

## RELAZIONE MITIGAZIONE AMBIENTALE E PAESAGGISTICA

**Realizzazione di un Parco Agrivoltaico Avanzato  
di potenza nominale pari a 52 MWp  
denominato "MACOMER 5"  
sito nei Comuni di Macomer e Borore (NU)**

**Località "Badde Petrosa"**

PROPONENTE:



**Energia Pulita Italiana 5 s.r.l.**

Rev00		Data ultima elaborazione: 05/08/2022	
Redatto	Formattato	Verificato	Approvato
Dott. Biol. A.E.M. Cardaci	Dott. Biol. A.E.M. Cardaci	Dott. Agr. P. Vasta	ENERLAND ITALIA s.r.l.
Codice Elaborato		Oggetto	
MAC5-IAR08		STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	

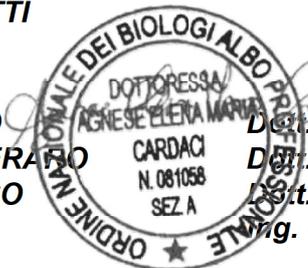
TEAM ENERLAND:

**Dott. Agr. Patrick VASTA**  
**Ing. Annamaria PALMISANO**  
**Dott.ssa Nausica RUSSO**  
**Dott.ssa Ilaria CASTAGNETTI**

**Ing. Emanuele CANTERINO**  
**Dott. Claudio BERTOLLO**  
**Dott. Guglielmo QUADRIO**

GRUPPO DI LAVORO:

**Dott. Rosario PIGNATELLO**  
**Ing. Fabio Massimo CALDERAFIO**  
**Ing. Vincenzo BUTTAFUOCO**  
**Ing. Gianluca VICINO**  
**Arch. Rosella APA**



**Dott. Biol. Agnese Elena Maria CARDACI**  
**Dott. Agr. Gaetano GIANINO**  
**Dott.ssa Geol. Chiara AMATO**  
**Ing. Graziella TORRISI**

## INDICE

1.	INTRODUZIONE.....	1
2.	CARATTERISTICHE DELLE MISURE DI MITIGAZIONE E COMPENSAZIONE .....	3
3.	MISURE DI MITIGAZIONE.....	4
	3.1 Componente abiotica .....	4
	3.2 Componente biotica .....	7
	3.2 Fascia di mitigazione perimetrale .....	8
4.	MISURE DI COMPENSAZIONE.....	11
5.	CONCLUSIONI .....	13
6.	BIBLIOGRAFIA.....	14

## 1. INTRODUZIONE

Il presente elaborato, relativo all'impianto agrivoltaico avanzato denominato "Macomer 5" da realizzarsi nei comuni di Macomer e Borore, in provincia di Nuoro (NU), ha l'obiettivo di evidenziare le principali misure di mitigazione e compensazione da attuare nel contesto del progetto. L'impianto sarà caratterizzato da una potenza nominale pari a 52 MWp. Nel contesto della realizzazione delle opere antropiche è sempre necessario tenere conto della relazione causa-effetto che può verificarsi dall'incontro delle attività umane con le componenti ambientali.

Nel 1996 viene istituito il modello *DPSIR* (inizialmente noto come modello PSR) dall'Agenzia europea dell'ambiente. L'acronimo DPSIR sta per:

- D: determinanti, le azioni umane che possono interferire con l'ambiente
- P: pressioni, interferenze dirette sull'ambiente
- S: stato, insieme delle condizioni di un ambiente
- I: impatti, conseguenze dirette delle attività antropiche sull'ambiente
- R: risposte, le azioni volte a ridurre le situazioni di criticità ambientale

Ogni attività antropica determina, quindi, impatti più o meno intensi sull'ambiente che devono essere valutati sia singolarmente, valutando gli effetti su ciascuna delle matrici ambientali coinvolte, sia in senso olistico, cioè con una visione globale del sistema in esame. Infatti, nell'ottica di incrementare lo sviluppo sociale ed economico e allo stesso tempo di tutelare le risorse ambientali, nasce nel 1972 il concetto di "sviluppo sostenibile", in occasione della Prima Conferenza Mondiale sull'Ambiente Umano che lascia posto poi al concetto di "sostenibilità dello sviluppo" con una visione nettamente più biocentrica ed ecologica.

