

SC ENERGIA SOLARE

P.IVA IT07131720489
C.F.: 07131720489
PIAZZA DELLA VITTORIA, 6
50129 - FIRENZE (FI) - IT
PEC: sc-energiasolare@pec.it

Impianto fotovoltaico Serramanna 43,868 MWp

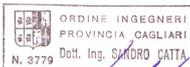


00	08/2023	Emissione	Gruppo di progettazione	Ing. Luca DEMONTIS	ACME S.R.L.
REV.	DATA	OGGETTO	PREPARATO	CONTROLLATO	APPROVATO

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Ing. Luca DEMONTIS
(coordinatore)

Ing. Sandro CATTA



Arch. Valeria MASALA (consulenza ambientale)
Arch. Alessandro MURGIA (consulenza urbanistica)
Geol. Andrea SERRELI (consulenza geologica)
Dott. Agr. Francesco Matta (consulenza agronomica)
Archeol. Maria Luisa Sanna (consulenza archeologica)

TITOLO: **RELAZIONE AGRONOMICA E OPERE DI MITIGAZIONE**

IDENTIFICAZIONE ELABORATO
R.05

NOTE:

INDICE

INDICE	2
1. INTRODUZIONE.....	3
2. INQUADRAMENTO DELL'AREA	4
3. DATI CLIMATOLOGICI	5
3.1. INQUADRAMENTO CLIMATICO DELL'AREA.....	5
3.2. INQUADRAMENTO FITOCLIMATICO	8
4. CARATTERISTICHE DEL TERRENO.....	11
4.1. PEDOLOGIA.....	11
4.2. CLASSIFICAZIONE DEL SITO SECONDO LA LAND CAPABILITY CLASSIFICATION	11
4.3. LA CLASSIFICAZIONE DEI TERRENI SECONDO LE CLASSI DI CAPACITA' D'USO	13
4.4. LA CLASSIFICAZIONE DEL TERRITORIO SECONDO LE CLASSI DELLA SUSCETTIVITÀ' D'USO.....	15
4.5. IDONEITA' DEL SUOLO	18
4.6. MONITORAGGIO PEDOLOGICO	19
5. STATO ATTUALE DEL TERRENO.....	21
6. PIANO DI COLTIVAZIONE	27
6.1. MIGLIORAMENTO DEL TERRENO.....	29
6.2. COLTIVAZIONE DEL PRATO PASCOLO POLIFITA.....	29
7. VERIFICA DEL RISPETTO DELLE CARATTERISTICHE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO.....	35
8. OPERE DI MITIGAZIONE NELLA FASCIA PERIMETRALE	37
9. TECNICA DI COLTIVAZIONE.....	43
9.1. LAVORAZIONI PRELIMINARI ALLA MESSA IN COLTURA.....	44
9.2. COLTIVAZIONE DEL MANTO ERBOSO	45
9.3. COLTIVAZIONE DEL FORAGGIO.....	46
10. TECNICHE E MEZZI PREVISTI PER L'ATTIVITA' AGRICOLA	49
10.1. OMBREGGIAMENTO	52

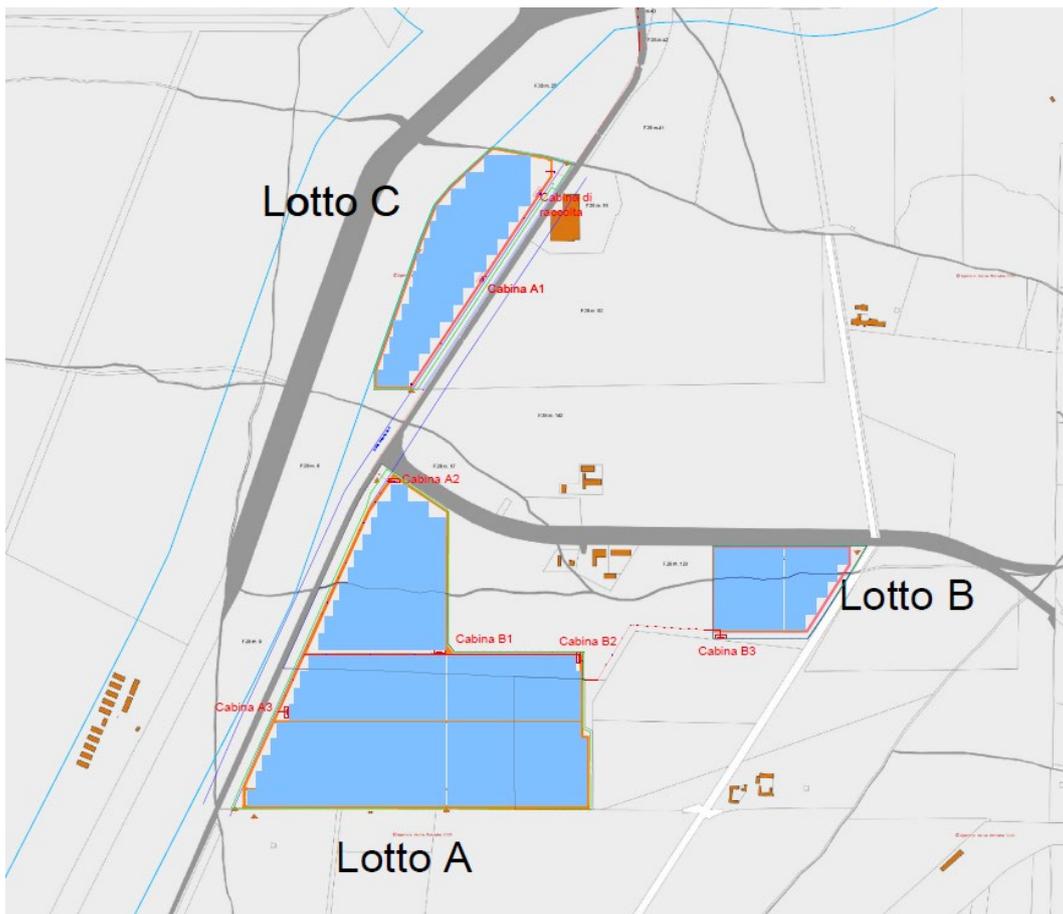
1. INTRODUZIONE

Il sottoscritto Dottore Agronomo Francesco Matta, iscritto all'Ordine dei Dottori Agronomi e dei Dottori Forestali di Cagliari sezione B con il n. 551, ha ricevuto incarico dalla Società SC Energia Solare s.r.l. al fine di procedere alla stesura della Relazione Agronomica inerente la realizzazione di un impianto agrovoltaico da realizzarsi in agro del Comune di Serramanna (SU) località *Trunconi*.

L'estensione dell'area interessata dalle opere d'impianto è pari a circa 53,9 ha, ricade interamente in Zona agricola E come risulta dal Piano Urbanistico Comunale del Comune di Serramanna.

La presente relazione agronomica descrive l'utilizzo agronomico dell'area interessata dall'intervento in fase di esercizio e lo scenario alla fine della vita utile dell'impianto una volta che la superficie agraria potrà ritornare all'uso originario. Gli estremi catastali dell'area sono i seguenti:

Foglio	mappale	Comune	Qualità	CLASSE	ha	are	ca	Lotto
28	124	Serramanna	PASCOLO	3	9	15	43	A
28	120	Serramanna	PASCOLO	2	4	24	6	B
28	74	Serramanna	PARTICELLA DIVISA IN PORZIONI					A/B
28	115	Serramanna	PARTICELLA DIVISA IN PORZIONI					A
28	105	Serramanna	SEMINATIVO	2	5	3	64	A
28	5	Serramanna	SEMINATIVO	2	19	6	80	C
28	115	Serramanna	PARTICELLA DIVISA IN PORZIONI					A
28	114	Serramanna	PARTICELLA DIVISA IN PORZIONI		0	0	0	A

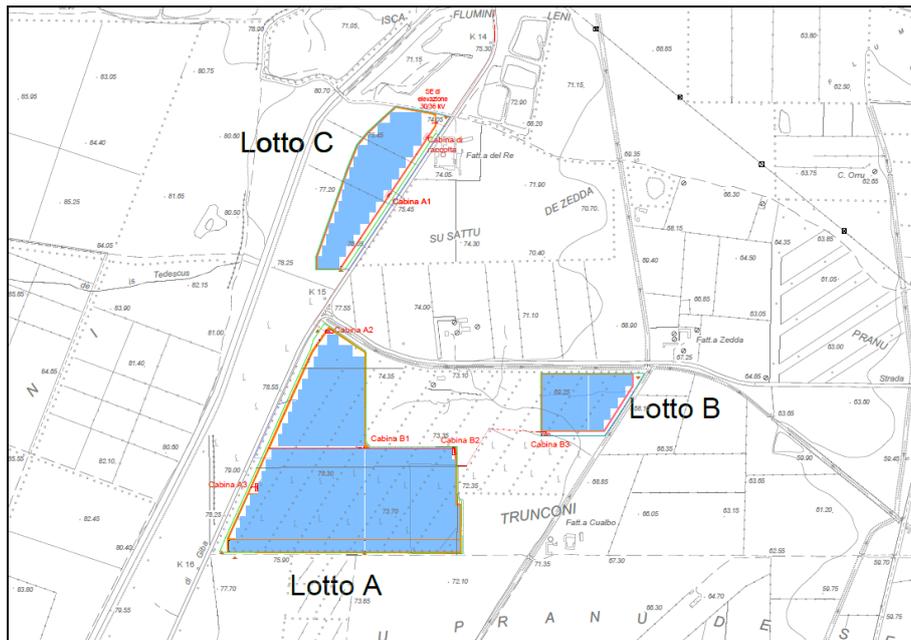


Inquadramento su carta catastale.

2. INQUADRAMENTO DELL'AREA

L'area dell'intervento è localizzata in zona agricola, limitrofa all'ex Aeroporto militare Trunconi, all'interno del territorio comunale di Serramanna (SU) in località "Trunconi", per una superficie totale di circa 53,92 ha distribuita in 3 aree: lotto A (36,85 ha) lotto B (6,28 ha) e lotto C (10,79 ha). Il sito è ubicato in un terreno in zona agricola a ovest del centro abitato, nei pressi della cava dismessa "Isca Flumini Leni". I dati per l'individuazione sono i seguenti:

- Latitudine di 39°25'24.1"N e Longitudine 8°49'57.7"E
- Altezza media di 74 m s.l.m.



Inquadramento su carta IGM.



Inquadramento su ortofoto satellitare.

3. DATI CLIMATOLOGICI

3.1. INQUADRAMENTO CLIMATICO DELL'AREA

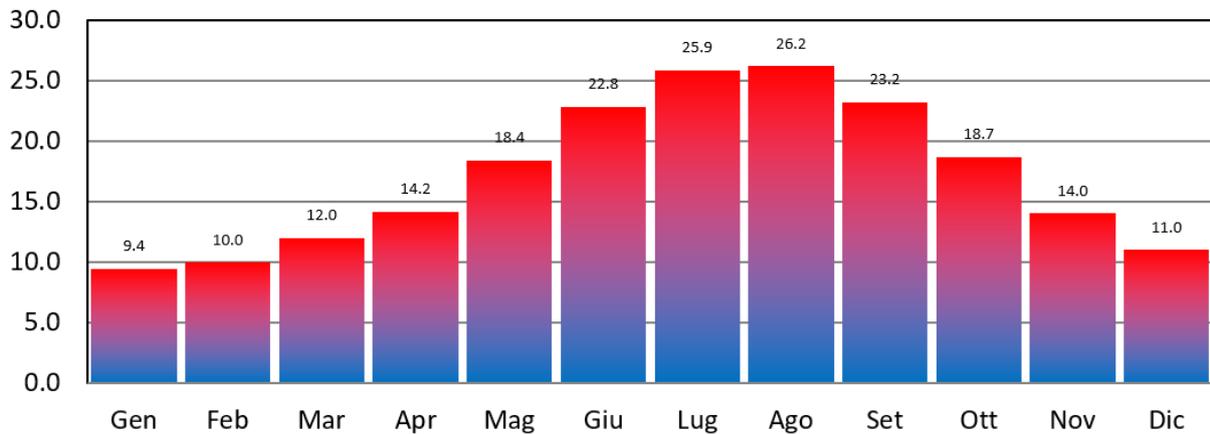
Il clima della zona è tipicamente mediterraneo, caratterizzato da pioggia scarsa concentrata nel periodo autunnale-invernale (ottobre - gennaio), con temperature miti.

Come conseguenza dell'andamento termometrico, ma anche dell'attività delle piante, i valori dell'evapotraspirazione sono anch'essi caratterizzati da bassi valori invernali che aumentano nel periodo estivo, in netta controtendenza con l'andamento delle precipitazioni. Questo comporta uno sbilancio netto nel bilancio idrico, con un surplus di acqua nel periodo di maggiore piovosità e un deficit accentuato nel periodo caldo. Ulteriori fattori climatici importanti sono legati: alla radiazione solare, nettamente superiore nelle aree mediterranee rispetto all'Europa centrale; all'eliofania, con il cielo specialmente durante la stagione estiva rimane spesso limpido e privo di nuvole; al vento, che soprattutto nelle aree insulari come la Sardegna condiziona in modo significativo il clima.

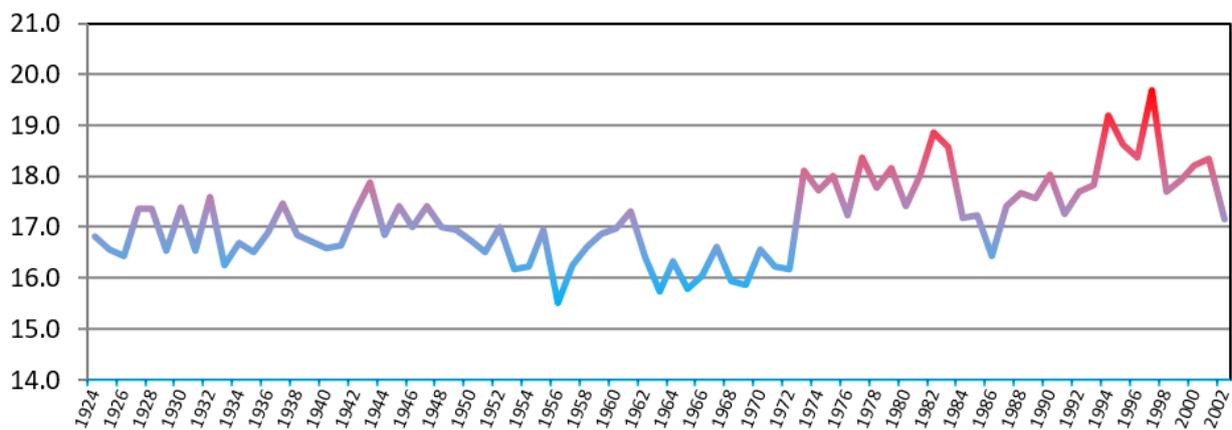
La stazione termo-pluviometrica appartenente alla Rete della Regione Sardegna che più approssima le caratteristiche meteorologiche dell'area dell'impianto in progetto è quella di Villacidro (213 m s.l.m). La stazione distante circa 8 Km in linea d'aria dall'area in progetto ben rappresenta la tipica stazione di pianura interna.

TEMP.	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
T. media	9.4	10.0	12.0	14.2	18.4	22.8	25.9	26.2	23.2	18.7	14	11	17.2

Stazione di Villacidro (altitudine 213 m slm) - periodo di osservazione 1924-2002 (78 anni).

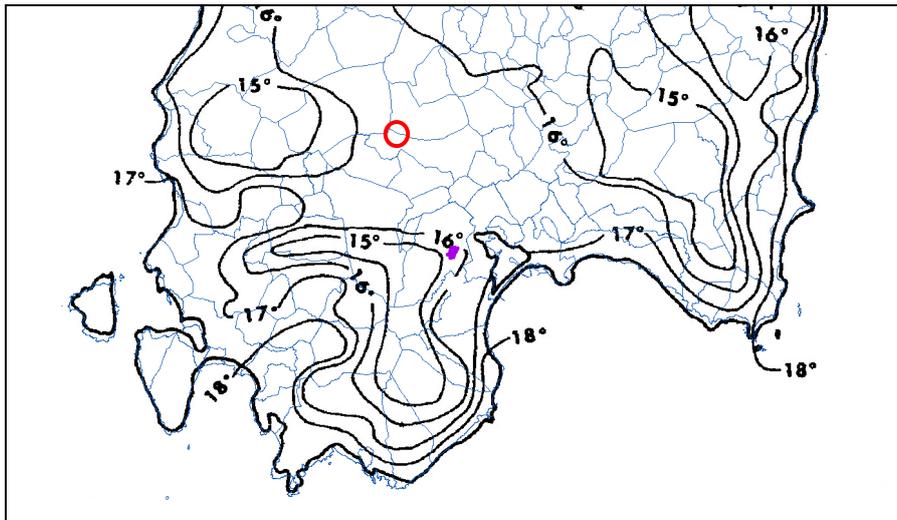


Stazione di Villacidro – temperature medie mensili 1924 – 2002.



Stazione di Villacidro – temperature medie annuali 1924 – 2002.

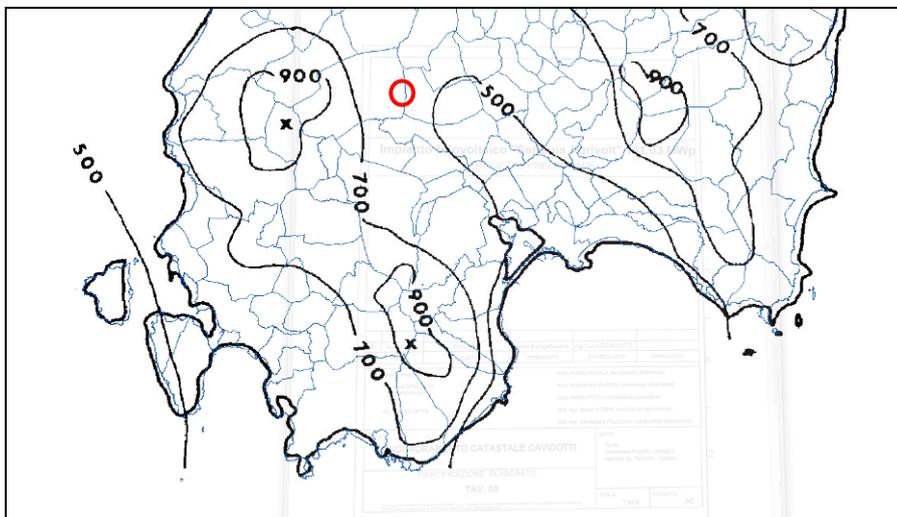
Come si vede dai dati e grafici precedenti e dalla figura che segue, l'area si posiziona oltre l'isoterma dei 17 °C.



