

Regione Veneto



Provincia di Rovigo



Comune di Guarda Veneta



IMPIANTO AGROVOLTAICO DI 70MW CON STORAGE 30MW/120MWh SITO NEL COMUNE DI GUARDA VENETA (RO) E RELATIVE OPERE CONNESSE

PROGETTISTA INCARICATO:
Ing. Riccardo Clementi
Pec: riccardo.clementi@ingpec.eu



Scala

Titolo elaborato:

Formato

A4

OPERE DI
MITIGAZIONE
AMBIENTALE

TECNICI COINVOLTI

Ing. Riccardo Clementi
Arch. Emiliano Manzato
Dott. Agr. Stefano Pesavento
Dott. Geol. Loris Tietto



CODICE ELABORATO

PROGETTO	CLASSE	TIPO	PROG.
RVFEVVE02	VIA 2	D	43

Rev.	Data	Descrizione	Redige	Verifica	Approva
00	05/23	PRIMA EMISSIONE	EM		
01					
02					
03					
04					
05					
06					

GESTORE RETE ELETTRICA



SOCIETA' PROPONENTE:

Guarda Veneta SRL
Via Mike Bongiorno, 13 - 20124 Milano
PEC: guardaveneta@pec-legal.it
REA: MI - 2677345
P.iva 05496450288

SOCIETA' di PROGETTAZIONE:

Renvalue SRL
Via Quattro Novembre, 2 Padova
PEC: cert@pec.renvalue.it

Indice

1	Introduzione.....	3
2	Descrizione dell'impianto agrovoltaico	3
2.1	Descrizione dell'area di progetto	3
2.2	Descrizione dell'intervento	4
2.2.1	Tracker	4
2.2.2	Moduli.....	7
2.2.3	Cabine di trasformazione	7
2.2.4	Connessioni elettriche	8
2.2.5	Cabine di raccolta.....	9
2.2.6	Recinzione perimetrale	12
3	Interventi per la mitigazione ambientale	13
3.1	Descrizione delle misure di mitigazione a verde	13
3.2	Siepe di progetto.....	17
4	Impianto e gestione colturale	24
4.1	Messa a dimora.....	24
4.2	Manutenzione verde e irrigazione	24

Indice delle Figure

Figura 1	- Inquadramento su foto aerea: in rosso l'impianto fotovoltaico e in blu il cavidotto	3
Figura 2	- Schematica dei tracker con relative distanze	5
Figura 3	- Esempio di fissaggio delle strutture di supporto	6
Figura 4	- Tipologia di moduli presi in considerazione	7
Figura 5	- Schema di cabina di trasformazione	8
Figura 6	- Schema posizionamento cavi (in rosso) e skid (in grigio) rispetto al piano campagna	9
Figura 7	- Immagine tipo di cabina di raccolta	9
Figura 8	- Configurazione Campo Nord dell'impianto agrivoltaico.....	10
Figura 9	- Configurazione del Campo Sud dell'impianto agrivoltaico	11
Figura 10	- Layout di progetto Campo Nord	Errore. Il segnalibro non è definito.
Figura 11	- Layout di progetto Campo Sud.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
Figura 12	- Rappresentazione della recinzione prevista di altezza pari a 2.5m	12
Figura 13	- Prospetto frontale recinzione	12
Figura 14	- A sinistra cespuglio di Albero di Giuda; a destra fioritura di Albero di Giuda	19
Figura 15	- A sinistra cespuglio di Corniolo; a destra una siepe di Corniolo.....	19

Figura 16 – Siepe di Nocciolo in primavera, a sinistra, e in autunno, a destra **Errore. Il segnalibro non è definito.**

Figura 17 - Capsule, a sinistra, e siepe, a destra, dell'Evonimo **Errore. Il segnalibro non è definito.**

Figura 18 - Drupe, a sinistra, e siepe, a destra, di Frangola..... **Errore. Il segnalibro non è definito.**

Figura 19 - A sinistra, cespuglio di Maggiociondolo; a destra una siepe mista con Maggiociondolo **Errore. Il segnalibro non è definito.**

Figura 20 - A sinistra, cespuglio di Melo selvatico; a destra una siepe mista con Melo selvatico **Errore. Il segnalibro non è definito.**

Figura 21 - A sinistra, drupe e, a destra, siepe di Mirabolano **Errore. Il segnalibro non è definito.**

Figura 22 - A sinistra, drupe e, a destra, siepe di Prugnolo 21

Figura 23 - Siepe di Acero campestre in primavera a sinistra e in autunno a destra **Errore. Il segnalibro non è definito.**

Figura 24 - Siepi di Carpino bianco in estate a sinistra e in inverno, a destra **Errore. Il segnalibro non è definito.**

Figura 25 - A sinistra siepe di Leccio; a destra ghiande di Leccio **Errore. Il segnalibro non è definito.**

Figura 26 - A sinistra albero di Roverella; a destra un grande arbusto di Roverella **Errore. Il segnalibro non è definito.**

Figura 27 - Fascia di mitigazione ambientale "Centese" nel Campo Nord **Errore. Il segnalibro non è definito.**

Figura 28 - Fasce di mitigazione "Centese" e "Palata" nel Campo Sud **Errore. Il segnalibro non è definito.**

Indice delle Tabelle

Tabella 1 - Scheda tecnica dei tracker.....	5
Tabella 2 - Schema riassuntivo caratteristiche impianto FTV.....	11
Tabella 3 - Elenco delle specie individuate per la mitigazione a verde	17
Tabella 4 - Alternanza proposta di tipo pseudo-casuale	Errore. Il segnalibro non è definito.

1 Introduzione

Il presente documento, redatto da Grien S.r.l. su incarico della società Guarda Veneta S.r.l., descrive le opere di mitigazione a verde previste contestualmente nella realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza installata pari a 68.453,42 kW nel territorio comunale di Bondeno, nella Provincia di Ferrara.

2 Descrizione dell'impianto agrovoltaico

2.1 Descrizione dell'area di progetto

L'area sulla quale è prevista la realizzazione del parco agrovoltaico è situata a Nord del centro abitato di Guarda Veneta; presenta un'estensione di circa 110 ettari totali, suddivisa in due campi – "Ovest" e "Est" – di superficie rispettivamente di 70 Ha e di 40 Ha.

