

REGIONE PIEMONTE



COMUNE DI POZZOLO FORMIGARO



COMUNE DI BOSCO MARENGO



PROVINCIA DI ALESSANDRIA

Oggetto:

**Impianto “Agrovoltaico Cascina Luna”
con potenza di picco pari a 30,88 MWp – sistema di accumulo integrato da 15 MW
Comune di Pozzolo Formigaro (AL)**

Committente:

LUNA SOLAR s.r.l.
via sant’Orsola n°3
20123 Milano



Progettazione:

SF STUDIO FERRERA ARCHITETTI

Corso Aurelio Saffi n° 15/1A - Genova
www.studioferrera.com

info@studioferrera.com
stefano.ferrera@archiworldpec.it

Studio AGROAMBIENTE

Dott. Agronomo Delio Barbieri
Via Pedenovi 20 –Tortona (AL)
agroambiente@tor.it
d.barbieri@epap.conafpec.it

Arch. Stefano Ferrera

Arch. Strada - Arch. Bianconcini - Arch. Profumo - Arch. Riola - Arch. Costagiu – Arch. Minuto – Arch. Spalla

Progettisti Esterni:

Ing. Federico Micheli – Progettazione e coordinamento
Dott. Delio Barbieri – Agronomia, botanica, faunistica
Ing. Michele Pigiariu – Progettazione Elettrica
CERVI E ASSOCIATI S.R.L. – Acustica
Ing. Alberto Laudadio – Intervisibilità
Ing. Massimiliano Poggini – Calcoli Strutturali
Dott.ssa Valentina Brodasca – Archeologia
Dott. Geol. Luca Sivori – Geologia



NOME ELABORATO:

RELAZIONE AGRONOMICA SULL’USO DEL SUOLO

| REDATTO | CONTROLLATO | AUTORIZZATO | TIPOLOGIA | FASE PROGETTUALE | DATA | REV | CODICE ELABORATO |
|---------|-------------|-------------|-----------------------|------------------|-------------|-----|------------------|
| DB | FM | SF | IMPIANTO AGROVOLTAICO | DEFINITIVO | GIUGNO 2024 | 0 | CL-REL08 |
| | | | | | | | |

RESPONSABILE COORDINAMENTO PROGETTO:
ARCH. STEFANO FERRERA



Firma e timbro

COMMITTENTE:

Firma e timbro

SOMMARIO

| | |
|--|-----------|
| 1. PREMESSA | 4 |
| 2. ASPETTI GENERALI DEI SISTEMI AGRIVOLTAICI | 4 |
| 3. TIPOLOGIA DI IMPIANTO | 8 |
| 4. IPOTESI COLTURALE E ROTAZIONE | 12 |
| 5. RISPETTO DEI PARAMETRI DELLE LINEE GUIDA DEL MASE | 21 |
| 5.1. Requisiti A - L'impianto rientra nella definizione di "agrivoltaico" | 21 |
| 5.2. Requisiti B – Garanzia di produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli ... | 22 |
| 5.3. Requisito C – Soluzioni innovative con moduli elevati da terra | 25 |
| 5.4. Requisito D – Sistema di monitoraggio | 26 |
| 5.5. Requisito E – Sistema di monitoraggio avanzato | 27 |
| 6. SOSTENIBILITÀ ECONOMICA DELL'ATTIVITÀ AGRICOLA INTEGRATA | 29 |
| 7. TIPOLOGIA E CARATTERISTICHE DELLA FASCIA VEGETATA | 30 |
| 8.1. Fascia perimetrale a ridosso della recinzione | 31 |
| 8.2. Fascia perimetrale esterna con funzione di diversificazione ambientale..... | 32 |
| 9. IMPIANTO E GESTIONE DELLA FASCIA VERDE | 42 |
| 9.1. Inerbimento del terreno | 42 |
| 9.2. Fascia verde di mitigazione | 43 |
| 9.3. Cronoprogramma del piano di manutenzione per i primi 5 anni di vita | 44 |
| 9.4. Ripristino agronomico dell'area | 45 |
| 10. POTENZIALITÀ INTEGRATIVA DI ALLEVAMENTO APISTICO | 46 |
| 10.1. Premessa | 46 |
| 10.2. La funzione ecologica delle api nell'ecosistema..... | 46 |
| 10.3. Apis mellifera quale bioindicatore biologico e ambientale | 47 |
| 10.4. Il biomonitoraggio | 48 |
| 10.5. Le postazioni apistiche | 49 |
| 10.6. Le essenze erbacee ed arbustive a vocazione mellifera..... | 50 |
| 10.7. Monitoraggio agro-ambientale tramite sistemi iot agritech 4.0 | 50 |

INDICE DELLE TABELLE

| | |
|--|-----------|
| <i>Tabella 1: Riepilogo dei dati dell'impianto secondo le norme CEI_PAS 82-03-2312</i> | <i>11</i> |
| <i>Tabella 2: Elenco delle colture praticate in zona</i> | <i>13</i> |
| <i>Tabella 3: Schema di ciclo colturale ripartito su un ciclo di 4 anni.....</i> | <i>19</i> |
| <i>Tabella 4: Ripartizione delle colture - Annualità 2019 -2023</i> | <i>23</i> |
| <i>Tabella 5: Determinazione del valore della produzione agricola media annua futura</i> | <i>24</i> |
| <i>Tabella 6: Attività apistiche in Regione Piemonte – Dati Aspromiele</i> | <i>47</i> |

INDICE DELLE FIGURE

| | |
|--|-----------|
| <i>Figura 1: Schema della tipologia di impianto dei moduli fotovoltaici a inseguitori monoassiali.....</i> | <i>9</i> |
| <i>Figura 2: Schema della tipologia d'impianto con ripartizione dell'area coltivata</i> | <i>10</i> |
| <i>Figura 3: Schema di rotazione colturale triennale</i> | <i>15</i> |
| <i>Figura 4: Schema di impiego di mezzi portati lateralmente dalla motrice</i> | <i>16</i> |
| <i>Figura 5: Schema di impiego di mietitrebbiatrice per la raccolta di cereali</i> | <i>17</i> |
| <i>Figura 6: Schema di piantumazione della fascia di mitigazione – Scala 1:100.....</i> | <i>40</i> |
| <i>Figura 7: Sezione della fascia di mitigazione – Scala 1:100</i> | <i>41</i> |
| <i>Figura 8: Apis mellifera ligustica Spinola.....</i> | <i>48</i> |

1. PREMESSA

La stesura della relazione è avvenuta a seguito dell'incarico ricevuto dallo Studio Architetto Ferrera con sede in Genova (GE) 16128, Corso Aurelio Saffi n° 15/1A e costituisce uno degli elaborati del progetto definitivo da presentarsi da parte del Committente in allegato all'istanza di Autorizzazione Unica relativa al progetto per la realizzazione di un Impianto agrivoltaico, costituito da un solo corpo collocato su terreni a uso agricolo sito nel territorio del comune di Pozzolo Formigaro (AL), a lato della SP 35bis dei Giovi.

Nello specifico, trattandosi di area classificata dal vigente PRGC come avente destinazione d'uso agricola, la suddetta relazione deve consentire di verificare la sussistenza o meno di situazioni di inidoneità o di attenzione relativamente a quanto indicato dalla normativa regionale in merito all'individuazione delle aree e dei siti per l'installazione di impianti alimentati da fonti di energia rinnovabile in attuazione del DM 10 settembre 2010 e della DGR 31 luglio 2023 n° 7356.

A tal fine le relazioni agronomiche sullo stato prima e dopo l'impianto dovranno contenere una serie di verifiche sullo stato attuale e dei precedenti 5 anni, oltre che sulle ipotesi progettuali, e precisamente:

- 1) Verifica della classe di Capacità d'Uso dei Suoli interessati dalla realizzazione dell'impianto con descrizione delle caratteristiche pedologiche del suolo;
- 2) Verifica della presenza di impianti irrigui a basso consumo idrico realizzati con finanziamento pubblico;
- 3) Verifica del fatto che i terreni rientrino o meno nell'area geografica di produzione di prodotti D.O.C., D.O.C.G., D.O.P., I.G.P., P.A.T.;
- 4) Elenco dei tipi di coltura effettuati nei 5 anni precedenti e quelle eventualmente già in atto, con particolare riferimento a prodotti D.O.C., D.O.C.G., D.O.P., I.G.P., P.A.T.;
- 5) Elenco dei tipi di coltura presenti nell'intorno delle particelle sulle quali si prevede di realizzare l'impianto;
- 6) Calcolo della copertura dell'impianto fotovoltaico rispetto alla superficie agricola interessata dall'intervento.
- 7) Indicazione della superficie complessiva occupata dall'impianto e dalle strutture a esso connesse e specificando la quota di superficie del suolo impermeabilizzata;
- 8) Rispetto del principio di continuità in termini di produzione agricola a impianto realizzato;
- 9) Rispetto dei parametri previsti per l'agrivoltaico dalle Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici emanate dal MASE.

Nella presente relazione, saranno analizzati e descritti in dettaglio i punti 6) – 7) – 8) – 9), avendo già sviluppato i precedenti nella "Relazione descrittiva e del contesto agronomico".

In base ai sopralluoghi del mese di Gennaio-Febbraio 2024, la relazione è stata redatta dal Dott. agronomo Delio Barbieri iscritto all'Ordine dei Dottori Agronomi e Forestali della Provincia di Alessandria al n° 101, con studio in Tortona (AL) via Pedenovi 11, p.IVA 01319730063 e Cod. Fisc. BRBDLE57L11L304.

2. ASPETTI GENERALI DEI SISTEMI AGRIVOLTAICI

La consociazione sugli stessi terreni di diverse funzioni produttive, che in passato proprio in queste aree del Piemonte era praticata con la coesistenza di regolari filati di gelsi le cui foglie servivano ad alimentare il settore della bachicoltura per la produzione industriale di seta e le normali colture a seminativo in rotazione, presenta un'analogia concettuale tra la produzione contemporanea sugli stessi terreni di energia da fonte

solare e di derrate agricole,

Tale consociazione rappresenta un filone di ricerca e d'indirizzo a livello internazionale per ottenere un'equilibrata e utile sinergia tra gli interessi economici ed ambientali che sono oggi al centro degli obiettivi della transizione energetica e la valorizzazione ambientale finalizzata al miglioramento delle condizioni ecologiche del sistema "Terra".

L'aspetto che differenzia i nuovi impianti, di tipo "agrivoltaico", "agrovoltaico" o "agri-fotovoltaico", dalla vecchia tipologia d'impianti, generalmente fissi a terra o ad inseguimento solare ma sempre molto fitti che hanno caratterizzato l'impiantistica del fotovoltaico su terreni agricoli a inizio secolo sulla spinta degli incentivi pubblici, è quello di ridurre al minimo, se non annullare, il consumo di suolo.

La tipologia d'impianto nel campo dell'agrivoltaico, infatti, riduce a bassi livelli la percentuale di suolo che rimane improduttiva, consentendo un utilizzo agricolo dello stesso anche in presenza degli impianti per la produzione di energia solare.

Si deve sottolineare inoltre che, in termini di efficienza energetica, la fotosintesi vegetale è un processo a bassissima livello di conversione energetica della luce solare con un rendimento che si avvicina solo al 3%, a fronte di un rendimento elettrico del processo fotovoltaico che supera ormai ampiamente la soglia del 25%, rendendo l'utilizzo fotovoltaico termodinamicamente vantaggioso in termini di conversione energetica rispetto alle normali coltivazioni agricole con le quali deve però integrarsi.

Tale aspetto, se adeguatamente inserito in un contesto agricolo senza la perdita di valenze paesaggistiche di pregio o la compromissione di risorse agricole di particolare qualità e pregio, consegnerebbe al settore agricolo anche il ruolo di produttore energetico, con l'assunzione di un'importante funzione nel processo di transizione energetica solare e con un consistente miglioramento della prestazione economica dell'agricoltura in funzione del ruolo di presidio produttivo territoriale.

L'utilizzo previsto di impiantistica con strutture di supporto fisse monopiede o ad inseguitori, con pali di acciaio rivestito da trattamento anti-corrosione direttamente infissi nel terreno, tarata opportunamente nelle altezze dal suolo dei pannelli e nella distanze tra le file di strutture portanti, limita per grande parte la porzione di suolo impermeabilizzata che si è stimata ad un livello inferiore all'1% della superficie agricola nella relazione agronomica generale.

Con tali tipologie d'impianto, viene inoltre contenuta la riduzione dell'attività organica nel suolo, grazie alla limitata ombreggiatura dello stesso per l'ingombro dei pannelli e grazie alla capacità di traslocare umidità nel topsoil in senso trasversale per capillarità.

L'effetto della copertura del suolo, inteso come superficie dei pannelli che intercetta la luce solare quando questi si trovano disposti in posizione parallela al suolo, è dell'ordine massimo del 40% della superficie agricola, ma tale valore non implica che tale quota di suolo non possa essere ugualmente adibita a usi agricoli, sia per la continua rotazione dell'inseguitore, sia per la già citata altezza dal suolo.

Ne deriva che viene completamente eliminato il principale fattore limitante degli impianti fissi di vecchia impostazione appoggiati al suolo, che non consentivano di fatto la coltivazione e nemmeno, nella maggior parte dei casi, la lavorazione del suolo anche solo ai fini del mantenimento della sua fertilità, senza realizzare opere che siano di difficile reversibilità per la presenza di fondazioni in cemento o di altre alterazioni del suolo di difficile rimozione a fine vita dell'impianto.

Inoltre, nella prospettiva non certo remota di un cambiamento in senso limitativo dei programmi agricoli finanziati con la PAC, la redditività dei suoli agricoli con l'aggiunta dei flussi economici derivanti dall'agrivoltaico, consentirebbero il mantenimento della redditività economica delle aziende agricole, con tutti gli ovvi benefici legati anche alla manutenzione e conservazione dei contesti agricoli, ormai in difficoltà per molte tipologie di produzione.

Sempre in tema di futuri scenari legati alla PAC, nei sistemi agrovoltaiici la porzione di area immediatamente sottostante alle strutture portanti dei pannelli, che a causa dell'eccessivo rischio di interazioni per l'uso di macchinari con possibili danneggiamenti non è coltivabile con colture in rotazione, può essere destinata a prati permanenti naturali non oggetto di raccolta, svolgendo quell'importante funzione di assolvimento agli obblighi di "greening" per il mantenimento a lungo termine di aree a infrastrutture verdi, anche in caso di cessazione dell'aiuto comunitario oggi disponibile.

In tale ottica, l'impostazione di un agroecosistema specifico per la sottile striscia posta al di sotto della fila dei pannelli, garantirebbe la quota di infrastrutture verdi non inserite nelle normali rotazioni agrarie, anche in assenza futura dei contributi oggi disponibili per le fasce tampone, per i prati stabili e per le fasce vegetate arbustive, permettendo, senza costi per la comunità, un'accettabile politica di greening e la presenza di aree a valenza ambientale utili al riequilibrio ecologico degli ambienti agrari.

In sostanza, creando il giusto equilibrio tra le dimensioni degli impianti e la differenziazione dell'investimento vegetale sul suolo, oltre ad aumentare la produzione agricola e l'efficienza dei pannelli solari, si avrebbe anche un sicuro aumento della redditività delle aziende agricole e un minor costo sociale in termini di sovvenzione con denaro pubblico per l'integrazione del reddito al mondo agricolo.

Ovviamente le dinamiche e i benefici sopra indicati, sono variabili in relazione a quelle che sono le condizioni stagionali, climatiche e pedologiche del sito d'impianto, oltre a quelli che sono, o che potrebbero diventare in conseguenza delle scelte di attivare l'agrivoltaico, gli ordinamenti produttivi delle aziende agricole interessate.

Operando in condizioni di clima con forte insolazione o con terreni non particolarmente adatti a mantenere la capacità di campo con le conseguenti problematiche di carenza idrica, situazioni che si verificano nell'area della pianura alessandrina dove si collocano gli impianti oggetto della relazione e già ampiamente documentate nella Relazione Agronomica dello stato attuale, le dinamiche agronomiche delle colture normalmente praticate, possono beneficiare di una serie di vantaggi in presenza delle strutture per l'agrivoltaico che si riassumono di seguito per punti, ipotizzando una gestione senza la disponibilità irrigua:

- 1) Risparmio idrico dovuto alla minore intensità dell'evapotraspirazione a carico delle colture agrarie, grazie alla funzione protettiva dai raggi solari operata dalle file di pannelli fotovoltaici, con maggiore persistenza lungo il ciclo colturale della capacità di campo (umidità disponibile nel suolo);
- 2) Riduzione dell'intensità luminosa al suolo nelle ore centrali della giornata nelle quali le piante riducono l'attività fotosintetica, con aumento della produzione grazie al maggior equilibrio dell'intensità dell'illuminazione durante l'arco del giorno;
- 3) Protezione da eventi meteorologici estremi grazie alla copertura parziale di parte delle colture al suolo, sia in caso di grandinate sia per l'effetto del vento;
- 4) Minore rischio di erosione superficiale del suolo grazie ad una minore perdita di umidità negli strati

superficiali, conseguente all'abbassamento della temperatura del suolo nella sua componente a contatto con l'atmosfera (topsoil);

- 5) Permanenza della fertilità naturale del suolo grazie all'usuale accesso alle piogge, alla luce naturale e ai normali processi di colonizzazione del suolo da parte dei vegetali, con i possibili vantaggi derivati dalla presenza di piante azotofissatrici.
- 6) Riduzione della persistenza dell'impiego di colture tipicamente grandi sfruttatrici del suolo e a grande consumo di fertilizzanti chimici di sintesi, come il mais e il pomodoro da industria, che normalmente stressano le componenti biologiche del suolo,

Nel complesso quindi, si può ragionevolmente osservare che l'applicazione dell'agrivoltaico nelle condizioni stazionali nelle quali, come nel presente caso, si possono verificare i vantaggi sopra elencati, rappresenta un significativo vantaggio in termini di resilienza dell'agricoltura nei confronti dei cambiamenti climatici in corso, che sono orientati ormai chiaramente verso un aumento della condizione di aridità.

Inoltre, come già detto, negli ultimi decenni il settore agricolo sotto la pressione della variabilità dei prezzi dei prodotti, dei costi dei mezzi tecnici e delle politiche agricole comunitarie, ha subito una forte perdita della possibilità di scelta delle colture da inserire negli avvicendamenti colturali.

Oltre a questo, anche l'ampia disponibilità di mezzi tecnici per ogni genere di colture ha determinato la diminuzione delle specie coltivate e la diffusione di poche colture, indipendentemente dalla natura del terreno, per cui il reddito aggiuntivo da fotovoltaico potrebbe consentire all'agricoltore di riconquistare la propria libertà di scelta, così da aumentare la compatibilità naturale delle scelte colturali con il territorio e aumentare la sostenibilità ambientale.

Ciò potrebbe anche essere accompagnato da un ritorno, in alcuni territori, a colture tradizionali ormai quasi del tutto scomparse o, comunque, favorirebbe il ritorno ad una maggiore variabilità produttiva.

L'agrivoltaico, quindi, s'inserisce a pieno titolo nell'ottica di multifunzionalità dei sistemi agricoli, aumentando la possibilità di utilizzare nuovamente e in modo sostenibile una gran parte delle superfici agricole, ormai non più coltivate per la loro bassa redditività o per la raggiunta marginalità economica.

Ciò sarebbe, sicuramente, un vantaggio sia per il maggior reddito generato complessivamente, sia per la riduzione delle problematiche ambientali conseguenti all'abbandono dei terreni.

