

REGIONE SARDEGNA

COMUNE DI SILIGO (SS)

ATLAS SOLAR 6 s.r.l.

Rovereto (TN)
Piazza Manifattura n.1, CAP 38068
C.F. e P.IVA 03054610302
Pec: atlssolar6@legalmail.it

PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE ABBINATA AD ATTIVITA' ZOOTECNICA, SITO NEL COMUNE DI SILIGO (SS) PER UNA POTENZA NOMINALE MASSIMA DI 29721 KW E POTENZA IN A.C. DI 27500 KW, ALLA TENSIONE RETE DI 36 KV, E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE RICADENTI ANCHE NEI COMUNI DI CODRONGIANOS (SS), PLOAGHE (SS) E SILIGO (SS)

PROGETTO DEFINITIVO DELL'IMPIANTO DI PRODUZIONE COMPRESIVO DELLE OPERE DI RETE PER LA CONNESSIONE

ELABORATO

RELAZIONE AGRONOMICA

DATA: 03/11/2022

SCALA :

aggiornamento : 25/01/2024

PROGETTISTI

Ing. Nicola ROSELLI

Ing. Rocco SALOME

PROGETTISTA PARTI ELETTRICHE

Per. Ind. Alessandro CORTI

CONSULENZE E COLLABORAZIONI

Arch. Gianluca DI DONATO
Dott. Massimo MACCHIAROLA
Ing. Elvio MURETTA
Archeol. Gerardo FRATIANNI
Geol. Vito PLESCIA



Energy for the Future

Udine (UD) Via Andreuzzi n°12, CAP 33100
Partita IVA 02943070306
www.atlas-re.eu

revisione	descrizione	data	DOC RP2
A	RELAZIONE AGRONOMICA	03/11/2022	
B	RELAZIONE AGRONOMICA	25/01/2024	
C			

Sono vietati l'uso e la riproduzione non autorizzati del presente elaborato

Indice

1.	PREMESSA	4
2.	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	5
3.	LOCALIZZAZIONE E DESCRIZIONE DEL PROGETTO	6
3.1.	Dati generali di progetto	10
4.	CARATTERISTICHE CLIMATICHE	16
4.1.	Inquadramento geografico	16
4.2.	Clima	17
4.3.	Rete stazioni	20
4.1.	Temperatura	22
4.2.	Precipitazioni	24
4.3.	Idrografia	27
4.3.1.	Acque superficiali	29
5.	CARATTERISTICHE GEOAMBIENTALI	31
5.1.	Il Settore Geoambientale delle rocce metamorfiche	32
5.2.	Il Settore Geoambientale delle rocce intrusive	33
5.3.	Il Settore Geoambientale delle coperture sedimentarie carbonatiche	33
5.4.	Il Settore Geoambientale delle coperture sedimentarie terrigene	34
5.5.	Il Settore Geoambientale delle coperture vulcaniche	35
5.6.	Il Settore Geoambientale dei depositi quaternari.....	35
6.	CARATTERISTICHE TOPOGRAFICHE E GEOMORFOLOGICHE DELL'AREA OGGETTO DI INTERVENTO.....	36
6.1.	Geologia dell'Area oggetto di intervento.....	37
6.2.	Litologia dell'Area oggetto di intervento	41
7.	ANALISI DEL PAESAGGIO AGRARIO DELL'AREA DI PROGETTO.....	43
7.1.	IL SUOLO.....	43
7.1.1.	Uso del suolo	43
7.2.	Sistema ecopedologico	50
7.3.	Capacità d'uso del suolo	52
8.	IL PROGETTO INTEGRATO DI AGRI-VOLTAICO E REALIZZAZIONE DI UN PRATO POLIFITA PER IL PASCOLO OVI-CAPRINO	57

8.1.	Realizzazione di siepi arbustive autoctone perimetrali all'impianto agrivoltaico....	58
8.1.1.	Scheda botanica della specie costituente la fascia perimetrale	58
8.1.2.	Coltivazione.....	60
8.2.	Realizzazione di un prato polifita stabile per il pascolo di ovi-caprini al di sotto degli impianti	62
8.2.1.	Uso del Suolo e suscettività dei suoli agli usi agricoli.....	68
8.2.2.	Valutazione di un pascolo	68
8.2.3.	Analisi della continuità agricola ante e post operam	71
8.2.4.	Umidità e temperatura del suolo	75

Indice delle figure

Figura 3-1.	Vista d'insieme dell'impianto e delle opere di connessione su base ortofoto	9
Figura 2:	Lineamenti fisici della Sardegna. Il cerchio in rosso evidenzia l'area di progetto nel Comune di Siligo (SS) - (Classe altitudinale 330 m s.l.m) (Fonte: ISPRA, 2017)	17
Figura 3:	Carta bioclimatica della Sardegna. Il cerchio in rosso evidenzia l'area di progetto nel Comune di Siligo (SS). (Fonte: La carta bioclimatica della Sardegna - Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna – ARPAS, Novembre 2014).....	19
Figura 4:	Centri di Meteorologia	20
Figura 5:	Dislocamento stazioni SAR sul territorio regionale	21
Figura 6:	Carta delle temperature medie su base climatologica serie 1981-2000. Il cerchio in rosso evidenzia l'area di progetto nel Comune di Siligo (SS). (Fonte: Sardegna Clima Onlus)	23
Figura 7:	Cumulato di precipitazione in Sardegna da ottobre 2020 a settembre 2021 e rapporto tra il cumulato e la media climatologica (Fonte: ARPAS, 2022)	25
Figura 8:	Andamento ultrasecolare del cumulato di precipitazione in Sardegna nel periodo ottobre-settembre (Fonte: ARPAS, 2022)	26
Figura 9:	Precipitazioni giornaliere e cumulate nella stagione piovosa (Fonte: ARPAS, 2022)	27
Figura 10:	Mappa della rete idrica superficiale nell'area di progetto caratterizzata per lo più da canali di irrigazione	28
Figura 11:	Stato ecologico e chimico del corpo idrico superficiale più vicino all'area di progetto (cerchio nero) secondo i dati della rete di monitoraggio (ARPAS, 2021)	30
Figura 12:	Carta dei Settori Geoambientali della Sardegna. Il cerchio in rosso evidenzia l'area di progetto nel Comune di Siligo (SS) (Fonte: isparambiente.gov_Cartanatura).....	32
Figura 13:	Carta geologica con riferimento l'area di progetto nel Comune di Siligo (SS) - Scala 1: 12.000 (Tav. Relazione Geologica).....	40

Figura 14: Carta litologica con riferimento l'area di progetto nel Comune di Siligo (SS) - Scala 1: 12.000 (Tav. Relazione Geologica).....	42
Figura 15: Area (I1) centrale del sito entro cui sarà realizzato l'impianto agrivoltaico (Fonte: Carta dei suoli della Sardegna in scala 1:250.000, http://www.sardegnaportalesuolo.it/)	45
Figura 16: Area (F1) a ovest del sito entro cui sarà realizzato l'impianto agrivoltaico (Fonte: Carta dei suoli della Sardegna in scala 1:250.000, http://www.sardegnaportalesuolo.it/)	45
Figura 17: Area (E1) a est del sito entro cui sarà realizzato l'impianto agrivoltaico (Fonte: Carta dei suoli della Sardegna in scala 1:250.000, http://www.sardegnaportalesuolo.it/)	46
Figura 18: Stralcio della Carta Regionale dell'Uso del Suolo in scala 1:25.000	48
Figura 19: Stralcio della Carta di Uso del Suolo relativo al buffer di 500 mt rispetto all'area che ospiterà il parco agrivoltaico	49
Figura 20: Stralcio della Carta di Uso del Suolo relativo al buffer di 500 mt rispetto all'area che già ospita una stazione Terna e a cui sarà allacciato l'impianto FV in proposta.	49
Figura 21: Pascoli arborati e zone boscate	50
Figura 22: Caratterizzazione ecopedologica.....	51
Figura 23: Caratterizzazione ecopedologica.....	52
Figura 24: Limitazioni nella Capacità uso dei suoli dalla carta dei suoli svantaggiati	55
Figura 25: PUC comune di Siligo-Stralcio Carta geopedologica,della capacità d'uso del suolo e della zonizzazione agricola.....	56
Figura 26: Scheda botanica del Mirto, estratti fotografici dello scapo fiorale e del frutto, Distribuzione regionale della pianta.....	60
Figura 27: Esempio di agrivoltaico realizzato su territorio nazionale (fonte: https://www.innovarurale.it/it)	67
Figura 28: ALLEGATO 4 – Indici di conversione degli animali in Unità di Bovini Adulti (UBA) (Fonte: www.regione.sardegna.it/documenti/14_43_20071121202426.pdf)	70
Figura 29: Esempio di abbeveratoio con doppia cisterna da pascolo	71

1. PREMESSA

Il presente studio riguarda la realizzazione di un impianto agrivoltaico che sorgerà nella Regione Sardegna, Comune di Siligo (Provincia di Sassari) ad una quota altimetrica di circa 330 m s.l.m., ubicata geograficamente a Nord-Est del centro abitato del Comune di Siligo, in un'area non acclive ma piuttosto pianeggiante.

L'impianto agrivoltaico, mediante un elettrodotto interrato della lunghezza di circa 12,9 km uscente dalla cabina d'impianto, sarà allacciato, nel comune di Ploaghe (SS), alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) in antenna a 36 kV con un futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione 380/220/150 kV della RTN "Codrongianos", denominato "Codrongianos 36".

L'area d'interesse (di seguito "Area") per la realizzazione dell'impianto presenta un'estensione complessiva di circa 35 ha di cui circa 12,85 ha, tra moduli fotovoltaici e cabine, dedicati alla produzione di energia di potenza complessiva massima dell'impianto sarà pari a 29,721 MWp con potenza nominale in A.C. di 27,50 MWp e una producibilità di circa 55.021 MWh/anno di energia. L'area occupata dai pannelli fotovoltaici ai sensi delle "Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici" è da considerarsi ad utilizzo agricolo.

Il presente studio ha lo scopo di evidenziare pratiche agronomiche atte alla costituzione di prato stabile costituito da essenze polifite per *pabulum* per il pascolo ovi-caprino. Sull'area inoltre per l'aumento della biodiversità floristica sito-specifica si evidenziano pratiche agronomiche di "agro-forestazione" con la piantumazione di siepi di Mirto (*Myrtus communis* L.) e ulteriori essenze arboree e arbustive sempreverdi tipiche della macchia mediterranea.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

La Sardegna presenta peculiarità paesaggistiche molto varie ed articolate, difficilmente riconducibili ad unicità ed omogeneità. L'unico elemento di omogeneità riscontrabile nel paesaggio della Sardegna è infatti "la diversità". Questa apparente contraddizione vuole evidenziare come il paesaggio sardo sia rappresentato dalle eccezionali diversità delle sue componenti:

- la struttura geologica e le sue forme (abiotiche);
- le dinamiche della vegetazione e le sue associazioni e della fauna (biotiche);
- le dinamiche delle comunità (antropiche).

Il paesaggio sardo, da tutti questi punti di vista, è un vero mosaico geo-bio-antropologico. Dal punto di vista della struttura geologica, delle associazioni floro-faunistiche e dei segni della storia umana, la varietà è una caratteristica del paesaggio della Sardegna, vero mosaico geo-bio-antropologico. Ma come mosaico si compone in figura, anche il paesaggio sardo è percepibile nella sua unità caratteristica, dove dominano le presenze unificanti degli orizzonti larghi e piatti (e le forme arrotondate), dove è ben discernibile ancora largamente la macchia mediterranea (con innovazioni come il ficodindia o l'eucalipto), dove abbondano le lagune costiere con fauna tipica; unità caratteristica dovuta anche a certi segni della preistoria (come le migliaia di nuraghi in tutta l'isola), della storia (come le chiesette romaniche spesso solitarie): dove l'antropizzazione, debole fino a essere a lungo quasi nulla in buona parte delle coste, ha stabilizzato un habitat accentrato oltre che rado (con distinzione netta tra abitato e disabitato), dove risaltano i segni della lunga durata delle due grandi attività onnipresenti della cerealicoltura e della pastorizia (con l'openfield ma anche coi muretti a secco), le conseguenze dell'azione continua dell'incendio estivo. Il Piano Paesaggistico Regionale, anche nei suoi aspetti normativi di progettazione del futuro, deve tenere conto degli elementi di diversificazione interna e di omogeneizzazione cantonale non meno degli aspetti di unificazione caratterizzante e identificante (*Fonte: LINEE GUIDA PER IL LAVORO DI PREDISPOSIZIONE E APPROVAZIONE DEGLI ATTI DI AGGIORNAMENTO E REVISIONE DEL PPR DEGLI AMBITI COSTIERI E DEL PPR DEGLI AMBITI INTERNI – Regione Autonoma della Sardegna – Luglio 2012*).

Nell'Isola sono identificabili ambienti montani e di pianura, forme erosive fluviali e marine, accumuli di sedimenti sabbiosi su estese formazioni dunali o in spiagge, forme relitte di climi glaciali, coste alte a falesie o con ingressioni marine a rias, morfologie carsiche anche ipogee, altopiani isolati a mesas (tacchi, tonneri, giare, gollei), relitti frammentati di paleo pianure, ambienti umidi (paludi, stagni, laghi, fiumi), forme a meandro testimoni di un'antica traccia di fiumi planiziari ecc. La diversità delle forme fisiche riscontrabili nel territorio sardo, insieme alle variazioni climatiche, ha condizionato pesantemente (anche in un rapporto di co-evoluzione) l'insediamento della flora e della fauna, incrementando ulteriormente la complessità ambientale.

Il paesaggio rurale caratterizzato dalla divisione in poderi, segnato dalla presenza di muretti a secco e siepi, dalla rete dei percorsi (*camminus* e *andalas*) e dall'alternanza delle colture, nasce dall'applicazione di un sistema di regole le cui radici affondano nella Carta de Logu di epoca giudiciale e che, evolutesi nel corso dei secoli, sono state generalmente osservate fino agli anni Cinquanta del Novecento. Queste regole, che rappresentavano un vero e proprio codice di diritto agrario, tentavano di conciliare il rapporto conflittuale tra l'agricoltura dei cereali e la pastorizia nomade, basandosi soprattutto sull'alternanza tra seminativo (*vidazzone*) e pascolo (*paberile*).

3. LOCALIZZAZIONE E DESCRIZIONE DEL PROGETTO

L'area di impianto sorgerà nella Regione Sardegna, Comune di Siligo (Provincia di Sassari), ubicato geograficamente a Nord-Est del centro abitato del Comune di Siligo, ad una quota altimetrica media di circa 330 s.l.m. L'area per la sua realizzazione non risulta acclive ma piuttosto pianeggiante.

L'area d'interesse per la realizzazione dell'impianto agrivoltaico a terra ad inseguimento mono-assiale, presenta un'estensione complessiva di circa 92 ha di cui circa 35 ha in cui insiste il campo fotovoltaico e la potenza complessiva massima dell'impianto sarà pari a 29,721 MWp con potenza nominale in A.C. di 27,50 MWp.

L'Area oggetto dell'intervento è ubicata a nord - est del centro abitato del comune di Siligo.

L'Area ricade in zona omogenea "E" – Sottozona "E2a e E2b" con destinazione d'uso agricola – zona di primaria importanza per l'attività agricola.

Le coordinate geografiche del sito sono: Lat. 40.602720°, Long. 8.741937°.

Nello specifico l'Area totale d'intervento (campo fotovoltaico, linea elettrica di connessione alla RTN e ubicazione cabina utenza) riguarderà i seguenti comuni:

- Comune di Siligo (SS) – campo fotovoltaico – estensione complessiva dell'area a disposizione del proponente circa mq 920.799,00 mq – estensione complessiva dell'intervento mq 351.946,00;
- Comuni di Siligo (SS), Ploaghe (SS) e Codrongianos (SS)– Linea elettrica interrata di connessione a 36 kV, della lunghezza complessiva di circa 12.9 km;
- Comune di Ploaghe (SS) – Cabina di utenza- connessione.

Per quanto riguarda le specifiche catastali di seguito si riportano in forma tabellare.

N.	Comune	Foglio dimappa	Particella	Superficie mq
1	Siligo	3	299	104715
2	Siligo	3	100	AA 201946 AB 2148
3	Siligo	3	246	15528
4	Siligo	3	95	AA 48395 AB 11976
5	Siligo	3	300	AA 763 AB 4614
6	Siligo	3	247	AA 9 AB 13
7	Siligo	3	96	856
8	Siligo	10	148	AA 24496 AB 30328
9	Siligo	10	146	14999
10	Siligo	10	84	9200
11	Siligo	10	83	AA 342 AB 258
12	Siligo	10	4	AA 27765 AB 5428
13	Siligo	10	16	AA 193 AB 1042
14	Siligo	10	17	AA 31267 AB 89
15	Siligo	10	20	AA 8769 AB 5157
16	Siligo	10	15	AA 643 AB 1056
17	Siligo	10	3	AA 1739 AB 1386
18	Siligo	10	276	1751
19	Siligo	10	144	AA 245291 AB 36627
20	Siligo	10	2	23987
21	Siligo	10	13	1267
22	Siligo	11	28	AA 2165 AB 4015
23	Siligo	11	29	AA 6346 AB 2333
24	Siligo	11	30	AA 5790 AB 4123
25	Siligo	11	31	AA 4879 AB 977

26	Siligo	11	32	AA 10688 AB 12840
	TOTALE			920799

Di seguito si riporta l'inquadramento su ortofoto dell'area oggetto d'intervento.



Figure 3-1. Inquadramento su ortofoto dell'area oggetto di intervento

Tutto ciò attiene al parco agrivoltaico.

Per quanto riguarda le opere di connessione del campo fotovoltaico alla rete nazionale, queste sono state elencate da Terna nel "preventivo di connessione" e riguarda la costruzione di una linea elettrica a 36 KV in cavi interrati e necessarie al collegamento di una nuova cabina di connessione (costituita da un blocco prefabbricato), ubicata all'interno dell'area a disposizione del proponente, nel Comune di Siligo (SS), al foglio di mappa n. 25, particella n. 79 alla cabina utente di Terna "Codrongianos 36", nel comune di Ploaghe.

L'elettrodotto interrato della lunghezza di circa 12,9 km uscente dalla cabina d'impianto sarà allacciato, nel comune di Ploaghe (SS), alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) in antenna a 36 kV con un futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione 380/220/150 kV della RTN "Codrongianos", denominato "Codrongianos 36". Le aree interessate dall'attraversamento dell'elettrodotto interrato e dalle opere di connessione ricadono nei comuni di Siligo (SS), Ploaghe (SS) e Codrongianos (SS).

Lungo tale percorso si dovranno attraversare dei canali d'acqua e dei tratti di sede stradale il superamento dei quali sarà possibile applicando la tecnica del "no dig" o "perforazione teleguidata" che permette la posa in opera di tubazioni e cavi interrati senza ricorrere agli scavi a cielo aperto e senza compromettere il naturale flusso del corso d'acqua e il traffico veicolare. Di seguito delle immagini esplicative della tecnica prevista.

Di seguito delle immagini esplicative delle tecniche previste.

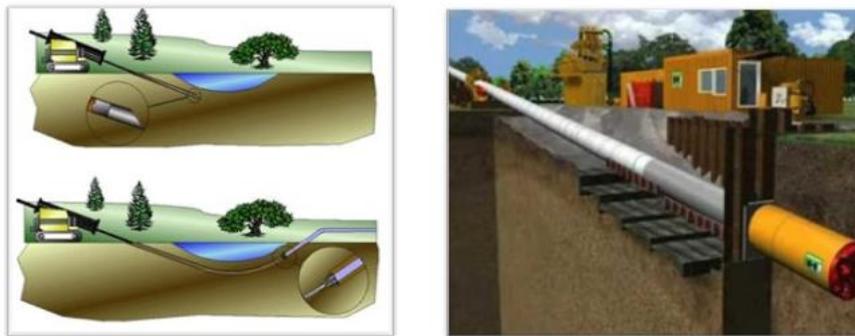


Figure 3-2. Immagini esplicative della perforazione teleguidata

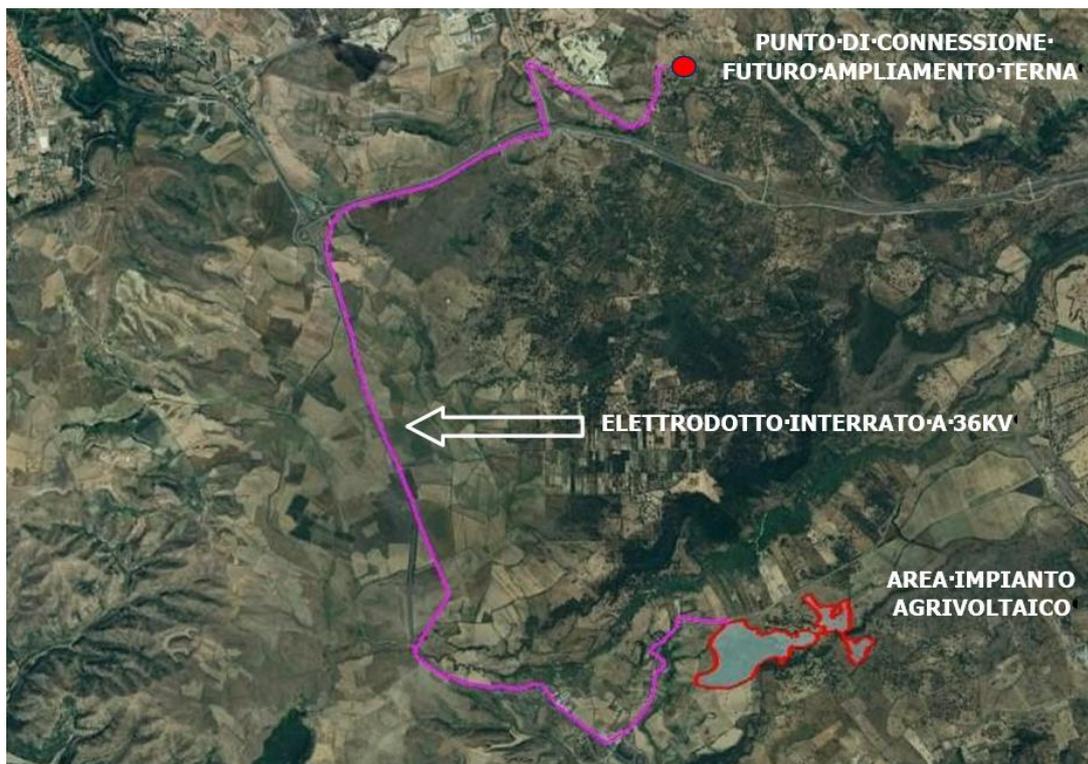


Figura 3-1. Vista d'insieme dell'impianto e delle opere di connessione su base ortofoto

3.1. Dati generali di progetto

Come detto, il progetto di cui trattasi riguarda la realizzazione di un impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra allacciato alla Rete Nazionale secondo il preventivo di connessione rilasciato da Terna.

L'utilizzo delle energie rinnovabili associato ad una cultura della compatibilità agricola, infatti, rappresenta una esigenza crescente sia per i paesi industrializzati che per quelli in via di sviluppo.

I primi necessitano, nel breve periodo, di un uso più sostenibile delle risorse, di una riduzione delle emissioni di gas serra e dell'inquinamento atmosferico, di una diversificazione del mercato energetico e di una sicurezza di approvvigionamento. Per i paesi in via di sviluppo le energie rinnovabili rappresentano una concreta opportunità di sviluppo sostenibile e di sfruttamento dell'energia in aree remote.

In particolar modo l'Unione Europea mira ad aumentare l'uso delle risorse rinnovabili per limitare la dipendenza dalle fonti fossili convenzionali e allo stesso tempo far fronte ai pressanti problemi di carattere ambientale che sono generati dal loro utilizzo.

Negli ultimi decenni, i cambiamenti che il sistema climatico terrestre sta subendo su scala globale rappresentano una problematica di crescente rilievo. Col termine "cambiamenti climatici globali" si fa riferimento ad una serie di eventi principalmente legati all'innalzamento della temperatura superficiale del pianeta, fenomeno a sua volta dovuto all'eccessiva emissione dei cosiddetti "gas-serra". Dal punto di vista fisico, tali composti gassosi hanno la proprietà di bloccare la radiazione solare riflessa dalla superficie terrestre. Poiché la radiazione maggiormente riflessa è quella infrarossa ad elevata lunghezza d'onda e ricca di calore, tale fenomeno, noto come "effetto serra", genera un innalzamento della temperatura negli strati bassi dell'atmosfera. In realtà, l'effetto serra, che sfrutta la capacità di alcuni gas atmosferici di comportarsi proprio come i teli o i vetri di un'immensa serra, è un processo naturale che, nel corso della coevoluzione tra biosfera e geosfera, ha reso possibile la vita sul pianeta. Infatti, in sua assenza, la temperatura media annuale sul pianeta, attualmente pari a circa 15°C, si abbasserebbe di parecchi gradi al di sotto dello zero (circa -18°C), ben oltre il limite compatibile con la vita. Tuttavia, in epoca industriale, le continue emissioni di natura antropica di gas-serra hanno aumentato l'effetto serra, causando una serie di squilibri che, nel loro insieme, caratterizzano i cambiamenti climatici globali. L'anidride carbonica (CO₂) rappresenta il più importante gas serra, in virtù della sua crescente concentrazione atmosferica, assieme al metano (CH₄), agli ossidi di azoto (NO_x), ai clorofluorocarburi (CFC) e all'ozono troposferico (degli strati bassi dell'atmosfera (O₃). Qualsiasi processo di combustione, nel quale vengano impiegati combustibili fossili (greggio petrolifero, gas naturale e carbone), produce, inevitabilmente, una certa quantità di CO₂, pertanto, le principali emissioni di questo gas sono legate al traffico veicolare, al riscaldamento domestico, alle centrali termoelettriche e ad impianti industriali di vario genere. Accanto a tali tipologie di inquinamento, esistono altri processi, anch'essi

fortemente di origine antropica, che contribuiscono ad incrementare la quantità di CO² nell'atmosfera, come ad esempio la deforestazione. Tale pratica, seppur non produca direttamente CO², contribuisce in maniera rilevante a mantenerne un'elevata concentrazione nell'atmosfera, riducendo la quantità di tale gas assorbito ed organicato dalla vegetazione forestale.

Il Decreto Legislativo del 29 dicembre 2003 n. 387 recepisce la direttiva 2001/77/CE e introduce una serie di misure volte a superare i problemi connessi al mercato delle diverse fonti di energia rinnovabile.

Quello dell'utilizzo delle fonti rinnovabili è diventato, negli ultimi tempi, un obiettivo di indiscussa necessità, il tutto per favorire lo sviluppo dell'economia "green" e promuovere, allo stesso tempo, una riduzione delle emissioni nocive in atmosfera e incrementare lo "sviluppo sostenibile", quest'ultimo traguardo di tutte le principali comunità mondiali.

Gli impegni assunti dall'Italia in ambito internazionale, anche di recente costituzione, impongono al nostro paese di attuare degli interventi urgenti al fine di ridurre le emissioni di CO₂ e di incentivare al contempo l'uso di fonti energetiche rinnovabili, tra cui anche il solare fotovoltaico, associandolo a impianti paralleli (come quelli agricoli), tali da perseguire obiettivi di rispetto ambientale e continuità produttiva dei suoli interessati.

Il progetto di un impianto fotovoltaico (FV) per la produzione di energia elettrica ha degli evidenti effetti positivi sull'ambiente e sulla riduzione delle emissioni di CO² se si suppone che questa sostituisca la generazione da fonti energetiche convenzionali.

Sono infatti impianti modulari che sfruttano l'energia solare convertendola direttamente in energia elettrica.

Il fotovoltaico è una tecnologia che capta e trasforma l'energia solare direttamente in energia elettrica, sfruttando il cosiddetto effetto fotovoltaico. Questo si basa sulla proprietà che hanno alcuni materiali semiconduttori opportunamente trattati (fra cui il silicio, elemento molto diffuso in natura), di generare elettricità quando vengono colpiti dalla radiazione solare, senza l'uso di alcun combustibile.

