

Regione
Sardegna



COMUNE DI
GONNOSFANADIGA



COMUNE DI
GUSPINI



Provincia
Sud Sardegna



PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 24.307,92 KWp DA REALIZZARE NEI COMUNI DI GONNOSFANADIGA GUSPINI (SU) E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA R.T.N.

Relazione agronomica

ELABORATO

AM_08

PROPONENTE:

DSIT17

DS ITALIA 17 SRL

Sede legale: Roma (RM)

Via del Plebiscito n. 112 - CAP 00186

P.IVA 16658161001

dsitalia17@legalmail.it

PROGETTISTI:

ATECH
SOCIETÀ DI INGEGNERIA

Via Caduti di Nassiriya 55
70124- Bari (BA)
pec: atechsr@legalmail.it

DIRETTORE TECNICO
Dott. Ing. Orazio TRICARICO

Dott. Ing. Alessandro ANTEZZA

Consulenti:

Dott. Agr. Paolo MESSINA

Dott. ssa Archeologa Adele BARBIERI

Dott. Geol. Simone ASONI

Dott. Rocco CARONE

COORDINAMENTO DELLA PROGETTAZIONE:

MVP SOLAR



EM./REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE
0	SETT 2023	B.B.	A.A.	O.T.	Progetto definitivo

RELAZIONE AGRONOMICA

SOMMARIO

1. PREMESSA	3
2. CONTESTO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	4
2.1. RIFERIMENTI NORMATIVI AMBIENTALI COMUNITARI	4
2.3. PIANIFICAZIONE ENERGETICA NAZIONALE	5
2.3.1. STRATEGIA ENERGETICA NAZIONALE (SEN)	5
2.3.2. PIANO NAZIONALE INTEGRATO PER L'ENERGIA E IL CLIMA 2030 (PNIEC)	6
2.3.3. PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR)	7
2.8. DEFINIZIONE DI AGROVOLTAICO	10
3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E DATI CATASTALI	13
4. ANALISI CLIMATICA	14
4.1 CAMBIAMENTO CLIMATICO GONNOSFANADIGA	17
4.1 CARTA BIOCLIMATICA	18
5.1 CENNI STORICI DEL PAESAGGIO AGRARIO	20
5. CARATTERISTICHE GENERALI DELL' AREA IN ESAME	25
5. CARATTERI GEOPEDOLOGICI E AGRONOMICI	27
5.1 CAPACITÀ D'USO DEL SUOLO – LAND CAPABILITY CLASSIFICATION LCC	30
5.2. USO DEL SUOLO	31
6 UTILIZZO E POTENZIALITÀ AGRONOMICA ATTUALE	33
7. STRUTTURE, INFRASTRUTTURE E ATTREZZATURE PRESENTI	36
8. ORDINAMENTO COLTURALE ATTUALE E PATRIMONIO ZOOTECNICO	36
9. INTERVENTI PREVISTI	37
9.1 OBIETTIVI, FINALITÀ E MOTIVAZIONI DELL'INTERVENTO	37

10. OPERE DI MIGLIORAMENTO FONDIARIO.....	38
11 PREVISIONI DI MIGLIORAMENTO ED INDIRIZZO PRODUTTIVO	41
12. UTILIZZO E POTENZIALITÀ AGRONOMICA IN FASE DI ESERCIZIO DELL’IMPIANTO	41
13. ATTIVITÀ DI COLTIVAZIONE DEL PRATO PASCOLO MIGLIORATO	45
14. ATTIVITÀ DI COLTIVAZIONE DELLA FASCIA VERDE DI MITIGAZIONE: OLIVI E MACCHIA MEDITERRANEA	50
14.0 ATTIVITÀ DI APICOLTURA.....	57
14.1 SCHEDE BOTANICHE ESSENZE SELEZIONATE	58
14.2 FABBISOGNO IDRICO IMPIANTO A VERDE.....	69
14.3 STIMA COSTI AREE A VERDE	70
14.4 MANUTENZIONE DELLE AREE MIGLIORATE A VERDE E COSTI MEDI ANNUI DI GESTIONE PRATO PASCOLO E AREA DI MITIGAZIONE	73
14.5 METODOLOGIA DI CALCOLO DEI COSTI	75
14.6 GESTIONE DEL POST-IMPIANTO	79
14.4 MEZZI ATTREZZATURE E MACCHINARI PER LA GESTIONE AGRONOMICA	80
14.5 VALUTAZIONE POTENZIALITÀ ECONOMICA e CALCOLO DELLA MANODOPERA NECESSARIA ALLA GESTIONE COLTURALE	87
14.6 CALENDARIZZAZIONE LAVORI.....	88
14.7 PIANO DI MONITORAGGIO DELL’ATTIVITÀ AGRICOLA – SISTEMI AGRICOLTURA 4.0	88
15 STUDI SULL’AGROFOTOVOLTAICO.....	90
16. CONCLUSIONI.....	93
16. 1 VERIFICA DI COERENZA CON I REQUISITI DELLE LINEE GUIDA IN MATERIA DI IMPIANTI AGRIVOLTAICI	95
BIBLIOGRAFIA	0
SITOGRAFIA.....	0

1. PREMESSA

Il sottoscritto Dottore Agronomo Paolo Messina, iscritto all'Ordine dei Dottori Agronomi e dei Dottori Forestali di Nuoro con il n. 505, ha ricevuto incarico dalla Società DS ITALIA 17 srl con sede a Roma lin via del Plebiscito 112 cap 000186 P. IVA 16658161001 al fine di procedere alla stesura della Relazione Agronomica inerente la realizzazione di un impianto agrovoltaico da realizzarsi in agro del Comune di Gonnosfanadiga in Località "Tuppa su Caccala" (Provincia del Sud Sardegna).

L'intervento contempla la realizzazione di un impianto agrovoltaico di potenza nominale in immissione L'impianto di produzione di energia fotovoltaica sarà di tipo elevato e ad inseguimento solare monoassiale (c.d. tracker), avrà una potenza di picco pari a potenza complessiva di 24.307,92 Kw in immissione nella rete in corrente alternata.

L'estensione dell'area interessata dalle opere d'impianto (superficie recintata) è pari a Ha 45,39 mq su, l'intervento integrato coinvolge tutta la superficie in quanto si intende un unicum di agro e impianto fotovoltaico.

La superficie complessiva interessata dai pannelli è pari a 10,49 ha agricola utile è pari a Ha 39,15 e ricade interamente in Zona agricola E.

Alla luce dei dati sopra riportati quindi la superficie interessata dai pannelli sarà 23,11%, mentre il 76,89% della superficie sarà interessata dalle opere di miglioramento fondiario indicate nella presente relazione.

L'impianto agrivoltaico da realizzare, come illustrato di seguito e nella Relazione Generale, è progettato nel rispetto delle Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici pubblicate dal Ministero della Transizione Ecologica — Dipartimento per l'energia alla luce delle qual è catalogabile come un impianto fotovoltaico che consente di preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale sul sito di installazione, garantendo, al contempo, una buona produzione energetica da fonti rinnovabili.

Il presente progetto di miglioramento consiste in una serie di opere d' impianti ed agronomiche volte ad un'ottimale conduzione gestione del lotto e del territorio inserendosi nell'ottica di una progressiva sostituzione dei combustibili fossili quale fonte energetica e della riduzione di inquinanti atmosferici e gas clima-alteranti, *secondo quanto previsto dagli accordi internazionali in materia e degli attuali cambiamenti climatici.*

2. CONTESTO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Il rapporto tra agricoltura e produzione di energia elettrica è un rapporto con una lunga storia. Negli ultimi anni l'ONU, l'Unione Europea e le principali agenzie internazionali competenti in materia ambientale si sono occupate con particolare attenzione delle problematiche riguardanti la produzione di energie rinnovabili.

Le principali tappe di questo processo normativo possono essere sintetizzate come segue: Nel 2015, l'ONU adotta il piano mondiale per la sostenibilità Agenda 2030, che prevede diverse linee di azione, una delle quali rappresentata dallo sviluppo di impianti agrivoltaici. L'Unione Europea ha recepito Agenda 2030 obbligando gli stati membri ad adeguarsi in merito.

Nel 2017, in Italia viene approvata la Strategia Energetica Nazionale, abbreviata con SEN 2030, con obiettivi più ambiziosi rispetto alla proposta dell'Agenda 2030 ONU, prevedendo in particolare lo sviluppo di nuovi impianti fotovoltaici per 30 GW, riduzione delle emissioni di CO2 e sviluppo generale di tecnologie innovative per la sostenibilità. Nel 2018 è entrata in vigore la direttiva riveduta sulle energie rinnovabili (Direttiva UE/2018/2001), nel quadro del pacchetto "Energia pulita per tutti gli europei", con l'obiettivo di portare ad almeno il 32% la quota di consumi energetici da fonte rinnovabile, oltre che una clausola su una previsione al rialzo di tale quota.

2.1. RIFERIMENTI NORMATIVI AMBIENTALI COMUNITARI

L'unione comunità europea da oltre 30 anni tratta dello sviluppo sostenibile e individua nell'utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili (FER) un determinante apporto al raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità internazionali. Tra i passaggi cruciali del percorso internazionale e comunitario si ricordano alcuni summit e provvedimenti succedutisi nel tempo, sulla base dei quali si è sviluppato il quadro normativo nazionale e poi locale:

- La Convenzione delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (Accordi di Rio) -1992;
- — Libro Bianco 'Una politica energetica per l'Unione Europea' - 1995;
- — Libro Verde della Commissione sulle Energie Rinnovabili - 1996;
- — Il Protocollo di Kyoto — 1997;
- — Direttiva 1996/92/CE — 1996;
- — Direttiva 2001/77/CE — 2001;
- — Direttiva 2003/87/CE;
- — Direttiva 2009/29/CE;
- — Direttiva 2009/28/CE;
- — Energy roadmap 2050 and Storage (CCS) - 2012;
- — Conferenza sul Clima di Parigi (COP21) — 2015;

- — European Green Deal - 2019 → Regolamento (UE) 2021/241 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 12 febbraio 2021 che istituisce il Dispositivo per la Ripresa e la Resilienza (Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, 18.2.2021)
- — Programma Next Generation EU (NGEU) o Recovery Fund o Recovery Plan, da cui i PNRR 2021 degli stati membri.

A livello europeo, quindi, sono state indicate linee guida e obiettivi per favorire lo sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili (FER) nella Comunità. Nel dicembre 2019, la Presidente della Commissione europea, Ursula von der Leyen, ha presentato lo European Green Deal che intende rendere l'Europa il primo continente a impatto climatico zero entro il 2050.

La pandemia, e la conseguente crisi economica, hanno spinto l'UE a formulare una risposta coordinata a livello sia congiunturale, con la sospensione del Patto di Stabilità e ingenti pacchetti di sostegno all'economia adottati dai singoli Stati membri, sia strutturale, in particolare con il lancio a luglio 2020 del programma Next Generation EU (NGEU). Il pilastro della transizione verde discende direttamente dallo European Green Deal e dal doppio obiettivo dell'UE di raggiungere la neutralità climatica entro il 2050 e ridurre le emissioni di gas a effetto serra del 55 per cento rispetto allo scenario del 1990 entro il 2030. Il regolamento del NGEU prevede che un minimo del 37 per cento della spesa per investimenti e riforme programmata nei PNRR debba sostenere gli obiettivi climatici. Inoltre, tutti gli investimenti e le riforme previste da tali piani devono rispettare il principio del "non arrecare danni significativi" all'ambiente. Gli Stati membri devono illustrare come i loro Piani contribuiscono al raggiungimento degli obiettivi climatici, ambientali ed energetici adottati dall'Unione. Devono anche specificare l'impatto delle riforme e degli investimenti sulla riduzione delle emissioni di gas a effetto serra, la quota di energia ottenuta da fonti rinnovabili, l'efficienza energetica, l'integrazione del sistema energetico, le nuove tecnologie energetiche pulite e l'interconnessione elettrica.

2.3. PIANIFICAZIONE ENERGETICA NAZIONALE

I progetti di impianti FER devono essere coerenti sia con le politiche di attuazione in materia di energie rinnovabili che con quanto richiesto dagli strumenti di pianificazione e programmazione nazionali. Nel caso specifico, la verifica di coerenza con i piani e le norme di settore viene argomentata per i riferimenti normativi a livello regionale, provinciale e locale, in quanto, le norme nazionali vengono recepite ai livelli sotto-ordinati dalle competenti amministrazioni. Si citano, a seguire, i principali piani nazionali.

2.3.1. STRATEGIA ENERGETICA NAZIONALE (SEN)

Il primo strumento di rilievo a sostegno delle fonti rinnovabili in generale è stato il Piano Energetico Nazionale (PEN), approvato il 10/08/1988, a cui ha fatto seguito la strategia energetica nazionale SEN 2013,

mentre recentemente è stata adottata con Decreto Interministeriale del 10 novembre 2017 emesso dal Ministero dello Sviluppo Economico e dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Mare la SEN 2017—Strategia Energetica Nazionale.

La SEN 2017 consiste in un piano decennale del Governo italiano per anticipare e gestire il cambiamento del sistema energetico nazionale. La SEN definisce gli scenari di policy al 2030 e fissa obiettivi ambiziosi e complessi di sviluppo per il settore delle fonti rinnovabili termiche e nei trasporti, di riduzione delle emissioni e dei consumi per i settori Residenziale, Terziario, Industriale e dei Trasporti, delineando specifiche linee di azione e promuovendo la resilienza del sistema verso eventi meteo estremi ed emergenze. Alcuni tra i principali obiettivi qualitativi e quantitativi della strategia sono elencati nel seguito:

- Raggiungere in modo sostenibile gli obiettivi ambientali e di decarbonizzazione definiti a livello europeo, in linea con i futuri traguardi stabiliti nella COP21,
- Continuare a migliorare la sicurezza di approvvigionamento e la flessibilità dei sistemi e delle infrastrutture energetiche, rafforzando l’indipendenza energetica dell’Italia,
- Efficienza energetica: riduzione dei consumi finali da 118 a 108 Mtep con un risparmio di circa 10 Mtep al 2030,
- Fonti rinnovabili: 28% di rinnovabili sui consumi complessivi al 2030 rispetto al 17,5% del 2015; in termini settoriali, l’obiettivo si articola in una quota di rinnovabili sul consumo elettrico del 55% al 2030 rispetto al 33,5% del 2015; in una quota di rinnovabili sugli usi termici del 30% al 2030 rispetto al 19,2% del 2015; in una quota di rinnovabili nei trasporti del 21% al 2030 rispetto al 6,4% del 2015,
- Cessazione della produzione di energia elettrica da carbone con un obiettivo di accelerazione al 2025, da realizzare tramite un puntuale piano di interventi infrastrutturali,
- Riduzione della dipendenza energetica dall’estero dal 76% del 2015 al 64% del 2030 (rapporto tra il saldo import/e—port dell’energia primaria necessaria a coprire il fabbisogno e il consumo interno lordo), grazie alla crescita di rinnovabili ed efficienza energetica.

