

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | PREMESSA | 5 |
| 2 | INQUADRAMENTO GENERALE | 6 |
| 2.1 | UBICAZIONE DEL PROGETTO..... | 6 |
| 2.2 | INQUADRAMENTO CATASTALE..... | 8 |
| 2.3 | INQUADRAMENTO URBANISTICO TERRITORIALE E VINCOLI..... | 8 |
| 3 | DESCRIZIONE DEL PROGETTO..... | 9 |
| 3.1 | LAYOUT D’IMPIANTO | 9 |
| 3.2 | SUPERFICE COMPLESSIVA..... | 10 |
| 3.3 | Scelta tecnologica | 10 |
| 3.4 | Irraggiamento | 12 |
| 3.5 | Producibilità | 13 |
| 3.6 | Pannelli fotovoltaici | 14 |
| 3.6.1 | Pannelli bi-facciali..... | 15 |
| 3.6.2 | Tracker..... | 15 |
| 3.7 | Piste di accesso | 17 |
| 3.8 | Videosorveglianza e recinzione perimetrale..... | 17 |
| 3.9 | CONNESSIONE ALLA RTN | 18 |
| 4 | ASPETTI AMBIENTALI E PAESAGGISTICI | 20 |
| 4.1 | CONTESTO GEOMORFOLOGICO E IDROGRAFICO..... | 20 |
| 4.2 | SUOLO | 22 |
| 4.2.1 | Uso del suolo | 22 |
| 4.2.2 | Copertura del suolo | 23 |
| 4.2.3 | Tipologie di suoli..... | 25 |
| 4.3 | VALUTAZIONE DELLA CAPACITÀ DEL SUOLO - LAND CAPABILITY CLASSIFICATION (LCC) | 30 |
| 4.3.1 | INTRODUZIONE..... | 30 |
| 4.3.2 | Descrizione del metodo..... | 30 |
| 4.3.3 | I criteri..... | 31 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 4.3.4 | Le classi | 32 |
| 4.3.5 | LCC RILEVATA IN AREA DI IMPIANTO | 36 |
| 4.4 | AREE PROTETTE, RETE NATURA 2000 E RETE ECOLOGICA | 39 |
| 4.5 | LINEAMENTI DEL PAESAGGIO VEGETALE AGRARIO..... | 42 |
| 5 | PATRIMONIO AGRO-ALIMENTARE E FORESTALE | 54 |
| 5.1 | IL SISTEMA PRODUTTIVO AGRICOLO DELLA TOSCANA | 54 |
| 5.2 | I PRODOTTI E I PROCESSI PRODUTTIVI AGROALIMENTARI E FORESTALI DI QUALITÀ NEL PANORAMA LOCALE DEL COMUNE DI COLLESALVETTI | 60 |
| 5.2.1 | COLTIVAZIONI | 60 |
| 6 | PIANO COLTURALE ATTUALE E DI PROGETTO..... | 67 |
| 6.1 | PRINCIPALI ASPETTI CONSIDERATI NELLA DEFINIZIONE DEL PIANO COLTURALE | 67 |
| 6.1.1 | GESTIONE DEL SUOLO | 67 |
| 6.1.2 | INFLUENZA DELL’OMBREGGIAMENTO DEI PANNELLI..... | 68 |
| 6.1.3 | MECCANIZZAZIONE E SPAZI DI MANOVRA..... | 69 |
| 6.1.4 | PRESENZA DI CAVIDOTTI INTERRATI..... | 70 |
| 6.2 | CARATTERIZZAZIONE AGRONOMICA DEL SITO E DEFINIZIONE DEL PIANO COLTURALE..... | 71 |
| 6.2.1 | PARAMETRI CHIAVE PER LA SCELTA DELLE COLTURE..... | 71 |
| 6.2.2 | AVVICENDAMENTO COLTURALE IL SISTEMA PREVISTO DALLA PAC 2023-2027: L’ECOSHEMA 4..... | 72 |
| 6.2.3 | VALUTAZIONE DELLE COLTURE PRATICABILI TRA LE INTERFILE..... | 79 |
| 6.2.4 | PIANO COLTURALE ATTUALE | 80 |
| 6.2.5 | DESCRIZIONE DEL PIANO COLTURALE DEFINITO PER L’IMPIANTO AGRIVOLTAICO..... | 84 |
| 6.2.6 | TECNICA COLTURALE | 86 |
| 6.2.7 | SCHEDE COLTURALI DELLE SPECIE PREVISTE PER L’IMPIANTO AGRIVOLTAICO..... | 87 |
| 6.2.8 | SITEMAZIONI IDRAULICO AGRARIE | 97 |
| 6.3 | MEZZI PREVISTI PER L’ATTIVITÀ AGRICOLA | 101 |
| 6.3.1 | Trattrice agricola..... | 101 |
| 6.4 | MACCHINE PER LA RACCOLTA DI COLTURE DA GRANELLA | 104 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 6.5 | MEDOTI DI COLTIVAZIONE E UTILIZZO DI PRODOTTI FITOSANITARI | 105 |
| 6.6 | IRRIGAZIONE | 105 |
| 6.7 | STRATEGIE DI CONTROLLO DELLE SPECIE VEGETALI INVASIVE..... | 106 |
| 6.7.1 | AZIONI DI PREVENZIONE | 106 |
| 6.7.2 | AZIONI PRATICHE PER LA POST-INTRODUZIONE..... | 107 |
| 6.8 | VALUTAZIONE DELL'IDONEITÀ AGRO-AMBIENTALE AI SENSI DELLA NORMATIVA VIGENTE . | 109 |
| 6.8.1 | VALUTAZIONE DELLE INTERFERENZE SUL PATRIMONIO AGROALIMENTARE E AGROFORESTALE | 110 |
| 7 | CARATTERISTICHE E REQUISITI DEL SISTEMA AGRIVOLTAICO..... | 112 |
| 7.1 | CARATTERISTICHE GENERALI | 112 |
| 7.2 | DEFINIZIONI PRINCIPALI..... | 112 |
| 7.3 | CARATTERISTICHE E REQUISITI DEGLI IMPIANTI AGRIVOLTAICI..... | 113 |
| 7.4 | METODOLOGIA E VERIFICA DEI REQUISITI PER IMPIANTO AGRIVOLTAICO | 114 |
| 7.4.1 | Individuazione tessere e verifica del requisito A..... | 114 |
| 7.4.2 | Verifica del requisito B..... | 116 |
| 7.4.3 | Verifica del requisito D | 119 |
| 8 | OPERE DI MITIGAZIONE A VERDE..... | 121 |
| 8.1 | DEFINIZIONE DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE | 121 |
| 8.1.1 | SCELTA DELLE SPECIE PER LA REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE..... | 122 |
| 8.2 | operazioni di MESSA A DIMORA | 125 |
| 8.2.1 | Presupposti di qualità nella realizzazione delle opere a verde | 125 |
| 8.2.2 | Epoca di intervento..... | 125 |
| 8.2.3 | Fasi preliminari | 125 |
| 8.3 | Operazioni di messa a dimora..... | 128 |
| 8.3.1 | Scavo della buca | 128 |
| 8.3.2 | Messa a dimora di alberi | 128 |
| 8.3.3 | Ancoraggio degli alberi | 129 |
| 8.3.4 | Potatura all'atto del trapianto..... | 129 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 8.3.5 | Messa a dimora di arbusti | 130 |
| 8.4 | PIANO DI MANUTENZIONE E MONITORAGGIO DELLE OPERE A VERDE | 130 |
| 8.4.1 | PRESUPPOSTI DI QUALITÀ NELLA REALIZZAZIONE DELLE OPERE A VERDE | 130 |
| 8.4.2 | MANUTENZIONE E MONITORAGGIO DEGLI INTERVENTI DI PIANTUMAZIONE | 131 |
| 8.5 | GESTIONE DEL POST-IMPIANTO..... | 133 |
| 8.5.1 | Ripristino della struttura dei terreni..... | 133 |
| 8.5.2 | Ripristino delle coltivazioni..... | 134 |

1 PREMESSA

Il sottoscritto Dott. Agronomo Alberto Dazzi, iscritto all'Ordine dei dottori agronomi e forestali delle province di Pisa, Lucca e Massa-Carrara al n. 522, ha ricevuto incarico di redigere una Relazione Pedo-Agronomica, nell'ambito di un progetto di un impianto agrifotovoltaico da presentare nell'ambito del procedimento autorizzativo, al fine di valutare le caratteristiche pedo-agronomiche dei suoli, le produzioni agricole di qualità e rilevare eventuali elementi caratterizzanti il paesaggio agrario.

La presente Relazione pedoagronomica riguarda il "Progetto di impianto agrivoltaico e opere connesse denominato "Gricciano" in Comune di Collesalvetti (LI) – potenza installata 68 MW", che la Società Edison S.p.A. prevede di realizzare nel territorio del Comune di Collesalvetti, nella provincia di Livorno, Regione Toscana.

La Società proponente del progetto è la società **EDISON S.p.A.** con sede in Via Foro Buonaparte n.31 , 20121 Milano , P.IVA 12921540154.

Le caratteristiche tecniche e costruttive proposte in questa fase progettuale sono il frutto di una collaborazione fra studi professionali che hanno lavorato in modo sinergico al fine di definire soluzioni tecniche che conciliano l'esigenza di una razionale valorizzazione energetica solare con le esigenze di mantenimento e sviluppo dell'attività agricola esistente.

In riferimento a quanto previsto dalle **Linee Guida in materia di impianti agrivoltaici pubblicate dal MITE il 27 Giugno 2022**, il presente progetto rientra nella definizione di "agrivoltaico". in quanto rispondente ai requisiti A (A.1 e A.2), B (B.1 e B.2), C, come dettagliato nelle succitate Linee Guida.

Nel caso di studio, le strutture sono posizionate in modo tale da consentire lo sfruttamento agricolo ottimale del terreno. I pali di sostegno sono distanti tra loro 7 metri per consentire le operazioni di coltivazione e garantire la giusta illuminazione al terreno, mentre i pannelli sono distribuiti in maniera da limitare al massimo l'ombreggiamento, così da garantire una perdita pressoché nulla del rendimento annuo in termini di produttività dell'impianto fotovoltaico in oggetto e la massimizzazione dell'uso agronomico del suolo coinvolto. Entrando nel merito, la superficie complessiva dell'area catastale è pari a ca. 143,76 ha, dei quali la superficie utile sede dell'impianto di progetto (aree recintate) è pari a ca. 135,98 ha: qui, la scelta operata da parte della Società proponente di sfruttare l'energia solare per la produzione di energia elettrica optando per il regime Agrivoltaico, consente di coniugare le esigenze energetiche da fonte rinnovabile con quelle di minimizzazione della copertura del suolo, allorché tutte le aree lasciate libere dalle opere e le aree non utilizzabile a causa della geologia, della morfologia e, in quota parte, dei vincoli di natura paesaggistica saranno rese disponibili per fini agricoli.

L'impianto agrivoltaico sarà installato su un'area attualmente coltivata a seminativi estensivi per la produzione di cereali autunno-vernini, foraggere e oleaginose, pertanto, la gestione agronomica del soprassuolo sarà mantenuta a coltivazioni estensive inserendo colture adatte ad essere coltivate all'interno dei pannelli.

L'energia elettrica prodotta dall'Impianto sarà immessa nella rete elettrica nazionale (RTN) mediante un nuovo cavo interrato in Alta Tensione AT a 132 kV, di lunghezza circa 7,9 km, connesso alla stazione elettrica (SE) esistente denominata "Collesalvetti". La stazione esistente "Collesalvetti" non sarà modificata in nessun modo in quanto al suo interno sono già stati predisposti gli stalli su cui sarà allacciato il cavidotto.

2 INQUADRAMENTO GENERALE

2.1 UBICAZIONE DEL PROGETTO

Il progetto di impianto fotovoltaico in Comune di Collesalvetti, in Provincia di Livorno, in zona Punta degli Alessandrini, in area agricola di pianura.

Coordinate di riferimento: Latitudine: 43°37'45.6"N Longitudine: 10°27'32.6"E

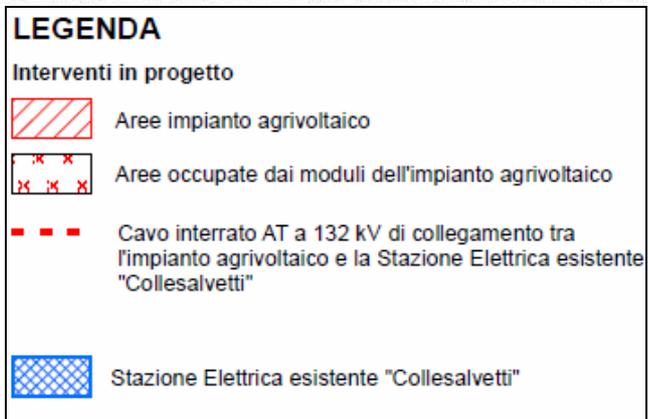
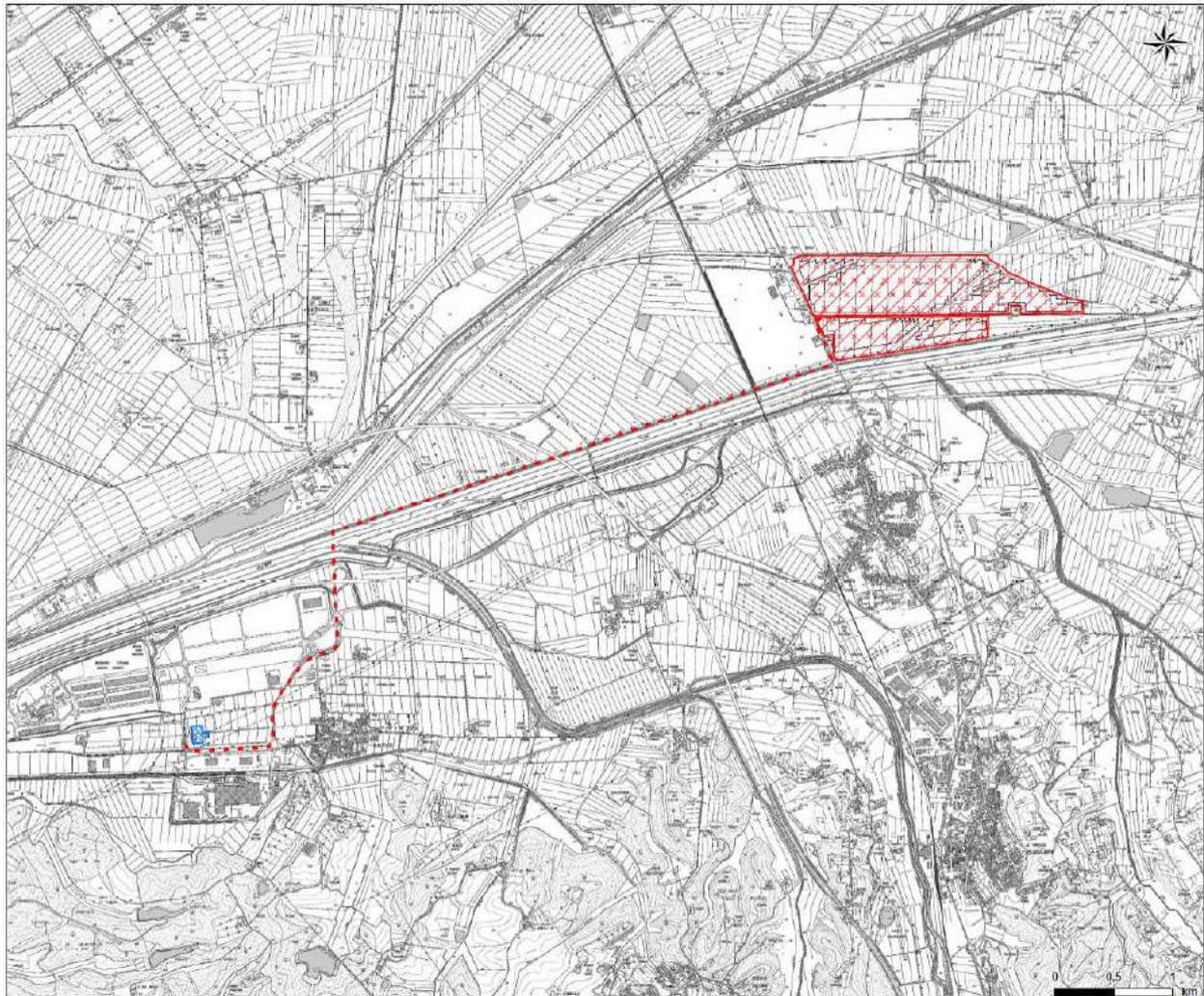


Figura 2-1: Inquadramento territoriale

L'area d'intervento, ove è prevista la realizzazione del parco agrivoltaico, è sita in Comune di Collesalveti (LI) in zona Punta degli Alessandrini.

Il campo agrivoltaico è individuabile ad est della Strada Regionale 206, a nord dello Scolmatore dell'Arno, lungo Via dello Zannone, dalla quale si ha accesso all'impianto.



Figura 2-2 – Localizzazione intervento su immagini satellitari (per la leggenda vedere figura precedente)

Il sito è delimitato, infatti, ad ovest dalla Strada Regionale 206, a sud dello Scolmatore dell'Arno, a nord ed est dal Canale Fossa Nuova. L'area è divisa a metà da Via dello Zannone, che taglia in senso orizzontale il parco agrivoltaico da est a ovest.

Il terreno esistente si presenta prevalentemente pianeggiante, attualmente adibito a coltivazioni di grano e girasoli, con porzioni a prato.

A livello di infrastrutture, oltre alle citate arterie viarie ed opere idrauliche, l'area è caratterizzata dalla presenza di alcune linee elettriche aeree.

Si evidenzia la presenza, nell'angolo nord-ovest del lotto, di un tratto di linea MT su traliccio.

Nella zona centrale, con percorrenza da sud-ovest a nord-est, una doppia infrastruttura vede la presenza della linea Terna "Marginone- Livorno Marzocco", avente voltaggio pari a 220000 a triplo cavo, montata

su pali. Parallelamente è posizionata la linea Terna “Cascina – Guasticce”, avente voltaggio pari a 132000, montata su traliccio.

Il confine sud dell’area è caratterizzato dalla presenza di un metanodotto interrato, posato parallelamente all’argine dello Scolmatore.

L’area oggetto di intervento è facilmente raggiungibile dalla viabilità di grande percorrenza attraverso la Strada Grande Comunicazione Firenze-Pisa-Livorno- svincolo di Vicarello, posto immediatamente a sud dei terreni in oggetto. Da questo, immettendosi nella Strada Regionale 206, si attraversa lo scolmatore dell’Arno e si giunge all’impianto percorrendo un tragitto di circa 1,5 km.

2.2 INQUADRAMENTO CATASTALE

L’area in oggetto riguarda terreni censiti al Catasto Terreni del Comune di Collesalveti (LI) secondo la seguente tabella.

Tabella 2.1– Inquadramento catastale

| FOGLIO | PARTICELLE |
|--------|---|
| 8 | 18, 22, 41, 42, 44, 46, 53, 66, 86, 242 |
| 9 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 14, 15 |
| 10 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 25, 27, 32, 41, 60, 61, 95, 96, 97 |

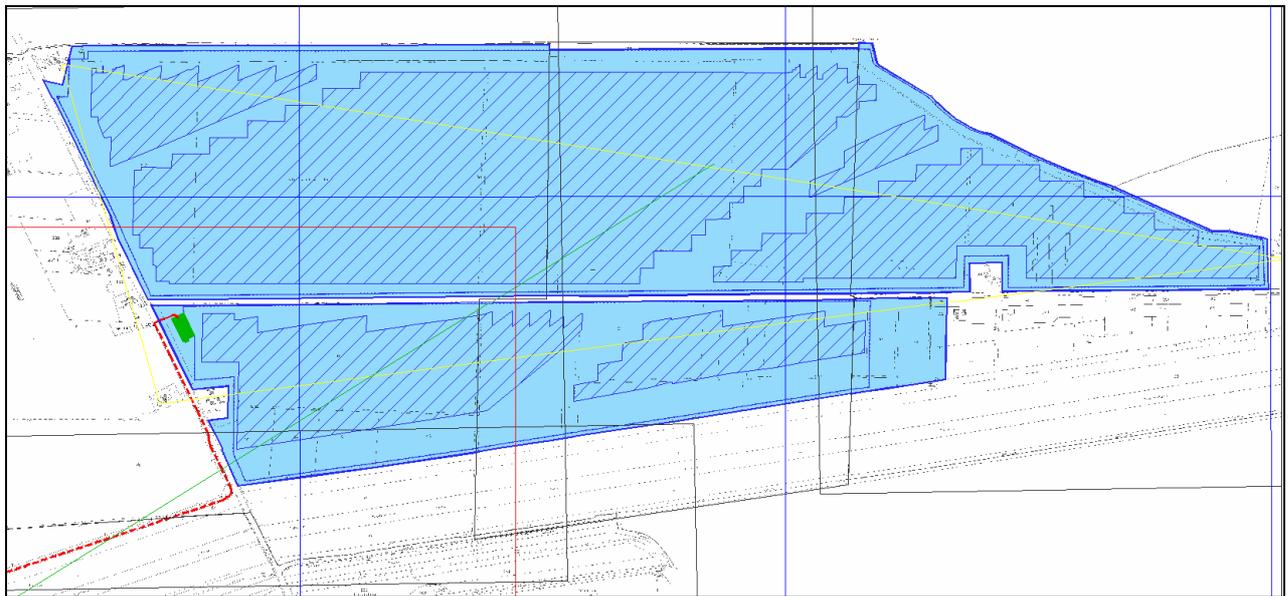


Figura 2-3: Inquadramento catastale area di impianto

2.3 INQUADRAMENTO URBANISTICO TERRITORIALE E VINCOLI

Per quanto riguarda i rapporti tra l’attuazione del progetto e gli strumenti normativi vigenti e la pianificazione urbanistico-territoriale si rimanda al Quadro di riferimento programmatico descritto nel SIA. Si evidenzia che non sono state individuate ostacoli alla realizzazione degli interventi proposti in tutti gli strumenti di pianificazione analizzati.

3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

3.1 LAYOUT D'IMPIANTO

L'impianto agrivoltaico in progetto è costituito da un parco di pannelli fotovoltaici e dalle opere accessorie per la produzione e trasformazione dell'energia elettrica, che lavorano in sinergia con la componente di produzione agricola.

In modo particolare si compone di:

- pannelli fotovoltaici
- cabine di campo
- Cabina di connessione alla rete elettrica ed utente
- Linea di connessione



Figura 3-1 - Layout di progetto con indicazione dei pannelli e delle principali opere interessate dell'impianto

L'impianto agrivoltaico in progetto ha una potenza di circa 68 MWp. Il layout dell'impianto è riportato in Figura 3.1.

Per tale impianto è previsto un collegamento in antenna a 132 kV con l'esistente stazione elettrica "Collesalveti" mediante un nuovo cavo interrato in Alta Tensione AT a 132 kV, di lunghezza pari a circa 7,9 km.

Le opere di connessione prevedono la realizzazione di una nuova cabina MT/AT su area in disponibilità del produttore con affaccio diretto su un tratto di strada Comunale di Via dello Zannone, oltre l'intersezione con la SR 206.

Gli elettrodotti di rete connettono tale zona con la cabina AT esistente presso Guasticce, a sud dell'Interporto "Amerigo Vespucci".

3.2 SUPERFICE COMPLESSIVA

Si descrive di seguito i dati relativi alle caratteristiche dimensionali dell'impianto in termini di superficie complessiva di indice di consumo di suolo.

Tabella 3.1 - Ripartizione delle superfici dell'impianto

| DATI DI BASE LAYOUT | SUPERFICIE (mq) | SUPERFICIE (mq) |
|---|-----------------|-----------------|
| AREA CATASTALE | 1036711 | 400959 |
| AREE RECINTATE (AREA DI IMPIANTO) | 991946 | 367909 |
| SUPERFICIE VIABILITA' | 9233 | 4095 |
| SUPERFICIE CABINE | 28900 | 2760 |
| PROIEZIONE NETTA PANNELLI FTV (esclusa area libera intrapannelli) | 232941 | 63414 |
| AREA IMPIEGABILE PER COLTURE INTERNA ALLA RECINZIONE | 826021,6 | 332761 |
| FASCIA PERIMETRALE DI MITIGAZIONE | 16677 | 9909 |

3.3 SCELTA TECNOLOGICA

Per il sito in oggetto si è scelto di utilizzare una tecnologia caratterizzata da moduli bi-facciali.

I moduli fotovoltaici che costituiscono di fatto il generatore fotovoltaico, sono delle apparecchiature contenenti una serie di celle fotovoltaiche in silicio mono-cristallino che costituiscono gli elementi sensibili alla luce nei quali avviene la conversione elementare di energia. Tali celle, con i relativi collegamenti elettrici, sono assemblate all'interno del modulo su un supporto rigido in vetro solare temprato ad alta trasparenza con trattamento di superficie antiriflesso avente la funzione di proteggere le celle stesse, oltre che di trasmettere la radiazione incidente alle celle con un'elevata trasmittanza.

Sul bordo del modulo è poi presente una cornice in alluminio anodizzato preforata, incollata con gomma siliconica; tale cornice è indispensabile per un'ulteriore protezione meccanica dei moduli e per fissare quest'ultimi, mediante bullonatura, alle strutture metalliche di sostegno.

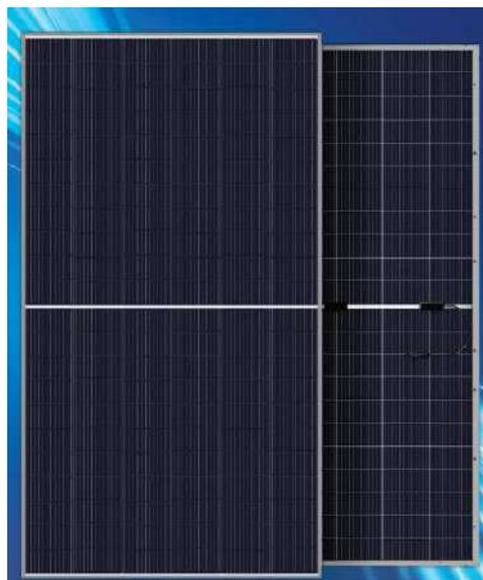


Figura 3-2 - Moduli bifacciali

I moduli bi-facciali proposti rappresentano un prodotto tecnologicamente avanzato con efficienze e potenze unitarie nella fascia alta del mercato attuale, ciò al fine di consentire la massimizzazione della resa energetica e della potenza di installata minimizzando il terreno utilizzato.

Al fine di ottimizzare la raccolta della radiazione solare si è optato per delle strutture di tipo “ad inseguitori monoassiali”, allineati sull’asse nord-sud con un angolo di 11° e aventi un angolo di tilt pari a +/- 55° a seconda dell’andamento solare durante l’arco della giornata.

- TRACKER MONOASSIALE
- +/- 55° PITCH MINIMO 7,00 m
- Strutture 1xN° moduli landscape
- Modulo Fv Bi-Facciale AKCOME SKA611HDGDC
- Potenza nominale modulo = 710W
- 95.784 moduli

Ne deriva che:

- 95.784 moduli x 710 Wp/cad. = 68.006.640 Wp

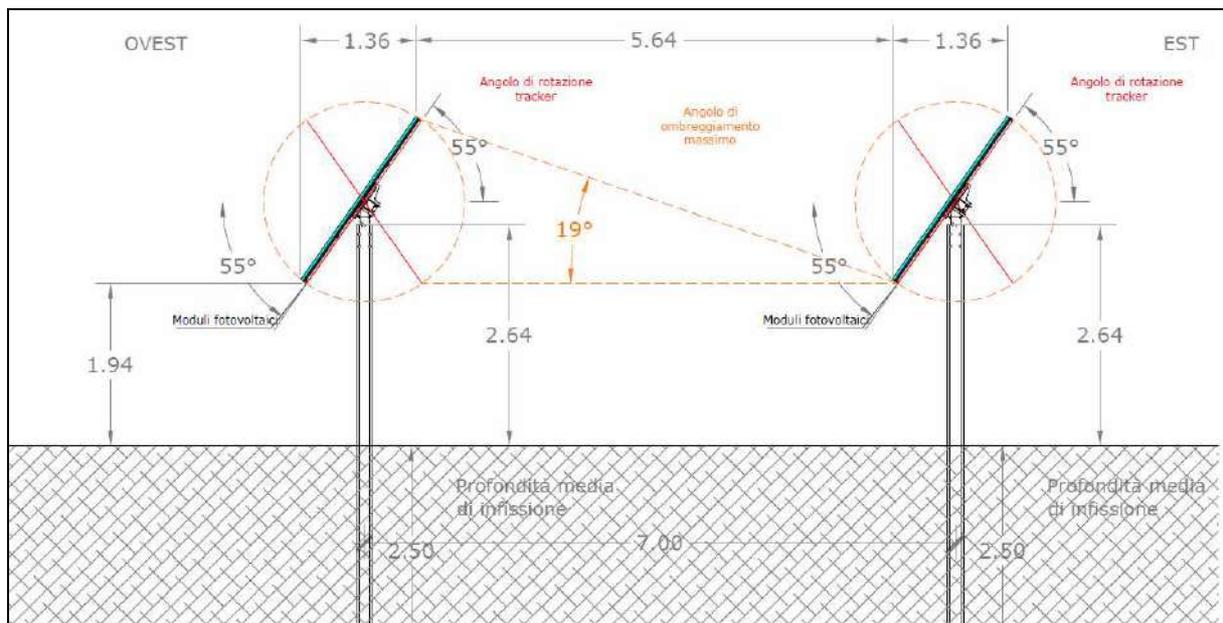


Figura 3-3 - Sezione tipo di posizionamento dei pannelli mobili su supporti tracker, con indicazione della tipologia di rotazione su un asse a seconda della fase diurna.

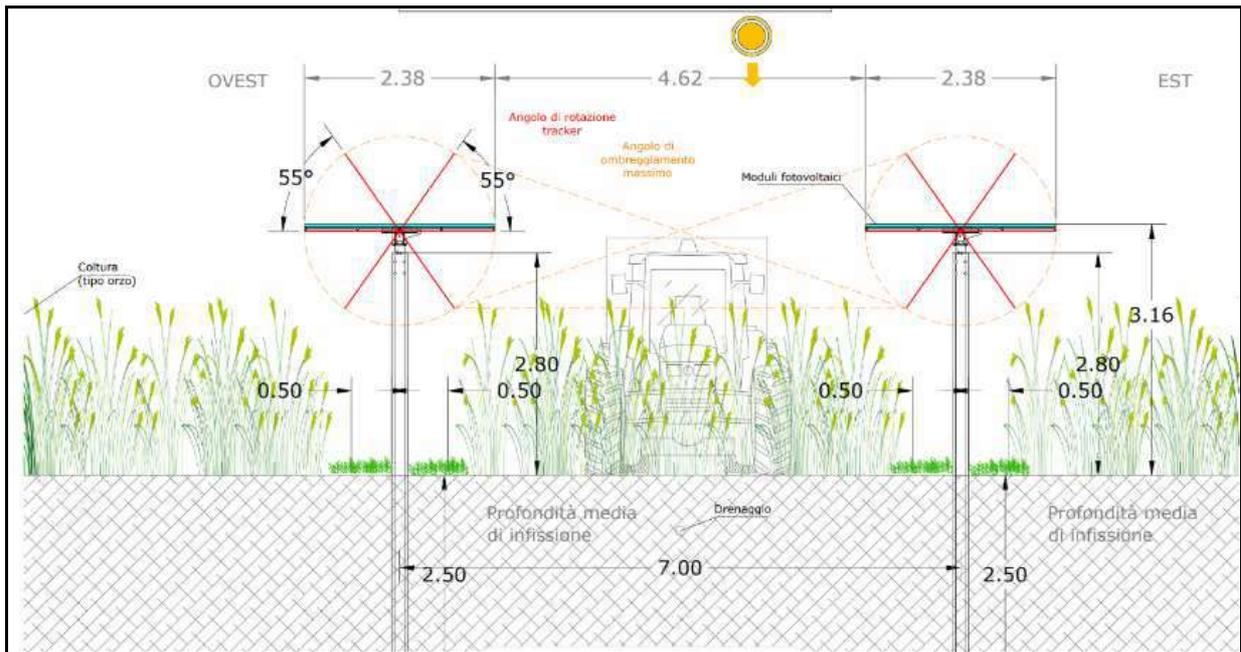


Figura 3-4 - Sezione tipo di utilizzo misto per produzione fotovoltaica ed agricola

3.4 IRRAGGIAMENTO

Latitudine: 43°37'53"; longitudine: 10°28'07"

- Modello per il calcolo della frazione della radiazione diffusa rispetto alla globale: ENEA-SOLTERM
- Unità di misura: kWh/m²
- Calcolo per tutti i mesi

Risultato:

| Mese | Rggmm su sup.orizz. | |
|-----------|---------------------|--------------------|
| Gennaio | 1.47 | kWh/m ² |
| Febbraio | 2.32 | kWh/m ² |
| Marzo | 3.55 | kWh/m ² |
| Aprile | 4.95 | kWh/m ² |
| Maggio | 5.94 | kWh/m ² |
| Giugno | 6.72 | kWh/m ² |
| Luglio | 6.96 | kWh/m ² |
| Agosto | 6.05 | kWh/m ² |
| Settembre | 4.44 | kWh/m ² |
| Ottobre | 2.81 | kWh/m ² |
| Novembre | 1.65 | kWh/m ² |
| Dicembre | 1.26 | kWh/m ² |

Radiazione globale annua sulla superficie orizzontale: 1468 kWh/m²
(anno convenzionale di 365.25 giorni).

3.5 PRODUCIBILITÀ

Dallo studio della radiazione solare diffusa nella zona di analisi si è ricavata la produzione prevista per l'impianto.

Al fine di ottimizzare la radiazione solare incidente si è scelto un orientamento delle file in direzione nord-sud per l'asse di installazione delle strutture fisse, lungo il quale operano i tracker ad inseguimento che oscillano con un angolo di +/- 55 °, atto a garantire l'ottimizzazione della raccolta di energia nell'arco della giornata tipo.

Il parco fotovoltaico è progettato secondo una Potenza complessiva totale pari a:

$$P \text{ (tot)} = P \text{ (modulo)} \times N^{\circ} \text{ moduli} = 710 \text{ W} \times 95.784 = \mathbf{68.006,64 \text{ kW}}$$

La produzione attesa è stimata tenendo conto dell'irraggiamento specifico della zona di installazione dell'impianto, delle caratteristiche dei moduli, della resa dei pannelli, degli ombreggiamenti; si avrà dunque:

$$E = I_r \times \text{Area pannelli} \times R \text{ (moduli)} \times R \text{ (impianto)}$$

| Produzione | |
|------------------------|--------------|
| Irraggiamento (kw/mq) | 1.468,0 |
| Area moduli (mq) | 296.355,7 |
| K fatt riduzione ombre | 1,0 |
| Rendimento moduli | 0,2 |
| Rendimento BOS | 0,9 |
| tot produzione (kW) | 88.951.869,0 |

Il calcolo di rendimento dei moduli è effettuato dividendo la potenza del pannello per l'area del modulo. L'impianto fotovoltaico in progetto è calcolato su una base annua di funzionamento pari a 1250 ore e valutata la soluzione ottimale del mercato si è stimata una perdita totale dei componenti dell'impianto nell'ordine cautelativo del 10 %, il che porta ad una produzione stimata con pannelli fissi di **88,95 GWh**.

Tenendo conto del sistema di supporto su tracker, la produzione stimata aumenta a **111,19 GWh**.



Figura 3-5 - Tracker ad inseguimento



Figura 3-6 - Dettaglio del tracker ad inseguimento

3.6 PANNELLI FOTOVOLTAICI

Il parco fotovoltaico è costituito principalmente da moduli fotovoltaici montati su supporti ad inseguimento che generano corrente elettrica. Come già indicato in precedenza si è optato per la scelta di pannelli bi-facciali.

3.6.1 PANNELLI BI-FACCIALI

Il parco fotovoltaico è costituito principalmente da moduli fotovoltaici montati su supporti ad inseguimento che generano corrente elettrica.

La tecnologia di base scelta quale nucleo produttivo dell'impianto è costituita da pannelli monofacciali.

I moduli fotovoltaici scelti sono gli AKCOME SKA611HDGDC o equivalenti, aventi una potenza pari a 710 Wp,. Fornitore, marca e modello indicati hanno carattere puramente indicativo, in quanto quelli definitivi saranno scelti al momento della costruzione dell'impianto in base alle condizioni di mercato.

I pannelli vengono riuniti in stringhe da 24 moduli e collegati ad un inverter, in grado di connettere più stringhe, collocato in campo nei pressi delle strutture dei tracker in appositi alloggiamenti.

3.6.2 TRACKER

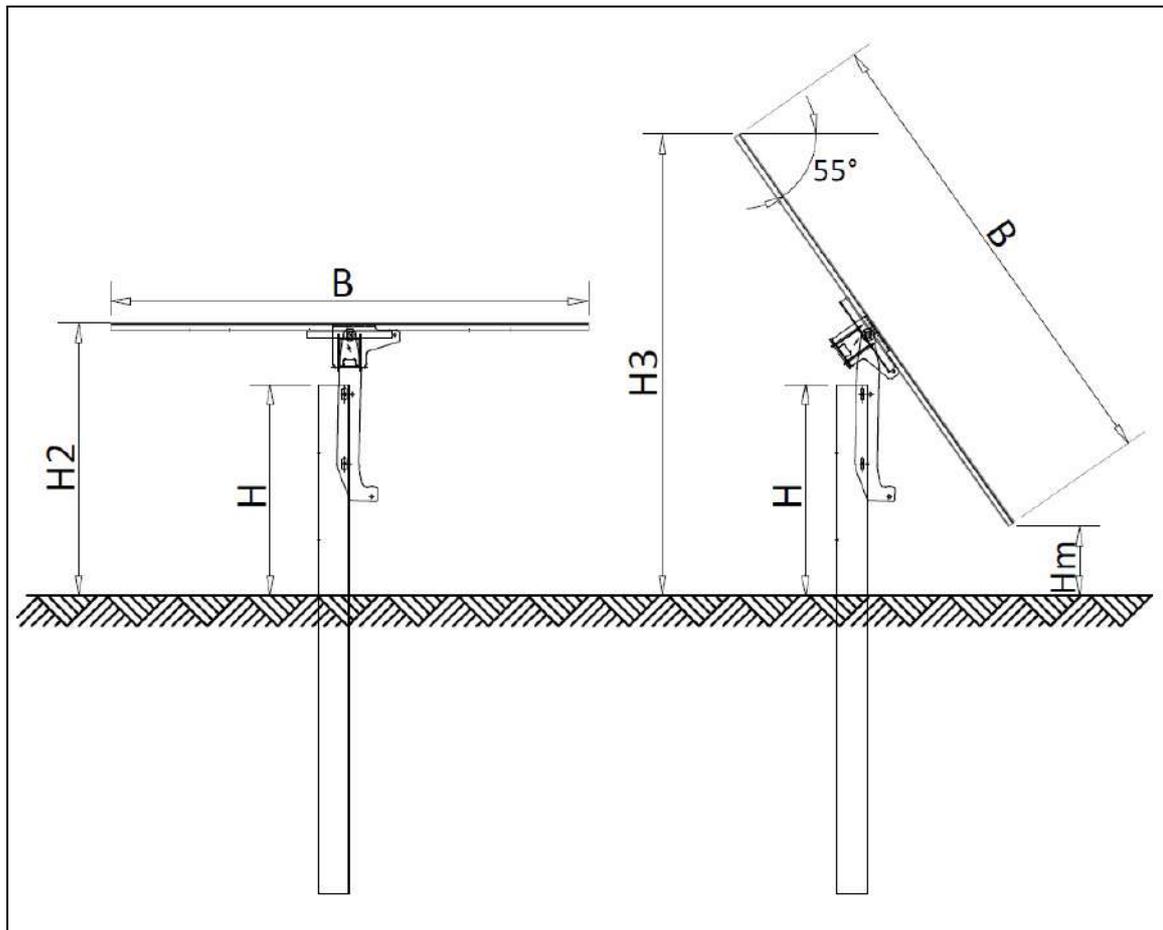
I pannelli fotovoltaici sono assemblati su strutture metalliche infisse a terra e dotate di tracker monoassiale per l'ottimizzazione della raccolta della radiazione solare. Questo significa che la struttura è in grado di ruotare sull'asse nord-sud garantendo che la superficie captante dei moduli sia sempre perpendicolare ai raggi del sole, con un angolo di rotazione che varia di +/- 55°.



Figura 3-7 - Immagine esplicativa dell'allestimento dei pannelli sulla struttura tracker

La struttura è formata da un telaio metallico sul quale viene assemblata una fila di 24 o 48 pannelli, in orientamento "landscape". Ogni gruppo di pannelli è fissato in posizione baricentrica lungo l'asse mediano su una struttura portante costituita da una trave metallica, sorretto da pilastri in acciaio che vengono infissi nel terreno.

Nel dettaglio le strutture utilizzate sono Tracker da 24 e Tracker da 48 moduli, di cui il fornitore, marca e modello saranno scelti al momento della costruzione dell'impianto in base alle condizioni di mercato.



| DIMENSIONI [mm] | | | | |
|-----------------|------|--|----|------|
| B | 2384 | | H2 | 3000 |
| H | 2640 | | H3 | 3940 |
| | | | Hm | 1940 |

Figura 3-8 - Schema di dettaglio del funzionamento e del dimensionamento del tracker

L'utilizzo di supporto mobile ad inseguimento permette di ottimizzare la captazione della radiazione solare garantendo che i pannelli siano sempre esposti in maniera ottimale verso il sole durante tutto l'arco della giornata. Questo significa che il parco fotovoltaico non è un impianto "statuario" ma bensì con una conformazione mutevole; il movimento di rotazione monoassiale permette quindi di muovere i pannelli ponendo gli spigoli estremi della struttura ad una altezza minima di 1.94 m da terra e massima di 3,94 m, misure che si raggiungono soltanto al mattino ed alla sera, mentre durante la giornata la piattaforma si trova ad oscillare tra questi due estremi con un angolo massimo di 55° rispetto al piano orizzontale.

L'altezza minima della struttura si ha al raggiungimento dello zenit solare, quanto la piattaforma risulta completamente orizzontale, per una altezza pari a 3,00 m rispetto al piano campagna.

3.7 PISTE DI ACCESSO

Il parco fotovoltaico è accessibile tramite i nuovi cancelli di accesso dislocati lungo Via dello Zannone, dove è prevista la realizzazione della stazione AT di Connessione del produttore. In questa zona si prevede la realizzazione di un'area di manovra realizzata tramite un piazzale in misto frantumato stabilizzato. L'accesso al cuore dell'impianto avviene tramite una pista interna che attraversa tutto il centro del campo fotovoltaico per raggiungere le cabine di campo.

Questa pista presenta le medesime caratteristiche tecniche del piazzale di accesso, quindi con una finitura in fondo di misto frantumato stabilizzato di 20cm. Si prevede la posa al di sotto della pista di uno strato di geotessuto al fine di limitare l'impatto del modellamento del terreno.

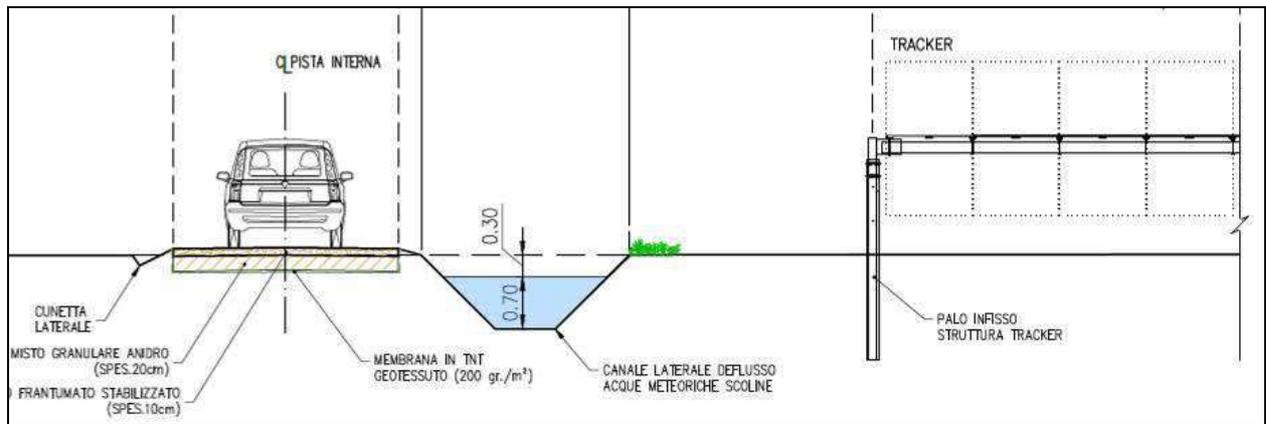


Figura 3-9 - Sezione tipo della pista interna di gestione dell'impianto

La pista consente l'accesso alle cabine di campo e la gestione delle strutture dei pannelli, nonché ospita tutta l'impiantistica interrata di collegamento tra pannelli e trasformatori di campo e quindi le linee MT dalle cabine di campo alla cabina di consegna.

3.8 VIDEOSORVEGLIANZA E RECINZIONE PERIMETRALE

Lungo la pista perimetrale si prevede l'installazione del sistema di videosorveglianza, costituito da pali zincati posti ogni 100 m sui quali vengono montate le telecamere di sorveglianza. I pali sono metallici aventi un'altezza fuori terra pari a 3,50 m.

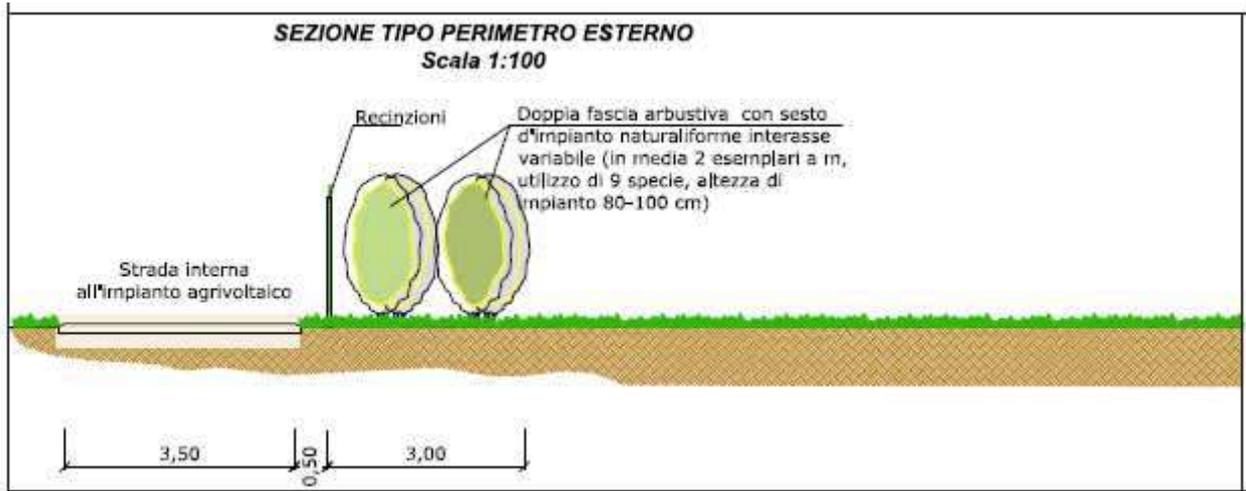


Figura 3-10 Sezione tipo della pista perimetrale (Fonte: stralcio Elaborato T22)

L'impianto di illuminazione invece è concentrato nei pressi delle cabine di campo e presenta una tecnologia di stand-by per ottimizzarne l'utilizzo solo se necessario, riducendo così l'impatto luminoso.

È prevista una recinzione metallica lungo tutto il perimetro dell'impianto, atta a impedire l'accesso al personale non autorizzato. La recinzione presenta una altezza massima di 2,00 m, lasciando uno spazio vuoto di circa 20 cm tra il lembo inferiore ed il terreno, al fine di consentire il passaggio della piccola fauna. Tale accorgimento si presenta come un passaggio ecologico atto ad agevolare l'interscambio faunistico e l'attraversamento delle specie nella superficie oggetto dell'intervento, evitando quindi che il parco fotovoltaico rappresenti una cesura ambientale; anzi, tramite questo accorgimento il terreno interessato dall'installazione dei pannelli fotovoltaici risulta completamente permeabile e l'inserimento di specie arboree ed arbustive lungo tutto il perimetro aumenta notevolmente la qualità vegetazionale ed ambientale del sito.

L'impianto di illuminazione invece è concentrato nei pressi delle cabine di campo e presenta una tecnologia di stand-by per ottimizzarne l'utilizzo solo se necessario, riducendo così l'impatto luminoso; sia nelle fasi di cantiere, esercizio e dismissione si prevede una minima installazione di punti di illuminazione; in modo particolare per l'esercizio dell'impianto si prevede la presenza di un solo punto luce per cabina, azionato con sensore di prossimità.

3.9 CONNESSIONE ALLA RTN

L'impianto sarà connesso alla RTN mediante un nuovo cavo interrato in Alta Tensione AT a 132 kV, di lunghezza circa 7,9 km, connesso alla stazione elettrica (SE) esistente denominata "Collesalveti". La stazione esistente "Collesalveti" non sarà modificata in nessun modo in quanto al suo interno sono già stati predisposti gli stalli su cui sarà allacciato il cavidotto.

Il tracciato del cavo è mostrato nelle Figure 1a e 1b. Il dettaglio è mostrato in Figura 3.4a allegata al SIA.

Il tracciato del cavo in uscita dalla cabina di trasformazione AT/MT di utente si dirige verso est per circa 30 metri fino a raggiungere la SR 206. Poi piega verso sud sviluppandosi per circa 250 metri lungo la SR 206. Dopodiché il tracciato imbecca la strada di accesso al Canale Scolmatore del fiume Arno e la percorre, parallelamente a detto Canale, in direzione sud ovest, per circa 4,5km fino al raggiungimento

del punto dove il corso d'acqua Tora si immette nello Scolmatore. Da questo punto il tracciato attraversa in direzione sud, in TOC, il Canale Scolmatore e alcuni corpi idrici secondari per raggiungere lo svincolo dell'SGC FI-PI-LI dove si sviluppa su sede stradale in direzione sud per 1.75 km fino a raggiungere la rotatoria di incrocio con la SP 555. Dopodiché svolta a destra, mantenendosi sul tracciato della SP 555 per circa 700 m e infine svolta a destra, sempre su strada asfaltata per poi entrare dopo circa 150 metri nella stazione elettrica esistente denominata "Collesalveti".

