

# IMPIANTO FOTOVOLTAICO DA 25,72 MWp DC (21,15 MW AC in immissione) IN LOCALITA' BERLINGHERI

REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA  
COMUNI DI SILIQUA E MUSEI

## STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Elaborato:  
134QAM200R\_00

Marzo 2023

Relazione agronomica

PROPONENTE:



GREENERGY RINNOVABILI 6 S.R.L.  
Via Borgonuovo, 9 - 20121 Milano  
P.IVA 11892550960

REDATTORE SIA - CAPOGRUPPO:



**EGERIA**  
ingegneria per l'ambiente

Corso V.Emanuele II, 90 Cagliari  
P.Iva 03528400926  
Tel. +39 328 82 88 328  
info.egeria@gmail.com - www.egeriagroup.net

GRUPPO DI LAVORO: Dott. Ing. Barbara Dessi (EGERIA)  
Dott.ssa Arch. Elisabetta Erika Zucca (EGERIA)  
Dott. Ing. Marco A. L. Murru (Ingegnere elettrico)  
Dott. Archeol. Marco Cabras (Archeologo)  
Dott. Geol. Nicola Demurtas (Geologo)  
Dott. Nat. Francesco Mascia (Botanico e Agrotecnico)  
Dott. Nat. Maurizio Medda (Naturalista)  
Dott. Agr. Vincenzo Sechi (Agronomo)  
Dott. Piero Angelo Salvatore Rubiu (Tecnico compet. in Acustica Ambientale)

Codice elaborato	RELAZIONE AGRONOMICA	
Revisione 00 del		

## 1. Sommario

1. Sommario.....	1
2. Premessa.....	2
3. Oggetto del documento .....	2
4. Inquadramento climatico .....	6
5. Pedologia.....	14
4.1 Classificazione del sito secondo la Land Capability Classification.....	15
4.2 Risultati della valutazione dell'attitudine all'uso agricolo del sito in esame .....	17
6. Uso del Suolo.....	18
7. Utilizzo dell'area di intervento negli ultimi 50 anni .....	19
8. Utilizzo e potenzialità agronomica attuale .....	27
9. Utilizzo e potenzialità agronomica in fase di esercizio dell'impianto.....	28
10. Operazioni agronomiche e di miglioramento terreni per impianto di prato migliorato	28
11. Attività di coltivazione del prato pascolo polifita migliorato e impianto e gestione del verde di mitigazione .....	34
12. Adozione di sistemi di monitoraggio climatico e pedologico.....	36
13. Conclusioni .....	41
14. Bibliografia consultata.....	42

Codice elaborato	RELAZIONE AGRONOMICA	
Revisione 00 del		

## 2. Premessa

La società Grenergy Rinnovabili 6 S.r.l., parte del gruppo Grenergy Renovables SA, attivo nel campo delle energie rinnovabili dallo sviluppo alla costruzione, fino alla gestione degli impianti, ha incaricato la società Egeria S.r.l. (a socio unico) per la progettazione dell'impianto fotovoltaico "**GR Siliqua**", da 25,72 MW, integrato con un sistema di accumulo di 6 MW, ricadente in un terreno prevalentemente pianeggiante posto a circa 84 metri s.l.m. dell'area agricola di Siliqua, Località Berlingheri. A tal fine è stato costituito un gruppo di lavoro che si è occupato di analizzare il contesto di intervento, le interazioni attese tra il progetto e le componenti ambientali, le soluzioni atte a favorire una mitigazione degli impatti prodotti dall'intervento.

L'area individuata per l'inserimento della tecnologia fotovoltaica **risponde ai requisiti delle aree idonee** ai sensi del D.lgs. 199/2021 art. 20 comma 8 lettera c quater (recentemente modificato dal D.L. n. 13 del 24 febbraio 2023) e, **allo stesso tempo, è indicata come idonea** nella geografia tracciata **a livello regionale** dalla DGR 59/90 del 27/11/2020.

I pannelli fotovoltaici saranno posizionati su tracker a inseguimento monoassiale orientati nord-sud distanziati su file parallele, in modo costituire **un layout d'insieme funzionale alla prosecuzione delle attività attualmente in essere** consistenti nella **coltivazione** in asciutto di cereali e leguminose da granella, alternate a coltivazioni foraggere e a **pascolo ovino**.

La connessione dell'impianto prevede la posa di un cavidotto interrato della lunghezza di circa 7 km e il collegamento a una nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) a 150/36 kV nel comune di Musei.

Le scelte progettuali e le soluzioni tecniche adottate sono frutto di uno studio approfondito che tiene conto dei fattori ambientali e dei vincoli paesaggistici, analizza l'orografia dei luoghi, l'accessibilità al sito, la vegetazione e, per il tracciato del cavidotto di connessione, tutte le interferenze riscontrabili.

## 3. Oggetto del documento

Il sottoscritto, Dottore Agronomo Vincenzo Sechi, specializzato in gestione faunistica e ambientale, iscritto all'Ordine dei Dottori Agronomi e dei Dottori Forestali di Oristano Sez. A con il n. 187, ha ricevuto incarico da Egeria Srl per apportare il proprio contributo specialistico alla elaborazione dello Studio di Impatto Ambientale del progetto di GREENERGY RINNOVABILI 6 S.R.L., con sede legale in Via Borgo Nuovo N. 9 -20121 Milano, CF/P.IVA 11892550960.

La presente relazione agronomica e pedologica, si riferisce alla proposta progettuale per la realizzazione di un **impianto fotovoltaico** sito in Località "Berlingheri" in agro del Comune di Siliqua potenza nominale o di picco dell'impianto pari a 25,72 MWp (potenza in immissione pari a 21,15 MW) connesso alla RTN. L'impianto proposto avrà un'estensione dell'area di progetto pari a 34.03.52 ettari,

Codice elaborato	RELAZIONE AGRONOMICA	
Revisione 00 del		

ricade interamente in Zona Agricola E sottozona E2 come risulta dal Piano Urbanistico Comunale (PUC) del Comune di Siliqua (SU).

La presente relazione agronomica ha come obiettivo quello di fornire un quadro esaustivo dell'uso agronomico della superficie interessata dal progetto allo stato attuale, dell'impatto che l'investimento proposto avrà dal punto di vista agronomico in fase di esercizio dell'attività, delle strategie gestionali che il proponente intende attuare ed infine, descrivere lo scenario alla fine della vita utile dell'impianto una volta che la superficie agraria potrà ritornare all'uso originario "*ante operam*".

Lo scrivente pertanto ricevuto l'incarico ha provveduto ad effettuare nei terreni oggetto dell'incarico un sopralluogo di dettaglio finalizzato alla verifica "in situ" delle condizioni agronomiche e gestionali in essere, ed acquisire dagli attuali proprietari, imprenditori agricoli, tutte le informazioni utili ad una migliore definizione della relazione in parola.

L'intervento è individuato nella località "*Berlingheri*" situata in Zona E Agricola sottozona E2 in agro del Comune Siliqua (SU), la superficie complessivamente coinvolta risulta essere 34.03.52 ettari, mentre la superficie "coltivabile" è pari a ettari 30.45.60.

I riferimenti catastali sono i seguenti:

<b>Comune</b>	<b>Foglio</b>	<b>Mappali</b>
Siliqua	201	15 - 25

***Tabella 1 – Riferimenti catastali terreni interessati***

L'impianto è localizzato nel comune di Siliqua, in aree agricole situate a distanze comprese tra 2 km e 3 km in linea d'aria, in direzione nord-ovest, rispetto al centro abitato di Siliqua.

Il comune di Siliqua, facente parte della provincia del Sud Sardegna, si estende su un territorio di circa 190,25 km<sup>2</sup>, confinante con i Comuni di: Assemini, Decimomannu, Decimoputzu, Iglesias, Musei, Narcao, Nuxis, Uta, Vallermosa, Villamassargia, Villaspeciosa.

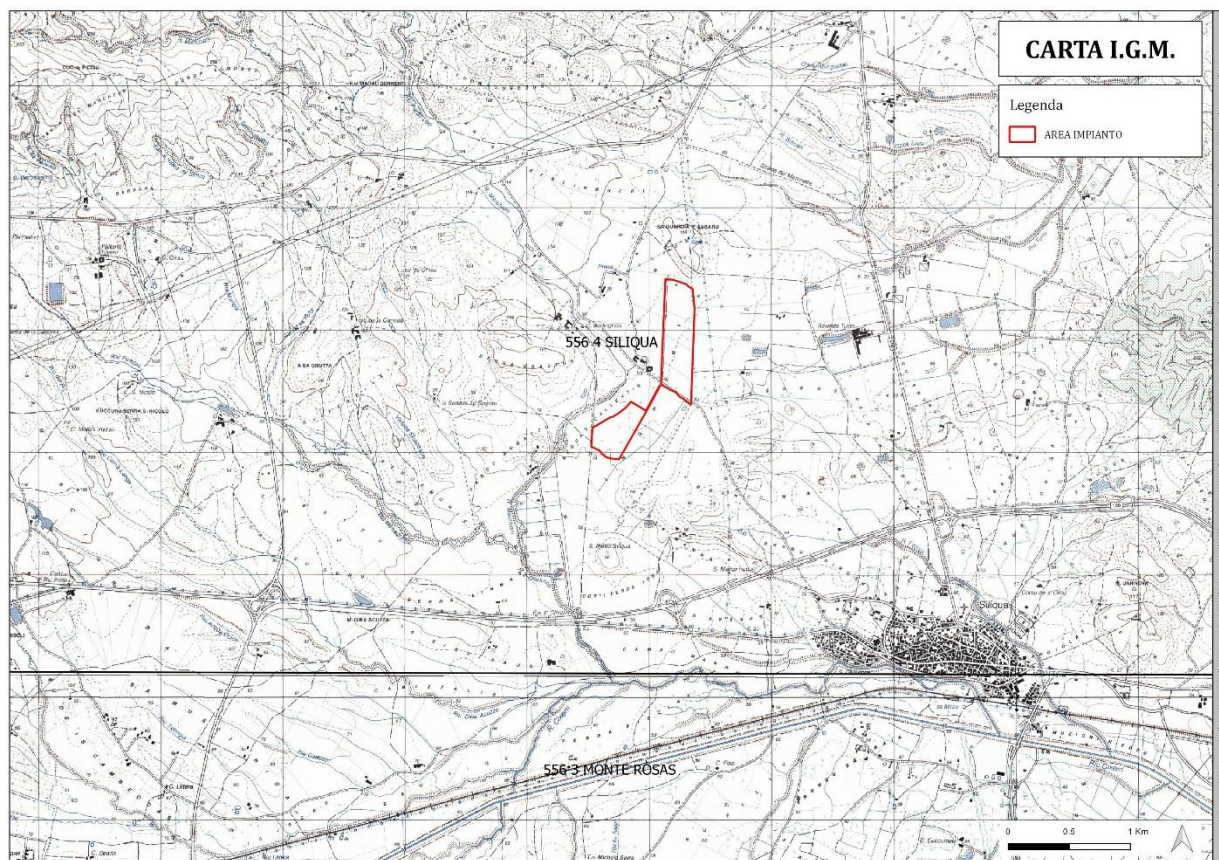
L'area di studio ricade nella Tavoletta I.G.M. in scala 1:25.000 n° 556, sezione III, e nella Carta Tecnica Regionale in scala 1: 10.000 n° 556 060.

