FV SNArc Fagoni e Ziringonis

COMUNE DI SAN NICOLO' D'ARCIDANO

PROPONENTE

Firmato digitalmente da:
MARKUS RUEDIGER VOGEL
Luogo: Treviso
Data: 28/02/2023 12:26:06

Green Sole s.r.l.
Piazza Walther Von Vogelweide, 8
39100 Bolzano

VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE

CODICE ELABORATO

VIA
R05

OGGETTO:
Relazione agronomica

COORDINAMENTO

BRUNO MANCA | STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA
CENTRO COMMERCIALE LOCALITA' "PINTOREDDU", SN
STUDIO TECNICO I° PIANO INTERNO 4P 09028 SESTU
+39 347 5965654 P.IVA 02926980927
SDI: W7YVJK9 ATTESTATO ENAC N° I.APRA.003678
INGBRUNOMANCA@GMAIL.COM PEC: BRUNO.MANCA@INGPEC.EU
WWW.BRUNOMANCA.COM WWW.UMBRAS360.COM

GRUPPO DI LAVORO S.I.A.

Dott.ssa Geol. Cosima Atzori
Dott. Ing. Fabio Massimo Calderaro
Dott. Giulio Casu
Dott. Agr. Federico Corona
Dott.ssa Ing. Silvia Exana
Dott.ssa Ing. Ilaria Giovagnorio
Dott. Ing Bruno Manca
Dott. Nat. Maurizio Medda
Dott. Ing. Giuseppe Pipitone
Dott.ssa Ing. Alessandra Scalas
Dott. Nat. Fabio Schirru
Dott.ssa Archeol. Alice Nozza

REDATTORE

Dott. Agr. Federico Corona

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	ELABORAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE
00	gennaio 2023	Prima emissione	Bruno Manca	Gianluca Valenti	

FORMATO
ISO A4 - 297 x 210

Green Sole Srl - TUTTI I DIRITTI SONO RISERVATI A NORMA DI LEGGE

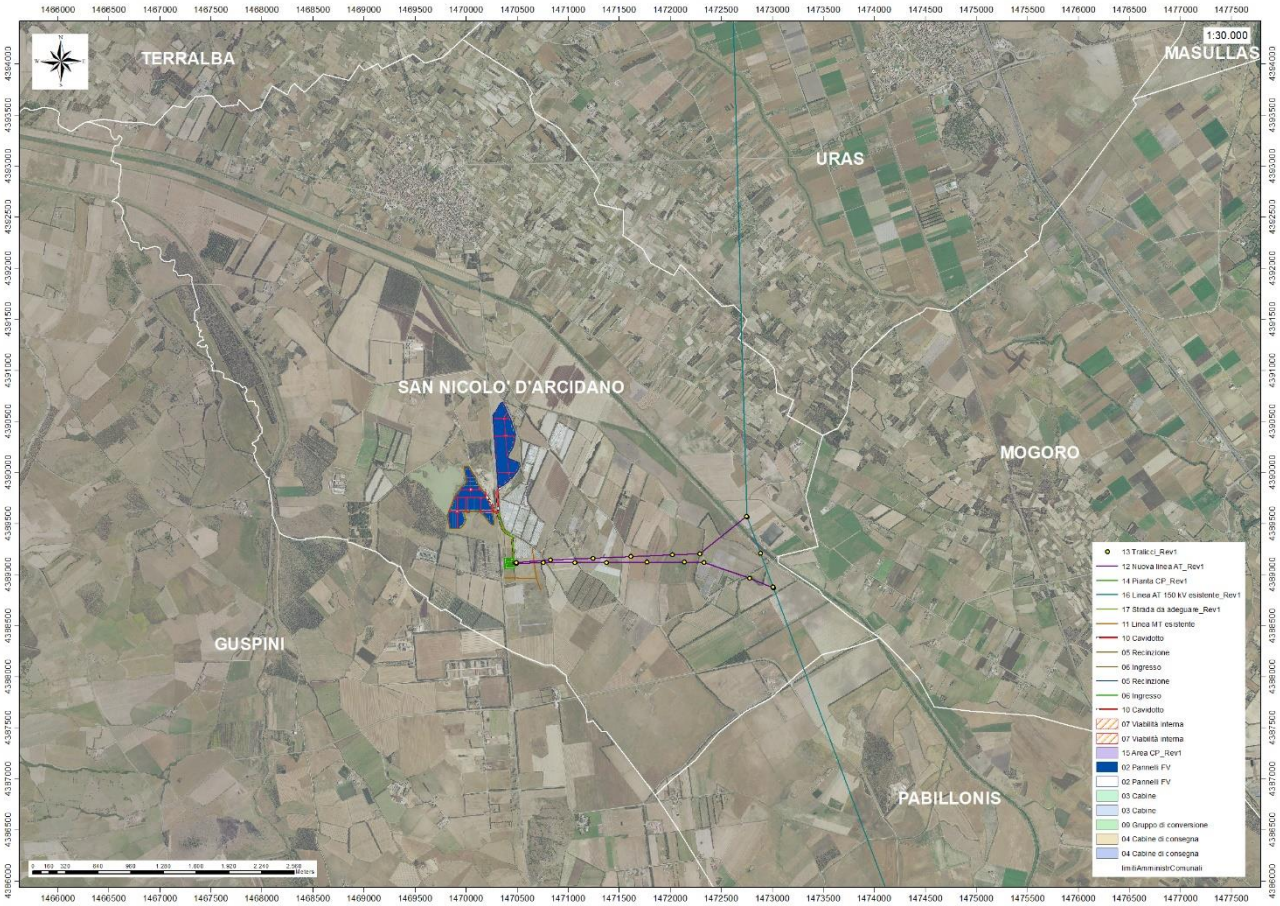
Caratterizzazione pedo-agronomica dell'area interessata dal progetto per la realizzazione di un impianto fotovoltaico sulla ex cava "Arcidano Inerti"in località "Coddu Fagoni" e della Cava in loc. Contrada Terra Ziringonis nel Comune di San Nicolò d'Arcidano (OR)

