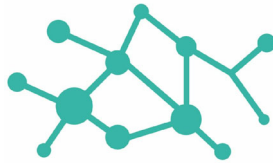




IMPIANTO AGRIVOLTAICO "NURRA 1"

COMUNE DI SASSARI

PROPONENTE



Tito srl

IMPIANTO AGRIVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE NEL COMUNE DI SASSARI

OGGETTO:
Relazione agronomica

CODICE ELABORATO

VIA -R05.1

COORDINAMENTO



BIA srl
PIVA 03983480926
cod. destinatario KRRH6B9
+ 39 347 596 5654
energhiabia@gmail.com
energhiabia@pec.it
piazza dell'Annunziata n. 7
09123 Cagliari (CA) | Sardegna

GRUPPO DI LAVORO S.I.A.

Dott.ssa Geol. Cosima Atzori
Dott. Ing. Fabio Massimo Calderaro
Dott. Giulio Casu
Dott. Archeol. Fabrizio Delussu
Dott.ssa Ing. Silvia Exana
Dott.ssa Ing. Ilaria Giovagnorio
Dott. Ing. Bruno Manca
Dott. Nat. Maurizio Medda
Dott. Ing. Michele Pignaru
Dott. Ing. Giuseppe Pili
Dott. Ing. Luca Salvadori
Dott.ssa Ing. Alessandra Scalas
Dott. Nat. Fabio Schirru
Dott. Agr. Vincenzo Sechi

REDATTORE

Dott. Agr. Vincenzo Sechi

00	ottobre 2022	Prima emissione
REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE

Sommario

1. Introduzione	2
2. Inquadramento climatico	6
3. Pedologia	8
4. Uso del Suolo	13
5 Utilizzo agrario dell'area di intervento negli ultimi 90 anni	15
6. Utilizzo e potenzialità agronomica attuale	20
7. Utilizzo e potenzialità agronomica in fase di esercizio dell'impianto	22
8. Operazioni agronomiche e di miglioramento terreni per impianto di prato migliorato.....	27
9. Attività di coltivazione del prato pascolo polifita migliorato	28
10. Agricoltura 4.0 e sistemi di monitoraggio	36
10.1 Agrometeorologia.....	37
10.2 Big Data.....	38
10.3 Blockchain.....	38
11. Conclusioni	43
11. Bibliografia consultata.....	41

1. Introduzione

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 dalla Società Tito S.r.l al fine di procedere alla stesura della Relazione Agronomica inerente la realizzazione di un impianto agrovoltaiico denominato "Nurra 1" da realizzarsi in agro del Comune di Sassari in Località "Bitichesu" (SS).

L'intervento contempla la realizzazione di un impianto agrovoltaiico di potenza nominale in immissione pari a **67540,2** kWp di picco per la produzione di energia elettrica posato sul terreno livellato mediante l'istallazione di inseguitori solari. L'impianto sarà del tipo grid-connected e l'energia elettrica prodotta sarà riversata completamente in rete, salvo gli autoconsumi di centrale, con connessione in antenna 36 kV sulla sezione a 36 kV della futura Stazione Elettrica (SE) a 150/36 kV della RTN da inserire in entra – esce alle linee esistenti della RTN a 150 kV n. 342 e 343 "Fiumesanto – Porto Torres" e alla futura linea 150 kV "Fiumesanto - Porto Torres", di cui al Piano di Sviluppo di Terna.

L'estensione dell'area interessata dalle opere d'impianto è pari a circa ha 89.18.33 Ha su una superficie aziendale totale di Ha 92.97.08, mentre la superficie agricola utile è pari a 80.68.94 Ha, essa ricade interamente in Zona agricola E 2.b del Comune di Sassari, così individuata al NCT:

<i>Comune censuario</i>	<i>Sez.</i>	<i>Foglio</i>	<i>Mappale</i>
Sassari	Nurra	30	592
Sassari	Nurra	30	581
Sassari	Nurra	30	146
Sassari	Nurra	30	144
Sassari	Nurra	30	120
Sassari	Nurra	30	104
Sassari	Nurra	30	100
Sassari	Nurra	30	89
Sassari	Nurra	30	69

Sassari	Nurra	30	68
Sassari	Nurra	30	67
Sassari	Nurra	30	56
Sassari	Nurra	38	27
Sassari	Nurra	38	45
Sassari	Nurra	38	47
Sassari	Nurra	38	153
Sassari	Nurra	38	209
		Sommano	Ha 92.97.08

Dall'analisi dei certificati di destinazione urbanistica dei terreni oggetto di intervento si rileva quanto segue:

- Tutti i terreni oggetto di intervento sono ubicati in agro di Sassari e ricadono sotto il profilo urbanistico in zona E sottozona E2.b del PUC vigente.

La presente relazione agronomica ha come obiettivo quello di fornire un quadro esaustivo dell'uso agronomico della superficie interessata dal progetto all'attualità, dell'impatto che l'investimento proposto avrà dal punto di vista agronomico in fase di esercizio dell'attività, 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*": Preliminarmente è stato effettuato un sopralluogo in situ per valutare l'utilizzazione agronomica ed il contesto nel quale le opere si inseriscono. Al contempo è stato realizzato un attento rilievo fotografico per meglio rappresentare quanto verrà riportato nei paragrafi successivi.

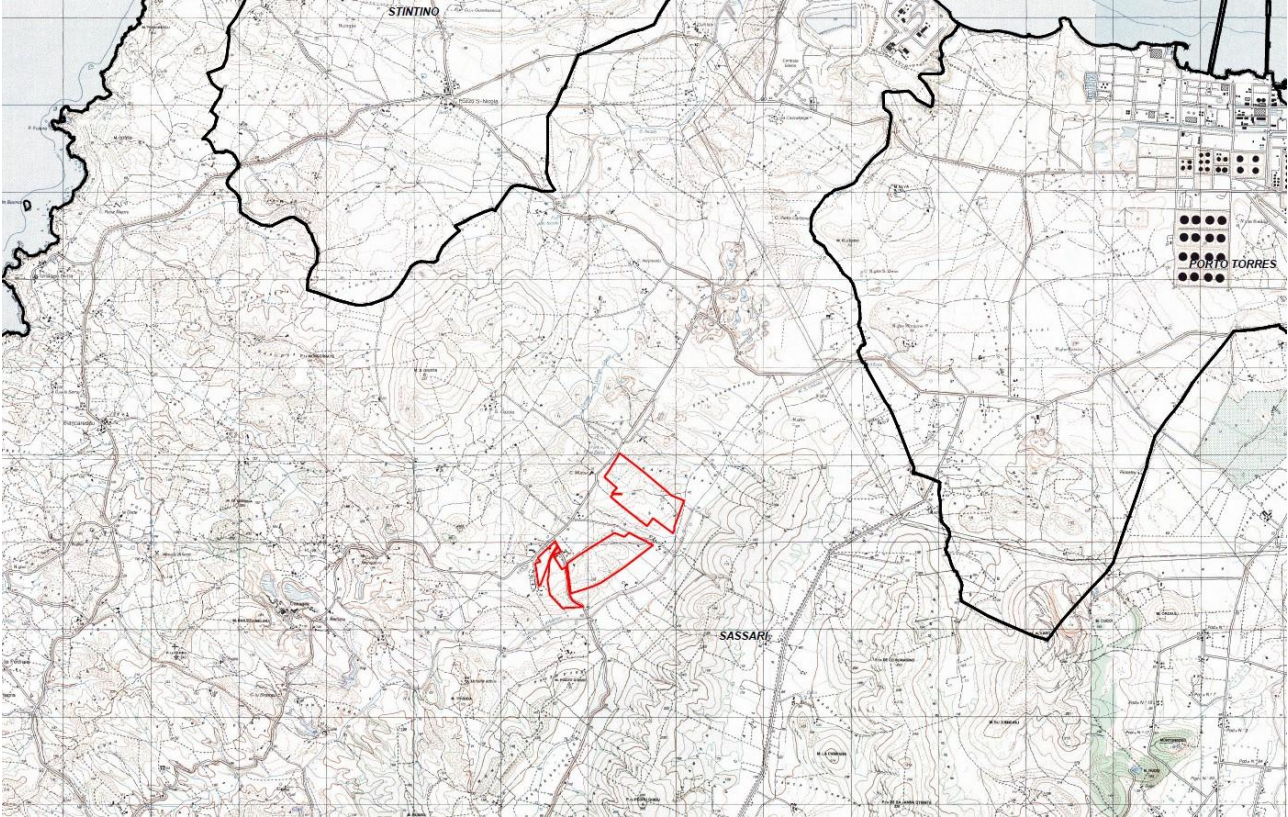
Il sito di intervento è facilmente raggiungibile da Sassari percorrendo la Strada Provinciale 18 per circa 12 km svoltando poi a destra per S.P. 42 dei due Mari direzione Campanedda ed in seguito tramite la Via Benetutti si raggiunge l'area di intervento.

Cartograficamente l'area di intervento è inquadrata nei seguenti Fogli Regionali:

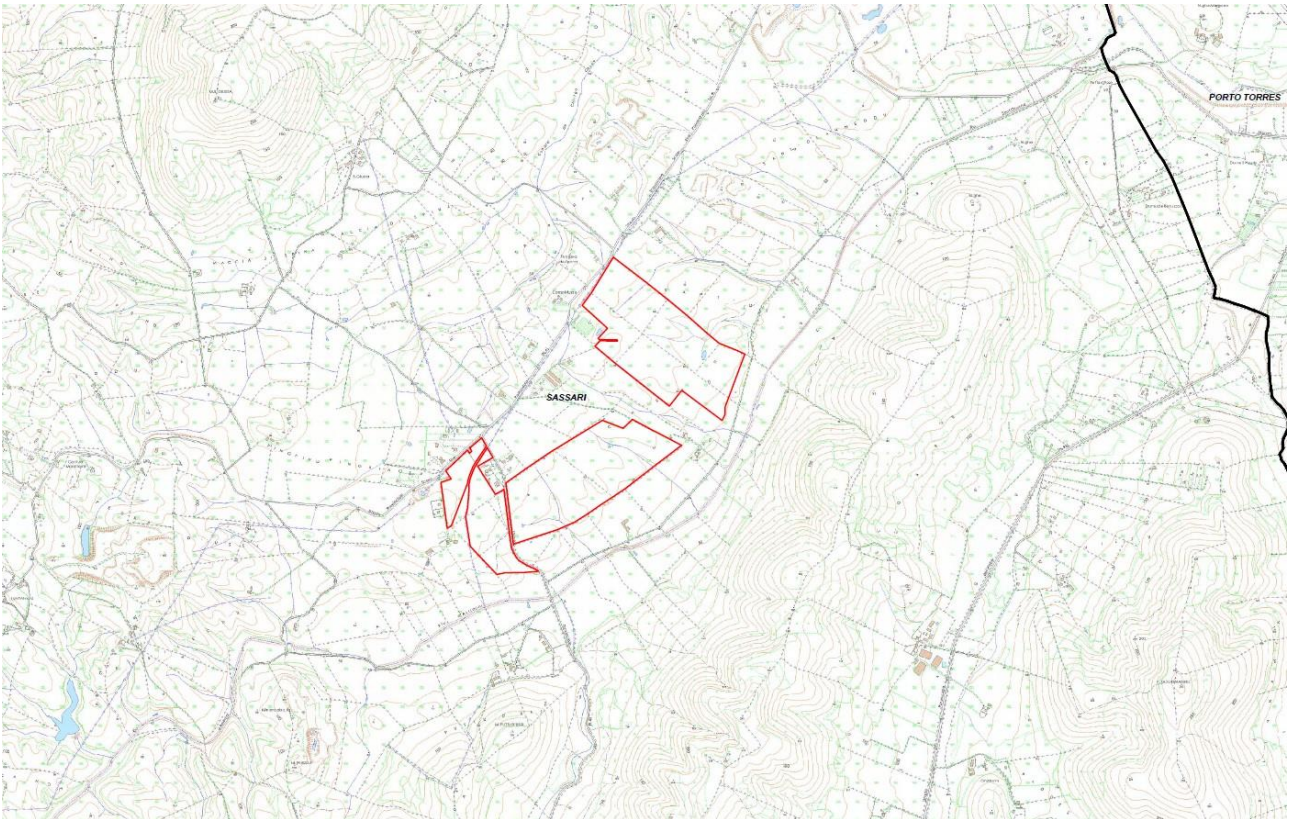
- Cartografia ufficiale dell'Istituto Geografico Militare I.G.M. Serie 25 foglio **458 I "Palmadula" – 459 IV "La Crucca"**
- Carta Tecnica Regionale della Sardegna – scala 1:10000 – **sez. 458040 "Monte Alvaru"**

Di seguito si propone un inquadramento dell'area su base IGM e CTR e Ortofoto con il perimetro rosso che individua l'area di impianto.

Di seguito si propone l'inquadramento cartografico delle superfici interessate su base IGM, CTR e Ortofoto.



Inquadramento area su base IGM Scala 1:50.000



Inquadramento area su base CTR Scala 1:10.000



Inquadramento area su base Ortofoto 2019 Scala 1:5.000

2. Inquadramento climatico

Come menzionato, l'area in esame ricade nel territorio del Comune di Sassari. Di seguito si riportano le caratteristiche climatiche dell'area in esame. Il comune di Sassari, come riportato nel Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC, 2017), risulta appartenere, sulla base dei dati E-OBS (Haylock et al. 2000), alla macroregione 6 che identifica le aree insulari e l'estremo sud dell'Italia. Tale macroregione risulta essere l'area del territorio Italiano mediamente più calda e secca, contraddistinta dalla temperatura media più alta e dal più alto numero di giorni annui consecutivi senza pioggia, dalle precipitazioni estive mediamente più basse e in generale da eventi estremi di precipitazione ridotti per frequenza e magnitudo. Per l'analisi delle condizioni climatiche sull'area di interesse sono stati presi in considerazione i dati giornalieri di temperatura minima, massima e di precipitazione, registrati dalla stazione di Sassari, che si trova in località Serra Secca (SS) sulla base del periodo 1981-2010. Le temperature assumono valori più bassi nei mesi di Dicembre e Gennaio (con una T_{min} intorno a 5°C e T_{max} intorno ai 12°C); al contempo, i massimi valori sono registrati tra Luglio e Agosto, con la T_{max} che raggiunge all'incirca i 30°C e la T_{min} di 14°C. La primavera e l'autunno mostrano valori intermedi e comparabili. Inoltre, i mesi di Gennaio, Febbraio e Marzo mostrano una maggiore dispersione in termini di temperature minime e massime. Per le precipitazioni, si osservano diversi picchi annuali: uno ad Ottobre (di circa 90 millimetri/mese), un terzo a Novembre (di circa 100 millimetri/mese) un terzo meno intenso ad Aprile (di circa 60 millimetri/mese). Nel mese di Luglio si registrano i valori mensili più bassi intorno ai 10 millimetri/mese. In termini di temperatura, si osserva una temperatura massima media di circa 30°C durante l'estate e una temperatura minima media di circa 5°C durante l'inverno. Invece in termini di precipitazioni, l'autunno risulta essere la stagione più piovosa (con 243 millimetri) mentre l'estate è caratterizzata da precipitazioni basse di circa 43 millimetri. La stazione di Sassari è caratterizzata da un numero medio di giorni all'anno con temperatura minima minore di 0°C (FD) pari a 2 mentre il numero di giorni all'anno con temperatura massima giornaliera maggiore di 35°C (HW) è pari a 5. In termini di precipitazioni, Sassari risulta caratterizzata da circa 60 giorni annui consecutivi senza pioggia (CDD) e da una precipitazione media giornaliera nei giorni con precipitazione maggiore di 1 mm (SDII) relativamente bassa (di 9 mm). L'elaborazione ed analisi dei dati anemometrici mostra una prevalenza dei venti provenienti da NO, O e SE. I venti provenienti da NO spesso raggiungono e superano i 25

m/s di velocità al suolo, mentre tutti gli altri venti sono mediamente molto meno frequenti. L'area è quindi caratterizzata da un'elevata ventosità e risulta ben esposta a tutti i venti (con particolare riferimento ai venti del IV quadrante).

3. 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.

Le tipologie di suolo sono legate per genesi alle caratteristiche delle formazioni geolitologiche presenti e all'assetto idraulico di superficie nonché ai diversi aspetti morfologici, climatici e vegetazionali.

Poiché la litologia del substrato o della roccia madre ha una importanza fondamentale quale fattore nella pedogenesi dei suoli, le unità principali sono state delimitate in funzione delle formazioni geologiche prevalenti, e successivamente all'interno di esse sono state individuate unità, distinte dalla morfologia del rilievo, dall'acclività e dall'uso del suolo prevalente

Le tipologie di suolo sono legate per genesi alle caratteristiche delle formazioni geolitologiche presenti e all'assetto idraulico di superficie nonché ai diversi aspetti morfologici, climatici e vegetazionali.

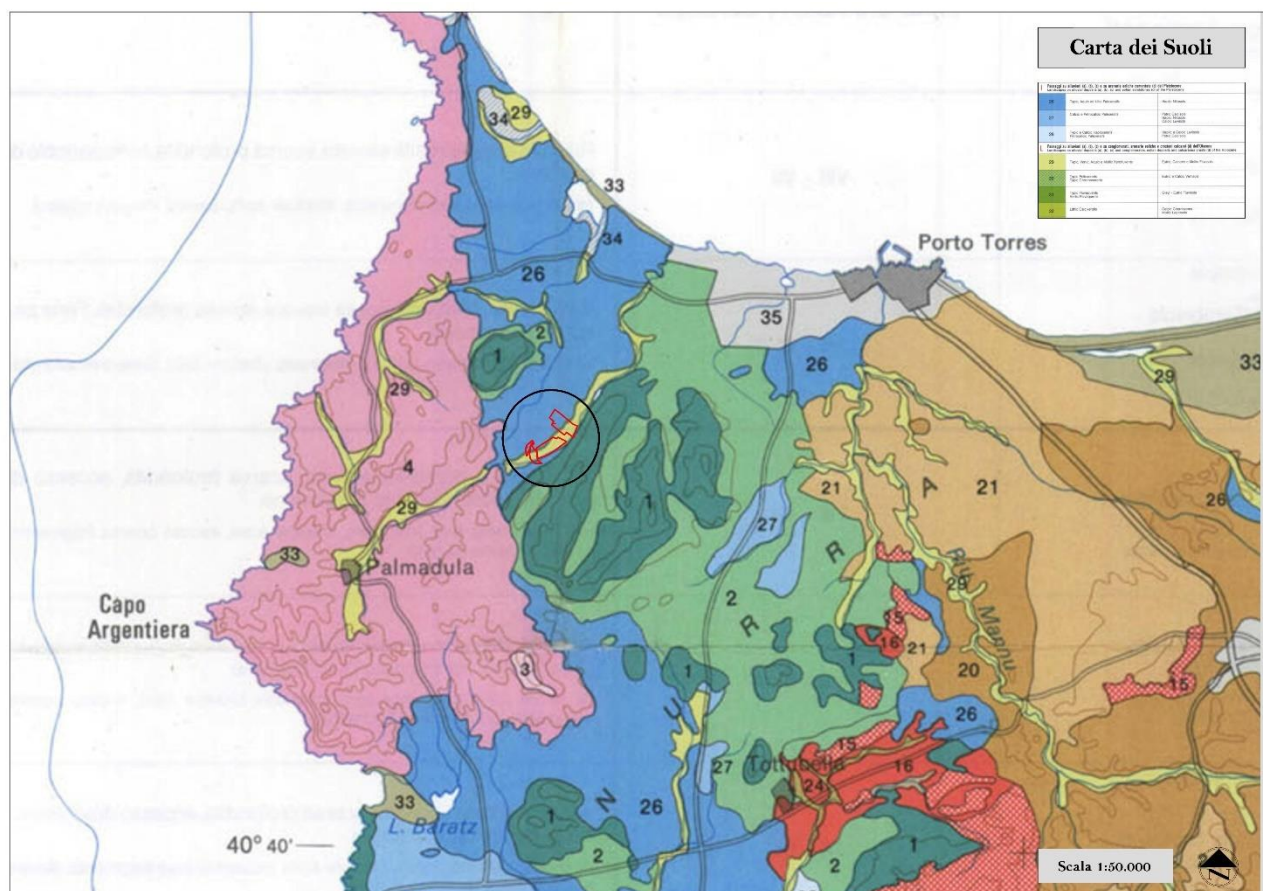
Poiché la litologia del substrato o della roccia madre ha una importanza fondamentale quale fattore nella pedogenesi dei suoli, le unità principali sono state delimitate in funzione delle formazioni geologiche prevalenti, e successivamente all'interno di esse sono state individuate unità, distinte dalla morfologia del rilievo, dall'acclività e dall'uso del suolo prevalente.