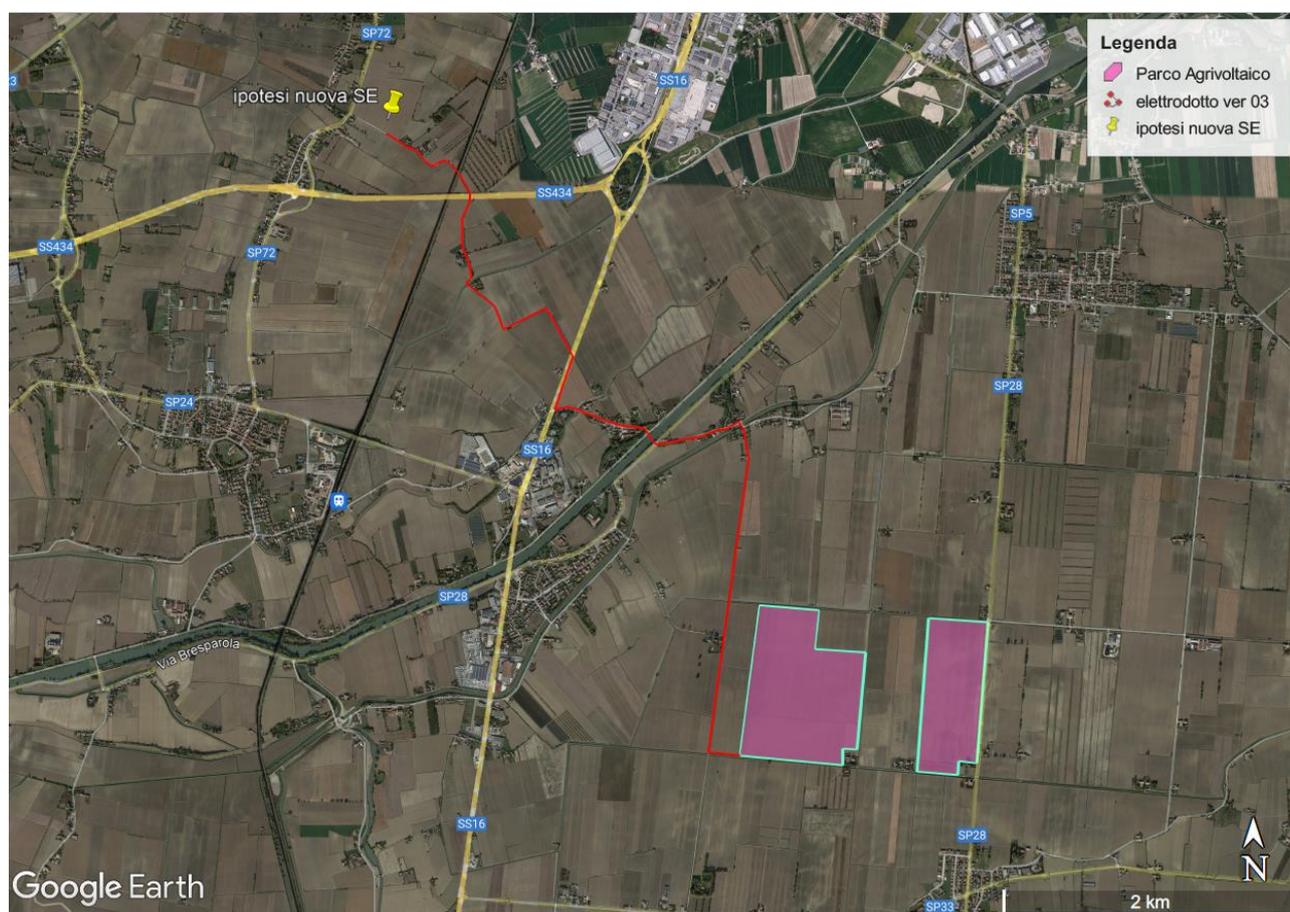


Figura 1 - Inquadramento su foto aerea

Il progetto riguarda la realizzazione di un parco agrovoltaico caratterizzato dal fatto che i moduli FVT sono montati su tracker con asse di rotazione fissato a 3.5 m dal suolo così da permettere non solo lo svolgimento delle usuali attività di produzione agricola sottostanti ma anche benefici in fatto di risparmio idrico dovuta alla lieve ombreggiatura introdotta dai moduli fotovoltaici.

Il parco si sviluppa su un perimetro complessivo pari a circa 6.500 m e un'area complessiva di 111 ha; l'intero progetto prevede l'installazione di 2.020 tracker di diversa lunghezza e disposti lungo la direttrice nord/sud.

Il parco è composto da due campi distinti dal punto di vista impiantistico distanti 450 m e caratterizzati come di seguito:

- Campo Ovest:
 - o Perimetro: 3.600 m
 - o Area: 70 ha
- Campo Est:
 - o Perimetro: 2.900 m
 - o Area: 41 ha

2.2 Descrizione dell'intervento

Le opere previste si possono suddividere nelle seguenti categorie di intervento:

1. Sistemazione generale e delimitazione delle aree;
2. Realizzazione dei lotti: n. 1 lotto nel Campo Ovest e n. 1 lotto nel Campo Est costituiti da inseguitori mono assiali;
3. Realizzazione delle opere di connessione;
4. Realizzazione delle opere accessorie.

Il progetto interesserà una superficie di 111 ettari corrispondente alla superficie complessiva delimitata da recinzione dell'impianto di progetto.

2.2.1 Tracker

I moduli fotovoltaici saranno disposti su strutture metalliche rotanti monoassiali dette Tracker. Essi sono costituiti da travi metalliche (a sezione H o simili) direttamente infisse nel terreno (tramite macchine battipalo), che sorreggono una trave orizzontale, la quale, mediante un motore centrale, ruota – e con essa i pannelli FTV – da est verso ovest con angoli compresi tra $\pm 60^\circ$.

Nel progetto in esame il pitch (distanza tra tracker paralleli) è fissato a 6m.

Le misure dei tracker, che saranno definite dal fornitore in fase esecutiva, sono le seguenti:

- travi di sostegno infisse ogni 6m circa, ad una profondità di circa 3m;
- altezza asse orizzontale rispetto al suolo: 3m

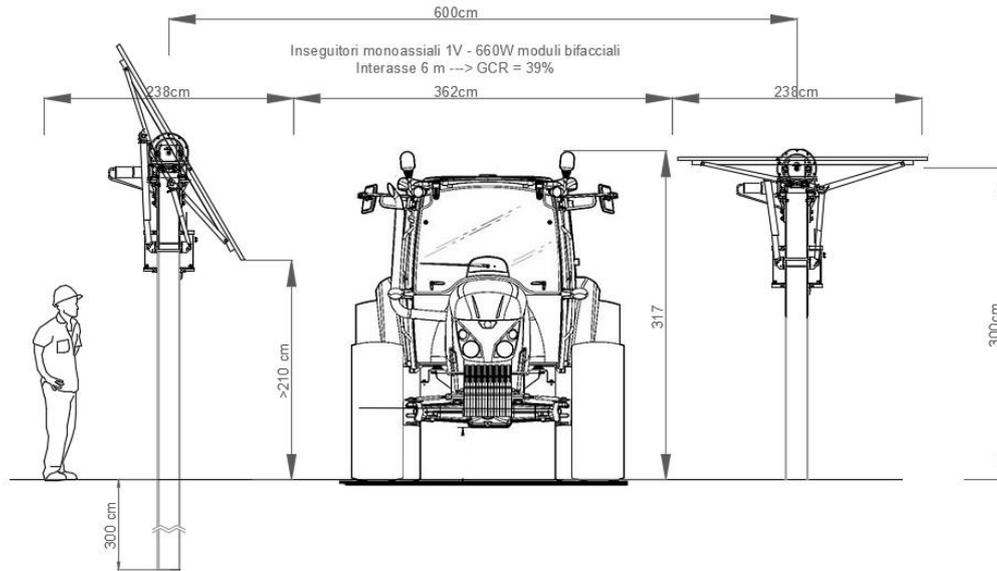


Figura 2 - Schematica dei tracker con relative distanze

Si riporta anche la scheda tecnica dei tracker prodotti da SOLTIGUA SRL e selezionati in questa fase della progettazione; variazioni di mercato potrebbero portare in fase esecutiva ad orientarsi su una scelta differente.

