

MARTE S.R.L.



Via degli Arredatori, 8 – 70026 Modugno (BA) – Italy
www.bfpgroup.net – info@bfpgroup.net
tel. (+39) 0805046361
Azienda con Sistema di Gestione Certificato
UNI EN ISO 9001:2015
UNI EN ISO 14001:2015
UNI ISO 45001:2018

GRE CODE

GRE.EEC.R.00.IT.P.16703.00.085.02

PAGE

1 di/of 8

TITLE: Progetto di miglioramento ambientale e valorizzazione agricola annesso ad un impianto agrivoltaico

AVAILABLE LANGUAGE: ITA

IMPIANTO AGRIVOLTAICO DI NULVI

Progetto definitivo

Progetto di miglioramento ambientale e valorizzazione agricola annesso ad un impianto agrivoltaico

File: GRE.EEC.R.00.IT.P.16703.00.085.02 Relazione agrivoltaico e mitigazione.docx

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
02	12/04/2023	Revisione generale	Sorrenti BFP	Sorrenti BFP	Sorrenti BFP
01	13/01/2023	Inserimento di pascolo e apicoltura nel piano colturale	Sorrenti BFP	Sorrenti BFP	Sorrenti BFP
00	07/10/2022	Emissione	Sorrenti BFP	Sorrenti BFP	Sorrenti BFP

GRE VALIDATION

---	---	---
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT / PLANT Nulvi	GRE CODE																		
	GROUP	FUNCION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT			SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION							
	GRE	EEC	R	0	0	I	T	P	1	6	7	0	3	0	0	0	8	5	0

CLASSIFICATION	UTILIZATION SCOPE
----------------	-------------------

This document is property of Enel Green Power S.p.A. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power S.p.A.

Premessa.....	3
Descrizione dell'area di progetto	4
Inquadramento geografico	4
Aspetti climatici	5
Inquadramento fitoclimatico	6
Interventi di miglioramento ambientale e valorizzazione agricola	8
Copertura botanico-vegetazionale, del contesto faunistico e colturale	8
Uso attuale del suolo	8
Il Progetto	12
Principali aspetti considerati nella definizione del piano colturale.....	18
La definizione del piano colturale	20
Realizzazione di prato permanente stabile.....	21
Pascolo e zootecnia.....	28
Apicoltura.....	37
Colture delle fasce perimetrali.....	47
Valutazione economica ed occupazionale..	60
MITIGAZIONE DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI.....	63
Considerazioni finali.....	66

PREMESSA

Il sottoscritto dr. Agr. Matteo Sorrenti, iscritto al n. 779 dell'Albo dei Dottori Agronomi della Provincia di Bari, è stato incaricato dalla BFP srl, - Via degli Arredatori, 8 - 70026 Modugno (BA), per conto della società Marte srl, di redigere un Progetto di miglioramento ambientale e valorizzazione agricola al fine di valorizzare area agricola dove è prevista la realizzazione di un impianto fotovoltaico della potenza nominale di 10,987 MWp.

L'elaborato è finalizzato:

1. alla descrizione dello stato dei luoghi, in relazione alle attività agricole attualmente praticate;
2. all'identificazione delle attività agricole idonee ad essere praticate nelle aree libere tra le strutture degli impianti fotovoltaici e degli accorgimenti gestionali da adottare per le coltivazioni, data la presenza degli stessi impianti;
3. alla definizione del piano colturale da attuarsi durante l'esercizio degli impianti fotovoltaici con indicazione della redditività attesa;
4. Il progetto intende valorizzare l'intera superficie disponibile con l'utilizzo di colture erbacee ed arboree, che s'inseriscano perfettamente nel contesto territoriale senza creare elementi di frattura. In particolare, saranno impiantati erbai permanenti nelle aree interne e sottostanti l'impianto fotovoltaico; sulla fascia perimetrale è previsto l'impianto di piante arbustive. L'obiettivo finale è quello di identificare dei sistemi agro-energetici "sostenibili" con impatto positivo sull'ambiente.

DESCRIZIONE DELL'AREA DI PROGETTO

Inquadramento geografico

L'impianto di progetto sarà ubicato a nord della Regione Sardegna, nel Comune di Nulvi, a una distanza dai seguenti centri abitati di:

circa 5 km a nord da Nulvi (SS);

circa 4 km a est da Sedini (SS);

circa 4 km a sud da Tergu (SS).

Il suolo sul quale sarà realizzato l'impianto fotovoltaico ricade nel foglio 1:25000 delle cartografie dell'Istituto Geografico Militare n. 180 I-SO (Castelsardo) e 180 II-NO (Nulvi), ed è catastalmente individuato alle particelle 84, 82, 146, 9 e 4 del foglio 5 del Comune di Nulvi (SS).

Il cavidotto MT di connessione tra l'impianto fotovoltaico e la cabina primaria ENEL denominata "Tergu", sita nel comune di Tergu (SS), si estenderà per circa 8 km complessivi, nei territori di Nulvi, Sedini e Tergu.

L'elettrodotto attraverserà a Nulvi e per un breve tratto a Sedini suoli di proprietà privata. Per la restante parte il cavidotto si troverà su viabilità pubblica.

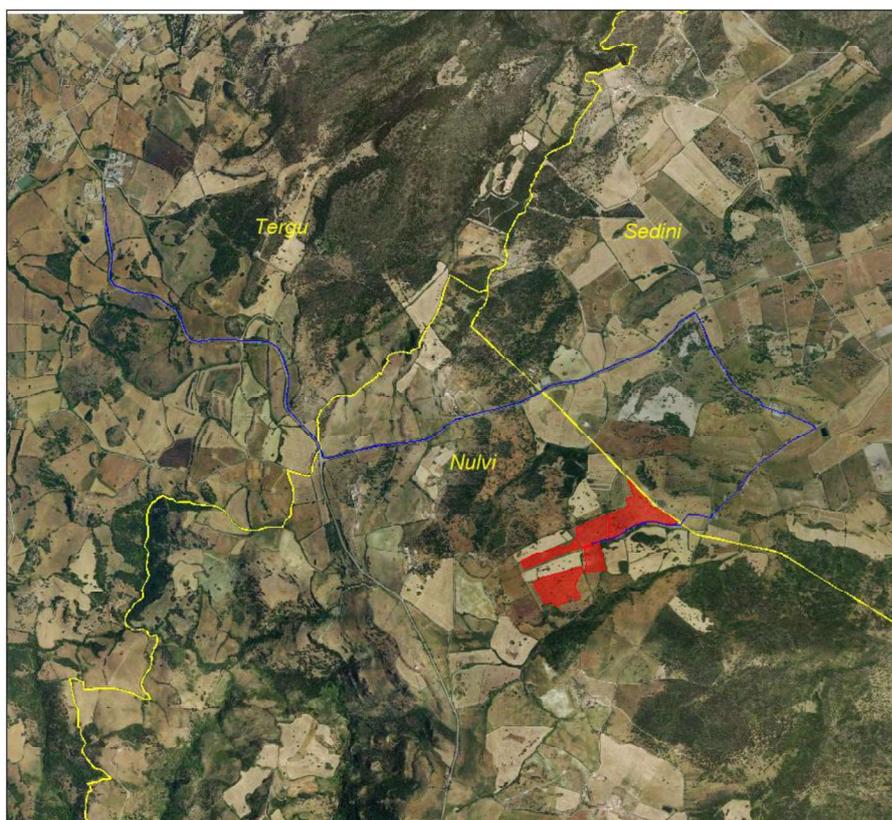


Figura 1 - Inquadramento dell'area di impianto su ortofoto

L'area è facilmente raggiungibile tramite la SP 17, in direzione Nord, partendo da Nulvi. La viabilità interna ai siti è garantita da una rete di strade interne comunali.

L'estensione complessiva del lotto è circa 19 ettari, mentre l'area occupata dagli inseguitori (area captante) risulta pari a circa 5,5 ettari, determinato sulla superficie catastale complessiva assoggettata all'impianto, con un'incidenza pari a circa il 28%.

I terreni su cui insistono i progetti hanno una destinazione d'uso agricolo, liberi da vincoli archeologici, naturalistici, paesaggistici, di tutela dell'ambiente; trattasi di terreni, attualmente utilizzati come pascolo, confinanti con altri terreni caratterizzati prevalentemente dal medesimo orientamento colturale.

Nel complesso, l'assetto morfologico dell'area circostante si presenta abbastanza uniforme in quanto si riscontra un'area pianeggiante o leggermente acclive.

Le coordinate geografiche sono le seguenti

Lat. 40.841028° Lon. 8.758632°

Aspetti climatici

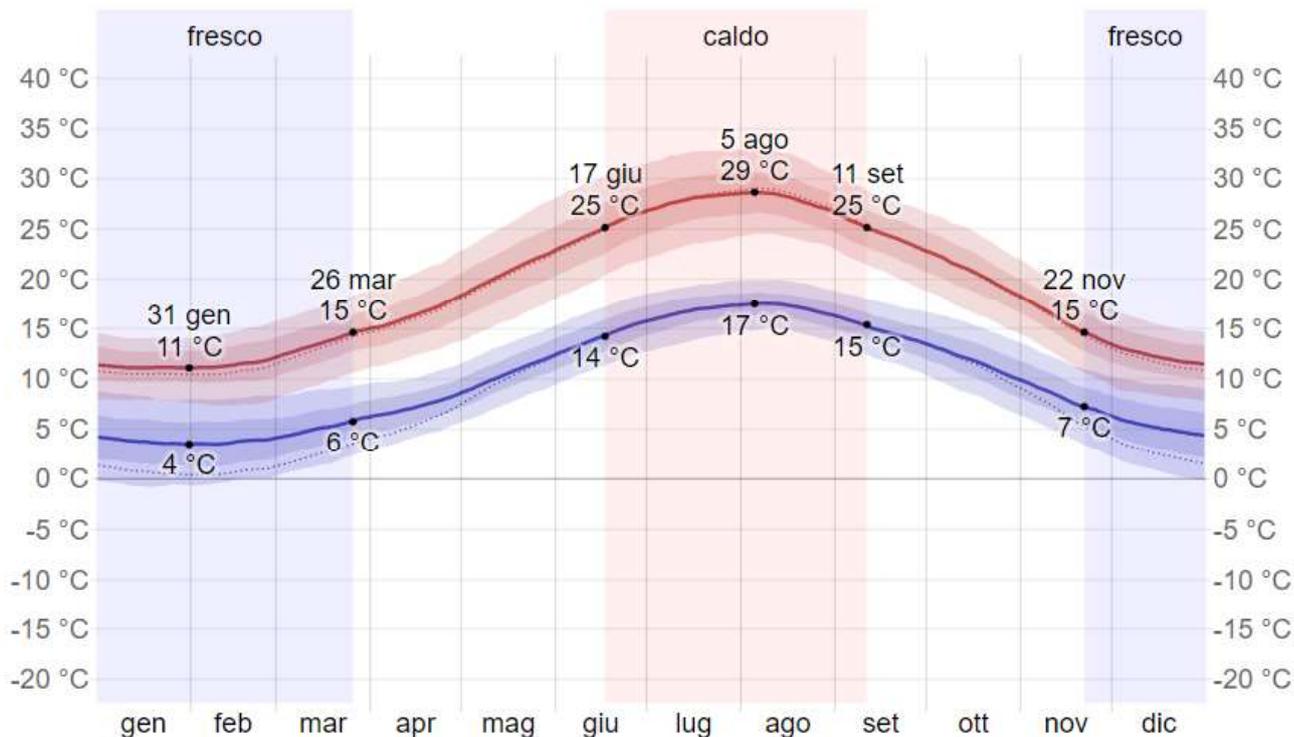
Attraverso un'analisi dei dati relativi alle temperature, agli apporti pluviometrici ed ai venti rilevati nelle stazioni presenti nella zona in esame, è stato possibile delineare le caratteristiche generali del clima locale.

Per la definizione delle caratteristiche climatiche dell'area in studio si sono utilizzati i dati delle stazioni termo-pluviometriche della zona.

TEMPERATURE

La stagione calda dura 2,8 mesi, dal 17 giugno al 11 settembre, con una temperatura giornaliera massima oltre 25 °C. Il mese più caldo dell'anno a Nulvi è agosto, con una temperatura media massima di 28 °C e minima di 17 °C.

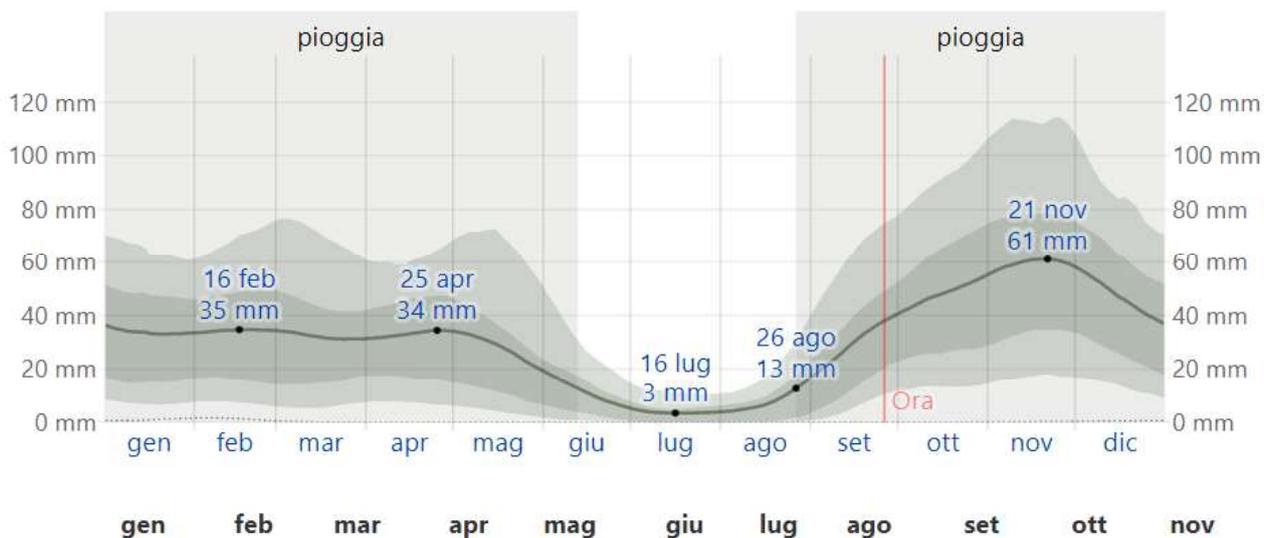
La stagione fresca dura 4,1 mesi, da 22 novembre a 26 marzo, con una temperatura massima giornaliera media inferiore a 15 °C. Il mese più freddo dell'anno a Nulvi è gennaio, con una temperatura media massima di 4 °C e minima di 11 °C.



PRECIPITAZIONI

Il periodo delle piogge nell'anno dura 9,5 mesi, da 26 agosto a 12 giugno, con un periodo mobile di 31 giorni di almeno 13 millimetri. Il mese con la maggiore quantità di pioggia a Nulvi è novembre, con piogge medie di 61 millimetri.

Il periodo dell'anno senza pioggia dura 2,5 mesi, 12 giugno - 26 agosto. Il mese con la minore quantità di pioggia a Nulvi è luglio, con piogge medie di 3 millimetri.



gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Pioggia 33,2mm	34,5mm	31,9mm	33,0mm	29,0mm	11,4mm	3,4mm	6,6mm	29,8mm	48,1mm	60,7mm	46,6mm

L'andamento climatico risultante è quello tipico mediterraneo, inverni con i minimi termici e le massime precipitazioni, estati con i massimi termici e minime precipitazioni.

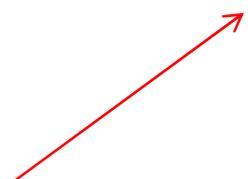
Inquadramento fitoclimatico

La fitoclimatologia studia le interazioni tra gli aspetti climatici e la vegetazione di un dato areale perché il clima influenza notevolmente la vegetazione e la flora e, di conseguenza, anche la fauna selvatica insediata.

La tipologia di vegetazione forestale caratterizzante il comprensorio viene inquadrata facendo riferimento alla classificazione fisionomica su basi climatiche del Pavari (1916).

TAB. 1 – Suddivisione delle zone climatiche italiane secondo il Metodo Pavari.

Zona fitoclimatica	Zona geografica	Limite inferiore (m s.l.m.)	Limite superiore (m s.l.m.)
LAURETUM CALDO	Italia centromeridionale Zone costiere	0	600-800
LAURETUM FREDDO	Italia centromeridionale Zone interne	0	600-800
CASTANETUM	Italia settentrionale	0	800-900
CASTANETUM	It. centromeridionale	600-800	1.000-1.300
FAGETUM	Italia settentrionale	800-900	1.000-1.300
FAGETUM	Italia centromeridionale	1.000-1.300	2.000
PINETUM	Italia settentrionale	1.000-1.300	2.000
ALPINETUM	Italia settentrionale	2.000	Limite della vegetazione



TAB. 2 – Specie di piante più rappresentative nelle zone geografiche classificate con il metodo Pavari.