Il sito presenta un'orografia prevalentemente pianeggiante, con un'altitudine media compresa indicativamente tra le quote di 80 m e 85 m s.l.m.

Il sito di progetto è facilmente raggiungibile dalla Strada Statale 130 procedendo verso la Località Berlingheri e, dal Centro abitato di Siliqua percorrendo in direzione Nord Ovest la Via Leonardo da Vinci attraversando il sottopasso della Strada Statale 130 Iglesiente e proseguendo poi verso la Località Berlingheri.

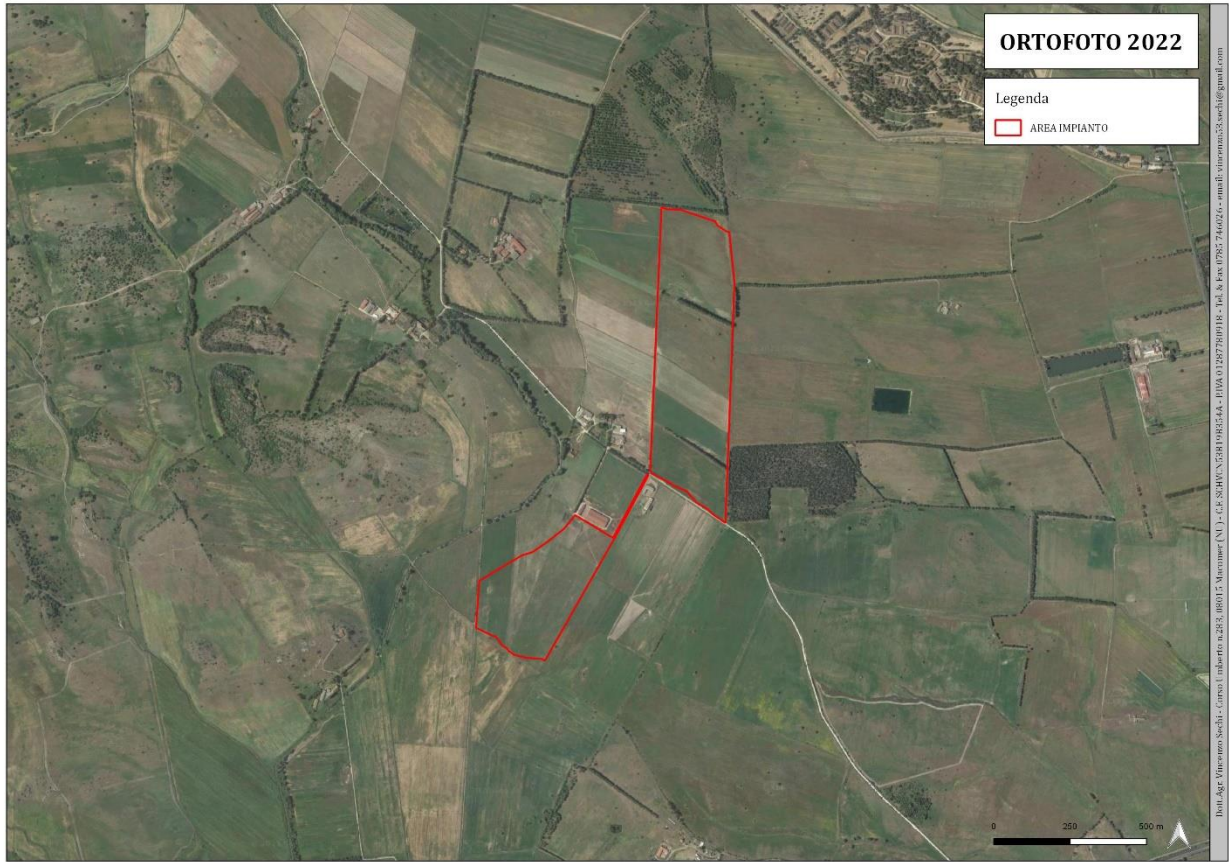
Di seguito si propone un inquadramento dell'area su base IGM e ortofoto 2019.

Codice elaborato	RELAZIONE AGRONOMICA	
Revisione 00 del		



**Figura 1 - Inquadramento area su base IGM**

Codice elaborato	RELAZIONE AGRONOMICA	
Revisione 00 del		



**Figura 2 - Inquadramento area su base Ortofoto**

Codice elaborato	RELAZIONE AGRONOMICA	
Revisione 00 del		

#### 4. Inquadramento climatico

La stazione termopluviometrica più vicina è quella situata in agro di Siliqua situata ad una quota di 53 m s.l.m. I dati indicano una quantità di precipitazioni media annua di 600 mm, con piogge concentrate nei mesi autunnali e all'inizio dell'inverno. Il mese che presenta la maggiore quantità di pioggia è dicembre, con precipitazioni medie di 92,8 mm, mentre il mese più siccitoso è luglio con precipitazioni medie di 6,7 mm. Dai dati termometrici rilevati, la temperatura media diurna è di 16,8°C, il mese più caldo è luglio con una temperatura media mensile di 28,2° C; al contrario il mese più freddo è dicembre con una media mensile di 7,9° C. Il valore medio di escursione termica è di 17,4° C.

I dati indicati ci consentono di collocare l'area, sotto il profilo climatico, nella zona meso-mediterranea caratterizzata da un periodo piovoso concentrato in autunno-inverno ed un periodo con precipitazioni scarse in estate.

Nel prospetto della classificazione fitoclimatica del Pavari, l'area è inserita nella fascia del Lauretum, sottozona calda. Nel prospetto della classificazione bioclimatica di Emberger è inserita nel bioclina mediterraneo semi-arido, livello inferiore.

Per determinare le caratteristiche climatiche della zona, sono stati elaborati statisticamente i dati contenuti nel "Nuovo Studio dell'Idrologia Superficiale della Sardegna – R.A.S." relativi ai principali elementi climatici: temperatura e precipitazioni. Da questi sono stati poi costruiti i diagrammi termici, pluviometrici ed i relativi diagrammi di Bagnouls e Gausson delle stazioni considerate per gli anni 1922-1992. Si precisa che per la stazione di Campanasissa sono disponibili solamente dati pluviometrici.

Per tutte le stazioni considerate, risulta che le temperature più basse sono relative ai mesi di Dicembre, Gennaio e Febbraio; a Dicembre si hanno valori compresi tra 10,20 °C (stazione di Terraseu) e 8,8 °C (stazione di Monte Rosas), mentre a Gennaio le medie mostrano valori inferiori a 10,2 °C, e i valori più bassi si registrano nella stazione di Siliqua (7,9 °C). A Febbraio, infine, si hanno valori compresi tra 9,9 °C (stazione di Siliqua) e 8,8 °C (stazione di Terraseu).

I mesi più caldi sono Luglio, con valori compresi tra 24,6 °C (stazione di Terraseu) e 25,7 °C (stazione di Villamassargia), ed Agosto, con valori compresi tra 25,0 °C

Codice elaborato	RELAZIONE AGRONOMICA	
Revisione 00 del		

(stazione di Monte Rosas) e 26,5 °C (stazione di Siliqua). Almeno quattro mesi (Giugno, Luglio, Agosto e Settembre), presentano una temperatura media superiore ai 20 °C. Tale innalzamento termico è dovuto alla presenza di masse d'aria tropicali che insistono in questo periodo in tutto il mediterraneo. La temperatura media annua oscilla tra 15,8 °C (stazione di Monte Rosas) e 16,8 °C (stazione di Siliqua). Ciò determina una rapida trasformazione della sostanza organica, che si riflette in un basso tenore in humus nei suoli. Le temperature assumono i caratteri tipici dell'ambiente mediterraneo. L'insularità della Sardegna e la breve distanza dal mare della zona in esame determinano un clima mite; l'entità dei rilievi e la loro distribuzione, grosso modo in senso meridiano, cioè parallelo alla direzione delle correnti dominanti, fa in modo che il Sulcis-Iglesiente sia fortemente influenzato dalle correnti umide medio-atlantiche. Questo determina una maggiore piovosità del Sulcis-Iglesiente rispetto ad altre zone della Sardegna, come ad esempio quelle del basso Campidano. È da tenere presente che la piovosità è in funzione dell'altitudine, aumenta cioè all'aumentare della quota topografica; infatti, la pioggia che cade nell'arco dell'anno è sempre maggiore nelle zone montuose, dove può superare i 1000 mm annui, mentre nelle pianure, come nella Valle del Cixerri in cui è presente l'abitato di Siliqua, non sempre si superano i 600 mm annui.

È interessante notare anche come il periodo di aridità estiva sia mediamente di tre mesi e come in casi non rari superi anche i quattro mesi.

Gli eventi di tipo alluvionale si verificano solitamente nel periodo tardo estivo e nella prima parte dell'autunno. In maniera improvvisa si passa infatti dalla fase di aridità prolungata ad un periodo di piogge consistenti che si verificano in un arco temporale molto breve. Tutto ciò contribuisce sovente al verificarsi di fenomeni alluvionali anche di dimensioni rilevanti.

I mesi più piovosi sono Ottobre, Novembre, Dicembre e Gennaio, al quale fa seguito un periodo asciutto più o meno lungo secondo le annate. I massimi piovosi si hanno, per tutte e cinque le stazioni, nel mese di Dicembre: stazione di Campanasissa con 140,6 mm; stazione di Villamassargia con 98,3 mm; stazione di Monte Rosas con 129,6 mm; stazione di Siliqua con 92,8 mm; stazione di Terraseu con 127,70 mm. Le medie annue delle precipitazioni individuano in Villamassargia (646,8 mm) e Siliqua (622,1 mm) le stazioni meno piovose. Tali valori, essendo registrati nelle stazioni a più bassa quota, possono caratterizzare con buona approssimazione i



Codice elaborato	RELAZIONE AGRONOMICA	
Revisione 00 del		

territori della Valle del Cixerri, ove è compreso il settore più settentrionale subpianeggiante del territorio comunale di Villamassargia. I dati registrati nelle stazioni di Monte Rosas, Terraseu e Campanasissa sono invece sempre superiori a 800 mm. Queste stazioni, essendo prossime al settore più meridionale dell'area Zinnigas ed essendo localizzate a quote superiori rispetto alle precedenti, possono essere quindi utilizzate con buona approssimazione per caratterizzare la piovosità media annua del territorio montano di Siliqua.

Tra l'inizio di Febbraio e l'inizio di Maggio, l'andamento delle precipitazioni è abbastanza costante. I mesi meno piovosi, per tutte e cinque le stazioni, sono invece Luglio e Agosto. Il regime pluviometrico delle stazioni considerate è di tipo A. I. P. E., quindi con valori decrescenti di precipitazioni dall'Autunno-Inverno-Primavera-Estate.

Secondo Le Lannou (1941) e Peguy (1961), la Sardegna è caratterizzata da due regimi massimi raddoppiati: uno autunno-invernale ed uno primaverile. Inoltre, esiste un breve periodo arido invernale, che nell'isola è conosciuto col nome di secche di Gennaio. Infatti, durante i mesi di Gennaio e Febbraio, l'isola cade sotto l'influenza dell'anticiclone freddo continentale, che le assicura un periodo di relativa stabilità climatica, in cui le precipitazioni sono assenti. Il fenomeno, però, può essere piuttosto breve. Per questo le temperature dei mesi di Gennaio, Febbraio e, molto più raramente, Marzo non si discostano troppo dalla media invernale. Le considerazioni fatte per i dati termopluviometrici delle stazioni in esame, concordano con le teorie di Le Lannou (1941) e Peguy (1961).