Tabella 1 - Scheda tecnica dei tracker

SPECIFICHE TECNICHE PRINCIPALI	
Tipologia di tracker:	Inseguitore solare orizzontale monoassiale indipendente; Possibile qualsiasi azimut (idealmente N-S);
Algoritmo di tracking:	Formule astronomiche accurate; precisione di tracking = 1.0°. Backtracking 3D individuale, adattabilità al profilo del terreno
Range di rotazione:	Standard $\pm 55^\circ$; opzione $\pm 60^\circ$ disponibile.
Ground cover ratio:	Liberamente configurabile dal cliente (tra 34% e 50%)
Moduli compatibili:	Moduli con frame; Tutte le principali marche
Montaggio del modulo:	1 modulo portrait; 2 moduli landscape
Movimentazione:	1 motore indipendente per tracker
Potenza di picco per tracker	45 kWp (considerando moduli da 500 Wp)
N° di Moduli per tracker:	Fino a 90 moduli a 72 celle (1500 V)
Voltaggio campo fotovoltaico:	1000 V o 1500 V
Alimentazione elettrica:	Autoalimentato con apposito pannello fotovoltaico e con batterie Li-FePO ₄
Comunicazione:	Rete radio wireless Soltigua
Monitoraggio:	Controllo locale tramite SCADA; Controllo remoto disponibile
Tipo di fondazioni:	Standard: palo infisso; compatibile anche con: fondazioni fuori terra (blocchi di cemento); viti a terra
Resistenza al vento (Eurocodici):	Operativa: fino a 80 km/h in qualsiasi posizione; Posizione di sicurezza: fino a 200+ km/h in posizione di sicurezza.
Resistenza alla neve:	Fino a 1.500 N/m ² ; in base della versione di tracker
Tempo di chiusura del tracker:	≤ 6 min; 3.5 min in media
Tolleranze d'installazione:	Nord Sud: ± 40 mm; Est-Ovest: ± 40 mm palo standard; ± 28 mm palo motore; Verticale: ± 45 mm; Inclinazione: $\pm 1^\circ$; Twist: $\pm 7,5^\circ$
Pendenza del terreno:	Max. 15% di pendenza in direzione longitudinale (Nord- Sud); disponibile opzione max. 20% di pendenza; Qualsiasi pendenza in direzione trasversale (Est-Ovest) [max. 70% pendenza locale per consentire la rotazione]; Deviazione dal profilo teorico del terreno ± 150 mm
Installazione:	Progettato per un assemblaggio rapido e semplice; nessuna saldatura o foratura richiesta in loco
Materiali:	HDG, Z e ZM acciaio da costruzione; Cuscinetti esenti da manutenzione; Manutenzione triennale per il motore
Certificazioni/Conformità:	CE 2006/42/UE; Eurocodici EN1991-1-1/3/4; LV 2014/35/UE; EMC 2014/30/UE ; ISO 9001-2015 e ISO 14001-2015; IEC 62817:2017
Garanzia:	Struttura: 10 anni; Motore, batterie ed elettronica: 5 anni; Corrosione: 30 anni in categoria C2; Disponibile estensione di garanzia
Messa a terra:	La struttura rotante è messa a terra tramite il palo motorizzato; le cornici dei moduli FV sono connesse alla struttura rotante con n.1 star washer per ogni modulo.

I pali sono posti in opera con semplice battitura ed infissi per una profondità di circa 3m.



Figura 3 - Esempio di fissaggio delle strutture di supporto

2.2.2 Moduli

Saranno installati moduli fotovoltaici bifacciali con potenza pari a 685W. Le dimensioni sono 2384*1303*35mm.



Figura 4 - Tipologia di moduli presi in considerazione

Ciascun modulo è accompagnato da un data – sheet e da una targhetta che sottoposta a foto e termodegradazione, possa durare nel tempo apposta sopra il modulo fotovoltaico. Tale targhetta riporta le caratteristiche principali del modulo stesso, secondo la Norma CEI EN 50380. I moduli saranno provvisti di cornice, tipicamente in alluminio, che oltre a facilitare le operazioni di montaggio e permettere una migliore distribuzione degli sforzi sui bordi del vetro, costituisce una ulteriore barriera all'infiltrazione di acqua. Il generatore fotovoltaico sarà costituito da 99.932 moduli, scelti tra le macchine tecnologicamente più avanzate presenti sul mercato e dotati di una potenza nominale di 685W di picco, costruiti da Risen Energy Co. In sede di progettazione definitiva i prezzi di mercato più o meno favorevoli potranno orientare verso altra tipologia di pannelli.

2.2.3 Cabine di trasformazione

La conversione della potenza avverrà mediante strutture compatte containerizzate dette Skid, contenenti:

- quadri di parallelo cavi BT;
- inverter centralizzati
- trasformatore in resina
- quadri a 36kV

Le dimensioni esterne dell'intera struttura sono leggermente inferiori a quelle di un container high cube da 40". Il modello scelto ha precisamente le seguenti dimensioni: 9820 x 2600 x 2100 mm (W x H x D). In fase esecutiva possono essere valutate soluzioni alternative, tramite altri fornitori. La struttura si poserà su apposite fondazioni in c.a.

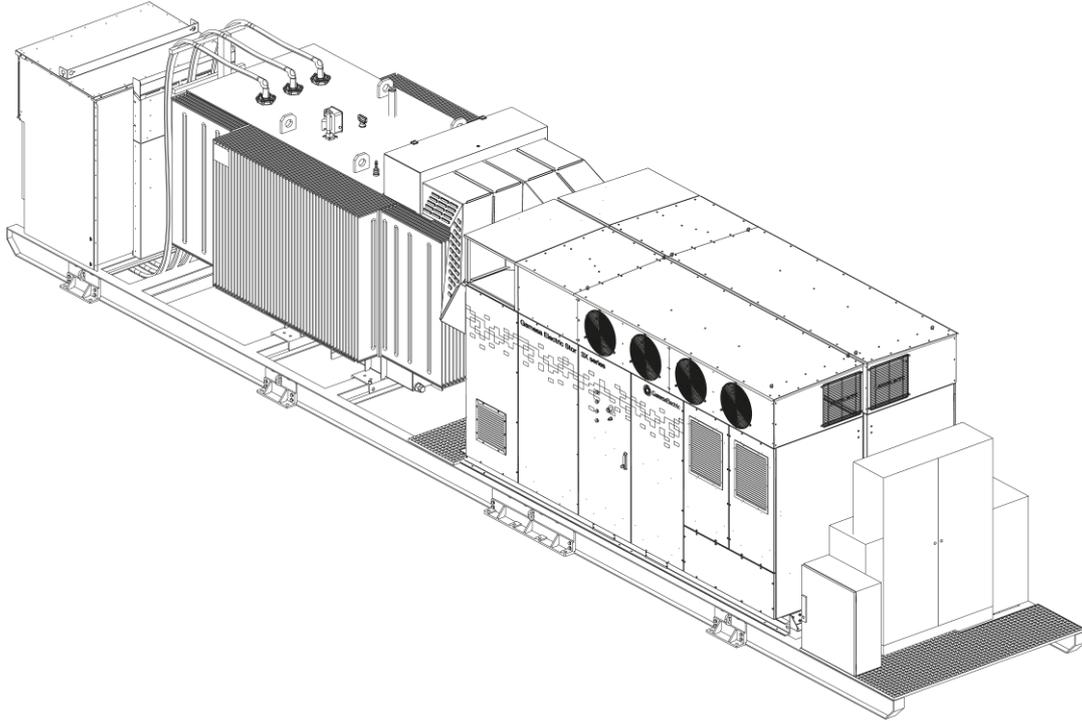


Figura 5 - Schema di cabina di trasformazione

Per quanto riguarda gli inverter, la scelta è ricaduta su inverter del tipo centralizzato, installati sulle stesse strutture in cui verranno installati i trasformatori. In totale si prevede il posizionamento di 14 inverter centralizzati prodotti da Gamesa Electric, modello Proteus.

2.2.4 Connessioni elettriche

I moduli fotovoltaici sono connessi in serie a formare, elettricamente, stringhe da 28, tramite cavi solari di sezione 10mmq, che saranno fissati direttamente alle strutture metalliche dei tracker con fascette.

Tali stringhe saranno poi collegate a cassette di parallelo stringhe, dislocate in modo uniforme lungo tutto il campo fotovoltaico. Da ogni cassetta di parallelo partirà un cavo DC di sezione adeguata (circa 300mq) verso il quadro di raccolta nello skid.

I cavi DC di connessione delle cassette di parallelo allo skid saranno posati direttamente interrati a circa 80cm di profondità rispetto al piano campagna, per evitare interferenza con le attività agricole.



Figura 6 - Schema posizionamento cavi (in rosso) e skid (in grigio) rispetto al piano campagna

Gli skid, invece, saranno collegati fra loro e alla cabina di raccolta tramite cavi AC a 36kV di adeguata sezione ad una profondità di almeno 100cm.