Zona fitoclimatica	Specie più rappresentative	Foto
LAURETUM CALDO	Alloro, olivo, leccio, pino domestico, pino marittimo, cipresso	 Figura 1 – Leccio (Quercus ilex)
LAURETUM FREDDO	Alloro, olivo, leccio, pino domestico, pino marittimo, cipresso	 Figura 2 – Cipressi (Cupressus)

La principale fonte di dati su questa materia è il testo di P. Arrigoni “Fitoclimatologia della Sardegna” del 1968, dal quale sono stati estratti i principali caratteri fitoclimatici dell’area basandosi sugli orizzonti proposti dall’autore. Secondo le aree fitoclimatiche della Sardegna proposte da Arrigoni, il territorio comunale di Nulvi rientra quasi completamente nell’orizzonte delle foreste miste sempreverdi termoxerofile e per una parte, limitata alla fascia costiera, all’orizzonte delle boscaglie e delle macchie litoranee. Al fine di una migliore comprensione dell’inquadramento, delle caratteristiche climatico- ambientali e dei livelli di adattabilità ambientali di colture e specie forestali si esemplificano i due orizzonti con una loro sintetica descrizione.

L’orizzonte delle foreste miste sempreverdi termoxerofile, cui appartiene l’entroterra, è rappresentato da vegetazione sclerofillica, con elementi termofili e notevolmente xerofili che danno luogo a formazioni miste, per l’incapacità del leccio, in ambiente caldo-arido, a formare soprassuoli arborei monospecifici. Il clima dell’orizzonte è semiarido, con scarso surplus idrico invernale ed elevato deficit idrico durante l’estate; il periodo arido dura 3.5 - 4.5 mesi, con elevate temperature massime (media dei massimi annui di circa 36° - 40°). Il periodo freddo è raramente superiore a due mesi, con una media minima del mese più freddo pari a 3° - 4° e media dei minimi annuali generalmente superiore a -2°.

L’orizzonte delle boscaglie e delle macchie litoranee, insedia in prevalenza il territorio litoraneo comunale. Si riscontrano boscaglie o macchie primarie non cedue, con forme di degradazione rappresentate da macchie degradate e garighe. Il clima dell’orizzonte è semiarido, con estate calda, forte deficit idrico estivo e surplus idrico assai modesto, talvolta inesistente. Il periodo arido dura 3.5 - 4.5 mesi, con elevate temperature massime (media dei massimi annui di circa 36° - 40°). Il periodo freddo è praticamente inesistente, con

conseguente riduzione delle specie a riposo invernale, con una media minima del mese più freddo pari a 3°- 4° e media dei minimi annuali generalmente superiore a -2°.

INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO AMBIENTALE E VALORIZZAZIONE AGRICOLA

Stato dei luoghi e colture praticate

Per quanto riguarda l'analisi del contesto agro-ambientale e le caratteristiche pedo-agricole dell'area di progetto è necessario fare riferimento alla litologia dell'area. Tutto l'areale ricade in un territorio pianeggiante o leggermente acclive.

L'area dell'impianto si sviluppa su un pianoro leggermente acclive di quota variabile tra 400 e 470 metri s.l.m. quasi totalmente destinato a colture erbacee. Solo in piccoli lembi di questo territorio si rilevano alcuni ristretti ambienti naturali relitti costituiti da vegetazione arborea ed arbustiva spontanea.

Il territorio dell'agro di Nulvi si caratterizza per un'elevata vocazione agricola. Il centro abitato, infatti, risulta inserito in un territorio agricolo quasi completamente caratterizzato da coltivazioni rappresentative quali seminativi (cereali e foraggere).

Per quanto concerne la giacitura dei terreni, in generale, sono generalmente di natura leggermente acclive e, nonostante questa caratteristica, i terreni non hanno una specifica sistemazione di bonifica poiché la natura del suolo e del sottosuolo è tale da consentire una rapida percolazione delle acque.

Copertura botanico-vegetazionale, del contesto faunistico e colturale

La zona in cui ricade l'impianto e la cabina di sezionamento è tipizzata, secondo le previsioni del PUG, come Zona a destinazione agricola, ma attualmente continua ad essere utilizzata per la coltivazione di piante erbacee estensive o pascolo.

Il sito in esame è un seminativo, attualmente utilizzato come pascolo, e nel contesto nel raggio di circa un chilometro sono state individuate le seguenti classi di utilizzazione del suolo:

- seminativo asciutto coltivato a cereali;
- incolto;
- querce spontanee da sughero.

È presente, in ogni modo, lungo i cigli stradali o su qualche confine di proprietà, la presenza di flora ruderale e sinantropica.

Uso attuale del suolo

Il paesaggio circostante il futuro sito d'impianto è costituito principalmente da coltivazioni di ampi seminativi coltivati a cereali e/o foraggere, con la presenza di querce spontanee da sughero.



Foto dell'area di progetto



Il paesaggio si presenta vario con un paesaggio abbastanza regolare.

L'analisi floristica e vegetazionale è stata effettuata sulla base di dati originali, rilevati a seguito di sopralluoghi sul sito, integrati e confrontati con dati bibliografici di riferimento reperiti in letteratura. In particolare, sono state rilevate le essenze floristiche nell'area, accertando l'eventuale sussistenza di associazioni di vegetali, in stretta relazione tra loro e con l'ambiente atte a formare complessi tipici e/o ecosistemi specifici. Per le essenze vegetali rilevate, oltre alla definizione di un intrinseco valore fitogeografico, si è accertata anche una loro eventuale inclusione disposizioni legislative regionali, in direttive e convenzioni internazionali, comunitarie e nazionali, al fine di indicarne il valore sotto il profilo conservazionistico.

Lo studio è stato effettuato su un'area ristretta (area di dettaglio), coincidente con il sito di intervento e con un inquadramento nell'areale più esteso.

Gli usi del suolo e la loro categorizzazione derivano dal corposo studio 1realizzato dal Comune di Nulvi (SS), in occasione della realizzazione del Piano Urbanistico Comunale, i gruppi di usi o copertura del suolo individuati sono inseriti in specifiche tabelle e nella cartografia tematica, di cui si allega uno stralcio, in relazione al livello di naturalità riscontrato, partendo dalle parti del territorio antropizzate fino ad arrivare a quegli usi che mantengono attualmente un maggiore livello di naturalità. I gruppi individuati sono:

- Aree urbanizzate:
- Edificato sparso
- Aree ad utilizzazione agricola
- Spazi naturali e seminaturali
- Aree con vegetazione rada o assente.

Le aree oggetto di intervento pur essendo agricole sono state mantenute come utilizzo a carattere marcatamente agro/zootecnico.

IL PROGETTO

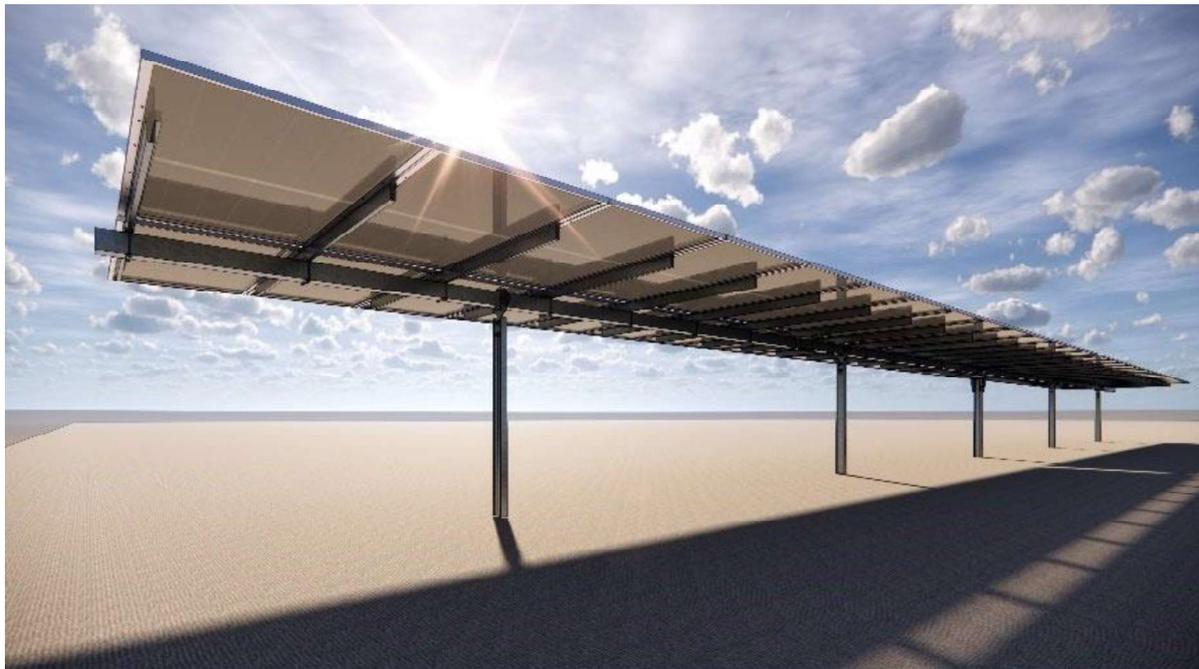
La Committente intende realizzare nel territorio del Comune di Nulvi un impianto fotovoltaico della potenza nominale di 10,987 MWp con inseguitori monoassiali (inseguitori di rollio), comprensivi delle relative opere di connessione alla rete elettrica di distribuzione. Le aree interessate dagli interventi sono descritte in dettaglio ai paragrafi seguenti e

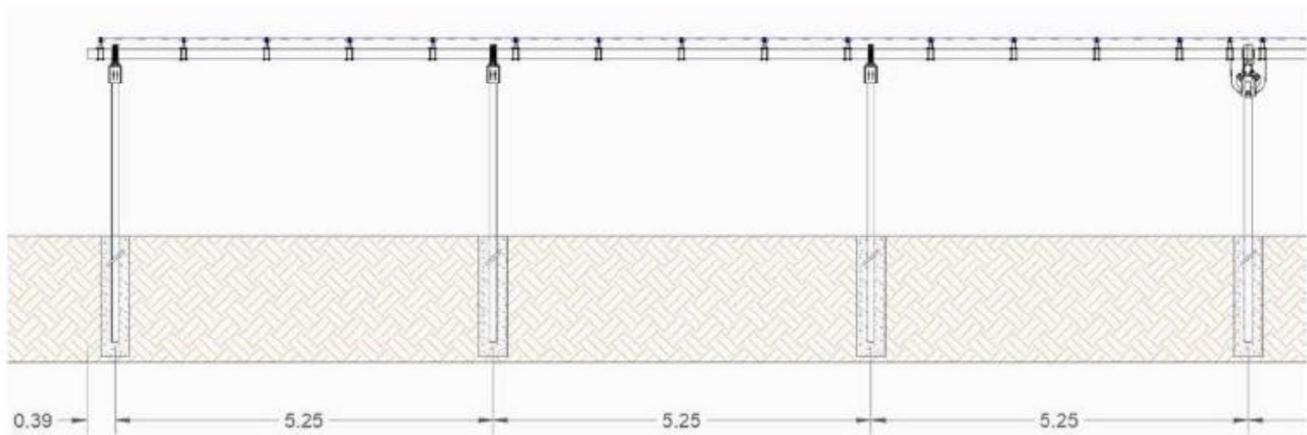
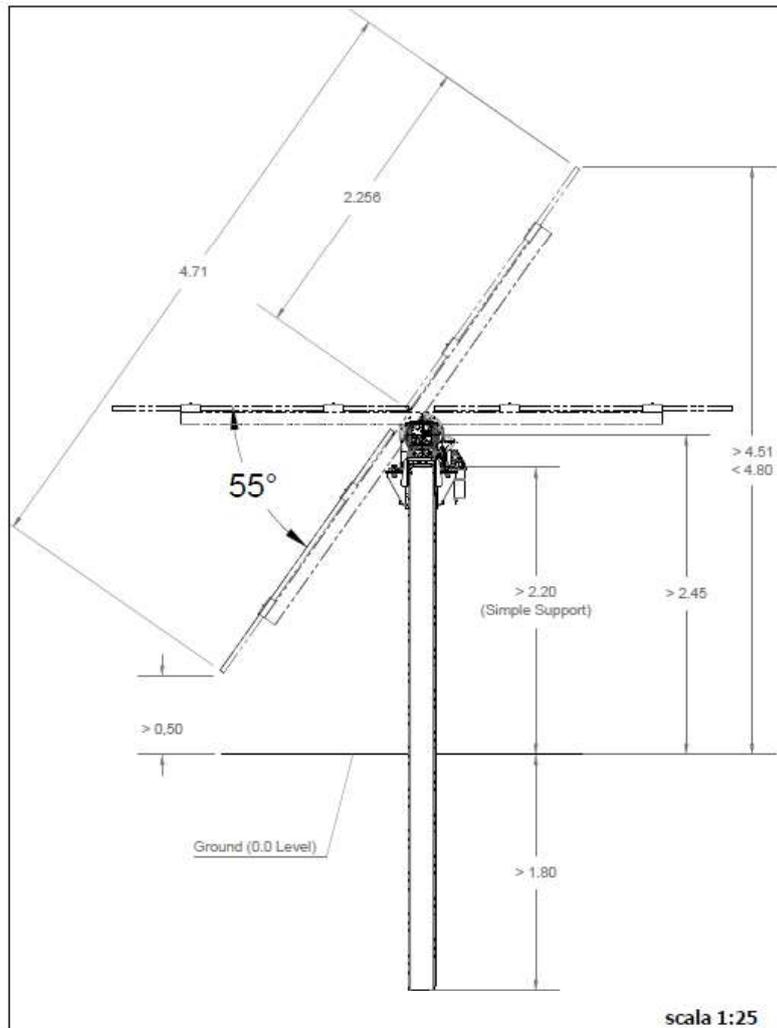
riportate sugli elaborati cartografici allegati alla presente relazione. Il progetto va ad identificare un sistema agro-energetico sostenibile con impatto positivo sull'ambiente.

Ingombri e caratteristiche degli impianti da installare

Secondo le informazioni fornite dal richiedente, l'impianto in progetto, prevede l'installazione di strutture di supporto dei moduli fotovoltaici (realizzate in materiale metallico), disposte in direzione Nord-Sud su file parallele ed opportunamente spaziate tra loro, per ridurre gli effetti degli ombreggiamenti. I moduli ruotano sull'asse da Est a Ovest, seguendo l'andamento giornaliero del sole. L'angolo massimo di rotazione dei moduli di progetto è di +/- 60°.

SCHEMA DELLE STRUTTURE





La variabilità di altezza dei tracker può consentire comunque di attuare la tipologia di progetto proposta in quanto le attività agricole non ne verrebbero limitate.

Gestione del suolo

Per il progetto dell'impianto in esame, considerate le dimensioni dell'interfila tra le strutture, tutte le lavorazioni del suolo, nella parte centrale, possono essere compiute tramite macchine operatrici convenzionali senza particolari problemi.

Trattandosi di terreni già precedentemente coltivati, anche se negli ultimi anni non più lavorati, non vi sarà la necessità di compiere importanti trasformazioni idraulico-agrarie. L'impianto in oggetto, oltre ad essere un esempio di impianto agrivoltaico che riqualifica il fondo agricolo esistente, sarà anche "laboratorio" di sperimentazione di nuove colture compatibili con l'area oggetto di studio.

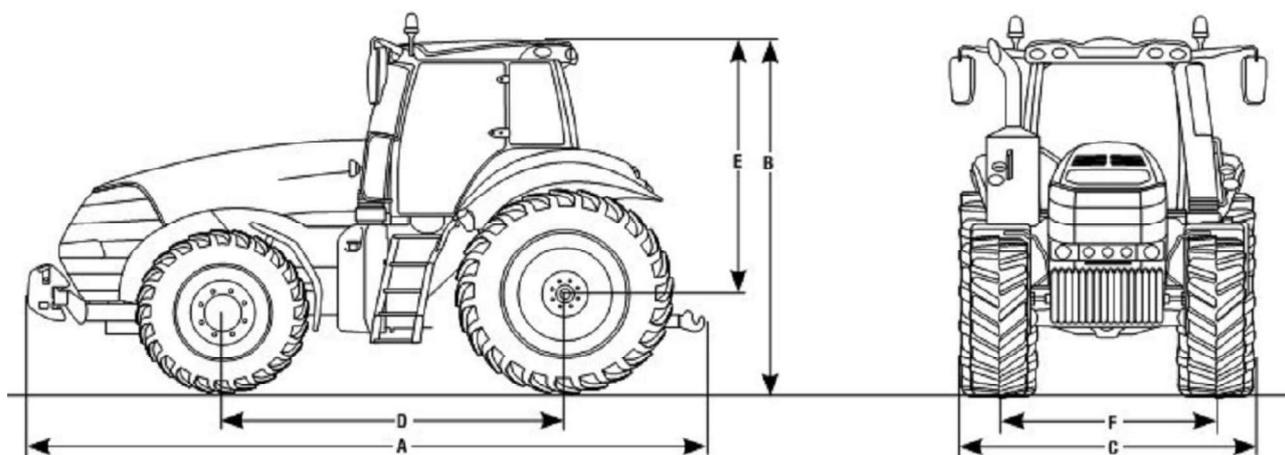
Meccanizzazione e spazi di manovra

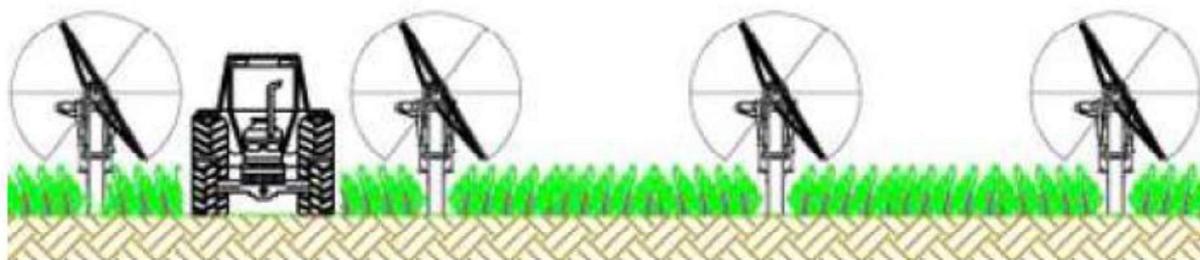
Date le dimensioni e le caratteristiche dell'appezzamento, non si può di fatto prescindere da una totale o quasi totale meccanizzazione delle operazioni agricole, che permette una maggiore rapidità ed efficacia degli interventi ed a costi minori. Come già esposto, l'interasse tra una struttura e l'altra di moduli consente un facile passaggio delle macchine trattrici, considerato che le più grandi in commercio, non possono avere una carreggiata più elevata di 2,50 m, per via della necessità di percorrere tragitti anche su strade pubbliche.

