

REGIONE SARDEGNA

PROVINCIA DI SUD SARDEGNA

COMUNE DI TEULADA

Oggetto:

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO
DELLA POTENZA DI 42,5919 MWp DA UBICARSI NEL TERRITORIO DEL
COMUNE DI TEULADA
LOCALITÀ S'ACQUA SASSA**

Elaborato :

REL012 - RELAZIONE AGRONOMICA

TAVOLA:

REL012

PROPONENTE :

Alter Uno S.R.L. Unipolare

Sede
Via Principessa Clotilde 7, 00196 Roma (RM)



PROGETTAZIONE :



GAMIAN CONSULTING SRL

Sede
Via Gioacchino da Fiore 74
87021 Belvedere Marittimo (CS)

Tecnico
Ing. Gaetano Voccia

Team Tecnico
Guerriero Alessandra Cairo Stefano
Greco Francesco Addino Roberto
Martorelli Francesco



SCALA:

DATA:

Novembre 2022

REDAZIONE :

CONTROLLO :

APPROVAZIONE :

Codice Progetto: FM.21.002

Rev.: 00 - Presentazione Istanza VIA e AU

Gamian Consulting Srl si riserva la proprietà di questo documento e ne vieta la riproduzione e la divulgazione a terzi se non espressamente autorizzato

SPAZIO RISERVATO ALL'ENTE PUBBLICO

1	. PREMESSA	2
2	. INQUADRAMENTO TERRITORIALE ED IDENTIFICAZIONE CATASTALE	3
3	. CARATTERISTICHE METEOCLIMATICHE	4
4	. ASPETTI GEOLOGICI ED IDROGEOLOGICI	6
5	. USO DEL SUOLO E CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE	8
6	. ASSETTO VEGETAZIONALE	10
7	. DESTINAZIONE E STATO COLTURALE	14
8	. AREALE DI RIFERIMENTO DESCRITTO DAL CENSIMENTO AGRICOLTURA 2010	18
9	. PRODUZIONI AGRICOLE CARATTERISTICHE DELL’AREA IN ESAME	19
10	. RISCHIO DESERTIFICAZIONE E PIANIFICAZIONE REGIONALE	21
11	. LA METODOLOGIA MEDALUS	22
12	. VALUTAZIONE DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI	24
13	. MISURE COMPENSATIVE	26
14	. FOCUS AGROVOLTAICO E GESTIONE DEL PIANO CULTURALE	27
15	. VALUTAZIONE COMPLESSIVA DEL SITO IN ESAME	32
16	. VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI	34
17	. CONSIDERAZIONI PRELIMINARI ALLA REDAZIONE DEL LAYOUT	36
18	. INTERFERENZA	38
19	. SISTEMA TRACKER	39
20	. INTERDISTANZA	40
21	. FONDAZIONI/PIANO DI DISMISSIONE	42
22	. MICROCLIMA	43
23	. GESTIONE AGRONOMICA	45
24	. CONCLUSIONI	46

1 . PREMESSA

La relazione in oggetto è finalizzata allo studio agronomico relativo alla realizzazione di un impianto agro-fotovoltaico ubicato nel comune di Comune di Teulada (SU) alla località “S’Acqua Sassa” (Coordinate WGS84 EPSG:4326: X: 8.735673, Y:38.9641827) su una superficie complessiva di circa 72,6251 ha. È stata eseguita un’attenta analisi del territorio, rispetto alla quale si riportano le evidenze di natura tecnico-scientifica per un’accurata determinazione del valore agronomico delle colture presenti sulle aree d’interesse, al fine di fornire le adeguate informazioni utili alla scelta della vocazione agricola più idonea alla tipologia d’intervento proposto. Al contempo, sono state analizzate le peculiarità territoriali regionali e locali al fine di:

- valutare lo stato della vegetazione reale presente;
- valutare le dinamiche evolutive indotte degli interventi progettuali.

È stata quindi condotta un’indagine agronomica sulla scorta dei sopralluoghi effettuati e dell’analisi del contesto territoriale di riferimento in rapporto, poi, alle previsioni produttive future.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE ED IDENTIFICAZIONE CATASTALE

L'area di progetto si sviluppa nel territorio del Comune di Teulada (SU) alla località "S'Acqua Sassa".



Figura 1- Individuazione dell'area d'impianto su Ortofoto.

Altimetricamente il sito è posto a quota variabile tra i 45 ed i 80 m s.l.m., in una zona caratterizzata da morfologie da pianeggianti ad acclivi. L'area è caratterizzata dalla presenza di solchi di ruscellamento che si raccordano alle incisioni principali. Lungo questi impluvi si può concentrare l'erosione dei versanti e, data l'origine dei terreni prevalentemente argilloso-marnosi, possono essere soggetti a fenomeni di erosione concentrata durante fenomeni temporaleschi. In particolare, per tutta la fascia a valle dei cluster, confinante con la SS195 Sulcitana a sud, si osserva una pendenza molto blanda, che potrebbe portare a fenomeni di accumulo in occasione di eventi meteorici molto intensi. Per la porzione più a nord, si osservano pendenze crescenti, con una migliore capacità di drenaggio ed intensificazione dei ruscellamenti. La superficie si presenta con una pendenza media, nella direzione nord-sud, del 4/6%. Al nuovo catasto terreno la superficie ricade nel Comune di Teulada (SU) con identificativi ai fogli 311, 309, 702 (Teulada) e particelle come riportate in tabella.

Comune	Foglio	Particelle							
		1	54	53	25	24	10	9	8
Teulada	311								
	309	4							
	702	1	3	9					

Tabella 1 Individuazione catastale.

L'intera superficie destinata ad accogliere l'impianto agro-fotovoltaico è costituita da ben cinque cluster pur essendo fisicamente corpo unico. La condizione è dovuta alla presenza di criticità quali stacchi per corpi idrici, strade, servitù che attraversano in vario modo l'area. Il sito è posto a circa Km 84.00 da Cagliari, ed a circa Km 14.00 dal centro abitato di Teulada e vi si accede facilmente percorrendo SS 195.

3. CARATTERISTICHE METEOCLIMATICHE

La classificazione dei climi più accreditata è quella di Köppen, in cui ciascun clima viene definito in base a valori prestabiliti di temperatura e di precipitazioni, calcolati conformemente alle medie annue o di singoli mesi. La classificazione climatica della Sardegna ricade nelle regioni a clima di “tipo C- zona temperata/umida”, dove, la media del mese più freddo a febbraio, è inferiore a 10.1°C ma superiore a -3°C, senza copertura regolare nevosa, tipico clima mediterraneo, caratterizzato da una temperatura media del mese più caldo agosto superiore ai 26.4°C e da un regime delle precipitazioni contraddistinto da una concentrazione delle precipitazioni nel periodo freddo (autunno-invernale). Per caratterizzare il clima del sito di Teulada, che si trova ad una quota media 80 s.l.m., viene utilizzato lo Studio “Climatologia della Sardegna” pubblicato dalla Regione Sardegna, nel quale sono stati utilizzati i dati trentennali di temperatura e precipitazioni. Si segue l'analisi dei climogrammi di Peguy, che riassumono l'andamento medio mensile dei due parametri climatici, Temperatura e Precipitazioni. I valori medi delle temperature massime presentano una elevata variabilità tanto da superare la soglia dei 30°, mentre le temperature minime medie si attestano intorno ai 7°C. In merito alle temperature massime assolute, nelle aree di collina interna, quella di Cagliari raggiunge i valori normali di 35°-36°. Il clima predominante in Cagliari viene definito di steppa locale. Nel corso dell'anno si riscontra poca piovosità. In accordo con Köppen e Geiger il clima è stato classificato come BSK. Cagliari ha una temperatura di 17.5°C. La media annuale di piovosità è di 448 mm. 2 mm di pioggia del mese di luglio, che è il mese più secco. Novembre è il mese con maggiore piovosità, avendo una media di 67 mm. 26.4°C è la temperatura media di agosto, il mese più caldo dell'anno. Con una temperatura media di 10.1°C, febbraio è il mese con più bassa temperatura di tutto l'anno. A Cagliari, il mese con il maggiore numero di ore di sole giornaliere è luglio con una media di 12.84 ore di sole. In totale ci sono 398.11 ore di sole per tutto luglio. Il mese con minor numero di ore giornaliere a Cagliari è gennaio con una media di 5.56 ore di sole al giorno, per un totale ci sono 172.38 ore di sole a gennaio. A Cagliari si contano circa 3277.97 ore di sole durante tutto l'anno, in media ci sono 107.6 ore di sole al mese. Per quanto riguarda le precipitazioni, la provincia di Cagliari si può suddividere in tre sub aree. Il sito di studio fa parte dell'area collinare interna dove la piovosità annua è molto modesta, circa 448 mm annui. Le scarse precipitazioni nel periodo primaverile-estivo rimarcano il tipico aspetto del regime climatico mediterraneo che caratterizza la regione Sardegna, con valori di 50° percentile, ma si evidenzia una chiara, anche se in qualche località è abbastanza lieve, asimmetria della distribuzione nel periodo autunno-invernale. Infatti, i tre mesi autunnali (ottobre, novembre e dicembre) risultano più piovosi dei corrispondenti invernali (marzo, febbraio gennaio e dicembre). Soprattutto il mese di ottobre è quasi sempre più piovoso di marzo. Nella figura si evidenzia la correlazione tra Precipitazioni e Temperature medie durante l'anno e, come si può osservare, la poligonale dei risultati per due terzi è concentrata nel triangolo che raffigura il clima temperato.

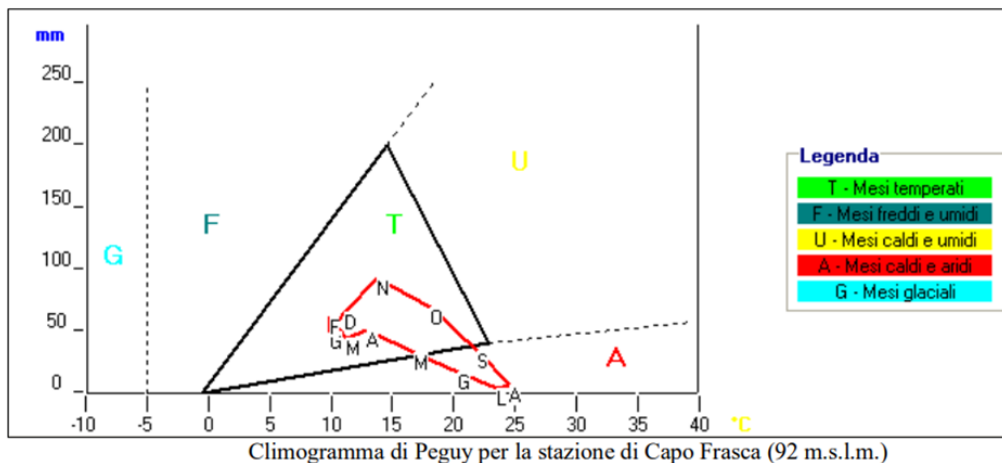


Figura 2 - Digramma chimogrammi di Peguy Cagliari - “Climatologia della Sardegna”

Gli elementi climatici esaminati influiscono direttamente sul regime delle acque sotterranee, ed essendo le piogge concentrate in pochi mesi, assumono particolare interesse i fenomeni di ruscellamento superficiale, di infiltrazione e di evaporazione. L’evaporazione è sempre modesta nei mesi freddi, in special modo nelle zone di affioramento dei termini litoidi di natura calcarenitica, ciò a causa dell’elevata permeabilità (per porosità e fessurazione) di tali litotipi, che favorisce l’infiltrazione delle acque ruscellanti. La ricarica degli acquiferi dell’area in esame avviene quindi sostanzialmente nel periodo piovoso ottobre-marzo mentre durante l’estate, si verificano condizioni di deficit di umidità negli strati più superficiali del terreno.

4. ASPETTI GEOLOGICI ED IDROGEOLOGICI

La geologia della Sardegna ha sempre attratto l'interesse degli studiosi poiché essa può raccontare più di 570 milioni di anni di storia geologica Europea. Nessun'altra regione dell'Europa racchiude, in uno spazio così ristretto, una così ampia e dettagliata testimonianza. La Sardegna è, infatti, una delle regioni Europee geologicamente più eterogenee. Siamo abituati a vedere la Sardegna come una sorta di parallelepipedo collocato al centro del Mediterraneo occidentale in compagnia di un'altra isola che sta poco più a nord, la Corsica. In realtà il processo che ha portato all'assetto geologico attuale della Sardegna si è concluso molto di recente, nel Quaternario. Si può quindi intuire quanti avvenimenti si siano succeduti nel frattempo. Per raccontare la storia geologica della Sardegna occorre partire da molto lontano, oltre 570 milioni di anni fa, nel Precambriano. Nel Precambriano le masse continentali del pianeta si trovavano più o meno a cavallo dell'equatore, suddivise in più placche derivate dalla rottura di un precedente supercontinente chiamato Rodinia. Due di queste placche, Laurentia e Gondwana, comprendevano la quasi totalità delle masse continentali. Le aree continentali che in seguito formeranno la Sardegna si trovavano sommerse sotto mari epicontinentali. Circa 450 milioni di anni fa, in pieno Ordoviciano, le placche continentali cominciarono a convergere fra loro. In questo processo di consunzione degli oceani, una piccola placca continentale chiamata Armorica, si trovò chiusa nella stretta tra Gondwana e Baltica (un'altra placca che comprendeva l'Europa centro-settentrionale e orientale). Circa 350 milioni di anni fa, nel Carbonifero, le placche continentali iniziarono a collidere. Tale processo andò avanti fino al Permiano (250 milioni di anni fa) con la completa fusione di tutte le placche continentali formando il supercontinente Pangea. È proprio la collisione tra Gondwana e Armorica che assemblò quella piccola area continentale che diventerà la Sardegna. Geologia della Sardegna – Ordoviciano-Durante il processo collisionale tra le masse continentali il gradiente geotermico è aumentato considerevolmente. Così, in profondità, la crosta continentale iniziò a fondere formando enormi masse di magma. Il magma intrappolato nella crosta si è raffreddato e solidificato lentamente, nell'arco di milioni di anni, formando graniti. È così che si è formato il grande batolite granitico che oggi affiora per un terzo del blocco sardo-corso. Nel Giurassico medio (170-160 milioni di anni fa) iniziò un nuovo ciclo di rifting. Si aprì l'Oceano Ligure-piemontese e l'Europa si separò dall'Africa. La Sardegna si ritrovò nel margine meridionale del continente europeo e subì uno sprofondamento sotto il livello del mare raggiungendo un massimo di sommersione nella sua storia geologica. Nel Cretaceo medio (intorno ai 100 milioni di anni fa), l'Oceano Ligure-Piemontese, dopo aver raggiunto un'apertura massima di circa 1000 km, iniziò a richiudersi. Nell'Eocene medio (intorno ai 50 milioni di anni fa), l'Oceano si chiuse a nord generando le Alpi, e circa 20 milioni di anni dopo, nell'Oligocene, il margine europeo che comprendeva la Sardegna e la Corsica collise con l'Africa generando gli Appennini settentrionali. Poiché la Sardegna e la Corsica costituivano il fronte collisionale dell'Europa, l'enorme pressione generata dalla collisione con la placca africana generò una serie di faglie trascorrenti oggi osservabili in tutto il blocco sardo-corso e che chiariscono molti aspetti della geomorfologia e idrografia della Sardegna. Tra questi si possono citare le piane di Chilivani-Berchidda, di Castelsardo e di Benetutti (esempi di bacini di pull apart), il Monte Albo (esempio di struttura a flower), i tacchi dell'Ogliastra, il Golfo di Orsei, l'orientamento del corso di molti fiumi. Geologia della Sardegna - Miocene inferiore Intorno ai 20 milioni di anni fa (Miocene inferiore) iniziò uno degli avvenimenti geologici più importanti: il distacco e la rotazione del blocco sardo-corso. Impiegherà 2 milioni di anni per raggiungere la posizione attuale. Tra Pliocene e Quaternario, circa tra 4 e 2 milioni di anni fa, avvenne lo sprofondamento del semi-graben del Campidano, dove si sono raccolti oltre 600 m di spessore di sedimenti.

