altezza di messa a dimora, l'altezza massima di sviluppo ed il relativo assorbimento di CO<sub>2</sub>:

| Specie                      | Habitus | h di messa a dimora (m) | h max sviluppo (m) | età di messa a dimora | n   | Assorbimento CO <sub>2</sub> kg/anno/individuo | t CO <sub>2</sub> /anno |
|-----------------------------|---------|-------------------------|--------------------|-----------------------|-----|------------------------------------------------|-------------------------|
| <i>Olea europea</i>         | Albero  | 2,2                     | 6                  | 5                     | 241 | 5,48                                           | 1,32                    |
| <i>Tamarix africana</i>     | Albero  | 1                       | 8                  | 3                     | 26  | 3,50                                           | 0,09                    |
| <i>Nerium oleander</i>      | Arbusto | 1                       | 4                  | 3                     | 26  | 4,50                                           | 0,12                    |
| <i>Phragmites australis</i> | Elofita | 0,4                     | 3                  | 1                     | 26  | 0,60                                           | 0,02                    |
| Totale                      |         |                         |                    |                       | 319 |                                                | 1,54                    |

Tabella 16 - Quadro riassuntivo delle specie vegetali che saranno impiegate per la realizzazione delle aree ecotonali

## 16.1 Gestione e manutenzione della vegetazione arborea

Per quanto riguarda il fabbisogno idrico della fascia arborea, sarà previsto un impianto di irrigazione, che fornirà un apporto idrico seguendo il piano di adattamento redatto seguendo i coefficienti colturali e l'evapotraspirazione mensile per le Aree del Sud Italia riportate dal Mipaaf, come riportato nella tabella seguente:



| PERIODO                                                                                           | Kc   | Volume<br>adacquamento<br>(mc) | PERIODO               | Kc   | Volume<br>adacquamento<br>(mc) | PERIODO                 | Kc   | Volume<br>adacquamento<br>(mc) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------------------------------|-----------------------|------|--------------------------------|-------------------------|------|--------------------------------|
| 1 Aprile - 30 Aprile                                                                              | 0,01 | 1,53                           | 1 Luglio - 8 Luglio   | 0,08 | 12,25                          | 9 Settembre - 16 Sett.  | 0,13 | 19,91                          |
| 1 Maggio - 8 Maggio                                                                               | 0,01 | 1,53                           | 9 Luglio - 16 Luglio  | 0,09 | 13,78                          | 17 Settembre - 23 Sett. | 0,11 | 16,84                          |
| 9 Maggio - 16 Maggio                                                                              | 0,03 | 4,59                           | 17 Luglio - 24 Luglio | 0,09 | 13,78                          | 24 Settembre - 30 Sett. | 0,11 | 16,84                          |
| 17 Maggio - 24 Maggio                                                                             | 0,04 | 6,12                           | 25 Luglio - 31 Luglio | 0,10 | 15,31                          | 1 Ottobre - 8 Ottobre   | 0,09 | 13,78                          |
| 25 Maggio - 31 Maggio                                                                             | 0,04 | 6,12                           | 1 Agosto - 8 Agosto   | 0,12 | 18,37                          | 1 Ottobre - 8 Ottobre   | 0,09 | 13,78                          |
| 1 Giugno - 8 Giugno                                                                               | 0,05 | 7,66                           | 9 Agosto - 16 Agosto  | 0,12 | 18,37                          | 9 Ottobre - 16 Ottobre  | 0,05 | 7,66                           |
| 9 Giugno - 16 Giugno                                                                              | 0,05 | 7,66                           | 17 Agosto - 24 Agosto | 0,12 | 18,37                          | 17 Ottobre - 24 Ottobre | 0,04 | 6,12                           |
| 17 Giugno - 23 Giugno                                                                             | 0,06 | 9,19                           | 25 Agosto - 31 Agosto | 0,13 | 19,91                          | 25 Ottobre - 29 Ottobre | 0,03 | 4,59                           |
| 24 Giugno - 30 Giugno                                                                             | 0,07 | 10,72                          | 1 Settembre - 8 Sett. | 0,13 | 19,91                          |                         |      |                                |
| <b>Totale</b>                                                                                     |      | <b>55,12</b>                   | <b>Totale</b>         |      | <b>150,06</b>                  | <b>Totale</b>           |      | <b>99,53</b>                   |
| <i>Nota bene: I coefficienti culturali tabellati fanno riferimento a specie arboree termofile</i> |      |                                |                       |      |                                |                         |      |                                |
| ESEMPIO DI CALCOLO                                                                                |      |                                |                       |      |                                |                         |      |                                |
| Kc X ae X ha-1                                                                                    |      |                                |                       |      |                                |                         |      |                                |
| Superficie a verde: 0,83 ha                                                                       |      |                                |                       |      |                                |                         |      |                                |
| Periodo considerato: 17 Maggio - 24 Maggio, coefficiente culturale periodo: 0,10                  |      |                                |                       |      |                                |                         |      |                                |
| media acqua evaporata: mm 40                                                                      |      |                                |                       |      |                                |                         |      |                                |
| volume medio adacquamento = $0,1 \times 0,40 \times 19,20$ litri/pianta                           |      |                                |                       |      |                                |                         |      |                                |
| 3,95-1 =                                                                                          |      |                                |                       |      |                                |                         |      |                                |
| VOLUME TOTALE ADACQUAMENTO: 304,71 mc                                                             |      |                                |                       |      |                                |                         |      |                                |

Tabella 17 - Piano di adacquamento per i primi cinque anni dalla messa a dimora

L'impianto di irrigazione sarà del tipo a goccia localizzata con gocciolatori da posizionare in vicinanza delle piante, distribuendo le tubazioni irrigue uniformemente sulle superfici a verde in modo tale da fornire l'acqua necessaria ad ogni pianta nonché riducendo gli sprechi.