4 ASPETTI AMBIENTALI E PAESAGGISTICI

4.1 CONTESTO GEOMORFOLOGICO E IDROGRAFICO

L'area di studio ricade nella porzione centro settentrionale della Toscana all'interno della pianura dell'Arno in prossimità del Mar Tirreno. Questa zona si è formata a seguito dei complessi fenomeni geodinamici legati alla formazione dell'Appennino che possono essere raggruppati in:

- Fasi varisiche, legate alla formazione della Catena varisica (ercinica) durante il Carbonifero;
- Fasi estensionali giurassiche legate all'apertura dell'Oceano Ligure-Piemontese;
- Fasi liguri, che hanno portato alla formazione del prisma orogenico ligure;
- Fasi toscane, che hanno portato alla formazione di unità tettoniche e associato metamorfismo a spese di termini di pertinenza del Dominio Toscano;
- Tettonica miocenico-quadernaria del margine tirrenico;
- Tettonica miocenico-quadernaria nell'Appennino umbro-marchigiano-romagnolo.

La struttura dell'Appennino deriva quindi dalla prolungata interazione, durante l'Oligocene superiore-Miocene, tra il margine continentale della microplacca Adria e il blocco Sardo-Corso. A seguito della chiusura dell'Oceano Ligure-Piemontese e della successiva fase di collisione continentale, le unità tettoniche afferenti al dominio oceanico (Unità Liguri) si sono sovrapposte a unità appartenenti al margine continentale della placca Adria (Dominio Toscano e Umbro - Marchigiano) mediante lo sviluppo di estesi accavallamenti (*thrusts*) a vergenza orientale e pieghe rovesciate (Figura 4.1).

La migrazione del fronte compressivo verso est ha portato all'interno delle unità originate da domini continentali, all'individuazione di una zona esterna, l'avampaese padano-adriatico, e di una zona relativamente più interna, localizzata in corrispondenza dell'area delle Alpi Apuane, dove affiorano le unità tettoniche più profonde della catena appenninica. In quest'area, le unità tettoniche derivate dalla deformazione del margine continentale della placca Adria sono attribuite a due differenti domini: il Dominio Toscano Interno rappresentato dall'unità tettonica della Falda Toscana e il Dominio Toscano Esterno costituito dall'Unità tettonica delle Alpi Apuane e dell'unità tettonica di Massa s.l. (Figura 4.1).

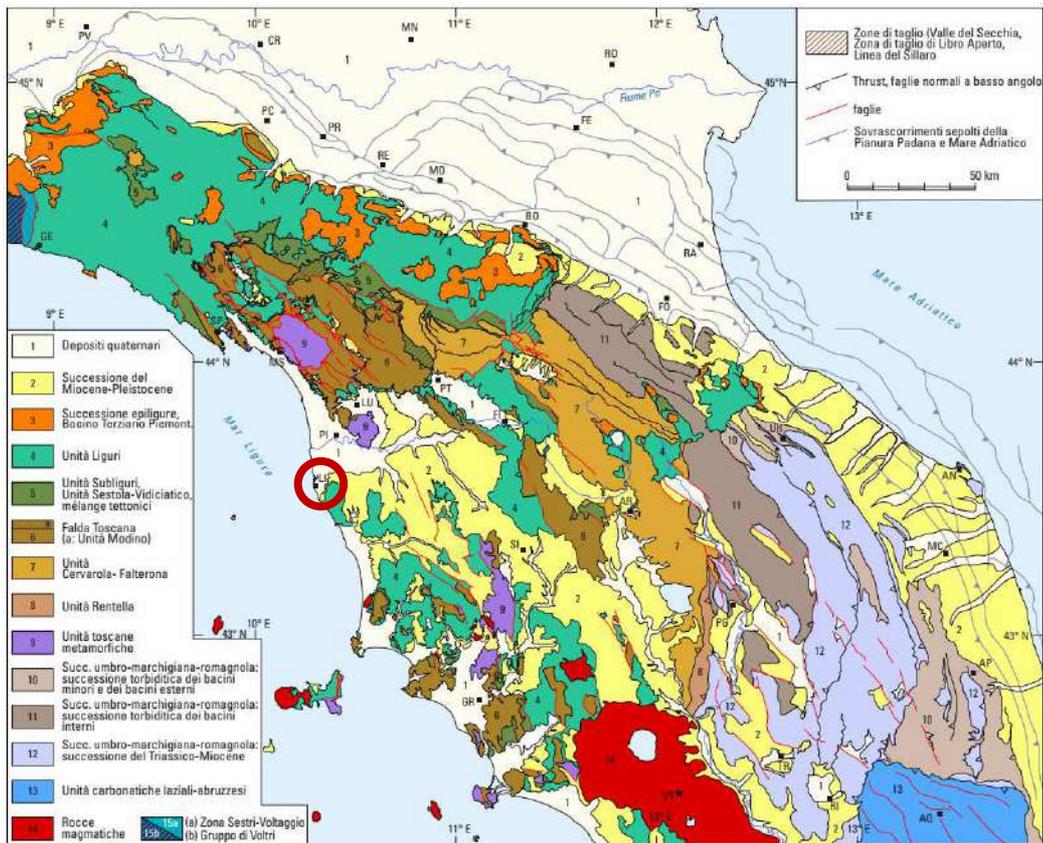


Figura 4-1 Schema tettonico dell'Appennino Settentrionale (Conti P et alii, 2020). Il cerchio rosso indica l'area di progetto

La migrazione del fronte compressivo verso est e l'apertura nel Tortoniano del Bacino Tirrenico ad ovest, ha portato all'instaurarsi di un regime estensionale che ha smembrato l'edificio appenninico precedentemente strutturato mediante lo sviluppo di *horst* e *graben* ad andamento circa nord-sud (esempio: graben del Serchio) sui quali si impostano importanti bacini marini ed intramontani Plio-Pleistocenici.

Durante questa fase distensiva si è formata la pianura dell'Arno che costituisce la porzione sommitale del riempimento di uno di questi sistemi di depressioni tettoniche, di forma trapezoidale, in parte sottomarina, collocata sul prolungamento sud-orientale del graben del Fiume Magra.

La pianura di Pisa è delimitata verso nord-est dai rilievi montuosi dei Monti Pisani, dai Monti d'Oltre Serchio e dalle Alpi Apuane, mentre a sud dalle Colline Pisane e Livornesi. Questa pianura ha subito fin dall'epoca romana profonde modificazioni del paesaggio naturale a seguito di grandi opere di bonifica e di sistemazioni idraulico-agrarie che hanno reso quasi del tutto artificiale il sistema di drenaggio. I corsi d'acqua principali sono rappresentati dai tratti terminali del fiume Arno e del fiume Serchio.

Si tratta di una pianura costiera formatasi per l'accumulo di sedimenti fluvio-lacustri del sistema Arno-Serchio, attualmente indipendenti, e di depositi eolico-transizionali dei lidi e delle dune litoranei, progradanti verso il mare aperto. La fascia pedemontana presenta caratteri di sovralluvionamento generati da più fasi di innalzamenti glacio-eustatici del livello del mare con formazione di tratti con ripide pareti che si alternano a tratti che si raccordano con la pianura più dolcemente in modo particolare dove si sono formati estesi apparati alluvionali (coni di deiezione e/o terrazzati).

I corsi d'acqua che si originano dai Monti Pisani sono, nella zona di pianura, canalizzati e convogliati nella fitta rete di fossi e canali, che sono serviti, nel passato, come forza motrice e come idrovie. Il

deflusso delle acque verso il mare infatti, è favorito da due grandi canali artificiali: l'Arnaccio, che raccoglie le acque della pianura di Bientina, e lo Scolmatore, che raccoglie le acque dalla depressione di Fucecchio, e da vari torrenti che solcano le Colline pisane e livornesi.

Nel tempo i corsi d'acqua hanno modificato l'andamento del loro corso e testimonianza di questa evoluzione si ritrova della presenza di numerosi paleoalvei. L'attività dei corsi d'acqua si è alternata nel tempo con trasgressioni marine che hanno portato alla deposizione di sedimenti costieri, la cui presenza è possibile riscontrare nel sottosuolo della piana con il rinvenimento di fossili.

La dinamica della costa è legata all'evoluzione del delta dell'Arno, che ha raggiunto il suo massimo sviluppo alla metà del 1800. La sua progradazione ha determinato l'avanzamento della linea di riva con apporti di sedimenti crescenti, legati all'intenso sfruttamento del territorio, a partire dal VI secolo a.C.. Nella seconda metà dell'800 il trend di accrescimento si ribaltò principalmente per cause antropiche riconducibili a cambiamenti dell'uso del suolo, alla creazione di una rete di sistemi idraulici in pianura e all'avvio di attività estrattive in alveo che hanno pesantemente ridotto il carico solido trasportato dall'Arno con conseguente mancata deposizione di sedimenti lungo la costa. A questi fattori si è aggiunto un innalzamento del livello medio del mare. L'assetto attuale vede il paesaggio costiero caratterizzato da "cotoni", barre emerse per accumulo di sedimenti, e di dune o "tomboli", spesso ricoperti da vegetazione, alle spalle dei quali spesso si trovano aree umide residue.

Invece nella fascia compresa tra la costa e l'entroterra pisano in passato si erano formate ampie aree paludose, che si estendevano fino a limite del centro di Pisa. Queste paludi sono state poi bonificate in tempi storici. Nella depressione che collegava la valle dell'Arno alla pianura lucchese era presente il Lago di Sesto o di Bientina che rappresentava un'ampia area paludosa di cui attualmente rimangono piccole aree umide. La tendenza all'impaludamento di quest'area venne contrastata fin dal VII secolo a.C. attraverso la realizzazione di una serie di interventi di regimazione idraulica fino alla realizzazione nel 1859 della "botte" sotto il letto dell'Arno, nei pressi di Fornacette che convogliò le acque del lago verso il mare.

4.2 SUOLO

4.2.1 USO DEL SUOLO

Per la caratterizzazione dei suoli è stato utilizzato il Corine Land Cover del 2018, Livello IV (ISPRA)¹. Per l'area vasta di progetto risulta che (Figura 4.2) l'uso del suolo è quasi esclusivamente di tipo agricolo dedicato a colture intensive, seguono le aree con presenza di corsi d'acqua e idrovie e le aree industriali. Tutte le opere in progetto ricadono in aree classificate a colture intensive. Di seguito si riporta la Tabella 4.1 con indicate in ordine decrescente le distribuzioni del Uso del suolo all'interno dell'area vasta.

¹ Portale ISPRA Uso, copertura e consumo di suolo (<https://www.isprambiente.gov.it/it/banche-dati/banche-dati-folder/suolo-e-territorio/uso-del-suolo>).

Tabella 4.1 - Distribuzione dell'Uso del Suolo 2018 all'interno dell'area vasta.

| Codice | Descrizione | Area (km ²) | % |
|--------|--|-------------------------|-------|
| 2111 | Colture intensive | 26,1 | 83,9% |
| 511 | Corsi d'acqua, canali e idrovie | 1,9 | 6% |
| 121 | Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati | 1,7 | 5,5% |
| 112 | Tessuto urbano discontinuo | 0,7 | 2,2% |
| 122 | Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche | 0,4 | 1,3% |
| 243 | Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti | 0,1 | 0,5% |
| 133 | Aree in costruzione | 0,1 | 0,4% |
| 242 | Sistemi colturali e particellari complessi | 0,0 | 0,1% |
| 221 | Vigneti | 0,0 | 0% |

4.2.2 COPERTURA DEL SUOLO

La copertura del suolo è un indice con il quale si rappresenta la copertura biofisica della superficie terrestre e, secondo la Direttiva 2007/2/CE, rappresenta la copertura fisica e biologica della superficie terrestre. In essa sono comprese non solo le aree agricole, i boschi, le foreste, le zone umide e i corpi idrici ma anche le aree ormai artificializzate.

Dalla Carta Nazionale della Copertura del Suolo 2021 realizzata da ISPRA (Figura 4.2) emerge che l'area vasta è caratterizzata prevalentemente da suoli con coperture a erbaceo periodico, si evidenziano tuttavia diverse aree classificate come altre superfici artificiali non classificate che corrispondono alle strade e alle zone industriali presenti nella zona di progetto. Inoltre si riscontrano aree sparse occupate da corpi idrici permanenti.

Il sito di progetto e le opere accessorie si collocano su suoli con coperture erbaceo periodico.

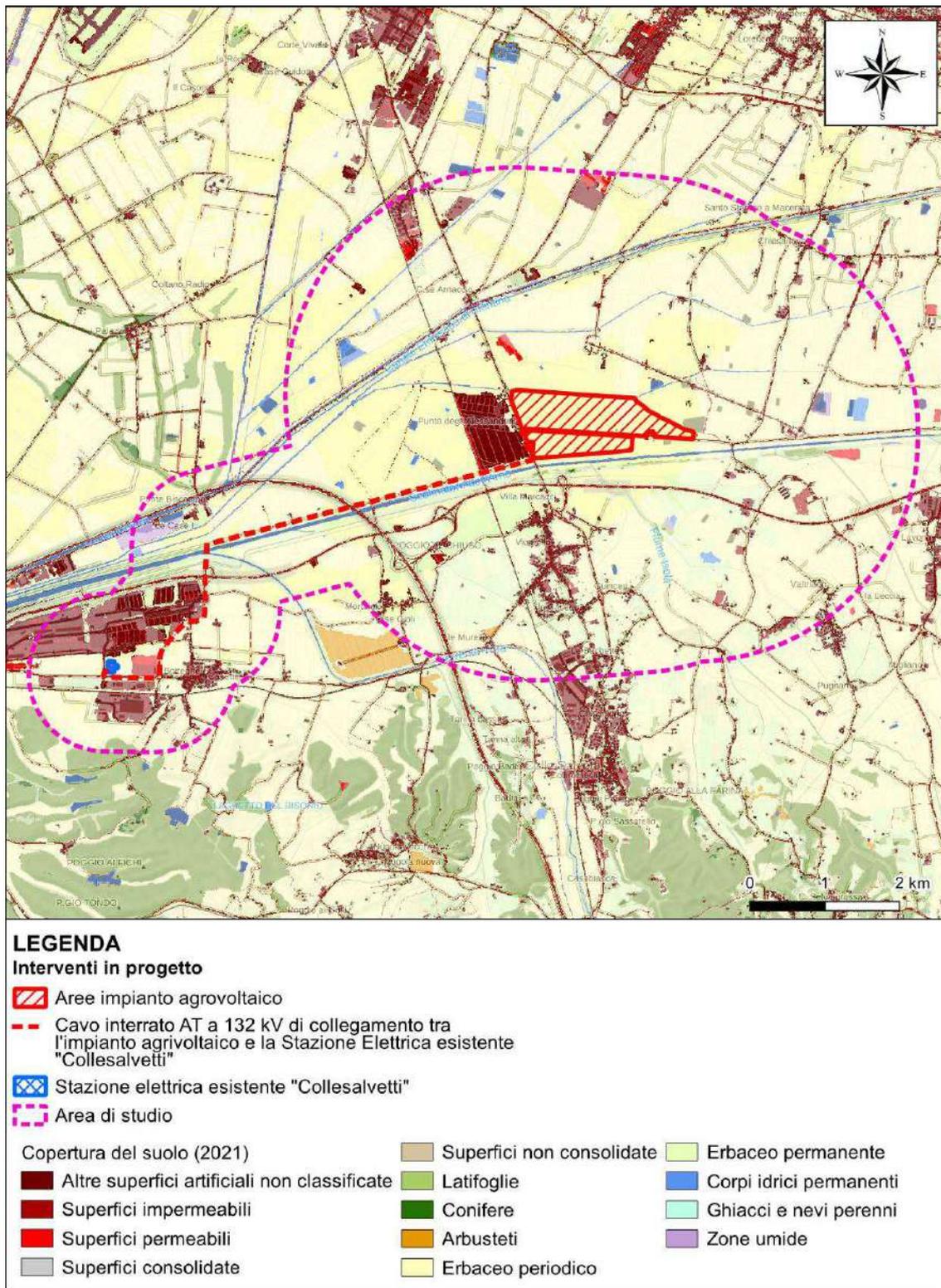


Figura 4-2 - Carta Nazionale della Copertura del Suolo 2021 (Ispra) per l'area vasta

In Figura 4-3 è descritto l'uso del suolo dell'area di intervento dove si evince che l'impianto sarà installato su aree a seminativo non irriguo.

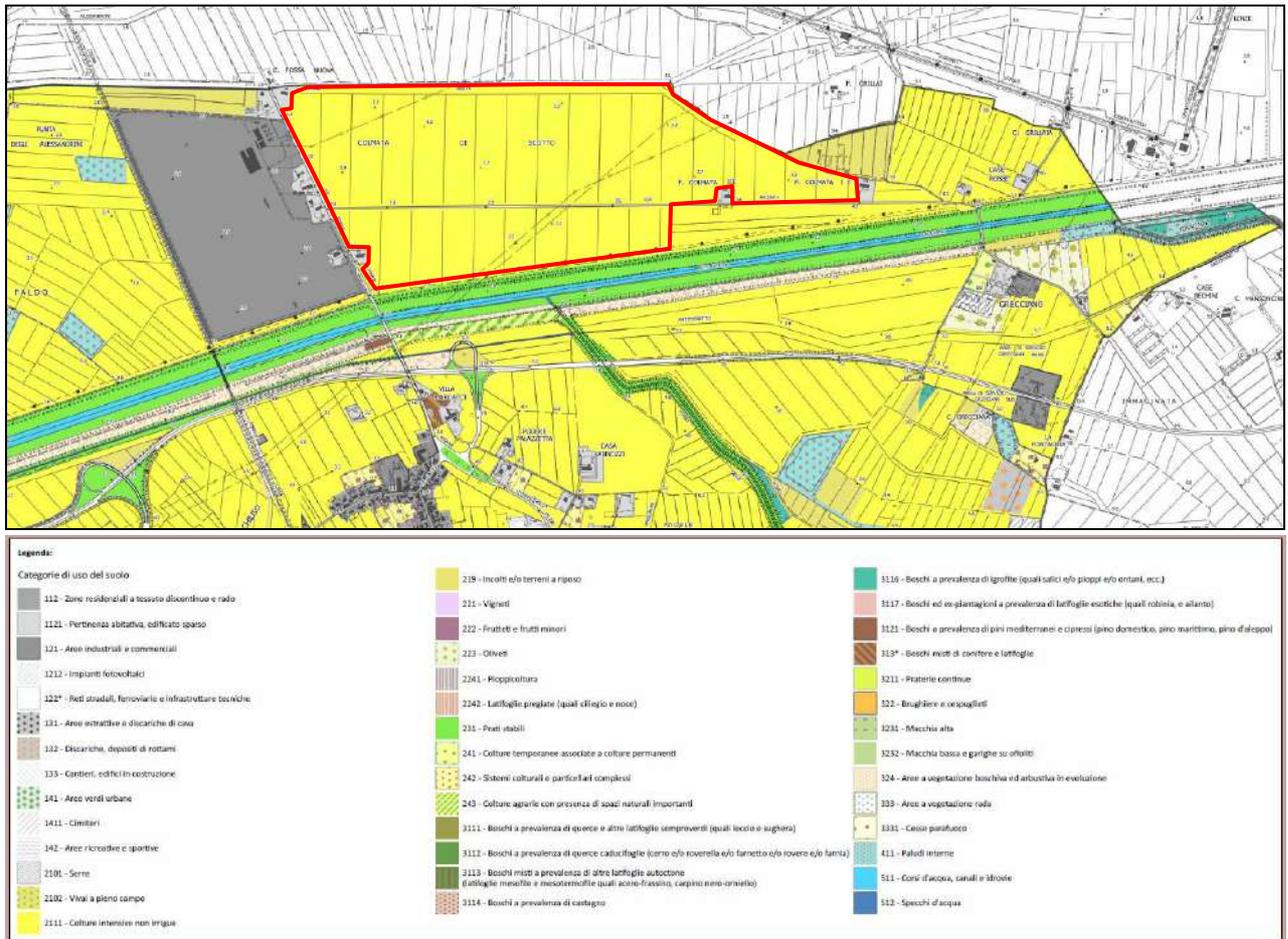


Figura 4-3 Uso del suolo dell'ambito di intervento

4.2.3 TIPOLOGIE DI SUOLI

La banca dati delle regioni pedologiche italiane (Costantini et alii) sviluppata alla scala 1:5.000.000 costituisce la base dalla quale è poi nata la carta dei suoli d'Italia. La carta mostra le aree potenzialmente omogenee di evoluzione dei suoli, le così dette "soil region", individuate sulla base delle condizioni climatiche e geologiche che si ritiene caratterizzino lo sviluppo dei principali processi pedogenetici che poi portano alla formazione di differenti suoli. Dalla carta di Figura 4.4 emerge che l'area vasta di progetto ricade sul confine della regione pedologica **64.4 – Versilia e pianure interne della Toscana, Umbria e Lazio**. Le caratteristiche di questa regione sono riportate nella Tabella 4.2.

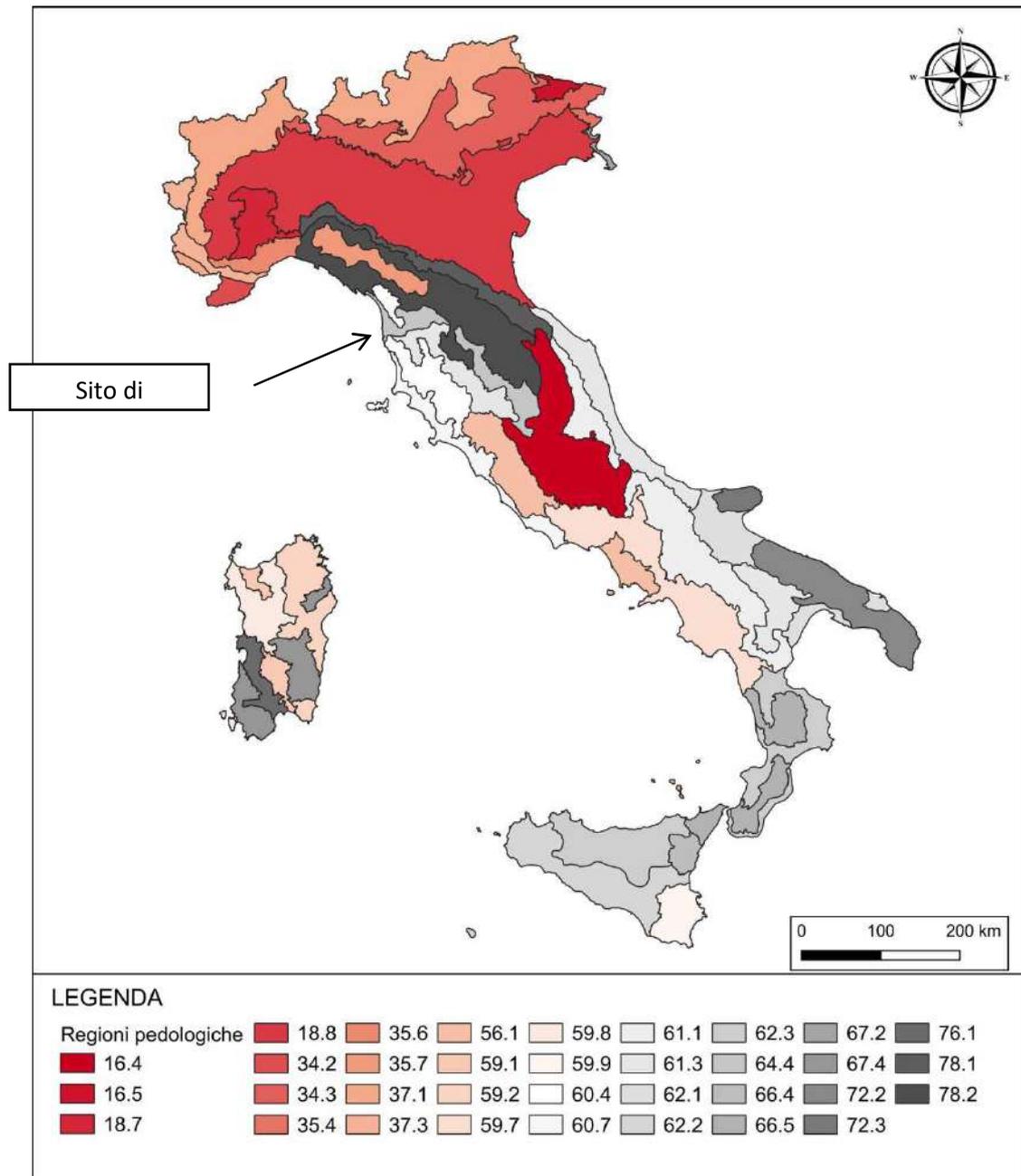


Figura 4-4 - Carta delle regioni pedologiche italiane

Tabella 4.2 - Caratteristiche della regione pedologica 64.4

| Caratteristica | Descrizione |
|--|--|
| Regione pedologica | Versilia e pianure interne della Toscana, Umbria e Lazio |
| Estensione | 5223 km ² |
| Clima | Mediterraneo oceanico e suboceanico, media annua delle temperature medie medie: 12-15°C; media annua delle precipitazioni totali: 850-1100 mm; mesi più piovosi: ottobre e novembre; mesi siccitosi: luglio e agosto; mesi con temperature medie al di sotto dello zero: nessuno. |
| Pedoclima | Regime idrico e termico dei suoli prevalente: udico, termico. |
| Geologia principale | Depositi alluvionali e lacustri del Quaternario |
| Morfologia e intervallo di quota prevalenti | Prevalentemente pianeggiante, da 0 a 300 m s.l.m |
| Suoli principali | <ul style="list-style-type: none"> • suoli alluvionali, con falda idrica poco profonda e accumulo di sostanza organica (EutricGleysols, Fluvisols e Cambisols; Ombric Histosols); con proprietà vertiche poco accentuate (VerticCambisols); • suoli decarbonatati, ricchi in ossidi di ferro, con accumulo di argilla nel profilo (Haplic, Chromic e Gleyic Luvisols). |
| Capacità d'uso più rappresentative e limitazioni principali | Suoli di 1 ^a , 2 ^a e 5 ^a classe, con limitazioni per rischio di inondazione, eccesso idrico, tessitura eccessivamente argillosa; localmente per acidità, pietrosità e per presenza di torba o per salinità. |
| Processi degradativi più frequenti | Aree a competizione tra usi diversi; forte il consumo di suolo per attività extra-agricole (10,6% della superficie della regione pedologica), comune la degradazione delle qualità fisiche dei suoli (compattazione) causata dall'agricoltura intensiva e la riduzione della sostanza organica negli orizzonti più superficiali (seminativi nudi 44,1%, prati stabili e boschi 14,5%, spesso su paleosuoli acidi). |

Entrando nello specifico e facendo riferimento alla Carta dei Suoli d'Italia in scala 1:1.000.000 (Costantini E. A.C, 2012) si osserva (Figura 4.5) che nell'area vasta di progetto sono presenti i seguenti suoli 2:

- E – Suoli degli Appennini Centrali e Meridionali:
 - 30 - Eutric, Calcaric, Dystric, Stagnic, Fluvic, Vertic e Leptic Cambisol; Calcaric Regosol; Calcaric Leptosol; Haplic Luvisol (Profondic);
- L - Suoli delle pianure e basse colline del centro e sud Italia:
 - 47 – Haplic e Petric Calcisol; Calcic, Chromic e Skeletic Luvisol; Calcaric e Luvic Phaeozem; Calcaric Fluvisol; Haplic e Calcic Vertisol; Calcic Kastanozem; Eutric, Fluvic, Endogleyic e Calcaric Cambis. Vitric Andosol; Calcaric Regosol; Calcaric Arenosol;

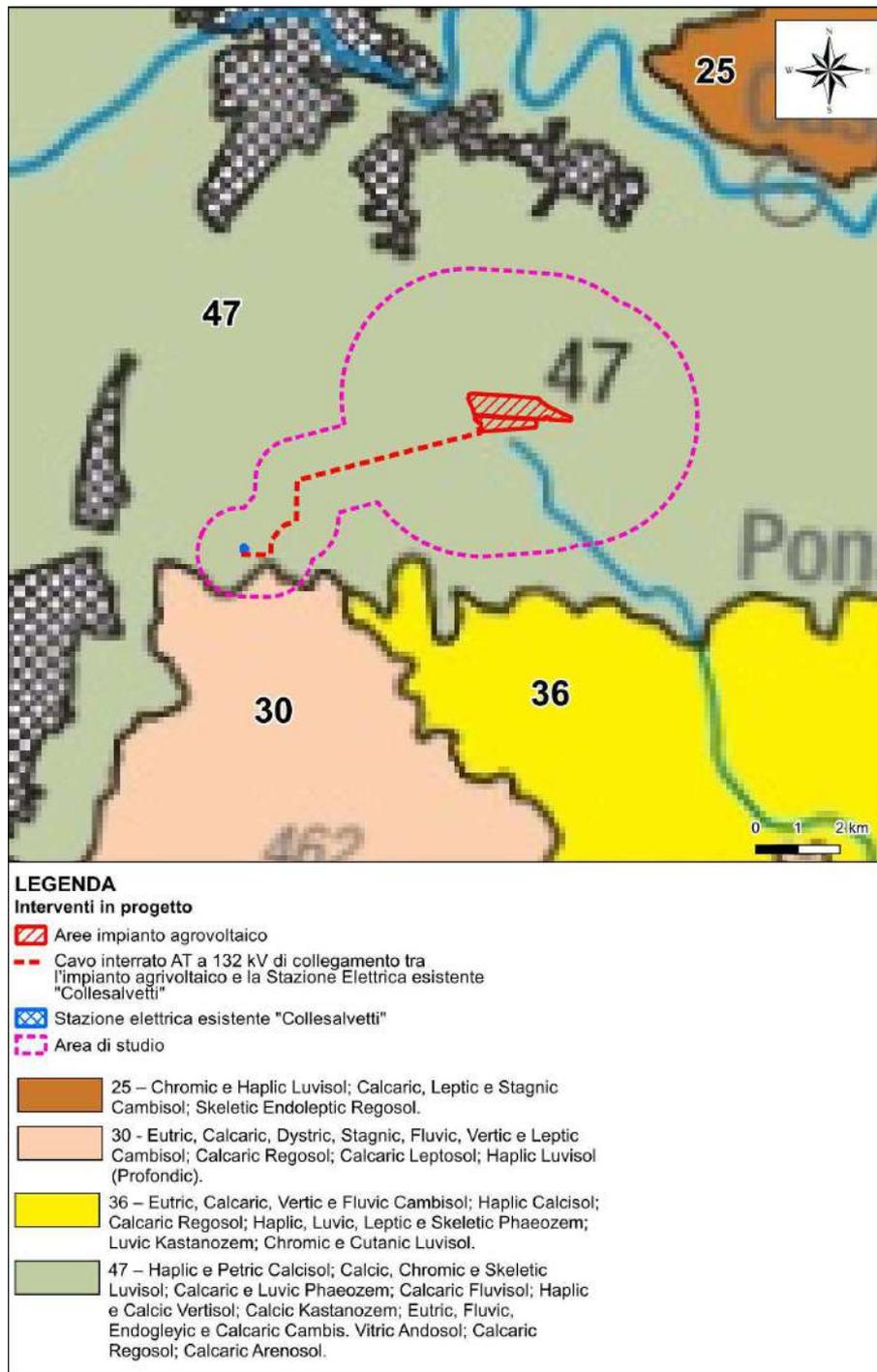


Figura 4-5 - Carta dei suoli d'Italia scala 1:1.000.000 (Costantini E. A.C, 2012).

Entrando nello specifico del sito di progetto la carta della capacità d'uso e fertilità dei suoli (DataBase Pedologico in scala 1:10.000 della Regione Toscana di livello 2-3) della Regione Toscana (Figura 4.5) riporta che si tratta di un suolo con capacità d'uso Classe II – “Suoli che presentano moderate limitazioni che richiedono una opportuna scelta delle colture e/o moderate pratiche conservative” nel quale è possibile trovare i seguenti tipi di suoli:

- GRE1-Grecciano: suolo molto frequente;

- PCC1-Ponsacco: occasionale;
- STF2-Santo Stefano: occasionale.

Nelle Tabelle seguenti si riportano le caratteristiche dei suoli

Tabella 4.3 - Caratteristiche del suolo GRE1

| | |
|--|--|
| Sigla | GRE1 |
| Nome | Grecciano, fase tipica |
| Località tipica | Grecciano-Interporto |
| Descrizione dell'ambiente | Pianura interfluviale (backswamp). Uso del suolo: seminativo a cereali. |
| Caratteri dei suoli | Suoli profondi, a profilo Ap-Bss-Cgss non ghiaiosi, da argilloso limosa, da debolmente a moderatamente calcarei, da debolmente a moderatamente alcalini, da moderatamente ben drenati a piuttosto mal drenati. |
| Orizzonti principali e range di variabilità | Sequenza caratteristica degli orizzonti genetici: Ap-Bss (k)-Csg. L'orizzonte Ap è di colore bruno oliva (2,5Y 4/4), ed ha uno spessore di 30-40 cm. Tessitura argilloso limosa, privo di scheletro, moderatamente strutturato, da neutro a moderatamente alcalino, da scarsamente calcareo a molto calcareo. La dotazione in sostanza organica è da bassa a media. L'orizzonte sottostante Bss ha uno spessore di circa 50 cm, tessitura argilloso limosa, privo di scheletro con una struttura fortemente sviluppata generalmente poliedrica subangolare, con fessure e facce di pressione e scorrimento, da neutro a moderatamente alcalino, da scarsamente calcareo a moderatamente calcareo. Segue un orizzonte Bssk, o talvolta Csgk con spessore di circa 20 cm, di colore bruno oliva (2,5Y 4/4), a tessitura argilloso limosa, e struttura moderatamente sviluppata, con frequenti concrezioni di CaCO ₃ e concrezioni ferro-manganesifere, moderatamente alcalino, molto calcareo. Reazione all'HCl notevole. L'orizzonte Cgss arriva fino a 150 cm circa, generalmente bruno grigiastro scuro (2,5Y 4/2), a tessitura argilloso limosa da scarsamente a moderatamente calcareo, massivo, con fessure e facce di pressione. Sono presenti screziature generalmente bruno giallastre, da neutro a moderatamente alcalino, da scarsamente calcareo a molto calcareo; è moderatamente salino per la presenza di cloruri e solfati. |
| Qualità dei suoli e problematiche di gestione e di conservazione | Suoli idonei alla coltivazione, ma con limitazioni intense, tali da ridurre la scelta delle colture o da richiedere speciali pratiche conservative. Tali limitazioni sono dovute principalmente al drenaggio, a volte piuttosto difficoltoso, ed alla tessitura argilloso limosa; secondariamente alla leggera salinità del subsoil. Per quanto concerne le altre caratteristiche idrauliche, inoltre, tali suoli si contraddistinguono per una capacità di acqua utilizzabile dalle piante elevata, per la conducibilità idraulica satura bassa con prevalenza dei flussi in senso orizzontale, per l'assenza di falda nei primi 150 cm di profondità; hanno inoltre una capacità di accettazione delle piogge bassa. La capacità di trattenere o inattivare i potenziali inquinanti è, in generale, molto alta. Le caratteristiche idrauliche di questi suoli, in particolare il drenaggio piuttosto difficoltoso e la bassa permeabilità, conseguenti alla tessitura argilloso limosa, richiedono interventi accurati di sistemazione idraulico-agraria per l'allontanamento delle acque in eccesso. Il rischio d'incrostamento superficiale è assente perché l'elevato contenuto in limo è mitigato dall'altrettanto consistente contenuto in argilla. |

Tabella 4.4 - Caratteristiche del suolo PCC1

| | |
|--|--|
| Sigla | PPC1 |
| Nome | Ponsacco, fase tipica |
| Località tipica | C. Ascellino |
| Descrizione dell'ambiente | Piana alluvionale del fiume Arno in parte bonificata. Uso del suolo: seminativo e prato in rotazione. |
| Caratteri dei suoli | Suoli profondi, a profilo Ap-Bw, non ghiaiosi, a tessitura franco limosa o franco sabbioso argillosa, da moderatamente a fortemente calcarei, da debolmente a moderatamente alcalini, da ben drenati a moderatamente ben drenati. |
| Orizzonti principali e range di variabilità | Sequenza caratteristica degli orizzonti genetici: Ap-C-2C. Ap-Bw. L'orizzonte Ap profondo tra 30 e 40 cm, di colore da bruno – bruno scuro (10YR 4/3) a bruno oliva chiaro (2,5YR 5/4), a tessitura da franco limosa a franco limoso argillosa, privo di scheletro, debolmente alcalino, da moderatamente calcareo a molto calcareo. Bassa dotazione in sostanza organica. L'orizzonte/i Bw sottostante, ha uno sviluppo fino a 140 cm, di colore per lo più bruno giallastro chiaro (10YR 5/4) e bruno oliva (2,5Y 4/4), a tessitura franco limosa o franco limoso argillosa, privo di scheletro, con strutturazione di tipo poliedrico subangolare, moderatamente sviluppata, moderatamente alcalino, da moderatamente calcareo a molto calcareo. Sono spesso presenti concrezioni carbonatiche piccole, in quantità compresa tra 5 e 10% (comuni) e screziature brunastre. |
| Qualità dei suoli e problematiche di gestione e di conservazione | Suoli molto adatti alla coltivazione, in generale senza alcuna particolare limitazione ed idonei ad ospitare una gamma di colture molto ampia. La loro produttività è elevata ed il mantenimento della fertilità è legato all'uso delle normali pratiche colturali (concimazioni minerali, apporti di sostanza organica, etc.). Per quanto concerne le caratteristiche idrauliche, si contraddistinguono per una capacità di accumulo di acqua utilizzabile dalle piante molto elevata, per la conducibilità idraulica satura moderatamente bassa con prevalenza dei flussi in senso orizzontale, per l'assenza di una falda nei primi 140 cm di profondità; hanno inoltre una capacità di accettazione delle piogge ed una capacità di trattenere o inattivare i potenziali inquinanti molto alta. Saltuariamente, la presenza di un contenuto in limo elevato ed il drenaggio moderato, possono indurre qualche modesta difficoltà gestionale, principalmente nel mantenimento di un sufficiente stato di aggregazione strutturale e di un'adeguata disponibilità di ossigeno. Il contenuto in limo induce la presenza di un rischio d'incrostamento superficiale alto; la formazione di crosta a seguito di piogge intense, su terreni lavorati finemente, può comportare difficoltà nell'emergenza per le erbacee con minore forza germinativa e richiedere il ricorso ad interventi più o meno energici di scarificazione |

Tabella 4.5 - Caratteristiche del suolo STF2

| | |
|--|---|
| Sigla | STF2 |
| Nome | Santo Stefano, variante fine |
| Località tipica | Az. Agr. Terreni - S. Stefano a Macerata |
| Descrizione dell'ambiente | Piana bonificata di tracicimazione, superfici pianeggianti. Uso del suolo: seminativo a cereali, barbabietola e prato. |
| Caratteri dei suoli | Suoli profondi, a profilo Ap-C-2C, non ghiaiosi, a tessitura franco limosa su argillosa, moderatamente calcarei, moderatamente alcalini, moderatamente ben drenati. |
| Orizzonti principali e range di variabilità | Sequenza caratteristica degli orizzonti genetici: Ap-C-2C. L'orizzonte Ap è di colore da bruno (10YR 5/3) a bruno oliva (2,5Y 4/4), ed ha uno spessore di circa 40 cm, tessitura prevalentemente franco limosa, privo di scheletro. Il calcare totale è compreso tra 5 e 10%, l'effervescenza all'HCl è da forte a violenta, la reazione subalcalina (con pH > 8). L'orizzonte sottostante C è spesso circa 40cm, il suo colore varia da bruno oliva chiaro (2,5Y 5/4) a bruno giallastro (10YR 5/4); massivo e scheletro del tutto assente. La tessitura è ancora franco limosa con tenore in limo superiore al 60%; l'effervescenza all'HCl è forte o violenta con reazione subalcalina (pH >8). Segue un orizzonte 2Ck, che si spinge oltre i 130 cm, calcareo, generalmente bruno grigiastro scuro (2,5Y 4/2), massivo, a tessitura argilloso limosa, scarsamente poroso, con fessure e facce di pressione, e presenza di concrezioni. |
| Qualità dei suoli e problematiche di gestione e di conservazione | Suoli in generale molto adatti alla coltivazione, ma con poche lievi limitazioni che riducono in parte l'ambito di scelta delle colture o richiedono l'adozione di modesti interventi, di facile esecuzione, per la coltivazione e la conservazione. Tali limitazioni sono dovute alla tessitura franco limosa ed al drenaggio moderato. Per quanto concerne le caratteristiche idrauliche, si contraddistinguono per una capacità di accumulo di acqua utilizzabile dalle piante molto elevata, per la conducibilità idraulica satura moderatamente bassa con prevalenza dei flussi in senso orizzontale, per l'assenza di falda nei primi 130 cm di profondità; hanno inoltre una capacità di accettazione delle piogge ed una capacità di trattenere o inattivare i potenziali inquinanti molto alta. L'elevata presenza di limo induce qualche difficoltà nel mantenimento di un adeguato stato di aggregazione strutturale delle particelle, una certa tendenza a formare zolle troppo compatte, se lavorati non in tempera ed un rischio alto d'incrostamento superficiale; la formazione di crosta a seguito di piogge intense, su terreni lavorati finemente, può comportare difficoltà nell'emergenza per le erbacee con minore forza germinativa e richiedere il ricorso ad interventi più o meno energici di scarificazione. |

4.3 VALUTAZIONE DELLA CAPACITÀ DEL SUOLO - LAND CAPABILITY CLASSIFICATION (LCC)

4.3.1 INTRODUZIONE

La classificazione della capacità d'uso (Land Capability Classification, LCC) è fra i metodi di valutazione delle Terre più diffuso a livello mondiale.

Elaborata in origine dal servizio per la conservazione del suolo del Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti (Klingebiel e Montgomery, 1961), ha ottenuto un buon successo ed è stata importata in molti paesi Europei ed extraeuropei, perché fornisce un modello efficace e semplice per valutare le potenzialità dei territori. La LCC è ampiamente utilizzata anche in Italia e sono numerosi gli esempi di utilizzo di questa classificazione applicata alle indagini e alle cartografie pedologiche nel campo della programmazione e pianificazione territoriale, con notevoli impatti sulle scelte decisionali degli amministratori. Il territorio della Sardegna, in particolare, è stato oggetto di valutazione della capacità d'uso fin dagli anni 60 del secolo scorso. Aru et al. (1967) pubblicarono una Carta delle Limitazioni d'uso dei suoli della Sardegna alla scala 1:250.000 basata su uno schema di 5 classi con limitazioni crescenti. Una seconda valutazione, sempre a livello regionale, è stata prodotta da Aru et. A., (1992) nella seconda edizione della carta pedologica regionale a scala 1:250.000.

Il metodo applicato non è sempre uguale ma può presentare adattamenti e leggere modifiche realizzate per adattare le specifiche alla realtà territoriale oggetto di indagine.

4.3.2 DESCRIZIONE DEL METODO

Questa metodologia permette di differenziare le terre in base alla potenzialità produttiva del terreno, determinata a sua volta dalle diverse tipologie pedologiche.

La valutazione viene effettuata sull'analisi dei parametri contenuti nella carta dei suoli e sulla base delle caratteristiche dei suoli stessi. La Land Capability Classification non si riferisce unicamente alle proprietà fisiche del suolo, che determinano la sua attitudine nella scelta di particolari colture, ma anche alle limitazioni da questo presentate nei confronti di uso agricolo generico; limitazioni che derivano dalla qualità del suolo ed in particolar modo dalle caratteristiche dell'ambiente in cui questo è inserito.

Ciò significa che la limitazione costituita dalla scarsa produttività di un territorio, legata a precisi parametri di fertilità chimica del suolo (pH, C.S.C., sostanza organica, salinità, saturazione in basi) viene messa in relazione ai requisiti del paesaggio fisico (morfologia, clima, vegetazione, etc.), che fanno assumere alla stessa limitazione, un grado di intensità differente a seconda che tali requisiti siano permanentemente sfavorevoli o meno (es.: pendenza, rocciosità, aridità, degrado vegetale, etc.).

4.3.3 I CRITERI

I criteri fondamentali della classificazione LCC sono i seguenti:

- la valutazione si riferisce al complesso di colture praticabili nel territorio in questione e non ad una coltura in particolare;
- vengono escluse le valutazioni dei fattori socio-economici;
- al concetto di limitazione è legato quello di flessibilità colturale, nel senso che all'aumentare del grado di limitazione corrisponde una diminuzione nella gamma dei possibili usi agro-silvo-pastorali;
- le limitazioni prese in considerazione sono quelle permanenti e non quelle temporanee, quelle cioè che possono essere risolte da appropriati interventi di miglioramento (drenaggi, concimazioni, ecc.);
- nel termine "difficoltà di gestione" vengono comprese tutte quelle pratiche conservative e le sistemazioni necessarie affinché l'uso non determini perdita di fertilità o degradazione del suolo;
- la valutazione considera un livello di conduzione gestionale medio elevato, ma allo stesso tempo accessibile alla maggioranza degli operatori agricoli.

In generale le classi di appartenenza del suolo vengono determinate sulla base della "legge del minimo", quindi è il parametro più limitante a definire la classe e non la loro media.

4.3.4 LE CLASSI

| | |
|-------------|--|
| Classe I | Limitazioni all'uso scarse o nulle. Ampia possibilità di scelte colturali e usi del suolo. |
| Classe II | Limitazioni moderate che riducono parzialmente la produttività o richiedono alcune pratiche conservative. |
| Classe III | Evidenti limitazioni che riducono le scelte colturali, la produttività e/o richiedono speciali pratiche conservative. |
| Classe IV | Limitazioni molto evidenti che restringono la scelta delle colture e richiedono una gestione molto attenta per contenere la degradazione. |
| Classe V | Limitazioni difficili da eliminare che restringono fortemente gli usi agrari. Pascolo e bosco sono usi possibili insieme alla conservazione naturalistica. |
| Classe VI | Limitazioni severe che rendono i suoli generalmente non adatti alla coltivazione e limitano il loro uso al pascolo, alla forestazione, al bosco o alla conservazione naturalistica e paesaggistica. |
| Classe VII | Limitazioni molto severe che rendono i suoli non adatti alle attività produttive e che restringono l'uso al bosco naturaliforme, alla conservazione naturalistica e paesaggistica. |
| Classe VIII | Limitazioni che precludono totalmente l'uso produttivo dei suoli, restringendo gli utilizzi alla funzione ricreativa e turistica, alla conservazione naturalistica, alla riserva idrica e alla tutela del paesaggio. |



Figura 4.6 - Relazioni concettuali tra classi di capacità d'uso, intensità delle limitazioni e rischi per il suolo e intensità d'uso del territorio

La classificazione prevede tre livelli di definizione in cui suddividere il territorio: classi, sottoclassi e unità. Le classi sono designate con numeri romani da I a VIII in base al numero ed alla severità delle limitazioni e raggruppano sottoclassi che possiedono lo stesso grado di limitazione o rischio.

- Classe I.** Suoli senza o con poche limitazioni all'utilizzazione agricola. Non richiedono particolari pratiche di conservazione e consentono un'ampia scelta tra le colture diffuse nell'ambiente. I suoli in classe I: non hanno in genere particolari limitazioni per il loro uso, consentendo diverse possibili destinazioni d'uso per le colture agrarie, per il pascolo sia migliorato che naturale, per il rimboschimento destinato alla produzione, ad attività naturalistiche e ricreative, ecc. Le forme del paesaggio variano da pianeggianti a subpianeggianti, i suoli sono profondi e ben drenati. I suoli in classe I non sono soggetti a dannose inondazioni. Sono produttivi e soggetti a usi agricoli intensivi. I suoli profondi ma umidi, che presentano orizzonti profondi con una bassa permeabilità, non sono ascrivibili alla classe I. Possono essere in alcuni casi iscritti alla classe I se

l'intervento di drenaggio è finalizzato ad incrementare la produttività o facilitare le operazioni colturali. Suoli in classe I destinati alle colture agrarie richiedono condizioni normali di gestione per mantenerne la produttività, sia come fertilità, sia come struttura. Queste pratiche possono includere somministrazioni di fertilizzanti, calcinazioni, sovesci, conservazione delle stoppie, letamazioni e rotazioni colturali.