L'area di progetto su cui verranno installati i pannelli ricade nei due paesaggi di seguito indicati:

1. **“Alluvioni e su arenarie eoliche cementate del Pleistocene”** con Suoli a 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, cui sono associati suoli dell'unità **L1** della Carta dei Suoli della Sardegna;

			Pag. 8 a 46
			Ottobre 2022

2. **Alluvioni e su conglomerati, arenarie eoliche e crostoni calcarei dell'Olocene** con suoli a Profili A-C e subordinatamente A-Bw-C, profondi, da sabbioso franchi a franco argillosi, da permeabili a poco permeabili, neutri, saturi; cui sono associati suoli dell'unità L1 della Carta dei Suoli della Sardegna.



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 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.

			Pag. 10 a 46
			Ottobre 2022

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.

RISULTATI DELLA VALUTAZIONE DELL' ATTITUDINE ALL'USO AGRICOLO DEL SITO IN ESAME

Come anticipato i terreni oggetto di investimento ricadono in parte nell'unità 26 ed in parte nell'unità 29 della "carta dei suoli della Sardegna" di Aru, Baldaccini e Vacca.

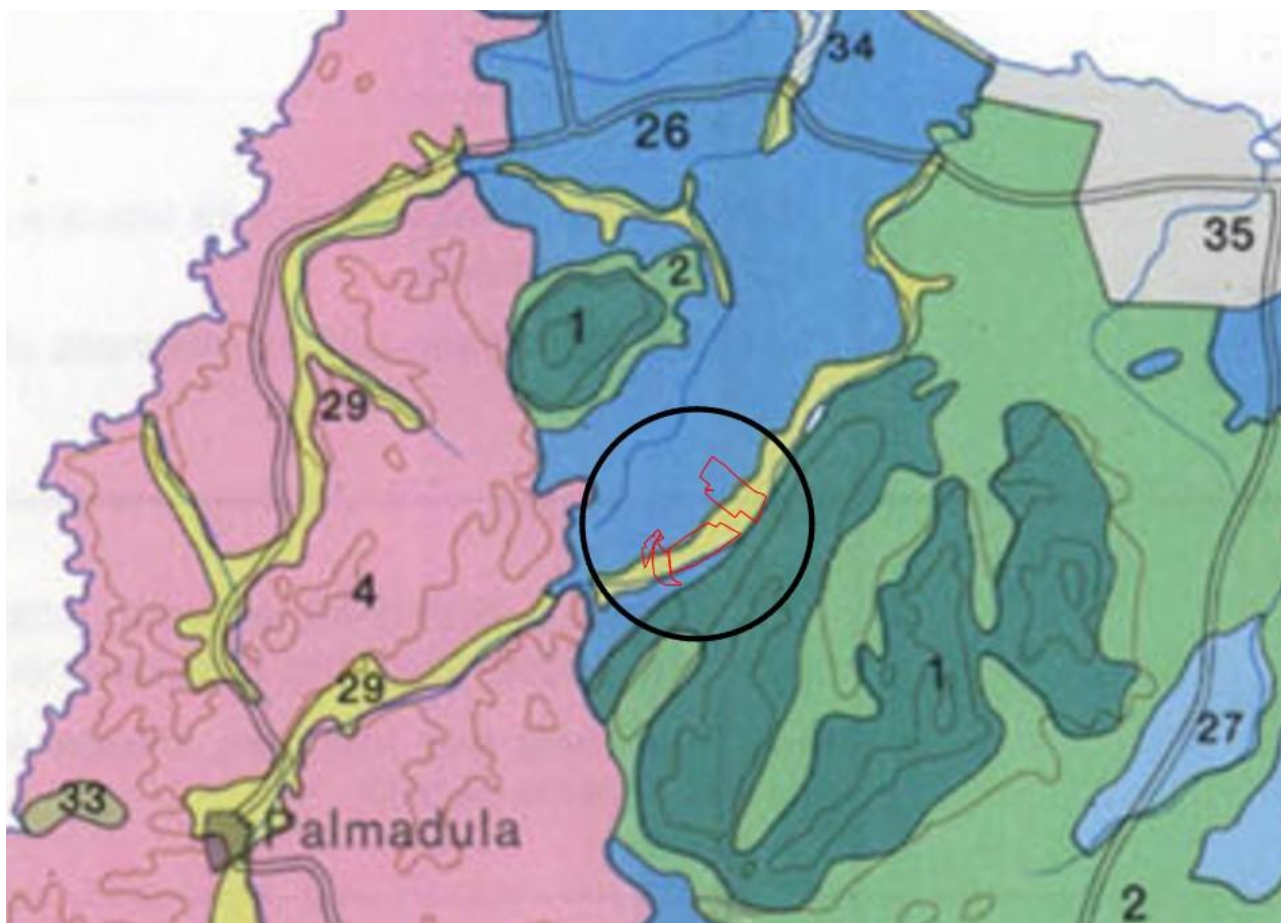
Le caratteristiche dei suoli e le attitudini all'uso agricolo sono nel dettaglio di seguito individuate.

Unità 26. *Terreni profondi, con tessitura da franco-sabbiosa a franco-sabbioso-argillosa in superficie, franco-sabbiosa argillosa ed argillosa in profondità; da permeabili a poco permeabili; dotazione di sostanza organica scarsa; capacità di*

scambio cationico da bassa a media. Le limitazioni d'uso sono l'eccesso di scheletro ed il drenaggio da lento a molto lento. Le principali attitudini sono le coltivazioni erbacee e nelle aree più drenate le colture arboree.

Unità 29. Terreni profondi, con tessitura da sabbioso-franca a franco-argillosa; da permeabili a poco permeabili con idromorfia temporanea; dotazione di sostanza organica da scarsa a media; capacità di scambio cationico da media ad elevata. Le limitazioni d'uso sono l'eccesso di scheletro ed il drenaggio limitato nelle zone più depresse. Le principali attitudini sono le coltivazioni erbacee ed arboree intensive anche irrigue.

Di seguito si propone un estratto della cartografia allegata alla presente, editata sulla base della carta dei suoli di Aru, Baldaccini e Vacca.



I suoli appartenenti all'unità cartografica I26 Paesaggi su Alluvioni il cui substrato è costituito da arenarie eoliche cementate del Pleistocene, si sviluppano su morfologie da sub-pianeggianti a pianeggianti a prevalente utilizzazione agricola. I suoli presenti nell'unità hanno profilo A-Bt-C, A-Btg-Cg e subordinatamente A-C profondi

da franco sabbiosi a franco sabbioso argilloso, da permeabili a mediamente permeabili, da sub acidi ad acidi, da saturi a desaturati. Si sviluppano in aree con copertura formata prevalentemente da specie erbacee. Secondo la Land Capability Classification sono generalmente ascritti alle classi **III e IV** di capacità d'uso; le limitazioni all'uso agricolo sono dovute, dell'eccesso di scheletro, drenaggio da lento a molto lento, moderato pericolo di erosione. Nell'area interessata dal progetto sono state identificate limitazioni all'uso agricolo dovute all'elevata rocciosità affiorante, alla pietrosità e alla scarsa profondità; **la classe di Land Capability individuata è la IV e il valore agronomico dell'area è medio.**

I suoli appartenenti all'unità cartografica L29 Paesaggi su Alluvioni il cui substrato è costituito da conglomerati, arenarie eoliche e crostoni calcarei dell'Olocene, si sviluppano su morfologie pianeggianti o leggermente depresse a prevalente utilizzazione agricola. I suoli presenti nell'unità hanno profilo A-C e subordinatamente A-Bw-C, profondi da sabbioso franchi a franco argillosi, da permeabili a poco permeabili, neutri, saturi. Si sviluppano in aree con copertura formata prevalentemente da specie erbacee. Secondo la Land Capability Classification sono generalmente ascritti alle classi **I e II** di capacità d'uso; le limitazioni all'uso agricolo sono dovute, dell'eccesso di scheletro, drenaggio lento, pericolo di inondazione. Nell'area interessata dal progetto sono state identificate limitazioni all'uso agricolo dovute, alla pietrosità; **la classe di Land Capability individuata è la II e il valore agronomico dell'area è medio.**

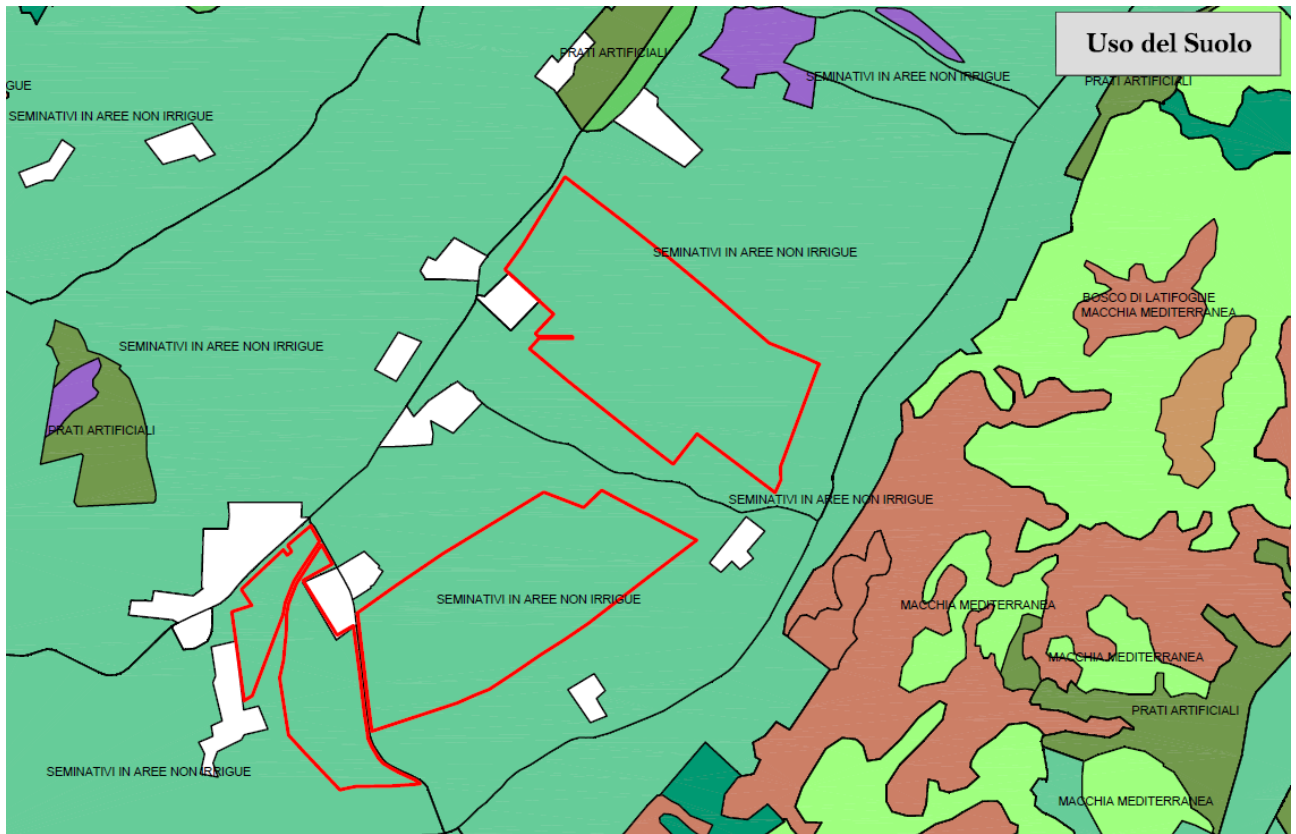
4. Uso del Suolo

La superficie aziendale oggetto di intervento sulla base della classificazione verificata nella cartografia ufficiale della Regione Sardegna (UdS RAS 2008) ricade interamente nella seguente tipologia: *Seminativi in aree non irrigue*.