Pertanto, la SEN considera prioritaria la decarbonizzazione del sistema energetico italiano, con particolare attenzione all’incremento dell’energia prodotta da FER.

2.3.2. PIANO NAZIONALE INTEGRATO PER L’ENERGIA E IL CLIMA 2030 (PNIEC)

Il Piano 2030 è uno strumento fondamentale, finalizzato alla decarbonizzazione del Paese e a realizzare una politica che accompagni il Paese durante la transizione energetica. Il Piano si struttura in 5 linee di intervento: decarbonizzazione, efficienza e sicurezza energetica, sviluppo del mercato interno dell’energia, ricerca, innovazione e competitività. Il nuovo Piano, relativamente alle energie rinnovabili, intende dare

ampia attenzione a efficienza energetica e generazione diffusa da fonti rinnovabili con modalità che concorrano a distribuire i vantaggi della transizione energetica a cittadini e imprese.

Tra gli obiettivi generali, infatti, vi sono i seguenti:

- Promozione dell'autoconsumo e delle comunità dell'energia rinnovabile, ma anche massima regolazione e trasparenza del segmento della vendita;
- Favorire l'evoluzione del sistema energetico, in particolare nel settore elettrico, da un assetto centralizzato a uno distribuito, basato prevalentemente sulle fonti rinnovabili;
- Adottare misure che migliorino la capacità delle stesse rinnovabili di contribuire alla sicurezza e allo stesso tempo favorire assetti, infrastrutture e regole di mercato che contribuiscano all'integrazione delle rinnovabili;
- Continuare a garantire adeguati approvvigionamenti delle fonti convenzionali, perseguendo la sicurezza e la continuità della fornitura, con la consapevolezza del progressivo calo di fabbisogno di tali fonti convenzionali, sia per la crescita delle rinnovabili che per l'efficienza energetica;
- Accompagnare l'evoluzione del sistema energetico con attività di ricerca e innovazione che, in coerenza con gli orientamenti europei e con le necessità della decarbonizzazione profonda, sviluppino soluzioni idonee a promuovere la sostenibilità, la sicurezza, la continuità e l'economicità di forniture basate in modo crescente su energia rinnovabile in tutti i settori d'uso e favoriscano il riorientamento del sistema produttivo verso processi e prodotti a basso impatto di emissioni di carbonio.

Tra le misure previste:

La promozione di attività di ricerca, anche coinvolgendo i gestori delle reti, sulle modalità per sviluppare l'integrazione dei sistemi (elettrico, gas, idrico), esplorando, ad esempio, la possibilità di utilizzare infrastrutture esistenti per l'accumulo dell'energia rinnovabile, con soluzioni efficaci sotto il profilo costi/benefici economici e ambientali.

Relativamente alle misure principali previste per il raggiungimento degli obiettivi del PNIEC, in ambito FER elettriche, si prevede l'incentivazione dei grandi impianti a fonte rinnovabile, la semplificazione delle autorizzazioni per auto consumatori e comunità a energia rinnovabile. Inoltre, nel settore elettrico e in funzione della decarbonizzazione a favore delle rinnovabili si prevedono ulteriori misure di incentivazione e sviluppo FER, specie nel settore elettrico.

2.3.3. PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR)

Il Piano è un programma di investimenti che l'Italia e gli altri stati dell'Unione europea hanno

consegnato alla Commissione UE per accedere alle risorse del Recovery fund. Il Piano è stato inviato dall'Italia alla Commissione europea dopo essere stato approvato dal Consiglio dei Ministri il 29 aprile 2021. Tra le 6 missioni previste dal Piano la seconda è incentrata su "Rivoluzione Verde e Transizione Ecologica", per la quale è prevista l'allocazione di circa il 40% delle risorse finanziarie previste dal Dispositivo per la Ripresa e Resilienza del programma Next Generation EU. Tale missione è volta a realizzare la transizione verde ed ecologica della società e dell'economia per rendere il sistema sostenibile e garantire la sua competitività, infatti, con l'accordo di Parigi, i Paesi di tutto il mondo si sono impegnati a limitare il riscaldamento globale a 2°C, e idealmente si vuole fare il possibile per limitarlo ulteriormente a 1,5° C, rispetto ai livelli preindustriali. Per raggiungere questo obiettivo, l'Unione Europea attraverso lo European Green Deal (COM/2019/640 final) ha definito nuovi obiettivi energetici e climatici estremamente ambiziosi che prevedono la riduzione dei gas climalteranti (Green House Gases, GHG) al 55 per cento nel 2030 e la neutralità climatica nel 2050. L'Italia è particolarmente esposta ai cambiamenti climatici, pertanto, deve accelerare il percorso sia verso la neutralità climatica nel 2050 che verso una maggiore sostenibilità ambientale. Ci sono comunque già stati alcuni progressi significativi. Infatti, nel periodo 1990-2019, le emissioni totali di gas serra in Italia si sono ridotte del 19% (Total CO2 equivalent emissions without land use, land-use change and forestry), passando da 519 Mt CO2eq a 418 Mt CO2eq. Di queste le emissioni del settore delle industrie energetiche rappresentano circa il 22%, quelle delle industrie manifatturiere il 12% con riferimento ai consumi energetici e l'8% con riferimento ai processi industriali, quelle dei trasporti il 25%, mentre quelle del civile (residenziale, servizi e consumi energetici agricoltura) rappresentano il 19% circa. Tale riduzione è un risultato importante, ma sono necessari ulteriori sforzi per poter raggiungere gli obiettivi 2030 e 2050 e i nuovi obiettivi target del PNIEC in aggiornamento. Il PNRR vuole rendere il sistema italiano più sostenibile nel lungo termine, tramite la progressiva decarbonizzazione di tutti i settori. Quest'obiettivo implica accelerare l'efficientamento energetico; incrementare la quota di energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili, sia con soluzioni decentralizzate che centralizzate (incluse quelle innovative ed offshore); sviluppare una mobilità più sostenibile; avviare la graduale decarbonizzazione dell'industria, includendo l'avvio dell'adozione di soluzioni basate sull'idrogeno, in linea con la Strategia europea. Il Governo intende sviluppare una leadership tecnologica e industriale nelle principali filiere della transizione (sistemi fotovoltaici, turbine, idrolizzatori, batterie) che siano competitive a livello internazionale e consentano di ridurre la dipendenza da importazioni di tecnologie e creare occupazione e crescita. Pertanto, l'obiettivo principale della missione è contribuire al raggiungimento degli obiettivi strategici di decarbonizzazione attraverso cinque linee di riforme e investimenti. Tra i diversi obiettivi del PNRR spicca la "Semplificazione e razionalizzazione delle normative in materia ambientale", in particolare delle disposizioni concernenti la VIA. Si precisa, infatti, che le norme vigenti prevedono procedure di troppo lunga durata, che ostacolano la realizzazione di interventi sul

territorio nazionale. Le modalità per semplificare le procedure, "si prevede di sottoporre le opere previste dal PNRR ad una speciale VIA statale che assicuri una velocizzazione dei tempi di conclusione del procedimento, demandando a un'apposita Commissione lo svolgimento delle valutazioni in questione attraverso modalità accelerate, come già previsto per il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC

2030). Inoltre, viene ulteriormente ampliata l'operatività del Provvedimento Unico in materia Ambientale ("PUA"), il quale, venendo a sostituire ogni altro atto autorizzatorio, deve divenire la disciplina ordinaria non solo a livello regionale, ma anche che prevedono la riduzione dei gas climalteranti (Green House Gases, GHG) al 55 per cento nel 2030 e la neutralità climatica nel 2050. L'Italia è particolarmente esposta ai cambiamenti climatici, pertanto, deve accelerare il percorso sia verso la neutralità climatica nel 2050 che verso una maggiore sostenibilità ambientale. Ci sono comunque già stati alcuni progressi significativi. Infatti, nel periodo 1990-2019, le emissioni totali di gas serra in Italia si sono ridotte del 19% (Total CO2 equivalent emissions without land use, land-use change and forestry), passando da 519 Mt CO2eq a 418 Mt CO2eq. Di queste le emissioni del settore delle industrie energetiche rappresentano

circa il 22%, quelle delle industrie manifatturiere il 12% con riferimento ai consumi energetici e l'8% con riferimento ai processi industriali, quelle dei trasporti il 25%, mentre quelle del civile (residenziale, servizi e consumi energetici agricoltura) rappresentano il 19% circa. Tale riduzione è un risultato importante, ma sono necessari ulteriori sforzi per poter raggiungere gli obiettivi 2030 e 2050 e i nuovi obiettivi target del PNIEC in aggiornamento.

Il PNRR vuole rendere il sistema italiano più sostenibile nel lungo termine, tramite la progressiva decarbonizzazione di tutti i settori. Quest'obiettivo implica accelerare l'efficientamento energetico; incrementare la quota di energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili, sia con soluzioni decentralizzate che centralizzate (incluse quelle innovative ed offshore); sviluppare una mobilità più sostenibile; avviare la graduale decarbonizzazione dell'industria, includendo l'avvio dell'adozione di soluzioni basate sull'idrogeno, in linea con la Strategia europea.

Il Governo intende sviluppare una leadership tecnologica e industriale nelle principali filiere della transizione (sistemi fotovoltaici, turbine, idrolizzatori, batterie) che siano competitive a livello internazionale e consentano di ridurre la dipendenza da importazioni di tecnologie e creare occupazione e crescita. Pertanto, l'obiettivo principale della missione è contribuire al raggiungimento degli obiettivi strategici di decarbonizzazione attraverso cinque linee di riforme e investimenti.

Tra i diversi obiettivi del PNRR spicca la "Semplificazione e razionalizzazione delle normative in materia ambientale", in particolare delle disposizioni concernenti la VIA. Si precisa, infatti, che le norme vigenti prevedono procedure di troppo lunga durata, che ostacolano la realizzazione di interventi sul territorio nazionale. Le modalità per semplificare le procedure, "si prevede di sottoporre le opere previste

dal PNNR ad una speciale VIA statale che assicuri una velocizzazione dei tempi di conclusione del procedimento, demandando a un'apposita Commissione lo svolgimento delle valutazioni in questione attraverso modalità accelerate, come già previsto per il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC 2030). Inoltre, va ulteriormente ampliata l'operatività del Provvedimento Unico in materia Ambientale ("PUA"), il quale, venendo a sostituire ogni altro atto autorizzatorio, deve divenire la disciplina ordinaria non solo a livello regionale, ma anche a livello statale. Si intende, inoltre, rafforzare la capacità operativa del nuovo Ministero della transizione ecologica (MITE). Il passaggio al MITE delle competenze in materia di energia consentirà una disciplina unitaria dei relativi procedimenti autorizzatori. Una simile integrazione tra le competenze in materia di ambiente e quelle in materia di energia appare idonea ad assicurare una significativa semplificazione dell'ordinamento e, con essa, una crescita sostenibile del Paese in armonia con la realizzazione della transizione ecologica. Il progetto proposto concorre al raggiungimento degli obiettivi di riduzione di emissioni di gas climalteranti e all'incremento di energia elettrica prodotta da fonte rinnovabile, comuni alla SEN, al PNIEC e al PNRR.

2.8. DEFINIZIONE DI AGROVOLTAICO

Il rapporto tra agricoltura e produzione di energia elettrica si è evoluto nel corso degli anni e dal 2020 si sviluppa su un indirizzo tracciato dal legislatore, volto ad assicurare la coesistenza sul suolo dell'attività agropastorale e dell'attività di generazione di energia elettrica. Questo risultato è divenuto possibile grazie a un nuovo schema di progettazione, che designa una nuova tipologia di impianti: gli impianti agrovoltaici. Gli impianti agrovoltaici sono caratterizzati dal punto di vista strutturale dall'essere elevati da terra e dall'essere installati in modo da formare file adeguatamente distanziate tra loro, così da assicurare lo svolgimento delle attività agricole nello spazio sottostante e il passaggio dei mezzi meccanici. Grazie agli impianti agrovoltaici si assicurano adeguate risorse agli agricoltori o allevatori/pastori, evitando l'abbandono delle attività agropastorale e consentendo nuovi e più proficui sviluppi di queste attività in sinergia con l'attività di generazione di energia elettrica. Negli anni 2010-2012 si è registrata una diffusione degli impianti fotovoltaici, soprattutto di impianti fotovoltaici collocati a terra. Il modello seguito prevedeva impianti progettati in modo da sfruttare al massimo il suolo, concentrando in una superficie limitata l'installazione della maggiore potenza possibile, prevedendo pannelli posti alla distanza minima per evitare gli ombreggiamenti. Questo modello progettuale prevedeva la massimizzazione dell'attività di produzione di energia elettrica e di sfruttamento del suolo a tale fine. Per disincentivare questo modello, venne eliminata la possibilità di accesso agli incentivi del quarto conto energia gestiti dal GSE. A distanza di quasi dieci anni, è stato ripensato l'utilizzo del suolo e grazie alla previsione di nuovi modelli di layout, caratterizzati da moduli fotovoltaici elevati da terra, installati su file di sostegni adeguatamente distanziate, è stata introdotta la nuova tipologia di impianti fotovoltaici: gli impianti agrovoltaici. Come definito dal