La diffusione dell'agrivoltaico potrebbe permettere la nascita di sistemi colturali a elevata sostenibilità ambientale ed economica, andando anche ad aumentare il legame tra la produzione agricola e il territorio, con l'aumento della presenza di aree a elevata biodiversità a seguito dell'introduzione di siepi, strisce inerbite con specie spontanee, bande inerbite con specie mellifere o con specie utilizzate dalla fauna selvatica in un contesto che oggi ne è quasi del tutto privo. In termini generali, quindi, i vantaggi derivanti dall'affiancamento del reddito derivante dalla produzione di energia a quello delle produzioni agricole, consentirebbe di avere ulteriori effetti positivi con ricadute in termini di interesse pubblico, che sono:

- Mantenimento delle attività agricole in aree che sono già marginali dal punto di vista della redditività dalla sola risorsa agricola o che rischiano di diventarlo in futuro, con un progressivo abbandono della presenza e del presidio antropico a danno degli equilibri idrogeologici del territorio;
- Sviluppo di agricoltura biologica, con possibile ritorno a colture e varietà in disuso, in quanto i minori redditi spesso associati a queste tipologie di prodotti agricoli per l'abbandono di antiparassitari e

concimi minerali, possono essere compensati dal reddito derivante dalla produzione di energia, mantenendo in attivo la redditività delle imprese;

- Ampliamento delle superfici con funzione ambientale con fasce tampone arbustive, a prato permanente o miste, collocate direttamente sotto la fascia di proiezione al suolo dei pannelli o all'intorno degli impianti anche a scopo di mitigazione, lasciando alla coltivazione agricola il solo spazio tra le file;
- Ampliamento e differenziazione delle superfici con funzione ambientale sulle aree residuali o confiniali degli impianti con fasce arborate, siepi, strisce inerbite con specie spontanee, bande inerbite con specie mellifere o con specie utilizzate dalla fauna selvatica, anche con funzioni di mitigazione sull'impatto paesaggistico degli impianti.

3. TIPOLOGIA DI IMPIANTO

L'Impianto Agrovoltaico prevede la coesistenza sulle stesse superfici dell'attività agricola e di quella per la produzione di energia, con moduli fotovoltaici di nuova generazione disposti su file ordinate con interasse tra le fila di pali di **10,00 m**.

Le file di moduli sono costituite da una sequenza di unità, costituite da struttura di supporto ad inseguimento monoassiale (più sinteticamente "inseguitori"), composte da 30 o da 15 moduli, sostenuti rispettivamente da 5 e 3 sostegni con sezione assimilabile al profilo IPE, profilo ad "I" infissi al suolo senza alcuna opera di fondazione, con singolo palo avente un'impronta di infissione pari a circa **0,002725 m²**.

Gli inseguitori hanno un movimento est-ovest attorno al loro asse disposto in direzione nord-sud per seguire, nel corso del giorno, il naturale percorso del sole che si muove da est verso ovest.

In tal modo, al contrario degli impianti fotovoltaici installati su strutture fisse o di quelli a inseguimento biassiale con rotazione circolare della struttura, che necessitano di basamenti in cemento, la quota di impermeabilizzazione del suolo si riduce al minimo, coincidendo con la sola superficie occupata dalle fondazioni ad "I" delle strutture di sostegno, dalle cabine elettriche e dal sistema di accumulo, risultando pressoché minima l'occupazione del suolo dovuta alla recinzione perimetrale e all'illuminazione e sorveglianza.

L'impianto fotovoltaico risulta suddiviso in n. 4 campo fotovoltaici dove sono presenti **1458** strutture a inseguimento di cui **1.422** da 30 moduli e **36** da 15 moduli che, dotata le prime di **5** pali di supporto ciascuna e la seconda di **3** pali, determinano un numero complessivo massimo di fondazioni ad "I" infissi al suolo pari a circa **7.000**.

Considerato che la sezione di ogni fondazioni ad "I" è di soli **0,002725 m²** circa, si ottiene una superficie di impermeabilizzazione dovuta alle fondazioni delle strutture dei pannelli fotovoltaici molto limitata, pari a circa **19,075 m²**, cioè a **0,019 ha** complessivi.

A tali superfici si devono sommare quelle delle cabine elettriche prefabbricate di varia estensione appoggiate al suolo con la loro platea di fondazione che, presenti in numero di **25**, determinano una superficie impermeabilizzata di altri **729,5 m²**, arrotondabile a **0,073 ha**.

Ulteriore superficie è occupata dal sistema di accumulo dell'energia elettrica, costituito da n. **24** container di alloggiamento delle batterie posati su plinti prefabbricati sollevati da terra per circa 20 cm.

Ne consegue una superficie impermeabilizzata aggiuntiva di **61,44 m²**, arrotondabile a **0,0062 ha**.

Ulteriore superficie è occupata dal sistema di illuminazione e videosorveglianza costituito da circa **186** pali solidali al proprio plinto prefabbricato e pozzetto di ispezione avente superficie di circa **0,8 m²** per un totale di circa **149 m²**.

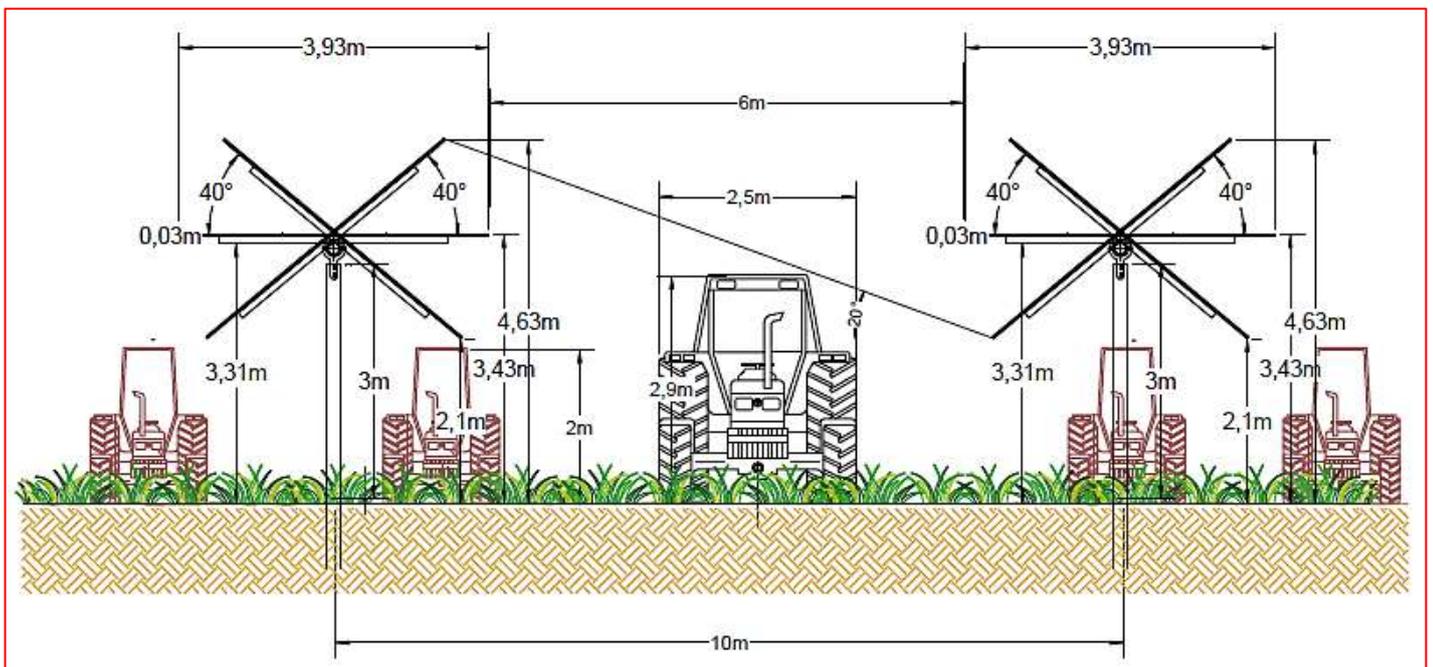
Sulla base dei dati appena esposti, si ha che la superficie totale di suolo effettivamente impermeabilizzata a seguito dell'installazione dell'intero impianto agrovoltaico, non supera l'estensione di 960 m² (19 m² + 730 m² + 149 m² = 960 m²) arrotondabile, per tener conto di un minimo di tare annesse, a **1.000 m²**.

Pur considerando la parziale impermeabilizzazione delle vie di accesso alle suddette cabine, della viabilità interna di accesso e perimetrale, le opere di recinzione e quelle di illuminazione e sorveglianza, si può tranquillamente affermare che la superficie impermeabilizzata complessiva è ampiamente inferiore al valore dello 0,2% della superficie agraria originaria sulla quale si interviene con la trasformazione per la realizzazione dell'impianto, e viene quindi valutata decisamente **< 0,2 ha**.

La proiezione verticale al suolo delle strutture ad inseguimento solare con moduli in posizione orizzontale posti ad altezza dal suolo di 3,31 m coincidente con la condizione di metà giornata alla larghezza d'ingombro di 3,909 m, è pari a circa **9,31 m²**, occupando teoricamente in corrispondenza della disposizione delle file per l'intero impianto, una superficie complessiva proiettata al suolo di 13,419 ha.

Similmente lo spazio coltivabile totalmente libero, sempre inteso al netto della proiezione ortogonale al suolo dell'ingombro massimo dei pannelli di circa 4 m e non interessato quindi dal movimento giornaliero della rotazione dei moduli, è di circa **6,00 m**.

Figura 1: Schema della tipologia di impianto dei moduli fotovoltaici a inseguitori monoassiali



Tuttavia, al contrario della tipologia d'impianto con strutture fisse al suolo, nel momento di massima inclinazione che si manifesta alternativamente nei due lati, est all'alba e ovest al tramonto, lo spazio operativo utilizzabile dai mezzi agricoli anche ad altezza dei pannelli è di circa **7 m**, con la possibilità ulteriore di effettuare interventi di pulizia e di trinciatura del soprassuolo fino alla linea di fila dei sostegni e di coltivare fino a circa 0,25 m alle strutture di sostegno dei pannelli mediante l'utilizzo di macchinari di dimensioni ridotte in altezza che portino macchine operatrici laterali operanti a livello del suolo, considerando che allo stato di

massima inclinazione degli inseguitori, da un lato come dall'altro, l'altezza minima delle strutture dal suolo è sempre pari a 2,1 m.

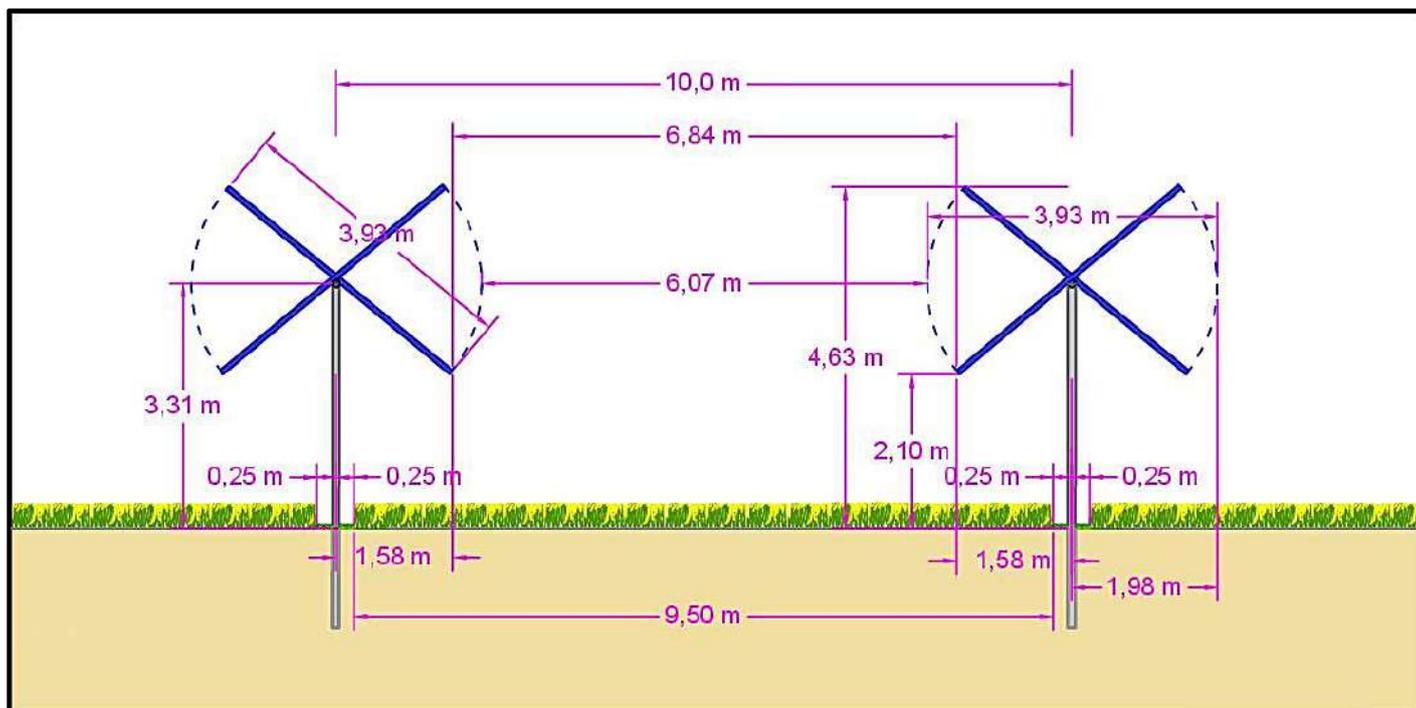
Ne deriva che la superficie effettivamente coperta e non in grado di ricevere pioggia che cada verticalmente si riduce al massimo a soli circa 3,16 m di larghezza collocata per 1,58 m da un lato e dall'altro del centro della fila di inseguitori, così come è ridotta la porzione di suolo che subisce una certa riduzione dell'illuminazione, che può diminuire di intensità ma non in maniera significativa e comunque non in grado di comprometterne la funzione fotosintetica dei vegetali posti appena sopra il suolo.

Il contenimento della diminuzione della quantità di luce che arriva al suolo è anche agevolato e motivato dal posizionamento a 3,60 m dal suolo del punto di rotazione dei moduli.

Stante questa situazione, è possibile ritenere che il suolo, anche quello più prossimo ai sostegni delle strutture e parzialmente coperto dalla presenza dei moduli, pur ricevendo una quantità inferiore di apporto idrico e di luce, non possa subire nel tempo significative alterazioni della struttura, con il rischio di un impoverimento della sua componente chimico-fisica complessiva.

Quest'aspetto, già ampiamente sottoposto a valutazione per la tipologia d'impianti fissi a terra realizzati una decina di anni orsono, aveva sicuramente rappresentato una condizione che, nel lungo periodo, avrebbe potuto influire sul mantenimento della fertilità dei suoli in previsione della cessazione dell'operatività degli impianti con il pieno ritorno al totale eventuale riuso agricolo del suolo.

Figura 2: Schema della tipologia d'impianto con ripartizione dell'area coltivata



Nel caso in esame, considerando che la superficie delle tare costituite dai fabbricati di Cascina Luna, compresa la relativa viabilità di accesso da Strada dei Re, è pari a circa **1,1735 ha** e che quindi la superficie complessiva occupata dall'impianto agrivoltaico (**S_{TOT}**) è di **45,3180 ha**, con una superficie della fascia di mitigazione esterna alla recinzione pari a circa **2,9500 ha**, si ottiene per differenza che l'area interna alla recinzione che ne deriva è pari a 41,1945 ha.

Pur considerando la strada interna perimetrale di servizio agli impianti, che tuttavia non sarà inghiaata restando con fondo naturale coltivabile e la superficie dalla larghezza continua di **0,25 m** da ciascun lato delle strutture di sostegno per totali **1,7165 ha** come aree funzionali alle attività agricole, occorre sottrarre queste superfici da quella del campo agrivoltaico interno alla recinzione, unitamente alla superficie della strada di accesso alla Cascina Luna di **400 m²**, alla superficie occupata dalle platee delle cabine elettriche pari a circa **730 m²** e alla superficie occupata dal Sistema di Accumulo pari a **1.901 m²**.

Ne consegue una superficie coltivata (**S_{AGR}**) sarà pari a **39,1749 ha** che rappresenta il **95,10%** dell'area recintata definita in **41,1945 ha**, mentre rispetto al totale dell'area del sistema agrivoltaico (**S_{TOT}**) di **44,1445 ha** la superficie agricola investe una quota dell'**88,74%**, rientrando così ampiamente nei parametri previsti al Cap. 2.3, punto A.1) delle Linee guida per gli impianti agrivoltaici che impone che tale superficie sia superiore al **70%** del totale.

$$(39,1760 \text{ ha} : 44,1445 \text{ ha} = 0,8874 \rightarrow 88,74\%).$$

Inoltre la percentuale di superficie sottostante la proiezione dei pannelli pari a **13,4194 ha** su **44,1445 ha** totali della superficie del sistema agrivoltaico, corrisponde a una quota del **30,40%**, che rispetta il valore massimo del **40%** del **LAOR (Land Area Occupation Ratio)** previsto dalle linee guida ministeriali.

Tutti i valori indicati sono derivati, come esplicitato sopra, dal fatto che la coltivazione del suolo agrario interesserà anche una porzione contigua allo spazio centrale già coltivato di circa **0,25 m per lato** di quanto considerato coperto dai moduli in sezione, poiché sarà possibile utilizzare anche una fascia di terreno a questi sottostante, destinando la parte residua lungo la fila non coltivabile a fini produttivi a colture prative con la funzione eventuale di soddisfare la quota di "greening".

Tuttavia questa limitata fascia, che sarà solo mantenuta a prato permanente, non avrà risvolti produttivi reali, restando quindi esclusa dalla superficie agraria dell'impianto, pur essendo a tutti gli effetti area con una coltura agraria. A conclusione del paragrafo si espone la tabella riassuntiva dei dati relativi all'area coinvolta e all'impianto agrivoltaico in progetto.

Tabella 1: Riepilogo dei dati dell'impianto secondo le norme CEI_PAS 82-03-2312

| Denominazione del Parametro | Sigla | Superficie (ha) |
|---|------------------------|-----------------|
| Superficie Agricola Utilizzata | S.A.U. | 45,9500 |
| Superficie del Sistema Agrivoltaico | S_{TOT} | 44,1445 |
| Superficie della fascia di mitigazione esterna alla recinzione | - | 2,9500 |
| Superficie all'interno della recinzione | - | 41,1945 |
| Superficie non utilizzabile per Attività Agricole | S_N | 2,0185 |
| Superficie non coltivata sotto i pannelli | - | 1,7165 |
| Superficie occupata da Cabine elettriche | - | 0,0719 |
| Superficie occupata da Sistema di Accumulo (BESS) | - | 0,1901 |
| Superficie occupata da strada interna | - | 0,0400 |
| Superficie del sistema agrivoltaico destinata all'attività agricola | S_{AGR} | 39,1760 |
| Superficie totale di ingombro dei moduli fotovoltaici | S_{pv} | 13,4194 |

4. IPOTESI CULTURALE E ROTAZIONE

Sulla base delle variazioni che la presenza delle strutture degli impianti comporta nei confronti delle colture a terra, la scelta delle specie e delle rotazioni può dipendere da una serie di fattori legati al contesto pedo-climatico, alle esigenze delle colture e alla necessità di utilizzo di una meccanizzazione delle lavorazioni compatibile con la struttura dell'impianto.

La giacitura dell'area sulla quale si intende collocare gli impianti agrivoltaici è regolare e pianeggiante, in conseguenza dell'origine alluvionale della piana in sinistra idrografica del torrente Scrivia, per cui non sono presenti dislivelli significativi o discontinuità nel profilo del suolo.

Il clima appartiene alle zone temperate-mediterranee con vegetazione climatica planiziale padana, distribuzione bimodale delle precipitazioni medie mensili, con due massimi equinoziali e due minimi in inverno e in estate, tipica della pianura Padana, come anche l'andamento delle temperature medie mensili, che è crescente dal mese di gennaio fino ai valori più alti in luglio, per poi decrescere, anche se negli ultimi anni si è assistito all'aumento dei periodi siccitosi e caldi

L'area è quindi inquadrabile nel regime pluviotermico sublitoraneo, ovvero con un massimo principale delle precipitazioni in autunno, sottotipo Padano tipico delle regioni a sud del Po, dove si ha un minimo invernale ed una marcata siccità accompagnata da elevata umidità relativa dell'aria in estate.

In merito alla natura del suolo, si rimanda alla "Relazione descrittiva e del contesto agronomico", sottolineando però che l'area vede la presenza di terreni piuttosto sciolti, con subsoil tendenzialmente ghiaiosi e con limitata capacità naturale di ritenzione idrica del subsoil e, in alcune zone anche del topsoil.