Isotherme della media annua nella Sardegna Meridionale - Fonte: Arrigoni, cit.

I dati pluviometrici, come mostrato di seguito danno riscontro della disponibilità annuale di 683.3 mm di pioggia secondo i dati degli Annali idrogeologici del Settore idrografico del Servizio tutela e gestione delle risorse RAS disponibili dal 1922 al 2012, distribuiti nel periodo autunno-inverno, con scarsa piovosità invece nel periodo che va dalla tarda primavera all'inizio dell'autunno e con regime idrologico IAPE.

La presenza di un forte deficit idrico estivo rende necessaria l'irrigazione delle colture più esigenti, come i fruttiferi.



Isoiete di mm medi annui nella Sardegna Meridionale.

(le crocette indicano le stazioni con oltre 1000 mm di precipitazioni medie annue).

Stazione di Villasor (altitudine 213 m slm) - periodo di osservazione 1922-2012 (90 anni)

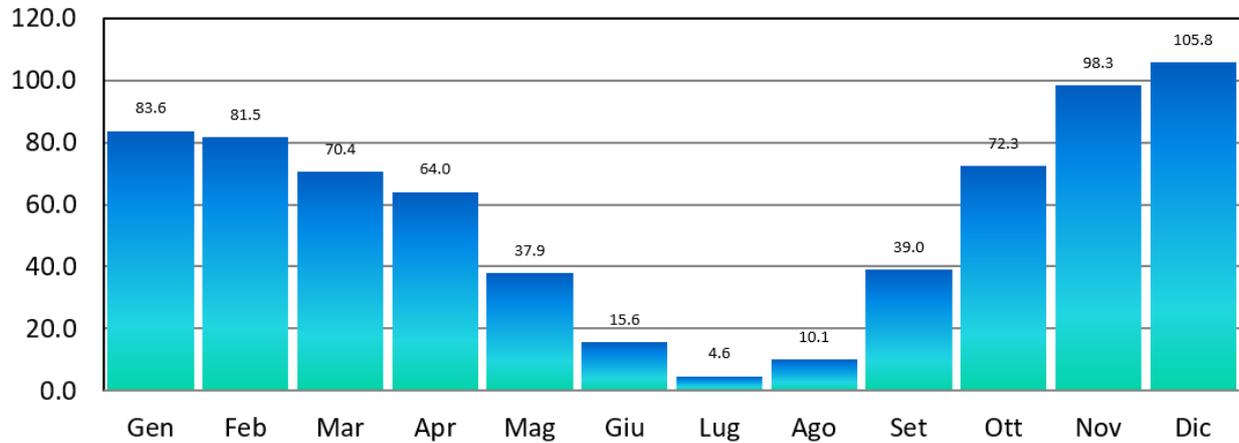
STAZIONE	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO
Precipitazioni Medie	83.6	81.5	70.4	64.0	37.9	15.6	4.6	10.1	39.0	72.3	98.3	105.8	683.3
Giorni piovosi	9.4	9.1	7.9	7.4	4.9	2.0	0.6	1.3	4.3	7.1	9.5	10.9	74.4

Precipitazioni medie mensili (mm) - Elaborazione su Annuali idrogeologici 1922-2012.

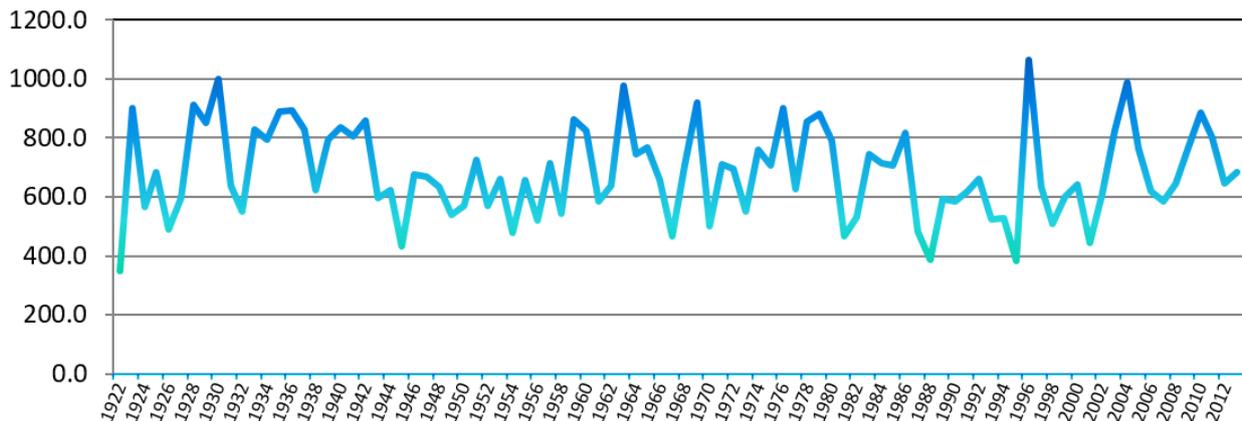
Stazione di Villasor (altitudine 213 m slm) - periodo di osservazione 90 anni

	INVERNO	PRIMAV.	ESTATE	AUTUNNO	ANNO	GG. PIOV.
Precipitazioni medie	271.0	172.4	30.4	209.6	683.3	74.4

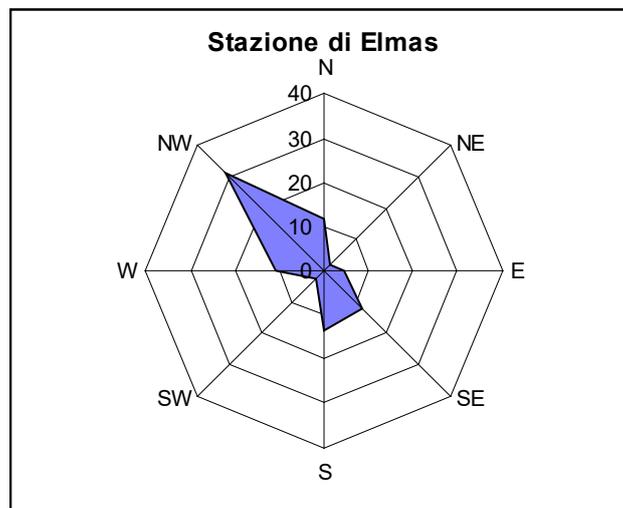
Precipitazioni medie stagionali (mm) - Elaborazione su Annuali idrogeologici 1922-2012.



Stazione di Villacidro – Precipitazioni medie mensili 1922 – 2011.



Stazione di Villacidro – Cumulato di precipitazione 1922 - 2011



Distribuzione dei venti.

Stazione di Elmas (altitudine 118 m slm) – periodo di osservazione 20 anni

STAZIONE	ALTITUDINE	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calme
Elmas [1]	26	10	2	5	12	11	2	10	32	16
Elmas [2]	12	13	2	4	12	16	3	12	30	8
media		11.5	2	4.5	12	13.5	2.5	11	31	11.5

Frequenze percentuali dei venti – Fonte: Arrigoni.

Per la determinazione delle caratteristiche anemometriche dell'area si è fatto riferimento alla stazione di Elmas. La stazione di rilevamento di Elmas, infatti è posizionata a una distanza e in un punto orograficamente analogo all'area in esame, in una piana alluvionale aperta ai venti principali (NW e SE). Da notare la netta prevalenza dei venti provenienti da maestrale (NW), che investono l'area senza ostacoli di rilievo, in particolare i venti provenienti da NW che spesso raggiungono e superano i 25 m/s di velocità al suolo. Gli altri venti sono mediamente molto meno frequenti.

Stazione di Elmas (altitudine 12 m slm), periodo di osservazione 1959-61

STAZIONE	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO
Elmas	76	78	74	72	70	67	64	65	72	74	79	79	72

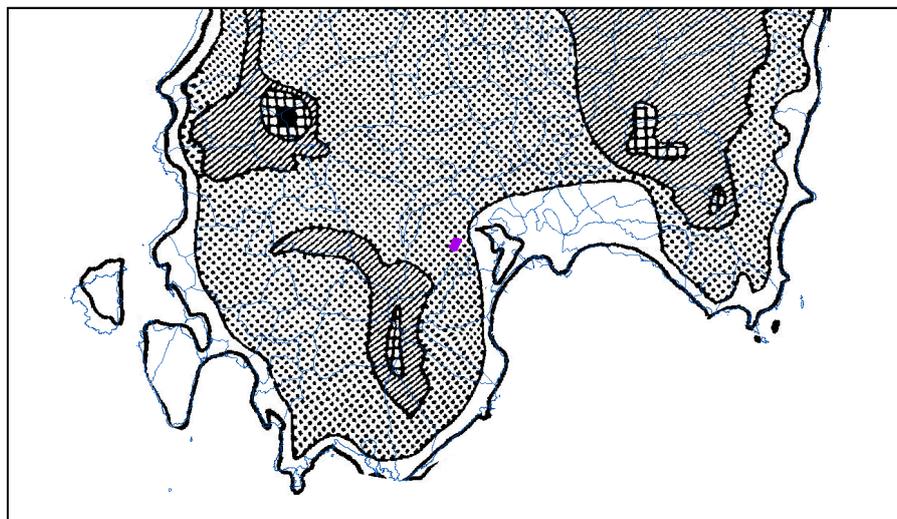
Valori medi dell'umidità relativa FONTE: Arrigoni, op. cit.

Anche come conseguenza anche della vicinanza del mare l'umidità relativa mostra nell'area in esame valori medi compresi tra 65% ed il 70%. L'andamento di questo parametro non è costante nel tempo ma si riscontrano variazioni stagionali. In inverno i valori raggiungono circa l'80%, in primavera diminuiscono gradualmente per raggiungere il minimo annuale di umidità relativa, che si registra durante l'estate. In autunno si ha una graduale e costanza crescita dei valori che di nuovo raggiungono il massimo durante l'inverno.

3.2. INQUADRAMENTO FITOCLIMATICO

Dal punto di vista fitoclimatico l'area ricade grossomodo al confine fra l'orizzonte mesofilo della foresta di leccio e l'orizzonte delle boscaglie e delle macchie litoranee.

L'area montana di Serramanna ricade entro l'orizzonte mesofilo della foresta di *Quercus ilex*, in cui prevalgono normalmente formazioni chiuse di *Quercus ilex* (con penetrazione di formazioni semiaperte di *Quercus pubescens*), oppure boschi di *Quercus suber* e tipi di degradazione caratteristici delle foreste del cingolo a *Quercus ilex*, con macchie e pascoli terofitici.



Carta fitoclimatica della Sardegna – fonte Arrigoni.

Il clima dell'orizzonte è tipicamente bistagionale, con inverno moderatamente freddo, subumido, con discreto surplus idrico, ed estate calda con ampio deficit idrico. Il periodo freddo è di 2-4 mesi, con media dei minimi annui sempre superiore a -4°C; il periodo arido è superiore ai tre mesi, con media del mese più caldo generalmente superiore a 23-24° e media massima dello stesso mese intorno o superiore ai 30°C.

Nella carta fitoclimatica di Arrigoni sono descritte le aree fitoclimatiche della Sardegna. In nero è riportato il climax degli arbusti montani prostrati e delle steppe montane mediterranee; in quadrettato l'orizzonte freddo umido della foresta montana del climax del leccio; in rigato trasversale l'orizzonte mesofilo della foresta di leccio; in punteggiato l'orizzonte delle foreste miste sempreverdi termoxerofile; in bianco l'orizzonte delle boscaglie e delle macchie litoranee.

Lungo la fascia costiera e nelle aree pianeggianti alluvionali si ritrova invece l'**orizzonte delle boscaglie e delle macchie litoranee**. Vi si trovavano originariamente boscaglie o macchie primarie (non cedue), con forme di degradazione attuali rappresentate da macchie degradate e garighe.

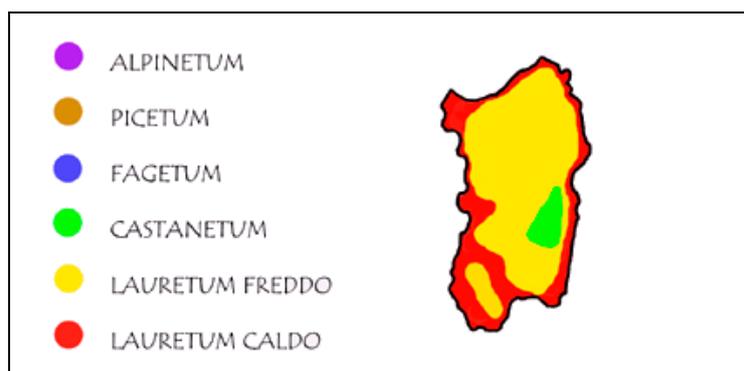
Il clima dell'orizzonte è semiarido, con estate calda e forte deficit idrico estivo e surplus idrico assai modesto, talvolta inesistente. Il periodo arido dura 3.5-4.5 mesi, con elevate temperature massime (media dei massimi annui di circa 36°-40°). Il periodo freddo è praticamente inesistente, con conseguente 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°.

La classificazione fitoclimatica di Pavari trova ampio impiego nello studio dei caratteri forestali ed è stata applicata da numerosi studiosi per la caratterizzazione delle formazioni boschive italiane, essendo utile più in generale a definire i caratteri di adattamento fitoclimatico di un'area. Pavari distingue cinque zone climatiche: Lauretum, Castanetum, Fagetum, Picetum ed Alpinetum. La divisione in zone e sottozone è basata essenzialmente su tre valori medi di temperatura: media annua, media del mese più freddo e media dei minimi annuali. Le zone del Lauretum e del Castanetum sono contraddistinte anche in base all'andamento pluviometrico. Il quadro di questa classificazione applicata all'area in esame è riportato nella seguente tabella.

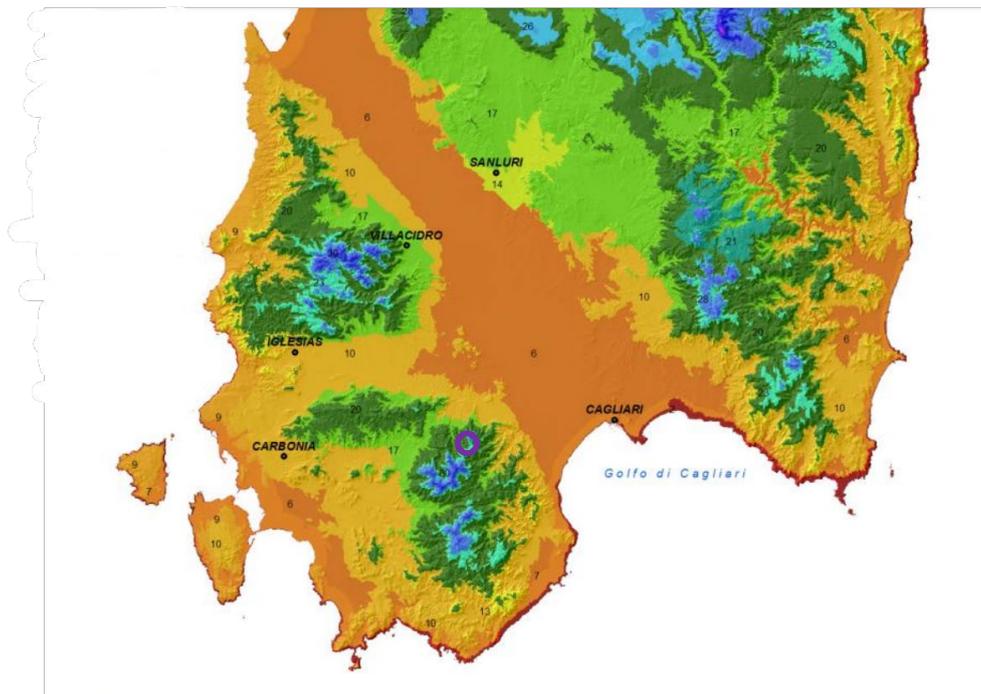
Stazione	Quota (m)	Temperature medie °C			Precipitazioni (mm)		Escursione termica annua	Zona e sottozona
		annua	mese più freddo	mese più caldo	annua	estiva		
Capoterra	54	15.6	10.5	27.6	555	55.6	13,6	Lauretum caldo con siccità estiva

Prospetto della classificazione fitoclimatica di Pavari.

Sulla base dei dati riportati, secondo la classificazione fitoclimatica del Pavari, come rappresentato anche dalla figura, l'area in esame è classificabile nella sottozona *calda* del *Lauretum*.



La carta bioclimatica realizzata dalla RAS, invece, riporta la delimitazione delle aree bioclimatiche della Sardegna.



Estratto della carta bioclimatica della RAS Fonte - RAS, 2014.

L'area di progetto, delimitata con il tratto viola scuro, ricade nella classe 6. Di seguito si riportano le descrizioni di dettaglio delle classi 6 e 10, prossime all'area in esame.

FITOCCLIM I	FITOCCLIM_	TERMOTIPO	OMBROTIPO	CONTINENTA	ISOBIOCLIM	MACROBIOCL	BIOCLIMA
6	6	upper thermomediterranean, lower dry, euoceanic weak	termomediterraneo superiore	secco inferiore	euoceanico debole	termomediterraneo superiore, secco inferiore, euoceanico debole	mediterraneo
10	10	upper thermomediterranean, upper dry, euoceanic weak	termomediterraneo superiore	secco superiore	euoceanico debole	termomediterraneo superiore, secco superiore, euoceanico debole	mediterraneo

4. CARATTERISTICHE DEL TERRENO

4.1. PEDOLOGIA

La conoscenza delle caratteristiche fisicochimiche dei suoli rappresenta uno degli strumenti fondamentali nello studio di un territorio, soprattutto se questo studio è finalizzato ad una utilizzazione che non ne comprometta le potenzialità produttive. L'obiettivo della pedologia è pertanto:

- conoscenza dei processi evolutivi dei suoli che si estrinseca con l'attribuzione del suolo, o dei suoli, ad un sistema tassonomico o in una classificazione;
- valutazione della loro attitudine ad un determinato uso o gruppo di usi al fine di ridurre al minimo la perdita di potenzialità che tale uso e l'utilizzazione in genere comporta.

L'area in esame si colloca nella porzione meridionale del Campidano di Cagliari e dal punto di vista geologico, rappresenta una porzione del margine meridionale della omonima depressione tettonica (Graben del Campidano).