Il vulcanismo, in particolare quello più recente, spiega l'ampia diffusione degli altopiani. I processi di rifting del Pliocene-Quaternario, infatti, generarono numerosi eventi vulcanici effusivi sparsi un po' ovunque nella regione, producendo vaste colate laviche. Si formarono così Capo Ferrato nel Sarrabus, Monte Arci nella Marmilla, le giare, il Monte Ferru e l'altopiano della Campeda e le coperture vulcaniche della parte settentrionale del golfo di Orosei. Secondo le più recenti datazioni, l'attività vulcanica più recente è quella del Meilogu-Logudoro, cessata circa 90 mila anni fa. A partire dal Pliocene (circa 5 milioni di anni fa) a est della Sardegna si aprì un rift, avvenne la migrazione verso est dell'arco calabro e la formazione degli Appennini meridionali. Questo evento spiega la forma tronca e netta della costa orientale della Sardegna, dal Golfo di Orosei a Villasimius.

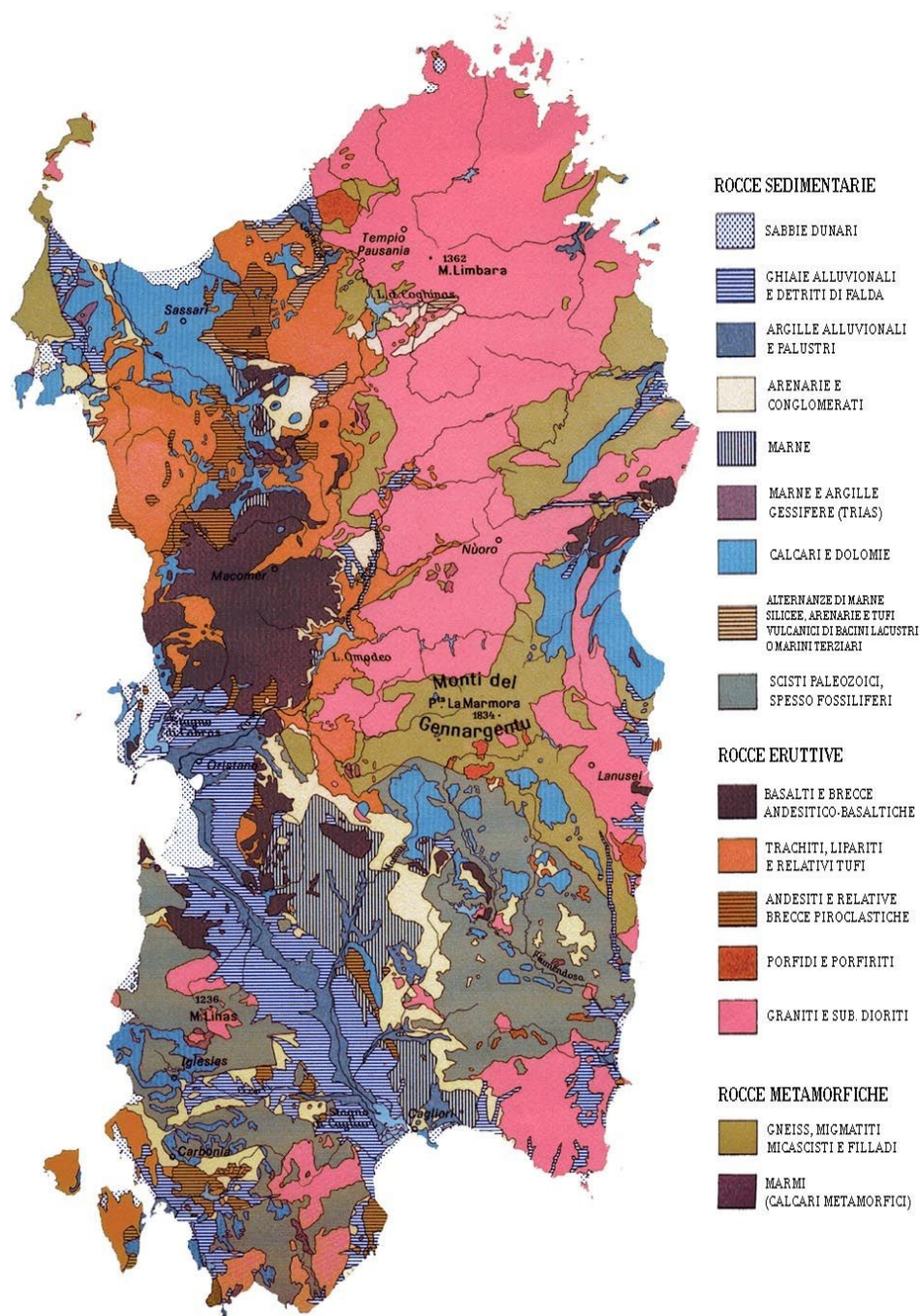


Figura 3 – Carta geologica della Sardegna

5. USO DEL SUOLO E CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE

Dalle cartografie e dal materiale divulgativo dei suoli della Sardegna, la sequenza stratigrafica nella profondità di interesse geotecnico è caratterizzata dalla presenza dei graniti poco alterati. Il substrato granitico, che costituisce il livello significativo dal punto di vista geotecnico, è costituito da materiale prevalentemente litoide con un addensamento elevato, il litotipo in alcuni casi presenta alterazione superficiale sotto forma di sabbione. Per quanto riguarda i termini litoidi, il comportamento geotecnico intrinseco dipende dal grado di fratturazione dell'ammasso. Il comportamento geotecnico dei graniti è riconducibile a quello di una roccia lapidea poco fratturata spesso tenace e consistente, tale da non porre significativi problemi di stabilità e di cedimenti indotti. Le unità di paesaggio individuato nel territorio delle aree omogenee in funzione delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e geopedologiche. Tale analisi permette di individuare e valutare le attitudini all'utilizzazione dei suoli. Nella Carta dei Suoli della Sardegna troviamo:

- 1) Paesaggi delle formazioni paleozoiche relativi depositi di versante;
- 2) Paesaggi delle alluvioni recenti ed attuali;
- 3) Paesaggi delle aree urbanizzate.

Il paesaggio su rocce granitiche si riscontra in presenza di un substrato relativi depositi di versante. È un'unità che si riscontra sia sui versanti con forme ondulate che nelle aree subpianegianti. Suoli con roccia affiorante e subordinatamente suoli da poco profondi a mediamente profondi, a tessitura sabbioso franchi a franco sabbioso argillosi, da subacidi ad acidi, drenaggio da normale a moderatamente lento, moderato pericolo di erosione, rientrano nelle classi di limitazione all'uso agricolo legate allo spessore dei suoli. Nei paesaggi sui depositi alluvionali recenti, si osserva una morfologia sub-pianeggiante su di un substrato costituito da alluvioni recenti. La copertura vegetale meno diffusa risulta la riparia e la macchia, le colture cerealicole e ortive si ritrovano nelle piane alluvionali irrigue. La pietrosità superficiale da assente ad elevata, raramente è presente la roccia affiorante. I suoli a tessitura varia da sabbiosa o sabbioso franca ad argillosa. La reazione varia dalla sub acida alla sub alcalina. I rischi di erosione sono praticamente nulli, mentre sono possibili problemi di ristagno idrico soprattutto durante la stagione invernale. I rischi di allagamento sono possibili legati ad eventi meteorologici eccezionali. Con l'utilizzo agronomico le possibilità sono molto ampie, con limitazioni all'uso sono infatti dovute alla scarsa ampiezza delle superfici interessate e dai fenomeni di ristagno idrico. Le riserve di potassio sono generalmente elevate, quelle di sostanza organica e di azoto discrete o scarse, come del resto quelle del fosforo totale che spesso si trova in forma non prontamente utilizzabile dalle piante. La reazione oscilla fra valori di 7,0 e 8,3 in relazione soprattutto col contenuto di calcare, ciò che comporta anche qualche limitazione nelle scelte colturali. In definitiva si tratta di suoli prevalentemente argillosi o argilloso-calcarei, impermeabili o semi-permeabili, con pendenza più o meno accentuata. Per la valutazione dei suoli in questione sono stati considerati i parametri europei per tale classificazione che, sono quelli conosciuti come classificazione Land capability classification for agriculture (metodo LCC). Tale classificazione pone, alla base dell'esame, le caratteristiche - parametri chimici (pH, C.S.C., sostanza organica, salinità ecc.) fisici (morfologia, clima, ecc.) dei suoli utili a praticare particolari colture per poi definire l'attitudine alla produzione. Oltre ai parametri chimici e fisici del suolo, incidono sulla classificazione, altri fattori come l'altimetria, colture diffuse e tipiche di un territorio, suoli degradati da inquinamento o dalla poca conoscenza e capacità degli operatori agricoli.

In base a questa metodologia di classificazione dei suoli, vengono individuate 8 classi con livelli crescenti di limitazione. Le prime 4 classi comprendono i suoli arabili, mentre le restanti 4 classi riguardano i terreni non coltivabili quindi non arabili. Nel caso di studio i terreni sono da attribuire alle seguenti classi:

- Classe III: suoli con severe limitazioni e con rischi rilevanti per l’erosione, pendenze da moderati a forti, profondità modesta; sono necessarie pratiche speciali per proteggere il suolo dall’erosione; modesta scelta delle colture.
- Classe IV: suoli con limitazioni molto severe e permanenti, notevoli pericoli di erosione se coltivati per pendenze notevoli anche con suoli profondi, o con pendenze moderate ma con suoli poco profondi; scarsa scelta delle colture, e limitata a quelle idonee alla protezione del suolo; Sono considerati arabili.

Il Corine Land Cover (CLC) analizza i dati sulla copertura, sull’uso del suolo e sui cambiamenti che possibile apprezzare al fine di formulare strategie di gestione e pianificazione sostenibile del territorio a servizio della politica comunitaria, stato, regioni e comuni delle politiche ambientali. In sostanza è uno strumento utile per la pianificazione di un territorio. La prima strutturazione del progetto (CLC) risale al 1985 per dotare l’Unione Europea e gli Stati membri di informazioni territoriali omogenee sullo stato dell’ambiente. I prodotti del CLC sono basati sulla foto-interpretazione di immagini satellitari, realizzata dai team nazionali degli Stati membri, seguendo una metodologia e una nomenclatura standard composta da 44 classi. Di seguito si riporta uno stralcio del Corine Land Cover (CLC) pubblicato sul C, il quale identifica il territorio in esame come seminativo non irriguo.

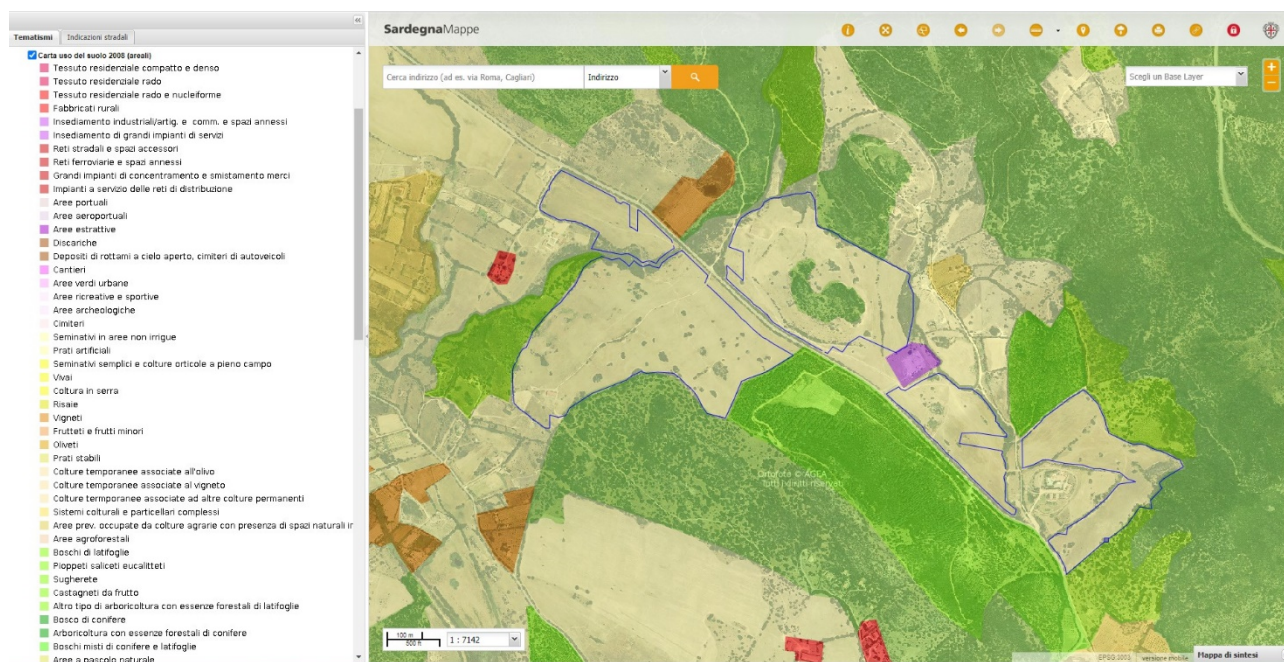


Figura 4 – Aree interessate dal futuro impianto su base Corine Land Cover

Dalla piattaforma web della regione Sardegna, la classificazione dei suoli del sito di interesse riporta coerentemente che l’uso del suolo è per la maggior parte votato a seminativi semplici.