Trattandosi di specie termofile, adatte a resistere a lunghi periodi di siccità, la somministrazione dell'acqua avverrà nei primi 5 anni 2/3 volte a settimana, successivamente l'irrigazione si limiterà ai periodi maggiormente aridi ed in ogni caso, il personale addetto alla manutenzione dovrà verificare lo stato di salute delle piante intervenendo qualora venga riscontrato uno stato di sofferenza.

Per quanto riguarda le potature saranno effettuate nel periodo tardo autunnale e limitate a succhioni e o polloni o comunque a rami che possano creare disturbo alla recinzione.

Eventuali concimazioni avverranno nel periodo primaverile e saranno utilizzati esclusivamente letame maturo (5-8 kg ogni mq) o ammendanti organici, come il compost (2-3 kg ogni mq).

## 17 PROVENIENZA DEL MATERIALE VEGETALE

Tutto il materiale vegetale utilizzato nelle sistemazioni a verde deve essere prodotto e commercializzato in conformità al decreto legislativo 10 novembre 2003, n. 386 (Attuazione della direttiva 1999/105/CE relativa alla commercializzazione dei materiali forestali di moltiplicazione) e al decreto legislativo 19 agosto

2005, n. 214 (Attuazione della direttiva 2002/89/CE concernente le misure di protezione contro l'introduzione e la diffusione nella Comunità di organismi nocivi ai vegetali o ai prodotti vegetali), nonché corredato, nei casi previsti dalla predetta normativa, da:

- a) certificato principale di identità, ai sensi dell'articolo 6, del d.lgs. 386/2003;
- b) passaporto delle piante dell'Unione europea sullo stato fitosanitario del materiale di propagazione.

Inoltre, volendo favorire esclusivamente il germoplasma locale presente in situ, in collaborazione con vivai specializzati ed autorizzati dalla Regione Sicilia per la certificazione di provenienza, si provvederà alla raccolta e alla moltiplicazione vegetativa (anche attraverso le tecniche di micropropagazione) in un vivaio di cantiere.

## 18 MEZZI AGRICOLI PER LA CORRETTA GESTIONE DELL'ATTIVITÀ AGRICOLA

Oltre ai mezzi meccanici specifici che dovranno essere acquisiti per lo svolgimento delle lavorazioni agricole di ciascuna coltura, la gestione richiede necessariamente l'impiego di trattore gommata convenzionale da frutteto. In considerazione della superficie da coltivare e delle attività da svolgere, la trattore gommata dovrà essere di media potenza (65 kW), di larghezza ridotta (<1,70 m) e con la possibilità di installare un elevatore frontale.



Figura 22 - Dimensioni caratteristiche di un trattore da frutteto con cabina ribassata (Fonte: CNH)

Per tutta la superficie di FV (tra i pannelli), si utilizzerà quindi un trattore della tipologia di cui sopra con attacco alla presa di potenza dei diversi organi di lavoro (cfr. tabella sotto riportata in cui sono riportate in formato tabellare le diverse operazioni colturali e relativi organi di lavoro necessari per la coltivazione e produzione di foraggio.

| Operazionicolture                     | Tipologiaorgano di lavoro           |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Preparazione- lavorazione del terreno | Tiller/erpice/vibrocoltivatori      |
| semina                                | seminatrice                         |
| concimazione                          | spandiconcime                       |
| falciacondizionatrice                 | sfalcio                             |
| Accumulo dello sfalcio in andane      | Andanatori con deposizione laterale |

*Tabella 18 - Operazioni colturali e relativi organi di lavoro necessari per la conduzione del prato polifita*

Per lo svolgimento delle attività gestionali della fascia arborea sarà acquistato un compressore portato, da collegare alla PTO del trattore.

Questo mezzo, relativamente economico, consentirà di collegare vari strumenti per l'arboricoltura - quali forbici e seghetti per la potatura, e abbacchiatori per la raccolta di olive - riducendo al minimo lo sforzo degli operatori.

Per tutte le lavorazioni la società di gestione acquisterà una trattrice convenzionale ed una trattrice specifica per impianti arborei.



*Figura 23 - Compressore PTO per il funzionamento di strumenti pneumatici per l'arboricoltura e scuotitore motorizzato per la raccolta di olive (Foto: Campagnola)*

Per quanto concerne l'operazione di potatura, durante il periodo di accrescimento delle colture arboree (circa 5 anni per l'ulivo), le operazioni saranno eseguite a mano, anche con l'ausilio del compressore portato.

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



*Figura 24 - Esempio di spandiconcime localizzato mono/bilaterale per frutteti (Foto: EuroSpand)*

I trattamenti fitosanitari sull'ulivo, come indicato in precedenza, sono piuttosto ridotti ma comunque indispensabili. Si effettuerà un trattamento invernale con idrossido di rame in post-potatura e, se rilevata dal monitoraggio, un trattamento contro la mosca dell'ulivo (*Bactrocera oleae*). Sulle giovani piante di ulivo, al fine di prevenire infestazioni di oziorinco (*Otiorhynchus cribricollis*) sulle foglie, dovranno essere legati degli elementi in lana di vetro alla base dei tronchi, per impedire la salita degli insetti dal suolo. Saranno inoltre effettuati alcuni trattamenti di concimazione fogliare mediante turboatomizzatore dotato di getti orientabili che convogliano il flusso solo su un lato.