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.

			Pag. 13 a 46
			Ottobre 2022



5 Utilizzo agrario dell'area di intervento negli ultimi 90 anni

La Nurra è una regione agricola pianeggiante del nord-ovest della Sardegna, situata nel quadrilatero compreso fra Alghero, Sassari, Porto Torres e Stintino. In passato la regione presentava una vegetazione a macchia bassa e le uniche attività produttive della regione erano la pastorizia e la raccolta delle foglie della palma nana, foglie che venivano utilizzate come materia prima per la cestineria. La bonifica agraria, risultato di un'importante programmazione regionale, fu possibile grazie all'introduzione di numerosi mezzi meccanici che permisero di abbattere i tempi di realizzazione delle opere e l'impiego della manodopera. Il clima caldo-arido dei mesi estivi, l'alta frequenza e violenza dei venti dominanti di Maestro, la malaria hanno costituito agli ostacoli principali al suo sviluppo. Diversi sono stati i tentativi di intervento da parte di Enti locali e dello Stato, senza che mai si realizzasse l'auspicato sviluppo socio-economico di questo territorio. Dal 1600 al 1860 il comune di Sassari concede terreni ad agricoltori desiderosi di insediarsi sul posto: circa 800 nuclei familiari, provenienti dai comuni di Sassari, Osilo, Ossi, Tissi vi si insediano stabilmente. Nel 1933 il Governo italiano interviene attraverso l'Ente Ferrarese di Colonizzazione, che inizia la sua attività su un comprensorio di circa 30 mila ettari, di cui 8.000 sono messi a coltura e vengono costruite un centinaio di case rurali. Nel 1951, a seguito della Legge sulla Riforma Agraria, l'ETFAS avvia un imponente programma di trasformazione fondiaria con l'appoderamento di migliaia di ettari di terreno che concede in assegnazione e con la costruzione di importanti centri di servizio. Con Decreto Prefettizio n° 27832/Div. IV dell'11.11.1949, viene costituito il Consorzio di Bonifica della Nurra fra l'Amministrazione Provinciale ed il Comune di Sassari. Il Consorzio fra i proprietari viene costituito con D.P.G.R.S. n° 11802/100 del 26.10.1963. Il Consorzio si costituisce tra i proprietari interessati, a norma del R.D. 215/33, per l'esecuzione, la manutenzione e l'esercizio di opere di bonifica, nonché di altre opere di interesse comune a piè dei fondi o di interesse particolare di ognuno di essi, per operare nel campo della produzione, svolgendo attività prevalentemente economica per il conseguimento di un vantaggio di natura privatistica, consistente nel maggior uso, conservazione e miglioramento della proprietà fondiaria.

Con D.P.G.R.S. n° 306 del 6.10.1993, il comprensorio del Consorzio, già ricadente nei comuni di Sassari, Porto Torres, Stintino, Alghero e Olmedo, viene esteso ai territori comunali di Uri, Usini, Putifigari, Villanova Monteleone, Monteleone Rocca Doria e Padria.

Pertanto, oggi, la superficie consorziale si estende per circa 120 mila ettari, con quasi 11.500 consorziati.

Fin dalla sua costituzione, 1949, il Consorzio avvia la realizzazione di un vasto programma di opere. In particolare, realizza una rete viaria di oltre 150 Km; la sistemazione idraulica con oltre 50 Km di canalizzazione; l'elettrificazione dell'intero comprensorio; n° 4 borgate rurali (Biancareddu, La Corte, Pozzo S. Nicola e Palmadula) complete di chiesa e canonica, edificio scolastico, ufficio comunale, ambulatorio, ufficio postale, acquedotto, caserma CC, impianto elettrico e servizi vari; un acquedotto rurale.

Ma l'opera più importante realizzata è, senza dubbio, l'imponente complesso irriguo che prende la denominazione di "Sistema Temo-Cuga", per l'irrigazione di un comprensorio di 25 mila ettari e per l'approvvigionamento idrico per usi civili dei comuni di Alghero, Sassari, Villanova Monteleone, Monteleone Rocca Doria, Macomer e Suni.

La quota massima e minima del sito inerente il proposto impianto agrovoltaiico è pari rispettivamente a circa 81 e 34 m s.l.m., mentre la distanza minima dal mare è pari a circa 6,3 km.

La giacitura dell'area in cui sono inseriti i vari corpi fondiari in esame è prevalentemente pianeggiante, con modeste pendenze solo in alcuni tratti, ed è quindi compatibile con l'intervento di mezzi meccanici per lavorazione del terreno e per una buona gestione agronomica delle colture che si intendesse impiantare.

Attualmente i terreni oggetto di intervento sono caratterizzati dalla presenza di pascoli magri destinati al pascolamento estensivo di bovini, seminativi in asciutto, aree incolte, piccole porzioni di garighe, sono presenti inoltre alcune piccole porzioni di bosco di leccio e di olivastro, si rilevano inoltre delle fasce perimetrali arboree ed arbustive, che delimitano i vari corpi fondiari, costituite in gran parte da specie alloctone(eucalyptus) e in alcuni casi da specie sclerofille sempreverdi autoctone.

			Pag. 16 a 46
			Ottobre 2022

Il paesaggio agrario nell'area di studio è stato modificato in maniera netta dalla mano dell'uomo, a partire dai confini dei campi, per proseguire nelle sue forme e nelle sistemazioni idrauliche di pianura.

Il paesaggio vegetale dell'area vasta risulta dominato da ampi seminativi ed incolti su aree pianeggianti, sormontate ad est dai rilievi calcarei boscati ed a macchia mediterranea di Sa Corredda e Monti di Bidda, e ad ovest dal rilievo collinare di Monte Santa Giusta.

La vegetazione erbacea risulta costituita quasi esclusivamente da comunità spiccatamente nitrofile ed infestanti delle colture.

In merito al sito di realizzazione della Sottostazione elettrica, esso consiste attualmente in un seminativo di recente lavorazione e, pertanto, privo di vegetazione spontanea significativa.

La vegetazione forestale potenziale per quanto concerne il settore Nord-occidentale del sito è riconducibile alla Serie sarda, termo-mesomediterranea del leccio (*Prasio majoris-Quercetum ilicis*), lo stadio maturo è rappresentato da micro- mesoboschi climatofili a *Quercus ilex con Olea sylvestris* nella subass. tipica *quercetosum ilicis*. Nello strato arbustivo sono presenti *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus alaternus*, *Phillyrea latifolia*, *Erica arborea* e *Arbutus unedo*. Consistente la presenza di lianose come *Clematis cirrhosa*, *Prasium majus*, *Smilax aspera*, *Rubia peregrina*, *Lonicera implexa* e *Tamus communis*. Sono abbondanti le geofite (*Arisarum vulgare*, *Cyclamen repandum*, *Asparagus acutifolius*, *Ruscus aculeatus*) mentre le emicriptofite sono meno frequenti (*Carex distachya*, *Pulicaria odora*, *Asplenium onopteris*). Secondariamente nel settore Nord-orientale dell'area è presente la Serie sarda, calcifuga, termomediterranea del ginepro turbinato (*Euphorbio characiae-Juniperetum turbinatae*). La testa di una serie è costituita da microboschi edafoxerofili a *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* con *Euphorbia characias*, *Calicotome villosa*, *Pistacia lentiscus*. Frequenti *Rubia peregrina* e *Prasium majus*. Lo strato erbaceo, molto rado, è dominato da *Brachypodium retusum* e *Arisarum vulgare*. La fase meno evoluta dell'associazione testa di serie è dominata da *Pistacia lentiscus* e *Calicotome villosa* (associazione Pistacio lentisci-Calicotometum villosae subass. rosmarinetosum officinalis). La gariga di sostituzione è rappresentata dall'associazione *Euphorbio pithyusae-Helichrysetum*

microphylli nella subass. *cistetosum salvifolii* su suoli più profondi, mentre su suoli iniziali, erosi, del versante occidentale della Penisola di Stintino e isola Asinara, sono presenti garighe secondarie a *Centaurea horrida*, favorite dalla distruzione del ginepreto operata dall'azione antropica. La prateria emicriptofitica di sostituzione è rappresentata in questo caso dal *Dactylo hispanicae-Camphorosmetum monspeliacae*. Infine, il settore sud-orientale e meridionale del sito entra in parziale contatto con il Geosigmeto mediterraneo, talvolta subalofilo, edafoigrofilo, termomediterraneo del tamerice (*Tamaricion africanae*) del Rio Fiume Santo. Questo geosigmeto è caratterizzato da boscaglie edafoigrofile e microboschi parzialmente caducifogli, con uno strato arbustivo denso ed uno erbaceo assai limitato, costituito prevalentemente da specie rizofitiche e giunchiformi. Tali tipologie vegetazionali appaiono dominate da specie del genere *Tamarix* e solo secondariamente si rinvengono altre fanerofite igrofile e termofile quali *Vitex agnus-castus*. Nella serie sono presenti dei mantelli costituiti da popolamenti elofitici e/o elofito-rizofitici inquadrabili nell'ordine *Scirpetalia compacti* (classe Phragmito-Magnocaricetea) e nell'ordine *Juncetalia maritimi* (classe *Juncetea maritimi*). Gli aspetti erbacei in contatto con tali tipologie vegetazionali, quando presenti, sono riferibili alla classe *Saginetea maritimae*.

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 ed alla pastorizia 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.

