

IMPIANTO FOTOVOLTAICO (CARBONIA AGR_1, AGR_2, ZI)

COMUNE DI CARBONIA

PROPONENTE

GC Carbonia s.r.l.
Piazza Walther Von Vogelweide, 8
39100 Bolzano

VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE - INTEGRAZIONI

OGGETTO:
Integrazione alla relazione agronomica

CODICE ELABORATO

VIA-I
R16

COORDINAMENTO



BRUNO MANCA | STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA
CENTRO COMMERCIALE LOCALITA' "PINTOREDDU", SN
STUDIO TECNICO 1° PIANO INTERNO 4P 09028 SESTU
+39 347 5965654 € P.IVA 02926980927
SDI: W7YVJK9 ATTESTATO ENAC N° I.A.P.R.A. 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.ssa Ing. Alessandra Scalas
Dott. Nat. Fabio Schirru
Dott. Archeol. Matteo Tatti

REDATTORE

Dott. Agr. Federico Corona

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	ELABORAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE
01	settembre 2022	Integrazioni			
00	maggio 2021	Prima emissione	Bruno Manca	Gianluca Valenti	

FORMATO
ISO A4 - 297 x 210

INTEGRAZIONI ALLA RELAZIONE AGRONOMICA

Sommario

1. Premessa.....	2
2. Caratterizzazione pedologica del sito	4
3. Determinazione della fertilità dei suoli	6
4. Classificazione del sito secondo la Land Capability Classification	10
5. Risultati della valutazione dell'attitudine all'uso agricolo del sito in esame	22
6. Usi agricoli dell'area post-intervento	24
Layout e configurazione proposta	24
Requisiti progettuali.....	25
7. Impatti derivanti dalla realizzazione del progetto.....	26
8. Misure di mitigazione e compensazione.....	28
9. Bibliografia	29

1. Premessa

Scopo del presente lavoro è quello di definire, a scala di dettaglio, la classe di capacità d'uso dei suoli all'uso agricolo di un'area di proprietà privata sita nel comune di Carbonia, in località "Contrada Su Campu Sa Domu" che il proprietario intende adibire a parco fotovoltaico.

Il terreno destinato ad accogliere l'impianto è inserito in un contesto in parte agricolo e in parte in un'area industriale dedicata allo sviluppo di insediamenti produttivi e tecnologici. Quest'ultima appartiene all'area più ampia destinata dal Comune agli insediamenti produttivi a carattere industriale, situata a ridosso del perimetro inferiore dell'area P.I.P., da cui dista poche centinaia di metri.

Nel sito, si prevede la realizzazione di un sistema fotovoltaico formato da 2 campi ricadenti in agro e denominati "CARBONIA AGR_1" e "CARBONIA AGR_2" e un campo ricadente in zona industriale e denominato "CARBONIA Z.I.". Il primo campo, denominato CARBONIA AGR_1, ha una potenza nominale pari a 6.552 kWp e sorge su una superficie complessiva pari a 78.800 m² circa, il secondo campo, denominato CARBONIA AGR_2, ha una potenza nominale pari a 5.860,4 kWp e sorge su una superficie complessiva pari a 72.700 m² circa; il terzo campo, denominato CARBONIA Z.I., ha una potenza nominale pari a 4.186 kWp. per un'area complessiva del sito pari a circa 18.576 m².



Figura 1: inquadramento dell'area di progetto su ortofoto

L'area presenta morfologia da pianeggiante a debolmente ondulata in alcuni tratti ed è caratterizzata dalla presenza di diffusi affioramenti rocciosi che interessano soprattutto la parte nord, mentre nella parte sud si rileva la presenza di un residuo di intervento di forestazione produttiva a *Pinus halepensis* risalente all'anno 2005.



Figura 3: aree caratterizzate da diffusi affioramenti rocciosi



*Figura 2: area interessata da intervento di forestazione produttiva a *Pinus halepensis**

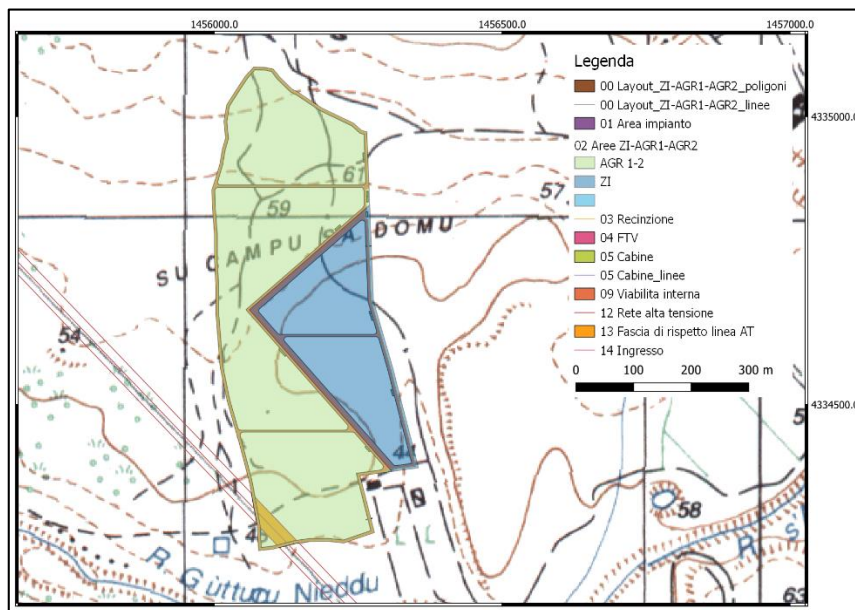


Figura 4: Inquadramento su IGM

L'altimetria è compresa fra i 47 e i 66 m sul livello del mare e non è presente una esposizione prevalente.

2. Caratterizzazione pedologica del sito

Per la caratterizzazione pedologica dell'area in esame si è fatto riferimento alla Carta dei suoli della Sardegna in scala 1:25.000 e alla Carta Pedologica in scala 1:10.000 redatta nel 2009 nell'ambito dell'adeguamento del Piano Urbanistico Comunale di Carbonia al Piano Paesaggistico Regionale, sulla base delle quali sono state individuate le unità cartografiche di paesaggio presenti nell'area in esame; lo studio di dettaglio ha previsto un sopralluogo finalizzato a verificare lo stato dei luoghi, alcuni rilievi speditivi e l'esecuzione di un'osservazione pedologica rappresentativa dei suoli presenti.

Sono state identificate due unità cartografiche:

- D3 – Paesaggi su rocce effusive acide del Cenozoico e loro depositi di versante e colluviali: caratterizzata, nell'area in esame, dalla prevalenza di aree ad abbondante e diffusa rocciosità affiorante ed elevata pietrosità che la rendono scarsamente interessante per un utilizzo agricolo.

I1 – Paesaggi su alluvioni e su arenarie eoliche cementate del Pleistocene: caratterizzata da suoli profondi mediamente lisciviati, a Pseudo- gley con scheletro abbondante, tessitura franco-argillosa in superficie e argillosa in profondità, drenaggio lento.

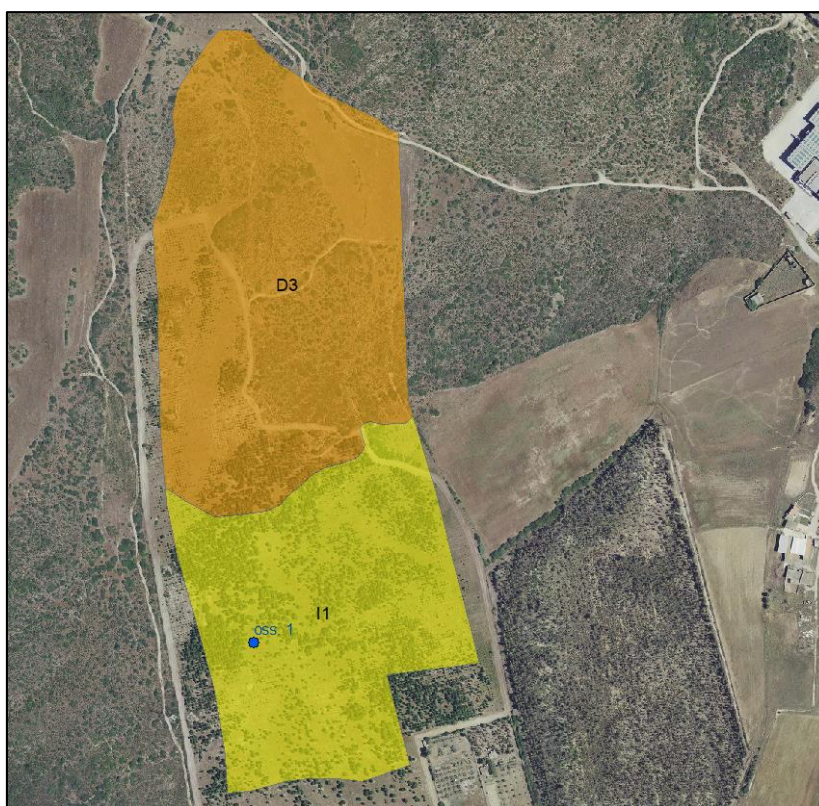


Figura 5: unità cartografiche individuate nell'area di studio e localizzazione dell'osservazione pedologica (punto blu) rappresentativa dei suoli presenti nel sito in esame

L'osservazione pedologica è stata effettuata in data 16 ottobre 2019 sui primi 30 cm di suolo ed ha permesso di osservare i seguenti orizzonti:

- orizzonte O da 0 a 0,5 cm, dato dall'accumulo di sostanza organica dovuta alla non lavorazione del terreno;
- orizzonte A da 0,5 a 10 cm, meno pietroso e meno compatto del sottostante orizzonte. Colore Munsell 7.5 YR 4/2 nella matrice e 10R 4/8 nelle screziature dovute ai pseudo gley. I pori dovuti alle radici e all'attività dei lombrichi sono abbondanti. L'aggregazione è di tipo poliedrico subangolare forte e resistente da grossolana a media. Tessitura franco argillosa con buona adesività e plasticità;
- orizzonte Bt da 10 a >30 cm più pietroso e compatto del precedente. Ha colori uguali all'orizzonte A dal quale si discosta per l'evidente processo di lisciviazione dell'argilla che va a rivestire i pori (figura 7). L'aggregazione è di tipo poliedrico subangolare forte e resistente da grossolana a media. Tessitura argillosa con buona adesività e plasticità.