Sommario

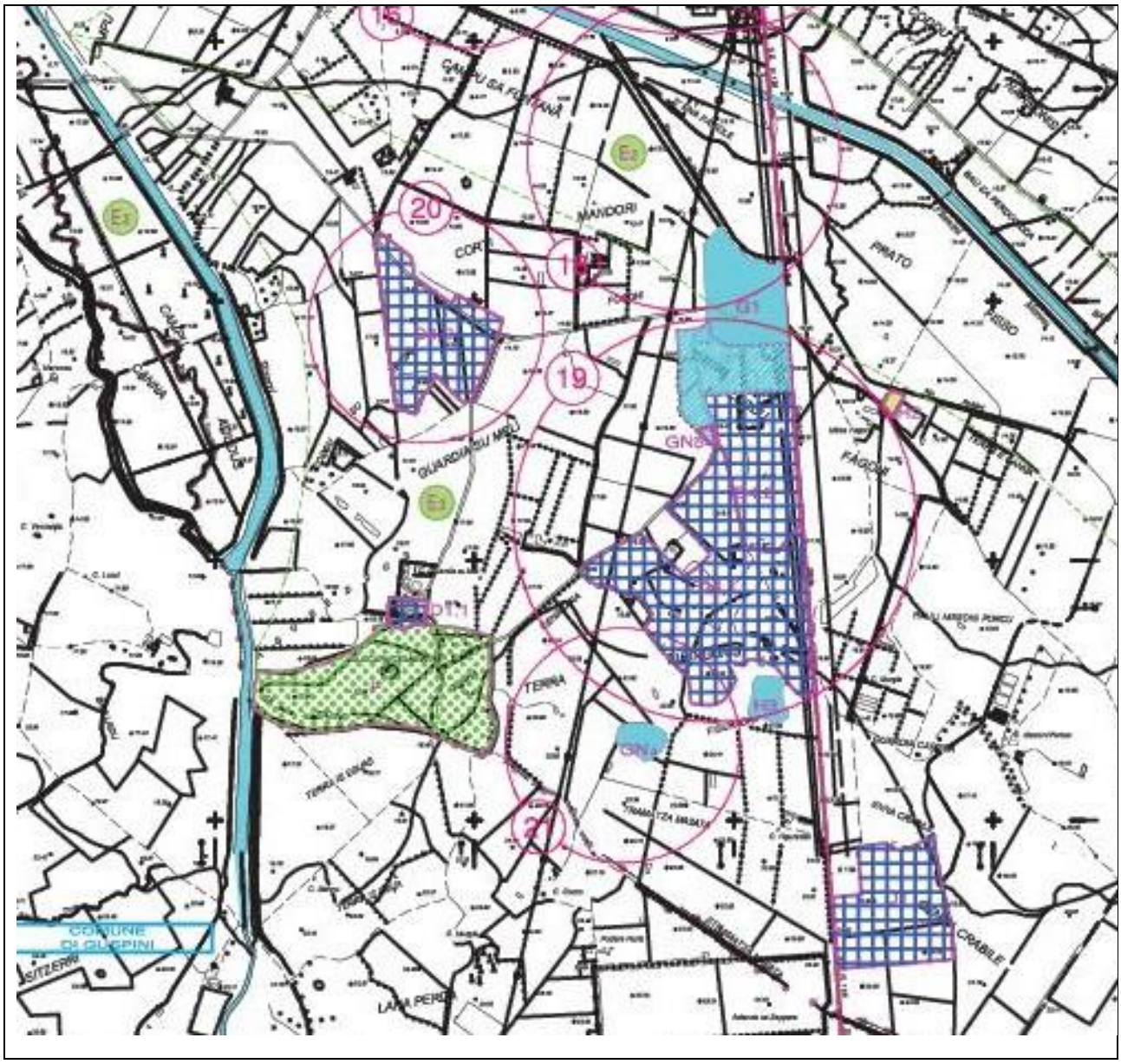
Premessa 2
Caratterizzazione pedo-agronomica 3
Fagoni 4
Caratterizzazione pedologica del sito 5
Classificazione del sito secondo la Land Capability Classification 6
Analisi fisico-chimiche 9
Zirigonis 10
Caratterizzazione pedologica del sito 11
Analisi fisico-chimiche 12
Utilizzo agricolo delle aree di impianto 14
Fagoni 14
Ziringonis 18
Bibliografia e sitografia 23

Premessa

Scopo del presente lavoro è quello di definire, a scala di dettaglio, la classe di capacità d'uso dei suoli all'uso agricolo delle aree di proprietà privata site nel comune di San Nicolò d'Arcidano (OR), in località "Coddu Fagoni" e in Contrada Terra Ziringonis sulle quali il proponente **GC SNArc Srl** intende realizzare un impianto fotovoltaico.



I lotti da indagare verranno descritti separatamente, in funzione della loro destinazione urbanistica. Infatti, il lotto denominato "Fagoni" ricade in zona E3-Agricola, mentre il lotto denominato Ziringonis ricade in zona D4-Attività di cava, come si evince dalla carta del PUC del comune di S. N. d'Arcidano.



Caratterizzazione pedo-agronomica

Per l'inquadramento pedologico delle aree in esame si è fatto riferimento alla Carta dei suoli della Sardegna in scala 1:25.000, sulla base della quale sono state individuate le unità cartografiche di paesaggio presenti nell'area in esame; lo studio di dettaglio ha previsto alcuni sopralluoghi finalizzati a verificare lo stato dei luoghi, alcuni rilievi speditivi, l'esecuzione di un prelievo di suolo da sottoporre ad analisi fisico-chimice e l'esecuzione di un'osservazione pedologica rappresentativa dei suoli presenti.

Il campionamento è stato eseguito su terreni ed in periodi coincidenti con il termine delle coltivazioni; pertanto, su superfici non sottoposte a recenti lavorazioni e con adeguato intervallo di

tempo dalle ultime operazioni di fertilizzazione (chimiche ed organiche); i siti sono stati scelti per la loro rappresentatività dell'uso del suolo all'interno della unità di suolo di appartenenza. Si è indi proceduto ad individuare l'unità di campionamento che coincide con l'area omogenea, ossia quella parte della superficie aziendale per la quale si ritiene che per elementi ambientali (tessitura, morfologia, colore, struttura) e per pratiche colturali comuni (irrigazione, lavorazioni profonde, fertilizzazioni ricevute e avvicendamenti) i terreni abbiano caratteristiche chimiche e fisiche simili. Tutte le superfici campionate avevano una dimensione minima superiore ai 5.000 metri quadri.

Al fine di ottenere un campione rappresentativo, il prelevamento è stato eseguito nell'unità di campionamento sopra definita procedendo a zig zag nell'appezzamento ed effettuando generalmente 10 punti di prelievo di sub-campioni elementari; nei punti di prelievo, dopo aver asportato e allontanato i primi 5 cm al fine di eliminare la cotica erbosa e gli eventuali detriti superficiali presenti, è stato effettuato il prelievo fino ad una profondità di 30 cm; i sub-campiono così ottenuti sono stati quindi sminuzzati e mescolati accuratamente e, dopo aver rimosso ed allontanato pietre e materie organiche grossolane (radici, stoppie e residui colturali in genere, ecc.), si è prelevato dal miscuglio circa 1-2 kg di terra da portare al laboratorio di analisi.

Fagoni

L'area presenta una morfologia pianeggiante sotto il livello di campagna poiché trattasi della ex cava "Arcidano Inerti" utilizzata per l'estrazione di materiali inerti silicei dismessa negli anni '90 e successivamente ripristinata; la quota di campagna attuale (Fig. 1) è stata ripristinata utilizzando inerti, sabbia e lo scotico di un'area adiacente nella quale risultano ancora evidenti i segni dell'attività estrattiva. E' caratterizzata da una forte pietrosità superficiale, pari al 60 – 70% che ne condiziona fortemente l'uso agricolo (Fig. 2); inoltre, a causa della compattazione e della tessitura prevalentemente argillosa dello strato di terreno sotto i primi 30 cm presenta difficoltà di drenaggio ed un'elevata tendenza al ristagno idrico.

Figura 1: area di progetto

Figura 2: particolare del campo con forte pietrosità affiorante

L'analisi della vegetazione presente evidenzia la presenza di residui di specie foraggere leguminose (trifoglio e sulla) derivanti da un probabile tentativo di utilizzo dell'area come erbaio o pascolo, disseminate tra le specie erbacee spontanee tipiche dell'area in esame; le caratteristiche del suolo, descritte di seguito, confermano la scarsa attitudine dell'area alla coltivazione.