			Pag. 18 a 46
			Ottobre 2022

Altre importanti modifiche antropiche riguardano la percezione del paesaggio, come nel caso delle alberature delle aree di bonifica con specie arboree 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. La vegetazione erbacea descrive inoltre un paesaggio post-colturale delle graminacee da granella o dei pascoli, mentre la vegetazione arbustiva è parte di una successione ecologica secondaria.

			Pag. 19 a 46
			Ottobre 2022

6. Utilizzo e potenzialità agronomica attuale

L'uso quasi 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 una parte consistente dell'area oggetto di intervento all'attualità è utilizzata per il pascolamento libero da parte del bestiame bovino. Altre porzioni delle aree di intervento, sono attualmente destinate alla semina in asciutto con il disciplinare biologico di leguminose (lupino e favino) alternate a cereali da granella (grano e orzo) con rese spesso inferiori a 10 q./ha.



Foto n. 1: Seminato in asciutto di leguminose da granella (cece *Cicer arietinum*)

Pertanto, allo stato attuale l'area si presenta in uno stato di forte impoverimento della fertilità potenziale, con un riflesso diretto ed immediato sulla potenzialità produttiva. Inoltre, l'azione del pascolamento monospecifico, unito al calpestamento prodotto dai bovini, protratto negli anni ha portato ad un impoverimento floristico del cotico erboso naturale anche per l'azione di selezione sulle specie pabulari svolta dai bovini.

Di seguito si propongono alcune viste fotografiche dell'area di progetto, che rappresentano lo stato attuale e dalle quali si evince la condizione precedentemente descritta di un terreno agrario piuttosto depauperato.

			Pag. 20 a 46
			Ottobre 2022



Foto n. 2: Pascolo bovino depauperato connotato da notevole pietrosità



Foto n. 3: Pascolo bovino connotato dalla presenza di Asteraceae spinose

			Pag. 21 a 46
			Ottobre 2022

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 la produzione foraggera è quella indicata nella seguente tabella dal calcolo espresso nella tabella seguente si ricavano le U.F.:

TIPOLOGIA	Ettari	U.F./Ettaro	U.F. totali
Pascolo magro	60,00	1.080	64.800
Cereali da granella	30,00	1.000	30.000
Totale			94.800

Attualmente pertanto il valore agronomico dei terreni, espressi secondo il calcolo proposto è pari a 94.800 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 296 capi ovini, pari a circa 45 UBA (Unità bovine adulte).

7. 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 restituire alla fine della vita utile dell'impianto agrivoltaico un terreno migliorato e pronto ad essere reimmesso nel ciclo produttivo agro-zootecnico.

Al fine di raggiungere l'obiettivo di quanto si è affermato l'azienda Società Tito S.r.l. in ragione della completa compatibilità dell'investimento con gli obiettivi agronomici, intende migliorare l'intera superficie attualmente destinata a pascolo magro naturale e seminativo in asciutto, 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 di 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 nel contempo la fertilità del suolo, come logica conseguenza della migliore tecnica agronomica.

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 proposto in quanto il terreno effettivamente non utilizzabile per le coltivazioni in quanto occupato dalle opere infrastrutturali inerenti l'impianto agro-voltaico, risulterà pari a circa il 10% dell'intera superficie e pertanto risulterà utilizzabile per la coltivazione a prato-pascolo permanente migliorato il 90% dell'intera superficie. Inoltre anche tutte le porzioni libere comprese all'interno dell'area di progetto potranno essere investite a prato-pascolo permanente. Non ultimo anche **le aree sotto la proiezione al suolo dei pannelli** potranno essere comunque destinate alla coltivazione anche se non alla raccolta del fieno (ma solo esclusivamente alla produzione di sostanza organica per tramite della tecnica del "Mulching" come meglio specificato in seguito).

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 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**, il *trifolium subterraneum* capace

			Pag. 23 a 46
			Ottobre 2022

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 sono ricresciute, verranno sottoposte al **pascolamento 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.

La potenzialità della tecnica agronomica consente anche se apparentemente potrebbe sembrare una contraddizione in termini di beneficiare di un investimento che è solo apparentemente lontano dal mondo agro-zootecnico.

Si afferma ciò perché anche la produzione in Unità foraggiere ne trae beneficio.

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 valore proteico del fieno, ne fanno aumentare notevolmente il valore nutrizionale.

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

Superficie fondiaria complessiva	ha	92.97.08
Superficie lorda impianto	ha	89.18.33
Superficie coltivabile	ha	80.68.94

Superficie netta coltivabile ha 80.68.94

TIPOLOGIA	Ettari	U.F./Ettaro	U.F. totali
Prato pascolo migliorato	80,68	2.800	225.904

Il valore agronomico del terreno secondo l'indice proposto viene incrementato del 138%.

A titolo esemplificativo considerata l'esigenza nutritiva di una capo ovino adulto pari a 320 U.F/anno, potenzialmente nel terreno potrebbero essere allevati 700 capi ovini, pari a circa 106 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.

L'importanza del prato migliorato permanente 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 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/m²**.

			Pag. 25 a 46
			Ottobre 2022

Stock di carbonio organico determinati (studio Univ. PR)

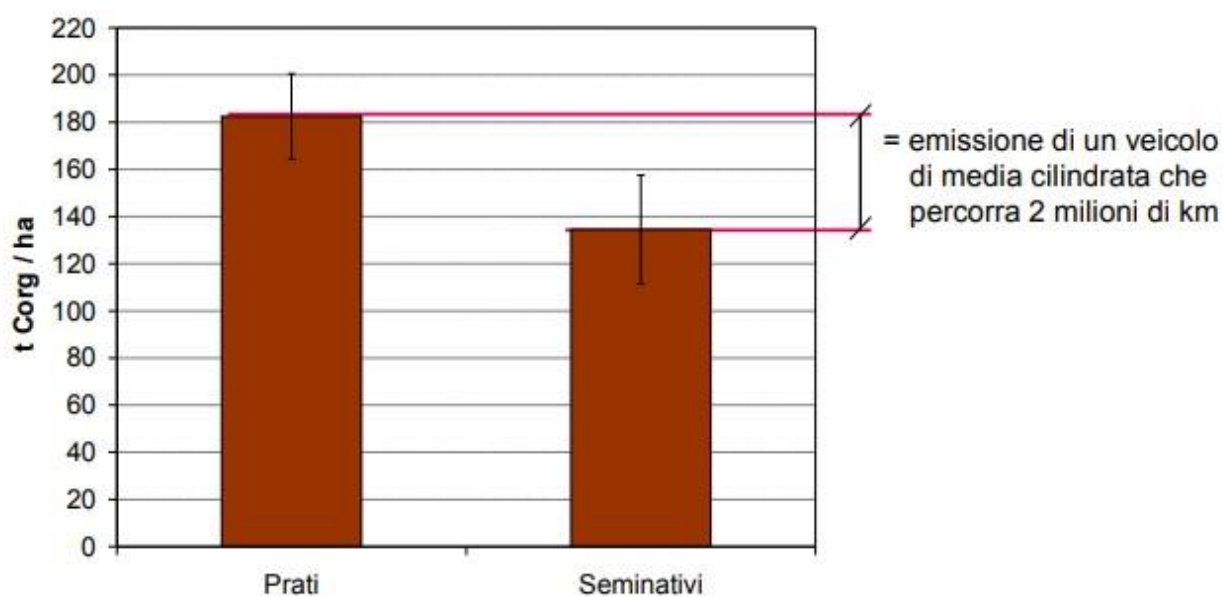


Figura n. 1: Stock di carbonio organico determinati (fonte studio Univ. PR)

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 esclusione di quella utilizzata per la periodica pulizia dei pannelli fotovoltaici**, che sarà emunta dai pozzi artesiani esistenti e/o da realizzarsi in ossequio alla normativa vigente, 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 sempre più frequenti con i cambiamenti climatici in atto, 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%**. Riducendo l'evaporazione dell'umidità, i pannelli solari alleviano anche l'erosione del suolo. Anche la temperatura del suolo si abbassa nelle giornate afose.

8. Operazioni agronomiche e di miglioramento terreni per impianto di prato migliorato

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.

1. Lavorazione del terreno ripuntatore alla profondità di 30-35 cm;
2. Spietramento dei terreni mediante andanatore di sassi e macchina raccogli sassi;
3. Realizzazione di scoline superficiali per la raccolta ed il deflusso delle acque meteoriche;
4. Realizzazione di livellamento superficiale;
5. Concimazione di fondo con concimi organo minerali + micro elementi a lenta cessione del tipo protetto (tecnologia Timac Agro);
6. Aratura superficiale;
7. 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

			Pag. 27 a 46
			Ottobre 2022

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 saranno effettuate analisi chimico fisico 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) Posforo (P) e Potassio (K) + microelementi e necessari.

9. Attività di coltivazione del prato pascolo polifita migliorato

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.