I suoli in esame possono essere classificati come Palexeralfs secondo il sistema di classificazione U.S.D.A.; La compattezza del suolo dovuta all'aridità e la mancanza di analisi chimiche a supporto dell'osservazione pedologica effettuata non consentono di avere elementi sufficienti per definire il sottogruppo di appartenenza (Ultic piuttosto che Haplic o Typic).



Figura 6: particolare con orizzonte O



Figura 7: particolare dei pseudo gley e dei pori



Figura 8: particolare dei pori con rivestimento di argilla

3. Determinazione della fertilità dei suoli

La determinazione delle caratteristiche di fertilità di partenza e della classe di capacità d'uso è stata eseguita pertanto rilevando i seguenti parametri:

- Parametri stazionali: pendenza, quota, pietrosità superficiale, rocciosità affiorante, erosione in atto, profondità del suolo utile per le radici, scheletro nell'orizzonte superficiale, drenaggio interno.
- Parametri chimico-fisici: tessitura, stabilità di struttura, densità apparente, porosità, pH in acqua, calcare totale, calcare attivo, Carbonio organico, Sostanza Organica, Azoto totale, Basi di scambio (Ca, Mg, K, Na), Capacità di Scambio Cationico, Microelementi (Fe, Mn, Cu, Zn), Potassio totale e assimilabile, Fosforo totale e assimilabile, contenuto idrico al punto di appassimento e alla capacità di campo, conducibilità elettrica dell'estratto di saturazione (ECe).

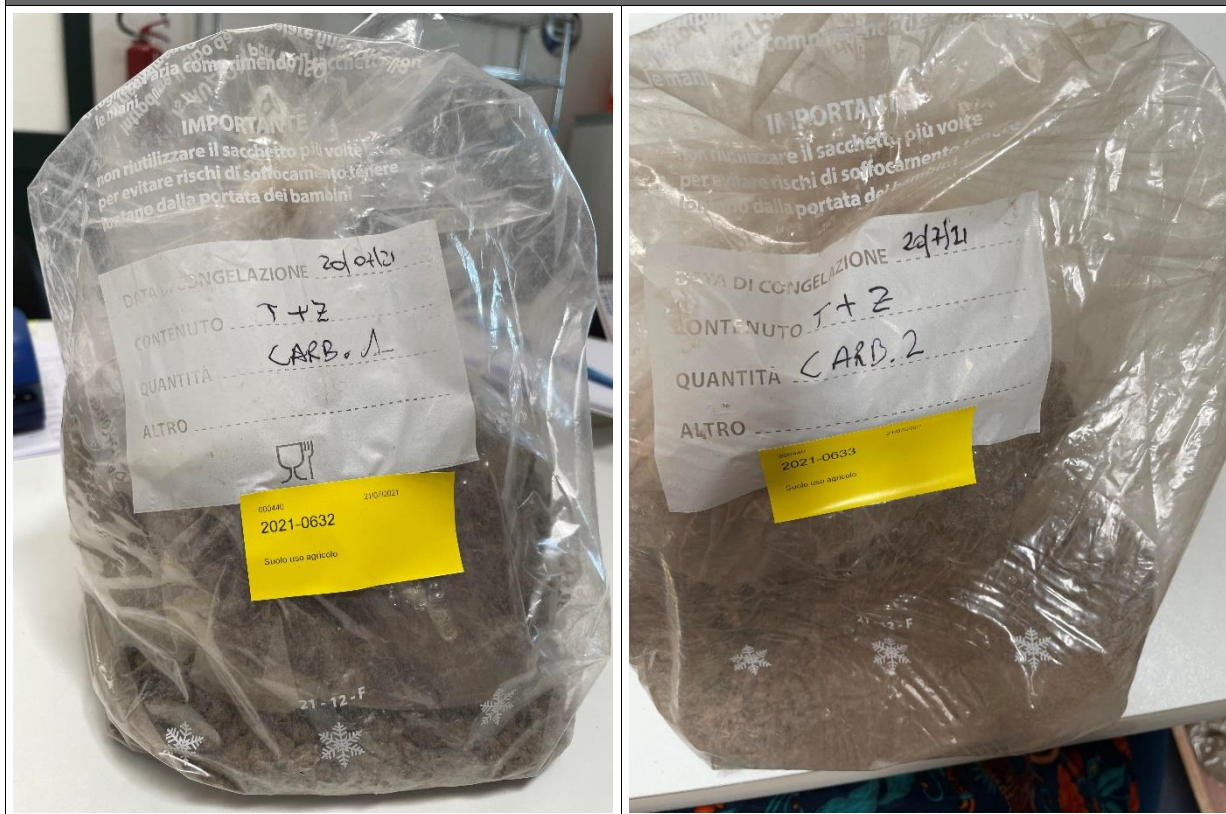
Il piano dei campionamenti ha dunque riguardato il prelievo e l'allestimento di 2 campioni di terreno (uno per ogni unità pedologica descritta nella presente relazione) da sottoporre ad analisi chimico-fisica, i cui rapporti di prova si allegano in calce alla presente relazione.

Il campionamento è stato eseguito su terreni attualmente non coltivati e su terreni occupati dal rimboschimento e pertanto, su superfici non sottoposte a recenti lavorazioni né ad interventi di fertilizzazione; i siti sono stati scelti per la loro rappresentatività dell'uso del suolo all'interno della unità di suolo di appartenenza.

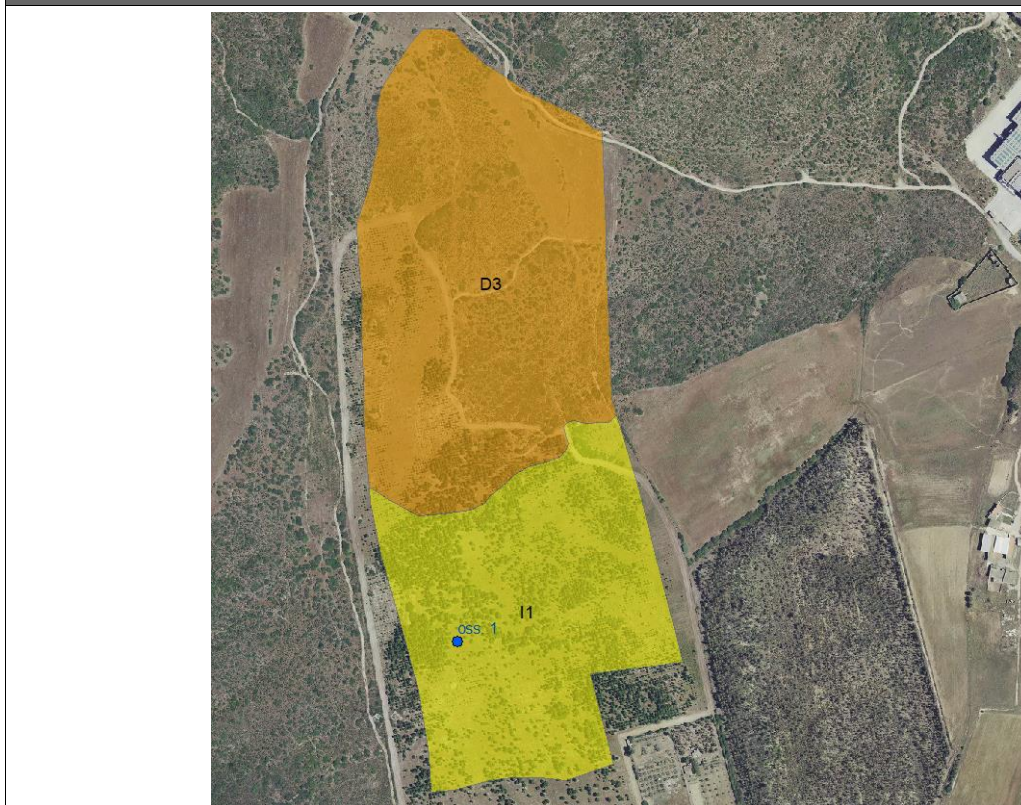
Si è indi proceduto ad individuare l'unità di campionamento che coincide con l'area omogenea, ossia quella parte della superficie aziendale per la quale si ritiene che per elementi ambientali (tessitura, morfologia, colore, struttura) e per pratiche colturali comuni (irrigazione, lavorazioni profonde, 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 laddove il terreno aveva una profondità sufficiente (in molti casi la profondità del terreno era limitata ai primi 15-20 cm, con rocciosità sottostante); i sub-campioni 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.

Campionamento



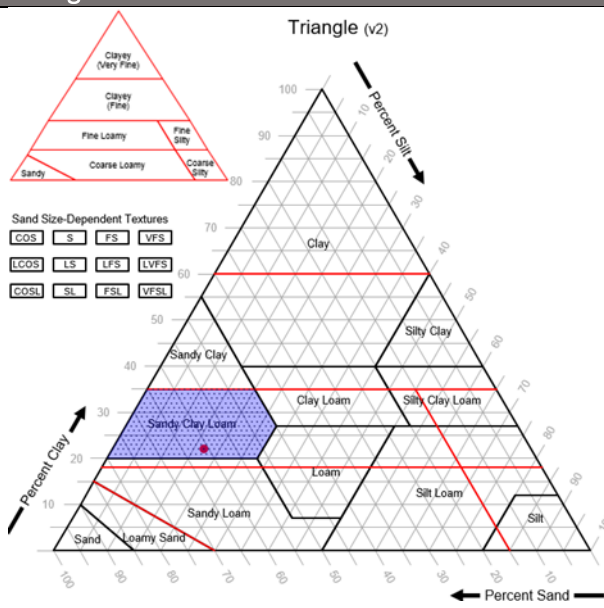
Unità cartografiche individuate nell'area di studio



Ottobre 2022

Rimandando ai rapporti di prova allegati alla presente per il dettaglio delle analisi chimico-fisiche, si riportano in questa sede i giudizi agronomici corrispondenti.