Tutta quest'area è storicamente a vocazione agricola con assoluta prevalenza di coltivazioni a seminativo in rotazione, principalmente con colture a ciclo-autunno vernino quali **frumento**, **orzo**, **pisello proteico**, **favino**, **colza** e cereali da foraggio come il **loietto**, a ciclo primaverile-estivo come il **girasole** e le colture da foraggio affienabili come l'**erba medica** e, ove le disponibilità aziendali di fonti irrigue lo consentono, con **mais da granella** o **mais da trinciato** e **pomodoro da industria**, mentre per la natura del subsoil tendenzialmente ghiaioso, non si praticano colture ortive o frutticole.

Tali colture sono usualmente inserite in un programma agronomico di rotazione biennale o triennale, in un'alternanza di diverse colture in anni successivi sullo stesso terreno, ovviamente anche sulla base della convenienza del conduttore del fondo in ragione dell'andamento dei prezzi di mercato delle diverse colture al fine di massimizzare il reddito ritraibile e delle eventuali opportunità di impiego nella fase di trasformazione in campo zootecnico, a fronte di una domanda interna all'azienda o esterna.

Di seguito il prospetto delle **colture usualmente praticate in zona**, tratte dalla "Relazione descrittiva e del contesto agronomico" con le minime caratteristiche relative ai loro cicli, specificando che si attuano colture in 2° raccolto solo in caso di sufficienti disponibilità irrigue, anche se la presenza di una falda molto profonda e di un andamento climatico che tende a ridurre le disponibilità per il progressivo abbassamento delle stesse a causa del contesto di clima secco più marcato, comporta maggiori limitazioni al suo impiego.

La scelta produttiva del conduttore delle aziende agricole è anche condizionata dalla politica comunitaria nell'ambito degli aiuti forniti dalla PAC, con il sostegno economico che si può differenziare nel tempo a favore delle diverse colture e delle scelte rotazionali.

Tabella 2: Elenco delle colture praticate in zona

| Coltura | Ciclo di coltivazione | Raccolto | Coltura irrigua | Coltura miglioratrice | Coltura sfruttatrice | Sviluppo in altezza | Mezzo di raccolta |
|---------------------------|------------------------------|-----------------|------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Frumento | Ottobre-Giugno | 1° | no | - | si | 60-70 cm | Mietitrebbia |
| Orzo | Ottobre-Giugno | 1° | no | - | si | 60-70 cm | Mietitrebbia |
| Colza | Ottobre-Giugno | 1° | no | - | si | 70-80 cm | Mietitrebbia |
| Favino | Ottobre-Giugno | 1° | no | si | - | 60-80 cm | Mietitrebbia |
| Pisello proteico | Ottobre-Maggio | 1° | no | si | - | 60-80 cm | Mietitrebbia |
| Loietto | Ottobre-Giugno | 1° | no | - | si | 60-70 cm | Rotoballe |
| Triticale foraggio | Ottobre-Maggio | 1° | no | - | si | 60-70 cm | Rotoballe |
| Orzo foraggio | Ottobre-Maggio | 1° | no | - | si | 60-70 cm | Rotoballe |
| Erba medica | Maggio-Settembre | 1° | no | si | - | 60-70 cm | Rotoballe |
| Mais granella | Aprile-Ottobre | 1° | si | - | si | 250-280 cm | Mietitrebbia |
| Mais granella | Giugno-Ottobre | 2° | si | - | si | 250 cm | Mietitrebbia |
| Mais insilato | Aprile-Settembre | 1° | si | - | si | 250-280 cm | Mietitrebbia |
| Mais insilato | Giugno-Ottobre | 2° | si | - | si | 250 cm | Mietitrebbia |
| Pomodoro | Aprile-Agosto | 1° | si | - | si | 40 cm | A macchina |
| Girasole | Aprile-Agosto | 1° | no | - | si | 100 cm | Mietitrebbia |

Come indicato anche al capitolo 4 della "Relazione descrittiva e del contesto agronomico" allegata alla documentazione di progetto, l'indirizzo colturale dell'azienda proprietaria e conduttrice dei fondi era volto alla produzione di cereali e di foraggi freschi o affienati destinati alla filiera zootecnica, con una porzione dei terreni sui quali annualmente e in rotazione veniva praticata la coltura del mais in 2° raccolto per la produzione di trinciato da insilato.

La possibilità della coltura in 2° raccolto su una parte dei terreni è dovuta a una disponibilità irrigua, seppur limitata, ma in grado di portare a termine il ciclo colturale del mais anche durante i mesi estivi più caldi e secchi, pur con produzioni unitarie non elevate.

Come risulta dalle denunce ai fini PAC, nel corso degli ultimi anni sui terreni interessati dall'intervento, le colture effettivamente praticate su superfici significative, secondo una rotazione tendenzialmente biennale, sono state, in ordine di valenza quantitativa, le seguenti:

- ❖ Mais da insilato in 2° raccolto
- ❖ Mais da insilato in 1° raccolto
- ❖ Orzo da granella
- ❖ Loietto da foraggio
- ❖ Mais da granella
- ❖ Triticale da foraggio
- ❖ Orzo da foraggio
- ❖ Favino

Per le ragioni pedologiche sopra accennate e per l'usuale tipologia di colture praticate in zona e che sono stabilmente ritenute quelle più adatte al contesto agricolo, risulta poco sensato ipotizzare di modificare

radicalmente l'utilizzo agricolo del suolo a seguito della realizzazione dell'impianto fotovoltaico, anche perché questo comporterebbe un conseguente ridisegno delle strutture e dei processi aziendali, al momento non ipotizzabili o prevedibili, dovendosi dare continuità alle destinazioni d'uso colturale già diffuse, se compatibili con la presenza delle strutture impiantistiche del parco agrivoltaico.

Infatti, sulla base dei presupposti tipologici degli impianti monoassiali in progetto e della loro collocazione spaziale sulla superficie agraria in termini di distanza, di orientamento delle file in direzione nord-sud e di capacità degli inseguitori di ruotare il piano dei moduli fotovoltaici di +/- 50° nell'arco della giornata, la quantità di radiazione che arriva al suolo nelle strisce coltivate è comunque rilevante nelle stagioni di sviluppo delle piante.

Anche colture come il mais, il pomodoro e il girasole, e bisognose di un notevole grado d'insolazione nel periodo primaverile-estivo, potrebbero avere in questo contesto la possibilità di concludere con rese ottimali il loro ciclo produttivo, pur non essendo ritenute adatte, in genere, a condizioni di parziale ombreggiamento.

Si ritiene tuttavia che queste colture, anche nell'ipotesi di una sufficiente disponibilità irrigua che di fatto poi non esiste in questo caso, **non siano adatte a convivere con le installazioni impiantistiche dell'agrivoltaico per le possibili interferenze con le stesse**, raggiungendo a maturità altezze superiori al limite inferiore dei pannelli in rotazione o comportando tecniche di coltivazione e di raccolta poco compatibili con le strutture presenti.

Per le colture già ritenute adatte alla riduzione parziale dell'ombreggiamento come la segale, l'orzo, l'avena, i cereali e le leguminose foraggere, non vi sarebbero in assoluto condizionamenti nelle rese produttive, agevolate al contrario dalla minore dispersione di umidità dal suolo e dal minor stress termico che, anzi, potrebbe allungare di qualche giorno in ciclo colturale a vantaggio di una maggiore produzione.

Si rimanda per questo aspetto a quanto già esplicitato al punto 2 di pag. 5 della relazione, per il quale un parziale ombreggiamento nelle ore centrali del giorno avrebbe effetti positivi sulla coltura, sia per la riduzione dell'eccessiva insolazione nelle ore più calde, sia per la riduzione degli sbalzi termici nell'arco del giorno.

Il miglioramento delle condizioni del suolo che avrebbe, per il parziale ombreggiamento, una minor perdita per evapotraspirazione garantendo una maggiore disponibilità idrica alla coltura, abbinato al minor stress termico della coltura stessa nelle ore più calde della giornata, potrebbe garantire produzioni adeguate, riducendo in modo significativo gli effetti del cambiamento climatico in corso.

Inoltre, l'inserimento nella rotazione della coltura del favino, condurrebbe a un approccio più naturale ed equilibrato nella gestione della fertilità del suolo in quanto, essendo questa una coltura miglioratrice per la nota capacità di fissare l'azoto atmosferico delle leguminose cui la pianta appartiene, la sua presenza arricchirebbe la dotazione di azoto del suolo, riducendo la necessità dell'impiego di fertilizzanti chimici.

Si sottolinea il fatto che, fino ad oggi, **le colture impiegate nella rotazione aziendale non prevedevano stabilmente l'impiego di specie miglioratrici, ma solo di colture sfruttatrici del suolo.**

Anche sotto questo punto di vista, quindi, sicuramente la nuova situazione che si verrebbe a creare, andrebbe nella direzione di un miglioramento delle condizioni pedologiche del suolo e nella riduzione dell'impiego di concimi chimici, a tutto vantaggio di un riequilibrio ambientale e di un approccio complessivo più naturale in merito all'uso del suolo. Al momento, quindi, la scelta sull'uso delle colture negli spazi coltivati al fine di proseguire l'utilizzo agricolo dei fondi, è da limitare a tali colture e principalmente per ragioni di

rotazione agronomica e di mercato, al **frumento**, al **loietto** e al **favino**.

Poiché non esistono esperienze pregresse e affidabili, né in Provincia di Alessandria né in altre realtà nazionali o internazionali che siano state testate in un contesto climatico come quello dell'area in esame, **l'approccio agronomico alle scelte colturale è, necessariamente cautelativo**, ovviamente adattabile e modificabile sulla base degli esiti che via via saranno valutati nelle annate agrarie successive, anche in relazione all'andamento della domanda di mercato dei prodotti agricoli e anche delle possibili variazioni del contesto climatico, non escludendo, ad esempio, la coltura dell'orzo a quella del frumento.

Si ribadisce che è stato impostato un equilibrio che valorizzi contemporaneamente sia l'efficienza fotovoltaica sia le redditività delle colture praticate, sia un necessario vantaggio ambientale in presenza di condizione pedo-climatiche, di impiantistica tecnologica e di inserimento ambientale.

In un'ottica di maggior equilibrio agronomico e di miglioramento progressivo della fertilità del suolo e di valorizzazione del suo patrimonio biologico, le colture sopra indicate in rotazione tra loro, rappresenteranno una situazione valida agronomicamente e ambientalmente più sostenibile rispetto all'attuale.

Nella porzione di terreno che risulterà coltivabile, individuata dalla superficie agraria dell'impianto, si opererà per una rotazione triennale che comporterà quindi la successione riportata nella tabella seguente, da svilupparsi con rigorosa successione sulla superficie complessiva di **39,1760 ha**, arrotondata per difetto e per facilità di suddivisione nel ciclo di rotazione a 39,15 ha.

Figura 3: Schema di rotazione colturale triennale

| Anno della rotazione | Superficie 13,05 ha | Superficie 13,05 ha | Superficie 13,05 ha |
|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1° | Grano/orzo | Loietto da foraggio | Favino |
| 2° | Loietto da foraggio | Favino | Grano/orzo |
| 3° | Favino | Grano/orzo | Loietto da foraggio |

Considerando che la coltivazione deve essere uniforme per tutti gli spazi tra le file di inseguitori, le superfici citate sono da intendersi medie nell'arco del triennio, dovendosi adattare alla geometria delle file.

In merito all'impiego della meccanizzazione e agli adattamenti necessari in relazione allo schema di progetto indicato, si deve rilevare che le strutture monoassiali a inseguimento previste nel progetto, con punto di rotazione dei pannelli fotovoltaici posti su palo a **3,6 m** dal suolo e, soprattutto, con gli spazi interfilari di manovra pari a circa **7 m**, consentono di operare nello spazio dell'interfila e al disotto dei pannelli fotovoltaici fino alla distanza di 25 cm dalla linea dei pali con le normali attrezzature già disponibili in azienda, salvo accorgimenti che riducano al minimo il rischio di contatto con le strutture mobili.

Con tale obiettivo sarà valutata la possibilità di dotare i macchinari impiegati di sistemi software di controllo della guida durante le lavorazioni.

Ovviamente le operazioni meccaniche dovranno essere preferibilmente realizzate nel momento nel quale, alternativamente nel corso della giornata, i pannelli hanno la massima inclinazione verso est (al mattino) o verso ovest (alla sera), per consentire un'agevole e completa operatività anche fino a 0,25 m per parte dalla linea dei pali di supporto, avendo l'estremo più elevato del pannello posizionato a oltre 5 metri di altezza.

Per le operazioni di concimazione o comunque di distribuzione al suolo di liquidi fertilizzanti o di presidi funzionali al controllo delle malerbe o dei parassiti, sarà sufficiente un passaggio al centro dell'interfila utilizzando le normali barre di irrorazione poste a livello della coltura in prossimità del terreno, quindi

possibile indipendentemente dalla posizione dei pannelli.

Similmente gli interventi nella ristretta fascia posta sotto le file delle strutture che reggono i pannelli, sarà agevolmente possibile utilizzando barre laterali portate dalla motrice che può quindi operare rimanendo a oltre 2,50 m dalla linea dei sostegni e ben sotto di almeno 20 cm dal livello minimo dei pannelli.

In merito alle lavorazioni del suolo, potrà essere valutata anche la possibilità di sostituire alla normale aratura la lavorazione minima, "minimum tillage" o la semina su sodo "sod seeding".

Per quanto riguarda la raccolta dei prodotti, non si ritiene che siano necessari particolari adattamenti tecnologici, in quanto le mietitrebbie per la raccolta dei cereali o delle leguminose da granella sono già normalmente dotate di una barra che si sviluppa lateralmente a livello del suolo, mentre il corpo centrale della macchina, più alto, si può collocare a debita distanza rispetto alla linea dei pannelli fotovoltaici, percorrendo l'interfila esattamente nello spazio centrale.

Anche per le colture foraggere le operazioni di taglio e di fienagione sono praticabili senza particolari problemi operando nell'interfila, senza dover interagire con gli impianti fissi del fotovoltaico. La trinciatura e l'eventuale raccolta del foraggio dal prato permanente della fascia sottostante alle file, risulta agevole con le usuali macchine portate dalla motrice e che operano parallelamente al suolo sporgendosi lateralmente.

In merito alla manovrabilità delle macchine operatrici per passare da un'interfila all'altra, è stata prevista una fascia perimetrale di oltre **8 m** dal termine di ciascuna fila al limite della recinzione che delimita l'impianto, per consentire di effettuare agevolmente e senza operazioni aggiuntive tutte le manovre di passaggio e di inversione una volta giunti al termine del percorso di ciascuna interfila, e che risulterà integralmente utilizzata a scopi agricoli essendo parte della superficie agraria dell'impianto.

Si riportano di seguito alcuni schemi di utilizzo dei macchinari, possibili anche nei punti estremi di inclinazione per ogni lato degli inseguitori, che si verificano al mattino e alla sera, ma che sono praticabili anche a tutte le ore del giorno in quanto la motrice non entra mai nel raggio di rotazione dei pannelli.

Figura 4: Schema di impiego di mezzi portati lateralmente dalla motrice

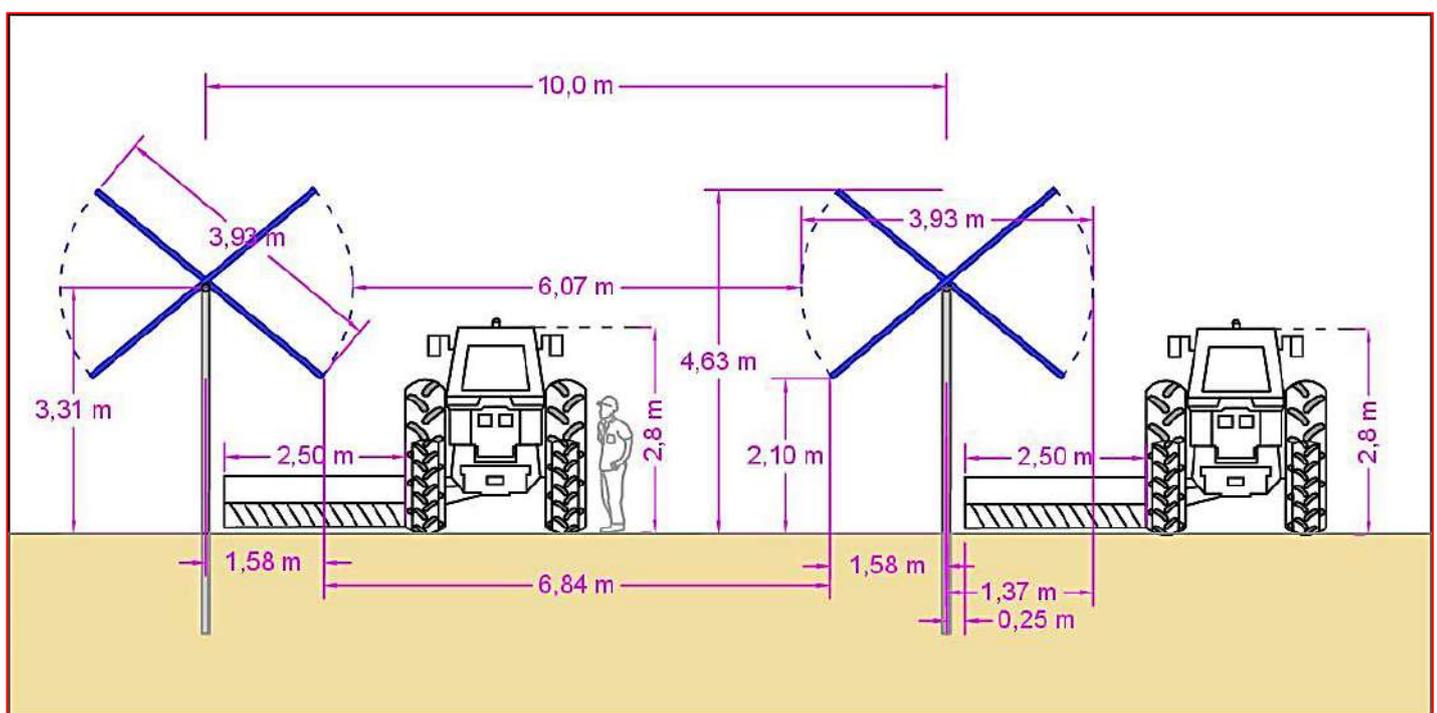
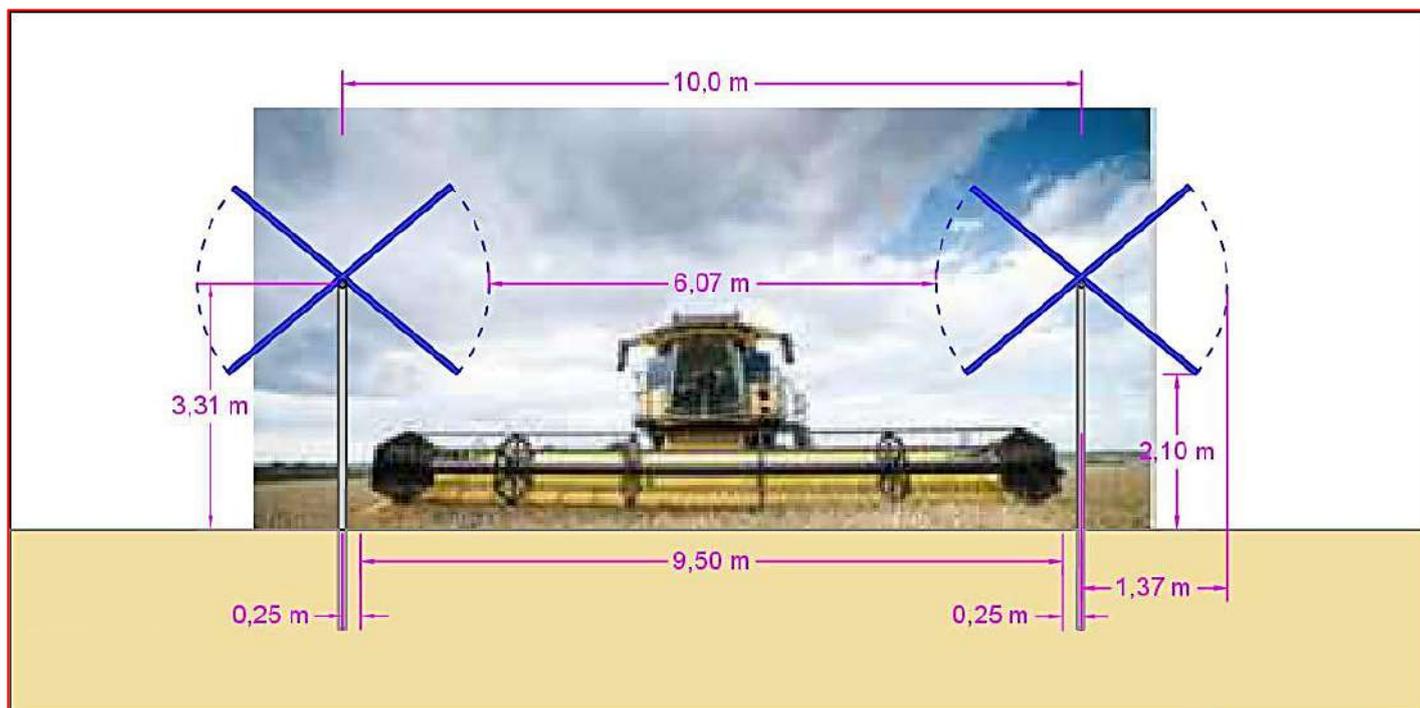


Figura 5: Schema di impiego di mietitrebbiatrice per la raccolta di cereali



Al fine di ridurre al minimo i rischi d'interferenza delle macchine con le strutture portanti degli inseguitori e con i pannelli, si ritiene di poter suddividere il suolo in due porzioni o strisce che si sviluppano nel senso della lunghezza delle file di inseguitori.