decreto legislativo 8 novembre 2021, n. 1991 (di seguito anche decreto legislativo n. 199/2021) di recepimento della direttiva RED II, l'Italia si pone come obiettivo quello di accelerare il percorso di crescita sostenibile del Paese, al fine di raggiungere gli obiettivi europei al 2030 e al 2050. L'obiettivo suddetto è perseguito in coerenza con le indicazioni del Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC) e tenendo conto del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR). In tale ambito, risulta di particolare importanza individuare percorsi sostenibili per la realizzazione delle infrastrutture energetiche necessarie, che consentano di coniugare l'esigenza di rispetto dell'ambiente e del territorio con quella di raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione. Fra i diversi punti da affrontare vi è certamente quello dell'integrazione degli impianti a fonti rinnovabili, in particolare fotovoltaici, realizzati su suolo agricolo. Una delle soluzioni emergenti è quella di realizzare impianti c.d. "agrivoltaici", ovvero impianti fotovoltaici che consentano di preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale sul sito di installazione, garantendo, al contempo, una buona produzione energetica da fonti rinnovabili. A riguardo, è stata anche prevista, nell'ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, una specifica misura, con l'obiettivo di sperimentare le modalità più avanzate di realizzazione di tale tipologia di impianti e monitorarne gli effetti. Il tema è rilevante e merita di essere affrontato in via generale, anche guardando al processo di individuazione delle c.d. "aree idonee" all'installazione degli impianti a fonti rinnovabili, previsto dal decreto legislativo n. 199 del 2021 e, dunque, ai diversi livelli possibili di realizzazione di impianti fotovoltaici in area agricola, ivi inclusa quella prevista dal PNRR. In tutti i casi, gli impianti agrivoltaici costituiscono possibili soluzioni virtuose e migliorative rispetto alla realizzazione di impianti fotovoltaici standard. La definizione di agrivoltaico è stata recentemente riconosciuta dal legislatore, che ne ha stabilito le peculiarità e differenze rispetto ad altre tipologie di impianti. Nello specifico l'articolo 31 del D.L. 77/2021, convertito con la L. 108/2021, anche definita governance del Piano nazionale di ripresa e resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure, ha introdotto, al comma 5, una definizione di impianto agro-fotovoltaico, per le sue caratteristiche utili a coniugare la produzione agricola con la produzione di energia pulita riconoscendo la possibilità di accesso a premialità statali. Nello specifico, gli impianti agro-fotovoltaici sono definiti tali qualora "adottino soluzioni integrative

innovative con montaggio di moduli elevati da terra, anche prevedendo la rotazione dei moduli stessi, comunque in modo da non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale, anche consentendo l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione". Sempre ai sensi della su citata legge, gli impianti devono essere dotati di "sistemi di monitoraggio che consentano di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate."

Tale definizione, consente un preciso indirizzo programmatico e favorisce la diffusione del modello agrofotovoltaico con moduli elevati da terra che possano abbinarsi alla coltivazione delle superfici interessate dall'impianto.

Mentre gli impianti fotovoltaici collati a terra massimizzano l'uso del suolo per la generazione di energia elettrica, mediante l'installazione di moduli vicini fra loro, alla distanza minima che eviti l'ombreggiamento fra i moduli, escludendo la possibilità di svolgere sul suolo l'attività agricola, l'agrovoltaico si adatta alle esigenze della produzione agricola. Il layout dell'impianto prevede moduli elevati da terra tra loro adeguatamente distanziati più porosa, in modo da tenere conto di esigenze diverse: da un lato il rendimento energetico, dall'altro quello della produzione agricola, realizzando un compromesso nel progettare la trasmissione della radiazione luminosa. In questa prospettiva, l'utilizzo di impianti ad inseguimento, consentono nell'arco della giornata di variare l'ombreggiamento del suolo, a vantaggio delle colture sottostanti

La misura dell'elevazione da terra è da determinare in funzione dell'altezza necessaria a consentire la pratica agricola. In particolare, infatti, le Linee Guida prevedono le caratteristiche e i requisiti che gli impianti agrivoltaici devono rispettare per rispondere alla finalità generale per cui sono realizzati, ivi incluse quelle derivanti dal quadro normativo attuale in materia di incentivi. Possono in particolare essere definiti i seguenti requisiti:

- REQUISITO A: Il sistema è progettato e realizzato in modo da adottare una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, tali da consentire l'integrazione fra attività agricola e produzione elettrica e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi;
- REQUISITO B: Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale;
- REQUISITO C: L'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra, volte a ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli;
- REQUISITO D: Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate;
- REQUISITO E: Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che, oltre a rispettare il requisito D, consenta di verificare il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici.

3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E DATI CATASTALI

L'area interessata dalle opere di miglioramento fondiario è inclusa all'interno della tavoletta IGM n°546 SEZ I, ed è compresa nel foglio n° 546.080 e 547.050 della Carta Tecnica Regionale.

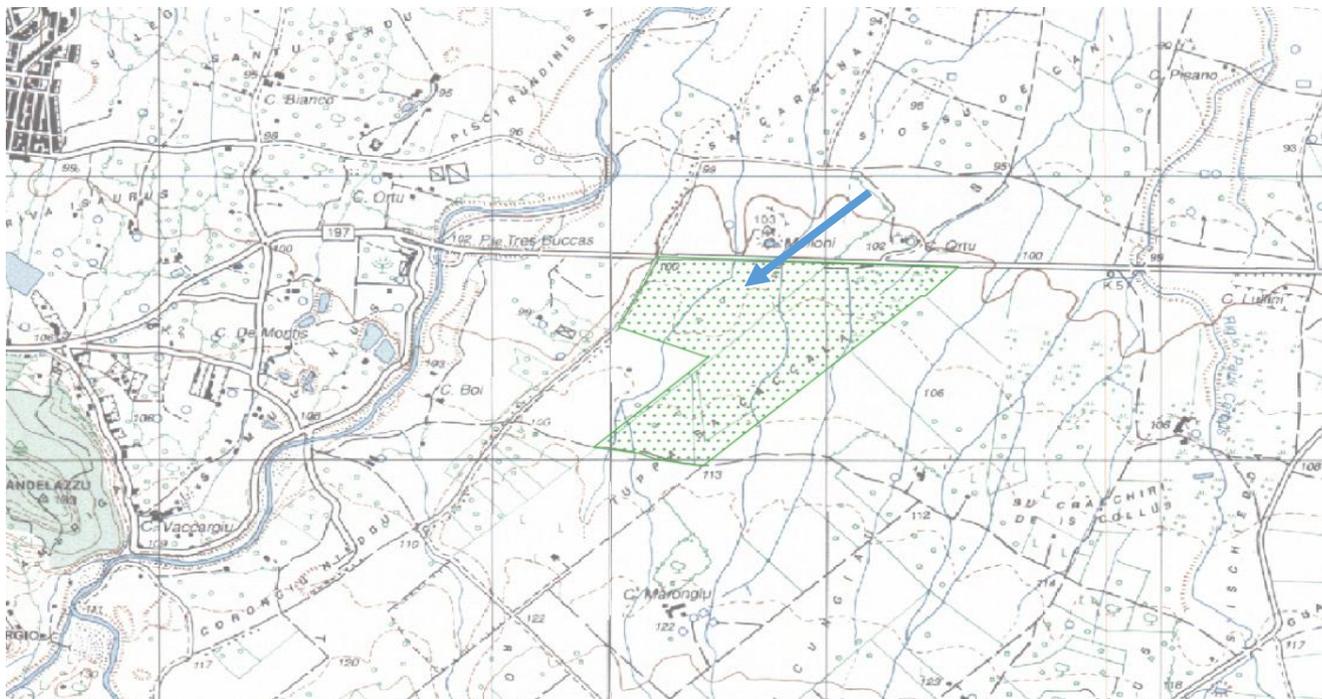


Figura 1 Stralcio I.G.M. sovrapposta l'area d'interesse (ritaglio alla sc. 1:25.000).

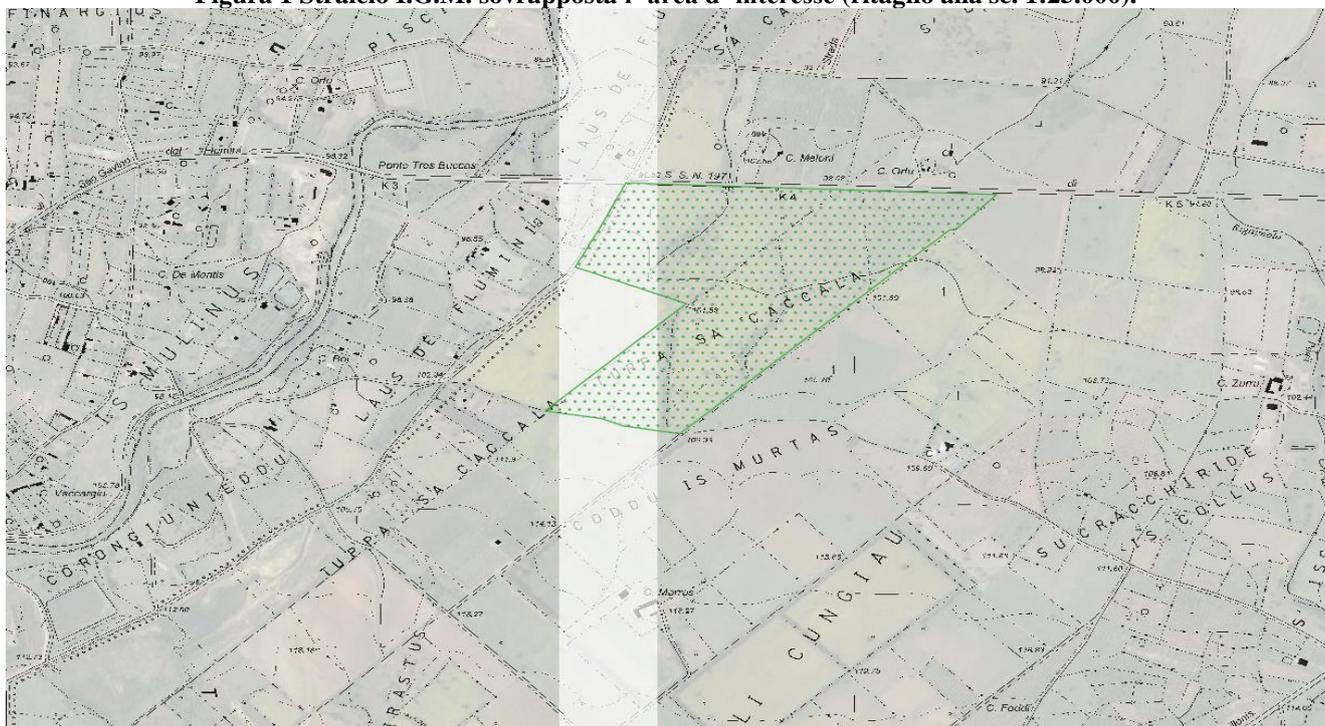


Figura 2 C.T.R. Sc. 1:10.000 N° 546.080 E 547.050 sovrapposte su ortofoto

L'area d'interesse è composta da più corpi/lotti, siti in località *Tuppa su Caccala* dell'agro del comune di Gonnosfanadiga; esso si raggiunge percorrendo da Gonnosfanadiga Strada Provinciale 4, sita in periferia

del centro abitato, in direzione nord verso la SS 197 per circa 5,5 Km, quindi si svolta a sinistra e si percorre la SS 197 per circa 1,2 Km e alla sinistra si giunge nell' area oggetto d' intervento.

La superficie aziendale è pari a 45,3380 ha, catastalmente essa è uguale a 45,35 così identificati al N.C.T.:

N	Comune	Foglio	Mappale	Superficie Ha	Superficie IN POSSESSO Ha
1	Gonnosfanadiga	111	20	3,6500	45,3380
1	"	"	21	3,6500	
1	"	"	18	5,8100	
1	"	"	19	13,7500	
1	"	"	2	12,8700	
1	"	"	3	5,6200	
TOTALE HA				45,3500	45,3380

Tabella 1 Estremi catastali con superficie d' interesse

Dall'analisi del certificato di destinazione urbanistica del terreno oggetto di intervento si rileva che esso ricade sotto il profilo urbanistico interamente in Zona E — Agricola - Pastorale, disciplinata dall'art. 20 delle N.T.A. del Programma di Fabbricazione (come da certificato di destinazione urbanistica allegato alla presente).

4. ANALISI CLIMATICA

Al fine di una buona analisi climatica è necessario esaminare i due fattori più qualificanti: le temperature e le precipitazioni; pur non sottovalutando l'influenza che hanno sul clima i venti che, come del resto su tutta l'isola, spirano con notevole frequenza da tutti i quadranti.

I dati termici che si espongono si riferiscono alla stazione di Gonnosfanadiga, a quale è caratterizzata da temperature medie abbastanza moderate e da estati sensibilmente calde:

La stagione calda dura 2,9 mesi, dal 17 giugno al 12 settembre, con una temperatura giornaliera massima oltre 27 °C. Il mese più caldo dell'anno a Gonnosfanadiga è agosto, con una temperatura media massima di 30 °C e minima di 19 °C.

La stagione fresca dura 4,1 mesi, da 23 novembre a 26 marzo, con una temperatura massima giornaliera media inferiore a 16 °C. Il mese più freddo dell'anno a Gonnosfanadiga è gennaio, con una temperatura media massima di 5 °C e minima di 12 °C.

	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Medie Temperatura (°C)	6.6	6.7	9.4	12.5	16.6	21.7	24.6	24.7	20.2	16.6	11.4	7.9
Temperatura minima (°C)	2.8	2.5	4.8	7.4	11	15.2	17.9	18.2	15	12.1	7.9	4.3
Temperatura massima (°C)	10.7	11.2	14.5	17.6	22.1	27.9	31.1	31.3	25.8	21.8	15.4	11.9
Precipitazioni (mm)	49	52	63	70	51	25	11	18	40	56	77	68
Umidità(%)	84%	81%	76%	72%	64%	53%	48%	49%	64%	73%	82%	84%
Giorni di pioggia (g.)	7	7	7	8	6	3	2	3	5	6	8	8
Ore di sole (ore)	5.1	5.8	7.4	9.0	10.8	12.5	12.8	11.9	9.7	7.7	5.7	5.1

Data: 1991 - 2021 Temperatura minima (°C), Temperatura massima (°C), Precipitazioni (mm), Umidità, Giorni di pioggia. Data: 1999 - 2019:

- temperatura media annua 12.6 °C
- temperatura media dei massimi 17.5 °C
- temperatura media dei minimi 10.7 °C
-

La temperatura media annuale di Gonnosfanadiga è pari a 12.6 °C.