*Figura 25 - Esempi di atomizzatore portato a spalla e trainato con getti orientabili per trattamenti su colture arboree (Foto: Nobili S.r.l.)*



## 19 ACCORDO CON AZIENDA AGRICOLA LOCALE PER LA GESTIONE PRODUTTIVA DELLE COLTURE

La società proponente, anche a tutela dell'immagine di prestigio internazionale che la caratterizza, intende procedere con metodo e coscienza alla conduzione dell'attività agricola prevista, che ritiene componente essenziale dell'impianto agro-fotovoltaico ERICE.

L'approccio che la Società ritiene più efficiente per la fattività delle cose è confrontarsi con chi opera da anni nel campo della produzione agricola di nicchia e nella didattica legata all'agricoltura e all'ecologia del paesaggio e in questo caso anche delegare la gestione pratica dell'attività agricola allo stesso soggetto. A tal proposito, l'implementazione delle soluzioni agronomiche proposte nel presente progetto sono state pensate e sviluppate di comune accordo con una **Azienda Agricola locale**, operante nel settore.

## 20 EFFETTI FISICI E BIOLOGICI NEL SISTEMA AGRIVOLTAICO

La presenza dei pannelli fotovoltaici determina alcune modificazioni microclimatiche riferibili alla disponibilità di radiazione, alla temperatura e all'umidità del suolo che avranno effetti positivi sulle esigenze della specie coltivate.

### 20.1 Radiazione solare

La radiazione solare è un fattore essenziale per le piante, garantendo lo svolgimento della fotosintesi clorofilliana, l'accrescimento e la produzione dei prodotti agricoli. Le piante, tuttavia, utilizzano solo una minima parte della radiazione solare, dal 2 al 5%, ed in particolare possono impiegare per la fotosintesi solo la frazione visibile, definita PAR (Radiazione Fotosinteticamente Attiva), compresa tra 400 e 700 nm di lunghezza d'onda, che è pari a circa il 40% della radiazione globale. Le piante peraltro riflettono alla superficie delle foglie il 25% della radiazione globale, pari al 10% della radiazione visibile PAR. Va sottolineato che, in condizioni normali di pieno sole, la radiazione globale che raggiunge la superficie del terreno si compone per metà di radiazione diretta, e per metà di radiazione diffusa priva di direzione prevalente.

La presenza del pannello fotovoltaico riduce la percentuale di radiazione diretta, ovvero quella che raggiunge direttamente il suolo, con intensità variabile in funzione della distanza dal filare fotovoltaico, del momento del giorno e del periodo dell'anno, mentre si prevede un aumento della quantità di radiazione diffusa. Nel presente impianto si stima che la riduzione media annua della radiazione diretta sia dell'80% nelle zone immediatamente adiacenti al filare (fino a circa 1 m di distanza), mentre nella zona centrale sia solamente del 35-40%. In realtà, queste riduzioni devono considerarsi meno marcate nel periodo



primaverile-estivo durante il quale si realizza lo sviluppo delle maggior parte delle piante coltivate essendone soddisfatte le esigenze termiche, per effetto del maggior angolo di elevazione solare. Inoltre, la tipologia mobile del pannello fotovoltaico adottata in progetto, per effetto di riflessione consente alle piante coltivate di sfruttare la radiazione sia riflessa che diffusa dai pannelli stessi.

Per quanto riguarda il livello di saturazione per l'intensità luminosa, le piante vengono classificate in eliofile e sciafile. Le prime richiedono una elevata quantità di radiazione, mentre le sciafile soffrono per un eccesso di illuminazione, anche se la maggior parte delle piante coltivate devono essere considerate sciafile facoltative in quanto nelle normali condizioni di coltivazione l'elevata fittezza di semina comporta sempre l'instaurarsi di un ambiente sub-ottimale per l'illuminazione. In generale, si considerano piante con elevate esigenze di intensità di radiazione i cereali, le piante da zucchero, le specie oleaginose, da fiore e da frutto. Sono invece considerate sciafile, con basse esigenze luminose, le specie da fibra, le piante foraggere e alcune piante orticole, nelle quali l'elevata fittezza di semina e l'ombreggiamento sono realizzati agronomicamente per accentuare l'allungamento dei fusti e quindi la produzione di fibra, foraggio e foglie, per effetto della maggiore presenza dell'ormone della crescita (auxina) che è foto-labile. Nell'insalata, ad esempio, un leggero ombreggiamento aumenta lo sviluppo fogliare e riduce lo spessore delle foglie, rendendo il prodotto anche di migliore qualità commerciale.

## 20.2 Temperatura

In riferimento alla temperatura dell'aria, questa rappresenta la diretta conseguenza della radiazione solare. Sebbene sia lecito attendersi una riduzione dei valori termici dell'atmosfera in zone ombreggiate rispetto alle zone in pieno sole, anche di 3-4 °C, l'ombreggiamento determina generalmente uno sfasamento termico, con un ritardo termico al mattino in fase di riscaldamento dell'atmosfera, e un rallentamento del raffreddamento pomeridiano-serale (Panozzo et al., 2019). Al di sotto dell'impianto fotovoltaico, inoltre, è lecito attendersi una maggiore umidità relativa dell'aria al mattino, e minore nel tardo pomeriggio-sera rispetto a zone in pieno sole. L'ombreggiamento delle colture è una pratica agricola molto utilizzata, ad esempio nelle serre per ridurre le temperature nel periodo estivo tramite reti ombreggianti (dal 30 al 50% di ombreggiamento) o pannelli fotovoltaici; l'ombreggiamento riduce la percentuale di nicotina nel tabacco e, nelle serre serve per favorire la colorazione rossa del pomodoro che sarebbe ostacolata da temperature troppo elevate. Ogni specie vegetale necessita di una specifica temperatura minima per accrescersi, il cosiddetto zero di vegetazione. Oltre questa base termica, l'accrescimento accelera all'aumentare della temperatura fino ad una temperatura ottimale, specifica per ciascun stadio di sviluppo, oltre la quale l'accrescimento rallenta fino ad arrestarsi (temperatura massima). Le elevate temperature estive, oltre la temperatura massima, possono quindi danneggiare l'accrescimento delle piante, condizione che si sta progressivamente accentuando in pieno sole a causa del cambiamento climatico. Per mitigare questi effetti, numerosi studi scientifici oggi sono concordi nel suggerire l'introduzione nei sistemi agricoli di filari alberati



e siepi a distanza regolare, proprio per attenuare l'impatto negativo delle elevate temperature e della carenza idrica estive. Un servizio analogo potrebbe essere offerto dall'impianto agrivoltaico.