Al di sotto dei supporti infissi al suolo si individua una striscia della larghezza di circa **0,5 m**, di cui **0,25 m** da un lato della fila di pali e **0,25 m** dall'altro, sulla quale si provvederà a seminare un prato permanente di essenze erbacee miste di leguminose e graminacee in grado di resistere alle condizioni di aridità del periodo estivo pur ridotte dalla presenza della copertura parziale dei pannelli, **composto da un miscuglio in parti uguali** delle seguenti specie:

- **Trifoglio ladino selvatico** (*Trifolium repens repens* L.)
- **Festuca rossa** (*Festuca rubra tricophyla*) + (*Festuca rubra rubra*)

Entrambe le specie sono adatte ad ambienti tendenzialmente xerofiti (secchi) con poca illuminazione e sono in grado di costituire prati permanenti di lunga durata, non necessitando di particolari cure.

La presenza del trifoglio garantisce l'apporto di azoto mantenendo e accrescendo in tal modo la fertilità del suolo a tutto vantaggio della componente sfruttatrice costituita dalla graminacea associata.

Lo sfruttamento eventuale potrà avvenire con un taglio a fine primavera o in estate per ottenere foraggio per uso zootecnico, tendenzialmente al mese di giugno dopo aver raccolto la coltura principale nell'interfila a ciclo autunno-vernino o in estate per le colture a ciclo primaverile.

Le operazioni di taglio e di raccolta sono possibili fino alla linea dei pali di sostegno degli inseguitori, grazie ad attrezzi portati lateralmente alla trattrice che, come evidenziato dagli schemi precedentemente riprodotti, possono operare senza provocare danni alle strutture fisse che supportano i moduli fotovoltaici.

Per quanto concerne le operazioni relative al prato, considerando che le stesse sono possibili solo dopo che la coltura praticata nell'interfila è stata raccolta, si prevedono i seguenti lavori da sviluppare nell'ambito del conto colturale come segue:

▪ **1° anno**

- settembre: lavorazione estiva del suolo con aratura leggera o sarchiatura;
- settembre/ottobre: preparazione del suolo con erpicatura e concimazione;
- ottobre: semina del prato
- giugno: primo taglio per favorire l'accestimento delle graminacee
- fine agosto: eventuale ulteriore taglio per favorire il ricaccio della stagione successiva

▪ **2° anno**

- marzo/aprile: concimazione minerale a base di azoto, potassio e fosforo
- giugno: primo taglio produttivo sulle aree con colture autunno-vernine nell'interfila
- settembre: secondo taglio produttivo sulle colture autunno-vernine nell'interfila, primo taglio produttivo sulle aree con colture a ciclo primaverile estivo o trinciatura dello strato erbaceo senza asportazione del prodotto

▪ **3° anno e successivi**

- marzo/aprile: concimazione minerale a base di potassio e fosforo
- fine giugno: primo taglio produttivo
- settembre: secondo taglio produttivo o trinciatura dello strato erbaceo senza asportazione

Soprattutto per il taglio di fine estate, che sarà inevitabilmente costituito da una minore quantità di prodotto vegetale a causa del pregresso periodo di carenza d'acqua nel periodo estivo, è possibile comunque lasciare il prodotto trinciato sulla superficie della striscia nel sottofila per contribuire alla concimazione organica del suolo, andando ad aggiungersi all'apporto di azoto dalle micorrize radicali.

Nel caso in cui non vi fosse la convenienza economica alla raccolta, sarà sufficiente un passaggio durante il periodo estivo per una trinciatura del soprassuolo senza raccolta del prodotto, fornendo un rilevante apporto di sostanza organica al suolo in grado di mantenerne la fertilità, che si andrà ad aggiungere all'apporto di azoto proveniente dalle micorrize radicali dalla specie di leguminosa impiegata.

Considerato che l'area in cui si colloca l'impianto, come descritto nella relazione botanica e nella relazione di inquadramento agronomico, è fortemente sfruttata con limitate superfici che rimangono naturali, potrà anche essere presa in considerazione l'ipotesi di lasciare che la superficie inerbita segua un processo di sviluppo naturale senza intervenire né con tagli di produzione né di trinciatura, con la finalità di contribuire a creare un ambiente non disturbato a sviluppo naturale nel quale possa trovare rifugio soprattutto la grande varietà di entomofauna potenzialmente presente in zona.

A tal riguardo e con la stessa finalità si richiama quanto sta avvenendo in molti centri urbani, nei quali si sta valutando l'opportunità di non tagliare più i prati nelle aree pubbliche per ristabilire l'ecosistema naturale di sviluppo di microfauna ed entomofauna.

Come già sopra esplicitato, per la striscia di circa **9,5 m** compresa tra le file di inseguitori, dove è possibile effettuare tutte le lavorazioni di aratura, preparazione del terreno, semina, diserbo, concimazione e raccolta con le normali e usuali macchine agricole, **si prevede di reiterare i cicli di rotazione diffusi e consolidati in zona e attualmente già praticati dal conduttore attuale dei fondi**, che prevedono una rotazione triennale con **Frumento/Orzo, Loietto da foraggio e Favino**.

La possibile alternativa tra la coltivazione dell'orzo e del frumento dipende soltanto dall'andamento dei

prezzi di mercato, essendo entrambi cereali a ciclo autunno vernino e con la stessa funzione di coltura sfruttatrice nell'ambito della rotazione colturale.

La soluzione prospettata **mantiene, in perfetta coerenza, la tipologia di colture che sono già oggi praticate su detti terreni**, con la sola variante dell'esclusione della coltura del mais per il fatto che lo sviluppo in altezza della pianta che può ampiamente superare i 2,1 m dal suolo anche per le cultivar a minore sviluppo, comporterebbe possibili interferenze con il movimento degli inseguitori, limitando con una certa quota di ombreggiamento la redditività fotovoltaica dei pannelli.

Il piano colturale riportato nella tabella seguente è sviluppato su una rotazione di 3 annate agrarie, convenzionalmente compresa tra l'11 novembre di un anno e il 10 novembre dell'anno successivo, senza colture in 2° raccolto e coinvolgendo poco o nulla il periodo estivo più siccitoso e caldo, non facendo ricorso quindi alle usuali pratiche irrigue. Mediante la scelta di tali colture si hanno i seguenti vantaggi:

- Tutte le colture non raggiungono l'altezza di 1 m da terra e quindi non interferiscono con l'impianto;
- La presenza di colture non irrigue, almeno inizialmente, non comporterà l'aggravio in termini di costi colturali che deriva dalla parcellizzazione delle aree da servire;
- Tutte le colture sono gestibili con le stesse macchine agricole già in uso per le attuali coltivazioni;
- I rischi di danni da incendio sono alquanto ridotti considerato il limitato periodo di permanenza di colture allo stato secco nell'interfila, mancando la presenza di colture nel periodo più caldo dell'anno;
- Risultano limitati i passaggi con macchine agricole lungo l'interfila per la bassa incidenza di operazioni per la distribuzione di antiparassitari, diserbanti e lavori meccanici durante lo sviluppo della coltura.

Durante la stessa annata agraria quindi, il terreno sarà occupato per tutta la superficie dalle colture generalmente solo dall'inizio dell'autunno all'inizio dell'estate, potendo in tal modo sfruttare un regime pluviometrico più abbondante, rimanendo per il resto del tempo nella condizione di riposo colturale.

Per tale ragione il prospetto del piano colturale che è riportato di seguito, indicherà soltanto i mesi di effettiva presenza della coltura.

Nel caso del prato che si troverà sotto la fila degli inseguitori, nella tabella viene escluso il 1° anno, le cui operazioni colturali sono già state dettagliate alla pagina precedente, riportando solo quelle che si verificheranno ad avvenuto insediamento del prato permanente.

Non è possibile a oggi valutare se la durata del prato permanente sia effettivamente tale o se possa essere necessario, dopo 8-10 anni, intervenire con una sua risemina totale o possa essere sufficiente una trasemina, precedute da leggere sarchiature per mantenerne l'efficienza.

Di seguito lo schema di ciclo colturale ipotizzato come previsione di partenza, nel quale è indicata anche la cadenza degli interventi a prato permanente sotto fila, che non rientrano però nella superficie agraria.

Tabella 3: Schema di ciclo colturale ripartito su un ciclo di 4 anni

| Superficie coltivab. | Mesi Coltura | 1° annata agraria | | | | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------------|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | N | D | G | F | M | A | M | G | L | A | S | O |
| 33,33% | Frumento da granella | A | | | | B | B | | C | | | | |
| 33,33% | Loietto da foraggio | A | | | | B | B | | C | | | | |
| 33,33% | Favino da granella | | | | A | | B | | | C | | | |
| | Prato permanente sotto fila | | | | | | | | C | | | C | |

| Superficie coltivab. | Mesi Coltura | 2° annata agraria | | | | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------------|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | N | D | G | F | M | A | M | G | L | A | S | O |
| 33,33% | Loietto da foraggio | A | | | | B | B | | C | | | | |
| 33,33% | Favino da granella | | | | A | | B | | | C | | | |
| 33,33% | Orzo/Frumento da granella | A | | | | B | B | | C | | | | |
| | Prato permanente sotto fila | | | | | | | | C | | | C | |

| Superficie coltivab. | Mesi Coltura | 3° annata agraria | | | | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------------|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | N | D | G | F | M | A | M | G | L | A | S | O |
| 33,33% | Favino da granella | | | | A | | B | | | C | | | |
| 33,33% | Orzo/Frumento da granella | A | | | | B | B | | C | | | | |
| 33,33% | Loietto da foraggio | A | | | | B | B | | C | | | | |
| | Prato permanente sotto fila | | | | | | | | C | | | C | |

| | | |
|----------------|---|--|
| Legenda | A Preparazione, concimazione, semina |  Periodo di coltivazione |
| | B Concimazione + eventuali trattamenti | |
| | C Raccolta della produzione in campo |  Periodo di riposo colturale |

Si ribadisce comunque che **l'introduzione della consociazione dei terreni agricoli con le strutture di impianto dell'agrivoltaico non muta in alcun modo la tipologia, la natura e le modalità di coltivazione delle colture già oggi praticate in zona.**

Per la variazione del consumo idrico delle colture e fino all'eventuale adozione di colture irrigue, come ampiamente motivato dal punto di vista agronomico al punto 1 di pag. 3 della relazione, **la presenza dei moduli fotovoltaici consentirà un risparmio dei consumi idrici rispetto alla condizione pre-impianto e rispetto alla gestione delle medesime colture in terreni contigui aventi la sola destinazione agricola.**

In tal senso, considerato l'andamento climatico recente che lascia prevedere in un quadro di cambiamento climatico repentino, una progressiva diminuzione della piovosità con evidenti ripercussioni sulla disponibilità idrica da prelievi nel sottosuolo tramite pozzi, come nel presente caso, il sicuro risparmio idrico conseguente all'installazione dell'impianto fotovoltaico, potrà garantire una maggiore continuità nel mantenimento dei livelli produttivi unitari, nonché una significativa diminuzione dei costi di produzione.

In linea previsionale e puramente a titolo sperimentale, non si esclude di valutare in futuro anche l'utilizzo di una coltura foraggera poliennale come l'erba medica, anche se nella zona interessata è poco praticata a causa della natura pedologica del suolo che in alcuni tratti è eccessivamente grossolana, mentre è più diffusa nell'areale preappenninico posto più a sud-est.

Inoltre, secondo recenti studi in impianti pilota di matrice agrivoltaica pur essendo la materia ancora per buona parte in fase sperimentale, viene uniformemente valutato che la produzione per unità di superficie coltivata possa aumentare proprio in conseguenza delle variazioni favorevoli dell'ambiente agronomico, conseguente a tutte le influenze derivanti dalla presenza degli impianti agrivoltaici elencati a pag. 3 della relazione.

In merito all'uso di fitofarmaci, si precisa che, **rispetto alle tecniche attuali, non vi saranno variazioni né della tipologia di agrofarmaco né relativamente alle quantità impiegate**, in quanto le colture e i cicli saranno gli stessi che sono attualmente praticati.

Appare ovvio che, in termini assoluti, con la diminuzione effettiva della superficie coltivata rispetto alla superficie territoriale precedentemente adibita al solo uso agricolo, si abbia una diminuzione della produzione agricola che si stima quantitativamente comunque inferiore al 30% della produzione attuale, in ragione della possibilità di coltivare anche una porzione di suolo posto sotto le file di inseguitori, come sarà illustrato al capitolo successivo, mantenendola quindi oltre la quota del 70% minimo previsto.

Come si dimostrerà in seguito la diminuzione è più che altro riconducibile all'impossibilità di effettuare, come avviene ora, tipologie di coltura in 2 raccolto.

L'effettiva perdita temporanea di suolo, comunemente indicato con il termine di "**consumo di suolo**" intendendo in tal senso le aree comprensive delle superfici effettivamente sottratte alla coltivazione per l'insediamento di strutture fisse, di viabilità interna e di aree comunque non più coltivate, risulta limitata.

Se si escludono, infatti, le superfici occupate dalla fascia verde di mitigazione, del resto obbligatoria per contenere gli effetti visivi dell'impianto dall'esterno e pur considerando tra queste anche gli "effetti di disturbo" come gli spazi di manovra dei mezzi meccanici e dei reliquati non convenientemente coltivabili che le strutture fisse implicano al di là delle superfici effettivamente occupate, è ragionevolmente stimabile una sottrazione di suolo di poco superiore al 5% del totale delle aree all'interno della recinzione e dell'ordine del **12-13%** rispetto ai **45,3135 ha** della superficie complessiva d'intervento.

Si sottolinea comunque che **tutte le opere realizzate sono totalmente reversibili, con la possibilità del completo ripristino della condizione pedologica, ambientale e agronomica ante intervento**, mediante la loro integrale rimozione a fine utilizzo.

Si ritiene inoltre che tale obiettivo temporanea riduzione di suolo adibito alla produzione agricola debba essere analizzata e pesata **in ragione del significativo vantaggio pubblico riferibile all'inderogabile e impellente necessità di incrementare il processo di avvicinamento all'autosufficienza energetica che sta alla base di tutte le politiche nazionali ed europee attuali.**

In caso di variazione dell'ordinamento produttivo dell'azienda agricola, potranno essere valutate anche soluzioni diverse da quelle già espone nel ciclo colturale indicato, o anche solo in ipotesi, non escludendo nella striscia sotto fila l'utilizzo di arbusti a fini produttivi.

5. RISPETTO DEI PARAMETRI DELLE LINEE GUIDA DEL MASE

In merito al rispetto delle indicazioni fornite dalle "Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici per il riconoscimento della qualifica di impianto agrivoltaico, sono di interesse della Società committente i requisiti **A.1 – A.2 – B.1 – B.2 – D.2. - E**

5.1. Requisiti A - L'impianto rientra nella definizione di "agrivoltaico"

Questo requisito è finalizzato alla verifica delle condizioni necessarie dell'impianto per non compromettere la continuità dell'attività agricola, garantendo, nel contempo una sinergica ed efficiente produzione energetica. Tale risultato si deve intendere raggiunto al ricorrere simultaneo di una serie di condizioni costruttive e spaziali, che sono identificati nei 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;

5.1.1. Requisito A.1

Come determinato a pag. 8 della relazione sulla base dei dati impiantistici di progetto, risulta che la percentuale di superficie coltivabile (S_{AGR}) di **39,1749 ha**, rispetto alla superficie totale del sistema agrivoltaico (S_{TOT}) di **44,1445 ha**, è pari al **88,74%**, quindi superiore al limite minimo previsto del **70,00%**.

$$88,74\% > 70,00\%$$

5.1.2. Requisito A.2

Come determinato a pag. 8 della relazione sulla base dei dati impiantistici di progetto, risulta che la percentuale di superficie coperta dai pannelli di complessivi **13,4194 ha**, rispetto alla superficie totale del sistema agrivoltaico (S_{TOT}) di **44,1445 ha**, è pari al **30,40%**, valore quindi inferiore al limite massimo previsto dal **LAOR (Land Area Occupation Ratio)** del **40,00%**.

$$30,40\% < 40,00\%$$

5.2. Requisiti B – Garanzia di produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli

Questo requisito è volto a verificare che nel corso della vita tecnica utile dell'impianto devono essere rispettate le condizioni di reale integrazione fra attività agricola e produzione elettrica valorizzando il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi, per cui dovranno essere verificati:

- 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 dell'efficienza della stessa;

5.2.1. Requisito B.1

Per tale aspetto deve essere verificata la continuità dell'attività agricola che, a sua volta, è riconducibile alle seguenti valutazioni da definirsi secondo le Linee Guida Nazionali del MASE:

- **B.1 a) L'esistenza e le rese della coltivazione;** Per valutare statisticamente gli effetti delle attività energetica e agricola è importante accertare la destinazione produttiva agricola dei terreni sotto l'impianto agrivoltaico e gli effetti dell'attività fotovoltaica sulla produttività agricola. 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".

Per quanto concerne la verifica dell'esistenza della produzione si rimanda alla "Relazione descrittiva e del contesto agronomico" che riprende le denunce della PAC del quinquennio precedente (2019-2023) con le analisi delle rotazioni effettuate e del valore delle produzioni, i cui importi sono stati determinati sulla base di quanto stabilito dall'Allegato A alla DGR 31 luglio 2023 n° 58-7356 di Regione Piemonte.

Sulla base della stessa norma, il principio di continuità risulta verificato con il mantenimento di almeno il **70% del valore della produzione agricola** negli ultimi cinque anni produttivi, prendendo come riferimento per i prezzi l'anno precedente alla stesura della relazione agronomica allegata, secondo la seguente formula:

$$V_p : VA \geq 0,7 \text{ con:}$$

V_p = valore della produzione agricola post impianto agrivoltaico stimata con riferimento ad almeno un triennio di coltivazione a regime e calcolata utilizzando le rese areiche previste ed i prezzi riferiti all'anno precedente a quello di stesura della relazione agronomica.

VA = valore della produzione agricola media annua riferita ai cinque anni produttivi precedenti l'anno della relazione agronomica, utilizzando le rese areiche effettive ed i prezzi riferiti all'anno precedente a quello di stesura della relazione agronomica.