La quantità delle precipitazioni è variabile da un anno all'altro. Sussiste, quindi, il fenomeno dell'infedeltà pluviometrica (Arrigoni, 1968). In ogni caso, pare che nell'ultimo ventennio le precipitazioni siano diminuite soprattutto nei mesi di Gennaio e Febbraio. Ciò dimostra che nella nostra isola vi è un reale pericolo di andare incontro ad un fenomeno di siccità prolungata.

I diagrammi ombrotermici, inoltre, hanno confermato le somiglianze climatiche delle quattro stazioni considerate: le curve dei diagrammi, pur avendo picchi differenti soprattutto nei valori pluviometrici, mostrano lo stesso andamento, come si può osservare nei grafici 1, 2, 3, 4, 5 e 6.

Tali grafici riportano sull'ascissa i mesi dell'anno e sull'ordinata le precipitazioni e le temperature. I valori delle precipitazioni sono riportati in scala doppia rispetto alle

Codice elaborato	RELAZIONE AGRONOMICA	
Revisione 00 del		

temperature. Il diagramma così elaborato, consente il confronto grafico fra il regime termico annuale e quello pluviometrico. Secondo Gausson (1954), quando la curva delle precipitazioni va al di sotto di quella delle temperature ( $P < 2T$ ), il periodo deve considerarsi secco.

STAZIONE	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
SILQUA	7,90	9,90	12,70	13,00	17,50	21,10	25,50	26,50	23,50	18,60	14,30	9,10
VILLAMASSARGIA	9,50	9,00	13,60	12,40	14,90	21,80	25,70	26,10	24,10	18,10	13,00	9,50
MONTE ROSAS	10,20	8,90	12,70	12,10	15,20	20,60	25,40	25,00	22,60	16,80	12,90	8,80
TERRASEU	9,30	8,80	11,40	12,50	16,20	20,20	24,60	25,20	21,90	17,60	13,30	10,20

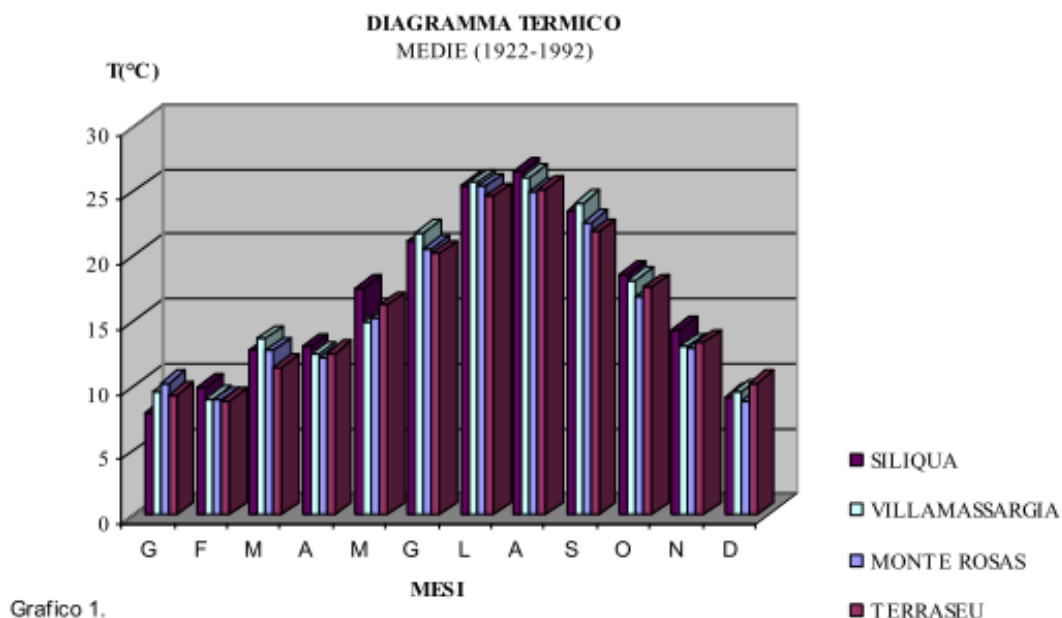


Grafico 1.

**Figura 4 - Temperature medie mensili e diagramma termico**

Codice elaborato	RELAZIONE AGRONOMICA	
Revisione 00 del		

STAZIONE	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
SILQUA	70,70	69,70	57,70	45,40	35,90	14,80	5,40	10,80	42,00	85,80	89,00	92,80
CAMPANASSISSA	109,90	103,30	86,70	58,90	44,80	11,40	7,10	11,60	37,40	110,10	115,80	140,60
VILLAMASSARGIA	86,90	81,40	69,20	52,30	34,00	10,90	3,80	9,30	33,10	76,50	94,90	98,30
MONTE ROSAS	123,20	109,40	89,60	66,80	44,90	12,00	6,10	11,60	39,60	100,10	123,40	129,60
TERRASEU	121,20	109,30	78,30	66,90	46,60	17,00	4,60	12,50	40,80	88,50	115,00	127,70

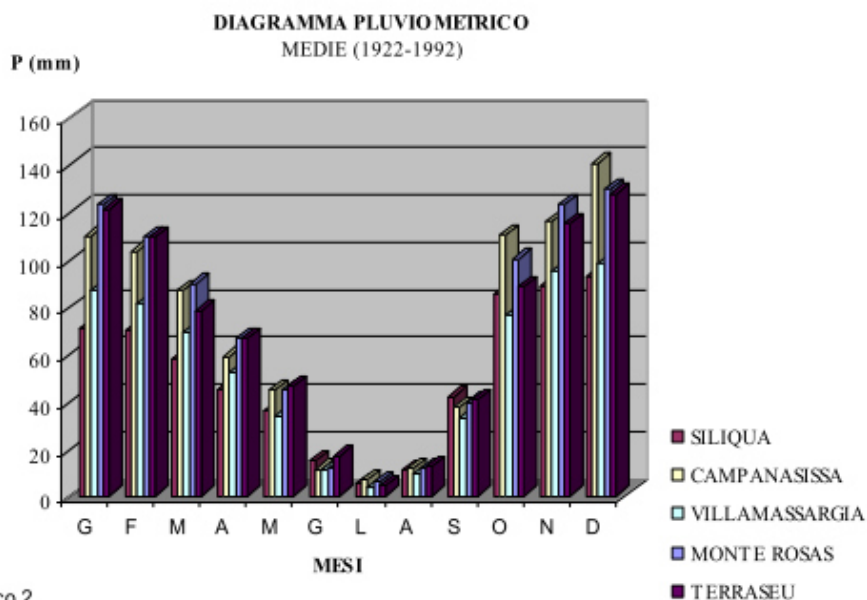
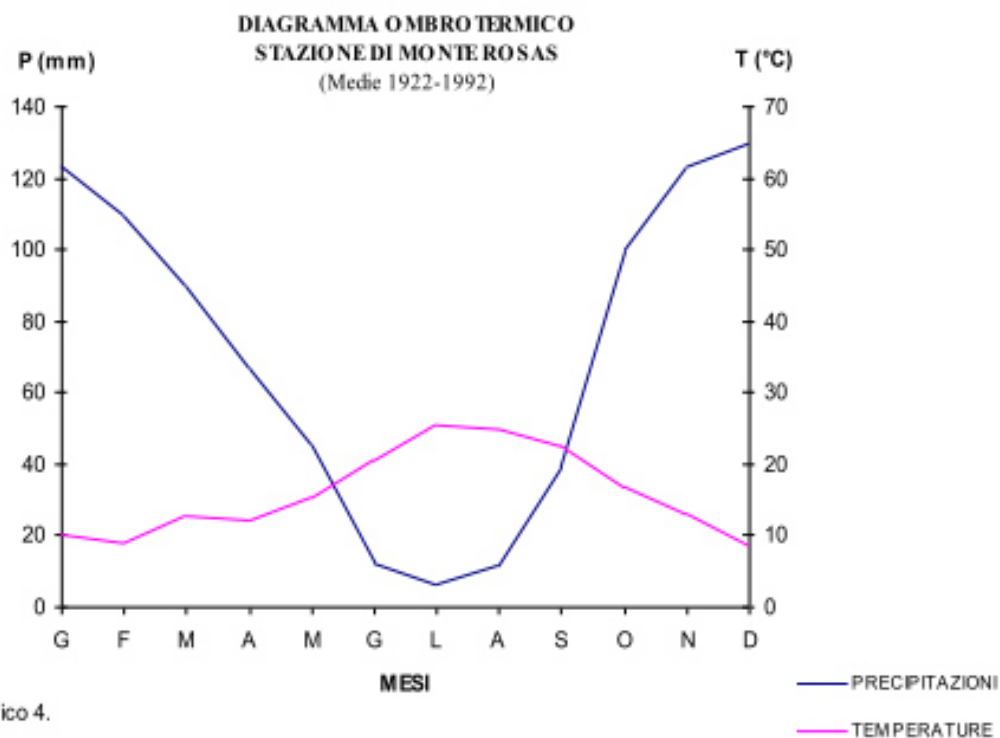
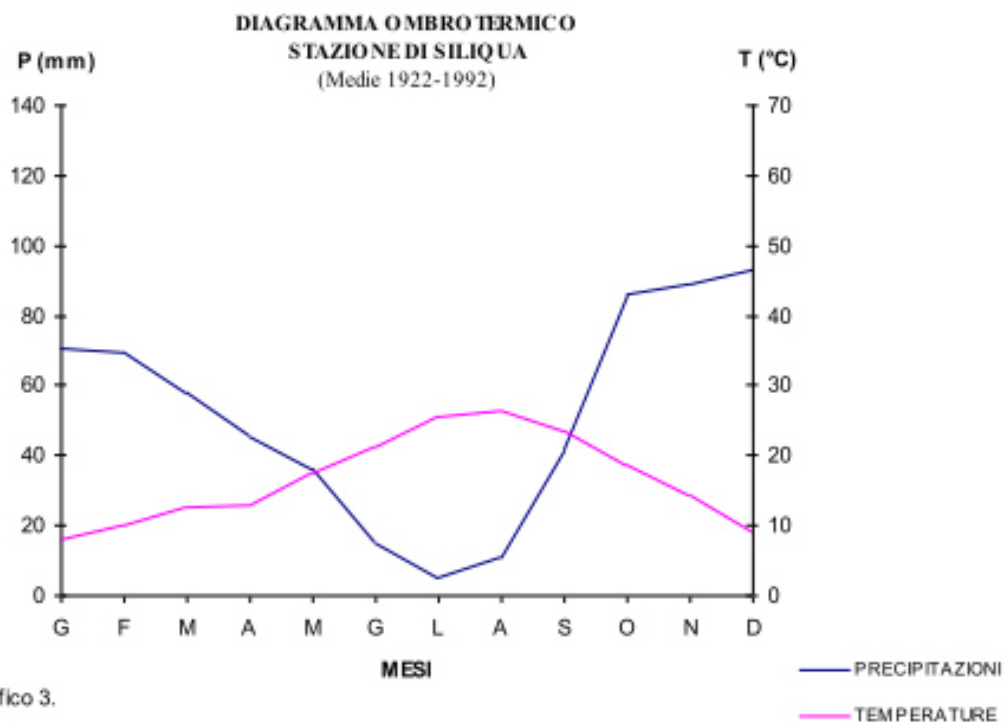


Grafico 2.