Nel contesto della realizzazione di un'opera, le matrici ambientali possono essere coinvolte in tre fasi:

- fase di cantiere: è la fase iniziale di realizzazione dell'impianto, di lavorazione del terreno (scavi, livellamenti, ecc.) e di installazione dei pannelli;

- fase di esercizio: è il tempo di "vita" dell'impianto;
- fase di dismissione: l'impianto, terminata la sua funzione e quindi la sua fase di esercizio, viene smantellato.

Nel contesto della realizzazione dell'impianto oggetto del presente studio, al fine di limitare gli impatti sulle componenti ambientali sono state quindi previste misure di mitigazione e misure di compensazione, volte a favorire il mantenimento delle caratteristiche naturali del territorio.

Nello specifico:

- Le misure di mitigazione sono interventi atti a ridurre gli impatti negativi di un'opera mediante modifiche della stessa o dell'ambiente, al fine di renderlo meno vulnerabile a eventuali alterazioni.
- Le misure di compensazione, invece, sono interventi che non modificano le caratteristiche dell'opera o dell'ambiente ma bilanciano gli effetti che non possono essere ridotti dalle misure di mitigazione.

Lo scopo di queste misure è quindi quello di attenuare, quanto più possibile, le ripercussioni che le attività antropiche possono avere sui comparti ambientali; esse devono essere scelte con criterio basato sulle conoscenze dello stato di fatto, devono essere realizzate in fase di cantiere in modo da essere già presenti sin dall'inizio della fase di esercizio e se ne deve valutare l'efficacia a lungo termine.

## 2. CARATTERISTICHE DELLE MISURE DI MITIGAZIONE E COMPENSAZIONE

L'area di progetto, ovvero l'area che comprende sia l'area di impianto che le aree di mitigazione e compensazione, è estesa circa 87,35 ettari, mentre l'area occupata dalle strutture fotovoltaiche sarà invece pari a 24,05 ettari.

Le aree destinate all'installazione dell'impianto agrivoltaico, visibili nell'ortofoto in *Figura 1*, sono raggiungibili dalla SP77 e individuabili dalle seguenti coordinate:

- Latitudine: 40°12'47" N
- Longitudine: 8°44'37" E



**Figura 1:** Ortofoto dell'area oggetto di studio. In rosso le aree di progetto, in viola il cavidotto.

## 3. MISURE DI MITIGAZIONE

### 3.1 Componente abiotica

La componente abiotica comprende le matrici ambientali che potrebbero essere interessate da eventuali impatti derivanti dal progetto ovvero acqua, aria e suolo.