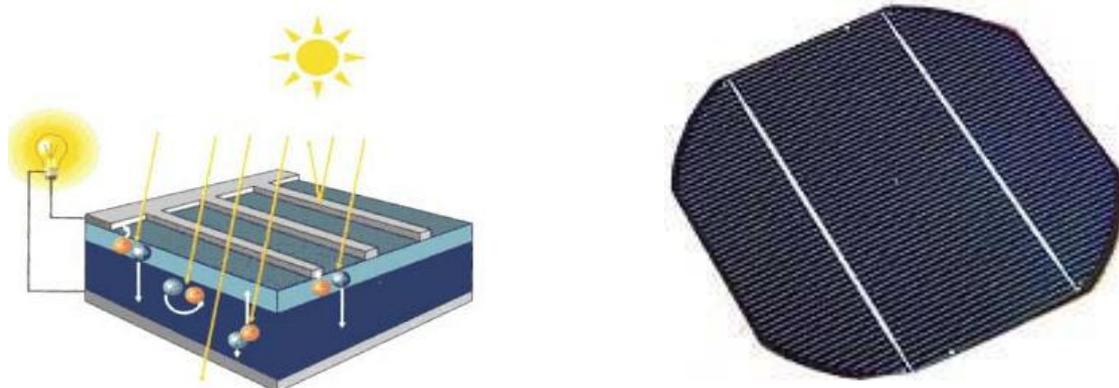


Figure 3-3. Schema di funzionamento e foto di una cella fotovoltaica

Il dispositivo più elementare capace di operare la conversione dell'energia solare in energia elettrica è la cella fotovoltaica, una lastra di materiale semiconduttore (generalmente silicio) di forma quadrata e superficie di 100 cm² che genera una piccola differenza di potenziale tra la superficie superiore (-) e inferiore (+) e che tipicamente eroga 1-1,5 W di potenza quando è investita da una radiazione di 1000 W/mq (condizioni standard di irraggiamento). La radiazione solare incidente sulla cella è in grado di mettere in movimento gli elettroni interni al materiale, che quindi si spostano dalla faccia negativa a quella positiva, generando una corrente continua. Un dispositivo, l'inverter, trasforma la corrente continua in alternata.

Le celle sono connesse tra loro e raggruppate in elementi commerciali unitari strutturati in maniera da formare delle superfici più grandi, chiamati moduli, costituiti generalmente da 60-72 celle.

L'insieme di moduli collegati prima in serie (stringhe) e poi in parallelo costituiscono il campo o generatore FV che, insieme ad altri componenti come i circuiti elettrici di convogliamento, consente di realizzare i sistemi FV.

La corrente elettrica prodotta aumenta con la radiazione incidente e la ricerca scientifica in questo settore sta lavorando molto sia sull'aumento dell'efficienza della conversione sia sulla ricerca di materiali meno costosi.

Si tratta di un sistema "sostenibile" molto promettente in continua evoluzione con la sperimentazione e l'utilizzo di nuovi materiali e nuove tecnologie.

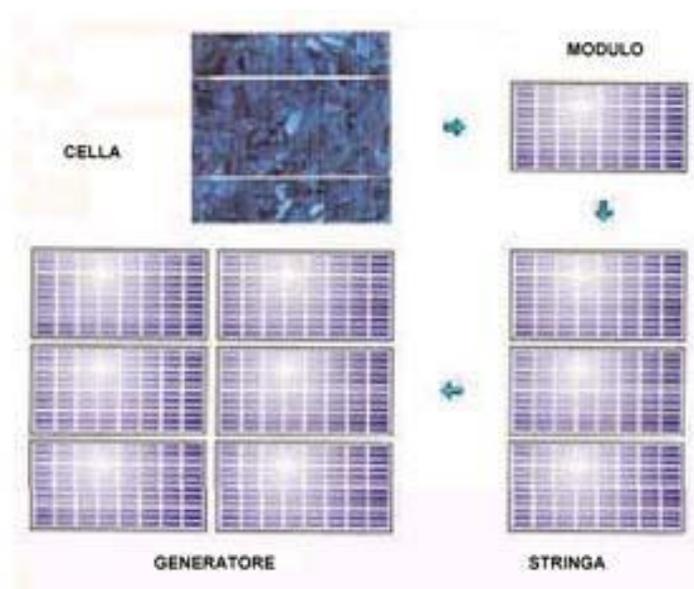


Figure 3-4. Struttura impianto fotovoltaico

La struttura del sistema fotovoltaico può essere molto varia a seconda del tipo di applicazione. Una prima distinzione può essere fatta tra sistemi isolati (stand-alone) e sistemi collegati alla rete (grid-connected); questi ultimi a loro volta si dividono in centrali fotovoltaiche e sistemi integrati negli edifici.

Nei sistemi fotovoltaici isolati l'immagazzinamento dell'energia avviene, in genere, mediante degli accumulatori elettrochimici (tipo le batterie delle automobili). Nei sistemi grid-connected invece tutta la potenza prodotta viene immessa in rete.

I vantaggi dei sistemi fotovoltaici sono la modularità, le esigenze di manutenzione ridotte, la semplicità d'utilizzo, e, soprattutto, un impatto ambientale estremamente basso. In particolare, durante la fase di esercizio, l'unico vero impatto ambientale è rappresentato dall'occupazione di superficie, impatto che, negli ultimi anni, si è venuto a ridurre drasticamente dato lo sviluppo anche di impianti agricoli "interconnessi" con l'impianto fotovoltaico che consentono la continuità agricola delle superfici in parallelo alla produzione di energia elettrica "green". Tali caratteristiche rendono la tecnologia fotovoltaica particolarmente adatta all'integrazione negli edifici in ambiente urbano e industriale o all'utilizzo di aree rurali con assenza di elementi di particolar pregio e/o già compromesse dalla presenza di manufatti con caratteristiche di non ruralità e già ampiamente antropizzate. I benefici ambientali ottenibili dall'adozione di sistemi FV sono proporzionali alla quantità di energia prodotta, supponendo che questa vada a sostituire l'energia altrimenti fornita da fonti convenzionali.

Gli impianti fotovoltaici sono inoltre esenti da vibrazioni ed emissioni sonore e se ben integrati, non deturpano l'ambiente ma consentono di riutilizzare e recuperare superfici e spazi altrimenti inutilizzati.

Inoltre la produzione massima si ha nelle ore diurne, quando c'è maggiore richiesta di energia, alleggerendo la criticità del sistema elettrico.

Gli impianti fotovoltaici si distinguono inoltre in sistemi fissi e ad inseguimento. In un impianto fotovoltaico fisso i moduli vengono installati direttamente su tetti e coperture di edifici mediante ancoraggi oppure al suolo su apposite strutture. Gli impianti fotovoltaici ad inseguimento sono la risposta più innovativa alla richiesta di ottimizzazione della resa di un impianto fotovoltaico.

Poiché la radiazione solare varia nelle diverse ore della giornata e nel corso delle stagioni, gli inseguitori solari sono strutture che seguono i movimenti del sole, orientando i moduli per ottenere sempre la migliore esposizione e beneficiare della massima captazione solare.

Attualmente esistono in commercio due differenti tipologie di inseguitori:

- inseguitori ad un asse: il sole viene "inseguito" esclusivamente o nel suo movimento giornaliero (est/ovest, azimut) o nel suo movimento stagionale (nord/sud, tilt). Rispetto a un impianto fisso realizzato con gli stessi componenti e nello stesso sito, l'incremento della

produttività del sistema su scala annua si può stimare dal +5% (in caso di movimentazione sul tilt) al +25% (in caso di movimentazione sull'azimut);

- inseguitori a due assi: qui l'inseguimento del Sole avviene sia sull'asse orizzontale in direzione est-ovest (azimut) sia su quello verticale in direzione nord-sud (tilt). Rispetto alla realizzazione su strutture fisse l'incremento di produttività è del 35-40% su scala annua, con picchi che possono raggiungere il 45-50% con le condizioni ottimali del periodo estivo, ma con costi di realizzazione e gestione ancora piuttosto alti.

L'energia solare è dunque una risorsa pulita e rinnovabile con numerosi vantaggi derivanti dal suo sfruttamento attraverso impianti fotovoltaici di diverso tipo (ambientali, sociali, economici, etc) e possono riassumersi in:

- assenza di qualsiasi tipo di emissioni inquinanti;
- risparmio di combustibili fossili;
- affidabilità degli impianti;
- costi di esercizio e manutenzione ridotti;
- modularità del sistema.

L'impianto in oggetto è di tipo a terra ad inseguimento solare mono-assiale, non integrato, da connettere alla rete (grid-connected) in modalità trifase in media tensione (MT).

Si tratta di impianti a inseguimento solare con moduli fotovoltaici in silicio monocristallino, montati in configurazione unifilare su strutture metalliche (tracker) aventi un asse rotante (mozzo) per permettere l'inseguimento solare.

Per le caratteristiche dell'impianto agrivoltaico in progetto si rimanda agli elaborati tecnici.



Figure 3-5. Rappresentazione grafica su base catastale dell'impianto agrivoltaico

Per garantire la sicurezza dell'impianto, l'area di pertinenza sarà delimitata da una recinzione con rete metallica integrata da un impianto d'illuminazione, da un impianto di allarme antintrusione e di videosorveglianza.

Tale recinzione costituirà anche la delimitazione dell'intera area oggetto delle operazioni di cantiere. Tale recinzione sarà costituita da montanti metallici disposti ad interasse di ml. 2,00 con rete metallica interposta e rinforzata da controventature, anch'esse in profilati metallici.

I montanti saranno infissi direttamente nel terreno senza alcuna opera interrata; l'altezza totale della recinzione sarà pari a ml. 2,30 fuori terra.

La recinzione verrà arretrata, nelle zone in cui insistono fasce di rispetto stradale e/o di vincolo, per permettere l'inserimento di essenze floreali e/o alberature di schermatura tali da mitigare gli effetti visivi (potrebbero utilizzarsi anche le essenze già presenti qualora non costituiscano interferenza nella realizzazione delle opere di recinzione). In questo modo si potrà perseguire l'obiettivo di costituire una barriera viva per un miglior inserimento paesaggistico dell'impianto.

Il tipo di recinzione sopra descritto è rappresentato nel particolare seguente:

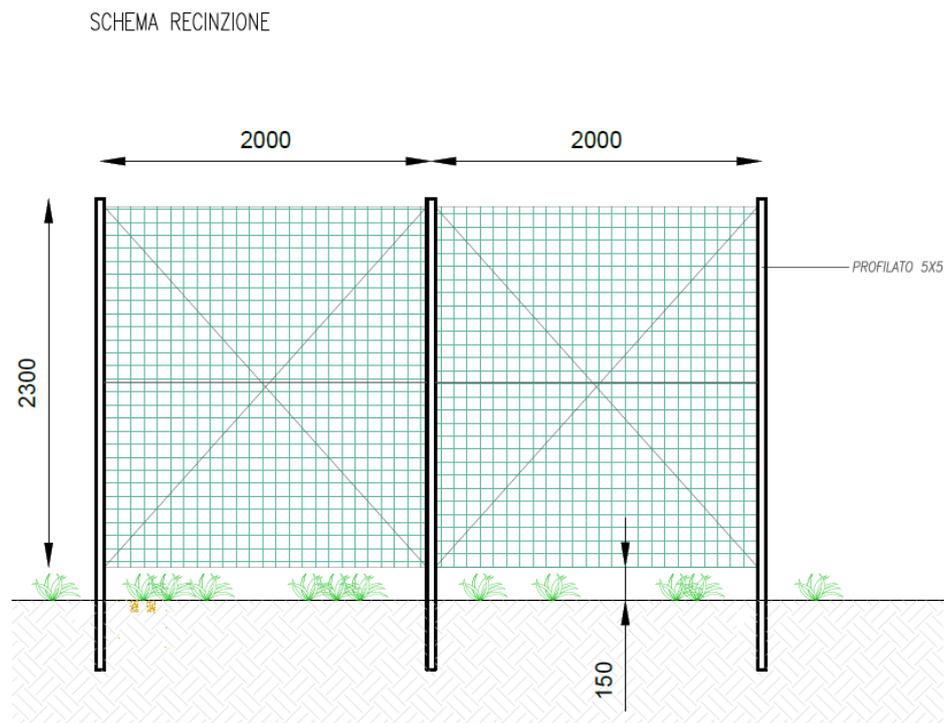


Figure 3-6. Particolare opera di recinzione

Al fine di permettere alla piccola fauna presente nella zona di utilizzare l'area di impianto, sono previsti dei ponti ecologici consistenti nell'innalzamento di cm. 15 dell'intera rete perimetrale dei sottocampi rispetto al piano campagna, come da figura precedente.

4. CARATTERISTICHE CLIMATICHE

4.1. Inquadramento geografico

La Sardegna si estende al centro della porzione occidentale del bacino del Mediterraneo. Con una superficie di 24.098 Km² è per estensione la seconda isola del Mediterraneo, poco inferiore alla Sicilia. È circondata da isole ed arcipelaghi e presenta coste a morfologia molto variabile: coste basse con importanti sistemi lagunari, coste sabbiose con ampi sistemi dunali e coste alte con falesie a picco sul mare. Dal punto di vista orografico (Fig. 8), le pianure occupano circa il 18% del Territorio: la più grande, il Campidano, si estende da Nord-Ovest verso Sud-Est da Oristano al Golfo di Cagliari, la Nurra nel Nord-Ovest, la piana del Coghinas a Nord, la piana della media valle del Fiume Tirso al centro, e le piane di Olbia, di Siniscola e di Muravera lungo le coste orientali; circa il 68% del territorio è collinare con morfologie variabili a seconda dell'assetto strutturale e dei tipi litologici; il restante 14% di territorio è montuoso, articolato in dorsali, massicci e cime isolate. La cima più alta è Punta Lamarmora a 1834 m s.l.m. nel Gennargentu.



Figura 2: Lineamenti fisici della Sardegna. Il cerchio in rosso evidenzia l'area di progetto nel Comune di Siligo (SS) - (Classe altitudinale 330 m s.l.m) (Fonte: ISPRA, 2017)

Il territorio comunale di Siligo è situato nella Sardegna settentrionale, più precisamente nel Logudoro. L'estensione complessiva dell'agro comunale è di 43,61 Km². Il territorio indagato si presenta da pianeggiante ad ondulato, con forme prevalentemente morbide; eccezione fanno alcuni rilievi dalla caratteristica sommità tabulare e dai versanti piuttosto ripidi (Monte Santu e Monte Sant'Antoni).

4.2. Clima

Il clima della Sardegna (Pinna ,1954; Arrigoni, 1968e 2006) è nettamente bi-stagionale con una stagione caldo-arida che si alterna ad una stagione freddo-umida. La stagione caldo-arida aumenta di intensità e durata procedendo dal Nord al Sud e dalle montagne al mare. La temperatura media annua varia tra i 17-18 °C delle zone costiere più calde e i 10-12° delle zone montane intorno ai 1000 m. (Arrigoni, 2006). Può essere interessante citare situazioni estreme di temperatura, considerando casi , nella fascia centrale dell'Isola (in particolare nel Campidano) dove negli anni 1957 e 1965 nei mesi di Luglio e Agosto si sono raggiunte temperature di 45-48°, mentre risulta prevedibile che i freddi più intensi si sono verificati nelle zone di montagna (Vallicciola nel febbraio 1956 ha toccato i -11°C). In casi eccezionali (come ad esempio nel febbraio 1956), si sono avuti, anche a quote, basse periodi nevosi particolarmente lunghi (Arpa Sardegna, 2014). Le precipitazioni aumentano da Sud verso Nord e con l'altitudine. Considerando le medie annuali, con l'eccezione della penisola di Capo Carbonara che nel trentennio 1971-2000 si attesta su una media di 238 mm l'anno, si hanno dati di precipitazione compresi tra 433 mm di Cagliari, nella zona costiera della Sardegna sud-occidentale, e 1.412

mm a Vallicciola (1000 m s.l.m.) sul Monte Limbara, nella parte settentrionale dell'isola. In generale, per ciò che riguarda l'andamento delle precipitazioni annuali, si evidenziano quattro zone: le aree a ridosso del Gennargentu (Barbagie, Ogliastra e zone limitrofe), la parte centrale della Gallura (a ridosso del Limbara), l'altopiano di Campeda e infine l'Iglesiente. La Nurra ed il Campidano si presentano come zone secche, assieme ad una terza, di più difficile delimitazione, localizzabile nella fascia centrale del Nord-Sardegna (attorno al bacino del Coghinas). Le zone in cui piove più spesso sono il Gennargentu, il Limbara e l'altopiano di Campeda, dove si hanno mediamente più di 80 giorni piovosi all'anno; sono estremamente interessanti i fenomeni di decremento nel versante Est dell'Isola in particolare nell'Ogliastra. Malgrado queste differenze di precipitazione ed i quantitativi annui a volte consistenti, l'aridità estiva è un fatto costante che si manifesta per periodi più o meno lunghi (3-5 mesi). Si deve inoltre tener presente che esiste una notevole infedeltà pluviometrica da un anno all'altro, soprattutto sul versante orientale dell'isola. Infine non si possono sottovalutare i problemi legati ai cambiamenti climatici che sembrano accentuare soprattutto gli effetti degli eventi pluviometrici anomali che tuttavia non sembrano influire in modo significativo sulla distribuzione delle piante, o meglio sulle principali serie di vegetazione zonale e altitudinale. In effetti gli elementi differenziali più significativi dei diversi fitoclimi dell'isola sono soprattutto i minimi termici invernali e l'aridità estiva che determinano la periodicità vegetativa (vernale o estivale) delle specie vegetali anche in rapporto con le caratteristiche dei suoli. Nelle zone costiere, sotto un clima mite e umido in inverno, cresce una vegetazione a ciclo vernale con sviluppo vegetativo per lo più tardovernale e stasi estiva. In quelle montane, per contro, si ha ciclo vegetativo estivo e riposo invernale per le basse temperature di questa stagione. La situazione delle zone intermedie è ugualmente complessa e risente molto dei fattori locali di esposizione, di inclinazione e dell'entità delle riserve idriche estive del suolo. Arrigoni mette in evidenza la correlazione esistente fra clima e vegetazione della Sardegna, riconoscendo 5 zone fitoclimatiche diverse (Arrigoni, 2006). Con la classificazione di Rivas-Martinez (2008) si possono individuare diversi tipi di bioclimate, con indici legati soprattutto alla natura fisica (umidità, aridità, temperature, precipitazioni) a prescindere dai caratteri della vegetazione. Un recente studio sul bioclimate della Sardegna (Canu et al., 2014) sulla base dei dati della rete termopluviometrica regionale costituita da 26 stazioni termopluviometriche, ha indicato ben 43 isobioclimi in cui i diversi tipi mediterranei occupano la stragrande maggioranza (99,1%) della superficie dell'Isola.

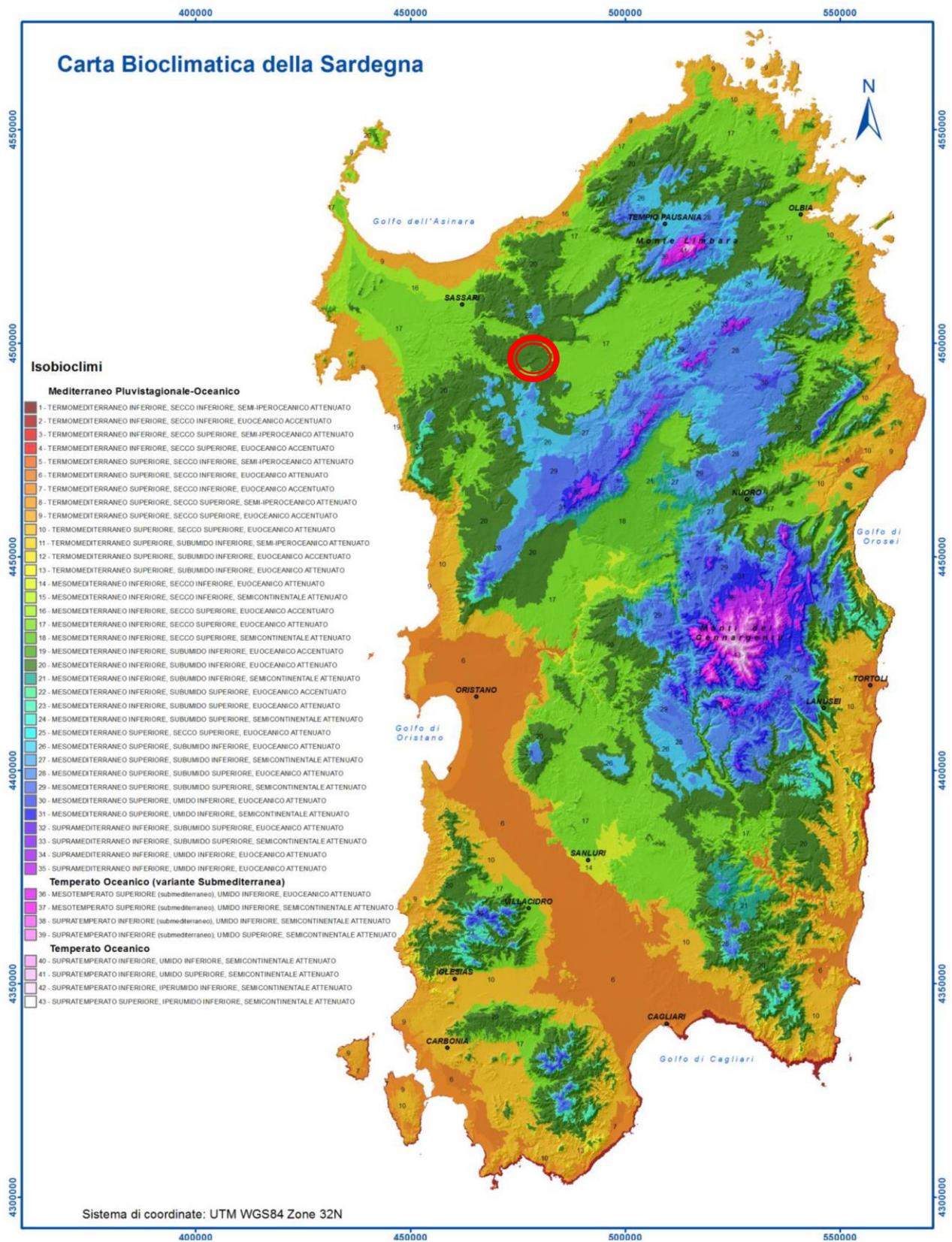


Figura 3: Carta bioclimatica della Sardegna. Il cerchio in rosso evidenzia l'area di progetto nel Comune di Siligo (SS). (Fonte: La carta bioclimatica della Sardegna - Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna - ARPAS, Novembre 2014)

4.3. Rete stazioni

Il Servizio Agrometeorologico Regionale (SAR) per la Sardegna opera nel settore applicativo del monitoraggio di parametri ambientali e della formulazione di previsioni nei settori della meteorologia e dell'agrometeorologia. Tale servizio è nato per soddisfare la richiesta proveniente dai diversi settori di utenza della Sardegna, per un'assistenza meteo-climatica rispondente tempestivamente alla molteplicità ed alle complessità delle specifiche esigenze, quali quelle dei comparti industriale e turistico, ma con particolare riguardo a quelle del settore agricolo.

Per soddisfare queste esigenze, la rete di monitoraggio è strutturata per la raccolta e l'elaborazione dei dati provenienti dalla propria rete regionale di stazioni di rilevamento, e di quelli provenienti da altri Enti o soggetti sul territorio regionale, e per la loro elaborazione, in unione ai dati di altra origine (Centri di Meteorologia, satelliti per il telerilevamento, radar meteorologico, modellistica numerica osservazioni fenologiche etc.).



Figura 4: Centri di Meteorologia

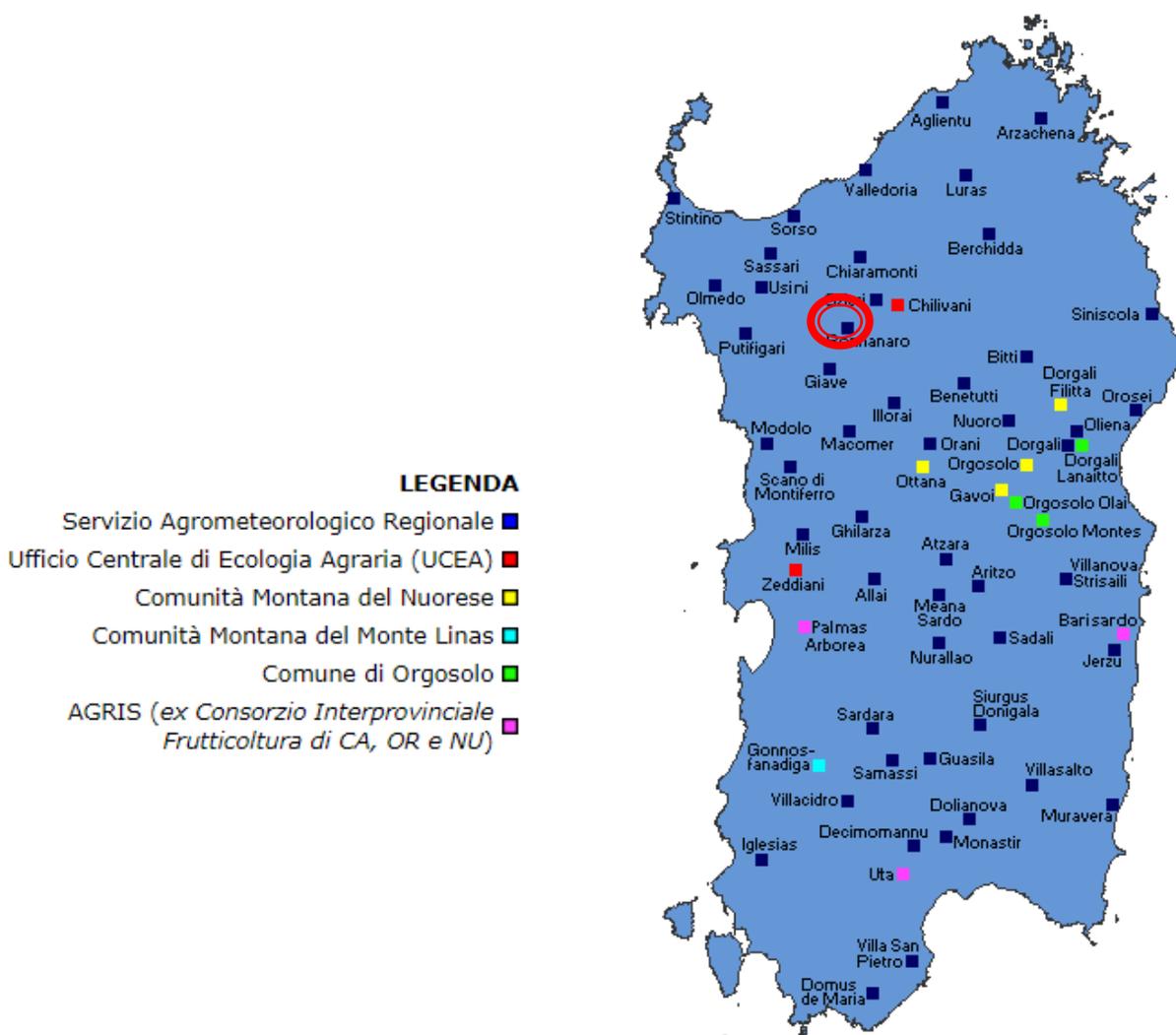


Figura 5: Dislocazione stazioni SAR sul territorio regionale

Le stazioni che appartengono alla rete di proprietà del SAR sono 53, dislocate su tutto il territorio regionale, e sono tutte di tipo automatico con trasmissione remota dei dati. La rete, composta interamente da stazioni SIAP 3830, è stata realizzata in due lotti consecutivi, rispettivamente nel 1994 e nel 1996.