Dimensioni del più grande dei trattori gommati convenzionali prodotti dalla

DIMENSIONI ¹⁾	
A: Lunghezza totale senza attrezzi / con sollevatore/zavorramento anteriore (mm) con assale posteriore heavy-duty	6.015 / 6.295 / 6.225 - / - / -
B: Altezza totale (mm)	3.375
C: Larghezza totale (all'estensione dei parafranghi posteriori) (mm)	2.550
D: Passo standard / con assale posteriore heavy-duty (mm)	3.105 / -
E: Distanza dal centro assale posteriore al tetto cabina (mm)	2.488
F: Carreggiata anteriore (mm)	1.560 - 2.256
Carreggiata posteriore (mm)	1.470 - 2.294

CNH (CASE MAXXUM-Series)





Qualche problematica potrebbe essere associata alle macchine operatrici (trainate o portate), che hanno delle dimensioni maggiori, ma come analizzato nei paragrafi seguenti, esistono in commercio macchine di dimensioni idonee ad operare negli spazi liberi tra le interfile; pertanto, non vi sono limitazioni ad operare all'interno dell'impianto agrivoltaico.

Per quanto riguarda gli spazi di manovra a fine corsa (le c.d. capezzagne), questi devono essere sempre non inferiori ai 5,00 m tra la fine delle interfile e la recinzione perimetrale del terreno.

Presenza di cavidotti interrati

La presenza dei cavi interrati, che saranno realizzati nell'area dell'impianto fotovoltaico, non rappresenta una problematica per l'effettuazione delle lavorazioni periodiche del terreno durante la fase di esercizio dell'impianto fotovoltaico in quanto i cavi saranno posati ad una profondità minima di 120 cm.

Ombreggiamento

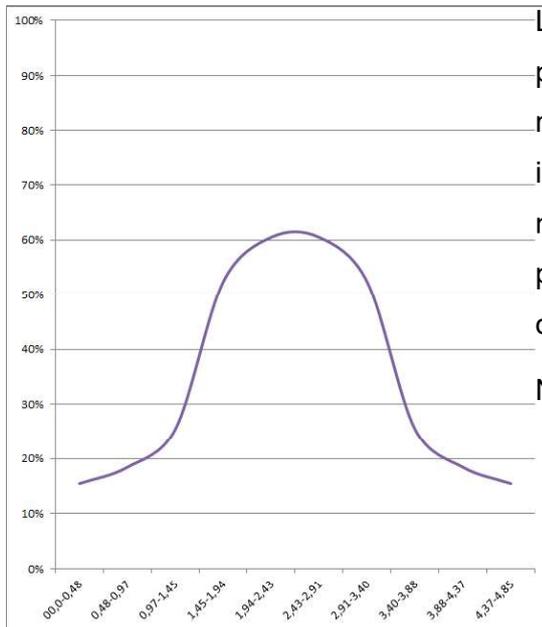
L'esposizione diretta ai raggi del sole è fondamentale per la buona riuscita di qualsiasi produzione agricola. L'impianto in progetto, ad inseguimento mono-assiale, di fatto mantiene l'orientamento dei moduli in posizione perpendicolare a quella dei raggi solari, proiettando delle ombre sull'interfila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

Sulla base delle simulazioni degli ombreggiamenti per tutti i mesi dell'anno, elaborate dalla Società, si è potuto constatare che la porzione centrale dell'interfila, nei mesi da maggio ad agosto, presenta tra le 7 e le 8 ore di piena esposizione al sole. Naturalmente nel periodo autunno-vernino, in considerazione della minor altezza del sole all'orizzonte e della brevità del periodo di illuminazione, le ore luce risulteranno inferiori. A questo bisogna aggiungere anche una minore quantità di radiazione diretta per via della maggiore nuvolosità media che si manifesta (ipotizzando andamenti climatici regolari per l'area in esame) nel periodo invernale.

La presenza dei pannelli fotovoltaici determina alcune modificazioni microclimatiche riferibili alla disponibilità di radiazione, alla temperatura e all'umidità del suolo, che possono avere effetti positivi, nulli o negativi, in funzione delle specifiche esigenze della specie coltivata.

Radiazione solare

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



La presenza del pannello fotovoltaico riduce la percentuale di radiazione diretta, ovvero quella che raggiunge direttamente il suolo, con intensità variabile in funzione della distanza dal filare fotovoltaico, del momento del giorno e del periodo dell'anno, mentre si prevede un aumento della quantità di radiazione diffusa.

Nel presente impianto si stima che la riduzione **media annua della radiazione diretta** sia dell'80% nelle zone immediatamente adiacenti al filare (fino a circa 1 m di distanza), mentre nella zona centrale sia solamente del 35-40%.

Disponibilità di radiazione solare diretta in funzione della distanza dal filare (valori medi annui) espressa come percentuale rispetto al pieno sole.

In realtà, queste riduzioni devono considerarsi meno marcate nel periodo primaverile-estivo durante il quale si realizza lo sviluppo delle maggior parte delle piante coltivate

essendone soddisfatte le esigenze termiche, per effetto del maggior angolo di elevazione solare. Inoltre, la tipologia mobile del pannello fotovoltaico adottata in progetto, per effetto di riflessione consente alle piante coltivate di sfruttare la radiazione sia riflessa che diffusa dai pannelli stessi.

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

Temperatura

In riferimento alla temperatura dell'aria, questa rappresenta la diretta conseguenza della radiazione solare. Sebbene sia lecito attendersi una riduzione dei valori termici dell'atmosfera in zone ombreggiate rispetto alle zone in pieno sole, anche di 3-4 °C, l'ombreggiamento determina generalmente uno sfasamento termico, con un ritardo termico al mattino in fase di riscaldamento dell'atmosfera, e un rallentamento del raffreddamento pomeridiano-serale (Panozzo et al., 2019). Al di sotto dell'impianto agricolo inoltre, è lecito attendersi una maggiore umidità relativa dell'aria al mattino, e minore nel tardo pomeriggio-sera rispetto a zone in pieno sole.

L'ombreggiamento delle colture è una pratica agricola molto utilizzata, ad esempio nelle serre per ridurre le temperature nel periodo estivo tramite reti ombreggianti (dal 30 al 50% di ombreggiamento) o pannelli fotovoltaici; l'ombreggiamento riduce la percentuale di nicotina nel tabacco e, nelle serre serve per favorire la colorazione rossa del pomodoro che sarebbe ostacolata da temperature troppo elevate.

Ogni specie vegetale necessita di una specifica temperatura minima per accrescersi, il cosiddetto zero di vegetazione. Oltre questa base termica, l'accrescimento accelera all'aumentare della temperatura fino ad una temperatura ottimale, specifica per ciascun stadio di sviluppo, oltre la quale l'accrescimento rallenta fino ad arrestarsi (temperatura massima). Le elevate temperature estive, oltre la temperatura massima, possono quindi danneggiare l'accrescimento delle piante, condizione che si sta progressivamente

accentuando in pieno sole a causa del cambiamento climatico. Per mitigare questi effetti, numerosi studi scientifici oggi sono concordi nel suggerire l'introduzione nei sistemi agricoli di filari alberati e siepi a distanza regolare, proprio per attenuare l'impatto negativo delle elevate temperature e della carenza idrica estive. Un servizio analogo potrebbe essere offerto dall'impianto agri-voltaico.

In funzione delle esigenze termiche, le piante vengono raggruppate in microterme, generalmente aciclo autunno-primaverile, aventi modeste esigenze termiche; e macroterme, piante estive che necessitano di temperature mediamente più elevate. I cereali microtermi (frumento, orzo, avena, segale) e molte specie foraggere graminacee (erba mazzolina in particolare, ma anche loiessa, loietto inglese, poa, festuca arundinacea, coda di topo, etc.), che hanno zero di vegetazione molto bassi, vicini a 1-2 °C, trarrebbero vantaggio dalla condizione di parziale ombreggiamento che si realizza in un impianto agri-voltaico (Mercier et al., 2020). Ne sarebbero comunque avvantaggiate anche le specie macroterme per la riduzione dei picchi di temperatura estivi e per la riduzione dell'evapotraspirazione, consentendo peraltro una riduzione dell'apporto irriguo artificiale.

Il parziale ombreggiamento del suolo riduce il riscaldamento estivo del suolo stesso con effetti positivi sull'accrescimento delle radici, che possiedono un ottimo di temperatura per l'accrescimento inferiore rispetto alla parte aerea della pianta (16°C in molti cereali autunno-primaverili); in tali condizioni le radici possono accrescersi maggiormente anche grazie alla maggiore umidità e minore tenacità del terreno. Nel periodo invernale, invece, ci si attende che la presenza del fotovoltaico, mantenga la temperatura del suolo leggermente più elevata rispetto al pieno sole poiché le ali fotovoltaiche riflettono le radiazioni infrarosse (raggi caloriferi) emesse dalla terra durante il raffreddamento notturno, e questo permette un sensibile accrescimento delle piante microterme anche nei periodi più freddi dell'anno. Ne trarrebbero vantaggio in particolare le piante foraggere microterme.

Fascia arborea perimetrale

Al fine di mitigare l'impatto paesaggistico, anche sulla base delle vigenti normative, è prevista la realizzazione di una fascia arborea ed arbustiva lungo il perimetro del sito dell'impianto fotovoltaico.

PRINCIPALI ASPETTI CONSIDERATI NELLA DEFINIZIONE DEL PIANO COLTURALE

Coltivare in spazi limitati è sempre stata una problematica da affrontare in agricoltura: tutte le colture arboree, ortive ed arbustive sono sempre state praticate seguendo schemi volti all'ottimizzazione della produzione sugli spazi a disposizione, indipendentemente dall'estensione degli appezzamenti; in altri casi, le forti pendenze

costringono a realizzare terrazzamenti anche piuttosto stretti per impiantare colture arboree. Di conseguenza, sono sempre stati compiuti (e si continuano a compiere tutt'ora) studi sui migliori sesti d'impianto e sulla progettazione e lo sviluppo di mezzi meccanici che vi possano accedere agevolmente. Le problematiche relative alla pratica agricola negli spazi lasciati liberi dall'impianto fotovoltaico si avvicinano, di fatto, a quelle che si potrebbero riscontrare sulla fila e tra le file di un moderno arboreto. Nel caso in oggetto, sarà attuato un progetto integrato con realizzazione di erbai permanenti, all'interno delle recinzioni, l'allevamento di api stanziali per incrementare la sostenibilità ambientale, la coltivazione sulle fasce perimetrali e nelle aree libere esterne alle recinzioni di essenze arboree ed arbustive autoctone.

LA DEFINIZIONE DEL PIANO COLTURALE

Per la definizione del piano colturale sono state valutate diverse tipologie di colture potenzialmente coltivabili, facendo una distinzione tra le aree coltivabili tra le strutture di sostegno (interfile), la fascia arborea perimetrale e le aree libere al di fuori della recinzione.

Di seguito si analizzano le soluzioni colturali praticabili, identificando per ciascuna i pro e i contro. Al termine di questa valutazione sono identificate le colture che saranno effettivamente praticate tra le interfile (e le relative estensioni), nonché la tipologia di essenze che saranno impiantate lungo la fascia arborea e sulle aree libere.

Valutazione delle colture praticabili tra le interfile

In prima battuta si è fatta una valutazione se orientarsi verso colture ad elevato grado di meccanizzazione oppure verso colture ortive e/o floreali. Queste ultime sono state però considerate poco adatte per la coltivazione tra le interfile dell'impianto fotovoltaico per i seguenti motivi:

- necessitano di molte ore di esposizione diretta alla luce;
- richiedono l'impiego di molta manodopera specializzata;
- hanno un fabbisogno idrico elevato;
- la gestione della difesa fitosanitaria è molto complessa.

Ci si è orientati pertanto verso colture tipiche della zona, ad elevato grado di meccanizzazione o del tutto meccanizzate (considerata anche l'estensione dell'area) quali:

- a) Copertura con manto erboso
- b) Colture da foraggio
- c) Colture aromatiche ed arboree (fascia perimetrale)

Realizzazione di prato permanente stabile

La scelta della realizzazione di un *prato permanente stabile* è dovuta alla risultanza della valutazione dei seguenti fattori:

- Caratteristiche fisico-chimiche del suolo agrario;
- Caratteristiche morfologiche e climatiche dell'area;
- Caratteristiche costruttive dell'impianto fotovoltaico;
- Vocazione agricola dell'area.

Gli obiettivi da raggiungere sono:

- Stabilità del suolo attraverso una copertura permanente e continua della vegetazione erbacea;
- Miglioramento della fertilità del suolo;
- Mitigazione degli effetti erosivi dovuti agli eventi meteorici soprattutto eccezionali quali le piogge intense;
- Realizzazione di colture agricole che hanno valenza economica per il pascolo;
- Tipologia di attività agricola che non crea problemi per la gestione e manutenzione dell'impianto fotovoltaico;
- Operazioni colturali agricole semplificate e ridotte di numero;
- Favorire la biodiversità creando anche un ambiente idoneo per lo sviluppo e la diffusione di insetti pronubi.

L'area complessiva è circa 19 ettari e sarà interessata da un progetto di agricoltura moderna, con impianto di un erbaio permanente in tutta l'area interna alla recinzione, oltre alle piante arboree ed arbustive sulla fascia perimetrale, al fine di valorizzare al massimo le potenzialità agricole del parco agro-fotovoltaico. Le colture saranno praticate in regime non irriguo; solo per le piante sulla fascia perimetrale si farà ricorso ad irrigazione con carribotte, in fase di trapianto, per favorire l'attecchimento.

Andando nel dettaglio, la parte che può essere utilizzata per la messa a coltura di prato stabile può essere differenziata ulteriormente nel seguente modo:

Scelta delle specie vegetali

Per le caratteristiche pedoclimatiche della superficie di progetto si ritiene opportuno la realizzazione di un *prato permanente polifita*. Le piante che saranno utilizzate sono:

- Loietto inglese - *Lolium perenne* L.
- Ginestrino - *Lotus corniculatus* L.
- Lupinella - *Onobrychis viciifolia*
- Trifoglio sotterraneo (*Trifolium subterraneum* L.).

Di seguito si descrive le principali caratteristiche ecologiche e botaniche per singolo tipo di pianta.

Loietto inglese - *Lolium perenne* L.



Pianta vivace, cespitosa, di taglia media (50-80 cm), il loietto inglese è caratterizzato da: apparato radicale superficiale, culmi eretti, spesso pigmentati di rosso alla base, foglie lucenti nella pagina inferiore, provviste di ligule e orecchiette corte, infiorescenza a spiga, con spighe mutiche, con 5-10 fiori, semi piccoli (1.000 semi = 2 g) rivestite dalle giunelle, con rachilla a sezione quadrata.

La sua durata in coltura è di 3-8 anni, ma può prolungarsi anche molto in condizioni favorevoli, e con particolari accorgimenti (concimazione, tagli frequenti). La qualità e l'appetibilità dell'erba sono molto buone e l'abbondante accostimento e la rapidità di ricaccio gli conferiscono un'ottima adattabilità al pascolamento. Nelle aree mediterranee a clima dolce, esso permane foglioso anche in inverno. Non troppo aggressivo verso le altre specie, si presta alla consociazione con leguminose, specialmente con il trifoglio.

La capacità di adattamento del loietto si è ampliata per la disponibilità di numerose varietà che si distinguono per attitudine al pascolamento o allo sfalcio, alternatività, resistenza alle avversità e precocità.

Ginestrino - *Lotus corniculatus* L.



Il Ginestrino è una pianta erbacea, perenne, alta 0,4-0,7 m, ad apparato radicale fittonante e robusto, ricco di tubercoli.

La facile disseminazione è vantaggiosa perché contribuisce ad assicurare un certo rinnovamento del popolamento, e quindi la sua lunga durata.