Unità I1 – rapporto di prova n. 632 Carbonia 1 – Capability V-VII	
Triangolo USDA	Giudizio agronomico
	<p>Trattasi di terreni a tessitura franco-argillosa, con una elevata presenza di rocciosità affiorante e scheletro ed una struttura granulare con media stabilità ($I=57,1\%$).</p> <p>A causa dell'elevata rocciosità e pietrosità affiorante il terreno non risulta interessato dalle comuni lavorazioni agricole, pertanto la permeabilità e la velocità di infiltrazione non risultano modificate. Il pH (6,36) debolmente acido (classificazione USDA) può comportare lisciviazione e insufficiente assorbimento di ioni calcio, magnesio, potassio e fosforo, un aumento della disponibilità di manganese, ferro, alluminio, nichel e rame ed un'insolubilizzazione del fosforo (che si riscontra con un contenuto di fosforo assimilabile basso (11,2 g/kg).</p>
<p>Il terreno risulta ben dotato di sostanza organica (3,59%) (e ciò è verosimile data la presenza in quell'area del rimboschimento di pini); il rapporto C/N equilibrato (10,5) indica un tasso di mineralizzazione della sostanza organica normale. Il contenuto di azoto totale (1,72 g/kg) è sufficiente.</p> <p>La dotazione di calcio scambiabile risulta elevata ($3280 > 3000$ mg/kg), mentre è molto abbondante la dotazione del Magnesio ($617 > 200$ mg/kg) e di Potassio ($289 > 150$ mg/kg); la CSC risulta mediamente elevata ($15 < 23,4 < 25$ meq/100 g). Il terreno risulta povero di fosforo assimilabile ($6 < 11,2 < 12$ mg/kg), ricco di ferro ($45,4 > 20$ mg/kg) e ricco di manganese ($95,9 > 10$ mg/kg). Il contenuto di rame è basso mentre il contenuto in zinco è nella media.</p> <p>Il contenuto in sodio e la conducibilità elettrica specifica EC misurati non presentano problemi di depressione per le colture.</p> <p>Volendo esprimere un giudizio globale sul terreno analizzato, dal punto di vista agronomico, è possibile affermare che:</p> <ul style="list-style-type: none"> le limitazioni principali alle coltivazioni sono determinate: <ul style="list-style-type: none"> dalla rocciosità affiorante e dall'elevato contenuto di scheletro che limita fortemente le coltivazioni praticabili; Dalla scarsa potenza dei suoli e dall'elevato rischio di erosione; dal pH leggermente acido che determina problemi di insolubilizzazione del fosforo. i vantaggi sono determinati da: <ul style="list-style-type: none"> elevata dotazione di sostanza organica buon rapporto nutrizionale C/N <p><i>In definitiva, a seguito delle analisi chimico-fisiche, considerando solo i risultati dell'analisi chimica eseguita sulla terra fine, si potrebbe esprimere un valore agronomico medio dei terreni afferenti a questa parte del sito. Ma nell'esprimere il giudizio non si può prescindere dall'analisi generale del contesto che suggerisce di porre l'attenzione al fatto che l'elevata presenza di rocciosità e pietrosità affiorante nel sito in esame, fa sì che diminuisca la percentuale di terra fine e quindi la capacità produttiva del terreno stesso. Alla luce di questo, l'area in esame presenta limitazioni tali da poter essere dichiarata non adatta all'uso agricolo.</i></p>	

Unità D3 – rapporto di prova n. 633 Carbonia 2 – Capability VII	
Triangolo USDA	Giudizio agronomico
	<p>Trattasi di terreni a tessitura franco-argilloso-sabbiosa, con una elevata presenza di rocciosità affiorante e scheletro ed una struttura granulare con media stabilità ($I=57\%$). A causa dell'elevata rocciosità e pietrosità affiorante il terreno non risulta interessato dalle comuni lavorazioni agricole, pertanto la permeabilità e la velocità di infiltrazione non risultano modificate. Il pH (6,23) debolmente acido (classificazione USDA) può comportare lisciviazione e insufficiente assorbimento di ioni calcio, magnesio, potassio e fosforo, un aumento della disponibilità di manganese, ferro, alluminio, nichel e rame ed un'insolubilizzazione del fosforo (che si riscontra con un contenuto di fosforo assimilabile molto basso (3,71 g/kg).</p>
<p>Il terreno risulta ben dotato di sostanza organica (3,64%) e ciò è verosimile data la presenza in quell'area del rimboschimento di pini e di macchia mediterranea; il rapporto C/N > 11 indica la presenza di composti organici indecomposti. Il contenuto di azoto totale (1,8 g/kg) è sufficiente.</p> <p>La dotazione di calcio scambiabile risulta media ($2000 < 2729 < 3000$ mg/kg), mentre è molto abbondante la dotazione del Magnesio ($447 > 200$ mg/kg) e di Potassio ($208 > 150$ mg/kg); la CSC risulta mediamente elevata ($15 < 19 < 25$ meq/100 g). Il terreno risulta povero di fosforo assimilabile ($0 < 3,71 < 6$ mg/kg), ricco di ferro ($44 > 20$ mg/kg) e ricco di manganese ($57,4 > 10$ mg/kg). Il contenuto di rame è basso mentre il contenuto in zinco è nella media.</p> <p>Il contenuto in sodio e la conducibilità elettrica specifica EC misurati non presentano problemi di depressione per le colture.</p> <p>Volendo esprimere un giudizio globale sul terreno analizzato, dal punto di vista agronomico, è possibile affermare che:</p> <ul style="list-style-type: none"> le limitazioni principali alle coltivazioni sono determinate: <ul style="list-style-type: none"> dalla rocciosità affiorante e dall'elevato contenuto di scheletro che limita fortemente le coltivazioni praticabili; dalla scarsa potenza dei suoli; dal pH leggermente acido che determina problemi di insolubilizzazione del fosforo. i vantaggi sono determinati da: <ul style="list-style-type: none"> elevata dotazione di sostanza organica buon rapporto nutrizionale C/N <p><i>In definitiva, a seguito delle analisi chimico-fisiche, considerando solo i risultati dell'analisi chimica eseguita sulla terra fine, si potrebbe esprimere un valore agronomico medio dei terreni afferenti a questa parte del sito. Ma nell'esprimere il giudizio non si può prescindere dall'analisi generale del contesto che suggerisce di porre l'attenzione al fatto che l'elevata presenza di rocciosità e pietrosità affiorante nel sito in esame, fa sì che diminuisca la percentuale di terra fine e quindi la capacità produttiva del terreno stesso. Alla luce di questo, l'area in esame presenta limitazioni tali da poter essere dichiarata non adatta all'uso agricolo.</i></p>	

4. 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.

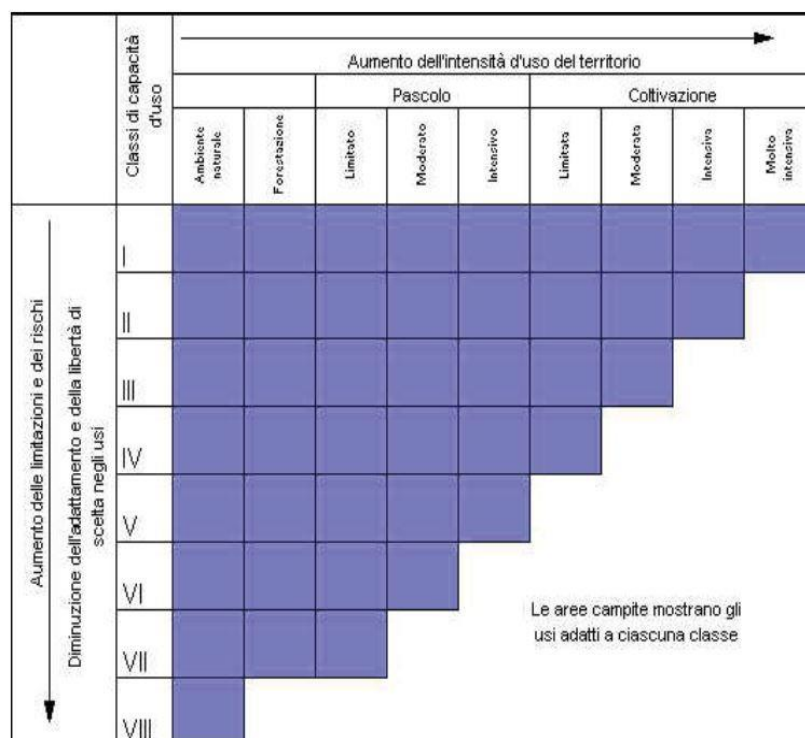


Figura 9: Relazioni concettuali tra classi di capacità d'uso, intensità delle limitazioni e rischi per il suolo e intensità d'uso del territorio

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:

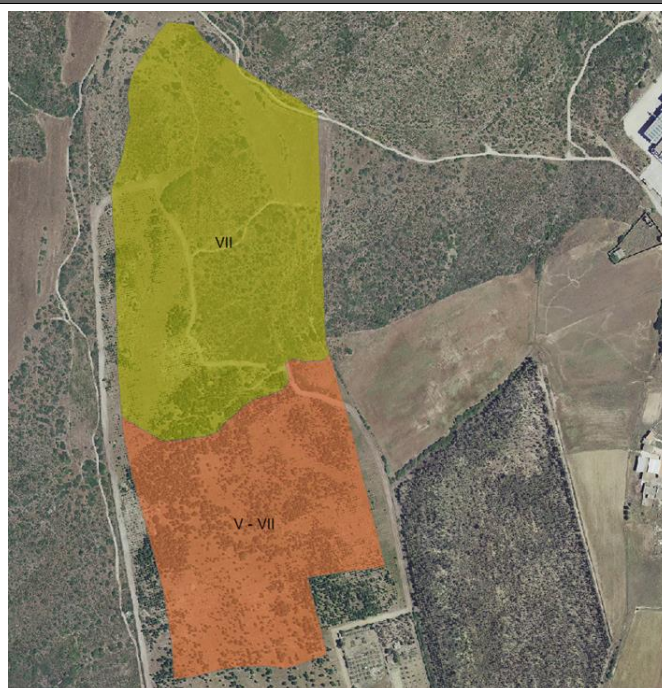
Suoli arabili

- 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.