In funzione delle esigenze termiche, le piante vengono raggruppate in microterme, generalmente a ciclo autunno-primaverile, aventi modeste esigenze termiche, e macroterme, piante estive che necessitano di temperature mediamente più elevate. I cereali microtermi (frumento, orzo, avena, segale) e molte specie foraggere graminacee (erba mazzolina in particolare, ma anche loiessa, loietto inglese, poa, festuca arundinacea, coda di topo, etc.), che hanno zero di vegetazione molto bassi, vicini a 1-2 °C, trarrebbero vantaggio dalla condizione di parziale ombreggiamento che si realizza in un impianto agri-voltaico (Mercier et al., 2020). Ne sarebbero comunque avvantaggiate anche le specie macroterme per la riduzione dei picchi di temperatura estivi e per la riduzione dell'evapotraspirazione, consentendo peraltro una riduzione dell'apporto irriguo artificiale. Il parziale ombreggiamento del suolo riduce il riscaldamento estivo del suolo stesso con effetti positivi sull'accrescimento delle radici, che possiedono un ottimo di temperatura per l'accrescimento inferiore rispetto alla parte aerea della pianta (16°C in molti cereali autunno- primaverili); in tali condizioni le radici possono accrescersi maggiormente anche grazie alla maggiore umidità e minore tenacità del terreno. Nel periodo invernale, invece, ci si attende che la presenza del fotovoltaico, mantenga la temperatura del suolo leggermente più elevata rispetto al pieno sole poiché le ali fotovoltaiche riflettono le radiazioni infrarosse (raggi caloriferi) emesse dalla terra durante il raffreddamento notturno, e questo permette un sensibile accrescimento delle piante microterme anche nei periodi più freddi dell'anno. Ne trarrebbero vantaggio in particolare le piante foraggere microterme.

## 20.3 Evapotraspirazione

L'evapotraspirazione è definita dalla somma delle perdite di acqua per evaporazione dal terreno e di traspirazione fogliare. Delle due, solo la perdita dalla pianta è utile all'accrescimento delle piante poiché mantiene gli stomi aperti, e quindi consente gli scambi gassosi utili alla fotosintesi (ingresso di anidride carbonica nella foglia). In condizioni di ombreggiamento è lecito attendersi una riduzione della traspirazione fogliare, e in modo più marcato, una riduzione dell'evaporazione dal terreno, determinando un aumento dell'efficienza d'uso delle riserve idriche del suolo. Nel frumento è stato stimato che al 50% di ombreggiamento si verifichi una riduzione del 30-35% dell'evapotraspirazione (Marrou et al., 2013), con un risparmio di circa 200 mm di acqua rispetto ai 400-600 mm normalmente richiesti dalla coltura in pieno sole. Poiché in Italia, la carenza idrica in fase di riempimento della granella ha conseguenze negative marcate sulla resa e sulla qualità ("stretta del grano"), il parziale ombreggiamento che si realizza nel sistema agri-voltaico deve essere considerato positivamente per questa coltura.



## 20.4 Esperienze di coltivazione in condizione di ombreggiamento

Allo stato attuale esistono limitate informazioni in merito agli effetti dell'ombreggiamento per la maggior parte delle piante erbacee coltivate, ed i dati disponibili derivano da studi di consociazione di specie erbacee con piante arboree organizzate in filari, e da pochi e giovani impianti agrivoltaici.

Le colture meno penalizzate dalla presenza del fotovoltaico sono quelle microterme e sciafile. Il frumento può fornire rese simili o leggermente inferiori (-20% circa; Dupraz et al., 2011) a quelle ottenibili in pieno sole, subendo un ritardo dell'epoca di maturazione (Marrou et al., 2013b); mentre il mais alle normali densità di semina riduce notevolmente lo sviluppo della pianta sia in diametro che in altezza, a discapito della resa (Dupraz et al., 2011). Con una percentuale di riduzione della radiazione del 50%, comparabile a quella che si realizzerà nell'impianto agrivoltaico in oggetto, sono state rilevate produttività uguali o addirittura superiori al pieno sole in specie graminacee foraggere microterme, ed una moderata riduzione, dell'ordine del 20-30%, in specie macroterme foraggere sia graminacee (es. mais, sorgo, panico, setaria, etc.) che leguminose (es. trifoglio bianco, trifoglio violetto, erba medica, etc.), e in lattuga (Lin et al., 1998; Mercier et al., 2020). Questi risultati sono in linea con gli studi italiani (Amaducci et al., 2018) che hanno simulato in un analogo impianto agrivoltaico in Italia, sulla base dei dati climatici storici degli ultimi 40 anni, rese di granella di frumento analoghe o superiori al pieno sole. Tali risultati vanno ascritti alle migliori condizioni microclimatiche nel periodo di maturazione del frumento, tra cui una maggiore umidità del terreno, una minore evapotraspirazione e l'effetto frangivento che riduce l'allettamento della coltura. Va ritenuto interessante anche il parziale effetto antigrandine dovuto alla copertura fotovoltaica. Risultati produttivi interessanti in condizioni di ombreggiamento elevato sono stati ottenuti in pomodoro, che sembrerebbe non risentire di riduzione della radiazione anche del 60% (Callejón- Ferre et al., 2009).