L'impollinazione è entomofila ed è garantita da varie specie di imenotteri. Nell'ambito della specie sono poi individuati tipi diversi:

1. tipo nano o da pascolo
2. tipo eretto a foglia stretta
3. tipo eretto a foglia larga (forma tipica).

Il ginestrino si adatta bene a condizioni di clima e di terreno anche molto diverse. Esso, infatti, resiste agli eccessi di umidità del terreno meglio della medica e nello stesso tempo è caratterizzato da notevole resistenza al secco, tanto da essere in grado di fornire, anche in condizioni non ottimali, una buona produzione estiva. Il ginestrino spesso lo si trova componente di miscugli per prati polititi.

La durata del prato in purezza è solitamente di 3-7 anni, ma essa può variare a seconda delle esigenze di avvicendamento.

L'utilizzazione può essere l'affienamento, l'insilamento o il pascolo.

E' da annotare prima di tutto che, diversamente dalla medica, il ginestrino non dà

luogo a fenomeni di meteorismo. Il fieno, fine e aromatico, è di norma molto appetito.

LUPINELLA - *Onobrychis viciifolia*



La lupinella è una leguminosa appartenente alla tribù delle Hedysareae, originaria delle regioni calcaree e aride dell'Asia e dell'Europa centrale e meridionale, in Italia coltivata su circa 50.000 Ha. La lupinella, ottima pianta miglioratrice spesso seminata in consociazione permanente.

Le rese sono di 20-25 t/ha di erba piuttosto acquosa (80% di umidità e più), corrispondenti a 4-5 t/ha circa di fieno. La pianta cresce in altezza 50-60 cm.

TRIFOGLIO SOTTERRANEO (*Trifolium subterraneum*)



Il trifoglio sotterraneo, così chiamato per il suo spiccato geocarpismo, fa parte del gruppo delle leguminose annuali autoriseminanti. Il trifoglio sotterraneo è una tipica foraggera da climi mediterranei caratterizzati da estati calde e asciutte e inverni umidi e miti (media delle minime del mese più freddo non inferiori a +1 °C). Grazie al suo ciclo congeniale ai climi mediterranei, alla sua persistenza in coltura dovuta al fenomeno dell'autorisemina, all'adattabilità a suoli poveri (che fra l'altro arricchisce di azoto) e a pascolamenti continui e severi, il trifoglio sotterraneo è chiamato a svolgere un ruolo importante in molte regioni Sud-europee, non solo come risorsa fondamentale dei sistemi prato-pascolivi, ma anche in utilizzazioni non convenzionali, ad esempio in sistemi multiuso in aree viticole o forestali. Più frequentemente il trifoglio sotterraneo è usato per infittire, o costituire ex novo, pascoli permanenti fuori rotazione di durata indefinita.

Botanica

Il trifoglio sotterraneo è una leguminosa autogamica, annuale, a ciclo autunno-primaverile, di taglia bassa (15-30 cm) con radici poco profonde, steli striscianti e pelosi, foglie trifogliate provviste di caratteristiche macchie (utili per il riconoscimento varietale), peduncoli fiorali che portano capolini formati da 2-3 fiori di colore bianco che, dopo la fecondazione, si incurvano verso il terreno e lo penetrano per qualche centimetro, deponendovi i legumi maturi (detto "glomeruli") che, molto numerosi, finiscono per stratificarsi abbondantemente entro e fuori terra.

Il manto vegetale è singolarmente molto contenuto in altezza ed estremamente compatto, con il grosso della fitomassa appressato al suolo (5-10 cm), con foglie situate in alto e steli ed organi riproduttivi allocati in basso, e ben funzionante anche quando sottoposto a frequenti defogliazioni.

Operazioni colturali

Le specie vegetali scelte per la costituzione del *prato permanente stabile* appartengono alle famiglie delle *leguminosae* e delle *graminacee*. Le leguminose aumentano la fertilità del terreno principalmente grazie alla loro capacità di fissare l'azoto, a beneficio delle restanti specie appartenenti alle graminacee. La tipologia di piante scelte ha ciclo poliennale, a seguito anche della loro capacità di autorisemina, consentendo così la copertura del suolo in modo continuativo per diversi anni dopo la prima semina.

Definizione del miscuglio di piante e quantità di seme

Qualunque sia il miscuglio, si instaurerà e produrrà della biomassa. Tuttavia, al fine di ottenere il massimo dei risultati, si è tenuto conto delle seguenti regole di base:

- Consociare delle piante con sviluppo vegetativo differente che andranno a completarsi nell'utilizzo dello spazio, invece che competere;
- Combinare piante più slanciate ad altre cespugliose, piante rampicanti a delle altre più striscianti;
- Scegliere specie con apparati radicali differenti;
- Scegliere delle specie che fioriscono rapidamente ed in modo differenziato per fornire del polline e del nettare agli insetti utili in un periodo di scarse fioriture;
- Adattare la densità di ciascuna delle specie rispetto alla dose in purezza;
- Utilizzare specie vegetali appetite dal bestiame al pascolo.

La quantità consigliata di seme da utilizzare per singola coltura in purezza è indicata nella seguente tabella:

Loietto inglese	Ginestrino	Lupinella	Trifoglio
25-30 Kg/Ha	20-25 Kg/Ha	80 Kg/ha	30-35 Kg/Ha

La quantità di seme considerata è maggiore rispetto ai quantitativi normalmente previsti nell'ordinarietà, poiché si ha l'obiettivo primario di avere una copertura vegetale quanto più omogenea possibile del suolo.

La modalità di semina prevede la messa a dimora del miscuglio tra ottobre e dicembre. Almeno un mese prima sarà effettuata la lavorazione del terreno attraverso interventi di aratura, concimazione di fondo, con fertilizzanti organici e/o minerali (fosforo e potassio con unità da utilizzare per ettaro da 40 a 90), e fresatura. Il seme sarà distribuito ad una profondità che va da 0,5 a 1 cm.

Solo per le aree di insidenza dei moduli fotovoltaici è prevista la messa a coltura di prato permanente monospecifico di Trifoglio sotterraneo, ciò per consentire il facile accesso alla manutenzione dei moduli stessi. Infatti il prato di trifoglio sotterraneo ha

come caratteristica uno sviluppo dell'apparato aereo della pianta contenuto tra i 10-20 cm dal suolo, ed il calpestio, dovuto soprattutto al pascolo, addirittura ne favorirebbe la propagazione.

Considerato che obiettivo primario è quello di mantenere la continuità ed il livello di efficienza produttiva della copertura vegetale del terreno per ottimizzare le performances di protezione del suolo, si è ritenuto tecnicamente valido ed opportuno svolgere una attività pascoliva (ovini) sull'intera superficie.

Per un miglior impianto durante il primo anno è consigliato il pascolamento a 2-3 mesi dalla semina con un elevato carico animale per tenere sotto controllo le infestanti; gli animali saranno ritirati dal pascolo all'inizio della fioritura (di solito inizi di marzo) in modo da garantire una produzione elevata di sementi. Pascolare nuovamente a giugno/luglio sul secco con il massimo numero di animali fino a fine estate. Gli anni successivi il pascolo sarà lasciato a riposo durante le prime 2 o 3 settimane di piogge autunnali per favorire l'assestamento delle piante e dopo questo periodo il pascolamento sarà continuo o a rotazione. Negli anni successivi le leguminose riusciranno a fissare 100 kg/ha/anno di azoto atmosferico; pertanto non saranno necessari ulteriori interventi con fertilizzanti.

Il pascolo consentirà una naturale ed efficiente manutenzione dell'area con una forte valorizzazione economica delle biomasse di foraggio prodotte senza che ci sia bisogno di lavorazioni meccaniche per la raccolta del foraggio.

Semina

La semina è prevista in autunno, effettuata a *spaglio* con idonee seminatrici, che non creano interferenze con la presenza nell'area dell'impianto fotovoltaico. Se non si è provveduto alla concimazione di fondo organica durante le operazioni di aratura è consigliabile effettuare una concimazione contestualmente alla semina. In tal caso è consigliabile effettuare concimazioni con prodotti che consentano di apportare quantità di fosforo pari a 100-150 Kg/Ha e potassio pari a 100 Kg/Ha.

Quadro economico

La messa in coltura di prato stabile permanente di leguminose, nel contesto nel quale si opera, ha l'obiettivo principale di protezione/stabilità del suolo e miglioramento della fertilità del terreno. Nonostante ciò, al fine di consentire una gestione economicamente sostenibile è necessario considerare il prato stabile in chiave produttiva secondo due tipi di valutazione:

- Produttiva legata prettamente alla quantità di biomassa (fieno da foraggio) ottenibile durante l'annata agraria;

•Produttiva legata, non solo alla produzione di fieno per l'attività zootecnica (pascolo), ma anche alla *produttività mellifera* delle singole piante (apicoltura) valorizzando in tal senso anche l'aspetto legato alla tutela della biodiversità.

Per ovvie ragioni si è optato per la valutazione economica che tiene conto anche dell'alto valore ecologico che avrebbe l'edificazione del prato permanente stabile se gestito considerando la contestuale presenza di un allevamento stanziale di api all'interno dell'area progettuale.

In questo paragrafo si redige il quadro economico relativo alla sola produzione di foraggio. Si fa riferimento ad una produzione media minima di sostanza secca pari a 50 q.li/Ha (valore di produzione minimo delle coltivazioni in purezza ed in condizioni di "asciutto" ragguagliate alla composizione del miscuglio) per la produzione primaverile, ed a 30 q.li/Ha per l'eventuale seconda produzione di fine estate – inizio autunno. Prudenzialmente, considerate le condizioni climatiche del sito, si ritiene che complessivamente potrà essere ottenuta una produzione di 60 q.li/Ha/anno.

Nell'analisi dei costi di produzione si tiene conto che per le lavorazioni ci si affida a contoterzisti e a manodopera esterna.

Erbaio permanente

La realizzazione di un erbaio permanente è la soluzione ecocompatibile ed economicamente sostenibile che consente di valorizzare al massimo le potenzialità agricole del parco fotovoltaico. Le finalità nonché gli obiettivi dell'attività pascoliva possono essere così elencate:

- Mantenimento e ricostituzione del prato stabile;
- L'asportazione della massa vegetale attraverso lo sfalcio verde ha notevole efficacia in termini di *prevenzione degli incendi*;
- Valorizzazione economica attraverso una attività foraggera tipica dell'area.

Analisi dei fattori di sostenibilità economica dell'erbaio permanente

Da quanto riportato nei paragrafi precedenti risulta evidente come l'attività economica sia sostenibile dal punto di vista agro-ambientale. Affinché l'attività di produzione di piante foraggere sia anche economicamente sostenibile per le finalità afferenti alla gestione del parco fotovoltaico, l'attività produttiva verrà affidata ad un imprenditore agricolo della zona che ha già manifestato interesse alla coltivazione.

La convenienza economica da parte della proprietà del parco fotovoltaico nell'attuare l'attività di produzione di colture foraggere può essere configurata come illustrato di seguito.

L'investimento iniziale è riferibile solo alla realizzazione degli erbai permanenti.

ANALISI DEI COSTI DI MESSA A COLTURA DEL PRATO AD ETTARO

VOCE DI COSTO	QUANTITA'	COSTO UNITARIO MEDIO	COSTO AD ETTARO (€/Ha)	RIEPILOGO COSTI AD ETTARO (€)
SEME (miscuglio)	40 kg	5,0 €/Kg	200,0	200,0
N.2 Aratura terreno di medio impasto fino a 30 cm di profondità + N. 1 fresatura	1	350,0 €/Ha	350,0	350,0
CONCIMAZIONE DI FONDO ORGANICA	1	100,0 €/Ha	100,0	100,0
SEMINA	1	50,0 €/Ha	50,0	50,0
			TOTALE COSTI	700,00

Bisogna considerare che le operazioni di semina e lavorazioni del terreno, negli anni successivi al primo (anno dell'impianto), saranno ridotte poiché trattasi di prato poliennale.

Dal secondo anno sarà necessario effettuare delle *rotture* del cotico erboso per favorire la propagazione ed eventuali semine per colmare le *fallanze*. Di conseguenza dal secondo al sesto anno in poi è ipotizzabile una riduzione dei costi del 60%. Al settimo anno si interverrà con una semina più cospicua in copertura, con costi stimati di € 350,00/ha, per continuare a ripetere il ciclo culturale. L'analisi economica è stata fatta in modo molto prudentiale (valori minimi di produzione) per quanto riguarda la produzione di foraggio, proprio perché la finalità del prato stabile permanente non è prettamente legata alla produzione agricola.

Pascolo

Il *pascolo ovino di tipo vagante* è la soluzione ecocompatibile ed economicamente sostenibile che consente di valorizzare al massimo le potenzialità agricole del parco fotovoltaico. Le finalità nonché gli obiettivi dell'attività pascoliva possono essere così elencate:

- Mantenimento e ricostituzione del prato stabile permanente attraverso l'attività di brucatura ed il rilascio delle deiezioni (sostanza organica che funge da concime naturale) degli animali;
- L'asportazione della massa vegetale attraverso la brucatura delle pecore ha notevole efficacia in termini di *prevenzione degli incendi*;
- Valorizzazione economica attraverso una attività zootecnica tipica dell'area;
- Favorire e salvaguardare la biodiversità delle razze ovine locali.



Ovini (pecore) al pascolo in un parco fotovoltaico durante la brucatura.

Per la tipologia tecnica e strutturale dell'impianto fotovoltaico e per le caratteristiche agro-ambientali dell'area si ritiene opportuno l'utilizzo in particolare di due razze ovine (pecore) delle quali, di seguito, se ne descrivono le caratteristiche in modo schematico.

Sarda



Razza italiana a prevalente attitudine alla produzione di latte. Razza autoctona della Sardegna, si è diffusa in tutta l'Italia centrale. Si ritiene che derivi dal muflone che vive allo stato selvatico sui monti del Gennargentu. La razza Sarda rappresenta circa il 40% della popolazione ovina nazionale. E' una razza rustica e molto produttiva. Poco adatta alla produzione di carne e di lana (modeste quantità e poco pregiata).

Caratteristiche morfologiche e produttive

Taglia: media.

Testa: distinta leggera, solitamente un po' allungata con profilo diritto o leggermente montonino nei maschi, faccia uniformemente bianca con espressione vivace, occhi grandi e vivaci con leggero rigonfiamento palpebrale, narici larghe, bocca ampia, orecchie di media grandezza o piccole, mobili, portate orizzontalmente e talvolta anche un po' pendenti, corna assenti nelle femmine o poco sviluppate, assenti o rudimentali nei maschi.

Collo: ben unito alle spalle ed al petto, lungo ed esile nelle femmine, più forte e più robusto nei maschi.

Tronco: allungato e di forma tronco-conica, garrese ben serrato, leggermente pronunciato e piuttosto affilato nella pecora, più muscoloso nell'ariete; torace profondo e leggermente piatto, spalle ben attaccate, leggere, giustamente inclinate ed in armonia con le regioni circostanti; dorso forte e diritto; linea superiore corretta; lombi larghi e robusti allineati con il dorso, ventre capace, arrotondato e ben modellato, fianchi pieni, larghi e profondi, groppa leggermente spiovente, più lunga che larga, coscia piatta, scarna e ben discesa. Coda esile e lunga. Mammella sferica, larga, ben sostenuta, forte negli attacchi, con tessitura morbida, spugnosa, elastica, quasi floscia dopo la mungitura, bene irrorata dalla corrente sanguigna periferica e con capezzoli proporzionati e ben diretti.

Vello: bianco, aperto, costituito da bioccoli appuntiti, con presenza di peli morti nel sottovello, esteso fino a metà dell'avambraccio e poco sopra il garretto.

Pelle e pigmentazione: pelle sottile, elastica e di colore bianco rosato, talora con lieve picchiettatura nera o marrone sulla testa, negli arti, e, in genere nelle parti prive di lana.

Altezza media al garrese:

- Maschi a. cm. 71

- Femmine a. cm. 63

Peso medio:

- Maschi a. Kg. 59
- Femmine a. Kg. 42

Produzioni medie:

Latte (senza poppata - grasso 6,0% proteine 5,3%)

- primipare lt. 130
- pluripare lt. 180

Carne:

- Maschi Kg. 44,5
- Femmine Kg. 32,5

Allevamento

La Sarda ha attitudine prevalente alla produzione di latte. Tale produzione è tuttavia modesta (circa 60 kg in 180 d nelle pluripare); anche l'attitudine alla produzione di carne è scarsa (10-12 kg a 45 d; 18-20 kg a 90 d). Presenta una bassa gemellarità (circa 20%).

La razza ovina Sarda costituisce uno degli ultimi baluardi della tradizione e della cultura sarda; una delle poche razze in grado di sfruttare al meglio le risorse modeste, alimentari ed idriche, tipiche delle zone marginali del Meridione d'Italia (Pieragostini e Dario, 1996).