2.2.5 Cabine di raccolta

In prossimità dell'ingresso di ogni sottocampo, sarà installata una cabina in c.a.v. di raccolta in cui saranno posizionati i quadri elettrici a 36kV che raccoglieranno i cavi provenienti dagli Skid e da cui partiranno i cavi verso la Stazione Elettrica. Questa cabina avrà dimensioni esterne 2.50*6.058m h 2.60 m fuori terra. Tale cabina è dotata di una vasca di fondazione profonda 60cm, prefabbricata, che funge anche da vasca di raccolta cavi. La cabina si alloggia su un magrone di sottofondazione di circa 20cm.



Figura 7 - Immagine tipo di cabina di raccolta

Lo stesso tipo di cabina sarà inoltre utilizzata come magazzino.

La produzione ordinaria è ottenuta con n.14 skid di trasformazione FVT contenenti gli inverter di stringa e il trasformatore di potenza isolato a resina, di potenza nominale pari a 4.095 kVA.

Per ogni campo è prevista n. 1 cabina di raccolta; entrambe le cabine saranno collegate con cavidotto sotterraneo ad una cabina di consegna situata ad oltre 2 km a nord dal parco in prossimità di un'area produttiva.

La configurazione finale di impianto è rappresentata dalle seguenti Figure 8 e 9:



Figura 8 - Configurazione Campo Est dell'impianto agrivoltaico

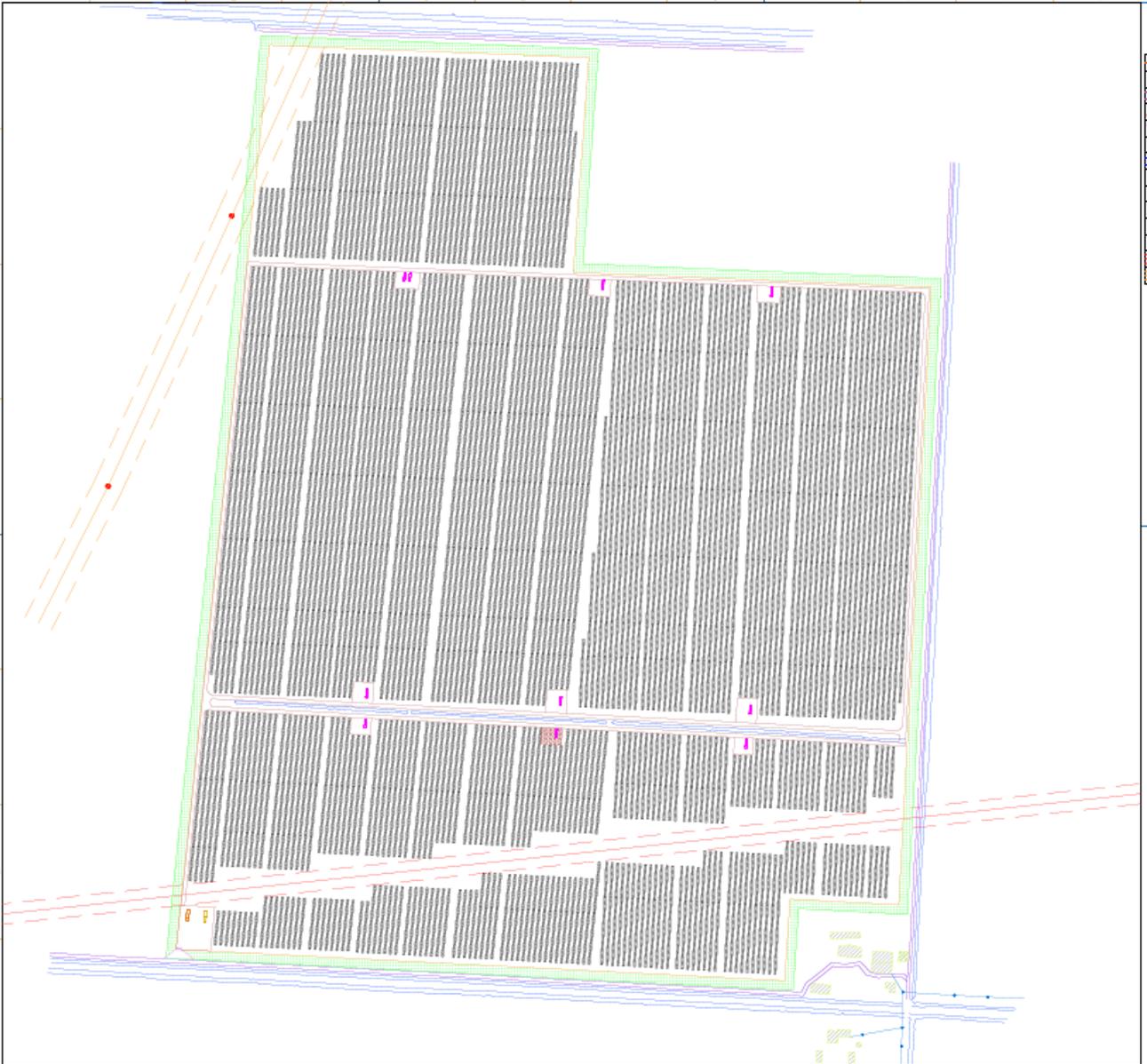


Figura 9 - Configurazione del Campo Ovest dell'impianto agrivoltaico

Tabella 2 - Schema riassuntivo caratteristiche impianto FTV

Campo Est		Campo Ovest	
Lunghezza stringhe	28	Lunghezza stringhe	28
Moduli [w]	685	Moduli [w]	685
Lotto 1		Lotto 1	
Tracker 1	103	Tracker 1	204
Tracker 1.5	94	Tracker 1.5	234
Tracker 2	497	Tracker 2	888
Potenza [kW]	23.744,8400	Potenza [kW]	44.708,5800

2.2.6 Recinzione perimetrale

L'impianto sarà dotato di una recinzione perimetrale elettrosaldata, costituita da pali in tubi zincati e rete metallica plastificata a maglia sciolta romboidale, per una altezza complessiva di 2,5 metri fuori terra.

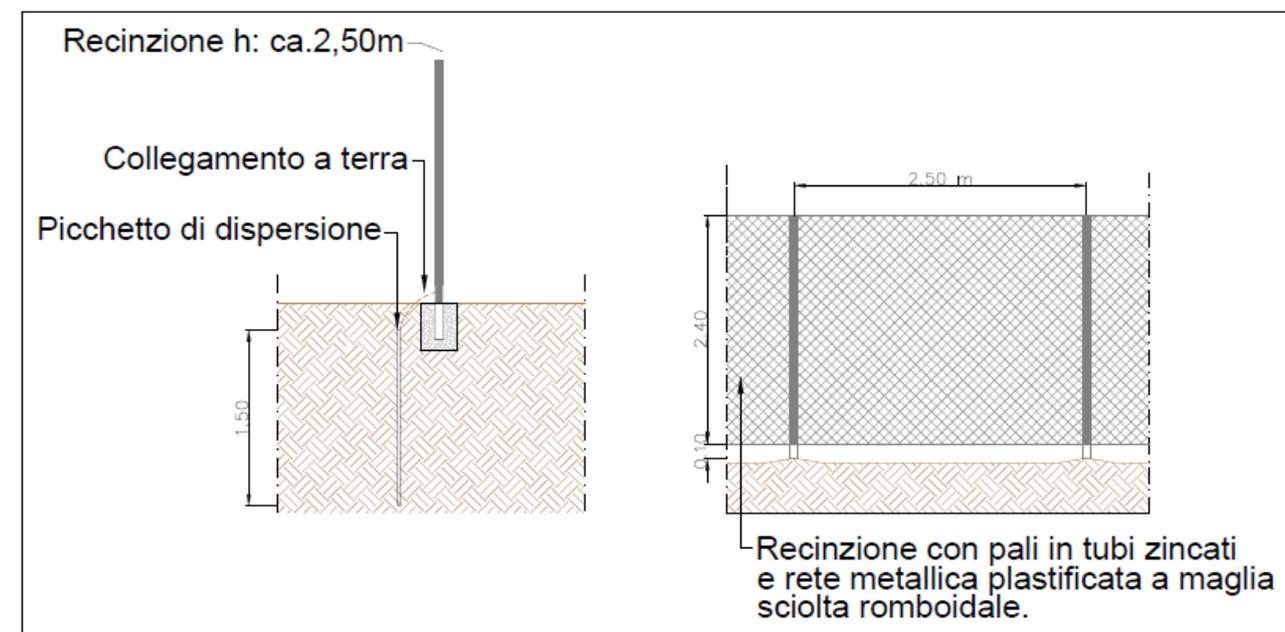


Figura 10 - Rappresentazione della recinzione prevista di altezza pari a 2.5m

La rete prevede rialzi di 20 cm da terra ad intervalli regolari di 50 m lineari per consentire il passaggio degli animali presenti nel territorio quali mammiferi di piccola taglia, anfibi e rettili.