- **Classe II.** Suoli con moderate limitazioni, che riducono la scelta colturale o che richiedono alcune pratiche di conservazione, quali un'efficiente rete di affossature e di drenaggi. I suoli in classe II: mostrano alcune limitazioni che riducono la scelta delle possibili colture o richiedono moderate pratiche di conservazione. I suoli presenti in questa classe richiedono particolari attenzioni nelle pratiche gestionali, tra cui quelle di conservazione della fertilità, per prevenire i processi di degrado o per migliorare i rapporti suolo-acqua-aria qualora questi siano coltivati. Le limitazioni sono poche e le pratiche conservative sono facili da applicare. Possono essere destinati alle colture agrarie, al pascolo sia migliorato che naturale, al rimboschimento finalizzato alla produzione di legname da opera, alla raccolta di frutti selvatici, ad attività naturalistiche e ricreative. Le limitazioni dei suoli in questa classe possono essere, singolarmente o in combinazione tra loro, pendenze moderate, moderata suscettività all'erosione idrica ed eolica, moderate conseguenze di precedenti processi erosivi, profondità del suolo inferiore a quella ritenuta ideale, in alcuni casi struttura e lavorabilità non favorevoli, salinità e sodicità da scarsa a moderata ma facilmente irrigabili. Occasionalmente possono esserci danni alle colture per inondazione. Permanente eccessiva umidità del suolo, comunque facilmente correggibile con interventi di drenaggio è considerata una limitazione moderata. I suoli in classe II presentano all'operatore agricolo una scelta delle possibili colture e pratiche gestionali minori rispetto a quelle della classe I. Questi suoli possono richiedere speciali sistemi di gestione per la protezione del suolo, pratiche di controllo delle acque o metodi di lavorazione specifici per le colture possibili.
- **Classe III.** Suoli con notevoli limitazioni, che riducono la scelta colturale o che richiedono un'accurata e continua manutenzione delle sistemazioni idrauliche agrarie e forestali. I suoli in classe III presentano delle rigide limitazioni che riducono la scelta delle possibili colture e, per essere utilizzati, si devono realizzare speciali pratiche di conservazione. Hanno restrizioni maggiori rispetto a quelle della classe II, possono essere destinati alle colture agrarie, al pascolo migliorato e naturale, al rimboschimento finalizzato anche alla produzione di legname da opera, alla raccolta dei frutti selvatici e ad usi turistici e ricreativi. Le limitazioni di questi suoli ne restringono significativamente sia la scelta delle colture, che il periodo di semina o impianto, le lavorazioni e la successiva raccolta. Le limitazioni possono essere ricondotte a: pendenze moderate, elevata suscettibilità all'erosione idrica ed eolica, effetti di una precedente erosione, inondazioni frequenti ed accompagnate da danni alle colture, ridotta permeabilità degli orizzonti profondi, elevata umidità del suolo e continua presenza di ristagni.
- **Classe IV.** Suoli con limitazioni molto forti all'utilizzazione agricola. Consentono solo una limitata possibilità di scelta. Suoli non arabili. I suoli di questa classe mostrano limitazioni molto severe che restringono la scelta delle possibili colture e/o richiedono tecniche di gestione migliorative. I suoli presenti in questa classe possono essere destinati alle colture agrarie, al pascolo migliorato e naturale, al rimboschimento finalizzato anche alla produzione di legname da opera, alla raccolta dei frutti selvatici e ad usi turistici e ricreativi. Inoltre, possono essere adatti solo ad un numero limitato delle colture più comuni. Le limitazioni sono dovute a: pendenze elevate,

suscettibilità elevata alla erosione idrica ed eolica, gravi effetti di precedenti processi erosivi, ridotta profondità del suolo, ridotta capacità di ritenzione idrica, inondazioni frequenti accompagnate da gravi danni alle colture, umidità eccessiva dei suoli con rischio continuo di ristagno idrico anche dopo interventi di drenaggio, severi rischi di salinità e sodicità, moderate avversità climatiche. In morfologie pianeggianti o quasi pianeggianti alcuni suoli ascritti alla classe IV, dal ridotto drenaggio e non soggetti a rischi di erosione, risultano poco adatti alle colture agrarie in interlinea a causa del lungo tempo necessario per ridurre la loro umidità, inoltre la loro produttività risulta molto ridotta.

- **Classe V.** Suoli che presentano limitazioni ineliminabili non dovute a fenomeni di erosione e che ne riducono il loro uso alla forestazione, alla produzione di foraggi, al pascolo o al mantenimento dell'ambiente naturale (ad esempio, suoli molto pietrosi, suoli delle aree golenali). I suoli di questa classe presentano molte limitazioni, oltre a limitati rischi di erosione, non rimovibili, che limitano il loro uso al pascolo naturale o migliorato, al rimboschimento finalizzato anche alla produzione di legname da opera, alla raccolta dei frutti selvatici e ad usi turistici e ricreativi. Inoltre, mostrano limitazioni che restringono il genere delle specie vegetali che possono crescervi o che impediscono le normali lavorazioni colturali. Questi suoli sono ubicati su aree depresse soggette a frequenti inondazioni, che riducono la normale produzione delle colture, su superfici pianeggianti ma interessate da elevata pietrosità e rocciosità affiorante, aree eccessivamente umide dove il drenaggio non è fattibile, ma dove i suoli sono adatti al pascolo e agli alberi. A causa di queste limitazioni, non è possibile la coltivazione delle colture più comuni, ma è possibile il pascolo, anche migliorato.
- **Classe VI.** Suoli con limitazioni permanenti tali da restringere l'uso alla produzione forestale, al pascolo o alla produzione di foraggi su bassi volumi. I suoli presentano forti limitazioni che li rendono generalmente non adatti agli usi agricoli e limitano il loro utilizzo al pascolo, al rimboschimento, alla raccolta dei frutti selvatici e agli usi naturalistici. Inoltre, hanno limitazioni che non possono essere corrette quali pendenze elevate, rischi severi di erosione idrica ed eolica, gravi effetti di processi pregressi, strato esplorabile dalle radici poco profondo, eccessiva umidità del suolo o presenza di ristagni idrici, bassa capacità di ritenzione idrica, salinità e sodicità o condizioni climatiche non favorevoli. Una o più di queste limitazioni possono rendere il suolo non adatto alle colture. Possono comunque essere destinati, anche in combinazione tra loro, al pascolo migliorato e naturale, rimboschimenti finalizzati anche alla produzione di legname da opera, Alcuni suoli ascritti alla classe VI, se sono adottate tecniche di gestione intensive, possono essere destinati alle colture agrarie più comuni.
- **Classe VII.** Suoli con limitazioni permanenti tali da richiedere pratiche di conservazione anche per l'utilizzazione forestale o per il pascolo. Questi suoli presentano delle limitazioni molto rigide che li rendono inadatti alle colture agrarie e che limitano il loro uso al pascolo, rimboschimento, raccolta dei frutti spontanei e agli usi naturalistici e ricreativi. Inoltre, sono inadatti anche all'infittimento delle cotiche o a interventi di miglioramento quali lavorazioni, calcinazioni, apporti di fertilizzanti, e controllo delle acque tramite solchi, canali, deviazione di corpi idrici, ecc. Le limitazioni di questa classe sono permanenti e non possono essere eliminate o corrette quali, pendenze elevate, erosione, suoli poco profondi, pietrosità superficiale elevata, umidità del suolo, contenuto in sali e in sodio, condizioni climatiche non favorevoli o eventuali altre limitazioni, i territori in classe VII risultano non adatti alle colture più comuni. Possono essere destinati al pascolo naturale, al rimboschimento finalizzato alla protezione del suolo, alla

raccolta dei frutti selvatici, ad attività naturalistiche e ricreative. Infine, possono essere da adatti a poco adatti al rimboschimento finalizzato alla produzione di legname. Essi non sono adatti, invece, a nessuna delle normali colture agrarie.

- **Classe VIII.** Suoli inadatti a qualsiasi tipo di utilizzazione agricola e forestale. Da destinare esclusivamente a riserve naturali o ad usi ricreativi, prevedendo gli interventi necessari a conservare il suolo e a favorire la vegetazione. I suoli di questa classe hanno limitazioni che precludono la loro destinazione a coltivazioni economicamente produttive e che restringono il loro uso alle attività ricreative, naturalistiche, realizzazione di invasi o a scopi paesaggistici. Di conseguenza, non è possibile attendersi significativi benefici da colture agrarie, pascoli e colture forestali. Benefici possono essere ottenibili dagli usi naturalistici, protezioni dei bacini e attività ricreative. Limitazioni che non possono essere corrette o eliminate possono risultare dagli effetti dell'erosione in atto o pregresse, elevati rischi di erosione idrica ed eolica, condizioni climatiche avverse, eccessiva umidità del suolo, pietrosità superficiale elevata, bassa capacità di ritenzione idrica, salinità e sodicità elevata. In questa classe, inoltre, sono state racchiuse tutte le aree marginali, quelle con rocciosità affiorante, le spiagge sabbiose, le aree di esondazione, gli scavi e le discariche. Infine, nelle aree in classe VIII possono essere necessari interventi per favorire l'impianto e lo sviluppo della vegetazione per proteggere aree adiacenti di maggiore valore, per controllare i processi idrogeologici, per attività naturalistici e per scopi paesaggistici.

Le classi da I a IV comprendono i suoli che sono adatti alla coltivazione e ad altri usi. Invece le classi da V a VIII comprendono quei suoli che non sono adatti alla coltivazione, neppure se con limitazioni, fatta eccezione per la classe numero V la quale, in casi particolari, può trovare alcuni utilizzi agrari, ma non in modo permanente.

All'interno della classe è possibile raggruppare i suoli per tipo di limitazione all'uso agricolo e forestale. Queste sono indicate con una o più lettere minuscole, apposte dopo il numero romano e servono a segnalare qual è il fattore maggiormente limitante. Così, per esempio, per limitazioni dovute al suolo (s), per eccesso idrico (w), per rischio di erosione (e) o per aspetti climatici (c).

Le proprietà dei suoli e delle terre adottate per valutarne la LCC vengono così raggruppate:

- s: limitazioni dovute al suolo, con riduzione della profondità utile per le radici (tessitura, scheletro, pietrosità superficiale, rocciosità, fertilità chimica dell'orizzonte superficiale, salinità, drenaggio interno eccessivo);
- w: limitazioni dovute all'eccesso idrico (drenaggio interno mediocre, rischio di inondazione);
- e: limitazioni dovute al rischio di erosione e di ribaltamento delle macchine agricole (pendenza, erosione idrica superficiale, erosione di massa);
- c: limitazioni dovute al clima (tutte le interferenze climatiche).

La classe I non ha sottoclassi in quanto i suoli appartenenti a questa categoria, non presentano significative limitazioni. La classe V può presentare solo le sottoclassi indicate con la lettera s, w, c, perché i suoli di questa classe non sono soggetti, o lo sono pochissimo, all'erosione, ma hanno altre limitazioni che ne riducono l'uso principalmente al pascolo, alla produzione di foraggi, alla selvicoltura e al mantenimento dell'ambiente.

Se ritenuto necessario, l'unità di capacità d'uso consente di individuare i suoli che sono simili come potenzialità d'uso agricolo e forestale e presentano analoghe problematiche di gestione e conservazione

della risorsa. Con un numero arabo apposto dopo la lettera minuscola (ad esempio, s1) si individuano suoli che presentano analoga limitazione. Ciò consente di individuare suoli simili in termini di comportamento, problematica di gestione e specifico intervento agrotecnico.

Le unità di capacità d'uso vengono attribuite secondo lo schema di seguito descritto:

1. Profondità utile per le radici;
2. Tessitura orizzonte superficiale;
3. Scheletro orizzonte superficiale;
4. Pietrosità superficiale;
5. Rocciosità;
6. Fertilità chimica orizzonte superficiale;
7. Salinità;
8. Drenaggio interno;
9. Rischio di inondazione;
10. Pendenza;
11. Erosione idrica superficiale;
12. Erosione di massa;
13. Interferenza climatica.

4.3.5 LCC RILEVATA IN AREA DI IMPIANTO

Ai fini della presente indagine si è fatto riferimento anche ai supporti cartografici della Regione Toscana e precisamente alla Carta di capacità di uso e fertilità del suolo (Regione Toscana).

In base alla cartografia consultata e all'osservazione dei luoghi al momento del sopralluogo, si può affermare che le superfici direttamente interessate dal progetto, dal punto di vista della classificazione LCC, sono inquadrabili nella **Classe I** (Suoli senza o con poche limitazioni all'utilizzazione agricola e non richiedono particolari pratiche di conservazione e consentono un'ampia scelta tra le colture diffuse nell'ambiente) e **Classe II** (Suoli con moderate limitazioni, che riducono la scelta colturale o che richiedono alcune pratiche di conservazione, quali un'efficiente rete di affossature e di drenaggi).

Le osservazioni eseguite in campo hanno sostanzialmente consentito di confermare che i terreni oggetto di intervento sono adatti essenzialmente ad un uso agricolo per lo più estensivo. La principali limitazioni alle coltivazioni intensive e di pregio sono date principalmente dalla natura del suolo fortemente argilloso che richiedono la realizzazione di un efficiente rete di affossatura e/o di drenaggio sottosuperficiale al fine di eliminare le acque in eccesso. Si ritiene pertanto che nell'area di impianto la migliore gestione sia quella di mantenere la coltivazione di seminativi estensivi mantenendo e migliorando l'attuale piano colturale.

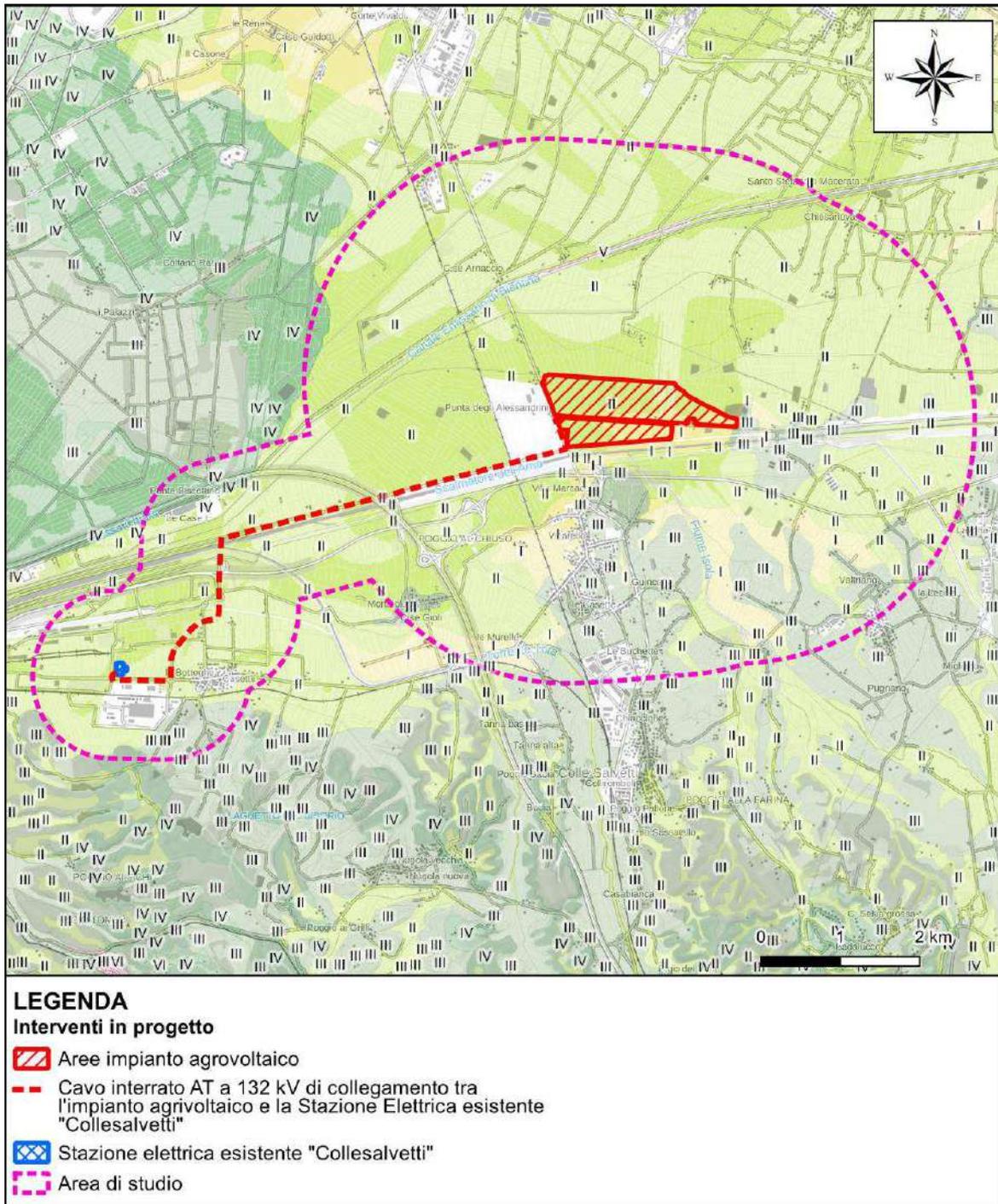


Figura 4-7 - Carta della Capacità d'uso e fertilità dei suoli della Regione Toscana (Geoscopio Regione Toscana). Per la legenda vedere Figura 4.8



- Classe I - Suoli che presentano pochissimi fattori limitanti il loro uso e che sono quindi utilizzabili per tutte le colture
- Classe II - Suoli che presentano moderate limitazioni che richiedono una opportuna scelta delle colture e/o moderate pratiche conservative
- Classe III - Suoli che presentano severe limitazioni, tali da ridurre drasticamente la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative
- Classe IV - Suoli che presentano limitazioni molto severe, tali da ridurre drasticamente la scelta delle colture e da richiedere accurate pratiche di coltivazione
- Classe V - Suoli che pur non mostrando fenomeni di erosione, presentano tuttavia altre limitazioni difficilmente eliminabili tali da restringere l'uso al pascolo o alla forestazione o come habitat naturale
- Classe VI - Suoli che presentano limitazioni severe, tali da renderli inadatti alla coltivazione e da restringere l'uso, seppur con qualche ostacolo, al pascolo, alla forestazione e come habitat naturale
- Classe VII - Suoli che presentano limitazioni severissime, tali da mostrare difficoltà anche per l'uso silvo pastorale
- Classe VIII - Suoli che presentano limitazioni tali da precludere qualsiasi uso agro-silvo-pastorale e che, pertanto, possono venire adibiti a fini creativi, estetici, naturalistici, o come zona di raccolta delle acque. In questa classe rientrano anche zone calanchive e gli affioramenti di roccia

Figura 4-8: Stralcio della Tavola A-G08.2 “Modello della capacità d’uso del suolo”

4.4 AREE PROTETTE, RETE NATURA 2000 E RETE ECOLOGICA

La Rete Natura 2000 costituisce la più importante strategia d'intervento dell'Unione Europea per la salvaguardia degli habitat e delle specie di flora e fauna. Tale Rete è formata da un insieme di aree, che si distinguono come Siti d'Importanza Comunitaria (SIC), Zone Speciali di Conservazione (ZSC) e Zone di Protezione Speciale (ZPS), individuate dagli Stati membri in base alla presenza di habitat e specie vegetali e animali d'interesse europeo. I siti della Rete Natura 2000 sono regolamentati dalla Direttiva Europea 79/409/CEE e s.m.i., concernente la conservazione degli uccelli selvatici, e dalla Direttiva Europea 92/43/CEE e s.m.i., relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali della flora e della fauna selvatiche. La direttiva 92/43/CEE (direttiva "Habitat") è stata recepita dallo stato italiano con il D.P.R. 8 settembre 1997, n. 357, "Regolamento recante attuazione della Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche". Per la conservazione delle numerose specie di uccelli soggetti a tutela, in accordo con la Direttiva "Uccelli" n. 409/79, sono state inoltre individuate alcune aree che identificano i luoghi strategicamente importanti per lo sviluppo e la tutela delle popolazioni di uccelli che vi risiedono stanzialmente o stagionalmente, denominate aree IBA (Important Birds Areas).

Con Legge n. 394/91 "Legge quadro sulle aree protette" le aree naturali protette sono classificate come Parchi Nazionali, Parchi Naturali Regionali e Interregionali, Riserve Naturali. Attualmente è in vigore il 6° aggiornamento (VI EUAP, Elenco Ufficiale delle Aree Protette), approvato con Delibera della Conferenza Stato-Regioni del 17 dicembre 2009 e pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 125 del 31/05/2010.

Infine, il sistema toscano dei parchi e delle aree protette, istituito con Legge Regionale 49 dell'11 aprile 1995, è attualmente disciplinato dalla Legge Regionale 30 del 19 marzo 2015 "Norme per la conservazione e la valorizzazione del patrimonio naturalistico-ambientale regionale" e relativi documenti operativi. L'art. 1 di tale legge riconosce le seguenti componenti essenziali del patrimonio naturalistico ambientale regionale: sistema regionale delle aree naturali protette, sistema regionale della biodiversità, altri valori del patrimonio.

Il sistema regionale delle aree naturali protette è l'insieme dei territori costituito dai parchi regionali e dalle riserve naturali regionali istituiti e disciplinati ai sensi della stessa L.R. 30/2015. Tale sistema concorre alla formazione di un sistema integrato delle aree naturali protette della Toscana insieme alle aree protette istituite ai sensi della Legge 394/1991 ed ai Parchi istituiti ai sensi dell'articolo 114, comma 14, della Legge 388/2000.

Per l'inquadramento delle aree protette in prossimità delle opere in progetto si è fatto riferimento al Tavola "Aree di Valore Conservazionistico" di cui è riportato un estratto in Figura 4.9.

Di seguito una breve descrizione delle principali aree in prossimità dell'impianto Agrivoltaico e del cavidotto interrato AT.

Riserva Naturale Regionale "Oasi della Contessa", ZSC/ZPS "Padule di Suese e Biscottino"

Il sistema palustre e lacustre di La Contessa-Suese e Biscottino, diversamente tutelato attraverso gli strumenti di Area protetta e di Sito Natura 2000, si estende complessivamente su circa 150 ha, proteggendo le aree umide di maggiore valore conservazionistico del Comune di Collesalveti e tra le più importanti della Provincia di Livorno.

In particolare l'area di Suese si caratterizza per la presenza di un'area umida di origine artificiale, con un vasto specchio d'acqua mosaicato con diverse cenosi di elofite (canneti, cariceti/scirpeti e giuncheti), circondato da una esigua fascia di canneto a *Phragmites australis*, con nuclei di vegetazioni ripariale/planiziale a saliceto/pioppeto e da ridotte formazioni a *Tamarix sp.*

Oltre allo specchio d'acqua l'area di Suese si estende anche sugli adiacenti prati umidi, incolti o seminativi stagionalmente allagati, che presentano relittuali elementi floristici igrofili. L'area di Suese, e le zone circostanti, risulta floristicamente fortemente impoverita rispetto al passato, ospitando comunque ancora una componente floristica igrofila di interesse, con *Bolboschoenus maritimus*, varie specie di *Carex* (*C. distans*, *C. divisa*, *C. flacca*, *C. otrubae*, *C. pendula*, *C. riparia*), *Cyperus longus*, *Schoenoplectus lacustris*, *Eleocharis palustris*, oltre a giuncheti a *Juncus articulatus*, *J. effusus* e *J. inflexus*. Specie meno frequenti nel sito, ma facilmente reperibili nella zona contigua del Paduletto, sono *Apium nodiflorum*, *Callitriche stagnalis*, *Lemna minor*, *Lysimachia nummularia*, *Lythrum hyssopifolia*, *Ranunculus trichophyllus*, *Sparganium erectum*, *Veronica anagallis-aquatica* (Tomei et al., 2001; Ruggeri 2004, Arcamone et al., 2005; Ruggeri 2006).

La porzione di Biscottino vede invece la presenza di un più omogeneo e continuo canneto a *Phragmites australis*, con residuale presenza di piccoli specchi d'acqua liberi ma in corso di rapida chiusura.

Particolarmente elevato è il valore avifaunistico dell'area sia per i popolamenti svernanti che per quelli che transitano durante le migrazione. L'area dell'Oasi della Contessa rappresenta in questo senso un elemento chiave (assieme a Fornace Arnaccio) nel sistema dei comprensori umidi che da Suese arriva a Grecciano comprendendo le località di Stagno, Fornace Arnaccio, Biscottino, Il Faldo, Colmate di Guasticce e Faldo e Aione. Molte delle specie nidificanti di maggior importanza conservazionistica sono palustri o frequentano le aree di bonifica, ricche di canali, piccoli specchi d'acqua (anche artificiali) e aree temporaneamente umide (prati allagati, depressioni fangose, ecc.). Tra queste certamente l'airone cenerino, l'airone rosso, la garzetta, l'airone guardabuoi e la nitticora.

Sistema Umido tra Grecciano e Fiume Isola

Ad est del Bosco Malenchini il settore più orientale del territorio comunale presenta un caratteristico Sistema umido di pianura tra Grecciano e il Fiume Isola. Tale area ospita un articolato sistema di ecosistemi a vario grado di naturalità e di umidità del suolo: canneti, prati umidi, boschetti planiziali, corsi d'acqua con vegetazione igrofila flottante, incolti umidi e aree agricole stagionalmente allagate, a costituire un complessivo sistema di particolare interesse naturalistico, e in particolare avifaunistico (Puglisi et al., 2012).

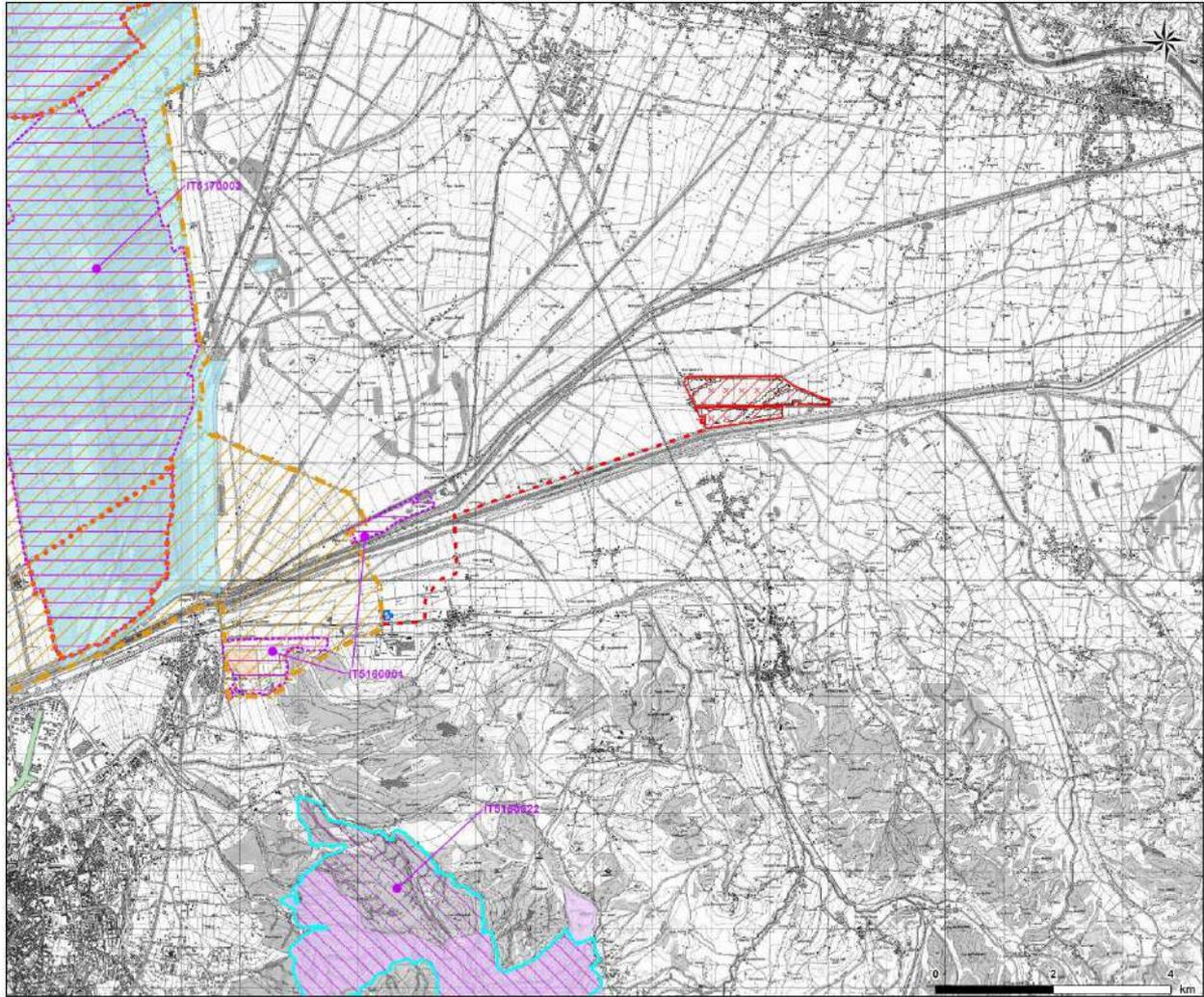
Pianura della Colmata di Guasticce e del Faldo

Di estremo interesse risulta l'area di pianura della Colmata di Guasticce e del Faldo, già parte delle Zone umide continentali (Wetlands International) censite dal progetto IWC, caratterizzata da alti livelli di artificializzazione e consumo di suolo, ma anche dalla presenza di residuali sistemi di aree umide, canneti, incolti e seminativi umidi, in grado di ospitare specie vegetali, animali (in particolare avifauna) e formazioni vegetali igrofile di elevato interesse conservazionistico.

Tenuta Insuese e boschi di Nugola e Malenchini

La Tenuta Bellavista-Insuese ospita, oltre all'importante e conosciuto ecosistema palustre di Suese, anche vasti e continui complessi forestali subplaniziali, a dominanza di cerrete, di elevato interesse naturalistico e paesaggistico. Tali formazioni risultano in continuità con i Boschi di Nugola e Malenchini ove si localizzano le cenosi forestali di latifoglie mesofile meglio conservate e di maggiore maturità del territorio comunale, e per questo in gran parte individuate come nodi della rete ecologica forestale comunale. In tale sistema oltre alle cerrete mesofile e subplaniziali, risultano di interesse il nucleo relitto di castagneto e la peculiare flora mesofila del sottobosco di Malenchini ove si rinvergono *Leucojum vernum*, *Anemone nemorosa*, *Allium ursinum* e *Ilex aquifolium* e la presenza di grandi esemplari di

Quercus crenata. Il valore forestale è testimoniato anche dalle presenze faunistiche legati ai popolamenti boschivi maturi come il picchio rosso minore.



Interventi in progetto

-  Aree impianto agrivoltaico
-  Aree occupate dai moduli dell'impianto agrivoltaico
-  Cavo interrato AT a 132 kV di collegamento tra l'impianto agrivoltaico e la Stazione Elettrica esistente "Collesalveti"
-  Stazione Elettrica esistente "Collesalveti"

Rete Natura 2000

-  SIC
- IT5160022 "Monti Livornesi"
-  ZSC-ZPS
- IT5170002 "Selva Pisana"
- IT5160001 "Padule di Suese e Biscottino"

EUAP

-  Parco naturale di Migliarino, San Rossore e Massaciuccoli - EUAP 0231
-  Parco provinciale dei Monti Livornesi - EUAP 1017
-  Riserva naturale provinciale Oasi della Contessa - EUAP 0841
-  Santuario per i Mammiferi Marini- EUAP 1174

Aree Umide RAMSAR

-  Massaciuccoli Migliarino - San Rossore

Important birds Areas

-  IBA082 "Migliarino-San Rossore"

Figura 4.9 - Aree appartenenti alla Rete Natura 2000 e altre aree protette

4.5 LINEAMENTI DEL PAESAGGIO VEGETALE AGRARIO

Nel presente lavoro, viene analizzata la componente vegetale del paesaggio con riferimenti alle implicazioni dell’impatto antropico su di esso. Ai fini di una migliore comprensione si dà una possibile definizione del paesaggio vegetale come un aspetto del territorio in cui le piante assumono un particolare rilievo nella configurazione più complessiva degli ecosistemi e trae la sua origine dagli eventi paleo-geografici e climatici, dai lenti processi genetici della flora, dall’influsso della fauna selvatica e domestica e delle attività umane che hanno interessato la regione.

Nel paesaggio, le piante possono essere una dominante della visuale, oppure una componente che si integra in modo subordinato con gli altri elementi fisici dell’ecosistema. In esso è sempre implicita una forma o fisionomia (più o meno stabile nell’arco dell’anno e nei diversi anni, come nel caso della foreste sempreverde mediterranea), una struttura (più difficile da percepire per la complessità dei processi che la determinano, come può essere la disposizione degli strati in un bosco) ed una funzione (che si esplica sempre in termini complessi interessando la stabilità del suolo e dei versanti, la regimazione idrica, la mitigazione degli stremi climatici, la presenza delle comunità faunistiche, la disponibilità di risorse per gli animali domestici e per l’uomo).

Il paesaggio vegetale rappresenta, quindi, la risultante della molteplicità dei fattori fisici e biologici di un dato contesto ambientale, assimilabile a una sorta di super-organismo, che è anche la base indispensabile delle forme di vita animale nella superficie terrestre e, conseguentemente, orienta anche l’organizzazione sociale delle comunità umane (ODUM, 1953; 1983; BOTKIN, 1995).

Il paesaggio è in continua evoluzione progressiva o regressiva sia nella componente fisica, sia in quella biologica, e non sfugge ai principi della termodinamica. Esiste quindi un’ineluttabilità delle trasformazioni, che conseguentemente determinano anche il comportamento e gli adattamenti delle popolazioni umane.

L’analisi della carta di uso del suolo ci dice che l’area di studio ricade nella superclasse “Seminativi non irrigui”. Sono da considerare perimetri irrigui solo quelli individuabili per fotointerpretazione, satellitare o aerea, per la presenza di canali e impianti di pompaggio. Sono qui inclusi cereali, leguminose in pieno campo, colture foraggere, coltivazioni industriali, radici commestibili e maggesi. Vi sono compresi i vivai e le colture orticole, in pieno campo, in serra e sotto plastica, come anche gli impianti per la produzione di piante medicinali, aromatiche e culinarie. Vi sono comprese le colture foraggere (prati artificiali) ma non i prati stabili.

L’area di intervento è interamente occupata da seminativi, in particolare colture di cereali, foraggere ed oleaginose, quindi non presenta aree con vegetazione autoctona. Al limitare degli insediamenti abitativi sono presenti filari di cipressi.

I margini dell’area coltivata sono occupati da vegetazione sinantropica e ruderale, legata quindi ad un elevato impatto antropico e alla presenza di coltivi il cui areale è limitato e puntiforme e quindi non cartografabile; alcuni esempi sono rappresentati dalla malva (*Malva sylvestris*), la cicoria comune (*Cichorium intybus* L.) lo scardaccone selvatico (*Dipsacus fullonum* L.), la borragine selvatica (*Echium vulgare* L.). Lungo le sponde dei canali e dei fossi di scolo che incorniciano l’area di studio si incontrano canneti discontinui a cannuccia di palude (*Phragmites australis*), una graminacea con portamento eretto, fogliame verde carico, rustica, che richiede pieno sole e sopporta sommersioni alternate a condizioni di siccità. E’ presente anche la canna comune (*Arundo donax*) specie invadente che colonizza i canali e i fossi di scolo.

Dal punto di vista vegetazionale l'area risulta caratterizzata da seminativi irrigui e la componente naturale della vegetazione è ridotta alle specie colonizzatrici dei fossi di scolo. Tra le specie maggiormente rappresentative di queste aree si rinvencono: olmo (*Ulmus minor*), rovo (*Rubus ulmifolius*), gelso (*Morus alba*), canna comune (*Arundo donax*), alloro (*Laurus nobilis*), vitalba (*Clematis vitalba*).

Per quanto riguarda la vegetazione erbacea, sono presenti molte specie neofite invasive come la forbicina (*Bidens frondosa* L.), il cipero (*Cyperus eragrostis* Lam.) e alloctone ormai rinaturalizzate come la cespica (*Erigeron annuus* (L.)Desf), il sorgo (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) oltre che specie molto comuni tipiche degli incolti nei paesaggi agricoli come la cicoria selvatica (*Cichorium intybus* L.), il dente di leone (*Leontodon tuberosus* L.), la silene comune (*Silene vulgaris* (Moench) Garcke s.l.), il ranuncolo di prato (*Ranunculus arvensis* L.) che si possono trovare spesso anche in ambienti degradati, su contesti pedologici marginali, poco profondi.

In conclusione l'area di studio è caratterizzata da una composizione floristica di scarso valore ecologico derivante dalla presenza di forti pressioni antropiche derivanti dallo sfruttamento agricolo dell'area e presenza di insediamenti abitativi.

Di seguito si riporta la documentazione fotografica relativa allo strato attuale dell'area di intervento con l'identificazione delle principali colture attualmente praticate.

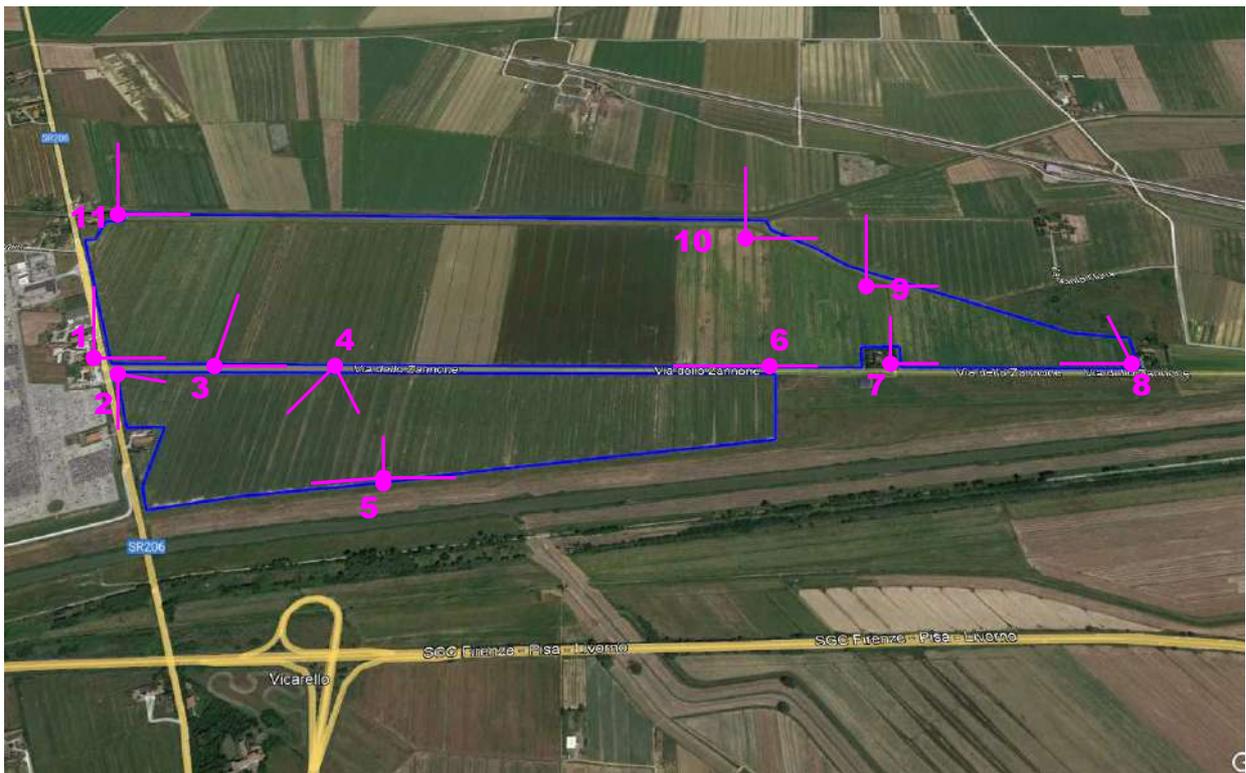


Figura 4.10 – Ripresa aerea dell'area di intervento (in rosso l'ubicazione dell'area di intervento) con indicazione dei punti di scatto documentazione fotografica



Foto 1 – Panoramica dell'area di intervento – aree coltivate a grano (sx) e girasole (dx) nel 2023 (Punto di scatto 1 – del 14/11/2023)



Foto 2 - Panoramica dell'area di intervento – aree coltivate a grano nel 2023 (Punto di scatto 2 – del 14/11/2023)



Foto 3 – Panoramica dell'area di intervento con aree coltivate girasole (sx) nel 2023 (Punto di scatto 3 – del 14/11/2023)

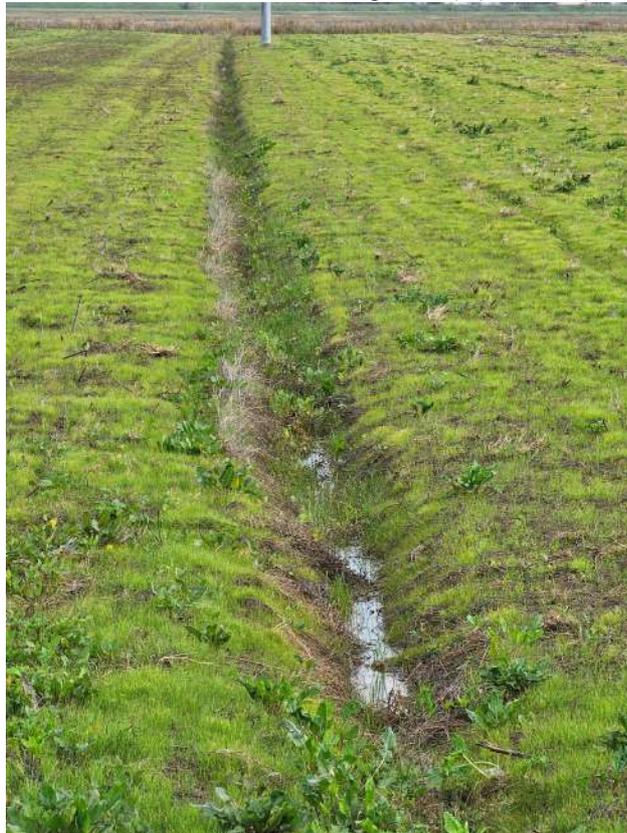


Foto 4 – Particolare della scolina che divide i campi (Punto di scatto 3 – del 14/11/2023)



Foto 5 – Particolare della scolina che divide i campi dopo piogge abbondanti (Punto di scatto 4 – del 14/11/2023)



Foto 6 – Panoramica dell'area di intervento con aree coltivate a grano (sx) nel 2023 (Punto di scatto 5 – del 14/11/2023)



Foto 7 – Panoramica dell'area di intervento con aree coltivate a girasole nel 2023 (Punto di scatto 5 – del 14/11/2023)



Foto 8 – Particolare dell'area di intervento con le stoppie di girasole (Punto di scatto 5 – del 14/11/2023)



Foto 9 – Panoramica dell'argine che delimita l'area di intervento a sud dell'impianto (Punto di scatto 5 – del 14/11/2023)



Foto 10 – Panoramica dell'area di intervento con aree coltivate a girasole nel 2023 (Punto di scatto 6 – del 14/11/2023)



Foto 11 – Particolare della vegetazione che caratterizza alcuni canali di scolo a margine dell'area di intervento con presenza di Olmo e Alloro (Punto di scatto 6 – del 14/11/2023)



Foto 12 – Particolare della vegetazione che caratterizza alcuni canali di scolo a margine dell'area di intervento con presenza di Alloro e Canna comune (Punto di scatto 6 – del 14/11/2023)



Foto 13 – Particolare della vegetazione che caratterizza la siepe divisoria tra la villa e l'area di intervento (Punto di scatto 7 – del 14/11/2023)



Foto 14 – Panoramica dell'area di intervento con aree coltivate a girasole nel 2023 (Punto di scatto 8 – del 14/11/2023)



Foto 15 – Panoramica dell'area di intervento – aree coltivate a girasole (sx) e grano (dx) nel 2023 (Punto di scatto 9 – del 14/11/2023)



Foto 16 – Panoramica dell'area di intervento con le stoppie di girasole (Punto di scatto 9 – del 14/11/2023)



Foto 17 – Panoramica dell'area di intervento con le stoppie di girasole e terreno lavorato dopo coltivazione a grano (Punto di scatto 9 – del 14/11/2023)



Foto 18 – Panoramica dell'argine che delimita l'area di intervento a sud dell'impianto (Punto di scatto 10 – del 14/11/2023)



Foto 19 – Panoramica del canale di scolo principale che allontana le acque a nord dell'impianto (Punto di scatto 11 – del 14/11/2023)



Foto 20 – Particolare di un cipresso elemento caratteristico del paesaggio agrario lungo il canale di scolo principale che allontana le acque a nord dell'impianto (Punto di scatto 11 – del 14/11/2023)

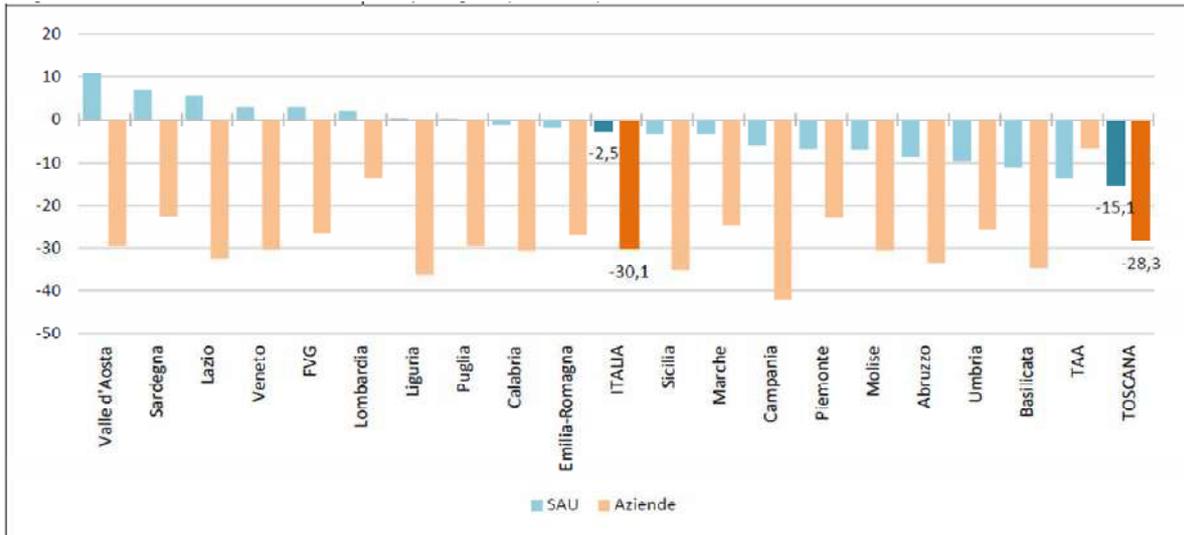


Foto 21 – Panoramica del canale di scolo principale che allontana le acque a nord dell'impianto (Punto di scatto 11 – del 14/11/2023)

5 PATRIMONIO AGRO-ALIMENTARE E FORESTALE

5.1 IL SISTEMA PRODUTTIVO AGRICOLO DELLA TOSCANA

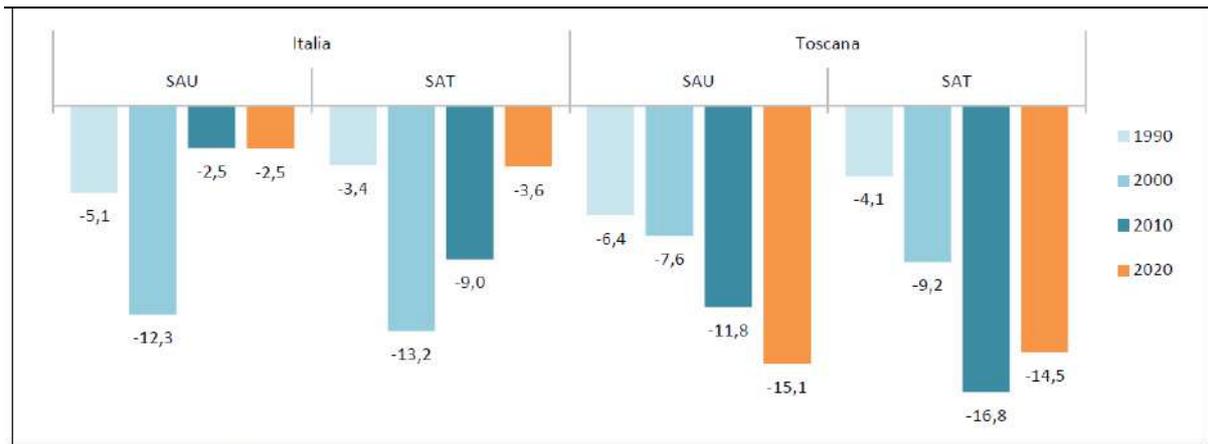
Secondo i dati del 7° Censimento dell'agricoltura, nel 2020 le aziende agricole in Toscana sono 52.146, con una perdita di 20.540 unità (-28,3%) rispetto all'ultimo censimento del 2010. La superficie agricola utilizzata (SAU) è di 640.111 ettari, con una contrazione rispetto al 2010 del 15,1%, a fronte di una perdita a livello nazionale del 2,5%. La dimensione media aziendale cresce di quasi 2 ettari, passando da 10,4 ettari a 12,3 ettari (Figura 5.1)



Fonte: Censimento Agricoltura 2010 e 2020

Figura 5.1 – Variazioni % di SAU e numero di aziende

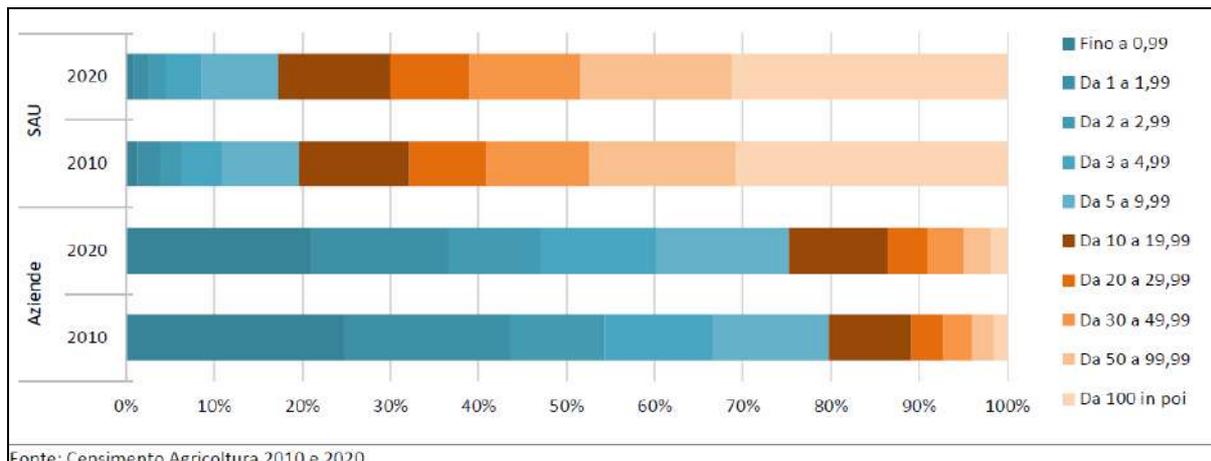
Il caso della Toscana presenta alcune specificità che potremmo ormai definire strutturali, cioè tendenze che stanno trasformando il mondo agricolo e che hanno rilevanti implicazioni ambientali, economiche e sociali. Una tendenza ormai decennale è la perdita di superficie agricola, che nel processo di crescita e sviluppo è fisiologica ma nel caso della Toscana negli anni Duemila ha subito una notevole accelerazione. Infatti, se fino alla fine degli anni Novanta i tassi di variazione di SAU e SAT erano comparabili con l'Italia, nel periodo intercensuario 2000/2010 la Toscana comincia a differenziarsi e a perdere molta più superficie coltivata. Negli ultimi venti anni, a livello nazionale si registra un forte rallentamento della riduzione delle superfici agricole, mentre a livello regionale si osserva un'accelerazione (Figura 5.2).



Fonte: Censimento Agricoltura, vari anni

Figura 5.2 – Variazioni % intercensuarie SAU e SAT

Dimensioni (classi di SAU). L’analisi dimensionale delle classi di SAU conferma la tendenza dei decenni precedenti, cioè una progressiva riduzione della frammentazione fondiaria dovuta a una sempre maggiore concentrazione della superficie coltivata in un numero relativamente contenuto di aziende. L’80% della superficie è, infatti, utilizzato dalle aziende che ricadono nelle classi di SAU superiori a 10 ettari e che rappresentano un quarto del totale di aziende agricole. Quasi la metà della superficie è controllata dalle pochissime aziende (2.595, pari al 5% delle aziende agricole) con una dimensione superiore ai 50 ettari (Figura 5.3).