6. ASSETTO VEGETAZIONALE

Il paesaggio vegetale della Sardegna è notevolmente vario, grazie alla variabilità geologica e geomorfologica della regione. Alcune cause sono anche attribuite all’uomo, per la grande quantità d’interventi prestati negli anni passati nel dopo guerra. Negli ultimi 50 anni le specie sono aumentate notevolmente grazie alla devastazione nell’ultimo secolo, per la grande quantità sia di legname, carbone e aree da destinare al pascolo. Le specie legnose spontanee censite, sono: il leccio, il mirto, la sughera, la roverella, la ginestra, il frassino, l’ontano nero, il corbezzolo, l’erica, l’ilatro, il lentisco, il pruno prostrato, il salice, fanno parte della vegetazione potenziale dell’area. Alla luce delle conoscenze attuali e dei dati disponibili, si può ipotizzare che, in passato, queste zone dovevano essere ricoperte da boschi caducifogli termofili dell’Oleo-Quercetum pubescens (roverella), oltre che di fitocenosi ripariali lungo i compluvi. Una maggiore estensione dovevano avere in passato, data la natura calcareo- spesso impermeabile del suolo, ambienti umidi a carattere stagionale ospitanti comunità erbacee igrofile ed aspetti di vegetazione legnosa ripariale. Lungo i corsi d’acqua troviamo le formazioni di vegetazione ripariale. Mentre le quote più basse, sui corsi d’acqua soggetti a lunghi periodi di secca, queste formazioni sono dominate da oleandro, agnocastro (vitex agnus-castrus) e tamerice (tamarix spp.) Nelle zone più fresche e umide l’ontano nero, domina in associazione con il salice (sallix spp) ed il frassino (fraxinus spp) tanto da formare delle foreste a galleria. sulle alture al di sopra degli 800 mt troviamo le cenosi a tasso ed agrifoglio che testimoniano l’età terziaria. Molto diffusi sono i gineprei, in particolare sulle aree sia costiere che montuose in stato di degrado. Il bosco di quercia da sughero occupa nella Sardegna una superficie di diverse migliaia di Ha, il risultando comprensorio più importante della Sardegna. Per via della crescente domanda di materia prima sughero da destinare alla trasformazione per le buone caratteristiche qualitative del sughero di questo territorio, le sugherete della provincia sono state recentemente oggetto di rinnovato interesse da parte di gruppi industriali del nord Sardegna.



Figura 5 - Quercia da sughero

La grande percentuale dominata dalla macchia mediterranea sono molto concentrate e comunemente diffuse. La presenza della macchia è derivata dal degrado di preesistenti formazioni forestali, che hanno contribuito a fasi intermedie del processo di successione secondaria della vegetazione attuale. La complessità della macchia è legata allo stato più o meno avanzato del processo di recupero della vegetazione, o alla presenza di fattori di disturbo come incendi, taglio e pascolamento. Le macchie riempite di cisto bianco e rosa sono indicatori di precedente passaggio del fuoco. Aree a macchia più evolute troviamo: erica arborea, corbezzolo, ilatro, lentisco e mirto. Nelle aree o zone cacuminali con roccia molto esposta situata in prossimità delle coste rocciose si formano cenosi chiamate garighe, costituite da arbusti nani prostrati, tra questi la ginestra di salzmann (genestra salzmannii), il pruno prostrato e il timo caterina. Com'è tipico dell'ambiente mediterraneo, le formazioni erbacee sono caratterizzate dalla prevalenza dell'elemento terofitico, cioè a specie a ciclo annuale che fioriscono e fruttificano in genere prima dell'estate, e attraversano la stagione arida sottoforma di seme, aspettando le prime piogge autunnali per riprendere lo stato vegetativo. Grazie al clima mediterraneo primavera ci regalano fioriture spettacolari, anche in autunno molto meno rispetto alla primavera. Le specie annuali sono numerose geofite di particolare interesse botanico, come lo zafferano minore, il giglio marino di Sardegna, l'ornitogalo sardo-corso, e molte orchidee.



Figura 6 – Fioritura del Cisto



Figura 7 - Macchia Mediterranea

Nel corso del tempo il territorio in parte è stato utilizzato prevalentemente per la coltivazione dei cereali (frumento). L'area in esame rientra, pertanto, in quello che generalmente viene definito agroecosistema, ovvero un ecosistema modificato dall'attività agricola che si differenzia da quello naturale in quanto produttore di biomasse prevalentemente destinate ad un consumo esterno ad esso. L'attività agricola ha notevolmente semplificato la struttura dell'ambiente naturale, sostituendo alla pluralità e diversità di specie vegetali ed animali, che caratterizza gli ecosistemi naturali, un ridotto numero di colture ed animali domestici. Il risultato finale è un ecosistema costituito da una struttura artificiale ed una struttura semi-naturale strettamente legate e interconnesse:

- La struttura artificiale è gestita in modo da creare e mantenere un territorio altamente semplificato e quindi controllabile (attraverso lavorazioni, concimazioni, irrigazione, diserbo, insetticidi, anticrittogamici, ecc.);
- La struttura dei margini semi-naturali è costituita da quegli habitat di margine (siepi, scarpate, corsi d'acqua, fossi, scoline, laghetti, ecc.) che, pur non essendo direttamente utilizzati, si trovano nelle immediate vicinanze e sono circondati dagli habitat agricoli intensivi e, pertanto, ne subiscono le influenze (eutrofizzazione, inquinamento, lavorazioni del terreno, frammentazione, ecc.).

È un ecosistema di transizione tra le cenosi naturali e quelle agrarie. Infatti, pure essendo riconoscibili alcune caratteristiche proprie degli ecosistemi naturali, vi è la presenza di vegetazione spontanea (soprattutto erbacea) il che indica non tanto una maggior complessità strutturale, bensì un primo stadio di progressione evolutiva dell'ecosistema. L'analisi dello spettro biologico mostra la dominanza delle terofite (T), le quali raggruppano specie annuali generalmente legate a climi aridi; la rilevanza della loro presenza in quest'area non è tanto da attribuire a fattori climatici, quanto, piuttosto, testimonia l'alterazione delle cenosi vegetali presenti determinata dalla conduzione delle attività agricole che, inevitabilmente, favoriscono la diffusione di specie annuali, spesso infestanti, molte delle quali esotiche. Seguono poche emicriptofite (H), nelle parti di terreno lasciate incolte, ovvero piante che superano la stagione avversa con le gemme a livello del suolo. Infine si rileva una modesta percentuale di elofite, che si collocano nelle zone a più stretto contatto con l'acqua, e di fanerofite (P) legate principalmente alla presenza delle colture legnose (Olea europea, Prunus dulcis, ecc.).



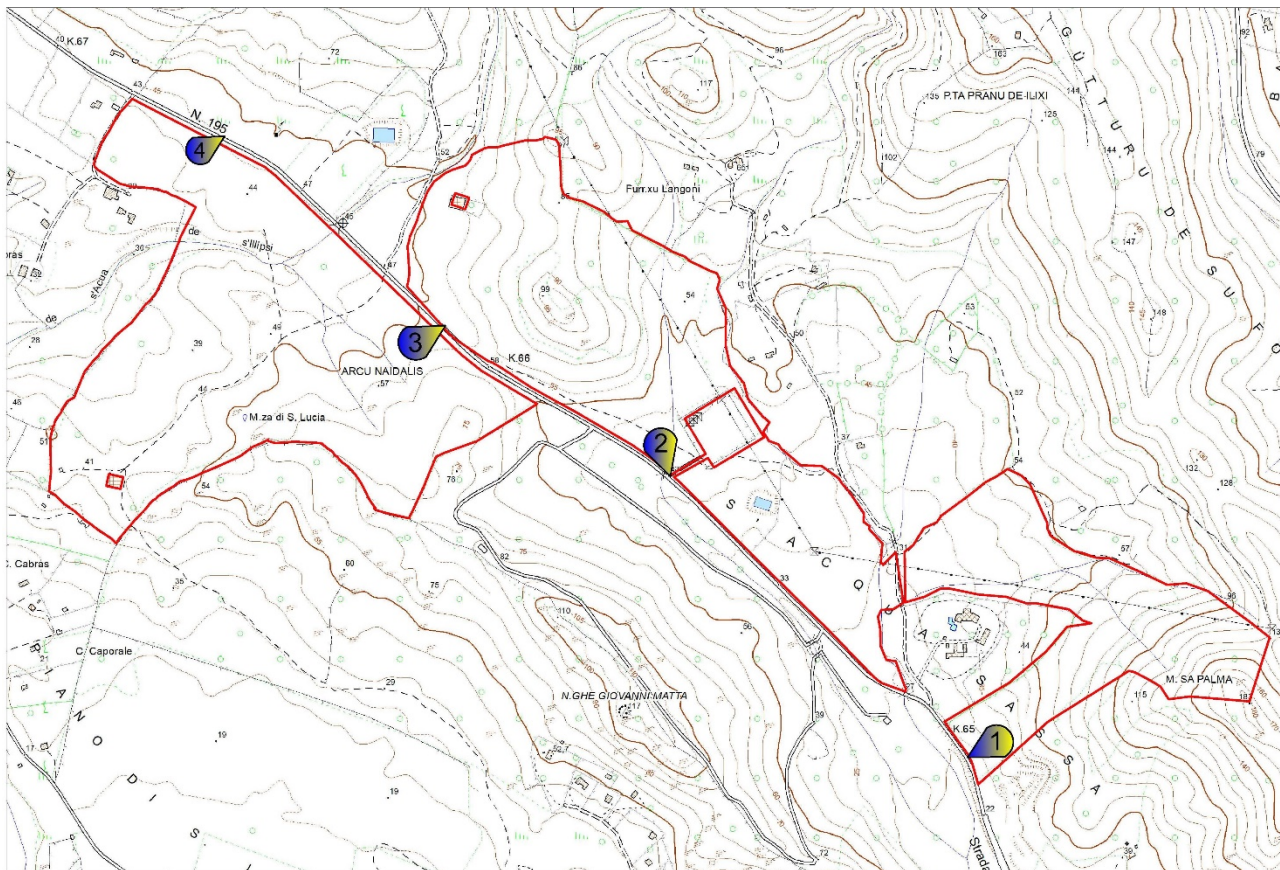
Figura 8 - Mirto



Figura 9 - Ginestra

7. DESTINAZIONE E STATO CULTURALE

I terreni interessati dal progetto del futuro impianto agro-fotovoltaico denominato FV_TEULADA, siti nel comune di Teulada (SU), in località S’Acqua Sassa, si presentano pianeggianti con pendenze minime che permettono la totale meccanizzazione.



— Area d'interesse

▲ Punti di vista

Figura 10 – Area d’interesse su CTR con punti di vista e relative coni visuale



Figura 11 – Punto di Vista 1



Figura 12 – Punto di Vista 2



Figura 13 – Punto di Vista 3



Figura 14 – Punto di Vista 4

Essi sono stati negli anni precedenti interessati prettamente dalle attività pastorali e nello specifico nel pascolo di ovini. L'area oggetto di studio rientra nel perimetro del Consorzio di Bonifica della Sardegna Meridionale ma non è asservita da condotte o canali di irrigazione. Si localizza l'area che viene denominata "Terreni asciutti". Osservando i terreni superficiali del sito si nota una certa omogeneità di colore dovuta a caratteristiche omogenee nella granulometria, oltre che nella composizione minerale degli stessi. Nelle aree limitrofe abbiamo anche coltivazioni di oliveti, vigneti (uva da tavola Victoria, Black Rose, Black Magic, Apirene) e frutteti (mandorlo, pesco e fico). Il suolo, dove si realizza il campo fotovoltaico, se da un lato viene considerato come un semplice substrato inerte per il supporto dei pannelli fotovoltaici, da un altro resta sempre una componente "viva" con le sue complesse relazioni con gli altri elementi dell'ecosistema anche se, ovviamente, influenzate dalla presenza dalle mutate condizioni imposte dal progetto sia in fase di realizzazione che in fase di esercizio e non di meno dalla sua dismissione. Generalmente questi tipi di terreni presentano scheletro scarso o assente, con disponibilità idriche, adatti ad un utilizzo agronomico, con le uniche limitazioni derivanti, in alcuni settori, da un insufficiente o mancato deflusso delle acque meteoriche che ne rendono impraticabile la coltivazione in determinati periodi. Gli effetti più incisivi sono pertanto: l'erosione dei suoli, perdita di fertilità, di biodiversità naturale ed agricola. Se da un lato si tende a preferire terreni marginali da un altro si deve tenere conto che l'agricoltura intensiva troppo spesso determina danni molto elevati sui suoli e sulla loro perdita di biodiversità e di fertilità. Infatti, mutando le condizioni naturali ed introducendo sistemi antropici, si potrebbero innescare e/o ampliare processi di desertificazione che ne decreterebbero la sterilità ed aumenterebbero problemi sulla gestione anche dell'area vasta.

8. AREALE DI RIFERIMENTO DESCRITTO DAL CENSIMENTO AGRICOLTURA 2010

Sulla base del più recente Censimento Agricoltura (2010), nel comune di Teulada (SU), la SAU (superficie agricola utilizzata) si compone di circa Ha 5,5 a Ha 7,9 ettari di SAU per azienda. Di questi il 65% è destinata alla coltivazione di seminativi, di coltivazione delle colture legnose agrarie e di orti familiari che registrano una riduzione rispettivamente del 4.8%, del 49.3%, e del 25.4%. Quindi, l’agricoltura prevalente dell’area è data dalle colture microterme. Gli allevamenti zootecnici stanziali sono molto presenti nella regione Sardegna. La popolazione occupata nel comparto agricolo si attesta che la maggior parte di terreni in affitto e in uso gratuito è aumentata rispettivamente del 52,4% e del 76,6%, per la Sardegna le stesse variazioni risultano del 72,2 %, e del 134,5 %. Per le superfici investite, il saldo positivo complessivo della SAU in Sardegna (+13%) è interamente trainato dall’aumento dei prati permanenti e pascoli, che passano dal valore assoluto da 524.870 a 692.781 ettari, pari a un incremento del 32%.



Figura 15 - Trebbiatura del grano su pendio mediamente acclive

9. PRODUZIONI AGRICOLE CARATTERISTICHE DELL’AREA IN ESAME

Sulla base dei dati raccolti attraverso gli studi di settore, e con il supporto di sopralluoghi tecnici mirati, condotti nell’areale di riferimento si è potuta fare una catalogazione delle principali produzioni locali. Il comparto vitivinicolo è caratterizzato da una struttura produttiva di 2.300 Ha (il 5% della superficie provinciale) e dalla presenza di cantine sociali importanti si concentra gran parte della trasformazione e della commercializzazione delle uve. Nel Contesto alcune cantine hanno assunto una posizione di leadership assoluta raggiungendo un know-how enologico anche a livello internazionale, ciò ha permesso di puntare su prodotti di altissima qualità, anche valorizzando l’ottima materia prima fornita dalle uve Carignano. L’elemento forza di questa filiera è la caratterizzazione varietale dell’area, con la presenza del Carignano del Sulcis, vitigno tipico della zona che raggiunge una frequenza pari al 70% delle varietà presenti; oltre ad altri vitigni, come il Nuragus e il Vermentino. La produzione del vino Carignano del Sulcis (DOC) si realizza grazie al connubio unico di suoli e microclima (lo stesso vitigno impiantato altrove non permette l’ottenimento di un prodotto di pari caratteristiche) da Capo Teulada a S. Antioco, compresa l’isola Carloforte. Il vino ottenuto dall’uva Carignano è forse l’unico in Sardegna che può sostenere un invecchiamento prolungato, il che pone il prodotto finale nella condizione, se valorizzato di raggiungere livelli di qualità molto elevati e, in presenza di una media degli altri prodotti.