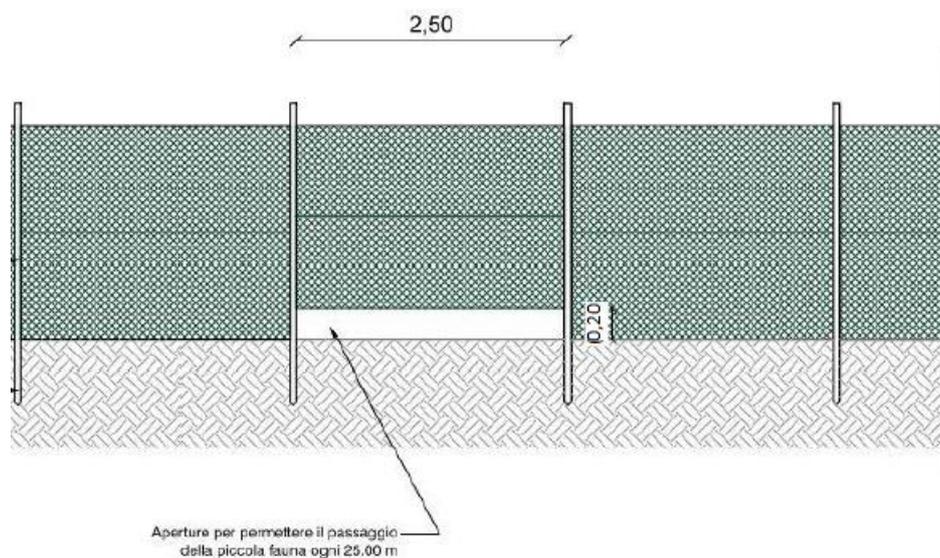


Figura 11 - Prospetto frontale recinzione

I filari arboreo-arbustivi adiacenti alla recinzione consentiranno la formazione di una fascia ecotonale di rifugio per la fauna che porterà ad un aumento della biodiversità e della stabilità ecologica dell'area.

Al termine della vita utile dell'impianto, la recinzione sarà rimossa per semplice estrazione dei pali di sostegno, privi di fondazioni.

3 Interventi per la mitigazione ambientale

Il PRG del Comune di Guarda Veneta, nonostante elenchi le specie arboree e arbustive da utilizzare, non fornisce indicazioni dettagliate sulle soluzioni di progettazione delle misure di mitigazione a verde.

Per la presente proposta delle soluzioni da adottare sono state applicate alcune indicazioni fornite dal *Prontuario per la qualità architettonica e la mitigazione ambientale* del Comune di Villadose, nella Provincia di Rovigo - con un contesto territoriale simili al sito in esame – facente parte degli elaborati del PI approvato con DCC n. 63 del 25/10/2018.

La proposta si basa inoltre su considerazioni sito specifiche e sull'esperienza maturata dal team di progettazione in contesti simili al fine di proporre le specie più adeguate e gli schemi di piantagione più efficaci per livello di schermatura visiva coerenti con il contesto sotto il profilo ecologico e paesaggistico.

Le piantumazioni saranno posizionate esternamente alla recinzione prevista dal progetto.

Per la realizzazione degli interventi in oggetto, saranno messe a dimora specie arboree e arbustive, tutte rigorosamente autoctone, scelte in funzione delle caratteristiche pedo-climatiche dell'area; la scelta delle specie è inoltre ricaduta su piante a rapido accrescimento in grado di creare condizioni ecologiche utili al controllo dello sviluppo della vegetazione spontanea e alla protezione delle specie a più lento sviluppo. Alcune delle specie proposte producono frutti molto graditi agli uccelli. Alcune delle specie indicate mantengono il fogliame anche durante il riposo vegetativo assicurando così un buon livello di schermatura anche durante la stagione invernale.

3.1 Descrizione delle misure di mitigazione a verde

Le siepi campestri sono opere naturali polifunzionali, che oltre a svolgere una funzione di mascheramento producono pregevoli effetti ornamentali, paesaggistici e agro-ecologici, in particolare l'effetto tampone, rispetto all'erosione e all'inquinamento da run-off, il consolidamento dei suoli, l'azione frangivento e quella filtrante degli inquinanti, la fono-assorbente, il bioaccumulo di carbonio e la produzione di biomassa legnosa, la protezione e il nutrimento per l'entomofauna e la fauna selvatica, la mitigazione di avversità colturali di origine biologica e in generale la connessione e la resilienza dei sistemi agrari.

Sul piano più propriamente estetico-percettivo le siepi campestri travalicano anche la funzione di mero mascheramento poiché arricchiscono il paesaggio di cortine naturali capaci di interrompere la monotonia spaziale e stagionale di paesaggi uniformemente coltivati, vivacizzandoli, nel senso più ampio, e rendendoli più attraenti con la mutevolezza delle cromie e delle trame vegetali.

In considerazione delle locali caratteristiche agro-climatiche, delle limitazioni di carattere fito-patologico, delle preminenti finalità paesaggistiche e naturalistiche, la scelta delle essenze destinate alla siepe campestre perimetrale si configura come un delicato elemento progettuale.

Le specie scelte per questa mitigazione ambientale sono coerenti con la vegetazione potenziale dell'area, non solo in senso fitoclimatico, e con quella reale che colonizza le aree limitrofe al sito d'intervento. L'interpretazione fitogeografica, assieme a quella pedologica, macro e mesoclimatica, costituiscono comunque fattori ineludibili nella scelta delle specie. Risulta quindi raccomandabile il ricorso a specie autoctone ottenute da seme, in quanto meglio adatte alle condizioni pedologiche e climatiche del territorio e allo stesso tempo foriere di un migliore attecchimento, di una maggiore fitness e di una desiderabile idoneità ad una semplice ed economica gestione colturale.

Inoltre, le specie prescelte risultano in numero più che adeguato rispetto all'ampiezza dell'intervento assicurando gradevoli cortine polifitiche ad effetto naturale, ossia con alternanza pseudo-casuale regolata della reciproca complementarietà delle specie nella consociazione.



MITIGAZIONE VERDE

Figura 12 - Ipotesi di mitigazione verde perimetrale



Figura 13 - Esempio di mitigazione verde sul lato Est del Lotto Est con visibilità dalla Strada Provinciale n. 28 con annesso percorso ciclabile



Figura 14 - Ipotesi di mitigazione a verde da Via Giordano Bruno

3.2 Siepe di progetto

Le siepi di progetto sono quindi primariamente concepite per mitigare un eventuale impatto negativo sulla componente paesaggistica/agraria e pertanto si dispongono all'esterno delle recinzioni dei campi fotovoltaici, sia OVEST e sia EST, rispettivamente su lunghezze di circa 3545 m e 2698 m. Queste siepi presentano una struttura monofilare, fitta, con composizione mista, con accrescimento libero comunque ricompreso in una larghezza non superiore a 6 m e una altezza compresa tra 4,5 e 6,5 m. Le siepi sono formate da latifoglie, fanerofite cespugliose, alcune con possibilità di formazioni arboree, capaci di superare i 4,5 m di altezza e idealmente attestarsi a quote non lontane da quella massima prevista.