Analisi della gestione dell'attività di pascolo

E' prevista nelle aree di progetto una attività di *pascolo ovino di tipo vagante*, pertanto una gestione dell'attività zootecnica affidata ad allevatore professionale esterno della zona. L'attività di pascolo nelle aree di progetto necessita che venga svolta con una certa continuità nel periodo autunnale-invernale e, successivamente al periodo di fioritura prevista del prato stabile permanente di leguminose messo a coltura. Nello specifico per il prato stabile permanente di leguminose sono previste (come indicato nei paragrafi precedenti) due produzioni annue, la prima in primavera e la seconda nel periodo estivo. Il pascolo del prato permanente deve essere effettuato successivamente alla fioritura delle specie vegetali seminate (erba medica, sulla e trifoglio sotterraneo) al fine di consentire l'attività impollinatrice e produttiva delle api afferenti all'allevamento stanziale di cui si prevede la realizzazione.

La scelta delle razze ovine da utilizzare è condizionata fortemente dall'esigenza di favorire lo sviluppo di un'attività zootecnica legata alle radicate tradizioni territoriali nell'ottica della tutela della biodiversità e la conservazione dei genotipi autoctoni. In un ambito di operatività proteso verso la "sostenibilità ecologica", nell'ambito degli erbivori domestici, ogni razza è caratterizzata da una diversa capacità selettiva e da percorsi preferenziali e di sosta. L'attività di pascolamento in particolari habitat è stata riconosciuta quale fattore chiave nella conservazione di quegli stessi habitat semi-naturali di altissimo valore ecologico (MacDonald et al., 2000; Sarmiento,2006); inoltre il pascolamento da parte delle razze autoctone ha un basso impatto sulla biodiversità vegetale ed ha, di contro, un effetto benefico nel creare condizioni favorevoli per l'avifauna erbivora ed insettivora (Chabuz et al.,2012).

Per poter definire il numero adeguato di capi ovini da fare pascolare nell'area di progetto si procede, nei paragrafi successivi, con il calcolo del bestiame ovino allevabile con il metodo delle Unità Foraggere (UF).

Calcolo del BESTIAME ALLEVABILE con il metodo delle Unità Foraggere (UF)

Questa procedura di calcolo si rende necessaria quando si vuole dimensionare l'allevamento alla produzione foraggera aziendale:

Il calcolo viene definito analizzando le seguenti fasi:

- 1) Determinazione della produzione foraggera aziendale in UF;
- 2) Calcolo del consumo annuo di un gruppo omogeneo;
- 3) Calcolo del numero di animali per gruppo omogeneo;
- 4) Calcolo del N. totale di capi allevabili.
- 5) Determinazione della produzione foraggera aziendale in U.F.

Oltre alle Unità Foraggere tradizionali (U.F.) si tiene conto delle Unità Foraggere Latte (U.F.L. - esprime il valore nutritivo degli alimenti per i ruminanti destinati alla produzione di latte) e delle Unità Foraggere Carne (U.F.C. - da utilizzare per soggetti in accrescimento rapido all'ingrasso).

Come precedentemente calcolato, si prevede una produzione ad ettaro annua di foraggio fresco da prato polifita non irriguo pari a Q.li 84. Nella tabella seguente si riportano i dati relativi alle produzioni unitarie previste.

Produzione unitaria di foraggio e corrispondenti unità foraggere per quintale⁵				
COLTURA	Q.li/Ha	U.F./Q.le	U.F.L./Q.le	U.F.C./Q.le
Foraggio verde da più sfalci - Prato polifita non irriguo	84	13	16	15

Nella tabella che segue si riporta il calcolo riferito alla superficie complessiva utilizzabile.

Produzione complessiva di foraggio e corrispondenti unità foraggere totali					
COLTURA	Sup. Tot. Coltivabile (Ha)	Q.li totali	U.F. totali	U.F.L. totali	U.F.C. totali
Foraggio verde da più sfalci - Prato polifita non irriguo	18	1.512	19.656	24.192	22.680

Calcolo del consumo annuo di un gruppo omogeneo

Si considerano, per semplificazione del calcolo, solo due gruppi omogenei di animali adulti al pascolo: pecore da latte e pecore da carne peso vivo 50 - 80 kg.

Nella seguente tabella si riporta il consumo annuo medio riferito al singolo gruppo omogeneo considerato.

FABBISOGNO DELLA SPECIE ANIMALE DI INTERESSE ZOOTECNICO ESPRESSO IN UF-UFL-UFC PER CAPO/ANNO(4)			
SPECIE	UF	U.F.L. (valore medio)	U.F.C. (valore medio)
Pecora da latte	/	560	/
pecore da carne peso vivo 50 - 80 kg	/	/	630

Fonte dati statistici di calcolo: I.S.M.E.A. – Rete Rurale Nazionale – C.R.E.A.

Calcolo del numero di animali per gruppo omogeneo

Si ritiene di optare per l'allevamento di ovini da carne per omogeneità di gestione.

Numero di ovini adulti per categoria omogenea sostenibile per l'attività di pascolo nell'area di progetto						
SPECIE	UF di riferimento disponibili	U.F.L. totali disponibili	U.F.C. totali disponibili	U.F.L. (valore medio)	U.F.C. (valore medio)	Numero capi
Pecora da latte	19.656	21.192		560		36
pecore da carne peso vivo 50 - 80 kg						

Calcolo del N. totale di capi allevabili

In base al calcolo semplificato sopra riportato nell'area di progetto del parco fotovoltaico è possibile un carico complessivo annuo di animali di razza ovina al pascolo pari a n. 36 pecore da latte.

Analisi dei fattori di sostenibilità economica dell'attività di pascolo

Da quanto riportato nei paragrafi precedenti risulta evidente come l'attività economica zootecnica del pascolo sia sostenibile dal punto di vista agro-ambientale. Affinché l'attività di pascolo sia anche economicamente sostenibile per le finalità afferenti alla gestione del parco fotovoltaico, risulta essere necessario (come già accennato in precedenza) affidare l'attività pascoliva ad imprenditore agricolo- zootecnico che disponga di strutture adeguate (ovile, ecc...) nelle immediate vicinanze dell'area di pascolo. La convenienza economica da parte della proprietà del parco fotovoltaico nell'attuare l'attività pascoliva può essere configurata come illustrato di seguito.

L'investimento iniziale è riferibile solo alla realizzazione di strutture per il ricovero degli ovini. Il numero minimo dei capi ovini necessario per l'attività di pascolo nell'area di progetto è pari a 36, la cui ripartizione per categoria è omogenea. Bisogna considerare che per ogni n. 20 pecore è necessario n. 1 ariete. Il costo medio di un ovino adulto può variare in funzione di diversi fattori quali:

- Razza;
- Genealogia;
- Performance produttive (prolificità, quantità e qualità della produzione di latte, carne e lana, ecc...).

Una volta costituito il gregge (n. 36 capi adulti) la gestione sarà affidata ad una impresa agricola che ha già manifestato interesse alla conduzione dell'allevamento. Tale condizione consentirà di ovviare alle non poche criticità di gestione dovute agli allevamenti zootecnici ovini, legate sia agli aspetti produttivi che sanitari. Nell'accordo con l'allevatore

sarà definito principalmente il cronoprogramma e le modalità dell'attività di pascolo nel parco fotovoltaico. Nel caso specifico non saranno acquistati gli animali ma sarà stipulato un accordo con allevatore della zona che farà pascolare il proprio gregge per alcune ore al giorno all'interno delle aree di progetto.

All'allevatore rimarrebbero in carico le spese di gestione ordinaria (veterinario, salari, stipendi, quote varie, spese di alimentazione integrativa, spese varie, ecc...) e straordinaria a fronte di un Utile Lordo di Stalla congruo (vendita di latte ed agnelli, rimonta interna, ecc...), nonché un altrettanto congrua remunerazione dalla vendita.

Di seguito si riporta la tabella riepilogativa dei costi di gestione relativa all'attività di pascolo. Per l'elaborazione dei costi di gestione si considera che l'attività di pascolo venga svolta per un minimo 100 giorni/anno.

Tabella riepilogativa dei costi afferenti all'attività di pascolo con ipotesi di accordo esterno

VOCE CONTABILE	SPECIFICA VOCE DI BILANCIO	COSTO UNITARIO	NUMERO TOTALE	Importo (€)	Precisazioni	NOTE
INVESTIMENTO INIZIALE	<i>RIPARO PER GLI ANIMALI</i>	10.000,00 €	1	10.000,00 €	Tettoia mq 50 ecocompatibile con abbeveratoio (valore di stima)	
	<i>CONTO ANIMALI</i>		36	4.320,00 €	VALORE DI COSTO MEDIO DI UN OVINO ADULTO	
	<i>Totale investimento iniziale</i>			14.300,00 €		
COSTI DI GESTIONE	<i>TRASPORTO</i>			0,00 €		Si considera che l'attività di pascolo venga svolta per 100 gg/anno
	<i>MANUTENZIONE</i>			200,00 €	2% del valore della tettoia	
	<i>Totale costi di gestione</i>			200,00 €		

Ricavi

Negli allevamenti ovicaprini i ricavi ottenibili sono dati dalla vendita degli agnelli e del latte.

Le agnelle raggiungono la pubertà all'età di 4-6 mesi, ma è consigliato non farle fecondare prima che hanno raggiunto almeno il 40-60% del loro peso da adulti. Questo accorgimento è indispensabile perché si potrebbero avere difficoltà al parto. Ad influenzare il primo calore negli ovini è l'alimentazione, infatti scarsi apporti nutritivi possono incidere nello sviluppo dell'apparato riproduttore. Dopo la gravidanza che dura circa 150 giorni si ha il parto, molto

diffusi sono i parti gemellari. Gli agnelli dopo la nascita vengono controllati, per valutare se essere destinati alla rimonta o essere venduti per la macellazione.

I prodotti maggiormente richiesti dall'allevamento di pecore in Italia sono:

- Agnello da latte per ottenere questo prodotto, è necessario che dopo la nascita, l'agnello rimanga al pascolo con la madre e si nutra del suo latte per circa 4-5 settimane, momento in cui avrà raggiunto un peso 8-12 kg, ottimale per essere venduto al macello.
- Agnellone pesante questi soggetti vengono macellati al raggiungimento di 25-40 kg.
 - Latte.

Nel corso dell'anno mediamente le pecore partoriscono 1,5 volte, 3 volte in 2 anni; pertanto, mediamente nascono 2 agnelli/capo, considerando la quota dei parti gemellari. Degli agnelli nati una quota del 20% è destinata alla rimonta interna.

Con un carico di bestiame di 36 capi adulti si ottengono circa 72 agnelli, di cui 8 destinati alla rimonta e 64 destinati alla vendita.

Prodotto	N.	Quantità (Kg)	Prezzo (€/Kg)	Importo totale (iva inclusa)
Agnelli da latte	32	384	4	1.536,00
Agnelloni	32	1280	3	3.840,00
Latte	180	6480	1	6.480,00
Totale PLV				11.856,00 €

Fatto salvo l'investimento iniziale definito dall'acquisto dei capi e dalla realizzazione della tettoia di sosta, l'utile o la perdita di esercizio dal primo anno di attività è definibile con la seguente formula:

$$\text{utile/perdita di esercizio dal 1° anno} = \text{PLV} - \text{Costi vari}$$



$$\text{€ } 11.856,00 - 200,00$$



$$\text{Utile di esercizio dal 1° anno} = \text{€ } 11.656,00$$

APICOLTURA

Al fine di ottimizzare le operazioni di valorizzazione ambientale ed agricola dell'area a completamento di un indirizzo programmatico gestionale che mira alla conservazione e protezione dell'ambiente nonché all'implementazione delle caratterizzazioni legate alla biodiversità, si intende avviare un *allevamento di api stanziale*.

La messa a coltura del prato stabile e le caratteristiche dell'areale in cui si colloca il parco fotovoltaico, crea le condizioni ambientali idonee affinché l'apicoltura possa essere considerata una attività "zootecnica" economicamente sostenibile.

L'ape è un insetto, appartenente alla famiglia degli imenotteri, al genere *Apis*, specie mellifera (*adamsonii*). Si prevede l'allevamento dell'ape italiana o ape ligustica (*Apis mellifera ligustica* Spinola, 1806) che è una sottospecie dell'ape mellifera (*Apis mellifera*), molto apprezzata internazionalmente in quanto particolarmente prolifica, mansueta e produttiva.

Di seguito si analizzano i fattori ambientali ed economici per il dimensionamento dell'attività apistica, considerando nel calcolo della PLV (Produzione Lorda Vendibile) la sola produzione di miele. L'attività apistica ha come obiettivo primario quella della tutela della biodiversità e pertanto non si prevede lo sfruttamento massivo delle potenzialità tipico degli allevamenti *zootecnici intensivi*, facendo svolgere all'apicoltura una funzione principalmente di valenza ambientale ed ecologica.



Calcolo del potenziale mellifero

Si definisce *potenziale mellifero* di una pianta la quantità teorica di miele che è possibile ottenere in condizioni ideali da una determinata estensione di terreno occupata interamente dalla specie in questione.

Conoscendo il numero di fiori presenti in un ettaro e la quantità di nettare prodotto da un fiore nella sua vita, e considerando che gli zuccheri entrano a far parte della composizione media del miele in ragione dell'80% (cioè 0,8 Kg zuccheri = 1 Kg miele), si applica la seguente formula:

$$\text{Kg miele/Ha} = \text{Kg zucchero/Ha} \times 100/80$$

Il valore così calcolato non tiene conto di tutti quegli eventi negativi che tendono ad abbassarlo (condizioni climatiche sfavorevoli ecc...) né può ovviamente fornire previsioni dirette sulla quantità di miele che l'apicoltore può realmente ottenere: su questa incidono infatti vari fattori quali l'appetibilità della specie, la concorrenza di altri pronubi (diurni e notturni), il consumo di miele da parte della colonia stessa per la propria alimentazione, lo sfruttamento più o meno oculato della coltura (n. di arnie per ettaro e la loro disposizione), ecc... .

Tuttavia, sulla base dei dati riscontrati in letteratura, è possibile raggruppare le varie specie studiate secondo classi di produttività concepite così come riportato nella seguente tabella:

CLASSE	POTENZIALE MELLIFERO (Kg/Ha di miele)
I	meno di 25
II	da 26 a 50
III	da 51 a 100
IV	da 101 a 200
V	da 201 a 500
VI	oltre 500

Nello specifico, nel valutare e definire il potenziale mellifero per la vegetazione presente nell'area di progetto si è tenuto conto di diversi fattori quali:

- Specie vegetali utilizzate per la messa a coltura del prato stabile permanente di leguminose e loro proporzione nel miscuglio;
- Piante mellifere caratterizzanti la vegetazione spontanea;

- Caratterizzazione Agro-ambientale (clima, coltivazioni agrarie, ecc...).

Il potenziale mellifero è estremamente variabile rispetto ad alcuni parametri: condizioni meteo (vento, pioggia, ...), temperature (sotto i 10 gradi molte piante non producono nettare), umidità del suolo e dell'aria, caratteristiche del suolo (alcune piante pur crescendo in suoli non a loro congeniali, non producono nettare), posizione rispetto al sole e altitudine, ecc... . Naturalmente per avere un dato quanto più attendibile, sarebbe opportuno fare dei rilievi floristici di dettaglio per più anni di osservazione (calcolo del numero di fiori per specie e per unità di superficie, periodo di fioritura, ecc...). Pertanto, in base alle criticità individuate, si reputa opportuno considerare il potenziale mellifero minimo di quello indicato in letteratura. La sottostima del dato consente di fare valutazioni economiche prudenziali, abbassando notevolmente i fattori di rischio legati all'attività d'impresa.

Nella Tabella seguente si riporta il nome delle piante mellifere afferenti al prato stabile permanente ed alla vegetazione spontanea con il riferimento del periodo di fioritura, della classe e del potenziale mellifero.

Parametri di produzione di miele delle principali piante mellifere presenti nell'area di progetto.

FAMIGLIA	SPECIE	FIORITURA	CLASSE	POTENZIALE MELLIFERO (Kg/ha di miele)
LILIACEAE	<i>Asphodelus spp.</i>	IV	V	250
LEGUMINOSAE	<i>Medicago sativa L.</i>	V-IX	V	250
LEGUMINOSAE	<i>Hedysarum coronarium L.</i>	V	V	250
LEGUMINOSAE	<i>Trifolium subterraneum L.</i>	IV-IX	III	60

Una volta definito il potenziale mellifero delle principali piante prese in considerazione, si rapporta la produzione di miele unitaria all'intera superficie di riferimento progettuale. Dal calcolo viene escluso il potenziale mellifero del sistema agro-ambientale extra-progetto.

Nella tabella seguente si riporta la ripartizione dell'area complessiva di progetto in base all'uso del suolo ed il calcolo del quantitativo complessivo di produzione mellifera potenziale minima prevista.

Calcolo della produzione mellifera potenziale minima

USO DEL SUOLO	SUPERFICIE (Ha)		POTENZIALE MELLIFERO UNITARIO (Kg/Ha)	POTENZIALE MELLIFERO TOTALE (Kg)
Area d'insidenza dei moduli fotovoltaici	18			
Area interna ai singoli comparti fotovoltaici seminabile con il prato stabile permanente di leguminose	Lupinella	5	250	1.250
	Ginestrino	5	45	225
	Loietto	4		
	Trifoglio	4	60	240
Tot. HA 18				1.715

Come si evince dalla tabella summenzionata la superficie di riferimento per il calcolo del potenziale mellifero minimo totale è di circa Ha 18. La superficie destinata alle opere di mitigazione ambientale sicuramente incide nella valutazione del potenziale mellifero complessivo, ma essendo non definibile in modo statisticamente valido l'apporto dei dati inerenti alla vegetazione, si è ritenuto opportuno escluderla dal calcolo.