Fonte: Censimento Agricoltura 2010 e 2020

Figura 5.3 – Composizione di azienda e SAU per classe di SAU

Utilizzazione dei terreni. La SAT in Toscana copre quasi la metà del territorio regionale, mentre fino al 2010 ne copriva il 56,3%. Nel 2010 per la prima volta la quota di superficie agricola totale a livello regionale era stata inferiore alla quota registrata a livello nazionale; nel 2020 la superficie agricola totale toscana ha continuato a diminuire più di quanto sia successo a livello nazionale e il divario si è ampliato. La quota di SAU sul totale di superficie agricola è relativamente limitata, anche se nel tempo è rimasta stabile: nel 2020 la superficie utilizzata è il 57,8% della SAT, a fronte del 76,1% a livello nazionale (Figura 5.4).

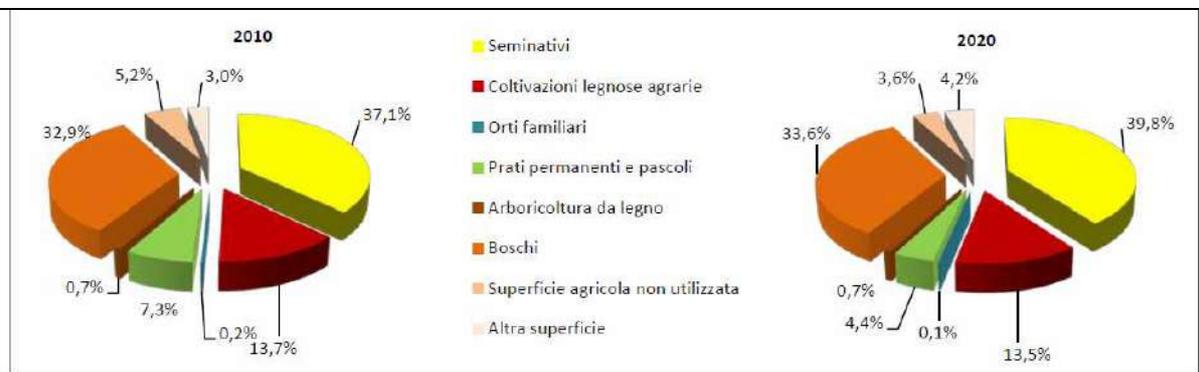
TAVOLA 4. VARIAZIONI % DI AZIENDE E SAU PER FORMA GIURIDICA (ITALIA E TOSCANA, 2010-2020)

| | | Solo proprietà | Solo affitto | Solo uso gratuito | Proprietà e affitto | Proprietà e uso gratuito | Affitto e uso gratuito | Proprietà, affitto e uso gratuito | Totale |
|---------|---------|----------------|--------------|-------------------|---------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------------------|--------|
| Aziende | Italia | -44,5 | 53,8 | 13,2 | -12,9 | 4,7 | 110,7 | -26,6 | -30,8 |
| | Toscana | -35,6 | 99,6 | -73,8 | -9,8 | -57,1 | -3,2 | -79,1 | -29,2 |
| SAU | Italia | -28,3 | 71,2 | -1,5 | -1,9 | 18,7 | 197,5 | 1,4 | -2,5 |
| | Toscana | -27,9 | 97,1 | -90,3 | 20,0 | -57,4 | 76,1 | -68,6 | -15,1 |

Fonte: Censimento Agricoltura 2010 e 2020

Figura 5.4 – Variazioni % di aziende e SAU per forma giuridica (Italia e Toscana; 2010-2020)

Nell’ultimo decennio la composizione della SAT e della SAU in termini di utilizzo dei terreni è rimasta perlopiù inalterata. La maggior parte della superficie utilizzata è coltivata a seminativi e, a seguire, a coltivazioni permanenti. Si è ridotta ulteriormente la quota di prati permanenti e pascoli, passando dal 7,3% all’attuale 4,4%. La composizione del resto della SAT non è variata in maniera rilevante, se non per la riduzione della superficie agricola non utilizzata (SANU) e per il leggero aumento della parte residuale. La componente boscosa annessa alle aziende agricole permane in una quota molto rilevante (33,6%) e in leggero aumento (Figura 5.5).



Fonte: Censimento Agricoltura 2010 e 2020

Figura 5.5 – Composizione SAT e SAU per utilizzazione del terreno

Se si entra nel dettaglio delle singole produzioni, si osservano delle variazioni rilevanti. Innanzitutto, la superficie coltivata a cereali si è ridotta fortemente, una contrazione trainata dalla diminuzione della superficie coltivata a frumento duro di quasi il 50%. È, invece, aumentata la superficie coltivata a leguminose e foraggere avvicendate, con importanti ricadute positive sull’ambiente e sulla fertilità dei suoli. Si osserva, infine, un incremento delle aree per le piante industriali (+11,0%). Complessivamente, la superficie coltivata a seminativi si è ridotta di circa l’8%, ma la quota sul totale della SAU è aumentata passando dal 63,4% del 2010 al 68,9% del 2020 (Figura 5.6).

| Anno | ITALIA | | TOSCANA | |
|------|-------------|---------------------------|-------------|---------------------------|
| | SAU/SAT (%) | SAT/Totale territorio (%) | SAU/SAT (%) | SAT/Totale territorio (%) |
| 1982 | 70,7 | 74,2 | 55,4 | 77,8 |
| 1990 | 69,5 | 71,6 | 54,0 | 74,6 |
| 2000 | 70,2 | 62,1 | 55,0 | 67,7 |
| 2010 | 75,3 | 56,5 | 58,3 | 56,3 |
| 2020 | 76,1 | 54,5 | 57,8 | 48,2 |

Fonte: Censimento Agricoltura, vari anni

Figura 5.6 – Quota di SAU su SAU e SAT su totale territorio (Italia e Toscana; 1982-2020)

La superficie coltivata a legnose agrarie è diminuita del 16,0%, in linea con la riduzione della SAU complessiva. La drammatica perdita di circa 8,5 mila ettari (-67,4%) di superficie castanicola, che nel 2010 rappresentava il 70% della superficie coltivata a fruttiferi e oggi ne rappresenta poco meno della metà, ha trainato al ribasso il valore del totale dei fruttiferi, insieme al forte calo delle superfici coltivate a pesco, albicocco e ciliegio (complessivamente, -30%), mentre quelle a melo, pero e nettarina sono

leggermente aumentate. La quota di superficie coltivata a fruttiferi, pur assumendo tipicamente valori contenuti, nel 2020 è ulteriormente diminuita (1,4%). La superficie dei vivai è diminuita leggermente (-4,4%), mentre la contrazione di quella coltivata a fiori e piante ornamentali è molto più pronunciata (-37,1%).

Infine, per quanto riguarda le superfici a vite e olivo si osservano due tendenze fondamentali. Da una parte, la specializzazione sempre più evidente delle aziende vitivinicole nei vini di qualità, quindi a marchio DOP o IGP. Tra il 2010 e il 2020, nel contesto di una riduzione complessiva della superficie vitata del 4,5%, si osserva un incremento di un quarto della superficie coltivata a vitigni di qualità, a fronte di una riduzione rilevante della superficie coltivata con altre uve (da tavola, per vini generici).

L'altra tendenza riguarda la perdita significativa di superficie coltivata a olivo (-19,0%). In Toscana gli oliveti si estendono su un decimo della SAU e, oltre a svolgere un'indiscutibile funzione ambientale di mantenimento del paesaggio, producono olive per un olio che è parte della tradizione eno-gastronomica regionale e che produce, annualmente, un valore di circa 100 milioni di Euro.

Tabella 6: Superfici coltivate per prodotto e variazioni % 2020/2010 (Toscana)

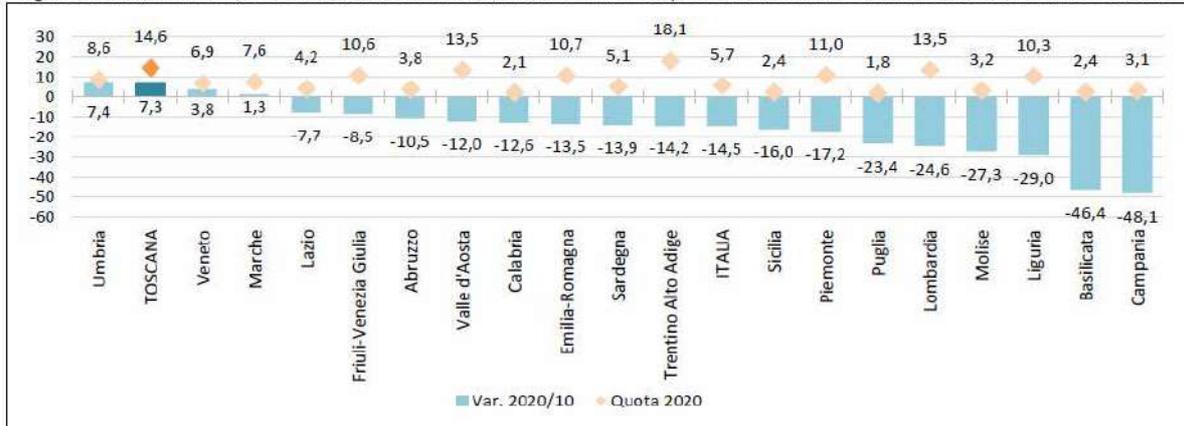
| Prodotto | 2020 | 2010 | Var. % 2020/2010 | Quota 2020 | Quota 2010 | Contr. % alla var SAU |
|--|----------------|----------------|---------------------|--------------|--------------|--------------------------|
| SEMINATIVI | | | | | | |
| Frumento duro | 54.211 | 102.851 | -47,0 | 8,5 | 13,6 | -6,4 |
| Mais | 9.214 | 13.819 | -33,0 | 1,4 | 1,8 | -0,6 |
| Altri cereali | 70.032 | 56.387 | 24,0 | 10,9 | 7,5 | 1,8 |
| TOTALE CERALI | 133.457 | 173.057 | -23,0 | 20,8 | 22,9 | -5,2 |
| Legumi | 19.376 | 17.057 | 14,0 | 3,0 | 2,3 | 0,3 |
| Piante industriali | 27.008 | 24.279 | 11,0 | 4,2 | 3,2 | 0,4 |
| Ortaggi | 7.870 | 10.103 | -22,0 | 1,2 | 1,3 | -0,3 |
| Fiori e piante ornamentali | 1.106 | 1.758 | -37,0 | 0,2 | 0,2 | -0,1 |
| Foraggere avvicendate | 180.329 | 151.794 | 19,0 | 28,2 | 20,1 | 3,8 |
| Altri seminativi | 8.543 | 1.164 | 634,0 | 1,3 | 0,2 | 1,0 |
| Terreni a riposo | 63.141 | 98.996 | -36,0 | 9,9 | 13,1 | -4,8 |
| TOTALE SEMINATIVI | 440.829 | 478.208 | -8,0 | 68,9 | 63,4 | -5,0 |
| COLTIVAZIONI LEGNOSE AGRARIE | | | | | | |
| Vite per la produzione di vini DOP e IGP | 51.273 | 40.962 | 25,0 | 8,0 | 5,4 | 1,4 |
| Vite per la produzione di altri vini o uva da tavola | 7.391 | 19.031 | -61,0 | 1,2 | 2,5 | -1,5 |
| TOTALE VITE | 58.664 | 59.993 | -2,0 | 9,2 | 8,0 | -0,2 |
| Olivo da tavola | 460 | 433 | 6,0 | 0,1 | 0,1 | 0,0 |
| Olivo per olio | 73.765 | 91.474 | -19,0 | 11,5 | 12,1 | -2,3 |
| TOTALE OLIVO | 74.225 | 91.907 | -19,0 | 11,6 | 12,2 | -2,3 |
| Agrumi | 202 | 54 | 274,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Vivai | 5.554 | 5.809 | -4,0 | 0,9 | 0,8 | 0,0 |
| Melo | 941 | 932 | 1,0 | 0,1 | 0,1 | 0,0 |
| Pero | 561 | 513 | 9,0 | 0,1 | 0,1 | 0,0 |
| Pesco | 647 | 944 | -31,0 | 0,1 | 0,1 | 0,0 |
| Albicocco | 245 | 315 | -22,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Ciliegio | 247 | 314 | -21,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Susino | 541 | 533 | 2,0 | 0,1 | 0,1 | 0,0 |
| Nocciolo | 634 | 161 | 294,0 | 0,1 | 0,0 | 0,1 |
| Castagno | 4.148 | 12.735 | -67,0 | 0,6 | 1,7 | -1,1 |
| Noce | 395 | 608 | -35,0 | 0,1 | 0,1 | 0,0 |
| Altre | 2.276 | 2.251 | 1,0 | 0,4 | 0,3 | 0,0 |
| TOTALE COLTIVAZIONI LEGNOSE AGRARIE | 149.280 | 177.069 | -16,0 | 23,3 | 23,5 | -3,7 |
| ORTI FAMILIARI | 1.159 | 2.490 | -53,0 | 0,2 | 0,3 | -0,2 |
| PRATI PERMANENTI E PASCOLI | 48.842 | 94.899 | -49,0 | 7,6 | 12,6 | -6,1 |
| SUPERFICIE AGRICOLA UTILIZZATA (SAU) | 640.111 | 754.345 | -15,0 | 100,0 | 100,0 | -15,1 |

Fonte: Censimento Agricoltura 2010 e 2020

Figura 5.7 – Superfici coltivate per prodotto e variazioni % 2020/2010 (Toscana)

Attività connesse. Nel 2020 le aziende con attività connesse in Toscana sono 7.624, cioè il 14,6% del totale. La Toscana è preceduta solo dal Trentino Alto Adige, che presenta una quota di aziende con attività connesse pari al 18,1%. A eccezione di poche altre regioni (Umbria, Veneto e Marche) e in controtendenza con il trend nazionale, in Toscana le aziende con attività connesse rispetto al 2010 sono aumentate del 7,3% (Figura 5.8).

Figura 8: Variazione % 2020/2010 delle aziende con almeno un'attività connessa e quota 2020 di aziende con almeno un'attività connessa sul totale



Fonte: Censimento Agricoltura 2010 e 2020

Figura 5.8 – Composizione di azienda e SAU per classe di SAU

In Toscana la maggior parte delle aziende agricole con attività connesse conduce un'attività agrituristica: nel 2010 la quota di aziende con agriturismo era il 49,1%, nel 2020 è il 69,2%. Le aziende agricole con agriturismo crescono nel decennio di 1.787 unità, il 51,3% in più rispetto al 2010 (Figura 5.9). Seguono, poi, attività maggiormente legate a quella agricola in senso stretto, come la conduzione di lavorazioni agricole in conto terzi (11,3%), la trasformazione di prodotti vegetali (6,2%), la prima lavorazione di prodotti agricoli (4,4%) e la trasformazione di prodotti animali (3,3%). Tutte queste attività nel confronto con il 2010 presentano un segno negativo.

La maggior parte del resto delle attività secondarie decresce, con riduzioni talvolta anche molto rilevanti. A crescere, oltre l'agriturismo, sono solo alcune attività secondarie legate al più ampio contesto rurale: la conduzione di attività non agricole in conto terzi (+41 aziende), la sistemazione di parchi e giardini (+14 aziende in più rispetto al 2010) e l'artigianato.

Tabella 7: Quota di aziende agricole per attività connessa e variazioni 2020/2010 assolute e % (Toscana)

| Attività connessa | Quota 2010 | Quota 2020 | Var. 2020-2010 | Var. % 2020/2010 |
|--|------------|------------|----------------|------------------|
| Agriturismo | 49,1 | 69,2 | 1.787 | 51,3 |
| Attività agricole per conto terzi utilizzando mezzi di produzione dell'azienda | 18,6 | 11,3 | -460 | -34,7 |
| Trasformazione di prodotti vegetali | 9,6 | 6,2 | -209 | -31,2 |
| Altre attività | 5,5 | 5,8 | 51 | 14,2 |
| Silvicoltura | 12,5 | 4,4 | -553 | -62,1 |
| Prima lavorazione di prodotti agricoli | 5,9 | 4,4 | -84 | -20,1 |
| Sistemazione di parchi e giardini | 4,1 | 4 | 14 | 5,9 |
| Trasformazione di prodotti animali | 5,8 | 3,3 | -161 | -38,7 |
| Attività non agricole per conto terzi utilizzando mezzi di produzione dell'azienda | 2 | 2,4 | 41 | 31,4 |
| Fattoria didattica | 2,9 | 2,4 | -23 | -11,8 |
| Lavorazione del legno, taglio legno | 4,6 | 1,7 | -197 | -59,3 |
| Agricoltura sociale | 3,4 | 1,4 | -135 | -55,7 |
| Servizi per l'allevamento | 1,8 | 0,9 | -59 | -48 |
| Artigianato | 0,6 | 0,6 | 3 | 9,8 |
| Produzione di mangimi completi e complementari | 0,9 | 0,2 | -49 | -78,8 |
| Acquacoltura | 0,4 | 0,2 | -13 | -52 |
| Produzione di energia rinnovabile | 3,2 | 0,1 | -220 | -97,8 |

Fonte: Censimento Agricoltura 2010 e 2020

Figura 5.9 – Quota di aziende agricole per attività connessa e variazioni 2020/2010 assolute e % (Toscana)

AZIENDE ZOOTECNICHE

Nel 2020 le aziende con allevamenti in Toscana sono 10.783, cioè un quinto delle aziende agricole, e, rispetto al 2010 sono aumentate dell'8,9%, mentre in Italia sono diminuite dell'1,6%. La consistenza in termini di unità di bovino adulto (UBA) è pari a quasi 156mila e, rispetto al 2010, si osserva una riduzione in Toscana (-14,6%) maggiore che in Italia (-8,3%)³ (Figura 5.10).

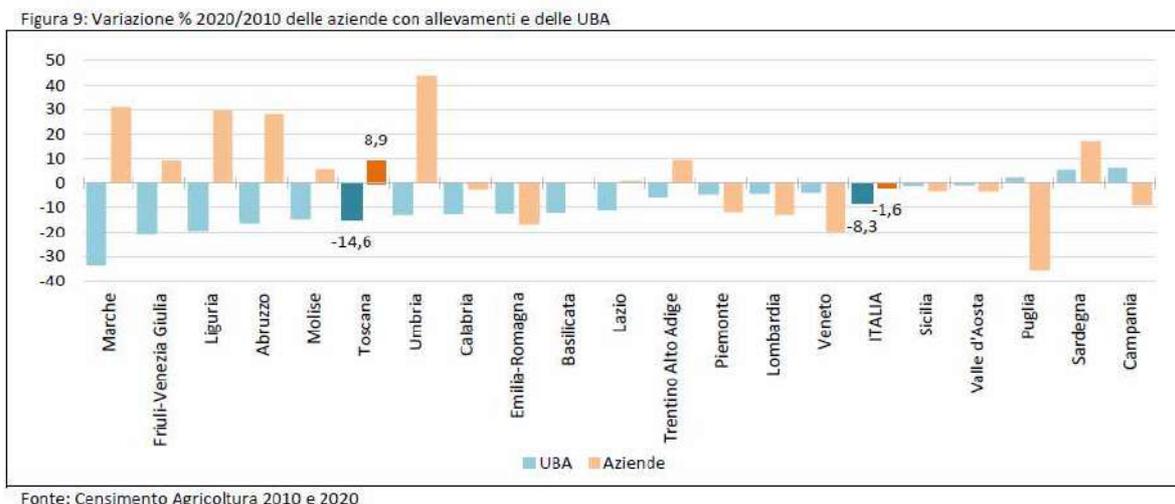


Figura 5.10 – Variazione % 2020/2010 delle aziende con allevamenti e delle UBA

Se si entra nel dettaglio delle specie zootecniche, si osservano delle tendenze specifiche della Toscana. Per esempio, l'aumento della consistenza bovina (+7,7%) e la significativa contrazione di quella bufalina (-42,4%) sono variazioni in controtendenza rispetto sia alla media nazionale sia a quella delle altre regioni del Centro Italia. In particolare, a livello nazionale il numero di capi bovini aumenta leggermente (+1,8%), mentre più rilevante è l'incremento del numero di capi bufalini (+15,3%). Le regioni del Centro Italia sono le uniche dove si riduce in maniera significativa la consistenza bovina (-8,6%), a fronte di un incremento importante di quella bufalina (+25,9%) (Figura 5.10).

Un'altra tendenza specifica della Toscana è l'incremento del numero di capi avicoli (+4,1%) e dei conigli (+47,8%). In realtà, gli avicoli aumentano in misura simile anche a livello nazionale, mentre crollano di un terzo nelle regioni del Centro-Italia, a eccezione della sola Toscana. Gli allevamenti di conigli, invece, si riducono in maniera rilevante ovunque, tranne che in Toscana.

Infine, la pastorizia toscana perde quasi un quarto dei propri capi, a fronte di un incremento a livello nazionale del 3,1%, trainato soprattutto dalle regioni settentrionali, mentre quelle centrali e meridionali presentano variazioni negative seppure non significative come quella della Toscana.

Per quanto riguarda le altre tipologie di allevamenti, le tendenze toscane risultano più in linea con quelle delle altre regioni. E' il caso della suinocoltura, che si riduce di quasi il 10%, a fronte di una riduzione a livello nazionale più contenuta (-6,5%), e dell'allevamento di caprini, la cui consistenza aumenta in misura rilevante (+59,6%), in linea con le altre regioni del Centro Italia.

Tabella 6. Consistenza degli allevamenti per tipologia e variazione % 2020/2010 (Toscana)

| Specie | 2010 | 2020 | Var. 2020/2010 |
|----------|-----------|-----------|----------------|
| Bovini | 85.371 | 91.931 | 7,7 |
| Bufalini | 1.669 | 961 | -42,4 |
| Caprini | 11.997 | 19.107 | 59,3 |
| Ovini | 471.064 | 357.341 | -24,1 |
| Suini | 119.230 | 108.045 | -9,4 |
| Equini | 14.619 | 8.913 | -39,0 |
| Conigli | 83.624 | 123.590 | 47,8 |
| Struzzi | 68 | 67 | -1,5 |
| Avicoli | 1.999.087 | 2.082.045 | 4,1 |
| UBA | 182.660 | 155.973 | -14,6 |

Fonte: Censimento Agricoltura 2010 e 2020

Figura 5.11 – Consistenza degli allevamenti per tipologia e variazione % 2020/2010 (Toscana)

5.2 I PRODOTTI E I PROCESSI PRODUTTIVI AGROALIMENTARI E FORESTALI DI QUALITÀ NEL PANORAMA LOCALE DEL COMUNE DI COLLESALVETTI

Nelle pagine seguenti sono elencati tabelle e grafici riguardanti i diversi livelli di aggregazione dei dati. Sono riportati anche i commenti relativi, ai fini di una migliore interpretazione, comprensione e valutazione dei dati.

I dati riportati sono riferiti all'unità agricola ovvero alla "partizione dell'azienda agricola le cui pertinenze (terreni o allevamenti) insistono sul territorio di un singolo comune".

5.2.1 COLTIVAZIONI

La Superficie Agricola Totale (SAT) rilevata dal Censimento assomma a circa 5.900 ettari di cui 4241 ettari (72%) viene considerata Superficie Agricola Utilizzata (SAU).

| Tipo dato | superficie dell'unità agricola - ettari | | | | | | | | | | |
|---|---|--------------------------------------|--------------------------------------|-------|--|----------------|----------------------------|------|--|------------------------------------|---|
| Caratteristica della | unità agricola con terreni | | | | | | | | | | |
| Utilizzazione dei terreni dell'unità agricola | sup. totale (sat) | superficie totale (sat) | | | | | | | | | |
| | | superficie agricola utilizzata (sau) | superficie agricola utilizzata (sau) | | | | | | arboricoltura da legno annessa ad aziende agricole | boschi annessi ad aziende agricole | superficie agricola non utilizzata e altra superficie |
| | | | seminativi | vite | coltivazioni legnose agrarie, escluso vite | orti familiari | prati permanenti e pascoli | | | | |
| unità agricola con terreni | 5907,4 | 4241,1 | 3879 | 63,37 | 187,37 | 11,5 | 99,83 | 7,03 | 1076,63 | 582,64 | |

Figura 5.12 – Composizione di azienda e SAU per classe di SAU

La stragrande maggioranza delle coltivazioni risultano seminati, seguita dai vigneti e dalle altre legnose agrarie. Un confronto 1990-2010 permette di notare un decremento della SAT (circa il -5% avvenuto in gran parte tra gli anni '90 e il 2000) a cui però non è corrisposto un decremento della SAU, bensì un leggero incremento (+1,3%).

| Anno | SAT (ha) | SAU (ha) | Confronto | SAT (%) | SAU (%) |
|------|----------|----------|-----------|---------|---------|
| 2010 | 5907,4 | 4241,1 | 2010-1990 | -5,2% | 1,3% |
| 2000 | 6196,9 | 4298,8 | 2010-2000 | -4,7% | -1,3% |
| 1990 | 6229,6 | 4184,7 | 2000-1990 | -0,5% | 2,7% |

Figura 5.13 – Composizione di azienda e SAU per classe di SAU

| Caratteristica della azienda | | unità agricola con coltivazioni | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------|--------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|--|------------------------------|--------------------|----------|----------------------------|----------------------------|--|------------------------------------|------------------------------------|------------------|------|-------|--------|------|-------|-----|----|-------|------|--------|--------|--------|------|
| Centro aziendale | | SI | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo di localizzazione | | unilocalizzata | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Utilizzazione dei terreni dell'unità agricola | superficie totale (sat) | superficie agricola utilizzata (sau) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | superficie agricola utilizzata (sau) | seminativi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | seminativi | cereali per la produzione di granella | legumi secchi | piante sarchiate da foraggio | piante industriali | ortive | fiori e piante ornamentali | piantine | foraggiere avvicendate | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | 18 | 215,86 | 14,69 | 0,04 | 0,24 | 771,86 | | | | | | | | | | |
| unità agricola con coltivazioni | 3790,22 | 2486,67 | 2154,7 | 736,83 | 135,88 | 18 | 215,86 | 14,69 | 0,04 | 0,24 | 771,86 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Utilizzazione del terreni dell'unità agricola | sementi | terreni a riposo | coltivazioni legnose agrarie | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | coltivazioni legnose agrarie | vite | olivo per la produzione di olive da tavola e da olio | agrumi | fruttiferi | vivaisti | orti familiari | prati permanenti e pascoli | arboricoltura da legno annessa ad aziende agricole | boschi annessi ad aziende agricole | superficie agricola non utilizzata | altra superficie | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | 203 | 52,63 | 138,49 | 0,04 | 10,21 | 1,6 | 10 | 99,17 | 0,03 | 929,75 | 287,16 | 106,61 | 4,85 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 5.14 – Composizione di azienda e SAU per classe di SAU

Se ci concentriamo sulle unità agricole con coltivazioni e azienda localizzata esclusivamente nel Comune di Collesalveti, la SAT scende a 3.790 ettari e la SAU a 2.467 ettari. Assai più ridotta appare la quota dei vigneti (solo 53 ettari) mentre i seminativi restano ancora preponderanti.

| Utilizzazione dei terreni dell'unità agricola | superficie totale (sat) | superficie agricola utilizzata (sau) | superficie agricola utilizzata (sau) | | | | | | | |
|---|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------|--|----------------|----------------------------|--|------------------------------------|---|
| | | | seminativi | vite | coltivazioni legnose agrarie, escluso vite | orti familiari | prati permanenti e pascoli | arboricoltura da legno annessa ad aziende agricole | boschi annessi ad aziende agricole | superficie agricola non utilizzata e altra superficie |
| | | | | | | | | | | |
| numero di unità agricole | 265 | 263 | 193 | 93 | 165 | 121 | 23 | 2 | 91 | 214 |

Figura 5.15 – Composizione di azienda e SAU per classe di SAU

Il numero complessivo delle unità agricole censite nel territorio comunale di Collesalveti nel 2010 è pari a 265. Di queste 263 possiedono una SAU.

Dal grafico sottostante si evince come il Comune di Collesalveti presenti caratteristiche di variabilità agronomiche piuttosto simili a quanto registrato mediamente nel resto della provincia e della regione.

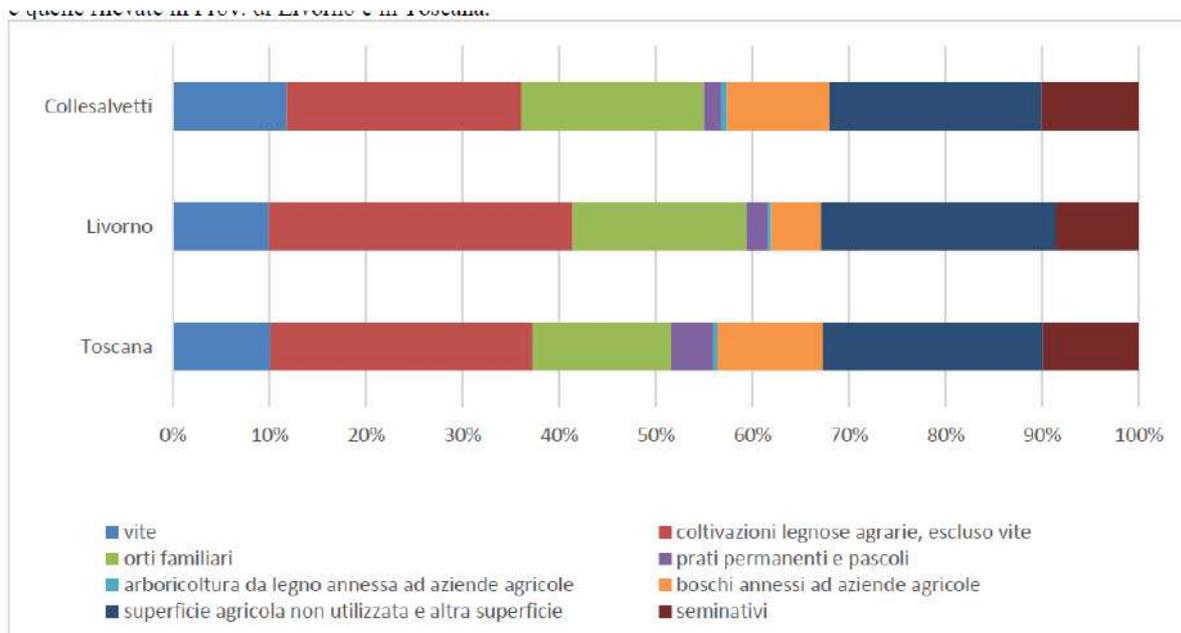


Figura 5.16 – Ripartizione percentuale delle diverse tipologie di coltivazione tra quelle rilevate nel Comune di Collesalveti e quelle rilevate in Prov. di Livorno e in Toscana.

Le variazioni nell’arco ventennale dei 3 censimenti risultano invece assai significativi. Il numero delle aziende è passato da 396 del 1990 a 359 nel 2000 fino a 265 nel 2010. Considerando che la SAU è rimasta praticamente invariata, si è assistito ad un aumento significativo dell’estensione media delle aziende, passate da 16 ettari circa nel 1990 a oltre 22 ettari nel 2010.

| Anno | N. Aziende | Dimensione media aziendale (ha) | Variazione | |
|------|------------|---------------------------------|------------|------------|
| | | | N. Aziende | N. Aziende |
| 2010 | 265 | 22,29 | 2010-1990 | -33,1% |
| 2000 | 359 | 17,26 | 2010-2000 | -26,2% |
| 1990 | 396 | 15,73 | 2000-1990 | -9,3% |

Figura 5.17 – Variazione del numero delle aziende e della loro dimensione media nel periodo 1990-2010

| Utilizzazione dei terreni dell’unità agricola | superficie totale (sat) | superficie totale (sat) | | | | | | | | | |
|---|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------|--|----------------|----------------------------|----|--|------------------------------------|---|
| | | superficie agricola utilizzata (sau) | superficie agricola utilizzata (sau) | | | | | | arboricoltura da legno annessa ad aziende agricole | boschi annessi ad aziende agricole | superficie agricola non utilizzata e altra superficie |
| | | | seminativi | vite | coltivazioni legnose agrarie, escluso vite | orti familiari | prati permanenti e pascoli | | | | |
| 0,01 - 0,99 ettari | 51 | 51 | 17 | 20 | 41 | 32 | 3 | 1 | 18 | 37 | |
| 1-1,99 ettari | 47 | 47 | 23 | 20 | 40 | 24 | 4 | .. | 22 | 36 | |
| 2-2,99 ettari | 25 | 25 | 21 | 8 | 13 | 14 | 4 | .. | 6 | 19 | |
| 3-4,99 ettari | 37 | 37 | 31 | 11 | 18 | 12 | 8 | .. | 8 | 27 | |
| 5-9,99 ettari | 28 | 28 | 26 | 13 | 15 | 16 | 1 | .. | 10 | 28 | |
| 10-19,99 ettari | 23 | 23 | 23 | 7 | 12 | 11 | 1 | .. | 7 | 20 | |
| 20-29,99 ettari | 11 | 11 | 11 | 3 | 6 | 3 | .. | .. | 2 | 9 | |
| 30-49,99 ettari | 16 | 16 | 16 | 4 | 9 | 6 | .. | .. | 8 | 14 | |
| 50-99,99 ettari | 17 | 17 | 17 | 5 | 6 | 2 | 1 | .. | 3 | 16 | |
| 100 ettari e più | 8 | 8 | 8 | 2 | 5 | 1 | 1 | 1 | 5 | 8 | |

Figura 5.18 – Numero di unità agricole per classe di superficie utilizzata

Un dato importante è quello riportato in Figura 5.18 relativo al numero delle unità agricole per classe di superficie utilizzata. Il dato viene anche visualizzato nella Figura 5.19 da cui si evince come il 20% delle

aziende possiede una superficie utilizzata sopra i 20 ettari e soltanto il 10% sopra 50 ettari di cui 8 aziende oltre i 100 ettari.

Relativamente al tipo di coltivazione si evince come tutte in tutte le aziende di maggiori dimensioni (oltre i 10 ettari) vi siano seminativi, mentre in quelle più piccole si concentra la maggior parte delle coltivazioni legnose (principalmente olivo e vite).

Ancora più interessante è il confronto con i dati del 2000 contenuti nella relazione del quadro conoscitivo del RU vigente, da cui si conferma il dato già emerso in precedenza di un generale aumento del numero delle aziende di maggior estensione a cui fa da contraltare un netto decremento di quelle piccole dimensioni (in particolare per la classe inferiore ad 1 ettaro e per quella tra e 10 ettari).

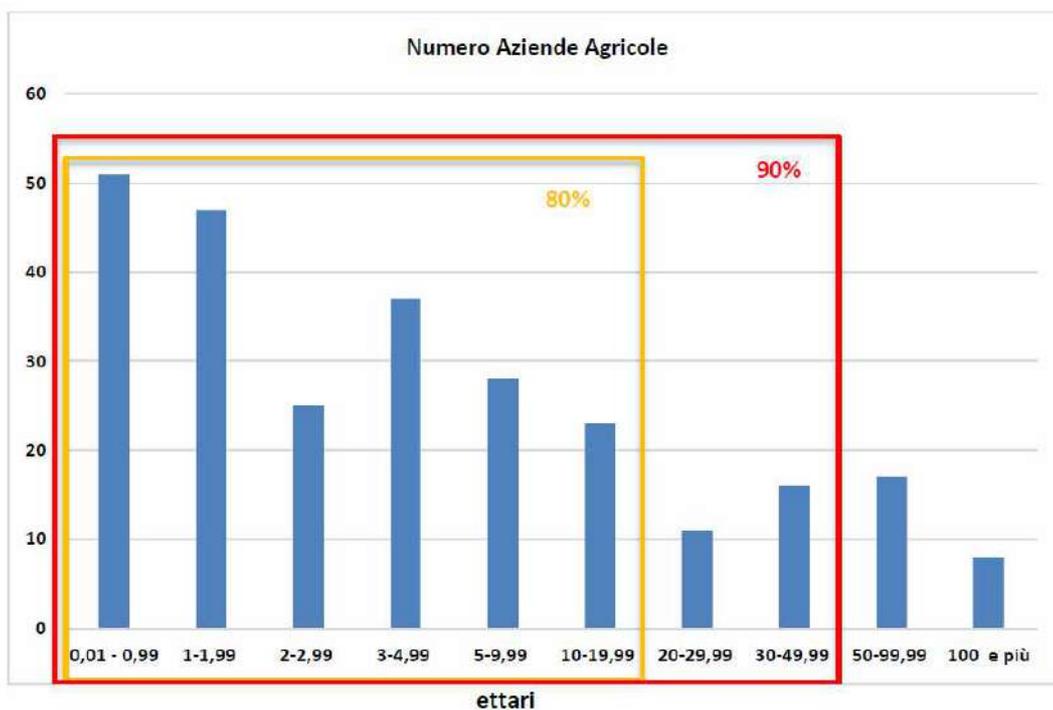


Figura 5.19 – Ripartizione delle aziende per classi di superficie con indicazione del valore cumulato all'80% e al 90%.

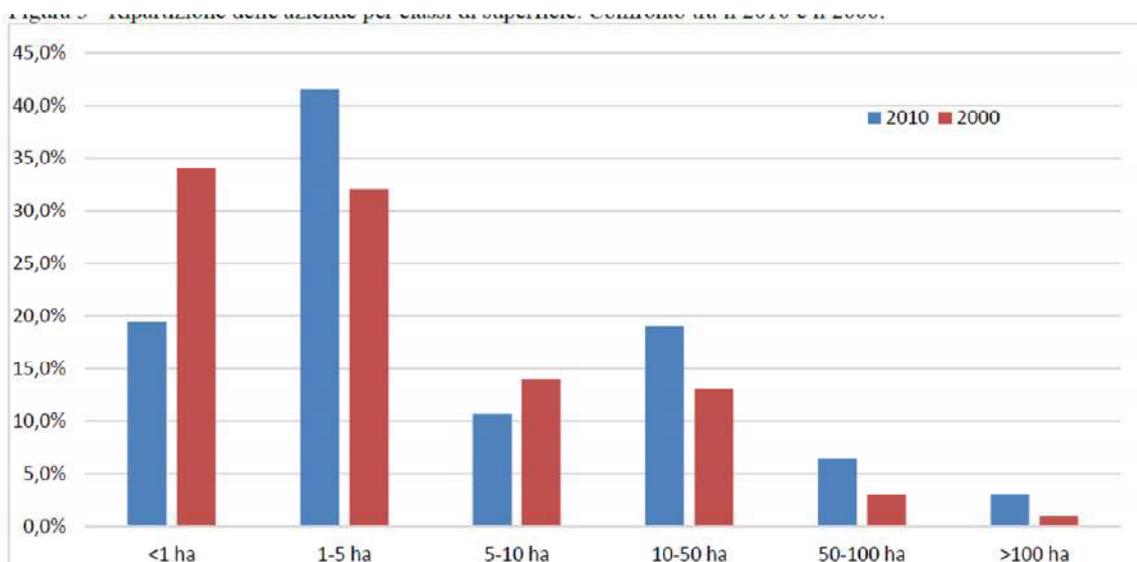


Figura 5.20 - Ripartizione delle aziende per classi di superficie. Confronto tra il 2010 e il 2000.

1.2.2 Allevamenti

Il numero di animali allevati nel Comune di Collesalvetti risulta attualmente piuttosto esiguo (Figura 5.21).

| Tipo dato | numero di capi dell'unità | | | | |
|---------------|---------------------------|--------------------------|--------------|------------------------|----------------|
| | Tipo allevamento | totale bovini e bufalini | totale suini | totale ovini e caprini | totale avicoli |
| Toscana | | 89066 | 116967 | 479819 | 2105277 |
| Livorno | | 3385 | 802 | 7438 | 14970 |
| Collesalvetti | | 82 | 41 | 352 | 91 |

Figura 5.21 – Numero di capi complessivi per specie allevata. Dati aggregati per Regione, Provincia e Comune di Collesalvetti

Per quanto riguarda i bovini (si esclude la presenza di bufale) questo è limitato a non più di 7 aziende, più probabilmente 5, per un totale di 82 capi che rappresentano appena il 2% del totale provinciale.

| Tipo allevamento | totale bovini e bufalini | | | | | | | | | | | |
|------------------|--------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|---------|---------|---------|-----------|--------|
| | Classe di capi | 1-2 | 3-5 | 6-9 | 10-19 | 20-49 | 50-99 | 100-199 | 200-499 | 500-999 | 1000-1999 | totale |
| Toscana | | 1499 | 2224 | 2650 | 6434 | 17900 | 17988 | 15547 | 13615 | 5869 | 5340 | 89066 |
| Livorno | | 29 | 100 | 80 | 239 | 763 | 1136 | 374 | .. | 664 | .. | 3385 |
| Collesalvetti | | 4 | 3 | .. | 24 | .. | 51 | .. | .. | .. | .. | 82 |

Figura 5.22 – Numero di bovini e bufalini per classe dimensionale dell'allevamento. Dati aggregati per Regione, Provincia e Comune di Collesalvetti

Le aziende che allevano i suini risultano al massimo 4, più probabilmente 3, per un totale di 41 capi (5% su base provinciale).

Tabella 9 - Numero di suini per classe dimensionale dell'allevamento. Dati aggregati per Regione, Provincia e Comune di Collesalvetti

| Tipo allevamento | totale suini | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|----------------|-----|------|------|-------|-------|-------|---------|---------|---------|-----------|-----------|------------|--------|
| | Classe di capi | 1-2 | 3-5 | 6-9 | 10-19 | 20-49 | 50-99 | 100-199 | 200-499 | 500-999 | 1000-1999 | 2000-3999 | 4000 e più | totale |
| Toscana | | 534 | 1032 | 1168 | 2130 | 5074 | 22946 | 31088 | 21482 | 31513 | .. | .. | .. | 116967 |
| Livorno | | 22 | 26 | 8 | 58 | 299 | 389 | .. | .. | .. | .. | .. | .. | 802 |
| Collesalvetti | | 2 | .. | .. | 14 | 25 | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | 41 |

Figura 5.23 – Numero di suini per classe dimensionale dell'allevamento. Dati aggregati per Regione, Provincia e Comune di Collesalvetti

Quelle che allevano ovi-caprini sono al massimo 3 aziende, più probabilmente 2, per un totale di 352 capi (5% su base provinciale), di cui però 350 capi sono posseduti da una sola azienda che rappresenta di fatto l'ultimo gregge presente nel territorio comunale se si uno o due greggi presenti più o meno regolarmente lungo gli argini inerbiti dei canali posti sul settore più settentrionale del comune, al confine con la Provincia di Pisa, e che afferiscono ad aziende collocate dai confini comunali.

| Tipo allevamento | totale ovini e caprini | | | | | | | | | | |
|------------------|------------------------|-----|------|-------|-------|-------|---------|---------|---------|-----------|--------|
| | Classe di capi | 1-2 | 3-9 | 10-19 | 20-49 | 50-99 | 100-199 | 200-299 | 300-499 | 500 e più | totale |
| Toscana | | 197 | 2235 | 4627 | 14479 | 24564 | 59144 | 53550 | 92412 | 228611 | 479819 |
| Livorno | | 16 | 91 | 76 | 237 | 255 | 1104 | 976 | 658 | 4025 | 7438 |
| Collesalvetti | | 2 | .. | .. | .. | .. | .. | .. | 350 | .. | 352 |

Figura 5.24 – Numero di ovi-caprini per classe dimensionale dell'allevamento. Dati aggregati per Regione, Provincia e Comune di Collesalvetti

Infine i capi di specie avicole sono 91 distribuite in un numero imprecisato di aziende di cui una soltanto possiede oltre 50 capi.

| Tipo allevamento | totale avicoli | | | | | | | | | |
|------------------|----------------|-------|---------|---------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|---------|
| | 1-49 | 50-99 | 100-499 | 500-999 | 1000-4999 | 5000-9999 | 10000-24999 | 25000-49999 | 50000 e più | totale |
| Toscana | 23516 | 11867 | 16859 | 8208 | 60990 | 123930 | 281262 | 292862 | 1285983 | 2105277 |
| Livorno | 895 | 707 | 1288 | 1300 | .. | .. | 10800 | .. | .. | 14970 |
| Collesalveti | 31 | 60 | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | 91 |

Figura 5.25 – Numero di avicoli per classe dimensionale dell'allevamento. Dati aggregati per Regione, Provincia e Comune di Collesalveti

Interessante è il confronto con i dati relativi agli ultimi due decenni da cui emerge un trend netto e significativo alla diminuzione sia delle aziende che del numero dei capi allevati.

| Anno | Bovini | | Ovi-Caprini | | Suini | | Avicoli | |
|------|------------|------|-------------|------|------------|------|------------|-------|
| | N. Aziende | Capi | N. Aziende | Capi | N. Aziende | Capi | N. Aziende | Capi |
| 2010 | 4 | 82 | 2 | 352 | 3 | 41 | n.c. | 91 |
| 2000 | 11 | 262 | 5 | 607 | 14 | 92 | 71 | 6775 |
| 1990 | 43 | 1516 | 12 | 724 | 45 | 630 | 222 | 18534 |

Figura 5.26 - Variazione del numero delle aziende e dei capi allevati nel periodo 1990-2010

Caratteristiche aziende

Il 6° Censimento dell'Agricoltura fornisce anche utili dati relativi alle caratteristiche aziendali relative al forma di conduzione (Figura 5.27), alla forma giuridica (Figura 5.29) alle aziende inattive (Figura 5.29) e alle aziende di qualità (Figura 5.30).

| Tipo dato | numero di aziende | | | |
|--------------|------------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------|
| | conduzione diretta del coltivatore | conduzione con salariati | altra forma di conduzione | totale |
| Toscana | 69500 | 2752 | 434 | 72686 |
| Livorno | 3543 | 131 | 22 | 3696 |
| Collesalveti | 225 | 11 | .. | 236 |

Figura 5.27 - Numero di aziende per forma di conduzione. Dati aggregati per Regione, Provincia e Comune di Collesalveti

Nel Comune di Collesalveti su un totale di 236 aziende prese in considerazione 225 (95%) risultano a conduzione diretta del coltivatore, mentre soltanto 11 risultano a conduzione con salariati.

Molte di queste aziende sono individuali (222), 6 sono di società di persone e 8 di società di capitali.

| Tipo dato | numero di aziende | | | | | | | | | | totale |
|--------------|---------------------|--------------------|---|---------------------|---------------------|--------------------------------|---|----------------------------------|-----------------------|-------|--------|
| | azienda individuale | società di persone | | società di capitali | società cooperativa | amministratore o ente pubblico | ente (comunanze, università, regole, ecc) o comune che gestisce le proprietà collettive | ente privato senza fini di lucro | altra forma giuridica | | |
| | | società semplice | altra società di persone diversa dalla società semplice | | | | | | | | |
| Toscana | 67288 | 3058 | 715 | 1256 | 139 | 70 | 39 | 93 | 28 | 72686 | |
| Livorno | 3421 | 143 | 50 | 67 | 6 | 3 | 2 | 3 | 1 | 3696 | |
| Collesalveti | 222 | 5 | 1 | 8 | .. | .. | .. | .. | .. | 236 | |

Figura 5.28 - Numero di aziende per forma giuridica. Dati aggregati per Regione, Provincia e Comune di Collesalveti

Le aziende inattive risultano essere 4 pari al 1,7% di quelle censite, quasi la metà del dato provinciale (3,2%) e comunque inferiore al quello regionale (2,6%).

| Tipo dato | numero di aziende inattive | | | | | | | | | | totale |
|--------------|----------------------------|---------|--------|--------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|
| | 0,01 - 0,99 | 1- 1,99 | 2-2,99 | 3-4,99 | 5- 9,99 | 10- 19,99 | 20- 29,99 | 30- 49,99 | 50- 99,99 | 100 e più | |
| Toscana | 483 | 401 | 244 | 261 | 250 | 152 | 45 | 33 | 20 | 11 | 1900 |
| Livorno | 38 | 29 | 11 | 21 | 12 | 11 | 4 | 1 | 1 | .. | 128 |
| Collesalveti | 2 | .. | .. | 1 | .. | 1 | .. | .. | .. | .. | 4 |

Figura 5.29 - Numero aziende inattive. Dati aggregati per Regione, Provincia e Comune di Collesalveti

Le aziende di qualità (marchi DOP e/o IGP) risultano 22 (9,3%) di quelle censite, dato questo assai inferiore rispetto alla situazione provinciale (27%) e regionale (23%).

| Tipo dato | numero di aziende | | | | | | | | | | | totale |
|------------------------------|--|-------------|--------|--------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|
| | azienda con coltivazioni e/o allevamenti DOP e/o IGP | | | | | | | | | | | |
| Caratteristica della azienda | 0 | 0,01 - 0,99 | 1-1,99 | 2-2,99 | 3- 4,99 | 5- 9,99 | 10- 19,99 | 20- 29,99 | 30- 49,99 | 50- 99,99 | 100 e più | |
| Toscana | 4 | 1590 | 1935 | 1390 | 2117 | 2986 | 2794 | 1263 | 1140 | 855 | 598 | 16672 |
| Livorno | .. | 145 | 163 | 119 | 162 | 204 | 141 | 42 | 39 | 34 | 26 | 1075 |
| Collesalveti | .. | 2 | 4 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 4 | 22 |

Figura 5.30 Numero aziende di qualità. Dati aggregati per Regione, Provincia e Comune di Collesalveti

Dal censimento emerge infine che le aziende a certificazione biologica sono soltanto 5 (2,1%), rispetto al 3% su base provinciale e 3,4% su base regionale (Figura 5.31).

| Tipo dato | numero di aziende | | | | | | | | | | | totale |
|------------------------------|--|-------------|--------|--------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|
| | azienda con superficie biologica e/o allevamenti certificati biologici | | | | | | | | | | | |
| Caratteristica della azienda | 0 | 0,01 - 0,99 | 1-1,99 | 2-2,99 | 3- 4,99 | 5- 9,99 | 10- 19,99 | 20- 29,99 | 30- 49,99 | 50- 99,99 | 100 e più | |
| Toscana | 6 | 67 | 138 | 150 | 299 | 483 | 477 | 229 | 215 | 216 | 164 | 2444 |
| Livorno | .. | 6 | 11 | 9 | 15 | 27 | 20 | 9 | 13 | 5 | 6 | 121 |
| Collesalveti | .. | .. | .. | .. | 1 | .. | 1 | .. | .. | 2 | 1 | 5 |

Figura 5.31 – Numero aziende biologiche. Dati aggregati per Regione, Provincia e Comune di Collesalveti

6 PIANO CULTURALE ATTUALE E DI PROGETTO

6.1 PRINCIPALI ASPETTI CONSIDERATI NELLA DEFINIZIONE DEL PIANO CULTURALE

Coltivare in spazi limitati è sempre stata una problematica da affrontare in agricoltura: tutte le colture arboree, ortive ed arbustive sono sempre state praticate seguendo schemi volti all'ottimizzazione della produzione sugli spazi a disposizione, indipendentemente dall'estensione degli appezzamenti; in altri casi, le forti pendenze costringono a realizzare terrazzamenti anche piuttosto stretti per impiantare colture arboree. Di conseguenza, sono sempre stati compiuti (e si continuano a compiere tutt'ora) studi sui migliori sestri d'impianto e sulla progettazione e lo sviluppo di mezzi meccanici che vi possano accedere agevolmente.