La siepe corre assialmente alla fascia di mitigazione di larghezza pari a 10 m, compresa tra il limite esterno dell'area di intervento e il recinto. La fascia di mitigazione è inerbita ed è completata da due bande distali sempre accessibili ai mezzi agroforestali impiegati negli sfalci, nelle potature e nell'irrigazione, ciascuna banda ha una larghezza di 2 m, una a destra e l'altra a sinistra della cortina verde. La cortina arbustiva potrà avere delle brevi interruzioni al fine di agevolare il transito dei mezzi tra un lato e l'altro della siepe.

Nei primi anni dopo l'affrancamento sarà possibile apprezzare la progressiva chiusura delle cortine verdi che già si attende, ora per allora, non essere omogenea, e quindi valutare e programmare sia in funzione delle dimensioni raggiunte in larghezza e in altezza sia della vigoria e dello stato fito-sanitario di ciascun individuo, i primi eventuali interventi di cimatura sul legno giovane, di potatura del legno di maggiore sezione e di selezione. La cimatura e la potatura hanno la funzione di mantenere le siepi all'interno delle dimensioni prescelte, con un approccio sostenibile volto ad una gestione a lunga scadenza. Gli interventi di selezione, che potrebbero essere richiesti indicativamente a partire dal secondo quinquennio, sono volti ad eliminare determinati individui, eventualmente morienti, sbilanciati o compromessi, al fine di favorire l'accrescimento di quelli adiacenti. La siepe, pertanto, risulta un organismo vivente la cui dinamica evolutiva andrà assecondata e guidata nel corso degli anni al fine di garantire la mitigazione ambientale, la continuità della cortina verde anche con ricorso a nuovi trapianti, il miglior sviluppo complessivo anche mediante eliminazione di alcuni individui mediante un'attenta selezione.

Le essenze sono scelte tra latifoglie arbustive e arboree autoctone e caratteristiche del paesaggio potenziale dell'area, idonee alla crescita su substrato sub-alcalino, profondo e di tessitura franco-limoso, da mediamente a molto tolleranti le potature, idonee alle esposizioni interamente e parzialmente soleggiate, poco o per nulla sensibili al colpo di fuoco, dotate di media o elevata velocità di accrescimento, di frugalità, di resistenza alle avversità, di una adeguata tolleranza alla siccità, nonché valenti in termini agro-ecologici. Le specie così individuate sono nel seguito succintamente descritte.

Tabella 3 - Elenco delle specie individuate per la mitigazione a verde

Rif.	Gruppo	Nome scientifico	Nome comune	Famiglia	Quota	PRGC art. 47
C	CAL	Cercis siliquastrum L.	Albero di Giuda	Fabaceae	14,17%	SI
M	MEN	Cornus mas L.	Corniolo	Cornaceae	14,17%	SI

Rif.	Gruppo	Nome scientifico	Nome comune	Famiglia	Quota	PRGC art. 47
A	CAL	<i>Corylus avellana</i> L.	Nocciolo	Betulaceae	14,17%	SI
E	MEN	<i>Euonymus europaeus</i> L.	Fusaggine	Celastraceae	5,00%	-
F	FRAPS	<i>Frangula alnus</i> Mill.	Frangola	Rhamnaceae	5,00%	-
L	CAL	<i>Laburnum anagyroides</i> L.	Maggiociondolo	Fabaceae	5,00%	-
R	FRAPS	<i>Prunus cerasifera</i> L.	Mirabolano	Rosaceae	5,00%	-
P	FRAPS	<i>Prunus spinosa</i> L.	Prugnolo	Rosaceae	11,67%	SI
S	FRAPS	<i>Salix purpurea</i> L.	Salice rosso	Salicaceae	11,67%	SI
N	MEN	<i>Sambucus nigra</i> L.	Sambuco	Viburnaceae	14,17%	SI
					CAL	1/3
					FRAPS	1/3
					MEN	1/3
					PRGC art. 47	8/10

Le siepi presentano un conveniente grado di fittezza con una interdistanza di piantumazione prefissata a 2 metri, un'alternanza compositiva di tipo pseudo-casuale, in cui si alternano ciclicamente piante estratte dai gruppi CAL, FRAPS e MEN, intesa al conseguimento del più gradevole effetto percettivo, del miglior riempimento dei volumi, anche in considerazione dei diversi specifici habitus.

Il primo raggruppamento di piante è denominato CAL ed è composto da *Cercis siliquastrum* L., *Corylus avellana* L. e *Laburnum anagyroides* L., tutte facenti capo al sotto-clade Eurosidi I, Fabidi, in generale specie azotofissatrici, o in grado di stringere simbiosi con microrganismi tellurici; il secondo gruppo di piante è denominato FRAPS ed è composto da *Frangula alnus* Mill., *Prunus cerasifera* L., *Prunus spinosa* L. e *Salix purpurea* L., il terzo ed ultimo gruppo di piante è denominato MEN ed è composto da *Cornus mas* L., *Euonymus europaeus* L. e *Sambucus nigra* L, tutte essenze appartenenti al clade Asteridi.

Albero di Giuda (*Cercis siliquastrum* L.)

Appartenente alla famiglia delle Fabaceae, fanerofita cespugliosa o arborea, decidua, cauliflora, indigena, è diffuso in tutta Italia fino a circa 500 m slm, i fiori sono commestibili e la specie è di interesse forestale, ornamentale, entomologico ed apistico per la produzione di polline, nettare e melata.



Figura 15 – A sinistra cespuglio di Albero di Giuda; a destra fioritura di Albero di Giuda

Corniolo (*Cornus mas* L.)

Appartenente alla famiglia delle Fabaceae, si tratta di una fanerofita cespugliosa, decidua, officinale, indigena, diffusa in tutta Italia fino a circa 1500 m s.l.m.; come l'Albero di Giuda, anche questa specie è di interesse forestale, ornamentale, entomologico ed apistico per la buona produzione di polline e nettare in ben cinque mesi di fioritura, a partire da febbraio.



Figura 16 - A sinistra cespuglio di Corniola; a destra una siepe di Corniola

Evonimo (*Euonymus europaeus* L.)

L'Evonimo appartiene alla famiglia delle Celastraceae; fanerofita cespugliosa o arborea, decidua, indigena e tossica, diffusa in tutta Italia fino a circa 1500 m s.l.m. La specie è di interesse forestale ed ornamentale.



Figura 17 - Capsule, a sinistra, e siepe, a destra, dell'Evonimo

Maggiociondolo (*Laburnum anagyroides* Medik)

Appartenente alla famiglia delle Fabaceae, fanerofita cespugliosa o arborea, decidua, indigena, tossica, diffusa in tutta Italia fino a circa 600 m s.l.m., la specie è di interesse forestale, ornamentale, entomologico ed apistico in particolare per la produzione di polline.



Figura 18 - A sinistra, cespuglio di Maggiociondolo; a destra una siepe mista con Maggiociondolo

Mirabolano, Amolo (*Prunus cerasifera* L.)

Appartenente alla famiglia delle Rosaceae, fanerofita cespugliosa, decidua, archeofita naturalizzata, commestibile, diffusa in tutta Italia fino a circa 1600 m s.l.m., la specie è di interesse forestale, ornamentale, entomologico ed apistico per la produzione di polline e nettare.



Figura 19 - A sinistra, drupe e, a destra, siepe di Mirabolano

Prugnolo (*Prunus spinosa* L.)

Appartenente alla famiglia delle Rosaceae, fanerofita cespugliosa, decidua, indigena, commestibile, officinale, diffusa in tutta Italia fino a circa 1500 m s.l.m., la specie è di interesse forestale, ornamentale, entomologico ed apistico per la produzione di polline e nettare già da fine inverno. Il legno odora di mele, la drupa è edule, sferica di colore bluastro, matura in pieno autunno. Adatto alla formazione di siepi formali.



Figura 20 - A sinistra, drupe e, a destra, siepe di Prugnolo

Salice rosso (*Salix purpurea* L.)