Calcolo del numero di arnie

La quantità di miele prodotto da un'arnia è molto variabile: si possono ottenere dalla smielatura di un'arnia stanziale in media 15-20 Kg di miele all'anno, con punte che oltrepassano i 40 Kg. Come per il polline, anche per il nettare l'entità della raccolta per arnia è in linea di massima proporzionale alla robustezza e alla consistenza numerica della colonia e segue nel corso dell'anno un andamento che è correlato con la situazione climatica e floristica. Anzi in questo caso il fattore "clima" è di importanza ancora più rilevante, in quanto, come già detto, influisce direttamente sulla secrezione nettariana. Se ad esempio i valori di umidità relativa si innalzano oltre un certo limite, la produzione di nettare è elevata, ma esso è anche più diluito e per ottenere la stessa quantità di miele le api devono quindi svolgere un lavoro molto maggiore.

Ubicazione delle arnie

Oltre al numero di alveari/arnie per ettaro acquista molta importanza anche la loro disposizione all'interno della coltura.

Il raggio di azione della bottinatrice di nettare è molto più ampio di quello della bottinatrice di polline: normalmente infatti può estendersi fino a 3 chilometri, e in condizioni particolari può essere largamente superato. Il raggio di volo degli altri apoidei, escluso i bombi che possono volare per distanze più rilevanti, è in genere limitato, circoscritto a poca distanza dal nido, da poche decine di metri a 200-300 metri.

Gli elementi che bisogna considerare per l'ubicazione e posizionamento degli alveari per l'apicoltura stanziale, posso essere così elencati:

1. Scegliere un luogo in cui sono disponibili sufficienti risorse nettariifere per lo sviluppo e la crescita delle colonie. Se possibile evitare campi coltivati con monocolture dove si pratica la coltura intensiva.
2. L'apiario deve essere installato lontano da strade trafficate, da fonti di rumore e vibrazioni troppo forti e da elettrodotti. Tutti questi elementi disturbano la vita e lo sviluppo della colonia.
3. Luoghi troppo ventosi o dove c'è un eccessivo ristagno di umidità sono vivamente sconsigliati. Troppo vento non solo disturba le api, contribuendo a innervosirle e ad aumentarne l'aggressività, ma riduce la produzione di nettare. Per contro, troppa umidità favorisce l'insorgenza di micosi e patologie.
4. Accertarsi della disponibilità di acqua corrente nelle vicinanze, altrimenti predisporre degli abbeveratoi con ricambio frequente dell'acqua. L'acqua serve in primavera per l'allevamento della covata, e in estate per la regolazione termica dell'alveare. In primavera le api abbandonano la raccolta d'acqua quando le fioriture sono massime.
5. Preferire postazioni che si trovano al di sotto della fonte nettariifera da cui attingono le api. In tal modo, saranno più leggere durante il volo in salita e agevolate nel volo di ritorno a casa, quando sono cariche di nettare e quindi più pesanti.
6. Posizionare le arnie preferibilmente dove vi è presenza di alberi caducifoglie. Questo tipo di vegetazione è davvero ottimale, in quanto permette di avere ombra d'estate, evitando così eccessivi surriscaldamenti degli alveari, ma nel contempo in inverno i raggi del sole possono scaldare le famiglie senza essere ostacolati e schermati da fronde sempreverdi. Anche in questo caso, però, si può intervenire "artificialmente" creando tettoie o ripari per proteggere le api dalla calura estiva o

sistemi di coibentazione per il freddo.

7. Una volta scelto il luogo è anche importante il posizionamento delle arnie. Sicuramente è importantissimo che le arnie siano rivolte a sud e che siano esposte al sole almeno nelle ore mattutine. Questo favorisce la ripresa dell'attività delle api. Ottimo sarebbe se ricevessero luce anche nel pomeriggio, soprattutto d'inverno.
8. Dopo aver scelto la direzione, bisogna considerare il posizionamento vero e proprio. Per poter limitare il fenomeno della "deriva" è utile posizionare le arnie lungo linee curve, a semicerchio, in cerchio, a ferro di cavallo, a L o a S. Inoltre, bisogna avere l'accortezza di disporre le cassette in modo da intercalarne i colori per non confondere ulteriormente le api.
9. Bisogna considerare la distanza da terra e fra le arnie stesse. Non bisogna posizionarle troppo vicino al suolo perché altrimenti si favorirebbe il ristagno di umidità. L'opzione migliore è quella di metterle su blocchi singoli perché se poggiassero su traversine lunghe le eventuali vibrazioni, indotte su un'arnia si propagherebbero alle arnie contigue. Generalmente, inoltre, le arnie devono essere posizionate a 35-40 cm l'una dall'altra e, se disposte in file, deve esserci una distanza di almeno 4 m. In generale, si consiglia sempre di non avere apiari che eccedano di molto le 50 unità.
10. E' necessario evitare ostacoli davanti alle porticine di volo delle arnie, siano essi erba alta, arbusti o elementi di altra natura. Questi ovviamente disturbano le api e il loro lavoro.

In base alle precauzioni sopra riportate e in funzione della morfologia e l'uso del suolo definitivo dell'area di progetto, si ritiene opportuno posizionare le arnie al centro, che consente alle api di "pascolare" tranquillamente nel raggio massimo di 600 m come indicato nella Figura

11. Le postazioni per le arnie si ritiene opportuno posizionarle nelle aree dove è presente l'acqua nelle immediate vicinanze dei canali che caratterizzano la rete idrografica superficiale. In tali ambiti sono previste opere di mitigazione idraulica che prevedono la piantumazione di specie arbustive ed arboree che possono essere confacenti alle esigenze degli apiari.



Ubicazione apiario

Analisi economica dell'attività apistica

La presente analisi economica si pone i seguenti obiettivi:

- stimare, dal confronto tra ricavi e costi relativi ad un ciclo produttivo, il reddito dell'imprenditore;
- determinare, attraverso l'individuazione delle singole voci di spesa, i costi relativi alla produzione del miele.

Per raggiungere entrambi gli obiettivi, è necessario predisporre un bilancio aziendale. Tale bilancio, che prende lo spunto da un bilancio normalmente utilizzato in aziende zootecniche, è stato tarato e modificato per rispondere alle esigenze peculiari di un'azienda apistica. Il ciclo produttivo dell'azienda agraria al quale, di norma, fa riferimento il bilancio è un anno che normalmente nel sud Italia ha inizio nel mese di settembre. Nel caso specifico, per le aziende apistiche si è optato per la durata convenzionale del periodo di riferimento (1anno), ma utilizzando come giorno di inizio il 1° marzo: questa scelta è dettata dal fatto che, a quella data, si è normalmente in grado di stimare il numero corretto

di famiglie/nuclei che hanno superato il periodo invernale che costituirà il “capitale bestiame iniziale”.

In questo caso viene redatto un *bilancio preventivo* considerando che non ci sia variazione della consistenza “zootecnica” tra l’inizio e la fine dell’annata agraria di riferimento. Non si considerano, poiché non valutabili preventivamente, le perdite di famiglie dovute alla sciamatura e a problemi sanitari (es. Varroa). Si considera che l’attività apistica venga svolta in modo stanziale da un singolo apicoltore e che per la definizione della Produzione Lorda Vendibile venga valutato solo il prodotto miele (non si considerano gli altri prodotti apistici vendibili quali: pappa reale, propoli, polline, cera, idromele, aceto di miele, veleno, ...).

Costo d’impianto dell’allevamento

Il costo d’impianto è definito dall’investimento iniziale necessario per la realizzazione delle arnie e l’acquisto degli animali (sciami). Di seguito si riporta il dettaglio.



Conto arnia iniziale gestito da apicoltore per allevamento di ape ligustica

Voce di costo	Numero	Costo Unitario (€/Pz o €/Kg)	Costo totale	Precisazioni	IVA	Costo totale + IVA
Famiglia	1	100,00 €	100,00 €		10%	110,00 €
Regina	1	20,00 €	20,00 €		10%	22,00 €
Arnia (12 telaini)	1	55,00 €	55,00 €		22%	67,10 €
Melari	5	9,00 €	45,00 €		22%	54,90 €
Telai	12	0,70 €	8,40 €		22%	10,25 €
Cera bio per telai nido	1,32	35,00 €	46,20 €	Per ogni telaino è necessario un foglio di cera del peso di 110 gr. Sono necessari 12 fogli per un peso complessivo di Kg. 1,32. Il costo è definito come €/Kg di cera.	10%	50,82 €
Telaini per melario	55	0,70 €	38,50 €	Per ogni arnia si considerano n. 5 melari, e per ogni melario n. 11 telaini	22%	46,97 €
Cera bio per telaini melario	3,025	35,00 €	105,88 €	Per ogni telaino è necessario un foglio di cera del peso di 55 gr. Sono necessari 55 fogli per un peso complessivo di Kg. 3,025. Il costo è definito come €/Kg di cera.	10%	116,46 €
Escludi regina	1	5,00 €	5,00 €		22%	6,10 €
Apiscampo	1	15,00 €	15,00 €		22%	18,30 €
			Costo totale arnia 438,98 €			502,90 €

Nel caso specifico è stata presentata manifestazione d'interesse ad installare le arnie da parte dell'**Agricola Monte Arci Apicoltore Spese varie**, con sede legale in Marubiu (OR); pertanto, non saranno acquistate direttamente le arnie. Trattasi di un'azienda professionale che già possiede diversi apiari nella zona.

Il calcolo viene fatto tenendo conto della gestione complessiva dell'allevamento effettuata da 1 solo operatore. Si considera il prezzo medio ordinario di mercato riferito alla singola voce di spesa dando il valore complessivo.

La voce di spesa riferita al candito (alimento di soccorso da dare alle api nel periodo invernale) è fortemente condizionato dall'andamento climatico stagionale e pertanto si considerano valori prudenziali alti di gestione. Per quanto riguarda le spese di

trasformazione, non avendo a disposizione attrezzature e locali, ci si avvarrà della prestazione di contoterzisti.

PLV (Produzione Lorda Vendibile)

Come già detto l'unica produzione vendibile dell'attività apistica è il miele. Si prevede una produzione di miele media per singola arnia di 20 Kg/anno.

Quadro economico riepilogativo e bilancio

Prodotto	Quantità (Kg)	Prezzo (€/Kg)	Importo totale (iva inclusa)
Miele bio - vaso da 1Kg	100	14,00 €	1.400,00 €
Miele bio - vaso da 0,5 kg	100	15,00 €	1.500,00 €
Totale PLV			2.900,00 €

VOCE CONTABILE	SPECIFICA VOCE DI BILANCIO	Importo	Precisazioni
INVESTIMENTO INIZIALE	CONTO ARNIE	0,00 €	importo IVA esclusa
RICAVI VENDITA MIELE	Produzione Lorda Vendibile (PLV)	2.900,00 €	
COSTI DI GESTIONE	SPESE GESTIONE	495,00 €	€ 50,00/arnia
	ASSICURAZIONE	100,00 €	€ 20,00/arnia
	MANUTENZIONE	65,87 €	1,5%
	REINTEGRAZIONE ARNIE	877,96 €	Durata di un'arnia= 5 anni. Tasso d'interesse applicato 5%
<i>Totale costi di gestione</i>		1.538,80 €	

Fatto salvo l'investimento iniziale definito dal conto arnia, l'utile o la perdita di esercizio dal primo anno di attività è definibile con la seguente formula:

utile/perdita di esercizio dal 1° anno



€ 2.900,00 – 1.538,80



Utile di esercizio dal 1° anno = € 1.361,19

COLTURE DELLA FASCIA PERIMETRALE

E' stata condotta una valutazione preliminare su quali colture impiantare lungo la fascia arborea perimetrale, lunga circa 2,5 Km. In particolare sono state prese in considerazione le seguenti colture:

- ogliastro (o olivo selvatico), tradizionalmente utilizzato in Sicilia come pianta perimetrale, ma di dimensioni ridotte e del tutto improduttivo;
- olivo, certamente adatto all'area;
- conifere (pini e cipressi), molto belle esteticamente ed ampiamente utilizzate come piante perimetrali in tutta Italia, ma poco adatte all'areale di riferimento, troppo alte (presenterebbero pertanto vari problemi di ombreggiamento dell'impianto) e anch'esse del tutto improduttive;
- piante della macchia mediterranea.

La scelta è quindi ricaduta sull'impianto di mirto intervallate con rosmarino. E' previsto l'impianto di circa 500 piante. Intercalati con il mirto saranno posizionati dei cespugli di rosmarino, ad una distanza di 2,5 metri tra le piante; pertanto, complessivamente saranno poste a dimora 1.000 piante, 500 per ogni specie.

MIRTO



Mirto sulla fascia perimetrale

Il mirto (*Myrtus communis*) è una pianta sempreverde spontanea tipica della macchia mediterranea. Vanta un'antichissima tradizione popolare, che affonda le sue radici nella mitologia dei popoli classici.

Nel nostro Paese il mirto è diffuso soprattutto nelle zone costiere del Sud e delle Isole, fino ai 600 m di altitudine. E' la Sardegna la regione in cui è più presente e dove le bacche vengono usate per produrre il famoso liquore di mirto.

Trattasi di una pianta molto rustica, di facile propagazione, che ben si adatta sia alla coltivazione nel frutteto familiare che negli impianti specializzati.

La fioritura del mirto avviene di norma nei mesi di maggio e giugno, ed è molto abbondante. Tuttavia, fattori genetici e climatici particolarmente favorevoli, di frequente fanno sì che si verifichi una seconda fioritura all'inizio dell'autunno. Questo singolare fenomeno è molto gradito dalle api e dagli altri insetti pronubi, che operano l'impollinazione. Tuttavia il miele mono-florale di mirto è piuttosto raro, poiché i fiori sono privi di nettari e le api bottinatrici ne prelevano solo il polline. I fiori, in ogni caso, contribuiscono alla produzione di miele millefiori.

La superficie perimetrale dell'impianto di mirto/rosmarino corrisponde a circa 1 ettaro, considerando lo sviluppo lineare di 2.500 metri per una larghezza massima di mt 4 di larghezza (tra zona di manovra e area occupata dalle piante) Dall'analisi costi-ricavi si evince una redditività pari a circa **€ 700,00** anno/ettaro per il mirto realizzato sulla fascia perimetrale (Dati Ismea – Osservatorio piante officinali).

Descrizione	U.d.m.	Prezzo	Quantità	Costo
Lavorazioni di base:			Ha	
Lavorazione andante, eseguita con macchina di adeguata potenza, mediante scasso del terreno alla profondità di cm. 60-80, compreso l'amminutamento mediante due passate in croce.	€/ha	€ 300	1	€ 300,00
Concimazione di impianto	€/cad.	€ 250	1	€ 250,00
Acquisto di piantine di mirto in vivaio	€/cad.	€ 5,00	500	€ 2.500,00
Trapianto manuale	€/cad.	€ 3,00	500	€ 1.500,00
TOTALE				€ 4.550,00

I costi di gestione, nel primo periodo, saranno inferiori rispetto quanto avverrà nella seconda fase. In particolare, l'impianto arboreo necessiterà di pochi interventi, quali concimazione, rimozione di erbe infestanti, e una buona irrigazione di soccorso, eseguita con il carro botte, ed un unico trattamento invernale con prodotti rameici. Negli anni successivi i campi necessiteranno solo della concimazione e della rimozione delle erbe infestanti nelle interfile.

Costi di Gestione

Operazione colturale	€
Concimazione	200,00
Rimozione infestanti con decespugliatore	400,00
Raccolta	700,00
TOTALE	1.300,00

RICAVI

piante mirto	KG/pianta	Kg	€/Kg	€
500	2	1.000	2,00	2.000,00

ROSMARINO

Il rosmarino è una pianta tipica della macchia mediterranea. Appartiene al genere *Rosmarinus*, famiglia delle Lamiaceae ed il suo nome scientifico è *Rosmarinus officinalis*. Originario dei paesi del Mediterraneo si ritrova spontaneo lungo la fascia costiera e fino a 1500 m s.l.m.

Necessita di terreni franco-limosi-sabbiosi, ben drenati, senza necessità di irrigazione se non in fase d'impianto. A maturità solo innaffiature di soccorso, e potature alla ripresa vegetativa, per completare l'accestimento. Mai potature drastiche sul legno vecchio.



Propagazione

Nel periodo maggio-giugno sarà effettuato il trapianto.

Lavorazioni

In base alla densità, nei primi tre anni dall'impianto è necessario intervenire con lavorazioni di sarchiatura sulla fila per la gestione delle infestanti, con l'uso di interceppi con mini-roter, oppure con sarchiatore manuale.

Il rosmarino viene tagliato per distillarne l'essenza (olio eterico). Pur perdendo parte delle proprietà aromatiche, il rosmarino può essere conservato in luoghi ventilati ed ombrosi facendolo essiccare per una decina di giorni, ad una temperatura tra i 18°C e i 25°C.