Nel caso in oggetto l'impianto agrivoltaico sarà installato su un'area attualmente gestita a seminativi, pertanto, la scelta gestionale del soprassuolo sarà mantenuta tale con la possibilità di attuare interventi di miglioramento culturale finalizzati a migliorare le caratteristiche agronomiche dei terreni, la funzionalità delle sistemazioni idraulico-agrarie, ed all'inserimento di nuove colture a maggior redditività.

6.1.1 GESTIONE DEL SUOLO

Per il progetto dell'impianto agrivoltaico in esame, considerate le dimensioni dell'interfila tra le strutture, le operazioni colturali possono essere gestite tramite trattrici e macchine operatrici da interfilare, normalmente utilizzate per le lavorazioni in pieno campo.

Va peraltro premesso che la gestione, sia tra le fila dei pannelli, che al di sotto dei pannelli, verrà attuata in via preferenziale con lavorazioni minime attuando ove possibile la semina su sodo ed altre lavorazioni maggiormente conservative della fertilità dei suoli.

Gli interventi di coltivazione, come di seguito descritti, saranno attuati successivamente all'installazione dei pannelli fotovoltaici al fine di effettuare l'intervento sull'intera superficie con mezzi agricoli dedicati, consentendo di ottenere risultati uniformi su tutta la superficie dell'impianto.

A ridosso delle strutture di sostegno la gestione del soprassuolo verrà gestita con appositi macchinari, avvalendosi ad esempio di una fresa interceppo per le lavorazioni superficiali del terreno (Figura 6.1). La fresa interceppi ha la possibilità di sostituire il gruppo fresa con altri attrezzi sullo stesso telaio (dischi per il rinalzo o lo scalzo, erpice rotante, mini trincia, spollonatore). Pertanto, con un'unica attrezzatura sarà possibile gestire tutte le operazioni di gestione della copertura erbosa posta al di sotto dei pannelli. Le lavorazioni del terreno e la semina delle colture previste dal piano culturale di seguito descritto saranno portate in parte anche al di sotto dei pannelli, data la conformazione degli stessi, al fine di utilizzare la maggior parte possibile della superficie coltivabile a disposizione.



Figura 6.1: Esempio di fresatrice interceppo per le lavorazioni sulla fila (Foto: Cucchi Macchine Agricole)

CARATTERISTICHE TECNICHE

- Larghezza di lavoro cm 40-50-80
- Impianto idraulico indipendente con spostamento automatico cm 40
- Tastatore regolabile in altezza e sensibilità
- Profondità di lavoro variabile da 2 a 20 cm
- Sporgenza da centro trattore variabile a richiesta per lavorare in diverse larghezze di filari.

PUNTI DI FORZA

- Struttura particolarmente robusta
- Lavorazione in filari con ceppi ravvicinati (80 cm)
- Testa fresa con trasmissione a catena (maggiorata) in bagno d'olio e presa di forza rialzata
- Sensibilità del tastatore e delicatezza degli spostamenti

Per quanto concerne le lavorazioni periodiche del terreno nell'interfila dei pannelli per la gestione colturale, quali aratura, erpicatura, semina, ecc., considerando che siamo su terreni in piano ed in presenza di strutture di sostegno, si opererà praticando il più possibile lavorazioni minime del terreno (lavorazioni superficiali, semina su sodo, ecc) limitando al minimo indispensabile lo spessore di terreno lavorato.

6.1.2 INFLUENZA DELL'OMBREGGIAMENTO DEI PANNELLI

L'esposizione diretta ai raggi del sole è fondamentale per la buona riuscita di qualsiasi produzione agricola. L'impianto in progetto, di fatto mantiene l'orientamento dei moduli fisso, proiettando delle ombre sull'interfila che saranno tanto più ampie quanto più basso sarà il sole all'orizzonte.

Sulla base delle simulazioni degli ombreggiamenti per tutti i mesi dell'anno, effettuate per impianti simili, si è potuto constatare che la porzione centrale dell'interfila, nei mesi da maggio ad agosto, presenta tra le 7 e le 8 ore di piena esposizione al sole. Naturalmente nel periodo autunno-vernino, in considerazione della minor altezza del sole all'orizzonte e della brevità del periodo di illuminazione, le ore luce risulteranno inferiori. A questo bisogna aggiungere anche una minore quantità di radiazione

diretta per via della maggiore nuvolosità media che si manifesta (ipotizzando andamenti climatici regolari per l'area in esame) nel periodo invernale.

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

6.1.3 MECCANIZZAZIONE E SPAZI DI MANOVRA

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

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

Nella scelta del macchinario è indispensabile tenere conto della reale superficie di interfila o dell'altezza utile sottostante le strutture che sia transitabile dai mezzi agricoli e del reale spazio presente alla testa del filare per garantirne l'ottimale transito e raggio di sterzata. In particolare, in presenza di ostacoli a fine campo, quali ad esempio muri, fossi, alberature, ecc., dovrà essere posta particolare attenzione, in fase di progettazione dell'impianto agro-fotovoltaico, a garantire uno spazio sufficiente a consentire la voltata: una capezzagna, cioè, di larghezza pari almeno al raggio minimo di ingombro del veicolo. A questo proposito, per ridurre tale larghezza, è conveniente dotarsi di macchine con passi contenuti ed angoli di sterzata delle ruote direttrici elevati.

Per quanto riguarda gli spazi di manovra a fine corsa (le c.d. capezzagne), questi devono essere sempre non inferiori ai 10,00 m tra la fine delle interfile e la recinzione perimetrale del terreno. Il progetto in esame prevede, su alcuni lati dell'impianto, la realizzazione di una fascia arborea perimetrale avente una larghezza di 3 m, che consente un ampio spazio di manovra.

L'impiego di trattori standard (dimensioni medie 2,3 x 4 m), risulta attuabile all'interno dell'impianto visti gli spazi di manovra disponibili.

Per quanto concerne le macchine operatrici mosse dalla presa di potenza è opportuno, al fine di preservare l'impianto fotovoltaico da possibili danneggiamenti dovuti a proiezioni di oggetti, controllare la costante presenza ed integrità del carter e della eventuale protezione incernierata sul rotore portante gli utensili di lavoro.

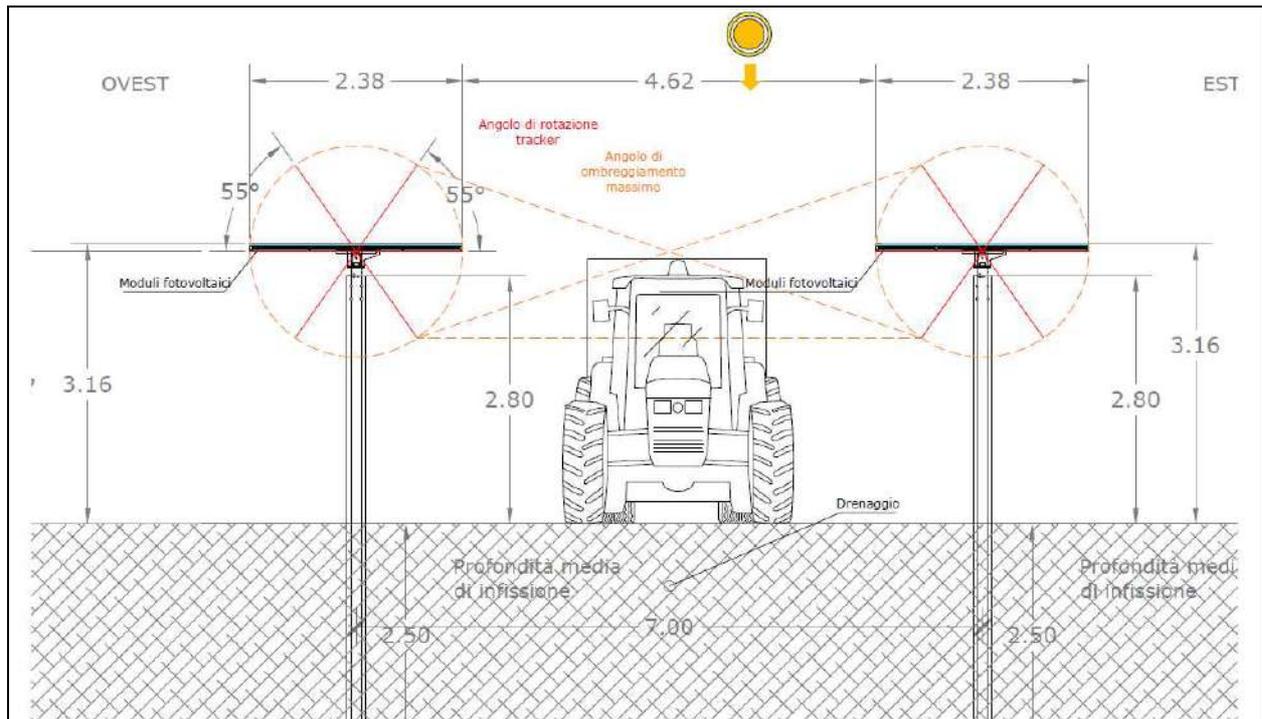


Figura 6.2 - Sezione di dettaglio posa pannelli - posizione orizzontale - max ingombro planimetrico (stralcio da Tavola T12)

6.1.4 PRESENZA DI CAVIDOTTI INTERRATI

Particolare attenzione va prestata, in fase di progettazione e realizzazione dell'impianto, alla posa in opera di cavi elettrici interrati.

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

Nelle aree dove i veicoli e le macchine agricole mobili sono movimentate, i cavi devono avere una protezione meccanica aggiuntiva (450 o 750 N) oppure devono essere in cavidotto con equivalente resistenza alla compressione ed essere ubicati ad una profondità di almeno 0,5 m rispetto al piano di calpestio o, se il terreno è arabile o coltivabile, ad almeno 1,0 m rispetto al piano di calpestio. Eventuali cavi aerei devono essere installati ad un'altezza di almeno 6 metri.

Gli stessi cavi dovranno essere adeguatamente segnalati con appositi cartelli e, anche nell'ottica di un'agricoltura conservativa, dovranno essere evitate lavorazioni profonde (>40 cm). Eventuali pozzetti in calcestruzzo per canalizzazioni elettriche, per ispezioni di dispersori di terra, ecc., dovranno sporgere dal terreno di circa 40 cm ed essere ben segnalati per impedire il transito su di essi di macchine agricole. Per lo stesso motivo dovrà essere curato il taglio dell'erba intorno ai pozzetti.

6.2 CARATTERIZZAZIONE AGRONOMICA DEL SITO E DEFINIZIONE DEL PIANO COLTURALE

6.2.1 PARAMETRI CHIAVE PER LA SCELTA DELLE COLTURE

L'installazione di pannelli fotovoltaici su un terreno ad utilizzo agricolo modifica le modalità di coltivazione principalmente per due motivi:

- riduzione della radiazione diretta a disposizione delle colture;
- limitazioni al movimento delle macchine agricole per l'ingombro delle strutture di sostegno.

Tale condizione, comunque, è già ampiamente conosciuta nella scienza delle coltivazioni, in quanto tipica delle consociazioni colturali tra specie erbacee e arboree, molto frequenti nei sistemi di coltivazione in passato e nei sistemi agro-forestali che stanno diffondendosi in molti areali produttivi, nonché nei moderni frutteti nei quali è quasi sempre praticato inerbimento controllato degli interfilari.

La copertura totale o parziale di una coltura con pannelli fotovoltaici determina una modificazione della radiazione diretta a disposizione delle colture e, in minor misura, le altre condizioni microclimatiche (Marrou et al., 2013a).

Tale modificazione, strettamente correlata dalla densità di copertura, influenzerà la produzione delle differenti colture a seconda di una serie di aspetti, quali:

- fabbisogno di luce della coltura;
- tolleranza all'ombreggiamento;
- altezza della coltura;
- distribuzione spaziale della "canopy" della coltura;
- stagionalità dell'attività fotosintetica della coltura.

La densità di copertura, quindi, dovrà essere determinata al fine di garantire un corretto equilibrio tra efficiente produzione di energia elettrica e redditività dell'utilizzazione agricola.

Anche la struttura di sostegno della copertura fotovoltaica andrà ad interagire con le pratiche di coltivazione, risultando più o meno impattante a secondo del "layout" di disposizione della coltura in campo. Quindi, la scelta delle possibili specie da coltivare al di sotto di coperture fotovoltaiche risulta legata a numerosi aspetti sia fisiologici della pianta, sia agronomici attinenti alle tecniche di coltivazione. La riduzione della radiazione incidente non genera sempre un effetto dannoso sulle colture che, spesso, possono adattarsi alla minore quantità di radiazione diretta intercettata, migliorando l'efficienza dell'intercettazione (Marrou et al., 2013b). La mancanza di studi specifici sulla grande maggioranza delle piante coltivate alle nostre latitudini, limita fortemente la valutazione dell'impatto della copertura fotovoltaica sulla produttività delle colture. Tuttavia, le specie ad elevata esigenza di radiazione sono sicuramente poco adatte alla coltivazione sotto una copertura fotovoltaica.

Da considerare inoltre che un'opportuna regolazione della pendenza dei pannelli durante la stagione colturale potrebbe garantire l'ottimizzazione della coesistenza del pannello solare sopra la coltura agraria (Dupraz et al., 2011). La copertura fotovoltaica potrebbe anche proteggere le colture da fenomeni climatici avversi (grandine, gelo, forti piogge) e, nei periodi di maggiore radiazione, una protezione data dal pannello può anche ridurre il verificarsi dello stress idrico, per la riduzione della evapo-traspirazione delle colture.

Alcuni studi, condotti in Germania, hanno riportato una prima valutazione del comportamento di differenti colture sottoposte alla riduzione della radiazione luminosa. Di seguito viene descritta una sintetica classificazione delle colture in base alla loro tolleranza alla copertura da parte di pannelli fotovoltaici (Oberfell, 2013):

- **colture non adatte:** piante con un elevato fabbisogno di luce, come ad es. frumento, farro, mais, alberi da frutto, girasole, cavolo rosso, cavolo cappuccio, miglio, zucca. In queste colture anche modeste densità di copertura determinano una forte riduzione della resa;
- **colture poco adatte:** cavolfiore, barbabietola da zucchero, barbabietola rossa;
- **colture adatte:** segale, orzo, avena, cavolo verde, colza, piselli, asparago, carota, ravanella, porro, sedano, finocchio, tabacco. Per queste specie un'ombreggiatura moderata non ha quasi alcun effetto sulle rese;
- **colture mediamente adatte:** cipolle, fagioli, cetrioli, zucchine;
- **colture molto adatte:** colture per le quali l'ombreggiatura ha effetti positivi sulle rese quantitative (patata, luppolo, spinaci, insalata, fave, agrumi).

La suddivisione sopra riportata andrà comunque verificata con prove sperimentali di coltivazione negli sazi liberi tra i pannelli. Prove che saranno condotte nella prima fase di sperimentazione dell'impianto agrivoltaico.

Anche la stagionalità di crescita delle piante è un aspetto di rilevante importanza, dato che l'entità della radiazione luminosa è strettamente legata alla stagione. In primavera e in estate, nel centro Italia, l'entità della radiazione luminosa media giornaliera è circa 2,7 volte quella misurata in autunno e 2,2 volte quella invernale (poliennio 1989-2020). Colture a sviluppo primaverile-estivo con moderate esigenze di radiazione sono quelle che meglio si adattano alla coltivazione sotto una parziale copertura fotovoltaica. Per la definizione del piano colturale sono state valutate diverse specie potenzialmente coltivabili tra le strutture di sostegno (interfile).

6.2.2 AVVICENDAMENTO COLTURALE IL SISTEMA PREVISTO DALLA PAC 2023-2027: L'ECO-SCHEMA 4.

6.2.2.1 L'Ecoschema 4 introduzione

L'Ecoschema 4, denominato "Pagamento per sistemi foraggeri estensivi con avvicendamento" è quello più attenzionato sia per l'elevata estensione potenziale (oltre 5 milioni di ettari) sia per la sua complessità.

L'ECO-SCHEMA è uno dei pagamenti previsti dal capitolo degli aiuti diretti "Regimi per il clima, l'ambiente e il benessere degli animali". Il pagamento, destinato alle superfici coltivate a seminativi, riguarda le superfici investite a seminativo nelle quali va praticato l'avvicendamento, almeno biennale, che è assicurato dalla rotazione di colture principali ma anche dalle colture secondarie. L'adesione all'eco-

schema prevede il rispetto delle norme della condizionalità, in particolare dalla BCAA 7 (rotazioni) e dal CGO 2 (protezione acque da inquinamento nitrati). Ciò significa che chi intende aderire alla misura non potrà fruire della deroga all’obbligo delle rotazioni, per cui l’anno di partenza sarà il 2023 e non il 2024.

Gli impegni previsti dalla misura sono:

- 1) l’inserimento nel ciclo di rotazione, per la medesima superficie di:
 - almeno una coltura miglioratrice proteica o oleaginosa (es. le leguminose da granella favino e pisello);
 - oppure almeno una coltura da rinnovo (mais, soia, girasole, pomodoro, patata, sorgo da granella, carciofo, barbabietola, melone, peperone, melanzana, colza, tabacco, cipolla, cocomero, aglio, canapa, lino, arachide, ravizzone, carota – Allegato VII decreto 23/12/22);
 - colture pluriennali, quali erbacee da foraggio (leguminose foraggere come erba medica, trifoglio o altre foraggere come lietto e festuca) e terreni a riposo (questi ultimi per massimo 4 anni).

Controllo dell’avvicendamento sulle colture presenti in campo a partire dal 1° giugno al 30 novembre.

- 2) trattamenti:
 - sulle leguminose e foraggere non è consentito l’uso di diserbanti chimici e di altri prodotti fitosanitari;
 - sulle colture da rinnovo è consentita esclusivamente la tecnica della difesa integrata (volontaria) o della produzione biologica, intesa quest’ultima solo con riferimento alle tecniche di difesa fitosanitaria.

3) interrimento dei residui colturali, fatta eccezione per le aziende zootecniche e per le aziende che adottano tecniche di agricoltura conservativa.

Pagamento annuale previsto: € 110 (max 124,17) nelle aree ordinarie, 132 €/Ha (max 149) nelle aree Natura 2000 e nelle Zone vulnerabili stimati dal Masaf. Il pagamento è cumulabile con il pagamento per le misure specifiche per gli impollinatori (eco 5).

Ecco qualche esempio di avvicendamento possibile:

| Superficie | 2023 | Trattamenti | 2024 | Trattamenti |
|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------|------------------------------|
| Campo 1 | Grano | nessun vincolo | Mais (rinnovo) | difesa integrata o biologica |
| Campo 2 | Pisello (leguminosa) | vietati | Grano | nessun vincolo |
| Campo 3 | Medica (foraggera) | vietati | Medica (foraggera) | Vietati |
| Campo 4 (avvic. con 2° raccolto) | Grano + soia 2° r (soia rinnovo) | difesa integrata o bio sulla soia | Grano | nessun vincolo |
| Campo 5 | Riposo | nessun vincolo | Riposo | nessun vincolo |

L'eco-schema 4 della nuova Pac 2023-2027 assegna un sostegno di 110 euro/ha aggiuntivi al sostegno di base a tutti gli agricoltori che introducono un avvicendamento di colture leguminose e foraggere, nonché da rinnovo allo scopo di preservare la fertilità dei suoli, la biodiversità e ridurre lo sviluppo di infestanti e di patogeni.

Di seguito presentiamo un elenco di colture in base alla loro classificazione, comprese altre colture che possono essere inserite in rotazione.

Per chiarire meglio come può avvenire il corretto avvicendamento, di seguito riportiamo alcuni esempi, indicando cosa è ammesso e cosa non è ammesso.

| Avvicendamento biennale | Ammissibilità |
|---------------------------|---------------|
| Grano – Girasole | sì |
| Grano – Orzo | no |
| Mais – Soia | sì |
| Grano – Peperone | no |
| Barbabietola – Grano | sì |
| Tabacco – Grano | sì |
| Erba medica – Erba medica | sì |

Come per tutti gli eco-schemi, a fronte del sostegno per ettaro sono previsti degli impegni per l'agricoltore, che elenchiamo di seguito.

Assicurare l'avvicendamento almeno biennale sulla medesima superficie con leguminose e foraggere, o colture da rinnovo, inserendo nel ciclo di rotazione, almeno una coltura miglioratrice proteica o oleaginosa, o almeno una coltura da rinnovo.

Sulle colture leguminose e foraggere non è consentito l'uso di diserbanti chimici e di altri prodotti fitosanitari nel corso dell'anno. Sulle colture da rinnovo è consentito esclusivamente l'uso della tecnica della difesa integrata o della produzione biologica.

Interramento dei residui di tutte le colture in avvicendamento (es. stocchi di mais, paglie di cereali), fatta eccezione per le aziende zootecniche.

Da notare che, mentre per le colture foraggere e le leguminose non è consentito l'uso di diserbanti chimici e di altri prodotti fitosanitari, per le colture da rinnovo come mais, soia, girasole, sorgo, eccetera è consentito solo l'uso della difesa integrata oppure della produzione biologica.

Sono colture miglioratrici le leguminose.

- L'alternanza può essere assicurata anche dalle colture secondarie e deve essere attuata su almeno due anni.
- Nel caso di colture pluriennali, erbe e altre piante erbacee da foraggio e terreni a riposo, l'impegno è assolto ipso facto.

- Non sono considerate ai fini del rispetto dell'impegno 1 le colture di copertura.
- L'ecoschema 4 si applica alle colture principali e di secondo raccolto.
- Rientrano nell'avvicendamento anche i terreni a riposo per un massimo di quattro anni consecutivi.
- Sono invece escluse le colture di copertura come previste dalla BCAA 7 e dal CGO 2.

Fin nella sua formulazione nel Piano Strategico della Pac (Psp), sia nel decreto ministeriale, l'ecoschema 4 ha evidenziato molte difficoltà interpretative e molta confusione nella sua attuazione. Dopo le risposte alle domande più frequenti fornite dalla Rete Rurale Nazionale e dopo ulteriori chiarimenti, le interpretazioni dell'articolo 20 del Decreto ministeriale portano alle conclusioni che esponiamo di seguito.

6.2.2.2 L'ecoschema 4 per i seminativi: chiarimenti

Il Decreto ministeriale n. 660087 del 23 dicembre 2022, in linea con il Psp, prevede di destinare un budget di 162,6 milioni di euro annui all'ecoschema 4 (Eco 4). Le superfici impegnate nell'Eco 4 devono rispettare quanto previsto dalla Bcaa 7 (rotazione) e dal Cgo 2 (Direttiva Nitrati) e sono assoggettate a tre impegni aggiuntivi (Figura 6.3), rispetto a quelli previsti dalla condizionalità:

- 1) avvicendamento almeno biennale;
- 2) divieto e limitazione nell'uso dei prodotti fitosanitari;
- 3) interrimento dei residui.

| | | |
|------------|--|---|
| IMPEGNI | IM01 | Assicurare l'avvicendamento almeno biennale (inserito nel piano di coltivazione) sulla medesima superficie, inserendo nel ciclo di rotazione, almeno una coltura miglioratrice proteica od oleaginosa, o almeno una coltura da rinnovo |
| | IM02 | Nelle colture leguminose e foraggere, non è consentito l'uso di diserbanti chimici e di altri prodotti fitosanitari nel corso dell'anno. Nelle colture da rinnovo, è consentito esclusivamente l'uso della tecnica della difesa integrata (volontaria) o della produzione biologica (solo con riferimento alle tecniche di difesa fitosanitaria) |
| | IM03 | Interrimento dei residui di tutte le colture in avvicendamento (es. le stoppie). Fatta eccezione per le aziende zootecniche ovvero con capi in Bdn (bovini e bufalini, ovi-caprini, suini, equidi e/o avicoli) |
| SPECIFICHE | - Ai fini del controllo del rispetto dell'avvicendamento si considerano le colture presenti in campo a partire dal 1° giugno al 30 novembre dell'anno di domanda | |
| | - L'ecoschema 4 si applica alle colture principali e di secondo raccolto | |
| | - Impegno 01: nel caso di colture pluriennali, erbe e altre piante erbacee da foraggio e terreni a riposo, l'impegno è assolto automaticamente nel biennio | |
| | - Le colture di copertura non sono considerate ai fini del rispetto dell'impegno IM01 | |
| | | - Rientrano nell'avvicendamento anche i terreni a riposo per un massimo di quattro anni consecutivi |
| PLAFOND | 162,6 milioni di euro | |
| PAGAMENTO | Massimo 110 €/ha | |

Figura 6.3 - Ecoschema 4 – Sistemi foraggeri estensivi con avvicendamento

6.2.2.3 IM01: rotazioni almeno biennali

L'avvicendamento almeno biennale consiste nella presenza sulla medesima superficie di colture leguminose e foraggere, o di colture da rinnovo (Figura 6.4), inserendo nel ciclo di rotazione, per la medesima superficie, almeno una coltura miglioratrice proteica o oleaginosa, o almeno una coltura da rinnovo. L'elenco delle colture da rinnovo è riportato nell'Allegato VIII Decreto ministeriale n. 660087 del 23 dicembre 2022.

Nel caso di colture pluriennali, erbe e altre piante erbacee da foraggio e terreni a riposo, l'impegno è assolto automaticamente.

In altre parole, dopo le interpretazioni fornite dalle Faq, si è capito che le colture a seminativo si suddividono in tre categorie (Figura 7.4):

- colture miglioratrici leguminose o da rinnovo, che sono indispensabili nell'avvicendamento biennale e che possono succedere a sé stesse;
- colture pluriennali, foraggere (erbe e altre piante erbacee da foraggio) e terreni a riposo: assolvono l'impegno dell'avvicendamento biennale, ma solamente se succedono a sé stesse;
- altre colture o depauperanti, che possono essere presenti nell'avvicendamento biennale per non più di un anno e che non possono succedere a sé stesse.

L'avvicendamento è assicurato anche dalle colture secondarie e deve essere attuato comunque su almeno due anni. Ai fini del controllo del rispetto dell'avvicendamento si considerano le colture presenti in campo a partire dal 1° giugno al 30 novembre dell'anno di domanda.

| Classificazione | | Colture | Possibilità |
|---|---------------------|--|-----------------------------------|
| Colture proteiche o da rinnovo | Leguminose | Leguminose da granella Leguminose foraggere | Possono succedere a sé stesse |
| | Colture da rinnovo | | |
| Colture pluriennali, foraggere e terreni a riposo | Colture pluriennali | | Devono succedere a sé stesse |
| | Foraggere | | Devono succedere a sé stesse |
| | Terreni a riposo | | Devono succedere a sé stessi |
| Altre colture | Cereali a paglia | | Non possono succedere a sé stesse |
| | Ortive | | |
| | Altre colture | | |

Figura 6.4 - Le colture dell'Ecoschema 4

Alcuni esempi di avvicendamento biennale chiariscono l'ammissibilità all'ecoschema 4 (Figura 7.5, 7.6, 7.7, 7.8).

| Avvicendamento | Accesso Eco 4 |
|----------------------------------|---------------|
| grano - foraggiere | No |
| mais - foraggiere | Sì |
| foraggiere - foraggiere | Sì |
| erba medica (leguminosa) - grano | Sì |

Figura 6.5 - Esempi di avvicendamento per Ecoschema 4

| Avvicendamento | Accesso a Eco 4 |
|-----------------------|-----------------|
| carciofo - grano | No |
| carciofo - mais | Sì |
| carciofo - carciofo | Sì |
| carciofo - foraggiere | No |

Figura 6.6 - Esempi di avvicendamento per Ecoschema 4 con colture poliennali

| Avvicendamento | Accesso Eco 4 |
|-------------------------------------|---------------|
| grano - terreno a riposo | No |
| terreno a riposo - grano | No |
| lenticchia - terreno a riposo | Sì |
| terreno a riposo - terreno a riposo | Sì |

Figura 6.7 - Ammissibilità per Eco 4 con terreno a riposo

| Avvicendamento biennale | Ammissibilità |
|---------------------------|---------------|
| Mais - grano | Sì |
| Grano - orzo | No |
| Mais - soia | Sì |
| Grano - melone | Sì |
| Grano - zucchine | No |
| Barbabietola - grano | Sì |
| Tabacco - grano | Sì |
| Erba medica - erba medica | Sì |
| Riso - riso | No |
| Grano - foraggiere | No |
| Foraggiere - foraggiere | Sì |
| Grano - riposo | No |
| Riposo - riposo | Sì |
| Asparago - Asparago | Sì |

Figura 6.8 - Le colture dell'Ecoschema 4

6.2.2.4 L'avvicendamento dopo le Faq

Dopo le Faq della Rete Rurale Nazionale e dopo ulteriori chiarimenti, le interpretazioni sull'art. 20 del Decreto ministeriale n. 660087 del 23 dicembre 2022 portano alle seguenti conclusioni:

- la presenza nel biennio di una coltura proteica o da rinnovo permette sempre l'accesso all'Eco 4;
- le "altre colture" (tab. 2) devono essere sempre avvicendate con una coltura proteica o da rinnovo;
- la presenza di colture pluriennali (es. carciofo), le foraggere e i terreni a riposo assolvono l'impegno in automatico, ma solo se la parcella viene utilizzata per due anni a colture pluriennali, foraggere e riposo.

Utilizzando la stessa logica di interpretazione, anche il terreno a riposo non è considerato una miglioratrice, se viene proposto nell'avvicendamento biennale per un solo anno, ma è considerato tale se nei due anni quella parcella viene lasciata a riposo.

6.2.2.5 Le colture secondarie

L'avvicendamento è applicato alle colture principali e secondarie, compresi i terreni a riposo per un massimo di quattro anni consecutivi. Il Piano strategico della Pac nell'ambito della Bcaa 7 (paragrafo 3.10.3.3.1) definisce come segue i requisiti che devono rispettare le colture secondarie: "Ai fini del rispetto della presente norma, sono ammesse (...) le colture secondarie, purché adeguatamente gestite, cioè portate a completamento del ciclo produttivo e che coprono una parte significativa del periodo tra due coltivazioni principali. Questo si concretizza nella scelta di colture secondarie caratterizzate da un ciclo produttivo di durata adeguata, anche breve, che in ogni caso assicuri la permanenza in campo della coltura secondaria per almeno 90 giorni" (Faq n. 9).

6.2.2.6 Rotazioni di biennio in biennio

L'ecoschema 4 disciplina l'impegno a un avvicendamento almeno biennale. Dopo il secondo anno il beneficiario può, pertanto, scegliere se continuare ad aderire all'eco-schema o uscire dall'ecoschema.

Se aderisce senza interruzioni anche negli anni successivi al secondo, l'imprenditore agricolo dovrà rispettare continuativamente le regole dell'avvicendamento previste da Eco 4.

Ad esempio, se nel 2023 ha coltivato sulla superficie oggetto di impegno la soia (coltura da rinnovo) e nel 2024 il frumento tenero (coltura depauperante), nel 2025, continuando ad aderire all'ecoschema, non potrà coltivare sulla medesima superficie un'altra coltura depauperante (Faq n. 7).

6.2.2.7 Limitazioni ai prodotti fitosanitari

L'impegno IM02 prevede alcune limitazioni all'uso dei prodotti fitosanitari.

Più precisamente:

- sulle colture leguminose e foraggere non è consentito l'uso di diserbanti chimici e di altri prodotti fitosanitari;
- sulle colture da rinnovo è consentito esclusivamente l'uso della tecnica della difesa integrata o della produzione biologica, intesa quest'ultima solo con riferimento alle tecniche di difesa fitosanitaria;
- sulle altre colture non ci sono limitazioni all'uso dei prodotti fitosanitari.

Il divieto dell'uso di diserbanti chimici e di altri prodotti fitosanitari nelle colture leguminose e foraggere è un grosso limite all'ammissibilità all'ecoschema 4 per queste colture.

Sulla soia, che è una leguminosa ma compare anche nell'elenco delle colture da rinnovo di cui all'Allegato VIII del Decreto ministeriale n. 660087 del 23/12/2022, sono ammessi i trattamenti fitosanitari previsti dall'ecoschema per le colture da rinnovo.

Non è richiesta la certificazione. I controlli si baseranno sul registro aziendale delle operazioni colturali (Faq n. 25).

Nel caso in cui nei disciplinari di produzione integrata, sezione difesa fitosanitaria e controllo delle infestanti, le schede colturali prevedano il divieto di utilizzo di semente trattata, tale disposizione deve essere comunque rispettata (Faq n. 26). Non è ammesso l'uso di fitofarmaci sulle colture leguminose in presemina (Faq n. 33).

6.2.2.8 IM03: interrimento residui

L'impegno IM03 prescrive l'interrimento dei residui di tutte le colture in avvicendamento, fatta eccezione per le aziende zootecniche. Sono aziende zootecniche quelle con capi iscritti alla Banca Dati Nazionale di Teramo, nelle anagrafi delle seguenti specie: bovini e bufalini, ovi-caprini, suini, equidi e/o avicoli.

I residui colturali sono materiali che permangono in campo dopo la raccolta (ad esempio le stoppie) e non è residuo la parte asportata insieme alle cariossidi (ad esempio paglia del grano, tutoli del mais). Questa informazione è importante; l'ecoschema 4 consente la raccolta e la commercializzazione della paglia, dei tutoli e degli stocchi del mais, anche in aziende non zootecniche.

L'interrimento dei residui appare incompatibile con l'agricoltura conservativa, che tuttavia persegue importanti finalità ambientali.

A tal fine, il Decreto ministeriale n. 660087 del 23 dicembre 2022 stabilisce che le aziende che adottano tecniche di agricoltura conservativa raggiungono automaticamente i medesimi obiettivi dell'impegno di interrare i residui. Le tecniche di agricoltura conservativa comprendono la semina su sodo/no tillage (NT), la minima lavorazione/minimum tillage (MT) o la lavorazione a bande/strip tillage.

6.2.3 VALUTAZIONE DELLE COLTURE PRATICABILI TRA LE INTERFILE

Dall'analisi della zona di intervento, si evidenzia che l'uso prevalente dell'area è quello delle **coltivazioni a cereali autunno-vernini e primaverili estivi, foraggere e oleaginose**, pertanto, ci si è orientati verso il mantenimento e il miglioramento dell'attuale destinazione colturale, con particolare riferimento alla coltivazione di specie a vocazione mellifera.

Nelle interfile dell'impianto, considerate le condizioni di ombreggiamento non si ritiene attuabile la coltivazione del Girasole anche in virtù dell'elevata altezza che raggiunge la pianta. Tale coltura oleaginosa sarà quindi sostituita dal Colza.

Considerati gli spazi garantiti dalla tipologia di impianto progettata, che pongono pochi limiti all'esecuzione delle normali operazioni agricole, la proposta progettuale è quella di dare continuità alle coltivazioni erbacee presenti mantenendo un avvicendamento fra le colture tipiche dell'area e in linea con l'Eco-Schema 4 previsto dalla PAC. In questo modo è garantita la presenza degli ordinamenti tradizionali e il *know-how* dei gestori del terreno relativamente alle produzioni che saranno eseguite.

Nella Tabella seguente si elencano le colture praticabili all'interno dell'impianto agrivoltaico tenuto conto delle caratteristiche pedologiche e climatiche del sito.

Tabella 6.1 – Elenco delle colture che saranno inserite nell'avvicendamento colturale proposto

| Classificazione | | Colture | Possibilità |
|---|--------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| Colture leguminose e foraggere o colture da rinnovo | Leguminose | Leguminose da granella o da seme | POSSONO succedere a se stesse |
| | | Leguminose da foraggio | |
| | Foraggere | | |
| | Colture da rinnovo | | |
| Altre colture | Cereali a paglia | orzo, avena | NON POSSONO succedere a se stesse |

6.2.4 PIANO COLTURALE ATTUALE

Allo stato attuale sui terreni oggetto di intervento, facenti parti di un complesso aziendale di maggiori dimensioni, viene praticato un avvicendamento colturale che prevede la coltivazione in successione di colture da rinnovo, depauperanti e miglioratrici. In particolare nelle scorse annate agrarie.

Il fondo rustico di proprietà della ZOOTECNICA DI GRICCIANO DI PUCCINELLI MASSIMO E C. S.A.S. è ubicato in loc. Gricciano nel Comune di Collesalveti e si estende su una superficie totale di **290.88.02 ha.aa.ca.**

I terreni hanno una giacitura pianeggiante e sono coltivati a seminativi estensivi: cereali autunno-vernini e primaverili estivi, foraggere e oleaginose.

Alcuni terreni sono stati affittati per cui, come vedremo in seguito, la SAU (superficie agricola utilizzata) utilizzata direttamente dall'azienda varia negli anni.

Le colture realizzate nei vari anni direttamente dalla ZOOTECNICA DI GRICCIANO DI PUCCINELLI MASSIMO E C. S.A.S. sono le seguenti:

ANNO 2020

| Scheda di validazione 2020DUA000000000012836602390000000001 del 22/05/2020 | | |
|--|--|---------|
| [107770] ZOOTECNICA DI GRICCIANO DI PUCCINELLI MASSIMO E C. S.A.S. | | |
| Coltivazioni fino al 15 maggio | | |
| Codice | Occupazione del suolo | Area mq |
| 500 | ARBORICOLTURA | 15242 |
| 544 | CECE | 220829 |
| 651 | COLTIVAZIONI ARBOREE SPECIALIZZATE | 900 |
| 005 | GIRASOLE | 598366 |
| 002 | GRANO (FRUMENTO) DURO | 201329 |
| 046 | LOIETTO LOGLIO | 461972 |
| 336 | PRATO POLIFITA | 17776 |
| 840 | SULLA | 210783 |
| 214 | SUPERFICI AGRICOLE RITIRATE DALLA PRODUZIONE | 99136 |
| 379 | TRIFOGLIO (SP. TRIFOLIUM ALEXANDRINUM L.) | 130162 |
| 780 | USO NON AGRICOLO - TARE | 101724 |
| Totale | | 2058219 |

ANNO 2021

| Scheda di validazione 2021DUA000000000012836602390000000003 del 12/05/2021 | | |
|--|--|---------|
| [107770] ZOOTECNICA DI GRICCIANO DI PUCCINELLI MASSIMO E C. S.A.S. | | |
| Coltivazioni fino al 15 maggio | | |
| Codice | Occupazione del suolo | Area |
| 500 | ARBORICOLTURA | 15242 |
| 651 | COLTIVAZIONI ARBOREE SPECIALIZZATE | 900 |
| 005 | GIRASOLE | 343838 |
| 002 | GRANO (FRUMENTO) DURO | 393143 |
| 046 | LOIETTO LOGLIO | 548206 |
| 336 | PRATO POLIFITA | 17026 |
| 693 | SORGO | 333617 |
| 840 | SULLA | 201330 |
| 214 | SUPERFICI AGRICOLE RITIRATE DALLA PRODUZIONE | 98652 |
| Totale | | 1951954 |

ANNO 2022

| Scheda di validazione 2022DUA000000000012836602390000000002 del 10/05/2022 | | |
|--|--|---------|
| [107770] ZOOTECNICA DI GRICCIANO DI PUCCINELLI MASSIMO E C. S.A.S. | | |
| Coltivazioni fino al 15 maggio | | |
| Codice | Occupazione del suolo | Area mq |
| 500 | ARBORICOLTURA | 15242 |
| 651 | COLTIVAZIONI ARBOREE SPECIALIZZATE | 900 |
| 005 | GIRASOLE | 354313 |
| 002 | GRANO (FRUMENTO) DURO | 474034 |
| 046 | LOIETTO LOGLIO | 239975 |
| 336 | PRATO POLIFITA | 16528 |
| 840 | SULLA | 269576 |
| 214 | SUPERFICI AGRICOLE RITIRATE DALLA PRODUZIONE | 271742 |
| 379 | TRIFOGLIO (SP. TRIFOLIUM ALEXANDRINUM L.) | 308233 |
| Totale | | 1950543 |

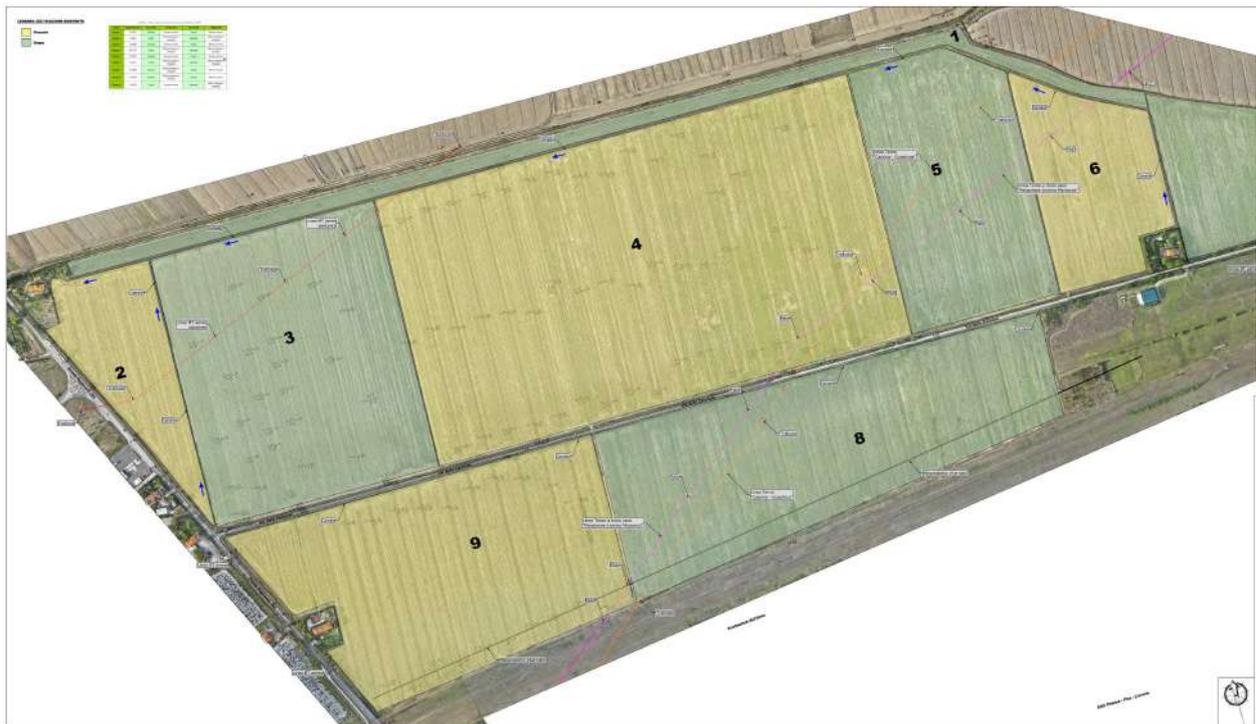
Si è proceduto all'esecuzione di verifiche ed approfondimenti diretti nelle aree agricole ricadenti nell'area di studio mediante specifico sopralluogo in data 14 novembre 2023. Questa fase di approfondimento ha consentito di verificare i principali ordinamenti colturali attesi nell'area. Nello specifico si è potuto verificare che nel 2023 sono state praticate le seguenti colture:

- cereali autunno vernini nell'area a seminativo (frumento);
- Girasole.

Da un punto di vista della conduzione agronomica, le rotazioni colturali attuate in azienda seguono quanto prescritto dall'Ecoschema 4, nella tabella seguente si riporta il piano colturale realizzato nel 2023 e previsto nel 2024 per un superficie complessiva di circa **138,6825 ha**.

Tabella 6.2 – Piano colturale attuale previsto per il 2023 e il 2024

| Campo | Superficie (ha) | Anno 2023 | Trattamenti | Anno 2024 | Trattamenti |
|---------|-----------------|-----------|------------------------------|-----------|------------------------------|
| Campo 1 | 4,9039 | Girasole | Nessun vincolo | Grano | Nessun vincolo |
| Campo 2 | 5,4634 | Grano | Difesa integrata o biologica | Girasole | Difesa integrata o biologica |
| Campo 3 | 19,3984 | Girasole | Nessun vincolo | Grano | Nessun vincolo |
| Campo 4 | 40,6176 | Grano | Difesa integrata o biologica | Girasole | Difesa integrata o biologica |
| Campo 5 | 12,2255 | Girasole | Nessun vincolo | Grano | Nessun vincolo |
| Campo 6 | 6,9253 | Grano | Difesa integrata o biologica | Girasole | Difesa integrata o biologica |
| Campo 7 | 10,0986 | Girasole | Difesa integrata o biologica | Grano | Nessun vincolo |
| Campo 8 | 19,7635 | Girasole | Difesa integrata o biologica | Grano | Nessun vincolo |
| Campo 9 | 19,0863 | Grano | Nessun vincolo | Girasole | Difesa integrata o biologica |



LEGENDA COLTIVAZIONE ESISTENTE

- Girasole**
- Grano**

Figura 6.9 – Rilievo coltivazioni agricole attuali (2023) (stralcio da Tavola T26)

6.2.5 DESCRIZIONE DEL PIANO CULTURALE DEFINITO PER L'IMPIANTO AGRIVOLTAICO

La scelta delle colture praticabili e delle tecniche di gestione in associazione all'impianto fotovoltaico ha tenuto in considerazione diversi aspetti legati all'ambiente agrario e alle caratteristiche tecniche e dimensioni dei pannelli fotovoltaici tra cui:

- disamina delle coltivazioni prevalenti praticate nell'area di progetto e limitrofe;
- necessità di meccanizzazione delle principali operazioni colturali;
- necessità di limitare le lavorazioni del terreno;
- giacitura e natura dei terreni oggetto di intervento;
- caratteristiche pedologiche dei terreni;
- presenza o meno di colture di pregio già praticate nell'area vasta di progetto;
- dimensioni e ingombri dei pannelli fotovoltaici (altezza min: 1,94 m - altezza max: 3,94 m - rispetto al piano di campagna);
- qualità e tipicità delle produzioni agricole;
- presenza di una filiera produttiva e commerciale;
- redditività e sostenibilità ambientale.

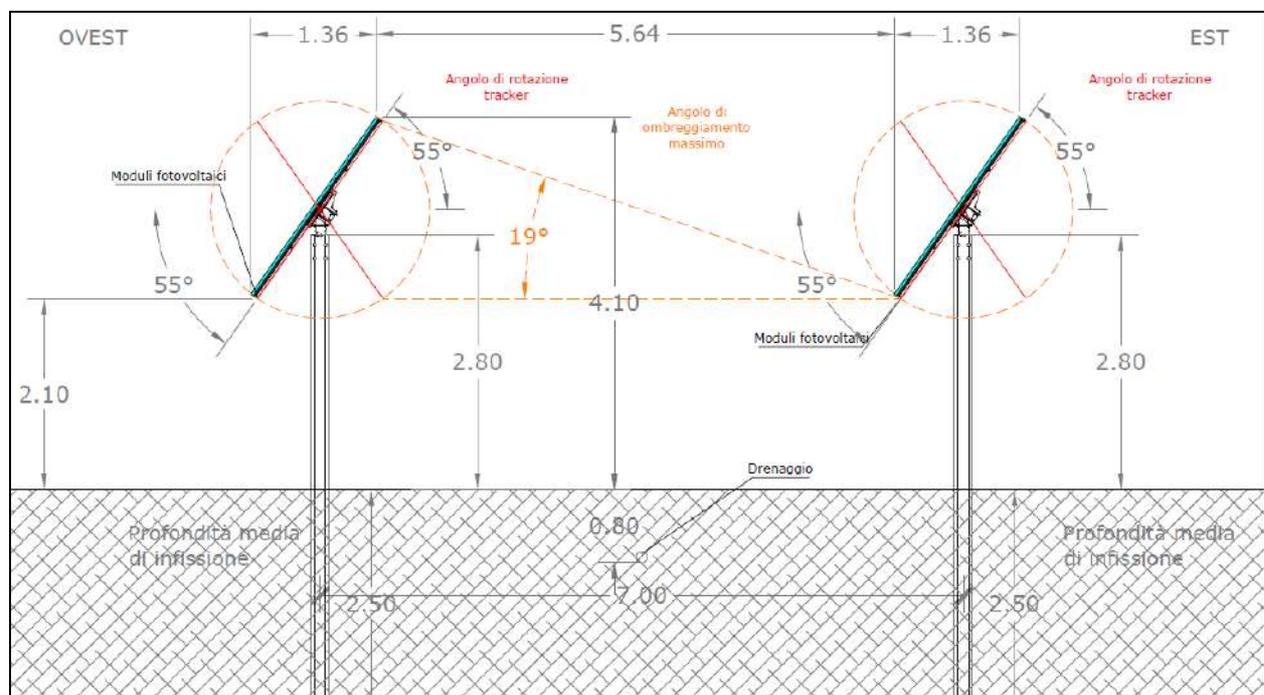


Figura 6.10 - Sezione tipo pannelli fotovoltaico esposizione ad fine giornata tipo (stralcio da Tavola T12)

Il piano colturale previsto per l'impianto AgriFV Collesalveti è stato studiato al fine di gestire al meglio le colture praticate, nell'ottica di effettuare un avvicendamento colturale indipendente dal contesto aziendale in cui erano collocati questi terreni. Viene quindi proposto un avvicendamento colturale indipendente dal contesto aziendale iniziale ma che comunque ne riprende l'indirizzo produttivo principale, inserendo colture che possano essere realizzate all'interno dell'impianto e che garantiscano una buona resa produttiva.

Considerando che per la realizzazione del progetto si dovrà interrompere la successione colturale prevista per almeno un'annata agraria presumibilmente nel 2025 e che la coltivazione riprenderà nell'annata 2026/2027 si descrive il piano colturale previsto nel 2026/2027.