Appartenente alla famiglia delle Salicaceae, fanerofita cespugliosa e arborea, indigeno, officinale, mellifero, di interesse forestale, pioniere, presenti in tutta Italia fino a circa 1800 m s.l.m., il nome specifico allude al colore rossastro dei rami giovani. Adatto alla formazione di siepi.



Figura 21 - Rami e foglie di salice rosso in primavera a sinistra e albero cespuglioso a destra

Sambuco (*Sambucus nigra* L.)

Appartenente alla famiglia delle Viburnaceae, fanerofita cespugliosa, indigeno, officinale, commestibili i fiori e i frutti, tossiche le foglie, moderatamente mellifero, di interesse forestale, presente in tutta Italia fino a circa 1500 m s.l.m., non longevo (vice circa 50 anni). Adatto alla formazione di siepi.



Figura 22 - Foglie e fiori di sambuco nero in primavera a sinistra; arbusti in fiore a destra

Le piante destinate a questo intervento, salva indisponibilità, saranno ottenute da seme, a partire da materiale autoctono e indigeno nel centro e nord Italia, a radice nuda o in pane di terra, all'epoca di impianto avranno età di 1 o preferibilmente 2 anni e saranno ascrivibili alla prima scelta vivaistica, in base alla valutazione del diametro del colletto, dell'altezza epigea e delle condizioni fito-sanitarie generali.

Per ragioni naturalistiche e di conservazione della biodiversità, in generale, l'utilizzo di materiale vivaistico ottenuto da seme autoctono e possibilmente indigeno dell'area di intervento, in riferimento a ciascuna specie vegetale, è da preferirsi al reperimento sul mercato di piante genericamente della specie prescelta o di varietà selezionate.

L'utilizzo di materiale vivaistico con pochi anni di età assicura, in generale, un più pronto attecchimento, una riduzione delle crisi di trapianto e un miglior sviluppo nel tempo rispetto all'impiego di esemplari di maggiore età e rappresenta per questo una utile strategia volta alla buona riuscita complessiva.

Tabella 4: Sequenza pseudo-casuale di trapianto per gruppi di essenze

Ordine di pesca al trapianto	1 - CAL	2 - FRAPS	3 - MEN
	Cercis siliquastrum L.	Frangula alnus Mill.	Cornus mas L.
	Corylus avellana L.	Prunus cerasifera L.	Euonymus europaeus L.
	Laburnum anagyroides L.	Prunus spinosa L.	Sambucus nigra L.
		Salix purpurea L.	

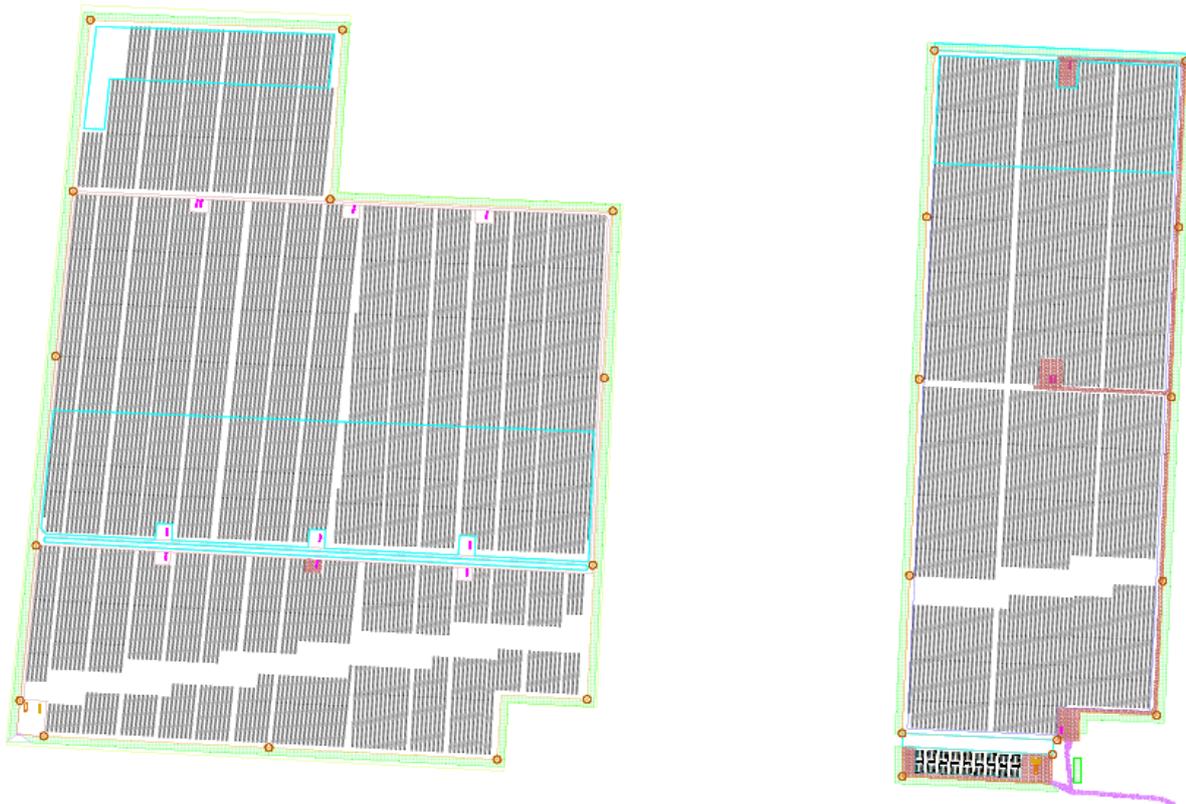


Figura 23 - Layout d'impianto: si nota, in verde, la mitigazione ambientale corrente l'intero perimetro dei due campi

4 Impianto e gestione colturale

4.1 Messa a dimora

Sul terreno destinato ai trapianti, per una larghezza di almeno un metro, si procederà con ripuntatura e successive lavorazioni meccaniche fino all'ottenimento di terra fine.

In fase di lavorazione si concimerà espressamente ed esclusivamente con materiali organici, con pellet di stallatico vaccino, guanito, o misto, in misura di 120 g/m², oppure con materiali freschi e maturi con analogo valore fertilizzante.

La sequenza dei trapianti avviene mediante pesca casuale delle piante da tre contenitori, in essi le piante sono opportunamente raggruppate in base alla specie, la pesca avviene ciclicamente fra i tre contenitori.

Le piante saranno poste a dimora in periodo propizio, preferibilmente in autunno, comunque entro l'inizio della primavera, riceveranno al momento del trapianto la prima irrigazione. Dopo il trapianto, tutte le piante tranne che per la specie *C. siliquastrum* L., saranno oggetto di cimatura ad una altezza di circa 70 cm intesa a favorire il riempimento basale e lo sviluppo cespuglioso.

Per quanto riguarda in generale la gestione del terreno di risulta, le operazioni di scavo saranno eseguite mantenendo inalterata, per quanto possibile, la differenziazione tra l'orizzonte superficiale, più produttivo e ricco di sostanza organica, da quello più profondo. In tal senso, i primi 20-30 cm di suolo saranno conservati in cumuli separati rispetto al resto del terreno e ricollocati in superficie evitando il ribaltamento degli orizzonti. Si rileva che, data la vocazione agricola dell'area interessata dalla realizzazione del bacino di laminazione, un'eventuale inversione degli strati, con il seppellimento dell'orizzonte più produttivo, porterebbe ad una riduzione della fertilità del suolo.

Tali accorgimenti verranno attuati, oltre che per le operazioni di scavo del bacino di laminazione, anche per tutte le attività previste nell'area di realizzazione degli impianti fotovoltaici che interferiranno con la componente suolo quali scavi per la rimozione di impianti, posa di cavidotti, installazione impianti e recinzioni, piantumazione cortine arboreo-arbustive, ecc.