OPERAZIONI COLTURALI

Essenziale per la riuscita dell'impianto è una buona aratura associata ad una buona dotazione di letame (almeno 250 quintali) da distribuire nell'autunno precedente l'impianto sulla superficie di 1 ettaro complessivo. In primavera le talee o le piante ottenute da seme vanno disposte in buche profonde 15-20 cm. Durante la piantagione si apporta dell'altro letame (maturo) da distribuire nella misura di 2/3 kg per buchetta. Si copre il letame con un leggero strato di terra e, quindi, si colloca

la piantina. Al primo anno di impianto - in settembre - si provvede al cespugliamento artificiale, consistente nella sistemazione a raggiera delle ramificazioni assurgenti, sotterrandole e ricalzando al centro con terra leggermente compressa. Le cure successive riguardano una somministrazione annuale di un concime ternario ad alto titolo di azoto, e qualche erpicatura o falciatura dell'erba negli interfilari.

Dopo la raccolta dei fiori deve essere effettuata una leggera potatura della pianta allo scopo di mantenere il cespuglio basso e di favorire il ricaccio di nuovi rami.

COMPUTO METRICO ESTIMATIVO DEI COSTI DI REALIZZAZIONE PER IMPIANTO DI ROSMARINO

Si riporta di seguito il computo metrico estimativo dei lavori da realizzare su **un ettaro tipo**, in base alle voci del prezzario agricoltura Regione Sardegna 2022, decurtate del 20%.

Articolo	Descrizione	U.d.m.	Prezzo	Quantità	Costo
	Lavorazioni di base:				
N.P.2	Acquisto di piantine di rosmarino in vivaio	€/cad.	€ 3,00	500,00	€ 1.500,00
N.P.3	Trapianto manuale	€/cad.	0,50	500,00	€ 250,00

TOTALE COSTI PER LAVORI DI MIGLIORAMENTO FONDIARIO € 1.750,00

Non si considerano eventuali ricavi del rosmarino in quanto impiantato con valenza ambientale a completamento della fascia arborea lungo la recinzione, al fine dell'incremento della biodiversità.

ANALISI DELLE ALTERNATIVE

Il confronto fra le alternative di progetto viene effettuata utilizzando l'analisi SWOT, uno strumento di supporto alle decisioni utilizzato comunemente dalle organizzazioni per effettuare scelte strategiche e a lungo termine.

Il confronto fra le alternative si fonda sulla comparazione qualitativa fra punti di forza, punti di debolezza, minacce e opportunità identificate ed elencate per le possibili opzioni progettuali relative allo sfruttamento di fonti di energia rinnovabile.

A livello metodologico, dall'analisi SWOT di ogni alternativa di progetto derivano 3 giudizi complessivi sulle componenti economica (convenienza sul lungo termine), sociale (opportunità occupazionali e rapporti con gli stakeholders) e ambientale (tutela delle matrici ambientali target e coerenza alle previsioni normative).

Il giudizio complessivo viene attribuito attraverso l'utilizzo di simboli facilmente comprensibili:

1. sostenibilità economica rappresentata dall'euro;
2. sostenibilità sociale raffigurata dalla sagoma stilizzata di una persona;
3. sostenibilità ambientale ritratta come un albero.

Il giudizio varia su una scala che va da "1" a "3" dove:

4. n. 1 simbolo corrisponde ad un "basso livello di sostenibilità";
5. n. 2 simboli significano "medio livello di sostenibilità";
6. n. 3 simboli coincidono con un "elevato livello di sostenibilità".

Il giudizio globale riassume i "punteggi" attribuiti alle tre componenti e viene espresso attraverso "emoticon" di gradimento, largamente utilizzati in molti contesti in cui è richiesta l'attribuzione di un giudizio qualitativo.

ALTERNATIVA "0"

Rappresenta la mancata realizzazione del progetto in esame ed il mantenimento della coltivazione cerealicola estensiva attualmente effettuata nell'area.

Tabella 2 - Analisi SWOT Alternativa "0"

ALT "0"	Vantaggi e opportunità	Rischi e pericoli
Fattori di origine interna	<p>PUNTI DI FORZA (<i>strengths</i>)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Non richiede l'investimento di risorse economiche per la realizzazione di nuove opere/impianti; 2. Non comporta impatti legati alla fase di cantiere, seppur temporanei; 3. Mantiene inalterato lo stato attuale dei luoghi; 4. Non richiede l'espletamento di procedure amministrative (VIA, CdS, etc). 	<p>PUNTI DI DEBOLEZZA (<i>weaknesses</i>)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La conduzione agricola dei 19 ha in esame non subisce evoluzioni che ne consentano il rinnovamento ed il conseguimento di vantaggi ambientali (minor fabbisogno idrico, minor ricorso a pesticidi e fertilizzanti) 2. L'assetto idraulico dell'area non viene rivisto e migliorato; 3. Non consente la creazione di nuovi posti di lavoro; 4. Non valorizza la prossimità dell'azienda agricola e le esigenze di approvvigionamento di foraggi di origine biologica per l'allevamento di ovini; 5. Politiche di selezione degli stakeholders

		non implementate.
Fattori di origine esterna	OPPORTUNITÀ (<i>opportunities</i>) 1. Esternalità positive legate alla disponibilità di produzione agricola destinata all'alimentazione umana ed animale nonché alla produzione di energia da biomasse	MINACCE (<i>threats</i>) 1. Non contribuisce agli obiettivi stabiliti dalla politica energetica europea e nazionale; 2. Non contribuisce al collegamento alla rete elettrica nazionale di RFI nell'area 3. Non produce indotto e vantaggi economici per la collettività.

Tabella 2 - Giudizio differenziale di sostenibilità Alternativa "0"

SOSTENIBILITÀ ECONOMICA	
SOSTENIBILITÀ SOCIALE	
SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE	
GIUDIZIO GLOBALE	

ALTERNATIVA 1: REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO TRADIZIONALE

Una possibile alternativa al progetto in esame è rappresentata dall'opzione di sfruttare interamente i 19 ha di terreno disponibili per la sola produzione di energia fotovoltaica senza prevedere la possibilità di mantenere la produttività agricola dell'area.

Va sottolineato che l'utilizzo di terreni agrari per l'installazione di pannelli fotovoltaici è generalmente ritenuta dannosa sia in termini di consumo del suolo, di impatto sul territorio e di competizione con la produzione primaria (Mondino et al., 2015).

Analisi SWOT Alternativa "1"

AL T "1"	Vantaggi e opportunità	Rischi e pericoli
Fattori di origine interna	<p>PUNTI DI FORZA (<i>strengths</i>)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Consente la creazione di nuovi posti di lavoro; 2. consente di massimizzare la produzione di energia fotovoltaica per unità di superficie. 	<p>PUNTI DI DEBOLEZZA (<i>weaknesses</i>)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Comportare impatti legati alla fase di cantiere, seppur temporanei; 2. Comporta consumo di suolo; 3. Comporta un considerevole livello di intrusione visiva di elementi estranei all'assetto attuale dei luoghi; 4. Richiede l'espletamento di procedure amministrative a livello locale (VIA, CdS, gare d'appalto) con tempistiche ed esito incerti; 5. Non consente neppure la minima prosecuzione dell'attività agricola nell'area di conseguenza non rappresenta una fonte di integrazione del reddito agricolo; 6. L'ombreggiamento spinto del terreno e la modifica delle condizioni microclimatiche può dar luogo ad apprezzabili modifiche pedogenetiche; 7. richiede l'investimento di maggiori risorse economiche per la realizzazione di opere/impianti.
Fattori di origine esterna	<p>OPPORTUNITÀ (<i>opportunities</i>)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Contribuisce agli obiettivi stabiliti dalla politica energetica europea e nazionale; 2. Consente il collegamento alla rete elettrica nazionale di RFI nell'area; 3. Produce indotto e vantaggi economici per la collettività. 	<p>MINACCE (<i>threats</i>)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Esternalità negative legate alla totale mancanza di produzione agricola destinata all'alimentazione umana ed animale nonché alla produzione di energia da biomasse

Tabella 4 - Giudizio differenziale di sostenibilità Alternativa "1"

SOSTENIBILITÀ ECONOMICA	
SOSTENIBILITÀ SOCIALE	
SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE	
GIUDIZIO GLOBALE	

ALTERNATIVA 2: POSSIBILITA' DI SVILUPPO DI AGRICOLTURA INTENSIVA E DI PREGIO

L'area dell'impianto in agro di Nulvi è totalmente destinata a colture erbacee.

Il territorio dell'agro di Nulvi si caratterizza per un'elevata vocazione agricola. Il centro abitato, infatti, risulta inserito in un territorio agricolo quasi completamente caratterizzato da coltivazioni rappresentative quali seminativi (cereali e foraggere). Il paesaggio circostante il futuro sito d'impianto è costituito principalmente da coltivazioni di ampi seminativi coltivati a cereali e/o pascoli.

ALTERNATIVA 3: PROPOSTA DI PROGETTO PROPOSTA DI PROGETTO

Si riferisce alla realizzazione dell'alternativa di progetto ovvero di un impianto agrovoltaiico che prevede la coltivazione di prato polifita stabile.

L'efficienza generale del progetto, sia in termini di produzione di energia che di produzione agraria, viene implementata grazie all'utilizzo di pannelli mobili, in grado di orientarsi nel corso della giornata massimizzando la radiazione diretta intercettata, lasciando però circolare all'interno del sistema una quota di radiazione riflessa che permette una buona crescita delle piante sottostanti. Questo tipo di sistema si basa sul principio che un ombreggiamento parziale è tollerato dalle colture e determina al contempo vantaggi in termini di minor consumo idrico in estate e in condizioni siccitose (Dinesh e Pearce, 2016). La presenza dei pannelli fotovoltaici protegge le colture da eccessi di calore e contiene il riscaldamento del suolo (Marrou, Guilioni, Dufour, Dupraz, &Wéry, 2013) rendendo i sistemi

agrovoltaici più resilienti nei confronti dei cambiamenti climatici in atto, rispetto a colture tradizionali in pieno campo (Dupraz et al., 2011).

Tabella 5 - Analisi SWOT Alternativa di progetto

ALT PROG	Vantaggi e opportunità	Rischi e pericoli
Fattori di origine interna	<p>PUNTI DI FORZA (<i>strengths</i>)</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Consente la creazione di nuovi posti di lavoro anche di tipo qualificato (es: manutenzione delle fasce perimetrali dimitigazione visiva); 3. Consente di ottenere ottime rese di produzione di energia fotovoltaica per unità di superficie; 4. L'ombreggiamento parziale del suolo da parte dei pannelli protegge le colture da eccessi di calore e contiene il riscaldamento del suolo migliorando la produzione; 5. La conduzione agricola dei 66 ha in esame subisce un rinnovamento che comporta vantaggi ambientali (minor fabbisogno idrico, minor ricorso a pesticidi e fertilizzanti); 6. L'assetto idraulico dell'area viene rivisto e migliorato grazie alla realizzazione della rete di drenaggio riducendo fenomeni di ristagno; 7. Valorizza la prossimità dell'azienda agricola e le esigenze di approvvigionamento di foraggi di origine biologica per l'allevamento di ovini. 	<p>PUNTI DI DEBOLEZZA (<i>weaknesses</i>)</p> <ol style="list-style-type: none"> 8. Comportare impatti legati alla fase dicantiera, seppur temporanei; 9. Comporta un livello medio di intrusione visiva di elementi estranei allo stato attuale dei luoghi; 10. richiede l'investimento di importanti risorse economiche per la realizzazione di nuove opere/impianti; 11. Richiede l'espletamento di procedure amministrative dalle tempistiche incerte (VIA, CdS, etc)
Fattori di origine esterna	<p>OPPORTUNITÀ (<i>opportunities</i>)</p> <ol style="list-style-type: none"> 12. Contribuisce agli obiettivi stabiliti dalla politica energetica europea e nazionale; 13. Consente il collegamento alla rete elettrica nazionale di RFI nell'area; 14. Produce indotto e vantaggi economici per la collettività; 15. Consente il mantenimento di una produzione agricola di pregio di tipo sostenibile destinata all'alimentazione animale. 	<p>MINACCE (<i>threats</i>)</p> <ol style="list-style-type: none"> 16. Non sono presenti minacce

Tabella 6 - Giudizio differenziale di sostenibilità Alternativa di progetto

SOSTENIBILITÀ ECONOMICA	
SOSTENIBILITÀ SOCIALE	
SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE	
GIUDIZIO GLOBALE	

CONFRONTO TRA LA COLTIVAZIONE ATTUALE E FUTURA: ANALISI MULTICRITERIO

Nella matrice di seguito riportata viene effettuata un'analisi comparativa dei più significativi aspetti socio-economici e ambientali attribuibili alla coltivazione cerealicola estensiva attualmente effettuata e a prato polifita stabile con contestuale realizzazione dell'impianto di conversione fotovoltaica.

Il grado di soddisfacimento del criterio di valutazione da parte delle alternative considerate è indicato tramite un indice che può variare tra 0 (criterio non soddisfatto) e 5 (criterio pienamente soddisfatto), passando per valori intermedi che indicano gradi diversi di soddisfacimento del medesimo criterio.

Ad ogni criterio di valutazione viene assegnato un peso (valore compreso tra 0 e 1) moltiplicativo degli indici assegnati ad ogni criterio. Tale peso viene in genere assegnato tenendo conto anche di quanto espresso dai portatori di interesse.

I valori degli indici per ogni alternativa (moltiplicati per i pesi) vengono sommati, cosicché ad ogni alternativa di intervento corrisponda un punteggio totale, confrontabile con quello delle diverse opzioni/alternative. Può essere inoltre condotta un'analisi di sensibilità dei punteggi finali ai valori dei pesi, così da verificare quanto robusta sia la scelta della soluzione migliore.

Nel caso in esame, per un'analisi oggettiva tra le due coltivazioni a confronto (agri-voltaico con prato polifita permanente vs. colture cerealicole e oleaginose attuali a destinazione energetica), si è costruita una matrice che assegna punteggi compresi tra -5 (minimo) e +5 (massimo) ad alcuni indicatori socio-economici ed ambientali.

Poiché si è voluto pesare in egual misura tutti i criteri, si è deciso di assegnare a ciascuno di essi un peso uguale e pari a 1.

La matrice evidenzia un punteggio significativamente maggiore del prato polifita permanente combinato all'impianto fotovoltaico, rispetto alle colture cerealicole estensive attualmente praticate a destinazione energetica.

Con questa soluzione il terreno agricolo oggetto di intervento, che non è utilizzabile per colture specializzate e protette, garantirà un reddito aggiuntivo al reddito caratteristico della sola produzione agricola grazie alla produzione di energia rinnovabile.

È quindi evidente come l'obiettivo di coniugare la coltivazione agricola con un razionale e conveniente uso del terreno, sia pienamente raggiunto con il sistema agri-voltaico.

Tabella 7 – Matrice di confronto fra attività agricola allo stato di fatto e allo stato di progetto

Aspetto sociale, economico o ambientale	Coltivazione cerealicola estensiva	Prato polifita pluriennale
Occupazione (impiego di personale)	Limitato, in conseguenza della totale meccanizzazione. <u>GIUDIZIO: 1</u>	Medio, per le operazioni di sfalcio e raccolta del foraggio ripetute 3-5 volte. Impiego addizionale di maestranze agricole per la manutenzione delle siepi perimetrali di inserimento ambientale. Voce a parte è rappresentata dall'impiego dei tecnici specializzati impiegati nella costruzione e manutenzione dell'impianto fotovoltaico. <u>GIUDIZIO: 3</u>
Fertilità agronomica dei terreni (contenuto di sostanza organica)	L'aratura profonda annuale comporta l'impoverimento progressivo per ossidazione della matrice organica del terreno. <u>GIUDIZIO: 0</u>	L'aratura è necessaria solo nel primo anno di impianto del prato polifita. Le specie leguminose presenti nel miscuglio fissano l'azoto atmosferico, fornendo una naturale concimazione del terreno, e le piante arricchiscono di sostanza organica il terreno. <u>GIUDIZIO: 3</u>
Effetti sul sistema idrico (consumo di acqua e qualità)	Elevato utilizzo di concimi, ammendanti e antiparassitari che contribuiscono all'inquinamento delle acque superficiali e di falda. <u>GIUDIZIO: 1</u>	Modeste necessità d'acqua di irrigazione. Limitato utilizzo di concimi comunque derivante dagli ovini durante il pascolo. Nessun uso di antiparassitari. <u>GIUDIZIO: 3</u>
Utilizzo di carburanti fossili per le macchine agricole	L'aratura profonda richiede mezzi potenti ed un elevato consumo di carburante. <u>GIUDIZIO: 2</u>	La coltivazione richiede l'uso di mezzi agricoli leggeri dai consumi ridotti <u>GIUDIZIO: 3</u>

Biodiversità floristica e faunistica	La coltivazione è solitamente condotta in monocoltura (una sola specie coltivata), con minima biodiversità. GIUDIZIO: 0	I miscugli polifiti generalmente prevedono la coltivazione di numerose specie foraggere contemporaneamente (6-10 specie). Molte specie attraggono insetti impollinatori (api), ed il prato crea rifugio per fauna selvatica e nemici naturali (parassitoidi) dei parassiti delle piante. GIUDIZIO: 3
Margine lordo (valore economico del prodotto agricolo)	La coltivazione di cereali ha marginalità media rispetto a colture orticole o frutticole a più alto reddito. GIUDIZIO: 2	Il prato polifita produce una marginalità molto simile a quella delle coltivazioni cerealicole. GIUDIZIO: 2
Produzione di Energia Rinnovabile	La produzione dei cereali prodotti in sito è destinata all'alimentazione umana e animale. GIUDIZIO: 0	La produzione dell'associato impianto fotovoltaico produce annualmente circa 28.000 MWh/Ha L'intera produzione di foraggio è inoltre destinata per intero all'alimentazione animale. GIUDIZIO: 5
PUNTEGGIO TOTALE	7	22

CONTINUITA' TRA L'ATTIVITA' AGRICOLA DI PROGETTO E QUELLA ATTUALE DELL'AREA IN ESAME

Il progetto proposto, con l'impianto di un prato permanente e l'allevamento degli ovini, si inserisce perfettamente nel contesto territoriale. Nella zona in esame le coltivazioni prevalenti sono quelle cerealicole, che si alternano in rotazione triennale, con le leguminose e le colture foraggere. Pertanto, tutte le aziende locali sono già dotate delle macchine e delle attrezzature necessarie alla coltivazione delle essenze proposte. L'allevamento degli ovini è tipico delle Regioni meridionali. Solitamente viene effettuato il pascolo transumante non essendovi la disponibilità di appezzamenti attrezzati e recintati per la sosta e l'alimentazione degli animali. Le colture foraggere solitamente vengono raccolte e conservate attraverso i processi di fienagione o insilamento. Nel progetto, invece, gli animali saranno lasciati all'interno delle recinzioni durante 9/10 mesi dell'anno, ad eccezione di giugno-luglio, per consentire l'auto-risemina delle piante.