Figura 16 - Vino Rosso Santadi

Il comparto ovina è per dimensioni la più significativa: il patrimonio è costituito da circa 100.000 capi ovini, pari rispettivamente al 5.4% del dato complessivo della Regione (Istat 2000) per una produzione annua stimata in circa 10 milioni di litri di latte. La filiera caprina è caratterizzata dalla presenza di 26.000 capi caprini, pari al 7,8% del dato complessivo della Regione (Istat 2000), con circa 2 milioni di latte di capra prodotti. La trasformazione industriale avviene in gran parte negli stabilimenti della Lattiera-Casearia Sociale di Santadi e della Cooperativa Allevatori Sulcitani di Carbonia. Le quantità di latte trasformate annualmente nelle Cooperative di Santadi e Carbonia sono pari a 5 milioni di litri di latte di pecora per la produzione di Pecorino Romano e di altri formaggi pecorini a pasta dura e molle, oltre alle ricotte. A fianco delle produzioni lattiero-casearie il territorio realizza anche una significativa produzione di carne ovina anche se la sua trasformazione, compresa la macellazione, avviene in buona parte all'esterno dei confini provinciali.



Figura 17 - Formaggio Sardo

Il comparto ortofrutticolo presenta un sistema caratterizzato da condizioni pedoclimatiche favorevoli, che possono consentire produzioni orticole e frutticole di qualità. Le colture maggiormente coltivate sono il pomodoro da mensa, il melone, lo zucchini, il fagiolino, il cetriolo, il peperone e la melanzana. Solo determinate aziende utilizzano sistemi di lotta biologica integrata. Il comparto olivicolo-oleario incide su di una superficie olivetata superiore ai 1000 ettari (in crescita negli anni recenti per effetto di alcuni nuovi impianti – realizzati con interventi POP e POR 4:9/h-) e vede la presenza di circa 12 frantoi. La varietà prevalenti sono quelle duplice attitudine, con prevalenza di Paschixedda (Olia Sarda), Semidana, Tonda di Cagliari, Nera di Gonnos, e con presenza anche di oliveti storici sebbene prevalgono ancora gli impianti tradizionali, vi sono alcuni impianti nuovi o ristrutturati, e del miglioramento della qualità dei prodotti (con la presenza di alcune imprese di eccellenza) già verificatosi in altre aree della Sardegna. Le produzioni del territorio risultano peraltro ancora poco valorizzate in confronto con altre aree a vocazione olivicola (Parteolla, Linas, Montiferru, Algarese, Olienese, ecc.).



Figura 18 - Olio Sardo

10 . RISCHIO DESERTIFICAZIONE E PIANIFICAZIONE REGIONALE

Il fenomeno della desertificazione indica una riduzione irreversibile della capacità del suolo a produrre risorse. La comunità scientifica italiana, nell'ultimo decennio, si è dimostrata particolarmente attiva sui rischi legati alla desertificazione. In questi studi viene rappresentato lo stato dell'arte delle azioni di lotta alla desertificazione sviluppate in Italia, sia dal punto di vista della attività che delle iniziative, da porre in essere al fine di contrastare il fenomeno attraverso studi e ricerche mirate e restituzioni cartografiche tendenti a sintetizzare i fenomeni. Nello specifico, il metodo cartografico più applicato per l'individuazione delle aree sensibili alla desertificazione nelle regioni a rischio è il MEDALUS, sviluppato all'interno dell'omonimo progetto realizzato dall'Unione Europea ed elaborato da KosMAs & al. (1999) per lo studio delle aree vulnerabili alla desertificazione nell'isola di Lesvos (Grecia). La metodologia, nota anche come ESAs (Environmentally Sensitive Areas), ha lo scopo di individuare le aree sensibili alla desertificazione, attraverso l'applicazione di indicatori biofisici e socio-economici che consentono di classificare le aree in critiche, fragili e potenziali. Nell'ambito del progetto DESERTNET - Programma Interreg 1118-MED-OCC - sono state realizzate, recentemente, diverse mappe del rischio di desertificazione a scala regionale 1:25000 (Basilicata, Calabria, Sardegna, Sicilia, Toscana), elaborate seguendo la metodologia MEDALUS. La condivisione di tale metodologia, e la scala di rappresentazione, evidenziano una evoluzione rispetto alla realizzazione delle precedenti mappe a scala nazionale. La Carta della Sensibilità alla Desertificazione, elaborata secondo la procedura MEDALUS, è una base informativa strategica per conoscere l'incidenza delle diverse criticità di un territorio. Al pari di altre importanti carte di pianificazione, come la Carta Natura (APAT, 2004), la Carta di Sensibilità alla Desertificazione aiuta a definire scelte operative nell'ambito delle attività produttive a forte impatto sulle risorse naturali tali da compromettere la capacità portante dei sistemi naturali.

11 . LA METODOLOGIA MEDALUS

Il MEDALUS si prefigge di misurare la qualità (del clima, della vegetazione, del suolo e della gestione del territorio) muovendo, per ciascun indice, dal rapporto degli indicatori (ad esempio, per stimare la qualità del clima adotta tre indicatori: precipitazioni, arido-umidità ed esposizione dei versanti). Assegnando dei pesi alle classi in cui si articolano gli indicatori, di fatto, il MEDALUS stima la perdita di qualità (degrado) causata dai fattori predisponenti del fenomeno desertificazione. Le aree a diverso livello di degrado non sono altro che aree più o meno sensibili che, per motivi strutturali e/o funzionali, presentano margini ridotti nelle variazioni dei parametri ambientali che ne regolano il funzionamento. Le aree sensibili oppongono bassa resistenza e resilienza ai cambiamenti e tendono a subire degradi irreversibili. L'attitudine di un sistema a subire degradi permanenti, a causa di pressioni esterne, è nota con il termine di vulnerabilità mentre il rischio rappresenta lo stato in cui sono presenti condizioni di pericolosità, o di potenziale minaccia, con possibilità di superamento del livello soglia, al di sopra del quale, si provocano fenomeni sensibili e spesso irreversibili accompagnati da alterazione degli equilibri preesistenti. Le aree sensibili alla desertificazione (ESAs) vengono individuate e mappate mediante quattro indici chiave per la stima della capacità del suolo a resistere a processi di degrado. Gli indici definiscono:

- la Qualità del Suolo (Soil Quality Index - SQI);
- la Qualità del Clima (Climate Quality Index - CQI);
- la Qualità della Vegetazione (Vegetation Quality Index - VQI);
- la Qualità della Gestione del Territorio (Management Quality Index - MQI) (KOSMAS & al., 1999 a).

Nello specifico:

- **Indice di Qualità del Suolo (SQI, Soil Quality Index):** Prende in considerazione le caratteristiche del terreno, come il substrato geologico, la tessitura, la pietrosità, lo strato di suolo utile per lo sviluppo delle piante, il drenaggio e la pendenza.
- **Indice di Qualità del Clima (CQL, Climate Quality Index):** Considera il cumulato medio climatico di precipitazione, l'aridità e l'esposizione dei versanti.
- **Indice di Qualità della Vegetazione (VQI, Vegetation Quality Index):** Gli indicatori presi in considerazione sono il rischio d'incendio, la protezione dall'erosione, la resistenza alla siccità e la copertura del terreno da parte della vegetazione.
- **Indice di Qualità di Gestione del Territorio (MQI, Management Quality Index):** Si prendono in considerazione l'intensità d'uso del suolo e le politiche di protezione dell'ambiente adottate.

Dalla combinazione dei quattro indici di qualità, ciascuno contraddistinto da tre classi possibili di qualità (elevata, media e bassa), si ricava un indice di sensibilità, attraverso la seguente formula $ESAI = (SQI * CQI * VQI * MQI)$, che viene distinto in 4 classi di ESAs:

- ESAs critiche (articolata in 3 sottoclassi): aree già altamente degradate tramite il cattivo uso del terreno, rappresentando una minaccia all'ambiente delle aree circostanti;
- ESAs fragili (articolata in 3 sottoclassi): aree dove qualsiasi cambiamento del delicato equilibrio delle attività naturali o umane molto probabilmente porterà alla desertificazione;
- ESAs potenziali: aree minacciate dalla desertificazione se soggette ad un significativo cambiamento climatico;
- ESAs non affette.

Il MEDALUS, con la classificazione finale dell'indice ESAi, di fatto adotta delle soglie, ossia limiti, oltre i quali le pressioni non possono essere assorbite dall'ambiente senza che questo venga danneggiato e le risorse naturali che lo compongono depauperate. Il MEDALUS consente di calcolare il grado di sensibilità alla desertificazione di ogni unità elementare di territorio considerato con un valore riconducibile ad una delle 8 classi di sensibilità previste, che vanno dalla condizione migliore (non minacciato), alla peggiore (critico). Ne consegue che, per un'area oggetto di indagine, il metodo stima quali ambiti del territorio e con quale estensione (in ha, Km²) si manifesti il fenomeno. È possibile reperire gli indici presso il portale Webgis del S.I.S.T.R. della Regione Siciliana - Area 2 Interdipartimentale -Nodo regionale.

12 . VALUTAZIONE DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI

La Società ha effettuato una valutazione preliminare qualitativa delle differenti tecnologie e soluzioni impiantistiche attualmente presenti sul mercato per gli impianti fotovoltaici a terra per identificare quella più idonea, tenendo in considerazione i seguenti criteri:

- impatto visivo;
- possibilità di coltivazione delle aree disponibili con mezzi meccanici;
- costo di investimento;
- costi di operation and maintenance;
- produttività attesa dell'impianto.

Nella Tabella successiva si analizzano le differenti tecnologie impiantistiche prese in considerazione, evidenziando vantaggi e svantaggi di ciascuna.




Tipo Impianto FV	Immagine	Impatto visivo	Possibilità di coltivazione	Costi investimento	Costo O&M	Produttività impianto
Impianto Fisso		Contenuto perché le strutture sono piuttosto basse (altezza massima circa 4m.)	Poco adatte per l'eccessivo ombreggiamento e difficoltà di utilizzare mezzi meccanici in prossimità della struttura. L'area corrispondente all'impronta a terra della struttura è sfruttabile, per fini agricoli per un 10%.	Costo investimento contenuto.	O&M piuttosto semplice e non particolare oneroso.	Tra i vari sistemi sul mercato è quello con la minore produttività attesa.
Impianto Monoassiale (Inseguitori di rotolo)		Contenuto, perché le strutture, anche con i pannelli alla massima inclinazione, non superano i 4,50 m.	È possibile la coltivazione meccanizzata tra le interfile. Struttura adatta per moduli bifacciali, che essendo maggiormente trasparenti, riducono l'ombreggiamento. L'area corrispondente all'impronta a terra della struttura è sfruttabile, per fini agricoli per un 30%.	Incremento del costo di investimento, comparato all'impianto fisso, nel range tra il 3-5%.	O&M piuttosto semplice e non particolarmente oneroso. Rispetto ai moduli standard si avranno costi aggiuntivi legati alla manutenzione dei motori del tracker system.	Rispetto al sistema fisso, si ha un incremento di produzione dell'ordine del 15-18% (alla latitudine del sito).
Impianto Monoassiale (Inseguitore ad asse polare)		Moderato: le strutture arrivano ad un'altezza di circa 6 m.	Strutture piuttosto complesse, che richiedono basamenti in calcestruzzo, che intralciano il passaggio di mezzi agricoli.	Incremento del costo di investimento, comparato all'impianto fisso, nel range tra il 10-15%.	O&M piuttosto semplice e non particolarmente oneroso. Rispetto ai moduli standard si avranno costi aggiuntivi legati alla manutenzione dei motori del tracker system.	Rispetto al sistema fisso, si ha un incremento dell'ordine del 20-23% (alla latitudine del sito).

Tabella 2 – Esempi di impianti

Si è quindi attribuito un valore a ciascuno dei criteri di valutazione considerati, scegliendo tra una scala compresa tra 1 e 3, dove il valore più basso ha una valenza positiva ed il valore più alto una valenza negativa.

Valore punteggio	Criterio				
	Impatti Visivo	Possibilità coltivazione	Costo investimento	Costo O&M	Producibilità impianto
1	Basso	Elevata	Basso	Basso	Alta
2	Intermedio	Media	Medio	Medio	Media
3	Alto	Scarsa	Elevato	Elevato	Bassa

Tabella 3 - Criterio

I punteggi attribuiti a ciascun criterio di valutazione, sono stati quindi sommati per ciascuna tipologia impiantistica, in questo modo è stato possibile stilare una classifica per stabilire la migliore soluzione impiantistica per la Società. Come si può evincere dalla tabella, in base ai criteri valutativi adottati dalla Società, la migliore soluzione impiantistica è quella monoassiale ad inseguitore. Tale soluzione, oltre ad avere costi di investimento e di gestione contenuti, comparabili con quelli degli impianti fissi, permette comunque un significativo incremento della producibilità dell'impianto e nel contempo, è particolarmente adatta per la coltivazione delle superfici libere tra le interfile dei moduli. Infatti la distanza tra una struttura e l'altra è superiore a 8 m e lo spazio minimo libero tra le interfile è sempre superiore a 3,7 m, tale da permettere la coltivazione meccanica dei terreni.

Rank	Tipo Impianto FV	Impatto visivo	Possibilità coltivazione	Costo investimento	Costo O&M	Producibilità impianto	Totale
1	Impianto monoassiale (inseguitori di rollio)	1	2	1	1	2	7
2	Impianto fisso	1	3	1	1	3	9
3	Impianto monoassiale (inseguitore ad asse polare)	2	3	2	1	2	10
4	Impianti ad inseguimenti biassiali su strutture elevate	3	1	3	3	1	11
5	Impianto monoassiale (inseguitori di azimut)	3	3	3	2	1	12
6	Impianto biassiale	3	2	3	3	1	12

Tabella 4 – Tipo di impianti

13 . MISURE COMPENSATIVE

Come già ampiamente spiegato nei paragrafi precedenti, l’impianto fotovoltaico è stato progettato, fin dall’inizio, con lo scopo di permettere lo svolgimento di attività di coltivazione agricola. Per mitigare l’impatto visivo dell’opera saranno realizzate, attorno al perimetro d’impianto, delle linee vegetali composte da piante arbustive ed arboree. Le opere elettriche dell’impianto sono state progettate avendo cura di minimizzarne l’impatto sul territorio, seguendo alcuni criteri cardine:

- scelta di installare le linee elettriche di vettoriamento dell’energia prodotta dall’Impianto fotovoltaico alla Stazione di trasformazione, non in aereo, ma interrate (minimizzazione dell’impatto visivo);
- profondità minima di posa dei cavi elettrici a 1.2 m (minimizzazione impatto elettromagnetico);
- mantenere una distanza tra le strutture di sostegno sufficiente per consentire il transito dei mezzi agricoli per la coltivazione tra le interfile e per minimizzare l’ombreggiamento tra le schiere;
- evitare fenomeni di ombreggiamento nelle prime ore del mattino e nelle ore serali, implementando la tecnica del backtracking;
- ridurre la superficie occupata dai moduli fotovoltaici a favore della superficie disponibile per l’attività agricola;
- predisporre una viabilità interna perimetrale tale da consentire il transito e la manovra dei mezzi in fase di operatività.