Le stazioni, seguendo le indicazioni dell'Organizzazione Meteorologica Mondiale delle Nazioni Unite, sono configurate secondo due tipologie di sensori installati: agrometeorologica e agrosinottica.

Il SAR gestisce direttamente altre 8 stazioni di rilevamento automatico, di proprietà di altri Enti oppure dello stesso SAR e installate nell'ambito di collaborazioni e/o progetti. Le convenzioni per la gestione prevedono solitamente la configurazione, l'acquisizione dei dati e la manutenzione delle centraline di rilevamento. Le stazioni in oggetto sono prevalentemente del tipo Silimet AD2/22.

4.1. Temperatura

La Sardegna gode essenzialmente di un tipico clima Mediterraneo, tuttavia la posizione particolare, interamente circondata dal mare e lontana dai continenti, rendono l'isola soggetta a una accentuata variabilità termica, tra i versanti, in occasione di ondate di calore o di freddo.

A livello medio il clima isolano è molto mite, persino nella stagione fredda. Cagliari ha le medie termiche invernali tra le più elevate di Italia, superata solo da alcune località costiere della Sicilia, mentre Carloforte ha delle medie che eguagliano i valori raggiunti in Sicilia.

Le ondate di freddo giungono attenuate nel corso del loro passaggio sul Mediterraneo, tuttavia se l'aria fredda si presenta secca (venti da nord est), l'accumulo di questa in ristretti territori dal clima maggiormente continentale (fondovalle di zone interne), può provocare valori estremi di temperatura minima, compresi tra i -5°C e i -10°C. Le correnti fredde da nord ovest, sono invece più umide e il più delle volte portatrici di neve, abbondante e piuttosto frequente nel trimestre invernale, sopra i 1400 metri di quota.

La vicinanza con l'Africa rende comunque l'isola soggetta a frequenti irruzioni di aria calda, dal Nord Africa. Gli effetti di queste sono minimi nel trimestre invernale, quando il Sahara presenta valori di temperatura piuttosto miti, tuttavia nei restanti mesi le irruzioni di aria calda da sud, possono portare al raggiungimento di temperature molto elevate.

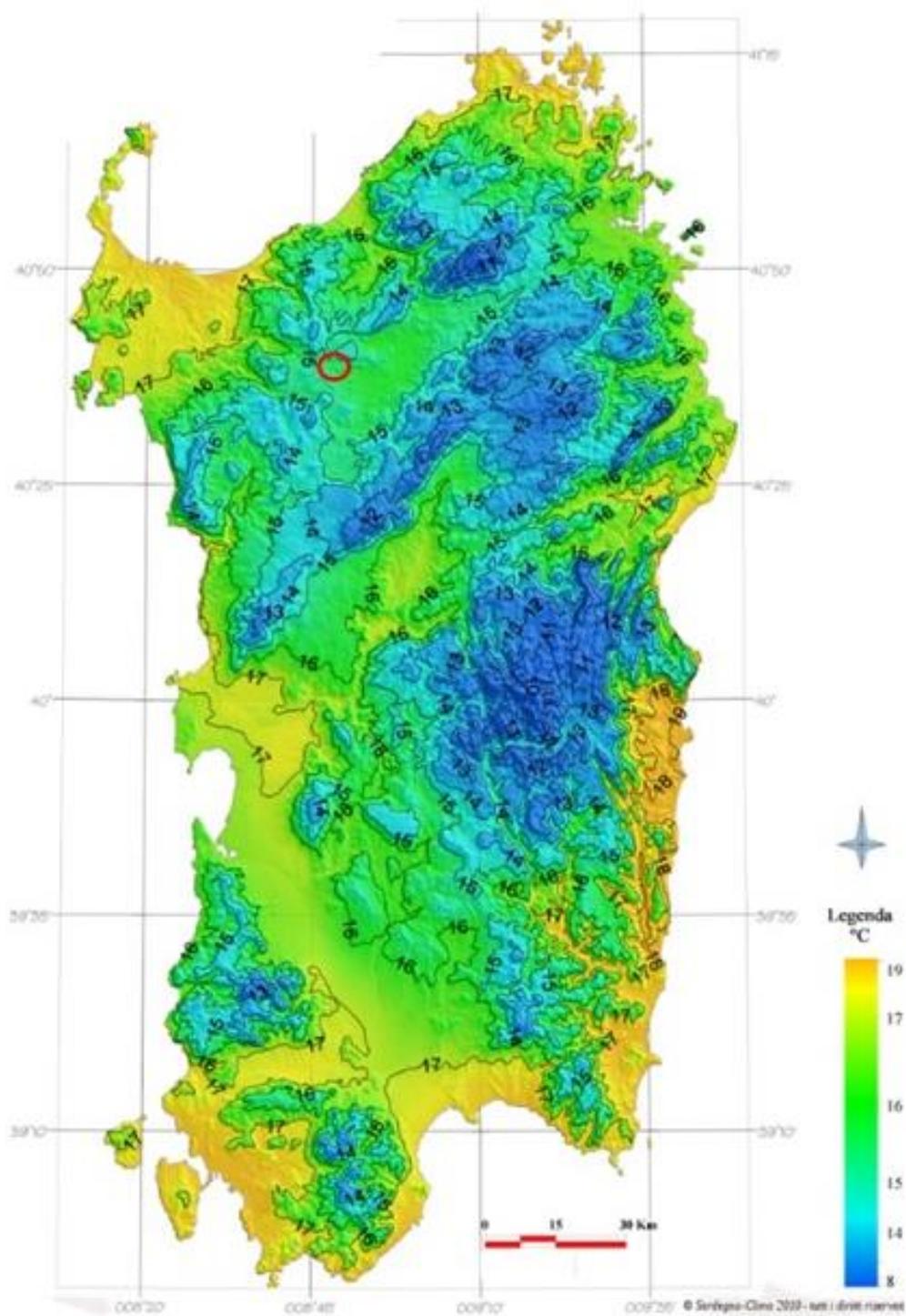


Figura 6: Carta delle temperature medie su base climatologica serie 1981-2000. Il cerchio in rosso evidenzia l'area di progetto nel Comune di Siligo (SS). (Fonte: Sardegna Clima Onlus)

4.2. Precipitazioni

Ai fini della caratterizzazione meteorologica della Sardegna, ci si è riferiti al più recente report "Analisi agrometeorologica e climatologica della Sardegna Analisi delle condizioni meteorologiche e conseguenze sul territorio regionale nel periodo ottobre 2020 - settembre 2021" (ARPAS, 2022) che descrive come tra ottobre 2020 e settembre 2021, si sono registrati valori cumulati di pioggia in linea o lievemente al di sopra della media climatica su gran parte della Sardegna Occidentale e Settentrionale. Nelle altre zone i cumulati sono stati generalmente al di sotto della media, con valori pari a 75% e sino a 50% del valore medio climatologico. Buona parte del territorio regionale ha ricevuto almeno 700 mm e in corrispondenza dei maggiori rilievi si sono superati i 1000 mm: 1278.0 mm, 1099.6 mm e 1004.0 mm totalizzati rispettivamente nelle stazioni di Badde Urbara, Orgosolo Monte Novo e Tempio.

Sui rilievi maggiori le precipitazioni sono state più frequenti, distribuite nell'intervallo da 80 a 100 giorni circa, mentre sul settore costiero orientale si sono avuti meno eventi piovosi, distribuiti su meno di 60 giorni. Nella stagione piovosa (ottobre-aprile) i cumulati sono stati in linea o poco al di sopra della media climatica, diffusamente sino a 25% in più e sino a 50% in più in alcune ristrette zone dell'Oristanese, Medio Campidano e Centro Sardegna. Nell'inverno 2020-2021 ci sono state deboli e isolate precipitazioni nevose principalmente a dicembre 2020 e gennaio 2021, anche a partire da quote collinari. Nel periodo maggio-settembre i cumulati sono stati diffusamente al di sotto della media climatica, con valori pari al 50% della media; l'Oristanese è stata la zona più secca del periodo, con meno di 20 mm di precipitazione complessiva, pari a un quarto del valore medio.

L'indice SPI (Indice di precipitazione standardizzata) trimestrale, rappresentativo delle condizioni di umidità dei suoli, mostra le classi da Moderatamente umido a Estremamente umido nel Nord dell'Isola e successivamente sulla parte occidentale fino al mese di febbraio; dal mese di marzo i valori sono progressivamente calati fino a raggiungere classi Molto siccitoso ed Estremamente siccitoso nel periodo estivo. L'indice SPI a 12 mesi, che riflette condizioni siccitose riferite ai bacini idrici di piccole-medie dimensioni, alle falde e alle portate fluviali, mostra per il settore orientale condizioni Vicino alla media in generale per tutti i mesi, mentre sulla parte Nord-occidentale si sono avute le classi da Moderatamente umido e Estremamente umido a partire dal mese di gennaio fino all'estate.

Per quanto riguarda le temperature, le medie annuali delle minime risultano in linea rispetto alla media climatologica di riferimento, mentre le massime mostrano un'anomalia positiva rispetto alla media climatica, fino a +1.5°C su alcune aree occidentali. Il mese più freddo è stato gennaio, la cui media mensile delle minime è compresa tra -2°C delle vette del Gennargentu e oltre 8°C diffusi nelle fasce costiere occidentale e meridionale. Il mese più caldo dell'annata è stato agosto, la cui media mensile delle temperature massime giornaliere mostra valori che vanno dai 27°C delle zone più elevate ai 35°C delle vallate maggiori. Da segnalare le intense

gelate verificatesi nella prima decade di aprile, con picchi compresi tra -6 e -8 °C, che hanno interessato gran parte dell'Isola comprese zone a bassa quota e costiere.

Le sommatorie termiche calcolate sui 12 mesi hanno mostrato incrementi significativi rispetto alla climatologia di riferimento, più marcati sulle zone montuose. Le condizioni meteorologiche dell'annata hanno avuto ripercussioni più o meno marcate nel ciclo colturale delle diverse specie di interesse agricolo, nelle attività zootecniche, nella diffusione di insetti e patogeni vegetali nonché nel ciclo vegetativo delle specie forestali, ornamentali e di interesse allergologico e apistico. In particolare si ricorda che le piogge abbondanti e intense di fine novembre che hanno colpito in gran parte i territori centro-orientali dell'Isola hanno provocato allagamenti e devastazione con ingenti danni alle infrastrutture, alle attività agricole e zootecniche, alla viabilità e causando la drammatica perdita di vite umane. Danni più o meno ingenti sono stati registrati sulle colture arboree ed erbacee per effetto delle gelate di inizio aprile.

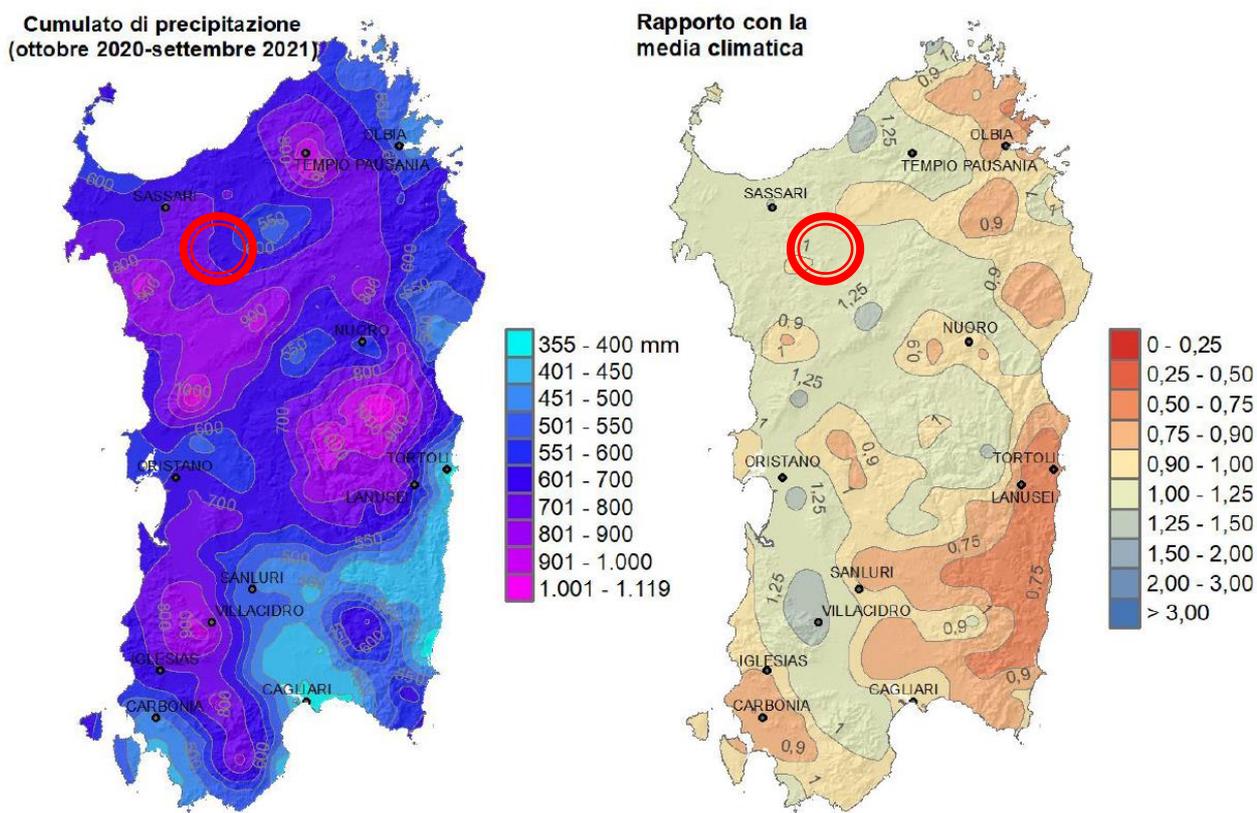


Figura 7: Cumulato di precipitazione in Sardegna da ottobre 2020 a settembre 2021 e rapporto tra il cumulato e la media climatologica (Fonte: ARPAS, 2022)

In particolare nella figura precedente si riportano i cumulati totali dell'annata 2020-2021. Buona parte del territorio regionale ha ricevuto almeno 700 mm di pioggia nel periodo analizzato. I cumulati maggiori superano i 1000 mm e si sono osservati nei pressi dei rilievi: 1278.0 mm a Badde Urbara (1033 m s.l.m., Montiferru), 1099.6 mm a Orgosolo Monte Novo (1215 m s.l.m.,

Gennargentu), 1004.0 mm a Tempio (459 m s.l.m., pressi Massiccio del Limbara). Ulteriori cumulati elevati, sebbene inferiori a 1000 mm, si sono osservati a quote più basse: 958.0 mm a Villanova Monteleone e 940.8 mm a Diga Rio Leni nei pressi del Monte Linas.

Alcune zone del Sud Sardegna hanno invece ricevuto meno precipitazione, con cumulati anche inferiori ai 400 mm, come il Cagliariitano, le coste sulcitane con annessa l'Isola di Sant'Antioco, il Sarrabus-Gerrei e le coste ogliastrine sino a Tortolì. Altri cumulati bassi, inferiori a 500 mm, si osservano anche nell'Olbiense e nelle Baronie nei pressi di Orosei.

I cumulati registrati durante l'annata agraria in questione sono in linea o lievemente al di sopra della media climatica in gran parte della Sardegna Occidentale e Settentrionale. Nelle zone che hanno ricevuto meno precipitazione (citate al paragrafo precedente) i cumulati sono generalmente al di sotto della media, con valori pari a 75% e sino a 50% del valore medio climatologico. Sui rilievi quali Monte Linas, Montiferru, Marghine e Gennargentu si sono osservati invece valori sino al 50% in più rispetto alla media.

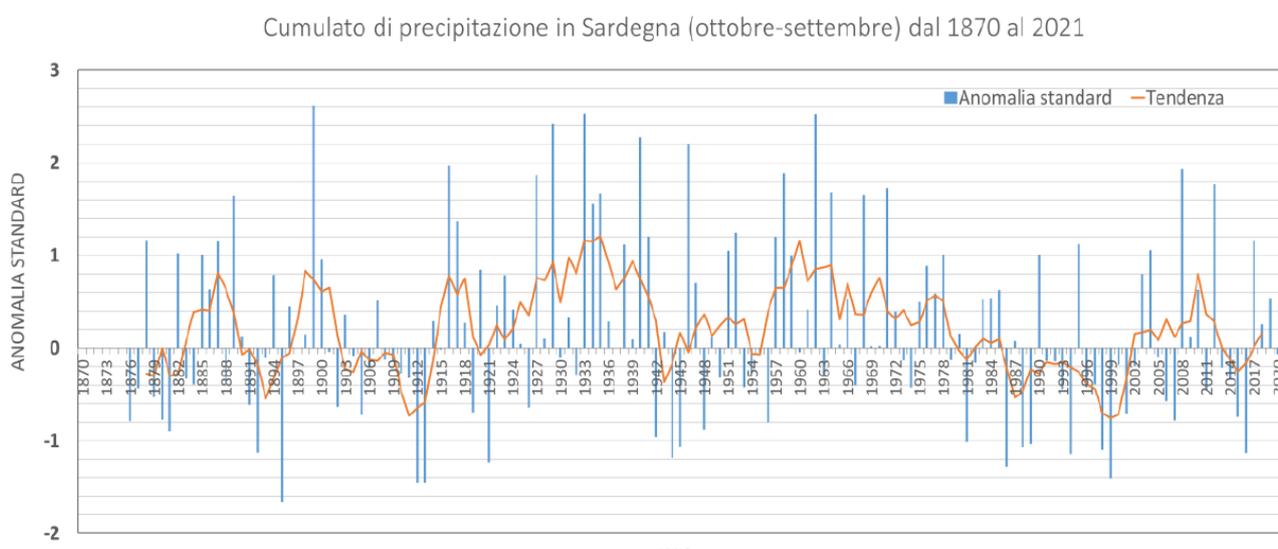


Figura 8: Andamento ultrasecolare del cumulo di precipitazione in Sardegna nel periodo ottobre-settembre (Fonte: ARPAS, 2022)

La figura successiva mostra l'accumulo progressivo delle precipitazioni da ottobre 2020 a settembre 2021 nella stazione più prossima all'area di progetto.

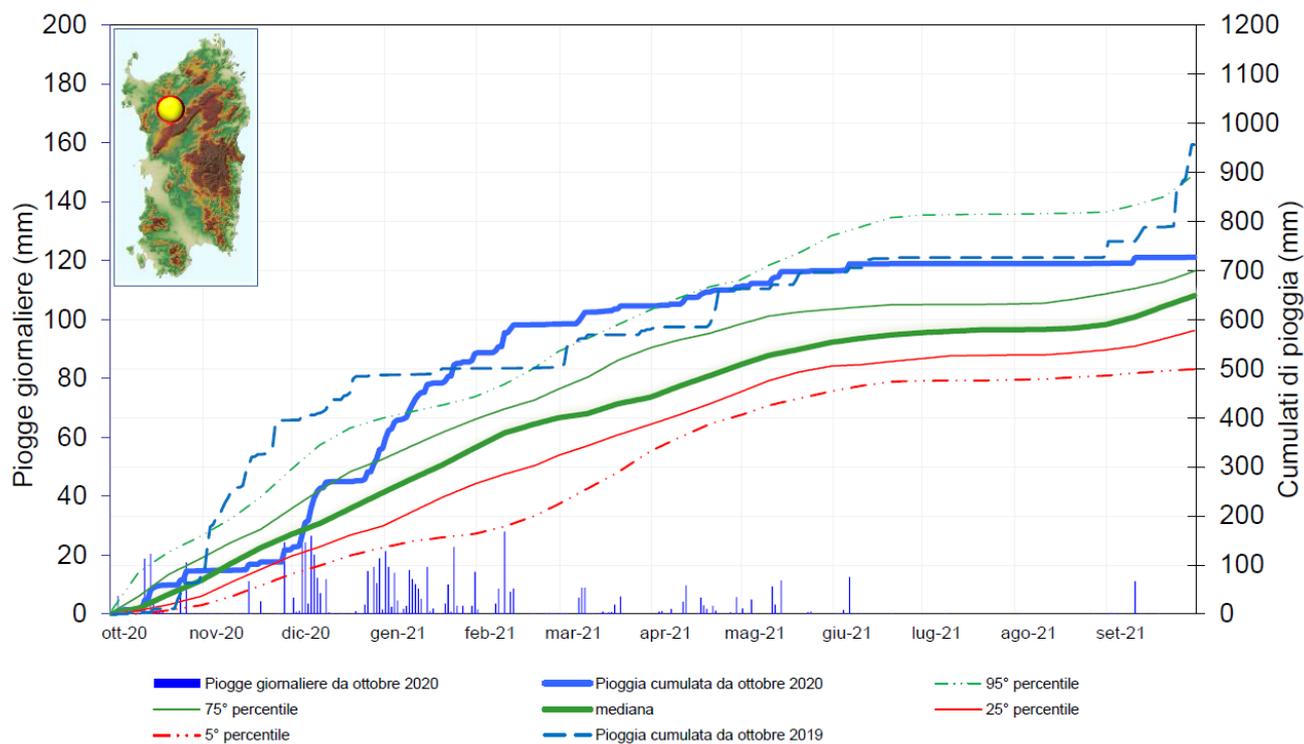


Figura 9: Precipitazioni giornaliere e cumulate nella stagione piovosa (Fonte: ARPAS, 2022)

4.3. Idrografia

L'idrografia nel territorio oggetto di studio è caratterizzata esclusivamente da corsi d'acqua secondari. Tale caratteristica è attribuibile alla presenza di uno spartiacque principale che con andamento approssimativo nord-sud (Monte Ruiu-Monte Santu), oltre a dividere il territorio in due zone, dà origine a diversi tracciati idrografici che all'interno dell'agro comunale non riescono a raggiungere una certa importanza. Il reticolo secondario è rappresentato da quell'insieme di torrenti, come il Riu Lasari, Riu Funtana, Riu Pesi, Riu Giuncos, Riu Ruzu, alimentati durante il corso dell'anno prevalentemente da sorgenti di piccola portata, che aumentano il loro deflusso esclusivamente in concomitanza con intense precipitazioni meteoriche. Caratteristica appare la zona confinata ad est dello spartiacque principale, sia per le incisioni idrografiche mai marcate a causa di un substrato particolarmente sabbioso, sia per la presenza di due bacini endoreici di cui uno bonificato (Bonifica di Paule – Sa Pischina). Bacini idrografici Il territorio comunale di Siligo è inserito tra il bacino idrografico B e D del Piano acque della Sardegna.

L'unità idrogeologica rappresenta un'associazione litologica accomunata da caratteristiche molto simili di genesi, ma soprattutto di grado e tipo di permeabilità. Nel territorio comunale di Siligo sono state individuate tre distinte unità qui di seguito riportate.

- **Unità 1:** Riunisce l'insieme dei detriti di versante, delle alluvioni. Sono caratterizzate da una litologia ciottoloso-sabbiosa sciolta talora debolmente cementata o legata da una matrice limoso-argillosa; solo nei bacini endoreici di Paule, di Ena Longa e a sud della Funtana Pubulos la componente limoso-argillosa diventa dominante. Riassume l'insieme

dei depositi di versante, delle alluvioni, delle "Sabbie di Florinas", delle sabbie relative ai "Calcari di Mores", delle sabbie della "Formazione di Oppia Nuova". La permeabilità superficiale oscilla da alta a media per porosità.

- **Unità 2:** È costituita dall'insieme degli affioramenti litici coerenti di natura sedimentaria, vulcanica e vulcanoclastica. Comprende i basalti, i "Calcari di Monte Santo", i "Calcari di Mores", le piroclastiti pomiceo cineritiche, le ignimbriti. La permeabilità è da considerarsi da impermeabile a scarsamente permeabile per fessurazione.
- **Unità 3:** Legata prevalentemente ad affioramenti di litologie sedimentarie coesive come le "Marne di Borutta" e la sequenza data dalle epiclastiti lacustri, marne e siltiti riscontrate nella bassa valle del Riu Funtana. Tali affioramenti sono da definirsi impermeabili e spesso costituiscono il letto su cui si accumulano le acque che si infiltrano sui depositi permeabili sovrastanti dando così origine a falde sotterranee medio-profonde.



4.3.1. Acque superficiali

Il Piano di Tutela delle Acque è uno strumento conoscitivo e programmatico che si pone come obiettivo l'utilizzo sostenibile della risorsa idrica. Finalità fondamentale del Piano di Tutela delle Acque è quella di costituire uno strumento conoscitivo, programmatico, dinamico attraverso azioni di monitoraggio, programmazione, individuazione di interventi, misure, vincoli, finalizzati alla tutela integrata degli aspetti quantitativi e qualitativi della risorsa idrica. Questo nell'idea fondativa secondo la quale solo con interventi integrati che agiscono anche sugli aspetti quantitativi, non limitandosi ai soli aspetti qualitativi, possa essere garantito un uso sostenibile della risorsa idrica, per il perseguimento dei seguenti obiettivi:

1. raggiungimento o mantenimento degli obiettivi di qualità fissati dal D.Lgs. 152/99 e suoi collegati per i diversi corpi idrici ed il raggiungimento dei livelli di quantità e di qualità delle risorse idriche compatibili con le differenti destinazioni d'uso;
2. recupero e salvaguardia delle risorse naturali e dell'ambiente per lo sviluppo delle attività produttive ed in particolare di quelle turistiche; tale obiettivo dovrà essere perseguito con strumenti adeguati particolarmente negli ambienti costieri in quanto rappresentativi di potenzialità economiche di fondamentale importanza per lo sviluppo regionale;
3. raggiungimento dell'equilibrio tra fabbisogni idrici e disponibilità, per garantire un uso sostenibile della risorsa idrica, anche con accrescimento delle disponibilità idriche attraverso la promozione di misure tese alla conservazione, al risparmio, al riutilizzo ed al riciclo delle risorse idriche.

Il Piano di Tutela delle Acque, oltre agli interventi volti a garantire il raggiungimento o il mantenimento degli obiettivi, le misure necessarie alla tutela qualitativa e quantitativa del sistema idrico, contiene: i risultati dell'attività conoscitiva; l'individuazione degli obiettivi ambientali e per specifica destinazione; l'elenco dei corpi idrici a specifica destinazione e delle aree richiedenti specifiche misure di prevenzione dall'inquinamento e di risanamento; le misure di tutela qualitative e quantitative tra loro integrate e coordinate per bacino idrografico; il programma di attuazione e verifica dell'efficacia degli interventi previsti.

Per quanto riguarda l'area di progetto constatato che l'intervento non interessa nessun corpo idrico, il PTA descrive uno stato ecologico e chimico "buono" del corpo idrico superficiale più vicino al sito.