Nel Graben del Campidano, affiorano estesamente i sedimenti clastici continentali pleistocenico-olocenici; estrapolando le informazioni geologiche di aree limitrofe all'area di progetto è verosimile ipotizzare la presenza nel sottosuolo anche di questa parte del Campidano dei sottostanti depositi continentali e marini del Pliocene/Pleistocene (Formazione di Samassi che non affiora ma è stata attraversata da sondaggi profondi, Pecorini e Pomesano, Cerchi, 1969).

Questi ultimi poggerebbero su di un substrato costituito in larga parte dai depositi marini miocenici e anche dalle vulcaniti calc-alcaline oligo-mioceniche, come testimoniato da alcuni sondaggi esplorativi profondi (es. il pozzo Oristano 1 della SAIS). Infine, nella porzione sud-orientale dell'area, sono presenti affioramenti di leucomonzograniti a biotite facenti parte del Complesso intrusivo e filoniano tardopaleozoici (VLDb).

La morfologia dell'area risente direttamente della strutturazione tettonica più recente, ovvero dell'impostazione della Fossa del Campidano che ha avuto la sua massima attività durante il Pliocene medio-Quaternario.

4.2. CLASSIFICAZIONE DEL SITO SECONDO LA LAND CAPABILITY CLASSIFICATION

La metodologia della land evaluation (valutazione del territorio), sviluppata dagli studiosi di scienze del territorio, si propone di raccogliere e tradurre la gran parte delle informazioni ricevute dall'analisi multidisciplinare del territorio in una forma che risulti semplice e comprensibile a tutti coloro che operano in esso.

Il metodo di valutazione territoriale di tipo indiretto applicato nel presente lavoro si basa sul principio che alcune proprietà importanti dei suoli o del territorio, che vanno poi a determinare il risultato (positivo o negativo) di un certo land use, possano essere dedotte dall'esame delle caratteristiche dei suoli.

Lo studio di un territorio viene effettuato a partire dall'analisi di una serie di caratteri del territorio, raccolti durante una campagna di rilevamenti e/o dedotti da studi di base già effettuati. Comprendono caratteri del suolo (granulometria, pH, S.O., ecc.), del clima (temperatura, piovosità, direzione ed intensità del vento), caratteri morfologici (franosità, pendenza) idrologici e eventuali altre informazioni utili alla definizione delle unità del territorio e alla loro classificazione.

Sono inoltre da prendere in esame le cosiddette qualità del territorio (F.A.O. 1976), che vengono misurate o stimate attraverso l'approfondimento dei caratteri del territorio. Esse determinano un

attributo dinamico e complesso del territorio che influenza in modo specifico le attitudini. Per esempio, la qualità territoriale "erodibilità" dipende dai caratteri pendenza del versante, lunghezza del pendio, permeabilità e struttura del suolo, intensità della pioggia etc. Il processo di valutazione inizia quindi con la precisazione del tipo di utilizzazione e continua con il rilevamento dei caratteri e delle qualità del territorio e la definizione dei requisiti d'uso.

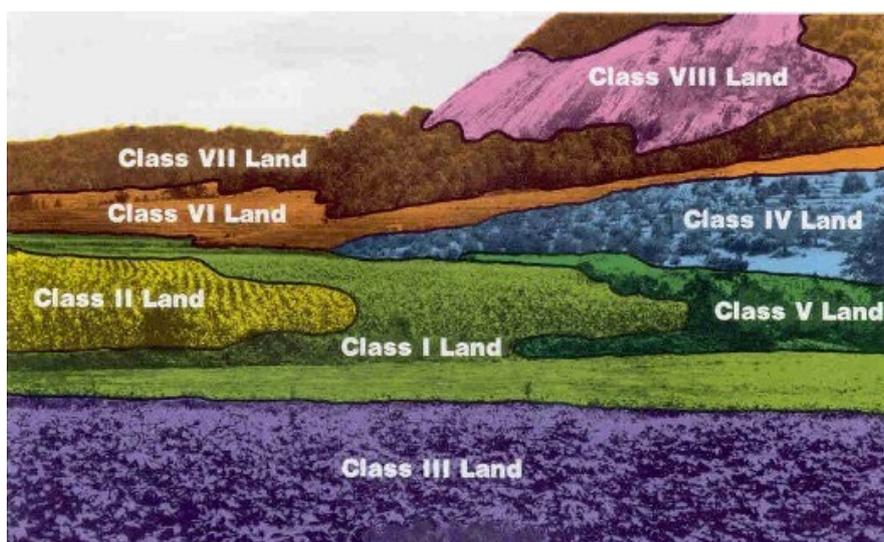
Il tipo di utilizzazione del territorio o land utilization type (LUT) è un concetto chiave per la valutazione delle attitudini; esso specifica per quale tipo di assetto agricolo o forestale o per quale sistema colturale o più generalmente per quale uso sostenibile dal territorio sia valida la classificazione. Dopo avere stabilito lo scopo della valutazione, acquisito i dati per l'elaborazione e definito i requisiti necessari per poter sviluppare un uso specifico nel territorio in esame, occorre procedere al trattamento di questi tre elementi per attribuire le classi di attitudine alle varie unità cartografiche. Questo obiettivo viene raggiunto mediante la realizzazione di una tabella di confronto (matching table), in cui vengono confrontati i requisiti di un determinato tipo di utilizzazione con le qualità delle unità territoriali rilevate sul territorio, attribuendo ad ognuna di queste una classe che rappresenta, in maniera decrescente, il valore del territorio: le classi più basse rappresentano le condizioni migliori, le più alte le peggiori.

Esistono differenti metodi di classificazione nei procedimenti di land evaluation; nel caso in esame ne sono stati adottati due.

È stata prima elaborata un'analisi della capacità d'uso del suolo (Land capability classification), i cui risultati sono poi stati riportati nella Carta delle capacità d'uso dei suoli (Tavola R.06.2). Questo metodo di analisi viene comunemente adottata per stimare la capacità di un territorio a sostenere attività agro-silvo-pastorali.

Sono state poi redatte, in riferimento ad alcuni principali usi possibili, le tabelle di interpretazione sulla suscettività d'uso delle terre, secondo il sistema della Classificazione Attitudinale dei Suoli (Land Suitability Classification), riferite all'uso agricolo e pascolativo. Tali tabelle sono riportate in allegato.

È inoltre stato realizzato uno schema riassuntivo, in cui, per ogni Unità Cartografica, sono state riportate le classi di attitudine relative ai diversi usi proposti.



4.3. LA CLASSIFICAZIONE DEI TERRENI SECONDO LE CLASSI DI CAPACITA' D'USO

Tra i sistemi di valutazione del territorio, elaborati in molti paesi europei ed extra-europei secondo modalità ed obiettivi differenti, la *Land Capability Classification* (Klingebiel, Montgomery, U.S.D.A. 1961) viene utilizzato per classificare il territorio per ampi sistemi agro-pastorali e non in base a specifiche pratiche colturali.

Il concetto centrale della *Land Capability* non si riferisce unicamente alle proprietà fisiche del suolo, che determinano la sua attitudine più o meno ampia nella scelta di particolari colture, quanto alle limitazioni da questo presentate nei confronti di uso agricolo generico; limitazioni che derivano anche dalla qualità del suolo, ma soprattutto dalle caratteristiche dell'ambiente in cui questo è inserito.

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

Classi di Land Capability	
	I, Suoli arabili - senza o con modestissime limitazioni o pericoli di erosione
	II, Suoli arabili - con modeste limitazioni e modesti pericoli di erosione
	III, Suoli arabili - con severe limitazioni e con rilevanti rischi per l'erosione
	IV, Suoli arabili - con limitazioni molto severe e permanenti
	V, Suoli non arabili - non coltivabili o per pietrosità, rocciosità o per altre limitazioni
	VI, Suoli non arabili - non idonei alle coltivazioni, moderate limitazioni per il pascolo e la selvicoltura
	VII, Suoli non arabili - limitazioni severe e permanenti, forte pericolo di erosione
	VIII, Suoli non arabili - limitazioni molto severe per il pascolo ed il bosco, notevolissimo il pericolo di erosione

I criteri fondamentali della capacità d'uso sono:

- di essere in relazione alle limitazioni fisiche permanenti, escludendo quindi le valutazioni dei fattori socio-economici;
- di riferirsi al complesso di colture praticabili nel territorio in questione e non ad una coltura particolare;
- di comprendere nel termine "difficoltà di gestione" tutte quelle pratiche conservative e sistematorie necessarie affinché, in ogni caso, l'uso non determini perdita di fertilità o degradazione del suolo;
- di considerare un livello di conduzione abbastanza elevato, ma allo stesso tempo accessibile alla maggior parte degli operatori agricoli.

La classificazione si realizza applicando tre livelli di definizione in cui suddividere il territorio:

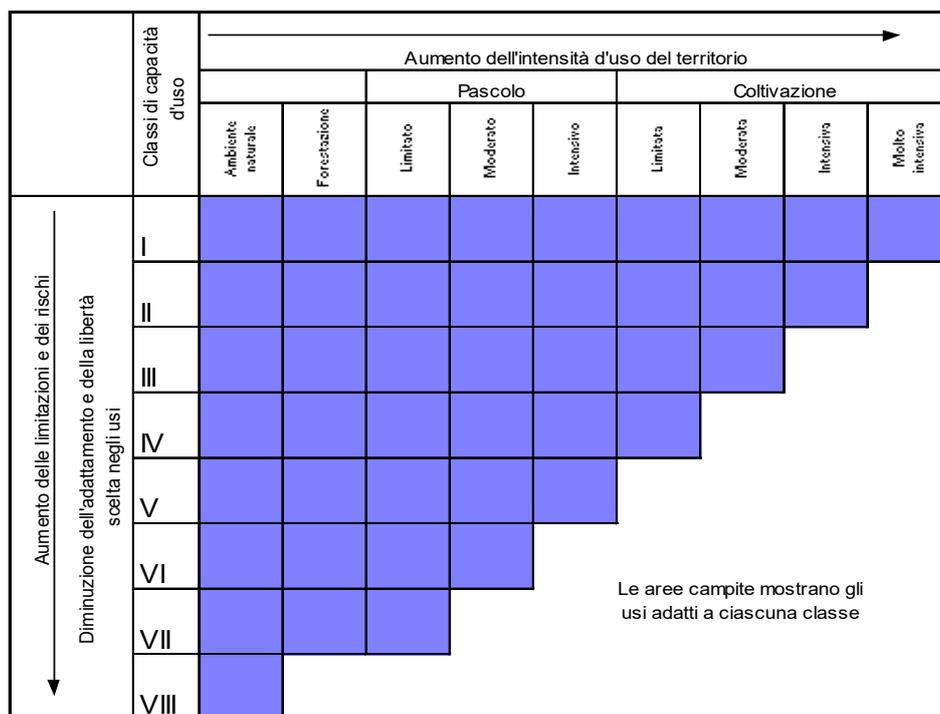
- classi
- sottoclassi
- unità

Per la classificazione del territorio comunale di Serramanna è stato adottato il primo livello, integrato con informazioni relative al secondo livello di classificazione (classi e sottoclassi di capacità d'uso); sono state quindi identificate le principali limitazioni all'uso agricolo relative ad ogni unità cartografica, che sono riportate nella legenda della carta delle unità di paesaggio, presente nell'allegato 1. Le classi sono 8 e vengono distinte in due gruppi in base al numero e alla severità delle limitazioni: le prime 4 comprendono i suoli idonei alle coltivazioni (suoli arabili) mentre le altre 4 raggruppano i suoli non idonei (suoli non arabili), tutte caratterizzate da un grado di limitazione

crescente. Ciascuna classe può riunire una o più sottoclassi in funzione del tipo di limitazione d'uso presentata (erosione, eccesso idrico, limitazioni climatiche, limitazioni nella zona di radicamento) e, a loro volta, queste possono essere suddivise in unità non prefissate, ma riferite alle particolari condizioni fisiche del suolo o alle caratteristiche del territorio. Nelle tabelle che segue sono riportate le 8 classi e (poco più avanti) le 4 sottoclassi della *Land Capability* utilizzate (Cremaschi e Rodolfi, 1991, Aru, 1993).

CLASSE	DESCRIZIONE	ARABILITA'
I	suoli senza o con modestissime limitazioni o pericoli di erosione, molto profondi, quasi sempre livellati, facilmente lavorabili; sono necessarie pratiche per il mantenimento della fertilità e della struttura; possibile un'ampia scelta delle colture	si
II	suoli con modeste limitazioni e modesti pericoli di erosione, moderatamente profondi, pendenze leggere, occasionale erosione o sedimentazione; facile lavorabilità; possono essere necessarie pratiche speciali per la conservazione del suolo e delle potenzialità; ampia scelta delle colture	si
III	suoli con severe limitazioni e con rilevanti rischi per l'erosione, pendenze da moderate a forti, profondità modesta; sono necessarie pratiche speciali per proteggere il suolo dall'erosione; moderata scelta delle colture	si
IV	suoli con limitazioni molto severe e permanenti, notevoli pericoli di erosione se coltivati per pendenze notevoli anche con suoli profondi, o con pendenze moderate ma con suoli poco profondi; scarsa scelta delle colture, e limitata a quelle idonee alla protezione del suolo	si
V	non coltivabili o per pietrosità e rocciosità o per altre limitazioni; pendenze moderate o assenti, leggero pericolo di erosione, utilizzabili con foresta o con pascolo razionalmente gestito	no
VI	non idonei alle coltivazioni, moderate limitazioni per il pascolo e la selvicoltura; il pascolo deve essere regolato per non distruggere la copertura vegetale; moderato pericolo di erosione	no
VII	limitazioni severe e permanenti, forte pericolo di erosione, pendenze elevate, morfologia accidentata, scarsa profondità idromorfia, possibili il bosco od il pascolo da utilizzare con cautela	no
VIII	limitazioni molto severe per il pascolo ed il bosco a causa della fortissima pendenza, notevolissimo il pericolo di erosione; eccesso di pietrosità o rocciosità, oppure alta salinità, etc. Le 4 sottoclassi sono identificate da una lettera minuscola che segue il numero romano della classe e sono le seguenti	no

La lettura delle indicazioni classi della land capability permette di ritrarre informazioni importanti sulle attività silvo-pastorali effettuabili in un'area territoriale, come si comprende anche dal grafico che segue, che descrive le attività silvo-pastorali ammissibili per ciascuna classe di capacità d'uso:



Attività silvo-pastorali ammesse per ciascuna classe di capacità d'uso.

La tabella che segue indica la correlazione fra unità di suolo e valutazione di capacità d'uso dei suoli.

SIGLA	LITOLOGIA	TASSONOMIA	LIMITAZIONI D'USO	ATTITUDINI E INTERVENTI	CLASSE DI LAND CAPABILITY	CLASSE CARTOGRAFICA
I1	Depositi alluvionali del Pliocene (anche la Formazione di Samassi) e del Pleistocene e arenarie eoliche cementate del Pleistocene.	TYPIC, AQUIC, ULTIC PALEXERALS	Eccesso di scheletro, drenaggio da lento a molto lento, moderato pericolo di erosione	Colture erbacee e, nelle aree più drenate colture arboree anche irrigue	III-IV	III
L1	Sedimenti alluvionali recenti e attuali e depositi di versante derivati dai substrati costituiti da marne e tufi vulcanici	TYPIC XEROFLUENTS	A tratti: eccesso di scheletro, drenaggio lento	Colture erbacee ed arboree anche irrigue, con limiti per la pietrosità	V-IV-II	V
L1p	Sedimenti alluvionali recenti e attuali e depositi di versante derivati dai substrati costituiti da marne e tufi vulcanici - aree oggetto di spietatura con rimozione del pietrame di dimensioni elevate e medie	TYPIC XEROFLUENTS	A tratti: drenaggio lento	Colture erbacee ed arboree anche irrigue	II-I	II

4.4. LA CLASSIFICAZIONE DEL TERRITORIO SECONDO LE CLASSI DELLA SUSCETTIVITÀ D'USO

La procedura di valutazione dell'attitudine del territorio ad una utilizzazione specifica, secondo il metodo della *Land Suitability Evaluation* è stato messo a punto dalla F.A.O., a partire dagli anni Settanta, con l'obiettivo di stabilire una struttura per la procedura di valutazione. Essa si basa sui seguenti principi:

- l'attitudine del territorio deve riferirsi ad un uso specifico;
- la valutazione richiede una comparazione tra gli investimenti (inputs) necessari per i vari tipi d'uso del territorio ed i prodotti ottenibili (outputs);
- la valutazione deve confrontare vari usi alternativi;
- l'attitudine deve tenere conto dei costi per evitare la degradazione del suolo;
- la valutazione deve tener conto delle condizioni fisiche, economiche e sociali;
- la valutazione richiede un approccio multidisciplinare.

Alla base del metodo è posto il concetto di "uso sostenibile", cioè di un uso in grado di essere praticato per un periodo di tempo indefinito, senza provocare un deterioramento severo o permanente delle qualità del territorio.

La struttura della classificazione è articolata in ordini, classi, sottoclassi ed unità. Nel presente lavoro si è ritenuto opportuno fermarsi alla gerarchia della classe.

Ordini:

ORDINE	SUSCETTIVITA'	DESCRIZIONE
S	adatto (<i>suitable</i>)	Comprende i territori per i quali l'uso considerato produce dei benefici che giustificano gli investimenti necessari, senza inaccettabili rischi per la conservazione delle risorse naturali
N	non adatto (<i>not suitable</i>)	Comprende i territori con qualità che precludono il tipo d'uso ipotizzato. La preclusione può essere causata da una impraticabilità tecnica dell'uso proposto o, più spesso, da fattori economici sfavorevoli

Classi:

Riflettono il grado di attitudine di un territorio ad un uso specifico.