## 20.5 Albedo

L'albedo misura la capacità di riflessione della radiazione luminosa ed è definito come il rapporto tra la radiazione solare incidente e riflessa da una superficie. Esso dipende dalle caratteristiche della superficie stessa (es: colore) e dalla lunghezza d'onda della radiazione considerata. Considerando la radiazione solare, l'albedo può variare tra:

- 0 = valore minimo, superficie perfettamente nera (non esistente in natura) che assorbe tutta la radiazione solare;
- 1 = valore massimo (100%), corrispondente ad una superficie perfettamente bianca (non esistente in natura) che riflette tutta la radiazione solare.

La grandezza dell'albedo è determinata da diversi fattori, caratteristici della superficie a cui è riferito: il colore, prima di tutto, ma anche la rugosità, le sue irregolarità e la presenza di polveri o acqua.



Figura 26 - Confronto tra un materiale con albedo alto 0,8 e uno con albedo basso 0,1.

A oggi l'albedo naturale del terreno negli impianti solari è compreso tra il 10% e il 30%, in linea con quello delle coperture vegetali. In particolari condizioni, però, questo valore può subire variazioni più o meno rilevanti: per esempio nel caso di copertura con neve può arrivare addirittura al 50%, mentre una certa variabilità risulta anche tra un terreno arato o compattato dalle piogge, come anche a seconda dell'inclinazione dei raggi solari e delle condizioni atmosferiche. Quindi un'albedo del terreno pari al 10% significa che, se l'irraggiamento solare ricevuto dal suolo è di 1 kilowatt, la quantità riflessa è 100 Watt.

| Superficie                      | Valore di albedo tipico |
|---------------------------------|-------------------------|
| Asfalto fresco                  | 0,04                    |
| Oceano aperto                   | 0,06                    |
| Asfalto consunto                | 0,12                    |
| Foresta di conifere (In estate) | da 0,09 a 0,15          |
| Latifoglie                      | 0,15-0,18               |
| Suolo libero                    | 0,15-0,17               |
| Erba verde                      | 0,25-0,35               |
| Sabbia del deserto              | 0,40                    |
| Cemento fresco                  | 0,55                    |
| Ghiaccio oceanico               | 0,50–0,70               |
| Neve fresca                     | 0,80–0,90               |

Tabella 19 - Esempi di albedo

Gli impianti fotovoltaici utilizzano sempre più spesso i moduli bifacciali che permettono di sfruttare la luce solare sui due lati del modulo, sia sul fronte (front) che sul retro (back), aumentando la produzione di elettricità, raccogliendo quindi non solo la radiazione diretta, ma anche quella riflessa dal terreno.

Le Prassi di riferimento Uni/PdR 148:2023 indicano l'impiego di moduli bifacciali come scelta raccomandata nel caso di strutture elevate, poiché incrementa la produzione a parità di superficie occupata grazie al fattore di riflessione (albedo) delle coltivazioni.



L'albedo delle colture che rappresenta un vantaggio per migliorare l'efficienza energetica dei pannelli fotovoltaici grazie alla presenza delle colture al di sotto dei pannelli fotovoltaici rispetto al suolo nudo. Infatti, la capacità delle colture di riflettere maggiormente la luce (albedo) rispetto ad un suolo nudo utilizzando pannelli bifacciali può incrementare la produzione energetica del sistema.

L'indice di riflessione delle piante (albedo) è diverso a seconda delle varietà della stessa specie. Ad esempio, l'albedo di una specifica varietà di sorgo è 0,16 volte più elevata di quella di un'altra a causa della struttura della resina fogliare. Allo stesso modo, l'albedo tra diverse varietà di mais può avere valori diversi semplicemente a causa delle differenze della forma delle foglie o della loro disposizione. Nell'ambito di un progetto di ricerca inglese i ricercatori hanno utilizzato un modello computerizzato per verificare gli effetti di un aumento pari a 0,04 dell'indice di riflessione delle colture. Nel modello sono stati presi in considerazione anche i dati relativi a circolazione oceanica, circolazione atmosferica e vegetazione presente sulla terra e sulle banchise. Secondo le proiezioni dello schema della superficie terrestre del modello si ottenevano umidità del suolo, produttività e scambio di energia con l'atmosfera per 200 anni. Dopo un periodo di assestamento pari a 50 anni, gli scienziati hanno iniziato ad osservare risultati interessanti su diverse colture.

Per quanto riguarda la coltura di leguminose a titolo di esempio è stato calcolato l'albedo della specie impiegata *Hedysarum coronarium* (Sullao) nel periodo del suo ciclo vitale.

Per calcolare l'albedo delle due specie è stato utilizzato il software Jimage J che attraverso l'analisi della luminosità di foto digitali di campi coltivati con Veccia e Favino, nei tre periodi principali della coltivazione (suolo seminato, germogliazione e accrescimento, pieno sviluppo e fioritura) è stato valutato il grado di accensione dei pixel che le compongono (neri = spenti, bianchi = completamente accesi).

Nelle immagini digitali, ogni singolo pixel ha una sua specifica luminosità a cui viene attribuito un valore numerico da 0 (albedo = 0) a 255 (albedo = 1). Zero corrisponde al nero e 255 al bianco. Poiché i nostri occhi, in condizioni ideali, riescono a distinguere poco meno di 200 diversi livelli di grigio, i 256 toni disponibili in un'immagine digitale sono più che sufficienti per rappresentare alla nostra vista anche le più sottili variazioni di tonalità.