Il Valore della produzione agricola pre-impianto, dovrà essere riferito ad annualità aventi caratteristiche ordinarie in termini di rese e colture dell'azienda agricola per l'area interessata, in relazione alle condizioni climatico pedologiche, con esclusione di rese diverse dall'ordinario a causa di eventi climatici o fitopatologici che possono aver influenzato il risultato produttivo, come risulta dai calcoli della tabella seguente.

Tabella 4: Ripartizione delle colture - Annualità 2019 -2023

| ID | Anno | Coltura | Superficie (ha) | Produzione unitaria (t/ha) | Produzione totale (t) | Prezzo Unitario (€/t) | Valore della produzione |
|---------------------------------|------|-----------------------|-----------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1 | 2019 | Favino da granella | 0,7362 | 3,5 | 2,58 | 350,00 | 901,85 |
| | | Orzo da granella | 32,0090 | 6,5 | 208,06 | 180,56 | 37.567,04 |
| | | Paglia di orzo | *32,0090 | 3,0 | 96,03 | 30,00 | 2.880,81 |
| | | Mais da granella | 10,0091 | 10,0 | 100,09 | 246,04 | 24.626,39 |
| | | Loietto da foraggio | 3,1975 | 13,0 | 41,57 | 130,00 | 5.403,78 |
| | | Totale 2019 | 45,9518 | | | Totale 2019 | |
| 2 | 2020 | Triticale da insilato | 29,4748 | 25,0 | 736,87 | 25,00 | 18.421,75 |
| | | Loietto da foraggio | 4,1974 | 13,0 | 54,57 | 130,00 | 7.093,61 |
| | | Mais da insilato 1° | 12,2798 | 40,0 | 491,19 | 44,64 | 21.926,81 |
| | | Mais da insilato 2° | *24,3848 | 30,0 | 731,54 | 44,64 | 32.656,12 |
| | | Totale 2021 | 45,9520 | | | Totale 2020 | |
| 3 | 2021 | Favino da granella | 4,6799 | 3,5 | 16,38 | 350,00 | 5732,88 |
| | | Orzo da granella | 13,2499 | 6,5 | 86,12 | 180,56 | 15.550,61 |
| | | Paglia di orzo | *13,2499 | 3,0 | 39,75 | 30,00 | 1.192,49 |
| | | Mais da insilato 1° | 14,4401 | 40 | 577,60 | 44,64 | 25.784,24 |
| | | Orzo da insilato | 13,5801 | 25 | 339,50 | 25,00 | 8.487,56 |
| | | Mais da insilato 2° | 30,4850 | 30 | 914,55 | 44,64 | 40.825,51 |
| | | Totale 2021 | 45,9500 | | | Totale 2021 | |
| 4 | 2022 | Orzo da granella | 27,6365 | 6,5 | 179,64 | 180,56 | 32.435,30 |
| | | Paglia di orzo | *27,6365 | 3,0 | 82,91 | 30,00 | 2.487,29 |
| | | Loietto da foraggio | 4,8702 | 13,0 | 63,31 | 130,00 | 8.230,64 |
| | | Mais da insilato 1° | 13,4441 | 40 | 537,76 | 44,64 | 24.005,78 |
| | | Mais da insilato 2° | *17,0953 | 30 | 512,86 | 44,64 | 22.894,03 |
| | | Totale 2022 | 45,9508 | | | Totale 2022 | |
| 5 | 2023 | Orzo da insilato | 27,3828 | 25 | 684,57 | 25,00 | 17.114,25 |
| | | Loietto da foraggio | 4,7756 | 13 | 62,08 | 130,00 | 8.070,76 |
| | | Mais da insilato 1° | 13,7926 | 40 | 551,70 | 44,64 | 24.628,07 |
| | | Mais da insilato 2° | *27,3828 | 30 | 821,48 | 44,64 | 36.671,05 |
| | | Totale 2023 | 45,9510 | | | Totale 2023 | |
| Media Totale arrotondata | | | 45,9500 | Media Totale | | 85.112,72 | |

* Superficie con produzione secondaria ripetuta, da non computarsi nel calcolo della superficie aziendale totale

Il valore medio della produzione agricola (**VA**) sulla superficie interessata è risultato essere pari a **85.112,72 €**, come indicato a pag. 29 della "Relazione descrittiva e del contesto agronomico" sulla base dell'analisi delle colture effettivamente praticate e alla luce dei prezzi medi di mercato rilevati presso la CCIAA di Alessandria.

Dall'esame dei dati riportati, emerge che il valore medio della produzione agricola nell'ultimo quinquennio è stato di **85.112,72 €**, pari alla somma di **1.852,29 €/ha** sulla superficie media arrotondata di complessivi **45,9500 ha**.

Considerando che della superficie di **45,9500 ha**, precedentemente coltivata e denunciata ai fini dei contributi PAC e che rappresenta il valore della **S.A.U.**, sarà interessata dall'impianto del sistema agrovoltaico (**S_{TOT}**) solo la porzione di **44,1445 ha**, cioè una percentuale del **96,07%**,

$$44,1445 \text{ ha} : 45,9500 \text{ ha} = 0,9607 \rightarrow 96,07\%$$

si deduce che la produzione complessiva nel precedente quinquennio ascrivibile alla superficie del sistema agrivoltaico (**S_{TOT}**) dell'impianto in progetto è pari a **81.767,79 €**.

$$85.112,72 \text{ €} \times 0,9607 = 81.767,79 \text{ €}$$

Per il calcolo del valore della produzione agricola post impianto agrovoltaico si dovrà considerare, a parità di quantitativi unitari di resa e di prezzi, già considerati per il calcolo dei 5 anni precedenti a quello di presentazione dell'istanza.

Tabella 5: Determinazione del valore della produzione agricola media annua futura

| ID | Anno | Coltura | Superficie (ha) | Produzione unitaria (t/ha) | Produzione totale (t) | Prezzo Unitario (€/t) | Valore della produzione |
|---------------------------------|------|---------------------|-----------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1 | 2025 | Frumento | 13,05 | 6,0 | 78,30 | 243,28 | 19.048,82 |
| | | Paglia di frumento | *13,05 | 4,0 | 52,20 | 70,00 | 3.654,00 |
| | | Loietto da foraggio | 13,05 | 13,0 | 169,65 | 130,00 | 22.054,50 |
| | | Favino da granella | 13,05 | 3,5 | 45,68 | 350,00 | 15.986,25 |
| | | Totale 2025 | 39,1500 | Totale 2019 | | 60.743,57 | |
| 2 | 2026 | Loietto da foraggio | 13,05 | 13,0 | 169,65 | 130,00 | 22.054,50 |
| | | Favino da granella | 13,05 | 3,5 | 45,68 | 350,00 | 15.986,25 |
| | | Frumento | 13,05 | 6,0 | 78,30 | 243,28 | 19.048,82 |
| | | Paglia di frumento | *13,05 | 4,0 | 52,20 | 70,00 | 3.654,00 |
| | | Totale 2026 | 39,1500 | Totale 2020 | | 60.743,57 | |
| 3 | 2027 | Favino da granella | 13,05 | 3,5 | 45,68 | 350,00 | 15.986,25 |
| | | Frumento | 13,05 | 6,0 | 78,30 | 243,28 | 19.048,82 |
| | | Paglia di frumento | *13,05 | 4,0 | 52,20 | 70,00 | 3.654,00 |
| | | Loietto da foraggio | 13,05 | 13,0 | 169,65 | 130,00 | 22.054,50 |
| | | Totale 2027 | 39,1500 | Totale 2021 | | 97.573,30 | |
| Media Totale arrotondata | | | 39,1500 | Media Totale | | 60.743,57 | |

* Superficie con produzione secondaria, da non computarsi nel calcolo della superficie coltivata totale

Poiché la rotazione triennale prevista rimane la stessa per il triennio successivo, sarà sufficiente effettuare il bilancio di un'annualità, che viene proposta nella tabella seguente per le annualità 2025-2027 che saranno, in caso di approvazione del progetto le prime ad essere effettivamente coltivate con la rotazione definitiva.

Dall'esame dei dati riportati, emerge che il valore medio della produzione agricola del prossimo triennio sarà di **60.743,57 €**, pari alla somma di **1.376,02 €/ha** sulla superficie media arrotondata di complessivi **39,1500 ha**.

Dal confronto tra i due periodi emerge che il rapporto tra il valore della produzione agricola post impianto (V_p) di **60.743,57 €/anno** e quella della media del quinquennio precedente (VA) di **81.767,79 €/anno**, rapportato alla stessa superficie del sistema agrivoltaico (S_{TOT}) di **44,1445 ha** risulta pari al **74,29%**, per cui è **verificato il requisito richiesto** di avere $V_p : VA \geq 0,7$

$$60.743,57 \text{ €/anno} : 81.767,79 \text{ €/anno} = 0,7429 \geq 0,70$$

Ovviamente si arriva allo stesso rapporto di valore se si confrontano i valori unitari della produzione agricola che sono rispettivamente di **1.376,02 €/ha** per il triennio post impianto e di **1.551,56 €/ha** nel quinquennio precedente, da cui

$$1.551,56 \text{ €/ha} : 1.852,29 \text{ €/ha} = 0,7429 \geq 0,70$$

- **B.1 b) 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."

Per quanto riguarda questo aspetto, il mantenimento dell'indirizzo produttivo è facilmente deducibile dal confronto tra le colture praticate nel recente passato e quelle previste nella situazione di post impianto.

In entrambi i casi si tratta di colture estensive, basate su una rotazione cerealicola-foraggera di piante a ciclo annuale, per cui **la condizione richiesta è ampiamente verificata**.

5.2.2. Requisito B.2 – Producibilità elettrica minima

In base a tale requisito e per le caratteristiche dell'impianto, si ritiene che, la produzione elettrica specifica di un impianto agrivoltaico (FV_{AGRI} in GWh/ha/anno) correttamente progettato, paragonata alla producibilità elettrica specifica di riferimento di un impianto fotovoltaico standard ($FV_{STANDARD}$ in GWh/ha/anno), non dovrebbe essere inferiore al 60% di quest'ultima.

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

Come determinato sulla base dei dati dell'ipotesi progettuale, risulta che il valore del FV_{AGRI} è pari a **1,20665 GWh/ha/anno**, mentre l' $FV_{STANDARD}$ è pari a **1,41225 GWh/ha/anno**, definendo un rapporto tra i due parametri del **85,44%** in linea con i limiti richiesti in quanto

$$85,44\% > 60,00\%$$

5.3. Requisito C – Soluzioni innovative con moduli elevati da terra

La configurazione spaziale del sistema agrivoltaico, e segnatamente l'altezza minima di moduli da terra, influenza lo svolgimento delle attività agricole su tutta l'area occupata dall'impianto agrivoltaico o solo sulla porzione che risulti libera dai moduli fotovoltaici.

Nel caso delle colture agricole, l'altezza minima dei moduli da terra condiziona in termini di altezza la

dimensione delle colture che possono essere impiegate, la scelta della tipologia di coltura in funzione del grado di compatibilità con l'ombreggiamento generato dai moduli, la possibilità di compiere tutte le attività legate alla coltivazione ed al raccolto.

Le stesse considerazioni restano valide nel caso di attività zootecniche, considerato che il passaggio degli animali al di sotto dei moduli è condizionato dall'altezza dei moduli da terra (connettività).

In sintesi, l'area destinata a coltura oppure ad attività zootecniche può coincidere con l'intera area del sistema agrovoltaico oppure essere ridotta ad una parte di essa, per effetto delle scelte di configurazione spaziale dell'impianto.

La progettazione dell'impianto "Agrovoltaico Cascina Luna" prevede l'altezza minima del bordo inferiore del modulo fotovoltaico in posizione + 40° e - 40° a 2,1 m dal livello del terreno per consentire l'utilizzo di macchinari funzionali alla coltivazione e il passaggio, la lavorazione dei mezzi agricoli per l'aratura, la semina, la raccolta, e tutte le altre usuali operazioni sulle porzioni di suolo poste al di sotto dei moduli fotovoltaici, avendo anche ulteriore spazio quanto le strutture di sostegno posizionano i moduli fotovoltaici in linea orizzontale, essendo i pali di fondazione a **3,31 m** dal livello del terreno.

Per tale caratteristica, quindi, l'impianto si configura come "**Impianto Agrovoltaico avanzato**" che comporta la piena e massima integrazione tra l'impianto di generazione di energia elettrica e le colture, in quanto i moduli fotovoltaici svolgono una funzione sinergica alle colture, proteggendole dall'eccessivo soleggiamento estivo, dagli eventi calamitosi di origine meteorica e favorendo il mantenimento dell'umidità dei terreni, ovvero riducendo il consumo idrico per l'irrigazione, qualora disponibile.

Si ritiene quindi che siano totalmente soddisfatte le configurazioni previste dal requisito C.

5.4. Requisito D – Sistema di monitoraggio

Il sistema agrovoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che può consentire 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 e precisamente indicate come.

D.1 – Il risparmio della risorsa idrica;

D.2 – La continuità delle attività agricole, ovvero l'impatto sulle colture, la produttività agricola relativa alle diverse tipologie di colture o agli allevamenti ovini o bovi o caprini e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate.

5.4.1. Requisito D.1

Per tale aspetto l'applicazione di questa tipologia di monitoraggio non è effettuabile, in quanto non sono presenti colture irrigue e l'unico apporto idrico alle colture è quello meteorico.

In termini teorici, il possibile risparmio idrico è riconducibile agli effetti di maggiore permanenza e durata della capacità di campo dei suoli in conseguenza della riduzione del soleggiamento e dell'effetto evapotraspirante che ne consegue, il tutto a vantaggio di una maggiore disponibilità idrica per le piante.

Il possibile effetto di questa dinamica, comunque largamente dipendente dal regime pluviometrico che caratterizzerà i prossimi anni, potrebbe essere valutato con la misurazione periodica dell'umidità del suolo all'interno dell'impianto e in aree contigue esterne a esso.

5.4.2. Requisito D.2

Poiché i valori dei parametri tipici relativi al sistema agrivoltaico dovrebbero essere garantiti per tutta la vita tecnica dell'impianto, è prevista la messa in atto di un'attività di monitoraggio che permetta di verificare le prestazioni del sistema agrivoltaico con particolare riferimento alla continuità dell'attività agricola con analisi dell'impatto delle colture, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture o allevamenti e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate.

L'azione di monitoraggio da eseguirsi nel corso dell'intera vita di attività dell'impianto, si baserà sulla verifica puntuale dell'esistenza e la resa delle coltivazioni e sul mantenimento dell'indirizzo produttivo.

Tale attività potrà essere effettuata attraverso la redazione di una relazione tecnica asseverata da un agronomo, diverso da quello che ha collaborato al progetto iniziale, con una cadenza almeno biennale in relazione alla formulazione del ciclo colturale di rotazione e sulla base di una guida o disciplinare che fornisca puntuali indicazioni sulle informazioni da asseverare, ad oggi non disponibile.

Alla relazione saranno allegati i piani annuali di coltivazione, recanti indicazioni in merito alle specie annualmente coltivate, alla superficie effettivamente destinata alle coltivazioni, alle condizioni di crescita delle piante, alle tecniche di coltivazione come sesto di impianto, densità di semina, impiego di concimi e trattamenti fitosanitari.

La rilevazione dei dati di monitoraggio per la valutazione dei risultati tecnici ed economici della coltivazione sarà effettuata seguendo la metodologia RICA.

5.5. Requisito E – Sistema di monitoraggio avanzato

Per tale aspetto risulta utile la verifica dei seguenti parametri seguendo le prassi di monitoraggio in fase di emissione da parte di C.R.E.A. e G.S.E.:

- E.1** – Il recupero della fertilità del suolo;
- E.2** – Il microclima;
- E.3** – La resilienza ai cambiamenti climatici.

5.5.1. Requisito E.1

All'interno dell'area occupata dall'"Agrivoltaico Cascina Luna" non ci sono aree e terreni da valorizzare agronomicamente o che potrebbero essere impegnati da attività agricole grazie alla incrementata redditività garantita dall'impianto Agrovoltaico.

Le uniche zone areali di possibile miglioramento sono quelle, limitate, che presentano un livello di scheletro elevato anche in superficie, che può essere tuttavia migliorato dal punto di vista della tessitura con attività di spietramento e da quello della fertilità dall'apporto di sostanza organica di origine animale.

5.5.2. Requisito E.2

Il microclima presente nella zona dove si svolgono le attività agricole può subire sicuramente delle variazioni conseguenti alla presenza dell'impianto agrivoltaico per l'azione di mitigazione ambientale nell'arco delle ore diurne causato dal movimento sulle colture sottostanti e limitrofe.

Infatti i moduli fotovoltaici solidali alla struttura di sostegno intercettano correttamente l'irraggiamento luminoso e le precipitazioni atmosferiche e incidono sulla circolazione dell'aria a livello del suolo.

Questa seppur minima variazione del microclima locale può favorire, o meno, il normale sviluppo della pianta, impedire o favorire l'insorgere e il diffondersi di fitopatie così come può sicuramente mitigare gli effetti di eccessi termici estivi associati ad elevata radiazione solare, determinando un beneficio per la pianta.

Questi aspetti saranno valutati grazie all'installazione di sensori di velocità dell'aria, temperatura e umidità oltre alla misura dell'irraggiamento solare al di sopra e al di sotto (effetto albedo) dei moduli fotovoltaici.

I valori ricavati saranno comparati con gli analoghi valori degli stessi parametri ambientali di aree immediatamente limitrofe ma non interessate dall'impianto Agrovoltaico.

In particolare, il monitoraggio potrebbe riguardare:

1. La temperatura dell'ambiente esterno, acquisita ogni minuto e memorizzata ogni 15 minuti, misurata con sensore (preferibile PT100) con incertezza inferiore a $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$;
2. La temperatura retro-modulo, acquisita ogni minuto e memorizzata ogni 15 minuti, misurata con sensore (preferibile PT100) con incertezza inferiore a $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$;
3. L'umidità dell'aria retro-modulo e ambiente esterno, misurata con igrometri/psicrometri, acquisita ogni minuto e memorizzata ogni 15 minuti;
4. La velocità dell'aria retro-modulo e ambiente esterno, misurata con anemometri.
5. I risultati di tale monitoraggio possono essere registrati, ad esempio, tramite una relazione triennale prodotta da parte del proponente.

Il Proponente il progetto dell'impianto "Agrovoltaico Cascina Luna" e la Proprietà dei terreni di Cascina Luna prevedono a tal fine l'installazione di una centralina fissa per il monitoraggio delle condizioni ambientali e una postazione meteo mobile per il monitoraggio dei parametri climatici all'interno del campo e dei sensori in ubicazioni strategiche per il monitoraggio dei singoli parametri.

5.5.3. Requisito E.3

La produzione di elettricità da fotovoltaico deve essere realizzata in condizioni che non pregiudichino l'erogazione dei servizi o le attività impattate da essi in un'ottica di cambiamenti climatici attuali o futuri.

Come stabilito nella circolare del 30 dicembre 2021, n. 32 recante " Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza – Guida operativa per il rispetto del principio di non arrecare danno significativo all'ambiente (DNSH)", dovrà essere prevista una valutazione del rischio ambientale e climatico attuale e futuro in relazione ad alluvioni, nevicate, innalzamento dei livelli dei mari, piogge intense, ecc. per individuare e implementare le necessarie misure di adattamento in linea con il Framework dell'Unione Europea.

Per tale fine, si prevede di realizzare:

- in fase di progettazione: il progettista dovrebbe produrre una relazione recante l'analisi dei rischi climatici fisici in funzione del luogo di ubicazione, individuando le eventuali soluzioni di adattamento;
- in fase di monitoraggio: il soggetto erogatore degli eventuali incentivi verificherà l'attuazione delle soluzioni di adattamento climatico eventualmente individuate nella relazione di cui al punto precedente, ad esempio tramite la richiesta di documentazione, anche fotografica, della fase di cantiere e del manufatto finale.

La società Proponente s'impegnerà a redigere, con l'ausilio di professionista specifico, le relazioni citate con cadenza da stabilire all'occorrenza.

6. SOSTENIBILITÀ ECONOMICA DELL'ATTIVITÀ AGRICOLA INTEGRATA

Sono esposte di seguito alcune considerazioni economiche in merito alla sostenibilità dell'attività agricola da attuarsi, contestualmente all'installazione dell'impianto agrovoltico, all'interno dell'area interessata.