Classificazione secondo la Land Capability Classification USDA



Dal punto di vista della attitudine all'uso agricolo, si conferma pertanto che l'area in esame può essere suddivisa in due distinte porzioni: l'area a nord, caratterizzata da diffusa rocciosità affiorante ed elevata pietrosità, insufficiente franco di coltivazione, che la rendono scarsamente interessante per un utilizzo agricolo, e l'area sulla quale insiste un rado impianto di forestazione produttiva (anno di impianto 2005) caratterizzata da abbondante pietrosità superficiale, suoli più sviluppati e ricchi di scheletro.

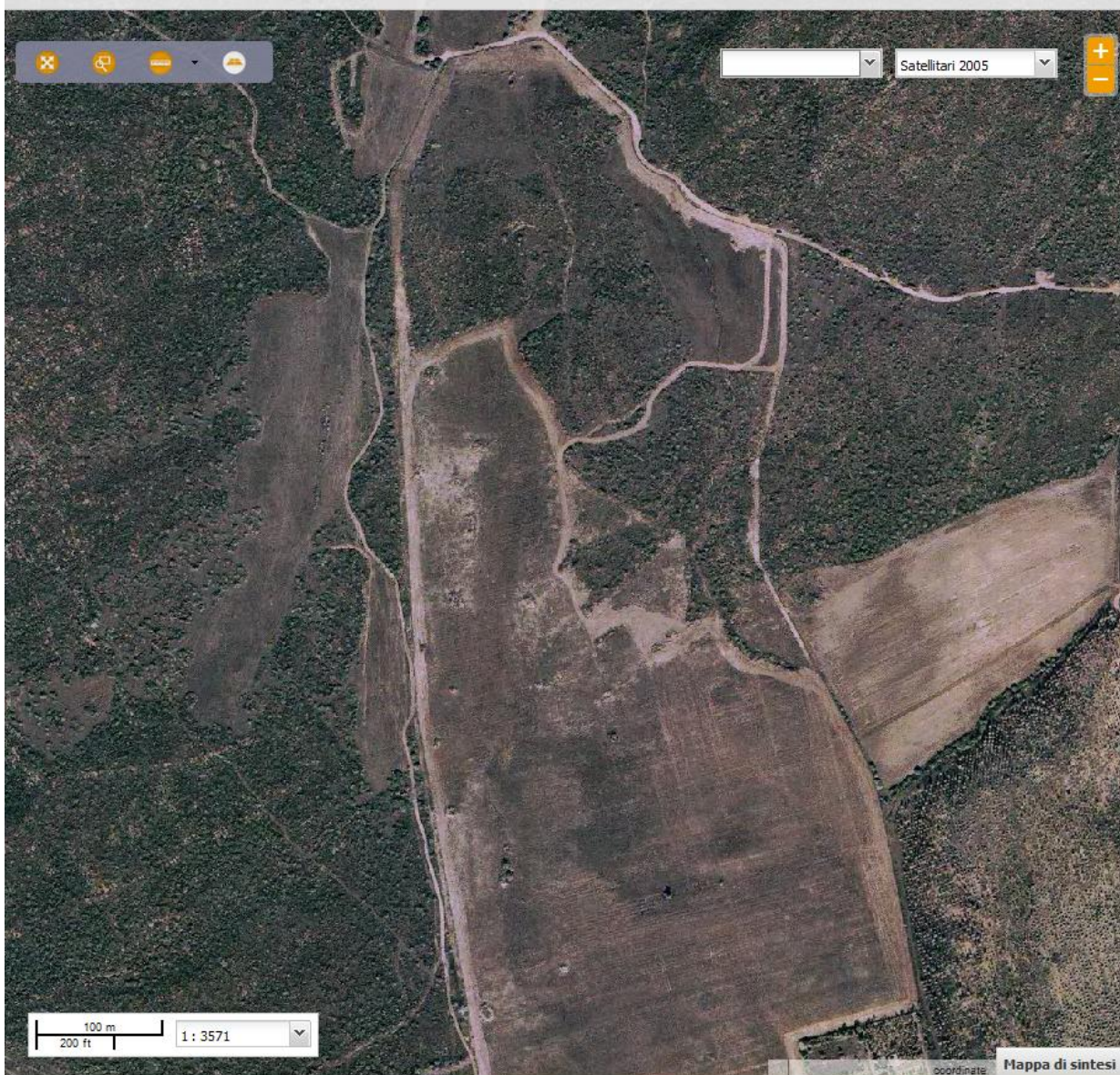
Secondo la Land Capability Classification, le due aree sono state inserite rispettivamente in classe VII, ovvero suoli non arabili con limitazioni permanenti tali da richiedere pratiche di conservazione anche per l'utilizzazione forestale o per il pascolo (parte nord del sito) e classe V-VII (parte sud del sito) ovvero aree con 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.

Nel complesso l'area in esame presenta limitazioni tali da poter essere dichiarata non adatta all'uso agricolo.

Per maggiore completezza ed a conferma di quanto asserito, è stata compiuta una verifica delle condizioni di attecchimento dell'impianto produttivo legnoso mediante ricognizione delle ortofoto della zona a partire dall'epoca di impianto. Le fotografie aeree consultate sono ufficiali e liberamente consultabili sul webgis della Regione Sardegna al sito <https://www.sardegnageoportale.it/webgis2/sardegnafotoaeree/?map=158391> o mediante il servizio wms dall'URL: <http://webgis.regione.sardegna.it/geoserverraster/ows> e che per brevità si riportano in questa sede accompagnate da alcune considerazioni di carattere tecnico ed interpretativo.

Anno 2005

SardegnaFotoAeree

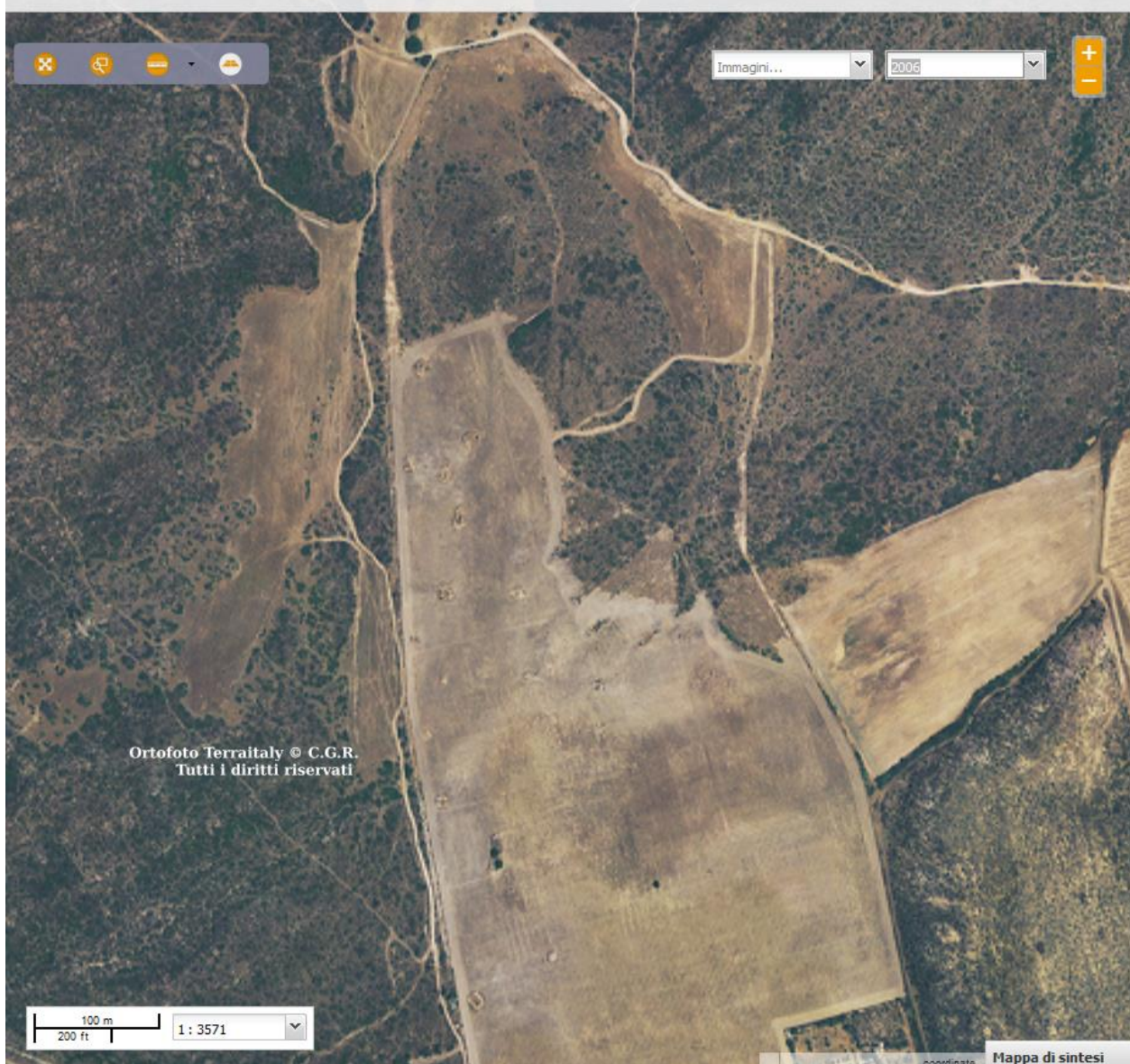


Tutta l'area a Nord risulta essere interessata da copertura arbustiva del tipo rinvenuto tutt'oggi nell'area. L'area più a Sud risulta essere lavorata "a strisce" per l'impianto della forestazione produttiva