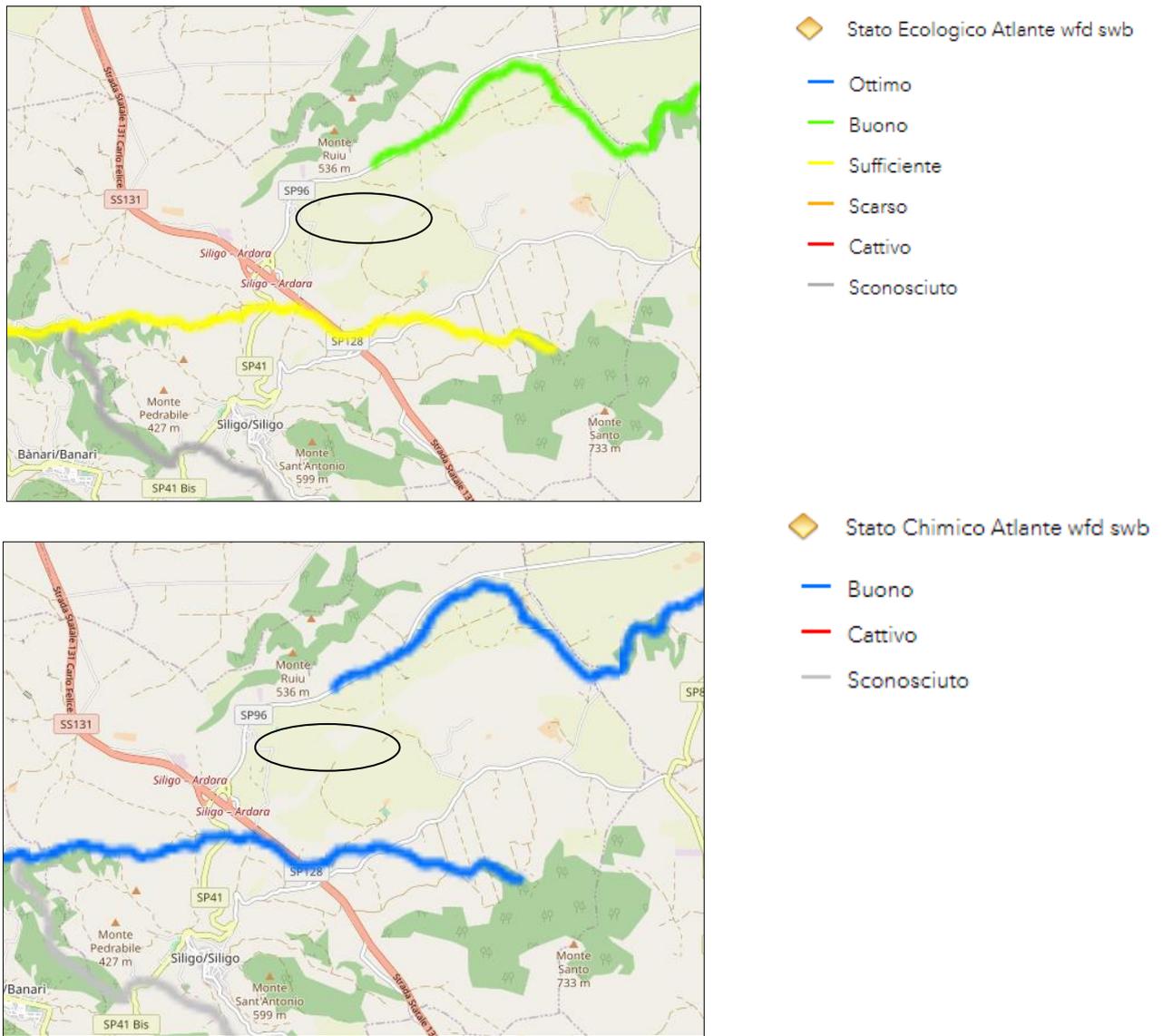


Figura 11: Stato ecologico e chimico del corpo idrico superficiale più vicino all'area di progetto (cerchio nero) secondo i dati della rete di monitoraggio (ARPAS, 2021)

5. CARATTERISTICHE GEOAMBIENTALI

Gli aspetti geologici della Sardegna, nella realizzazione di Carta della Natura, sono stati esaminati al fine di individuare ambiti territoriali omogenei, riconducibili ai diversi Complessi litologici presenti, ed al fine di definire i legami tra questi, i paesaggi e le principali coperture del suolo. Premettendo che in Sardegna è presente una grande varietà di rocce, metamorfiche, magmatiche e sedimentarie, per una sintesi delle conoscenze, è stato preso come riferimento lo schema proposto nella Carta Geologica della Sardegna in scala 1:200.000 (Carmignani L. et al., 2001). In questa carta sono distinti i Complessi litologici del Basamento ercinico da quelli delle Coperture post-erciniche ed infine i Depositi quaternari. Agli ambiti territoriali individuati su base prevalentemente litologica è stato dato il nome di "Settori Geoambientali"; ciascuno di essi racchiude un mosaico caratteristico di elementi geologici, fisiografici, di copertura e di uso del suolo. La loro perimetrazione è stata ricavata dai limiti dei Tipi e delle Unità di Paesaggio presenti nella Carta delle Unità Fisiografiche dei Paesaggi Italiani alla scala 1:250.000 (ISPRA, 2003). Questa carta sintetizza a scala nazionale gli elementi fisici del territorio distintivi dei paesaggi italiani: il dato litologico è stato associato ai principali lineamenti morfologici, alla copertura vegetazionale e all'uso del suolo prevalente.

I Settori Geoambientali riconducibili ai Complessi litologici del Basamento ercinico sono:

- Settore Geoambientale delle rocce metamorfiche;
- Settore Geoambientale delle rocce intrusive;

quelli riconducibili alle Coperture post-erciniche sono invece:

- Settore Geoambientale delle coperture sedimentarie carbonatiche;
- Settore Geoambientale delle coperture sedimentarie terrigene;
- Settore Geoambientale delle coperture vulcaniche.
- Infine ai processi morfogenetici più recenti si riferisce il:
 - Settore Geoambientale dei depositi quaternari.

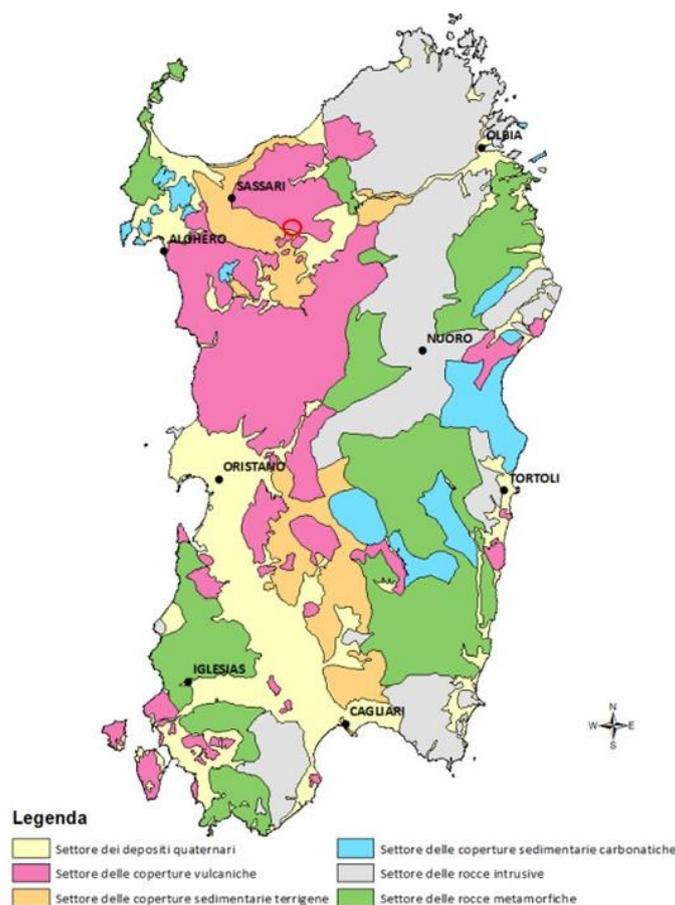


Figura 12: Carta dei Settori Geoambientali della Sardegna. Il cerchio in rosso evidenzia l'area di progetto nel Comune di Siligo (SS) (Fonte: isparambiente.gov_Cartanatura)

5.1. Il Settore Geoambientale delle rocce metamorfiche

Il Settore Geoambientale delle rocce metamorfiche rappresenta la porzione metamorfica del Basamento ercinico. In questo Settore sono presenti le rocce più antiche della Sardegna e dell'intera penisola italiana, di età compresa tra il Precambriano ed il Carbonifero inferiore. Si tratta di rocce che hanno subito metamorfismo e deformazioni sia legate alla storia pre-collisionale ercinica sia poi all'orogenesi ercinica. Sono metacalcari, metapeliti, metarenarie, metaconglomerati, metavulcaniti acide e basiche, ossia rocce derivanti da originarie rocce sedimentarie, magmatiche o già metamorfiche, a diversi gradi di metamorfismo dal basso sino all'alto grado. Ciò che le accomuna, oltre all'età compresa tra 600 e 300 milioni di anni, è il fatto di aver subito trasformazioni chimicofisiche per effetto di variazioni anche molto intense di temperatura e pressione e di essere state sottoposte a fasi deformative orogenetiche. Sotto l'azione nel tempo degli agenti erosivi, i rilievi collinari e montani costituiti da queste rocce hanno assunto forme diverse: generalmente con versanti a medio-bassa acclività e sommità arrotondate, più aspre e con versanti più acclivi in corrispondenza di affioramenti di rocce più litoidi. Questo Settore è ben rappresentato nella Sardegna occidentale (Nurra, Sulcis ed

Iglesiente) ed anche nella Sardegna occidentale (Baronie, Monti del Gennargentu, Ogliastra, Gerrei). La copertura del suolo è in prevalenza rappresentata da boschi, macchie silicicole, garighe, anche di valore ecologico molto elevato; secondariamente da aree a pascolo ed agricole. L'urbanizzazione è scarsa e rappresentata da centri abitati di piccole dimensioni. I distretti minerari del Sulcis e dell'Iglesiente ricadono in questo Settore.

5.2. Il Settore Geoambientale delle rocce intrusive

Il Settore Geoambientale delle rocce intrusive del basamento ercinico è costituito dal complesso delle plutoniti connesse al magmatismo di età compresa tra il Carbonifero superiore e il Permiano. Si tratta principalmente di graniti e granodioriti, secondariamente di tonaliti, sieniti, gabbri. Questo Settore interessa diffusamente la Sardegna settentrionale, ma è ben presente anche in quella centrale e meridionale; è il settore delle colline e montagne granitiche che da un punto di vista paesaggistico contraddistinguono buona parte del versante nord-orientale della Sardegna: l'intera Gallura e le Isole dell'Arcipelago della Maddalena, ma anche più a Sud buona parte del nuorese (Goceano, Barbagia di Bitti, Barbagia di Ollolai, Baronie), il Sarrabus (dal M. Sette Fratelli sino al Capo Carbonara) ed alcune località del Sulcis sul versante occidentale. I paesaggi di queste aree sono i più tipici e conosciuti della Sardegna: quelli della Costa Smeralda, con rilievi a morfologie levigate e forme caratteristiche dovute alla persistente azione eolica, tratti di costa rocciosa intercalati a piccole calette. Le porzioni montuose di questo Settore sono invece caratterizzate da più elevata energia di rilievo, con morfologie più aspre, valli torrentizie e fluviali anche profondamente incise, versanti acclivi e superfici sommitali che possono presentare creste e forme aspre ma anche localmente arrotondate a seconda dell'efficacia dell'agente morfogenetico principale che in questo caso è quello eolico. Questo Settore Geoambientale racchiude aree di grandissimo pregio naturale a copertura boschiva, soprattutto sugherete e leccete, nelle porzioni più interne, ed arbustiva con specie tipiche della macchia mediterranea ed anche endemiche della Sardegna specialmente nelle porzioni costiere. L'urbanizzazione è scarsa con centri urbani di modeste dimensioni ad eccezione della città di Nuoro e pochi altri centri più importanti come Tempio Pausania o Lanusei.

5.3. Il Settore Geoambientale delle coperture sedimentarie carbonatiche

Il Settore Geoambientale delle coperture sedimentarie carbonatiche è quello corrispondente agli affioramenti di dolomie, calcari e calcari marnosi, depositi dal Triassico superiore al Cretacico superiore sul basamento ercinico, connessi all'evoluzione mesozoica del margine sud-europeo, precedente alle fasi orogenetiche alpine. Questo Settore è presente sia nella Sardegna nord-occidentale (Nurra), sia orientale (Supramonte, M.Albo, M.Tuttavista, Golfo di Orosei,

Ogliastra); ha una forte connotazione paesaggistica ed ambientale sia negli affioramenti costieri, sia in quelli dell'entroterra. Sono infatti di natura carbonatica le imponenti falesie del Golgo di Orosei sulla costa orientale e quelle a Nord di Alghero (Capo Caccia) sulla costa occidentale. Si tratta di ambienti ad altissima valenza naturale per gli habitat che vi si impostano e per le specie di fauna e flora che in essi vivono. Le alte pareti di roccia, localmente modellate dall'erosione con pinnacoli e torrioni, le piccole cale e le grotte carsiche che si possono visitare, costituiscono la meta per un numero molto elevato di turisti nella stagione estiva. Nelle zone non costiere, i depositi di natura carbonatica costituiscono dorsali montuose (Supramonte, M.Albo) o bancate tabulari alla sommità di rilievi di diversa natura litologica. In entrambe i casi è molto evidente il contrasto paesaggistico tra essi e gli ambienti circostanti. Nel primo caso dominano il paesaggio versanti acclivi ed incisioni vallive molto profonde (gole o "codule" come vengono chiamate localmente); nel secondo caso invece sono caratteristiche le bancate calcaree ("tacchi" d'Ogliastra) discordanti sulle sottostanti rocce metamorfiche del basamento paleozoico; questi hanno dimensioni molto variabili, da diversi chilometri quadrati sino a piccoli lembi residui, con superfici sommitali pianeggianti delimitate scarpate nette verticali. La copertura del suolo è data principalmente da boschi, per lo più leccete e da macchie calcicole ricche di specie arbustive mediterranee ed anche endemiche della Sardegna. L'urbanizzazione è pressochè assente.

5.4. Il Settore Geoambientale delle coperture sedimentarie terrigene

Si riferisce agli affioramenti dei depositi marini e continentali terziari. Dal punto di vista litologico si tratta prevalentemente di depositi clastici, solo marginalmente calcarei, legati a fasi di ingressioni e regressioni marine, a fasi di transizione e continentali, che interessarono la Sardegna dal Paleocene al Pliocene, dal periodo delle deformazioni del margine Sud-europeo, alla fase della collisione pirenaica sino all'apertura del Bacino balearico e del mar Tirreno. Queste formazioni sono rappresentate per lo più da arenarie, marne, conglomerati, calcareniti, sabbie, siltiti, argilliti, con abbondante contenuto in fossili marini e terrestri. Complessivamente questi depositi occupano una vasta superficie della Sardegna: affiorano lungo il margine orientale della Pianura del Campidano da Cagliari verso Nord, mentre nella porzione settentrionale della Sardegna sono visibili dalla zona interna del Logudoro verso Sassari e fino alla costa da Castelsardo a Porto Torres. L'assetto fisiografico generale che caratterizza questi depositi è quello di blandi rilievi collinari e di superfici semipianeggianti dalle forme solo localmente più accentuate in corrispondenza di affioramenti più litoidi (calcari, calcareniti, marne ecc...); sono aree a prevalente vocazione agricola; tuttavia oggi molte aree agricole sono state abbandonate e sostituite con aree a pascolo oppure lasciate a prato in evoluzione con vegetazione arbustiva. L'urbanizzazione è generalmente scarsa ad eccezione dell'area della città di Sassari, rappresentata da centri abitati sparsi di dimensioni medio-piccole.

5.5. Il Settore Geoambientale delle coperture vulcaniche

Nel Settore Geoambientale delle coperture vulcaniche sono state accorpate sia le rocce del Complesso vulcanico collocato tra il Carbonifero e il Permiano, attribuito ad una fase post-collisionale tardoercinica, visibile in affioramenti poco estesi di rioliti e riodaciti in colate laviche o espandimenti ignimbrici e porfidi in ammassi subvulcanici o in giacitura filoniana (Carmignani L. et al., 2001), sia le vulcaniti legate alle fasi di rifting terziarie oligo-mioceniche e plioceniche. Le prime occupano superfici molto ridotte in località ben circoscritte: le aree più significative sono quelle di alcune strutture montuose dell'Ogliastra (M.Ferru di Tertenia, Perdasdefogu, dintorni di Villagrande Strisali e di Baunei), della Barbagia (M.Perdedu), della Sardegna Sud-occidentale (Punta di Cala Piombo) e della Sardegna settentrionale (M.Littigheddu, M.Ruiu). Ben più estesi e distribuiti sono gli affioramenti dei prodotti vulcanici associati alle due fasi di rifting oligo-miocenica e pliocenica. Quelli della prima fase sono prevalentemente costituiti da rioliti, andesiti, in genere a chimismo calcalkalino, in colate laviche ed espandimenti ignimbrici affioranti da Nord a Sud della porzione occidentale della Sardegna (Anglona, Logudoro, Planargia, Sulcis, Isole di San Pietro e S. Antioco). I prodotti vulcanici della fase distensiva pliocenica sono invece costituiti per lo più da lave basaltiche che hanno dato luogo ad estesi plateaux (Campeda, Abbasanta, Marmilla, Planu Mannu, Giara di Gesturi, aree prossime a Dorgali ed Orosei) e solo localmente ad edifici vulcanici montuosi (M.Arci e Montiferro). Ciò che caratterizza maggiormente questo Settore della Sardegna da un punto di vista fisiografico e paesaggistico sono proprio i tavolati lavici con estese superfici pianeggianti spesso con bordi netti e definiti da scarpate verticali o sub-verticali. Queste sono le aree tipiche dei pascoli arborati della Sardegna (dehesa), ma significativa è anche la copertura di boschi e macchia mediterranea. L'urbanizzazione è rappresentata da centri abitati sparsi di medio-piccole dimensioni.

5.6. Il Settore Geoambientale dei depositi quaternari

Il Settore Geoambientale dei depositi quaternari è costituito dai sedimenti alluvionali, colluviali ed eolici del Pleistocene e Olocene. Si tratta di ghiaie, sabbie, limi, argille, conglomerati, arenarie e travertini. E' ben rappresentato oltre che nella Pianura del Campidano, lungo le principali aste fluviali, nelle coste e nelle piane retrostanti. Queste aree sono molto importanti sia dal punto di vista naturalistico sia per le risorse economiche della Sardegna nel settore turistico ed in quello agricolo. Da un lato infatti i depositi quaternari costituiscono il substrato per habitat costieri di alto pregio naturale come quelli delle spiagge, delle dune, delle grandi lagune e degli stagni costieri, così come quelli delle fasce fluviali e ripariali, dall'altro costituiscono fertili pianure con risorse idriche sufficienti a garantire estese produzioni agricole ed ortofrutticole. Questo Settore è il più urbanizzato della Sardegna: in esso sorgono le principali città dell'Isola, con le relative aree industriali e/o portuali, ma anche la maggior parte dei centri e delle infrastrutture turistiche.

6. CARATTERISTICHE TOPOGRAFICHE E GEOMORFOLOGICHE DELL'AREA OGGETTO DI INTERVENTO

Il territorio interessato dal presente studio è topograficamente individuabile nella Tavoleta IGM al 25.000 I° Nord-Ovest Ploaghe, del Foglio n° 193 Bonovra al 100.000, e nelle Carte Tecniche Regionali elementi 480010, 480020, 460130, 460140 alla scala 1 : 10.000. In particolare l'area interessata dai pannelli fotovoltaici rientra nelle CTR 460130, 460140 posta a Nord del Comune di Siligo. Territorialmente l'area deputata è delimitata a Nord dal Monte Sa Pescia, ad est dalla Contrada Pianu De Su Crastu Covacadu, a Sud da Monte Mannu ed infine ad Ovest dalla Punta Sos Lacchedos. Nell'area deputata ad ospitare l'impianto agrivoltaico si ha la presenza di una dorsale spartiacque che delimita idrograficamente due bacini. La zona ad Est appartiene al bacino imbrifero del Rio De Sadda, la zona ad Ovest al bacino imbrifero del Rio Giuncos. L'assetto geomorfologico di un territorio è determinato dall'interazione tra le caratteristiche geologico-strutturali dei terreni presenti in affioramento e gli agenti morfogenetici predominanti in quella particolare area. Partendo dalla tettonica, che deforma i corpi litologici di un'area dando luogo a forme cosiddette "strutturali", la risposta dei terreni varia a seconda che siano presenti in affioramento rocce coerenti, pseudocoerenti o incoerenti, infatti, queste grandi categorie di terreni hanno una risposta profondamente diversa all'azione degli agenti esogeni.

Le litologie di tipo pseudocoerente si conformano secondo rilievi dall'andamento spesso mammellonare, regolari, interrotti localmente da forme geomorfologiche legate ad attività erosiva intensa; mentre le litologie coerenti e/o cementate danno luogo a forme più acclivi e dall'andamento più accidentato ed irregolari. Questa marcata differenziazione di origine "strutturale" viene ulteriormente accentuata dalla cosiddetta "erosione selettiva", ossia dalla differente risposta dei terreni agli agenti morfogenetici che, nel sistema morfoclimatico attuale, sono dati essenzialmente dalle acque di precipitazione meteorica. Le litologie coerenti vengono erose in misura più ridotta e tendono quindi a risaltare nei confronti delle circostanti litologie pseudocoerenti.

La morfologia derivata in quest'ambito è di media collina e l'area deputata all'impianto presenta un'esposizione per la maggior parte verso Est. Altimetricamente l'area è posta a quote minime di mt 303.00, massime di mt.349.80 s.l.m. Essa è solcata da un rilievo che fa da spartiacque; verso Est caratterizza la morfologia da una serie di superfici, più o meno estese, che localmente presentano un aspetto tabulare con pendenza massima del 2.68%. Mentre verso Ovest si hanno superfici con pendenze massime del 9.11%. In tali aree l'evoluzione dei caratteri morfologici è stata naturalmente condizionata dalla natura del substrato geologico presente. Per quanto riguarda il progetto PAI dalla verifica effettuata in loco risulta che un piccolo lembo di terra (Sa Funtana e Sungia) presenta una pericolosità geomorfologica media HG2 ed un'area a rischio medio RG2. Tuttavia questo piccolo lembo interno all'area prescelta non è interessato

dall'impianto agrivoltaico. La restante zona che dovrà ospitare l'impianto agrivoltaico non risulta interessata da pericolosità e rischio geomorfologico e da pericolosità e rischio idrogeologico. Dalla lettura delle carte PAI si evince che l'area non risulta interessata da pericolosità e rischio geomorfologico e da pericolosità e rischio idrogeologico in quanto l'area presenta una bassissima pendenza che non permette l'instaurarsi di fenomeni franosi. Pertanto nelle aree allo studio ed in quelle vicinorie non si riscontrano fenomeni franosi in atto o potenziali, fenomeni quiescenti, fenomeni franosi stabilizzati zone di erosione o di ruscellamento accelerato.

Il terreno interessato dall'impianto agrivoltaico e dalla linea di connessione per la bassa acclività si presenta stabile e privo di fenomenologie eversive. Tutto ciò è visibile, nella carta geomorfologica e nelle carte del rischio e pericolosità geomorfologica redatta dall'autorità di bacino ed allegata al Piano di Assetto Idrogeologico.

6.1. Geologia dell'Area oggetto di intervento

La geologia del territorio interessato dall'intervento ospita nove formazioni geologiche sedimentarie per lo più appartenenti al bacino del Logudoro. Detto bacino è un semi-graben orientato NNW-SSE. La strutturazione del bacino stesso, avviene tramite una serie di faglie dirette che ne identificano il margine occidentale, mentre quello orientale è caratterizzato dalla trasgressione miocenica su un substrato costituito prevalentemente dalle vulcaniti Aquitaniane-Burdigaliane e da sedimenti mesozoici. I sedimenti miocenici, procedendo da E verso W, mostrano un'evoluzione di ambienti prossimali e distali. La sequenza più antica ha un'età che va dal Burdigaliano superiore al Langhiano. Essa poggia con rapporti di onlap sulle sottostanti vulcaniti Oligo-Aaquitaniane ed è interrotta superiormente da una superficie erosiva. E' caratterizzata da una successione sedimentaria costituita alla base da sedimenti clastici grossolani tipici di ambiente fulvio-deltizio che passano a calcari litorali e sabbie seguiti da siltiti e marne arenacee tipiche di ambiente marino profondo. Su questi ultimi giace la seconda sequenza deposizionale che arriva fino al Tortoniano – Messiniano, costituita da sabbie fluvio-marine alla base, cui seguono calcari di piattaforma interna ricchi in alghe ed episodi termali. Movimenti tettonici responsabili di sollevamenti differenziali di settori di piattaforma sono evidenziati sia da strutture deposizionali sintettoniche che dall'erosione di parte della prima sequenza.

In particolare procedendo dall'alto verso il basso si hanno le seguenti formazioni:

Coltri eluvio –colluviali, sedimenti legati a graniti. Trattasi di detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti arricchiti in frazione organica. Detta formazione è presente nella parte centrale del foglio rilevato ed interessa parte dell'area che ospiterà il campo agrivoltaico. L'età dalla letteratura è ascrivibile all'Olocene.

Seguono i sedimenti alluvionali formati da **depositi alluvionali** costituiti da sabbie e ghiaie presenti nel foglio allo studio nella zona a Sud-Ovest nell'alveo del Rio Funtana Ide. L'età è ascrivibile all'Olocene.

La terza formazione continentale è rappresentata dai **depositi di frana**. Si tratta nella quasi totalità di accumuli di blocchi derivanti dall'arretramento di cornici rocciose, per frane di crollo e/o di ribaltamento. I blocchi hanno dimensioni variabili da pochi decimetri cubi ad alcune decina di metri cubi e sono sovente parzialmente immersi in una matrice fine pedogenizzata che include detriti angolosi di varia granulometria.

È presente a Nord dell'area nei pressi del Monte Ruia e del Monte Sa Percia.

La quarta formazione presente è la **Subunità di San Matteo** Basalti dei Plateau. (Basalti del Logudoro), Trachibasalti olocristallini, porfirici per fenocristalli di Pi, Ol, con noduli gabbrici e peridotitici, e xenoliti quarzose: in estese colate. Occupa aree poste a Sud dell'area ed in parte rientra nei terreni interessati dal campo agrivoltaico. L'età dalla letteratura è ascrivibile al Pleistocene Medio.

La quinta formazione è rappresentata dalla **Subunità di Monte Ruiu** Basalti dei Plateau. (Basalti del Logudoro), Basalti alcalini, porfirici per fenocristalli di Pi, Ol, e frequenti zenocristalli di Opx rari xenoliti quarzosi a struttura granoblastica, frequenti noduli gabbrici e peridotiti. Occupa aree poste a Nord del campo agrivoltaico e l'età dalla letteratura è ascrivibile al Pleistocene Medio.

La sesta formazione è rappresentata dalla **Formazione di Florinas** della Successione sedimentaria Oligo-Miocenica del Logudoro Sassarese, costituita da due litofacies sabbie e biocalcareni. È presente a Nord dell'area in parola ed occupa parte dei terreni destinati al campo agrivoltaico. L'età dalla letteratura è ascrivibile al Serravalliano - Miocene.