Secondo la classificazione fitoclimatica del PAVARI, valutata anche la minore altimetria rispetto alla stazione considerata (Gonnosfanadiga) e Il servizio agrometeorologico regionale per la Sardegna, l'area rientra nel Lauretum sottozona calda con ampia siccità estiva.

Per quanto riguarda le precipitazioni durante il periodo di osservazione annate eccezionalmente piovose si alternano ad annate con piogge molto scarse; la piovosità media è attorno a 580 mm annui ed è concentrata per il 75% nel periodo che va dalla seconda metà di settembre alla prima decade di Aprile. Il regime pluviometrico è di tipo IAPE.

La ripartizione stagionale delle piogge assegna la stazione al clima mediterraneo con ampia siccità estiva che va dalla prima decade di giugno alla prima metà di settembre. Il regime pluviometrico è di tipo IAPE.

In accordo con Köppen e Geiger il clima è stato classificato come Csa.

I dati storici raccolti a partire dal 1985 derivano dal modello meteorologico globale NEMS di MeteoBlue. La "media delle massime giornaliere" (linea rossa continua) mostra la temperatura massima di una giornata tipo per ogni mese a Gonnosfanadiga. Allo stesso modo, la "media delle minime giornaliere" (linea continua blu) indica la temperatura minima media. Giornate calde e notti fredde (linee rosse e blu tratteggiate) mostrano la media del giorno più caldo e della notte più fredda di ogni mese negli ultimi 30 anni.

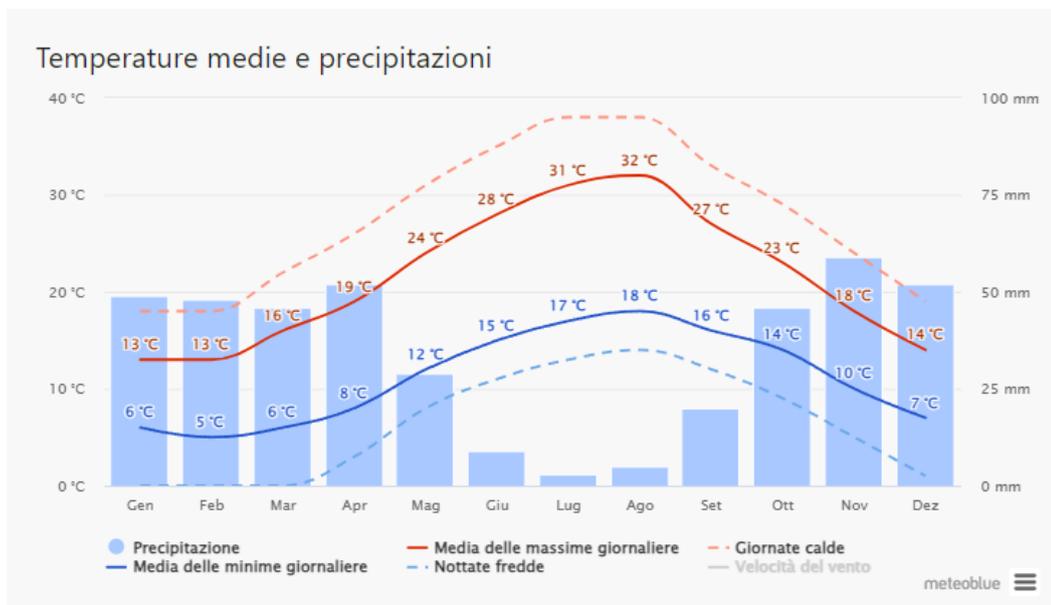
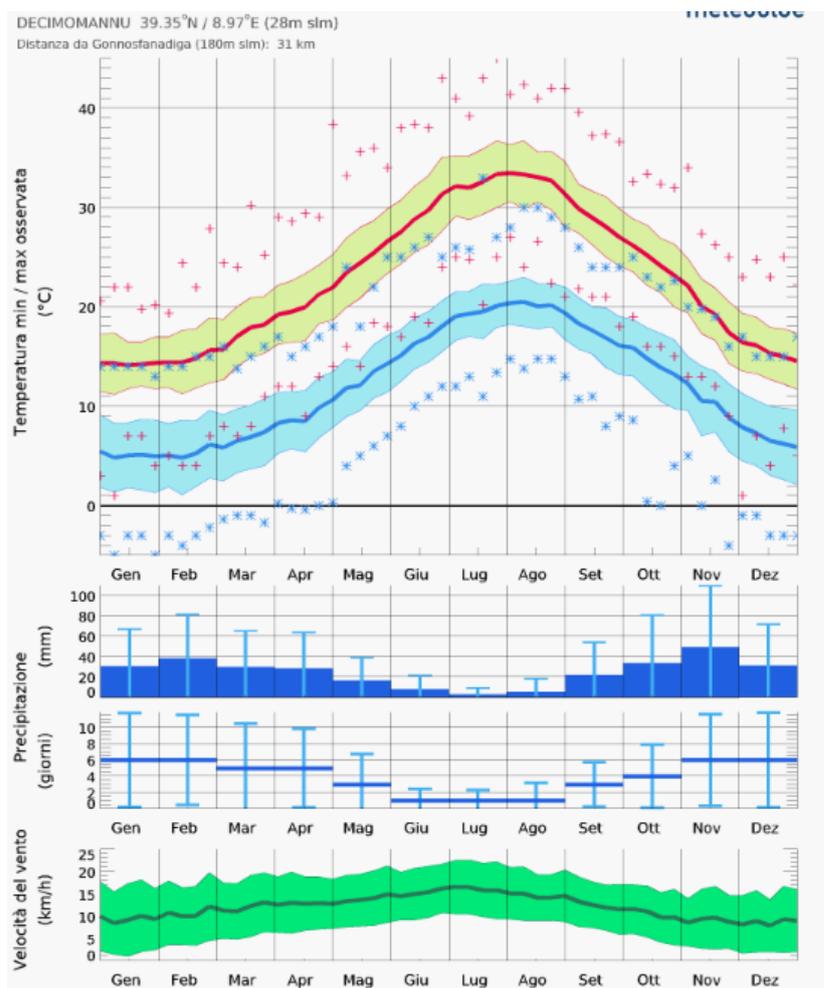


Figura 3 temperature medie e precipitazioni Gonnosfanadiga.

Di seguito si riporta Il meteogramma Climatico, il quale mostra l'andamento annuale della temperatura, la quantità di precipitazioni e i giorni, nonché le misurazioni del vento dalla stazione meteorologica più vicina. Le variabili meteorologiche mostrate dipendono dalla disponibilità di misurazioni complete e coerenti dalla stazione di misurazione e sono aggregate su base settimanale o mensile:



Il primo diagramma mostra le temperature medie, massime (rosse) e minime (blu). I valori estremi sono rappresentati dai caratteri + e *. Due terzi delle temperature osservate si trovano all'interno dell'intervallo di temperatura colorato. Il secondo diagramma mostra la quantità di precipitazioni (in mm) e l'intervallo delle medie mensili nei due terzi degli anni. Il terzo diagramma mostra il numero di giorni al mese con precipitazioni e la variazione dei due terzi all'interno delle barre.

L'ultimo diagramma mostra la velocità media giornaliera del vento osservata e l'intervallo di due terzi delle medie settimanali. Le misure comprendono almeno 10 anni. Le stazioni meteorologiche con serie temporali di misura più brevi non sono considerate. Pertanto, la stazione meteorologica visualizzata potrebbe non essere sempre la stazione più vicina con misurazioni. Il meteogramma Clima fornisce quindi una panoramica delle possibili condizioni meteorologiche nell'area della località selezionata. Per valutare la situazione nel luogo prescelto, considerare la distanza e il dislivello (m slm) dalla stazione di osservazione.

4.1 CAMBIAMENTO CLIMATICO GONNOSFANADIGA

L'accordo di Parigi del 2015 stabilisce un quadro globale per limitare il riscaldamento globale ben al di sotto dei 2°C, preferibilmente a 1,5°C (gradi Celsius), rispetto ai livelli preindustriali. Per raggiungere questo obiettivo di temperatura globale, i paesi mirano a ridurre la crescita delle emissioni di gas serra il prima possibile e rapide riduzioni successivamente, sulla base della migliore fattibilità scientifica, economica e sociale disponibile.

Gli effetti del cambiamento climatico sono già ben visibili con l'aumento delle temperature dell'aria, lo scioglimento dei ghiacciai e la diminuzione delle calotte polari, l'aumento del livello del mare, l'aumento della desertificazione, così come la maggiore frequenza di eventi meteorologici estremi come ondate di calore, siccità, inondazioni e tempeste. Il cambiamento climatico non è uniforme a livello globale e colpisce alcune regioni più di altre. Nei seguenti diagrammi, potete vedere come il cambiamento climatico ha già colpito la regione di Gonnosfanadiga durante gli ultimi 40 anni. La fonte di dati utilizzata è ERA5, la quinta generazione di rianalisi atmosferica ECMWF del clima globale, che copre l'intervallo di tempo dal 1979 al 2021, con una risoluzione spaziale di 30 km.

I dati non mostreranno le condizioni in un luogo esatto. I differenze locali o microclimi non appariranno. Pertanto, le temperature reale saranno spesso più alte di quelle visualizzate soprattutto nelle città, e le precipitazioni possono variare localmente, secondo p.e. la topografia.

Anomalie mensili di temperatura e precipitazioni - Cambiamento climatico Gonnosfanadiga

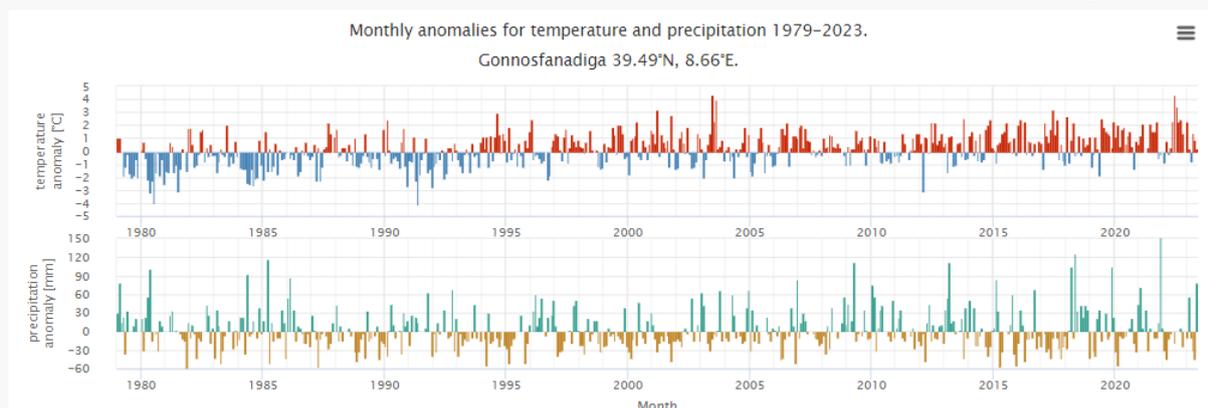


Figura 4 Anomalie delle Temperatura.

Il grafico in alto mostra l'anomalia della temperatura per ogni mese dal 1979 ad oggi. L'anomalia vi dice di quanto è stato più caldo o più freddo rispetto alla media climatica trentennale del 1980-2010. Quindi, i mesi rossi sono stati più caldi e quelli blu più freddi del normale. Nella maggior parte delle località, troverete un aumento dei mesi più caldi nel corso degli anni, che riflette il riscaldamento globale associato al cambiamento climatico.

Il grafico in basso mostra l'anomalia delle precipitazioni per ogni mese dal 1979 ad oggi. L'anomalia indica se un mese ha avuto più o meno precipitazioni rispetto alla media climatica di 30 anni del 1980-2010. Pertanto, i mesi verdi erano più piovosi e i mesi marroni erano più secchi del normale.

4.1 CARTA BIOCLIMATICA

Le informazioni sul bioclima del territorio della regione Sardegna sono basate su “La carta bioclimatica della Sardegna” (Agenzia Regionale per la Protezione dell’Ambiente della Sardegna – ARPAS, anno 2014). L’analisi è stata effettuata seguendo il modello bioclimatico denominato "Worldwide Bioclimatic Classification System" (WBCS) proposto da Rivas-Martinez, (Rivas-Martinez, 2011). Si tratta di una classificazione numerica che mette in relazione le grandezze numeriche dei fattori climatici (temperatura e precipitazione) con gli areali di distribuzione delle piante e delle comunità vegetali, allo scopo di comprendere le influenze del clima sulla distribuzione delle popolazioni e delle biocenosi. È impostata su un sistema gerarchico che comprende 5 macrocategorie climatiche definite Macrobioclimi: Tropicale, Mediterraneo, Temperato, Boreale e Polare; ciascun Macrobioclima si divide, a sua volta, in unità tassonomiche di rango inferiore, definite Bioclimi, per un totale di 27 unità. I Bioclimi, a loro volta, sono ulteriormente suddivisi sulla base delle variazioni nei ritmi stagionali della temperatura e delle precipitazioni attraverso l’utilizzo di indici termotipici, ombrotipici e di continentalità. Le unità gerarchicamente inferiori sono quindi rappresentate dal Termotipo (esprime la componente termica del clima) e dall’Ombrotipo (esprime la componente di umidità del clima) e dalla Continentalità (esprime il

grado di escursione termica annua). Di seguito si riporta la carta degli indici bioclimatici:

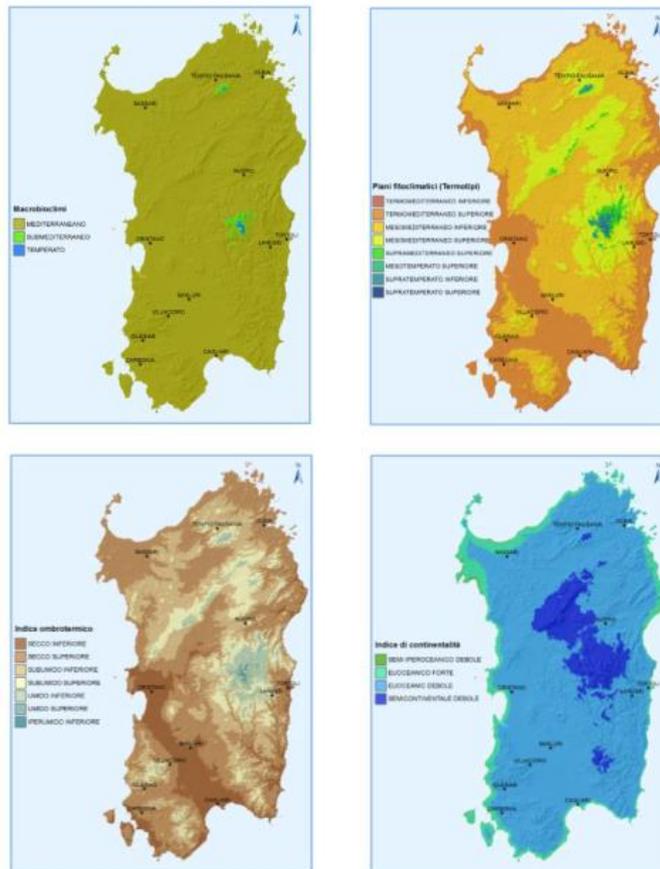
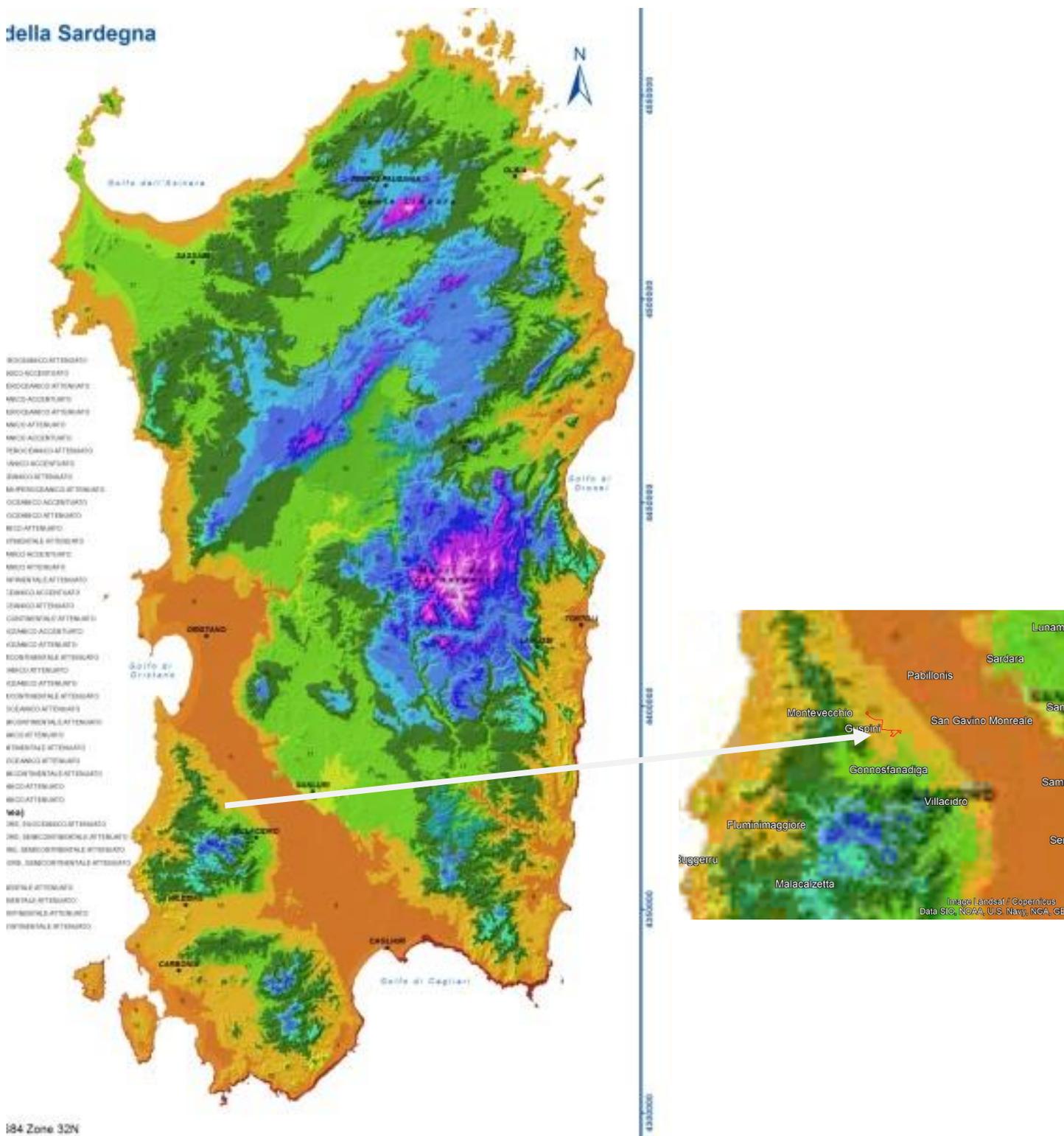


Figura 5 Indici bioclimatici della Sardegna.



10 - TERMOMEDITERRANEO SUPERIORE, SECCO SUPERIORE, EUOCEANICO ATTENUATO

L' area in oggetto ricade nel "Termomediterraneo superiore, secco superiore, euoceanico attenuato."

5.1 CENNI STORICI DEL PAESAGGIO AGRARIO

Le regioni storiche del Monreale e della Marmilla sono quasi interamente incluse all'interno dei confini amministrativi della nuova provincia del Medio Campidano. Una parte della Marmilla (Alta Marmilla) è

invece sotto l'amministrazione della provincia di Oristano. Durante la dominazione giudicale (X-XIV secolo) l'area era divisa nei distretti amministrativi del giudicato d'Arborea: le curatorie di Bonorcili, Monreale, Parte Montis e Marmilla. Dopo la battaglia di Sanluri del 14093 e quella di Uras del 1470, il territorio fu definitivamente conquistato dalla monarchia spagnola e infeudato alla Contea di Quirra, uno dei maggiori feudi sardi, appartenuto a importanti famiglie iberiche (Carroz, Centelles, Borgia, Català, Osorio). Fu suddiviso in Baronia di Monreale (Sardara, San Gavino, Pabillonis, Guspini, Arbus, Gonnosfanadiga), Parte Montis, Parte Usellus e Parte Marmilla, con eccezione dei villaggi di Villamar e Sanluri che appartenevano in Età moderna al Marchesato di Laconi, sotto il controllo delle famiglie Castelvì e Aymerich.

Questa fascia di territorio ha sempre rappresentato un'importante linea di confine: tra Giudicato di Arborea e Giudicato di Cagliari nell'alto Medioevo; tra lo stesso Giudicato d'Arborea e Regno di Sardegna nel basso Medioevo; tra i feudi di Quirra e di Laconi in età moderna.

Tale linea di confine è sottolineata dalla presenza di tre castelli: Arcuentu (di cui restano solo i ruderi, tra Arbus e Guspini), Monreale (in territorio di Sardara) e Marmilla (in territorio di Las Plassas). Questi ultimi due sono elementi fondamentali del paesaggio del territorio, in quanto risultano visibili dalle principali arterie di comunicazione e rappresentano ancora oggi un segno fortemente identitario per la popolazione.

Nel periodo romano lo spazio agrario era caratterizzato prevalentemente da grandi aziende agricole (ville) a prevalente coltura **cerealicola**, tanto che quest'area si guadagnò il titolo di "Granaio di Roma". La discontinuità degli scavi archeologici non ci permette di avere un quadro d'insieme sulle ville romane in Sardegna e, in particolare, nel territorio del Monreale. Il periodo vandalico e il successivo dominio bizantino sull'Isola non lasciarono grossi segni sul territorio.

Durante la dominazione dell'impero orientale è importante segnalare il perfezionamento nella coltura della vite e l'introduzione dello zafferano. La coltura è ancora oggi diffusa tra il Monreale (San Gavino e Sardara) e la Marmilla (Turri e Villanovafranca), ove si trovano permanenze anche nella micro toponomastica (Su coddu de su zaffaranu a Sardara).

Nel periodo medievale la Sardegna è caratterizzata politicamente dalla presenza dei quattro giudicati (Cagliari, Arborea, Torres e Gallura).

L'ordinamento giudicale aveva al suo vertice il giudice, detentore delle terre demaniali (rennu), che erano concesse, spesso a parenti o sodali, con la formula della secatura de rennu ("stralcio" dal demanio). Il giudice era assistito nel suo governo, e specialmente nell'esercizio della giurisdizione, dalla Corona de Logu, composta dai maioralis.

Per il governo del territorio si avvaleva dei curatores, ufficiali che presiedevano le curatorias, le suddivisioni amministrative del giudicato, e dei maiores de scolca, che sovrintendevano ad ambiti territoriali meno vasti, le scolcas, costituite talora da tre-quattro piccoli villaggi. Successivamente questo secondo funzionario fu sostituito dal maggiore de villa.

La struttura politico-amministrativa dei giudicati era il riflesso di società fortemente improntate ai poteri fondiari dei donnos, una élite signorile che traeva la sua ricchezza dalla proprietà e gestione di grandi aziende agricole, avvalendosi del lavoro di servi. Questa aristocrazia dei donnos, parte laica, parte ecclesiastica, ha origini oscure almeno per quanto quella dei giudici, ma è verosimile pensare che la sua formazione ascenda al periodo bizantino, quando deteneva uffici militari e civili, trasmessi all'età giudiciale. Alcune di queste famiglie, come i de Athen, i de Serra, i de Thori, possedevano talora migliaia di ettari di terra ed erano quasi sempre imparentate con le dinastie dei giudici, il cui ceppo originario sembra essere quello dei Lacon-Gunale.

Anche la Chiesa possedeva grandi estensioni fondiarie, legate alle aziende agricole appartenenti ai conventi e alle abazie⁸

L'economia giudiciale era a carattere domestico signorile. Il territorio era governato dalla domus, termine che indicava sia l'insieme dei possedimenti del signore (signoria fondiaria), sia la singola azienda (come sinonimo di curtis). Altre unità produttive minori prendevano il nome di domestia, se agricole, o masones, se pastorali.

Queste forme aziendali coesistevano all'interno della medesima signoria fondiaria, ma in maniera discontinua nello spazio. A capo della signoria fondiaria si trovava il donnos, che stipulava contratti agrari di sotzaria con i minores o pauperes, che talvolta occupavano, però, spazi sfuggenti al controllo dei donnos. Un'altra azienda agraria dai contorni particolari era la donnicalia, una curtis di appartenenza demaniale data in concessione, su cui si concentrarono gli interessi dei primi pisani e genovesi che giunsero nell'Isola.

Nel territorio del Monreale e della Marmilla iniziarono ad avere un ruolo di forte controllo del territorio i villaggi (biddas), che acquisiranno maggiore importanza tra il XIII e XIV secolo. Inizialmente la bidda poteva essere interna alla domus (indonnikata) e doveva sottostare alle facoltà d'uso del territorio concesse dal donnos, oppure poteva essere esterna e sottoposta al controllo giudiciale⁹.

All'interno del villaggio iniziò a svilupparsi un diritto collettivo all'uso del suolo, entro i limiti di concessione signorile o demaniale.

Il dualismo tra domus e bidda va inserito all'interno di un sistema fondiario che era imperniato sul demanio, concetto ereditato dall'ager publicus romano, cui si sovrapponeva talvolta il concetto di "popolare", su cui gli studiosi fanno ricadere la pratica degli usi collettivi.

Tra il XII e il XIII secolo emerge anche il concetto di fundamentu, la dotazione fondiaria necessaria alla sopravvivenza della popolazione di un villaggio e, per estensione, il dominio che il villaggio esercita su di essa. In questo periodo di transizione lo spazio agrario sardo inizia il suo mutamento: da una parte i villaggi si riducono a causa delle guerre e della peste dall'altra la signoria territoriale, di matrice pisana o genovese, inizia ad affermarsi rispetto alla signoria fondiaria.

Nel 1297 il pontefice Bonifacio VIII investì Giacomo II d'Aragona del titolo di Re di Sardegna e Corsica, aprendo una fase convulsa nella storia sarda che vide il protagonismo dei giudici di Arborea, dei pisani e dei catalano-aragonesi, i quali riuscirono ad avere il pieno controllo dell'Isola solamente nella seconda metà del XIV secolo.

Villaggi e baroni inaugurarono un lungo periodo di conflitto e di contrattazione che ha avuto la sua produzione giuridica nelle carte de logu e nelle "carte di franchigia", che prendevano il nome di "carte di popolamento" quando si trattava di nuovi popolamenti o di ripopolamenti di villaggi scomparsi.

Lo spazio agrario del villaggio era dominato dalla biddazzone o viddazzone, cioè l'insieme della terra destinata all'aratura. Quest'ampia porzione di territorio era situata solitamente in prossimità del centro abitato ed era contrapposta al paberile, la terra che veniva destinata al pascolo, dal quale era separata dalla cosiddetta frontera, ovvero una siepe o dei pali che segnavano il confine. All'interno della biddazzone erano ritagliati alcuni spazi per il pascolo degli animali da lavoro (pradu de siddu, pradu de s'egua, segada de sa jua).

L'assegnazione al contadino del suo terreno da coltivare avveniva subito dopo il raccolto: si procedeva con l'estrazione a sorte e con la successiva occupazione. Il terreno doveva essere liberato dal bestiame al pascolo e poi poteva avvenire la definitiva presa di possesso.

Una parte del territorio era diviso in tanche, cioè dei terreni chiusi da muretti a secco o siepi, che però potevano essere soggette all'abbattimento delle chiusure qualora fossero ricadute nell'ambito della biddazzone.

I terreni destinati al pascolo erano suddivisi in padru per il bestiame ammansito e in saltu per il bestiame rude. Gli sconfinamenti erano frequenti e spesso il bestiame andava finire sui terreni coltivati danneggiando il raccolto e scatenando le furiose, spesso sanguinose, liti fra contadini e pastori.