Ottobre 2022

Anno 2006

SardegnaFotoAeree

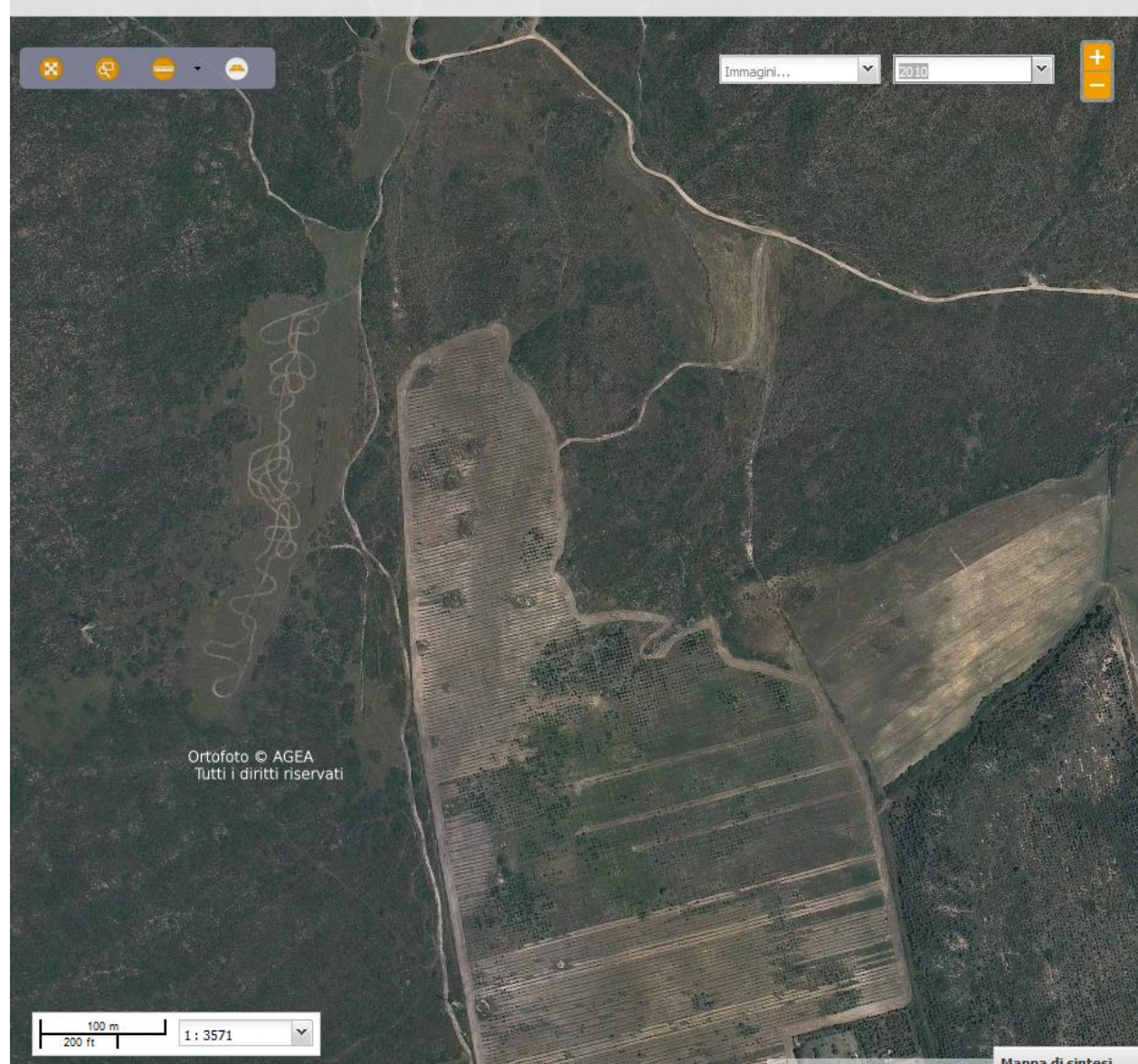


Tutta l'area a Nord continua ad essere interessata da copertura arbustiva del tipo rinvenuto tutt'oggi nell'area. Nell'area più a Sud sono evidenti gli accumuli di pietre realizzati in più punti per l'esecuzione dell'impianto di *Pinus halepensis*.

Ottobre 2022

Anno 2010

SardegnaFotoAeree

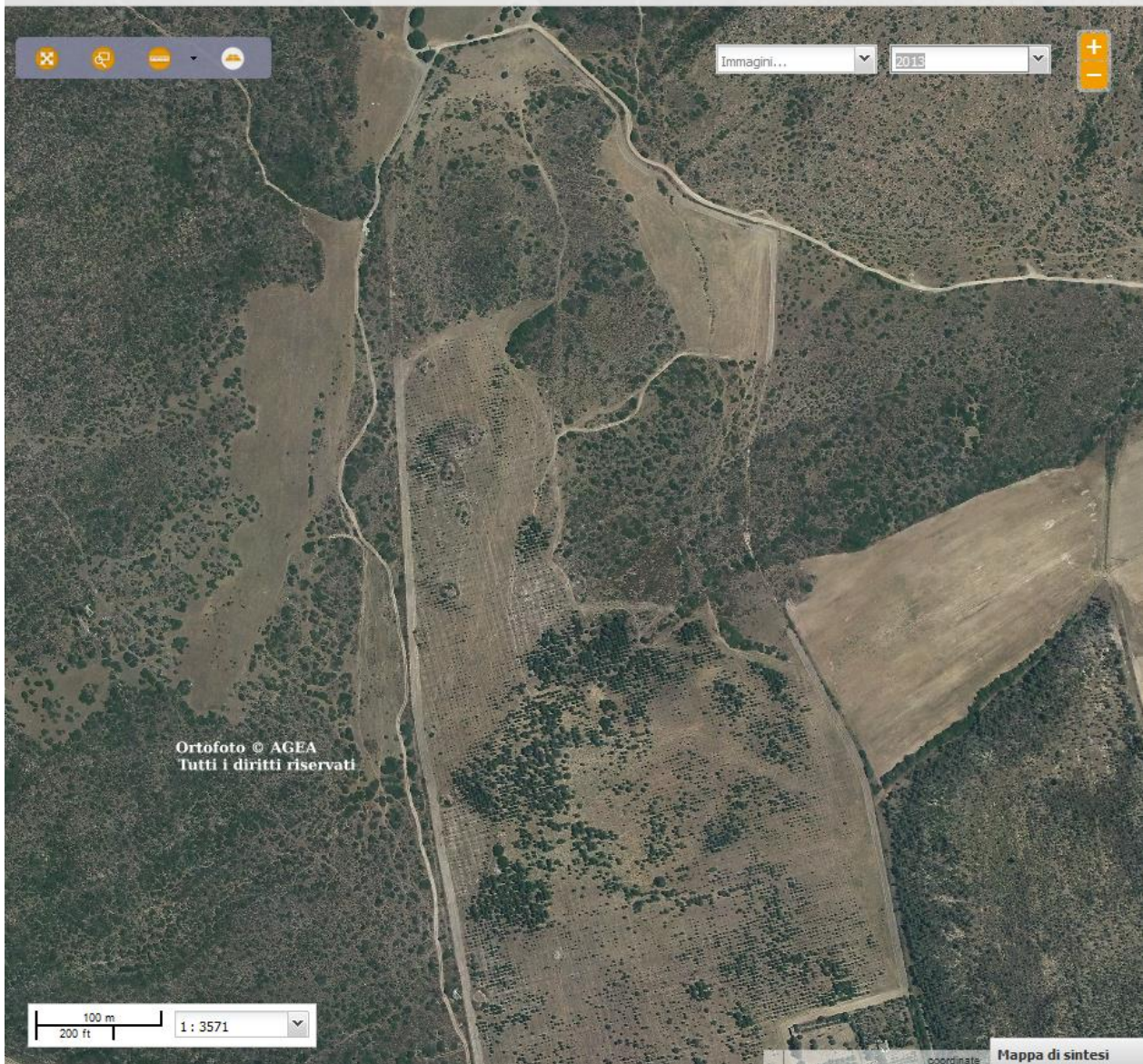


Nessuna variazione sull'area a Nord. Nell'area più a Sud, a 5 anni dall'impianto sono evidenti i filari con crescita difforme degli alberi. Sono altresì evidenti zone con marcato ristagno idrico (quelle con un verde diffuso tendente al giallo) e zone più aride (colori tendenti al bianco). Si nota una decisa presenza di fallanze o di alberi a crescita stentata. Da intervista coi proprietari, si è appreso che circa 4 ettari sono stati oggetto di reimpianto per risarcimento fallanze.