Le due colture hanno restituito valori di intensità luminosa media (mean) e di picco (mode) simili, attraverso i quali è stato ricavato il valore dell'albedo. Nella tabella seguente sono riportati i valori di albedo nei vari periodi della coltivazione, considerando un valore di 0,15 per il suolo libero, 0,25 per la coltura in accrescimento e 0,50/0,52 per la coltura in pieno sviluppo e fioritura.

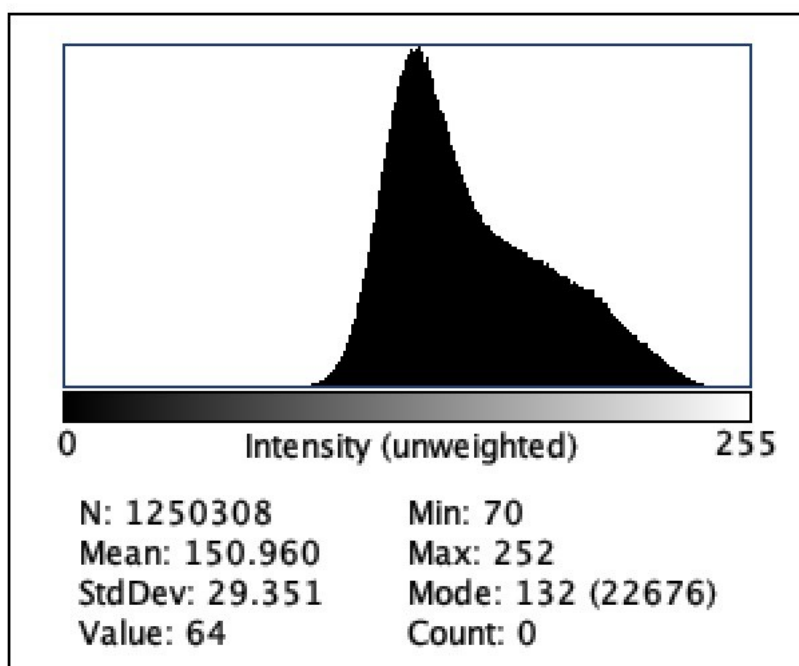


Figura 27 - Istogramma dell'intensità luminosa di una coltura di sulla in pieno sviluppo

La coltura ha restituito valori di intensità luminosa media (mean) e di picco (mode) simili, attraverso i quali è stato ricavato il valore dell'albedo. Nella tabella seguente sono riportati i valori di albedo all'interno dell'impianto “ERICE” nei vari periodi della coltivazione, considerando un valore di 0,15 per il suolo libero, 0,25 per la coltura in accrescimento e 0,50/0,52 per la coltura in pieno sviluppo e fioritura.

| lug                                                                                 | ago | set | ott | nov    | dic                                                                                 | gen  | feb                                                                                  | mar                        | apr                                                                                   | mag                                                                                   | giu  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|--------|-------------------------------------------------------------------------------------|------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------|
|                                                                                     |     |     |     | semina | germogliazione e accrescimento                                                      |      |                                                                                      | pieno sviluppo e fioritura |                                                                                       | maturazione e sfalcio                                                                 |      |
|                                                                                     |     |     |     |        |                                                                                     |      |                                                                                      |                            | 0,43                                                                                  | 0,25                                                                                  |      |
|                                                                                     |     |     |     |        |                                                                                     |      |                                                                                      | 0,52                       |                                                                                       |                                                                                       |      |
|                                                                                     |     |     |     |        |                                                                                     | 0,25 |                                                                                      | 0,31                       |                                                                                       |                                                                                       |      |
|                                                                                     |     |     |     |        | 0,19                                                                                |      |                                                                                      |                            |                                                                                       |                                                                                       |      |
|                                                                                     |     |     |     |        | 0,15                                                                                |      |                                                                                      |                            |                                                                                       |                                                                                       | 0,15 |
|  |     |     |     |        |  |      |  |                            |  |  |      |

Figura 28 - Valori di albedo nei vari periodi della prateria a sulla

## 21 SISTEMA DI MONITORAGGIO

Al fine di garantire adeguati parametri al sistema agrivoltaico per tutta la vita tecnica dell'impianto sarà condotta anche un'attività di monitoraggio utile sia alla verifica dei parametri fondamentali, quali la



continuità dell'attività agricola sull'area tra e sotto le interfile di moduli, sia di parametri volti a rilevare effetti sui benefici concorrenti.

In particolare l'attività di monitoraggio riguarderà:

- 1) il risparmio idrico;
- 2) la continuità dell'attività agricola, ovvero: l'impatto sulle colture, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate o la creazione di nuove aziende agricole o rami d'azienda.
- 3) la fertilità del suolo;
- 4) il microclima.

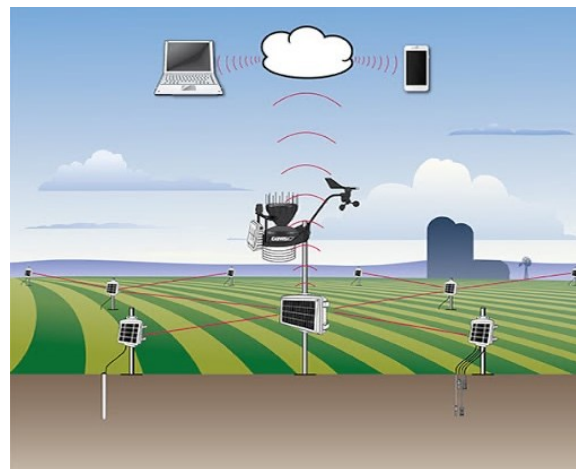
Infine, per monitorare il buon funzionamento dell'impianto fotovoltaico e, dunque, in ultima analisi la virtuosità della produzione sinergica di energia e prodotti agricoli, sarà importante la misurazione della produzione di energia elettrica a partire dal monitoraggio dell'irraggiamento solare.