Caratterizzazione pedologica del sito

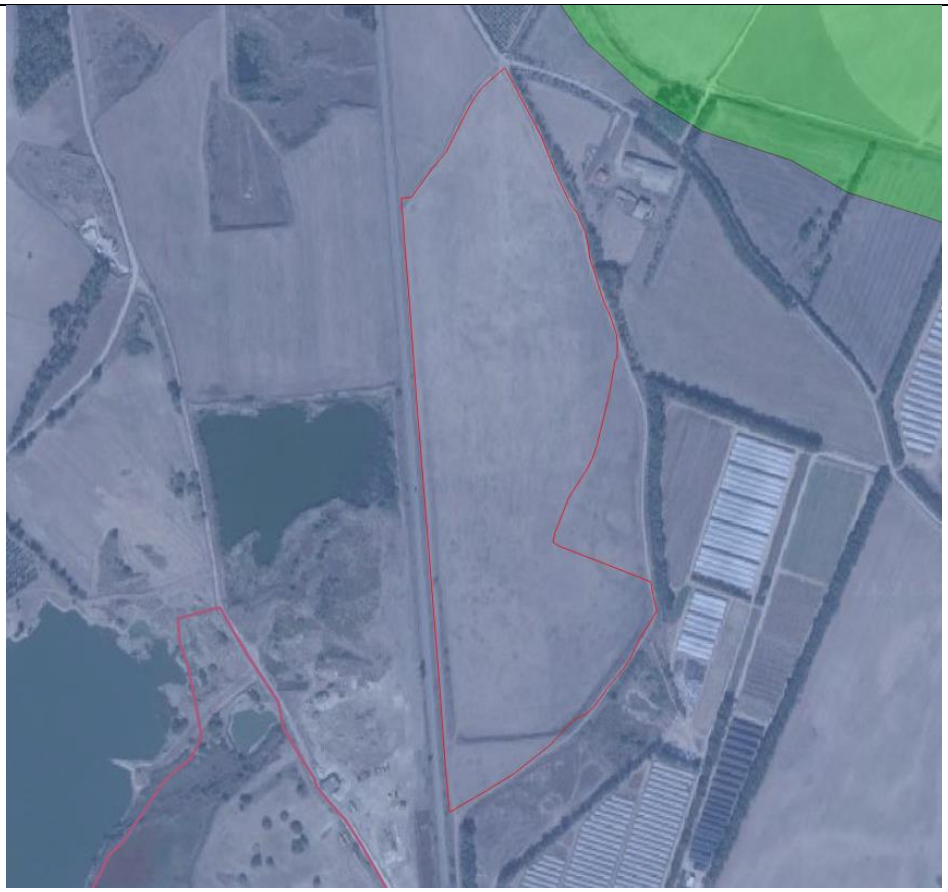


Figura 3: unità cartografica dell'area di studio

Secondo la carta dei suoli della Sardegna, l'area di analisi ricade interamente nell'unità di paesaggio I1, che identifica le alluvioni su arenarie eoliche cementate del pleistocene. I suoli appartenenti a questa unità presentano generalmente un profilo di tipo A-Bt-C, A-Btg-Cg e subordinatamente A-C, sono profondi, caratterizzati da un eccesso di scheletro e tessitura da franco sabbiosa a franco sabbioso argillosa in superficie, tendenzialmente argillosa in profondità con diminuzione della permeabilità e conseguenti problemi legati alla difficoltà di drenaggio. Normalmente tali suoli sono ascrivibili alla classe III-IV di capacità d'uso (Klingebiel e Montgomery – 1961 "Agricultural Land Capability Classification") ovvero suoli con limitazioni da elevate a molto forti, che riducono la scelta colturale e che richiedono un'accurata e continua manutenzione delle sistemazioni idrauliche agrarie e forestali.

Come affermato in precedenza, l'area oggetto della presente relazione è stata utilizzata fino agli inizi degli anni '80 come cava di materiale inerte e la quota di campagna attuale è stata ripristinata utilizzando inerti, sabbia e lo scotico di un'area adiacente. I suoli presenti, come evidenziato dall'osservazione pedologica effettuata sui primi 40 cm di suolo, sono pertanto rappresentati da terreno di riporto, organizzato in "pseudo orizzonti" artificiali che dopo circa quarant'anni iniziano ad avere delle figure pedogenetiche. Di seguito si riporta la descrizione degli orizzonti individuati:

- orizzonte 1 o "A" da 0 a 30 cm, pietroso e meno compatto del sottostante orizzonte. Colore Munsell 10 YR 4/4. I pori dovuti alle radici sono abbondanti. L'aggregazione è di tipo poliedrico subangolare friabile media. Tessitura franco argillosa in superficie e limosa in profondità. Inizia a presentare delle caratteristiche pedogenetiche a causa della forte attività delle radici del cotico erboso presente;
- orizzonte 2 o "B" da 30 a >40 cm più compatto del precedente. Pori e radici comuni. Scheletro presente 2/3%. Colore Munsell 10 YR 4/3. L'aggregazione è di tipo poliedrico spigoloso forte e resistente media. Tessitura limosa-argillosa con buona adesività e plasticità. E' uno strato compattato di argille di riporto che impediscono o rallentano molto il drenaggio e creano condizioni di ristagno idrico in presenza di precipitazioni abbondanti.

I suoli in esame non possono essere classificati secondo le regole tassonomiche in quanto trattasi di suoli di riporto con processi pedogenetici appena accennati.

Figura 4- paesaggio dell'osservazione

Figura 5-Osservazione

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 (figura 9). 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 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.

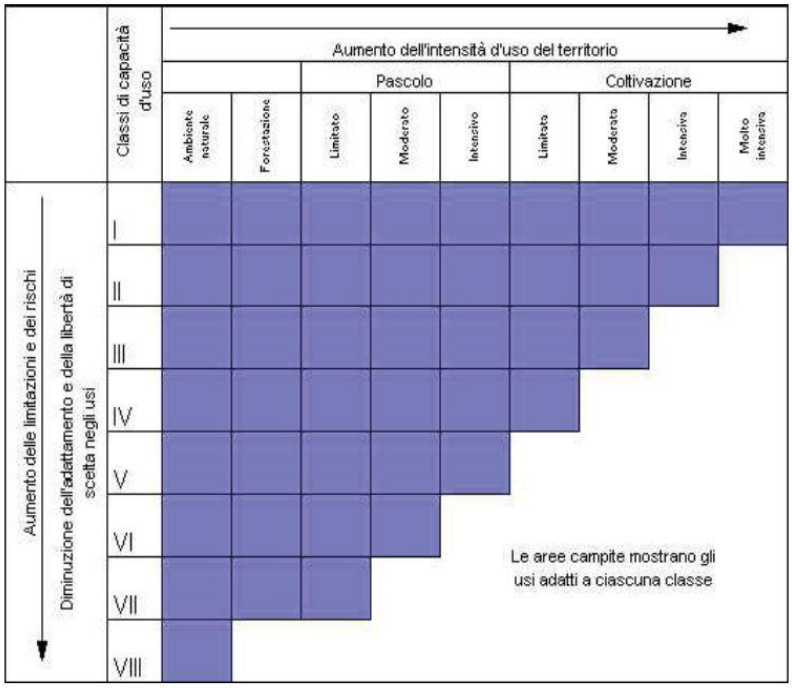


Figura 6: Relazioni concettuali tra classi di capacità d'uso, intensità delle limitazioni e rischi per il suolo e intensità d'uso del territorio

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:

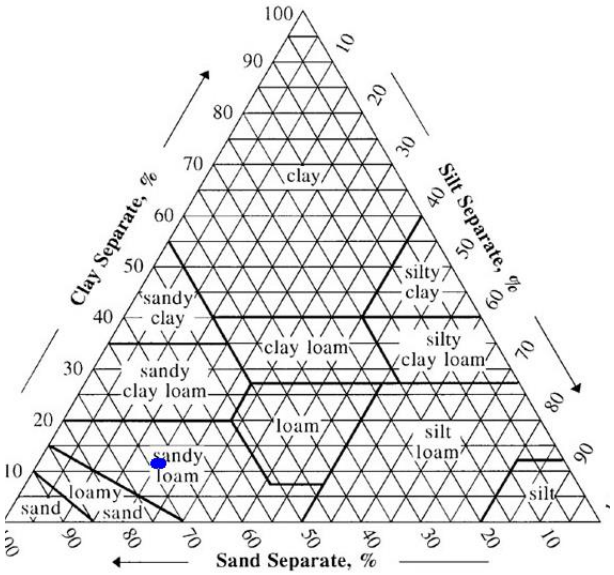
Suoli arabili

- 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 idrauliche 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.

Analisi fisico-chimiche

Rapporto di prova n. 629	
Triangolo USDA	Giudizio agronomico
	Trattasi di terreni a **tessitura sabbioso-limosa**, con una discreta presenza di scheletro ed una **struttura poliedrica di media stabilità** (I= 40<**49**<70%). La permeabilità e la velocità di infiltrazione risultano determinate dalla presenza dei macropori che, nel caso di specie rappresentano il 41% ed appaiono in equilibrio con i micropori. La totale assenza di calcare (attivo e totale), espresso in carbonato di calcio, è indice di una **lentissima mineralizzazione della sostanza organica** (CM[1] =1,86% - Remy e Marin-Lafleche) che si traduce nella bassa capacità di trattenere e cedere azoto alle colture. Il **pH (5,30)** acido (classificazione USDA) che caratterizza questi terreni può trarre origine da situazioni diverse per lo più dipendenti dalla natura geologica dei suoli ma soprattutto dalle condizioni climatiche, dal tipo di vegetazione e dall'utilizzazione agraria e forestale.