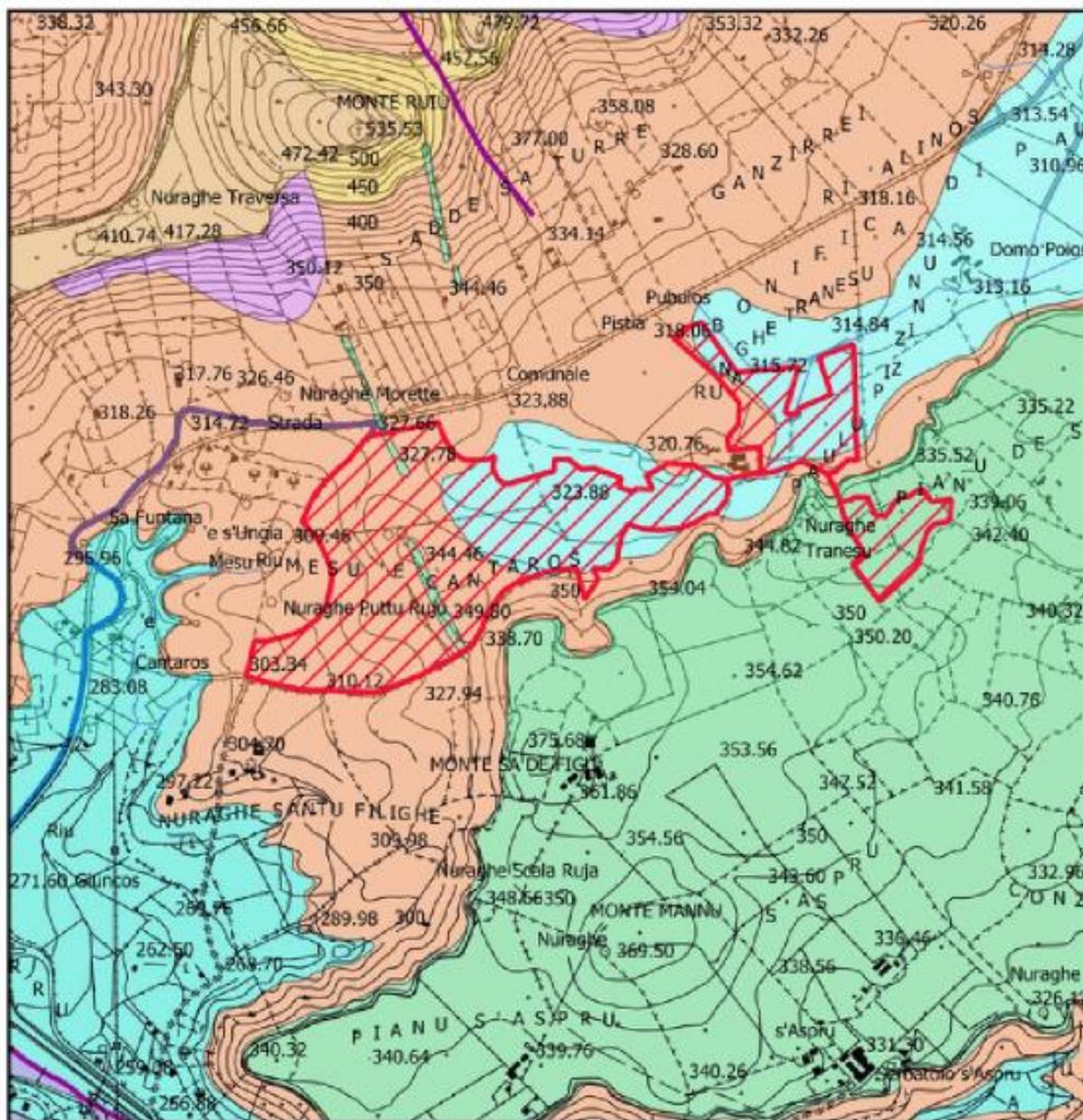
La settima formazione denominata di **Oppia Nuova** è della successione sedimentaria Oligo-Miocenica del Logudoro-Sassarese. Sabbie quarzose-feldspatiche e conglomerati eterometrici, ad elementi di basamento paleozoico, vulcaniti oligomioceniche e calcari mesozoici, Ambiente di sedimentazione da conoide alluvionale a fluvio-deltizio. Affiora a Sud-Ovest del foglio rilevato. L'età dalla letteratura è ascrivibile al Burdigliano Miocene Medio-Superiore.

L'ottava formazione è denominata **formazione del Borutta**. Fa parte della successione sedimentaria Oligo-Miocenica del Logudoro-Sassarese. Costituita da Marne, marne arenacee bioturbate e calcari marnosi, localmente in alternanza ritmiche. Occupa aree a Sud-Ovest e a Nord-Ovest dell'area allo studio. L'età dalla letteratura è ascrivibile al Langhiano - Miocene.

L'ultima formazione è rappresentata dalla **formazione di Mores** della Successione sedimentaria Oligo-Miocenica del Logudoro Sassarese. Questa formazione è rappresentata da due Litofacies. La prima costituita da arenarie e conglomerati a cemento carbonatico, fossiliferi e bioturbati. Intercalazioni di depositi sabbioso-arenacei quarzoso feldspatici a grana medio

grossa, localmente ricchi di ossidi di ferro. La seconda costituita da calcareniti calcari bioclastici fossiliferi. Calcari nodulari a componente terrigena, variabile con fauna a gasteropodi, ostreidi ed echinidi. Questa formazione occupa aree poste ad Est e a Sud del territorio che ospiterà l'impianto agrivoltaico. L'età dalla letteratura è ascrivibile al Burdigaliano Miocene. Per quanto riguarda la presenza di elementi lineari (Fratture) nell'area in esame che dovrà ospitare l'impianto agrivoltaico, non si riscontrano.

Inoltre è da mettere in evidenza come la diversa composizione litologica dei litotipi presenti sul territorio, si riflette spesso sulle forme morfologiche derivanti dalla evoluzione geomorfologica dei versanti. Queste considerazioni emergono dalla visione geologica generale estesa in tutto il territorio posto nel foglio 193 Bonovra. Si è ritenuto opportuno estendere la visione geologica come descritto in quanto tutto ciò permette di avere una visione completa e globale della morfologia e della geologia del territorio su cui si andrà ad intervenire.



CARTA GEOLOGICA

Legenda

Area Siligo

Connessione Siligo - Percorso

04_ELEMENTO_IDRICO_Strahler

GEOLOGIA

Coltri eluvio-colluviali

Depositi alluvionali

Depositi di frana

Sub unità di San Matteo

Sub unità di Monte Ruiu

Formazione di Florinas sabbie

Formazione di Florinas biocalcareniti

Formazione di Oppianuova

Formazione del Borutta

Litofacies nella formazione di Mores -arenarie

Litofacies nella formazione di Mores calcareniti

geologiaLineari

Scala 1 : 12.000

Figura 13: Carta geologica con riferimento l'area di progetto nel Comune di Siligo (SS) - Scala 1 : 12.000 (Tav. Relazione Geologica)

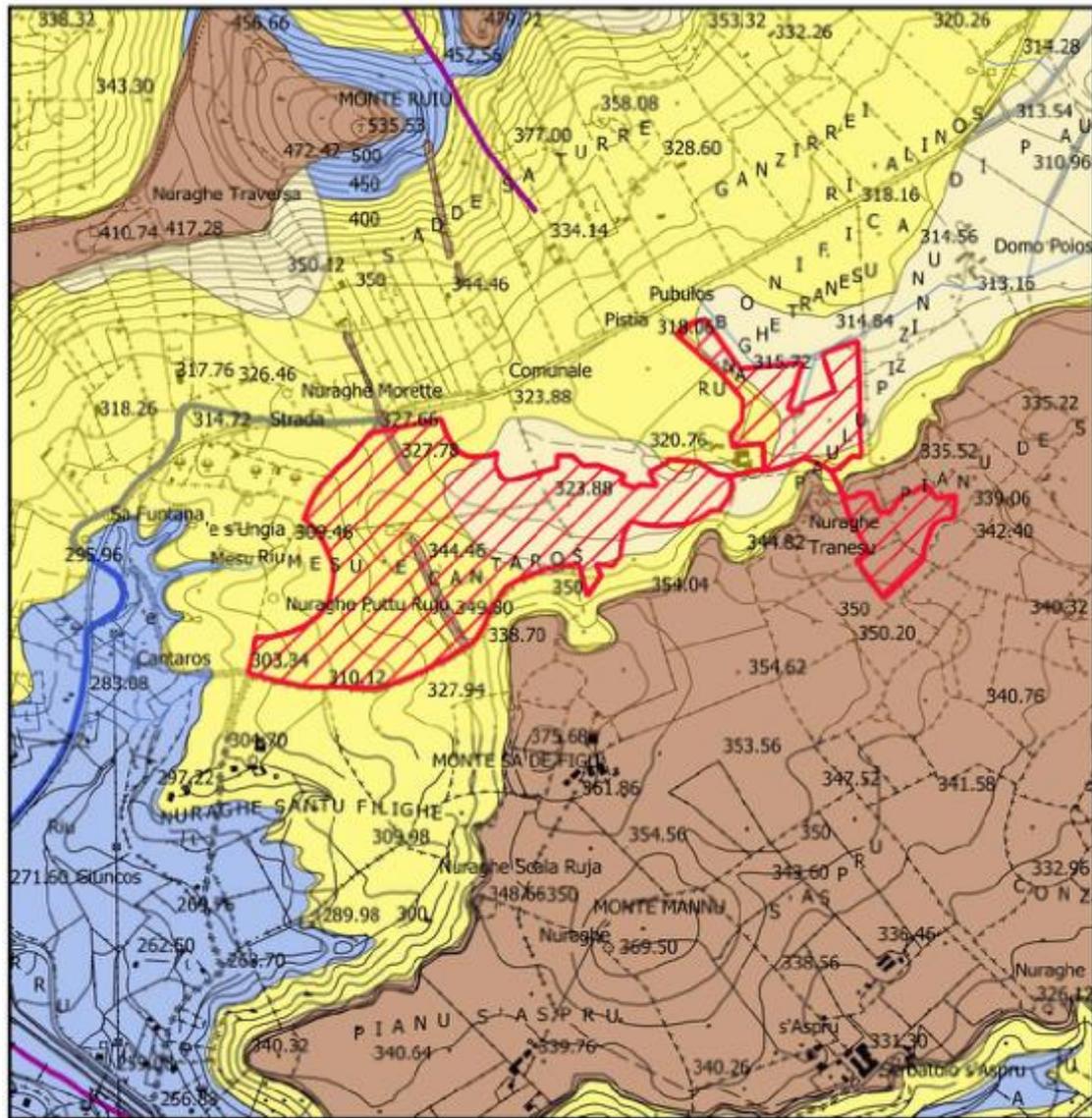
6.2. Litologia dell'Area oggetto di intervento

Premesso che la Regione Sardegna ha suddiviso le rocce in tre grandi classi:

- A_roccie magmatiche;
- B_roccie metamorfiche;
- C_roccie sedimentarie;

All'interno delle grandi classi sono state distinte otto sottoclassi e sono state distinte famiglie di rocce raggruppate per affinità. Nel Territorio allo studio si ha la presenza di sette sottoclassi.

- Sottoclasse A2.1 costituita da rioliti e riodaciti.
- Sottoclasse A2.3 costituita da basalti alcalini, trachibasalti hawaii, mugeariti, fonoliti e tefriti.
- Sottoclasse C1.2 costituita da depositi terrigeni continentali di conoide e piana alluvionale (ghiaie, sabbie, limi, argille, conglomerati, arenarie, siltiti, peliti).
- Sottoclasse C1.3 costituita da depositi terrigeni continentali legati a gravità (detriti di versante, frane, coltri eluvio-colluviali "debris avalanches" brecce).
- Sottoclasse C1.5 costituita da depositi terrigeni litorali (ghiaie, sabbie, arenarie, conglomerati).
- Sottoclasse C1.8 costituita da depositi terrigeni fulvio-deltizi (sabbie, micro conglomerati, arenarie carbonatiche, siltiti argillose).
- Sottoclasse C2.2 costituita da depositi carbonatici marini (marne, calcari, calcari dolomitici, calcari oolitici, calcari bioclastici, calcareniti).
- L'area destinata al campo agrivoltaico ospita le sottoclassi A2.3, C1.3, C1.8, C2.2.



CARTA LITOLOGICA

Legenda

 Area Siligo

 Connessione Siligo - Percorso

carta_litologica2019

 A2.1

 A2.3

 C1.2

 C1.3

 C1.5

 C1.8

 C2.2

Scala 1: 12.000

Figura 14: Carta litologica con riferimento l'area di progetto nel Comune di Siligo (SS) - Scala 1: 12.000 (Tav. Relazione Geologica)

7. ANALISI DEL PAESAGGIO AGRARIO DELL'AREA DI PROGETTO

La Sardegna presenta un paesaggio rurale in prevalenza di tipo zootecnico estensivo con limitate aree destinate alla produzione orto-frutticola soprattutto nelle aree di pianura. Storicamente la frutticoltura è stata legata ad aree ben delimitate ove le condizioni pedoclimatiche o la vicinanza ai centri urbani hanno favorito la nascita di sistemi sostenibili ed economicamente validi. Gran parte del paesaggio rurale è quindi caratterizzato da vaste aree di prati permanenti e pascoli (56% SAU), seminativi (38% SAU) e solo una minima parte (7% SAU) è dedicata alle colture arboree. Tra le arboree da frutto, solamente l'olivo, la vite e gli agrumi assumono un carattere predominante in alcuni territori storicamente vocati. Altre specie frutticole si ritrovano nei coltivi periurbani e spesso in aree semi-naturali in cui è praticata un'agricoltura estensiva o dove è presente la macchia mediterranea che, insieme ai muretti a secco o siepi di fico d'india, delimita tancati e proprietà. Questi agro-ecosistemi costituiscono un paesaggio rurale ad elevato valore naturalistico (High Nature Value HNV-farmland) che andrebbe salvaguardato dal rischio di abbandono causato dalla scarsa convenienza economica nella sua coltivazione a cui segue uno spopolamento, fenomeno particolarmente evidente nelle aree del centro Sardegna. Tali paesaggi agricoli sono caratterizzati dalla presenza di numerose cultivar di piante da frutto e da forti concentrazioni di specie di particolare interesse ecologico. In altre zone dell'isola sono presenti pascoli alberati con querce da sughero o perastri, spesso innestati con varietà endemiche di pero o melo. Inoltre, il comparto agricolo regionale è per lo più caratterizzato da un'elevata presenza di piccole aziende (circa il 54,3% della SAU), soggette sempre più al rischio di abbandono in quanto la loro dimensione non è più in grado di garantire, come in passato, la sopravvivenza del nucleo familiare. L'elevata polverizzazione delle aziende agricole, pur risultando limitante per lo sviluppo di attività monofunzionali di tipo intensivo, ha il vantaggio di delineare paesaggi agrari che possono assumere una particolare valenza paesaggistica ed ecologica laddove alle funzioni produttive si aggiungono quelle di tutela idrogeologica, conservazione di nicchie di biodiversità e trasmissione delle tradizioni rurali.

7.1. IL SUOLO

7.1.1. Uso del suolo

La Sardegna presenta un paesaggio rurale in prevalenza di tipo zootecnico estensivo con limitate aree destinate alla produzione orto-frutticola soprattutto nelle aree di pianura. Storicamente la frutticoltura è stata legata ad aree ben delimitate ove le condizioni pedoclimatiche o la vicinanza ai centri urbani hanno favorito la nascita di sistemi sostenibili ed economicamente validi. Gran parte del paesaggio rurale è quindi caratterizzato da vaste aree di prati permanenti e pascoli (56% SAU), seminativi (38% SAU) e solo una minima parte (7% SAU) è dedicata alle colture arboree. Tra le arboree da frutto, solamente l'olivo, la vite e gli agrumi assumono un carattere predominante in alcuni territori storicamente vocati. Altre specie

frutticole si ritrovano nei coltivi periurbani e spesso in aree semi-naturali in cui è praticata un'agricoltura estensiva o dove è presente la macchia mediterranea che, insieme ai muretti a secco o siepi di fico d'india, delimita tancati e proprietà. Questi agro-ecosistemi costituiscono un paesaggio rurale ad elevato valore naturalistico (High Nature Value HNV-farmland) che andrebbe salvaguardato dal rischio di abbandono causato dalla scarsa convenienza economica nella sua coltivazione a cui segue uno spopolamento, fenomeno particolarmente evidente nelle aree del centro Sardegna. Tali paesaggi agricoli sono caratterizzati dalla presenza di numerose cultivar di piante da frutto e da forti concentrazioni di specie di particolare interesse ecologico. In altre zone dell'isola sono presenti pascoli alberati con querce da sughero o perastri, spesso innestati con varietà endemiche di pero o melo. Inoltre, il comparto agricolo regionale è per lo più caratterizzato da un'elevata presenza di piccole aziende (circa il 54,3% della SAU), soggette sempre più al rischio di abbandono in quanto la loro dimensione non è più in grado di garantire, come in passato, la sopravvivenza del nucleo familiare. L'elevata polverizzazione delle aziende agricole, pur risultando limitante per lo sviluppo di attività monofunzionali di tipo intensivo, ha il vantaggio di delineare paesaggi agrari che possono assumere una particolare valenza paesaggistica ed ecologica laddove alle funzioni produttive si aggiungono quelle di tutela idrogeologica, conservazione di nicchie di biodiversità e trasmissione delle tradizioni rurali.

La Carta dei suoli della Sardegna (ru A., Baldaccini P., Vacca A.) in scala 1:250.000 è stata realizzata sulla base di grandi Unità di Paesaggio in relazione alla litologia e relative forme. Ciascuna unità è stata suddivisa in sottounità (unità cartografiche) comprendenti associazioni di suoli in funzione del grado di evoluzione o di degradazione, dell'uso attuale e futuro e della necessità di interventi specifici.

Nella carta sono stati adottati due sistemi di classificazione: la Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1988) e lo schema FAO (1989). Nel primo caso il livello di classificazione arriva al Sottogruppo. Per ciascuna unità cartografica pedologica vengono indicati il substrato, il tipo di suolo e paesaggio, i principali processi pedogenetici, le classi di capacità d'uso, i più importanti fenomeni di degradazione e l'uso futuro.

Per quanto attiene all'area di progetto, questa ricade in 3 sottosistemi:

- I1
- F1
- E1

Le immagini seguenti ne descrivono le caratteristiche per ogni tipologia.

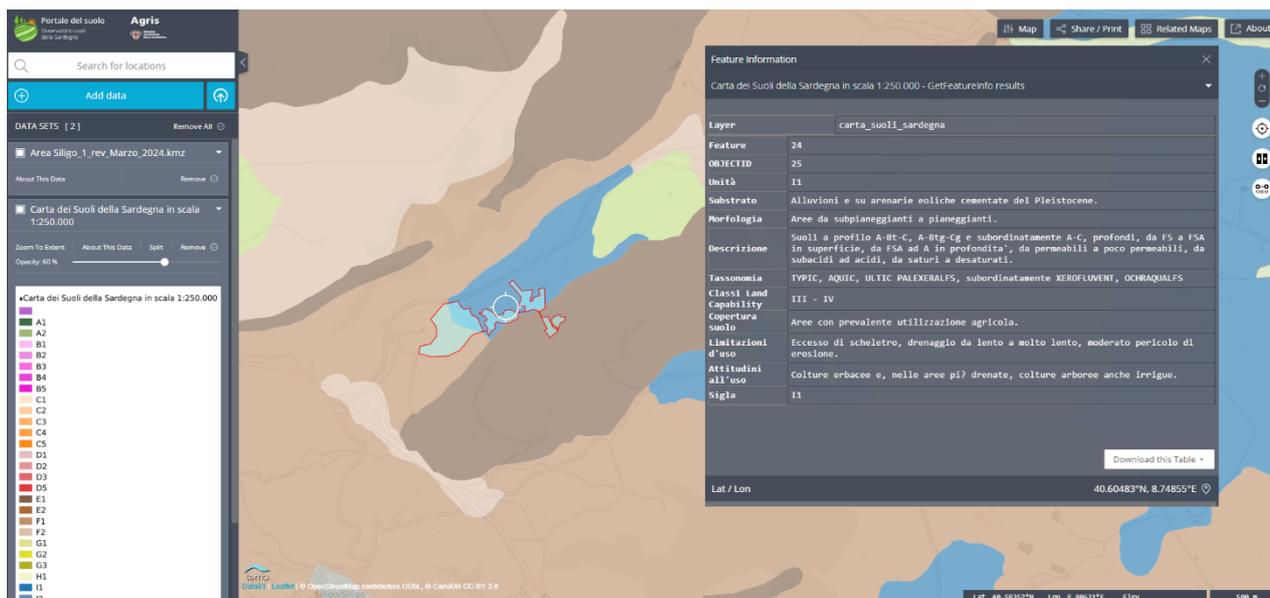


Figura 15: Area (I1) centrale del sito entro cui sarà realizzato l'impianto agrivoltaico (Fonte: Carta dei suoli della Sardegna in scala 1:250.000, <http://www.sardegnaportalesuolo.it/>)

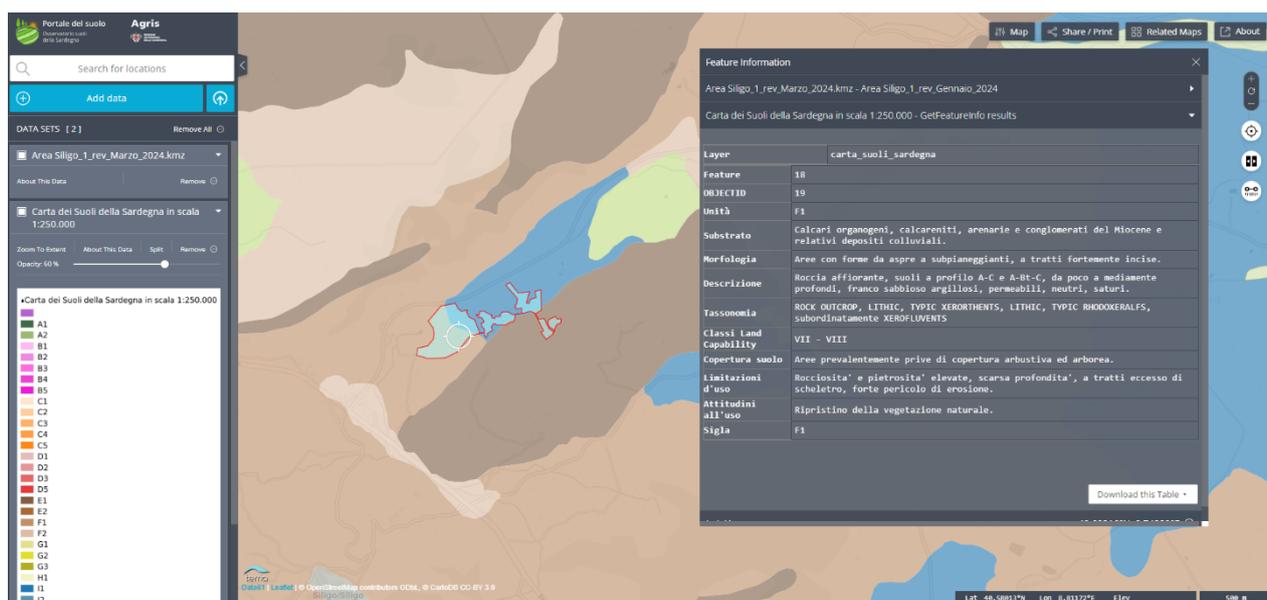


Figura 16: Area (F1) a ovest del sito entro cui sarà realizzato l'impianto agrivoltaico (Fonte: Carta dei suoli della Sardegna in scala 1:250.000, <http://www.sardegnaportalesuolo.it/>)



Figura 17: Area (E1) a est del sito entro cui sarà realizzato l'impianto agrivoltaico (Fonte: Carta dei suoli della Sardegna in scala 1:250.000, <http://www.sardegnaportalesuolo.it/>)

La distribuzione della superficie territoriale, in funzione della sua destinazione d'uso, costituisce un dato fondamentale per individuare e quantificare le pressioni che sono esercitate sul territorio e sulla copertura vegetale.

La carta dell'uso del suolo evidenzia sia l'attuale utilizzo delle aree ricadenti nell'ambito territoriale esteso che la politica di sfruttamento (spesso indiscriminato) delle risorse naturali operato dall'uomo. I principi dello sviluppo degli ecosistemi incidono notevolmente sui rapporti tra uomo e natura perché le strategie della "protezione massima" (cioè cercare di raggiungere il mantenimento massimo della complessa struttura della biomassa), che caratterizzano lo sviluppo ecologico, sono spesso in conflitto con lo scopo dell'uomo il "massimo di produzione" (cioè cercare di raggiungere una resa il più possibile alta). Il riconoscere la base ecologica di questo conflitto tra l'uomo e la natura è il primo passo per una razionale politica dell'uso delle risorse naturali.

L'insieme suolo/sottosuolo svolge varie funzioni sia in termini ambientali che in termini di valore economico e sociale, pertanto deve essere protetto, in quanto risorsa, da ogni forma di degrado immediato o futuro.

Le funzioni principali del suolo sono quelle qui di seguito riportate:

- funzione "portante": il suolo sostiene il carico degli insediamenti e delle infrastrutture;
- funzione "produttiva": il suolo influisce notevolmente sulla produttività agricola ovvero sulla produzione di cibo e materie prime vegetali. Il suolo svolge un ruolo importante per il suo contenuto di acqua e di microrganismi che trasformano i nutrienti in forme utilizzabili per le piante;
- funzione di "regimazione dei deflussi idrici": il suolo regola e divide i flussi idrici in superficiali o di infiltrazione;

- funzione di "approvvigionamento idrico" dei serbatoi idrici sotterranei;
- funzione di "rifornimento di risorse minerarie ed energetiche": le formazioni geologiche costituiscono una riserva naturale di risorse minerarie ed energetiche;
- funzione di "assimilazione e trasformazione degli scarichi solidi, liquidi ed aeriformi ": il suolo è una specie di filtro biologico in quanto i processi che si svolgono al suo interno esercitano un effetto tampone sul deterioramento della qualità delle acque, dell'aria e del clima globale;
- funzione "estetico paesaggistica": il suolo ha una funzione estetico-paesaggistica che costituisce una risorsa non rinnovabile;
- funzione di "spazio" ad una stessa area non si possono attribuire più funzioni come ad esempio discarica e coltivo. E' fondamentale conoscere la "vocazione" del suolo ovvero la capacità d'uso e la vulnerabilità nei confronti dei vari agenti degradanti.

Al fine dell'individuazione e descrizione dei sistemi ambientali che attualmente caratterizzano con la loro presenza l'ambito territoriale si è partiti dalla predisposizione della carta dell'uso del suolo. In generale tale tipo di analisi consente di individuare, in maniera dettagliata ed in funzione della scala di definizione, l'esistenza o meno di aree ancora dotate di un rilevante grado di naturalità (relitti di ambiente naturale e/o seminaturale) al fine di valutare la pressione antropica in atto ovvero il livello di modificazione ambientale già posto in essere dall'azione antropica sull'ambiente naturale originario, sia in termini quantitativi che qualitativi; quanto sopra anche al fine di una prima identificazione delle risorse naturali presenti nell'ambito territoriale.

La Regione Sardegna ha realizzato due carta dell'uso del suolo relative agli anni 2003 e 2008, in scala 1:25.000, ed attualmente è in fase di realizzazione l'aggiornamento relativo al 2019. Per questo motivo si è deciso di utilizzare i dati relativi alla Carta del Corine Land Cover a scala nazionale aggiornata al 2018 su base 1:50.000 pubblicata da ISPRA.

Dell'ambito territoriale esteso si sono individuate (secondo quella che costituisce la classificazione dell'uso del suolo più ricorrente nella letteratura specialistica di settore) due tipologie di utilizzo che si suddividono ciascuna in ulteriori sottoclassi come di seguito descritto:

- superfici artificiali;
- superfici agricole utilizzate;
- superfici boscate ed altri ambienti naturali;
- ambiente umido;
- ambiente delle acque.

Invece per quanto riguarda l'area oggetto di intervento, la conoscenza dell'uso del suolo (Corine Land Cover 4[^] livello, ISPRA 2018) ha permesso di individuare due tipologie di uso intercettate:

- 2111: Colture intensive ¹
- 244: Aree agroforestali

Un piccolissimo lembo di impianto ricade nella tipologia: 243 – Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con spazi naturali importanti.