Tabella 6.3 – Piano colturale previsto a seguito della realizzazione dell’impianto agrivoltaico (2026/2027)

| Campo | Superficie complessiva (ha) | Anno 2026 | Trattamenti | Anno 2027 | Trattamenti |
|---------|-----------------------------|---------------------------------------|-------------|--------------|------------------------------|
| Campo 1 | 3,5510 | Coltura da sovescio (favino - veccia) | Vietati | Cece | Difesa integrata o biologica |
| Campo 2 | 24,1394 | Coltura da sovescio (favino, veccia) | Vietati | Colza | Difesa integrata o biologica |
| Campo 3 | 20,1058 | Coltura da sovescio (favino, veccia) | Vietati | Sulla | Vietati |
| Campo 4 | 20,0449 | Coltura da sovescio (favino, veccia) | Vietati | Colza | Difesa integrata o biologica |
| Campo 5 | 18,8774 | Coltura da sovescio (favino, veccia) | Vietati | Orzo distico | Difesa integrata o biologica |
| Campo 6 | 9,2065 | Coltura da sovescio (favino, veccia) | Vietati | Orzo distico | Difesa integrata o biologica |
| Campo 7 | 18,6999 | Coltura da sovescio (favino, veccia) | Vietati | Colza | Difesa integrata o biologica |
| Campo 8 | 17,2282 | Coltura da sovescio (favino, veccia) | Vietati | Cece | Difesa integrata o biologica |

Nella stesura del piano sono stati rispettati tutti i principali criteri relativi alle successioni colturali indicati dall’Eco Schema 4 descritto nei paragrafi precedenti.

La scelta del piano colturale in particolare ha in particolare tenuto conto dei seguenti aspetti:

- Mantenimento di colture tipiche;
- Mantenimento sul terreno di una buona biodiversità grazie all’impiego di 4 diverse specie di cui due leguminose ad azione miglioratrice del terreno;
- Nessun ristoppio;
- Colture che richiedono lavorazioni e macchinari compatibili con strutture fotovoltaiche.

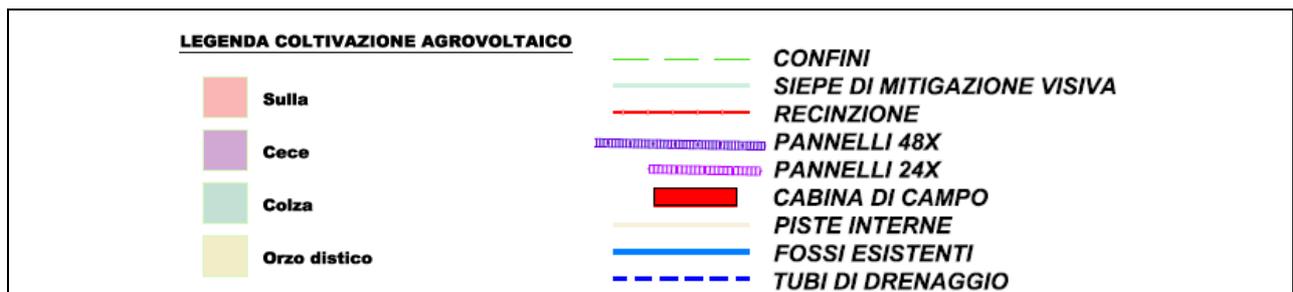
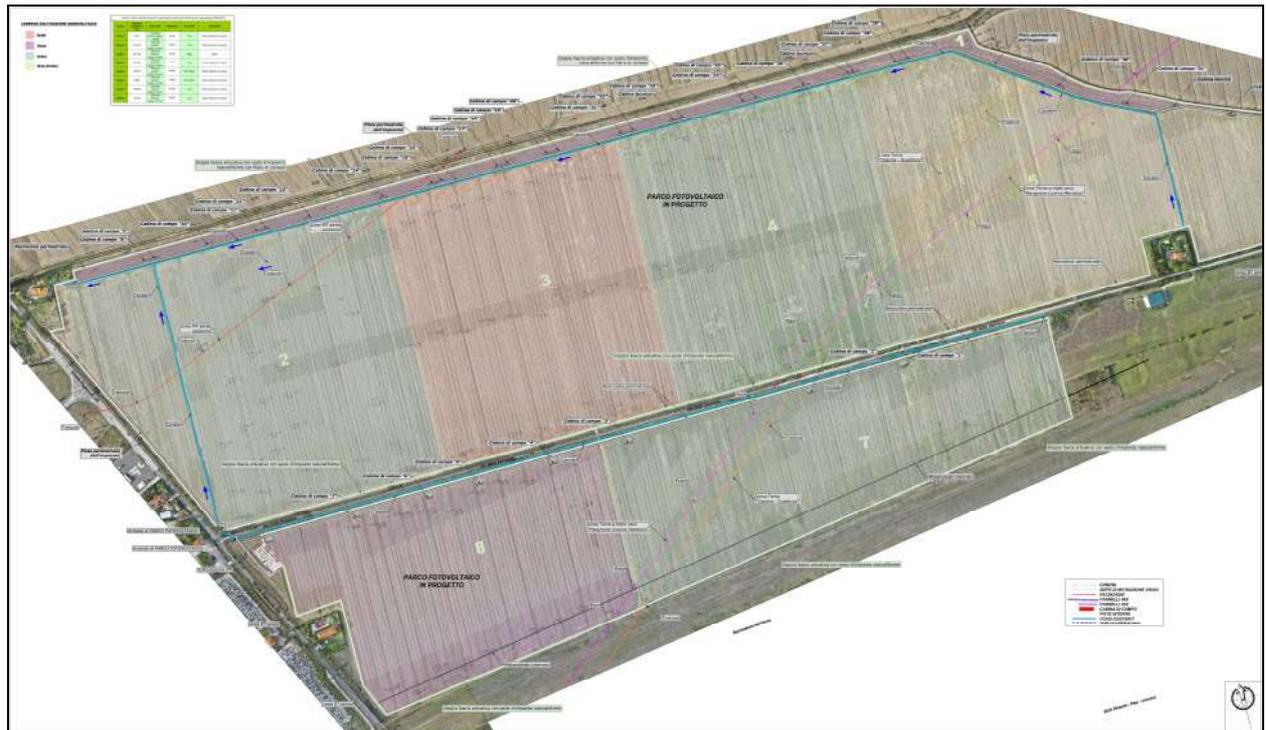


Figura 6.11 – Piano culturale di progetto (2027) (stralcio da Tavola T27)

Nel periodo immediatamente successivo all’installazione dell’impianto fotovoltaico, sarà realizzata la fascia di mitigazione perimetrale, che servirà a mitigare l’impatto visivo dell’impianto stesso.

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

La prima fase di gestione dell’impianto agrivoltaico consentirà di uniformare le caratteristiche del terreno attraverso la coltivazione di una coltura da sovescio e che sarà completamente interrata e garantirà un apporto di sostanza organica e nutrienti per le successive colture.

Successivamente si riprenderà il normale avvicendamento colturale previsto dall’Ecoschema 4 dando continuità all’avvicendamento colturale attuato prima dell’installazione dell’impianto.

6.2.6 TECNICA COLTURALE

Nella scelta delle tecniche colturali, andrà posta particolare attenzione nell’adozione di tecniche agronomiche e di lavoro conservative della fertilità dei terreni.

In particolare, ove le condizioni tecniche lo consentano, saranno preferibilmente adottati i seguenti criteri di lavoro:

- Nella preparazione dei terreni l'impiego di minima lavorazione (profondità non superiori a 15-20 cm) fino anche della semina su sodo per i cereali autunno-vernini e le leguminose che ben rispondono a tale tecnica. Ove fosse necessario eseguire operazioni di ribaltamento delle zolle, ad esempio per interventi di incorporamento di ammendamenti o colture da sovescio nel suolo, va preferito l'intervento con attrezzature che non creano suola di lavorazione (ad esempio aratro-ripuntatore);
- Controllo delle erbe infestanti prioritariamente mediante mezzi meccanici (ad esempio erpice strigliatore sui cereali autunno-vernini e sarchiatore sulle colture industriali come girasole e pomodoro nelle prime fasi) e agronomici (avvicendamenti ampi con inserimento di erba medica e pratica di falsa semina) e solo in ultima battuta attraverso l'impiego di prodotti fitosanitari a basso impatto ambientale.

La coltivazione sarà portata avanti negli interfila al di fuori della proiezione a terra dei pannelli (così come previsto nel calcolo della superficie agricola coltivata per il soddisfacimento del requisito A, vedi cap. 6). Al di sotto dei pannelli saranno invece mantenute strisce di inerbimento spontaneo a servizio della biodiversità e come riparo per l'entomofauna utile. Tali aree saranno sottoposte principalmente a sfalci periodici tramite i mezzi previsti (vedi paragrafo 3.6). Ad ogni modo, all'occorrenza è possibile anche prevedere lavorazioni e semine che si spingano al di sotto delle aree sottese ai pannelli.

6.2.7 SCHEDE COLTURALI DELLE SPECIE PREVISTE PER L'IMPIANTO AGRIVOLTAICO

6.2.7.1 Il colza (*Brassica napus oleifera*)

La coltivazione del colza, ancora poco diffusa, può rappresentare una valida opzione per allargare la rotazione colturale. Vediamo quali sono i principali pro e contro della coltura.

Tra i pro annoveriamo vantaggi sia di ordine agronomico che di ordine economico. Tra i primi la possibilità di inserire nella rotazione colturale una specie appartenente ad una famiglia botanica, le brassicacee, poco utilizzata. Questo in linea di principio presenta dei vantaggi per la gestione della fertilità del terreno e per il controllo delle principali infestanti, patologie e parassiti nel corso dell'intera rotazione. Tra i vantaggi di ordine economico va considerato il prezzo di vendita, attualmente non molto distante da quelli di soia e girasole. Tra i contro ricordiamo soprattutto la difficoltà a difendere la coltura dai parassiti e la necessità di un terreno fertile (o il ricorso a concimazioni generose).

ROTAZIONE COLTURALE

Il colza può essere convenientemente posizionato dopo una leguminosa e in precessione ad un sovescio estivo/autunnale.

EPOCA DI SEMINA

Nel nord Italia il colza convenzionale viene solitamente seminato nella prima decade di settembre, con una finestra temporale che va dalla terza settimana di agosto alla fine di settembre. In biologico è meglio ritardare la semina verso la fine di settembre, al fine di ridurre l'incidenza di attacchi di altica (vedi di seguito il paragrafo "principali fitofagi"). In alcuni casi si è seminato fino ai primi di ottobre, ma molto poi dipende dall'andamento delle temperature nei mesi di ottobre e novembre.

CONCIMAZIONE

Il colza ha un fabbisogno in azoto in autunno e a fine inverno abbastanza elevato. Per una produzione di circa 20-25 q/ha di granella si calcola un fabbisogno di 150 unità di azoto, il 15- 25% delle quali in

autunno. Per soddisfare tale fabbisogno possiamo ricorrere a concimi ad effetto abbastanza pronto, come quelli a base di pollina o di panelli vegetali. Per le dosi di concime, dipende dal livello di fertilità iniziale del terreno. Dosi di 8-12 q/ha distribuite alla fine dell'inverno potrebbero essere appropriate. Altra possibilità è data dall'uso di liquami, digestato o borlande. Controllare l'ammissibilità in biologico del concime scelto e tenere sotto occhio i costi di concimazione.

Un'altra opzione, migliore a livello di fertilità del terreno, è quella di ricorrere ad un sovescio di leguminose in precessione alla coltura (vedi esempio di rotazione) e valutare la disponibilità di azoto minerale alla fine dell'inverno. Se le foglie presentano una colorazione rossastra possiamo essere in presenza di una carenza di azoto.

La coltura è anche sensibile a carenze di potassio, fosforo e zolfo. Per il potassio ed il fosforo potrebbe essere il caso di effettuare un'analisi del terreno. Per lo zolfo, la cui analisi non viene solitamente effettuata di routine nei laboratori, si consiglia una concimazione con concimi contenenti tale elemento (zolfo elementare in presemina, solfato di potassio a primavera).

Alcune prove indicano, tra gli altri effetti, come possibile una riduzione degli attacchi di meligete in primavera a seguito di una concimazione presemina con concimi contenenti dello zolfo (l'equivalente di circa 40 kg/ha di zolfo elementare).

SCELTA VARIETALE

La scelta varietale dovrebbe essere basata sulla scelta di due varietà. Varietà con caratteristiche di resistenza alle malattie, precocità di fioritura e portamento leggermente diversi in modo da distribuire i rischi dovuti all'andamento climatico e alla presenza di parassiti. Nel caso si opti per seminare assieme un miscuglio di due varietà è imperativo che queste abbiano la stessa epoca di maturazione.

Un'altra strategia che dimostra di dare buoni risultati è seminare un mix di due varietà in proporzione di 9:1 circa. La varietà presente in quantità minore (5-10% del totale) deve avere una epoca di fioritura sensibilmente anticipata rispetto alla varietà presente in quantità maggiore. In questo modo si riesce a focalizzare gli eventuali attacchi di meligete (vedi di seguito il paragrafo "principali fitofagi") sul 5-10 % delle piante e permettendo anche di posizionare meglio eventuali trattamenti "dissuasivi" nei confronti dell'insetto.

CONTROLLO INFESTANTI

Valgono le regole per le altre colture. Falsa semina e cercare di creare le condizioni per una partenza della coltura rapida ed omogenea. Una coltura vigorosa in primavera potrebbe non aver bisogno di interventi di controllo meccanico della flora spontanea. Mediamente sono comunque da prevedere 1-2 interventi di sarchiatura.

PATOLOGIE

Il colza è sensibile a diverse malattie, alcune delle quali in comune con altre colture. In particolare condivide con girasole e soia la sensibilità alla sclerotinia. Per cui, in rotazioni dove sono previste anche queste altre due colture, si raccomanda il monitoraggio dell'intera rotazione per questo patogeno.

DIFESA DAI FITOFAGI

Per la difesa attiva contro i principali fitofagi del colza, descritti dettagliatamente nel successivo paragrafo "principali fitofagi", non vi sono principi attivi registrati in biologico. I principali metodi di lotta sono quindi preventivi e consistono nel:

- 1) ritardare l'epoca di semina per limitare gli attacchi di altica;
- 2) utilizzare della polvere di roccia (caolino) alla dose di 20 kg/ha circa (il caolino può dare problemi di occlusione degli ugelli a concentrazione elevata) allo stadio di bottoni fiorali per uno o più

interventi preventivi contro il meligete. Questo intervento ha efficacia, parziale, solo se effettuato prima dell'arrivo del fitofago;

- 3) favorire una coltura vigorosa contro il punteruolo (e anche contro gli altri fitofagi).

6.2.7.2 Orzo (*Hordeum vulgare* L.)

L'orzo è una pianta conosciuta dall'uomo fin da epoche remotissime: era già coltivato in Medio Oriente nel VII millennio a.C. e da qui si è diffuso in tutto il mondo. Le numerose forme di orzo coltivate appartengono alla specie *Hordeum vulgare* e vengono distinte in base al numero di file di granelli della spiga.

L'infiorescenza dell'orzo è una spiga il cui rachide è costituito da 20-30 articoli su ognuno dei quali, in posizione alterna, sono portate tre spiglette uniflore, una mediana e due laterali. Se solo la spigletta centrale di ogni nodo del rachide è fertile e le due laterali sono sterili, la spiga porta due soli ranghi e ha una forma fortemente appiattita: sono questi gli orzi distici. Se invece le tre spiglette presenti su ogni nodo del rachide sono tutte fertili, si hanno gli orzi polistici (o esastici) a sei file.

Come il frumento, anche l'orzo è strettamente autogamo. Carattere distintivo importante per il riconoscimento in erba è che le foglie hanno auricole glabre e sviluppatissime, tanto da abbracciare lo stelo fino a sovrapporsi l'una all'altra.

Le glume, presenti in tre paia su ogni nodo del rachide, sono piccole e lesiniformi. Le glumelle sono molto sviluppate e aderiscono strettamente alla cariosside che quindi è vestita; forme nude esistono, ma sono poco diffuse e trovano impiego come surrogato del caffè. Le glumelle inferiori terminano quasi sempre con una resta lunghissima e robusta. Le spighe d'orzo a maturità in certe cultivar hanno portamento pendulo, in certe eretto.

L'orzo è una specie rustica, con modeste esigenze. Tollera meglio del frumento le alte temperature e, anche per merito del suo ciclo più breve (di circa 15 giorni), la carenza di acqua.

La tecnica colturale dell'orzo è molto simile a quella del frumento, anche perché le nuove varietà d'orzo hanno raggiunto un potenziale di produzione non molto inferiore. Una corretta tecnica colturale prevede una serie di accorgimenti quali:

Avvicendamento

L'orzo è una specie appartenente alla categoria delle sfruttanti, in un programma di rotazione deve seguire a una miglioratrice o rinnovo. È sconsigliato il ristoppio.

Semina

In Italia la maggior parte dell'orzo è coltivato in semine autunnali. L'epoca ottimale supera di poco quella del frumento. Le dosi di semina più frequenti sono 180-200 kg/ha per ottenere 400/500 piante/m², che daranno origine in seguito a un buon accostamento, a una densità ottimale di 600 spighe/m². La semina primaverile può attuarsi per la coltivazione di orzo per la birra, consentendo di ottenere partite di granella con migliori caratteristiche. Come il frumento, è consigliabile utilizzare seme certificato e conciato.

Concimazione.

Anche se specie rustica e adattabile, l'orzo si avvantaggia di razionali concimazioni. Per eseguire un corretto piano di concimazione bisogna tenere in considerazione la produzione che si intende ottenere.

Di seguito verranno calcolati i quantitativi di elementi nutritivi che saranno assorbiti dalla coltura. I fabbisogni dei tre macro elementi in funzione della produzione sono espressi nella tabella.

| Produzioni di granella (t/ha) | | | | |
|-------------------------------|-----------|------------|------------|------------|
| | 4 | 5 | 6 | 7 |
| AZOTO | | | | |
| Granella | 64 | 80 | 89 | 112 |
| Paglia | 20 | 25 | 30 | 35 |
| TOTALE | 84 | 105 | 129 | 147 |
| FOSFORO | | | | |
| Granella | 32 | 40 | 48 | 56 |
| Paglia | 7 | 9 | 11 | 13 |
| TOTALE | 39 | 49 | 59 | 69 |
| POTASSIO | | | | |
| Granella | 21 | 27 | 32 | 37 |
| Paglia | 43 | 53 | 64 | 74 |
| TOTALE | 64 | 80 | 96 | 111 |

Per quanto riguarda l'azoto, l'orzo ha fabbisogni di questo elemento inferiori al frumento, stimabili in 2 kg di azoto ogni 100 kg di granella producibile. Con le varietà a taglia bassa, dosi di concimazione usuali sono di 80-100 kg di azoto per ettaro. Per gli orzi da birra, che si vogliono a basso contenuto di sostanze azotate, la concimazione va fatta con un particolare accorgimento: evitare di fare l'ultima azotatura alla levata, e dare tutto l'azoto all'accostamento. In questo modo si tende a evitare che la coltura trovi azoto da assorbire durante la fase di granigione; azoto che andrebbe ad arricchire troppo le cariossidi. Per quel che riguarda il fosforo e il potassio, i quantitativi medi sono 60 fino a 80 kg/ha.

Diserbo

Generalmente le buone pratiche agronomiche (avvicendamento colturale, buona lavorazione del letto di semina, uso di semente conciato), unite alla capacità dell'orzo di competere meglio con le infestanti, rendono la pratica del diserbo meno diffusa del frumento. Nel caso la presenza di infestanti fosse elevata, la modalità e i principi attivi sono i stessi utilizzati per il frumento, tenendo però conto che alcune molecole diserbanti utilizzate per il frumento sono fitotossiche per l'orzo. Le principali avversità sono: Mal del piede, Oidio, Carbone, Ruggini.

Raccolta

La raccolta dell'orzo avviene con le stesse modalità di quella del frumento, ma inizia circa dieci giorni prima. La raccolta deve essere tempestiva al fine di evitare perdite dovute alla particolare fragilità della spiga. Le rese unitarie sono molto variabili in funzione della zona di coltivazione, della tecnica colturale e dell'andamento stagionale. Nelle zone più fertili la produzione unitaria a ettaro può arrivare anche a 7 tonnellate, mentre nei areali meno fertili le rese per ettaro si attestano sulle 3-4 tonnellate. Il peso di 1.000 cariossidi è di 40-50 grammi per i distici, di 35-45 grammi per i polistici. Il peso ettolitrico è di 65-70 kg/hl nei distici, di 60-65 kg/hl nei polistici. Per quel che riguarda la produzione di paglia, il rapporto paglia/granella è circa uguale a 1 o leggermente inferiore.

Utilizzazione

L'orzo può essere impiegato come pianta da erbaio per la produzione di foraggio; in questo caso viene raccolta l'intera pianta a maturazione latte-cerosa, trinciato e insilato. La granella d'orzo ha tre possibili impieghi:

- Zootecnico: Insieme al mais è il cereale più utilizzato per la produzione di mangimi per mono gastrici e ruminanti. L'orzo a destinazione zootecnica deve avere un buon contenuto proteico, un'elevata presenza di amminoacidi essenziali e un alto peso ettolitrico.
- Produzione di malto: Le caratteristiche tecnologiche dell'orzo destinato alla produzione della birra sono la buona germinabilità, l'elevato peso medio delle cariossidi, l'elevata attività enzimatica, il basso tenore di pigmenti (antociani) e il basso contenuto di proteine che possono causare fenomeni di intorbidamento. Per questa destinazione ben si prestano le varietà distiche.
- Alimentazione umana: Come surrogato del caffè o per la produzione di minestre.

Nell'impianto agrivoltaico si procederà con la coltivazione di Orzo distico delle varietà che saranno scelte in base alle richieste di conferimento a birrifici della Toscana.

6.2.7.3 Il cece (*Cicer arietinum* L.)

Origine e diffusione

Il Cece non esiste allo stato selvatico, ma solo coltivato. La regione di origine è l'Asia occidentale da cui si è diffuso in India, in Africa e in Europa in tempi molto remoti: era conosciuto e coltivato dagli antichi Egizi.

Il cece è la terza leguminose da granella per importanza mondiale, dopo il fagiolo e il pisello. La superficie coltivata nel mondo è di circa 11 milioni di ettari. La maggior parte del prodotto è consumata localmente.

I semi secchi del cece sono un ottimo alimento per l'uomo, ricco di proteine (15-25%) di qualità alimentare tra le migliori entro le leguminose da granella. In Italia la superficie a cece è scesa a meno di 3.500 ettari, quasi tutti localizzati nelle regioni meridionali e insulari.



Caratteri botanici

Il cece è una pianta annuale, con radice ramificata, profonda (fino a 1,20 m), il che la rende assai aridoresistente; gli steli sono ramificati, eretti o semiprostrati, lunghi da 0,40 a 0,60 m; le foglie sono composte, imparipennate, con 6-7 paia di foglioline ellittiche denticolate sui bordi, i fiori sono generalmente bianchi, per lo più solitari, dopo la fecondazione del fiore, che è autogamia, si forma un

legume ovato oblungo, contenente 1 o talora 2 semi. Tutta la pianta è verde grigiastrea e pubescente per la presenza su tutti gli organi di fitti peli ghiandolari che secernono una soluzione acida per presenza di acido malico e ossalico.

I semi sono rotondeggianti e lisci in certi tipi, rugosi, angolosi e rostrati (“a testa di ariete”) in altri, il colore più comune è il giallo, ma ci sono ceci con tegumento seminale rosso o marrone. Le dimensioni dei semi sono determinanti del pregio commerciale dei ceci: esistono varietà a seme grosso e varietà a seme piccolo; certi mercati (Italia, Spagna e Nord-Africa, dove questo legume è consumato intero) accettano solo ceci a seme grosso, apprezzandoli tanto più quanto più grosso è il seme, su altri mercati (Medio Oriente, Iran, India) prevalgono i ceci a semi piccoli, che trovano impiego in preparazioni alimentari che ne prevedono la sfarinatura.

Esigenze ambientali

Il cece è una pianta microterma che germina con sufficiente prontezza con temperature di circa 10 °C. la germinazione è ipogea e le plantule non hanno particolari difficoltà ad emergere dal terreno. Resiste al freddo meno della fava tant'è che in tutto il bacino del mediterraneo il cece si semina a fine inverno e si raccoglie in luglio-agosto, mentre solo nei Paesi a inverno molto mite (India, Egitto, Messico) l'epoca di semina è l'autunno.

Il cece è una pianta a sviluppo indeterminato, che incomincia a fiorire a partire dai nodi bassi e la cui fioritura prosegue per alcune settimane. L'allegagione in genere è piuttosto bassa: per cause varie (alta temperatura o alta umidità o attacchi crittogamici) è normale che quote assai forti di fiori abortiscano. Il cece è una pianta assai rustica, adatta al clima caldo-arido, perché resiste assai bene alla siccità mentre non tollera l'umidità eccessiva. Per quanto riguarda il terreno il cece rifugge da quelli molto fertili, dove allega male, e soprattutto da quelli argillosi e di cattiva struttura, quindi asfittici e soggetti a ristagni d'acqua. I terreni più adatti sono quelli di medio impasto o leggeri, purché profondi, dove il cece può manifestare appieno la sua caratteristica resistenza alla siccità. Il cece ha un basso livello di tolleranza alla salinità del terreno. Nei terreni molto ricchi di calcare i ceci risultano di difficile cottura.

Varietà

Al momento attuale il panorama varietale del cece non è molto ricco, in quanto nella generalità dei casi sono coltivate le popolazioni locali. Ciò perché il miglioramento genetico di questa pianta è stato intrapreso da poco tempo.

I principali obiettivi che la selezione persegue sono: la resistenza alle principali avversità e segnatamente alla rabbia; resistenza al freddo, per estendere la semina autunnale; modifica del portamento della pianta dal normale tipo semiprostrato verso un tipo alto, eretto, a fioritura concentrata o con i primi baccelli ben distanziati da terra, in modo da rendere possibile la raccolta meccanica.

Tecnica colturale

Negli ambienti semi-aridi ai quali il cece si dimostra adatto esso si avvicenda con il cereale autunnale (frumento, orzo) del quale costituisce una buona precessione, anche se il suo potere miglioratore non è pari a quello della fava o del pisello.

Il terreno destinato al cece va lavorato profondamente, in modo da consentire il massimo approfondimento radicale, e affinato durante l'autunno e l'inverno.

Il cece per lo più si semina in fine inverno, appena passati i freddi più forti (marzo), a file distanti 0,35-0,40 m, mirando a realizzare un popolamento di 25-30 piante a metro quadrato; secondo la grossezza

del seme sono necessarie quantità di seme diverse; con i ceci del tipo Tabuli (gli unici finora proponibili in Italia: peso di 1000 semi pari a 350-500 g), si adoperano intorno a 100-180 Kg/ha di seme. La recente disponibilità di cultivar selezionate per resistenza al freddo rende oggi possibile, quanto meno nelle regioni centro-meridionali, di anticipare la semina all'autunno (ottobre-novembre), con notevoli vantaggi in termini di resa.

La semina può farsi con le seminatrici da frumento o con seminatrici di precisione. La profondità di semina consigliabile è sui 50-70 mm. Il seme va conciato accuratamente per prevenire attacchi di crittogame sulle plantule.

La concimazione del cece deve essere mirata soprattutto a non far mancare alla coltura il fosforo (e il potassio se carente); per l'azoto la nodulazione, se regolare come quasi sempre accade, assicura il soddisfacimento del fabbisogno.

Poiché il prelevamento di fosforo è molto limitato, anche la relativa concimazione può essere limitata a 40-60 Kg/ha di P₂O₅.

In terreni estremamente magri o poco favorevoli all'azotofissazione, una concimazione azotata con 20-30 Kg/ha di azoto può risultare vantaggiosa.

Il diserbo del cece può essere fatto con successo in pre-emergenza utilizzando Pendimetalin + Imzetapir.

Di norma il cece non richiede cure colturali particolari, solo in certi casi è usanza praticare una leggera rincalzatura; talora è consigliabile qualche trattamento contro la rabbia o contro gli insetti; in ambienti molto aridi la coltivazione del cece è fatta con l'ausilio dell'irrigazione.

Raccolta e utilizzazione

La raccolta del cece tradizionalmente si fa estirpando le piante a mano e lasciandole completare l'essiccazione in campo in mannelli; la sgranatura può poi essere fatta a mano o con sgranatrice o con mietitrebbiatrice munita di "pick-up" al posto dell'organo di taglio. Anche la mietitrebbiatura diretta può essere fatta con un certo successo, specialmente se il terreno è perfettamente livellato e se le piante hanno portamento eretto.

Una buona coltura di cece può produrre oltre 3 t/ha di granella, ma in genere le rese sono molto più basse, per le scarse cure che al cece si dedicano.

Con la semina autunnale e una buona tecnica colturale sono oggi realizzabili rese dell'ordine di 4 t/ha, quanto meno negli ambienti più favorevoli a questa coltura.

La paglia di cece non è apprezzata come foraggio così come lo è quella di altre leguminose. I ceci riposti in magazzino vanno sottoposti a trattamenti per evitare i danni dal tonchio.

Avversità e parassiti

La malattia crittogamica più grave che colpisce il cece è la rabbia o antracnosi (*Ascochyta rabiei*), che produce il disseccamento della parte aerea e che può provocare la distruzione della coltivazione. Le maggiori speranze risiedono nella costituzione di varietà resistenti; qualche risultato si ottiene con la lotta diretta basata sulla concia del seme e su una irrorazione all'inizio della formazione dei baccelli. Altri funghi che possono provocare danni sono la ruggine del cece (*Uromyces cicer-arietini*), l'avvizzimento, causato da *Rhizoctonia* spp., *Fusarium* spp. *Verticillium* spp.

I più seri attacchi di animali sono portati dalla *Heliotis* (sin. *Helicoverga*) *armigera* sui baccelli, dalle larve di *Liriomyza cicerina* minatrice delle foglie, dal *Callosobruchus chinensis* che attacca i semi in magazzino. Il cece può essere infestato, anche se con minor gravità della fava, dall'orobanche.

6.2.7.4 Sulla (Hedysarum coronarium L.)

Caratteristiche generali

La Sulla è una leguminosa foraggera da pascolo caratterizzata da alta produttività e elevata capacità di ricaccio. Adatta al clima Mediterraneo cresce in pianura e collina fino a 600 - 700 m s.l.m.. E' una specie perenne, generalmente biennale, che si presta bene al pascolamento durante il periodo tardo-invernale e primaverile nell' anno di impianto, mentre dal secondo anno offre un buon ricaccio già dall'inizio dell'autunno e biomassa pascolabile fino a tarda primavera. Trascorre il periodo estivo, caldo e asciutto, in quiescenza riducendo l'apparato vegetativo a poche piccole foglie poste alla base del colletto. All'inizio dell'autunno, non appena le condizioni ambientali si fanno nuovamente favorevoli e arrivano le prime piogge, l'apparato radicale è in grado di riprendere la sua attività, consentendo alle gemme presenti alla base della pianta di svilupparsi e ricostituire un nuovo apparato vegetativo. Questa specie ha il suo maggiore limite nelle particolari esigenze pedologiche e microbiologiche che ne riducono la diffusione naturale prevalentemente ad aree con terreni alcalini e sub-alcalini ben dotati di calcare ed in cui siano presenti popolazioni di *Rhizobium sullae*, batterio azotofissatore simbiote specifico per questa specie.

Adattamento ambientale

Clima: la Sulla tollera la siccità, rallentando i ritmi di crescita fino a bloccarli completamente durante l'estate. È sensibile, invece, alle basse temperature, che riducono i ritmi di ricaccio durante l'inverno e rallentano l'insediamento della coltura in caso di semine autunnali tardive. I bruschi abbassamenti termici e i ritorni di freddo possono compromettere la coltura che può morire con temperature persistenti al di sotto dello zero (- 5 °C).

Suolo: si adatta meglio di qualsiasi altra leguminosa a terreni poco profondi e ricchi di scheletro, alle argille calcaree o sodiche, instabili mentre non sopporta il ristagno idrico. Grazie al suo apparato radicale fittonante e profondo riesce a migliorare la coltivabilità dei suoli e a ridurre la suscettività all'erosione. I suoi residui sono particolarmente adatti a migliorare la struttura del suolo e la dotazione in elementi minerali, specialmente per quanto riguarda l'azoto.

Tecnica colturale

Lavorazioni: la semina deve essere effettuata su suolo lavorato e rinettato dalle infestanti. La lavorazione può realizzarsi con una frangizollatura seguita, se necessario, da erpicatura e rullatura. Se il terreno è troppo soffice la rullatura, con rullo dentato, può essere effettuata anche prima di procedere alla semina. La lavorazione del suolo deve essere effettuata in modo da creare un buon letto di semina ma deve assolutamente evitare che il seme (peso di 1000 semi: 4 – 4.5 g) vada troppo in profondità.

Inoculo del seme: come molte leguminose, la Sulla è in grado di stabilire una simbiosi con specie batteriche azotofissatrici presenti nel suolo ed appartenenti, nel caso specifico, alla specie *Rhizobium sullae*. La presenza nel suolo del *R. sullae* è un requisito fondamentale per il suo insediamento e per l'ottimale riuscita agronomica della coltura. Non sempre però il ceppo batterico specifico per la Sulla è presente nel suolo, o lo è in quantità sufficiente. Si trova solo in terreni precedentemente coltivati con

questa specie, previamente inoculata, o in aree dove la pianta cresce spontanea. L'inoculo del seme con ceppi batterici azotofissatori specifici è, quindi, una pratica indispensabile per poter coltivare la Sulla in terreni dove non è mai stata coltivata in precedenza. In commercio attualmente esiste un solo formulato particolarmente adatto per suoli con pH da sub-acido ad alcalino: il R. sullae WSM1592. La procedura di inoculo deve essere effettuata poche ore prima della semina seguendo scrupolosamente le indicazioni riportate in etichetta (vedi anche "Inoculo seme di Sulla con rizobio specifico" Nel maneggiare l'inoculo bisogna inoltre tenere presente, che i batteri muoiono se posti a contatto con fertilizzanti, residui di diserbanti o prodotti chimici o se esposti alla luce diretta del sole.

Semina: la semina va eseguita a file o a spaglio ad una profondità massima di 1.0 cm. Semine più profonde possono diminuire l'insediamento, rallentare l'emergenza delle piantine ritardando notevolmente il momento della prima utilizzazione, fino a compromettere il buon esito della coltura. In ambiente Mediterraneo e in regime asciutto la stagione di semina principale è quella autunnale, preferibilmente in ottobre, con temperature miti e subito dopo le prime piogge (ciclo autunno-primaverile). La produzione primaverile si può ottenere anche con semine effettuate a fine inverno, metà febbraio-inizio marzo, anche se un decorso primaverile siccitoso può limitare la produzione foraggera.

Concimazione: per quanto riguarda la nutrizione azotata, come tutte le leguminose, anche la Sulla, se inoculata, ha la capacità di fissare l'azoto atmosferico. Per questo motivo non ha bisogno di concimazione azotata che, anzi, deve essere evitata per favorire lo sviluppo del rizobio, mentre è fortemente consigliata la concimazione fosfatica da effettuarsi prima della semina. La concimazione potassica, in considerazione anche dei più alti costi, va effettuata solo nei suoli poveri di questo elemento. Tenendo presente che gli apporti di fertilizzante devono sempre essere stabiliti in funzione della dotazione del suolo nel quale si intende seminare.

Diserbo: la competizione delle specie infestanti può compromettere l'insediamento della coltura o limitarne la sua persistenza negli anni. La prima fase di sviluppo è caratterizzata, infatti, da ritmi di crescita della biomassa aerea piuttosto lenti che non riescono a competere con quelli di piante infestanti, quali il cardo. Non esistono in commercio principi attivi diserbanti registrati per la Sulla. La soluzione ottimale è quella di destinare alla coltivazione della Sulla campi rinettati, nei quali si è proceduto al taglio a fieno o che sono stati trinciati ripetutamente durante la stagione vegetativa precedente. In caso di disponibilità irrigua si consiglia di effettuare, dopo la preparazione del terreno, delle adacquate al fine di simulare una falsa partenza delle infestanti per poi procedere alla loro eliminazione per via meccanica (leggera erpicatura) prima della semina.

Profilo qualitativo

La Sulla è caratterizzata da un alto valore nutritivo, ma la sua alta efficienza in termini di produzione di latte è da ascrivere, oltre che al contenuto in proteina grezza, anche al contenuto in carboidrati non strutturali e alla presenza di tannini condensati in concentrazioni in genere comprese tra il 2 e il 4% della sostanza secca.

La selezione effettuata dagli animali durante l'attività di pascolamento consente loro di ingerire una dieta qualitativamente superiore rispetto alla qualità offerta dall'erba disponibile nel pascolo. L'analisi chimica di campioni prelevati simulando il pascolamento degli animali su Sulla ha evidenziato che le pecore selezionano mediamente una dieta più ricca di proteina (PG = +14%) e di contenuto energetico (UFL = + 4%) e meno fibrosa (NDF = -17%) dell'erba offerta.

Durante l'inverno e buona parte della primavera la Sulla offre un foraggio di qualità abbastanza costante con un decadimento qualitativo, legato alla fase riproduttiva della coltura, rilevabile da maggio in poi. Il contenuto proteico rimane comunque sopra il 10% fino a giugno.

Gestione della coltura

La Sulla può essere utilizzata per il pascolo, per la produzione di fieno e per la produzione di seme.

Pascolamento: in generale il prato di primo insediamento (1° anno) può essere pascolato dopo circa 80-90 giorni dalla semina autunnale e dopo 50 – 60 giorni dalla semina di fine inverno. Negli anni successivi, la prima utilizzazione si ha già dopo circa 60 giorni dalla prima pioggia utile. L'altezza ottimale della cotica all'ingresso degli animali è di 15-20 cm. Non è consigliabile iniziare il pascolamento con altezze maggiori. Buona parte della cotica in questo caso viene sprecata col calpestamento e il ricaccio non è altrettanto pronto. Viceversa, pascolamenti che utilizzino uniformemente la biomassa, lasciando una cotica residua di circa 3 cm di altezza, consentiranno alla pianta di assumere un portamento prostrato, con le gemme e i giovani germogli posizionati al di sotto della linea di pascolamento. Questo assicura un ricaccio pronto ed una maggiore persistenza del prato. In quest'ottica è consigliabile la gestione con il pascolamento a rotazione al fine di utilizzare meglio la biomassa disponibile e lasciare poi la coltura indisturbata durante il ricaccio. Poiché la Sulla contiene tannini, è preferibile pascolarla "ad ore", perché, superato un certo livello di consumo, che normalmente si raggiunge dopo 2-3 ore, le pecore avranno bisogno di diluire i tannini nel ruminale e quindi consumeranno più erba se avranno accesso a pascoli di graminacee, che non contengono tannini. La Sulla va offerta sempre per prima, all'uscita al pascolo della mattina in modo da favorire maggiori ingestioni di erba totale e maggiori produzioni di latte. I carichi medi stagionali devono essere moderati in inverno (6-8 capi per ha) e più elevati in primavera (15-18 capi/ha) in funzione della disponibilità di erba.

Produzione di fieno: nella coltura a ciclo autunno primaverile, il pascolamento può essere interrotto entro l'inizio di marzo. Il momento ottimale per eseguire il taglio a fieno è quando le piante sono in fase di bottone fiorale-inizio fioritura, corrispondente ad un tenore di proteina grezza mediamente del 14-15%, ad un valore di NDF di 44% e una digeribilità media intorno al 55 – 60 %. La produzione di fieno può raggiungere 4 -6 t SS/ha.

6.2.7.5 Erba medica

Esigenze pedoclimatiche

L'erba medica è una pianta erbacea, generalmente coltivata per 3-4 anni per la produzione di foraggi, moderatamente resistente al freddo, ma molto resistente al caldo e al secco grazie alla sua capacità di approfondimento radicale.

L'erba medica si sviluppa in terreni profondi, ben areati, non acidi e non soggetti a ristagno idrico. Superata la fase di crescita, grazie allo sviluppo dell'apparato radicale, resiste a lunghi periodi di siccità, ricaccia rapidamente sia dopo il taglio sia alla ripresa primaverile.

Varietà

La scelta della varietà deve essere effettuata in base alle caratteristiche di produttività, qualità del foraggio, longevità, resistenza alle avversità, adattamento all'ambiente. Ad oggi sono disponibili sul mercato una grande quantità di sementi certificate.

Gestione colturale

L'erba medica va seminata alla fine dell'inverno oppure alla fine dell'estate, per consentire alle piantine di raggiungere 4-5 foglie e sviluppare l'apparato radicale prima del gelo.

Se la medica è in successione al frumento, come avviene nella proposta progettuale, è possibile far precedere la semina del terreno da una "lavorazione minima", costituita solo da un'epicatura superficiale.

L'investimento ottimale di seme è di 350-400 piante/m², che si raggiunge con quantità di seme di circa 15-20 kg/ha, seminati attraverso comune seminatrice a righe o a spaglio.

Nell'anno di semina la produzione è scarsa, la piena produttività si raggiunge nel secondo anno.

A livello di cure colturali è una pianta poco esigente, autosufficiente in termini di azoto e con grande potere rinettante nei confronti delle infestanti.

Annualmente nel medicaio è possibile attuare nel corso della stagione vegetativa da un minimo di tre ad un massimo di 5/6 sfalci a seconda dell'andamento climatico. Nel contesto Pugliese normalmente si riescono ad eseguire 2/3 tagli per stagione.

La fienagione è un'operazione piuttosto delicata che deve essere eseguita nei tempi e con i mezzi giusti per ottenere un prodotto di buona qualità. Lo stadio fenologico migliore per il taglio è quello di inizio fioritura e le operazioni raccolta devono essere eseguite con cura per evitare che vengano perse nell'operazione le foglie che rappresentano la parte più pregiata della pianta dal punto di vista nutrizionale. Le operazioni di fienagione saranno eseguite attraverso apposite macchine operatrici (vedi cap. 3.5).

6.2.8 SITEMAZIONI IDRAULICO AGRARIE

Allo stato attuale l'allontamento delle acque in eccesso è affidata alla presenza di scoline poste ad un interdistanza di 43 metri; considerata la natura tendenzialmente argillosa dei suoli tale larghezza risulta eccessiva. Ciò considerato, anzi che restringere la distanza tra le scoline (portandola a 30 m circa) si è optato per cambiare sistema di regimazione delle acque installando il drenaggio sottosuperficiale.

Nella realizzazione di un impianto per il drenaggio agricolo, si scavano fossi sul cui fondo si stendono tubi forati (detti "dreni") in corrispondenza della profondità desiderata. I dreni sono in materiale plastico e sono provvisti di un rivestimento filtrante, realizzato con fibra di cocco o sintetica, allo scopo di evitare che la terra fine occluda i pori. La messa in posa è effettuata conferendo ai dreni un'inclinazione sufficiente a garantire il deflusso dell'acqua verso i condotti collettori. La distanza fra i dreni è rapportata alla porosità del terreno: la rete è più fitta in terreni con tessitura fine.

Il drenaggio sottosuperficiale può essere utilizzato anche per regolare il livello della falda sottostante la coltura agraria, pertanto si elimina anche il ristagno idrico che avviene a livello delle radici delle piante coltivate a seguito dell'innalzamento della falda.

La sistemazione superficiale del terreno con il drenaggio tubolare sotterraneo, è lo scopo primario, ma non unico, di impedire l'eccessiva superficialità della falda, senza causare tare e frammentazione dei terreni. Esso consiste semplicemente nella posa in pendenza di apposite tubazioni in materiale plastico forato ad una profondità (80 - 100cm) e disposte parallelamente ad un interasse adeguato (8 - 10m). L'acqua che penetra nei dreni, esclusivamente quella in eccesso, confluisce in un capofosso di drenaggio al quale è demandato il compito di regimazione e scolo.

I principali vantaggi agronomici, oltre alla regolazione della falda ed a tutti i suoi benefici, sono:

- a) un recupero della superficie agricola utile attraverso la chiusura delle scoline esistenti ed eliminazione dell'onere per la loro manutenzione;
- b) un miglioramento della meccanizzazione delle lavorazioni, ottenendo lotti con dimensioni maggiori ed uniformi, diminuendo così i costi e i tempi di esecuzione;
- c) eliminazione delle malerbe provenienti dai fossi con riduzione dell'uso di diserbanti;
- d) maggiore tempestività ed agibilità nella lavorazione e fase di raccolta;
- e) aumento della temperatura del suolo, aerazione del terreno, migliore capacità portante e struttura del terreno;
- f) possibilità di impiego, senza ostacoli, di grandi macchine per l'irrigazione (Pivot e Rainger);
- g) riduzione della salinità del terreno e ostacolo alla salinizzazione da falde saline;
- h) possibilità di irrigare attraverso la sub-irrigazione.

I vantaggi economici più consistenti riguardano soprattutto il recupero di superficie utile (3-10% con minori effetti di bordo e attenuazione dello sviluppo di malerbe) ma soprattutto un minore onere nell'uso delle macchine operatrici (20 - 30%) dovuto alla riduzione dei tempi morti, delle operazioni di svolta, la lavorazione di riparti di dimensioni maggiori, ecc.

Uno dei sistemi più adottati per questo tipo di drenaggio è l'uso dell'aratro talpa. Questo attrezzo possiede un organo discissore che penetra nel terreno fino alla profondità di circa 80 cm e porta alla sua estremità inferiore una specie di proiettile del diametro massimo di 8 cm chiamato obice. Grazie a questo macchinario si può solcare il terreno percorrendolo in modo che compia dei tagli verticali che facilitano la penetrazione dell'acqua verso il basso e di conseguenza il suo convogliamento dentro il foro creato dall'obice.



Figura 6.12 - Aratro talpa per la posa dei tubi drenanti

La posa dell'impianto in particolare avviene a mezzo di una macchina agricola denominata POSADRENI. Questo mezzo, nato appositamente per eseguire la posa di dreni, è costituito da una trattoria cingolata che traina una catenaria oppure un ripper. La prima esegue uno scavo a sezione attraverso una catena a tazze mentre la seconda interra il tubo attraverso la ripuntatura. Quest'ultimo sistema è da preferire in quanto la lama detta ripper crea delle microfessurazioni nel terreno che migliora notevolmente la funzionalità del sistema.

Un esempio di posadreni con ripper, anche detta a talpa è il modello della InterDrain 2030GP con motore Volvo Penta da 360cv che alimenta l'impianto idraulico di avanzamento e gestione della macchina. E' larga 3m, lunga 10m, ha un'altezza di 3,7m ed un peso di 260 quintali. Il sistema di avanzamento è a cingoli agricoli, della larghezza di 70cm e lunghezza di 7m, che garantisce un'elevata trazione ed una minima costipazione del terreno.



Figura 6.13 - Posadreni con ripper, anche detta a talpa è il modello della InterDrain 2030GP

Il ripper è di tipo flottante, ossia non è vincolato in maniera rigida alla macchina permettendo così un suo avanzamento lineare rispetto a possibili movimenti disomogenei della trattoria a causa della difformità del terreno. Tutto questo sistema è controllato da un apparato laser in grado di garantire la posa dei dreni con pendenze minime (mediamente 0,17%, ossia 17cm ogni 100m) garantendo una precisione al centimetro.

Con la sistemazione dei terreni a drenaggio profondo non si ha più la presenza di una baulatura trasversale, né la presenza delle affossature (scoline), che contraddistinguono invece la sistemazione a drenaggio superficiale. I terreni devono risultare quindi spianati, pressoché livellati, pur mantenendo spesso una pendenza corrispondente a quella naturale del suolo (alcuni punti per mille) per non dover effettuare eccessivi spostamenti di terreno.

Questo tipo di drenaggio negli anni 50 era costituito da tubi di cotto, sostituiti negli anni 60 da tubi in pvc rigidi e quindi, dagli anni 70, dalle attuali tubazioni forate in materiale plastico flessibile e quindi avvolgibili in bobine per la posa in opera da parte delle macchine posadreni.

La portata che i dreni devono smaltire, come propongono alcuni autori, è di 7-10 mm/giorno, mentre altri suggeriscono un valore pari a circa l'1% della piovosità annua della zona (mm/giorno).

Per quanto riguarda i diametri è sconsigliabile scendere sotto valori di 50 mm; i più utilizzati sono di 65 mm, ma si possono utilizzare anche quelli di 80 mm.

Le tubazioni forate (con luci di ampiezza minima di 5 mm²) sono in pvc con la superficie corrugata, consentendo, grazie alla loro flessibilità, una posa in opera con macchine posadreni a lama o a catenaria e una conseguente riduzione dei costi d'impianto. Oggi viene proposto anche il tubo in polipropilene (pp) a doppio strato ma, pur costando di meno, ha delle fessure di maggiori dimensioni (e quindi più intasabili) e un diametro interno inferiore rispetto ai tubi di pvc, a parità di diametro esterno.

La lunghezza dei dreni è opportuno non superi i 300-350 m. Il di stanziamento dei dreni è direttamente proporzionale al coefficiente di permeabilità del terreno: soltanto 6-12 m per il terreno argilloso, fino ai 20-25 m per quelli sciolti sabbiosi (si devono ridurre di un 10-20% nel caso si volesse utilizzare l'impianto di drenaggio anche come metodo subirriguo freatico). La profondità di posa dei dreni varia per le normali colture erbacee da 80 a 100 cm dal piano di campagna (tenendo conto del valore del franco di coltivazione e dell'andamento della falda tra i dreni).

La pendenza dei dreni deve poter garantire una sufficiente velocità dell'acqua a garanzia dell'efficienza drenante (portata) e autopulente; normalmente i valori di pendenza variano tra 0,2 e 0,4%, con minimi non al di sotto dello 0,1.

Quando sussistono rischi di intasamento (occlusioni granulometriche e precipitati di ferro), i dreni stessi possono essere rivestiti con fibra di cocco (biodegradabile, di durata normalmente superiore a 10 anni) (foto 3) o con filtri in materiali sintetici (si intasano però più facilmente).

I terreni che favoriscono maggiormente le occlusioni granulometriche sono quelli con molta sabbia fine e quelli limosi; sono altresì possibili ostruzioni dovute all'azione delle radici delle piante. Contro

l'intasamento si può intervenire con un'apposita macchina «spurgadreni», macchina dotata di pompa ad alta pressione collegata a una tubazione spinta all'interno dei dreni.

La regolarità della posa in opera dei tubi alla profondità e con la pendenza volute da parte delle posadreni, presupposto indispensabile per una corretta efficienza del drenaggio, è oggi garantita dall'utilizzo di tecnologie laser.