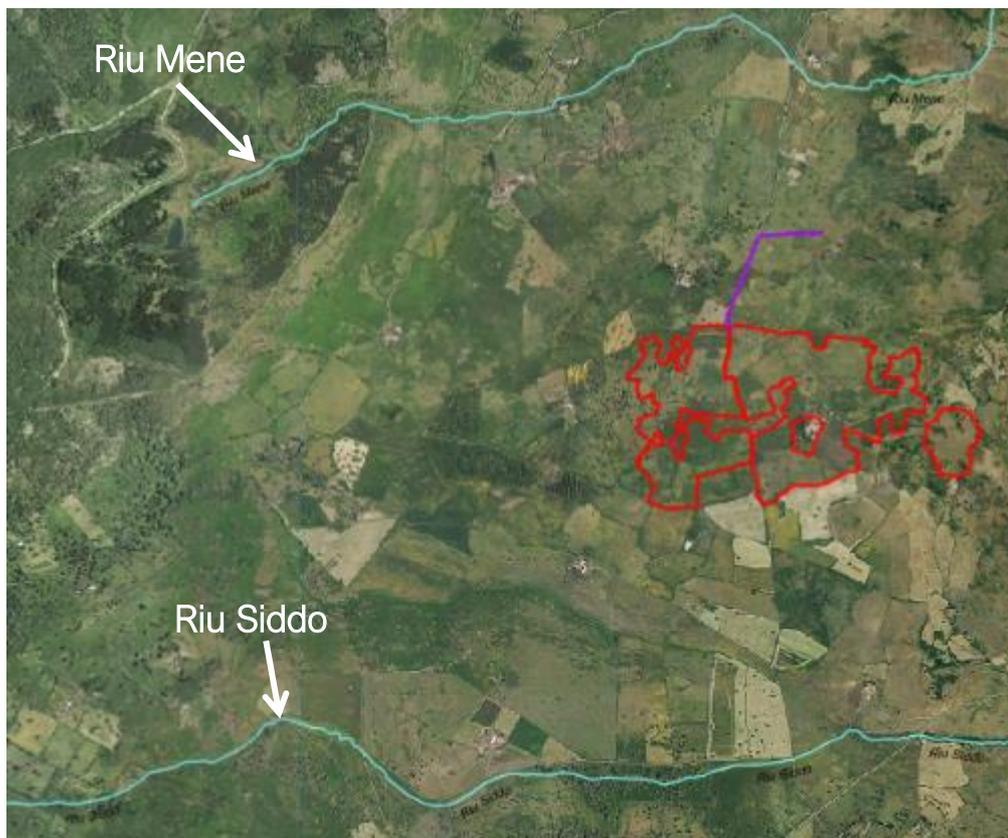
Per quanto riguarda la matrice aria è importante evidenziare che durante la fase di cantiere saranno attivi mezzi meccanici, come escavatori e gru. I principali impatti che derivano dall'attività di questi mezzi sono l'emissione di composti come gli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), il monossido di carbonio (CO) e il particolato atmosferico, sostanze inquinanti che si liberano in atmosfera e che possono essere bioaccumulate dagli organismi (come ad esempio i licheni). Per ridurre l'emissione di inquinanti gassosi e particolato sarà quindi necessario ottimizzare l'utilizzo e la movimentazione dei mezzi; per ridurre l'emissione delle polveri sarà importante inoltre prevedere un'accurata pulizia periodica degli stessi. Inoltre, per ridurre la movimentazione delle polveri in aria sarà necessario bagnare le aree di viabilità del cantiere quanto basta per evitare che il passaggio dei mezzi possa determinare un innalzamento delle polveri in atmosfera.

La matrice ambientale che, più delle altre, può risentire di alterazioni dovute all'installazione dell'impianto è il suolo; per ovviare agli impatti su tale matrice, durante la fase di cantiere, dovranno essere messe in atto tutte le accortezze necessarie per alterare il meno possibile le caratteristiche chimiche e tessiturali del suolo e pertanto, qualora considerato necessario per favorire rapidamente il ripristino della struttura dello stesso, si valuterà l'opportunità di utilizzare il compost che consente un più rapido attecchimento delle piante spontanee. Inoltre, sempre coerentemente con la volontà di favorire la sostenibilità dell'ambiente, l'utilizzo di rifiuti organici sotto forma di compost favoriscono il sequestro di carbonio dall'atmosfera per effetto "serbatoio" (carbon sink), con benefici sull'atmosfera per regolazione della CO<sub>2</sub> atmosferica. È importante fare in modo che le aree arricchite di compost abbiano una morfologia il meno acclive possibile in quanto maggiore è la pendenza, maggiore è l'esposizione del suolo all'erosione, e quindi minore la possibilità di colonizzazione da parte delle piante.

È sempre opportuno evitare il rilascio di qualsiasi tipo di rifiuto sul suolo e prestare attenzione a eventuali sversamenti di sostanze, come ad esempio gli oli utilizzati per i mezzi meccanici, nel suolo poiché possono rappresentare sostanze inquinanti. Sarà quindi necessario predisporre un apposito sistema di stoccaggio dei rifiuti da suddividere per tipologia e un'adeguata manutenzione dei mezzi meccanici.