Il sistema feudale introdotto dai catalano-aragonesi, e mantenuto poi nel periodo spagnolo, mutò il rapporto tra l'uomo e la terra: non si contrattava più per i diritti individuali, ma il "pattismo" feudale interessava prevalentemente i diritti collettivi sulle superfici demaniali, dando luogo ad accordi chiamati "capitoli di grazia", che definivano confini e modalità dell'uso del suolo.

Nel 1720 la Sardegna passò in mano ai Savoia, che cercarono timidamente, sul finire del XVIII secolo, di rendere più moderna l'agricoltura sarda, incrociata tra usanze ancestrali e regole feudali. Una delle prime riforme è l'istituzione dei Monti frumentari, istituti di credito agrario locali, ad opera del ministro Giovanni

Battista Lorenzo Bogino e guidati dal dottor Giuseppe Cossu. Ma i provvedimenti più importanti furono sicuramente presi con l'introduzione della proprietà privata attraverso l'Editto delle Chiudende del 1820 (pubblicato nell'Isola nel 1823), l'abolizione del feudalesimo e il riscatto dei feudi tra il 1836 e il 1839.

L'economia di villaggio lasciò lo spazio ai primi tentativi di economia "protocapitalistica". Emersero, in questa fase, un ceto aristocratico rurale e un ceto borghese con grandi disponibilità fondiaria che intendevano sperimentare nuove vie economiche.

Con l'introduzione della proprietà privata e l'abolizione del feudalesimo vennero alla ribalta le esigenze privatistiche di una comunità di villaggio che cerca di avanzare sul piano economico. Il mercato dei diritti sulla terra era infatti abbastanza florido, anche nelle piccole comunità, già dal XVII secolo; non si trasferiva però alla proprietà, bensì ai diritti reali di possesso sulla terra. Per questo, al momento della compilazione del primo catasto, tra il 1854 e il 1863, la situazione nel Monreale e nella Marmilla era già abbastanza definita. A un gruppo molto ristretto di grandi proprietari, composto dalle famiglie aristocratiche del territorio, si contrapponeva un ceto emergente di agricoltori borghesi, talvolta provenienti dal mondo delle professioni (medici, notai, scrivani), che cercava di guadagnare spazio attraverso accorpamenti, permuta, acquisti, e soprattutto strategie matrimoniali e successorie.

L'accumulazione dei grandi patrimoni avvenne principalmente attraverso combinazioni matrimoniali: tra famiglienobili, in modo da preservare l'integrità patrimoniale e in alcuni casi stringere alleanze tra casate, oppure in una fase più tarda (tra fine Ottocento e primo Novecento) tra nobili e borghesi, nel tentativo di ascesa sociale o di mantenimento del prestigio del blasone.

Sono significative anche le strategie successorie che emergono dall'esame degli atti di ultima volontà: i testamenti dei grandi proprietari tendevano ad assegnare a un unico figlio il ruolo di prosecutore dell'attività aziendale, mentre per gli altri figli erano riservate diverse altre compensazioni; per i piccoli proprietari prevaleva l'intenzione di dividere in maniera eguale tra i figli maschi e femmine, secondo il diritto successorio sardo, impedendo la costituzione di aziende agricole che avessero la possibilità di crescere oltre la mera economia di sussistenza.

L'insieme di queste strategie ha un effetto particolare sul paesaggio agrario del Monreale e della Marmilla, caratterizzato in prevalenza dall' *open field*.

Se i riflessi degli usi comunitari del territorio (ora tramutati in usi civici) sono ancora evidenti, in particolare nelle zone destinate al legnatico come il colle del Monreale, nonostante la parte boschiva sia stata sostituita dalla macchia mediterranea e dalla presenza di alcuni esemplari di quercia coccifera, d'altra parte la frammentazione della proprietà è ancora più evidente nel disegno tracciato dai confini (cabizzabisi) sinuosi e poco geometrici, con particelle di terreno che prendono la classica forma allungata e stretta, oppure si intersecano e quasi si sovrappongono, come risultato dell'estrema frammentazione delle piccole proprietà. La coltura cerealicola è ancora di gran lunga prevalente rispetto alle altre. Orti e vigne (cungiaus) continuano ad essere elementi di discontinuità rispetto all'open field: essi rappresentavano in passato dei piccoli embrioni di proprietà privata che potevano essere chiusi con muretti o siepi. La chiusura con siepi (cresura) è ancora praticata utilizzando le essenze della macchia mediterranea: lentischio (modditz),

tamerice (tramatzu), rovo comune (orrù), lillatro (arrideli), fico d'india (figumurisca), corbezzolo (oioi), ramolaccio selvatico (embua). A partire dal 1806, anno in cui fu emanato da Carlo Felice di Savoia l'Editto degli olivi, le chiusure a siepe furono utilizzate per la protezione degli alberi di ulivo dal vento. Un paesaggio agrario che può essere considerato monotono e monotematico, come quello del Monreale e della Marmilla, è invece frutto di una costruzione storica nella quale si intrecciano eventi politici, giuridici e ambientali, che portano alla composizione di un mosaico stratificato, attraverso il quale è possibile rileggere la storia stessa delle comunità e degli individui che lo hanno occupato.

5. CARATTERISTICHE GENERALI DELL' AREA IN ESAME

Sul territorio in esame (*Monreale o Campidano di Sanluri*) è possibile distinguere differenti ambienti vegetali che costituiscono il paesaggio agrario: aree con seminativi (grano in particolare), arboreti (oliveti, frutteti misti), superfici con impianti di eucaliptus, aree non coltivate identificabili come zone a macchia mediterranea.

Il cereale maggiormente coltivato è il frumento, mentre le colture foraggere sono costituite da prati polifiti (leguminose e graminacee) e talvolta da prati monofiti.

Nelle aree più umide troviamo la canna (*Arundo Donax L.*), lungo i confini dei lotti è frequente ritrovare aree cespugliate con formazione a macchia con Lentisco, rovo, Canna, fico d' india, mirto, perastro, inoltre una varietà di specie erbacee quali avena, loglio, carota selvatica.

Il paesaggio agricolo, si caratterizza della monotonia tipica delle coltivazioni erbacee estensive nell' area a sud ovest rispetto al lotto d'interesse, mentre in tale area vi sono elementi di alternanza nel paesaggio sono determinati da diversificazioni vegetazionali, in cui vi è la presenza di vegetazione naturale ed impianti arborei.

Il Monreale, o Campidano di Sanluri, è una sub-regione della Sardegna sud-occidentale. Anticamente il territorio del Monreale apparteneva al giudicato di Arborea di cui occupava la parte meridionale della curatoria di Bonorzuli. Vi è ubicato il castello di Sardara, o castello di Monreale, che fu la più importante roccaforte del giudicato arborense. Il Monreale ricade totalmente nella provincia del Sud Sardegna.

Gonnosfanadiga alle tradizionali attività agro pastorali ha affiancato modeste iniziative industriali. Il settore primario è presente con la coltivazione di cereali, frumento, ortaggi, foraggi, vite, agrumi ed olivi. Le sue produzioni di eccellenza sono quelle olivicole, olio e olive da mensa, soprattutto la Nera di Gonnos, preparata con uso esclusivo di acqua di sorgente e sale marino, da sempre famose in tutta l'isola e oggi anche oltre i suoi confini vista l'altissima qualità che le distingue dalle produzioni industriali. Si pratica anche l'allevamento di bovini, suini, ovini, caprini e avicoli. L'industria è costituita da imprese che operano nei comparti alimentare, dell'abbigliamento, del legno, dei laterizi ed edile. Per il terziario è presente una sufficiente rete commerciale. Molto praticato l'artigianato, che però non persegue grosse finalità

commerciali, con la lavorazione del legno e del sughero, della ceramica, di tessuti tradizionali, ma soprattutto spicca la bravura dei maestri coltellinai che da secoli operano a Gonnosfanadiga, la cui arte del coltello vede spesso i suoi gioielli esposti e citati a livello internazionale. L'incontaminata bellezza dell'ambiente naturale circostante, affascina quanti vi si recano, dato che le pendici del Monte Linas costituiscono valide attrattive naturalistiche, con la possibilità di raggiungere, per quanti amano l'escursionismo in alta montagna, la sua vetta di 1.236 metri nella Punta de Sa Perda de Sa Mesa. Le strutture ricettive offrono possibilità di ristorazione ma non di soggiorno.

Il territorio è misto con aree in pianura e collinari nella parte orientale e più pianeggiante verso ovest, sud-ovest e nord. La zona del Monreale è un susseguirsi di rigogliose campagne, dove coltivazioni di cereali, erbai si alternano oliveti. Le sue condizioni climatiche, determinano una rinomata produzione, olio e grano.

Il lotto in oggetto è ricompreso nelle aree agricole coltivate a seminatavi semplici e colture orticole a pieno campo, da destinarsi principalmente come alimento per l'allevamento zootecnico, inoltre si, nello stesso e nelle aree limitrofe si coltivano seminativi ed oliveti, le cui produzioni sono destinate al mercato locale e regionale. Nell'area più ad est di forma triangolare è presente una zona con associazioni arboree ed arbustive "aree a ricolonizzazione naturale".

Sono presenti all'interno del lotto le Sughere (*Quercus Suber*), vi sono esemplari disposti a macchia di leopardo, inoltre vi è un'area, posizionata all'interno del lotto, nel quale formano una piccola superficie boscata con sotto bosco cespugliato in parte.

La composizione floristica vede la presenza di specie delle famiglie delle quali composite, inoltre la massiccia presenza dell'Asfodelo, inoltre sono presenti varie graminacee (Avena, Orzo, ...).

Il terreno è collocato nella località *Tuppa su Caccala*, ove sono presenti prevalentemente attività e coltivazioni agricole. Il lotto presenta una forma irregolare poligonale con otto (8) lati.

Il lotto è perimetrato da vegetazione differente, lungo il lato sud e nord ovest è presente una siepe non continua naturale mista formata prevalentemente da specie della macchia mediterranea, in primis Lentisco, Cisto, più raramente Mirto, inoltre sono presenti esemplari arborei misti (Sughere, Perastris, ginestra spinosa) con formazione a macchia. La vegetazione presente funge, oltreché da delimitazione dei confini, da frangivento il quale limita gli effetti dannosi, determinando condizioni favorevoli per le coltivazioni agricole. Il terreno attualmente non presenta segni evidenti di pascolamento e lavorazioni agronomiche, però queste sono avvenute negli anni passati; di fatto fino ai primi anni '70 è stato coltivato come seminativo ed erbaio, con difficoltà dovute alla pietrosità del terreno. Esso è stato utilizzato per il pascolamento di ovini principalmente, per periodi comunque brevi e non continuativi

5. CARATTERI GEOPEDOLOGICI E AGRONOMICI

I suoli sono il risultato della interazione di sei fattori naturali, substrato, clima, morfologia, vegetazione, organismi viventi, tempo. La conoscenza delle caratteristiche fisicochimiche dei suoli rappresenta pertanto uno degli strumenti fondamentali nello studio di un territorio, soprattutto se questo studio è finalizzato ad una utilizzazione che non ne comprometta le potenzialità produttive. L'obiettivo della pedologia è pertanto duplice:

- conoscenza dei processi evolutivi dei suoli che si estrinseca con l'attribuzione del suolo, o dei suoli, ad un sistema tassonomico o in una classificazione;
- valutazione della loro attitudine ad un determinato uso o gruppo di usi al fine di ridurre al minimo la perdita di potenzialità che tale uso e l'utilizzazione in genere comporta.

Le tipologie di suolo sono legate per genesi alle caratteristiche delle formazioni geo-litologiche presenti e all'assetto idraulico di superficie nonché ai diversi aspetti morfologici, climatici e vegetazionali. Poiché la litologia del substrato o della roccia madre ha una importanza fondamentale quale fattore nella pedogenesi dei suoli, le unità principali sono state delimitate in funzione delle formazioni geologiche prevalenti, e successivamente all'interno di esse sono state individuate unità, distinte dalla morfologia del rilievo, dall'acclività e dall'uso del suolo prevalente. Le tipologie di suolo sono legate per genesi alle caratteristiche delle formazioni geo-litologiche presenti e all'assetto idraulico di superficie nonché ai diversi aspetti morfologici, climatici e vegetazionali. Poiché la litologia del substrato o della roccia madre ha una importanza fondamentale quale fattore nella pedogenesi dei suoli, le unità principali sono state delimitate in funzione delle formazioni geologiche prevalenti, e successivamente all'interno di esse sono state individuate unità, distinte dalla morfologia del rilievo, dall'acclività e dall'uso del suolo prevalente.

L'area di progetto, con riferimento alla carta dei suoli della Sardegna (Progetto di riferimento):

-Anno: 1991 Autori: Aru A., Baldaccini P., Vacca A), su cui verranno installati i pannelli ricade nel due paesaggi di seguito indicato:

- UNITÀ CARTOGRAFICA "I" U.S.D.A soil taxonomy 1998 F.A.O. 1988

1) (26) Paesaggi su alluvioni (a), (b) e (c), e su arenarie eoliche cementate (d) del Pleistocene

Typic, aquic ed ultic palexeralfs, Haplic Litosols

La Carta è stata realizzata sulla base di grandi Unità di Paesaggio in relazione alla litologia e relative forme. Ciascuna unità è stata suddivisa in sottounità (unità cartografiche) comprendenti associazioni di suoli in funzione del grado di evoluzione o di degradazione, dell'uso attuale e futuro e della necessità di interventi specifici. Sono stati adottati due sistemi di classificazione: la Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1988) e lo schema FAO (1989). Nel primo caso il livello di classificazione arriva al Sottogruppo. Per ciascuna unità cartografica pedologica vengono indicati il substrato, il tipo di suolo e paesaggio, i principali processi

pedogenetici, le classi di capacità d'uso, i più importanti fenomeni di degradazione e l'uso futuro. (Autori: Aru A., Baldaccini P., Vacca A. Anno: 1991).