4.2 Manutenzione verde e irrigazione

Il controllo delle erbe sarà garantito dal posizionamento a destra e a sinistra della siepe di nastri pacciamanti di larghezza pari a circa 0,6 m, composti da feltri interamente biodegradabili nei successivi tre anni (es. juta), leggermente sormontati e fissati con graffe metalliche lungo l'asse dei trapianti, fissati mediante modesto interrimento lungo i bordi esterni, la larghezza complessivamente pacciamata non sarà inferiore a 0,8 m.

La vegetazione spontanea, anche erbacea, determina già dopo pochi mesi dalla messa a dimora delle piante una forte competizione sia a livello radicale sia a livello aereo, tale da produrre una sorta di soffocamento delle piante coltivate. L'adozione di corretti sistemi di pacciamatura, già in fase di piantagione, contribuisce efficacemente a ridurre la gravità di tale competizione anche se sovente risulta ineludibile, specie nei primi anni dal trapianto, un qualche intervento localizzato di scerbatura.

L'irrigazione prevista nei primi tre anni sarà fornita mediante carro botte e distribuzione semi-manuale. In alternativa, potrà essere valutato l'inserimento di un sistema di distribuzione fisso, a goccia, integrato con un sistema di alimentazione idrica, nell'insieme da dimensionare in base alle portate prescelte. Gli interventi di irrigazione potranno essere a turno libero, o di soccorso, purché effettuati anticipando la possibile insorgenza dello stress idrico prevedibile in base al monitoraggio dell'umidità del suolo anche in congiunzione con i risultati dei modelli previsionali integranti evapotraspirazione e previsioni metereologiche. In ogni caso, ciascun adacquamento non sarà inferiore a 40 mm di pioggia.

In seguito, le potature di mantenimento avranno finalità di contenimento sommitale e laterale entro le dimensioni volute dalle dimensioni massime consentite. Per tagli di modesto diametro, indicativamente fino a 30 mm di diametro, gli interventi potranno essere realizzati con il ricorso a barre cimatrici. Le barre cimatrici se da un lato rendono sostenibili i costi di manutenzione dall'altro richiedono interventi più frequenti, onde assicurare tagli di ridotto diametro sulle porzioni esterne della chioma così da salvaguardare la salute delle piante e le funzioni ambientali. Stanti gli spazi riservati a queste cortine vegetali, nel corso dell'esercizio dell'impianto, potrebbero richiedersi limitati oppure pochi interventi di cimatura, in alcuni segmenti potrebbero addirittura non essere del tutto necessari.

Le fallanze di impianto e gli individui morti nei primi anni saranno via via sostituiti fino al completo riempimento della cortina, eventualmente anche modificando la sequenza e le quote di assortimento specifico alla luce delle periodiche osservazioni e valutazioni fitopatologiche ed agronomiche. I rimpiazzi richiederanno le medesime cure date al trapianto e la posa di paccime biodegradabile.

L'area adiacente alla siepe potrà essere inerbita con idoneo miscuglio di essenze graminacee, leguminose, eventualmente integrato, o totalmente sostituito, da miscugli di erbacee fiorifere a destinazione cosiddetta apistica. L'inerbito potrà essere oggetto di sfalcio, in tal caso al termine del periodo di fioritura.

Stante la rilevanza naturalistica della siepe e la volontà di ridurre i rischi di inquinamento non si farà ricorso a diserbo chimico mentre si ricorrerà esclusivamente a pacciamature completamente biodegradabili e permeabile all'acqua.

In generale, le siepi campestri possono presentare problemi fisiologici e patologici soprattutto nei primi anni dell'impianto quando le giovani piantine si trovano in affermazione. Qualora le piante incontrassero propizie condizioni di accrescimento ne gioverebbe il loro vigore e la loro capacità di auto-difesa dalle avversità, aspetti ulteriormente favoriti dalla biodiversità come fattore equilibrante dei fattori biotici.

Al fine di consentire il libero passaggio della piccola fauna selvatica stanziale (es. fagiano, lepre), attraverso la siepe e l'adiacente recinzione metallica, saranno previsti varchi di altezza pari a 20 cm da terra, a intervalli di circa 50 m.

A partire dal trapianto, si raccomanda il monitoraggio fito-patologico con cadenza annuale e quello agronomico nel periodo primaverile ed estivo.

I parametri quantitativi di progetto derivati dal layout grafico e dall'adozione delle sopra citate scelte colturali, quali sestri di impianto, metodi di lavorazione, concimazione, trapianto, difesa e irrigazione, sono riepilogati dalla relativa tabella.

Tabella 5: Parametri progettuali delle opere a verde

Parametri di progetto	UM	Campo OVEST	Campo EST	Totale
Larghezza della fascia di mitigazione	m	10	10	
Larghezza delle lavorazioni	m	1,00	1,00	
Larghezza del volume concimato e pacciamato	m	0,80	0,80	
Area bagnata per pianta	m ²	0,25	0,25	
Distanza tra piante adiacenti	m	2	2	
Lunghezza siepe	m	3545	2698	6243
Superficie lavorata	m ²	3545	2698	6243
Superficie concimata e pacciamata	m ²	2836	2158	4994
Superficie irrigata	m ²	443	337	781
Piante	pz	1773	1349	3122
Fallanze annuali, per anno nei primi tre anni (0,01)	pz	18	13	31
Adacquamento annuale con botte con operatore (10 interventi)	kl	177	135	312

In particolare, si evidenzia che la larghezza della superficie lavorata destinata ai trapianti è fissata ad 1 m, la larghezza della fascia effettivamente pacciamata è ridotta a 0,8 m onde consentire l'interramento dei bordi esterni delle fasce pacciamamenti, la larghezza media della fascia irrigata è stabilita in 0,25 m.

Poiché la siepe e le macchie arbustive di progetto costituiscono una componente di un più vasto intervento comunque soggetto al controllo dell'erba, tale controllo riguarderà l'intero sito simultaneamente.

5 Conclusioni

In conclusione, il progetto agrivoltaico mira ad un'innovativa integrazione tra la produzione agricola e quella fotovoltaica, l'attività agricola risulta ottimizzata sotto il profilo agronomico e produttivo e l'attività fotovoltaica rispettosamente inserita nel contesto rurale, con riguardo per gli aspetti agronomici e per quelli ambientali ed ecologici connessi.

Il sistema così progettato, alla luce delle Linee Guida, rispetta tutti i requisiti per essere classificato agrivoltaico possedendo caratteristiche innovative di integrazione tra agricoltura e attività fotovoltaica.

L'adozione di un avvicendamento come quello proposto dalla Relazione Agronomica *RVFVVE02-VIA2-R41-00* allegata al presente elaborato, delle BPA, dei metodi dell'agricoltura conservativa e delle siepi arboreo arbustive perimetrali porteranno ad un graduale miglioramento della biodiversità e delle condizioni di fertilità del suolo, in particolare favorendo la formazione di sostanza organica, mentre la corretta coltivazione dei prati favorirà l'allevamento apistico contribuendo così anche alla salvaguardia delle connesse tradizioni e al rafforzamento dell'ecosistema locale.

Il sottosistema agricolo manterrà un buon livello produttivo mentre quello fotovoltaico garantirà una notevole produzione elettrica aggiuntiva, rispondente al crescente fabbisogno di energia da fonti rinnovabili, in accordo con gli ambiziosi obiettivi condivisi in sede europea, nazionale e regionale.

Infine, tutto considerato, a questo progetto possono essere ragionevolmente attribuiti molteplici valori di pubblico interesse, sia legati alla produzione di materie prime di origine agricola e alla produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile sia inerenti alla tutela dell'ambiente, del paesaggio, della biodiversità, delle tradizioni locali, in coerenza con gli obiettivi del consumo di suolo, della lotta ai cambiamenti climatici e della pianificazione territoriale ed energetica della Regione.

Durante la vita utile dell'impianto, le piantumazioni saranno oggetto di manutenzioni e potature periodiche al fine di mantenerle entro le altezze indicate nei paragrafi precedenti e garantire la massima produzione di energia evitando fenomeni di ombreggiamento.