In generale, al fine di rendere il terreno più ricco di sostanza organica, meglio strutturato e più permeabile, per la concimazione delle piante bisogna preferire sempre concimi organici e non minerali poiché i concimi organici hanno un'azione più delicata sul suolo, sono naturali e un sovradosaggio non comporta scompensi chimici al suolo, a differenza di quanto può avvenire con quelli minerali. Qualora si rendesse necessario effettuare l'introduzione di terreno all'interno dell'impianto, si dovrà utilizzare terreno proveniente dall'area stessa, in primis per rispettare la composizione chimica, fisica e microbiologica del suolo e poi per evitare l'introduzione di specie invasive che possono essere presenti nel terreno sotto forma di semi o talee.

L'area di progetto è collocata a Sud del fiume Riu Mene e a Nord del fiume Riu Siddo ma né l'area di progetto né il cavidotto interferiscono con le aree fluviali sopra menzionate, come è possibile notare dalla figura seguente.



**Figura 2:** Collocazione delle aree di progetto rispetto i fiumi Riu Mene e Riu Siddo.

Al fine di controllare la qualità delle matrici ambientali acqua, suolo e aria verrà predisposto un apposito monitoraggio che consisterà nella valutazione di specifici parametri nelle fasi Ante-Operam, Corso d'Opera e Post Operam, per far emergere eventuali cambiamenti (nella qualità di tali matrici) direttamente collegati alla realizzazione del progetto.

### 3.2 Componente biotica

Relativamente alla componente faunistica, uno degli impatti più cospicui che possono essere ricondotti alla presenza dei pannelli fotovoltaici nei confronti dell'avifauna potrebbe essere rappresentato dall'*effetto lago*, un'illusione ottica che induce gli uccelli in volo a scambiare le ampie distese di pannelli per specchi d'acqua in cui ristorarsi. Ciò può essere evitato preferendo pannelli dai colori più scuri e antiriflesso per ridurre il più possibile la somiglianza con la superficie di un corpo idrico e inserendo, nel contesto dell'impianto anche aree verdi per ridurre la monotonia cromatica del paesaggio.

Altri impatti che possono verificarsi a carico della fauna sono riconducibili ai rumori prodotti durante la fase di cantiere. È importante quindi evitare i processi cantieristici più rumorosi durante i periodi di riproduzione della fauna locale, che generalmente vanno da inizio primavera a inizio-metà estate, al fine di evitare che il disturbo acustico possa compromettere il loro successo riproduttivo. Il periodo primaverile è quello più delicato per l'avifauna, anche perché è proprio in questa finestra temporale che si osserva l'arrivo di molte specie migratrici. All'interno delle aree di progetto saranno posti nidi artificiali e bat box per favorire lo stazionamento dell'avifauna e dei chiropteri.

Le aree di progetto sono caratterizzate dalla presenza di numerosi alberi ad alto fusto, in particolare alberi del genere *Quercus*. Alcune delle aree di progetto saranno mantenute come da stato attuale e destinate alla compensazione e alla conservazione.

Al fine di garantire la sicurezza dell'impianto, intorno alle aree di impianto sarà posta una rete metallica. Nella parte inferiore è previsto il sollevamento di circa 30 cm dal piano di calpestio della rete metallica al fine di consentire il passaggio di mammiferi, rettili e anfibi, oltre che di numerosi elementi della micro e meso-fauna. al fine di garantire loro libertà di spostamento.

Le componenti flora e fauna saranno interessate da un piano di monitoraggio che consisterà nella loro osservazione su transetti prestabiliti e quindi censimento ottico, che consentirà la valutazione dello sviluppo di vegetazione spontanea e dell'occupazione delle aree da parte degli animali anche in seguito alla realizzazione dell'impianto.