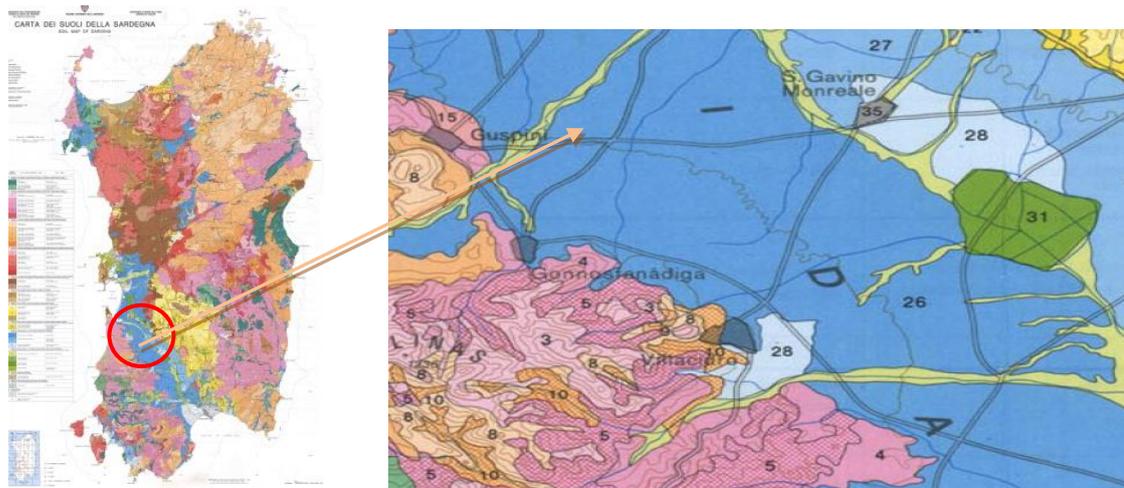


Figura 6 Ritaglio della carta dei suoli della Sardegna con indicazione dell' area d' intervento.

Visualizzando l' area tramite il portale Sardegna mappe nella sezione carta geologica areali si evince che la zona gli areali ricercati ricadono nelle litofacies nel sub sistema di Portoscuso (Sintema di Portovesme). Ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane con subordinate sabbie Pleistocene Sup. (depositi pleistocenici dell' area continentale).

Descrizione dell' Unità 26 (da "nota illustrativa dei suoli della sardegna):

Diffusione	Campidano, Cixerri, Ottana, Nurra, piana del Coghinas, pianure costiere.
Superficie occupata	8,75 %
Substrato	alluvioni ed arenarie eoliche cementate del Pleistocene.
Forme	da subpianeggianti a pianeggianti.
Quote	0 – 300 mslm
Uso attuale	prevalentemente agricolo.
Suoli Predominati	Typic, Aquic ed Ultic Palexeralfs.
Suoli Subordinati	Xerofluvents, Ochraqualfs
Caratteristiche dei suoli:	<p>profondità: profondi</p> <p>tessitura: da franco-sabbiosa a franco-sabbiosoargillosa in superficie, da franco-sabbioso-argillosa ad argillosa in profondità</p> <p>struttura: poliedrica angolare e subangolare</p>

	<p>permeabilità: da permeabili a poco permeabili</p> <p>erodibilità: moderata</p> <p>reazione: da subacida ad acida</p> <p>carbonati: assenti</p> <p>sostanza organica: scarsa</p> <p>capacità di scambio cationico: da bassa a media</p> <p>saturatione in basi: da saturi a desaturati.</p>
Limitazioni D'uso:	<p>eccesso di scheletro, drenaggio da lento a molto lento, moderato pericolo di erosione.</p>
Attitudini	<p>colture erbacee e, nelle aree pin drenate, colture arboree anche irrigue.</p>
Classe Di Capacità D'uso:	<p>III-IV</p>
Commento	<p>L'unità si caratterizza un'ampia parte delle aree di pianura della Sardegna e si riscontra sui substrati quaternari antichi (Pleistocene). L'evoluzione dei suoli è molto spinta, con formazione di profili A-Bt—C e A—Btg— Cg, ossia con orizzonti argillici ben evidenziati. A tratti sono cementati per la presenza di Ferro, Alluminio e Silice in relazione alla maggiore o minore età del suolo stesso. Anche la saturazione è in relazione all'età delle vicende paleoclimatiche. Nonostante l'abbondanza di scheletro, questi suoli presentano difetti più o meno rilevanti di drenaggio, che costituiscono una delle principali limitazioni all'uso agricolo. La permeabilità è condizionata dalla illuviazione di materiali argilliformi, dalla cementazione e talvolta dall'eccesso di sodio nel complesso di scambio. La stessa destinazione d'uso è condizionata da questi caratteri, talvolta difficilmente modificabili.</p> <p>La messa a coltura e l'irrigazione comportano necessariamente degli studi approfonditi e cartografia di dettaglio, per la scelta, caso per caso, degli interventi e degli ordinamenti produttivi. Questi problemi sono particolarmente importanti per gli Aquic ed Ultic Palexeralfs e per gli Ochraqualfs, che necessitano di interventi massicci per migliorare la struttura, la permeabilità ed il drenaggio. In assenza di tali interventi appare difficile una loro idoneità alle colture, soprattutto a quelle arboree. Questi problemi permangono nei Typic Palexeralfs, ma in misura minore. Tuttavia anche in questi è opportuno intervenire per il miglioramento dei caratteri fisici, soprattutto nelle aree irrigue ed irrigabili.</p>

L'altitudine media del lotto è pari a circa 108 mt s.l.m. (dai 103 ai 113); il terreno è fondamentalmente pianeggiante, sub pianeggiante; l'esposizione è principalmente a sud sud-est.

La profondità del suolo è medio, tale da permettere su tutta la superficie le lavorazioni ordinarie e previste; la sua erodibilità appare limitata, non si presentano infatti problemi relativi alla stabilità fisica ed idrogeologica del lotto. Il terreno presenta una giacitura pianeggiante e sub pianegginate, con in parte una pendenza interna longitudinale, esso presenta le dimensioni medie di 212 m (lunghezza media) x 100 m (larghezza media) di forma mediamente rettangolare.

5.1 CAPACITÀ D'USO DEL SUOLO – LAND CAPABILITY CLASSIFICATION LCC

Tra i sistemi di valutazione del territorio, elaborati in molti paesi europei ed extra-europei secondo modalità ed obiettivi differenti, la Land Capability Classification (Klingebiel, Montgomery, U.S.D.A. 1961) viene utilizzata per classificare il territorio per ampi sistemi agropastorali e non in base a specifiche pratiche colturali. La valutazione viene effettuata sull'analisi dei parametri contenuti nella carta dei suoli e sulla base delle caratteristiche dei suoli stessi.

Il concetto centrale della Land Capability non si riferisce unicamente alle proprietà fisiche del suolo, che determinano la sua attitudine più o meno ampia nella scelta di particolari colture, quanto alle limitazioni da questo presentate nei confronti di un uso agricolo generico; limitazioni che derivano anche dalla qualità del suolo, ma soprattutto dalle caratteristiche dell'ambiente in cui questo è inserito. Ciò significa che la limitazione costituita dalla scarsa produttività di un territorio, legata a precisi parametri di fertilità chimica del suolo (pH, C.S.C., sostanza organica, salinità, saturazione in basi) viene messa in relazione ai requisiti del paesaggio fisico (morfologia, clima, vegetazione, etc.), che fanno assumere alla stessa limitazione un grado di intensità differente a seconda che tali requisiti siano permanentemente sfavorevoli o meno (es.: pendenza, rocciosità, aridità, degrado vegetale, etc.).

I criteri fondamentali della capacità d'uso sono:

- di essere in relazione alle limitazioni fisiche permanenti, escludendo quindi le valutazioni dei fattori socio-economici;
- di riferirsi al complesso di colture praticabili nel territorio in questione e non ad una coltura particolare;
- di comprendere nel termine "difficoltà di gestione" tutte quelle pratiche conservative e sistematorie necessarie affinché, in ogni caso, l'uso non determini perdita di fertilità o degradazione del suolo;
- di considerare un livello di conduzione abbastanza elevato, ma allo stesso tempo accessibile alla maggior parte degli operatori agricoli.

La classificazione si realizza applicando tre livelli di definizione in cui suddividere il territorio:

- classi;

- sottoclassi;

- unità. Le classi sono 8 e vengono distinte in due gruppi in base al numero e alla severità delle limitazioni: le prime 4 comprendono i suoli idonei alle coltivazioni (suoli arabili) mentre le altre 4 raggruppano i suoli non idonei (suoli non arabili), tutte caratterizzate da un grado di limitazione crescente. Ciascuna classe può riunire una o più sottoclassi in funzione del tipo di

limitazione d'uso presentata (erosione, eccesso idrico, limitazioni climatiche, limitazioni nella zona di radicamento) e, a loro volta, queste possono essere suddivise in unità non prefissate, ma riferite alle particolari condizioni fisiche del suolo o alle caratteristiche del territorio.

Nella tabella che segue sono riportate le 8 classi della Land Capability utilizzate

Struttura concettuale della valutazione dei suoli in base alla loro capacità d'uso (da Giordano, 1999)

CLASSE	
I	I suoli hanno poche limitazioni che ne restringono il loro uso.
II	I suoli hanno limitazioni moderate che riducono la scelta delle colture oppure richiedono moderate pratiche di conservazione.
III	I suoli hanno limitazioni severe che riducono la scelta delle colture oppure richiedono particolari pratiche di conservazione, o ambedue.
IV	I suoli hanno limitazioni molto severe che restringono la scelta delle colture oppure richiedono una gestione particolarmente accurata, o ambedue.
V	I suoli presentano rischio di erosione scarso o nullo (pianeggianti), ma hanno altre limitazioni che non possono essere rimosse (es. inondazioni frequenti), che limitano il loro uso principalmente a pascolo, prato-pascolo, bosco o a nutrimento e ricovero della fauna locale.
VI	I suoli hanno limitazioni severe che li rendono per lo più inadatti alle coltivazioni e ne limitano il loro uso principalmente a pascolo, prato-pascolo, bosco o a nutrimento e ricovero della fauna locale.
VII	I suoli hanno limitazioni molto severe che li rendono inadatti alle coltivazioni e che ne restringono l'uso per lo più al pascolo, al bosco o alla vita della fauna locale.
VIII	I suoli (o aree miste) hanno limitazioni che precludono il loro uso per produzione di piante commerciali; il loro uso è ristretto alla ricreazione, alla vita della fauna locale, a invasi idrici o a scopi estetici.

A seguito delle ricognizioni effettuate sui luoghi e della visione dei terreni oggetto di studio, e dalla lettura delle indicazioni classi della Capacità Fondiaria, è possibile ritrarre informazioni importanti sulle attività silvo-pastorali effettuabili in un'area territoriale. a tale analisi si è evinto che le caratteristiche del suolo dell'area di studio risultano appartenere alla Land Capability Classification classe III.

5.2. USO DEL SUOLO

Di seguito si riporta l'analisi del suolo, effettuata in forma diacronica (mediante il portale Sardegna mappe della regione Sardegna) riferita agli anni: 2003 e 2008. Di seguito si riportano le schermate deducibili dal portale Sardegna Mappe nella sezione uso del suolo.



Figura 7 Anno 2003: seminativi semplici e colture orticole a pieno campo agro di Gonnosfanadiga



Figura 8 Anno 2008 **seminativi semplici e colture orticole a pieno campo agro di Gonnosfanadiga (parte).**

Tali informazioni sono in parte deducibili inoltre dalla foto interpretazione dell' area d' interesse oltreché da Informazioni ricavate in situ (richieste di informazioni al conduttore/i del fondo); dalle quali si ricava che il fondo è stato svariati anni or sono coltivato/adibito a seminativi fino agli anni 70 circa, inoltre per pascolo *ovino*. Da svariati anni non sono praticate attività di coltivazione agricola dello stesso.

Dall'analisi effettuata appare evidente come l' area oggetto di studio siano principalmente interessate da coltivazioni di tipo estensivo, quale un pascolo magro. La costante di questa destinazione è certamente riconducibile alla natura intrinseca dei terreni ed all'assenza di acqua per irrigare, il che ha portato a stabilizzare nel corso dei decenni le scelte colturali.

6 UTILIZZO E POTENZIALITÀ AGRONOMICA ATTUALE

L'uso quasi esclusivo del suolo è principalmente riconducibile ad un pascolo magro naturale, in parte cepsugliato, in passato è stato coltivato mediante seminativi di graminacee (grano in primis) con pascolo durante il periodo estivo-autunnale. In una situazione di fragilità pedologica e agronomica ha portato come logica conseguenza ad un ulteriore depauperamento del suolo agrario in particolare della frazione legata alla sostanza organica, principale pilastro della fertilità dei terreni agrari. Difatti una parte consistente dell'area oggetto di intervento all'attualità è stata ed è utilizzata per il pascolamento libero da parte del bestiame ovino principalmente. Altre porzioni delle aree di intervento, sono attualmente destinate alla semina in asciutto di leguminose alternate a cereali da granella con rese spesso inferiori a 10 q./ha.

Pertanto, allo stato attuale l'area si presenta in uno stato di forte impoverimento della fertilità potenziale, con un riflesso diretto ed immediato sulla potenzialità produttiva. Di seguito si propongono alcune viste fotografiche dell'area di progetto, che rappresentano lo stato attuale e dalle quali si evince la condizione precedentemente descritta di un terreno agrario piuttosto depauperato.



Figura 9 Coltura in atto: a sinistra aree a pascolo naturale, a destra seminativo a riposo destinato a pascolo (delimitata da fasce arborate).