Poichè in questi terreni è favorita la solubilizzazione di molti elementi nutritivi, questi possono essere facilmente lisciviati negli orizzonti profondi, risultando quindi insufficienti per un'adeguata nutrizione delle piante, oppure accumularsi in concentrazioni troppo elevate e quindi tossiche per le normali colture.
In questi terreni si riscontra una forte lisciviazione e un insufficiente assorbimento di ioni calcio, magnesio, potassio e fosforo, un aumento della disponibilità di manganese, ferro, alluminio, nichel e rame che possono raggiungere concentrazioni tossiche ed un'insolubilizzazione del fosforo e del molibdeno.
Il terreno risulta mediamente dotato di sostanza organica (2,96%) ma il **rapporto C/N > 12 indica una situazione di squilibrio** in quanto, per il progredire del processo di umificazione da parte dei microrganismi, **l'azoto presente nel terreno non è sufficiente**. Questo azoto, indispensabile per la stabilizzazione della sostanza organica, viene quindi sottratto alla soluzione circolante del terreno e in definitiva all'assorbimento radicale delle piante. L'**azoto totale,** infatti, seppur presente in quantità medie (secondo ARPAV) risulta in parte sottratto alle colture da parte dell'azione microbica nei processi di mineralizzazione della SO.
La dotazione di calcio scambiabile risulta molto scarsa (**801**<1000 mg/kg); scarsa è la dotazione di Magnesio (50<**65**<100 mg/kg); il Potassio risulta essere presente in quantità sovrabbondante (**252>**240 mg/kg); la CSC risulta pertanto bassa (**7,8**<12 meq/100 g).
Il terreno risulta molto ricco di fosforo assimilabile (**167**<45 mg/kg), di ferro (**138**>20 mg/kg) e mediamente ricco di manganese (**8,5**>10 mg/kg). Il contenuto di rame è nella media così come il contenuto in zinco.
La conducibilità elettrica specifica EC Misurata non presenta nessun problema di depressione per le colture.
Volendo esprimere un giudizio globale sul terreno analizzato, dal punto di vista agronomico, è possibile affermare che:

- le limitazioni principali alle coltivazioni sono determinate:
  - dalla lenta mineralizzazione della sostanza organica;

[1] CM = Coefficiente di mineralizzazione: rappresenta la percentuale di sostanza organica mineralizzata nel corso di un anno

- dal pH acido che potrebbe creare problemi di insolubilizzazione degli elementi nutritivi ed influire negativamente sulla CSC in generale;
- da uno squilibrato rapporto Carbonio/Azoto che tende ad immobilizzare tutto l'azoto disponibile per il nutrimento della microfauna edafica;
- da uno squilibrato rapporto Mg/K che può comportare una magnesio-carenza specie su colture sensibili;
- da una limitata permeabilità profonda, con rischio di ristagno e asfissia radicale conseguente;

- non si rilevano vantaggi.

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

Dal punto di vista della attitudine all'uso agricolo, l'area in esame è caratterizzata da una diffusa pietrosità e da un drenaggio da lento ad impedito che la rendono scarsamente interessante per un utilizzo agricolo. Il fatto poi che l'attuale quota, peraltro al di sotto del piano di campagna, sia dovuta al riempimento di una cava dismessa, qualifica l'area come un sito fortemente rimaneggiato dall'attività antropica che ne rende difficile un suo possibile utilizzo agronomico anche in futuro.
Secondo la Land Capability Classification, l'area è stata inserita in classe VII, ovvero suoli non arabili con limitazioni permanenti dovute alla forte pietrosità superficiale e al drenaggio da lento a impedito tali da richiedere pratiche di conservazione anche per l'utilizzazione forestale o per il pascolo.
Dato che anche a seguito delle analisi chimico-fisiche, si conferma il valore agronomico medio dei terreni afferenti a questa unità di terra, è possibile affermare che nel complesso l'area in esame presenta limitazioni tali da poter essere dichiarata adatta all'uso pascolativo, anche se con limitata produzione di biomassa edibile.

Zirigonis

L'area di progetto insiste per la quasi totalità all'interno di una ex cava di materiali inerti la cui morfologia attuale presenta ancora i tratti caratteristici dell'attività estrattiva praticata; nella porzione libera dalle attività di cava si rileva che attualmente è utilizzata per il pascolo di ovini, benchè sia evidente una periodica lavorazione del terreno per il rinnovamento del cotico erboso e la semina di prati-pascolo.
Ad un primo esame visivo e dalla lettura della relazione botanica, si può affermare che "*A seconda della pressione di pascolo e della frequenza delle lavorazioni agricole, tali superfici si presentano con comunità vegetali di differente tipologia. I terreni meno utilizzati a fini agricoli ospitano formazioni erbacee a dominanza di graminacee di taglia media, sia scapose che cespitose, quali Lolium perenne, L. rigidum, Phalaris minor e Cynosurus echinatus, localmente con Xanthium spinosum che ne identifica gli aspetti maggiormente degradati. Le ben più estese superfici utilizzate con maggior frequenza per le attività di pascolo sono occupate da ampie comunità erbacee nitrofile, riferibili alla classe ARTEMISIETEA VULGARIS, a netta dominanza di asteracee spinose quali Carthamus lanatus e*

Scolymus hispanicus, con Silybum marianum e Cynara cardunculus. Tali coperture risultano piuttosto impoverite dal punto di vista floristico."

Figura 7: area di progetto

Figura 8: particolare del campo con presenza di specie spinose

Caratterizzazione pedologica del sito

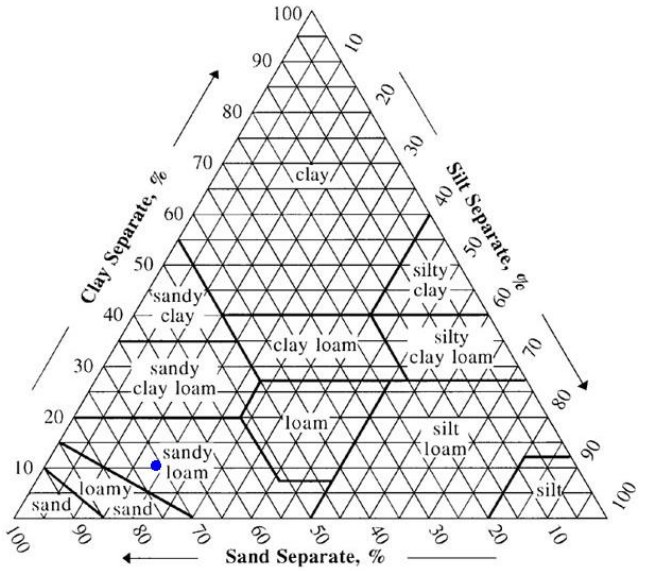
La caratterizzazione pedologica del presente sito è stata fatta esclusivamente per quelle aree che, benchè ricadenti all'interno della zona urbanistica D4, presentavano un utilizzo agricolo anche se marginale.

Figura 9: unità cartografica dell'area di studio

Secondo la carta dei suoli della Sardegna, l'area di analisi ricade interamente nell'unità di paesaggio I1, come già evidenziato nel paragrafo relativo al sito "Fagoni", al quale si rimanda interamente per la caratterizzazione pedoagronomica.

Stesso discorso vale per la classificazione del sito secondo la LCC.