### 3.2 Fascia di mitigazione perimetrale

La realizzazione della fascia di mitigazione perimetrale è un importante punto di sviluppo dei “corridoi ecologici”, ossia porzioni di habitat che consentono agli animali di potersi spostare in punti che sono stati separati da barriere antropiche. Inoltre, le fasce di mitigazione perimetrale possono anche fungere da ecotòni, ossia da punti di connessione tra ambienti differenti e concorreranno a ridurre l’escursione termica giornaliera del suolo e a ridurre il rumore avendo proprietà fonoassorbenti.

La scelta della flora da inserire nella fascia di mitigazione perimetrale deve tener conto di diversi aspetti: fabbisogno idrico della pianta, tendenza della pianta all’allelopatia, tipologia di suolo preferito, intervallo di distribuzione altitudinale. L’inserimento della flora nella fascia di mitigazione avrà come risultato quello di ridurre l’impatto visivo dell’impianto, arricchire l’ambiente valorizzando il suolo e attrarre la fauna.

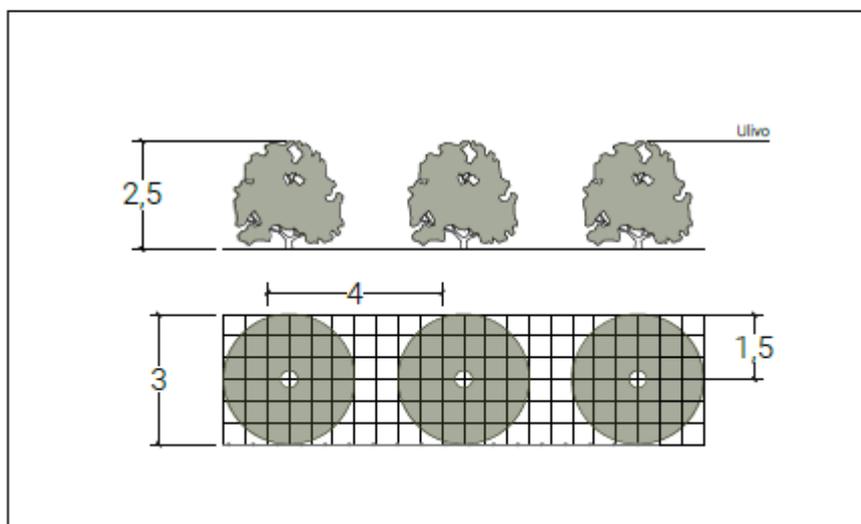
A perimetro di ciascuna delle aree di impianto sarà prevista una fascia di mitigazione nella quale verranno posti alberi di ulivo, *Olea europaea*, in un singolo filare con distanza di 4 metri tra le piante.

SCHEMA OLIVO	
	
Dominio	Eukaryota (Con cellule dotate di nucleo)
Regno	Plantae
Sottoregno	Tracheobionta (Piante vascolari)
Superdivisione	Spermatophyta (Piante con semi)
Divisione	Angiospermae o Magnoliophyta (Piante con fiori)
Classe	Magnoliopsida (Dicotiledoni)
Sottoclasse	<i>Asteridae</i>
Ordine	Scrophulariales

<b>Famiglia</b>	<i>Oleaceae</i>
<b>Specie</b>	<i>Olea europea L.</i>
<b>Habitat</b>	Area mediterranea
<b>Fioritura o antesi</b>	Aprile/giugno
<b>Radici</b>	Le radici della pianta giovane sono a fittone, poi striscianti e infine superficiali con rigonfiamenti
<b>Fiori</b>	I fiori sono piccoli e insignificanti, con quattro petali bianchi, sono riuniti in grappoli e sbocciano da maggio a giugno. Le infiorescenze dette mignola hanno forma a grappolo
<b>Frutti</b>	Il frutto è una drupa (cioè frutto carnoso che non si apre spontaneamente per far uscire il seme) di peso variabile tra 0,5 e 1,5 gr.
<b>Età e dimensione materiale vegetale</b>	Materiale vegetale già fornito da azienda vivaistica in possesso di autorizzazione forestale
<b>Cure colturali</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• concimazioni (da effettuare assecondando la fisiologia della pianta sottoposta a trapianto);</li> <li>• potature di formazione;</li> <li>• spollonature;</li> <li>• eliminazione e sostituzione delle piante morte;</li> <li>• difesa dalla vegetazione infestanti con lavorazione meccanica (trattrice e trinciaerba/erpice);</li> <li>• ripristino della verticalità delle piante, a seguito di cedimenti del suolo o eventi atmosferici;</li> <li>• controllo legature e tutoraggi;</li> <li>• controllo dei parassiti e delle fitopatie</li> <li>• Irrigazione di soccorso</li> </ul>
<b>Fabbisogno idrico</b>	100 l/pianta per anno
<b>Fonte approvvigionamento idrico</b>	Fornitura irrigazioni di emergenza con autobotte per garantire l'attecchimento