Si deve subito precisare gli elementi di seguito esposti qualificano di per sé tutte le attività agricole che sono oggetto di situazioni altamente variabili, in parte dovute alla natura di per sé tipicamente aleatoria dell'attività agricola e per la maggior parte riferibili alla contingente situazione internazionale a tutti nota e processi di globalizzazione degli scambi commerciali e precisamente:

- La redditività dei terreni è condizionata dall'andamento climatico e, sempre più di frequente, dal manifestarsi di fenomeni atmosferici sempre più intensi;
- L'andamento del mercato dei prodotti agricoli, inserito in un circuito internazionale di globalizzazione dello scambio di derrate agricole non è prevedibile, ma spesso soggetto a consistenti variazioni di prezzo che, oscillando intorno ad un prezzo medio, possono spaziare tra il 50% e il 150% dello stesso;
- I costi di produzione sono molto variabili in ragione delle rilevanti possibili variazioni sia dei fattori a utilità semplice come sementi, concimi e antiparassitari, sia per l'intrinseca e consolidata variabilità dei costi di funzionamento dei mezzi di produzione, principalmente in ragione del prezzo dell'elettricità e del gasolio per autotrazione;
- Le stesse scelte colturali, già condizionate dalla variabilità dei prezzi sul mercato, dipendono anche dalla componente derivante dagli incentivi della PAC, non prevedibili neanche sul medio periodo e assolutamente non ipotizzabili sul lungo periodo;
- La gestione di un'attività agricola in un contesto di convivenza con gli impianti in progetto produrrà sicuramente degli effetti al rialzo sui costi di produzione agricola per l'aumento dei tempi morti di lavorazione e per la dispersione della attività nelle fasce coltivabili tra le file.
- Le produzioni agricole, rapportate alla superficie effettivamente messa a coltura, si ritiene che non subiscano eccessive variazioni a causa della convivenza con gli impianti fotovoltaici per tutte le ragioni già esposte nella relazione agronomica sull'uso del suolo.

Per tali motivi, la determinazione del valore della produzione agricola, determinata per legge ai prezzi medi vigenti alla sola annualità precedente a quella di richiesta delle autorizzazione per l'impianto è chiaramente influenzata dalla contingenza verificatasi in quell'anno, non essendo derivata da una condizione media statistica di produzione, di valore di mercato dei prodotti e dei costi di coltivazione sostenuti, tutti potenziali fattori influenti sulle scelte del mondo agricolo.

La destinazione colturale indicata per l'utilizzo del fondo post impianto con una rotazione triennale, già illustrata nel corpo della relazione **ha il pregio di perseguire una continuità di colture rispetto alla situazione attuale, fornendo una sufficiente garanzia di sostenibilità economica e di una generale invarianza tra le due condizioni colturali.**

Non è stata presa in considerazione il reddito della fascia prevista per la larghezza di 0,25 m a cavallo della fila di strutture di supporto degli inseguitori, in quanto sostanzialmente non in grado di produrre alcun reddito, salvo la possibilità di costituire un elemento ecosistemico di ripristino ambientale, con eventuali future agevolazioni nell'ambito degli aiuti comunitari della PAC.

7. TIPOLOGIA E CARATTERISTICHE DELLA FASCIA VEGETATA

Il campo agrovoltaico sarà completamente recintato con rete grigliata ed elettrosaldada, plastificata di colore verde, ancorata al terreno con pali in metallo infissi nel terreno senza fondazioni in cls.

Per consentire il passaggio della piccola fauna, verrà lasciato uno spazio di 20 cm circa da terra lungo tutto lo sviluppo della recinzione.

Al fine di mitigare l'impatto visivo dell'impianto fotovoltaico sarà realizzata una fascia verde di transizione tra l'area oggetto d'intervento e i territori agricoli e le viabilità circostanti, che sarà strutturata mediante l'inserimento di specie vegetali autoctone.

Si tratta di una formazione lineare di alberi di media grandezza da allevare in forma mista tra quella libera e la siepe, per consentire la mitigazione visiva dell'impianto dall'esterno, almeno per quanto riguarda le viste possibili dal piano di campagna circostante, tenendo conto del fatto che sia l'impianto sia il territorio di contorno a confine sono totalmente pianeggianti.

Nel complesso, la fascia di mitigazione avrà la larghezza complessiva di **10 m** lineari, suddividendosi in una porzione più prossima alla parte esterna della recinzione costituita da alberi di medie dimensioni con funzione di copertura visiva dell'impianto disposti su due file ravvicinate e da una porzione più esterna con alberi e cespugli via via degradanti con la funzione di conferire all'insieme un aspetto vario e naturaliforme, e con l'obiettivo di favorire in tal modo la biodiversità dell'insieme e l'inserimento paesaggistico.

Mentre per la porzione degradante verso l'esterno della fascia, l'altezza delle piante deve essere naturalmente contenuta, per il doppio filare a ridosso del lato esterno della recinzione è necessario arrivare a un'altezza di circa **4,50 m** dal suolo, al fine di consentire la copertura visiva del punto di maggior altezza delle strutture che portano i pannelli fotovoltaici, che è di **4,63 m**.

Non sarà necessario superare questa altezza, in quanto le file di pannelli non si collocano subito al di là della recinzione, ma iniziano ad essere installati dopo una fascia libera coltivata di almeno **8 m**.

Ad ogni buon conto, la regolazione dell'altezza delle piante dipenderà dagli interventi di potatura e potrà essere modulata, anche al fine di assegnare un andamento adeguatamente naturaliforme alla formazione.

Al fine di contribuire a rendere la fascia vegetata il più possibile funzionale al ripristino di un ecosistema vegetale che possa ospitare una grande quantità di entomofauna e di avifauna, saranno scelte specie mellifere per attirare gli insetti impollinatori e in grado di produrre bacche edibili per gli uccelli.

L'individuazione delle specie vegetali arbustive e arboree che compongono la fascia verde esterna di mitigazione, si è basata su alcune motivazioni di ordine botanico, paesaggistico e di gestione, che sono:

- ❖ Coerenza con la tipologia di specie autoctone delle aree di versante boscate della zona;
- ❖ Facilità di attecchimento e buona velocità di crescita per favorire una rapida copertura;
- ❖ Piante resistenti alle potature ripetute e con fogliame verde o secco anche nel periodo invernale;
- ❖ Compatibili tra loro sotto il profilo paesaggistico e a crescita contenuta;
- ❖ Con limitate esigenze nutritive e buona rusticità e facile attecchimento;

Vista la naturale rustica delle piante, le modalità di impianto e di potatura e le caratteristiche del suolo, sono indispensabili apporti idrici all'impianto e per i primi 2-3 anni di sviluppo, anche se l'installazione del previsto sistema irriguo a goccia potrà dare piena garanzia di efficacia vegetativa anche successivamente.

8.1. Fascia perimetrale a ridosso della recinzione

La fascia perimetrale ha lo scopo di costituire una barriera visiva funzionale dall'esterno della recinzione dell'impianto per cui deve garantire, pur con un aspetto di naturalità, una rilevante capacità di copertura.

Per ottenere questo obiettivo, si metterà a dimora a ridosso della recinzione una fila di alberi di Carpino bianco alla distanza di **1,0 m** dalla recinzione e con piante poste alla distanza di **1,50 m** lungo la fila.

Il Carpino selvatico (*Carpinus betulus* L.) è un albero autoctono di media altezza con portamento dritto e chioma allungata, presente spontaneamente anche in pianura, dove si trova insieme alla Farnia a costituire le foreste planiziali padane.

***Carpinus Betulus* L.**

Nome comune: Carpino bianco

Famiglia: Betulaceae

Origine: Europa e Asia minore



Portamento: albero che arriva ai 20 m, con chioma densa, ovale, allungata, fusto eretto e scanalato, corteccia liscia, grigio cenerino.

Foglie: semplici scure, ovali, acuminate e doppiamente seghettate, che cadono in autunno.

Fiore: compaiono in primavera, unisessuali sono riuniti in amenti quelli maschili, cilindrici, lassi, penduli quelli femminili.

Frutto: composti da acheni ovoidali, compressi protetti da brattee trilobate. Altre caratteristiche: molto resistente alla siccità, sopporta bene le potature il che lo rende adatto per siepi foggiate, cortine verdi e grandi macchie. Si trova di frequente su terreni calcarei.

Altre caratteristiche: rustica e adatta ai terreni asciutti e anche ai climi di montagna.

Particolari

| Corteccia | Foglia e frutto | Fiore |
|---|--|---|
|  |  |  |

Pur essendo una specie a foglia caduca, ha la tendenza alla persistenza delle foglie secche sulla pianta anche durante l'inverno, garantendo un'adeguata copertura visiva per quasi tutto l'anno.

Per il carpino è consigliabile una potatura di formazione da effettuare nei primi 3 anni, che favorisca lo sviluppo di rami laterali a scapito del culmo principale per limitare l'elevazione in altezza della pianta oltre il necessario e facilitare lo sviluppo laterale dei rami per aumentare il grado di copertura visiva.

Dopo il raggiungimento della copertura e dell'altezza per la mitigazione, si interverrà con potature sui rami apicali e laterali ogni 3 anni durante il periodo di riposo, per contenere lo sviluppo della vegetazione.

8.2. Fascia perimetrale esterna con funzione di diversificazione ambientale

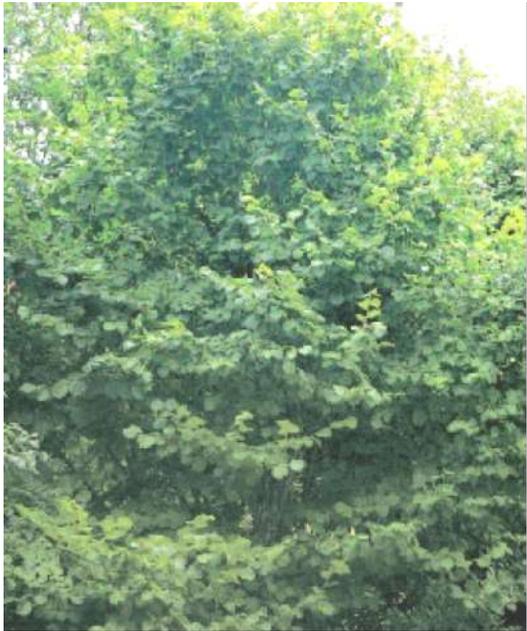
La funzione della restante parte della fascia che degrada verso l'esterno, è quella di ricostruire un ecosistema vegetale diversificato che possa attirare e ospitare microfauna, entomofauna e avifauna.

Alla distanza di **3,0 m** dalla precedente fila di carpini sarà realizzata una fila di piante arboree poste alla distanza di **3,0 m** lungo la fila seguita, a un'ulteriore distanza di **1 m**, da un'altra fila con piante aventi lo stesso portamento, sempre alla stessa distanza di **3,0 m** lungo la fila ma disassate rispetto alla prima.

Le piante da inserire in queste due file in modo casuale e non ordinato saranno:

- Nocciolo (*Corylus avellana* L.)
- Sambuco (*Sambucus nigra* L.)
- Biancospino (*Crataegus monogyna* L.)

Il **Nocciolo** è un arbusto autoctono spontaneo, con funzione anche mellifera e di nutrizione della fauna.

| | |
|--|---|
| <p><i>Corylus avellana</i> L. Nome comune: Nocciolo Famiglia: Betulaceae Origine: Europa e Asia minore</p>  | <p><u>Portamento:</u> Grande arbusto caducifoglio a chioma espansa (alta fino a 5 m), con ceppaie che portano molti fusti (polloni) dritti, che con l'età si incurvano e assumono sezione irregolare.</p> <p><u>Foglie:</u> alterne, grandi, rotondeggianti ma acute all'apice, cuoriformi alla base, con il margine finemente dentato, sono tomentose e verdi chiare nella pagina inferiore, ruvide e verde scuro in quella superiore.</p> <p><u>Fiori:</u> pianta monoica con fiori maschili precocissimi riuniti in amenti gialli penduli che, essendo preformati dall'autunno precedente, appaiono già a febbraio-marzo; fiori femminili minuscoli in forma di gemme con piccoli stimmi piumosi rossi.</p> <p><u>Frutto:</u> ovali, legnosi, con un grosso seme commestibile (nocciola) in parte avviluppato da brattee fogliacee (cupule), anche a gruppi di 2-3.</p> <p><u>Altre caratteristiche:</u> Specie mesofila, resistente all'ombra e al freddo ma con necessità di estati lunghe e calde; talvolta pioniera o d'invasione, è frequente nei sottoboschi. Evita i suoli eccessivamente acidi o basici e richiede un buon drenaggio, adattandosi anche ai suoli sassosi. Vegeta dalla pianura ai 1200 (1700) m. In Piemonte si trova dalla pianura al piano collinare e montano in un gran numero di tipi forestali.</p> |
|--|---|

Particolari

| Corteccia | Foglia e frutto | Fiore maschile | Fiore femminile |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |

Il **Sambuco** è un'altra specie autoctona con fiori melliferi e di grande impatto estetico per le infiorescenze a corimbo e le bacche nere a maturazione.

Sambucus nigra L.

Nome comune Sambuco nero

Famiglia Adoxacee

Origine Europa meridionale



Portamento: arbusto legnoso e perenne, caducifoglio, alto fino a 6 metri. Il tronco ha una corteccia grigio-bruna e verrucosa, mentre i rami sono opposti, ricadenti e con midollo chiaro

Foglie: opposte imparipennate, con foglioline ovali, acute, a margine dentato; stropicciate emanano un cattivo odore

Fiori: ermafroditi, molto piccoli e numerosi, bianchi, portanti in grandi corimbi appiattiti

Frutto: piccole bacche globose nero - violaceo, lucide, portate in infruttescenze lasse

Altre caratteristiche: mesofila, resistente all'ombreggiamento, ama suoli fertili, freschi e ricchi di azoto

Particolari

Foglia e frutti



Fiore



Il **Biancospino** è un arbusto autoctono, fortemente mellifero con abbondante fioritura e la produzione di numerosissime bacche rosse gradite all'avifauna

***Crataegus monogyna* Jacq.**

Nome comune Biancospino

Famiglia Rosaceae

Origine Centro europa e Asia minore



Portamento: arbusto caducifoglio dal rapido sviluppo, chioma arrotondata, può raggiungere altezze di 5-6 m e assumere l'aspetto di un alberello; i rami giovani sono spinosi

Foglie: piccole, alterne, con lobi arrotondati, profondamente incisi

Fiori: presenti a fine fogliazione, bianchi, riuniti in corimbi molto profumati

Frutto: piccoli pomi con polpa giallastra che in autunno virano al rosso intenso

Altre caratteristiche: eliofila fino a mediamente sciafila, rustica, su suoli da basico ad acido, da asciutti a freschi e da argillosi a sabbiosi; resiste al freddo ma vuole estati calde; tipica colonizzatrice di coltivi abbandonati

Particolari

| Corteccia | Foglie e fiori | Frutti e foglie |
|-----------|----------------|-----------------|
| | | |

Oltre alle specie indicate, all'interno delle due file e in modo casuale saranno inseriti anche i giovani alberi di Pruno da fiore (*Prunus pissardii nigra*), posti attualmente ai lati dell'attuale viabilità di accesso da sud ai fabbricati aziendali, prelevate con pane di terra da appropriato mezzo meccanico e reimpiantate lungo la fila.

Alla distanza di **3,0 m** dall'ultima fila descritta verso l'esterno, si posizione l'ultima doppia fila disassata alla distanza di **1 m** tra le due file e con piante poste lungo ciascuna fila alla distanza di **1,3 m**, costituite da arbusti di altezza variabile da 1,5 a 3,0 m che, a sviluppo avvenuto e con l'espansione della chioma verso

l'esterno, completeranno la fascia arborata della larghezza complessiva di 10 m, misurata a partire dalla recinzione esterna. Le specie previste per questa doppia fila di cespugli, avranno la caratteristica di essere fortemente mellifere e con la produzione di fiori e frutti colorati, anche con finalità di tipo paesaggistiche.

Le specie da impiegare, alternate senza un ordine preciso tra le file lungo la fila, saranno:

- Frangola (*Rhamnus frangula* L.)
- Sanguinello (*Cornus sanguinea* L.)
- Ligustro (*Ligustrum vulgare* L.)
- Prugnolo (*Prunus spinosa* L.)
- Rosa canina (*Rosa canina* L.)
- Lentaggine (*Viburnum tinus* L.)

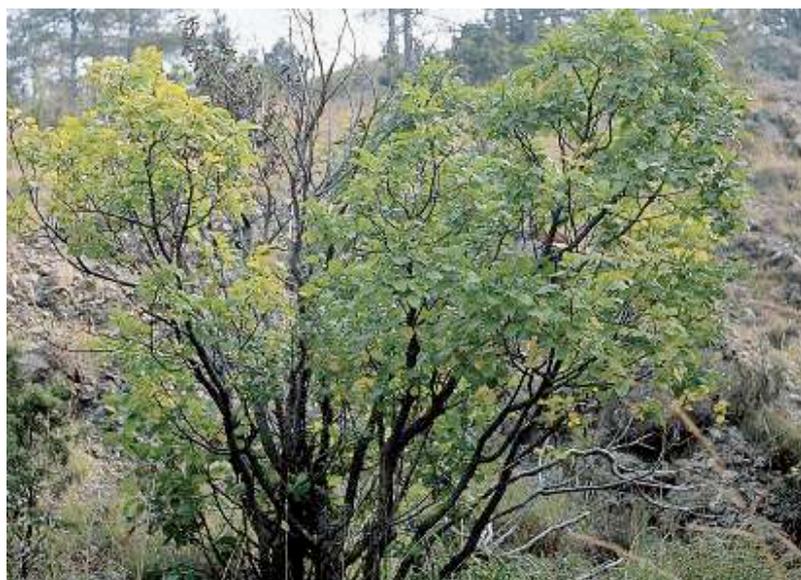
Frangola

Frangola alnus L.

Nome comune Frangola

Famiglia Rhamnaceae

Areale – Aree centrali e settentrionali dell'Europa e dell'Asia



Portamento: albero di prima grandezza, ma arbusto caducifoglio con chioma rada, irregolare e fusto policormico con rami ascendenti e sottili. La corteccia si presenta liscia, di colore bruno-rossastro, dal terzo anno grigio.

Foglie: composte, imparipennate, formate da 13-15 foglioline lanceolate, sessili, acuminate, con margine seghettato fino alla metà della lamina; in autunno assumono un bel colore rosso.

Fiore: piccoli, bianchi, profumati, riuniti in corimbi, sbocciano a maggio-giugno, a fogliazione già avvenuta.

Frutto: piccoli pomi rossi, ovoidali-tondeggianti, aciduli e tannici.

Altre caratteristiche: Specie di mezz'ombra, mesofila, pioniera, esige elevata umidità atmosferica, tipica dei suoli poveri di basi e con pH acido, ben drenati, freschi, spesso sassosi.