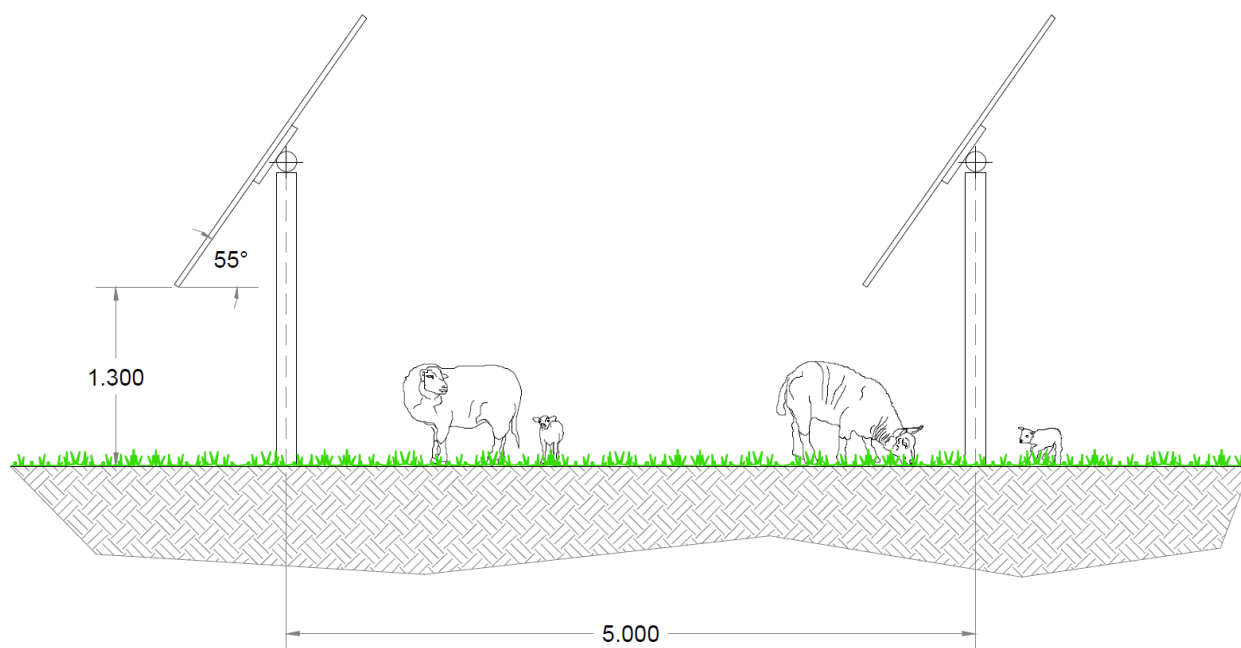
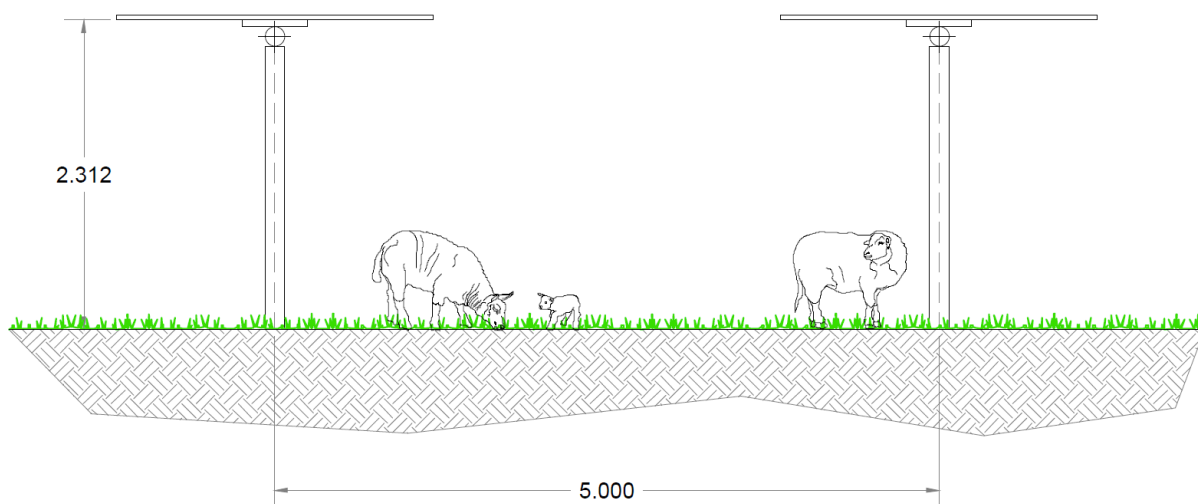
Le operazioni colturali previste distribuite nel corso dell'anno sono le seguenti:

Mese	Operazione colturale	Descrizione
maggio/giugno	fienaggione	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 fienaggione 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

Le operazioni colturali di mulching e di pascolamento controllato saranno contestuali e costanti nel corso dell'anno e complementari tra loro, con la finalità di garantire un utilizzo razionale e controllato del cotico pascolivo.

In particolare le pecore pascoleranno liberamente su tutta la superficie ma svolgeranno la loro azione di controllo del cotico anche al di sotto delle infrastrutture come esemplificato nell'immagine seguente. Inoltre nelle giornate estive gli ovini potranno trovare rifugio dal sole cocente ponendosi al disotto dei pannelli solari, studiati per avere (vedi rappresentazione schematica) una altezza minima da terra pari a m1,30 in ossequio alle linee guida per gli impianti agro- voltaici di tipo zootecnico, proprio per consentire agli stessi di circolare liberamente all'interno dell'impianto in qualsivoglia momento della giornata.



Rappresentazione schematica attività pascolamento controllato

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 visiva costituita da specie arboree

			Pag. 30 a 46
			Ottobre 2022

ed 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*), olivastro (*Olea europea var. sylvestris*); le specie arbustive proposte sono invece le seguenti: lentischio (*Pistacia lentiscus*), corbezzolo (*Arbutus unedo*), e per concludere 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 visiva 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 delimitati da una recinzione metallica, il cui dettaglio esecutivo è indicato dall'immagine seguente, finalizzata ad evitare l'ingresso all'interno dell'area dei cinghiali (*Sus scrofa meridionalis*) specie ormai considerata invasiva in tutta la Sardegna in particolare nell'area della Nurra.

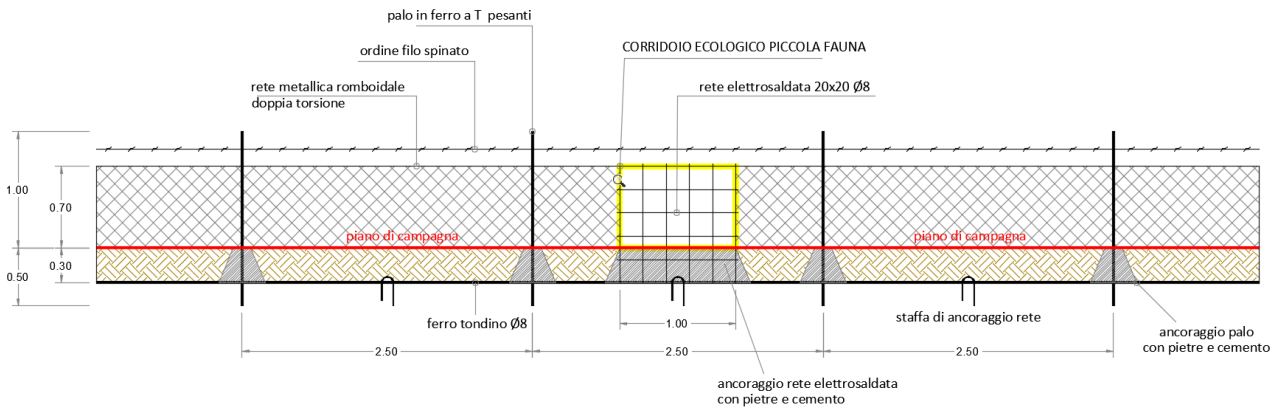
La recinzione avrà la caratteristica di consentire il passaggio alla piccola fauna omeoterma, ai rettili, agli anfibi che liberamente potranno entrare ed uscire tranquillamente dall'area dell'impianto. A tal fine la recinzione realizzata con rete metallica a doppia torsione, ammorsata nel suolo per una profondità di 30 cm e resa ad esso solidale con delle staffe ad "U" e con della malta di cemento, ogni 100 metri avrà un passaggio con una maglia di ferro da cm 20x20 che impedisce il passaggio dei cinghiali ma consentirà il passaggio della fauna suddetta, che come noto è avversata e predata dai cinghiali.

In questo modo l'area di impianto assumerà indirettamente il ruolo di serbatoio per la fauna di pregio ambientale e di interesse conservazionistico, svolgendo un importante ruolo ecologico.

Di seguito si propone il dettaglio esecutivo della recinzione con i corridoi ecologici.

			Pag. 31 a 46
			Ottobre 2022

ESECUTIVO RECINZIONE PERIMETRALE



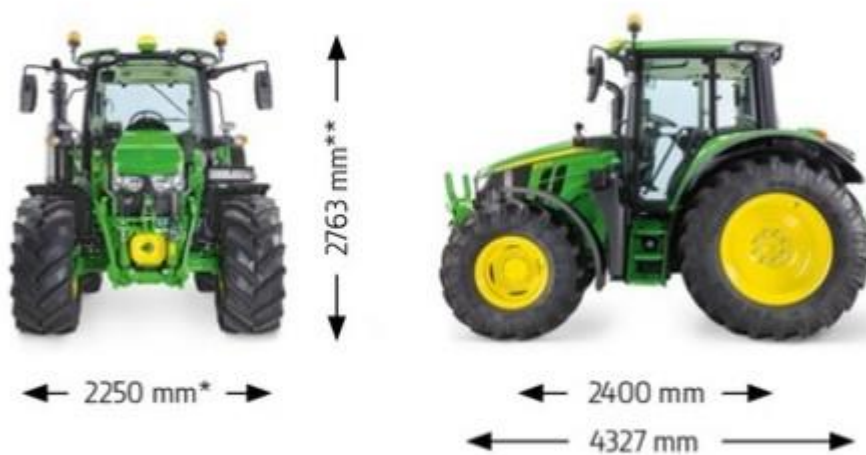
Recinzione anti cinghiale con corridoi ecologici per piccola fauna

Si vogliono ora illustrare con l'ausilio di alcune immagini le specifiche tecniche dei macchinari agricoli utilizzati per la gestione agronomica delle superfici all'interno dell'impianto Fotovoltaico.



Figura n. 2: Trincia 4WD per gestione con tecnica mulching prato polifita perennete

TRATTORI 6M A TELAIO CORTO



- * Con pneumatici anteriori 320/85R24 e pneumatici posteriori 420/85 R30
- ** Dimensione degli pneumatici posteriori: 420/85 R30.
Con sospensione della cabina (altezza senza sospensione della cabina: 2713 mm)

5750 KG***

Figura N. 3: Specifiche tecniche del trattore 6M a telaio corto

Mini-rotoimballatrici MOTORIZZATE

MOUNTAINPRESS 550 TML

È un'imballatrice che può essere **collegata posteriormente a qualsiasi trattore, anche non fornita di PTO (presa di potenza)**.

MOUNTAINPRESS 550 TML è dotata di un motore termico da 10,0 kW (13,5 HP) ad avviamento elettrico, che permette di raccogliere, imballare, legare e scaricare le balle prodotte senza richiedere alla trattore alcuna potenza termica o idraulica supplementare. Tutti i comandi sono azionabili dal posto di guida. Un segnale acustico avverte l'operatore dell'avvenuta formazione della palla.

Accensione, legatura, apertura e chiusura della camera di pressione vengono azionate con una pulsantiera elettrica.

MOUNTAINPRESS 550 TML, grazie a una massa estremamente ridotta e ad un ottimo bilanciamento, può essere collegata posteriormente a mezzi quali ATV, QUAD, ESCAVATORI, CINGOLATI, GOLF CAR, ecc.