**Figura 5 - Precipitazioni medie mensili e diagramma pluviometrico**

Codice elaborato	RELAZIONE AGRONOMICA	
Revisione 00 del		



**Figura 6 – Diagramma ombrotermico stazioni di Siliqua e Monte Rosas**

Codice elaborato	RELAZIONE AGRONOMICA	
Revisione 00 del		

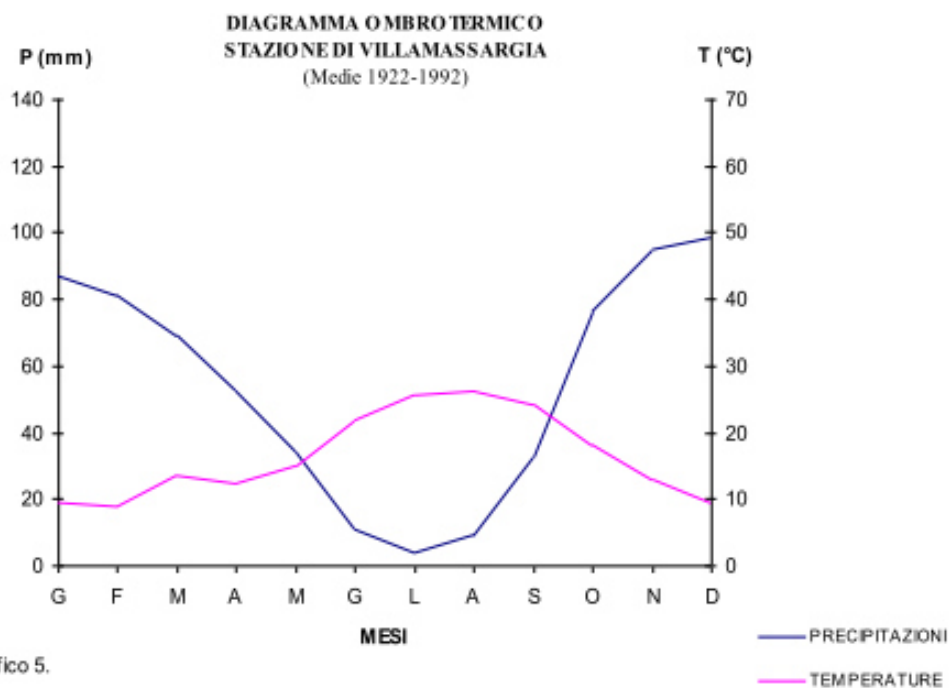


Grafico 5.

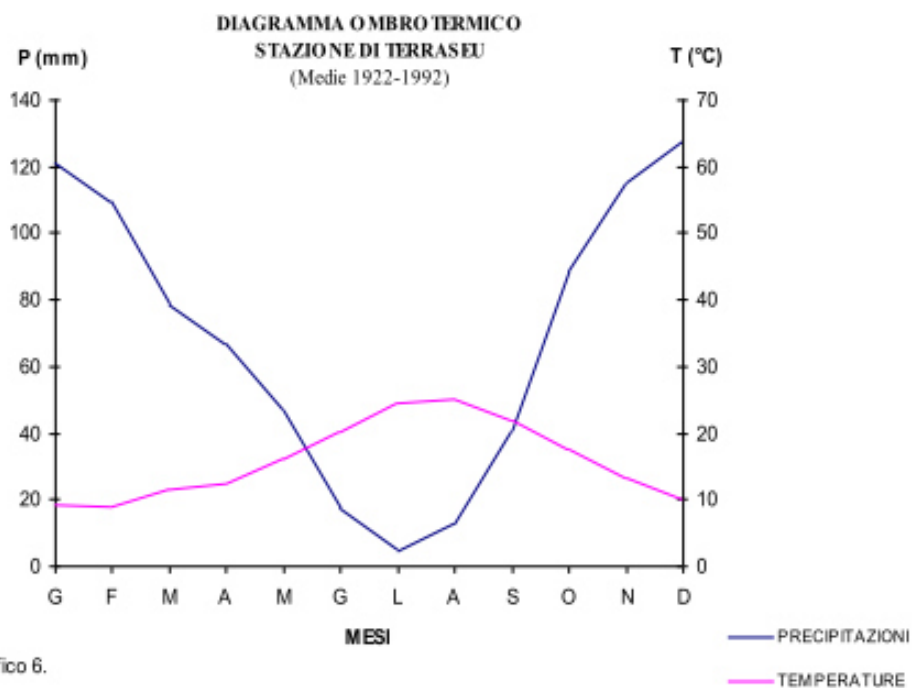


Grafico 6.

**Figura 7 – Diagramma ombrotermico stazioni di Villamassargia e Terraseu**

Codice elaborato	RELAZIONE AGRONOMICA	
Revisione 00 del		

L'analisi dei venti rappresenta un altro aspetto importante nello studio del clima di un'area. I venti locali appaiono influenzati sia dalla circolazione atmosferica generale che dal rilievo, quest'ultimo è in grado di modificare anche notevolmente la direzione e l'intensità dei venti. Per verificare quali di questi risultano dominanti nell'area si è fatto riferimento ai dati relativi alle stazioni meteorologiche dell'Aeronautica Militare. Da tali tabulati si evidenzia come nel settore sulcitano si ha una circolazione dominante avente direzione nord-ovest ed una subprevalente con direzione sud-est. Questo concorda anche con l'orientamento generale dei sistemi montuosi che assumono prevalentemente una direzione NW-SE.

Il vento di maestrale tende a disporsi più da nord in tutte le aree costiere dell'Iglesiente e della parte occidentale del Sulcis, dove la vicinanza del rilievo alla costa modifica la direzione del vento.

Nella piana del Cixerri, essendo orientata W-E, ruota in senso inverso disponendosi da W e assumendo i connotati di un vento di ponente.

In tutte le restanti zone non si osservano invece particolari variazioni della direzione. Per quanto riguarda la componente da sud-est, va notato come anche in questo caso la vicinanza dei rilievi al mare influisce sulla direzione locale dei venti, specie nella parte più occidentale e meridionale del Sulcis. Lo scirocco tende infatti a ruotare e ad assumere la direzione est lungo tutta la costa del sud e nella piana del Cixerri.

Codice elaborato	RELAZIONE AGRONOMICA	
Revisione 00 del		

## 5. Pedologia

I suoli sono il risultato della interazione di sei fattori naturali, substrato, clima, morfologia, vegetazione, organismi viventi, tempo. La conoscenza delle caratteristiche fisicochimiche dei suoli rappresenta, pertanto, 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 duplice:

- 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 tardo-paleozoici (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.

Codice elaborato	RELAZIONE AGRONOMICA	
Revisione 00 del		

#### 4.1 Classificazione del sito secondo la Land Capability Classification

Per la valutazione della attitudine all'uso agricolo dell'area in esame è stato utilizzato lo schema noto come Agricultural Land Capability Classification (LCC) proposto da Klingebiel e Montgomery (1961) per l'U.S.D.A.; tale metodologia è la più comune ed utilizzata tra le possibili metodologie di valutazione della capacità d'uso oggi note.

La LCC si riferisce al complesso di colture praticabili nel territorio in questione e non ad una coltura in particolare, e la valutazione non tiene conto dei fattori socio-economici. Al concetto di limitazione è legato quello di flessibilità colturale, nel senso che all'aumentare del grado di limitazione corrisponde una diminuzione nella gamma dei possibili usi agro-silvo-pastorali. Le limitazioni prese in considerazione sono quelle permanenti, ovvero che non possono essere risolte attraverso appropriati interventi di miglioramento (drenaggi, concimazioni, ecc.) e nel termine "difficoltà di gestione" vengono comprese tutte le pratiche conservative e sistematorie necessarie affinché l'uso non determini perdita di fertilità o degradazione del suolo.

Come risultato di tale procedura di valutazione si ottiene una gerarchia di territori dove quello con la valutazione più alta rappresenta il territorio per il quale sono possibili il maggior numero di colture e pratiche agricole.

Le limitazioni alle pratiche agricole derivano principalmente dalle qualità: relazioni concettuali tra classi di capacità d'uso, intensità delle limitazioni e rischi per il suolo e intensità d'uso del territorio intrinseche del suolo ma anche dalle caratteristiche dell'ambiente biotico ed abiotico in cui questo è inserito.

La LCC prevede tre livelli di definizione: classe, sottoclasse ed unità. Le classi di capacità d'uso raggruppano sottoclassi che possiedono lo stesso grado di limitazione o rischio. Sono designate con numeri romani dall'I all'VIII in base al numero ed alla severità delle limitazioni e sono definite come segue:

Suoli arabili - Classe I: suoli senza o con poche limitazioni all'utilizzazione agricola. Non richiedono particolari pratiche di conservazione e consentono un'ampia scelta tra le colture diffuse nell'ambiente. - Classe II: suoli con moderate limitazioni, che riducono la scelta colturale o che richiedono alcune pratiche di conservazione, quali un'efficiente rete di affossature e di drenaggi. - Classe III: suoli con notevoli limitazioni, che riducono la scelta colturale o che richiedono un'accurata e continua



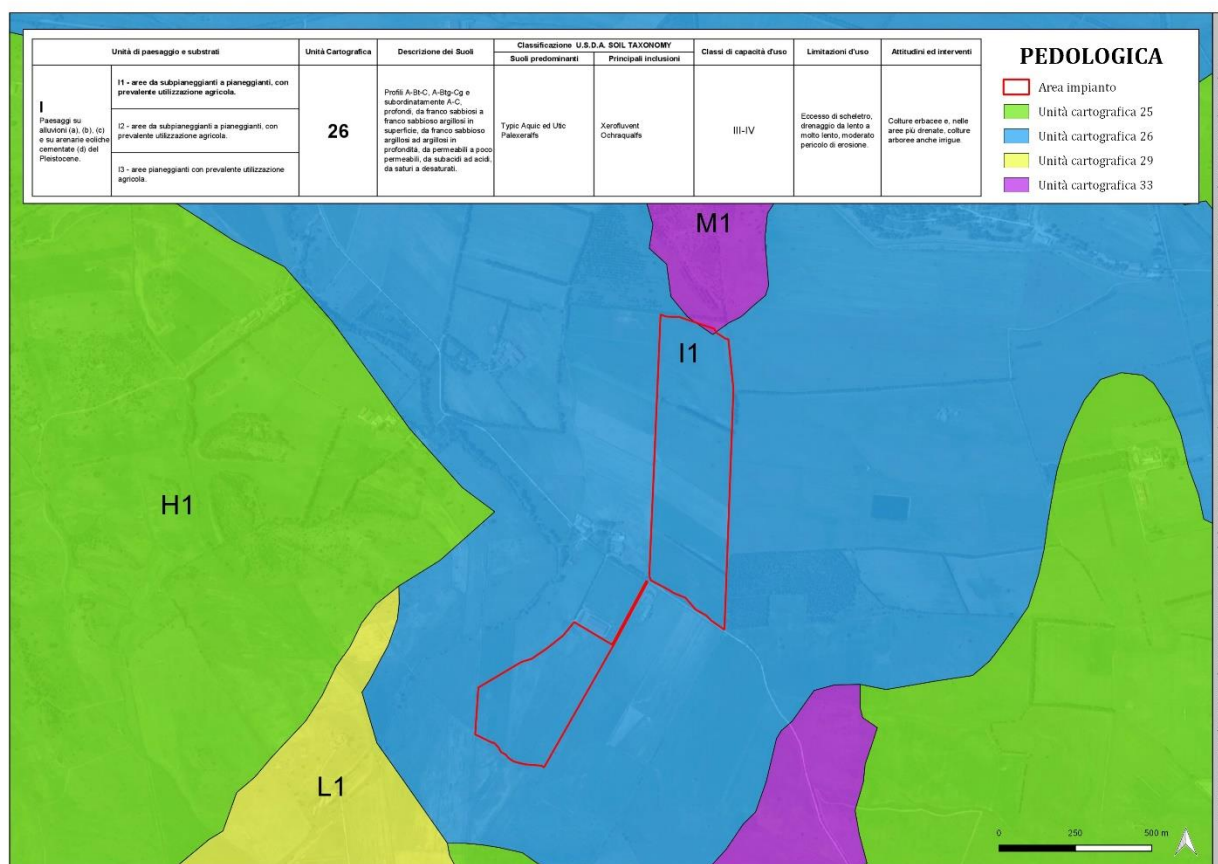
Codice elaborato	RELAZIONE AGRONOMICA	
Revisione 00 del		