Tra le interfile dell’impianto sarà possibile coltivare le aree disponibili con mezzi meccanizzati. A tal proposito, al fine di integrare al meglio l’attività agricola con l’attività di produzione di energia, la Società ha inoltre previsto di:

- effettuare delle attività preparatorie sui terreni prima dell’installazione dell’impianto fotovoltaico, per agevolare la fase di coltivazione;
- affidare la gestione e coltivazione dei terreni che ricadono all’interno del perimetro dell’impianto fotovoltaico ad un’impresa agricola locale.

14 . FOCUS AGROVOLTAICO E GESTIONE DEL PIANO CULTURALE

Il Piano Agro-Fotovoltaico proposto, oltre a mitigare l’impatto paesaggistico della realizzazione dell’impianto tecnologico, avrà come obiettivo quello di valorizzare, dal punto di vista agronomico e paesaggistico, il territorio locale con una proposta innovativa, avviando un graduale processo di miglioramento economico e agrario. Gli interventi agronomici consigliati e connessi alla realizzazione dell’impianto risultano essere quelli votati alla creazione di:

- pascoli nell’area al di sotto dei pannelli costituiti da un manto erbaceo di leguminose auto riseminanti come il trifoglio sotterraneo ed erba medica;
- linee vegetali composte da piante arbustive ed arboree con l’utilizzo di essenze adatte ad incrementare la biodiversità del sito in tutte le fasce perimetrali particolarmente sensibili dal punto di vista paesaggistico.

Tutti gli elementi, visti nel loro complesso, risultano essere di fondamentale importanza in quanto, dal punto di vista ecosistemico, determinano la formazione di una rete di corridoi e gangli locali che, nello specifico, rende biopermeabile il territorio nei confronti degli spostamenti della fauna selvatica e, in particolare, crea una serie di habitat, di nidificazione e alimentazione, in grado di incrementare la biodiversità locale. Tra gli scopi del progetto c’è anche quello di garantire la continuazione delle attività agropastorali, favorendo la convivenza tra attività agricola e produzione di energia solare. Gli ovini possono pascolare liberamente sotto i pannelli fotovoltaici, contribuendo al mantenimento delle aree agricole e del manto erboso. Le strutture dei pannelli fotovoltaici sono concepite e installate in maniera tale da non ostacolare il passaggio e il pascolo degli animali. Dal punto di vista prettamente agronomico la scelta del pratopascolo, oltre a consentire una completa bonifica del terreno da pesticidi e fitofarmaci, ne migliora le caratteristiche pedologiche, grazie ad un’accurata selezione delle sementi impiegate, tra le quali la presenza di leguminose, fissatrici di azoto, in grado di svolgere un’importante funzione fertilizzante del suolo. Uno dei concetti cardine del prato pascolo è infatti quello della conservazione e del miglioramento dell’humus, con l’obiettivo di determinare una completa decontaminazione del terreno dai fitofarmaci, antiparassitari e fertilizzanti di sintesi impiegati nelle precedenti coltivazioni intensive praticate. La realizzazione di un ambiente non contaminato da diserbanti, pesticidi e l’impiego di sementi selezionate di prato-pascolo, nonché l’impiego di strutture di supporto dei moduli fotovoltaici in totale assenza di fondazioni in cemento armato, minimizza l’impatto ambientale delle opere, consentendo una completa reversibilità del sito al termine del ciclo di vita dell’impianto.

GESTIONE DEL PRATO PERENNE

Il prato perenne non richiede operazioni di semina, irrigazioni, fertilizzazioni o altri interventi agronomici annuali ad esclusione, ovviamente, della gestione dell’inerbimento. Il mantenimento della copertura vegetale, nella fattispecie, dovrà essere gestito con periodici sfalci, con l’obiettivo esclusivo di contenerne l’eccessivo sviluppo (1-2 l’anno).

Il prato perenne potrà soddisfare contemporaneamente più esigenze produttive:

- può essere utilizzato per il pascolo di allevamenti ovine;
- in periodi congrui può essere sfalciato come foraggera;
- la particolare tessitura dei prati di trifoglio sotterraneo ed erba medica in fiore costituiscono elemento scenografico molto utile alla mitigazione paesaggistica;
- la tipologia di plantula, grazie ai particolari apparati radicali, favorisce il ristagno d’acqua e l’imita l’erosione dei suoli.

REALIZZAZIONE DI LINEE VEGETALI PERIMETRALI

Le linee vegetali con funzione di mitigazione paesistica sul perimetro “esposto” dell’impianto agro-fotovoltaico saranno costituite da filari di specie arbustive e da linee di specie arboree. I sestri lungo la fila, saranno funzione delle specie prese in considerazione e, in linea di massima, possono essere inquadrabili nelle seguenti fasce dimensionali:

- *Specie Arbustive*: da 1 m a 3 m lungo la fila (Mirto - *Myrtus communis* L.);
- *Specie Arboree*: da 3 m a 6 m lungo la fila (Corbezzolo - *Arbutus unedo* L.).

COLTIVAZIONE DEL MIRTO (MYRTUS COMMUNIS)

Il **Mirto** è una pianta aromatica abbastanza utilizzata in Italia, soprattutto per il fatto che si tratta di uno dei comuni arbusti della macchia mediterranea, e quindi in gran parte della penisola è possibile reperirlo anche allo stato selvatico. Produce un arbusto abbastanza grande, che può raggiungere i tre metri di altezza, con portamento cespuglioso, abbastanza fitto, e ramificazioni sottili. La corteccia è rossastra, e spicca tra il fogliame di colore verde scuro, di forma lanceolata e di dimensioni decisamente minute. In estate produce innumerevoli piccoli fiori bianchi, profumati, di piccole dimensioni. Tutta la pianta è molto aromatica, sia le piccole foglie, sia il legno sottile. Viene utilizzato come pianta aromatica, ma anche come pianta ornamentale, in quanto l’aspetto è molto gradevole, e la fioritura abbondante. Ai fiori seguono i frutti, delle piccole bacche di colore nero o bluastro, commestibili, utilizzate in Sardegna e in Corsica per produrre un liquore tipico, che si chiama appunto mirto. Esiste una sola specie di mirto, il *myrtus communis*, che è anche la specie tipo per la famiglia delle myrtacee; di mirto esistono però alcune varietà, indicate in genere dalla zona geografica in cui si sviluppano, come ad esempio *myrtus communis* var. *Tarentina*. Una particolare varietà di mirto, di poco dissimile dalla specie tipo, si sviluppa in alcune aree dell’Algeria, e sembra costituisca l’unica reminiscenza dell’antica vegetazione che ricopriva il deserto del Sahara; per questo motivo, i mirti che si sviluppano in una ristretta area vicino al deserto sono legalmente protetti. Esistono anche della varietà orticole di mirto, nate soprattutto per l’esigenza di coltivare la pianta a scopi ornamentali; in vivaio quindi troviamo dei mirti che producono bacche di colore giallo, mirti che producono fiori particolarmente grandi, ma soprattutto varietà di mirto nane, che nel corso degli anni non superano i 65-75 cm di altezza, e possono tranquillamente venire coltivate anche in vaso.

Questo perché, il myrtus communis, se coltivato in vaso, tende nel corso degli anni a svuotarsi nella parte bassa, e costringe a costanti cimature della vegetazione, per poterlo mantenere compatto e denso.



Figura 19 - Frutti di Mirto

Il mirto viene utilizzato come pianta aromatica in Italia, soprattutto in Sardegna, dove entra come ingrediente fondamentali in alcune ricette, soprattutto accompagnato alla carne di maiale; si utilizzano di preferenza le foglie fresche, perché essiccando perde gran parte del suo aroma; in cucina si utilizzano anche le bacche, prevalentemente nella preparazione di dolci, o per produrre il tipico liquore mirto, che si prepara facendo macerare le bacche nell’alcool; a tale macerato si aggiunge dello sciroppo di zucchero per dare origine ad un liquore di colore rosso scuro, dal sapore molto aromatico e particolare. La gran parte del mirto oggi coltivata nell’area mediterranea, viene essenzialmente utilizzata per produrre il liquore. Ma il mirto è anche una pianta officinale, in quanto contiene principi attivi dall’azione antisettica, espettorante, emolliente; il mirto viene utilizzato per curare sinusiti, tracheiti, o contro la tosse; per questi scopi si utilizza l’olio essenziale ottenuto dall’intera pianta, ed anche il liquore. Il mirto nella tradizione. Questa pianta veniva associata dagli antichi greci ad Afrodite, e gli antichi romani la ereditarono come pianta cara Venere; per questo motivo in molte festività o nei matrimoni si utilizzavano coroncine preparate con rametti di mirto. Il significato della pianta era quindi benaugurante e indicava l’amore. Ancora oggi corone di fiori di mirto vengono utilizzate nelle celebrazioni dei matrimoni Ucraini.



Figura 20 - Mirto frutto maturo

COLTIVAZIONE DEL CORBEZZOLO (ARBUTUS UNEDO L.)

Il corbezzolo, nome botanico *Arbutus unedo*, appartenente alla famiglia delle Ericaceae, è un arbusto sempreverde acidofila non obbligatoria, ovvero tollera bene anche terreni calcarei. Ha il proprio areale di origine nel bacino del Mediterraneo e lungo la costa atlantica Europea fino all’Irlanda. È una pianta dalla crescita lenta, che in condizioni di clima e di terreno ideali può raggiungere facilmente i dieci metri di altezza. Generalmente, nei giardini, lo incontriamo nella forma di arbusto piuttosto che in quella di piccolo albero. I fiori, che appaiono sulla pianta da ottobre a dicembre, sono delle piccole campanelle, generalmente bianche anche se talvolta con sfumature rosa o verdi. I frutti impiegano un anno per essere maturi. Saranno pronti l’autunno successivo alla loro comparsa sulla pianta. I fiori sono molto attraenti per le api, le quali producono un ottimo miele dal loro polline, particolarmente apprezzato. I frutti sono di forma sferica, passano dal verde, al giallo fino al rosso intenso, al momento della loro maturazione. Sono edibili, ricchi di semi, con la polpa carnosa. Possono essere utilizzati per preparare ottime marmellate, succhi e molto altro ancora, oltre ad alcuni distillati. Il fusto è ricoperto di una sottile corteccia, di colore bruno leggermente tendente al rosso, formata da placche verticali che assomigliano alle squame di un pesce. La corteccia è ricca di tannini, che, una volta estratti, servono come coloranti nella concia delle pelli. Le foglie persistono sulla pianta tutto l’anno. Hanno un colore verde intenso, più scuro nella parte superiore, più tenue nella pagina inferiore. In giardino lo si può trovare sia come singolo esemplare arbustivo, dalla chioma rotondeggiante, sia in gruppi a formare siepi della stessa pianta che insieme ad altre piante della macchia mediterranea, con simili esigenze culturali, come mirto, lentisco, leccio, olivo, alloro e simili. È una pianta che richiede poche attenzioni, si adatta bene a molti tipi di terreno, anche se preferisce quelli sciolti, ben drenati e leggermente acidi. Talvolta lo si trova rigoglioso anche su terreni calcarei. Tollera bene anche il salmastro delle zone costiere. Predilige l’esposizione a pieno sole, anche se cresce bene anche in mezz’ombra. Le correnti di aria fredda e le temperature particolarmente basse possono danneggiare seriamente le piante. È una pianta pollonante, ovvero, se tagliata alla base, si riprende facilmente con nuovi getti dalla base del fusto. Per questo motivo viene spesso utilizzata come pianta da rimboschimento in zone difficili. Il corbezzolo è poco soggetta all’attacco di parassiti. Tollera male i ristagni idrici, che se continui e ripetuti possono causare marciumi del colletto e o dell’apparato radicale.



Figura 21 – Esempio di coltivazione di corbezzolo

Prima dell’impianto

Onde scongiurare la sindrome conosciuta col nome di stanchezza è auspicabile non impegnare nell’immediato lo stesso terreno con una nuova coltura frutticola, ma provvedere al suo disinquinamento e da ricreare condizioni di vivibilità per le nuove radici attraverso:

- lavorazioni profonde di scasso, con le quali ossigenare il terreno e asportare i residui radicali della vecchia coltura, fonte di inoculo dei funghi agenti dei marciumi radicali;
- riposo per un adeguato numero di anni, utilizzandolo nel frattempo con opportune rotazioni di colture erbacee disinquinanti, prime fra tutte alcune graminacee.

Fertilizzazione di pre-impianto

La fertilizzazione di pre-impianto deve essere intesa come occasione unica ed irripetibile per l’arricchimento degli strati di terreno che, nel corso della vita dell’arboreto, saranno esplorati dalle radici. Essa perciò deve essere effettuata prima dello scasso, in modo che il successivo rovesciamento degli strati porti la sostanza organica alla profondità desiderata.

Aratura di scasso

Con l’aratura di scasso alla profondità di 80-100 cm si effettua il capovolgimento degli strati di terreno nel modo seguente:

- si inviano in profondità gli strati superficiali, ricchi di ossigeno e di flora microbica aerobica ed arricchiti di sostanza organica e di elementi fertilizzanti apportati con la concimazione di fondo;
- si portano in superficie, per l’ossigenazione e il disinquinamento, gli strati profondi poveri d’ossigeno e di elementi fertilizzanti, ricchi di flora anaerobica, di fitotossine, di nematodi, di radici morte della vecchia coltura, ricovero di agenti (Armillaria, Rosellinia) dei marciumi radicali.

La lavorazione fondamentale deve essere eseguita di preferenza nell’estate precedente alla messa a dimora degli alberi, per darle tempo e modo di esplicare la sua benefica, complessa azione.

Tipo d’impianto

Nei terreni preventivamente sottoposti a lavorazione di scasso, prima della messa a dimora degli alberi si dovrà aver cura di aprire buche con dimensioni di circa 40 x 40 x 40 cm, con sestri d’impianto che possono variare in funzione della disponibilità irrigua, del vigore del portinnesto e della cultivar. La messa a dimora dovrebbe precedere di un paio di mesi l’epoca di germogliamento poiché la ripresa dell’attività degli apparati radicali è in anticipo rispetto alla chioma.