MOUNTAINPRESS 550 TML

DATI TECNICI

Lunghezza	1.950 - 2.250 mm
Larghezza	1.450 - 1.700 mm
Altezza	1.150 mm
Peso	430 kg
Produzione oraria balle	50 - 80
Raccoglitore	700 mm
Pneumatici	18,5 x 8,50/8" PFR 6
Potenza motore termico	10,0 kW

EQUIPAGGIAMENTI DI SERIE

Fari • Legatura a rete • Contatore balle • Segnale acustico di formazione palla • Tenditori automatici per catene • Frizione salva catene • Timone regolabile in altezza e lunghezza • Pulsantiera elettrica per legatura, sollevamento del pick-up, apertura della camera, accensione e spegnimento del motore.

OPTIONAL

- Ruote rastrematrici
- Lubrificazione automatica delle catene.



Figura N. 4: Specifiche tecniche della Mini-rotoimballatrice 550TML



Figura N. 5: Immagine della falciatrice anteriore e larghezze delle andane realizzabili

10. Agricoltura 4.0 e sistemi di monitoraggio

L'agricoltura 4.0 è il risultato dell'applicazione di una serie di tecnologie innovative nel campo dell'agrifood, e può essere considerata come un "upgrade" dell'agricoltura di precisione. Questo grazie all'automatizzazione della raccolta, dell'integrazione e dell'analisi dei dati che provengono direttamente dai campi grazie a sensori e altre fonti. Le tecnologie digitali 4.0 in questo contesto sono utili per supportare grazie all'analisi dei dati, l'agricoltore nella sua attività quotidiana e nella pianificazione delle strategie per la propria attività, compresi i rapporti con tutti gli anelli della filiera, generando un circolo virtuoso in grado di creare valore, non solo per la singola azienda ma anche a cascata per i suoi partner. Grazie a queste nuove soluzioni e all'applicazione delle tecnologie digitali così, dall'IoT all'intelligenza artificiale, dall'analisi di grandi quantità di dati ai trattori a guida autonoma, fino all'utilizzo dei droni, le aziende agricole possono aumentare la profittabilità e la sostenibilità economica, ambientale e sociale della propria attività. L'inizio dell'applicazione di tecnologie per l'agricoltura di precisione in Italia risale agli anni '90: si tratta in pratica di utilizzare soluzioni digitali per interventi specifici, che tengano conto in particolare delle esigenze del suolo e delle piante. Il fine di questi interventi è quello di migliorare quanto più possibile la resa produttiva delle piantagioni e contenere sia i costi, che l'impatto ambientale. Di questa categoria fanno parte ad esempio tutti gli interventi per rendere più efficiente l'irrigazione senza sprecare risorse idriche né far soffrire le piante, le tecnologie per il planting adattate alle caratteristiche biochimiche e fisiche del suolo su cui si interviene, la somministrazione di antiparassitari commisurate alle esigenze specifiche di ogni singola area e pianta, o di fertilizzanti soltanto nella quantità necessaria e nei tempi più utili. Per questo l'agricoltura di precisione, oltre a essere il predecessore più prossimo dell'agricoltura 4.0, è anche uno dei cardini di quest'ultima, perché mette le basi per adattare i processi produttivi alle singole necessità grazie a interventi mirati e tempestivi in grado di adattarsi alle esigenze del momento. La base per rendere più efficaci queste tecnologie è l'utilizzo in tempo reale dei dati che provengono dai campi. Grazie ai sensori che possono trasmettere informazioni, installati sui campi o sulle macchine agricole, sarà infatti possibile prendere

decisioni tempestive ed efficaci, che potranno essere affidate anche a sistemi automatizzati. In linea generale i principali vantaggi dell'agricoltura 4.0 sono quelli, come dicevamo, di una razionalizzazione dell'uso delle risorse, e quindi principalmente economici per le aziende della filiera. Ma un percorso dei prodotti, dal campo alla tavola, improntato a massimizzare la sostenibilità ha un impatto positivo anche sulla salute, dal momento che sarà possibile portare fino ai consumatori finali prodotti più controllati e più freschi rispetto a quanto avviene con le tecniche tradizionali. Per quantificare questi vantaggi, si parla di un risparmio attorno al 30% per gli input produttivi e di un aumento del 20% della produttività, con un utilizzo molto limitato di sostanze chimiche. Puntando poi l'attenzione sull'utilizzo dei dati, c'è da aggiungere che poter contare sull'analisi in tempo reale delle informazioni che provengono dai campi è estremamente utile per gestire ogni attività legata all'agricoltura in modo più veloce e quindi anche efficiente. Grazie all'analisi dei dati infatti sarà possibile improntare al massimo dell'efficienza l'utilizzo delle macchine agricole, o utilizzare soltanto la quantità di acqua necessaria, senza sprechi. Grazie allo stesso set di informazioni inoltre sarà possibile prevenire le patologie delle piante o contrastarne i parassiti, limitando i danni nel momento in cui si dovessero verificare problemi grazie al monitoraggio costante e simultaneo delle coltivazioni. Ed è bene sottolineare che si tratta di vantaggi che si possono ottenere indipendentemente dal tipo di coltura.

Ecco di seguito alcune delle tecnologie utili nella digital transformation delle aziende agricole

10.1 Agrometeorologia

parliamo in questo caso delle applicazioni che possono essere utilizzate per integrare nelle strategie di coltivazione le informazioni che provengono dalle previsioni meteo, grazie anche ad automatismi che possono trovare applicazione grazie alla raccolta e all'analisi in tempo reale dei dati provenienti dalle diverse fonti, come sensori o transazioni computer based, ed essere strutturati o destrutturati.

			Pag. 37 a 46
			Ottobre 2022

10.2 Big Data

si tratta dell'insieme delle informazioni che possono essere generate da strumenti diversi e che possono essere utili per efficientare la produzione. Questi dati possono provenire da fonti eterogenee, come sensori o transazioni computer based, ed essere strutturati o destrutturati. La chiave è sempre la capacità di integrarli e analizzarli in real time, in modo da dare risultati affidabili da cui possa essere estratto o generato valore.

10.3 Blockchain

Parliamo in questo caso delle tecnologie della famiglia della Distributed Ledger Technology: sistemi che permettono ai nodi di una rete di raggiungere il consenso sulle modifiche di un registro distribuito in assenza di un ente centrale, in cui il registro distribuito è strutturato come una catena di blocchi contenenti transazioni. Si tratta di soluzioni particolarmente utili per la tracciabilità della produzione, dal campo alla tavola, certificando i requisiti dei prodotti in termini di sostenibilità.

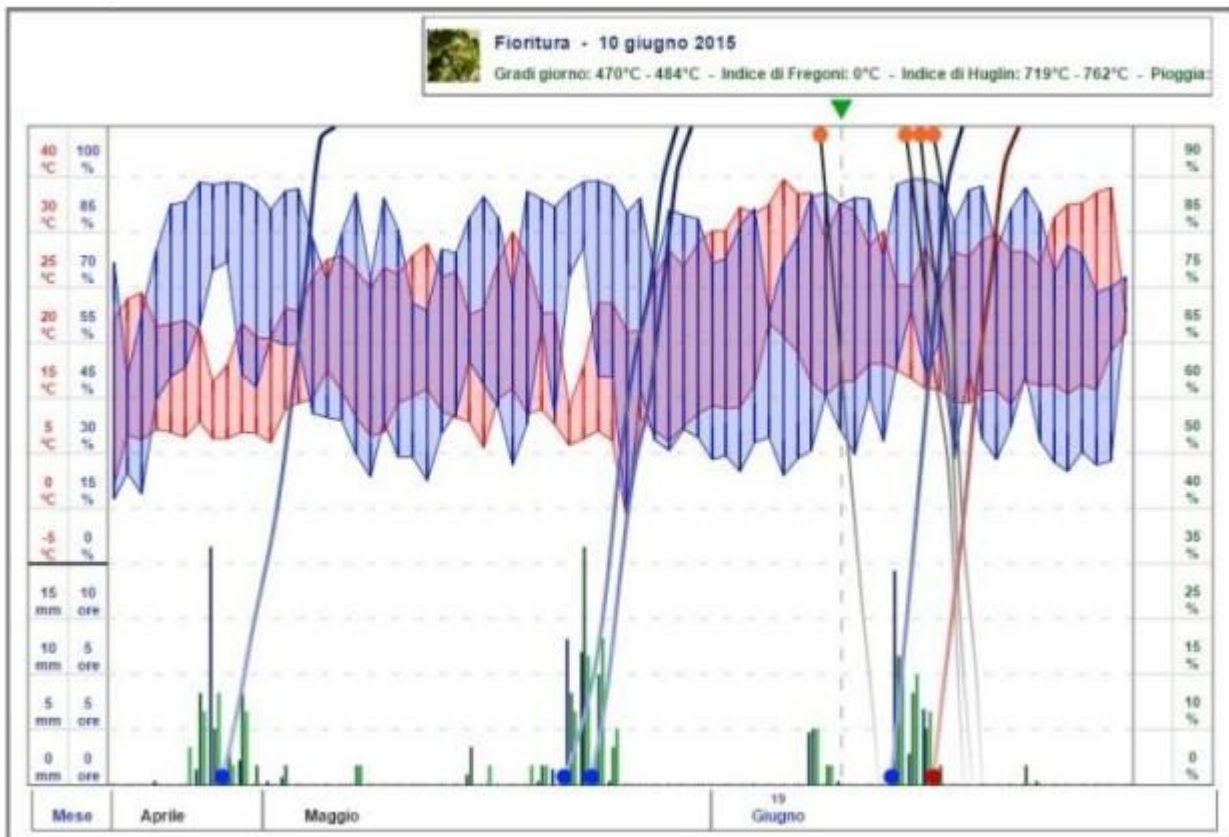
Nello specifico trattandosi per l'impianto agrovoltaico proposto, di superfici che saranno rese idonee ad ospitare la coltivazione del prato migliorato permanente, si intendono porre in essere le seguenti attività:

L'impianto sarà dotato di un sistema di monitoraggio, costituito da una stazione principale, dotata dei tradizionali sensori meteo-climatici (pioggia, vento, radiazione solare, pressione atmosferica), e di più unità wireless dotate di sensori micro-climatici (temperatura, umidità dell'aria, bagnatura fogliare, umidità del terreno); le unità wireless, posizionate all'interno degli appezzamenti, acquisiscono i dati micro-climatici e li trasmettono via radio alla stazione principale; questa, disponendo di un sistema GSM-GPRS e della relativa SIM, trasmette tutti i dati ad un centro servizi con il quale si attiverà una convenzione. Gli utenti convenzionati possono quindi visualizzare tutti i dati (sia in tempo reale che storici) ed utilizzare i modelli che elaborano tali dati e che sono necessari per fare fronte alle diverse esigenze agronomiche.