## SCHEMA DI IMPIANTO

Scala 1:100



**Figura 3:** schema di impianto della fascia di mitigazione perimetrale.

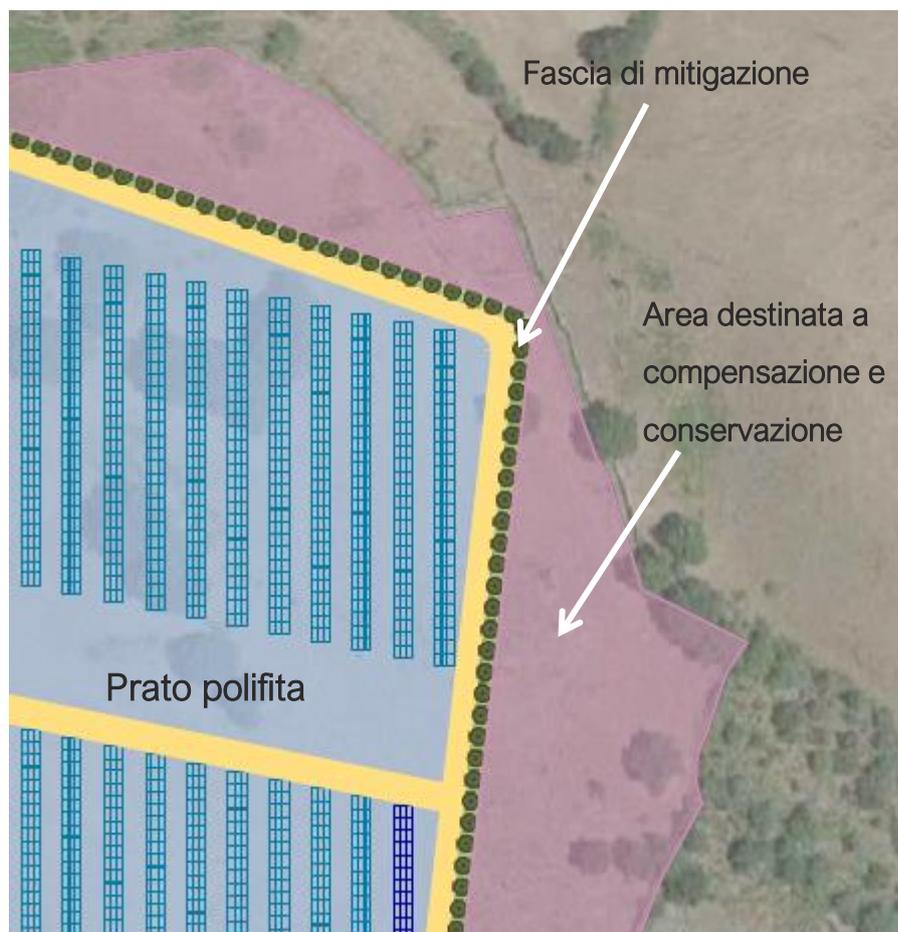
L'ulivo è una pianta con le tipiche caratteristiche di sclerofillia e xerofilia, ossia una pianta con foglie dure e coriacee in grado di resistere a lunghi periodi di siccità ed è una pianta dall'alto valore paesaggistico. Gli ulivi possono svolgere vari ruoli ecologici come la lotta all'erosione del suolo, la produzione di ossigeno, il sequestro di anidride carbonica e di serbatoio del carbonio, l'effetto *carbon sink*, con risultati benefici alla lotta al cambiamento climatico. Gli uliveti favoriscono la biodiversità direttamente perché consentono agli animali di ripararsi, agli uccelli di costruirvi nidi e nutrirsi e, indirettamente perché sotto le fronde degli ulivi crescono molte specie in grado di costruire uno strato vegetativo sottostante che può fungere da corridoio ecologico. Alcune di queste piante sono ad esempio *Oxalis pes-caprae* L., *Calendula arvensis* L., *Sonchus asper* (L.) Hill.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fonte: (Calabrese G., Tartaglini N., Ladisa G.)