Il sistema di monitoraggio si baserà fondamentalmente sul principio dell'**agricoltura 4.0** che si può identificare come un insieme di strumenti e informazioni di tecnologia avanzata che permettono la definizione di strategie mirate sul campo, e che consentono all'azienda agricola di utilizzarle con l'obiettivo di rendere più efficiente e sostenibile la produzione, la qualità dei prodotti, le condizioni di lavoro con una possibile riduzione dei costi.

Utilizzando ad esempio strumenti **Internet of Things (IoT)** si possono monitorare migliaia di ettari di terreno agricolo tenendo sotto controllo il fabbisogno idrico e l'insorgenza delle patologie. Questa tecnologia sta dando un nuovo impulso all'agricoltura di precisione perché oltre ad aver migliorato le performance in termini di monitoraggio, ne consente una sensibile riduzione dei costi di investimento, di installazione e manutenzione, rendendole accessibili a tutte le realtà aziendali, anche alle più piccole.

Il sistema di monitoraggio sarà costituito da una stazione meteo principale, dotata dei tradizionali sensori meteo-climatici (pioggia, vento, radiazione solare, pressione atmosferica), e di più unità wireless dotate di sensori micro-climatici (temperatura ed umidità dell'aria, bagnatura fogliare, umidità del terreno); le unità wireless, posizionate all'interno degli appezzamenti, acquisiscono i dati micro-climatici e li trasmettono via radio alla stazione principale; questa, disponendo di un sistema GSM-GPRS e della relativa SIM, trasmettendo tutti i dati ad un centro servizi. Da remoto possono quindi essere visualizzati tutti i dati (sia in tempo reale che storici) ed utilizzare i modelli che elaborano tali dati e che sono necessari per fare fronte alle diverse esigenze agronomiche.

Tutti i dati che i sensori wireless trasmettono, restano memorizzati e archiviati, fornendo nel tempo una importante base di informazioni e di analisi confrontabile tra un anno e l'altro.



*Figura 29 – Sistema di monitoraggio IoT*

| PARAMETRO             | UNITÀ DI MISURA     | RANGE      |
|-----------------------|---------------------|------------|
| Bagnatura Fogliare    | %                   | 0 ÷ 100    |
| Temperatura Suolo     | °C                  | -55 ÷ +125 |
| Tensione Idrica Suolo | cBar                | 0 ÷ 200    |
| Temperatura Atm.      | °C                  | -40 ÷ +85  |
| Umidità Relativa Atm. | %                   | 0 ÷ 100    |
| Pressione Atm.        | kPa                 | 30 ÷ 110   |
| Velocità Vento        | m/s                 | 0 ÷ 89     |
| Direzione Vento       | Punti sulla bussola | 1 ÷ 16     |
| Irradianza Solare     | W/m <sup>2</sup>    | 0 ÷ 1800   |
| Precipitazione        | mm                  | -          |

*Tabella 20 – Parametri monitorati tramite sensori*

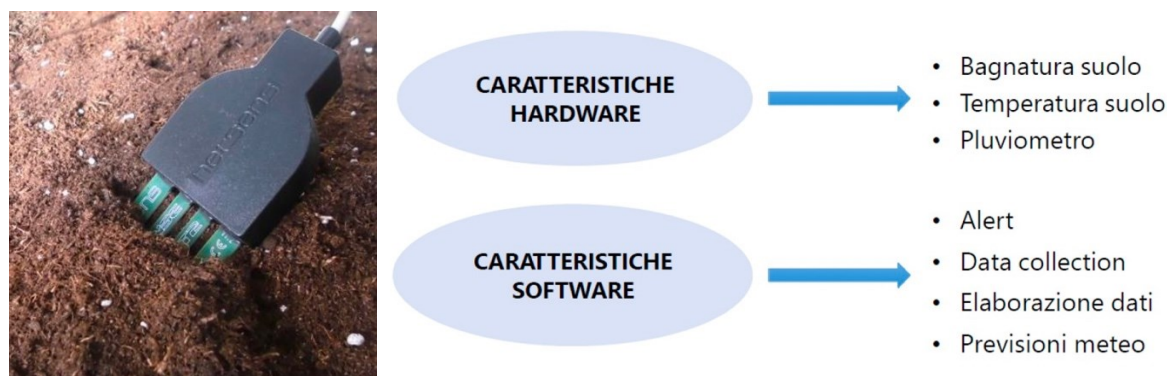
## 21.1 Risparmio idrico

I sistemi agrivoltaici possono rappresentare importanti soluzioni per l'ottimizzazione dell'uso della risorsa idrica, in quanto il fabbisogno di acqua viene ridotto per effetto del maggior ombreggiamento del suolo.

Essendo state scelte colture in asciutto sarà analizzata l'efficienza d'uso dell'acqua piovana, il cui indice dovrebbe evidenziare un miglioramento conseguente la diminuzione dell'evapotraspirazione dovuta all'ombreggiamento dovuto ai moduli fotovoltaici.

Tuttavia saranno collegati alla Stazione Meteorologica dei **sensori di umidità del suolo**, distribuiti all'interno del campo agrivoltaico (1 ogni ettaro coltivato), in grado di fornire una misura immediata sul contenuto di acqua a livello dell'apparato radicale permettendo quindi di valutare il fabbisogno idrico effettivamente necessario.