CLASSE	SUSCETTIVITA'	DESCRIZIONE
S1	molto adatto (<i>highly suitable</i>)	Territori senza significative limitazioni per l'applicazione dell'uso proposto o con limitazioni di poca importanza che non riducano significativamente la produttività e i

CLASSE	SUSCETTIVITA'	DESCRIZIONE
		benefici, o non aumentino i costi previsti. I benefici acquisiti con un determinato uso devono giustificare gli investimenti, senza rischi per le risorse
S2	moderatamente adatto (<i>moderately suitable</i>)	Territori con limitazioni moderatamente severe per l'applicazione dell'uso proposto e tali, comunque, da ridurre la produttività e i benefici, e da incrementare i costi entro limiti accettabili. I territori avranno rese inferiori rispetto a quelle dei territori della classe precedente
S3	limitatamente adatto (<i>marginally suitable</i>)	Territori con severe limitazioni per l'uso intensivo prescelto. La produttività e i benefici saranno così ridotti e gli investimenti richiesti incrementati a tal punto che questi costi saranno solo parzialmente giustificati
N1	normalmente non adatto (<i>currently not suitable</i>)	Territori con limitazioni superabili nel tempo, ma che non possono essere corrette con le conoscenze attuali e con costi accettabili
N2	permanentemente non adatto (<i>permanently not suitable</i>)	Territori con limitazioni così severe da precludere qualsiasi possibilità d'uso

Tale metodologia, come è noto, stata messa a punto per la valutazione del territorio a fini agro-silvo-pastorali, ma non mancano esempi di applicazione ad altri campi delle attività antropiche differenti da quelle agricole, ad esempio l'edificabilità.

L'elaborazione della procedura ha seguito le seguenti fasi:

Definizione di alcuni usi specifici del territorio:

- uso pascolativo zootecnico
- uso viticolo
- uso olivicolo
- uso orticolo

Tali usi sono stati scelti onde poter effettuare:

- Definizione dei caratteri e delle qualità del territorio (misurabili o stimabili) in grado di influenzare gli usi proposti (es. profondità del suolo, drenaggio, profondità della falda, etc.)
- Definizione dei requisiti d'uso per i differenti usi proposti.

A tal fine sono state redatti gli schemi di classificazione per l'attitudine dei suoli per i diversi usi che riportano le caratteristiche ambientali che possono influenzare quel tipo di uso ed i gradi crescenti di limitazione definiti dalle 5 classi sopra descritte. Le caratteristiche ovviamente variano in funzione dell'uso esaminato. Sono state quindi realizzate le tabelle delle classificazioni attitudinali del territorio in funzione di un uso specifico. Per ciascuna unità cartografica (o meglio, per alcune delle principali unità cartografiche interessate agli usi) è stato valutato il grado di idoneità relativo alle caratteristiche ambientali. La caratteristica col grado di idoneità più limitante definisce la classe di attitudine finale assegnata alle unità cartografiche.

Infine è stato elaborato lo schema riepilogativo delle classi finali attribuite a ciascuna unità cartografica. L'analisi di questo schema permette di identificare per ciascuna unità cartografica quali siano gli usi compatibili, definiti dalle classi S1-S2-S3, e quali quelli da evitare, definiti dalle classi N1-N2.

Inoltre poiché le singole unità cartografiche presentano, talvolta, dei caratteri (pendenza, pietrosità, ecc.) non perfettamente omogenei in ogni loro parte, la classe di attitudine finale non è singola, ma composta. Tale inconveniente può essere superato attraverso la realizzazione di una cartografia di maggior dettaglio, che permetta di scomporre unità in modo da ottenere una classe di attitudine maggiormente definita.

Per quanto concerne l'uso pascolativo le caratteristiche ambientali considerate e gli schemi di valutazione adottati sono quelle già utilizzate in diversi studi in Sardegna [Aru, Baldaccini, Loi, 1980].

Schema per la valutazione dell'attitudine dei suoli al pascolo sulle alluvioni:

CARATTERISTICHE AMBIENTALI	S1	S2	S3	N1	N2
Tessitura (*)	F-FA	A-FS-FA	A-FSg-SF-SC	-	S-SC
Profondità del suolo (cm)	>100	100-60	60-40	<40	-
Drenaggio	normale	lento	molto lento- rapido	-	-
Pendenza %	0-5	5-10	10-30	>30	-
Roccosità %	assente	0-2	2-20	>20	-
Pietrosità %	0-10	10-20 (rimovibile)	20-50 (rimovibile)	50-80 (parz. rimovibile)	>80 (non rimovibile)
Rischio di inondabilità	assente	scarso	moderato	alto	molto alto

(*) TESSITURA: F=franca; FA=franco-argillosa; A=argillosa; FS=franco-sabbiosa; FSg=franco-sabbiosa grossolana; grossolana SF=sabbioso-franca; SC=sabbioso-ciottolosa; S=sabbiosa.

Schema per la valutazione dell'attitudine dei suoli alla viticoltura:

CARATTERISTICHE AMBIENTALI	S1	S2	S3	N1	N2
Tessitura (*)	F-FA-FL	S-FS	S-SF	C	C
Profondità del suolo (cm)	>90	60-90	35-60	<35	-
Drenaggio	normale	normale-rapido	molto lento- rapido	-	-
Salinità $C_e \cdot 10^3$	<2	2-4	4-6	>6	-
Calcare attivo %	<10	>10	-	-	-
Pendenza %	0-5	5-10	10-30	>30	-
Roccosità %	assente	0-2	2-20	>20	-
Pietrosità %	0-10	10-20 (rimovibile)	20-50 (rimovibile)	50-80 (parz. rimovibile)	>80 (non rimovibile)
Rischio di inondabilità	assente	scarso	moderato	alto	molto alto

(*) TESSITURA: F=franca; FA=franco-argillosa; A=argillosa; SF=sabbioso-franca; S=sabbiosa; C=ciottolosa.

Schema per la valutazione dell'attitudine dei suoli all'olivicoltura:

CARATTERISTICHE AMBIENTALI	S1	S2	S3	N1	N2
Tessitura (*)	F-FA-A	S-FS	S-SF	C	C
Profondità del suolo (cm)	>100	100-60	60-40	<40	-
Drenaggio	normale	lento	molto lento- rapido	-	-
Pendenza %	0-5	5-10	10-30	>30	-
Roccosità %	assente	0-2	2-20	>20	-
Pietrosità %	0-10	10-20 (rimovibile)	20-50 (rimovibile)	50-80 (parz. rimovibile)	>80 (non rimovibile)
Rischio di inondabilità	assente	scarso	moderato	alto	molto alto

(*) TESSITURA: F=franca; FA=franco-argillosa; A=argillosa; SF=sabbioso-franca; S=sabbiosa; C=ciottolosa.

Schema per la valutazione dell'attitudine dei suoli all'orticoltura:

CARATTERISTICHE AMBIENTALI	S1	S2	S3	N1	N2
Tessitura (*)	F-FA-A	S-FS	S-SF	C	C
Profondità del suolo (cm)	>100	100-60	60-40	<40	-
Drenaggio	normale	lento	molto lento- rapido	-	-
Pendenza %	0-5	5-10	10-30	>30	-
Roccosità %	assente	0-5	5-10	>10	-
Pietrosità %	0-5	5-10 (rimovibile)	10-20 (rimovibile)	20-80 (parz. rimovibile)	>80 (non rimovibile)
Rischio di inondabilità	assente	scarso	moderato	alto	molto alto

(*) TESSITURA: F=franca; FA=franco-argillosa; A=argillosa; SF=sabbioso-franca; S=sabbiosa; C=ciottolosa.

(**) COLE: capacità del suolo a contrarsi e/o rigonfiarsi

La legenda adottata nelle carte prevede l'uso di colori differenziati per mappare le diverse classi, secondo il seguente schema grafico:

	S1 - Suscettività molto elevata
	S1-S2 - Suscettività da molto elevata ad elevata
	S2 - Suscettività elevata
	S2-S3 Suscettività da elevata a limitata
	S3 - Suscettività limitata
	S3-N1 - Suscettività scarsa
	N1 - Suscettività molto scarsa

Di seguito si riportano le classificazioni cartografiche dell'area in esame secondo il metodo della land suitability classification e rispetto ai quattro usi target orticolo, olivicolo, pascolativo e viticolo (si omette la tabella di verifica (matching table)).

SIGLA	LITOLOGIA	TASSONOMIA	LIMITAZIONI D'USO	ATTITUDINI E INTERVENTI	SUSCETTIVITA'			
					OLIVICOLTURA	PASCOLO	ORTICOLTURA	VITICOLTURA
I1	Depositi alluvionali del Pliocene (anche la Formazione di Samassi) e del Pleistocene e arenarie eoliche cementate del Pleistocene.	TYPIC, AQUIC, ULTIC PALEXERALFS	Eccesso di scheletro, drenaggio da lento a molto lento, moderato pericolo di erosione	Culture erbacee e, nelle aree più drenate culture arboree anche irrigue	S3-N1	S2	S3-N1	S2-S3
L1	Sedimenti alluvionali recenti e attuali e depositi di versante derivati dai substrati costituiti da marne e tufi vulcanici	TYPIC XEROFLUVENTS	A tratti: eccesso di scheletro, drenaggio lento	Limitata scelta di culture erbacee ed arboree anche irrigue, per gli evidenti limiti legati alla pietroosità presente	S3	S3	N1	S3
L1p	Sedimenti alluvionali recenti e attuali e depositi di versante derivati dai substrati costituiti da marne e tufi vulcanici - aree oggetto di spietatura con rimozione del pietrame di dimensioni elevate e medie	TYPIC XEROFLUVENTS	A tratti: drenaggio lento	Culture erbacee ed arboree anche irrigue	S1-S2	S1-S2	S2	S2

4.5. IDONEITA' DEL SUOLO

Sono presenti, pertanto, suoli a I1 profilo A-Bt-C, A-Btg-Cg e subordinatamente A-C, profondi, da FS a FSA in superficie, da FSA ad A in profondità, da permeabili a poco permeabili, da subacidi ad acidi, da saturi a desaturati e suoli a L1 profili A-C e subordinatamente A-Bw-C, profondi, da sabbioso franchi a franco argillosi, da permeabili a poco permeabili, neutri, saturi.

Queste superfici sono da riferire, ai Typic, Aquic ed UlticPalexeralfs, e secondariamente ai Xerofluvents, Ochraqualfs. Suoli di buona profondità, con tessitura da franco-sabbiosa a franco-sabbioso-argillosa per gli orizzonti superficiali, significativamente antropizzati, con eccesso di lavorazioni e quindi destrutturati e poveri di sostanza organica, mentre gli altri orizzonti presentano una tessitura da franco-sabbioso-argillosa ad argillosa in profondità, e conseguente permeabilità differenziata. Questo fatto determina in base anche alla quantità e concentrazione delle precipitazioni, in particolare nei mesi invernali, si manifesti dapprima una idromorfia che culmina con una erodibilità che possiamo individuare come moderata, e solo localmente significativa, di frequente accentuata dall'azione di pedinamento degli animali al pascolo.

La reazione varia da sub-acida ad acida ed i carbonati sono praticamente assenti. Questo comporta una capacità di scambio cationico da bassa a media e dei suoli anche desaturati.

Le limitazioni nell'uso più importanti di queste associazioni di suoli riguardano l'eccesso di scheletro, rilevante e significativo nella quantità e nella qualità con apporti di materiali particolarmente insidiosi per le lavorazioni, la sicurezza degli operatori e il consumo degli strumenti agricoli.

Quindi suoli poveri di cementi organici, destrutturati, ricchi di scheletro, moderatamente idromorfi e con una erosione determinata dalle attività antropiche e parantropiche. Per questo motivo sono stati collocati tra la III e la IV Classe della Land Capability Classification. Il processo di degradazione antropica è ben rilevabile dalle immagini aeree a partire dagli anni '50, dove il paesaggio agrario era profondamente segnato dal pascolo e dai campi di grano.

Con l'uso di strumenti di lavorazione del terreno sempre più potenti e performanti, attraverso le arature profonde l'orizzonte C è stato portato, sempre più spesso in superficie, incrementando la pietrosità, fatta di elementi grossolani.

4.6. MONITORAGGIO PEDOLOGICO

Al fine di salvaguardare la componente suolo e di conoscere le principali proprietà pedologiche delle aree prima dell'installazione dei pannelli, sarà predisposto uno specifico studio, mirato alla classificazione della capacità d'uso dei suoli interessati dall'impianto, anche attraverso analisi di laboratorio su un numero congruo di campioni, sulla base del quale prevedere, di concerto con l'A.R.P.A.S., un piano di monitoraggio che consenta di verificare ex ante, in itinere ed ex post l'andamento delle proprietà pedologiche più significative nei confronti di eventuali impatti dell'opera durante gli anni attesi di esercizio;

Come evidenziato in precedenza in fase ante operam sarà condotta una campagna integrativa finalizzata a valutare la fertilità del suolo e la componente pedologica su punti rappresentativi, alcuni di questi saranno individuati al di sotto dei pannelli FTV altri al di fuori dagli stessi. Su questi campioni sono stati determinati i parametri seguenti:

- granulometria,
- pH,
- salinità,
- calcare totale e attivo,
- capacità di scambio cationico (CSC),
- sostanza organica,
- azoto totale,
- fosforo assimilabile,
- potassio scambiabile,
- magnesio e calcio scambiabili.

Le determinazioni ottenute saranno utilizzate come base per valutare l'evoluzione pedologica delle aree interessate dall'impianto, a questo fine il monitoraggio prevede di eseguire analisi periodiche sugli stessi punti campionati in modo da valutare l'influenza del parco fotovoltaico sulla componente. La periodicità del monitoraggio sarà definita in fase di esercizio dell'impianto, anche

in base alla potenziale evoluzione delle caratteristiche pedologiche e climatiche dell'area in esame, e sarà mirato a valutare il mantenimento delle caratteristiche di fertilità o eventuali variazioni positive o negative.

5. STATO ATTUALE DEL TERRENO

I terreni su cui è prevista la realizzazione dell'impianto agrivoltaico sono attualmente utilizzati per coltivazione di foraggio e pascolo brado. L'area è parzialmente recintata mediante rete metallica.

L'azienda possiede una viabilità interpodereale in discrete condizioni di manutenzione, che permette una facile movimentazione all'interno della stessa.

I terreni fanno parte dell'azienda agricola dei Fratelli Falconi che li utilizza per pascolo e coltivazione di foraggi. La parte agricola del parco agrivoltaico, continuerà a essere condotta dagli stessi proprietari.

La morfologia del terreno si presenta prevalentemente pianeggiante e l'area circostante è caratterizzata dalla presenza di terreni anch'essi coltivati. La quota massima e minima del sito è pari rispettivamente a circa 71 m s.l.m., mentre la distanza minima dal mare è pari a circa 37 km.

Il paesaggio agrario nell'area di studio è disegnato in maniera netta dalla mano dell'uomo, a partire dai confini dei campi, per proseguire nelle sue forme e nelle sistemazioni idrauliche di pianura. I campi presentano forma regolare e i loro confini sono segnati dalla presenza di frangivento a Eucalyptus.

Come detto, il paesaggio dell'area d'interesse e dell'area vasta è stato profondamente modificato dall'azione antropica e resta poco o niente del paesaggio planiziale originario. Non sono da riferire all'antico sistema di paesaggi neanche i modesti tratti di formazioni forestali, o tanto meno i singoli alberi presenti nell'area.

La formazione forestale potenziale è riconducibile alla Serie Sarda Termo– Mesomediterranea della Sughera, ovvero nel Galio scabri-Quercetumsuberis. Questi sono mesoboschi a Quercussuber con *Q. ilex*, *Viburnum tinus*, *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Phyllirealatifolia*, *Myrtus communis*. Questa associazione è divisa in due sub associazioni, la subass. Tipica quercetosumsuberis e la subass. rhamnetosum alaterni. La sua articolazione è leggibile nelle rare forme di degradazione della macchia mediterranea presente nell'area.

Stadi di successione della vegetazione forestale, come forme di sostituzione soprattutto nei casi di incendi e decespugliamento, sono le formazioni arbustive riferibili all'associazione *Erica arborea*-*Arbutus unedo* e da garighe a *Cistus monspeliensis* e *C. salvifolius* (Bacchetta et al., 2007). In misura minore possiamo annoverare tra la vegetazione potenziale del sito di studio anche il geosigmeto mediterraneo, edafoigrofilo e/o planiziale eutrofico, termo-mesomediterraneo del Rio Leni (*Populus alba*, *Fraxinoangustifoliae*- *Ulmion minoris*, *Salicinalbae*).

Il geosigmeto edafoigrofilo e/o planiziale è caratterizzato da mesoboschi edafoigrofili caducifogli costituiti da *Populus alba*, *P. nigra*, *Ulmus minor* sp. minor, *Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa* e *Salix* sp. pl. Queste formazioni hanno una struttura generalmente bistratificata, con strato erbaceo variabile in funzione del periodo di allagamento e strato arbustivo spesso assente o costituito da arbusti spinosi. I substrati sono caratterizzati da materiali sedimentari fini, prevalentemente limi e argille parzialmente in sospensione, con acque ricche in carbonati, nitrati e, spesso, in materia organica, con possibili fenomeni di eutrofizzazione. Gli stadi della serie sono disposti in maniera spaziale procedendo in direzione esterna rispetto ai corsi d'acqua. Generalmente si incontrano delle boscaglie costituite da *Salix* sp. pl., *Rubus ulmifolius*, *Tamarix* sp. pl. ed altre fanerofite cespitose quali *Vitex agnus-castus*, *Nerium oleander* o *Sambucus nigra*. Più esternamente sono poi presenti popolamenti elofitici e/o elofito-rizofitici inquadrabili nella classe Phragmito-Magnocaricetea. Le formazioni ripariali persistono esclusivamente lungo i corsi d'acqua principali, mentre risultano completamente assenti nel sito interessato dalle opere in progetto.

L'azione dell'uomo nell'area di studio è riscontrabile anche per la presenza nell'area di infrastrutture viarie, canali, sistemazioni agrarie, aree di cava, argini e quanto altro necessario a soddisfare le esigenze antropiche anche dal punto di vista abitativo. L'agricoltura ha perso nel tempo molta della sua importanza economica e gli spazi che occupa sono diventati anche aree da attraversare per poter unire i centri abitati per tramite delle infrastrutture stradali. Nell'area d'intervento le attività antropiche, seppur legate ancora all'agricoltura, non sono spesso mirate alla conservazione del bene primario, il suolo.



Vista del terreno – punto 1.



Vista del terreno – punto 2.



Vista del terreno - – punto 3.



Vista del terreno – punto 4.

Opere importanti che definiscono forma e dimensione dei campi coltivati, modificano le condizioni di equilibrio dinamico (non-equilibrio) in cui si trovano i sistemi biologici ed in particolare il suolo. Qui sono stati modificati i corsi d'acqua, realizzati canali, colmate le depressioni, eliminate le emergenze, rese più dolci le pendenze del terreno, questo per poter facilitare le lavorazioni dei suoli.

Uno dei problemi è l'assenza di manutenzione per queste superfici. Anche una semplice sistemazione di pianura ha necessità di continui interventi per il mantenimento della sua funzionalità ecologica. Altre importanti modifiche antropiche riguardano la percezione del

paesaggio, come nel caso delle alberature delle aree di bonifica con specie totalmente estranee alla flora locale, come nel caso dell'Eucalyptus sp.pl, necessarie per soddisfare esigenze ecologiche e funzionali contingenti.