Stazione principale e sensori meteo climatici.

Il sistema offrirà, oltre all'analisi dei dati raccolti, anche modelli per l'analisi dello sviluppo e/o del rischio di infezione delle principali avversità fitosanitarie (in base alla coltura). Per ciascun punto di rilevazione il sistema valuta le condizioni micro-climatiche in relazione ai diversi cicli di sviluppo dei patogeni, con particolare riferimento alle temperature ed alle ore di bagnatura fogliare (distinguendo tra pagina superiore e inferiore delle foglie) rilevate all'interno della chioma e/o al livello della vegetazione, caratteristica essenziale per ottenere una maggiore affidabilità dei modelli agronomici. Con l'ausilio di questi modelli, gli agronomi possono avere dati oggettivi e misurabili per decidere le migliori strategie fitosanitarie e verificare l'efficacia dei trattamenti effettuati.



Esempio di un grafico riguardante il rischio di infezione delle principali fitopatologie.

Il sistema proposto prevede anche un modello di calcolo del fabbisogno idrico della pianta, in relazione alle condizioni meteo-climatiche ed allo stadio di sviluppo della coltura. Tramite tali modelli, il sistema restituisce, giorno per giorno ed in ciascun punto di misura, il quantitativo di acqua persa per evaporazione dal suolo e traspirazione della pianta, traducendo le quantità in litri per metro quadrato. In aggiunta, i sensori volumetrici di misura dell'umidità del suolo consentono di misurare in modo accurato la percentuale di acqua nel terreno, a più profondità. Anche in **assenza di impianto di irrigazione**, queste informazioni sono di grande utilità per decidere le lavorazioni del terreno e la gestione dell'apparato fogliare.

Tutti i dati raccolti saranno archiviati permanentemente in apposito database. Sarà quindi possibile realizzare e stampare report annuali, con l'indicazione dei dati medi e cumulati delle varie grandezze meteorologiche, e comparare tali dati con le fasi indicate nell'agenda fenologica disponibile sul sistema, anno per anno.

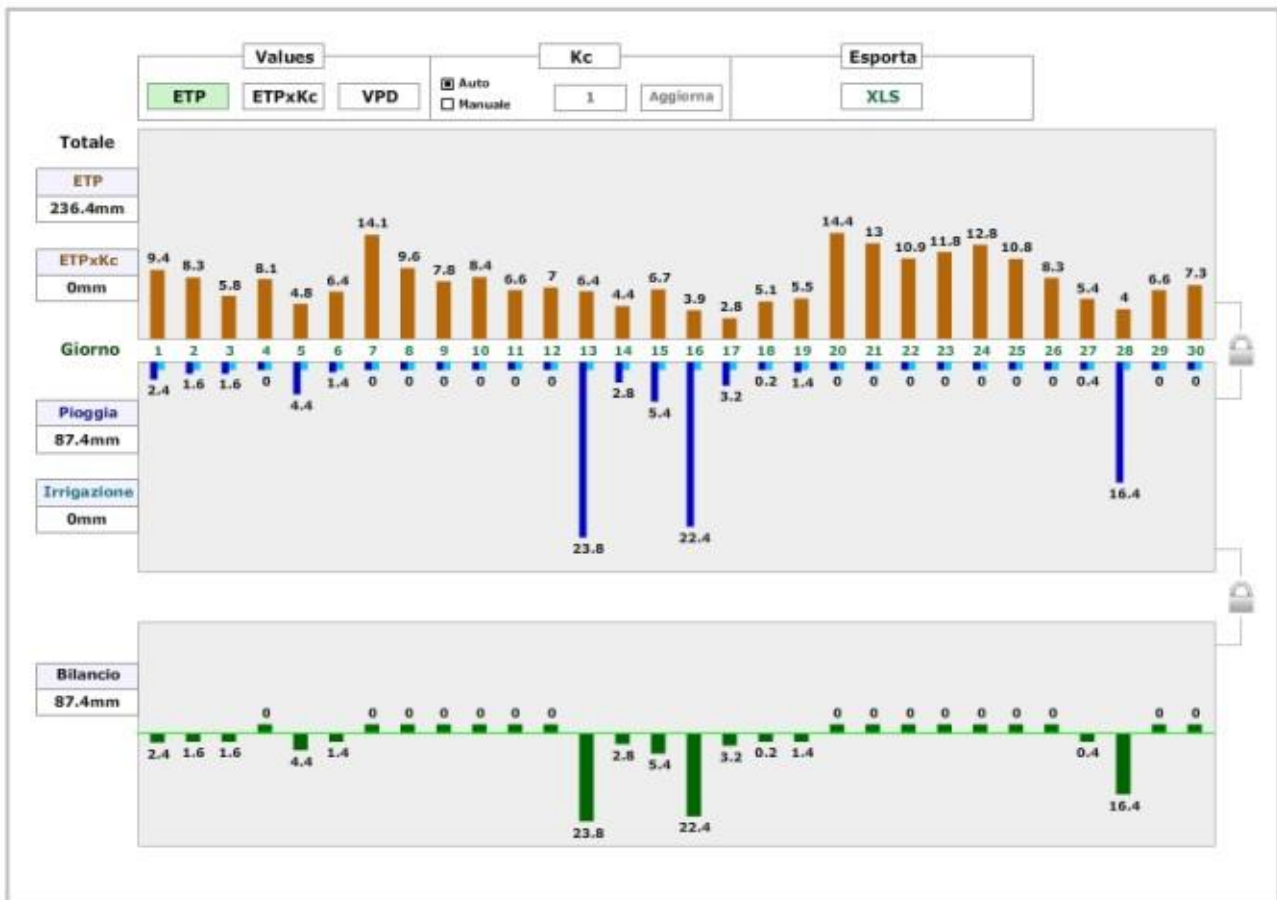


Figura n.9: Esempio di un grafico per il calcolo del fabbisogno idrico

Nell’impianto Fotovoltaico in parola saranno istallate le seguenti apparecchiature:

<p>Accesso ai dati su cloud LiveData Accesso ai dati via web da PC, smartphone e tablet con piattaforma Netsens LiveData ®</p>	
<p>Installazione in campo Installazione e configurazione della stazione eseguita dai nostri tecnici specializzati. Breve formazione sull’impiego della stazione e del software Netsens LiveData ®</p>	

Descrizione	
<p>Unità centrale AgriSense IoT:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unità centrale con Pluviometro (pioggia in mm), Anemometro (intensità e direzione del vento), barometro, radiazione solare, termo-igrometro (temperatura ed umidità dell'aria) • Trasmissione dati 2G (opz. LTE-NBIOT) • Ricevitore wireless IoT • Kit fotovoltaico (pannello 20W / batteria 44Ah) con regolatore elettronico • Palo di installazione, zincato, due sezioni di 150 cm con boccolo di fissaggio 	
<p>N. 3 Unità wireless IoT con sensori meteo-climatici:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unità wireless IoT con pluviometro, radiazione solare, termo-igrometro (temperatura ed umidità dell'aria) • Un sensore di Umidità e temperatura del terreno FDR capacitivi • Alimentazione a batteria, durata 1 anno • Distanza fino a 8000 m LOS da unità centrale 	
<p>Accesso ai dati su cloud LiveData Accesso ai dati via web da PC, smartphone e tablet con piattaforma Netsens LiveData ®</p>	
<p>Installazione in campo Installazione e configurazione della stazione eseguita dai nostri tecnici specializzati. Breve formazione sull'impiego della stazione e del software Netsens LiveData ®</p>	

Il sistema di gestione e le apparecchiature adottate, saranno inoltre utilizzati anche per la realizzazione e successiva gestione, monitoraggio e manutenzione delle fasce verdi perimetrali.

11. 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. 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).

Inoltre si vuole sottolineare che lo studio progettuale dell'impianto agro-voltaico proposto, è stato elaborato in totale ottemperanza alle “**Linee guida in materia di impianti agrivoltaici**” prodotte nell'ambito di un gruppo di lavoro coordinato dal MINISTERO DELLA TRANSIZIONE ECOLOGICA - DIPARTIMENTO PER L'ENERGIA. In particolare si vuole evidenziare che si ritiene di aver soddisfatto tutti i requisiti richiesti dalle prima citate linee guida, con particolare riferimento alla tipologia di impianto agro-voltaico del tipo agro-zootecnico o “pastorale”, nello specifico sono stati rispettati tutti i requisiti di seguito elencati:

- **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;

			Pag. 43 a 46
			Ottobre 2022

- **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.

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

			Pag. 44 a 46
			Ottobre 2022

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.
10. LINEE GUIDA PER L'APPLICAZIONE DELL'AGRO-FOTOVOLTAICO IN ITALIA
Andrea Colantoni^{1*}, Massimo Cecchini¹, Danilo Monarca¹, Roberto Ruggeri¹, Francesco Rossini¹, Umberto Bernabucci¹, Raffaele Cortignani¹, Riccardo Primi¹, Valerio Di Stefano¹, Leonardo Bianchini¹, Riccardo Alemanno¹, Stefano Speranza¹, Pier Paolo Danieli¹, Enrico M. Mosconi¹, Antonio Parenti², Ettore Guerriero⁶, Marco Berardo Di Stefano², Roberta Papili², Donato Rotundo², Miriam Di Blasi³, Lanfranco Di Campello³, Pierpaolo Ventura³, Andrea Riberti³, Francesco Gallucci⁴, Maurizio Manenti⁵, Michela Demofonti⁷, Laura Onnis⁷, Mariangela Lancellotta⁸, Gianluca Egidi⁹, Mauro Uniformi¹⁰, Corrado Falcetta¹¹; 1 UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA TUSCIA - DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE E FORESTALI 2 CONFAGRICOLTURA 3 ENEL GREEN POWER 4 CONSIGLIO PER LA RICERCA IN AGRICOLTURA E L'ANALISI DELL'ECONOMIA AGRARIA 5 SOLARFIELDS 6 CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE 7 EF SOLARE ITALIA 8 LE GREENHOUSE 9 S.E.A TUSCIA S.R.L. 10 CONSIGLIO ORDINE NAZIONALE DEI DOTTORI AGRONOMI E DOTTORI FORESTALI 11 FEDERAZIONE DOTTORI AGRONOMI E FORESTALI DEL LAZIO

Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici (Giugno 2022)

			Pag. 45 a 46
			Ottobre 2022

SITI INTERNET CONSULTATI

<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.03.081>

<https://doi.org/10.3390/su10030743>

<https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2010.01518>.

<https://doi.org/10.1016/j.eia.2012.08.003>

			Pag. 46 a 46
			Ottobre 2022