Vegeta fra i 500 e i 2300 m di quota

Particolari

| Foglie | Fiore | Frutto |
|--------|-------|--------|
| | | |

Sanguinello

***Cornus sanguinea* L.**

Nome comune: Sanguinello

Famiglia: Cornaceae

Origine: Eurasia



Portamento: arbusto caducifoglio con polloni rossi se esposti in piena luce, confondibile con il corniolo; corteccia sottile prima liscia verdastra, poi marrone-grigiastra e fittamente fessurata

Foglie: opposte, ellittiche, con nervature arquate verso l'apice, leggermente pubescenti sulla pagina inferiore

Fiori: ermafroditi, bianchi, riuniti in corimbi all'apice dei rametti; compaiono dopo la fogliazione

Frutto: piccole drupe sferiche, prima rosse poi nere a maturità che contengono un succo rosso sangue (da cui il nome)

Altre caratteristiche: specie indifferente alla luce (sia sciafila sia eliofila), rustica, cresce su suoli a varia granulometria, da freschi ad asciutti con pH variabile

Particolari

| Foglia | Fiore | Frutto |
|--|---|--|
|  |  |  |

Ligustro

***Ligustrum vulgare* L.**

Nome comune: Ligustro

Famiglia: Oleaceae

Origine: Centro Sud Europa



Portamento: arbusto deciduo a portamento cespuglioso, alto fino a 2 m ha una crescita rapida ma non è molto longevo; corteccia grigio-bruna, liscia, sottile con rade lenticelle

Foglie: piccole, ovali, opposte, con margine intero, verde scuro e lucenti sulla pagina superiore, più chiare sotto e piuttosto coriacee; talvolta persistenti verdi durante l'inverno nelle esposizioni più calde

Fiori: piccoli, bianchi e molto profumati in vistosi grappoli eretti

Frutto: piccole bacche, nere a maturità

Altre caratteristiche: eliofila e di mezz'ombra, marginale nei boschi o di radura, mesoxerofila, vuole estate calde e si adatta a vari tipi di suolo preferibilmente basici o neutri e disponibili in nutrienti, ben drenati asciutti o freschi

Particolari

| Foglie | Fiori | Frutti |
|---|--|---|
|  |  |  |

Prugnolo

***Prunus spinosa* L.**

Nome comune: Prugnolo

Famiglia: Rosaceae

Origine: Europa-Caucaso



Portamento: arbusto alto al massimo 2,5 m, deciduo, spinoso formante dense macchie impenetrabili; corteccia bruno-rossastra con lenticelle orizzontali, dapprima liscia poi finemente incisa

Foglie: semplici, alterne, piccole, ellittiche, acute, crenate o dentate sul bordo nella pagina superiore, pubescenti su quella inferiore

Fiori: bianchi, molto abbondanti, peduncolati, prima della fogliazione

Frutto: piccole drupe sferiche violacee, pruinose, aspre e tanniche

Altre caratteristiche: eliofila, mesoxerofila e mesofila, presente su suoli da sciolti a compatti, con pH che va da basico a subacido ma ancora ricchi di basi; marginale nei boschi o in radure, tipica specie colonizzatrice di coltivi abbandonati (soprattutto vigneti)

Particolari

| Foglie | Fiori | Frutti |
|---|--|---|
|  |  |  |

Rosa canina

Rosa canina L.

Nome comune Rosa di macchia

Famiglia Rosaceae

Origine Europa centro-meridionale



Portamento: arbusto caducifoglio dal portamento cespuglioso, rado e disordinato, alto fin a 2m, crescita rapida; corteccia sottile, glabra, prima verde, poi striata e bruna con robuste spine rossastre e arcuate a base allungata

Foglie: imparipennate, formate da coppie di foglioline ellittico-ovali, con margine dentato, poco pubescenti

Fiori: rosa sui lobi, bianco-roseo sul resto del petalo

Frutto: "cinorrodi", ovoidali, carnosi e lisci, portanti all'apice le appendici del calice, rossi a maturità, contengono numerosi semi e abbondante peluria

Altre caratteristiche: eliofila, mesofila-mesoxerofila, adatta a diversi tipi di suolo da basico a subacido; invadente ex pascoli ed ex coltivi, è sporadica nelle radure

Particolari

| Foglia | Fiore | Frutto |
|---|--|---|
|  |  |  |

Lentaggine

***Viburnum tinus* L.**

Nome comune Lentaggine

Famiglia Caprifoliaceae

Origine Bacino del Mediterraneo e sud-est Europa



Portamento: arbusto sempreverde dal portamento cespuglioso con corteccia di colore verde-brunastro, rado e disordinato, alto fino a 2-3 m, con rami eretti ed opposti a formare una chioma densa e compatta, generalmente regolare

Foglie: semplici con inserzione opposta, mediante brevissimi piccioli su rametti lisci verdi con riflessi rossastri. La lamina ha forma ovato-ellittica con apice acuminato e base arrotondata

Fiori: ermafroditi di piccole dimensioni, attinomorfi, di colore bianco con boccioli rosa riuniti in infiorescenze dense e appiattite ad ombrella

Frutto: drupa ovoidale di colore bluastro a maturità e persistente a lungo sulle piante

Altre caratteristiche: eliofila, mesofila-mesoxerofila, molto rustica e adatta a terreni ben drenati e ricchi di sostanza organica, endemico al centro-sud ma ampiamente utilizzato anche nel settentrione.

Particolari

| Foglia | Fiore | Frutto |
|---|--|---|
|  |  |  |

Di seguito la rappresentazione planimetrica e in sezione della disposizione della fascia di mitigazione con la disposizione delle diverse specie.

Figura 6: Schema di piantumazione della fascia di mitigazione – Scala 1:100

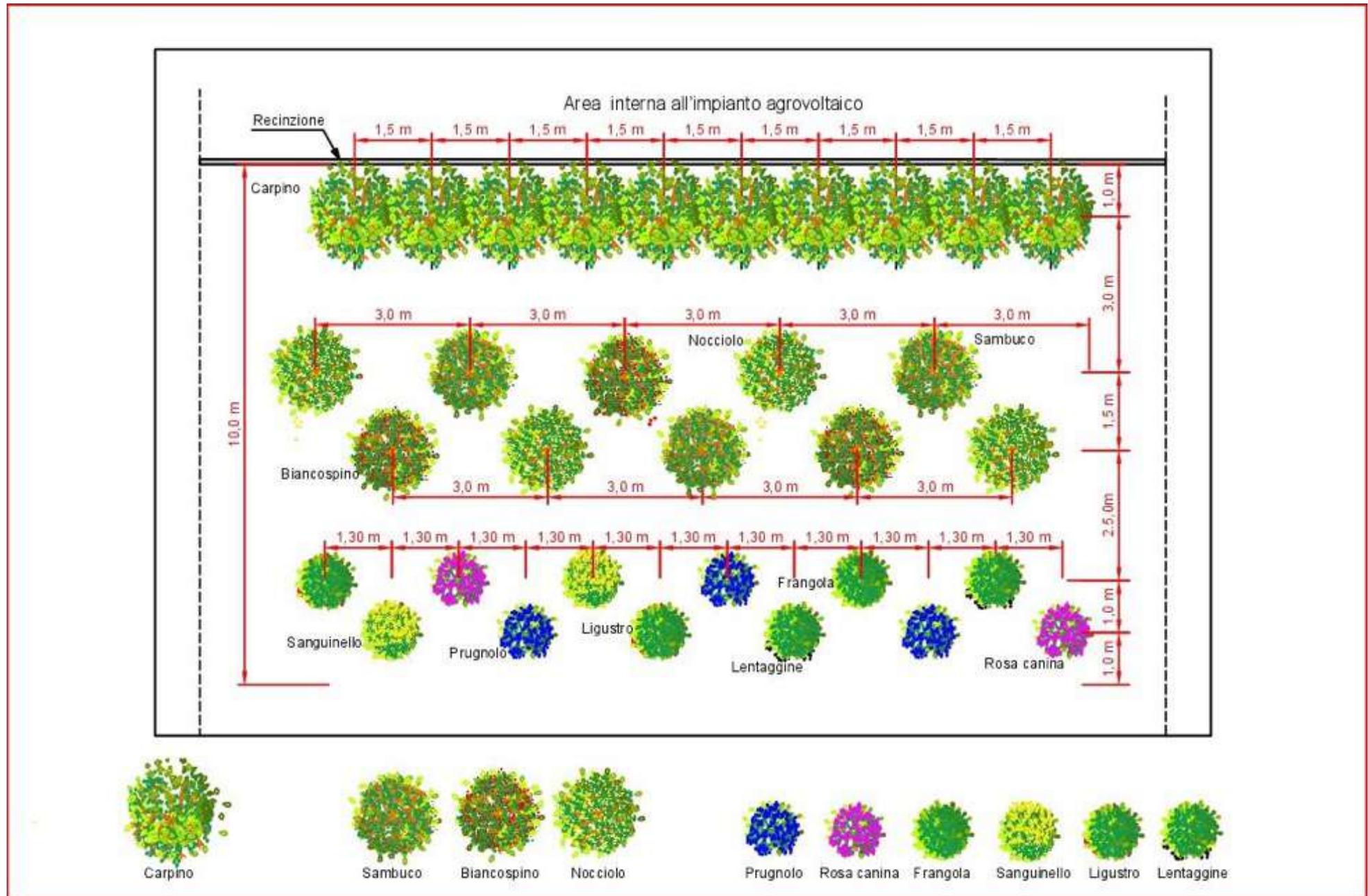
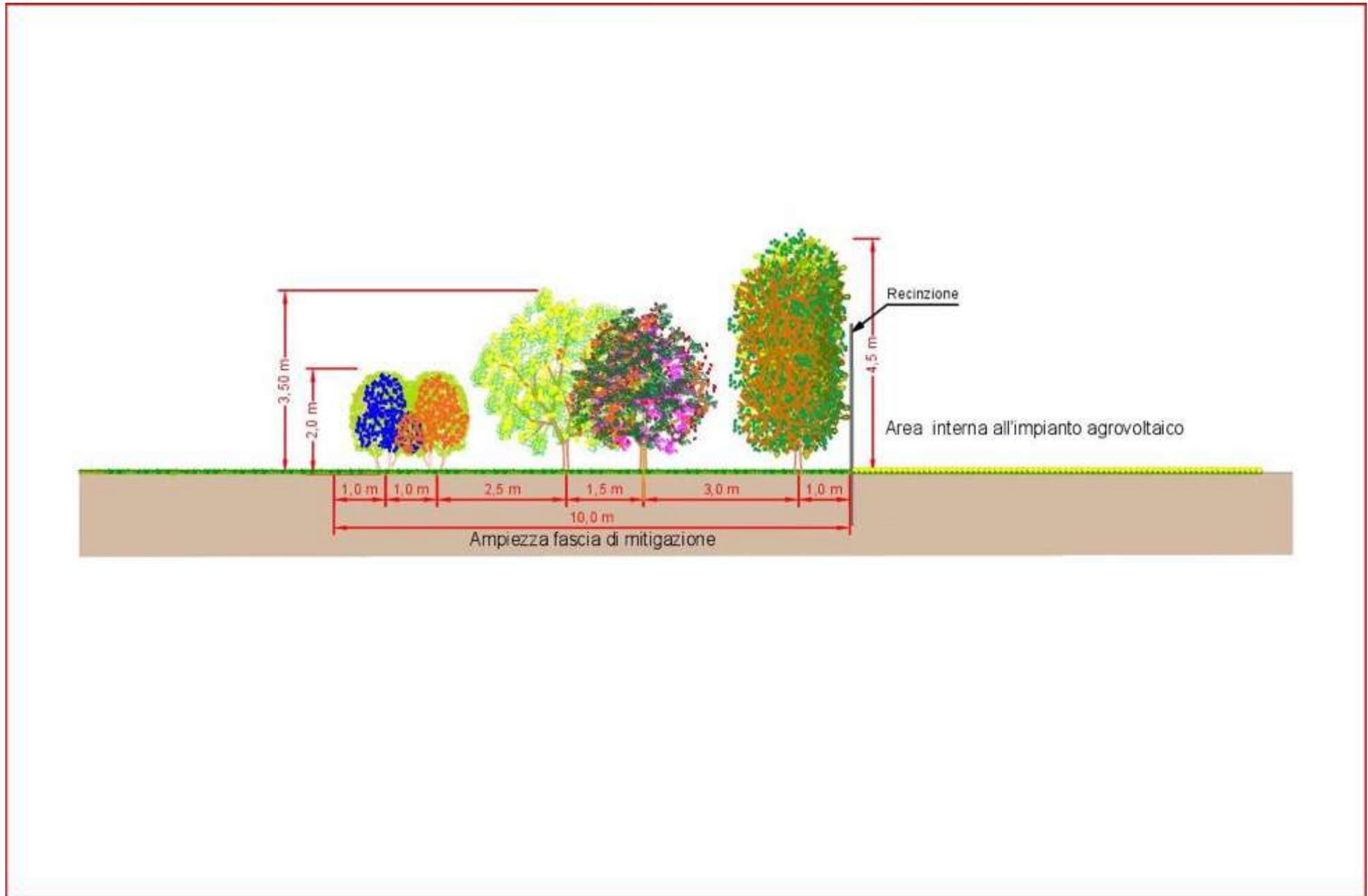


Figura 7: Sezione della fascia di mitigazione – Scala 1:100



9. IMPIANTO E GESTIONE DELLA FASCIA VERDE

L'impianto della fascia con la messa a dimora delle piante e del sottostante prato, potrà avvenire già prima dell'installazione dei pannelli fotovoltaico, ammesso che non costituisca ingombro per le macchine operatrici e preferibilmente in autunno, se possibile, o in alternativa nel periodo che precede l'inizio della primavera.

Dopo una prima lavorazione del terreno mediante aratura o semplice rippatura nel limite di 30-40 cm di profondità per non portare in superficie la matrice non agraria presente nel subsoil e seguita eventualmente da una concimazione organica, si procederà con l'affinamento del terreno e la preparazione all'impianto.

9.1. Inerbimento del terreno

Tra le misure di mitigazione e di gestione del suolo nella fascia va anche considerato l'inerbimento con prato permanente da effettuare nell'area di mitigazione prima di mettere a dimora le piante indicate.

Tale copertura vegetale permetterà di favorire l'assorbimento delle acque meteoriche, favorendo un adeguato microclima e garantendo il mantenimento della sostanza organica e quindi della fertilità nel suolo.

Questa funzione è particolarmente necessaria nel periodo iniziale di sviluppo di alberi e arbusti e fino al raggiungimento delle altezze desiderate, per le quali sono richiesti almeno 3-4 anni di tempo per gli arbusti e non meno di 5-6 anni per gli alberi.

A tal fine si propone di utilizzare per la semina un miscuglio di graminacee e leguminose avente la seguente composizione:

- Festuca arundinacea 30%,
- Festuca rubra rubra 20%,
- Poa pratensis 20%,
- Trifolium pratense 15%
- Trifolium repens 15%

La semina può essere effettuata a righe (con seminatrice da grano) o preferibilmente a spaglio, con una seminatrice cultipaker, avendo cura di effettuare l'interramento del seme di circa 1 cm, non dovendo comunque mai superare la profondità di 2 cm.

Fino all'affermazione definitiva delle piante arbustive e arboree della fascia di mitigazione, si dovrà avere particolare cura nel mantenere il prato sottostante con ripetuti sfalci o trinciature del cotico mediante macchine portate da una trattrice o con decespugliatori, avendo attenzione a non danneggiare gli esemplari arboreo-arbustivi presenti, anche al fine di evitare la diffusione di piante spontanee non desiderate.

Dopo l'affermazione delle piante della fascia arborea, sarà comunque possibile è utile la trinciatura almeno annuale dello spazio esterno alla fascia e degli spazi interni alla stessa aventi la larghezza di 2,5 m, mentre, a favore di una maggiore naturalità del contesto ecosistemico, non si dovrà più intervenire all'interno delle doppie file sfalsate disposte alla distanza tra loro di solo 1 m.

La necessità di continuare a mantenere pulito il suolo lungo le prose aventi la larghezza di 2,5 m all'interno della fascia di mitigazione, risulta utile anche per consentire nel tempo gli interventi di potatura degli alberi e degli arbusti di media grandezza, da effettuarsi periodicamente e in particolare per quelli prossimi alla recinzione dell'impianto agrovoltaico.

9.2. Fascia verde di mitigazione

Dopo la semina del prato con le modalità descritte e nei tempi già indicati, si provvederà al tracciamento dei filari secondo le indicazioni progettuali, per individuare i punti di messa a dimora delle piantine.

Di seguito si metteranno a dimora le piantine a radice nuda o preferibilmente in vaso, con lo scavo di una buca di opportune dimensioni, orientativamente di 40x40x40 cm se di forma quadrata o del diametro di almeno 20-25 cm se eseguita con trivella meccanica, al fondo della quale sarà posto del concime o in alternativa del concime minerale ternario e terreno vegetale di riporto, facendo attenzione alla sistemazione ottimale dell'apparato radicale per evitare fenomeni di ginocchiatura delle radici o del fittone.

Considerata la natura piuttosto sciolta del suolo e la presenza areale di scheletro anche nel topsoil, si consiglia di inserire in ciascuna buca e intorno al pane di terra contenente le radici, almeno 20-25 g di un prodotto idroretentore per aumentare la capacità di trattenuta dell'acqua per periodi più prolungati.

Sarà necessario porre attenzione anche alla collocazione del colletto, evitando di interrare troppo, o troppo poco, le piante e si potrà prevedere la pacciamatura localizzata con dischi o quadrotti in materiale ligneo o celluloso ed eventualmente un sostegno iniziale con tutori in canna e shelter di protezione.

È necessario effettuare una prima bagnatura di impianto con almeno 15-20 litri di acqua per buca subito dopo aver messe a dimora le piante, per favorire una buona adesione delle radici al terreno.

Le aree piantumate con vegetali vivi dovranno essere seguiti nei primi cinque anni dall'impianto con:

- Sfalcio delle erbe ed estirpo delle infestanti che crescono in mezzo ai cespugli;
- Irrigazione di soccorso tramite un impianto a goccia da attivarsi con regolarità per le piantine messe a dimora, di particolare rilievo nel periodo che va da inizio giugno a settembre per garantire lo sviluppo iniziale e la buona salute vegetativa ad affermazione avvenuta;
- Sostituzioni di piante il cui attecchimento non sia andato a buon fine, che si stima possano essere nell'ordine del 10-15% del quantitativo originario, da eseguirsi nei primi 3 anni;
- Potature di formazione e contenimento per le giovani piante.

Tutti gli interventi di potatura, devono consentire un efficace equilibrio della chioma e obbligare le piante a mantenere un'altezza degradante verso l'esterno e comunque non superiore ai 4,5-5,0 m per le file di alberi a ridosso della recinzione esterna dell'impianto agrovoltaico e saranno necessari i seguenti tipi di interventi:

- Potatura di trapianto: si dovranno asportare i rami che si presentino eventualmente danneggiati o secchi e per le sole piante eventualmente fornite a radice nuda o in zolla che non siano state preparate adeguatamente in vivaio, si dovrà procedere a un intervento di sfoltimento per ridurre la massa evapotraspirante, nel rispetto del portamento e delle caratteristiche delle singole specie;
- Potatura di allevamento: questa potatura deve essere fatta sulle giovani piante, allo scopo di orientare lo sviluppo verso un'impalcatura equilibrata con l'asportazione dei polloni, nati dalle radici o al piede;
- Potatura di mantenimento e modellazione: sono tutti gli interventi di potatura da compiere su una pianta adulta per mantenerne una regolare conformazione o una forma voluta in relazione all'ubicazione della pianta per ridurre le dimensioni della chioma che potrebbe interferire con l'impianto fotovoltaico.

La potatura di diradamento non sarà necessaria, considerato il fatto che la funzione principale della fascia di mitigazione è appunto quella di mascherare l'impianto fotovoltaico retrostante.

9.4. Ripristino agronomico dell'area

Alla fine del periodo di utilizzo produttivo dell'impianto l'area, previo smantellamento delle strutture insediate, tornerà all'uso agricolo originario oppure, con il mantenimento della stessa destinazione d'uso con la sostituzione delle componenti non più efficienti per l'avvio di un nuovo ciclo fotovoltaico.

Nel primo caso l'impianto prevede all'interno della recinzione unicamente l'infissione al suolo di sostegni dei pannelli in materiale metallico senza componenti in cemento armato, con il solo utilizzo di tale materiale per le fondazioni per i volumi tecnici come i locali di servizio per gli impianti elettrici, mentre tutti i collegamenti elettrici tra le diverse componenti dell'impianto saranno interrati al suolo a profondità superiore a quelle di lavorazione del suolo.

Una volta terminate le opere di dismissione con asportazione degli elementi sopra citati e compatibilmente con le epoche stagionali e i cicli vegetativi specifici in atto, è previsto l'utilizzo immediato dell'area con colture agrarie in grado di favorire un rapido ritorno a un'ottimale condizione pedologica del suolo, previo rapido spianamento e colmatatura di eventuali spazi e/o aree oggetto di movimento terra durante le operazioni di dismissione dell'impianto.