manutenzione delle sistemazioni idraulico agrarie e forestali. - Classe IV: suoli con limitazioni molto forti all'utilizzazione agricola. Consentono solo una limitata possibilità di scelta. Suoli non arabili - Classe V: suoli che presentano limitazioni ineliminabili non dovute a fenomeni di erosione e che ne riducono il loro uso alla forestazione, alla produzione di foraggi, al pascolo o al mantenimento dell'ambiente naturale (ad esempio, suoli molto pietrosi, suoli delle aree golenali). - Classe VI: suoli con limitazioni permanenti tali da restringere l'uso alla produzione forestale, al pascolo o alla produzione di foraggi. - Classe VII: suoli con limitazioni permanenti tali da richiedere pratiche di conservazione anche per l'utilizzazione forestale o per il pascolo. - Classe VIII: suoli inadatti a qualsiasi tipo di utilizzazione agricola e forestale. Da destinare esclusivamente a riserve naturali o ad usi ricreativi, prevedendo gli interventi necessari a conservare il suolo e a favorire lo sviluppo della vegetazione.

Classi di capacità d'uso	Ambiente naturale	Forestazione	Pascolo			Coltivazioni agricole			
			Limitato	Moderato	Intenso	Limitate	Moderate	Intensive	Molto intensive
I									
II									
III									
IV									
V									
VI									
VII									
VIII									

**Struttura concettuale della valutazione dei suoli in base alla loro capacità d'uso (da Giordano, 1999)**

CLASSE	
I	I suoli hanno poche limitazioni che ne restringono il loro uso.
II	I suoli hanno limitazioni moderate che riducono la scelta delle colture oppure richiedono moderate pratiche di conservazione.
III	I suoli hanno limitazioni severe che riducono la scelta delle colture oppure richiedono particolari pratiche di conservazione, o ambedue.
IV	I suoli hanno limitazioni molto severe che restringono la scelta delle colture oppure richiedono una gestione particolarmente accurata, o ambedue.
V	I suoli presentano rischio di erosione scarso o nullo (pianeggianti), ma hanno altre limitazioni che non possono essere rimosse (es. inondazioni frequenti), che limitano il loro uso principalmente a pascolo, prato-pascolo, bosco o a nutrimento e ricovero della fauna locale.
VI	I suoli hanno limitazioni severe che li rendono per lo più inadatti alle coltivazioni e ne limitano il loro uso principalmente a pascolo, prato-pascolo, bosco o a nutrimento e ricovero della fauna locale.
VII	I suoli hanno limitazioni molto severe che li rendono inadatti alle coltivazioni e che ne restringono l'uso per lo più al pascolo, al bosco o alla vita della fauna locale.
VIII	I suoli (o aree miste) hanno limitazioni che precludono il loro uso per produzione di piante commerciali; il loro uso è ristretto alla ricreazione, alla vita della fauna locale, a invasi idrici o a scopi estetici.



**Figura 8 - Inquadramento su base cartografica rielaborata da Carta dei Suoli della Sardegna**

#### 4.2 Risultati della valutazione dell'attitudine all'uso agricolo del sito in esame

Come anticipato, i terreni oggetto di investimento ricadono interamente nell'unità di Paesaggio I ed unità cartografica 26 della "carta dei suoli della Sardegna" di Aru, Baldaccini e Vacca.

L'unità di Paesaggio I è così caratterizzata: Paesaggi su alluvioni e su arenarie eoliche cementate del Pleistocene.

Il substrato associato è il seguente: L1: Aree da subpianeggianti a pianeggianti, con prevalente utilizzazione agricola.

Le caratteristiche dei suoli e le attitudini all'uso agricolo associate all'unità I26 sono nel dettaglio di seguito individuate.

Roccia affiorante e suoli a profilo A-Bt-C e subordinatamente A-Btg-Cg, con evoluzione spinta, profondi, tessitura da franco-sabbiosa a franco-sabbioso-argillosa in superficie da franco-sabbioso-argillosa ad argillosa in profondità, da permeabili a poco permeabili, sub-acidi ad acidi, da saturati a desaturati.

Codice elaborato	RELAZIONE AGRONOMICA	
Revisione 00 del		

La classe di Land Capability individuata è la III e IV e il **valore agronomico dell'area è basso.**

Le limitazioni d'uso sono: eccesso di scheletro, drenaggio da lento a molto lento, moderato pericolo di erosione.

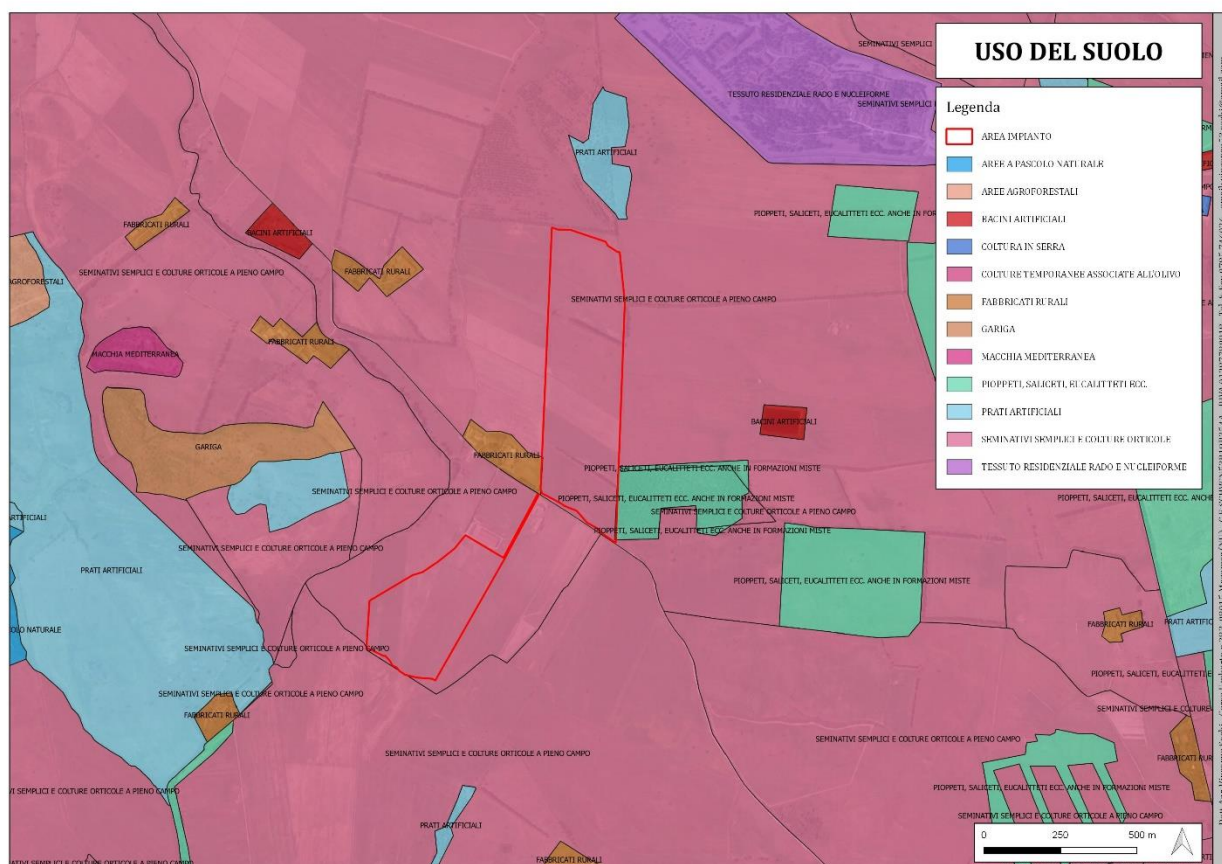
Le attitudini ed interventi colture erbacee, nelle aree più drenate, colture arboree anche irrigue.

## 6. Uso del Suolo

La superficie aziendale oggetto di intervento sulla base della classificazione verificata nella cartografia ufficiale della Regione Sardegna (UdS RAS 2008) ricade nelle seguenti tipologie:

- **Seminativi semplici e colture orticole a pieno campo;**

Dalle verifiche condotte in campo, si conferma la classificazione anche all'attualità. Di seguito si propone un estratto della cartografia allegata alla presente editata sulla base della cartografia ufficiale della Regione Sardegna.



**Figura 9 - Carta dell'uso del suolo con evidenziata l'area di intervento**

Codice elaborato	RELAZIONE AGRONOMICA	
Revisione 00 del		

## 7. Utilizzo dell'area di intervento negli ultimi 50 anni

Come menzionato, l'area di intervento è localizzata nel territorio comunale di Siliqua nella Zona E Agricola, sottozona E2. 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 85 e 80 m s.l.m., mentre la distanza minima dal mare è pari a circa 30 km (Costa di Nebida), la medesima distanza si rileva dal Golfo di Cagliari. 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 spesso forma piuttosto regolare e i loro confini sono segnati in alcuni casi dalla presenza di frangivento a *Eucalyptus sp.pl.*

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-*Quercetum suberis*. Questi sono mesoboschi a *Quercus suber* con *Q. ilex*, *Viburnum tinus*, *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Phyllirea latifolia*, *Myrtus communis*.

Questa associazione è divisa in due sub associazioni, la subass. tipica *quercetosum suberis* e la subass. *ramnetosum 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 *Erico arboreae-Arbutetum unedoni* 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 (*Populenion albae*, *Fraxino angustifoliae-Ulmenion minoris*, *Salicion albae*).

Il geosigmeto edafoigrofilo e/o planiziale è caratterizzato da mesoboschi edafoigrofili caducifogli costituiti da *Populus alba*, *P. nigra*, *Ulmus minor* ssp. *minor*,

Codice elaborato	RELAZIONE AGRONOMICA	
Revisione 00 del		

*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 dell'area vasta, 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.

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 o addirittura artificializzati i corsi d'acqua, introdotti canali, colmate le depressioni, eliminate le emergenze, rese più dolci le pendenze e data una baulatura al 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.

Codice elaborato	RELAZIONE AGRONOMICA	
Revisione 00 del		

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, quali ad esempio l'*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 o, addirittura, niente. L'attuale paesaggio vegetale dell'area in esame consiste in un fitto mosaico di colture erbacee soprattutto non irrigue (cerealicole e foraggere da sfalcio). 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.

Nel sito si riscontra un paesaggio modificato negli aspetti legati alla componente vegetale, dove la presenza di aree agricole è percepita con la presenza di *Eucalyptus* sp.pl., di certo specie non spontanea della flora della Sardegna.