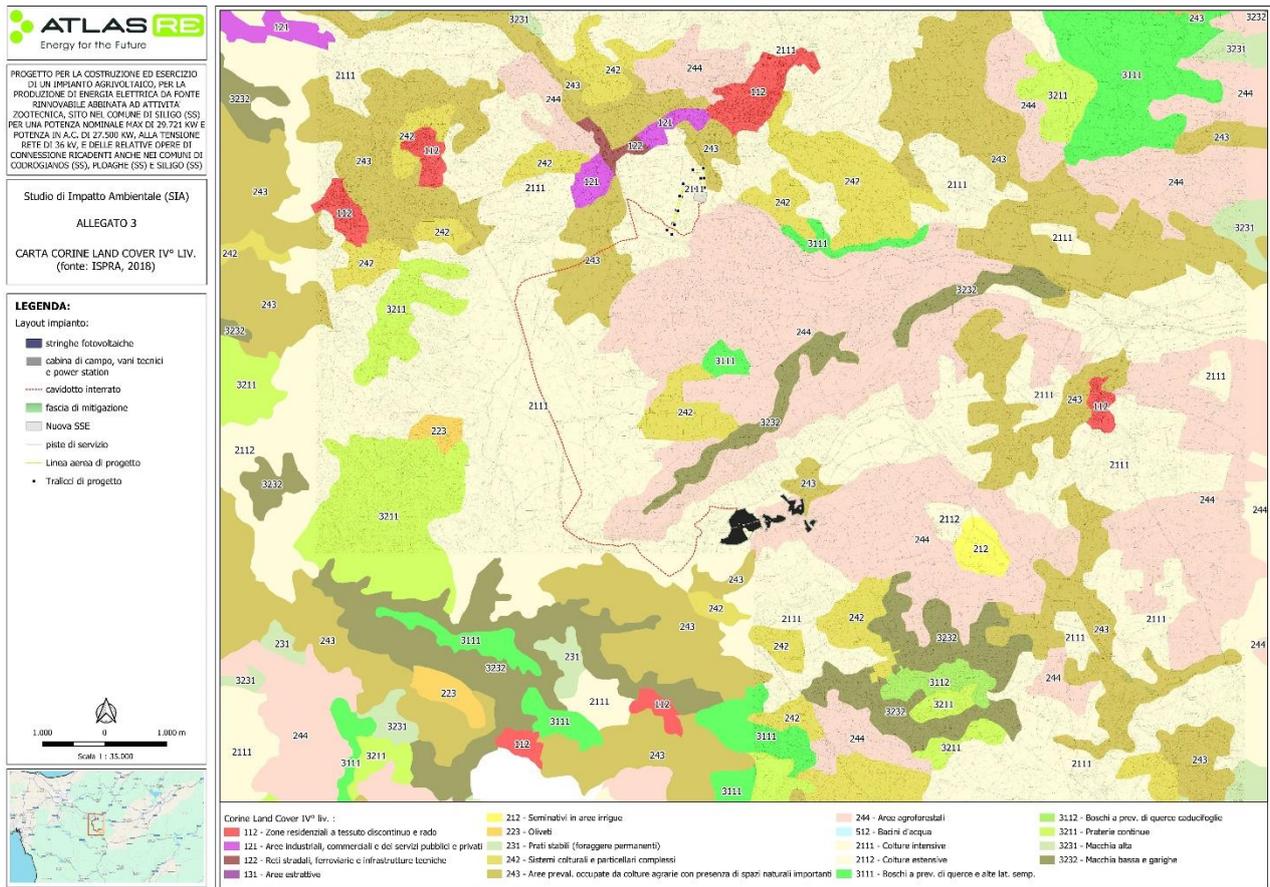


Figura 18: Stralcio della Carta Regionale dell'Uso del Suolo in scala 1:25.000

¹ Sono da considerare perimetri non irrigui quelli dove non siano individuabili per fotointerpretazione canali o strutture di pompaggio. Vi sono inclusi i seminativi semplici, compresi gli impianti per la produzione di piante medicinali, aromatiche e culinarie.

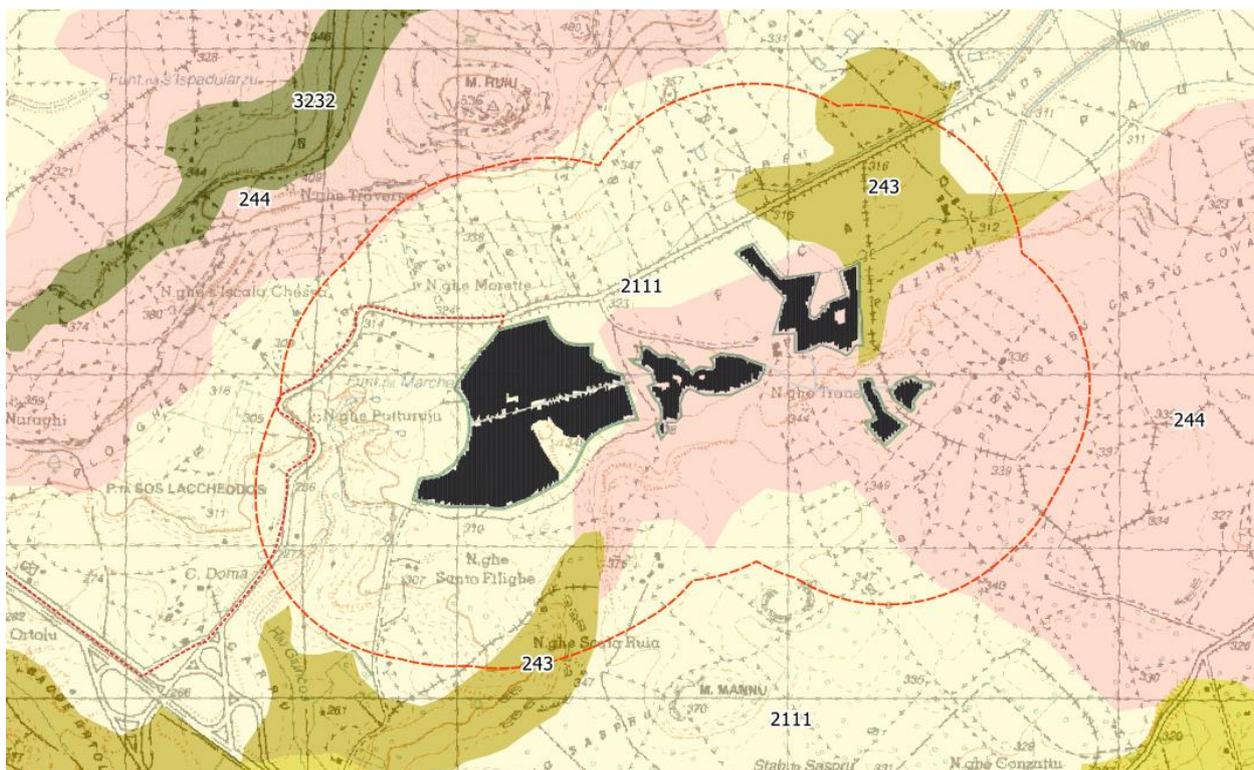


Figura 19: Stralcio della Carta di Uso del Suolo relativo al buffer di 500 mt rispetto all'area che ospiterà il parco agrivoltaico

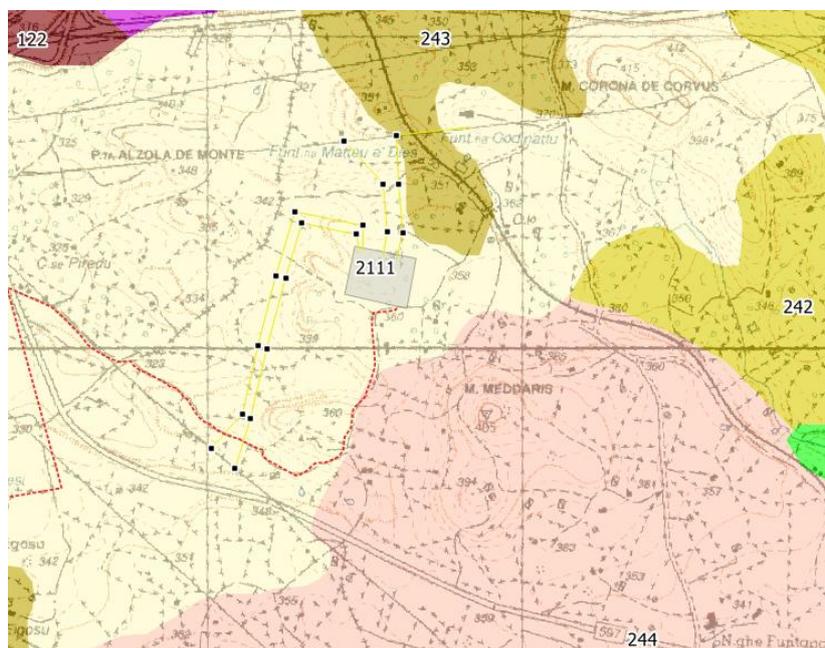


Figura 20: Stralcio della Carta di Uso del Suolo relativo al buffer di 500 mt rispetto all'area che già ospita una stazione Terna e a cui sarà allacciato l'impianto FV in proposta.

Il sistema prevalentemente agrario dell'area, è caratterizzato da colture intensive in aree non irrigue (2.1.1.1.), che i sopralluoghi in campo hanno confermato essere seminativi di specie foraggere. Accanto alle colture estensive sono presenti spazi naturali importanti (2.4.3) in cui insistono i pascoli e i pascoli arborati che ai margini dell'area di progetto diventano aree boscate (2.4.4.).

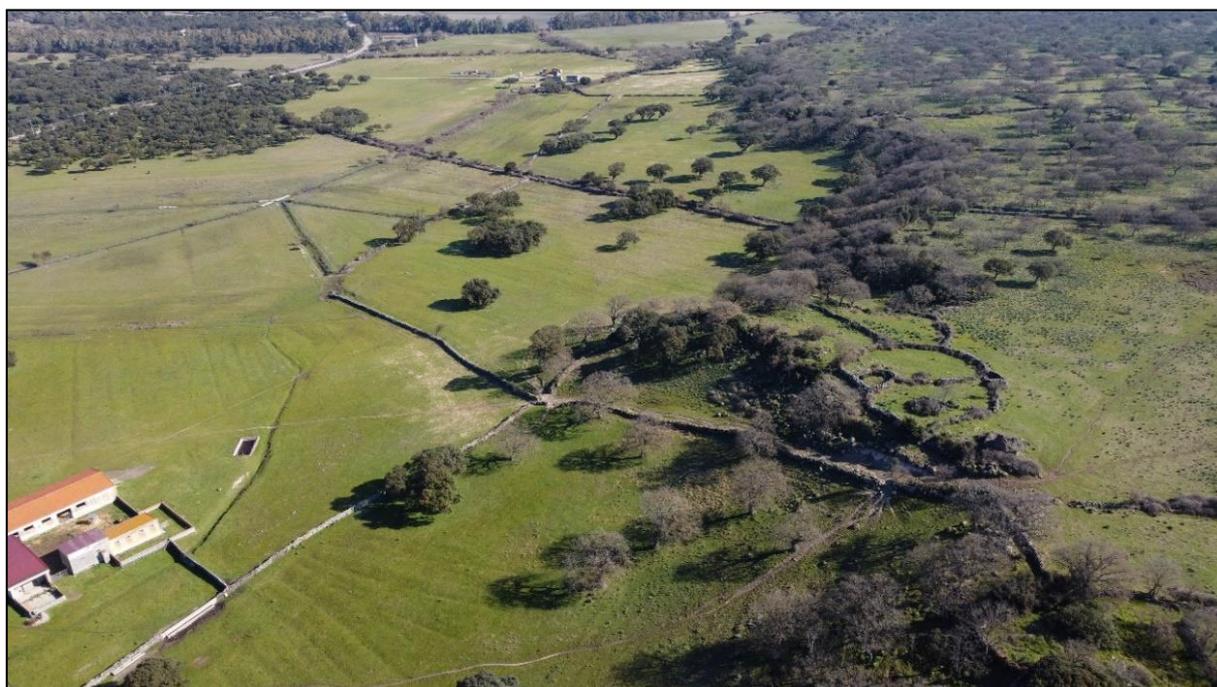
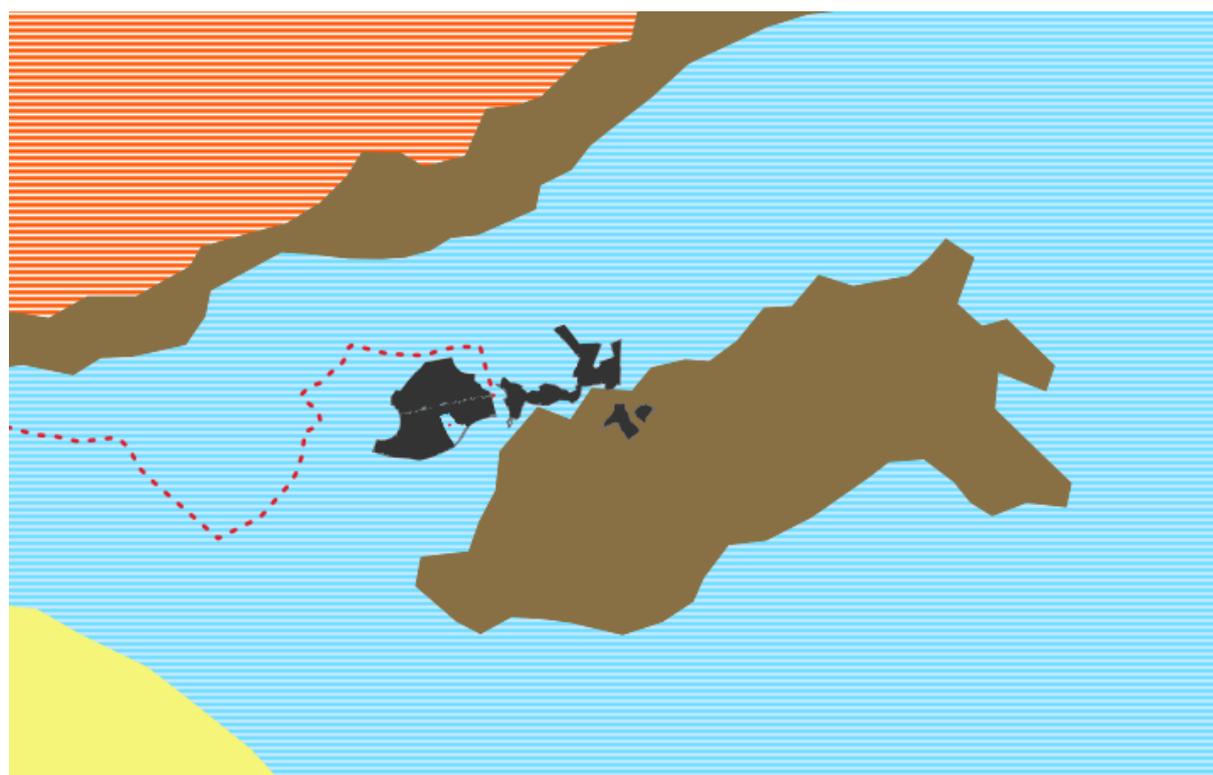


Figura 21: Pascoli arborati e zone boscate

7.2. Sistema ecopedologico

La caratterizzazione del sistema ecopedologico dell'area in esame è stata fatta consultando la mappa del progetto "Carta ecopedologica" del MiTE che nell'ambito del progetto "Carta della Natura", ha inserito tra le componenti ambientali studiate anche quella pedologica.

L'area di interesse ricade per la maggior parte nella regione ecopedologica n. 44 "Rilievi collinari con materiale parentale definito da rocce sedimentarie calcaree (litocode 10) e clima Da mediterraneo a subtropicale" e in piccola parte nella regione n. 45 "Rilievi vulcanici con materiale parentale definito da rocce ignee e metamorfiche (litocode 11) e clima mediterraneo montano".



CARTA ECOPEDELOGICA (0)

- Conche intermontane con materiale parentale definito da depositi glaciali (litocodice 3) e clima temperato caldo subcontinentale (clima code 37)
- Pianura padana con materiale parentale definito da depositi fluviali (litocodice 2) e clima temperato suboceanico (clima code 33)
- Pianure alluvionali con materiale parentale definito da depositi fluviali (litocodice 2) e clima da mediterraneo a subtropicale (clima code 44)
- Pianure costiere con materiale parentale definito da depositi quaternari marini (litocodice1) e clima da mediterraneo a subtropicale, parzialmente montano (clima code 44)
- Pianure pugliesi con materiale parentale definito da rocce sedimentarie calcaree (litocodice 10) e clima da mediterraneo subcontinentale a mediterraneo continentale (clima code 43)
- Rilievi alpini con materiale parentale definito da rocce ignee e metamorfiche (litocodice 11) e clima temperato montano (clima code 38)
- Rilievi alpini con materiale parentale definito da rocce sedimentarie calcaree (litocodice 10) e clima temperato montano (clima code 38)
- Rilievi appenninici con materiale parentale definito da rocce sedimentarie calcaree (litocodice 10) e clima temperato caldo subcontinentale (clima code 37)
- Rilievi appenninici con materiale parentale definito da rocce sedimentarie terziarie indifferenziate (litocodice 5) e clima mediterraneo montano (clima code 45)
- Rilievi carbonatici tirrenici con materiale parentale definito da rocce sedimentarie calcaree (litocodice 10) e clima da mediterraneo oceanico a mediterraneo suboceanico parzialmente montano (clima code 42)
- Rilievi collinari con materiale parentale definito da rocce sedimentarie calcaree (litocodice 10) e clima da mediterraneo a subtropicale (clima code 44)
- Rilievi collinari con materiale parentale definito da rocce sedimentarie terziarie indifferenziate (litocodice 5) e clima da mediterraneo subcontinentale a mediterraneo continentale (clima code 43)
- Rilievi collinari con materiale parentale definito da rocce sedimentarie terziarie indifferenziate (litocodice 5) e clima temperato caldo subcontinentale (clima code 37)
- Rilievi prealpini con materiale parentale definito da rocce sedimentarie terziarie indifferenziate (litocodice 10) e clima da mediterraneo oceanico a mediterraneo suboceanico, parzialmente montano. (clima code 42)
- Rilievi prealpini con materiale parentale definito da rocce sedimentarie terziarie indifferenziate (litocodice 10) e clima temperato montano (clima code 38)
- Rilievi vulcanici con materiale parentale definito da rocce ignee e metamorfiche (litocodice 11) e clima da mediterraneo oceanico a mediterraneo suboceanico, parzialmente montano (clima code 42)
- Rilievi vulcanici con materiale parentale definito da rocce ignee e metamorfiche (litocodice 11) e clima mediterraneo montano (clima code 45)
- Altro

Figura 22: Caratterizzazione ecopedologica

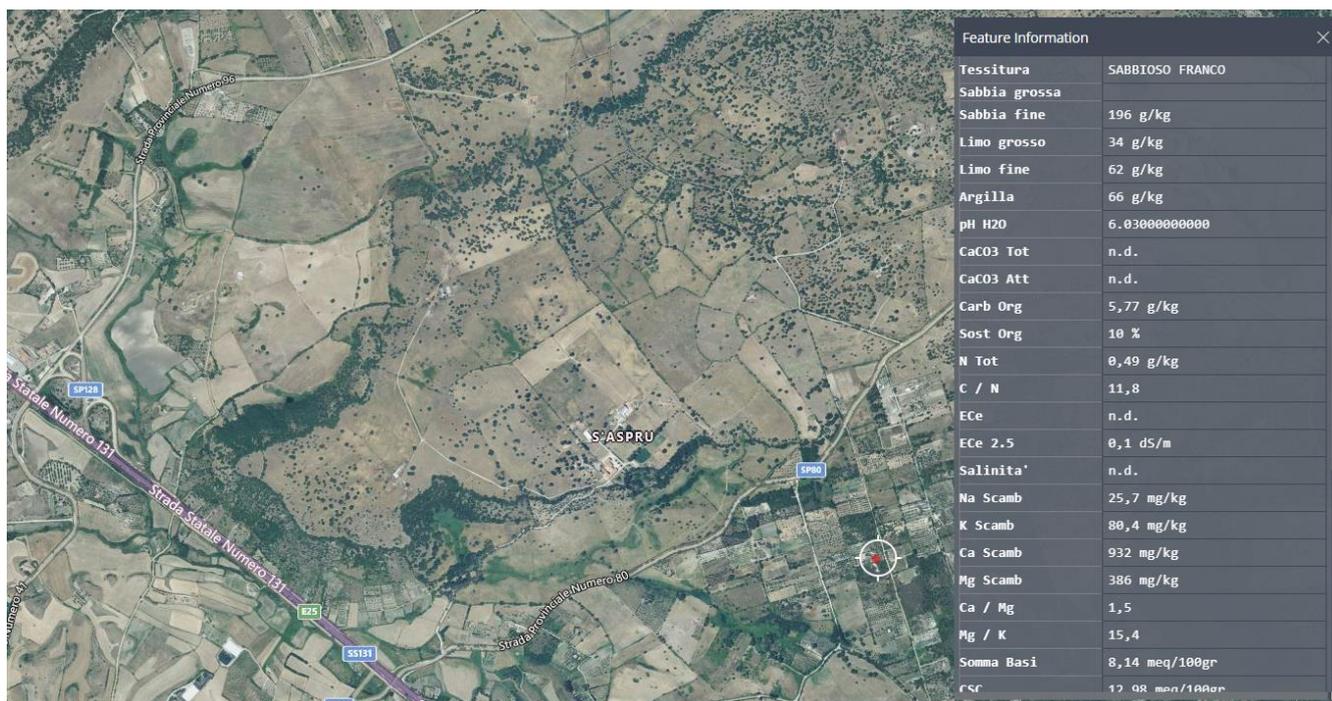


Figura 23: Caratterizzazione ecopedologica

7.3. Capacità d'uso del suolo

Il metodo di classificazione dei suoli secondo la Capacità d'uso, *Land Capability Classification* (LCC), elaborato dal servizio per la conservazione del suolo del Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti (Fonte: Klingebiel, A.A., Montgomery, P.H., 1961. *Land capability classification*. USDA Agricultural Handbook 210, US Government Printing Office, Washington, DC), è finalizzato a valutare le potenzialità produttive dei suoli per utilizzazioni di tipo agro-silvo-pastorale sulla base di una gestione sostenibile, cioè conservativa della stessa risorsa suolo.

L'interpretazione della capacità del suolo viene effettuata in base sia alle caratteristiche intrinseche del suolo stesso (profondità, pietrosità, fertilità) che a quelle dell'ambiente (pendenza, rischio di erosione, inondabilità, limitazioni climatiche), ed ha come obietti o l'individua dei suoli agronomicamente più pregiati e quindi più adatti all'attività agricola consentendo in sede di pianificazione territoriale se possibile e conveniente, di preservarli da altri usi.

Il sistema prevede la ripartizione dei suoli in 8 classi di capacità designate con numeri romani dall'I al VIII in base alla severità delle limitazioni. Le prime classi sono compatibili con l'uso sia agricolo che forestale e zootecnico, mentre le classi dalla quinta alla settima escludono l'uso agricolo intensivo o mentre nelle aree appartenenti all'ultima classe l'ottava non possibile alcuna forma di utili a idoneità produttiva.

In pratica i suoli sono assegnabili a otto diverse classi, indicate con i numeri romani da I a VIII, che presentano limitazioni crescenti in funzione delle diverse utilizzazioni. Le prime quattro, includono suoli arabili; le restanti, dalla V alla VIII, i suoli non arabili.

Le classi sono le seguenti:

- Classe I: suoli senza o con poche limitazioni all'utilità agricola. Non richiedono particolari pratiche di conservazione e consentono un'ampia scelta tra le colture di use 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 ossature e di drenaggi.
- Classe III: suoli con notevoli limitazioni, che riducono la scelta colturale o che richiedono un'accurata e continua manutenzione delle sistemazioni idraulica e agrarie e forestali.
- Classe IV suoli con limitazioni molto forti all'utilizzazione agricola.
- 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.

All'interno della classe di capacità d'uso è possibile raggruppare i suoli per tipo di limitazione all'uso agricolo e forestale. Con una o più lettere minuscole, apposte dopo il numero romano che indica la classe, si segnala immediatamente all'utilizzatore se la limitazione la cui intensità a determinato la classe d'appartenenza dovuta a:

Proprietà del suolo "s" profondità utile per le radici, tessitura, scheletro, pietrosità, superficiale, rocciosità, fertilità chimica dell'orizzonte superficiale, salinità, drenaggio interno eccessivo;

Eccesso idrico "w" drenaggio interno rischio di inondazione;

Rischio di erosione e di ribaltamento delle macchine agricole "e" pendenza, erosione idrica superficiale, erosione di massa;

Clima "c" interferenza climatica.

Grazie anche ai dati contenuti sulla Carta dei suoli svantaggiati (Fonte: CNCP. Italian Soil with agricultural Handicaps. In: www.soilmaps.it - marzo 2011), è stato possibile caratterizzare la Capacità d'uso del suolo per l'area in esame con specifiche indicazioni relative alle previste limitazioni riferite alle seguenti proprietà del suolo:

- Tessitura: ovvero suoli sabbiosi, franco sabbiosi, scheletrico-sabbiosi o molto-fine argillosi, entro i 100 cm di profondità o fino al contatto con uno strato denso, litico, paralitico,

comunque più basso. Histosoils o suoli con un orizzonte entro i 40 cm di profondità o Vertisoils o suoli con un orizzonte vertico che risultano argilloso fine, argilloso, sabbioso-argilloso o limoso argilloso entro i 30 cm dalla superficie;

- Pietrosità: ovvero suoli con roccia >2% o con pietrame >15% o con più del 35% di scheletro nei primi 30 cm di profondità;
- Approfondimento radicale: ossia suoli con uno strato di contatto denso, litico, paralitico, che è comunque più basso, entro 30 cm dalla superficie.
- Aspetti chimici: ovvero suoli con percentuale di Sodio scambiabile > 8 nei primi 50 cm di profondità o con una conduttività elettrica nell'estratto saturo maggiore di 0 d /m a 25°C nei primi 50 cm di profondità o con carbonati totali maggiori del 40% nei primi 50 cm di profondità o con più del 40% di gesso nei 50 cm di profondità.

Da tale analisi si è evinto che le caratteristiche del suolo dell'area di studio (in particolare del parco agrivoltaico) rispecchiano la **tipologia III e IV**, ovvero suoli con notevoli limitazioni, che riducono la scelta colturale o che richiedono un'accurata e continua manutenzione delle sistemazioni idraulica e agrarie e forestali e suoli con limitazioni molto forti all'utilizzazione agricola.

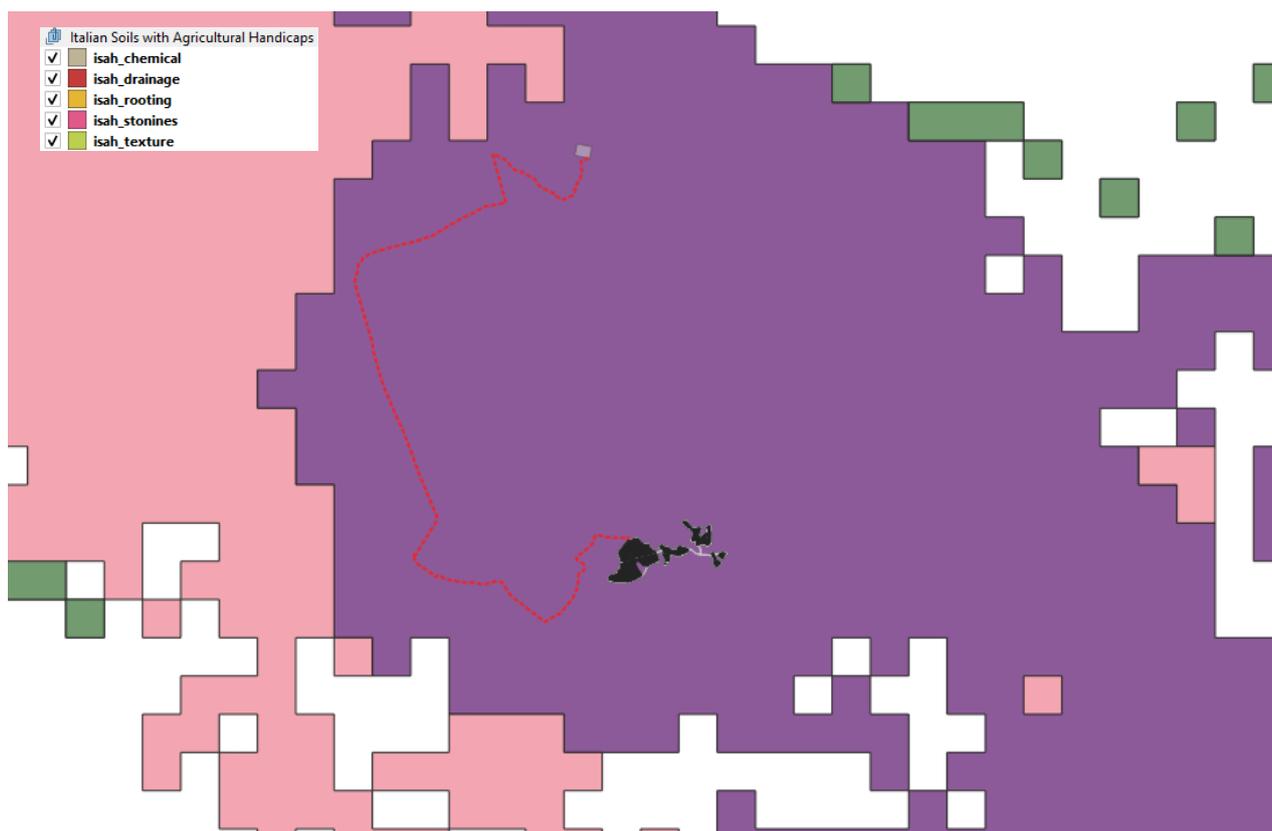


Figura 24: Limitazioni nella Capacità uso dei suoli dalla carta dei suoli svantaggiati

Ciò in analogia con quanto descritto nel Piano Urbanistico Comunale (P.U.C.) del Comune di Siligo, che fa ricadere l'area di progetto in zone territoriali omogenee E (agricola) sottozona.E2a -E2b.