Figura 6.14 - Particolare di tubi corrugati in Pvc per drenaggio: tubo rivestito in fibra di cocco (a); tubo rivestito con calza in poliestere (b). Foto Lamplast

Considerata la natura argillosa dei suoli e l'interesse tra le fila dei pannelli di 7 m sarà realizzato un drenaggio sottosuperficiale con dreni posti a 7 m di distanza. La profondità di posa dei dreni, tenendo conto del valore del franco di coltivazione e dell'andamento della falda tra i dreni, sarà di circa 1 metro.

6.3 MEZZI PREVISTI PER L'ATTIVITÀ AGRICOLA

In virtù dell'ordinamento colturale adottato, per la conduzione agricola risultano necessari i seguenti mezzi:

- Trattorie agricole convenzionali e da frutteto;
- Macchine per le lavorazioni primarie del terreno;
- Macchine per le lavorazioni secondarie del terreno;
- Seminatrici;
- Macchine per la fertilizzazione;
- Macchine per la raccolta delle colture da granella (mietitrebbia);
- Macchine per la fienagione.

Nei paragrafi che seguono saranno trattati sinteticamente alcune delle tipologie di macchine appena elencate in funzione dell'interesse in termini di spazi di manovra.

6.3.1 TRATTRICE AGRICOLA

Lo svolgimento delle lavorazioni agricole di ciascuna coltura, richiede necessariamente l'impiego di una trattoria gommata convenzionale per le normali operazioni agricole sulla fila e di una trattoria gommata da frutteto di piccole dimensioni per le operazioni accessorie.

In considerazione della superficie da coltivare e delle attività da svolgere, la trattoria gommata convenzionale dovrà essere almeno di media potenza (100 kW). Nella Figura 6.15 sono riportate le caratteristiche dimensionali di una trattoria media presente sul mercato.

Nel caso sia necessario intervenire sulla superficie sottostante i pannelli, l'altezza della cabina è tale da consentire il passaggio anche al di sotto di questi ultimi se opportunamente inclinati

| | | |
|---|---------------------------|---------------|
|  | Altezza da terra | 47 cm |
| | Passo | 2,53 |
| | Lunghezza totale | - |
| | Larghezza complessiva (m) | 1,94 m |
| | Altezza totale | Cabine 265 cm |
| | | |

Figura 6.15: Trattoria gommata di media potenza (NewHolland Fiat 100-90).

Le dimensioni dell’impianto sono comunque tali da consentire un passaggio agevole a trattrici di qualsiasi potenza. In figura 6.16 è possibile vedere l’ingombro di una trattrice convenzionale di medio-alta potenza.

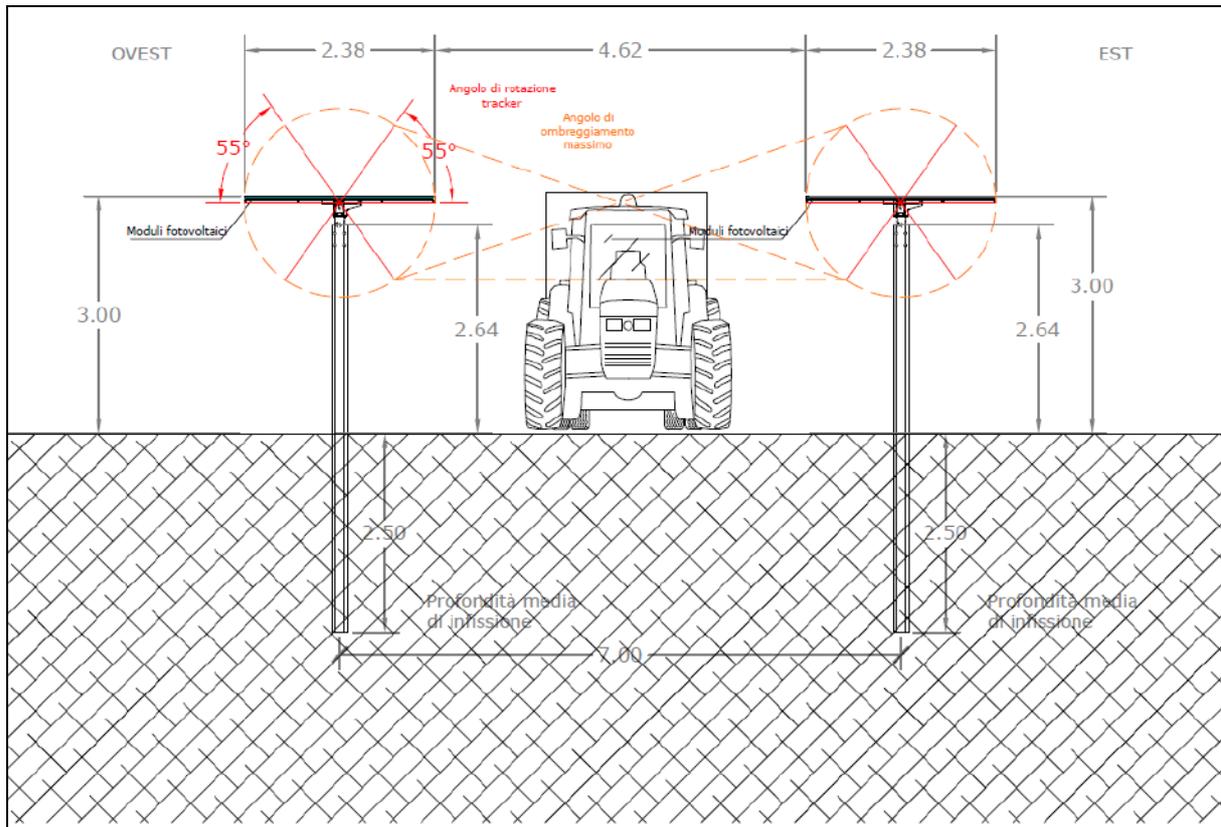


Figura 6.16: Schema dell’ingombro di una trattrice all’interno dell’impianto.

Oltre ad una trattrice convenzionale, è necessaria la dotazione di una trattrice da frutteto di dimensioni contenute (esempio in figura 6.14). Le trattrici da frutteto sono dotate di notevole manovrabilità e per le operazioni che richiedono minor potenza sono ottimali per il lavoro all’interno dell’impianto agrivoltaico più a ridosso dei pannelli e negli interfila della fascia perimetrale di mitigazione.

Dimensioni, pesi e materiali

| | | | | | |
|----------------|----------|----------------|-----|-----------------|-----|
| Tipo: | Trattore | Altezza (cm) | 213 | Larghezza (cm) | 177 |
| Lunghezza (cm) | 346 | Peso vuoto(kg) | 21 | PesoTotale (kg) | |



Figura 6.17: Trattore da frutteto (Goldoni Energy 60 cabinato).

Dall'analisi del piano colturale e delle colture che saranno praticate nell'area di intervento si è fatta una disamina dei macchinari che saranno utilizzati per meccanizzare tutte le operazioni colturali.

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 una **trattrice gommata da frutteto**.

Il trattore specifico da frutteto avendo dimensioni contenute ed alta manovrabilità consente di lavorare agevolmente nell'interfila degli impianti con le principali macchine operatrici necessarie alle operazioni colturali che richiedono bassa potenza

Relativamente alle dimensioni medie di un mezzo è possibile fare riferimento a quelle indicate nella Figura 6.18, ampiamente sufficienti a operare agevolmente nelle condizioni operative d'impianto.

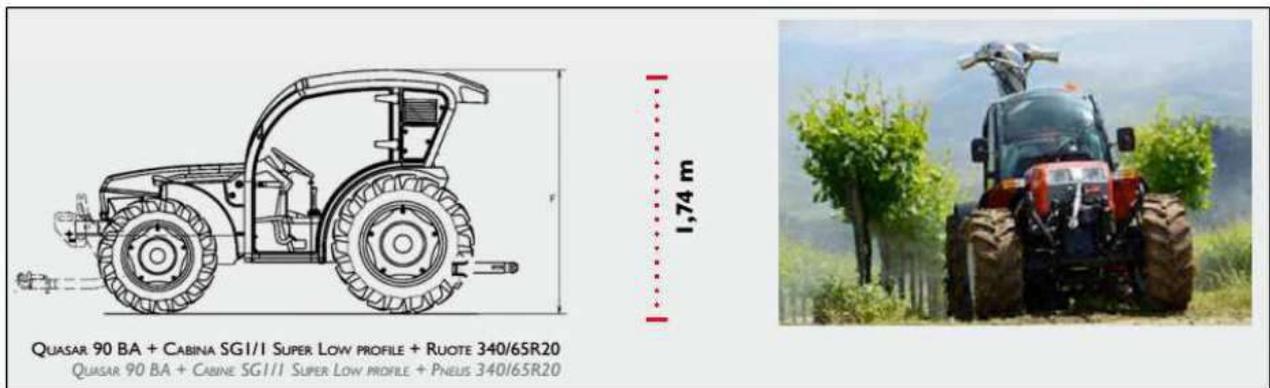


Figura 6.18: Dimensioni caratteristiche di un trattore da frutteto con cabina standard (Foto: GOLDONI)

Per le colture da foraggio si farà pertanto ricorso ad un mezzo meccanico, la falciacondizionatrice, che effettuerà lo sfalcio, convogliando il prodotto tra due rulli in gomma sagomati che ne effettuano lo schiacciamento e disponendolo poi, grazie a due semplici alette, in andane (striscie di fieno disposte ordinatamente sul terreno), che saranno poi rivoltate fino al raggiungimento dell'umidità desiderata tramite ranghinatori.



Figura 6.19: Esempio di falciacondizionatrice frontale adatta a piccoli spazi (Foto: Bellon)

Completate quindi le operazione di falciatura e terminata la fase di asciugatura, si procederà con l’imballatura del fieno utilizzando una rotoimballatrice (macchina che lavora in asse con la macchina trattrice e pertanto idonea per muoversi tra le interfile). Questa macchina imballerà il prodotto in balle cilindriche (rotoballe), da 1,50-1,80 m di diametro e 1,00 m di altezza. Si sceglierà in un secondo momento se utilizzare una rotoimballatrice a camera fissa o a camera variabile (figura 6.20).

Dato il peso delle rotoballe (in genere pari a 250 kg), per la rimozione e la movimentazione sarà necessario utilizzare un trattore dotato di sollevatore anteriore a forche.



Figura 6.20 - Rotoimballatrice prodotta dalla ditta Abbrata e relative caratteristiche dimensionali

6.4 MACCHINE PER LA RACCOLTA DI COLTURE DA GRANELLA

Per la raccolta delle colture da granella sarà acquistata una speciale mietitrebbia compatibile con gli spazi liberi all’interno delle interfila dell’impianto. Questo consentirà la raccolta di tutte le colture previste all’interno dell’impianto.



Figura 6.21 – Mietitrebbia di nuova generazione compatibile con le interfila dell'impianto

6.5 METODI DI COLTIVAZIONE E UTILIZZO DI PRODOTTI FITOSANITARI

Nella conduzione dell'attività agricola saranno seguite le prescrizioni previste dalle norme nazionali e comunitarie sull'utilizzo dei prodotti fitosanitari. In particolare si prevede di attenersi a quanto previsto dall'Eco-Schema 4 come descritto nei paragrafi precedenti:

- sulle leguminose e foraggere non è consentito l'uso di diserbanti chimici e di altri prodotti fitosanitari;
- sulle colture da rinnovo è consentita esclusivamente la tecnica della difesa integrata (volontaria) o della produzione biologica, intesa quest'ultima solo con riferimento alle tecniche di difesa fitosanitaria.

6.6 IRRIGAZIONE

Considerate le caratteristiche delle specie impiegate nel piano colturale proposto non si ritiene necessario fare ricorso ad interventi irrigui. Per le specie impiegate nella realizzazione delle fasce di mitigazione potrà essere necessario effettuare interventi di irrigazione di soccorso per consentire l'attecchimento e l'affermazione delle giovani piantine. Nel caso in cui fossero introdotte in avvicendamento specie che necessitano di irrigazione si procederà con l'aggiornamento del piano colturale e la realizzazione di pozzi per l'approvvigionamento idrico.

6.7 STRATEGIE DI CONTROLLO DELLE SPECIE VEGETALI INVASIVE

La gestione delle specie vegetali aliene segue i principi dell'approccio gerarchico, e riprende molte delle tecniche e delle azioni tipiche della gestione delle specie infestanti in ambiente agricolo. Data la loro importanza è necessario differenziare le azioni di prevenzione da quelle di contenimento/eradicazione.

6.7.1 AZIONI DI PREVENZIONE

Le azioni di prevenzione nei riguardi di una specie aliena sono finalizzate ad impedirne l'introduzione o, nel post-introduzione, la diffusione in aree limitrofe.

Da un lato si procederà dunque a cercare di bloccare l'arrivo di propaguli nell'area di intervento, mentre dall'altra si interverrà cercando di creare condizioni sfavorevoli all'attecchimento della pianta invasiva nell'area di interesse.

Interventi preventivi che potranno essere attuati:

- **Riduzione della fitness ed eliminazione di portaseme, infiorescenze e infruttescenze.** Rappresenta uno strumento importante di riduzione del rischio di invasione e di prevenzione della diffusione di specie vegetali invasive. La rimozione di infiorescenze, infruttescenze e individui a maturità permette quindi, laddove non si possa intervenire su tutta la popolazione, di bloccare la diffusione della specie. Si tratta di una tecnica che può risultare efficace nelle specie vegetali dioiche (in cui cioè i fiori maschili e femminili sono portati su individui diversi), in cui si può operare alla rimozione dei soli individui femminili, così da abbattere la pressione dei propaguli sul territorio di intervento.
- **Mantenimento della copertura vegetale.** Il legame tra invasività delle specie aliene e invasibilità degli ecosistemi è ormai un caposaldo sicuramente ben consolidato nella letteratura di riferimento sulle invasioni biologiche. Negli ambienti stabili e non disturbati la competizione con le specie native costituisce un ostacolo all'insediamento ed alla crescita delle specie introdotte e rappresenta uno dei metodi più efficaci per bloccare la diffusione delle specie aliene. Molte piante aliene sono infatti specie pioniere che approfittano di eventi che tendono a ridurre in modo significativo la copertura vegetale o, più in generale, a modificare le caratteristiche stazionali, riuscendo ad inserirsi nelle comunità vegetali scardinando la naturale resistenza degli ambienti in salute. Il mantenimento o la rapida ricostituzione della copertura vegetale mediante interventi di piantagione, semina e idrosemina, possono abbassare notevolmente il rischio di invasione da parte di specie vegetali aliene pioniere.
- **Pulizia dei macchinari.** Per le specie la cui diffusione nel territorio avviene attraverso macchinari agricoli, o di gestione della vegetazione (ad esempio per sfalci della vegetazione bordo-strada o ripariale), la pulizia delle macchine impiegate è importantissima. Semi o parti vitali di piante (come rizomi, stoloni, radici) adese ai macchinari possono essere trasportati per chilometri e rappresentare una sorgente di nuovi focolai di invasione che non va assolutamente trascurata. Quando si interviene in presenza di piante aliene invasive è pertanto fondamentale pulire con cura le macchine utilizzate, compresi il telaio e, soprattutto, gli pneumatici.
- **Movimentazione di materiali inerti e suoli.** La movimentazione di materiali inerti e di suolo, anche limitatamente all'area di intervento, rappresenta un'importante via di introduzione, o di diffusione secondaria, per le specie aliene vegetali invasive. Semi o altre parti vitali di piante possono essere movimentati con questi materiali. Per questo motivo sarà opportuno verificare sempre la presenza di piante aliene nei materiali utilizzati nell'ambito del cantiere, soprattutto se all'interno o in vicinanza di aree di rilevanza naturalistica.

6.7.2 AZIONI PRATICHE PER LA POST-INTRODUZIONE

Quando ci si trova a dover intervenire a insediamento già avvenuto di una specie aliena invasiva, sia che si tratti di interventi finalizzati ad una sua eradicazione completa o di interventi di contenimento della popolazione, le azioni da intraprendere consisteranno nella rimozione di individui cercando, ove possibile, di annullarne e o ridurne fortemente le possibilità di ulteriore sviluppo.

La capacità di propagazione vegetativa, e quindi di ricaccio molto vigoroso in seguito ad un taglio dell'apparato epigeo, è una caratteristica estremamente comune nelle specie invasive.

Questa capacità non è soltanto legata alla capacità di ricaccio da parte di polloni sulla ceppaia o da gemme avventizie dell'apparato radicale radicali, ma anche alla presenza di vere e proprie strutture perennanti di propagazione come bulbi e bulbilli, protetti sotto il terreno e molto difficili da individuare e rimuovere.

Le azioni di intervento per il controllo di specie aliene invasive si distinguono in tre gruppi principali: controllo meccanico, controllo chimico e quelle di controllo biologico.

Possano inoltre essere definite i seguenti approcci:

- **L'approccio integrato:** Uno degli aspetti importanti, anch'esso diretto discendente dalla lotta alle infestanti in ambito agricolo, è quello della necessità di seguire un approccio integrato, che corrisponde all'utilizzo simultaneo o consecutivo di più tecniche diverse, che permettano di ottenere il risultato voluto.
- **Prioritizzazione degli sforzi di intervento.** Altro aspetto di notevole importanza riguarda la prioritizzazione degli sforzi di intervento, che deve seguire delle logiche che permettano di massimizzare il risultato ottenuto possibilmente evitando di dover ripetere gli interventi. Per questo, per esempio, è opportuno procedere rapidamente al taglio dei portaseme, per evitare di dover continuare ad intervenire su nuove plantule. Gli sforzi di controllo dovrebbero inoltre seguire una direttrice che va dalle aree più esterne all'area invasa, che di solito presentano una bassa densità della specie invasiva, in cui lo scopo principale sia l'eliminazione degli eventuali piccoli ed isolati nuclei d'invasione, che potrebbero comportarsi da nuclei futuri. La direzione di intervento dovrebbe quindi procedere dalle aree più periferiche verso il nucleo centrale di invasione e non in senso contrario.

Di seguito vengono elencate le tecniche che potranno essere adottate nell'area di intervento, considerata l'elevata superficie dell'impianto.

Controllo meccanico:

- **Rimozione manuale** – La rimozione manuale rappresenta sicuramente il più semplice e immediato degli interventi di controllo e consiste nella rimozione degli individui il più possibile nella loro interezza, avendo quindi cura di rimuovere anche le parti radicali ed eventuali organi di persistenza sotterranei, come bulbi o rizomi. La rimozione può essere effettuata a mano e/o con l'ausilio di piccoli attrezzi particolarmente adatti a rimuovere l'apparato radicale. Si tratta di una tecnica di sicuro efficace su piante annue o di piccole dimensioni, come i semenzali delle specie arboree, e su superfici ridotte. Un aspetto problematico è legato alla gestione del materiale di risulta, che deve essere fatta in maniera appropriata evitando ulteriori rischi di propagazione vegetativa o di aumentare il rischio di incendio. La tecnica può essere utilizzata con successo nella rimozione delle plantule di *Ailanthus altissima*.
- **Pacciamatura** – La pacciamatura consiste nel coprire completamente le specie oggetto di controllo/eradicazione al fine di annullare l'apporto di luce e interrompere quindi l'attività

fotosintetica. La copertura può essere effettuata con naturale naturale (fieno, erba tagliata, trucioli di legno, ecc.) o, più efficacemente, con teli di nylon e/o antialga. Nel caso di uso di teli plastici di colore scuro si parla anche di solarizzazione, in quanto si ottiene anche il risultato di determinare un massiccio aumento delle temperature negli strati immediatamente sotto al telo, aumentando l'efficacia del metodo. Questa tecnica può essere utilizzata su aree relativamente piccole, dove mostra un'eccellente capacità nel determinare il disseccamento completo di specie annuali o di molte specie erbacee e, in parte, anche arbustive. Inoltre, con questa tecnica si abbatta notevolmente il costo per la gestione del materiale di risulta, visto che le piante secche (e per lo più ridotte volumetricamente) possono spesso essere lasciate in posto. Tuttavia, la copertura completa di una parte del terreno può facilmente determinare il disseccamento anche degli individui appartenenti a specie autoctone eventualmente presenti. La pacciamatura si dimostra meno efficace nei confronti di alcune specie perenni che accumulano risorse in organi sotterranei (varie geofite bulbose o rizomatose) che avranno modo di ricacciare in seguito alla copertura o di resistere per la durata dell'intervento, a meno di non mantenere i teli per lunghi periodi. Un esempio di controllo risolutivo è dimostrato dagli interventi di eradicazione di *Carpobrotus* spp. effettuati sull'isola di Giannutri all'interno del progetto life LIFE13 NAT/IT/000471 "Island conservation in Tuscany, restoring habitat not only for birds", che hanno permesso di trattare con successo circa 14000 metri quadri di superfici invase da questa specie aliena, per lo più con il metodo della pacciamatura (integrata in contesti complessi con rimozione manuale).

- **Taglio/sfalcio** – Tagli e sfalci possono ridurre la produzione di semi e limitare la crescita delle piante infestanti, specialmente se effettuate con una periodicità legata alla fenologia delle piante, per esempio se effettuati annualmente prima che le piante fioriscano e/o producano semi. Si tratta di una tecnica che mostra una certa efficacia se l'intervento è ripetuto più volte nel tempo, in maniera da abbattere lentamente la capacità delle piante di ricacciare e fotosintetizzare. Viene effettuato tagliando gli individui a livello del colletto, con l'utilizzo di vari tipi di strumenti come forbici da potatura, seghe e motoseghe, ma anche con l'utilizzo di mezzi meccanizzati come falciatrici. Alcune specie, tuttavia, tendono a ricrescere vigorosamente dopo il taglio, talora andando incontro ad un accorciamento del ciclo vitale e producendo molti fusti che possono rapidamente fiorire. Il risultato potrebbe essere un peggioramento della situazione qualora non si proceda ad una corretta progettazione delle tempistiche dell'intervento e delle sue ripetizioni. La falciatura e il taglio sono spesso usati come trattamenti preliminari per rimuovere la biomassa in superficie, in combinazione con altri tipi di trattamento (es. chimico) successivi. È inoltre importante raccogliere i frammenti tagliati di specie eventualmente in grado di propagare nuovi individui (es. semi, rizomi, stoloni, ecc.). Come detto sebbene la tecnica costituisca un metodo di controllo efficiente e con un buon rapporto costi/benefici, è raramente risolutiva e diventa controproducente nel caso di alcune ben note piante invasive nel contesto nazionale quali *Robinia pseudoacacia*, *Ailanthus altissima* o *Reynoutria japonica*. L'esempio di *Reynoutria japonica* porta inoltre a riflettere sul caso particolare della pulitura e sfalcio degli argini e dei canali. Si tratta di un metodo di gestione della vegetazione ripariale tipicamente diffusa, ma che quando effettuata senza considerare i rischi di diffusione ulteriore delle specie invasive, rappresenta un serio problema.
- **Cercinatura** – La cercinatura è una tecnica forestale utilizzata in certi contesti per controllare soprattutto piante arboree. Consiste nella rimozione sul fusto a circa 1-1,5 metri di altezza di un anello di corteccia larga diversi centimetri e leggermente più profonda del livello del cambio, in

modo da rimuovere totalmente il cambio vascolare, o corteccia interna, e quindi i fasci cribrosi che trasportano i nutrienti dalle parti aeree (prodotti attraverso la fotosintesi nelle foglie) alla radice (organi di stoccaggio), determinando la morte dell'individuo. I tagli possono essere fatti usando un coltello, un'ascia o una sega e dovrebbero essere leggermente più profondi del cambio. È una tecnica che risulta efficace soprattutto nei confronti delle specie dotate di una scarsa capacità di ricaccio da polloni radicali. Sulle piante di grandi dimensioni richiede molto meno tempo rispetto ad un abbattimento. Inoltre, la pianta lasciata morire in piedi aumenta la necromassa presente in loco, a tutto vantaggio dell'ecosistema forestale.

- **Piroidiserbo** – Il piroidiserbo è una tecnica agronomica di controllo fisico diretto delle piante facendo ricorso al fuoco, o più ingenerale ad alte temperature, e provocando uno shock termico nelle piante trattate. L'azione è legata al passaggio di una fonte di calore elevato, somministrato per un tempo estremamente breve, che non porta la pianta a prendere fuoco, ma è sufficiente a determinare un aumento importante delle temperature nei tessuti esposti, con rottura dei legami delle molecole organiche, lisi delle pareti cellulari e quindi deperimento della parte aerea della pianta.

In conclusione, lo sviluppo e il controllo delle specie infestanti durante tutta la durata dell'impianto verrà attuato attraverso l'utilizzo delle seguenti tecniche:

- utilizzo di teli pacciamanti naturali nelle zone di impianto delle specie arboree, arbustive per impedire lo sviluppo delle specie infestanti in attesa che le specie di impianto comprano l'intera superficie delle fasce a verde;
- monitoraggio periodico dello sviluppo di specie infestanti nell'area di intervento successivamente all'impianto;
- ricorso al controllo meccanico per il controllo delle specie infestanti (taglio/sfalcio).
- Utilizzo della tecnica della pacciamatura ricoprendo le piante infestanti con un telo di fibra naturale.

6.8 VALUTAZIONE DELL'IDONEITÀ AGRO-AMBIENTALE AI SENSI DELLA NORMATIVA VIGENTE

Nell'ambito del progetto di realizzazione di un impianto fotovoltaico nel Comune di Collesalveti (LI), se ne analizzano le interferenze mediante la valutazione di ricostruzione del quadro conoscitivo del sistema agricolo sia in merito alle produzioni ordinarie che a quelle di qualità; la caratterizzazione del patrimonio agroalimentare e la valutazione delle interferenze dell'opera sullo stesso.

Ai fini della caratterizzazione dell'area e per arrivare ad un giudizio di conformità formulato in ottemperanza a quanto riportato all'art.12 comma 7 del Decreto Legislativo 29/12/2003 n.387 recante le norme in materia di "*Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità*", di particolare rilievo è l'analisi dell'uso del suolo agronomico a cui la stessa è assoggettata.

Dai sopralluoghi effettuati è emerso che i terreni in questione, così come quelli delle aree circostanti, risultano gestiti a colture estensive cerealicole, foraggere e oleaginose pertanto non si evidenzia una destinazione degli stessi a colture di particolare pregio che possano far presupporre l'esistenza di tutele, vincoli o contratti con la pubblica amministrazione per la valorizzazione delle tradizioni agroalimentari

locali o della tutela di biodiversità, così come del patrimonio culturale e del paesaggio rurale dell'area stessa.

In definitiva, relativamente alle prescrizioni imposte dal Decreto Legislativo n.387 del 29/12/2003, ed in base alle informazioni raccolte e alle colture effettivamente praticate nell'area di intervento, non si rilevano interferenze dal punto di vista agronomico derivanti dalla realizzazione dell'opera sul sistema agricolo di pregio presente nell'area di progetto.

6.8.1 VALUTAZIONE DELLE INTERFERENZE SUL PATRIMONIO AGROALIMENTARE E AGROFORESTALE

L'interferenza sul patrimonio agroalimentare della zona si avrà in fase di realizzazione delle opere di progetto. Si nota comunque che non sarà previsto lo scotico dell'area di progetto di installazione pannelli e quindi l'impatto sarà ridotto notevolmente.

La produzione agricola di non particolare pregio e l'implementazione di un piano colturale di maggior valore economico rispetto all'attuale, riducono anche in questo caso l'impatto, in quanto la gestione delle coltivazioni sarà realizzata in maniera integrata con la produzione di energia.

In termini quantitativi di occupazione del suolo il parco fotovoltaico prevede l'interessamento di una superficie catastale (esclusi edifici) di **143,67 ha** circa e di una **useful area (area recitanta + mitigazioni) di 138,44 ha**.

Le strutture saranno poste a una quota minima di **2,10 m** da terra e massima di **4,10 m** ed una proiezione sul terreno è complessivamente pari a circa **31,59 ha**. L'area agricola libera interna all'impianto coltivabile a seminativo ha una superficie totale di circa **115,87 ha**.

I corridoi larghi circa mt **4,62**, intervallati ai filari di moduli fotovoltaici, saranno regolarmente coltivate a colture estensive, mentre le aree a ridotto delle strutture di sostegno saranno mantenute a prato.

Da tutte le osservazioni fatte ed espresse precedentemente si è fatta una valutazione delle potenziali interferenze generate dal progetto sul patrimonio agroalimentare e agroforestale che possono sostanzialmente ricondursi a due diverse tipologie:

- dirette;
- indirette.

Per le dirette: le opere in progetto determineranno una trasformazione di lungo periodo dell'uso agricolo dei suoli presenti nell'area di studio. Non è possibile, in relazione alla tipologia di opera, parlare di trasformazione definitiva dell'uso agricolo dei suoli: il progetto infatti prevede l'installazione di un impianto fotovoltaico che potrà avere una vita utile di 30 anni, al termine della quale potrà essere restituita l'intera superficie agricola alla normale attività agricola di coltivazione.

Per le indirette: parte delle opere in progetto determinerà la frammentazione dei fondi agricoli presenti nell'area di studio. Sebbene il concetto di frammentazione del fondo sia ampiamente trattato nell'estimo agrario, quello a cui ci si riferisce in questi presenta maggiori analogie con il concetto della frammentazione ecosistemica che però è riferito a terreni naturali, boschi, paludi ecc.

Riferendosi agli agro-ecosistemi si avrà che il fondo agrario, allorché frammentato nella sua continuità ed unitarietà ad opera di una qualsiasi azione antropica, andrà incontro ad una suddivisione in due o più porzioni, le quali presenteranno uno sviluppo superficiale inferiore a quello del fondo originario.

Le conseguenze di tali azioni sulla gestione agraria dei fondi, poi, potranno essere diverse qualora si sovrapponga (o meno) una condizione di interclusione del fondo frammentato.

Qualora la frammentazione determini una semplice riduzione dell'estensione fondiaria, la gestione agronomica del fondo risulterà solo parzialmente inficiata dall'opera, in quanto si manterranno le condizioni di sostenibilità economica, e dunque gestionale, del fondo.

Qualora, di contro, alla frammentazione si sovrapponga (a cascata) una condizione di interclusione del fondo, la gestione agronomica del fondo risulterà significativamente inficiata: potrebbero, infatti, venire meno le condizioni di sostenibilità economica, e dunque gestionale, del fondo.

In questi casi l'evoluzione gestionale dei fondi agrari consiste nell'abbandono o – altrimenti – nella trasformazione verso colture di valore agroalimentare inferiore.

Il progetto non determinerà alcuna frammentazione del fondo agrario, andando ad interessare un appezzamento nella sua interezza e posto isolato rispetto a tutta l'azienda. L'impianto agrivoltaico sarà pertanto gestito con un avvicendamento autonomo in connessione con l'azienda principale.

7 CARATTERISTICHE E REQUISITI DEL SISTEMA AGRIVOLTAICO

7.1 CARATTERISTICHE GENERALI

Un sistema agrivoltaico è un sistema complesso, essendo allo stesso tempo un sistema energetico ed agronomico. In generale, la prestazione legata al fotovoltaico e quella legata alle attività agricole risultano in opposizione, poiché le soluzioni ottimizzate per la massima captazione solare da parte del fotovoltaico possono generare condizioni meno favorevoli per l'agricoltura e viceversa. Ad esempio, un eccessivo ombreggiamento sulle piante può generare ricadute negative sull'efficienza fotosintetica e, dunque, sulla produzione; o anche le ridotte distanze spaziali tra i moduli e tra i moduli ed il terreno possono interferire con l'impiego di strumenti e mezzi meccanici in genere in uso in agricoltura.

Ciò significa che una soluzione che privilegi solo una delle due componenti - fotovoltaico o agricoltura - è passibile di presentare effetti negativi sull'altra.

È dunque importante fissare dei parametri e definire requisiti volti a conseguire prestazioni ottimizzate sul sistema complessivo, considerando sia la dimensione energetica sia quella agronomica.

Un impianto agrivoltaico, confrontato con un usuale impianto fotovoltaico a terra, presenta dunque una maggiore variabilità nella distribuzione in pianta dei moduli, nell'altezza dei moduli da terra, e nei sistemi di supporto dei moduli, oltre che nelle tecnologie fotovoltaiche impiegate, al fine di ottimizzare l'interazione con l'attività agricola realizzata all'interno del sistema agrivoltaico.

Il pattern tridimensionale (distribuzione spaziale, densità dei moduli in pianta e altezza minima da terra) di un impianto fotovoltaico a terra corrisponde, in generale, a una progettazione in cui le file dei moduli sono orientate secondo la direzione est-ovest (angolo di azimuth pari a 0°) ed i moduli guardano il sud (nell'emisfero nord), con un angolo di inclinazione al suolo (tilt) pari alla latitudine meno una decina di gradi; le file di moduli sono distanziate in modo da non generare ombreggiamento reciproco se non in un numero limitato di ore e l'altezza minima dei moduli da terra è tale che questi non siano frequentemente ombreggiati da piante che crescono spontaneamente attorno a loro. Questo pattern - ottimizzato sulla massima prestazione energetica ed economica in termini di produzione elettrica - si modifica nel caso di un impianto agrivoltaico per lasciare spazio alle attività agricole e non ostacolare (o anche favorire) la crescita delle piante.

Un sistema agrivoltaico può essere costituito da un'unica "tessera" o da un insieme di tessere, anche nei confini di proprietà di uno stesso lotto, o azienda. Le definizioni relative al sistema agrivoltaico si intendono riferite alla singola tessera. Le definizioni e le grandezze del sistema agrivoltaico trattate nel presente documento, ove non diversamente specificato, si riferiscono alla singola tessera.

7.2 DEFINIZIONI PRINCIPALI

Sagricola: Superficie agricola utilizzata per realizzare le coltivazioni di tipo agricolo, che include seminativi, prati permanenti e pascoli, colture permanenti e altri terreni agricoli utilizzati. Essa esclude quindi le coltivazioni per arboricoltura da legno (pioppeti, noceti, specie forestali, ecc.) e le superfici a bosco naturale (latifoglie, conifere, macchia mediterranea).

Stot: Superficie di un sistema agrivoltaico: area che comprende la superficie utilizzata per coltura e/o zootecnia e la superficie totale su cui insiste l'impianto agrivoltaico.

Spv: Superficie totale di ingombro dell'impianto agrivoltaico, somma delle superfici individuate dal profilo esterno di massimo ingombro di tutti i moduli fotovoltaici costituenti l'impianto (superficie attiva compresa la cornice);

LAOR: $(Spv / Stot) * 100$

FVagri: Produzione elettrica specifica di un impianto agrivoltaico: produzione netta che l'impianto agrivoltaico può produrre, espressa in GWh/ha/anno;

FVstandard: Producibilità elettrica specifica di riferimento: stima dell'energia che può produrre un impianto fotovoltaico di riferimento (caratterizzato da moduli con efficienza 20% su supporti fissi orientati a Sud e inclinati con un angolo pari alla latitudine meno 10 gradi), espressa in GWh/ha/anno, collocato nello stesso sito dell'impianto agrivoltaico.

7.3 CARATTERISTICHE E REQUISITI DEGLI IMPIANTI AGRIVOLTAICI

Nella presente sezione sono trattati con maggior dettaglio gli aspetti e i requisiti che i sistemi agrivoltaici devono rispettare al fine di rispondere alla finalità generale per cui sono realizzati, ivi incluse quelle derivanti dal quadro normativo attuale in materia di incentivi.

Possono in particolare essere definiti i seguenti requisiti:

- **REQUISITO A:** Il sistema è progettato e realizzato in modo da adottare una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, tali da consentire l'integrazione fra attività agricola e produzione elettrica e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi;
- **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;
- **REQUISITO C:** L'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra, volte a ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli;
- **REQUISITO D:** Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate;
- **REQUISITO E:** Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che, oltre a rispettare il requisito D, consenta di verificare il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici.

Si ritiene dunque che:

Il rispetto dei requisiti A, B è necessario per definire un impianto fotovoltaico realizzato in area agricola come "agrivoltaico". Per tali impianti dovrebbe inoltre essere previsto il rispetto del requisito D.2.

Il rispetto dei requisiti A, B, C e D è necessario per soddisfare la definizione di "impianto agrivoltaico avanzato" e, in conformità a quanto stabilito dall'articolo 65, comma 1-quater e 1-quinquies, del

decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, classificare l'impianto come meritevole dell'accesso agli incentivi statali a valere sulle tariffe elettriche.

Il rispetto dei A, B, C, D ed E sono pre-condizione per l'accesso ai contributi del PNRR, fermo restando che, nell'ambito dell'attuazione della misura Missione 2, Componente 2, Investimento 1.1 "Sviluppo del sistema agrivoltaico", come previsto dall'articolo 12, comma 1, lettera f) del decreto legislativo n. 199 del 2021, potranno essere definiti ulteriori criteri in termini di requisiti soggettivi o tecnici, fattori premiali o criteri di priorità.

7.4 METODOLOGIA E VERIFICA DEI REQUISITI PER IMPIANTO AGRIVOLTAICO

Al fine di poter definire un impianto quale agrivoltaico è necessaria la verifica dei requisiti A (per ogni tessera di composizione dell'impianto fotovoltaico), B e D.2, così come definito dalle Linee Guida del Mite pubblicate il 27/06/2022.

Di seguito gli step che illustrano la metodologia di calcolo attraverso i quali è possibile dimostrare che l'impianto in progetto è classificabile quale impianto agrivoltaico:

- Individuazione tessere e verifica del requisito A (A.1 e A.2);
- Verifica del requisito B (B.1 e B.2);
- Verifica del requisito D.2.

7.4.1 INDIVIDUAZIONE TESSERE E VERIFICA DEL REQUISITO A

Requisito A

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;

A.1 Superficie minima per l'attività agricola

Un parametro fondamentale ai fini della qualifica di un sistema agrivoltaico, richiamato anche dal decreto-legge 77/2021, è la continuità dell'attività agricola, atteso che la norma circoscrive le installazioni ai terreni a vocazione agricola.

Tale condizione si verifica laddove l'area oggetto di intervento è adibita, per tutta la vita tecnica dell'impianto agrivoltaico, alle coltivazioni agricole, alla floricoltura o al pascolo di bestiame, in una percentuale che la renda significativa rispetto al concetto di "continuità" dell'attività se confrontata con quella precedente all'installazione (caratteristica richiesta anche dal DL 77/2021)8.

Pertanto si dovrebbe garantire sugli appezzamenti oggetto di intervento (superficie totale del sistema agrivoltaico, S_{tot}) che almeno il 70% della superficie sia destinata all'attività agricola, nel rispetto delle Buone Pratiche Agricole (BPA).

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

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

Come già detto, un sistema agrivoltaico deve essere caratterizzato da configurazioni finalizzate a garantire la continuità dell'attività agricola: tale requisito può essere declinato in termini di "densità" o "porosità".

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).

Nella prima fase di sviluppo del fotovoltaico in Italia (dal 2010 al 2013) la densità di potenza media delle installazioni a terra risultava pari a circa 0,6 MW/ha, relativa a moduli fotovoltaici aventi densità di circa 8 m²/kW (ad. es. singoli moduli da 210 W per 1,7 m²). Tipicamente, considerando lo spazio tra le stringhe necessario ad evitare ombreggiamenti e favorire la circolazione d'aria, risulta una percentuale di superficie occupata dai moduli pari a circa il 50%.

L'evoluzione tecnologica ha reso disponibili moduli fino a 350-380 W (a parità di dimensioni), che consentirebbero, a parità di percentuale di occupazione del suolo (circa 50%), una densità di potenza di circa 1 MW/ha. Tuttavia, una ricognizione di un campione di impianti installati a terra (non agrivoltaici) in Italia nel 2019-2020 non ha evidenziato valori di densità di potenza significativamente superiori ai valori medi relativi al Conto Energia.

Una certa variabilità nella densità di potenza, unitamente al fatto che la definizione di una soglia per tale indicatore potrebbe limitare soluzioni tecnologicamente innovative in termini di efficienza dei moduli, suggerisce di optare per la percentuale di superficie occupata dai moduli di un impianto agrivoltaico.

Al fine di non limitare l'aggiunta di soluzioni particolarmente innovative ed efficienti si ritiene opportuno adottare un limite massimo di LAOR del 40%: $LAOR \leq 40\%$

In ottemperanza a quanto indicato nelle linee guida del Mite, al fine di poter procedere con la verifica del requisito A, nei punti A.1 e A.2, sono state individuate all'interno dell'area impianto due diverse macro-zone denominate TESSERA LOTTO NORD, TESSERA LOTTO SUD.

Per ciascuna tessera individuata sono state definite: la superficie agricola **Sagricola**, la superficie totale degli ingombri dei moduli S_{pv} e la superficie totale del sistema agrivoltaico **Stot** e verificati i punti specifici del requisito A:

- A.1) $S_{agricola} \geq 0,7 S_{tot}$
- A.2) $LAOR \leq 40\%$.

Di seguito la sintesi dei calcoli:

LOTTO NORD:

$$S_{\text{agricola}} = 826.021,00 \text{ mq}$$

$$S_{\text{pv}} = 232.941,00 \text{ mq}$$

$$S_{\text{tot}} = 1.008.623 \text{ mq}$$

| | | |
|-----|---|----|
| A.1 | $S_{\text{agricola}} \geq 0,7 S_{\text{tot}}$ $826.021,00 \text{ mq} \geq 706.036,10 \text{ mq}$ | OK |
|-----|---|----|

| | | |
|-----|---|----|
| A.2 | $LAOR (S_{\text{pv}} / S_{\text{tot}}) \leq 40\%$ $23\% \leq 40\%$ | OK |
|-----|---|----|

LOTTO SUD:

$$S_{\text{agricola}} = 332.761,00 \text{ mq}$$

$$S_{\text{pv}} = 63.414 \text{ mq}$$

$$S_{\text{tot}} = 377.818 \text{ mq}$$

| | | |
|-----|--|----|
| A.1 | $S_{\text{agricola}} \geq 0,7 S_{\text{tot}}$ $332.761,00 \text{ mq} \geq 264.472,6 \text{ mq}$ | OK |
|-----|--|----|

| | | |
|-----|---|----|
| A.2 | $LAOR (S_{\text{pv}} / S_{\text{tot}}) \leq 40\%$ $19\% \leq 40\%$ | OK |
|-----|---|----|

7.4.2 VERIFICA DEL REQUISITO B

Requisito B

Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica dell’impianto, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli. Nel corso della vita tecnica utile devono essere rispettate le condizioni di reale integrazione fra attività agricola e produzione elettrica valorizzando il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi.

In particolare, dovrebbero essere verificate:

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 dovrà inoltre dotarsi di un sistema per il monitoraggio dell’attività agricola rispettando, in parte, le specifiche indicate al requisito D.

B.1 Continuità dell'attività agricola

Gli elementi da valutare nel corso dell'esercizio dell'impianto, volti a comprovare la continuità dell'attività agricola, sono:

- **L'esistenza e la resa della coltivazione:** al fine di valutare statisticamente gli effetti dell'attività concorrente energetica e agricola è importante accertare la destinazione produttiva agricola dei terreni oggetto di installazione di sistemi agrivoltaici. In particolare, tale aspetto può essere valutato tramite il valore della produzione agricola prevista sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari successivi all'entrata in esercizio del sistema stesso espressa in €/ha o €/UBA (Unità di Bestiame Adulto), confrontandolo con il valore medio della produzione agricola registrata sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari antecedenti, a parità di indirizzo produttivo. In assenza di produzione agricola sull'area negli anni solari precedenti, si potrebbe fare riferimento alla produttività media della medesima produzione agricola nella zona geografica oggetto dell'installazione. In alternativa è possibile monitorare il dato prevedendo la presenza di una zona di controllo che permetterebbe di produrre una stima della produzione sul terreno sotteso all'impianto.
- **Il mantenimento dell'indirizzo produttivo:** ove sia già presente una coltivazione a livello aziendale, andrebbe rispettato il mantenimento dell'indirizzo produttivo o, eventualmente, il passaggio ad un nuovo indirizzo produttivo di valore economico più elevato. Fermo restando, in ogni caso, il mantenimento di produzioni DOP o IGP. Il valore economico di un indirizzo produttivo è misurato in termini di valore di produzione standard calcolato a livello complessivo aziendale; la modalità di calcolo e la definizione di coefficienti di produzione standard sono predisposti nell'ambito della Indagine RICA per tutte le aziende contabilizzate.

L'area di intervento, ove è prevista la realizzazione del parco agrivoltaico, si colloca nella pianura Livornese a confine con la Provincia di Pisa ed è caratterizzata dalla presenza di estese coltivazioni a seminativo estensivo (cereali autunno-vernini e primaverili estivi, foraggere e oleaginose).

L'area vasta in cui s'inserisce il sito risulta caratterizzata da un uso del suolo essenzialmente agricolo a prevalente composizione di seminativi estensivi. Si tratta di un agroecosistema generalmente privo o scarsamente dotato in termini di infrastrutturazione ecologica. Da un punto di vista ecologico l'estrema semplificazione caratteristica dell'agroecosistema, unitamente al forte controllo delle specie tipicamente associate esercitato dalle pratiche agricole, produce sistemi banali privi di infrastrutturazione ecologica (siepi, filari, ecc.).

Si è proceduto all'esecuzione di verifiche ed approfondimenti diretti nelle aree agricole ricadenti nell'area di studio mediante specifici sopralluoghi nel novembre 2023 reperendo informazioni specifiche dagli attuali conduttori del fondo. Questa fase di approfondimento ha consentito di verificare i principali ordinamenti colturali attesi nell'area.

La scelta dell'avvicendamento colturale praticato è ricaduta su colture compatibili con le caratteristiche dell'impianto in progetto dove i pali di sostegno sono distanti tra loro 7 m.

Nel caso dei tracker abbiamo un'altezza minima da terra di 1,94 m, altezza massima 3,94 m (con pannelli inclinati a 55°), altezza media 3,00 m (con pannelli posti orizzontalmente).

Il piano colturale previsto per l'impianto AgriFV Collesalveti è stato studiato al fine di gestire al meglio le colture praticate, nell'ottica di effettuare un avvicendamento colturale indipendente dal contesto aziendale in cui erano collocati questi terreni. Viene quindi proposto un avvicendamento colturale

indipendente dal contesto aziendale iniziale ma che comunque ne riprende l'indirizzo produttivo principale, inserendo colture che possano essere realizzate all'interno dell'impianto e che garantiscano una buona resa produttiva.

Considerando che per la realizzazione del progetto si dovrà interrompere la successione colturale prevista per almeno un'annata agraria presumibilmente nel 2025 e che la coltivazione riprenderà nell'annata 2026/2027 si descrive il piano colturale previsto nel 2026/2027.

Nella stesura del piano sono stati rispettati tutti i principali criteri relativi alle successioni colturali indicati dall'Eco Schema 4 descritto nei paragrafi precedenti.

Si procede quindi a confrontare il valore della produzione agricola prevista sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari successivi all'entrata in esercizio del sistema stesso espressa in €/ha o €/UBA (Unità di Bestiame Adulto), con il valore medio della produzione agricola registrata sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari antecedenti, a parità di indirizzo produttivo.

Tabella 7.1 – Confronto tra il valore della produzione agricola prevista, con il valore medio della produzione agricola registrata sull'area di intervento

| AVVICENDAMENTO ATTUALE | | | | PIANO COLTURALE PROPOSTO | | | |
|--|---------------|---------------|-----------------|--------------------------|---------------|--------------|-----------------|
| Coltura | Prezzo (€/q)* | Resa (q/ha)** | Plv (€/ha) | Coltura | Prezzo (€/q)* | Resa (q/ha)* | Plv (€/ha) |
| Grano duro | 35,00 | 50 | 1.750,00 | Orzo distico da birra | 30,00 | 45 | 1.350,00 |
| Girasole (farina) | 36,00 | 25 | 900,00 | Colza | 30,00 | 30 | 900,00 |
| | | | | Sulla | 180,00 | 3 | 540,00 |
| | | | | Cece | 82,00 | 20 | 1.640,00 |
| TOTALE | | | 2.650,00 | TOTALE | | | 4.430,00 |
| * Prezzi di mercato medi ricavati sul Borsa merci di Bologna. | | | | | | | |
| ** Rese produttive ricavate da indagine sui principali siti web e da indagine sul territorio locale attraverso intervista al contoterzista che gestisce attualmente le superfici agricole oggetto di impianto. | | | | | | | |

Dal confronto riportato in tabella 7.1 emerge che il valore della produzione agricola ad ettaro prevista sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari successivi all'entrata in esercizio del sistema stesso è comparabile a quello registrato sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari antecedenti.

Sarà inoltre possibile monitorare il dato produttivo prevedendo la presenza di una zona di controllo che permetterebbe di produrre una stima della produzione sul terreno sotteso all'impianto.

B.2 Producibilità elettrica minima

In base alle caratteristiche degli impianti agrivoltaici analizzati, si ritiene che, la produzione elettrica specifica di un impianto agrivoltaico (FVagri in GWh/ha/anno) correttamente progettato, paragonata alla producibilità elettrica specifica di riferimento di un impianto fotovoltaico standard (FVstandard in GWh/ha/anno), non dovrebbe essere inferiore al 60% di quest'ultima: $FVagri \geq 0,6 FVstandard$.

$$FVagri = 111,189 \text{ GWh/year}$$

$$FVstandard = 148,982 \text{ GWh/year}$$

$$111,189 \text{ GWh/year} \geq 89,389 \text{ GWh/year}$$

OK

Progetto AgriFV = 74 % FV standard

Per la verifica del requisito B.2 è stato impiegato il medesimo sistema software di calcolo, ovvero PVSystem, comparando il progetto proposto con una soluzione progettuale di tipo standard così articolata:

- stesso area di intervento
- stessa tipologia di moduli (bifacciali) e di inverter
- posizionamento su struttura fissa orientata a sud con tilt di 28° (latitudine -10°)

7.4.3 VERIFICA DEL REQUISITO D

Requisito D

I valori dei parametri tipici relativi al sistema agrivoltaico dovrebbero essere garantiti per tutta la vita tecnica dell'impianto.

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

Gli esiti dell'attività di monitoraggio, con specifico riferimento alle misure di promozione degli impianti agrivoltaici innovativi citate in premessa, sono fondamentali per valutare gli effetti e l'efficacia delle misure stesse.

A tali scopi il DL 77/2021 ha previsto che, ai fini della fruizione di incentivi statali, sia installato un adeguato sistema di monitoraggio che permetta di verificare le prestazioni del sistema agrivoltaico con particolare riferimento alle seguenti condizioni di esercizio:

- 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

In considerazione della vocazione a seminativi non irrigui del sito, delle specie erbacee selezionate per il piano culturale e delle caratteristiche dell'impianto, che consentono la creazione di condizioni di temperatura e umidità favorevoli all'attività agricola e la riduzione dell'evapotraspirazione dovuta all'ombreggiamento, non si ritiene necessario fare ricorso ad interventi irrigui.