Analisi fisico-chimiche

Rapporto di prova n. 631	
Triangolo USDA	Giudizio agronomico
	Trattasi anche in questo caso di terreni a **tessitura sabbioso-limosa**, con una discreta presenza di scheletro ed una **struttura poliedrica di medio-bassa stabilità** (I= 30<**35,3**<40%). La permeabilità e la velocità di infiltrazione risultano determinate dalla presenza dei macropori che, nel caso di specie rappresentano il 40% circa ed appaiono in equilibrio con i micropori. Come per il sito Fagoni, si ha totale assenza di calcare (attivo e totale), espresso in carbonato di calcio, è indice di una **lentissima mineralizzazione della sostanza organica** (CM[2] =1,98% - Remy e Marin-Lafleche) che si traduce nella bassa capacità di trattenere e cedere azoto alle colture. Il **pH (5,84) è acido** (classificazione USDA), con le considerazioni sulla solubilizzazione degli elementi nutritivi già svolte

per il sito "Fagoni".
Il terreno risulta mediamente dotato di sostanza organica (2,9%); il **rapporto C/N > 11** indica leggera una situazione di squilibrio in quanto con necessità di ricorrere a concimazioni azotate per il progredire del processo di umificazione da parte dei microrganismi. L'**azoto totale,** infatti, seppur presente in quantità medie (secondo ARPAV) risulta in parte sottratto alle colture da parte dell'azione microbica nei processi di mineralizzazione della SO.
La dotazione di calcio scambiabile risulta scarsa (1000<**1371**<2000 mg/kg); media è la dotazione di Magnesio (100<**141**<150 mg/kg); il Potassio risulta essere presente in quantità buone (120<**177**<180 mg/kg); la CSC risulta pertanto media (**9,2**<12 meq/100 g).
Il terreno risulta ben dotato di fosforo assimilabile (21>**21,7**<30 mg/kg), molto di ferro (**47,2**>20 mg/kg) e molto ricco di manganese (**45,5**>10 mg/kg). Il contenuto di rame è nella media così come il contenuto in zinco.
La conducibilità elettrica specifica EC Misurata non presenta nessun problema di depressione per le colture.
Volendo esprimere un giudizio globale sul terreno analizzato, dal punto di vista agronomico, è possibile affermare che:

- le limitazioni principali alle coltivazioni sono determinate:
  - dalla lenta mineralizzazione della sostanza organica;

[2] CM = Coefficiente di mineralizzazione: rappresenta la percentuale di sostanza organica mineralizzata nel corso di un anno.

- dal pH acido che potrebbe creare problemi di insolubilizzazione degli elementi nutritivi ed influire negativamente sulla CSC in generale;
- da uno squilibrato rapporto Carbonio/Azoto che tende ad immobilizzare tutto l'azoto disponibile per il nutrimento della microfauna edafica;
- da uno squilibrato rapporto Mg/K che può comportare una magnesio-carenza specie su colture sensibili;
- da una limitata permeabilità profonda, con rischio di ristagno e asfissia radicale conseguente;

- non si rilevano vantaggi.

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

Dal punto di vista della attitudine all'uso agricolo, anche quest'area in esame risulta essere caratterizzata da da un drenaggio da lento ad impedito che la rendono scarsamente interessante per un utilizzo agricolo.

Secondo la Land Capability Classification, l'area è stata inserita in classe III-IV, ovvero suoli arabili con notevoli limitazioni, che riducono la scelta colturale o che richiedono un'accurata e continua manutenzione delle sistemazioni idrauliche agrarie e forestali.

A seguito delle analisi chimico-fisiche, si conferma il valore agronomico medio dei terreni afferenti a questa unità di terra ed è possibile affermare che nel complesso l'area in esame presenta limitazioni tali da poter essere dichiarata adatta all'uso pascolativo ed alla coltivazione di specie erbacee a ciclo autunno-vernino per l'uso foraggero.

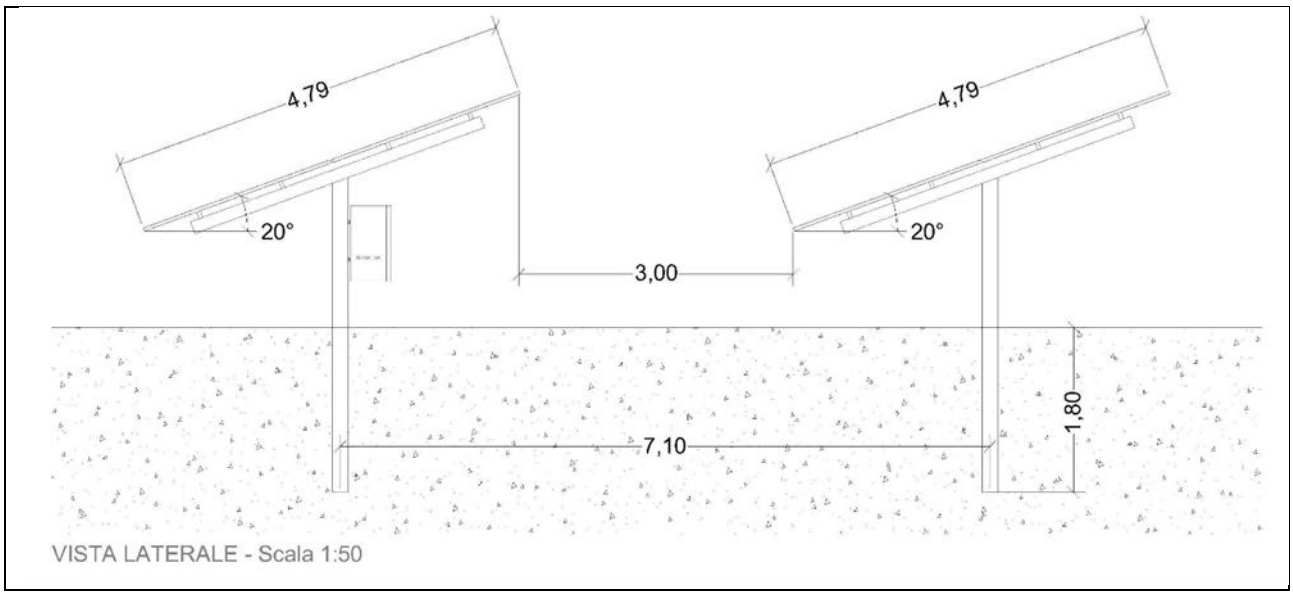
Utilizzo agricolo delle aree di impianto

Come detto nel presente elaborato e come confermato dalle altre relazioni specialistiche allegate al procedimento di autorizzazione, gli attuali usi delle superfici interessate dal progetto sono riconducibili essenzialmente ad uno sfruttamento zootecnico-pascolativo.
E ciò in virtù sia dei pregressi utilizzi (aree di cava per materiali inerti), sia delle attitudini agronomiche dei suoli indagati, ma già ben noti agli agricoltori e allevatori della zona.

Le tipologie impiantistiche previste per i due lotti di impianto sono differenti e come tali offrono differenti possibilità di sfruttamento delle aree di sedime dell'impianto anche dal punto di vista agricolo.

Fagoni

L'impianto previsto è del tipo "grid-connected" e l'energia elettrica prodotta sarà riversata completamente in rete, salvo gli autoconsumi di centrale, con connessione alla rete di distribuzione in Media Tensione tramite cabine MT/BT di nuova costruzione.
Il generatore fotovoltaico sarà installato a terra con un sistema di sostegno e supporto di tipo fisso con esposizione a sud e tilt pari a 20°. La struttura sarà realizzata con profili in acciaio zincato a caldo infissi nel terreno a mezzo di battipalo. I profili avranno una sezione ed una profondità di interramento idonei alla forma della struttura, alle sollecitazioni previste, nonché al tipo di terreno. Le strutture saranno disposte su filari distanziati fra di loro ad una distanza minima pari a 3,00 m in maniera da minimizzare l'ombreggiamento tra gli stessi, come rappresentato dalla figura in appresso:



L'impianto fisso avrà pertanto un interasse pari a circa 7 metri ed una altezza utile pari a circa 1 metro nel punto più basso e oltre 2 metri nel punto più alto; la distanza fra 2 pannelli è di circa 3 metri.
Una simile configurazione offre la possibilità di lavorazioni agrarie limitate alla fascia centrale, ove è ancora possibile operare con mezzi meccanici sia per la lavorazione del suolo che per la semina di miscugli prativi da pascolo o melliferi.

Foto: https://www.agricolturanews.it/trinciatrici-per-la-manutenzione-degli-impianti-fotovoltaici/

In questo contesto si configurano due ipotesi di sfruttamento combinato agricolo-energetico:

1. uso pascolativo;
2. uso mellifero.

Nel primo caso, la vicinanza con l'allevatore che conduce il suo gregge sui terreni adiacenti e nei terreni oggetto dell'impianto Ziringonis, consentirà un agevole sfruttamento in tal senso. Ciò contribuirà al duplice scopo di limitare la presenza di erbe spontanee in prossimità dei pannelli e di alimentare il gregge ovino che può trovare riparo al di sotto dei pannelli per proteggersi dalle intemperie.