A suo tempo l'utilizzo di questa specie è stato reso necessario dal particolare eccesso di ristagno idrico e il suo rapido accrescimento soddisfa la necessità di creare delle barriere frangivento di notevole efficacia. Del paesaggio vegetale naturale resta pertanto ben poco. L'attuale paesaggio vegetale dell'area in esame consiste in un fitto mosaico di colture erbacee irrigue e non irrigue (cerealicole e foraggere da sfalcio), orticole e frutteti. Frequenti sono inoltre gli impianti di specie arboree (in particolare Eucalyptus camaldulensis) con funzione di frangivento. La vegetazione spontanea si conserva lungo i margini dei coltivi e soprattutto all'interno dei fossi e canali di regimazione delle acque.

Ulteriori elementi di vegetazione spontanea sono rappresentati dalle comunità post-colturali degli incolti e dei coltivi a riposo, a prevalenza di Asteracee spinose. La vegetazione erbacea descrive inoltre un paesaggio post-culturale delle graminacee da granella o dei pascoli, mentre la vegetazione arbustiva è parte di una successione secondaria amputata delle sue estremità (partenza ed arrivo) tanto da apparire un po' per caso nei rari luoghi in cui la si ritrova.



Vista dall'alto del terreno - punto 1.



Vista dall'alto del terreno - punto 2.

L'uso esclusivo del pascolo in alcune aree, in una situazione di fragilità pedologica e agronomica ha portato come logica conseguenza ad un ulteriore depauperamento del suolo agrario in particolare della frazione legata alla sostanza organica, principale pilastro della fertilità dei terreni agrari.

Parte dell'area oggetto di intervento all'attualità è utilizzata anche per il pascolamento libero da parte del bestiame ovino.

Pertanto, allo stato attuale l'area si presenta in uno stato di impoverimento della fertilità potenziale, con un riflesso diretto ed immediato sulla potenzialità produttiva. Inoltre l'azione del pascolamento monospecifico, protratto negli anni ha portato ad un impoverimento floristico del cotico erboso per l'azione di selezione sulle essenze pabulari svolta in particolare dagli ovini. Le superfici sono all'attualità così coltivate:

- Ha 10 circa riposo;
- Ha 37 circa trifoglio e altre foraggere a prato pascolo in asciutto;
- Ha 6 circa medica, avena e orzo in asciutto.

Al fine di dare una scala di valutazione uniforme e confrontabile nelle diverse situazioni, si propone la stima del valore agronomico dei terreni costituenti l'area di intervento calcolando le Unità Foraggere Latte (U.F.L.) prodotte.

Allo stato attuale la produzione foraggera per i terreni a riposo è quella riferibile ad un pascolo naturale magro. Dal calcolo espresso nella tabella seguente si ricavano le U.F.L.:

TIPOLOGIA	Ettari	U.F./Ettaro	U.F. totali
Riposo (pascolo magro)	10	1000	10000
Prato pascolo asciutto	37	1.920	71040
Medica avena e orzo in asciutto	6	3000	18000
			99040

Attualmente, pertanto, il valore agronomico dei terreni, espressi secondo il calcolo proposto è pari a 99040 Unità Foraggiere Latte (allevando l'azienda ovini di latte si ritiene più confacente alla realtà la conversione delle produzioni in unità foraggiere latte).

A titolo esemplificativo considerata l'esigenza nutritiva di un capo ovino adulto pari a circa 550 U.F.L./anno, potenzialmente nel terreno potrebbero essere allevati 180 capi ovini, pari a circa 27 Unità bovine adulte.

6. PIANO DI COLTIVAZIONE

Il progetto proposto intende implementare una migliore gestione agronomica dei terreni al fine di contribuire nel tempo al miglioramento decisivo della fertilità del suolo agrario, con lo scopo di restituire alla fine della vita utile dell'impianto agrivoltaico un terreno migliorato e pronto ad essere reimmesso nel ciclo produttivo agro-zootecnico.

La Società SC Energia Solare S.r.l., in ragione della completa compatibilità dell'investimento con gli obiettivi agronomici, intende migliorare l'intera superficie aziendale, compresa quella a pascolo naturale, in superfici a prato pascolo polifita permanente.

La conversione delle superfici presuppone l'attuazione di una serie di operazioni di miglioramento agrario dei terreni al fine da renderli idonei ad ospitare la coltivazione del prato pascolo polifita permanente.

Il prato pascolo polifita permanente rappresenta una coltura agraria di tipo foraggero e pascolivo che per essere messa in atto necessita di una serie di operazioni colturali nel corso dell'anno, finalizzate all'incremento produttivo dei terreni, migliorando allo stesso tempo la fertilità del suolo, come logica conseguenza dell'utilizzo di una migliore tecnica agronomica.

Le superfici a prato-pascolo sono ordinariamente sottoposte a sfalcio per l'ottenimento di fieno, da utilizzare nell'alimentazione del bestiame (in questo caso ovino).

Questa forma gestionale è assolutamente compatibile con il progetto proposto in quanto il terreno effettivamente utilizzabile per le coltivazioni risulterà pari a circa il 95% dell'intera superficie.

Anche le aree sotto i pannelli potranno essere destinate alla coltivazione prevalentemente per la produzione di sostanza organica.

L'obiettivo di miglioramento diretto della fertilità del suolo, in un orizzonte temporale di medio periodo, si raggiungerà utilizzando tecniche di agricoltura conservativa e provvedendo alla semina di essenze miglioratrici in miscuglio.

Nella composizione delle essenze costituenti il miscuglio da seminare per l'ottenimento del prato permanente polifita si privilegeranno le leguminose. Queste hanno la proprietà di migliorare la fertilità del suolo in quanto in grado di fissare al suolo l'azoto atmosferico per l'azione della simbiosi radicale con i batteri azotofissatori.

Tra le essenze leguminose componenti il miscuglio di semina verrà utilizzata anche una specie che troviamo spontanea in Sardegna, il *trifolium subterraneum* capace oltretutto di autoriseminarsi e che possedendo uno spiccato geocarpismo, contribuisce insieme alla copertura vegetale diventata "permanente" ad arrestare l'erosione superficiale allo stato molto diffusa nella superficie oggetto di intervento.

Durante il mese di ottobre/novembre e degli altri mesi invernali, le porzioni di cotico erboso che dopo la raccolta del fieno avvenuta a maggio sono ricresciute, verranno sottoposte al pascolamento controllato degli ovini.

Nel corso del tempo si avrà un graduale miglioramento della fertilità del suolo che progressivamente incrementerà consentendo come è comprensibile un miglioramento agronomico della superficie agricola.

Il valore nutrizionale di un fieno di prato migliorato e bilanciato nella composizione floristica, ricco di essenze leguminose che apportano un notevole miglioramento al valore proteico del fieno, ne fanno aumentare notevolmente il valore nutrizionale.

Pertanto, al netto delle superfici che non sono direttamente utilizzabili come prato migliorato, in quanto occupate dalle infrastrutture e considerata la produzione unitaria espressa in U.F.L. del prato migliorato si ottiene il seguente valore agronomico del terreno oggetto di intervento in fase di esercizio:

- Superficie fondiaria complessiva ha 53.92.00
- Superficie lorda impianto ha 51.20.00
- Superficie coltivabile ha 50.60.00

TIPOLOGIA	Ettari	U.F.L./Ettaro	U.F.L. totali
Pratopascolo permanente migliorato	50,6	3200	161920

Il valore agronomico del terreno pur volendo considerare soltanto la superficie di 50,6 ettari e non di tutti i circa 54 ettari dell'intera superficie coinvolta, secondo l'indice proposto viene incrementato di circa il 60%.

A titolo esemplificativo considerata l'esigenza nutritiva di una capo ovino adulto pari a 550 U.F.L./anno, potenzialmente nel terreno potrebbero essere allevati 300 capi ovini, pari a circa 45 UBA (Unità bovine adulte).

Si evidenzia inoltre un altro aspetto di grande importanza: la presenza di un cotico erboso continuativo durante tutto l'anno consente di garantire la carrabilità della superficie senza che la struttura del terreno possa essere danneggiata.

Sarà tuttavia necessario al fine di ridurre il fenomeno del costipamento del terreno per l'azione di calpestio dei mezzi che passano per effettuare le operazioni di coltivazione ma soprattutto di quelli utilizzati per le operazioni di manutenzione dell'impianto, utilizzare mezzi d'opera dotati di pneumatici con profilo allargato, al fine di aumentare l'impronta a terra, riducendo il peso per unità di superficie.

L'importanza di coltivare un prato migliorato permanente è legata a due ulteriori fattori: biodiversità e cambiamento climatico.

Il prato polifita come quello proposto rappresenta uno tra gli ecosistemi a più alta biodiversità, per la presenza di numerose specie sia vegetali (grazie alle essenze componenti il miscuglio) che animali in cui, a partire dagli artropodi, trovano rifugio e risorse alimentari. Allo stesso tempo il mantenimento di un prato stabile contribuisce al sequestro del carbonio e di conseguenza a contrastare il cambiamento climatico. Infatti, molti studi dimostrano che superfici di suolo non coltivate in maniera tradizionale e mantenute a prato stabile consentono un sequestro del carbonio pari a 1.740 g/m².

Tale pratica viene definita Carbon Farming e l'Unione Europea sta già pensando a sistemi di incentivazione attraverso un quadro normativo per la certificazione degli assorbimenti di carbonio basato su una contabilizzazione di questi ultimi solida e trasparente al fine di monitorarne e verificarne l'autenticità.

Tra le operazioni che si rendono necessarie due volte l'anno vi è quella dello sfalcio e sminuzzamento della vegetazione sotto i pannelli, avendo cura di non lasciare nudo il suolo. Queste operazioni verranno svolte con mezzi meccanici e senza l'utilizzo di diserbanti chimici; i residui vegetali tritati saranno lasciati sul terreno con l'utilizzo della tecnica del "mulching" in modo da mantenere uno strato di materia organica sulla superficie del terreno, tale da conferire nutrienti e mantenere un buon grado di umidità, senza utilizzo di risorsa idrica aggiuntiva ad esclusione di

quella utilizzata per la periodica pulizia dei pannelli fotovoltaici, che sarà emunta dai pozzi artesiani esistenti, contribuendo in tal modo ad attenuare i processi di desertificazione in atto.

Si deve inoltre considerare che, sebbene i pannelli creino ombra per le colture, le piante richiedono solo una frazione della luce solare incidente per raggiungere il loro tasso massimo di fotosintesi.

Troppo luce solare ostacola la crescita del raccolto e può causare danni. La copertura fornita dai pannelli protegge anche da eventi meteorologici estremi, che rischiano di diventare più frequenti con i cambiamenti climatici, inoltre l'ombra fornita dai pannelli solari riduce l'evaporazione dell'acqua e aumenta l'umidità del suolo, particolarmente vantaggiosa in ambienti caldi e secchi, privi come nel caso di specie della possibilità di utilizzare per tutte le superfici coinvolte irrigazioni artificiali.

6.1. MIGLIORAMENTO DEL TERRENO

Al fine di consentire il raggiungimento degli obiettivi di incremento del valore agronomico dei terreni, attraverso la coltivazione delle superficie a prato migliorato, prima della semina dovranno essere attuate una tantum le seguenti operazioni di miglioramento dei terreni:

- Spietramento dei terreni mediante andanatore di sassi e macchina raccogli sassi;
- Realizzazione di scoline superficiali per la raccolta ed il deflusso delle acque meteoriche;
- Realizzazione di livellamento superficiale;
- Concimazione di fondo con concimi organo minerali + microelementi a lenta cessione del tipo protetto;
- Aratura superficiale;
- Semina, erpicatura e rullatura.

Le operazioni descritte consentiranno di avere una superficie perfettamente idonea alle successive fasi di posa dei moduli fotovoltaici che verranno installati mediante fissaggio al terreno con sistema a battipalo senza la necessità di opere di fondazione, rendendo il sistema facilmente amovibile che a seguito della rimozione, ripristina lo *status quo ante* del terreno agrario.

Preliminarmente al fine di caratterizzare il suolo e finalizzare in modo puntuale l'apporto mirato di sostanze nutritive è auspicabile effettuare una analisi chimico fisico del terreno. In questo modo si potrà formulare e adottare un piano di concimazione specifico che definisca in particolare gli apporti delle unità fertilizzanti di Azoto (N) Fosforo (P) e Potassio (K) + microelementi e necessari.

6.2. COLTIVAZIONE DEL PRATO PASCOLO POLIFITA

Le operazioni di coltivazione del prato sono riconducibili all'insieme dei lavori agricoli necessari per il corretto ottenimento del prodotto agricolo costituito dal fieno di prato migliorato.

Le operazioni colturali previste distribuite nel corso dell'anno sono le seguenti:

Mese	Operazione colturale	Descrizione
Maggio	Fienagione	Falciatrice, falciatrice semovente; pressatura fieno, raccolta fieno
Giugno	Trinciatura	Pulizia sotto i pannelli, ove non è possibile operare la fienagione con trincia meccanica o decespugliatore manuale;

Ottobre	Trinciatura	Trinciatura meccanica e/o manuale della superficie a prato migliorato
Novembre	Concimazione	Distribuzione di copertura di concimi organici-minerali
Dicembre	Pascolamento controllato ovini	Concimazione naturale
Gennaio	Pascolamento controllato ovini	Concimazione naturale
Febbraio	Pascolamento controllato ovini	Concimazione naturale
Marzo	Pascolamento controllato ovini	Concimazione naturale
Aprile	Pascolamento controllato ovini	Concimazione naturale

Con cadenza pluriennale si faranno delle operazioni di trasemina e/o semina su sodo (sod seeding), degli arieggiamenti ove necessari. Si prevede inoltre con il fine di ricreare la massima naturalità del sito di intervento e contemporaneamente di implementare la biodiversità vegetale e animale dell'area, di realizzare una fascia tampone di mitigazione viva costituita da specie arboree e arbustive autoctone facenti parte della vegetazione potenziale dell'area vasta e storicamente presenti nel sito di intervento.

Le specie arboree proposte sono olivastro (*Olea europaea* var. *sylvestris*); le specie arbustive proposte sono lentischio (*Pistacia lentiscus*), e mirto (*Mirtus communis*). Tutte le specie arboree e arbustive proposte non richiedono particolari cure colturali e neppure grandi quantità di risorsa idrica, sono facilmente reperibili nei vivai dell'Agenzia Regionale Forestas e saranno in grado in pochi anni dall'impianto di fornire rifugio e risorse trofiche per la fauna selvatica che contribuisce anche alla loro rinnovazione naturale per via gamica tramite la trasposizione zoocora.

La fascia tampone e di mitigazione viva sarà impiantata lungo i confini perimetrali dell'impianto fotovoltaico e, avrà la funzione come prima accennato oltre che di mitigare e minimizzare l'impatto visivo dell'impianto stesso anche di ospitare, costituire rifugio e fornire risorse trofiche per la fauna selvatica eventualmente presente nel territorio.

I confini perimetrali dell'impianto verranno inoltre delimitati da una recinzione metallica che sarà posizionata ad una altezza da terra di circa 20 cm, e dotata di un numero adeguato di ponti ecologici per consentire alla piccola fauna omeoterma, ai rettili, agli anfibi di potersi spostare tranquillamente anche all'interno dell'impianto.

Secondo lo studio "Herbage Yield, Lamb Growth and Foraging Behavior in Agrivoltaic Production System" condotto alla Oregon State University, l'agrivoltaico consente una buona sinergia tra i settori agricolo ed energetico, promuovendo in modo efficiente ed efficace l'uso sostenibile del suolo. Lo studio analizza alcuni impianti in cui all'ombra dei pannelli solari vengono seminate erbe e utilizzo dei terreni per pascolo di ovini.

"Questi sistemi hanno il potenziale per aumentare la produttività globale della terra con percentuali che vanno dal 35 fino al 73%. Inoltre, l'agrivoltaico aiuta a migliorare la produttività del 30% del valore economico per quelle aziende agricole che, rispetto alle pratiche più tradizionali, combinano la produzione di colture tolleranti all'ombra e l'elettricità generata dal sole".

I pascoli solari, possono fornire un rifugio al bestiame che sotto i pannelli trova riparo dal sole nelle ore più calde e dalla pioggia nei mesi invernali. I risultati dello studio evidenziano una maggiore crescita degli animali e la maggiore quantità e qualità della lana.

È stata osservata degli animali una riduzione dello stress termico e il relativo minor consumo di acqua, grazie al clima mite che si è creato all'ombra degli impianti.

Gli ovini possono inoltre essere utilizzati per controllare la crescita dell'erba in sinergia con l'attività di produzione di energia

In conclusione, lo studio sottolinea "l'aumento della produttività della terra e il miglioramento del benessere degli animali", determinando "i vantaggi dell'agrivoltaico come sistema agricolo sostenibile che genera anche un minore inquinamento ambientale".

Per quanto riguarda l'Italia, si cita l'impianto agrivoltaico a Sant'Alberto di Ravenna dove la società Solar Farm ha realizzato un impianto agrivoltaico di 35 MWp e ha avviato un allevamento di pecore di razza sarda a pascolo libero in un prato seminato con erbe selezionate (erba medica, ginestrino, trifoglio, festuca, loietto etc.). L'intera produzione viene trasformata e valorizzata in formaggi e prodotti caseari; <https://www.caseificiobuonpastore.it/sostenibilita-ambientale/>

La società Solar farm riferisce che "prima della semina è stata effettuata, un'aratura leggera, poi una fresatura. Dopo la semina si è proceduto con una rullatura del terreno. Questo miscuglio di erbe consente di ottenere e garantire un foraggio di qualità per pascolamento ma anche di produrre quantità di fieno essiccato in campo per coprire l'arco temporale in cui il gregge non può pascolare (inverno) a meno di condizioni climatiche favorevoli.

Il pascolo viene gestito mediante turnazione per garantirne il ricaccio continuo. Questo sistema detto a rotazione prevede la suddivisione in lotti. Si riducono così anche i danni da calpestio e si facilita una ricrescita più regolare del pascolo conservandogli una migliore composizione flogistica.

Le strutture fotovoltaiche fanno da frangivento sono utili a proteggere il gregge dalla pioggia, dal vento e soprattutto dall'eccessiva esposizione solare. Gli ovini pascolando anche sotto i pannelli solari, contribuiscono al mantenimento delle aree agricole e del manto erboso.