15 . VALUTAZIONE COMPLESSIVA DEL SITO IN ESAME

Il modello agro-fotovoltaico porterà notevoli benefici economici sul territorio, non solo diretti ma anche indiretti. Tra i benefici diretti annotiamo, a titolo di esempio, l'occupazione degli agricoltori e dei pastori attivi nei campi, il coinvolgimento delle aziende locali, non solo agricole, durante la fase di avvio del progetto, il conferimento di subappalti per quanto concerne i servizi Agro-fotovoltaici (gestione del verde, pulizia dei moduli installati, manutenzione generale). Tra i benefici economici indiretti possiamo prevedere un incremento della produttività delle aziende ricettive e ristorative locali sia durante la fase di cantiere che post-operam. In tale contesto, verrà sempre data la priorità all'utilizzo della manodopera e delle eccellenze locali al fine, come accennato precedentemente, di avviare un processo di continuo sviluppo non solo occupazionale ma anche formativo, cercando di coinvolgere, quanto più possibile, le istituzioni locali. Uno dei molteplici obiettivi della società proprietaria dell'impianto Agro-Fotovoltaico è quello di far comprendere alle nuove generazioni, e ai futuri professionisti del settore, che il fotovoltaico non è solo produzione di energia elettrica ma anche educazione, formazione e cultura del rispetto dell'ambiente. Per la vendita dei prodotti ricavati dalla conduzione dei suoli si prediligerà la vendita a Km 0, in quanto, accorciare le distanze significa aiutare l'ambiente, promuovere il patrimonio agroalimentare regionale e abbattere i prezzi, oltre a garantire un prodotto fresco, sano e stagionale. Per l'impianto agro-fotovoltaico in progetto sono previste colture che hanno l'obiettivo di migliorare lo stato dei luoghi sia dal punto di vista agricolo e pastorale sia dal punto di vista economico come:

- pascoli nell'area al di sotto dei pannelli costituiti da un manto erbaceo di leguminose auto riseminanti come il trifoglio sotterraneo ed erba medica;
- specie officinali, alberi da frutto (es. corbezzolo) a ridosso della recinzione perimetrale.

Dal punto di vista prettamente agronomico la scelta del pratopascolo, oltre a consentire una completa bonifica del terreno da pesticidi e fitofarmaci, ne migliora le caratteristiche pedologiche, grazie ad un'accurata selezione delle sementi impiegate, tra le quali la presenza di leguminose, fissatrici di azoto, in grado di svolgere un'importante funzione fertilizzante del suolo. Uno dei concetti cardine del prato pascolo è infatti quello della conservazione e del miglioramento dell'humus, con l'obiettivo di determinare una completa decontaminazione del terreno dai fitofarmaci, antiparassitari e fertilizzanti di sintesi impiegati nelle precedenti coltivazioni intensive praticate. La realizzazione di un ambiente non contaminato da diserbanti, pesticidi e l'impiego di sementi selezionate di prato-pascolo, nonché l'impiego di strutture di supporto dei moduli fotovoltaici in totale assenza di fondazioni in cemento armato, minimizza l'impatto ambientale delle opere, consentendo una completa reversibilità del sito al termine del ciclo di vita dell'impianto. Con questi parametri si prevede di migliorare la qualità delle produzioni agricole e dei terreni. Si registra tale incremento anche dal punto di vista economico per via della realizzazione e della funzionalità dell'impianto stesso. Il miglioramento qualitativo infatti sarà garantito da un miglioramento a livello di decarbonizzazione dell'area. A tal proposito si evidenzia come i pannelli, oltre a svolgere la loro funzione, creano un microclima capace di garantire maggiore fertilità nella produzione delle colture. Costituendo delle vere e proprie serre consentono anche di contingentare l'acqua, favorendone la subirrigazione e fertirrigazione programmata, oltre che alla vaporizzazione delle chiome. L'attività agricola ad essa connessa abbassa anche la temperatura del pannello, favorendone l'efficacia nella produzione di energia. Non si avrà dunque necessità di ingenti quantitativi d'acqua.

Per le colture che sorgeranno successivamente si registra invece quanto indicato:

Mirto

Il volume irriguo stagionale è compreso tra i 1.000 – 3.000 m³/ha. In pratica piantando circa 1,8 ha di mirto il fabbisogno irriguo stagionale utilizzato sarà compreso tra 1.800 – 5.400 m³.

Prato Pascolo (Trifoglio Sotterraneo ed Erba Medica)

Il volume irriguo stagionale non deve superare i 8.000 m³/ha. In pratica piantando circa 50,6 ha di prato pascolo il fabbisogno irriguo stagionale utilizzato sarà 404.800 m³/ha.

Corbezzolo

Il volume irriguo stagionale varia tra i 5.475 e i 7.300 m³/ha. In pratica piantando circa 2,6 ha di corbezzolo il fabbisogno irriguo stagionale utilizzato sarà compreso tra 14.235 e 18.980 m³/ha.

Sommando i singoli contributi delle varie colture che sorgeranno post operam, si ottiene un fabbisogno idrico di circa 430.000 m³. Il tutto può essere successivamente riassunto secondo quanto segue, specificando inoltre la percentuale di terreno utilizzata, volta a garantire la continuità dello svolgimento delle attività agricole e pastorali:

TIPOLOGIA	ETTARI OCCUPATI	PERCENTUALE OCCUPATA
MIRTO	1,8	2,5%
PRATO PASCOLO	50,6	69,7%
CORBEZZOLO	2,6	3,6%

La superficie occupata dai moduli fotovoltaici avrà un'occupazione di circa 19,7 ha, pari al 27,2% del totale. Tale superficie non verrà scomputata da quella agricola in quanto, al di sotto dei tracker, come già specificato, sarà piantumato il prato-pascolo, volto a garantire il pascolo degli ovini ed il foraggiamento di animali di piccolo taglia. Le uniche aree che verranno detratte all'utilizzo agricolo e pastorale riguardano quelle occupate dalla viabilità interna all'impianto e dalle cabine di trasformazione. Si precisa che la viabilità ante e post operam saranno quasi del tutto simili, proprio perchè si intende non alterare quanto allo stato di fatto. L'impatto allo stato di progetto non sarà invasivo in quanto questa sarà costituita da materiale inerte, escludendo l'utilizzo di materiali cementizi e/o bituminosi. Queste aree avranno un'estensione pari a 3,7 HA pari a circa 5% della superficie totale interessata.

Nell'ottica di ottimizzare le risorse utilizzate per il mantenimento degli impianti in oggetto, e per la previsione di una corretta preparazione dei campi per le future coltivazioni, tali pratiche si confermano come metodi utili per preservare e incrementare la fertilità dei suoli. Meccanismi virtuosi, di coinvolgimento locale e/o di associazioni del territorio, potranno essere messi in gioco per la gestione dei prodotti derivati dalle rispettive trasformazioni.

16 . VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI

Nella presente relazione, accanto ad una descrizione quali-quantitativa della tipologia dell'opera, dei vincoli ed i condizionamenti riguardanti la sua ubicazione, sono stati individuati, in maniera analitica e rigorosa, la natura e la tipologia degli impatti che l'opera genera sull'ambiente circostante inteso nella sua più ampia accezione. Per tutte le componenti ambientali considerate è stata effettuata una stima delle potenziali interferenze, sia positive che negative, che l'intervento determina sul complesso delle componenti ambientali addivenendo ad una soluzione complessivamente positiva. Gli impatti determinati dall'impianto agro-fotovoltaico in questione sulle componenti ambientali, e le relative opere di connessione in progetto, sono infatti stati ridotti a valori accettabili, considerato quanto segue:

- **Ambiente fisico:** i flussi di traffico incrementali determinati dalla realizzazione, nonché dalla futura dismissione delle opere, sono assolutamente trascurabili rispetto ai flussi veicolari che normalmente interessano la viabilità nell'intorno dell'area di progetto.
- **Ambiente idrico:** le opere in progetto non modificano la permeabilità dei suoli né le condizioni di deflusso delle precipitazioni meteoriche nell'area di esame poiché, come ampiamente analizzato nello studio di compatibilità idraulica, l'ubicazione dell'impianto, dell'elettrodotta e delle soluzioni di attraversamento è stata valutata in modo da non intaccare il regolare deflusso delle acque superficiali.
- **Suolo e Sottosuolo:** gli impatti legati alle modifiche dello strato pedologico sono strettamente connessi ad aree che, alla fine della fase di cantiere, saranno recuperate e ripristinate allo stato ante operam, tutti i ripristini saranno effettuati utilizzando il terreno vegetale di risulta di eventuali scavi necessari alla installazione dell'impianto e senza modifiche alla geomorfologia dei luoghi.
- **Ecosistemi naturali (Flora e Fauna):** si ritiene che l'impatto provocato dalla realizzazione del parco fotovoltaico non andrà a modificare in modo significativo gli equilibri attualmente esistenti causando, al massimo, un allontanamento temporaneo, durante la fase di cantiere, della fauna più sensibile presente in zona. È comunque da sottolineare che alla chiusura del cantiere, come già verificatosi altrove, si assisterà ad una graduale riconquista del territorio da parte della fauna, con differenti velocità a seconda del grado di adattabilità delle varie specie. Tra l'altro, in fase progettuale, si sono previsti degli accorgimenti per la mitigazione dell'impatto sulla fauna, quale per esempio la previsione di uno spazio sotto la recinzione per permettere il passaggio della piccola fauna.
- **Paesaggio:** non ci sono impatti negativi sul patrimonio storico, archeologico ed architettonico.
- **Rumore e vibrazioni:** sulla base delle analisi effettuate si ritiene che l'impatto acustico, prodotto dal normale funzionamento dell'impianto Agro-Fotovoltaico di progetto, è scarsamente significativo, in quanto l'impianto, nella sua interezza, (moduli + inverter) non costituisce un elemento di disturbo rispetto alle quotidiane emissioni sonore del luogo.
- **Rifiuti:** in fase di esercizio la produzione di rifiuti è minima; mentre in fase di dismissione, tutti i componenti saranno smontati e smaltiti conformemente alla normativa, considerando che quasi la totalità dei rifiuti è completamente recuperabile.

- **Radiazioni ionizzanti e non:** alla luce dei valori delle simulazioni, e per quanto ampiamente descritto nella Relazione degli impatti elettromagnetici, fermo restando che nella zona d'interesse non sono ubicate aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi a permanenza non inferiore a quattro ore giornaliere, si può asserire che l'opera è compatibile con la normativa vigente in materia di elettromagnetismo.
- **Assetto igienico-sanitario:** l'intervento è conforme agli strumenti di pianificazione e programmazione vigenti ed i principali effetti sono compatibili con le esigenze di tutela igienico-sanitaria e di salvaguardia dell'ambiente.
- **Assetto socio-economico:** la realizzazione dell'impianto Agro-Fotovoltaico e delle relative opere di connessione, comportando creazione di lavoro, ha un effetto positivo sulla componente sociale.

Inoltre, bisogna ancora ricordare che l'impianto per la produzione di energia elettrica, tramite lo sfruttamento del sole, presenta l'indiscutibile vantaggio ambientale di non immettere nell'ecosistema sostanze inquinanti sotto forma di gas, polveri e calore, come invece accade nella termogenerazione che usa i derivati del petrolio o, addirittura, elementi a rilevanza radioattiva così come nel caso della produzione di energia elettrica tramite la fissione nucleare. Come osservato precedentemente, l'uso dell'impianto proposto realizza un vero e proprio impatto ambientale positivo se letto nella prospettiva della diminuzione di inquinanti nel campo della produzione dell'energia elettrica, ponendo in essere, nel contempo, altri benefici di tipo indiretto riconducibili alla diversificazione delle fonti energetiche nell'ambito nazionale e soprattutto regionale, e contribuendo al raggiungimento di interessanti margini di indipendenza energetica. In conclusione, si osserva che l'intervento proposto risulta in linea con le linee guida dell'Unione Europea che prevedono:

- sviluppo delle fonti rinnovabili;
- aumento della sicurezza degli approvvigionamenti e diminuzione delle importazioni;
- integrazione dei mercati energetici;
- promozione dello sviluppo sostenibile, con riduzione delle emissioni di CO₂.

Pertanto, dall'analisi fatta sull'opera emerge che:

- l'impianto fotovoltaico, e le relative opere di connessione, interesseranno ambiti di naturalità debole rappresentati da superfici agricole (seminativi attivi o aree in abbandono culturale);
- in generale l'impatto del nuovo impianto sulla componente faunistica è da considerarsi limitato in quanto, in fase progettuale, sono previste soluzioni che consentano il libero transito della fauna all'interno dell'area interessata e che, comunque, non compromettano l'utilizzo della stessa;
- la percezione visiva dai principali punti di osservazione è da considerarsi poco significativa.

In conclusione, si può affermare che, dall'analisi condotta, l'impatto complessivo delle opere che si intende realizzare è coerente con la capacità di carico dell'ambiente dell'area analizzata. A valle di tutto quanto relazionato finora è possibile addivenire a veri e propri orientamenti progettuali che sono alla base della impostazione dei layout. Codificare tutta la serie di elementi che compongono il sistema complesso, e valutarne le reciproche connessioni, diventa fattore determinante per la corretta definizione di scelte operative che potremmo assumere come vere e proprie LINEE GUIDA alla realizzazione di un impianto agro-fotovoltaico.

17 . CONSIDERAZIONI PRELIMINARI ALLA REDAZIONE DEL LAYOUT

La strategia proposta si innesta pienamente nel filone degli obiettivi del PNIEC – Piano Nazionale Integrato Energia e Clima - che, tra le misure messe in campo, pone prioritario accento sull’implementazione della produzione di energia pulita in luogo di una progressiva “decarbonizzazione”.

Fonte	2016	2017	2025	2030
Idrica	18.641	18.863	19.140	19.200
Geotermica	815	813	920	950
Eolica	9.410	9.766	15.950	19.300
di cui off shore	0	0	300	900
Bioenergie	4.124	4.135	3.570	3.760
Solare	19.269	19.682	28.550	52.000
di cui CSP	0	0	250	880
Totale	52.258	53.259	68.130	95.210

Tabella 5 – Obiettivi di crescita della potenza (MW) da fonte rinnovabile al 2030

	2016	2017	2025	2030
Produzione rinnovabile	110,5	113,1	142,9	186,8
Idrica (effettiva)	42,4	36,2		
Idrica (normalizzata)	46,2	46,0	49,0	49,3
Eolica (effettiva)	17,7	17,7		
Eolica (normalizzata)	16,5	17,2	31,0	41,5
Geotermica	6,3	6,2	6,9	7,1
Bioenergie*	19,4	19,3	16,0	15,7
Solare	22,1	24,4	40,1	73,1
Denominatore - Consumi Interni Lordi di energia elettrica	325,0	331,8	334	339,5
Quota FER-E (%)	34,0%	34,1%	42,6%	55,0%

* Per i bioliquidi (inclusi nelle bioenergie insieme alle biomasse solide e al biogas) si riporta solo il contributo dei bioliquidi sostenibili.

Tabella 6 – Obiettivi e traiettorie di crescita al 2030 della quota rinnovabile nel settore elettrico (TWh)

Di contro, si pone l’annoso problema del crescente abbandono dei fondi agricoli, regolarmente condotti, sia per il perdurare della crisi di settore sia per i crescenti problemi legati alla desertificazione dei suoli che, spesso, rende improduttivo l’impianto di colture tipicizzate che hanno rappresentato, fino ad oggi, il know-how di un dato territorio. Le due questioni appena citate, per anni in pieno contrasto tra loro, vedono oggi una possibile comunione di intenti con ricadute benefiche per entrambe. Se da un lato, infatti, fino a qualche anno fa, si tacciavano i campi fotovoltaici a terra di sottrarre suoli all’agricoltura, oggi si assiste ad una crescente sinergia tra i due settori che, non solo non sono in contrasto tra loro ma, addirittura, trovano reciproco giovamento. Nasce in quest’ottica l’agro-fotovoltaico. Un sistema ibrido che si basa sul contemporaneo utilizzo di fondi agricoli a scopi agronomici e di produzione fotovoltaica grazie allo sviluppo di layer sovrapposti, interconnessi e funzionalmente interdipendenti.