Il sistema riesce a determinare con puntualità e precisione quando una coltivazione necessita di essere irrigata, evitando al coltivatore una inutile somministrazione di acqua. I risparmi sono consistenti e il beneficio per l'ambiente rende la coltivazione all'interno dell'impianto realmente sostenibile.



*Figura 30 – Sensore di umidità e logica di funzionamento*

È inoltre possibile automatizzare l'impianto di irrigazione della fascia arborea, utilizzando direttamente i dati acquisiti dai sensori, ed i modelli calcolati automaticamente (es. evapotraspirazione) per regolare i turni irrigui da remoto e ricevere allarmi in caso di malfunzionamenti.

Punto di forza della tecnologia IOT è la possibilità di programmare anche a distanza i turni di irrigazione, rappresentando in tal modo una soluzione “ottimale” per ridistribuire la forza lavoro su altre attività aziendali di carattere straordinario.

## 21.2 Continuità dell'attività agricola

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

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

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

## 21.3 Fertilità del suolo

Il monitoraggio di tale aspetto può essere effettuato nell'ambito della relazione di cui al precedente punto, in cui saranno comparate le rese produttive rispetto agli anni precedenti nonché rispetto a coltivazioni situate esternamente all'impianto.



## 21.4 Microclima

Il microclima presente nella zona ove viene svolta l'attività agricola è importante ai fini della sua conduzione efficace. Infatti, l'impatto di un impianto tecnologico fisso o parzialmente in movimento sulle colture sottostanti e limitrofe è di natura fisica: la sua presenza diminuisce la superficie utile per la coltivazione in ragione della palificazione, intercetta la luce, le precipitazioni e crea variazioni alla circolazione dell'aria.

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

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

Tali aspetti, come già riportato in precedenza, saranno monitorati tramite sensori di temperatura, umidità relativa e velocità dell'aria unitamente a sensori per la misura della radiazione solare posizionati al di sotto dei moduli fotovoltaici e, per confronto, nella zona immediatamente limitrofa ma non coperta dall'impianto. In particolare, il monitoraggio riguarderà:

- la temperatura ambiente esterno (acquisita ogni minuto e memorizzata ogni 15 minuti) misurata con sensore (preferibile PT100) con incertezza inferiore a  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ;
- la temperatura retro-modulo (acquisita ogni minuto e memorizzata ogni 15 minuti) misurata con sensore (preferibile PT100) con incertezza inferiore a  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ;
- l'umidità dell'aria retro-modulo e ambiente esterno, misurata con igrometri/psicrometri (acquisita ogni minuto e memorizzata ogni 15 minuti);
- la velocità dell'aria retro-modulo e ambiente esterno, misurata con anemometri;
- data logger per l'acquisizione e la registrazione dei dati.

Questi parametri temperatura, umidità e velocità del vento saranno rilevati da sensori collegati alla stazione meteorologica e distribuiti all'interno del campo agrivoltaico. Ogni parametro è indipendente e questo dispositivo ha alta precisione e buona stabilità e può essere collegato su l'internet per il monitoraggio e l'analisi tramite computer remoto con le seguenti caratteristiche:

- Il sistema di sensori di qualità dell'aria esterna può essere utilizzato per rilevare contemporaneamente più parametri di temperatura, umidità e velocità vento;
- Il contenitore protegge dalle radiazioni UV e dal rapido invecchiamento in condizioni esterne difficili come vento forte, pioggia e neve;
- Parametri multipli del sensore;



– Integrazione di parametri indipendenti e ad alta sensibilità.

I risultati di tale monitoraggio saranno registrati tramite una relazione annuale.

## 22 CONCLUSIONI

Lo studio fin qui condotto consente di trarre alcune considerazioni conclusive:

- l'agroecosistema, costituito da seminativi, non subirà una frammentazione significativa in quanto, la sottrazione di suolo avrà un'incidenza irrilevante sulla copertura totale, bensì positiva grazie alla conduzione agricola e alle misure di mitigazione adottate;
- la redditività dell'azienda agricola proprietaria dei terreni non subirà un impatto negativo, bensì avrà un aumento della stessa relativamente ai terreni interessati dal progetto passando da un reddito netto di 1.065,36 €/anno a 1.432,10 €/anno;
- la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, riesce a sfruttare in modo più razionale ed efficiente le risorse rispetto ai sistemi agricoli che nel caso specifico riguarderà prevalentemente la coltivazione di leguminose e la coltivazione di ulivi;
- Il progetto dell'impianto agrivoltaico “ERICE” è stato infatti condotto in osservanza alle “Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici” emanato dal MITE nel Giugno 2022. Nello specifico il progetto persegue l'obiettivo del rispetto dei requisiti A, B, C, D e E dalle linee guida sopramenzionate al fine della classificazione nella categoria di “impianto agrivoltaico”.
- per quanto riguarda i benefici economici dei conduttori il confronto tra i due sistemi è sicuramente più grandi; sicuramente al momento gli investimenti nel campo agrivoltaico sono tra i più redditizi se paragonati all'agricoltura tradizionale; altresì la conduzione dei seminativi sta vivendo un momento di crisi, come tutto il settore agricolo in generale;
- le strategie della pianificazione locale suggeriscono che occorre trovare risorse alternative alle attuali forme di sviluppo locale o quantomeno integrarlo con altre attività; al momento l'integrazione tra agricoltura e produzione da fonte rinnovabile appare come la più compatibile e sicura, nonché sostenibile.

**In conclusione è possibile affermare che l'impatto sulle attività agricole sarà irrilevante, in quanto dal punto di vista economico si avrà un incremento della redditività, mentre per le produzioni agricole non vi sarà alcuna variazione significativa, in quanto verranno sottratte modeste porzioni di terreno, che comunque non impediranno il proseguire della normale attività agricola che al contrario sarà incrementata da altre produzioni.**