Ovvero:

- Sottozona E2a- aree di primaria importanza per la funzione agricola – produttiva caratterizzate per una notevole uniformità colturale
- Sottozona E2b- aree di primaria importanza per la funzione agricola – produttiva che presentano in certi punti i limiti legati alla roccia affiorante ed alla ridotta profondità del substrato coltivabile

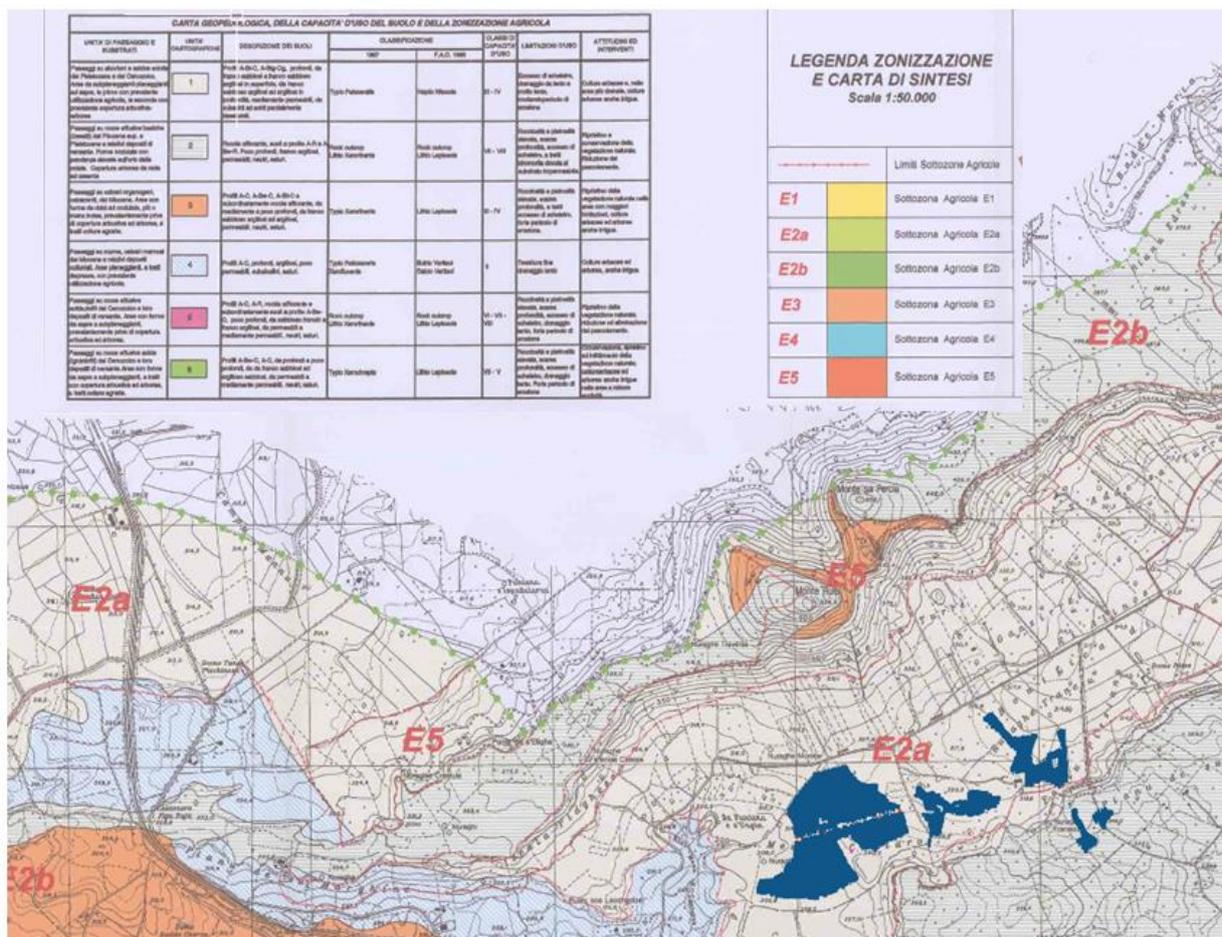


Figura 25: PUC comune di Siligo-Stralcio Carta geopedologica, della capacità d'uso del suolo e della zonizzazione agricola

E che alle stesse ascrive una capacità d'uso del suolo di classe III-IV aventi le seguenti caratteristiche:

- Limitazioni d'uso: Eccesso di scheletro, drenaggio da lento a molto lento, moderato pericolo di erosione;
- Attitudini ed interventi: Colture erbacee e nelle aree più drenate colture arboree anche irrigue.

8. IL PROGETTO INTEGRATO DI AGRI-VOLTAICO E REALIZZAZIONE DI UN PRATO POLIFITA PER IL PASCOLO OVI-CAPRINO

Il progetto agrivoltaico è stato realizzato in aderenza alle politiche agro-ambientali intendendo trasformare i parchi fotovoltaici in vere e proprie isole di riequilibrio agro-ecologico nelle quali si svolgono attività antropiche a bassa intensità (pochi interventi agronomici), limitati apporti di input esterni, creazione di valore ecosistemico e di biodiversità.

Nello specifico, l'agroforestazione (agroforestry) o agroselvicoltura è l'insieme dei sistemi agricoli che vedono la coltivazione di specie arboree e/o arbustive perenni, consociate a seminativi e/o pascoli, nella stessa unità di superficie. Tali sistemi rappresentano la più comune forma di uso del suolo nei paesi della fascia tropicale ed equatoriale. Nei paesi ad agricoltura intensiva, quali quelli dell'UE, a partire dagli anni '50-'60 dello scorso secolo, la meccanizzazione agricola e la tendenza alla monocoltura hanno determinato una drastica riduzione dei sistemi agroforestali che erano invece la norma in passato (es. seminativi arborati, pascoli arborati, ecc.). Sistemi tradizionali sono ancora presenti in vaste aree dei paesi del Mediterraneo, tra cui l'Italia, soprattutto nelle aree più marginali e meno vocate all'agricoltura intensiva. L'agroforestazione si distingue in diverse tipologie:

- **Sistemi silvoarabili**, in cui si sviluppano specie arboree (da legno, da frutto o altro prodotto), e specie erbacee colturali.
- **Sistemi silvopastorali**, in cui allevamento e arboricoltura (da legno o frutto) convivono nella stessa area;
- **Sistemi lineari**, in cui siepi, frangivento o fasce tampone ai bordi dei campi, svolgono una funzione di tutela per gli agro-ecosistemi e di "difesa" per le superfici agricole);
- **Fasce ripariali**, in cui specie arboree e arbustive si mettono agli argini dei corsi d'acqua, per proteggerli da degrado, erosione ed inquinamento;
- **Coltivazioni in foresta**, (coltivazione di funghi, frutti di bosco e prodotti non legnosi in genere, nella foresta.

Poiché l'agro-forestazione si identifica nella realizzazione consociata di attività produttive diverse, la scelta delle tecniche agronomiche da realizzare in tali impianti deve fare in modo che il connubio fra specie arboree e specie erbacee generi vantaggi attesi in termini produttivi, ecologici e di uso efficiente delle risorse natura.

Il progetto integrato di agri-voltaico che si propone con il presente studio si articola come segue:

- a) Realizzazione di siepi arbustive autoctone perimetrali all'impianto agrivoltaico;
- b) Realizzazione di un prato polifita stabile per il pascolo di ovi-caprini al di sotto dei moduli.

8.1. Realizzazione di siepi arbustive autoctone perimetrali all'impianto agrivoltaico

Come descritto in precedenza l'agro-forestazione è ad oggi una pratica con benefit in termini di "green policy". Al fine anche di mitigare l'impatto paesaggistico, la scelta della tipologia di agro-forestazione da applicare è ricaduta sui "Sistemi lineari" nelle aree perimetrali all'impianto agrivoltaico in proposta, costituiti da alberi intervallati a distanza regolare. Di seguito si evidenziano gli step per la realizzazione di un sistema lineare:

- a) Sesto d'impianto su fascia perimetrale con apertura di buche manuali per l'impianto di materiale vegetativo a costituzione delle siepi e per i soggetti arborei;
- b) Pacciamatura biodegradabile, per consentire la percentuale di attecchimento, limitando la competizione delle specie infestanti avventizie, consentendo un contenimento dei costi di manutenzione della fascia impiantata;
- c) Irrigazione di soccorso per impedire una mortalità delle piante messe a dimora.

La scelta delle cultivar da impiantare, sulla base delle caratteristiche dell'area, è stata fatta in funzione della proposta progettuale e nella conservazione paesaggistica e tipico-vegetazionale del territorio. Pertanto, la consapevolezza dell'aumento della biodiversità, definiscono la scelta del trapiantare il Mirto (*Myrtus communis* L.) e ulteriori essenze arboree e arbustive sempreverdi tipiche della macchia mediterranea.

8.1.1. Scheda botanica della specie costituente la fascia perimetrale

Il Mirto è molto diffuso in Sardegna; il suo principale utilizzo riguarda la produzione del liquore di Mirto. Per infusione idroalcolica delle bacche mature, ricche di oli essenziali, tannini e sostanze colorate, si prepara il liquore "Mirto rosso"; il "Mirto bianco" si prepara dai giovani rami (germogli) primaverili. Il sistema di approvvigionamento tradizionale della materia prima è la raccolta delle bacche dalle piante spontanee. Attualmente il mercato è in notevole espansione a livello nazionale ed internazionale; allo scopo di evitare lo sfruttamento sistematico delle piante della macchia con conseguente pericolo di alterazione irrimediabile degli equilibri naturali, si sono realizzati progetti di coltivazione del Mirto su larga scala. Presso l'Università degli studi di Sassari si svolgono ricerche sperimentali per l'ottimizzazione dei sistemi culturali e di quelli di raccolta delle bacche. Inoltre, studi rivolti al miglioramento genetico della specie hanno permesso di selezionare oltre 40 varietà, tutte destinate alla produzione del liquore. Nel corso delle ricerche sono state prese in considerazione la vigoria e la produttività delle piante, la forma e la pezzatura delle bacche, la loro pigmentazione. Le origini del liquore sono incerte; alcune fonti le fanno risalire ad una tradizione popolare di inizio „800. Esiste, dal 1994, l'Associazione dei produttori

di Mirto di Sardegna tradizionale" ed un "Disciplinare di produzione" in cui sono definite le norme relative ai metodi di produzione, alle caratteristiche fisico, chimiche ed organolettiche del liquore.

FAMIGLIA: Myrtaceae

NOME SCIENTIFICO: *Myrtus communis* L.

NOME SARDO: mirtu, muta, mutta, murta, murta durci.

Ha portamento arbustivo o di piccolo alberello, alto da 50 a 300 cm, molto serrato. La corteccia è rossiccia nei rami giovani, col tempo assume un colore grigiastro. Ha foglie opposte, persistenti, ovali-acute, coriacee, glabre e lucide, di colore verde-scuro superiormente, a margine intero, con molti punti traslucidi in corrispondenza delle glandole aromatiche. I fiori sono solitari e ascellari, profumati, lungamente pedunculati, di colore bianco o roseo. Hanno simmetria raggiata, con calice gamosepalo persistente e corolla dialipetala. L'androceo è composto da numerosi stami ben evidenti per i lunghi filamenti. L'ovario è infero, suddiviso in 2-3 logge, terminante con uno stilo semplice, confuso fra gli stami e un piccolo stimma. La fioritura, abbondante, ha luogo nella tarda primavera e all'inizio dell'estate, da maggio a luglio. Un evento piuttosto frequente è la seconda fioritura che si può verificare in tarda estate, da agosto a settembre e, con autunni caldi, in ottobre. Il fenomeno è dovuto principalmente a fattori genetici.

I frutti sono bacche globoso-ovoidali di colore nero-azzurroastro, rosso-scuro o più raramente biancastre, con numerosi semi reniformi. Maturano da novembre a gennaio persistendo per un lungo periodo sulla pianta.

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

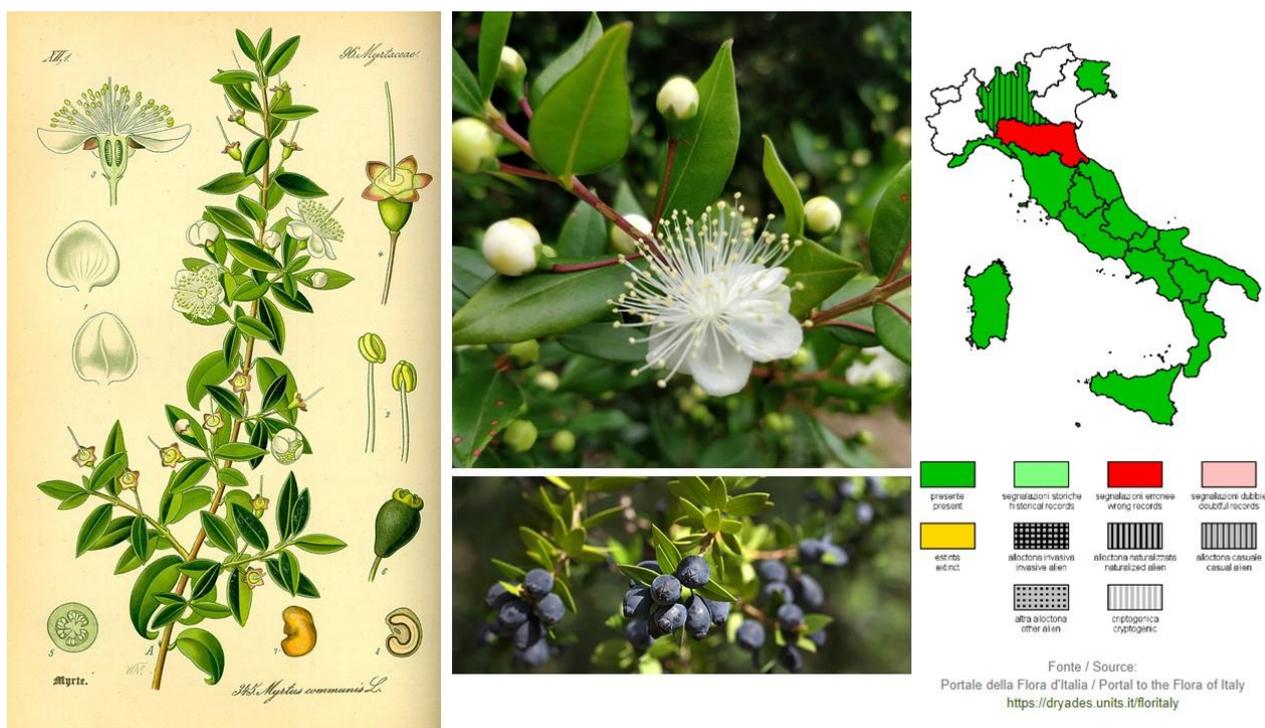


Figura 26: Scheda botanica del Mirto, estratti fotografici dello scapo fiorale e del frutto, Distribuzione regionale della pianta

8.1.2. Coltivazione

Per la coltivazione di questa pianta si deve considerare che il mirto è una pianta rustica. Si adatta pertanto abbastanza bene ai terreni poveri e siccitosi ma trae vantaggio sia dagli apporti idrici estivi sia dalla disponibilità d'azoto manifestando in condizioni favorevoli uno spiccato rigoglio vegetativo e un'abbondante produzione di fiori e frutti. Vegeta preferibilmente nei suoli a reazione acida o neutra, in particolare quelli a matrice granitica, mentre soffre i terreni a matrice calcarea.

Di questa pianta esistono numerose varietà coltivate a scopo ornamentale come il *Myrtus communis* var. variegata (alta fino a 4,50 m), con foglie dalle eleganti striature colorate di bianco-crema e fiori profumati. Esistono anche varietà nane usate per coltivazione in vaso oppure altre ancora con fiori colorati e più grandi. L'interesse economico che sta riscuotendo questa specie in Sardegna ha dato il via negli anni novanta ad un'attività di miglioramento genetico da parte del Dipartimento di Economia e Sistemi Arborei dell'Università di Sassari, che ha selezionato oltre 40 cultivar fino al 2005. Lo scopo di questo miglioramento genetico è stato quello della produzione di bacche da destinare alla produzione del liquore di mirto. Negli ultimi anni una ulteriore ricerca è stata rivolta alla valutazione di questa specie per la produzione dell'olio essenziale.

Dal punto di vista della propagazione il mirto può essere riprodotto per talea o per seme.

La **riproduzione** è utile per clonare ecotipi o varietà di particolare pregio da utilizzare in mirteti intensivi, perché consente di ottenere piante vigorose e precoci, in grado di fruttificare già nelle fitocelle dopo un anno. Per aumentare la percentuale di radicazione si fa spesso ricorso a tecniche per incrementare il potere rizogeno quali il riscaldamento basale e il trattamento con fitoregolatori oltre che al mantenimento di una buona umidità.

L'**impianto** del mirteto si esegue con gli stessi criteri applicati nella frutticoltura e nella viticoltura. Il terreno va preparato con lo scasso e la superficie sistemata con le lavorazioni complementari, in occasione delle quali si può valutare l'opportunità di una concimazione di fondo su terreni particolarmente poveri.

Il **sesto d'impianto** più adatto per la meccanizzazione della coltura è di 1 x 3-3,5 metri, con un investimento di circa 3.000 piante ad ettaro. Le piante, omogenee per età e cultivar, vanno messe a dimora in autunno o al massimo entro l'inizio della primavera per facilitare l'affrancamento. Si possono impiegare anche piante di un anno d'età provenienti da un vivaio, in quanto in grado di fornire una prima produzione già al secondo anno.

Il **sistema d'allevamento** più vicino al portamento della pianta è la forma libera a cespuglio. Con questo sistema in pochi anni le piante formano una siepe continua che richiede pochi interventi di potatura anche se negli ultimi anni si sta utilizzando la forma di allevamento ad alberello. Con questo sistema le piante sono costituite da un fusto alto circa 50 cm con chioma libera. In questo caso sono richiesti interventi di potatura più drastici per correggere il naturale portamento cespuglioso della pianta e l'allestimento di un sistema di sostegno basato su pali e fili. Il mirto fruttifica sui rametti dell'anno, pertanto la potatura dovrebbe limitarsi ad interventi di contenimento dello sviluppo e di ringiovanimento, oltre alla rimozione dei nuovi getti basali nel sistema ad alberello.

Per la sua rusticità e la capacità di competizione il mirto richiede per lo più il controllo delle infestanti con **lavorazioni superficiali** nell'interfila, qualora si adotti un sistema d'allevamento a cespuglio, e sulla fila nei primi anni e soprattutto con l'allevamento ad alberello. In caso di coltura in asciutto si opera secondo i criteri dell'aridocoltura con lavorazioni più profonde nell'interfila per aumentare la capacità d'invaso.

Nonostante il mirto si avvantaggi positivamente della **concimazione azotata** in quanto la produzione è potenzialmente correlata allo sviluppo vegetativo primaverile si sconsiglia l'uso indiscriminato di questa tecnica in quanto incide sulla qualità organolettica che sulla suscettibilità alle avversità parassitarie. Gli interventi vanno pertanto operati con molta oculatezza e si consiglia comunque apporti di sostanza organica o consociazione con leguminose. In questo modo si diminuisce l'alternanza di produzione senza forzare gli aspetti vegetativi a decremento delle qualità organolettiche della pianta e dell'ecosistema.

La **tecnica di irrigazione** è indispensabile per garantire buone rese ma anche qui va concretamente utilizzata in funzione delle rese ottenibili e delle qualità organolettiche della pianta. Si ricorda che il Mirto resiste bene a condizioni di siccità prolungata e potrebbe essere coltivata anche in asciutto anche se, in questo caso, si hanno rese più basse. Le dimensioni delle bacche inoltre sono piuttosto piccole e rendono proibitiva la raccolta con la brucatura o la pettinatura. Tre o quattro interventi irrigui di soccorso nell'arco della stagione estiva possono migliorare sensibilmente lo stato nutrizionale delle piante e di conseguenza le rese. I migliori risultati si ottengono naturalmente con irrigazioni più frequenti adottando sistemi di microirrigazione con turni di 10-15 giorni secondo la disponibilità e il tipo di terreno. I volumi stagionali ordinari possono probabilmente oscillare dai 1.000 ai 3.000 metri cubi ad ettaro.

Tradizionalmente la **raccolta** nella macchia è eseguita con la brucatura o con l'impiego di strumenti agevolatori (pettini forniti di contenitori per l'intercettazione), questi ultimi in grado di aumentare leggermente la capacità di lavoro. Si deve invece assolutamente evitare il sistema di tagliare i rami e lasciarli appassire per qualche giorno in modo da staccare le bacche con la semplice scrollatura. Questa tecnica comporta un grave impatto ambientale se ripetuta negli anni.

Le rese possono variare sensibilmente secondo le condizioni operative. Le rese effettive nella macchia dipendono dalle caratteristiche intrinseche dell'associazione floristica, con particolare riferimento alla percentuale di copertura del mirto, dall'andamento climatico della stagione, dalle condizioni pedologiche.

8.2. Realizzazione di un prato polifita stabile per il pascolo di ovi-caprini al di sotto degli impianti

Il sistema agrivoltaico proposto prevede di utilizzare inseguitori solari monoassiali per i quali, contrariamente a quanto avviene con il agrivoltaico tradizionale (pannelli rivolti verso sud), nel quale l'ombra si concentra in corrispondenza all'area coperta dai pannelli, una fascia d'ombra spazza con gradualità da ovest a est l'intera superficie del terreno. Come conseguenza non ci sono zone sterili per la troppa ombra e nemmeno zone bruciate dal troppo sole. La coltivazione scelta è quella della produzione di foraggio con prato permanente (detto anche prato stabile). La produzione foraggera può essere realizzata in vario modo, con prati monofiti (formati da una sola essenza foraggera), prati oligofiti (formati da due o tre foraggere) e prati polifiti, che prevedono la coltivazione contemporanea di molte specie foraggere. Per garantire una durata prolungata del prato, la stabilità della composizione floristica e una elevata produttività, i prati permanenti possono essere periodicamente traseminati nel periodo autunnale senza alcun intervento di lavorazione del terreno (semina diretta). Il prato polifita permanente, ritenuto la miglior scelta per l'impianto agri-voltaico, si caratterizza per la presenza sinergica di molte specie foraggere, generalmente appartenenti alle due famiglie botaniche più importanti, graminacee e

leguminose, permettendo così la massima espressione di biodiversità vegetale, a cui si unisce la biodiversità microbica e della mesofauna del terreno, e quella della fauna selvatica che trova rifugio nel prato (anitre, fagiani, lepri, etc.). Molte leguminose foraggere, come il trifoglio pratense, il trifoglio bianco ed il trifoglio incarnato, ed il ginestrino, sono anche piante mellifere, potendo fornire un ambiente edafico e di protezione idoneo alle api selvatiche e all'ape domestica. Il prato polifita permanente non necessita di alcuna rotazione e quindi non deve essere annualmente lavorato come avviene negli altri seminativi, condizione che favorisce la stabilità del biota e la conservazione/aumento della sostanza organica del terreno, e allo stesso tempo la produzione e la raccolta del foraggio. Diversamente da quello che si potrebbe pensare, questa condizione mantiene un ecosistema strutturato e solido del cotico erboso con conseguente arricchimento sia in termini di biodiversità che di quantità della biofase del terreno. Il cotico erboso permanente consente anche un agevole passaggio dei mezzi meccanici utilizzati per la pulizia periodica dei pannelli fotovoltaici anche con terreno in condizioni di elevata umidità. In generale, si può dire che verrà impiegato un miscuglio di graminacee e di leguminose:

- le graminacee, a rapido accrescimento dopo lo sfalcio, sono ricche di energia e di fibra;
- le leguminose sono molto importanti perché fissano l'azoto atmosferico, in parte cedendolo alle graminacee e fornendo una ottimale concimazione azotata del terreno, e offrono un foraggio di elevato valore nutritivo grazie alla abbondante presenza di proteine.

Per massimizzare la produzione e l'adattamento del prato alle condizioni di parziale ombreggiamento potrebbe essere opportuno impiegare due diversi miscugli, uno per la zona centrale dell'interfilare e uno, più adatto alla maggior riduzione di radiazione solare, per le fasce adiacenti il filare agrivoltaico. Pur tuttavia, l'impiego di un unico miscuglio con un elevato numero di specie favorirà la selezione naturale di quelle più adatte a diverse distanze dal filare agrivoltaico in funzione del gradiente di soleggiamento/ombreggiamento. I prati stabili di pianura gestiti in regime non irriguo possono fornire 2-3 sfalci all'anno con produzioni medie pari a 8-10 tonnellate per ettaro di fieno, derivanti principalmente dal primo sfalcio, e fino a 4-5 sfalci, con una produzione complessiva di 12-14 tonnellate, in irriguo. Tradizionalmente gli sfalci vengono denominati, in ordine cronologico, maggengo, agostano, terzuolo e quartiolo. I prati stabili presentano una varietà di specie molto più elevata rispetto ai prati avvicendati, nei quali in genere si coltiva erba medica, i trifogli e il loietto. Per questo motivo, in alcune regioni italiane, incluso il Veneto, i prati stabili sono diventati e divengono oggetto di tutela normativa dopo 5 anni di permanenza continuativa, allo scopo di proteggerne la biodiversità floristica e faunistica.

Il connubio tra Agrivoltaico ad inseguimento monoassiale e Prato Polifita Stabile consente l'utilizzo dell'intera superficie al suolo. Il prato stabile polifita arricchisce progressivamente il terreno, mantiene un ecosistema strutturato e solido della cotica erbosa, le leguminose presenti nel mix fissano l'azoto atmosferico, fornendo una ottimale concimazione del terreno, e offrono un foraggio di elevato valore nutritivo grazie alla notevole presenza di proteine. A fine vita

operativa, a impianto dismesso, il suolo così rigenerato sarà ideale per coltivazioni agricole di pregio.

Si evidenziano inoltre i seguenti elementi qualificanti:

1. il suolo non risulta interessato in modo significativo da infrastrutture inamovibili:
 - i pali dei tracker sono semplicemente infissi nel terreno per battitura e possono essere rimossi con facilità per semplice estrazione;
 - i cavidotti saranno unicamente localizzati al margine sud-est e sud ovest, in vicinanza della recinzione, e anch'essi sono facilmente rimovibili a fine vita operativa del agrivoltaico;
 - le linee di bassa tensione in corrente continua saranno posate su canaline esterne, fissate alle strutture stesse dei tracker, senza interessare il terreno con numerosi cavidotti.
2. Il prato stabile è una coltura pluriennale la cui durata è dell'ordine dei decenni. Le attività di impianto, che consistono in aratura, fresatura e semina, non interferiscono con il agrivoltaico in quanto sono attività propedeutiche e preliminari all'installazione dell'impianto stesso.
3. L'attività di manutenzione del agrivoltaico, che consiste in sostanza nell'annuale lavaggio dei pannelli, avviene con mezzi leggeri che non arrecano danno al prato.
4. Il lavaggio avviene con l'uso di rotopazzoloni, utilizzando acqua pura, senza alcun detergente che possa dar luogo a fenomeni di contaminazione della coltivazione e della falda.
5. Le attività di manutenzione delle siepi perimetrali presenti, assimilabili per tipologia alle attività agricole, rappresenteranno un'integrazione al reddito del personale impiegato.