Infatti, dalla letteratura scientifica esaminata si è appurato che sono diversi gli studi che hanno approfondito la possibilità di utilizzare le coperture finalizzate alla produzione energetica in maniera complementare alla attività zootecnica. In particolare ci si riferisce ai recenti test delle funzioni produttive che hanno studiato la produzione di erba, la quantità e la qualità della stessa in rapporto al comportamento alimentare ed alla definizione del carico animale mantenibile per giungere ad analizzare la produttività degli animali condotti su sistemi produttivi integrati con parchi di produzione energetica solare; in particolar misura, tali studi sono stati condotti con specifici focus sugli ovini da carne (Andrew et a., 2021).

Anche la presenza di zone d'ombra per il bestiame in sostituzione di coperture di alberi sparsi generalmente utilizzati come riparo per la radiazione solare diretta e prevenzione dello stress da caldo, paiono integrare funzioni ecosistemiche con riflessi sul benessere degli animali presenti (Maia et al., 2020).

Riguardo alle aree ombreggiate naturalmente con piante è stato osservato che si produce sotto la chioma maggiore quantità e qualità dell'erba, con emergenza più precoce, dovuto in parte all'ombreggiamento e in parte al ruolo positivo della pianta nel turnover dei nutrienti del suolo (sostanza organica e minerali oltre l'umidità) per la crescita dell'erba.

Altri studi ancora, mostrano i numerosi vantaggi derivanti dalla combinazione tra il pascolo di agnelli e la produzione di energia solare in termini di rendimento complessivo del pascolo confrontando la crescita degli agnelli e la produzione di pascoli da pascoli in sistemi agrovoltaici e pascoli aperti tradizionali per un periodo di due anni: si è scoperto che la combinazione del pascolo di agnelli con la produzione di energia fotovoltaica ha diversi vantaggi per entrambe le attività.

Tale ricerca, dal titolo "Herbage Yield, Lamb Growth and Foraging Behaviour in Agrivoltaic Production System, pubblicato su Frontiers in Sustainable Food Systems", è stata condotta in una struttura agrivoltaica da 1,4 MW situata all'interno dell'università della Oregon State University nella primavera 2019 e 2020 e costituita da un impianto fotovoltaicagrovoltaico orientato a est-ovest con i pannelli posti ad una distanza di 6 m tra le file. Questa disposizione offriva 3 metri di aree completamente ombreggiate e 3 metri di aree parzialmente ombreggiate (copertura al 50%). Sui terreni è stata misurata la quantità di biomassa prodotta e sono stati fatti pascolare liberamente gli agnelli, andando poi a rilevare gli incrementi di peso (indice di conversione in carne). Il risultato è stato che a fronte di una riduzione media della produzione di erba (-38%) si è avuto un incremento della qualità della stessa tale da determinare variazioni sul peso degli agnelli (rispetto a metodi tradizionali) del tutto trascurabili. Inoltre, si è rilevato che gli agnelli preferivano pascolare nelle zone in ombra, direttamente sotto i pannelli solari, per il 45%. Le attività di ruminazione invece avvenivano all'ombra dei pannelli per il 95% del tempo. Lo studio è stato pubblicato sulla rivista Frontiers ed è consultabile per intero al link https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2021.659175/full

Foto: https://www.rinnovabili.it/energia/fotovoltaico/pascoli-e-pannelli-solari-vantaggi-agrivoltaico/

Nel secondo caso, sempre la letteratura scientifica, mette a disposizione diversi studi nei quali si dimostra che è possibile la presenza di alveari in prossimità degli impianti fotovoltaici.

Uno studio inglese dal titolo "Honeybee pollination benefits could inform solar park business cases, planning decisions and environmental sustainability targets", pubblicato su *Biological Conservation* da un gruppo di ricercatori (Iona Armstrong, Lauren Brown, Gemma Davies, J. Duncan Whyatt, Simon G. Potts) di due università (Lancaster e Reading), per la prima volta ha stimato i potenziali costi e benefici economici di integrare gli alverari nei parchi fotovoltaici in Gran Bretagna.

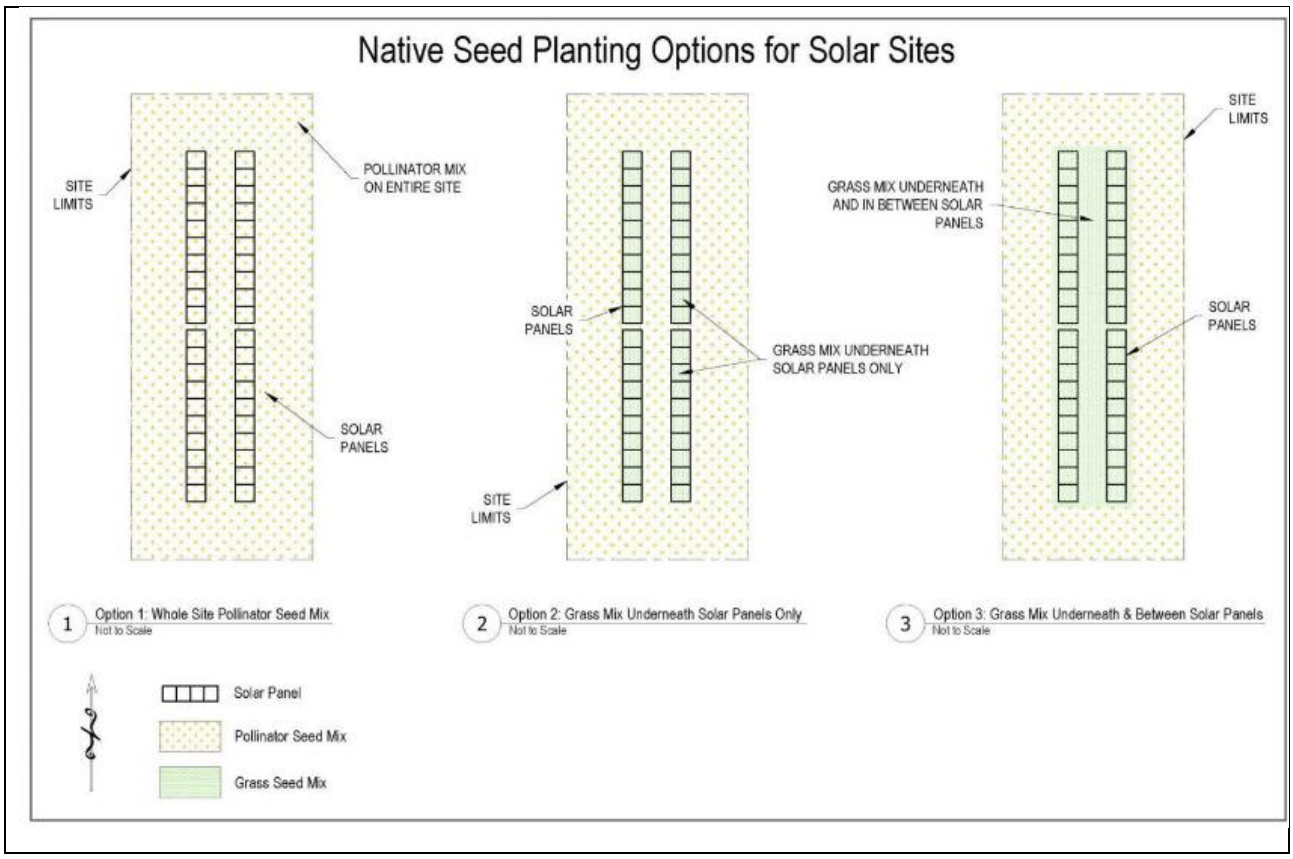
Pare infatti che la presenza delle arnie sugli impianti fotovoltaici a terra (nei quali sono rigorosamente proibiti i trattamenti ed i diserbi chimici) sia in grado di incrementare sia la biodiversità botanica che quella entomologica, favorendo l'instaurarsi di popolazioni di insetti impollinatori che miglioraro nel contempo le produzioni delle aziende agricole vicine.

La presenza di apicoltori nella zona è testimonianza della vocazione per tale forma di allevamento ed è anche indice di una discreta salubrità delle aree dal punto di vista degli impatti chimici derivanti, soprattutto in questo caso, dalle attività agricole.