La gestione dell'attività agricola sarà affidata ad un'azienda agricola professionale. Nell'accordo con questa società agricola sarà definito principalmente il cronoprogramma e le modalità dell'attività agricola nel parco fotovoltaico.

RIEPILOGO COSTI D'INVESTIMENTO	
	Totale
Impianto mirto	4.550,00
Impianto rosmarino	1.750,00
Realizzazione erbaio	11.900,00
Tettoia ovini	10.000,00
Ovini	4.320,00
TOTALE	31.600,00

VALUTAZIONE ECONOMICA ED OCCUPAZIONALE

Valutazione della redditività dell'area ante intervento

Di seguito si riporta l'analisi delle voci di bilancio elaborate sulla superficie unitaria di 1 ettaro/coltura relative alle sole attività agro-zootecniche relative all'attuale uso del suolo (Fonte Banca Dati RICA):

Ante investimento								
ATTIVO								
PRODOTTO	unità di misura	produzione unitaria	sup. (ha)	PRODUZIONE (in Q.li)			Prezzo unitario (€)	Prezzo Totale (€)
				Totale	Reimpiegata	Venduta		
pascolo	Q.li	0	19	0	0	0	0	0
							Totale (€)	0,00
Titoli AGEA			19				300,00	5.700,00
							Totale (€)	5.700,00
							Attivo/ha	300,00
PASSIVO								
Voce Spesa							Importo (€)	
Lavorazioni (preparazione terreno, semina, diserbo, raccolta, ecc)								
Ammortamenti								
Spese fondiari e generali								
Sementi								
Fertilizzanti								
Difesa delle colture								
							Passivo costi/ha (€)	0,00
							Passivo complessivo	0,00

Pertanto, complessivamente, l'intera superficie ha una redditività attuale pari a:

$$\text{€ } 5.700,00 - 0,00 = 5.700,00 \text{ €/anno}$$

Dunque le attività agricole post-investimento produrranno una redditività complessivamente pari a:

Erbaio/zootecnia	€ 11.656,00
Apicoltura	€ 1.361,19
Mirto	€ 2.000,00
Rosmarino	€ 0,00
Titoli AGEA	€ 5.700,00
TOTALE	€ 25.000,00

Il rosmarino sarà impiantato al fine di contribuire alla biodiversità, in quanto specie mellifera.

Importo confrontabile con lo stato di fatto pari a **€ 5.700,00**

Il confronto sopra riportato, va però completato con l'incremento di reddito dovuto alla produzione di energia elettrica.

Confronto tra la forza lavoro impiegata prima e dopo l'intervento

Dopo aver mostrato lo straordinario incremento della redditività delle aree, tutto a totale vantaggio degli attuali proprietari che, tra l'altro, alla fine della vita utile dell'impianto ritorneranno in possesso dei suoli privati degli impianti il cui smaltimento resta a carico dei proponenti, nel presente paragrafo sarà effettuata una analisi comparativa tra la mano d'opera attualmente impiegata nei suoli e quella che sarebbe impiegata nel caso in cui fosse realizzato l'impianto in progetto.

In tal modo sarà possibile valutare e confrontare anche il positivo risolto in termini occupazionali a tutto vantaggio dell'intera comunità locale e non ristretto ai soli attuali proprietari terrieri.

La stima è stata effettuata a partire dai fabbisogni unitari delle attività agricole (*Fonte: Determinazione del fabbisogno di lavoro occorrente per ettaro coltura – Regione Sardegna - Decreto n. 122/DecA/2 del 21.01.2019*):

Fabbisogno di lavoro ante investimento

Prodotto	Ha	Ore/ha	Totale
Pascolo	19	0	0
		Totale	0

Fabbisogno di lavoro post investimento

Prodotto	Ha/n.	Ore/ha	Totale
ERBAI	18	34	612
Ovini	36	9,3	186
Mirto	0,5	213	106,5
Rosmarino	0,5	213	106,5
Arnie	10	10	100
TOTALE			1.111

Fabbisogno di lavoro post investimento – Impianto FV

Voce	MW	Ore/MW	Totale
Vigilanza			400
Manutenzione Impianto	10,9	32	348,8
Manutenzione Storage	10,9	8	87,2
Pulizia Impianto	10,9	32	348,8
TOTALE			1.184,8

Pertanto, complessivamente, l'intero impianto impiegherà **2.295,80** ore di lavoro per anno. Pertanto rispetto ad un risvolto occupazionale attuale che non richiede impiego di manodopera, la realizzazione dell'investimento determinerà un notevole incremento della mano d'opera da utilizzare.

MITIGAZIONE DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI

L'**impronta di carbonio**, cosiddetta carbon footprint, è una misura che esprime in termini di CO₂ equivalente il totale delle emissioni di gas a effetto serra associate direttamente o indirettamente a un prodotto, un'organizzazione o un servizio. Il **Protocollo di Kyoto** indica quali gas a effetto serra l'anidride carbonica (CO₂), il metano (CH₄), protossido d'azoto (N₂O), idrofluorocarburi (HFCs), esafluoruro di zolfo (SF₆) e perfluorocarburi (PFCs). L'11,2% delle emissioni globali di gas serra antropogeniche (GHGe) è attribuito alle pratiche agricole ed è perciò necessario attuare strategie che ne consentano la riduzione.

L'**agricoltura** può assumere un ruolo negativo ma anche positivo sull'ecosistema, in ragione della sostenibilità nella gestione dei terreni. Vale a dire, laddove vengano adottate pratiche rispettose della biodiversità e delle funzioni ecologiche degli agroecosistemi. Riducendo altresì l'impiego di fitofarmaci e fertilizzanti di sintesi.

I **suoli** possono rappresentare una preziosa risorsa per mitigare il cambiamento climatico. Nella misura in cui essi costituiscano riserva di carbonio organico, sono infatti in grado di sequestrare i gas serra presenti in atmosfera. Diversi studi scientifici evidenziano che un incremento della sostanza organica nei suoli in misura dell'1% l'anno per almeno 50 anni comporterebbe, solo in Italia, un accumulo di quasi 50 milioni di tonnellate di CO₂. Pari al 10% circa delle emissioni nazionali di gas serra.

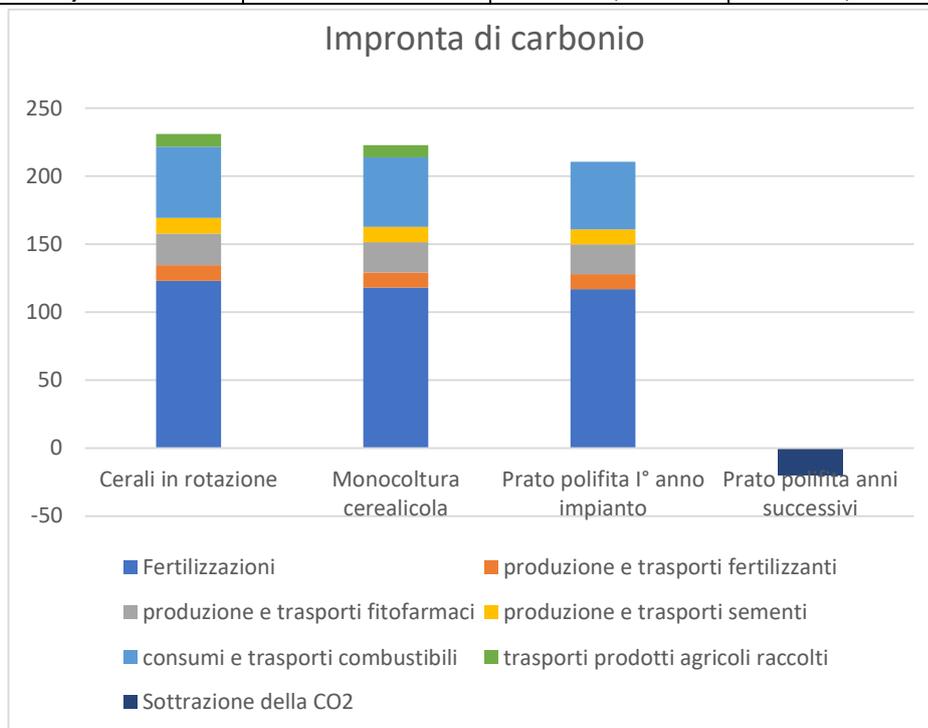
Agire con determinazione sulle tecniche agronomiche in questo comparto agricolo può dunque costituire un valido strumento per lenire gli effetti negativi dei cambiamenti climatici.

Per quanto attiene al Carbon Footprint nei sistemi cerealicoli la tecnica di coltivazione del frumento duro risulta la più impattante in termini di emissioni in gas serra. Ciò è in parte spiegato dal fatto che in tali sistemi per poter coltivare il frumento duro sono necessarie operazioni molto dispendiose come l'aratura, per ridurre il rischio di malattie fungine, o aumentare sensibilmente l'apporto artificiale di azoto, dal momento che i cereali in rotazione asportano forti quantità dell'elemento e lasciano residui colturali non facilmente degradabili dalla microflora del terreno. Per contro, per le colture foraggere o colture proteiche, il "costo ambientale" diminuisce sensibilmente. In questi casi l'azoto residuale delle colture della rotazione rende possibile una riduzione molto significativa degli apporti artificiali del nutriente ed è possibile realizzare tecniche di lavorazione del terreno di tipo conservativo: minimum tillage o semina diretta.

Nel caso in oggetto, la realizzazione del **parco agro-energetico** consentirà di ottenere un impatto positivo sull'ambiente.

Carbon Footprint (t CO₂/Ha)

	Cerali in rotazione	Monocoltura cerealicola	Prato polifita 1° anno impianto	Prato polifita anni successivi
Produzioni medie (Ton/Ha)	3,3	2,97	5	5
Fertilizzazioni	123,09	118,0575	116,9355	0
produzione e trasporti fertilizzanti	11,55	11,1375	10,9725	0
produzione e trasporti fitofarmaci	23,1	22,275	21,945	0
produzione e trasporti sementi	11,55	11,1375	10,9725	0
consumi e trasporti combustibili	52,47	51,2325	49,8465	0
trasporti prodotti agricoli raccolti	9,24	8,91		0
Sottrazione della CO ₂				-20
TOTALE (t CO₂/Ha)	231	222,75	210,672	-20



Dalla tabella e dal grafico precedenti si evince come al passaggio dalla situazione attuale, con la coltivazione di **cereali in rotazione**, alla situazione di progetto, con l'impianto di un **prato permanente**, che richiederà solo saltuarie operazioni colturali, si possa ottenere un notevole riduzione delle emissioni di CO₂.

VERIFICA DEI REQUISITI DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO

L'obiettivo del presente paragrafo è quello di verificare il rispetto dei requisiti delle "Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici" pubblicato dal ministero della Transizione Ecologica" per il progetto presentato dalla società Marte S.r.l.

Il progetto summenzionato prevede la valorizzazione dell'intera superficie disponibile. I sistemi agrivoltaici costituiscono un approccio strategico e innovativo per combinare il solare fotovoltaico (FV) con la produzione agricola per il recupero delle aree marginali. La sinergia tra modelli di agricoltura all'avanguardia e l'installazione di pannelli fotovoltaici di ultima generazione garantiscono una serie di vantaggi a partire dall'ottimizzazione del raccolto, sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo, con conseguente aumento della redditività e dell'occupazione.



Tale nuovo approccio consente di vedere l'impianto fotovoltaico non più come mero strumento di reddito per la produzione di energia ma come l'integrazione della produzione di energia da fonte rinnovabile con le pratiche agricole.

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

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'attuale Strategia Energetica Nazionale consente l'installazione di impianti fotovoltaici in aree agricole, purché possa essere mantenuta (o anche incrementata) la fertilità dei suoli utilizzati per l'installazione delle strutture. Nel progetto proposto l'area ricade in zona agricola. Tuttavia si è preferito proporre un progetto agro-energetico "sostenibili" con impatto positivo sull'ambiente. È bene riconoscere che vi sono in Italia, come in altri paesi europei, vaste aree agricole e/o industriali ampiamente sottoutilizzate, che con pochi accorgimenti e una gestione semplice ed efficace potrebbero essere impiegate con buoni risultati per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile ed al contempo estrinsecare in tutto o in parte le proprie capacità produttive.

Le scelte progettuali hanno tenuto conto degli attuali indirizzi produttivi di tutto il territorio circostante; della professionalità degli imprenditori della zona; delle manifestazioni d'interesse da parte di imprese agricole della zona ad occuparsi delle attività agricole (coltivazione degli erbai permanenti, zootecnia, apicoltura).

L'intervento previsto di realizzazione dell'impianto fotovoltaico porterà ad una piena riqualificazione dell'area, sia perché saranno effettuati miglioramenti fondiari importanti (recinzioni, viabilità interna al fondo, sistemazioni idraulico-agrarie), sia tutte le necessarie lavorazioni agricole che consentiranno di mantenere ed incrementare le capacità produttive del fondo.

Come in ogni programma di investimenti, in fase di progettazione vanno considerati tutti i possibili scenari, e il rapporto costi/benefici che potrebbe scaturire da ciascuna delle scelte che si vorrebbe compiere. Gli appezzamenti scelti, per collocazione, caratteristiche e dimensioni potranno essere utilizzati senza particolari problemi a tale scopo, mantenendo in toto l'attuale orientamento di progetto, e mettendo in atto alcuni accorgimenti per pratiche agricole più complesse che miglioreranno, se applicati correttamente, le caratteristiche del suolo della superficie in esame.

Nella scelta delle colture che è possibile praticare, si è avuta cura di considerare quelle che svolgono il loro ciclo riproduttivo e la maturazione nel periodo primaverile-estivo, in modo da ridurre il più possibile eventuali danni da ombreggiamento, impiegando sempre delle essenze comunemente coltivate in Sardegna. Anche per la fascia arborea perimetrale delle strutture, prevista per la mitigazione visiva dell'area di installazione dell'impianto, e sulle aree libere si è optato per due vere colture (mirto e piante officinali), disposte in modo tale da poter essere gestite alla stessa maniera di un impianto arboreo intensivo tradizionale.

Il progetto nel suo insieme (fotovoltaico-agricoltura-zootecnia-apicoltura) ha una sostenibilità ambientale ed economica in perfetta concordanza con le direttive programmatiche de “*Il Green Deal europeo*”. Infatti, in linea con quanto disposto dalle attuali direttive europee, si può affermare che con lo sviluppo dell’idea progettuale di “*fattoria solare*” vengano perseguiti due elementi costruttivi del GREEN DEAL:

- Costruire e ristrutturare in modo efficiente sotto il profilo energetico e delle risorse.
- Preservare e ripristinare gli ecosistemi e la biodiversità.

Inoltre si vuol far notare come nell’analisi economica dell’attività agricola e di quella zootecnica (pascolo, zootecnica, colture officinali, apicoltura e mirticoltura) si sia tenuto conto delle potenzialità minime di produzione. Nonostante l’analisi economica “prudenziale”, le attività previste creano marginalità economiche interessanti rispetto all’obiettivo primario di protezione e miglioramento dell’ambiente e della sua biodiversità.

Le attività agricole proposte sono quelle che meglio possono coniugare le esigenze delle colture consentendo di raggiungere i risultati attesi.

In conclusione, il progetto integrato, grazie alle scelte progettuali effettuate, permetterà di raggiungere considerevoli obiettivi d’incremento sia in termini economici che occupazionali.

Bari, 13 gennaio 2023

Dr. Agr. Matteo Sorrenti