## 4. MISURE DI COMPENSAZIONE

La soluzione dei tracker, strutture a inseguimento solare che si spostano per seguire l'andamento della luce solare, consente di poter prevedere l'inerbimento delle porzioni di terreno tra le file dei pannelli stessi e al di sotto di essi. Per il progetto in questione è stata scelta la soluzione di porre in tutte le aree di progetto il prato polifita permanente di leguminose vecchia e trifoglio, piante appartenenti alla famiglia delle Fabaceae, comunemente note come leguminose. Molte piante di questa famiglia sono in grado di favorire il processo di azoto - fissazione nel suolo se presenti i batteri azotofissatori con i quali le radici di questa pianta creano un rapporto simbiotico. L'azoto, atmosferico infatti (formula chimica  $N_2$ ), per poter essere utilizzato dalle piante deve infatti subire un processo che comporta la sua trasformazione in ammonio ( $NH_4$ ), reazione catalizzata dall'enzima nitrogenasi e, successivamente un processo di nitrificazione che comporta un'ulteriore trasformazione in nitriti ( $NO_2$ ) e nitrati ( $NO_3$ ).

Ciò consentirà di arricchire l'area mantenendo protetto il suolo e, al tempo stesso, ottenere un'interruzione della monotonia cromatica dei pannelli con effetti positivi sia sull'impatto visivo, sia per l'effetto lago che potrebbero subire gli uccelli.



**Figura 4:** stralcio della tavola di mitigazione nel quale è possibile la collocazione del prato polifita, la fascia di mitigazione perimetrale e l'area destinata a compensazione e conservazione.

## 5. CONCLUSIONI

La fascia di mitigazione avrà lo scopo di:

- Favorire il mantenimento di caratteri naturalistici e paesaggistici della zona grazie all'inserimento degli ulivi, piante sempreverdi facilmente adattabili ai climi della zona oggetto di studio che consentiranno una copertura visiva dall'esterno e una copertura arborea sui perimetri delle aree di impianto
- Favorire l'avvicinamento della piccola fauna grazie alla funzione di corridoio ecologico e zona di rifugio
- Favorire la nidificazione e lo stazionamento di chirotteri e avifauna
- Contribuire all'assorbimento di anidride carbonica e alla termoregolazione dei suoli

La scelta del prato polifita di leguminose consentirà:

- una copertura erbosa con ulteriore funzione di arricchimento di nutrienti nel suolo
- la frequentazione da parte dell'entomofauna

## 6. BIBLIOGRAFIA

- Ballesteros D, Meloni F, Bacchetta G (Eds.). 2015. Manual for the propagation of selected Mediterranean native plant species. Ecoplantmed, ENPI, CBC-MED.
- Battisti C., 2004. Frammentazione ambientale, connettività, reti ecologiche. Un contributo teorico e metodologico con particolare riferimento alla fauna selvatica. Provincia di Roma, Assessorato alle politiche ambientali, Agricoltura e Protezione civile pp.
- Benefici ambientali nell'utilizzo del compost.
- Di Noi A., Piotto B., "Propagazione per seme di alberi e arbusti della flora mediterranea", ANPA, Dipartimento Prevenzione e Risanamento Ambientali.
- Lista delle piante adatte per insetti impollinatori e farfalle – Seed Vicious – Bee Side
- Palchetti M., "Specie arboree presenti nel consorzio axa".