Le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici sono state fissate in assenza di fondazioni in cemento armato, al fine di minimizzare l'impatto ambientale delle opere, consentendo una completa reversibilità del sito al termine del ciclo di vita dell'impianto (stimato intorno ai 30 anni).

La selezione del miscuglio di sementi del prato-pascolo ha consentito di ottenere resistenza del prato alla siccità, al ristagno idrico e al calpestio, considerata l'assenza dell'impianto di irrigazione."

Di seguito si riportano alcune fotografie di impianti agrivoltaici che hanno adottato la sinergia tra produzione di energia elettrica e attività di pascolo.







7. VERIFICA DEL RISPETTO DELLE CARATTERISTICHE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO

La Parte II delle Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici è prodotta dal gruppo di lavoro composto da: CREA - Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria; GSE - Gestore dei servizi energetici S.p.A.; ENEA - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile; RSE - Ricerca sul sistema energetico S.p.A. e coordinato dal Ministero Della Transizione Ecologica - Dipartimento Per L'energia; fornisce le caratteristiche minime e i requisiti che un impianto deve possedere per essere definito agrivoltaico. Tali caratteristiche minime si basano su cinque macro-requisiti:

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

Secondo le Linee Guida sopracitate, il rispetto dei requisiti A e B è necessario per definire un impianto fotovoltaico realizzato in area agricola come "agrivoltaico". Per tali impianti dovrebbe inoltre previsto il rispetto del requisito D.2. Il rispetto dei requisiti A, B, C e D è necessario per soddisfare la definizione di "impianto agrivoltaico avanzato" e, in conformità a quanto stabilito dall'articolo 65, comma 1-quater e 1-quinquies, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, classificare l'impianto come meritevole dell'accesso agli incentivi statali a valere sulle tariffe elettriche. Il rispetto dei A, B, C, D ed E sono precondizione per l'accesso ai contributi del PNRR.

Fatte queste premesse, si afferma che la presente proposta progettuale comprende sia la produzione di energie alternative che la produzione agricola associata all'attività di pascolo. È previsto quindi un uso combinato del suolo, ma i moduli fotovoltaici non svolgono alcuna azione sinergica alla coltura. Precisando inoltre che il presente intervento non ambisce all'ottenimento degli incentivi statali e quindi alla classificazione di impianto agrivoltaico avanzato, è sufficiente che siano verificati i requisiti A, B e D1 perché sia lecito nominare il presente impianto "agrivoltaico",

Pertanto, si fornisce a seguire l'analisi delle caratteristiche minime richieste per l'uso proprio dell'appellativo agrivoltaico, e quindi requisito A, requisito B e requisiti D.2.

Verifica del requisito A

È stato verificato che l'impianto in progetto rispetti i seguenti parametri:

A.1) Superficie minima coltivata. Si dovrebbe garantire una superficie minima dedicata alla coltivazione pari almeno al 70% della superficie totale. Nel caso in oggetto la superficie totale è pari

a 53,92 ha. Il 70% della superficie totale è pertanto pari a 37,75 ha. In progetto è prevista una superficie coltivata pari a 50,65 ha e pertanto decisamente superiore alla superficie minima richiesta.

A.2) LAOR massimo: è richiesto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola inferiore al 40%. In progetto **la superficie captante è pari a 20.94 ha** e pertanto inferiore al 40% della superficie totale pari a 53,92 ha.

Il requisito A nelle sue due componenti A.1 e A.2 risulta pertanto verificato.

Verifica del requisito B

È stato verificato che l'impianto in progetto rispetti seguenti parametri:

B.1) Continuità dell'attività agricola. Dato lo stato di fatto dell'area, caratterizzata da una elevata pietrosità (anche con la presenza di clasti di dimensioni significative) e da un basso tenore di sostanza organica e dato che l'intervento prevede la contestuale messa a coltura delle aree, si evidenzia che questo intervento porterà con sé una riqualificazione sostenibile del suolo, sia perché saranno effettuati miglioramenti fondiari quali recinzioni, drenaggi, viabilità interna al fondo, semine, etc.

B.2) Producibilità elettrica minima. È richiesto che la producibilità elettrica minima dell'impianto agrivoltaico non sia inferiore al 60% della produttività di un pari impianto fotovoltaico. In base alle stime riportate nell'elaborato R.10 - Relazione elettrica, la produzione di energia elettrica stimata è pari a circa 78.000 MWh. Considerando la media annuale di produzione fotovoltaica in Italia nel Sud tale valore si considera ampiamente soddisfatto.

Il requisito B nelle sue due componenti B.1 e B.2 risulta pertanto verificato.

Verifica del requisito D.2

È stato verificato che l'impianto in progetto rispettasse il seguente parametro:

D.2) I valori dei parametri fondamentali relativi al sistema agrivoltaico, quali la continuità dell'attività agricola ovvero: l'impatto sulle colture, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture o allevamenti e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate, dovrebbero essere garantiti per tutta la vita tecnica dell'impianto. La verifica di tali parametri fondamentali si ottiene attraverso un'attività di monitoraggio. Tale attività può essere effettuata attraverso la redazione di una relazione tecnica asseverata da un agronomo con una cadenza stabilita. Alla relazione potranno essere allegati i piani annuali di coltivazione, recanti indicazioni in merito alle specie annualmente coltivate, alla superficie effettivamente destinata alle coltivazioni, alle condizioni di crescita delle piante, alle tecniche di coltivazione.

La previsione di tale attività di monitoraggio permette di considerare il requisito D.2 verificato.

La verifica dei requisiti A, B e D.2 permette di nominare il presente impianto "agrivoltaico", il quale, si ribadisce ancora una volta non ambisce all'ottenimento degli incentivi statali e quindi alla classificazione di impianto agrivoltaico avanzato.

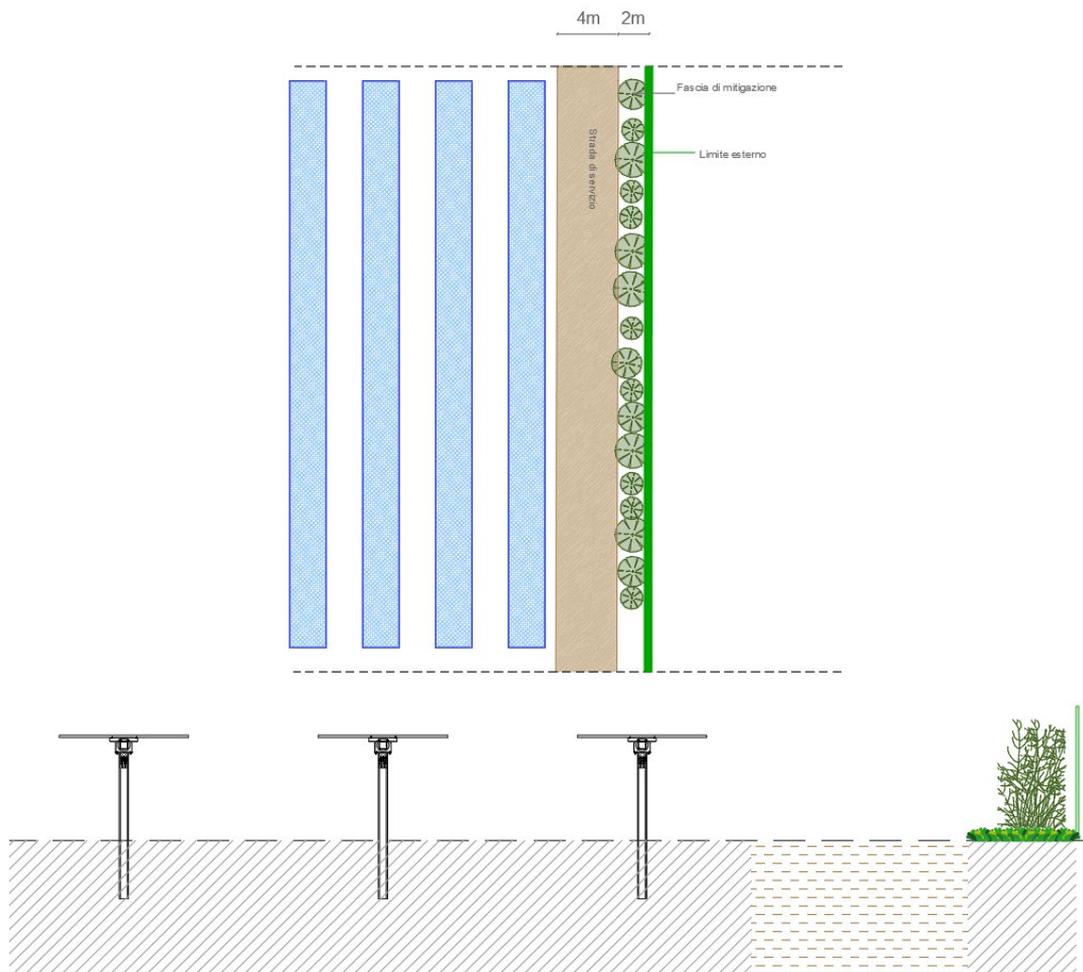
8. OPERE DI MITIGAZIONE NELLA FASCIA PERIMETRALE

Nella fascia perimetrale sono previsti:

- realizzazione di una fascia arbustiva costituita con le specie esistenti e di nuovo impianto, con il mantenimento delle siepi e alberature esistenti o di nuovo impianto lungo la viabilità, che contribuirà a non compromettere la connessione ecologica tra le aree agricole e boschive circostanti le aree di impianto e l'impianto stesso;
- previsione di utilizzo della viabilità esistente allo scopo di limitare al massimo gli sbancamenti e l'asportazione di terreno erboso e realizzazione di nuova viabilità di cantiere utilizzando materiali naturali stabilizzati;
- attuazione di un programma di manutenzione periodica del manto erboso sottostante i pannelli per consentirne l'attività biologica ed allo stesso tempo impedire eventuali incendi. La manutenzione del manto erboso verrà fatta in sinergia con l'attività di pascolo e di raccolta del foraggio.

Si ritiene che le suddette misure consentiranno di ridurre al minimo gli impatti sia durante la fase di esercizio sia durante quella di dismissione a fine vita dell'impianto, considerato che la fascia perimetrale svolgerà comunque una funzione di mitigazione e compensazione ambientale.

Viene di seguito rappresentato il layout tipo relativo alla fascia perimetrale.



Dettaglio pianta e sezione tipo della fascia arborea di mitigazione e della fascia di rispetto dal confine/recinzione.

Per la messa a dimora delle essenze arboree e arbustive che andranno a costituire la fascia verde lungo i bordi delle aree interessate dall'intervento, sarà necessario eseguire alcune lavorazioni preliminari per la preparazione del terreno, al fine di favorire al meglio la crescita e lo sviluppo delle varie piante.

Si procederà innanzitutto con una scarificazione leggera/ericatura al fine di rompere la crosta superficiale e eliminare le infestanti in corrispondenza dei punti in cui verranno realizzati i filari della sistemazione a verde. Dopo questa lavorazione si scaveranno delle buche di adeguate dimensioni per contenere l'apparato radicale delle piante da mettere a dimora.

Al fine di ottenere le massime garanzie di attecchimento, assicurare le condizioni ideali per lo sviluppo, minimizzare gli stress conseguenti il trapianto e con essi gli input richiesti nella manutenzione, la messa a dimora delle piantine verrà effettuata nel periodo autunno-invernale in quanto le piantagioni primaverili pur presentando dei vantaggi per il minor pericolo delle gelate, sono sconsigliabili per i maggiori rischi derivanti dalle scarse precipitazioni che si registrano in questa stagione. Inoltre, la fase di risveglio vegetativo che la specie utilizzata attraversa nel periodo primaverile, la rende più vulnerabile alle conseguenze dovute allo stress da trapianto.

Le piante da utilizzare saranno allevate in fitocella dell'età di 1/2 anni oppure in mastelli/vasetti. La scelta di piante di giovane età e di dimensione ridotta consente una risposta più rapida nel ristabilire un più equilibrato rapporto tra chioma e radici ed una ripresa della crescita più rapida e vigorosa riducendo la perdita di radici e riducendo quindi la crisi da trapianto consentendo una maggiore possibilità di attecchimento.

Le piantine saranno messe a dimora in buche delle dimensioni di cm 40x40x40 per il lentisco, il mirto, e di cm 100x100x100 per il mandorlo.

La messa a dimora delle piante saranno eseguite le seguenti azioni:

- mettere a dimora il prima possibile le piante dopo lo scarico, avendo precedentemente già predisposto la buca di impianto;
- non danneggiare e rimuovere i rami nelle operazioni di carico e scarico;
- scartare il materiale con radici fascianti e strozzanti;
- predisporre il tutoraggio della pianta con l'accortezza di fissare i tutori al di fuori del perimetro circolare che delimita l'ingombro del pane radicale;
- formare attorno alla pianta una conca o bacino per la ritenzione dell'acqua da addurre subito dopo in quantità abbondante, onde favorire la ripresa della pianta e facilitare il costipamento e l'assestamento della terra attorno alle radici e alla zolla;
- effettuare una irrigazione post trapianto per eliminare le sacche di aria tra le radici, finalizzata ad inumidire la parte superficiale o il primo substrato in cui è contenuto l'apparato radicale.
- Disporre intorno alla piantina una pacciamatura organica, costituita da trinciato di legna e residui vegetali, che avrà il compito di proteggere il suolo dallo sviluppo di infestanti

Le piantine saranno dotate di un tutore, in legno o metallo, che servirà a mantenere il fusto in posizione verticale nei primi periodi della crescita e al contempo a fornire una protezione contro l'azione del vento.

Nel periodo immediatamente successivo e nei primi anni di vita dell'impianto, verranno effettuate delle irrigazioni di soccorso, mediante l'impiego di autobotti che garantiranno, qualora le condizioni

climatiche lo rendano necessario, l'apporto idrico indispensabile per favorire l'attecchimento e la riduzione dello stress da trapianto.

Le fasi successive all'impianto (soprattutto durante la primavera-estate e nel caso di stagioni particolarmente siccitose: orientativamente dal mese di aprile fino al mese di novembre) sono infatti particolarmente delicate e se non viene garantito il giusto grado di umidità del terreno, si hanno stress idrici con conseguente rischio di moria delle piantine.

Gli interventi di irrigazione di soccorso verranno programmati in funzione di quello che sarà il decorso stagionale e verranno valutati sull'effettiva esigenza da parte delle colture.

La manutenzione delle sistemazioni a verde non si limiterà alla sola irrigazione periodica nel corso dell'anno e durante i periodi siccitosi, ma comprenderà anche una pulizia delle piantine da eventuali infestanti che si dovessero manifestare, o in alternativa l'apporto sul suolo prossimo alla piantina di una pacciamatura organica integrativa.

Inoltre, nei periodi di massimo sviluppo vegetativo e di necessità da parte delle piante, si provvederà, una tantum alla fertilizzazione del terreno interessato dalla sistemazione a verde, prediligendo l'impiego di concimi di tipo organico, vista l'impostazione dell'azienda che sarà biologica. A titolo puramente esemplificativo, uno dei prodotti che verrà utilizzato all'uopo potrà essere il compost. Trattasi di un prodotto proveniente dal trattamento biologico del rifiuto organico che ha la prerogativa principale di essere un fertilizzante organico rinnovabile e caratterizzato da un buon contenuto medio di carbonio organico (25-27% s.s.). Il suo utilizzo può quindi dare un sensibile contributo per ripristinare il contenuto di sostanza organica nei suoli depauperati o semplicemente attenuare i fenomeni di perdita di carbonio organico.

Il reintegro della sostanza organica è solo uno dei benefici ambientali legati all'utilizzo del compost. L'impiego di questo fertilizzante organico contribuisce infatti anche ad apportare al suolo i principali elementi fertilizzanti, quali azoto, fosforo e potassio (NPK).

Il compost è un prodotto, tra l'altro, che trova una forte applicazione nell'agricoltura biologica ai sensi del Regolamento CE 889/2008, a patto che non contengano fanghi (cfr. all.13 d.lgs.75/2010).

Riassumendo, nei 5 anni successivi all'impianto verranno effettuate le seguenti cure colturali necessarie per favorire lo sviluppo delle piante:

- lavori di pulizia dell'area di insidenza delle piante da attuarsi a mano e/o con l'ausilio di attrezzi meccanici;
- potatura di formazione per favorire lo sviluppo in altezza delle piante, eliminando i doppi fusti e i rami laterali troppo sviluppati;
- rimpiazzo delle fallanze che si verificheranno nei primi anni di impianto;
- monitoraggio costante dello stato di salute delle piante ed eventuali trattamenti fitosanitari;
- eventuale reintegro della pacciamatura vegetale posta in prossimità della pianta

La manutenzione delle piante consisterà inoltre in cicli di potatura per eliminare le appendici necrotizzate e per ringiovanire, di conseguenza, la chioma. Tutte le operazioni, in particolare quelle più delicate come gli interventi di potatura, dovranno necessariamente essere svolte da personale qualificato e specializzato.

L'insorgere di eventuali patologie andrà contrastato tempestivamente al fine di evitare danni gravi sia alla pianta interessata, sia alle essenze circostanti a causa di possibili contagi. Durante l'esecuzione degli interventi, qualora si rendessero necessari eventuali trattamenti fitosanitari, al

fine di evitare quanto più possibile interferenze negative con l'ambiente e al fine di salvaguardare quanto più possibile la salute degli animali e delle persone, si prevedrà l'impiego di prodotti a basso o nullo impatto, compatibili con l'agricoltura biologica ai sensi del Reg. CE 834/2007 e s.m.i.

Le specie arbustive ed arboree da impiegarsi saranno preferibilmente autoctone o già presenti in zona; la scelta verrà effettuata nel rispetto dei vincoli urbanistici e paesaggistici vigenti.

La scelta delle specie vegetali per la realizzazione di nuovi impianti è stata orientata dalle esigenze e dalle preesistenze dettate dall'ambiente di destinazione nonché dai benefici conseguenti in termini di resistenza ad agenti inquinanti, a fitopatie ed alla capacità di insediamento. Sulla scorta dei dati fitoclimatici della zona e dell'analisi paesaggistica dell'intorno, si è provveduto ad eseguire uno screening delle specie vegetali impiegabili nella sistemazione a verde in oggetto.

Si prevede di realizzare una fascia di mitigazione costituita da specie arbustive; in maniera disomogenea e casuale si prevede l'impiego di piante di lentisco (*Pistacialentiscus*), di mirto (*Myrtuscommunis*)

Di seguito vengono descritte le caratteristiche delle specie da impiegarsi con delle schede descrittive.