In tal senso, conformemente alle caratteristiche del terreno su cui l'impianto si colloca, verrà praticata una aratura di media profondità (30-40 cm.) per ripulire il suolo da eventuali corpi estranei e, soprattutto, per interrare a maggiore profondità la sostanza organica accumulatasi nel tempo sullo strato superficiale oggetto di sola discatura, favorendo inoltre l'arieggiamento complessivo del topsoil, con il ripristino delle ottimali condizioni di equilibrio fisico-chimico e nutrizionali necessari alle colture agrarie.

La semina successiva di una coltura a ciclo vernino verrà preceduta da una concimazione con elementi azotati di rapida e lenta cessione per fornire adeguato alimento alla vegetazione.

Nel caso in cui, per ragioni proprie, la proprietà del terreno intenda mantenere in tutto o in parte la recinzione e la siepe protettiva esterna, le stesse non verranno rimosse e saranno continuati, come per il periodo di esercizio dell'impianto, gli interventi di manutenzione sulla vegetazione arbustiva consistenti nelle potature e nelle usuali cure agronomiche. Il ripristino effettivo delle precedenti attività agricole avverrà quindi solamente sugli spazi non interessati dalla presenza delle siepi e delle recinzioni.

Nel caso in cui, al contrario, la proprietà voglia eliminare anche queste strutture si provvederà alla rimozione meccanica della recinzione ed alla estirpazione degli arbusti costituenti la fascia di mitigazione mediante l'uso di macchine operatrici meccaniche, seguita da un passaggio con ripper alla profondità di almeno 50-60 cm in grado di tagliare ad una adeguata profondità gli apparati radicali formati nel corso del tempo nel suolo o di raccogliarli e portarli in superficie.

Si precisa che tali formazioni non sono comunque considerabili come bosco in quanto di larghezza inferiore ai 20 m, per cui non è prevista per la rimozione alcuna autorizzazione ai fini del D.Lgs 42/04.

Una successiva lavorazione di estirpatura con affinamento dello strato superficiale potrà eliminare i residui delle radici e impedire il loro naturale tentativo di ricaccio.

Tutto il materiale vegetale originatosi dall'operazione di estirpo dovrà essere allontanato dall'area, con prevedibile utilizzo come legna da ardere per le parti di diametro significativo, oppure trinciato in sito e disperso sull'area come concime organico per le parti più minute.

10. POTENZIALITÀ INTEGRATIVA DI ALLEVAMENTO APISTICO

10.1. Premessa

Il presente approfondimento è relativo alla possibilità integrativa di esercitare un'attività di allevamento apistico, motivata dalla scelta progettuale di inserire nella fascia di mitigazione perimetrale dell'impianto agrovoltaico sui terreni di Cascina Luna alberi e arbusti autoctoni con spiccate propensioni mellifere, in un contesto di scarsa diversificazione biologica e con l'obiettivo di rivitalizzare l'ecosistema con l'aumento della presenza di ap nell'intero areale circostante.

L'attività proposta persegue i seguenti obiettivi:

- significativo miglioramento della biodiversità ambientale contribuendo ad arricchire lo spettro floristico;
- potenziamento dell'interazione fra le componenti dell'ecosistema locale in un sito semplificato dal punto di vista ecologico a seguito delle diversificate attività antropiche svolte nel tempo;
- contribuire a diffondere ed affermare sul territorio l'ape italiana (*Apis mellifera ligustica* Spinola);

10.2. La funzione ecologica delle api nell'ecosistema

La Legge n° 313 del 24 dicembre 2004 con l'ultimo aggiornamento del 12/09/2022 sancisce all'art. 1 che *"La presente legge riconosce l'apicoltura come attività di interesse nazionale utile per la conservazione dell'ambiente naturale, dell'ecosistema e dell'agricoltura in generale ed è finalizzata a garantire l'impollinazione naturale e la biodiversità di specie apistiche, con particolare riferimento alla salvaguardia della razza di ape italiana (*Apis mellifera ligustica* Spinola) e delle popolazioni di api autoctone tipiche o delle zone di confine."*

L'attività apistica, quindi, è un'attività zootecnica considerata di "interesse pubblico" e riconosciuta dalla legge dello Stato italiano ed è una delle rare forme di allevamento il cui prodotto non comporta la sofferenza né il sacrificio animale e ha una ricaduta molto positiva sull'ambiente e sulle produzioni agricole e forestali.

In Europa la produzione di miele è stata in costante aumento (23% negli ultimi 10 anni sino al 2020) e l'Italia è ancora il 4° produttore europeo con un'installazione di circa 1.400.000 alveari per una produzione annua pari a circa 23,300 tonnellate per un fatturato che supera i 250 M€.

Nel settore, i dati del 2020 indicano la presenza di oltre 1.600 apicoltori che attuano sia il metodo nomade che stanziale, producendo miele di qualità e derivati di pregio, quali la propoli e le cere.

Le api sono il migliore agente impollinatore esistente, impareggiabile per efficienza e scrupolosità nel lavoro svolto quotidianamente, per cui si può affermare che questi insetti sono il principale fattore per la conservazione della biodiversità.

Da tempo si è osservata, soprattutto nell'area del Basso Piemonte, la graduale scomparsa degli altri insetti pronubi che vivono allo stato selvatico, causata sia dall'invadenza delle pratiche agricole sia dall'uso di fitofarmaci per le attività agro colturali.

L'allevamento delle api, ovvero le attività apistiche gestite dall'uomo, hanno permesso la presenza di questo principale insetto impollinatore che rappresenta, con la sua attività instancabile, un vero strumento di produzione agricola.

Numerose specie vegetali, soprattutto destinate all'alimentazione umana, non possono fruttificare in

assenza di impollinazione incrociata entomofila (melo, pero, pesco, ciliegio, numerose orticole, etc.).

Una delle caratteristiche principali delle api, è la cosiddetta "costanza florale", per cui le api preposte al volo e alla raccolta di nettare e polline di un alveare, comunicando tra loro la posizione della fonte di cibo, si concentrano sulla medesima coltura fino a che questa non risulta più attrattiva.

Questo è un aspetto molto importante perché, a differenza di tutti gli altri insetti, le api, che sono fedeli al tipo di fiore prescelto, permettono la fecondazione tra stesse specie vegetali, dato che il polline di un fiore di pero non potrebbe mai fecondare un fiore di melo.

L'apicoltura, quindi, s'inserisce con pieno diritto non solo nel processo produttivo agricolo, ma costituisce fonte di reddito per gli apicoltori professionisti.

L'attività di allevamento apistico, proposta nella fascia di mitigazione ambientale perimetrale, di larghezza pari a 10 m e per un'estensione di circa 2,95 ettari dell'impianto Agrovoltaico Cascina Luna, si integra perfettamente con i concetti di innovazione e apporto di cultura in ambito agricolo, dato che tale attività ha attinenza con diverse discipline, in primis la biologia e la botanica, ma anche la genetica, la chimica sia della terra sia dell'aria e la meteorologia.

Gli ultimi dati ufficiali della Regione Piemonte stimano in 216.811 gli alveari condotti da 5.857 apicoltori professionisti e in 32.777 alveari condotti da 3.839 apicoltori amatoriali distribuiti su tutto il territorio regionale, ma scarsamente presenti nel Basso Piemonte.

Nella successiva tabella si riportano i dati suddivisi per provincia e tra apicoltori professionisti e amatoriali.

Tabella 6: Attività apistiche in Regione Piemonte – Dati Aspromiele

| Provincia | Totale apicoltori | Totale alveari | Apicoltori professionisti | | Apicoltori amatoriali | |
|-----------|-------------------|----------------|---------------------------|---------|-----------------------|---------|
| | | | Apicoltori | Alveari | Apicoltori | Alveari |
| NO | 254 | 38.369 | 146 | 36.090 | 208 | 2.269 |
| VB | 388 | 9.538 | 116 | 7.484 | 272 | 2.054 |
| VC | 241 | 7.948 | 76 | 6.836 | 165 | 1.112 |
| AL | 617 | 26.702 | 222 | 22.753 | 395 | 3.949 |
| AT | 438 | 21.757 | 218 | 19.763 | 220 | 1.994 |
| CN | 1.487 | 59.597 | 600 | 51.451 | 887 | 8.146 |
| TO | 1.950 | 44.739 | 531 | 33.177 | 1.419 | 11.562 |
| BI | 382 | 8.171 | 109 | 6.480 | 273 | 1.691 |

10.3. Apis mellifera quale bioindicatore biologico e ambientale

Le api possono essere considerate le sentinelle dell'ambiente a servizio della biodiversità.

Gli organismi svolgono il ruolo di bioindicatori se, in presenza di concentrazioni di inquinanti, subiscono variazioni rilevabili del loro stato naturale, ovvero manifestano reazioni identificabili a differenti concentrazioni di sostanze inquinanti presenti nell'ambiente.

Le api sono degli ottimi indicatori biologici perché permettono di rilevare i danni chimici subiti e in corso, al momento, dall'ambiente in cui vivono, grazie sostanzialmente a due segnali definibili "estremi" che sono l'alta mortalità nel caso di sostanze per loro letali come i pesticidi e la concentrazione di residui che si misurano nei loro corpi o in altre matrici apistiche, nel caso di sostanze non letali e di altri agenti inquinanti come i metalli

pesanti, gli IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici) e i radionuclidi, rilevati tramite analisi di laboratorio.

Altri segnali da prendere in seria considerazione, quali sintomi di malessere sono le variazioni nella struttura della comunità apistica, le modifiche morfologiche, le modifiche fisiologiche, ovvero le variazioni della vitalità delle api nel loro incessante lavoro e i danni al patrimonio genetico.

L'ape mellifera (*Apis Mellifera Ligustica Spinola*) è uno dei migliori bioindicatori, ovvero rilevatore ecologico grazie alle sue caratteristiche morfologiche, la facilità di allevamento, la sua docilità ed operosità, la diffusa rivela peluria che ricopre gran parte del corpo che la rendono particolarmente adatta a intercettare materiali e sostanze con cui entra in contatto durante il volo e la raccolta del nettare e del polline (attività di bottinamento).

La presenza di sostanze inquinanti nell'ambiente con mortalità, spopolamenti, alterazioni ambientali o anche accumulano nel loro corpo le sostanze inquinanti o nei prodotti dell'alveare, fornisce dati sull'ecosistema del territorio.

Figura 8: *Apis mellifera ligustica Spinola*



10.4. Il biomonitoraggio

Le tecniche di biomonitoraggio producono dati inerenti le misure di biodiversità, quali le variazioni della morfologia, della fisiologia e dell'assetto genetico degli organismi impiegati, in questo caso le api, oltre a rilevare i valori di concentrazione delle sostanze inquinanti negli organismi.

Il biomonitoraggio non si sostituisce al tradizionale monitoraggio ambientale di tipo chimico-fisico, ovvero

analitico-strumentale, ma è complementare per la stima della qualità ambientale, la capacità di sintesi e definizione degli impatti, in quanto il monitoraggio analitico-strumentale fornisce un'alta precisione analitica ma non le conseguenze indotte.

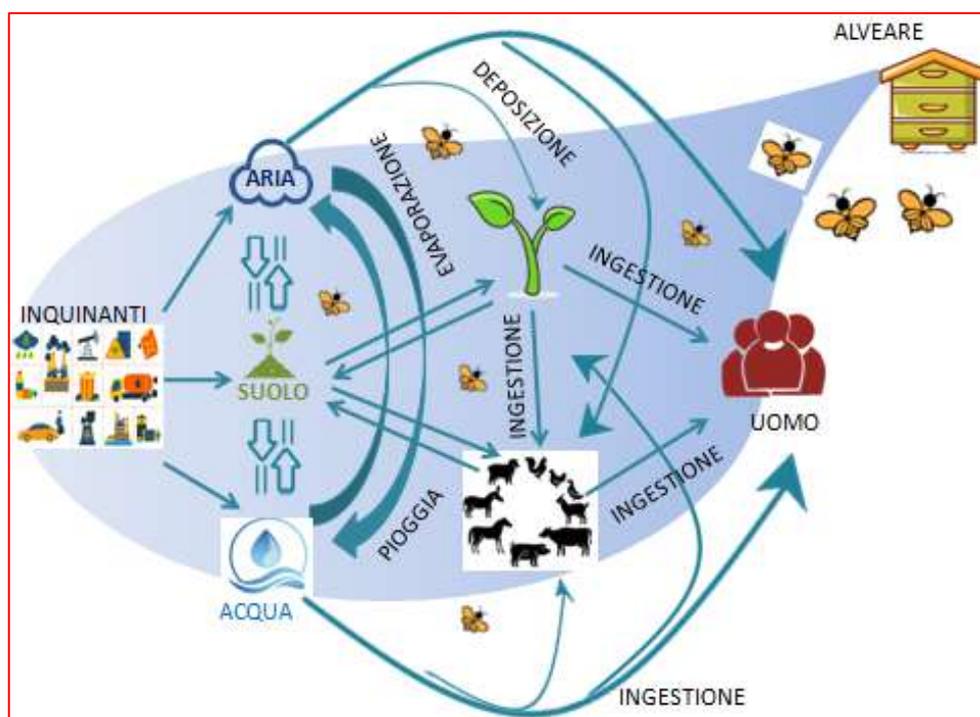
A differenza delle analisi chimico-fisiche, i bioindicatori possiedono la capacità di "memorizzare" il danno inflitto dal contaminante o degli effetti sinergici negativi di più contaminanti.

Il biomonitoraggio con le api misura gli scostamenti dai valori normali dei componenti degli ecosistemi reattivi all'inquinamento, ed è molto utile per la stima degli effetti combinati di più inquinanti, capaci di agire sinergicamente sulla componente biotica.

In altre parole, le tecniche di biomonitoraggio permettono di identificare lo stato di alcuni parametri ambientali sulla base degli effetti che sono indotti su organismi sensibili come le api, che rappresentano quindi i bioindicatori.

Ogni ape effettua numerosi prelievi giornalieri, circa 1.000 in un solo giorno, perlustra tutti i settori ambientali come suolo, vegetazione, acqua, aria e ha la capacità di riportare in alveare materiali esterni di varia natura e di immagazzinarli secondo criteri controllabili; inoltre necessita di costi di gestione estremamente contenuti, specialmente in rapporto al grande numero di campionamenti effettuati.

Per questi motivi i dati rilevati dalle api e dalle matrici apistiche non sono relativi solo all'aria ma all'intero ambiente in cui vivono.



10.5. Le postazioni apistiche

Si prevede la localizzazione di postazioni per l'installazione di alveari all'interno della fascia di mitigazione perimetrale creata in gran parte con essenze erbacee e arbustive nettariifere, che rappresenta quindi l'Area della biodiversità da valorizzare.

La fascia perimetrale circonda l'area dell'impianto agrovoltaico Cascina Luna esteso per decine di ettari e di cui è parte integrale e tutta l'area al suo interno favorisce il pascolamento delle api nelle superfici circostanti

prive di interazione antropica, salvo le attività agronomiche che sono però assenti o limitate durante il periodo della fioritura.

L'ape (*Apis mellifera ligustica* Spinola) è una specie animale non addomesticabile che non si può confinare in un'area delimitata, ma la creazione delle condizioni stagionali affinché abbia un buon pascolo è condizione necessaria per agevolarne la funzione.

Le postazioni saranno costituite da arnie poste all'interno della Fascia di mitigazione lungo i lati Est e Ovest, secondo le seguenti considerazioni:

- a circa 250 metri di distanza dalla SS35 bis dei Giovi, quindi a non meno di 10 metri da strade di pubblico transito e a non meno di 5 metri dai confini di proprietà pubbliche o private come impone la normativa nazionale, in assenza di fonti di rumore, elettrodotti e sorgenti di vibrazioni.
- esposte a mezzogiorno in linea curva, nel mezzo delle fonti nettariifere da cui attingeranno il polline, a circa 50 cm di distanza tra loro.

Un apiario copre un'estensione fino a tremila ettari in maniera che possano produrre il "surplus" di miele che verrà raccolto dall'apicoltore senza condizionare in nessun modo il normale sviluppo della popolazione.

L'apicoltura è una delle rare forme di allevamento il cui frutto non contempla né la sofferenza né il sacrificio animale e che ha una ricaduta molto positiva sull'ambiente e sulle produzioni agricole e forestali.

L'insediamento apistico costituirà quindi un importante elemento di valore ecosistemico volto a favorire l'impollinazione delle specie erbacee, arbustive ed arboree entomofile in generale e le colture agrarie, generando un vero e proprio servizio ecologico.

Le postazioni apistiche potranno essere 4, composte da 10 alveari ciascuna su supporti in legno al suolo per la posa degli alveari.

10.6. Le essenze erbacee ed arbustive a vocazione mellifera

Per la formazione del prato sottostante alla fascia, oltre alle specie erbacee già previste al capitolo precedente quali la *Festuca arundinacea*, la *Festuca rubra*, la *Poa pratensis*, il *Trifolium pratense* il *Trifolium repens*, potrà essere utilizzato a scopo di arricchimento e diversificazione delle specie mellifere, anche un miscuglio di sementi di essenze erbacee nettariifere quali il Tarassaco (*Taraxacum officinale*), la Facelia (*Phacelia tanacetifolia*), il Meliloto (*Melilotus officinalis*) e in misura minore la Salvia (*Salvia officinalis*).

Per le specie arbustive, oltre alle specie citate quali la Frangola (*Rhamnus frangula* L.), il Ligustro (*Ligustrum vulgare* L.), il Sanguinello (*Cornus sanguinea* L.), il Prugnolo (*Prunus spinosa* L.), la Rosa canina (*Rosa canina* L.) e la Lentaggine (*Viburnum tinus* L.), potranno essere utilizzate, a seconda anche della reperibilità presso i vivai della zona, ulteriori specie arbustive mellifere per arricchire lo spettro floristico vegetazionale quali il Rosmarino (*Rosmarinus officinalis* L.), il Caprifoglio (*Lonicera caprifolium* L.) e il Viburno (*Viburnum lantana* L.).

Il materiale arbustivo necessario sarà reperito presso i vivai esistenti in ambito provinciale in primis e regionale, avendone preventivamente verificato, a tempo debito, l'effettiva disponibilità di quanto indicato che sia conforme alle esigenze progettuali e a condizioni di mercato adeguate.

10.7. Monitoraggio agro-ambientale tramite sistemi iot agritech 4.0

Il monitoraggio in remoto dell'attività apistica può riguardare la rilevazione dei seguenti parametri:

- la produzione di miele (l'incremento produttivo viene misurato mediante una bilancia elettronica posta al di sotto delle singole arnie che registra così il progressivo aumento della produzione nell'arco del tempo);
- lo stato dell'habitat interno all'alveare e il grado di benessere delle api con installazione di sensori all'interno delle arnie per rilevare la temperatura, l'umidità e la quantità di CO₂ ivi presenti in quanto questi parametri, se mantenuti entro certi limiti grazie alla corretta ventilazione, determinano l'ottimale stato di benessere delle api stesse;
- numero di api presenti nella colonia e presenza/assenza della regina nell'arnia;
- frequenza del suono emesso, poiché in base al suono emesso dalle api sia in volume sia in frequenza è possibile capire l'avvento di una sciamatura o lo stato della famiglia indicando l'orfanità, uno stato patologico, un attacco di parassiti, quando la regina è prossima a deporre oppure sta deponendo le uova;
- furto delle arnie, danni causati da animali o dal vento (es.: ribaltamento);
- raffronto della produttività fra colonie;
- condizioni meteorologiche del sito (pressione atmosferica, pioggia, temperatura e umidità);
- localizzazione satellitare delle arnie;
- dati per la determinazione della tracciabilità del miele a garanzia dell'origine del prodotto, una volta immesso sul mercato.

I sensori opportunamente installati nelle arnie e in prossimità delle postazioni apistiche invieranno all'operatore tramite la rete le informazioni (dati e allarmi) che potrà comodamente gestire su PC/tablet o smartphone.

L'insieme dei dati rilevati ed elaborati consentirà di migliorare la gestione degli apicoltori, ridurre i trattamenti sanitari sulle api, la necessità di presenza fisica dell'operatore attenuando in questo modo i costi di esercizio e la presenza antropica in sito.

Tortona, lì maggio 2024

Il Tecnico

(Dott. Agronomo Delio Barbieri)



Firmata digitalmente