“L’attenzione nei prossimi anni è volta ad un migliore uso del suolo e dell’acqua, ad un minore impatto ambientale diminuendo le emissioni di gas serra, all’aumento di produzione energetica ed al suo consumo. (...) Il sistema agro - fotovoltaico rappresenta una possibile soluzione per ridurre i conflitti tra la produzione di cibo e quella di energia e quindi garantire il nesso Cibo-Energia- Acqua (FEW- Food Energy Water Nexus), incrementando l’efficienza d’uso del suolo. Questo sistema permette di integrare la produzione di energia elettrica e di cibo sullo stesso appezzamento. I pannelli fotovoltaici sono sopraelevati rispetto alla quota di campagna, in misura proporzionale al tipo di coltura impiantata, permettendo il passaggio delle macchine agricole e la coltivazione di colture al di sotto. La coltivazione di specie agrarie sotto pannelli fotovoltaici è possibile utilizzando specie che tollerano l’ombreggiamento parziale o che possono avvantaggiarsene, anche considerando che all’ombra dei pannelli si riduce l’evapotraspirazione e il consumo idrico di conseguenza.”

(Università Cattolica, Dipartimento di Scienze delle produzioni vegetali sostenibili - <https://dipartimenti.unicatt.it>)

18 . INTERFERENZA

Nei punti seguenti verranno analizzate le caratteristiche tecniche dell’impianto Agro-Fotovoltaico che vengono “dettate” da implicazioni di natura agronomica. Volendo fare una massima sintesi di quanto relazionato, potremmo asserire che il tema agro-fotovoltaico rappresenta un sistema complesso basato su micro e macro interferenze. Gli effetti sulla flora e sulla fauna sono stati all’oggetto della trattazione agronomica appena conclusa. In questa sede, invece, porremo l’accento sulle interferenze fisiche ed oggettive tra il “corpo fotovoltaico” e quello agronomico che compongono il sistema complesso, al fine di dimostrare la validità delle scelte operate in fase di predisposizione dei layout. Il sistema agro-fotovoltaico si basa sul concetto elementare ma fondamentale che uno stesso terreno può essere contemporaneamente utilizzato per due scopi distinti:

- produzione agricola;
- produzione di energia fotovoltaica.

Sebbene la bibliografia in merito sia piuttosto limitata per la mancanza di esperienze pregresse sul campo, sufficientemente strutturate anche in termini di tempi oggettivi di raccolta dei dati, alcuni studi di settore dimostrano che la convivenza tra le due realtà presenta aspetti positivi non trascurabili. Pur non volendo interferire, in questa sede, con lo studio puramente agronomico dei siti, e dei possibili sviluppi proposti in tal senso, è bene approfondire tematismi comuni ad entrambe le componenti coinvolte. Rispetto ad un sistema classico “a terra”, la variante agro-fotovoltaica deve interfacciarsi principalmente con i problemi legati alla conduzione dei fondi in relazione al tipo di coltura/allevamento che si intende mettere in campo. Partendo dall’assunto che l’agricoltura è, per sua natura, un’attività dinamica legata alla rotazione colturale, alla diversificazione delle produzioni per convenienza economica e/o tecnica, si è implementato un sistema agro-fotovoltaico versatile che possa facilmente accogliere una vasta gamma di opzioni per lasciare massima libertà agli agricoltori di addivenire, con l’esperienza, al miglior assetto produttivo. Questo significa proporre un sistema “capiente”, dimensionando gli elementi caratterizzanti in modo da non precludere ulteriori futuri sviluppi colturali, non necessariamente previsti e/o prevedibili in fase di primo impianto. Questa si palesa come una necessità riconosciuta anche in considerazione del fatto che non esiste, come premesso, una grossa esperienza in materia di agro-fotovoltaico e di risposta delle colture a questo tipo di impianto. Alcuni elementi sono stati valutati come determinanti per la configurazione del layout proposto.

19 . SISTEMA TRACKER

Il sistema analizzato si basa sulla tecnologia tracker, letteralmente inseguitore solare, che prevede il ricorso a pannelli fotovoltaici orientabili automaticamente verso il sole nell’arco della giornata. La scelta non è casuale. Gli ovvi meriti, legati all’aumento di producibilità di questo sistema rispetto ad una versione “fissa”, trovano ampia condivisibilità anche in termini agronomici. Questa tecnologia permette una interfaccia diretta con le esigenze produttive, ma anche con le mutevoli condizioni metereologiche, dei campi agricoli entro cui si inserisce. Basti pensare che, in fase di esercizio, sarà sufficiente automatizzare il sistema per far sì che, in caso di pioggia, i moduli vengano posti alla massima inclinazione possibile per favorire la permeabilità dei suoli sottostanti a beneficio delle colture praticate. Analogamente, quando si prefigurasse l’esigenza di procedere a meccanizzazioni importanti, gli stessi pannelli verrebbero a trovarsi nella posizione di “riposo”, ovvero perfettamente orizzontali, per dare il minor intralcio possibile alle macchine in movimento a tutto vantaggio di sicurezza sia degli operatori che dei pannelli stessi. Il tracker, brevettato, consente applicazioni telescopiche regolabili in funzione delle specifiche esigenze del sito.

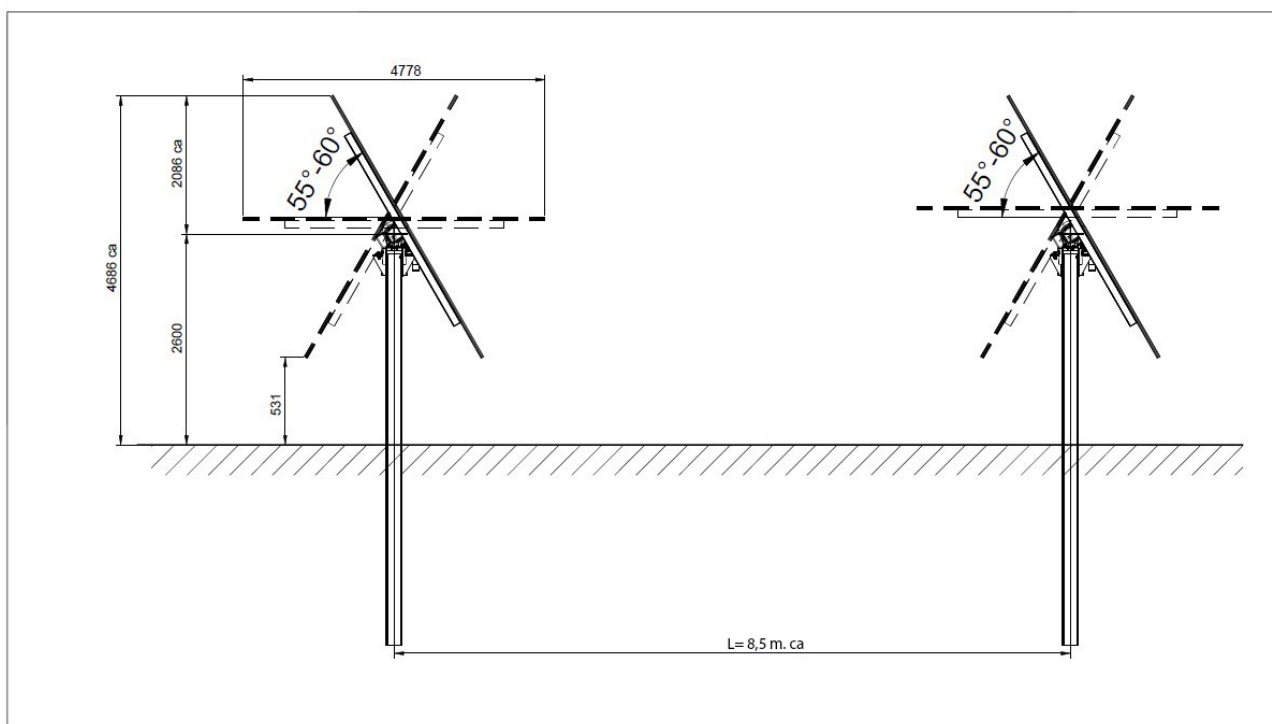


Figura 22 – Sezione laterale dei Tracker

La sua adattabilità anche a contesti con pendenze piuttosto importanti, rispetto alla media dei campi fotovoltaici, permette una installazione di “sicurezza” dei moduli a 2.60 m di altezza. Come premesso al punto precedente, questo dato geometrico potrebbe essere rivisto teoricamente anche in ulteriore ribasso se rapportato ad una conduzione “soft” dei suoli sottostanti.

20 . INTERDISTANZA

Rispetto ad una soluzione di fotovoltaico a terra, il tema dell’agro-fotovoltaico deve, per forza di cose, confrontarsi con la meccanizzazione dell’agricoltura contemporanea. In alcuni casi, addirittura, con la precision farm o agricoltura di precisione – strategia di gestione dell’attività agricola con la quale i dati vengono raccolti, elaborati, analizzati e combinati con altre informazioni per orientare le decisioni in funzione della variabilità spaziale e temporale al fine di migliorare l’efficienza nell’uso delle risorse, la produttività, la qualità, la redditività e la sostenibilità della produzione agricola. Precedenti definizioni fanno riferimento a una strategia gestionale dell’agricoltura che si avvale di moderne strumentazioni ed è mirata all’esecuzione di interventi agronomici tenendo conto delle effettive esigenze colturali e delle caratteristiche biochimiche e fisiche del suolo attraverso il ricorso a tecnologie quali GPS, droni, macchine a gestione computerizzata. In tal senso, nella predisposizione del layout, non si può prescindere dalla valutazione di questo elemento, vincolante per la effettiva lavorabilità dei suoli e per la producibilità delle colture praticate. Anche in situazioni limite ove si voglia promuovere, inizialmente, il semplice allevamento ovino, sarà buona norma astenersi dal proporre soluzioni che possano limitare future implementazioni del sistema combinato agricoltura/fotovoltaico o che, comunque, vadano ad intralciare operazioni quali lo sfalcio e la pressatura di foraggio. In questa ottica si è valutato un interasse/interdistanza tra le file di tracker fotovoltaici compatibile con il transito e l’operatività delle più comuni macchine agricole e relativi attrezzi. Questo dato si attesta intorno a 8,5 m. tra le file di sostegni. Di seguito la schematizzazione, in sezione, dei principali assetti produttivi proposti in relazione alle meccanizzazioni eventualmente necessarie. I dettagli mostrano come, in qualsiasi delle tre configurazioni plausibili, la regolare lavorabilità dei suoli e delle colture può essere praticata senza reciproco intralcio. Si tenga conto che le lavorazioni avverranno sempre in linea retta e che le manovre saranno sempre effettuate nelle aree esterne ai tracker deputate allo scopo.

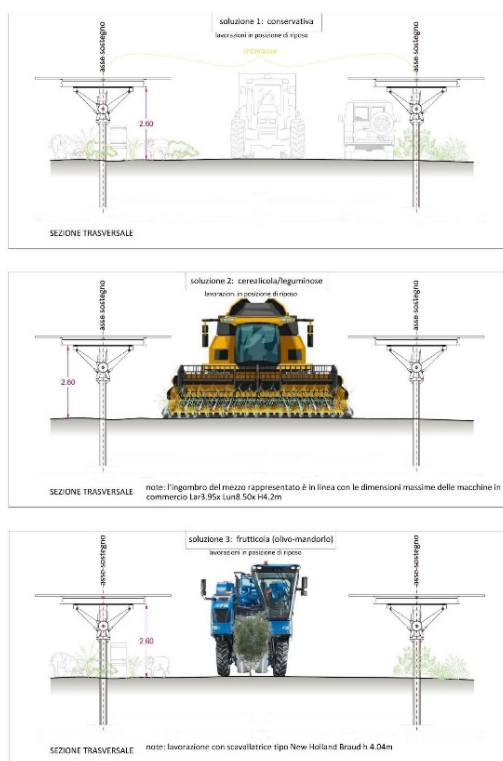


Figura 23 – Esempi macchine agricole

La geometria dei sottocampi fotovoltaici, impostata su filari “a seguire”, si sposa perfettamente con l’ottica di lavorabilità in lunghezza per ottimizzazione dei tempi di lavorazione e dei consumi di gasolio. Durante l’implementazione dei layout si è posta particolare attenzione affinché gli interassi che sottendono i vari sottocampi, anche fisicamente disgiunti tra loro per esigenze elettroniche, fossero perfettamente allineati ove sia possibile procedere in linea con un mezzo agricolo in operatività sul campo. Si è limitata al massimo la presenza di elementi di intralcio alla circolazione primaria tra le file anche con riguardo al posizionamento delle cabine inverter e di trasformazione.

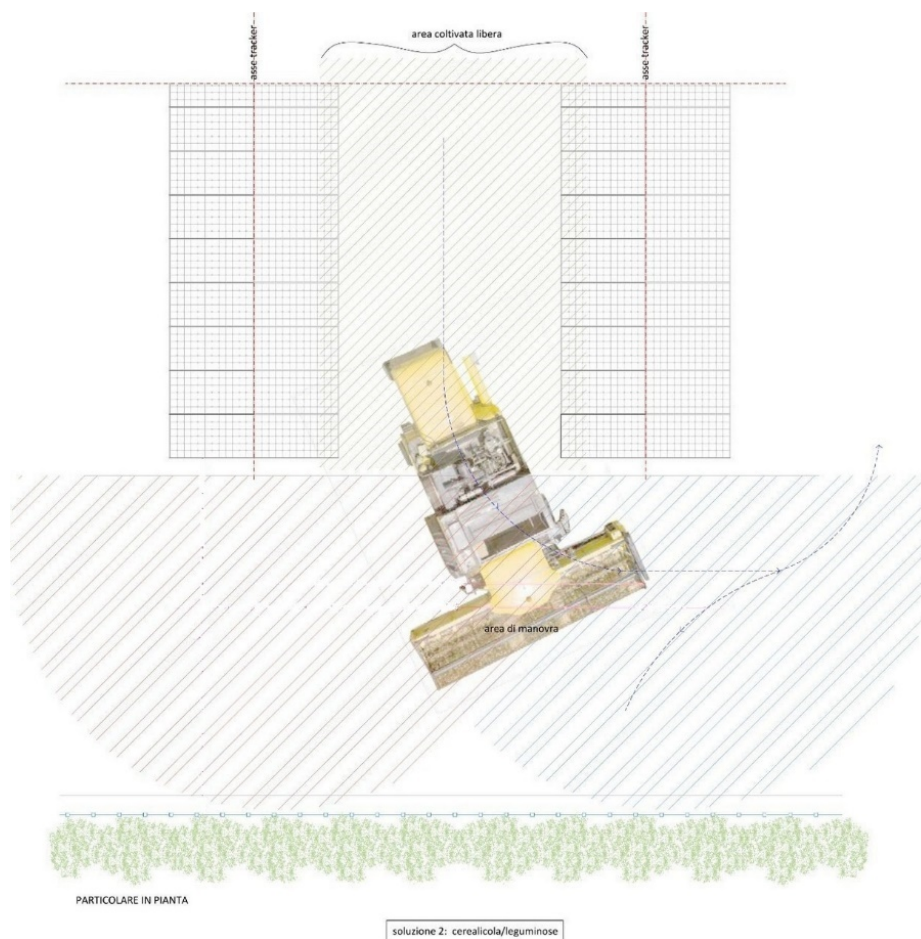


Figura 24 – Schema di movimentazione e manovra da attuarsi nelle fasce di viabilità perimetrale

La viabilità principale, interna all’area netta occupata dal campo Agro-Fotovoltaico, è stata dimensionata con lo stesso criterio. Ove possibile, ma specialmente in corrispondenza dei terminali di fila, si è approntata una viabilità maggiorata che consenta, ai mezzi in opera, di manovrare senza eccessivo rischio di intralcio e/o impatto con le strutture dei tracker. Questa attenzione risulta obbligata sia per tutelare l’impianto solare sia per facilitare le operazioni meccaniche abitualmente condotte sul fondo che, possono anche configurarsi da semplice transito di trattori con attrezzature, furgoni, camion, a lavorazione con mezzi come mietitrebbiatrici o scavallatrici. Si tenga, inoltre, in conto che i rischi di collisione sono ulteriormente ridotti dall’ausilio di strumenti digitali e computerizzati che, oggigiorno, sono installati di default sulle macchine operatrici (telecamere, computer di bordo, sensori di prossimità e telerilevamento per la guida robotizzata a distanza).