Sono infine note le esperienze del Minnesota, dove una legge statale promuove l'apicoltura nei parchi fotovoltaici. Con il "*Pollinator Friendly Solar Act*", diventato legge a maggio del 2016, l'amministrazione ha varato tutta una serie di linee guida al fine di aiutare i proprietari degli impianti solari a terra nella creazione e nel mantenimento di prati adatti agli insetti locali. Api comprese.

Foto: https://www.qualenergia.it/articoli/api-fotovoltaico-accoppiata-vincente-agricoltura-biodiversita/

In tal caso, diviene necessario programmare e progettare un sistema di gestione degli apiari e delle semine, come nell'esempio proposto proprio nel documento pubblicato dal "Minnesota Department of Natural Resources Prairie Establishment & Maintenance Technical Guidance for Commercial Solar Projects. 2016. Minnesota Department of Natural Resources. New Ulm, Minnesota, USA. 13pp."



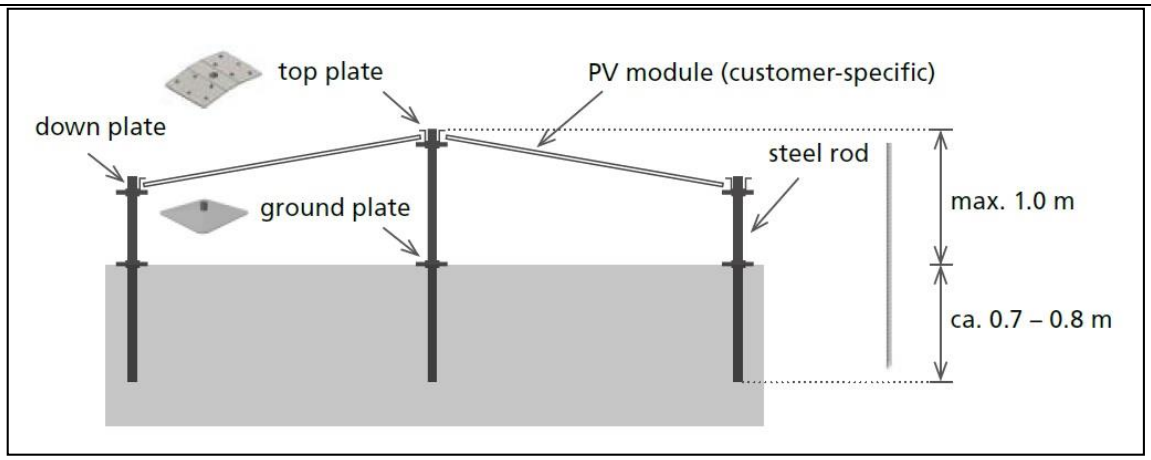
Il documento completo è consultabile al link:
http://files.dnr.state.mn.us/publications/ewr/prairie_solar_tech_guidance.pdf?utm_source=solar-power-and-honey-bees&utm_medium=smithsonian&utm_campaign=partner nell'ultima revisione del Luglio 2020.

Ziringonis

In questo caso, trattandosi di impianto insistente su una zona industriale, il generatore fotovoltaico sarà installato a terra con un sistema di sostegno e supporto denominato "PEG" che consiste nella posa dei moduli fotovoltaici con esposizione est/ovest su aste di supporto infisse nel terreno a una profondità di 80 cm circa, in assenza di elementi di profili orizzontali di supporto e di fondazioni. I moduli fotovoltaici saranno pertanto fissati su delle piastre costituenti gli elementi terminali delle aste di supporto, costituendo quindi elementi portanti della struttura che si configura come una maglia interconnessa.

In considerazione dell'esposizione est/ovest dei moduli fotovoltaici costituenti il blocco standard, si è suddiviso lo stesso in stringhe fotovoltaiche costituite da esposizioni differenti. Pertanto il blocco standard sarà caratterizzato dalla suddivisione in stringhe fotovoltaiche di due tipologie: quelle con angolo di azimut

pari a -90° (est) e quelle con azimut pari a 90° (ovest). La struttura sarà realizzata in maniera da garantire ai moduli un angolo di tilt pari a 8° nelle rispettive esposizioni.



Questa tipologia di impianto non consente la coltivazione delle superfici sottostante i pannelli. Sarà in ogni caso possibile concedere l'accesso al bestiame ovino lungo le fasce di rispetto ed anche in occasione delle intemperie atmosferiche per consentire loro un riparo, anche notturno nei mesi più freddi dell'anno.

Inoltre l'area in cui insisterà l'impianto fotovoltaico si inserisce all'interno di un comparto agricolo più ampio, afferente alla stessa proprietà privata (Figura 6). In tali aree sarà portato avanti il pascolo.

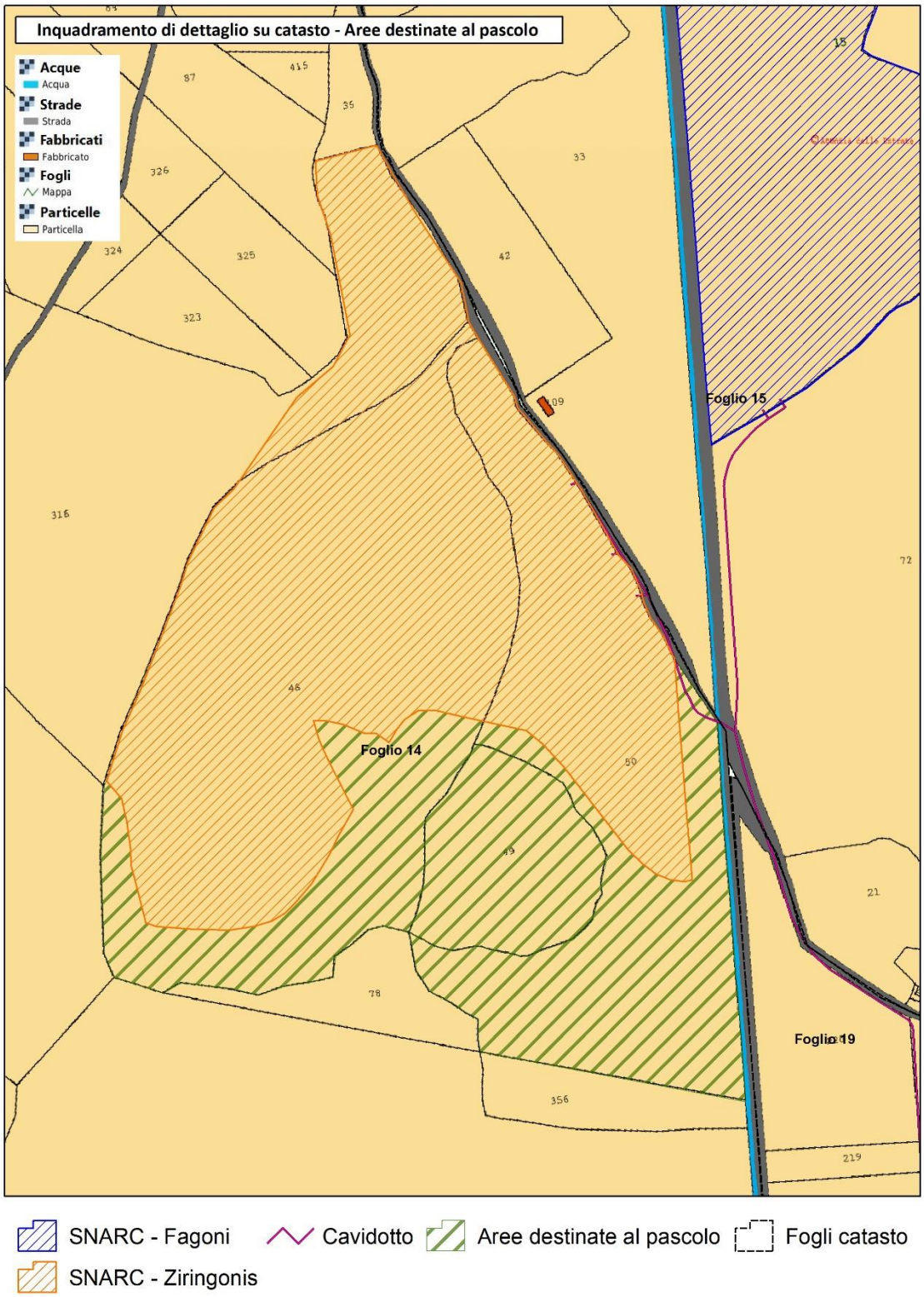


Figura 6: aree del comparto agricolo oggetto di intervento destinate al pascolo. Inquadramento su catastali.