Buona parte dei terreni coinvolti ospitano importanti allevamenti di ovini appartenenti alla razza sarda, allevati con il metodo semi estensivo, che, come si vedrà più avanti, saranno in grado di sviluppare delle importanti sinergie con l'impianto fotovoltaico proposto.

Codice elaborato	RELAZIONE AGRONOMICA	
Revisione 00 del		



*Figura 10 - Vista panoramica di parte dell'area di impianto attualmente destinata a coltivazioni foraggere e pascolo*

Codice elaborato	RELAZIONE AGRONOMICA	
Revisione 00 del		



*Figura 21 - Vista del centro aziendale che non fa parte dell'area di intervento ma manterrà la sua funzione aziendale*



Codice elaborato	RELAZIONE AGRONOMICA	
Revisione 00 del		



**Figura 32** - Vista panoramica di parte dell'area di impianto attualmente destinata a coltivazioni foraggere alternate a pascolo

Codice elaborato	RELAZIONE AGRONOMICA	
Revisione 00 del		



**Figura 43 - Vista panoramica di superfici destinate a coltivazioni foraggere con campo delimitato dal frangivento di eucaliptus**

Codice elaborato	RELAZIONE AGRONOMICA	
Revisione 00 del		



**Figura 54 - Vista panoramica di superfici destinate a pascolo e a coltivazioni foraggere**

Codice elaborato	RELAZIONE AGRONOMICA	
Revisione 00 del		

## 8. Utilizzo e potenzialità agronomica attuale

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.

Difatti, tutta l'area oggetto di intervento all'attualità è utilizzata in determinati periodi anche per il pascolamento turnato 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(ovini), protratto negli anni ha portato ad un impoverimento floristico del cotico naturale per l'azione di selezione sulle essenze pabulari svolta in particolare dagli ovini. Le superfici sono all'attualità così coltivate:

- **Ha 35 circa coltivazioni foraggere e avena in asciutto alternate al pascolamento;**

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 (U.F) prodotte.

Allo stato attuale ex ante la produzione foraggera è quella indicata nella seguente tabella dal calcolo:

TIPOLOGIA	Ettari	U.F./Ettaro	U.F. totali
Coltivazioni foraggere e avena in asciutto alternate (media)	34.03.52	1.900	64.666
<b>Totale U.F.</b>			<b>64.666</b>

*Tabella 2 – produzione in Unità Foraggere ex ante*

Attualmente, pertanto, il valore agronomico dei terreni, espressi secondo il calcolo proposto, è pari a 64.666 Unità Foraggere.

A titolo esemplificativo, considerata l'esigenza nutritiva di una capo ovino adulto pari a 320 U.F./anno, potenzialmente nel terreno potrebbero essere allevati 202 capi ovini, pari a circa 30,5 UBA (Unità bovine adulte).

Codice elaborato	RELAZIONE AGRONOMICA	
Revisione 00 del		

## 9. Utilizzo e potenzialità agronomica in fase di esercizio dell'impianto

Dal punto di vista agronomico, 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 consentire la prosecuzione delle attività agro-zootecniche attualmente svolte e di restituire alla fine della vita utile dell'impianto fotovoltaico un terreno migliorato e pronto ad essere reimmesso nel ciclo produttivo agro-zootecnico.

A tal fine si sostituiranno le attuali coltivazioni in asciutto di cereali e leguminose da granella alternate a coltivazioni foraggere, 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 presuppone una serie di operazioni colturali nel corso dell'anno, finalizzate all'aumento produttivo dei terreni, migliorando allo stesso tempo la fertilità del suolo, come logica conseguenza della migliore tecnica agronomica.

## 10. Operazioni agronomiche e di miglioramento terreni per impianto di prato migliorato

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

1. Spietramento dei terreni mediante andanatore di sassi e macchina raccogli sassi;
2. Realizzazione di scoline superficiali per la raccolta ed il deflusso delle acque meteoriche;
3. Realizzazione di livellamento superficiale;
4. Concimazione di fondo con concimi organo minerali + microelementi a lenta cessione del tipo protetto (es. Tecnologia Timac Agro);
5. Aratura superficiale;

Codice elaborato	RELAZIONE AGRONOMICA	
Revisione 00 del		

## 6. 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 fisica del terreno. In questo modo si potrà formulare ed 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.

Le superfici a prato-pascolo sono ordinariamente sottoposte a sfalcio per l'ottenimento di fieno, da utilizzare nell'alimentazione del bestiame (ovi-caprino o bovino).

Questa forma gestionale è assolutamente compatibile con il progetto fotovoltaico proposto e di fatti: tutte le porzioni libere comprese all'interno dell'area di progetto potranno essere investite a prato-pascolo permanente, incluse le **aree sotto la proiezione al suolo dei pannelli**. Queste ultime saranno le uniche escluse dalla raccolta del fieno, la presenza del prato pascolo sotto i pannelli sarà finalizzata oltre che al pascolamento anche alla produzione di sostanza organica per tramite della tecnica del "Mulching" come meglio specificato in seguito. Le restanti saranno invece oggetto delle pratiche agricole illustrate nel paragrafo 11.

Al fine di rendere più immediata la logica gestionale sotto il profilo agronomico proposta, si cita per analogia quanto normalmente avviene nelle piste dedicate agli sport invernali nel Trentino Alto Adige, comunque infrastrutturate, ove regolarmente le superfici a prato sono sottoposte ad operazioni di fienagione.

L'azione di miglioramento diretta della fertilità del suolo, in un orizzonte temporale di medio periodo, si raggiungerà attuando due tecniche agronomiche fondamentali. Da un lato, nella composizione delle essenze costituenti il miscuglio da seminare (insieme dei semi costituenti la composizione specie specifica delle piante) per l'ottenimento del prato permanente polifita si privilegeranno le leguminose, piante

Codice elaborato	RELAZIONE AGRONOMICA	
Revisione 00 del		

così dette miglioratrici della fertilità del suolo in quanto in grado di fissare per l'azione della simbiosi radicale con i batteri azotofissatrici, le stesse in grado di immobilizzare l'azoto atmosferico nel suolo a vantaggio diretto delle piante appartenenti alle graminacee.

In particolare, si provvederà all'inserimento tra le piante leguminose componenti il miscuglio di semina la specie spontanea sarda *trifolium subterraneum* capace oltretutto di autoriseminarsi e che, possedendo uno spiccato geocarpismo, contribuisce insieme alla copertura vegetale diventata "permanente" ad arrestare l'erosione superficiale sia eolica che idrica, allo stato piuttosto diffusa nelle superfici oggetto di intervento.

Dall'altro lato, 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 saranno ricresciute, verranno sottoposte al **pasciamento controllato degli ovini**.

Quanto in programma di attuare nella gestione agronomica, ci fa capire che 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.

Attraverso l'installazione dell'impianto fotovoltaico, combinato con la tecnica agronomica individuata al fine di favorire la prosecuzione delle attività attualmente in essere, si otterrà una sinergia tra le due, misurabile in termini di miglioramento qualitativo delle Unità Foraggere.

Infatti, il valore nutrizionale di un fieno di prato migliorato e bilanciato nella composizione floristica, ricco di essenze leguminose che apportano un notevole miglioramento al contenuto 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, considerata la produzione unitaria espressa in U.F del prato permanente migliorato, si ottiene il seguente valore agronomico del terreno oggetto di intervento **in fase di esercizio**:

Codice elaborato	RELAZIONE AGRONOMICA	
Revisione 00 del		

TIPOLOGIA	Ettari	U.F./Ettaro	U.F. totali
Prato pascolo migliorato	30.45.60	2.240	68.221

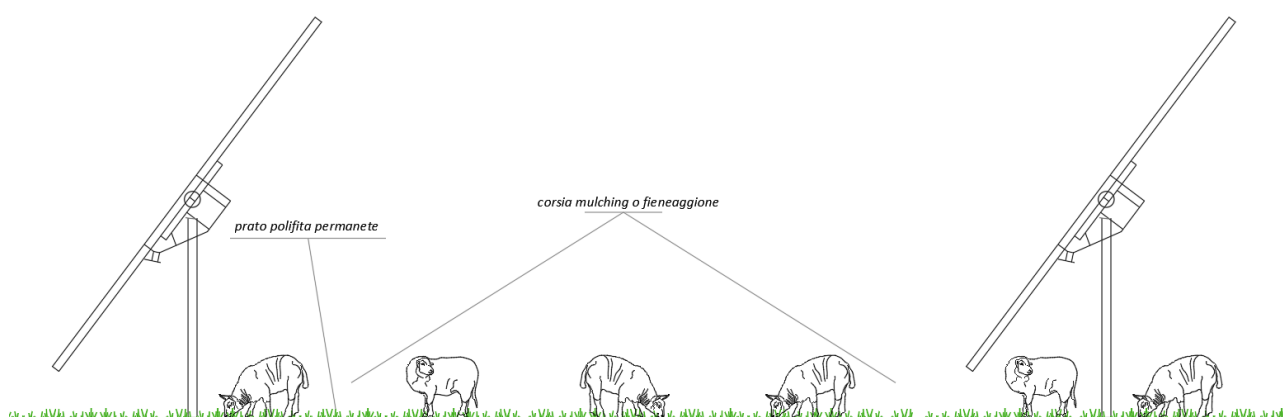
**Tabella 2 – Produzione in Unità Foraggere fase di esercizio**

Il valore agronomico del terreno, pur volendo considerare soltanto la superficie di 30.45.60 ettari e non di tutti i circa 34.03.52 ettari dell'intera superficie coinvolta, secondo l'indice proposto viene incrementato di circa il 5,5%.

A titolo esemplificativo, considerata l'esigenza nutritiva di una capo ovino adulto pari a 320 U.F./anno, potenzialmente nel terreno potrebbero essere allevati 213 capi ovini, pari a circa 32,5 UBA (Unità bovine adulte).

Si evidenzia, infine, ma non certo per ordine di importanza, che 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 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.