Mirto (*Myrtus communis*)

Il mirto appartiene alla famiglia delle Myrtaceae. È una pianta legnosa con portamento cespuglioso. Si tratta di un arbusto sempreverde dal profumo aromatico e resinoso, eretto, con chioma densa, fusto lignificato e ramificato sin dalla base, rami opposti, ramuli angolosi. La corteccia a frattura longitudinale, liscia di colore grigio, eccetto che sui rami più giovani dove è rossastra, si sfalda in placche o strisce fibrose negli esemplari adulti. Altezza sino a 5 m.



Mirto (*Myrtus communis* L.).

Le foglie sono coriacee, semplici, opposte, o in verticilli, sessili, hanno lamina di 2÷5 cm, lanceolata o ellittica, margine intero a volte leggermente revoluto, apice acuto, pagina superiore di color verde scuro, lucida con nervatura mediana infossata, pagina inferiore verde pallido, presenta piccole ghiandole ed è opaca. Se stropicciate, le foglie di questo arbusto, emettono una gradevole fragranza simile al profumo dell'arancio, dovuta alla presenza di mirtenolo.

I fiori bianchi dal profumo molto intenso, sono solitari o appaiati all'ascella delle foglie, sono portati da lunghi peduncoli, calice a 5 sepali liberi e acuti; corolla a 5 petali obovati, peloso-ghiandolosi al margine; stami molto numerosi, più lunghi dei petali, con antere gialle; stilo uno, semplice, confuso fra gli stami e un piccolo stimma. I frutti, che giungono a maturazione fra ottobre e novembre e persistono sulla pianta sino a gennaio, sono bacche di $7\div 10 \times 6\div 8$ mm, subglobose o ellissoidi, glabre, blu-nerastre, pruinose, coronate dai rudimenti del calice persistente; i semi di $2,5\div 3 \times 2$ mm, sono reniformi, di colore da bruno a biancastro.

La fioritura avviene fra giugno-luglio, anche se è frequente che si verifichi una rifioritura a fine estate e in autunno.

Il Mirto è uno dei principali componenti della macchia mediterranea bassa, frequente sui litorali, dune fisse, garighe e macchie, dove vive in consociazione con altri elementi caratteristici della macchia, quali il Lentisco, Rosmarino ed i Cisti. Forma densi cespugli resistenti al vento nelle aree a clima mite. Si adatta molto bene a qualsiasi tipo di terreno anche se predilige un substrato sabbioso, tollera bene la siccità. Vegeta dal livello del mare sino a 500 m s.l.m.

Lentisco (*Pistacia lentiscus*)

Il lentisco è una pianta legnosa con portamento arboreo appartenente alla famiglia delle Anacardiaceae. Si tratta di una pianta sempreverde a portamento arbustivo alto 1-3 m, raramente arboreo alto 6-8 m, con accentuato odore di resina; chioma generalmente densa per la fitta ramificazione, di forma globosa, con rami a portamento tendenzialmente orizzontale; corteccia squamosa di colore cenerino nei giovani rami e bruno-rossastro nel tronco; legno di colore roseo.



Lentisco (*Pistacia lentiscus* L.).

Le foglie sono alterne, paripennate, glabre, di colore verde cupo, con 6-10 segmenti ottusi ellittico-lanceolati a margine intero e apice ottuso, lunghi fino a 30 mm, coriacee, glabre, con piccolo mucrone apicale e rachide leggermente alato. I fiori sono unisessuali, attinomorfi, pentameri,

tetraciclici, in pannocchie cilindriche brevi e dense disposte all'ascella delle foglie dei rametti dell'anno precedente; fiori maschili con 4-5 stami ed un pistillo rudimentale, vistosi per la presenza di stami di colore rosso vivo; fiori femminili verdi con ovario supero; petali assenti.

Il frutto è costituito da drupe globose o lenticolari, di diametro 4-5 mm, carnose, rossastre, tendente al nero a maturità, contenenti 1 seme. La fioritura avviene da marzo a maggio.

Per quanto riguarda l'habitat, è una pianta eliofila, termofila e xerofila che vegeta dal livello del mare fino a 600 metri. Tipico componente della macchia mediterranea sempreverde spesso in associazione con l'olivastro, la fillirea e il mirto; molto adattabile per il terreno, predilige però suoli silicei. Non è specie colonizzatrice ma può assumere aspetto dominante nelle fasi di degradazione della macchia, in particolare dopo ripetuti incendi.

L'iniziativa progettuale prevede l'uso combinato del suolo attraverso la **convivenza della produzione di energia rinnovabile con la produzione agricola associata all'attività di pascolo**.

L'aspetto legato alle colture prevede invece in prossimità delle aree occupate dai pannelli fotovoltaici la coltivazione di foraggio, funzionale all'attività di pascolo

Scopo dell'intervento è anche la creazione di un modello di azienda agricola in cui le tecniche produttive permettano una coesistenza funzionale e positiva delle colture agrarie con i pannelli fotovoltaici, in particolare attraverso la programmazione di colture che non siano danneggiate dalla perdita di irraggiamento prodotta dalla presenza dei pannelli e dai relativi coni d'ombra, in un modello di integrazione complementare e sostenibile delle due attività.

9. TECNICA DI COLTIVAZIONE

La presenza dei tracker e delle altre infrastrutture dell'impianto fotovoltaico limita l'uso della superficie agricola utilizzabile. Le aree potenzialmente utilizzabili risultano pertanto come segue:

Descrizione	Tipo di coltivazione	Note
Aree posizionate fra le strutture di sostegno dei tracker (interfile)	Colture erbacee a limitato sviluppo in altezza	(pascolo brado / raccolta del fieno)
Superficie sotto le file dei pannelli	Copertura erbacea	Pascolo brado
Fasce perimetrali	Colture arboree	

La superficie totale dell'azienda è stata suddivisa sulla base della tipologia di trackers e soprattutto della relativa distanza fra le file degli stessi.

Considerato che le aree di interfila differiscono per la distanza che, come già detto, varia fra m 9.2 e m 11.2, si è stimata come percentuale del totale la superficie utilizzabile, utilizzando poi una correzione percentuale per detrarre la componente legata alle tare (strade, frangivento, capezzagne, cabine di trasformazione, ecc.) e aggiungere alcune aree libere disponibili, che sono evidenti nel layout preliminare dell'impianto.

Dal punto di vista del riscontro sulla superficie agricola, il sistema dei tracker costituirà un ingombro semicontinuo sulla proiezione del suolo, ad eccezione dell'interfilare di cui, a seconda della tipologia di pannelli, resteranno liberi circa 4 e circa 6 m di larghezza. Tale superficie, pertanto, risulta quella utilizzabile.

Per utilità rispetto all'organizzazione agricola le superfici sono state suddivise con un criterio differente rispetto all'organizzazione in Lotto A, Lotto B est e lotto B ovest relativa al progetto fotovoltaico, in:

- Zona A - comprende le aree destinate alla coltivazione di foraggio e pascolo
- Zona B - Fascia perimetrale: una zona utile lungo il bordo aziendale che avrà lo scopo anche di favorire la creazione di una barriera vegetale che faccia da filtro verde visivo all'azienda.

Le superfici coltivabili risultano perciò le seguenti:

	tipologia	% utile netta	Superficie (ha)
Zona A1	Interfile tra i pannelli	55,10%	29,70
Zona A2	Interfile sotto i pannelli	38,95%	20,95
Fascia Perimetrale	Arbusti e alberi a basso fusto	6,05%	3,25
TOTALE		100,00%	53,90

Le superfici poste sotto la fila dei trackers saranno comunque inerbite con specie a ciclo autunno-primaverile e gestite senza apporti irrigui e con limitatissime operazioni colturali e destinate esclusivamente a pascolo.

Nei paragrafi seguenti sono descritti i criteri di identificazione e di gestione delle specie utilizzate per l'attività produttiva agricola, che saranno inserite nel piano colturale. Tale piano colturale sarà adottato per i primi anni di esercizio, e sarà necessariamente sottoposto a revisione (con riferimento in special modo alle colture erbacee e arbustive a breve ciclo) dopo i primi anni di gestione, in funzione:

- delle esigenze operative dell'azienda;
- dei risultati economici, dell'andamento della domanda e delle dinamiche di prezzo dei prodotti;
- dei risultati operativi e delle esigenze di gestione delle colture, comprese le eventuali rotazioni colturali prescritte dalle norme di buona tecnica e dal regime di agricoltura biologica.

9.1. LAVORAZIONI PRELIMINARI ALLA MESSA IN CULTURA

L'analisi delle caratteristiche dei suoli ha evidenziato la presenza in quasi tutta la superficie dell'area aziendale, di una diffusa pietrosità con clasti che non di rado raggiungono diverse decine di centimetri di diametro, e che risultano distribuiti in modo irregolare sulla superficie del suolo, risultando in vere e proprie pietraie in alcune parti dell'azienda.

Tale presenza, che è stata tollerata nell'ambito della gestione della coltura effettuata negli anni passati (il susino) in quanto consentiva un miglioramento della funzione drenante del suolo, a fronte – evidentemente – di una gestione del suolo non particolarmente limitata dalla pietrosità, è invece incompatibile con le scelte colturali che si intendono realizzare nell'area.

Per questo, prima di procedere sia all'installazione dell'impianto fotovoltaico che alla messa a dimora delle colture è necessario effettuare una spietatura della superficie, allontanando tale componente litica in modo da rendere effettivamente coltivabili almeno le interfile da destinare all'agricoltura.

Per ottenere tale risultato è possibile impiegare una frantumassasi da agricoltura, da accoppiare alla trattrice, oppure noleggiare una macchina operatrice industriale (per accelerare i tempi e ridurre i costi dell'intervento).

A titolo di esempio il modello Seppi Midipierre Frantumassasi da 80-130 Cv, riportato nelle foto, è in grado di sbriciolare sassi sino a 20 cm di diametro (quelli di dimensione superiore possono facilmente essere raccolti e accantonati). Si tratta di una macchina operatrice accoppiabile alla presa di forza della trattrice.



In alternativa la spietatura può essere ottenuta con una lama spietatrice, che può consentire il prelievo del pietrame, che successivamente però deve essere allontanato.

Il pietrame estratto (eccetto naturalmente quello che sarà disgregato) potrà essere utilizzato per la creazione del sottofondo della viabilità che si renderà necessario realizzare a servizio degli impianti. Inoltre una parte potrà essere utilizzata per il miglioramento, anche attraverso il ricarico del piano stradale, della viabilità attualmente esistente. Un'altra destinazione del pietrame potrebbe essere la raccolta in andane lungo le linee di posizionamento dei tracker, cosa che però potrebbe creare eventuali problemi di movimentazione tra le file. Per tale ragione si preferiscono le soluzioni del riutilizzo del pietrame estraibile e dell'eventuale disgregazione in campo con la macchina operatrice frantumassasi sopraindicata.

Una seconda operazione necessaria è la rimessa in pristino dell'impianto di irrigazione. In particolare sarà necessario ricollegare le linee principali, per garantire la disponibilità di acqua almeno in una parte dei campi da coltivare. L'azienda disponeva in passato di un importante sistema irriguo, con linee principali dimensionate generosamente che dovrebbero ancora essere utilizzabili.

Inoltre si deve fare un controllo dei pozzi presenti in azienda, per essere sicuri che siano ancora funzionanti e, in caso di problemi, sostituire le pompe esistenti con nuove pompe, verificando anche le autorizzazioni all'emungimento rilasciate dalla Provincia.

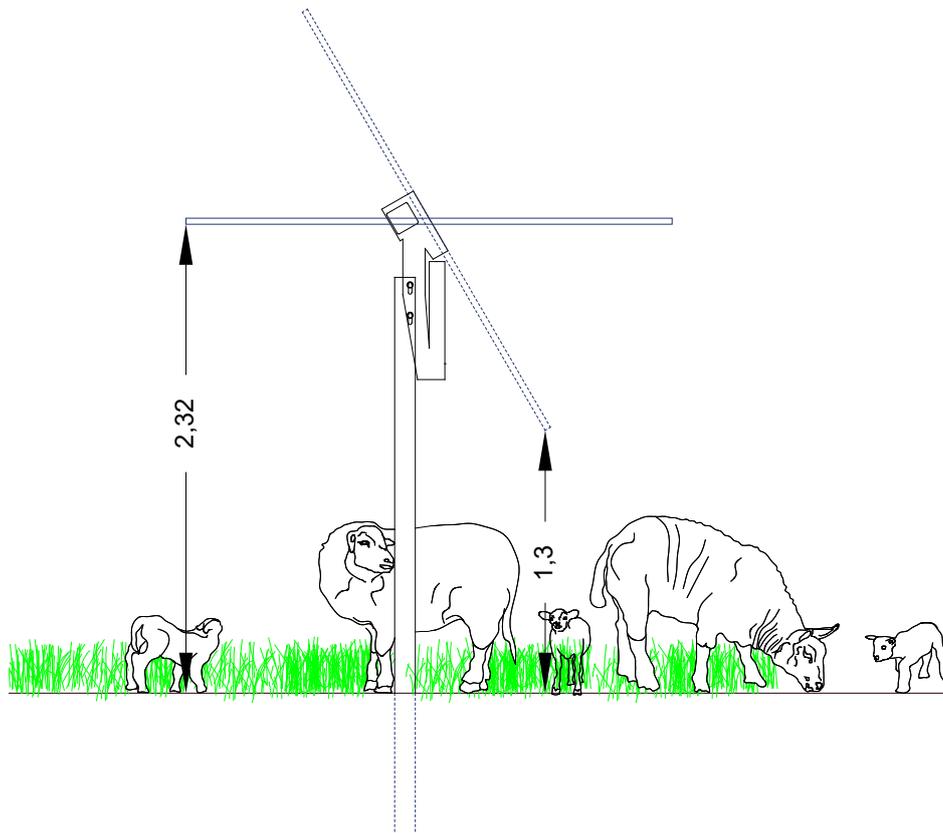
Infine sarà necessario effettuare una concimazione di fondo con concimi organici ammessi per il regime biologico sulle fasce oggetto di coltivazione.

Nel caso si renda necessaria l'estirpazione di piante di bordure e frangiventi all'interno dell'azienda (sono quasi esclusivamente eucaliptus), il relativo materiale di risulta potrà essere frantumato e distribuito sul terreno per favorire la ricostituzione della sostanza organica del suolo, frammisto ad un concime organico contenente azoto (per evitare l'abbassamento eccessivo del rapporto C/N).

In fase esecutiva, preliminarmente alla realizzazione delle opere, sarà anche valutata la necessità di effettuare eventuali drenaggi, di completare la viabilità interna al fondo e di chiudere le parti di recinzione che attualmente sono cadute o aperte per effetto di una scarsa manutenzione, oltre ad eventuali altre operazioni che si dovessero rendere necessarie per la completa riattivazione della funzionalità produttiva aziendale.

9.2. COLTIVAZIONE DEL MANTO ERBOSO

L'inerbimento, cioè copertura del terreno con un cotico erboso, è praticata in arboricoltura e in viticoltura con il fine di migliorare le condizioni del suolo. Si tratta di una tecnica di gestione del suolo ecocompatibile, che favorisce il miglioramento di tutta una serie di caratteristiche del suolo (favorisce l'incremento della sostanza organica, riduce la costipazione del terreno, trattiene alcune sostanze nutritive, migliora il drenaggio ecc).



Oltretutto le più recenti acquisizioni in materia di microbiologia del suolo evidenziano che le lavorazioni del terreno favoriscono la sterilizzazione del suolo e la riduzione delle componenti microbiologiche "utili" dello stesso, e suggeriscono di mantenere il terreno coperto per 365 giorni all'anno, anche per le colture stagionali, utilizzando le cosiddette "colture di copertura" (cover crop).

Le cover crop sono colture intercalari tra due colture principali, che non si raccolgono ma che migliorano la fertilità del suolo a favore di quelle che seguono fornendo una serie di vantaggi agronomici analoghi a quelli prodotti dall'inerbimento.

L'inerbimento, ma anche l'uso di cover crop, sarà applicato sotto le file di posizionamento dei tracker, con una serie di utili effetti complessivi:

- mantenimento della fertilità e della componente organica e microbiologica del suolo;
- riduzione dell'azione erosiva delle piogge sul suolo;
- miglioramento della portanza e riduzione del costipamento del terreno;
- miglioramento del drenaggio superficiale e della capacità di accumulo idrico del suolo;
- riduzione dell'effetto albedo (riflessione della luce solare) con conseguente minore riscaldamento dei pannelli fotovoltaici (che producono energia in modo più efficiente a temperature meno elevate);
- produzione di una quota di materiale vegetale (erba e fieni) nella stagione autunno-primaverile, insilabile o utilizzabile come tal quale per gli animali;
- riduzione delle infestanti e delle necessità di lotta alle malerbe;
- scarse necessità di manutenzione.

L'aumento di evapotraspirazione di tale sistema è da considerare trascurabile, al netto dell'aumento di capacità di accumulo idrico e dell'eventuale comportamento di riposo estivo in condizioni di scarse disponibilità idriche. A tale proposito sarà compito del conduttore scegliere specie erbacee idonee per adattamento ambientale e ciclo biologico.

9.3. COLTIVAZIONE DEL FORAGGIO

Fra le interfile invece sarà possibile una vera e propria coltivazione di specie erbacee polifite, ottenuto dalla semina di miscugli di 2-3 specie ben selezionate, che richiedono pochi interventi per la gestione. In particolare si opterà per leguminose a ciclo poliennale come l'erba medica, il trifoglio violetto, la sulla, la lupinella o autoriseminanti come il *Trifolium subterraneum* per quanto riguarda le leguminose, loietto italico e festuca arundinacea per quanto riguarda le graminacee.

Più volte all'anno sarà possibile il passaggio di taglio per la raccolta dei foraggi, mentre a fine ciclo (annuale o poliennale) sarà possibile la risemina (meglio se con la tecnica della trasemina o della semina su sodo).

Considerato che le leguminose favoriscono un arricchimento naturale dell'azoto organico del suolo tramite la simbiosi mutualistica con il batterio endofita *Rhizobium leguminosarum*, sarà anche applicabile il sovescio, cioè il rivoltamento del terreno con la leguminosa in fase di massimo sviluppo vegetativo, che però tende ad ossigenare eccessivamente il suolo e a ridurre la presenza dei microrganismi del suolo (il cosiddetto *microbiota*). In alternativa sarà possibile l'utilizzo della tecnica della crimpatura, che favorisce il disseccamento in campo delle piante, lasciando sul suolo tutte le sostanze nutritive utili.