Ottobre 2022

Anno 2013

SardegnaFotoAeree



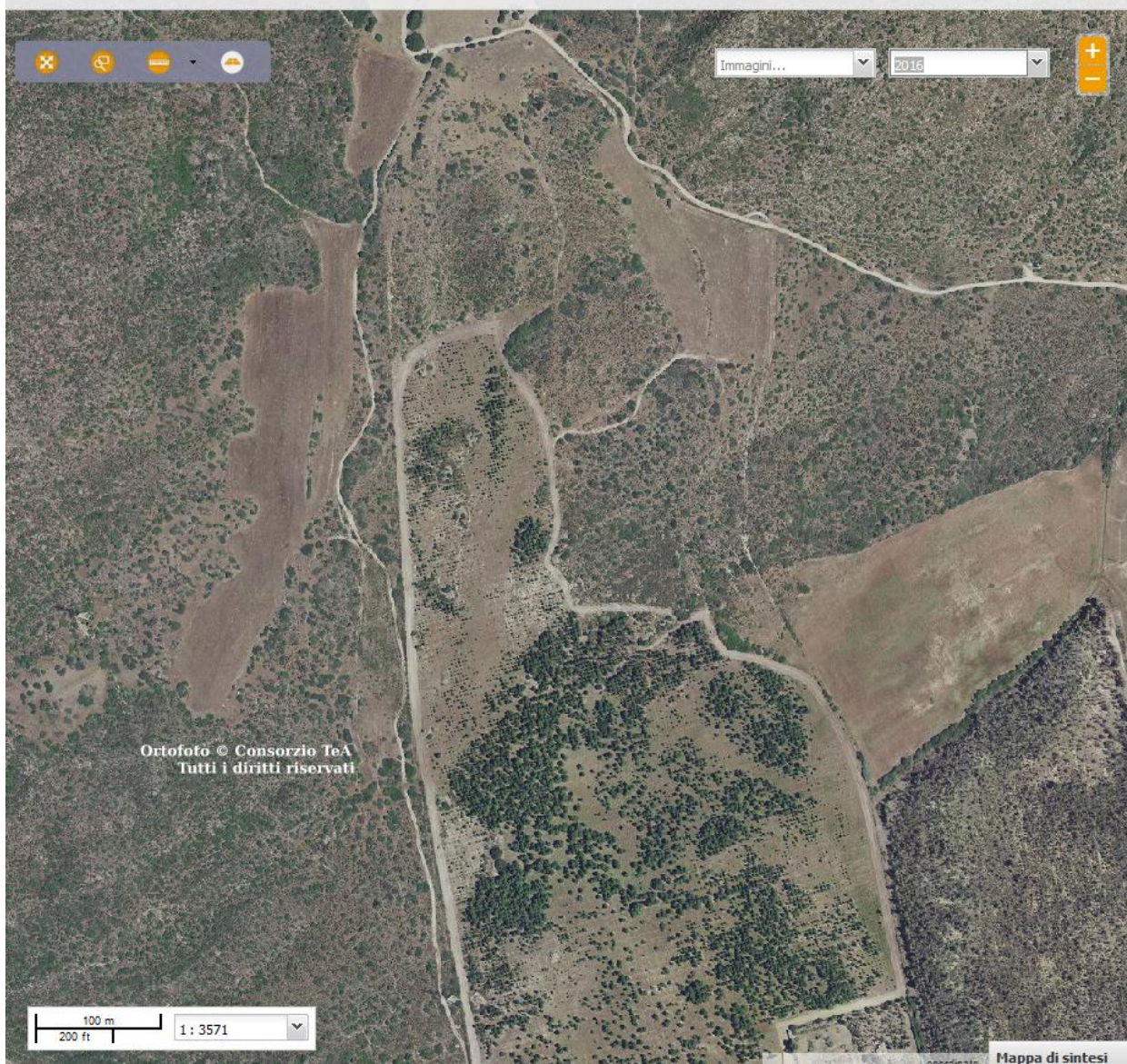
L'area a Nord si presenta sempre più arida, come del resto tutte le aree circostanti, con evidente riduzione della biomassa presente.

Tutta l'area oggetto di forestazione produttiva mostra evidenti segni di aridità e l'impianto risulta decisamente compromesso.

Ottobre 2022

Anno 2016

SardegnaFotoAeree



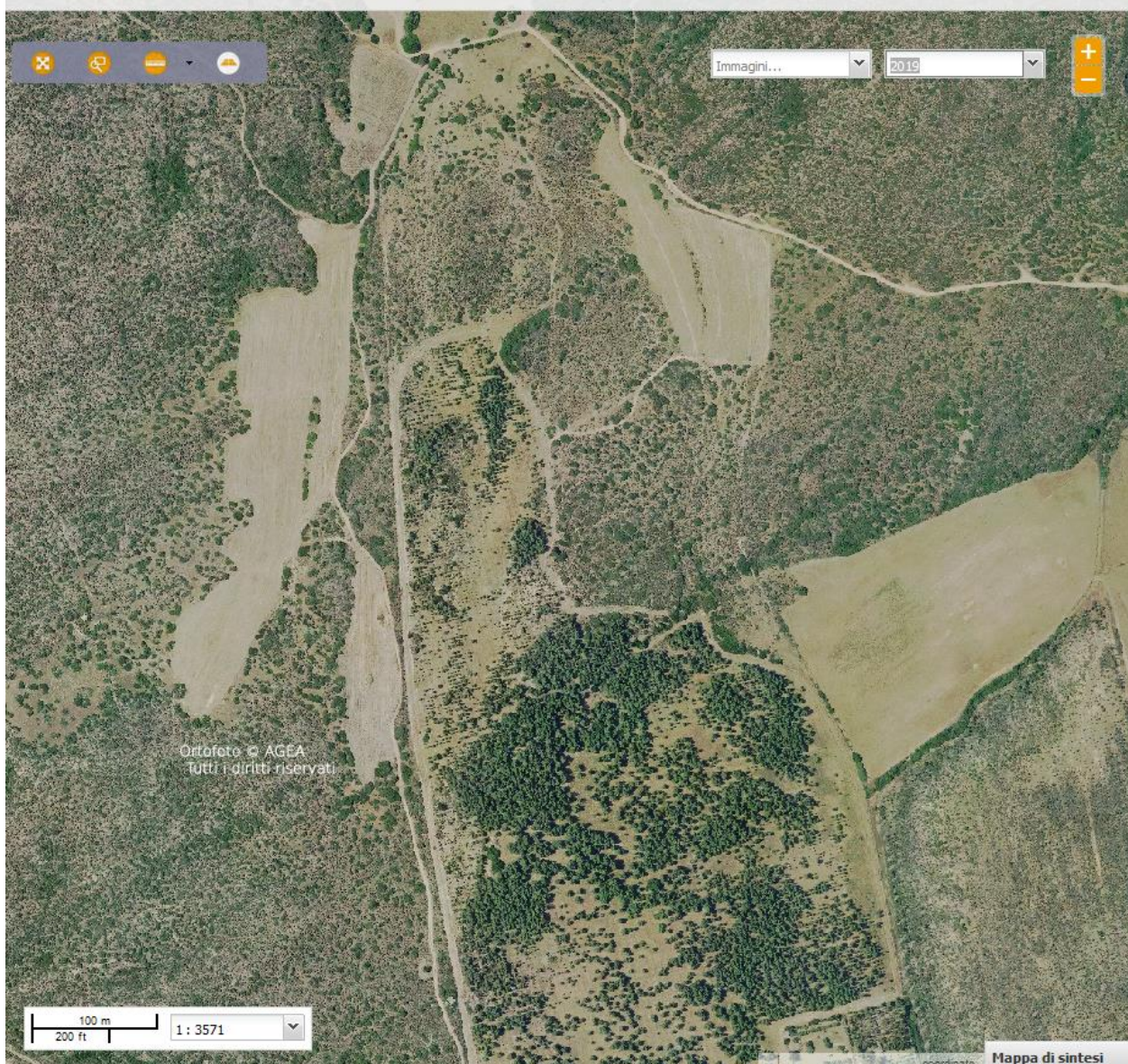
Nessuna variazione sull'area a Nord.

La forestazione produttiva può dirsi affermata a macchia di leopardo solo nelle aree con copertura vegetale evidente e che rappresentano il 25-30% circa dell'intera area sottoposta ad impianto

Ottobre 2022

Anno 2019

SardegnaFotoAeree



Nessuna variazione sull'area a Nord.

Si conferma la valutazione eseguita per il 2016. Le piante che sono riuscite nell'attecchimento, complice anche la stagione piovosa favorevole del 2018, hanno proseguito nell'accrescimento.

Ottobre 2022

Si riportano in fine alcune fotografie rappresentative delle due unità considerate

Area Nord



Rocciosità affiorante, vegetazione arbustiva rada.

Ottobre 2022

Area Sud (rimboschimento del 2005)



Vegetazione sottosviluppata per un impianto di 17 anni



Porzione di pineta meglio riuscita, terreno con scheletro abbondante e pietrosità diffusa.

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

Si è già detto che dal punto di vista della attitudine all'uso agricolo, l'area in esame può essere suddivisa in due distinte porzioni: l'area a nord, caratterizzata da diffusa rocciosità affiorante ed elevata pietrosità che la rendono scarsamente interessante per un utilizzo agricolo, e l'area sulla quale insiste un vecchio impianto di forestazione produttiva (peraltro con scarsi risultati in termini di accrescimento) caratterizzata da abbondante pietrosità superficiale, suoli più sviluppati e ricchi di scheletro.

Secondo la Land Capability Classification, le due aree sono state inserite rispettivamente in classe VII, ovvero suoli non arabili con limitazioni permanenti tali da richiedere pratiche di conservazione anche per l'utilizzazione forestale o per il pascolo (parte nord del sito) e classe V-VII (parte sud del sito) ovvero aree con 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. Nel complesso l'area in esame presenta limitazioni tali da poter essere dichiarata non adatta all'uso agricolo.

I risultati delle indagini effettuate in questa sede sono stati ulteriormente confrontati con la "Relazione Agronomica per la valutazione delle potenzialità produttive di terreni agricoli" a firma del Dott. Agronomo Giuseppe Alamanni e del Dott. Forestale Alessandro Ibba, allegata in calce al presente documento.

Nella relazione citata si legge che (§2) *"Il fondo ha una superficie, accorpata, di circa 31 Ha, che è stata interessata, in parte, nel 2005 da un progetto di imboschimento di conifere mediterranee nell'ambito del programma CEE ex Reg 2080/92, che ha interessato le aree a seminativo e ha portato all'impianto artificiale di Pinus halepensis per una superficie totale di circa 21 Ha [...] I terreni non impiantati hanno mantenuto la destinazione originale (in prevalenza pascoli cespugliati e nudi). I terreni, prima dell'imboschimento, avevano una destinazione agricola ed erano utilizzati come seminativo, anche se le produzioni risultavano marginali a causa della scarsa fertilità dei suoli.*

Già negli anni 60 nella carta delle limitazioni nell'uso dei suoli (Aru, Baldaccini. Istituto di mineralogia e geologia UNISS) tutta l'area è inquadrata nella classe D "suoli molto poveri con numerose e severe limitazioni", "limitanti per grave erosione idrica e per lo scorrimento superficiale e limitata da scarsa potenza del terreno e/o, da ricchezza in scheletro e/o da rocciosità".