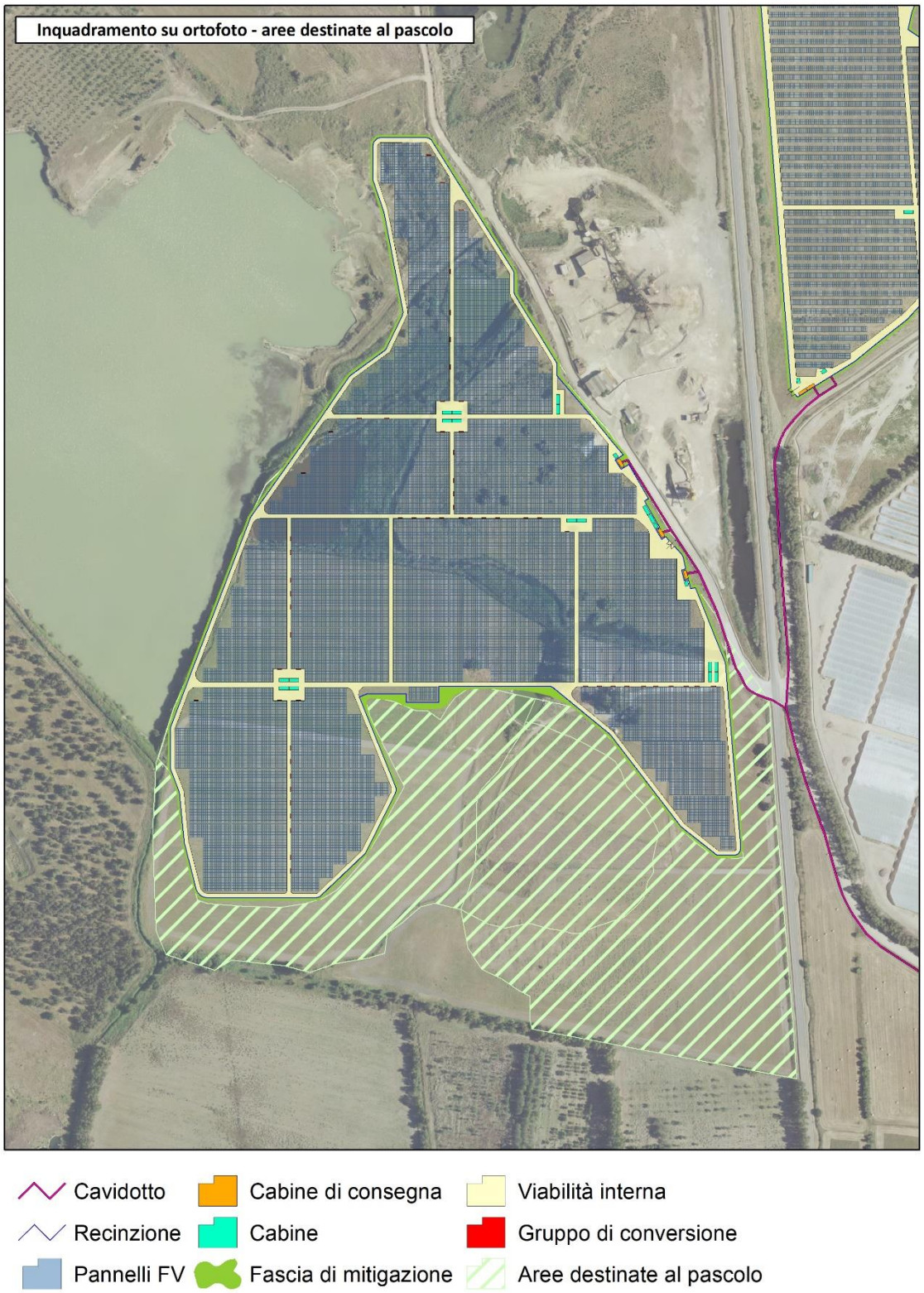


Figura 7: aree del comparto agricolo oggetto di intervento destinate al pascolo. Inquadramento su ortofoto.

Dott. Agronomo Federico Corona

Bibliografia e sitografia

Atzori A.S., Furesi R., Madau F.A., Pulina P., Rassu S.P.G., 2015. Sustainability of dairy sheep production in pasture lands: a case study approach to integrate economic and environmental perspectives. Reviews of Studies on Sustainability. 1:117-134

Di Lucia, L., Peterson, S., Sevigné-Itoiz, E., Atzori, A., Usai, D., Slade, R., Bauen, A. Using participatory system dynamics modelling to quantify indirect land use changes of biofuel projects. Journal of Land Use Science, 16 (1), pp. 111-128. IF 2.21 Q2

Arca P., Vagnoni E., Lunesu M.F., Serra M.G., Contini S., Decandia M., Molle G., Franca A., Atzori A.S., Duce P. 2019 SheepToShip LIFE: Looking for an eco-sustainable sheep supply chain. Preliminary results on GHG emission of dairy sheep farms. Proceedings of the FAO CHieam Network on Sheep and Goats mediterranean Pastures. Meknes il 23-25 Ottobre, Marocco.

Graham, M., Ates, S., Melathopoulos, A. P., Moldenke, A. R., DeBano, S. J., Best, L. R., & Higgins, C. W. (2021). Partial shading by solar panels delays bloom, increases floral abundance during the late-season for pollinators in a dryland, agrivoltaic ecosystem. *Scientific Reports*, *11*(1), 1–13. https://doi.org/10.1038/s41598-021-86756-4

Adeh, E. H., Selker, J. S., & Higgins, C. W. (2018). Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, micrometeorology and water-use efficiency. *PLoS ONE*, *13*(11). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203256

Randle-Boggis, R. J., White, P. C. L., Cruz, J., Parker, G., Montag, H., Scurlock, J. M. O., & Armstrong, A. (2020). Realising co-benefits for natural capital and ecosystem services from solar parks: A co-developed, evidence-based approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *125*(May 2019), 109775. https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109775

Andrew, A. C., Higgins, C. W., Smallman, M. A., Graham, M., & Ates, S. (2021). Herbage Yield, Lamb Growth and Foraging Behavior in Agrivoltaic Production System. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, *5*(April), 1–12. https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.659175

Lytle, W., Meyer, T. K., Tanikella, N. G., Burnham, L., Engel, J., Schelly, C., & Pearce, J. M. (2021). Conceptual Design and Rationale for a New Agrivoltaics Concept: Pasture-Raised Rabbits and Solar Farming. *Journal of Cleaner Production*, *282*, 124476. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124476

Sacchelli, S., Garegnani, G., Geri, F., Grilli, G., Paletto, A., Zambelli, P., Ciolli, M., & Vettorato, D. (2016). Trade-off between photovoltaic systems installation and agricultural practices on arable lands: An environmental and socio-economic impact analysis for Italy. *Land Use Policy*, *56*, 90–99. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.04.024

Maia, A. S. C., Culhari, E. de A., Fonsêca, V. de F. C., Milan, H. F. M., & Gebremedhin, K. G. (2020). Photovoltaic panels as shading resources for livestock. *Journal of Cleaner Production*, *258*.

https://www.qualenergia.it/articoli/api-fotovoltaico-accoppiata-vincente-agricoltura-biodiversita/
https://coltureprotette.edagricole.it/agrofarmaci-difesa/zinco-influenza-concimazioni-fosfatiche/
https://www.rinnovabili.it/energia/fotovoltaico/pascoli-e-pannelli-solari-vantaggi-agrivoltaico/
https://www.agricolturanews.it/trinciatrici-per-la-manutenzione-degli-impianti-fotovoltaici/
https://www.nature.com/articles/s41598-021-86756-4
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032121003531?via%3Dihub
https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2021.659175/full