Esempio di pratica del sovescio in pieno campo. A destra, roller crimper in azione per la crimpatura di una cover crop.

Semina, eseguita con macchine agricole convenzionali, nel periodo invernale. Per la semina si utilizzerà una seminatrice di precisione avente una larghezza di massimo 4,0 m, dotata di un serbatoio per il concime che viene distribuito in fase di semina.



A sinistra: seminatrice di precisione; a destra: trinciasarmenti montata su trattore.

In alternativa al sovescio e alla crimpatura una tecnica ancora più semplice è quella della trinciatura in posto, fatta con un semplice attrezzo montato sulla trattore, che permette il taglio della vegetazione e il rilascio sul suolo delle sue componenti organiche. Una crimpatura o una trinciatura effettuate all'inizio della stagione estiva possono permettere una tranquilla gestione dell'erba evitando ogni rischio di incendio.

Nei mesi autunno-primaverili il cotico erboso potrà svilupparsi (ed essere eventualmente raccolto) nel periodo autunnale/invernale. La presenza del manto erboso permette di beneficiare del suo effetto protettivo nei confronti dell'azione battente della pioggia e dei processi erosivi e nel contempo consente la transitabilità nell'impianto anche in caso di pioggia (nel caso vi fosse necessità del passaggio di mezzi per lo svolgimento delle attività di manutenzione dell'impianto fotovoltaico e di pulitura dei moduli), mentre nel mese di maggio si potrà procedere con la trinciatura del cotico erboso per lasciare il terreno libero da sterpaglie incendiabili.

Per le foraggere poste nell'interfila si farà ricorso al taglio mediante una falciacondizionatrice, che effettuerà lo sfalcio, convogliando il prodotto tra due rulli in gomma sagomati che ne effettuano lo schiacciamento e disponendolo poi, grazie a due semplici alette, in andane (strisce di fieno disposte ordinatamente sul terreno). In commercio vi sono falciacondizionatrici con larghezza di taglio da 3,50 m che sono perfettamente utilizzabili tra le interfile dell'impianto fotovoltaico.



Esempio di falciacondizionatrice frontale e particolare dei rulli in gomma (Foto: BCS).

Completate queste operazioni e terminata la fase di asciugatura, si procederà con l'imbollatura del fieno, che verrà effettuata circa 7-10 giorni dopo lo sfalcio, utilizzando una rotoimballatrice (macchina che lavora in asse con la macchina trattrice e pertanto idonea per muoversi tra le interfile). Questa macchina imballerà il prodotto in balle cilindriche (rotoballe), da 1.50-1.80 m di diametro e 1.00 m di altezza. Si sceglierà in un secondo momento se utilizzare una rotoimballatrice a camera fissa o a camera variabile. La differenza consiste nel fatto che quella a camera fissa imballa il prodotto sempre con le stesse modalità, mentre quella a camera variabile consente di produrre balle con dimensioni, pesi e densità variabili in funzione del prodotto raccolto.



Dimensioni pressa				
Lunghezza, incl. espulsore balle	(mm)	3.590	3.860	3.760
Altezza	(mm)	2.000	2.350	2.450
Larghezza carreggiata min. / max.	(cm)	regolabile 189 / 205	regolabile 189 / 205	regolabile 189 / 205
Peso*	(kg)	2.070	2.390	2.700

Dimensioni dei modelli di rotopressa a camera fissa prodotti dalla CNH (New Holland BR-Series).

Dimensioni della pressa					
Lunghezza	(m)	4,475			4,815
Larghezza / Altezza con pneumatici 380/55-17	(m)	2,415 / 2,79			2,415 / 3,05
Larghezza / Altezza con pneumatici 480/45-17	(m)	2,61 / 2,83			2,61 / 3,09
Larghezza / Altezza con pneumatici 500/55-20	(m)	2,85 / 2,76			2,85 / 2,985
Peso (max.)	(kg)	3.330	3.715	3.460	3.815

Dimensioni dei modelli di rotopressa monoasse a camera variabile prodotto dalla CNH (Roll-Belt Series).

Dato il peso delle rotoballe (in genere pari a 250 kg), per la rimozione e la movimentazione sarà necessario utilizzare un trattore dotato di sollevatore anteriore a forche ma, visti gli spazi a disposizione tra le interfile la rimozione del fieno imballato non richiederà particolari manovre per essere caricato su un camion o rimorchio che verrà posizionato alla fine dell'interfila.

Il prezzo di vendita del fieno di prima scelta si aggira attualmente su cifre comprese tra 0,10 e 0,20 €/kg, che, con una produzione per ettaro pari a 25-30 t (su superficie libera), equivarrebbe ad una PLV (Produzione Lorda Vendibile) pari a 2500-3000 €/ha.

10. TECNICHE E MEZZI PREVISTI PER L'ATTIVITA' AGRICOLA

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

Si deve considerare inoltre che le più recenti acquisizioni tecniche sulla gestione della fertilità del terreno stanno rivoluzionando l'approccio alla gestione del suolo, evidenziando l'opportunità di ridurre significativamente le lavorazioni del terreno, di favorire la copertura del suolo e l'accumulo della sostanza organica. Ciò sia attraverso le tecniche di agricoltura conservativa (no/minimum-tillage, sod seeding ecc.), sia attraverso le tecniche dell'agricoltura biologica e rigenerativa che privilegiano l'uso di colture di copertura e - anche per le colture arboree - il mantenimento di una copertura erbacea nell'interfila.

Si suggerisce di utilizzare le sopracitate tecniche al fine di ridurre le lavorazioni (unendo così ad un vantaggio tecnico ed economico anche un significativo elemento di semplificazione organizzativa) limitandole allo stretto indispensabile.

Le lavorazioni, una volta realizzato l'impianto, saranno limitate a tagli meccanici, semine su sodo e trattamenti con prodotti possibilmente biologici, al fine di favorire una gestione conservativa delle superfici.

L'uso di cover-crop risulta particolarmente efficace nella riduzione delle infestanti e pertanto, considerato che ridosso delle strutture di sostegno risulta invece necessario mantenere costantemente il terreno libero da infestanti, si suggerisce l'uso di questa tecnica integrata con il taglio lungo l'interceppo; in alternativa sarà possibile adottare tecniche di fresatura dell'interceppo, come già avviene ordinariamente negli arboreti, tenuto conto però che tale pratica può risultare meno efficace per la fertilità e soprattutto più costosa e complessa dal punto di vista organizzativo.

Trattandosi di terreni già regolarmente coltivati, non vi sarà la necessità di compiere importanti trasformazioni idraulico-agrarie.

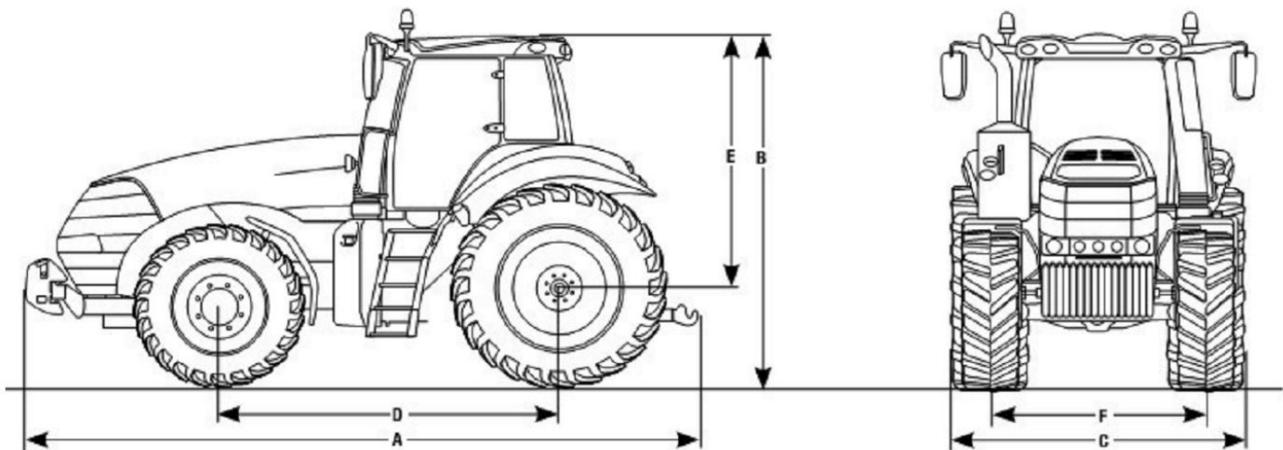
Nel caso dell'impianto sulla fascia perimetrale, si effettuerà su di essa un'operazione di scasso a media profondità (0.60-0.70 m) mediante ripper - più rapido e molto meno dispendioso rispetto all'aratro da scasso - e concimazione di fondo, con ammendante compostato misto in quantità di almeno 50 q/ha, per poi procedere all'amminutamento del terreno con frangizolle ed al livellamento mediante livellatrice.

Questo potrà garantire un apporto di sostanza organica al suolo che influirà sulla buona riuscita dell'impianto arboreo.

Per quanto concerne le lavorazioni periodiche del terreno dell'interfila, quali trinciatura, rullatura o semina, queste verranno effettuate con mezzi che presentano un'altezza da terra molto ridotta, pertanto potranno essere utilizzate varie macchine operatrici presenti in commercio senza

particolari difficoltà, in quanto ne esistono di tutte le larghezze e per tutte le potenze meccaniche. Le lavorazioni periodiche del suolo, in base agli attuali orientamenti, è consigliabile che si effettuino a profondità non superiori a 40 cm.

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 al punto 5, l'interasse tra una struttura e l'altra di moduli è pari rispettivamente a m 1120 e 9.20, e lo spazio libero tra una schiera e l'altra di moduli fotovoltaici varia da un minimo di 6,39 m (quando i moduli sono disposti in posizione parallela al suolo, – tilt pari a 0° - ovvero nelle ore centrali della giornata) ad un massimo di 8,42 m (quando i moduli hanno un tilt pari a 60°, ovvero nelle primissime ore della giornata o al tramonto). L'ampiezza dell'interfila consente pertanto 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.



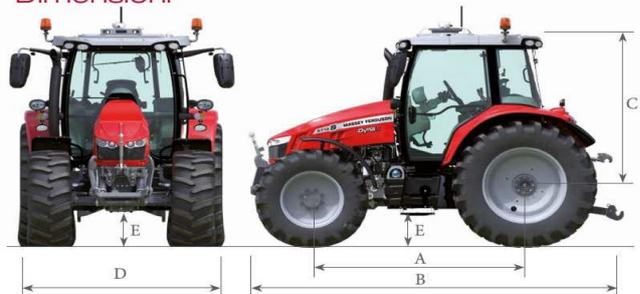
Dimensioni del più grande dei trattori gommati convenzionali prodotti dalla CNH (CASE MAXXUM-Series).

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.

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

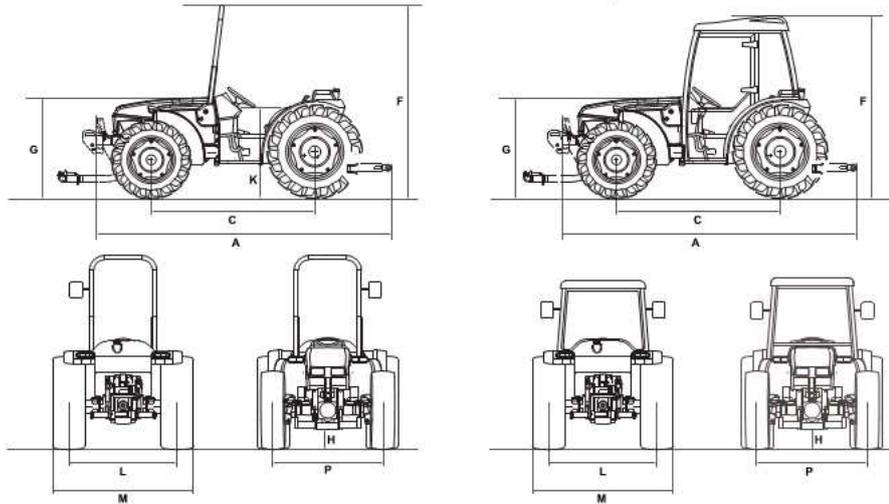
4 ruote motrici	
A – Interasse (mm)	2550
B – Lunghezza totale dal telaio portazavorre anteriore alle barre di attacco posteriori (mm)	4358
B – Lunghezza totale dalle zavorre anteriori alle barre di attacco posteriori - mm	4771
B – Lunghezza totale dal sollevatore anteriore (posizione di trasporto) alle barre di attacco posteriori (mm)	4488
C – Altezza dall'assale posteriore al punto superiore della cabina con tetto standard	
Cabina standard a pianale piatto - mm	2026
Cabina Low-profile opzionale - mm	1947
C – Altezza dall'assale posteriore al punto superiore della cabina con tetto Visioline	
Cabina standard a pianale piatto - mm	2078
Cabina Low-profile opzionale - mm	1999
C – Altezza dall'assale posteriore al punto superiore della cabina con tetto Slimline	
Cabina standard a pianale piatto - mm	1953
Cabina Low-profile opzionale - mm	1874
D- Larghezza, con (min / max) - mm	2020 / 2360
E – Luce al suolo (con pneumatici 420/85 R 38) - mm	405

Dimensioni



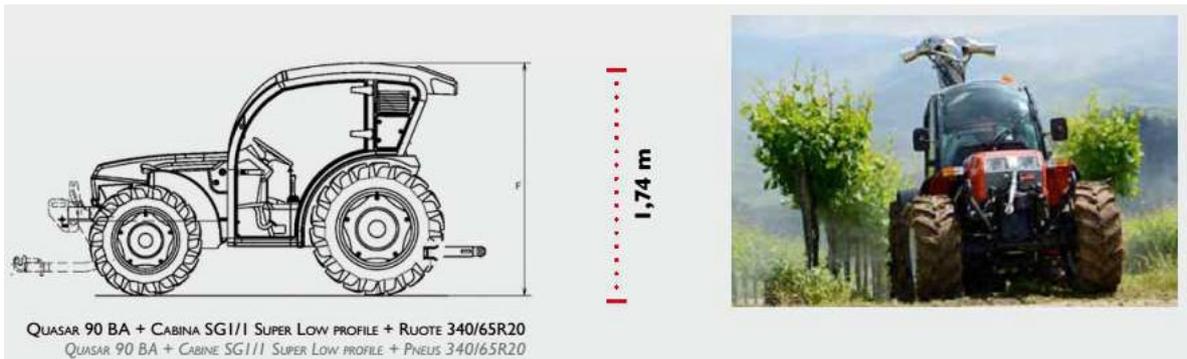
Dimensioni di una trattrice gommata ideale per la gestione dell'azienda (Fonte: Massey-Ferguson).

Il trattore specifico da frutteto (che può anche essere cingolato), rispetto alla trattrice gommata convenzionale, avrà dimensioni più contenute, indicativamente indicate nella figura seguente.



		Quasar 90	
		versione bassa / version basse	
Dimensioni e Pesì* Poids et Dimensions*	A	Lunghezza/Longueur	3026
	M	Larghezza min-max/Largeur min. et max.	1398-1774
		Altezza al telaio/Hauteur à l'arceau	2217
		Quasar 90 BA + Cabina GL6 Standard + Ruote 320/70R24 Quasar 90 BA + Cabine GL6 Standard + Pneus 320/70R24	2140
	F	Quasar 90 BA + Cabina SG1 Low profile + Ruote 340/65R20 Quasar 90 BA + Cabine SG1 Low profile + Pneus 340/65R20	1800
		Quasar 90 BA + Cabina SG1/I Super Low profile + Ruote 340/65R20 Quasar 90 BA + Cabine SG1/I Super Low profile + Pneus 340/65R20	855-1150
	K	Altezza al sedile/Hauteur au siège	1165
	G	Altezza al cofano/Hauteur au coffre	275
	H	Luce libera da terra/Garde au sol	1871
	C	Passo/Empattement	1122-1498
	P	Carreggiata ant min max/Voie avant min. max.	1048-1424
	L	Carreggiata post min max/Voie arrière min. max.	2900
		Raggio minimo di volta con freni/Rayon min. de braquage avec freins	2230
	Peso con telaio di sicurezza/Poids avec arceau de sécurité	2230	

*1 dati sono calcolati con ruote posteriori 320/70R24 e anteriori 280/70R20
* Pneus arrière 320/70R24 et avant 280/70R20



Dimensioni caratteristiche di un trattore da frutteto con cabina standard (in basso) e cabina ribassata (in alto) (Foto: GOLDONI).

Le trattrici e macchine operatrici necessarie per l'attività aziendale previste sono le seguenti:

Trattrice da frutteto	€ 40 000.00
Trattrice gommata 100 kW con elevatore e PTO frontale	€ 100 000.00
Fresatrice interceppo	€ 6 000.00
Aratro leggero	€ 8 000.00
Erpice snodato	€ 5 000.00

Seminatrice di precisione e su sodo	€ 35 000.00
Trinciasarmenti	€ 4 000.00
Rullo costipatore	€ 5 000.00
Irroratore per trattamenti biologici	€ 8 000.00
Spandiconcime a doppio disco	€ 5 000.00
Falcia-condizionatrice	€ 25 000.00
Carro botte trainato	€ 10 000.00
Rimorchio agricolo	€ 4 000.00
Compressore PTO con accessori per potatura e raccolta	€ 7 000.00
Roller-crimper trainato	€ 7 000.00
Attrezzi minori	€ 10 000.00
TOTALE	€ 266 000.00

Alcune di queste macchine, in particolare le trattrici, gli aratri, i carri, i rulli, potranno essere acquistati anche di seconda mano per risparmiare sui costi di acquisto.

10.1. OMBREGGIAMENTO

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-primaverile, in considerazione della minor altezza del sole all'orizzonte e della brevità del periodo di illuminazione, le ore luce risulteranno inferiori. A questo bisogna aggiungere anche una minore quantità di radiazione diretta per via della maggiore nuvolosità media che si manifesta (ipotizzando andamenti climatici regolari per l'area in esame) nel periodo invernale.

È bene però considerare che l'ombreggiamento creato dai moduli fotovoltaici può favorire una certa riduzione dell'evapotraspirazione. La riduzione dell'intercettazione della luce solare invece, pur essendo un fenomeno inevitabile, avrà comunque effetti contenuti, sia perchè la scelta colturale è fatta con specie tendenzialmente sciafile, sia perchè il meccanismo della rotazione dei tracker, come già detto, lascerà un lungo periodo di esposizione diretta alla luce del sole durante il giorno.