Le scarse produzioni agricole dovute alle limitazioni descritte hanno portato la proprietà a realizzare l'impianto di pino d'aleppo, specie pioniera e autoctona, con il beneficio di finanziamenti previsti all'epoca, dai regolamenti comunitari, in particolare l'ex reg. CEE 2080/92.

Ancora, nella descrizione dell'ambiente pedologico (§3 e sottoparagrafi) si legge che ***"Le limitazioni sono dettate da una bassa capacità di trattenuta dell'acqua, una forte erosione idrica e un diffuso scorrimento superficiale. La fertilità generale è molto bassa, sono suoli ricchi in scheletro, pietrosità superficiale e da rocciosità elevate. Su questi suoli erano, in prevalenza, inseriti i pascoli cespugliati ed i seminativi più poveri.***

Di più, si richiama il paragrafo 4. ***L'impianto della Pineta e la sua influenza sull'ambiente pedologico*** nel quale si afferma che *"La realizzazione dell'impianto di pino d'aleppo ha modificato le caratteristiche pedologiche originarie dell'area. Infatti, le lavorazioni profonde del terreno preliminari all'impianto*

delle conifere, **particolarmente difficoltose e onerose, data la forte presenza di rocciosità affiorante e pietrosità**, era una condizione necessaria per migliorare le caratteristiche fisiche del terreno e permettere la buona riuscita dell'impianto. In particolare, su tutta l'area è stata eseguita la rippatura andante, che ha permesso la rottura in parte degli orizzonti del suolo più compatti rocciosi e argillosi. La rottura degli orizzonti più superficiali ha migliorato in alcune aree il drenaggio, ma il terreno risulta comunque deficitario nella sua capacità di immagazzinamento delle acque; **l'intervento nel contempo ha comportato un aumento considerevole della pietrosità superficiale, questo perché le lavorazioni hanno portato in superficie il materiale derivante dalla frammentazione della roccia superficiale e dalla rottura degli orizzonti cementati o saldati, aumentando di conseguenza le limitazioni alla coltivazione.** [...] Le lavorazioni non sono risultate completamente sufficienti per la buona riuscita dell'impianto nel suo complesso, con il risultato di una crescita a gruppi delle conifere in cui lo sviluppo delle piante va da discreto a mediocre. **In alcune aree la conifera non ha attecchito e a tratti il bosco si presenta rado o anche con totale assenza delle piante.**

Nel paragrafo 5 si legge che: La rinnovazione di pino è pressoché assente in tutta l'area comprese le zone di margine e le chiarie, dovuta all'assenza di disseminazione e alle condizioni ambientali (suolo in particolare) non favorevoli: nell'area sulcitana il pino d'aleppo è autoctono e la sua rinnovazione nei vari ambienti è diffusa ed abbondante anche negli impianti artificiali.

La componente arbustiva è assente sotto la copertura arborea, ed è relegata ai margini della pineta, alle aree con minor densità e copertura e nelle chiarie, dove si rinvenivano esemplari di lentisco, mirto, fillirea, cisto e giunco, con una maggior frequenza di alcune specie a seconda del tipo di substrato sul quale vegetano.

Infine, nel paragrafo 7. **Considerazioni sulle aree in esame**, si legge che "Il bosco quando fu impiantato era destinato, in quanto di conifere, alla produzione di biomassa per energia; i risultati sono stati disattesi in quanto l'attuale potenziale produttivo della pineta è scarso e modesti sono i quantitativi di prodotto disponibile.

Nel complesso dal bosco, la cui estensione è di circa Ha 21 (Ha 16 utili), si stima che al momento del taglio (2025/2026) si possano ricavare non più di 400-500 ton. di biomassa cippabile da destinare alla produzione di energia con il conferimento ad una delle centrali presenti nell'area del Sud Sardegna. Il taglio sarà effettuato dalla ditta Secci alla conclusione dell'impegno ventennale. [...] **"Le aree agricole marginali", nello stato in cui si trovano attualmente non hanno di fatto una possibile ed eventuale destinazione produttiva agricola.** Se si volesse coltivarli dovrebbero essere sottoposti, per acquisire una fertilità accettabile ad eccezionali interventi agronomici che ne migliorino le caratteristiche fisico-chimiche attualmente scarse.

Gli interventi da attuare risulterebbero decisamente costosi ed antieconomici, tenuto conto del livello attuale della fertilità dei suoli.

In sintesi l'area oggi non risulta idonea ad un indirizzo produttivo agricolo, e a tratti si mostra inadatta persino per le specie pioniere quali il pino d'aleppo.

6. Usi agricoli dell'area post-intervento

Riprendendo le definizioni riportate nelle “Linee guida in materia di Impianti Agrivoltaici” pubblicate nel Giugno 2022 dal Ministero della transizione ecologica - e scaricabile dal sito del Ministero al seguente link:

https://www.mite.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/PNRR/linee_guida_impianti_agrivoltaici.pdf - per Impianto agrivoltaico (o agrovoltaico, o agro-fotovoltaico), si intende un impianto fotovoltaico che adotta soluzioni volte a preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale sul sito di installazione; e per Impianto agrivoltaico avanzato si intende un impianto agrivoltaico che, in conformità a quanto stabilito dall'articolo 65, comma 1-quater e 1-quinquies, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, e ss. mm. (D.L. 77/2021, come convertito con la L. 108/2021):

- adotta soluzioni integrative innovative con montaggio dei moduli elevati da terra, anche prevedendo la rotazione dei moduli stessi, comunque in modo da non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale, anche eventualmente consentendo l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione;
- prevede la contestuale realizzazione di sistemi di monitoraggio che consentano di verificare l'impatto dell'installazione fotovoltaica sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture, la continuità delle attività delle aziende agricole interessate, il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici.

Layout e configurazione proposta

Il sistema fotovoltaico proposto in via preliminare è costituito da un insieme di 3 sottocampi la cui separazione si rende necessaria per assecondare la viabilità locale ed i limiti morfologici che il sito in questione presenta, oltre che la viabilità interna necessaria per l'esercizio delle operazioni agricole ed il controllo e la regolazione dell'impianto stesso.

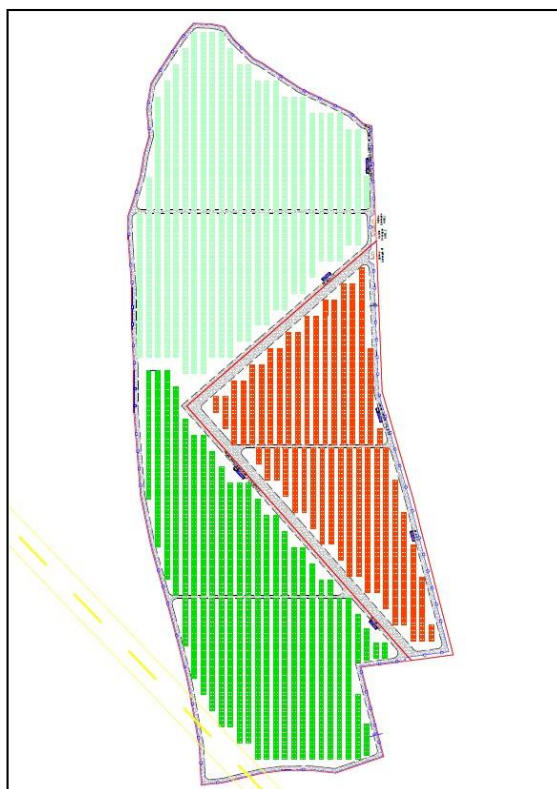


Figura 10: Layout di progetto

Requisiti progettuali

Nella progettazione definitiva del layout di impianto si terrà conto dei seguenti requisiti generali:

- 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;

Il progetto proposto garantirà che sugli appezzamenti agricoli oggetto di intervento (superficie totale del sistema agrivoltaico, Stot) almeno il 70% della superficie sia destinata all'attività agricola, nel rispetto delle Buone Pratiche Agricole (BPA) secondo la relazione: $S_{agricola} \geq 0,7 * Stot$; di contro, la superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR) sarà $\leq 40\%$.

- 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**;

Conformemente agli usi attuali ed a quelli pregressi (ante forestazione) ***verrà rispettato e ripreso il mantenimento dell'indirizzo produttivo pascolativo-foraggero, destinato all'approvvigionamento di alimenti per l'allevamento ovino condotto dall'azienda proprietaria dei terreni.***

- 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;

Nel caso di specie, l'area destinata a coltura per l'attività zootecnica coincide con l'intera area del sistema agrivoltaico ricadente in zona agricola, secondo la definizione urbanistica dell'area. L'altezza minima dei moduli prevede che sia possibile esercitare l'attività di coltivazione e pascolamento configurando una condizione nella quale esiste un doppio uso del suolo. A tal proposito sono già noti gli effetti positivi dell'ombreggiamento delle colture compiuto dai moduli fotovoltaici, specialmente in latitudini alle quali l'eccessivo soleggiamento conduce ad una lignificazione precoce della biomassa, con conseguente riduzione del valore nutrizionale dei foraggi freschi. L'altezza minima dei moduli sarà di 2,2 m per consentire un'importante circolazione dell'aria ed evitare il surriscaldamento del terreno, consentendo pertanto la vita della componente biotica del terreno e offrendo riparo al bestiame dalle avverse condizioni atmosferiche (eccessivo soleggiamento, piogge di forte intensità, ad esempio); infine, l'altezza dei supporti dei pannelli e la possibile inclinazione degli stessi fino a 55°, garantisce la possibilità di meccanizzazione delle eventuali operazioni colturali necessarie, dalla lavorazione del terreno alla semina ed alle operazioni di fienagione, laddove il terreno lo consente.