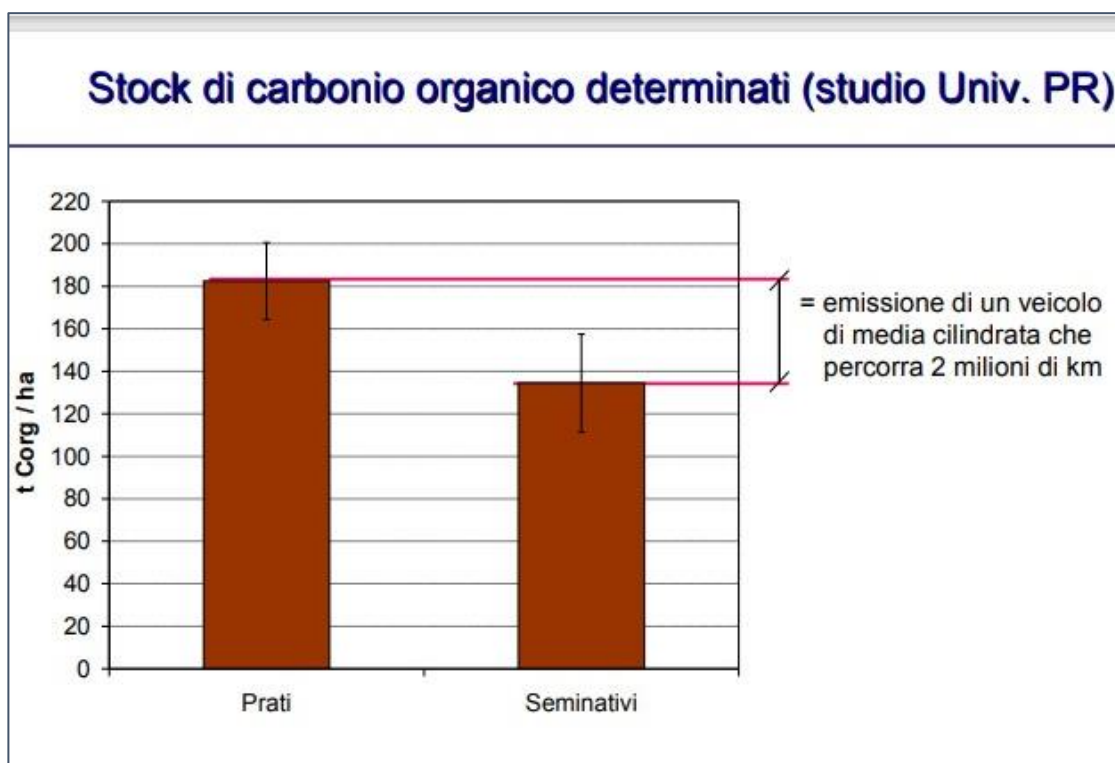
**Figura 15 - Particolare esemplificativo del pascolamento.**

L'importanza del prato pascolo permanente migliorato è legata a due principali fattori: **biodiversità e cambiamento climatico**. Il prato polifita come quello proposto rappresenta uno tra gli agroecosistemi a più alta biodiversità, per la



Codice elaborato	RELAZIONE AGRONOMICA	
Revisione 00 del		

presenza di numerose specie vegetali e soprattutto 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/m<sup>2</sup>**.



**Figura 16- Stock di carbonio organico determinati (fonte studio Univ. PR)**

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 del carbonio solida e trasparente al fine di monitorare e verificare l'autenticità degli assorbimenti.

Due volte l'anno, la vegetazione erbacea che cresce sotto i pannelli sarà sfalciata e sminuzzata avendo cura di non lasciare nudo il suolo, con mezzi meccanici senza l'utilizzo di **diserbanti chimici**, i residui vegetali triturati saranno lasciati sul terreno con l'utilizzo della tecnica del "**Mulching**" in modo da mantenere uno strato di materia organica sulla superficie pedologica, tale da conferire nutrienti e mantenere un buon grado di umidità, **senza utilizzo di risorsa idrica aggiuntiva ad**

Codice elaborato	RELAZIONE AGRONOMICA	
Revisione 00 del		

**esclusione di quella utilizzata per la periodica pulizia dei pannelli fotovoltaici**, che sarà approvvigionata per il tramite di autobotti (provenienza extraziendale), 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. Troppa 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.

A seconda del livello di ombreggiamento, è stato osservato un risparmio idrico del 14-29%. Lo dimostrano i primi test fatti in una prova sperimentale da Enel Green Power (Egp), in team con l'**Università degli Studi di Napoli Federico II** e con Novamont.

L'esperimento è in corso, iniziato a gennaio 2022, in Grecia, a Kourtesi, un paesino rurale nel Sud del Paese. I primi risultati sono stati presentati di recente alla **Conferenza Mondiale per la Conversione dell'Energia Fotovoltaica (Wcpec-8)** che si è tenuta a Milano, coordinata da Alessandra Scognamiglio, ricercatrice di Enea. Riducendo l'evaporazione dell'umidità, i pannelli solari alleviano anche l'erosione del suolo. Anche la temperatura del suolo si abbassa nelle giornate afose. L'installazione fotovoltaica si integrerà quindi in modo sinergico al contesto rurale sopra descritto consentendo la continuazione dell'utilizzo agro-zootecnico dell'intera area sottesa ai pannelli, garantendo riparo ai capi (dalle alte temperature estive e dalle più basse della stagione invernale) che pascoleranno l'area e migliorando la qualità e la quantità del foraggio fresco nella disponibilità degli stessi.

Codice elaborato	RELAZIONE AGRONOMICA	
Revisione 00 del		

## 11. Attività di coltivazione del prato pascolo polifita migliorato e impianto e gestione del verde di mitigazione

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, verranno svolte attraverso mezzi e attrezzature adeguati agli spazi disponibili e sono le seguenti:

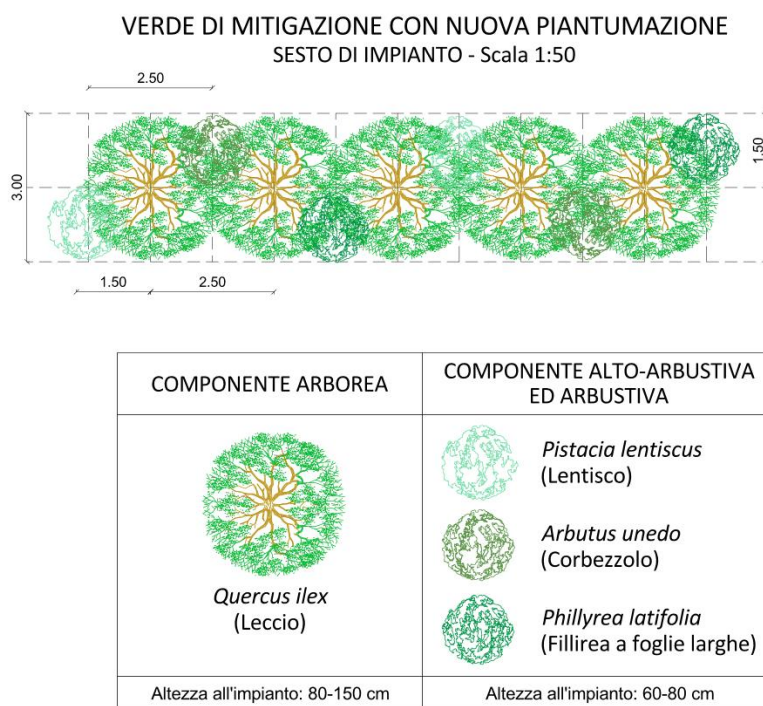
Mese	Operazione colturale	Descrizione
Maggio/Giugno	Fienagione	Trattore con falciatrice, falciatrice semovente; pressatura fieno, raccolta fieno
Maggio	Trinciatura	Pulizia sotto la proiezione a terra dei pannelli, ove non è possibile operare la fienagione con trincia meccaniche o decespugliatore manuale;
Ottobre	Trinciatura	Trinciatura meccanica e/o manuale della superficie a prato migliorato
Novembre	Concimazione	Distribuzione di copertura di concimi organo-minerali con ausilio di trattore e spandiconcime
Dicembre	Pascolamento controllato ovini	Concimazione naturale tramite le deiezioni degli animali pascolanti
Gennaio	Pascolamento controllato ovini	Concimazione naturale tramite le deiezioni degli animali pascolanti
Febbraio	Pascolamento controllato ovini	Concimazione naturale tramite le deiezioni degli animali pascolanti
Marzo	Pascolamento controllato ovini	Concimazione naturale tramite le deiezioni degli animali pascolanti
Aprile	Pascolamento controllato ovini	Concimazione naturale tramite le deiezioni degli animali pascolanti

**Tabella 3 – Cronoprogramma di gestione agronomica**

Codice elaborato	RELAZIONE AGRONOMICA	
Revisione 00 del		

Con cadenza pluriennale si faranno delle operazioni di trasemina e/o semina su sodo (sod seeding), degli arrieggiamenti ove necessari.

Con finalità di mitigazione visiva dell'impianto ai fini paesaggistici e contestuale attenzione alla naturalità del sito di intervento, così come riscontrata anche nelle relazioni dedicate alla componente flora e fauna, e allo scopo di implementare la biodiversità vegetale e animale dell'area, si prevede di realizzare una **fascia tampone di mitigazione visiva** costituita da specie arboree e arbustive esclusivamente autoctone e facenti parte della vegetazione potenziale dell'area vasta e storicamente presenti nel sito di intervento. Le specie arboree proposte sono le seguenti: sughera (*Quercus suber*), leccio (*Quercus ilex*); le specie arbustive proposte sono invece le seguenti: lentischio (*Pistacia lentiscus*), corbezzolo (*Arbutus unedo*), e, per concludere, fillirea a foglie larghe (*Phillyrea latifolia*). La distribuzione lungo la fascia perimetrale è rappresentata nell'immagine seguente e prevede che le querce presenti a bordo lotto vengano integrate.



**Figura 17 – dettaglio di impianto fascia tampone e di mitigazione visiva**

Codice elaborato	RELAZIONE AGRONOMICA	
Revisione 00 del		

Tutte le specie arboree e arbustive proposte non richiedono particolari cure colturali, 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.

Per garantire l’affrancamento delle piante costituenti la fascia di mitigazione nei primi 3 anni verranno irrigate con interventi irrigui di soccorso mediante un adacquamento localizzato che verrà modulato in funzione dell’andamento stagionale. Si ipotizza un consumo di acqua durante il periodo 15 giugno-15 settembre di 45 litri/pianta (1 adacquamento da 5 lt/10gg/90gg). L’irrigazione verrà effettuata con l’ausilio di un serbatoio d’acqua trasportato su rimorchio trainato da una trattoria agricola. L’operatore interviene con una manichetta dosando la quantità prestabilita di acqua direttamente al piede della piantina su apposita conca preventivamente realizzata. Sulla base della densità di impianto prevista, si stima un fabbisogno irriguo annuo di 3.600 lt/100 mt di fascia di mitigazione (80 piante/100 mt di fascia x 45 litri/pianta).

La fascia tampone e di mitigazione visiva sarà impiantata lungo i confini perimetrali dei singoli lotti 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, recinzione che sarà posizionata ad una altezza da terra di circa 20/30 cm, e dotata, in ogni caso, di un numero adeguato di ponti ecologici, di dimensioni e conformazione adeguata, proprio per consentire alla piccola fauna omeoterma, ai rettili, agli anfibi di potersi spostare tranquillamente anche all’interno dell’impianto.

## **12. Adozione di sistemi di monitoraggio climatico e pedologico**

Al fine di monitorare la qualità del suolo e allo stesso tempo trarre informazioni per razionalizzare la gestione agronomica verranno adottati dei sistemi di monitoraggio climatico e pedologico.

I dati raccolti provenienti dal monitoraggio dalla stazione meteo climatica saranno funzionali al piano di monitoraggio pedologico di seguito descritto e allo stesso

Codice elaborato	RELAZIONE AGRONOMICA	
Revisione 00 del		

tempo risulteranno fondamentali per ottimizzare la gestione agronomica della coltivazione e di supporto. Ad esempio, In questo modo i trattamenti di concimazione di copertura, le operazioni di trasemina, ecc., saranno posizionati correttamente sulla base dei dati climatici puntuali e sito specifici.

I dati raccolti saranno resi disponibili e accessibili agli Enti Pubblici che ne facciano richiesta ma anche consultabili dal privato cittadino attraverso le associazioni meteorologiche esistenti.



**Figura 18 - Stazione principale e sensori meteo climatici**

Al fine di salvaguardare la componente suolo e di conoscere le principali proprietà pedologiche e di fertilità del suolo delle aree prima dell'installazione dei pannelli FTV, sarà predisposto uno specifico studio mirato alla classificazione sito specifica della capacità d'uso attraverso un piano di monitoraggio pedologico.