Il prato polifita che verrà coltivato nell'area del parco agrivoltaico verrà seminato in autunno (settembre-ottobre) al termine della messa in opera dell'impianto agrivoltaico previa ripuntatura del terreno ed erpicatura. La semina verrà realizzata con seminatrici a file o a spaglio al dosaggio di 35-40 kg/ha di semente con miscugli costituiti da 8-12 specie e varietà di foraggere graminacee e leguminose. Si adotterà una elevata biodiversità nella realizzazione del miscuglio, utilizzando le seguenti specie, come ad esempio:

- graminacee: loietto italico e loietto inglese, erba fienarola, festuca, erba mazzolina, fleolo;
- leguminose: trifoglio pratense, trifoglio bianco, trifoglio incarnato, ginestrino.

Lo studio della suscettività all'uso di un suolo, inoltre, prevede la comparazione di usi alternativi e la valutazione di misure d'integrazione tra gli stessi: in questo concetto risiede la scelta del agrivoltaico compatibile al prosieguo dell'uso agricolo zootecnico. L'attività è basata

sull'uso per cui il territorio è prevalentemente vocato, e cioè il pascolo; tale azione è necessaria poiché al momento l'area risulta utilizzata a pascolo e il mantenimento dello status quo non determina alcuna variazione. Si può inoltre considerare di associare, alla presenza dell'impianto agrivoltaico, quella di un allevamento ovino: ben si presta la compresenza poiché gli ovini, essendo animali di piccola taglia (altezza media dei maschi 71 cm e 63 cm delle femmine) potrebbero comunque liberamente muoversi tra le strutture dell'impianto, sollevato da terra ai sensi delle "Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici". In questo modo, si avrebbero dei benefici riconducibili:

- Al mantenimento della componente organica attraverso l'apporto naturale di fertilizzante sotto forma delle deiezioni ovine;
- Alla ripulitura del terreno dalla componente vegetale, riducendo fortemente il pericolo degli incendi estivi delle stoppie, evitando inoltre i costi necessari all'alternativa ripulitura dalle stoppie;
- Alla costante vigilanza dell'area dovuta alla presenza del conduttore dell'allevamento ovino.
- Diversi studi hanno dimostrato che l'ombra proiettata dai pannelli solari sul terreno non solo fornisce un riparo per il bestiame nelle ore più calde della giornata e nei periodi più afosi dell'anno, ma fa crescere meglio e con maggiore rapidità l'erba di cui gli ovini si nutrono. Questo perché la brina di condensa che si accumula durante la notte sulla superficie dei pannelli scivola verso il terreno, mantenendolo sempre umido anche in caso di siccità e garantendo allo stesso tempo anche una risorsa d'acqua per le pecore.

La manutenzione delle aree di pertinenza dell'impianto richiede il controllo della crescita spontanea della vegetazione che può essere assicurato prevedendo per l'area la concessione del pascolo. Il tipo d'installazione scelta per le strutture, prevede un'altezza minima tale da rendere compatibile con il pascolamento controllato di ovini.

BOX - ESEMPIO DI UNA BUONA PRATICA GIÀ REALIZZATA IN ITALIA DI INTEGRAZIONE DELLA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA E IL PASCOLO OVINO.

Nell'ambito del catalogo delle innovazioni rintracciabili sul portale "Innovarurale"², realizzato nell'ambito del Piano strategico per l'innovazione e la ricerca nel settore agricolo alimentare e forestale (2014-2020) che il MIPAAF ha adottato con decreto del Ministro ad aprile 2015, è reperibile tra le *best practices* un progetto innovativo³, che si riporta di seguito nelle sue linee generali, del tutto simile alla proposta innovativa messa in campo con la presente proposta progettuale, a testimonianza che l'intervento sia concretamente possibile e già funzionante da molto anni in altre realtà agricole.

Grazie all'esperienza avviata da Solar Farm⁴, impresa che opera nel campo delle energie rinnovabili, nasce l'idea di bonificare e recuperare un'intera area agricola a Sant'Alberto una frazione del comune italiano di Ravenna in Emilia-Romagna, lasciata in condizioni di abbandono e riqualificarla, restituendo valore a una tradizione considerata marginale come la pastorizia. Prende corpo così il prato-pascolo fotovoltaico da 71 ettari del caseificio Buon Pastore.

DESCRIZIONE INNOVAZIONE

L'innovazione sviluppata consente ad un allevamento di pecore di razza sarda di pascolare libere in prossimità di pannelli solari, in un prato seminato con erbe selezionate costituito da: erba medica, ginestrino, trifoglio bianco, festuca ovina, festuca arundinacea, lupinella, erba mazzolina, loiutto perenne e trifoglio violetto.

Prima della semina è stata effettuata, prima un aratura leggera (circa 30 cm), poi una fresatura. Dopo la semina si è proceduto con una rullatura del terreno. Questo miscuglio di erbe consente di ottenere e garantire un foraggio di qualità per pascolamento ma anche di produrre quantità di fieno essiccato in campo per coprire l'arco temporale in cui il gregge non può pascolare (inverno) a meno di condizioni climatiche favorevoli.

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

Gli animali all'aperto dispongono di strutture artificiali (tettoie formate dai pannelli fv e strutture frangivento) utili a proteggere il gregge dalla pioggia, dal vento e soprattutto dall'eccessiva esposizione solare.

I pannelli fotovoltaici poggiano su strutture collocate sul terreno senza cemento armato, che vanno ad alimentare un impianto in grado di coprire il fabbisogno energetico di oltre 10mila famiglie. Il campo fotovoltaico nel quale è inserito il caseificio è tra i più grandi d'Italia per potenza installata e dimensioni. Ha una potenza nominale di 35 MWp per un'estensione di 71 ettari (ma l'effettiva superficie coperta dai pannelli è inferiore al 40%). Produce circa 45.000.000 kWh/anno pari a 335.000 tonnellate di CO2 non immesse in atmosfera. La struttura di sostegno dei pannelli è del tipo «a cavalletto», in acciaio zincato ed alluminio. La tipologia di struttura scelta garantisce il ripristino dei luoghi a fine ciclo di vita dell'impianto fissato in 30 anni. Ai sopraccitati prato-pascolo fotovoltaico si aggiunge un impianto fotovoltaico di 16 KWp installato sul tetto del Caseificio.

² <https://www.innovarurale.it/it>

³ <https://www.innovarurale.it/it/innovainazione/bancadati/agro-voltaico-pratopascolo-e-sostenibilita-ambientale>

⁴ <https://www.solarfarm.it/>



Regione: Emilia-Romagna
Comparto/Prodotto:
Zootecnia - ovi-caprini » Latte e derivati
Anno di realizzazione: 2012

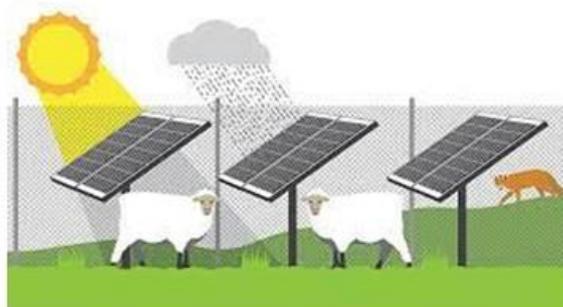


Figura 27: Esempio di agrivoltaico realizzato su territorio nazionale (fonte: <https://www.innovarurale.it/it>)

BENEFICI DELL'INNOVAZIONE

Il progetto è stato realizzato nel tentativo di superare il conflitto tra solare e agricoltura e con l'obiettivo di far convivere in sinergia questi due "mondi", che sappiamo essere molto diversi tra loro, ma che possono coesistere all'interno di un vero e strutturato progetto agrivoltaico. L'impianto fotovoltaico è stato progettato al fine di rendere fruibile il terreno agli ovini che pascolando anche sotto i pannelli solari, contribuiscono al mantenimento delle aree agricole e del manto erboso. Le strutture dei pannelli fotovoltaici sono state concepite e installate in maniera tale da non ostacolare il passaggio e il pascolo degli animali.

Uno dei concetti cardine dell'innovazione è l'impiego di strutture di supporto dei moduli fotovoltaici in totale assenza di fondazioni in cemento armato, che minimizza l'impatto ambientale delle opere, consentendo una completa reversibilità del sito al termine del ciclo di vita dell'impianto (stimato intorno ai 30 anni).

8.2.1. Uso del Suolo e suscettività dei suoli agli usi agricoli.

Come si evince dalla cartografia, l'uso del suolo della superficie in esame è prevalentemente codificato come "colture intensive in aree non irrigue" (2.1.1.1.). Tuttavia, l'analisi di dettaglio del terreno interessato rivela come si tratti di un pascolo migliorato (decespugliamento e spietramento). Anche catastalmente i mappali interessati dall'intervento sono classificati come pascolo (vedasi visure catastali). La vegetazione dell'area d'intervento è per la maggior parte ascrivibile a specie vegetali pabulari riconducibili al pascolo.

8.2.2. Valutazione di un pascolo

La valutazione del pascolo è un punto fermo da cui partire per la determinazione del carico di bestiame sopportabile dal terreno in esame. Il carico bestiame allevabile consentirà di sviluppare il bilancio aziendale possibile. Per valutare la capacità di carico bestiame del pascolo un dato indicativo utile è rappresentato dalla capacità di produrre specie pabulari. Un pascolo, mediamente, fornisce circa 700 kg ha⁻¹ anno di fieno normale, pari a 280 U.F. ha⁻¹ anno. Dalla produzione del pascolo si può stimare il carico di bestiame mantenibile su una determinata superficie, che è una variabile d'importanza cruciale per un'adeguata utilizzazione e conservazione delle risorse foraggere naturali e valutare quindi la capacità aziendale di quella data area. Il carico dipende:

- Dalla produzione foraggiera disponibile nel periodo considerato;
- Dalla quantità di foraggio consumata dagli animali al pascolo durante il tempo di permanenza;
- Dal coefficiente di utilizzazione, cioè il rapporto tra l'erba presente nell'appezzamento all'inizio e alla fine del pascolamento.

A questo proposito, si possono schematizzare i seguenti sistemi di pascolamento:

- Pascolamento libero;
- Pascolamento turnato;
- Pascolamento razionato.

Il pascolamento libero è un sistema estensivo che prevede la presenza continua di animali liberi alla ricerca di biomassa pabulare su vaste aree senza periodi di riposo. Il pascolamento libero ha il pregio di avere bassi costi d'investimento e manodopera, è quindi applicabile in ambienti caratterizzati da condizioni climatiche che permettono una crescita continua e regolare dell'erba, oppure in situazioni caratterizzate da una potenzialità produttiva troppo limitata, tale da rendere antieconomico qualsiasi intervento d'intensificazione colturale.

Il pascolamento turnato (o a rotazione) è un sistema più intensivo e razionale del precedente, che prevede la suddivisione dell'appezzamento in più sezioni, mediante recinzioni fisse. Gli animali sono liberati in una sezione, nella quale rimangono per tutto il tempo necessario a consumare completamente la vegetazione presente sulla sezione stessa (7 giorni massimo).

Subito dopo gli animali sono spostati nella sezione successiva. Uno dei vantaggi del pascolamento turnato è che è possibile scegliere l'epoca ottimale per il consumo delle specie vegetali presenti; a questo proposito, bisogna considerare che le specie graminacee vanno pascolate quando sono ancora nella fase di accostamento o da inizio levata, per evitare un evidente decadimento della qualità (più fibra, meno protidi, minore appetibilità, maggiori scarti) e compromettere il futuro ricaccio (la presenza di steli blocca lo sviluppo di nuovi germogli di accostamento). Un altro vantaggio del pascolamento turnato è che la quantità di foraggio consumato è più elevata, cosa che fa salire notevolmente il coefficiente di utilizzazione ($K = 0,75$); inoltre, il bestiame può essere diviso in gruppi omogenei per esigenze alimentari (animali in produzione, animali giovani, ecc.), esercitando quindi un certo controllo sul razionamento dei singoli individui. Altri vantaggi del pascolamento turnato possono essere così riassunti:

- al termine del pascolamento si può procedere alle cure necessarie per il mantenimento di un buon cotico erboso (concimazione, sfalcio dei rifiuti, spandimento delle deiezioni, ecc.);
- In primavera, quando vi è sovrabbondanza di produzione di foraggio, le sezioni migliori possono essere lasciate per lo sfalcio, in modo da costituire scorte di fieno per i periodi di carenza di foraggio; - Le sezioni possono essere diversificate con risemine o trasemine di specie foraggere di diversa precocità in modo da costituire una "catena" di pascolamento, in cui "anelli" giungono scolarmente allo stadio ottimale di utilizzazione. A questi vantaggi, tuttavia, fa da contraltare qualche svantaggio rispetto al pascolamento libero, identificabile essenzialmente nel fatto che la creazione delle recinzioni impone costi elevati d'investimento e di manodopera, per lo spostamento degli animali da una sezione all'altra.

Il pascolamento razionato è simile al pascolamento turnato, solo che le sezioni divise con recinzioni fisse sono ulteriormente suddivise con recinzioni mobili in diverse sub-sezioni, caratterizzate ciascuna da una produzione di foraggio coincidente con la razione giornaliera di un ben definito gruppo di animali, che stazionano, quindi in questa sezione solo per un giorno e sono poi spostati nella sezione successiva. Rispetto al pascolamento libero e a quello turnato, il pascolamento razionato è ancora più costoso (per via delle recinzioni mobili) e richiede una gestione aziendale particolarmente impegnativa, ma consente notevoli vantaggi, tra cui un elevato rispetto per la vegetazione pascoliva, che è completamente consumata in un giorno e ha poi un periodo di riposo molto ampio, durante il quale deve essere evitata ogni forma di calpestio.

Nel caso in esame si opta per un pascolo libero, garantendo agli animali anche delle piccole strutture adibite all'allevamento. Gli animali all'aperto dispongono di strutture artificiali (tettoie formate dai pannelli fv e strutture frangivento – siepe perimetrale) utili a proteggere il gregge dalla pioggia, dal vento e soprattutto dall'eccessiva esposizione solare (calore radiante estivo).

La stima del numero dei capi al pascolo è definito dalle UBA. Le unità bovino adulto (UBA) hanno lo scopo di esprimere sinteticamente il carico zootecnico. Esse considerano la quantità e

la qualità (contenuto in azoto, fosforo ...) dei reflui in modo da poter facilmente confrontare l'impatto ambientale di differenti allevamenti. Il carico viene valutato come risultato del rapporto UBA/superficie(ha). Le categorie di animali che concorrono a determinare le UBA aziendali, con i relativi indici di conversione in UBA di cui all'allegato V al Reg. (CE) n. 1974/2006 della Commissione del 15 dicembre 2006, ulteriormente differenziate ai sensi dell'articolo 27 paragrafo 13, del Programma di Sviluppo Rurale 2007-2013 della Regione Autonoma della Sardegna è di seguito riportato:

Categoria di animali	Indice di conversione in UBA
Tori, vacche e altri bovini di oltre due anni di età	1,0
Bovini da sei mesi a due anni di età	0,6
Bovini di meno di sei mesi	0,4
Equini di oltre 6 mesi	1,0
Ovini di età superiore a 10 mesi	0,15
Caprini di età superiore a 10 mesi	0,15
Scrofe riproduttrici di oltre 50 Kg	0,5
Altri suini di età superiore a 6 mesi	0,3
Galline ovaiole	0,014
Altro pollame	0,003

PROGRAMMA DI SVILUPPO RURALE 2007-2013
REG (CE) N. 1698/2005

ALLEGATO 4
INDICI DI CONVERSIONE DEGLI ANIMALI IN UNITÀ DI BOVINI ADULTI (UBA)

UNIONE EUROPEA

REPUBBLICA ITALIANA

Figura 28: ALLEGATO 4 – Indici di conversione degli animali in Unità di Bovini Adulti (UBA) (Fonte: www.regione.sardegna.it/documenti/14_43_20071121202426.pdf)

Il carico di bestiame è di 240 Ovini e Caprini di età superiore a 10 anni.

Il numero dei capi della Società Agricola F.lli PES S.S. è di 104, pertanto inferiore, soprattutto nell'ottica di una gestione sostenibile del pascolo e dell'attività zootecnica.

Sono già presenti nelle immediate vicinanze del parco agrivoltaico e alle strade di accesso, punti/aree adoperati già per abbeveramento degli animali, pertanto il consumo di risorsa idrica sarà lo stesso della fase ante operam e solo nell'eventualità in seguito si valuterà la necessità di realizzazione di un pozzo artesiano.



Figura 29: Esempio di abbeveratoio con doppia cisterna da pascolo

8.2.3. Analisi della continuità agricola ante e post operam

Come definito dal decreto legislativo 8 novembre 2021, n. 1991 (di seguito anche decreto legislativo n. 199/2021) di recepimento della direttiva RED II, l'Italia si pone come obiettivo quello di accelerare il percorso di crescita sostenibile del Paese, al fine di raggiungere gli obiettivi europei al 2030 e al 2050. Il Ministero della Transizione Ecologica – Dipartimento per l'Energia, ha coordinato ed emesso un documento definito "Linee guida in materia di Impianti Agrivoltaici – Ed. Giugno 2022". Di seguito si riporta in originale, quanto descritto nelle Linee Guida.

2.4 Analisi della continuità agricola ante e post operam nel corso della vita tecnica dell'impianto, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli

Secondo i più recenti impianti normativi e indicazioni per un corretto inserimento degli impianti agrivoltaici nel contesto rurale, gli elementi da valutare nel corso dell'esercizio dell'impianto, volti a comprovare la continuità dell'attività agricola, sono:

a) L'esistenza e la resa della coltivazione Al fine di valutare statisticamente gli effetti dell'attività concorrente energetica e agricola è importante accertare la destinazione produttiva agricola dei terreni oggetto di installazione di sistemi agrivoltaici. In particolare, tale aspetto può essere valutato tramite il valore della produzione agricola prevista sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari successivi all'entrata in esercizio del sistema stesso espressa in €/ha o €/UBA (Unità di Bestiame Adulto), confrontandolo con il valore medio della produzione agricola registrata sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari antecedenti, a parità di indirizzo produttivo. In assenza di produzione agricola sull'area negli anni solari precedenti, si potrebbe fare riferimento alla produttività media della medesima produzione agricola nella zona

geografica oggetto dell'installazione. In alternativa è possibile monitorare il dato prevedendo la presenza di una zona di controllo che permetterebbe di produrre una stima della produzione sul terreno sotteso all'impianto.

b) Il mantenimento dell'indirizzo produttivo Ove sia già presente una coltivazione a livello aziendale, andrebbe rispettato il mantenimento dell'indirizzo produttivo o, eventualmente, il passaggio ad un nuovo indirizzo produttivo di valore economico più elevato. Fermo restando, in ogni caso, il mantenimento di produzioni DOP o IGP. Il valore economico di un indirizzo produttivo è misurato in termini di valore di produzione standard calcolato a livello complessivo aziendale; la modalità di calcolo e la definizione di coefficienti di produzione standard sono predisposti nell'ambito della Indagine RICA per tutte le aziende contabilizzate. A titolo di esempio, un eventuale riconversione dell'attività agricola da un indirizzo intensivo (es. ortofloricoltura) ad uno molto più estensivo (es. seminativi o prati pascoli), o l'abbandono di attività caratterizzate da marchi DOP o DOCG, non soddisfano il criterio di mantenimento dell'indirizzo produttivo.

Continuità dell'attività agricola

L'impianto agri-agrivoltaico sarà realizzato su terreni adibiti principalmente al pascolo degli animali e alla produzione di fieno polifita per l'alimentazione degli animali. La fienagione si effettua almeno una volta all'anno. Gli usi del suolo delle particelle interessate sono stati dedotti dalla scheda di validazione n. 10378169188 del 23/06/2021 per quanto concerne l'azienda "**SOCIETA' AGRICOLA F.LLI PES**" e dalla scheda di validazione n. **20361571910** del 07/02/2022 per l'azienda "**ASPRONI SEBASTIANO**". La seguente tabella riporta i dati GIS dell'uso del suolo presenti sul fascicolo aziendale delle su menzionate aziende agricole:

Comune	Foglio di mappa	Particella	Uso del suolo	Superficie mq
Siligo	3	95	alberi e boschetti	274
Siligo	3	95	olivo	12
Siligo	3	95	PASCOLO ARBORATO - TARA 50%	11660
Siligo	3	95	PRATO POLIFITA	47888
Siligo	3	95	tare	194
Siligo	3	96	olivo	4
Siligo	3	96	PASCOLO ARBORATO - TARA 50%	875
Siligo	3	100	PASCOLO POLIFITA CON ROCCIA AFFIORANTE TARA 20%	406
Siligo	3	100	alberi e boschetti	844
Siligo	3	100	PRATO POLIFITA	199953
Siligo	3	100	tare	1992
Siligo	3	246	PRATO POLIFITA	15471

Siligo	3	247	PRATO POLIFITA	9
Siligo	3	299	PRATO POLIFITA	104043
Siligo	3	299	tare	435
Siligo	3	300	PASCOLO POLIFITA CON ROCCIA AFFIORANTE TARA 20%	1392
Siligo	3	300	PRATO POLIFITA	763
Siligo	10	2	PASCOLO ARBORATO - TARA 50%	7450
Siligo	10	2	PRATO PASCOLO	16638
Siligo	10	3	PASCOLO ARBORATO - TARA 50%	1476
Siligo	10	3	PRATO PASCOLO	1739
Siligo	10	4	alberi e boschetti	1772
Siligo	10	4	PASCOLO ARBORATO - TARA 50%	5409
Siligo	10	4	PRATO PASCOLO	25449
Siligo	10	4	tare	261
Siligo	10	13	PRATO PASCOLO	1234
Siligo	10	15	PRATO PASCOLO	1679
Siligo	10	16	PASCOLO ARBORATO - TARA 50%	802
Siligo	10	16	PRATO PASCOLO	453
Siligo	10	17	PASCOLO ARBORATO - TARA 50%	464
Siligo	10	17	PRATO PASCOLO	30856
Siligo	10	20	PASCOLO POLIFITA CON ROCCIA AFFIORANTE TARA 20%	5138
Siligo	10	20	PRATO PASCOLO	8739
Siligo	10	83	PRATO PASCOLO	3041
Siligo	10	84	PRATO PASCOLO	9133
Siligo	10	144	PASCOLO POLIFITA CON ROCCIA AFFIORANTE TARA 20%	18184
Siligo	10	144	PASCOLO ARBORATO - TARA 50%	25209
Siligo	10	144	PRATO PASCOLO	229980
Siligo	10	144	tare	65
Siligo	10	146	PRATO PASCOLO	14594
Siligo	10	148	PASCOLO POLIFITA CON ROCCIA AFFIORANTE TARA 20%	29482
Siligo	10	148	PRATO PASCOLO	24156
Siligo	10	276	PRATO PASCOLO	1751
Siligo	11	28	PASCOLO POLIFITA CON ROCCIA AFFIORANTE TARA 20%	2165
Siligo	11	28	PRATO PASCOLO	3953

Siligo	11	29	PASCOLO POLIFITA CON ROCCIA AFFIORANTE TARA 20%	1616
Siligo	11	29	PASCOLO ARBORATO - TARA 50%	736
Siligo	11	29	PRATO PASCOLO	6397
Siligo	11	30	PASCOLO POLIFITA CON ROCCIA AFFIORANTE TARA 20%	3117
Siligo	11	30	PASCOLO ARBORATO - TARA 50%	1047
Siligo	11	30	PRATO PASCOLO	5847
Siligo	11	31	PASCOLO POLIFITA CON ROCCIA AFFIORANTE TARA 20%	978
Siligo	11	31	PRATO PASCOLO	4886
Siligo	11	32	PASCOLO POLIFITA CON ROCCIA AFFIORANTE TARA 20%	10701
Siligo	11	32	PASCOLO ARBORATO - TARA 50%	1999
Siligo	11	32	PRATO PASCOLO	10572
TOTALE				905383

Questo tipo di installazione genera un vantaggio produttivo, specialmente in un ambiente a clima mediterraneo e con ridotte o assenti disponibilità irrigue, consentendo di aumentare la produzione di fieno ed erba, grazie al miglioramento dell'umidità del suolo connessa alle fasce d'ombra e alla riduzione del fabbisogno idrico delle vegetazioni. La maggior diversificazione di condizioni edafiche, termiche e luminose consente inoltre di aumentare la biodiversità vegetale e con ciò la qualità pabulare del foraggio, riducendo il rischio di sovrapascolamento specie in annate siccitose, oltre ad offrire condizioni di maggior comfort e riparo per il bestiame. Un'impiantistica fotovoltaica fissa agirebbe da deterrente a conversioni in senso opposto (da prato/pascolo a seminativo), che sempre causano pesanti perdite di sostanza organica, e quindi desorbimento di CO₂, dai suoli interessati. Anche se a prima vista può sembrare strano, l'ombra dei pannelli solari permette un uso più efficiente dell'acqua, oltre a proteggere le piante dagli agenti atmosferici estremi e dal sole nelle ore più calde. Recenti studi internazionali (Marrou et al., 2013) indicano che la sinergia tra agrivoltaico e agricoltura crea un microclima (temperatura e umidità) favorevole per la crescita delle piante che può migliorare le prestazioni di alcune colture.

Per il calcolo economico delle superfici ci si è avvalsi dei precedenti usi del suolo ricavati dai fascicoli aziendali e della tabella delle Produzioni Standard RICA relativi alla Regione Sardegna del 2017.

Uso del suolo	ha	PS euro/ha	PS totale euro	Descrizione RICA 2017
---------------	----	------------	----------------	-----------------------

pascolo polifita o arborato tare 20%	7,3179	132	965,96	pascoli magri
Pascolo arborato tare 50%	5,7127	132	754,08	pascoli magri
Prato pascolo o polifita	76,9224	360	27692,06	prati permanenti e pascoli
Totale			29412,10	

Il mantenimento dell'indirizzo produttivo

L'indirizzo produttivo e l'uso del suolo delle particelle, oggetto dell'installazione dell'impianto agrivoltaico, non muteranno né qualità né destinazione d'uso del suolo. Le aziende continueranno a svolgere come sempre sia il pascolo che la produzione di fieno per il periodo invernale. L'impianto agri-agrivoltaico sarà posizionato direttamente su pali alti e ben distanziati tra loro. La disposizione, con opportune geometrie, dei pali consente comunque di effettuare sia il pascolo degli animali che lavorazioni e sfalci procedendo per file, limitando l'intralcio ai mezzi meccanici e ottimizzando i periodi di piena insolazione della vegetazione per ridurre il fabbisogno idrico e gli stress termici. Oltre a ciò, potrà essere comunque effettuato il pascolo. Pertanto, la superficie del terreno resta permeabile, raggiungibile dal sole e dalla pioggia, e utilizzabile per la coltivazione agricola. Si può affermare, anzi, che l'impianto agrivoltaico porterà sicuramente dei benefici al suolo. Le principali motivazioni alla base di questi miglioramenti sono: Ridotta esposizione al sole ed aumento delle rese foraggere. 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.

8.2.4. Umidità e temperatura del suolo

L'ombra fornita dai pannelli solari riduce l'evaporazione dell'acqua e aumenta l'umidità del suolo (particolarmente vantaggiosa in ambienti caldi e secchi). A seconda del livello di ombra, 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.