21 . FONDAZIONI/PIANO DI DISMISSIONE

Gli elementi tracker sono composti da un sistema che banalmente potremmo definire a “tettoia” su appoggi puntuali centrali. Detti appoggi si traducono in veri e propri supporti metallici, tipo palo, che vanno infissi al suolo. La caratteristica principale del sistema proposto è quella di non necessitare il ricorso a strutture di fondazione propriamente dette. L’ancoraggio al suolo è ottenuto con il semplice attrito laterale del palo contro il terreno. La profondità di infissione è determinata, di volta in volta, dalle specifiche caratteristiche di portanza del sito nonché dalla ventosità dello stesso e da altri fattori esterni. Oltre alla innegabile velocità e facilità di posa di un sistema completamente a secco, si consideri anche la sostenibilità della proposta in termini di non inquinamento del suolo. Questo metodo evita completamente il ricorso all’uso di fondazioni classiche, tipo plinti in calcestruzzo armato, a tutto vantaggio di tempi di posa ridotti - in ordine a lavorazioni complesse come scavi, posa di dime, incrudimento del calcestruzzo - ma soprattutto di ricadute economiche positive. Questo tipo di soluzione ben si presta anche sotto il profilo della conducibilità dei fondi agricoli, posti al di sotto dei pannelli, limitando al minimo ingombri fastidiosi e pericolosi. In ultimo, ma non meno importante, è il tema del fine vita dell’impianto. In fase di dismissione le lavorazioni a carico del terreno saranno ridotte al minimo; il ripristino dello stato dei luoghi si otterrà con il semplice sfilaggio dei pali di sostegno ai tracker senza procedere a scavi o bonifica di corpi in cemento che, seppure molto contenuti nelle dimensioni, rappresenterebbero, in reiterazione per migliaia di pali, un numero considerevole di elementi. Il ricorso a sistemi monomateriale ed a secco garantisce la completa riciclabilità dei materiali con indiscutibile vantaggio in termini di sostenibilità ambientale ed economica.

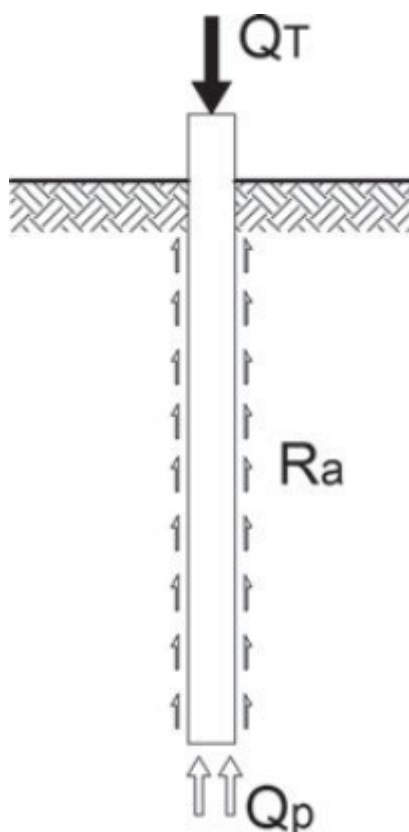


Figura 25 – Sezione schematica del sistema di ancoraggio al suolo

22 . MICROCLIMA

La coesistenza di impianto agricolo e fotovoltaico avrà, innegabilmente, delle ricadute sulla producibilità dei suoli e sulla creazione di un microclima nuovo. Tali aspetti non sono da considerarsi necessariamente negativi. In particolare, in un territorio come quello dell’interno sardo, dove il problema della scarsità di risorse idriche e la progressiva desertificazione rappresentano, oggi, un forte limite alla pratica agronomica, il tema della creazione di micro sistemi climatici deve essere necessariamente valutato ed approfondito. La scelta delle colture praticabili è certamente il punto cardine dello studio agronomico. La risposta che tali colture avranno rispetto al sistema agro/fotovoltaico, ed il contributo che le stesse saranno in grado di dare al problema della desertificazione e dell’abbandono dei suoli, è cruciale. Abbiamo anticipato che la letteratura e l’esperienza in merito è limitata ma alcuni dati confortano e sostengono le scelte operate. I fattori positivi che vanno certamente valutati riguardano gli apporti relativi alla radiazione luminosa diretta e diffusa ed al ciclo delle piogge. Procedendo con ordine, si può certamente affermare che la permeabilità dei suoli alle precipitazioni meteoriche sarà marginalmente ridotta per la presenza delle stringhe fotovoltaiche. Proprio la caratteristica di mobilità dei pannelli permetterà di gestire gli stessi in caso di precipitazioni. La posizione inclinata si traduce in riduzione dell’impronta a terra della tavola fotovoltaica a tutto vantaggio della permeabilità alla pioggia dei suoli sottostanti, anche nella fascia centrale ove sono collocate i sostegni. Di volta in volta, con specifico riguardo ai venti prevalenti si opterà l’orientamento migliore dei pannelli in caso di pioggia. L’apporto idrico al suolo, che potrebbe essere meteorologico ma plausibilmente anche antropico in caso di colture orticole con sistemi di irrigazione integrati ai tracker, verrebbe ad essere, in qualche modo, “conservato” per effetto delle ombre generate dalle stringhe. L’irraggiamento solare diretto e più aggressivo sulle colture, ed il suolo sottostante, sarebbe ridotto alle sole fasce in luce. In questo modo si limiterebbe sensibilmente il grado di evaporazione superficiale con ricadute positive sul fabbisogno idrico della produzione agricola a tutto vantaggio del bilancio produttivo ed economico. Le specie proposte per i vari assetti produttivi, anche integrati tra loro, presentano caratteristiche dell’apparato radicale tali da implementare questo sistema virtuoso che potremmo definire “micro ciclo delle piogge”.



Figura 26 –Schema di interferenza pioggia

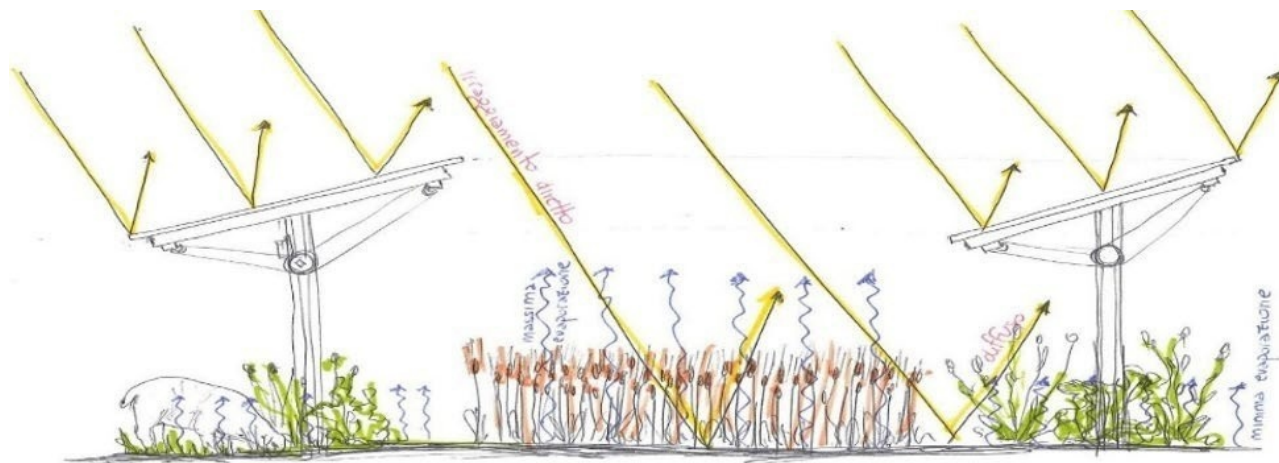


Figura 27 –Schema di interferenza di irraggiamento

D’altro canto il tema dell’ombreggiamento potrebbe indurre a riflessioni negative circa il corretto sviluppo delle colture in termini di apporto di luce e fotosintesi. In quest’ottica occorre, forse, sottolineare che il materiale vegetale non vive di sola luce diretta ma trae beneficio anche dalla radiazione luminosa diffusa. Inoltre, escludendo a priori, nelle fasce al di sotto dei tracker, l’impianto di specie particolarmente sensibili all’eccessivo ombreggiamento, possiamo asserire che, per le aree libere, tale elemento è sufficientemente trascurabile anche per effetto dell’ampiezza delle stesse come pure dal parziale impatto delle ombre generate da un sistema relativamente basso. Basti pensare alla conformazione del sistema 3 proposto nella Figura 23: frutticolo. In questo caso, lo sviluppo in altezza delle piante, è concorrenziale alla quota dei tracker il che, sommato alla importante fascia utile lasciata a disposizione agronomica, garantisce un considerevole e costante apporto di luce alla coltura.

23 . GESTIONE AGRONOMICA

In premessa si è asserito che l’agricoltura, per sua natura, è un sistema dinamico. Questo assunto risulta pienamente condivisibile sia da un punto di vista agronomico che di opportunità economica. Se da un lato, per evitare il depauperamento dei suoli, è buona norma praticare la cosiddetta rotazione colturale - che prevede una successione ciclica di diversi impianti produttivi, contemplando tra le opzioni anche quella del suolo nudo a riposo, al fine di non impoverire i terreni di specifici elementi sottratti dalla coltura stessa e reintegrabili solo a mezzo di apporti esterni quali concimazioni e trattamenti – dall’altro è fondamentale guardare anche alle opportunità offerte dal mercato, continuamente mutevoli. La proposta agro-fotovoltaica per Teulada località "S’Acqua Sassa", non può prescindere da questi due aspetti. Già in fase di primo impianto occorre prevedere assetti multipli e flessibili che siano in grado di supportare scelte agronomiche diversificabili nel tempo e nello spazio. Le scelte tecniche operate sono state fatte in questa ottica. La trattazione agronomica ha valutato un ventaglio di opzioni produttive assolutamente congrue e condivisibili che possono essere anche alternative tra loro nel medio – lungo termine. Le caratteristiche morfologiche del sito danno delle prime indicazioni circa l’opportunità o meno di praticare determinate gestioni su alcune aree piuttosto che altre. All’interno dello stesso sito, come accade normalmente in agricoltura, verrà fatta una diversificazione spaziale e temporale. Nelle zone a forte pendenza, per esempio, si propenderà per una soluzione tipo 1 (conservative), dove si prevede l’impianto di foraggiere da pascolo costituite da fasce di vegetazione a scarsissima manutenzione ma a forte valore anti desertificazione. Ove l’andamento delle curve di livello lo consentano, si potrà optare per una maggiore specificazione colturale e meccanizzazione delle produzioni e via discorrendo. Questo significa che, per la stessa annata agraria, sul medesimo sito, possano prevedersi utilizzi diversificati e che questi, nelle annate agrarie successive, possano essere “ruotati” o sostituiti in caso di risposta negativa della coltura alla soluzione agro-fotovoltaica o per esigenze di mercato.

24 . CONCLUSIONI

Quanto relazionato innanzi si configura come strumento utile alla determinazione di linee guida che sottendono la genesi di un impianto agro-fotovoltaico da inserirsi nello specifico contesto sardo. Gli approfondimenti condotti in tema agronomico, geologico, elettronico, sono stati tradotti in schemi concettuali prima e metodologici poi. Gli elementi caratterizzanti del layout proposto sono stati implementati attraverso un processo deduttivo che ha coinvolto aspetti puramente meccanici - quali schemi di movimentazione, ingombri e procedure di gestione delle colture - e verifiche di interferenza con gli elementi tracker in termini microclimatici e spaziali. Per quanto concerne la condivisibilità di progetti agro-fotovoltaici occorre ricordare che l’attuale Strategia Energetica Nazionale consente l’installazione di impianti fotovoltaici in aree agricole, purché possa essere mantenuta (o anche incrementata) la fertilità dei suoli utilizzati per l’installazione delle strutture. È bene riconoscere che vi sono in Italia, come in altri paesi europei, vaste aree agricole completamente abbandonate da molti anni o, come nel nostro caso, ampiamente sottoutilizzate che, con pochi accorgimenti e una gestione semplice ed efficace, potrebbero essere impiegate con buoni risultati per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile ed al contempo riacquisire, del tutto o in parte, le proprie capacità produttive. L’intervento previsto di realizzazione dell’impianto fotovoltaico porterà ad una piena riqualificazione dell’area, sia perché saranno effettuati miglioramenti fondiari importanti (recinzioni, drenaggi, viabilità interna al fondo, sistemazioni idraulico-agrarie), sia perché tutte le necessarie lavorazioni agricole consentiranno di mantenere ed incrementare le capacità produttive del fondo. Come in ogni programma di investimenti, in fase di progettazione, vanno considerati tutti i possibili scenari e il rapporto costi/benefici che potrebbe scaturire da ciascuna delle scelte perseguibili. Inoltre le fasce perimetrali, grazie all’utilizzo di alberi e arbusti autoctoni, mitigano l’impatto paesaggistico e costituiscono un importante corridoio ecologico per le specie faunistiche, aiutando a prevenire fenomeni di erosione, desertificazione contribuendo alla riduzione di emissioni di CO₂ in atmosfera. Si può quindi affermare che la realizzazione dell’impianto fotovoltaico FV_TEULADA non risulta incompatibile con la salvaguardia dell’ambiente anzi può diventare volano per meccanismi virtuosi di sostenibilità.