Pur non costituendo un sistema agrivoltaico, come definito dalle linee guida richiamate, il complesso proposto risponde positivamente almeno ai primi 3 requisiti delle stesse linee guida.

7. Impatti derivanti dalla realizzazione del progetto

Le opere edili riguarderanno la realizzazione delle strutture metalliche di sostegno del generatore fotovoltaico con le caratteristiche descritte nelle relazioni descrittive. La struttura sarà ancorata al terreno mediante infissione/trivellazione di profilati metallici le cui caratteristiche sono state determinate in base ai parametri geotecnici del terreno risultanti da apposite indagini in sito (rif. relazione geologica), nel rispetto delle norme tecniche vigenti. È inoltre prevista la realizzazione di n. 2 Cabine di Trasformazione BT/MT (Power Stations), di una cabina di utenza e di una cabina di consegna e misura dell'energia per una superficie complessiva pari a 93,5 m².

Dal punto di vista agronomico pertanto, la realizzazione dell'impianto si traduce nel "ritiro" temporaneo della superficie di terreno dal ciclo produttivo. Nel caso in esame, i terreni da asservire al progetto non sono attualmente interessati da attività agricola, anche a causa delle elevate limitazioni presenti. Una parte degli stessi è tra l'altro classificata come area industriale dal PUC di Carbonia mentre la parte di terreni a destinazione agricola (parte sud dell'area di progetto) risulta in parte incolta e caratterizzata dalla presenza di specie erbacee spontanee e, a tratti, di essenze mediterranee e in parte interessata da un impianto di forestazione produttiva risalente all'anno 2005.

Al fine di approfondire i possibili impatti derivanti dalla realizzazione del progetto sul suolo e sulla vegetazione presente nell'area è stata fatta una analisi della bibliografia scientifica di riferimento e appare interessante citare uno studio (*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) e0203256*) condotto dall'Università dell'Oregon che valuta l'influenza della presenza del campo fotovoltaico su un terreno agricolo adibito a pascolo semiarido e in condizioni climatiche comparabili con quelle degli ambienti mediterranei (inverni miti ed estati calde e secche); tale studio indaga l'effetto della presenza dei pannelli fotovoltaici sui parametri microclimatici locali, sull'umidità del suolo e sull'efficienza d'uso dell'acqua da parte delle essenze vegetali presenti nel pascolo attraverso l'identificazione di 4 siti di monitoraggio (i primi 3 in diverse situazioni di ombreggiamento prodotto dal campo fotovoltaico più il controllo situato in un'area esterna immediatamente adiacente a quella dedicata ad agrivoltaico). I principali risultati del monitoraggio, effettuato a partire dal secondo anno di installazione del campo fotovoltaico, sono riassunti di seguito:

- è stata osservata una diversa composizione con una riduzione della diversità di specie vegetali presenti tra l'area adibita a campo fotovoltaico ed il controllo;
- è stato osservato un impercettibile effetto statisticamente significativo sui parametri microclimatici locali (temperatura media dell'aria in adiacenza dei pannelli fotovoltaici, velocità del vento e umidità relativa media) dovuto alla presenza dei pannelli fotovoltaici;
- il monitoraggio sull'umidità del suolo ha messo in evidenza che, partendo da un'umidità del suolo prossima alla saturazione ad inizio monitoraggio, l'acqua rimane disponibile nel suolo per una parte più ampia della stagione di crescita nelle aree sempre coperte da pannelli fotovoltaici rispetto a quelle parzialmente coperte e a quelle aperte tra le stringhe dei pannelli. L'umidità media del suolo nel campo fotovoltaico è risultata simile al controllo. La presenza del campo fotovoltaico aumenta le condizioni di eterogeneità

locale delle condizioni idriche del suolo, pertanto le aree sotto pannelli hanno riserve idriche più persistenti durante la stagione di crescita. Questo è correlabile alla maggiore produzione di sostanza secca osservata nelle aree interne al campo fotovoltaico rispetto al controllo; tale incremento è stato particolarmente evidente nel periodo maggio-agosto, che rappresenta quello più critico data la carenza idrica; tali incrementi sono spiegati dalla maggiore efficienza nell'uso irriguo rilevata soprattutto nelle aree sotto i pannelli fotovoltaici, dove l'umidità del suolo evapora più lentamente a causa della diminuzione della radiazione incidente che riduce l'evapotraspirazione potenziale lasciando una riserva idrica disponibile per le piante per tutta la stagione di crescita, contribuendo così ad aumentare l'efficienza d'uso dell'acqua (WUE) del pascolo.

- all'interno del campo fotovoltaico è stata osservata un'elevata eterogeneità spaziale nei valori di produzione e di umidità del suolo dovuti alla disposizione delle stringhe fotovoltaiche che generano un ombreggiamento disomogeneo.

La realizzazione degli interventi previsti dal progetto comporterà una modificazione temporanea e reversibile dell'attuale utilizzo delle aree. Dal punto di vista della sottrazione di suolo essa interesserà, per la durata di vita utile dell'impianto fotovoltaico, limitate aree attualmente classificate parte come agricole e parte come industriali dallo strumento urbanistico vigente. Tale impatto viene considerato poco significativo in quanto una volta posati i moduli fotovoltaici l'area libera al di sotto dei pannelli potrà subire un processo di rinaturalizzazione spontanea ad opera delle essenze erbacee spontanee tipiche dell'area.

Gli impatti sulla vegetazione erbacea possono pertanto considerarsi poco rilevanti in quanto nelle aree di impianto sono presenti sostanzialmente specie annuali spontanee e da foraggio. La disposizione delle stringhe di pannelli fotovoltaici, durante la fase di esercizio, non impedirà lo sviluppo delle specie erbacee della flora spontanea tipica dell'area, che andranno a ricolonizzare il suolo libero, come dimostrato anche dallo studio citato in precedenza.

Gli impatti sulla vegetazione arborea sono riconducibili all'espianto dei pini (che avverrebbe comunque alla fine del periodo ventennale di impegno), residuo dell'impianto di forestazione, e degli arbusti della macchia mediterranea sparsi nell'area di impianto. Al fine di minimizzare tali impatti, in fase di realizzazione dell'impianto, le essenze della macchia incompatibili con la sistemazione definitiva dell'area saranno preparate per l'espianto e reimpiantate lungo le fasce di rispetto e di confine dell'area di progetto.

8. Misure di mitigazione e compensazione

Gli interventi di mitigazione e di compensazione sono descritti nel documento “Opere compensative”.

In questo capitolo si integrano le seguenti prescrizioni:

- Ripristino, ove possibile, della copertura erbacea eliminata durante la fase di cantiere per esigenze lavorative.

Al fine di favorire una veloce ricolonizzazione delle aree libere dalle stringhe di pannelli fotovoltaici da parte delle comunità vegetali erbacee spontanee, nell’effettuazione degli scavi si avrà cura di accantonare gli strati superficiali di suolo (dove presente i primi 10-30 cm) al fine di risistemarli in superficie a scavi terminati. Questo garantirà il mantenimento in loco dello stock di seme naturalmente presente nel terreno favorendo, in occasione delle prime piogge utili, lo sviluppo di nuova vegetazione erbacea.

- Monitoraggio del regime idrico e della qualità biologica dei suoli

Al fine di monitorare il regime idrico dei suoli e la qualità biologica degli stessi si suggerisce di programmare un monitoraggio da effettuarsi mediante l’impiego di sensori da inserire nel suolo e tramite l’uso dell’indice di qualità biologica del suolo QBSar, che in maniera piuttosto semplice ma efficace permette di stabilire se le variazioni microclimatiche apportate dall’impianto abbiano effetti sulla micro e meso fauna del suolo e quindi se la realizzazione dello stesso modifichi la sostenibilità ambientale delle aree a servizio dell’impianto stesso.

9. Bibliografia

- 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) e0203256
- Armstrong A., Ostle N. J., Whitaker J., 2016: Solar park microclimate and vegetation management effects on grassland carbon cycling. Environmental Research Letters 11(2016) 074016
- Zambrini M., 2011: "Il sole sulla terra". Rivista QualEnergia Aprile/maggio 2011 (22-25)
- MINISTERO DELLA TRANSIZIONE ECOLOGICA- DIPARTIMENTO PER L'ENERGIA, Gruppo di lavoro composto da: CREA- Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria; GSE- Gestore dei servizi energetici S.p.A.; ENEA- Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile; RSE- Ricerca sul sistema energetico S.p.A., Giugno 2022: Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici;
- Andrea Colantoni, Massimo Cecchini, Danilo Monarca, Roberto Ruggeri, Francesco Rossini, Umberto Bernabucci, Raffaele Cortignani, Riccardo Primi, Valerio Di Stefano, Leonardo Bianchini, Riccardo Alemanno, Stefano Speranza, Pier Paolo Danieli, Enrico M. Mosconi, Antonio Parenti, Ettore Guerriero, Marco Berardo Di Stefano, Roberta Papili, Donato Rotundo, Miriam Di Blasi, Lanfranco Di Campello, Pierpaolo Ventura, Andrea Riberti, Francesco Gallucci, Maurizio Manenti, Michela Demofonti, Laura Onnis, Mariangela Lancellotta, Gianluca Egidi, Mauro Uniformi, Corrado Falcetta, 2021. LINEE GUIDA PER L'APPLICAZIONE DELL'AGRO-FOTOVOLTAICO IN ITALIA - ISBN 978-88-903361-4-0 <http://www.unitus.it/it/dipartimento/dafne>
- 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
- Giardini L., Baldoni R., Coltivazioni erbacee. Foraggiere e tappeti erbosi; Cereali e proteaginose; Piante oleifere da zucchero, da fibra, orticole e aromatiche. Pàtron Editore Bologna 2020