D.2 Continuità dell'attività agricola

Nel corso della vita dell'impianto, saranno monitorati i dati relativi a:

I sistemi colturali verranno periodicamente monitorati e si raccoglieranno dati su:

- **rendimento delle colture in campo** attraverso l'analisi di diversi parametri a seconda della coltura: resa in granella, umidità, contenuto proteico, dimensioni dei chicchi, peso standard, peso di 1000 semi, contenuto di micotossine, brix%, acidità, contenuto di olio e specialmente in acido oleico e acido linoleico.
- **crescita e caratteristiche fenotipiche delle specie coltivate** e delle colture intercalari: fasi di crescita delle colture durante la stagione, biomassa fresca e biomassa secca sia della parte

commerciale che dei residui colturali, % di carbonio e % di azoto sulla sostanza secca per qualsiasi parte delle colture, rapporto C / N sui residui colturali. Sulla base di queste misurazioni, saranno calcolate le seguenti variabili: Indice di raccolta (Harvest Index); il contenuto di azoto e carbonio organici dell'intera pianta, del prodotto raccolto e del residuo; la sostanza secca/ha prodotta dalla pianta, dal prodotto raccolto e dal residuo; la quantità di azoto prontamente utilizzabile (in kg/ha) per la coltura e contenuto nei residui colturali; l'efficienza d'uso dell'azoto (NUE) per ogni coltura.

- **Input esterni:** consumo di input tecnici, energia e manodopera per la coltivazione.
- **Condizioni meteorologiche:** pioggia, durata della bagnatura fogliare, temperatura dell'aria, umidità relativa, vento e radiazione solare. Questi parametri sono misurati a intervalli di tempo regolari attraverso le stazioni agrometeorologiche installate in campo.
- **Caratteristiche del suolo:** tessitura, pH, CSC, composizione degli elementi nutritivi, densità, contenuto di azoto e carbonio organico, lisciviazione dell'azoto, temperatura e umidità.

Alla fine di ogni anno e alla fine della rotazione delle colture, verrà eseguita un'analisi statistica di tutti i dati per verificare i vantaggi derivanti dagli Ecs rispetto ai Ccs. I dati saranno utilizzati anche per convalidare il DSS di coltivazione e il modello di emissione GHG.

I risultati di tale monitoraggio saranno riportati in una relazione tecnica asseverata a cura di un agronomo da redigersi con cadenza annuale.

8 OPERE DI MITIGAZIONE A VERDE

8.1 DEFINIZIONE DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE

Per mitigare la percepibilità dell’impianto dai principali punti di vista, e comunque, per migliorarne l’inserimento ambientale e paesaggistico nel contesto di appartenenza, **si prevede la realizzazione delle seguenti opere a verde:**

1. **Realizzazione di siepe arbustiva con funzione di mitigazione dell’impatto visivo in corrispondenza dei lati dell’impianto di maggior intervisibilità rispetto al contesto circostante**, come rappresentato nella **Figura 8.1**. Sui lati esterni alla recinzione perimetrale dell’impianto, al fine di garantire il corretto inserimento delle opere in termini ecologici e paesaggistici, si procederà con la messa a dimora di specie arbustive tipiche del contesto d’intervento in modo tale da proporre sistemazioni coerenti con l’agroecosistema d’inserimento, evitando di creare un “effetto barriera” e contribuendo a incrementare una rete locale di connettività ecologica.
2. **Piantumazione, sul fronte nord dell’impianto, di un filare di cipressi con notevole effetto paesaggistico** andando a rinforzare l’unico elemento paesaggistico di rilievo presente a amargine dell’area impianto (Foto); questo intervento consentirà un ulteriore livello di mitigazione paesaggistica andando a creare un elemento paesaggistico tipo del paesaggio toscano.

Per quanto riguarda i criteri di scelta delle specie arbustive ci si è orientati verso l’utilizzo di specie con foglie persistenti al fine di garantire una schermatura permanente lungo tutte le stagioni. Le specie prescelte raggiungono altezze idonee di 3-6 metri e per alcune specie anche sino a 8-10 m, consentendo quindi di schermare interamente i pannelli. Inoltre, considerando che sono per lo più specie con portamento cespuglioso garantiscono una schermatura più fitta rispetto alle specie arboree a fusto unico. La crescita delle specie arbustive sarà inoltre aiutata dagli interventi di manutenzione che saranno realizzati nel post-impianto al fine di consolidare la schermatura dell’impianto nel più breve tempo possibile. Gli interventi di manutenzione delle siepi arbustive consentiranno infine di evitare fenomeni di ombreggiamento dei pannelli che potrebbero compromettere l’efficienza dell’impianto.

In considerazione che alcuni lati dell’impianto risulterebbero già schermati o comunque non visibili dal potenziale osservatore, in fase di cantiere si eviterà di realizzare barriere sull’intero perimetro delle recinzioni. Questo anche al fine di evitare di aumentare l’effetto barriera determinato dalla presenza delle recinzioni perimetrali e quindi di consentire una maggiore accessibilità delle aree pannellate alla fauna selvatica.

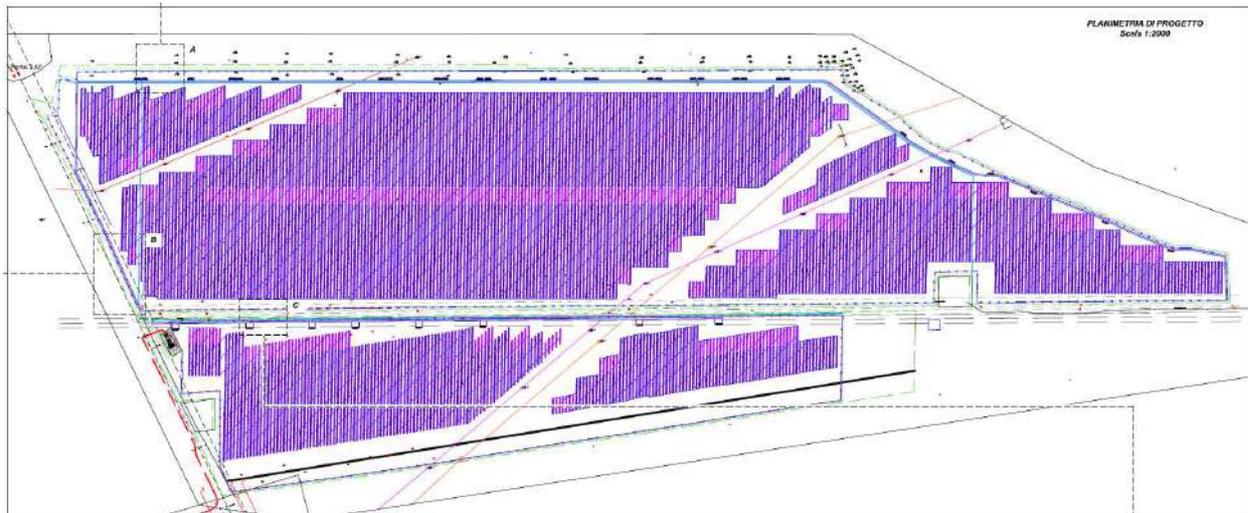


Figura 8.1 – Planimetria interventi di mitigazione di progetto (stralcio da Tavola T22 – Opere di mitigazione)

8.1.1 SCELTA DELLE SPECIE PER LA REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE

Nel contesto rurale circostante la piantumazione di siepi campestri costituiranno elementi della rete ecologica locale e potranno fornire supporto a piccole specie faunistiche stanziali o in transito, migliorando le caratteristiche ecologiche del luogo.

Dal punto di vista paesaggistico in termini percettivi si ritiene che la piantumazione di specie arbustive in corrispondenza dei lati dell'impianto di maggior intervisibilità rispetto al contesto circostante, sia sufficiente a mitigare la percepibilità dell'impianto, favorendone il migliore inserimento nel contesto ambientale e paesaggistico di appartenenza.

Al fine di garantire una migliore occupazione dello spazio epigeo ed ipogeo, ridurre l'artificialità di un sesto geometrico tipico degli interventi a carattere antropico e comunque tenuto conto della funzione di mitigazione rivestita dall'impianto della siepe arbustiva. L'impianto lungo le file avverrà con collocazione sfalsata e, quindi, con sesto irregolare.

La siepe perimetrale avrà una ampiezza di circa 3 metri in funzione delle zone da schermare e degli spazi a disposizione.

Le piante saranno disposte su due file (Figura 8.2), di seguito si riporta una tabella contenente le specie che si prevede di mettere a dimora nell'ambito della realizzazione della siepe arbustiva di mitigazione, la densità di impianto e le caratteristiche del materiale vivaistico.

Tabella 8.1– Elenco specie e densità di impianto (in verde sono evidenziate le specie a foglie persistenti)

| Piano arbustivo (densità di impianto: 1 p.ta/ml) per una fila | | | | | | |
|---|--------------|------------|----------------------|-----|--------------|-----------------|
| Nome specifico | Nome volgare | % | N. piante per 100 ml | Età | Altezza (cm) | Contenitore (l) |
| <i>Quercus ilex</i> (allevato a siepe) | leccio | 20 | 20 | - | 80-100 | 0,75 |
| <i>Laurus nobilis</i> | alloro | 20 | 20 | - | 80-100 | 0,75 |
| <i>Prunus spinosa</i> | prugnolo | 10 | 10 | - | 80-100 | 0,75 |
| <i>Arbutus unedo</i> | corbezzolo | 10 | 10 | - | 80-100 | 0,75 |
| <i>Phyllirea angustifolia</i> | fillirea | 10 | 10 | - | 80-100 | 0,75 |
| <i>Viburnum lantana</i> | viburno | 10 | 10 | - | 80-100 | 0,75 |
| <i>Cornus mas</i> | corniolo | 10 | 10 | - | 80-100 | 0,75 |
| <i>Prunus cerasifera</i> | mirabolano | 5 | 5 | - | 80-100 | 0,75 |
| <i>Sambucus nigra</i> | sambuco | 5 | 5 | - | 80-100 | 0,75 |
| Totale specie arbustive per 100 ml | | 100 | 100 | | | |

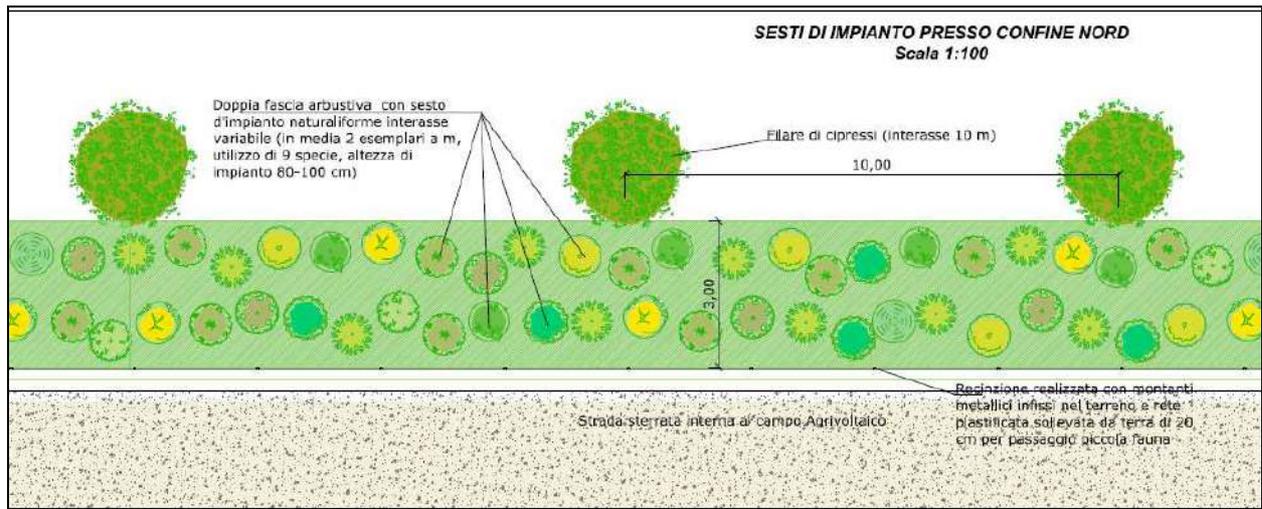


Figura 8.2 – Schema di impianto fascia di mitigazione sul confine nord

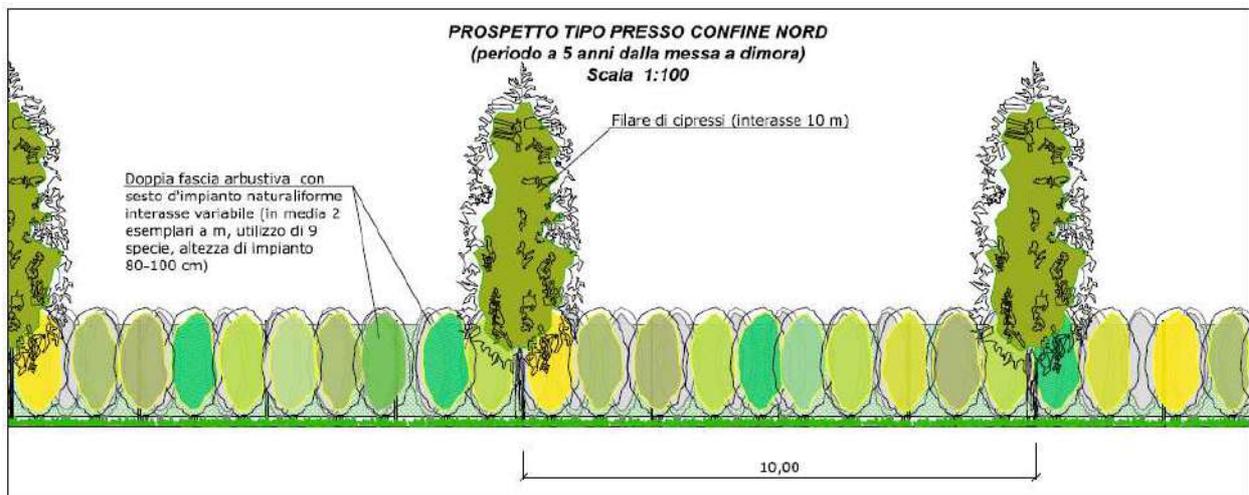


Figura 8.3 – Prospetto tipo fascia di mitigazione perimetrale sul confine nord



Figura 8.4 – Prospetto tipo fascia di mitigazione perimetrale

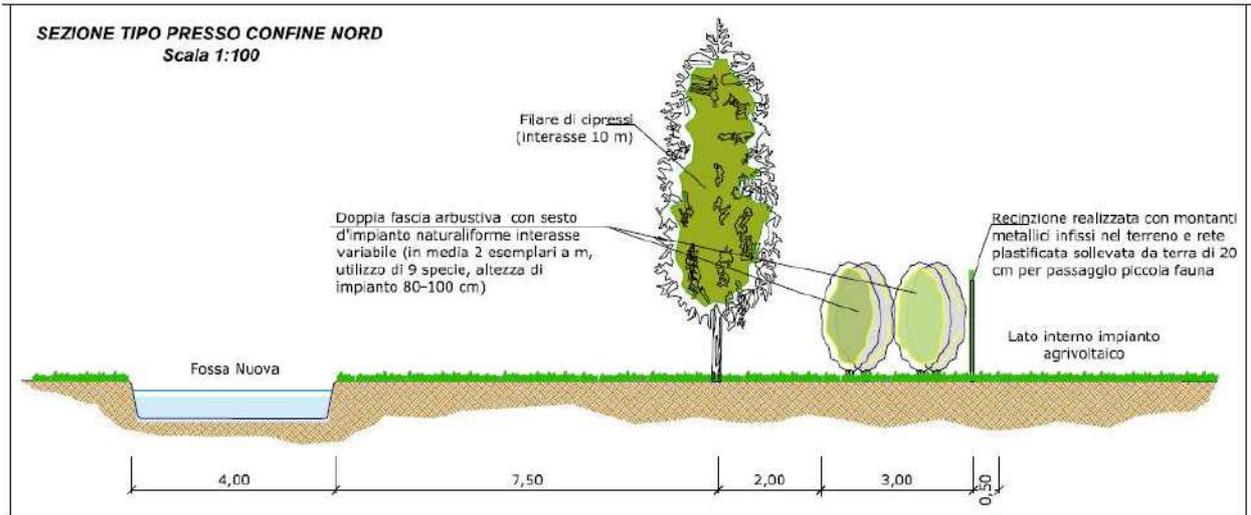


Figura 8.5 – Sezione tipo presso confine nord

Onde evitare che con lo sviluppo di specie infestanti pioniere lo strato arbustivo venga soffocato e quindi le specie di maggiore pregio non riescano ad attecchire correttamente, l'impianto delle **specie arbustive avrà densità d'impianto pari a 1 pianta/ml. Pertanto, in un filare di 100 metri lineari saranno presenti 200 arbusti.**

Il filare di cipressi posto sul lato nord dell'impianto sarà caratterizzato da un **sesto di impianto regolare e le piante sono poste ad una distanza di 10-12 metri.**

La necessità di utilizzare il sesto d'impianto sopra descritto nasce dall'esigenza di creare una naturalità diffusa nella siepe arbustiva che dovrà somigliare quanto più possibile alle siepi campestri spontanee presenti in natura. Le specie messe a dimora saranno distribuite in modo randomizzato affinché non si percepisca la natura antropica del popolamento vegetale.

Le recinzioni perimetrali saranno realizzate con elementi di minimo ingombro visivo e tali da consentire l'attraversamento da parte di piccoli animali; si è previsto che la stessa sia realizzata con **particolari accorgimenti funzionali a salvaguardare la permeabilità ecologica** del contesto, garantendo lo spostamento in sicurezza piccoli mammiferi o altre specie animali di taglia contenuta (avifauna, anfibi, rettili, ecc.), mediante il mantenimento di una 'luce' inferiore di altezza pari a 20 cm.

Nel contesto rurale circostante la piantumazione di siepi e il rilascio di fasce di vegetazione arbustiva costituiranno elementi della rete ecologica locale e potranno fornire supporto a piccole specie faunistiche stanziali o in transito, migliorando le caratteristiche ecologiche del luogo.

8.2 OPERAZIONI DI MESSA A DIMORA

8.2.1 PRESUPPOSTI DI QUALITÀ NELLA REALIZZAZIONE DELLE OPERE A VERDE

Sulle aree sulle quali è previsto l'impianto vegetale, prima degli interventi di installazione dei pannelli fotovoltaici, verrà effettuato l'impianto delle specie scelte per la formazione di opere di mitigazione a verde, in modo tale da garantire una schermatura quanto più precoce possibile.

Prima dell'inizio dei lavori delle opere a verde, la DD.LL fornirà alla ditta esecutrice le specifiche di dettaglio e le procedure di qualità che intende seguire durante le fasi di apprestamento del cantiere, le fasi di reperimento del materiale e tutte le fasi operative.

I lavori a verde saranno supervisionati da un Dottore Agronomo esperto in materia che si interfacerà con la direzione lavori del cantiere al fine di meglio organizzare e gestire tutte le operazioni di realizzazione dell'impianto a verde.

I lavori a verde saranno condotti con personale di provata capacità. I lavori sugli arbusti e sugli alberi (impianto, potatura, ancoraggio) dovranno essere effettuati da personale di provata qualificazione.

8.2.2 EPOCA DI INTERVENTO

I lavori di trapianto dovranno essere eseguiti nella fase di pieno riposo vegetativo (novembre - febbraio), ad eccezione dei periodi di gelo.

Le piante arbustive saranno acquistate in contenitori da 18/20 cm ed un'altezza di circa 0,60 – 1,20 metri, non potranno essere stoccate in cantiere nei periodi di gelo (temperature giornaliere inferiori agli 0°C) o giacere abbandonate nei periodi caldi, ventilati e siccitosi per periodi superiori alle ventiquattro ore; è cura dell'impresa esecutrice delle opere a verde fare in modo che le piante non permangano in area di cantiere oltre il tempo ragionevolmente necessario per lo scarico, la movimentazione e la messa a dimora.

La movimentazione di piante, anche se coltivate in contenitore, dovrà sempre effettuarsi in modo da evitare danneggiamenti delle porzioni corticali e sottocorticali: pertanto essa dovrà essere limitata alla fase di riposo vegetativo o alla piena estate, evitando tassativamente la movimentazione per sollevamento tramite legatura di fasce al tronco o al colletto nella fase primaverile-estiva (dalla ripresa vegetativa a tutto il mese di settembre).

8.2.3 FASI PRELIMINARI

8.2.3.1 Scelta del materiale vegetale

Per materiale vegetale si intende tutto il materiale (alberi, arbusti, tappezzanti, sementi, ecc.) occorrente per l'esecuzione del lavoro. Questo materiale dovrà provenire da ditte appositamente autorizzate ai sensi dell'art. 19 del D.Lgs. n. 214/2005 e da decisioni della Commissione Europea adottate ai sensi della Direttiva CEE 2000/29/CE e iscritte al Registro Ufficiale dei Produttori ai sensi dell'art. 20 del citato D.Lgs. 214/2005.

Dato che per la realizzazione del progetto sono state scelte molte essenze caratteristiche del territorio locale la messa a dimora delle specie verrà eseguita per piantagione di specie in fitocella, vasi o pani di terra provenienti da vivai localizzati il più vicino possibile all'area di intervento. Le piante dovranno avere certificazione di origine del materiale di propagazione.

Per questo tipo di intervento è consigliabile l'utilizzo di piantine in fitocella, vasi o pani di terra poiché presentano probabilità di attecchimento maggiori rispetto alle piante a radice nuda e il trapianto può essere eseguito in tutto l'arco dell'anno.

Le piante fornite devono essere sane, ben conformate, prive di difetti o di danni di natura parassitaria o meccanica e che abbiano un apparato radicale sano, ben conformato, vitale e ricco di radici assorbenti. Le piante coltivate in contenitore e in vaso devono essere state allevate nel contenitore o nel vaso per un tempo sufficiente perché lo sviluppo delle radici possa penetrare in maniera sostanziale il substrato senza tuttavia formare la spiralizzazione sul fondo.

Le zolle radicate devono essere compatte e consistenti. Devono essere ben permeate di radici, protette con tela di sacco e con filo metallico non zincato. La tela e il materiale di avvolgimento delle zolle deve essere tale da decomporsi prima di un anno dalla messa a dimora della pianta e non deve impedire l'accrescimento della pianta. All'atto della messa a dimora andrà comunque rimosso.

Tutte le piante devono essere contrassegnate da appositi cartellini indicanti la provenienza della specie, secondo le norme vigenti (L. 269 del 22.5.1973).

8.2.3.2 Materiale vegetale - alberi

Le alberature di alto fusto saranno selezionate sulla base di requisiti di qualità fitosanitaria e strutturale. Secondo quanto riferibile alla singola specie in considerazione, gli alberi selezionati devono essere sani e vigorosi. La forma della chioma deve essere quella tipica della specie e della cultivar. L'apparato fogliare non deve apparire avvizzito, ridotto, chiazzato, discolorato od oltremodo atipico. I germogli devono risultare della lunghezza corrispondente alla specie ed all'età. Gli alberi non devono avere branche morte, ammalate, rotte, storte. Il tronco deve apparire verticale, senza ramificazioni per l'altezza di impalcatura richiesta e privo di deformazioni o ferite (ad eccezione dei tagli di potatura correttamente effettuati), aree di riscaldamento, carpofori, cancri, lesioni. L'apparato radicale non deve essere stato danneggiato da agenti biotici od abiotici.

Gli alberi dovranno corrispondere alle richieste del progetto secondo quanto segue:

- circonferenza del fusto: misurata a un metro dal colletto pari 8-10 cm;
- rispondenza varietale.

Gli alberi devono essere esenti da attacchi di insetti, malattie crittogamiche o virus. A meno che non sia diversamente indicato (es. piante a cespuglio), gli alberi devono possedere un fusto singolo, senza branche codominanti, con un fusto centrale relativamente vigoroso rispetto alle branche laterali, che non devono con esso competere.

8.2.3.3 Materiale vegetale - arbusti

I piccoli alberi, gli arbusti ed i cespugli, qualunque siano le loro caratteristiche specifiche (a foglia caduca o sempreverdi, da fiore e non) non dovranno avere portamento filato: dovranno possedere chioma densa, essere ramificati fin dalla base, con un minimo di tre ramificazioni ed avere altezza proporzionata al diametro della chioma. Le parti interne della chioma devono essere ben lignificate, non eziolate.

Le piante dovranno essere esenti da attacchi di insetti, malattie crittogamiche, virus, altri patogeni, deformazioni ed alterazioni di qualsiasi natura che possono compromettere il regolare sviluppo vegetativo ed il portamento tipico della specie.

Si possono definire “in contenitore” solo quelle piante che abbiano passato in vaso almeno una stagione di crescita. Le misure riportate nelle specifiche di progetto si riferiscono all’altezza della pianta non comprensiva del contenitore.

Le piante con zolla devono avere una zolla grande, ben radicata e compatta conformemente alla specie ed alla grandezza della pianta. Le piante in contenitore devono avere una zolla pienamente compenetrata dalle radici ma non pienamente occupata dalla massa di radici, ad indicare una eccessiva permanenza nel medesimo contenitore; non devono essere presenti radici spiralate. Le radici principali non devono fuoriuscire dalle pareti o dal fondo del vaso. Il volume del vaso deve essere proporzionale alla grandezza della pianta. Il terreno all'interno del vaso deve attestarsi a poca distanza dal bordo superiore.

Le piante arbustive saranno acquistate con un’altezza di circa 80-100 cm.

8.2.3.4 Lavorazione del terreno

Preliminarmente alle operazioni di trapianto, dovrà essere effettuata una lavorazione generale del terreno. Lo scopo principale di tale operazione è di omogeneizzare le condizioni dei primi 20 cm di suolo, migliorare le condizioni agronomiche e di fertilità, realizzare una buona permeabilità verticale, aumentare gli scambi di ossigeno, consentire di accumulare riserve idriche e nutritive ed aumentare l’attività biotica dei terreni. Servirà inoltre a portare alla luce ed eliminare rifiuti vegetali e/o materiali inerti di dimensioni incompatibili con il progetto e operare una prima movimentazione del terreno. In aggiunta potrà essere richiesta una scarificazione, assolutamente necessaria in tutti i casi in cui i vari passaggi dei mezzi meccanici hanno provocato un compattamento del terreno. Tali lavorazioni devono essere eseguite al termine dell’installazione dei pannelli fotovoltaici.

L’esecuzione delle attività di dissodamento può essere realizzata mediante le normali attrezzature agricole mentre la scarifica può essere eseguita con benna di escavatore o miniescavatore per una profondità media di 30/50 cm. Nelle aree con presenza di sottoservizi la profondità dovrà essere adeguatamente ridotta. Le operazioni devono essere eseguite solo su terreno asciutto o ‘in tempera’.

Nell’esecuzione degli sterri e riporti di terreno per il raggiungimento delle quote di progetto, si dovrà tener conto dei cali dovuti all’assestamento del terreno.

8.2.3.5 Concimazione di fondo

Dopo aver effettuato le lavorazioni preliminari sull’area oggetto di impianto si dovrà distribuire sul terreno superficiale, per la successiva incorporazione, tutte le sostanze necessarie ad ottenere la correzione, l’ammendamento e la concimazione di fondo. L’uso di compost, fertilizzanti o qualsiasi altra tipologia di ammendanti del terreno dovrà essere giustificato dai risultati ottenuti dai test effettuati sul terreno. Vista le condizioni pedologiche presenti, sono da preferire ammendati e concimi di origine organica che apportino sostanza organica al terreno.

8.2.3.6 Tracciamento aree e posti albero

Prima della messa a dimora di alberi e arbusti, si predisporranno le operazioni di picchettazione della posizione di messa a dimora di alberi ed arbusti, con associazione degli esemplari ai picchetti.

Ogni picchetto dovrà essere numerato ed essere riferito a punti inamovibili per poterne ricostruire la posizione in caso di danneggiamento o manomissione.

8.3 OPERAZIONI DI MESSA A DIMORA

8.3.1 SCAVO DELLA BUCA

Per la messa a dimora degli arbusti è prevista la formazione di una buca di ampiezza almeno doppia rispetto a quella della zolla. È necessaria la rimozione di ogni parte del contenitore, anche se definito biodegradabile. Nella messa a dimora di piante con zolla il materiale che avvolge la zolla stessa deve essere completamente rimosso o quantomeno aperto sulla parte superiore. Se la parte esterna della zolla è troppo densa di radici bisogna effettuare diversi tagli verticali per evitare lo sviluppo di radici strozzanti e per consentire all'acqua di penetrare anche all'interno della zolla. Le piante non dovranno presentare radici allo scoperto né risultare interrato oltre il livello del colletto, una volta assestatosi il terreno: la sommità del pane di terra non dovrà mai trovarsi al di sotto del livello finale del terreno, pena l'insorgenza di fenomeni di marciume del colletto. La superficie della zolla deve essere bene incorporata nel terreno circostante. Le piante in contenitore dovranno essere necessariamente innaffiate prima della messa a dimora.

Le piante dovranno essere collocate ed orientate in modo da ottenere il miglior risultato estetico e tecnico in relazione agli scopi della sistemazione. Va evitata la posa compost, concime o terricci organici nella parte inferiore della buca, direttamente a contatto con le radici.

Le buche per alberi aventi circonferenza del tronco inferiore o superiore ai 25 cm di diametro posti a dimora in aree verdi (ad arbusti o praterie) avranno, rispettivamente, le seguenti dimensioni:

- alberi: cm 60 x 60 x 60 h
- arbusti: cm 40 x 40 x 40 h

La potatura delle parti fuori terra è da effettuare conformemente alla specie ed alla dimensione delle piante ed alle condizioni del sito. Le piante con zolla od in contenitore di regola non si potano, eventualmente si effettua un taglio di sfoltimento delle porzioni deboli o danneggiate che vanno eliminate con taglio netto. Le ferite superiori a 3/4 cm negli arbusti legnosi di maggiore sviluppo vanno trattate con sostanze cicatrizzanti. A impianto ultimato si livella e si provvede alla definitiva sistemazione del terreno. Sono da rimuovere i ciottoli e i rifiuti vari sopra i 5 cm di diametro, le parti di piante difficilmente degradabili e le infestanti perennanti. Dopo l'impianto va effettuata una prima bagnatura con almeno 20 litri per pianta. In seguito si dovrà innaffiare ogni pianta con un quantitativo d'acqua da 1 a 3 litri/giorno per le prime tre/quattro settimane dall'impianto, a meno che l'andamento climatico decorra piovoso; successivamente gli interventi si diradano in funzione dell'andamento atmosferico.

8.3.2 MESSA A DIMORA DI ALBERI

Piante in zolla: l'imballo della zolla, anche se costituito da materiale biodegradabile, dovrà essere per quanto possibile rimosso; il punto di legatura della rete metallica in alcun modo dovrà trovarsi a breve distanza dal tronco; se così fosse, esso dovrà essere in quel punto tagliato, a posa della zolla avvenuta, in modo tale che non possa creare danni al colletto. L'imballo in juta dovrà essere senz'altro distaccato dalla zolla nella parte sommitale e per almeno un terzo dell'altezza della zolla stessa, dopo aver riempito la buca parzialmente. Allora, tutta la tela intorno al colletto ed un terzo del cesto di rete metallica possono essere rimossi dalla zolla. La tela da imballaggio va tagliata via e non ripiegata dentro la buca di impianto. In funzione delle caratteristiche della zolla gli imballi potranno anche essere rimossi parzialmente per evitare il rischio di perdita dell'integrità della stessa. Se la zolla è eccezionalmente

robusta e le radici fini ben compenstrate, tutto l'imballo (anche la rete metallica) potrà essere rimosso prima di effettuare il riempimento della buca.

Piante in contenitore: Rimuovere ogni parte del contenitore, anche se definito biodegradabile. Nel piantare un grande albero, o se un albero non è sufficientemente franco di vaso, è preferibile tagliare via la parte inferiore del contenitore ed in seguito posare l'albero nella buca e rimuovere il resto del contenitore. Se la parte esterna della zolla è troppo densa di radici bisogna effettuare diversi tagli verticali per evitare lo sviluppo di radici strozzanti e per consentire all'acqua di penetrare anche all'interno della zolla, dove si trovano le radici principali.

8.3.3 ANCORAGGIO DEGLI ALBERI

Le piante ad alto fusto o a fusto ramificato vanno ancorate in modo stabile. L'ancoraggio delle piante avviene mediante pali tutori, strutture di sostegno (incastellature) realizzate con pali di pino nordico 5 cm, composte da 2/3 pali verticali altezza 2,50 m e trasverso superiore. L'impiego di una tecnica piuttosto che l'altra è in funzione della specie, delle dimensioni delle piante e delle condizioni operative. E' previsto l'impiego di tre pali tutori collegati da smezzola.

I tutori dovranno essere di legno duro, diritti, scortecciati, torniti, appuntiti dalla parte della estremità di maggiore diametro, impregnati in autoclave. I pali tutori devono durare almeno due periodi vegetativi. Devono essere impregnati con sostanze che li preservino dagli attacchi fungini e dagli insetti del legno.

Legature, juta in nastri o fasce di almeno 10 cm. di larghezza, corde di paglia devono avere una durata in condizioni di umidità di almeno due periodi vegetativi, mantenere l'elasticità per lungo tempo senza però essere facilmente estensibili ed essere sistemate in modo da non procurare ferite alla corteccia. Le legature dovranno rendere solidali le piante ai pali di sostegno e agli ancoraggi, pur consentendone l'eventuale assestamento; al fine di non provocare strozzature al tronco, dovranno essere realizzate per mezzo di fibra o fettuccia di canapa, mai filo di ferro o altro materiale inestensibile. Per evitare danni alla corteccia, potrà essere necessario interporre, fra tutore e tronco, un cuscinetto antifrizione di adatto materiale. Il legaccio va controllato periodicamente e rimosso almeno una volta all'anno rifacendo la legatura in posizione diversa dal precedente punto di contatto con la pianta. Prima del riempimento definitivo delle buche, il palo deve essere infisso sul fondo della buca in terreno non lavorato per una profondità idonea. I pali devono essere infissi nel terreno esternamente alla zolla: in nessun caso la posa del palo tutore deve danneggiare la zolla o l'apparato radicale. Prima di provvedere all'ancoraggio definitivo delle piante sarà necessario accertarsi che il terreno di riempimento delle buche risulti debitamente assestato per evitare che le piante risultino sospese alle armature in legno e si formino cavità al di sotto degli apparati radicali. La legatura deve mantenere in posto i tutori senza danneggiare la corteccia né ostacolare l'accrescimento diametrico della pianta; i legacci devono permettere alle piante di seguire l'assestamento del terreno pur conservando l'assoluta resistenza alle sollecitazioni.

8.3.4 POTATURA ALL'ATTO DEL TRAPIANTO

Le piante fornite in zolla o in contenitore di regola non si potano. La maggior parte degli alberi sviluppa naturalmente una chioma dalla forma caratteristica e dalle branche ben spaziate perciò la potatura di allevamento si potrebbe ridurre ad una leggera potatura di correzione. Se nella fase di allevamento si è intervenuti con minimi interventi cesori la potatura di formazione può richiedere la sola correzione di evidenti difetti strutturali e la rimozione di branche male inserite, mal disposte o troppo vigorose, oppure danneggiate; spesso, però, è necessario intervenire per rimediare a errate tecniche di allevamento in vivaio per mezzo di interventi più sostanziali che mirano a ricostituire la chioma della

giovane pianta secondo il modello di crescita proprio della specie. Le potature di formazione eseguite sui giovani soggetti da mettere a dimora hanno lo scopo di conferire alla pianta la forma voluta, regolando lo sviluppo e l'equilibrio della chioma ed eliminare i difetti strutturali che potranno diventare, a maturità, punti di debolezza strutturale. La potatura di formazione comprende anche l'eliminazione di eventuali polloni basali e dei ricacci presenti sul fusto al di sotto del palco principale. Le parti danneggiate devono essere eliminate con un taglio netto. Le ferite con sezione superiore ai 2 cm. devono essere trattate con sostanze disinfettanti e con cicatrizzanti.

8.3.5 MESSA A DIMORA DI ARBUSTI

Per la messa a dimora degli arbusti è prevista la formazione di una buca di ampiezza almeno doppia rispetto a quella della zolla. Rimuovere ogni parte del contenitore, anche se definito biodegradabile. Nella messa a dimora di piante con zolla il materiale che avvolge la zolla stessa deve essere completamente rimosso o quantomeno aperto sulla parte superiore. Se la parte esterna della zolla è troppo densa di radici bisogna effettuare diversi tagli verticali per evitare lo sviluppo di radici strozzanti e per consentire all'acqua di penetrare anche all'interno della zolla. Le piante non dovranno presentare radici allo scoperto né risultare, una volta assestatosi il terreno, interrate oltre il livello del colletto: la sommità del pane di terra non dovrà mai trovarsi al di sotto del livello finale del terreno, pena l'insorgenza di fenomeni di marciume del colletto. La superficie della zolla deve essere bene incorporata nel terreno circostante. Le piante in contenitore dovranno essere necessariamente innaffiate prima della messa a dimora.

Le piante dovranno essere collocate ed orientate in modo da ottenere il miglior risultato estetico e tecnico in relazione agli scopi della sistemazione. Non mettere compost, concime o terricci organici nella parte inferiore della buca. La potatura delle parti fuori terra è da effettuare conformemente alla specie ed alla dimensione delle piante ed alle condizioni del sito. Le piante con zolla od in contenitore di regola non si potano, eventualmente si effettua un taglio di sfoltimento delle porzioni deboli o danneggiate che vanno eliminate con taglio netto. Le ferite superiori a 3/4 cm. negli arbusti legnosi di maggiore sviluppo vanno trattate con sostanze cicatrizzanti. A impianto ultimato si livella e si provvede alla definitiva sistemazione del terreno. I ciottoli e i rifiuti vari sopra i 5 cm. di diametro, le parti di piante difficilmente degradabili e le infestanti perennanti sono da rimuovere. Dopo l'impianto va effettuata una prima bagnatura con almeno 20 litri per pianta. In seguito si dovrà innaffiare ogni pianta con un quantitativo d'acqua da 1 a 3 litri/giorno per le prime tre/quattro settimane dall'impianto, a meno che l'andamento climatico decorra piovoso; successivamente gli interventi si diradano in funzione dell'andamento atmosferico.

8.4 PIANO DI MANUTENZIONE E MONITORAGGIO DELLE OPERE A VERDE

8.4.1 PRESUPPOSTI DI QUALITÀ NELLA REALIZZAZIONE DELLE OPERE A VERDE

Sulle aree sulle quali è previsto l'impianto vegetale, dopo gli interventi di installazione dei pannelli fotovoltaici, verrà effettuato l'impianto delle specie arbustive scelte per la formazione di opere di mitigazione a verde.

Prima dell'inizio dei lavori delle opere a verde, la DD.LL fornirà alla ditta esecutrice le specifiche di dettaglio e le procedure di qualità che intende seguire durante le fasi di apprestamento del cantiere, le fasi di reperimento del materiale e tutte le fasi operative.

I lavori a verde saranno supervisionati da un Dottore Agronomo esperto in materia che si interfacerà con la direzione lavori del cantiere al fine di meglio organizzare e gestire tutte le operazioni di realizzazione dell'impianto a verde.

I lavori a verde saranno condotti con personale di provata capacità. I lavori sugli arbusti (impianto, potatura, ancoraggio) dovranno essere effettuati da personale di provata qualificazione.

Di seguito si descrivono gli interventi da attuarsi per i primi 5 anni del post-impianto che risultano fondamentali per la riuscita degli impianti vegetali:

1° anno

Verrà realizzata la piantumazione delle specie arbustive sulle aree oggetto di intervento:

Eventuali interventi:

- sfalci periodici finalizzati alla eliminazione delle infestanti e a favorire lo sviluppo delle arbustive di impianto;
- eventuali irrigazioni di soccorso;
- sostituzione delle fallanze;
- eradicazione ed eliminazione delle specie invasive ed esotiche;

2° anno:

Nell'anno successivo verrà seguito l'evolversi della situazione; al rinverdimento artificiale si affiancherà contemporaneamente una ricolonizzazione naturale delle specie pioniere locali. Col tempo la copertura vegetale evolverà verso una forma capace di autosostenersi.

- sfalci finalizzati alla eliminazione delle infestanti e a favorire lo sviluppo delle arbustive;
- eventuali irrigazioni di soccorso;
- sostituzione delle fallanze;
- eradicazione ed eliminazione delle specie legnose esotiche;

3° Anno

- sfalci periodici (secondo necessità);
- eventuali irrigazioni di soccorso (secondo necessità);
- eradicazione ed eliminazione delle specie legnose esotiche;
- interventi di potatura di irrobustimento (se necessari);

4°-5° anno:

- eventuali sfalci periodici;
- interventi di potatura di irrobustimento (se necessari);
- eventuali irrigazioni di soccorso (secondo necessità);

Anni successivi (sino alla fase di dismissione dell'impianto):

Negli anni successivi, una volta consolidato l'impianto vegetale questo verrà lasciato evolversi secondo una serie naturale arrivando in breve tempo a costituire un ecosistema in grado di autosostenersi e di garantire le funzioni di incremento della biodiversità locale e di mitigazione dell'impatto visivo. Annualmente verranno eseguiti interventi di manutenzione ordinaria quali potature, sfalci e controllo delle specie infestanti, tutti interventi che rientrano nella manutenzione ordinaria dell'impianto.

8.4.2 MANUTENZIONE E MONITORAGGIO DEGLI INTERVENTI DI PIANTUMAZIONE

Nei primi anni dopo l'impianto, fino a quando il nuovo impianto vegetale non si sarà consolidato ed evolvere in modo spontaneo verso forme più complesse, bisogna effettuare una corretta manutenzione delle componenti arboree e arbustive del progetto.

Le principali operazioni da eseguire sono:

1. **Irrigazioni:** Per quanto si impieghino specie vegetali degli ecotipi locali e quindi adattate a resistere alle avversità atmosferiche e a lunghi periodi di siccità, nei primi anni dopo l’impianto, soprattutto nelle stazioni più critiche, le piante messe a dimora possono richiedere irrigazioni di soccorso.
2. **Concimazione:** La vegetazione di nuovo impianto; la concimazione con cornunghia media ha lo scopo di arricchire il terreno delle sostanze fertilizzanti necessarie per l’attecchimento delle piante che costituisce la fase più critica del loro sviluppo. Per le concimazioni si deve avere l'avvertenza di non eccedere nei dosaggi e nelle frequenze di distribuzione, in quanto potrebbero produrre effetti indesiderati, come uno sviluppo radicale superficiale che renderebbe le piante più sensibili agli stress idrici e poco adatte ad assolvere alle funzioni per cui sono state impiegate. Questi particolari interventi colturali si rendono sovente necessari negli stadi iniziali e soprattutto nelle situazioni stazionali più sfavorevoli.
3. **Lavorazione del terreno e pacciamatura:** I nuovi impianti di arbusti devono essere sottoposti a sarchiature periodiche per ridurre la competizione con le specie erbacee più invadenti e resistenti. In alcuni casi, anche come provvedimento di rivestimento del terreno e ridurre i fenomeni di ruscellamento delle acque superficiali, può essere utile la pacciamatura con materiale organico.
4. **Sistemazione dei danni causati da erosione:** si deve procedere nel più breve tempo possibile alla sistemazione dei danni causati da erosione (controllo delle sistemazioni idraulico-agrarie e regimazione delle acque superficiali, ecc.).
5. **Sostituzione delle piante morte e rinnovo delle fallanze:** le piante morte devono essere sostituite con altre identiche; queste operazioni devono essere eseguite in modo tempestivo dall'accertamento del mancato attecchimento per evitare l’innesco di fenomeni erosivi localizzati e danni alle opere realizzate.
6. **Potature, tagli selettivi e ceduzione:** le potature di formazione, di rimonda e i tagli selettivi devono essere effettuati in funzione degli obiettivi prefissati dal progetto e comunque nel rispetto delle caratteristiche strutturali delle singole specie.
7. **Controllo dei parassiti e delle fitopatie in genere:** per quanto si impieghino specie vegetali locali di provata resistenza agli attacchi di malattie e di parassiti, è comunque sempre opportuno controllare la comparsa di possibili manifestazioni patologiche provvedendo alla tempestiva eliminazione dei fenomeni per evitare o limitare la diffusione. In caso di accertato attacco si dovrebbe provvedere alla sostituzione delle componenti vegetali danneggiate.

Il periodo idoneo alle operazioni di manutenzione è variabile: in generale, durante il periodo vegetativo (autunno-inverno) si effettuano potature, risarcimenti, mentre le irrigazioni ed i diradamenti si effettuano nel periodo estivo.



Figura 8.6- Schema esemplificativo manutenzioni annuali

| CRONOPROGRAMMA MONITORAGGIO E MANUTENZIONE DELLE OPERE A VERDE PRIMI 5 ANNI | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
| Anni 1 - 5 | Gen. | Feb. | Mar. | Apr. | Mag. | Giu. | Lug. | Ago. | Sett. | Ott. | Nov. | Dic. |
| MONITORAGGIO | | | | | | | | | | | | |
| Controllo sviluppo specie infestanti ed esotiche | | | | | X | X | X | | | | | |
| Verifica attecchimento | | | X | X | X | X | X | X | X | | X | |
| INTERVENTI DI RIPRISTINO | | | | | | | | | | | | |
| Sostituzione di fallanze | | | X | | | | | | | | | |
| Irrigazione di soccorso ordinaria oppure straordinaria | | | | | | | X | X | | | | |
| Manutenzione delle conche al piede delle piante | | | X | | | | | | | | | |
| Ripristino della verticalità o messa in opera di pali tutori | | | X | | | | | | | | | |
| Potatura delle piante arbustive per fini fitosanitari o per il conferimento di particolari forme di allevamento delle piante | | | X | | | | | | | | | |
| Contenimento della vegetazione infestante | | | X | | | | | | | X | | |
| Controllo e sistemazione dei danni prodotti dall'erosione | | | X | | | | | | | | | |

8.5 GESTIONE DEL POST-IMPIANTO

Le opere di mitigazione a verde verranno mantenute, salvo quelle che possono interferire con le colture future.

Al termine della dismissione dell'impianto sarà quindi assicurato il totale ripristino del suolo agrario originario, previa pulizia e smaltimento di eventuali materiali residui, quali spezzoni o frammenti metallici, frammenti di cemento, etc.

I terreni interessati dall'impianto potranno quindi continuare ad essere coltivati seguendo le rotazioni e gli avvicendamenti tipici del contesto circostante.

8.5.1 RIPRISTINO DELLA STRUTTURA DEI TERRENI

Durante la vita dell'impianto il piano agronomico attuato avrà garantito la continuità dell'attività agricola negli interfilari dei pannelli secondo buone pratiche agricole di rotazione colturale fra specie nettarifere e foraggiere.

Nelle aree interne al campo non coltivabili situate al di sotto della proiezione dei pannelli in prossimità delle strutture di sostegno, la gestione consisterà nella semplice rimozione periodica dell'erba tramite sfalcio.

Inoltre, le strutture di sostegno dei pannelli fotovoltaici saranno semplicemente infisse nel terreno mediante battitura dei pali montanti, o in al più tramite avvvitamento. Non saranno quindi realizzate fondazioni in cemento o altri materiali. Si minimizza in questo modo notevolmente l'impatto sul suolo.

Per la gestione ordinaria, non si prevede ricorso a erbicidi di sintesi e a quantità rilevanti di mezzi tecnici, pertanto non dovrebbero verificarsi particolari alterazioni alle caratteristiche chimiche del suolo.

In fase di cantiere sia in costruzione che in dismissione sarà riposta la massima attenzione nell'evitare di disperdere o sversare rifiuti potenzialmente dannosi.

Al termine delle operazioni di dismissione delle strutture dell'impianto, saranno eseguite analisi chimico-fisiche di laboratorio su campioni di terreno in quantità sufficiente ad avere un quadro rappresentativo dell'intera area in maniera tale da escludere la presenza di inquinanti e avere la possibilità di programmare interventi di arricchimento attraverso distribuzione di ammendanti e/o concimi. Le analisi dovranno essere effettuate con adeguata frequenza di almeno una per ogni 3 ha di terreno con caratteristiche pedologiche omogenee.

Va infine considerato che le operazioni di dismissione, comportando un passaggio ingente di mezzi sul terreno verosimilmente anche in periodi non ottimali (con terreno non in tempera), possono generare un peggioramento generale della struttura e causare fenomeni di compattamento localizzato. A tal proposito prima del ripristino delle attività agricole andrà eseguita, contestualmente alla distribuzione di concimi e ammendanti possibilmente di natura organica, una lavorazione profonda del terreno (50-60 cm) (discissura), seguita da una lavorazione superficiale del terreno (epicatura) per l'interramento dei concimi e la preparazione del terreno.

8.5.2 RIPRISTINO DELLE COLTIVAZIONI

L'area di progetto si trova in una zona dalla forte vocazione agricola. Il paesaggio risulta dominato dalla presenza di appezzamenti attivamente coltivati.

Allo stato attuale l'intera superficie destinata a ospitare l'impianto è impiegata a seminativo con la pratica dei classici avvicendamenti che prevedono la successione di colture cerealicole, foraggere e leguminose da granella. Anche nelle immediate vicinanze l'uso principale riscontrato è quello di seminativi.

Allo stato attuale è pertanto ipotizzabile, valutando le caratteristiche pedoclimatiche e la vocazione agricola del contesto circostante, che a seguito del ripristino, l'area sarà destinata nuovamente alla coltivazione di cerealicole, oleaginose e foraggere.

In ogni caso, le operazioni descritte precedentemente sono in grado di restituire il terreno in condizioni ottimali per il proseguimento di qualsiasi attività agricola.

Sarebbe inoltre buona norma, a prescindere dall'ordinamento colturale prescelto, destinare i terreni nei primi cicli di coltivazione a colture miglioratrici (leguminose) applicando la pratica del sovescio.

Una buona soluzione potrebbe consistere nella realizzazione di una leguminosa annuale (favino) per la quale eseguire un sovescio (1° anno) successivamente eseguire la semina di un prato di medica mantenuto per 2-3 anni. La coltivazione della medica oltre a garantire una buona produzione di foraggio, è in grado di apportare notevoli benefici sulla struttura del terreno, alla dotazione in sostanza organica, oltre a possedere un forte potere rinettante sulle infestanti.