Il Piano di monitoraggio di seguito proposto è rivolto all'individuazione, nelle diverse fasi d'opera (Ante-Operam, Corso d'Opera e Post-Operam), della risorsa suolo con

Codice elaborato	RELAZIONE AGRONOMICA	
Revisione 00 del		

riferimento alla fertilità chimico fisica e biologica in relazione all’opera in progetto, secondo le proprietà chimiche, fisiche e biologiche sito-specifiche.

A livello regionale, la Sardegna per la realizzazione della “Carta delle unità delle terre e della capacità d’uso dei suoli” ha individuato una specifica metodologia di campionamento e analisi del suolo, descritta in maniera dettagliata all’interno della “Relazione metodologica”<sup>5</sup> (edizione marzo 2014) redatta dall’Agenzia regionale per la ricerca e l’innovazione in agricoltura (AGRIS Sardegna), dall’Agenzia regionale per l’attuazione dei programmi in campo agricolo e lo sviluppo rurale (LAORE Sardegna), dal Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche dell’Università degli Studi di Cagliari e dal Dipartimento di Agraria – sezione Ingegneria del Territorio – dell’Università degli Studi di Sassari.

Nello specifico, all’interno dell’“Allegato 7a - Manuale di Rilevamento” della relazione sono contenute le tecniche di rilevamento e campionamento dei suoli, mentre all’interno della Relazione sono contenute le informazioni relative alle analisi di laboratorio da effettuare sui campioni.

Partendo dalla metodologia proposta, il protocollo di campionamento è stato integrato con quanto riportato all’interno delle “Linee Guida per il monitoraggio del suolo su superfici agricole destinate ad impianti fotovoltaici a terra”<sup>6</sup> – in quanto specifiche per la casistica in oggetto – redatte dalla Regione Piemonte, in collaborazione con IPLA, per indagare nel tempo “le relazioni fra il campo fotovoltaico e il suolo agrario”. Le stesse linee guida definiscono i) il protocollo di monitoraggio/campionamento dei principali parametri chimico-fisici-biologici dei suoli, ii) le fasi di monitoraggio (Fase I Ante-Operam e Fase II Corso d’Opera) e iii) gli intervalli temporali (prestabiliti) di campionamento (1-3-5-10-15-20-25 anni).

In base a quanto sopra esposto è stato quindi definito un set standard di parametri oggetto di analisi chimico-fisiche che di seguito si riportano:

Codice elaborato	RELAZIONE AGRONOMICA	
Revisione 00 del		

Analisi Chimico-Fisica					
Descrizione	Valore	Giudizio	Descrizione	Valore	Giudizio
Scheletro	TRS	trascurabile	Reazione: (1:2,5)	pH 7,7	sub alcalina
Sabbia	% 36		Cond. Elet. (1:2,5)	mS 0,323	normale
Limo	% 24		Calcare totale:	% 6,3	leg. calcareo
Argilla	% 40		Calcare attivo:	% 2,5	basso
Tessitura	FA	franco argillosa	Carbonio organico	% 0,82	
Sostanza organica	% 1,42	bassa			

Analisi Nutrienti					
Descrizione	Valore	Giudizio	Descrizione	Valore	Giudizio
Azoto totale	(N) % 0,090	basso	Fosforo ass.	(P) ppm 6	m. basso
Calcio di scambio	(Ca) ppm 3900	m. alto	Ferro ass.	(Fe) ppm 13,6	medio
Magnesio di scambio	(Mg) ppm 517	m. alto	Manganese ass.	(Mn) ppm 3,0	basso
Potassio di scambio	(K) ppm 234	m. alto	Rame ass.	(Cu) ppm 1,1	medio
Sodio di scambio	(Na) ppm 142	normale	Zinco ass.	(Zn) ppm 2,5	medio
Boro solubile	(B) ppm 0,40	basso			

Analisi C.S.C.				
Descrizione		Per 100 g.	Saturazione %	Giudizio
C.S.C.	meq	25,04		alta
Calcio (Ca)	meq	19,50	77,8	alta
Magnesio (Mg)	meq	4,32	17,3	m. alta
Potassio (K)	meq	0,60	2,4	media
Sodio (Na)	meq	0,62	2,5	normale
Saturazione basica	%		100,0	alta
Rapporto Mg/K	meq/meq	7,2		alto

**Figura 19 – Es. di report di analisi del terreno**

Il set analitico sopra riportato è finalizzato ad ottenere una caratterizzazione accurata dei suoli di interesse. Per le operazioni di rilevamento verrà fatto riferimento alla scheda di campagna, al manuale di rilevamento e alle linee guida all'interpretazione delle analisi del suolo edite dall'Agenzia Regionale per la ricerca scientifica e l'innovazione in agricoltura.

Per la definizione del protocollo di campionamento, sono state invece considerate le tre fasi di monitoraggio, descritte in precedenza (Ante-Operam, Corso d'Opera e Post-Operam), andando a diversificare, per ognuna, la tipologia di campionamenti da realizzare:

#### **- Ante-Operam**

Al fine di definire compiutamente lo stato di fatto, verranno effettuate 2 osservazioni pedologiche sito specifiche, ritenute sufficienti vista l'estensione e considerato che



Codice elaborato	RELAZIONE AGRONOMICA	
Revisione 00 del		

l'area di intervento ricade in una sola unità cartografica individuata sulla base della Carta dei Suoli della Sardegna.

Inoltre in fase Ante-Operam, verrà definito l'indice QBS-ar tramite prelievo e analisi di una zolla superficiale di suolo della dimensione di 10x10x10 cm (dopo rimozione degli eventuali residui colturali), da campionarsi in due siti di prelievo dell'area interessata dall'installazione dei moduli.

#### **- Corso d'Opera (fase di cantiere)**

Tenuto conto delle tempistiche ristrette di cantiere, durante le attività di costruzione non sono state previste attività di monitoraggio (in quanto poco efficaci data la natura delle opere da realizzare) che, viceversa, verrebbero sostituite da azioni volte a prevenire incidenti e/o escludere possibili danni (verranno assicurate buone pratiche di cantiere, formazione specifica degli addetti ai lavori, presenza in cantiere di un "Emergency Spill kit" per far fronte a eventuali sversamenti puntuali accidentali di sostanze potenzialmente inquinanti quali, per esempio, limitati quantitativi di carburanti e lubrificanti connessi all'operatività dei mezzi di cantiere etc.).

#### **- Post-Operam (fase di esercizio e fase di dismissione)**

In fase di esercizio si prevede l'esecuzione di campionamenti, ad intervalli temporali prestabili, ossia dopo 1-3-5-10-15-20-25 anni dalla realizzazione dell'impianto, su 2 siti di monitoraggio ubicati nell'area interessata dalle installazioni dei moduli, uno nella parte a nord e uno nella parte a sud della viabilità che separa le due porzioni dell'impianto.

Ciascun sito si caratterizzerà da un doppio campionamento: uno localizzato in posizione ombreggiata dalla presenza dei pannelli fotovoltaici, e uno nelle posizioni di interfila tra i pannelli. Ciascun campionamento sarà effettuato secondo la metodologia descritta al fine di avere risultati confrontabili nel tempo.

Contestualmente, infine, saranno anche prelevati i campioni per la determinazione dell'indice QBS-ar

- A seguito della conclusione della fase di dismissione verrà ripetuto il set analitico negli stessi punti di campionamento individuati in fase di Ante-Operam.

Codice elaborato	RELAZIONE AGRONOMICA	
Revisione 00 del		

### 13. Conclusioni

A seguito di quanto esposto, in ragione delle condizioni agronomiche attuali dei terreni interessati dal progetto e delle operazioni di miglioramento agronomico, produttivo e ambientale dei terreni, si può affermare che sotto il profilo agronomico i terreni avranno nel breve volgere di 3 anni un miglioramento consistente.

A partire dal 4° anno, l'incremento della fertilità del suolo per l'apporto della sostanza organica lasciata sul terreno dal prato permanente migliorato, unita a quella rilasciata dal pascolamento controllato degli ovini, sarà ogni anno incrementata. Questa condizione virtuosa contribuirà anche all'aumento della composizione floristica delle specie erbacee costituenti il prato permanente (che inevitabilmente ospiterà nel tempo specie pabulari anche spontanee) a vantaggio del ripristino e successivo mantenimento di un agro-eco-sistema naturale, importante anche per garantire habitat privilegiati per la fauna selvatica e per l'entomofauna e la microfauna utile (inclusi gli insetti pronubi).

In virtù di una gestione agronomica attenta, razionale e sinergica con le opere in progetto, implementata con l'utilizzo delle tecnologie di monitoraggio continuo altamente innovative dell'agricoltura 4.0, si può pertanto concludere che l'investimento proposto non prevede interventi che possano compromettere in alcun modo il suolo agrario e in ragione delle operazioni di miglioramento unite alle tecnologie innovative sopra descritte, avrà ricadute oltremodo positive per il territorio in termini di miglioramento agronomico, faunistico ed ambientale.

*Il tecnico*  
*Dott. Agronomo Vincenzo Sechi*

Codice elaborato	RELAZIONE AGRONOMICA	
Revisione 00 del		

## 14. Bibliografia consultata

1. Aroca-Delgado, R., Pérez-Alonso, J., Callejón-Ferre, Á. J., & Velázquez-Martí, B. (2018). Compatibility between crops and solar panels: An overview from shading systems. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 10, Issue 3). MDPI AG.
2. Dinesh, H., & Pearce, J. M. (2016). The potential of agrivoltaic systems. In *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (Vol. 54, pp. 299–308). Elsevier Ltd
3. Horváth, G., Blahó, M., Egri, Á., Kriska, G., Seres, I., & Robertson, B. (2010). Reducing the maladaptive attractiveness of solar panels to polarotactic insects. *Conservation Biology*, 24(6), 1644–1653.
4. Horváth, Gábor, Miklós Blahó, Ádám Egri, György Kriska, István Seres, and Bruce Robertson. 2010. "Reducing the Maladaptive Attractiveness of Solar Panels to Polarotactic Insects." *Conservation Biology* 24(6):1644–53. doi: 10.1111/j.1523-1739.2010.01518.x.
5. Lovich J.E., Ennen J.R., 2013. Wildlife conservation and solar energy development in the desert Southwest, United States *BioScience*, 61 (12), pp. 982-992.
6. Marrou, H., Wery, J., Dufour, L., & Dupraz, C. (2013). Productivity and radiation use efficiency of lettuces grown in the partial shade of photovoltaic panels. *European Journal of Agronomy*, 44, 54–66.
7. Schindele, S., Trommsdorff, M., Schlaak, A., Oberfell, T., Bopp, G., Reise, C., Braun, C., Weselek, A., Bauerle, A., Högy, P., Goetzberger, A., & Weber, E. (2020). Implementation of agrophotovoltaics: Technoeconomic analysis of the price-performance ratio and its policy implications. *Applied Energy*, 265.
8. Oberfell T., 2013. *Agrovoltaik: Landwirtschaft unter Photovoltaik an lagen* (German). Master thesis. University of Kassel
9. Proctor, K. W., Murthy, G. S., & Higgins, C. W. (2021). Agrivoltaics align with green new deal goals while supporting investment in the us' rural economy. *Sustainability (Switzerland)*, 13(1), 1–11.

Siti Internet consultati

ENEA, ETA, Piattaforma nazionale per l'agrivoltaico sostenibile ([sito web](#))