Figura 10 Area confinate con quella d' interesse con seminativo a riposo, lungo i confini aree di vegetazione costituite da composite, asfodeli, ginestra spinosa, perastro, esemplari di *Quercus Suber* (sughere)

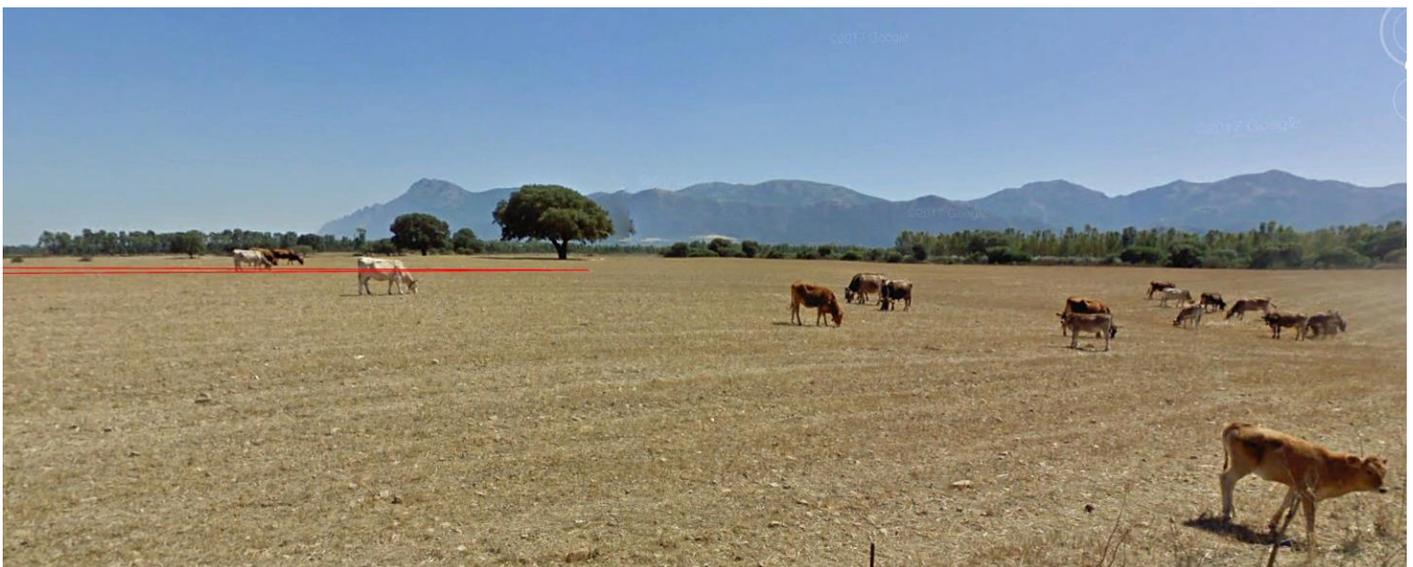


Figura 11 Pascolamento bovino estivo nelle AREE LIMITROFI E CONFINATI AL FONDO, è osservabile la giacitura e le leggere pendenze nel lotto in oggetto.



Figura 12 Stato attuale dell' area in oggetto (maggio 2023) si osserva la perimetrazione costituita da chiudenda agropastorale, all' interno una fascia di terreno lavorata, più in la appare il prato pascolo costituito principalmente da composite, graminacee, asfodelo, probabili segni di un pascolamento e/o perdita di fertilità del suolo.

Attualmente il terreno non è adibito a particolari coltivazioni, esso è utilizzato, per brevi periodi, come pascolo, esso presenta evidenti segni di depauperamento e stanchezza dovuti alla natura intrinseca del suolo e secondariamente causati dalla coltivazione ripetuta (nel passato fino agli anni 70) di graminacee oltrechè del pascolamento.

Al fine di dare una scala di valutazione uniforme e confrontabile nelle diverse situazioni, si propone la stima del valore agronomico dei terreni costituenti l'area di intervento calcolando le Unità Foraggere (U.F) prodotte. Allo stato attuale la produzione foraggera è quella indicata nella seguente tabella dal calcolo espresso nella tabella seguente si ricavano le U.F.:

Tipo di coltura	Superficie Ha	U.F./Ha	U.F. Totali
Pascolo naturale	32,7741	500	16387,04
TOTALE (A)	32,7741		16387,04

Tabella 2 Produzione U.F. stato attuale

Attualmente pertanto il valore agronomico dei terreni, espressi secondo il calcolo proposto è pari a 16.387,04 Unità Foraggere. A titolo esemplificativo considerata l'esigenza nutritiva di una capo ovino adulto pari a 320 U.F/anno, potenzialmente nel terreno potrebbero essere allevati circa 51 capi ovini, pari a circa 8 UBA (Unità bovine adulte; 1VACCA ADULTA = 1UBA, 1 PECORA =0,25 UBA).

7. STRUTTURE, INFRASTRUTTURE E ATTREZZATURE PRESENTI

Il lotto d' interesse risulta in buona parte perimetrato da recinzione agro pastorale di altezza pari a circa 1,00 mt. Attualmente non è presente alcun impianto, non vi d' irrigazione;

Nella località d' interesse *Tuppa su Caccala*, non sono presenti fabbricati per la conduzione e gestione aziendale, se non un fabbricato di servizio al generatore eolico presente.

L'azienda non è dotata di una viabilità interna, in quanto il lotto risulta totalmente coltivato ed occupato da pascolo.

L'azienda acquisirà un parco macchine completo che le consentirà di eseguire tutte le lavorazioni agronomiche attualmente previste (tra queste la trattrice gommata di adeguata potenza di seguito indicata, essa sarà dotata di tutte le attrezzature necessarie alle lavorazioni aziendali e zootecniche (aratri, estirpatori, rimorchi, frangizolle, erpici, irroratrici, imballatrice, spandiconcime, carro miscelatore, etc); inoltre tutta l' attrezzatura per la gestione delle colture (segacci, forbici, sistemi di taglio e raccolta dei prodotti).

8. ORDINAMENTO CULTURALE ATTUALE E PATRIMONIO ZOOTECNICO

L'attuale ordinamento produttivo aziendale è principalmente indirizzato a pascolo naturale, inoltre vi è una superficie boscata ed aree cespugliate prospicienti i rii a carattere stagionale che attraversano il rustico. Più nel dettaglio l'ordinamento aziendale è di seguito indicato:

Tipo di coltura	Superficie Ha
Pascolo naturale	32,7741
Bosco e aree a macchia	10,4899
S.A.U.	32,7741
Manufatti, tare, siepi, acque, etc	2,0740
TOTALE SUPERFICIE Ha (A)	45,3380

Tabella 3 Ordinamento culturale aziendale attuale

Allo stato attuale non sussistono produzioni aziendali, pertanto non vengono conferite ne commercializzate in alcun mercato, inoltre non si ha un ciclo di produzione (semina, le cure agronomiche la raccolta, stoccaggio e vendita).

La conduzione attuale dell'azienda avviene in economia diretta da parte del proprietari coadiuvato dai familiari e da personale avventizio.

9. INTERVENTI PREVISTI

9.1 OBIETTIVI, FINALITÀ E MOTIVAZIONI DELL'INTERVENTO

L'intervento è finalizzato principalmente alla realizzazione di un impianto agrifotovoltaico in un' area agricola, al fine di ottenere la produzione sostenibile di energia elettrica in un razionale rapporto tra le entità presenti (colture — addetti — attrezzature) valorizzando così il terreno e l'area in oggetto.

Si prevede di realizzare contemporaneamente e antecedentemente una serie di opere agronomiche volte alla gestione, conservazione, miglioramento e valorizzazione, in un'ottica di sostenibilità ambientale del rustico in oggetto.

Le opere agronomiche da realizzare contribuiranno a dare un adeguato valore aggiunto, ed una maggiore redditività derivante dalle economie possibili per la migliore efficienza aziendale, garantendo nel contempo un miglioramento agro-ambientale dell'area con possibili risvolti positivi sulla comunità (le aree agricole coltivate, valorizzate con opere ed impianti adeguati e gestite in modo razionale costituiscono una grande risorsa ambientale).

Si crede che questa tipologia di gestione contribuirà ad un efficiente utilizzo del terreno in oggetto migliorando le condizioni degli addetti, la redditività aziendale, riducendo i costi di produzione e ottimizzandone la qualità.

Per tale impianto si prevede un utilizzo compatibile tra uso agricolo con destinazione produttiva e la produzione di energia rinnovabile. Si porrà particolare attenzione alle proprietà del terreno, analizzando i fattori principali quali la topografia del luogo, il tipo di suolo, il clima, al fine di valutare l'indirizzo produttivo più idoneo.

Di fatto dal punto di vista agronomico il progetto proposto intende implementare una migliore gestione agronomica dei terreni al fine di contribuire nel tempo al miglioramento decisivo della fertilità del suolo agrario, con lo scopo di restituire alla fine della vita utile dell'impianto agrovoltivo un terreno migliorato dal punto di vista agro-zootecnico-ambientale.

Al fine di raggiungere l'obiettivo di quanto si è affermato la società proponente, in ragione della completa compatibilità dell'investimento con gli obiettivi agronomici, intende migliorare l'intera superficie attualmente destinata a seminativi in asciutto e a pascolo magro naturale, in superfici coltivate a *"prato pascolo permanente"*.

E' prevista inoltre la realizzazione di una fascia di mitigazione a verde costituita da essenze vegetali quali gli *ulivi* che ben s' inseriscono nel contesto paesaggistico, ambientale ed agricolo.

Le opere agronomiche da realizzare sono perfettamente adattabili alle caratteristiche tecniche delle strutture (altezza dal suolo, l'ingombro, distanze tra le singole strutture). È previsto inoltre un sistema di

monitoraggio dell'attività agricola, che monitorerà i fattori agro-ambientali. Soluzione compatibile con il contesto territoriale è, il mantenimento del pascolo con "prato migliorato permanente".

In sintesi s' intende realizzare:

1. un prato pascolo permanente;
2. un' area di mitigazione olivata e a macchia mediterranea;
3. un impianto agrivoltaico;

tutte le opere sopraelencate sono interconnesse e costituiscono il presente miglioramento fondiario, si sottolinea che l' impianto agrivoltaico andrà ad occupare solo una porzione del lotto, come di seguito calcolato e specificato.

La società proponente l'impianto agrivoltaico di Gonnosfanadiga ha intenzione di sottoscrivere accordi con società di settore in modo da amplificare il valore del progetto agronomico inserendolo in un più ampio scenario comprendente altri impianti agrivoltaici in Sardegna e sull'intero territorio nazionale.

Si precisa che le attività colturali e zootecniche previste dal presente progetto agronomico potranno subire delle variazioni in fase esecutiva al fine di tenere conto delle più attuali condizioni di mercato e della sostenibilità economica degli interventi, sempre nel rispetto delle linee guida in materia di impianti agrivoltaici.

10. OPERE DI MIGLIORAMENTO FONDIARIO

Con le opere di miglioramento fondiario che si intendono effettuare s'incrementeranno le produzioni in relazione ad una maggiore efficienza aziendale.

Si descrivono di seguito gli interventi da realizzare con la trasformazione aziendale in questione:

A) opere di trasformazione agraria;

-si premette che le superfici presenti permettono di effettuare tutte le lavorazioni agronomiche (aratura, sarchiatura, semina, ...) senza produrre alcun tipo d'instabilità nel terreno oggetto d'intervento (**Fg. 111 mapp. 2, 3, 18, 9, 20 e 21 comune di Gonnosfanadiga**), salvaguardando e migliorando notevolmente le condizioni pedologiche presenti, esse riguardano:

- sistemazione del terreno in un campi regolari, mediante piccoli movimenti terra, con lievi pendenze per un regolare deflusso delle acque piovane, al fine di migliorare le aree da destinare alle colture;
- spietramento e aratura andante del terreno;
- accumulo ed allontanamento dei detriti nelle tare;

- predisposizione di sistemi di allontanamento delle acque meteoriche mediante piccoli canali agrari e tubi di drenaggio;
- analisi chimico fisiche del terreno (con indicazioni precise sulle fertilizzazioni da eseguire)
Preliminarmente al fine di caratterizzare il suolo e finalizzare in modo puntuale l'apporto mirato di sostanze nutritive saranno effettuate analisi chimico fisico del terreno. In questo modo si potrà formulare ed adottare un piano di concimazione specifico che definisca in particolare gli apporti delle unità fertilizzanti di Azoto (N) Fosforo (P) e Potassio (K) + microelementi e necessari in funzione dei risultati delle analisi e delle colture da mettere a dimora.
- concimazione di fondo (sintetica ed organica), verrà eseguita una concimazione organica mediante letame o compost (A.C.M.);
- preparazione del letto di semina mediante operazioni di amminuttamento del terreno tramite fresatura o erpicatura;
- predisposizione del telo pacciamante per la coltivazione del frangivento (colture arboree);
- messa a dimora delle plantule e semina diretta con materiale selezionato; le operazioni agronomiche relative al prato pascolo migliorato sono: semina-erpicatura-rullatura;
- cure forestali (potature delle parti danneggiate) e monitoraggio delle sughere, inoltre alcuni esemplari verranno cavati e ricollocati (previe lavorazioni e trattamenti quali potature della parte epigea ed ipogea, trattamenti fitosanitari, protezione dell' apparato radicale con il pane di terra e ricollocazione in altro luogo avendo cura di predisporre fitostimolanti, adeguata irrigazione e protezione dagli agenti atmosferici).

B) impianto d'irrigazione (per l' area verde di mitigazione):

- costituito da tubazioni in PVC/P.E.A.D. atossico ad uso potabile in cui s'innesteranno le ali gocciolanti dotate di microirrigatori che consentono un notevole risparmio idrico (per gli olivi da impiantare);

C) opere complementari:

- nel lotto in oggetto non è presente una viabilità interna, in quanto esso comunica direttamente con la strada interpoderale e risulta completamente coltivato, verrà realizzata una nuova recinzione come da specifiche in relazione tecnica. Verrà realizzata inoltre una pista per l' accesso all' impianto agrivoltaico da mettere in opera, la quale verrà comunque inerbita;

D) messa in opera di un impianti agrivoltaico:

Si premette che operazioni sopra descritte consentiranno di avere una superficie perfettamente idonea alle successive fasi di posa dei moduli fotovoltaici che verranno installati mediante fissaggio al terreno con

sistema a battipalo senza la necessita di opere di fondazione, rendendo il sistema facilmente amovibile che a seguito della rimozione, ripristina *lo status quo* ante del terreno agrario (si rimanda agli elaborati tecnici);

D) agricoltura sostenibile:

- **nel terreno in oggetto** s' intende praticare un tipo di agricoltura sostenibile, anche nel rispetto delle buone pratiche agricole, quali la tutela del suolo, quella idrica (attraverso la rotazione colturale, la fertilizzazione organica e la micro-irrigazione degli ulivi), il ridotto utilizzo di fitofarmaci di sintesi in associazione a tecniche agricole sostenibili.

F) Prevenzione incendi: verranno rispettate tutte le norme regionali e locali vigenti in materia, anche attraverso:

- la potatura di contenimento della vegetazione prospiciente i confini del lotto e quella delle aree confinanti.

G) Verranno infine cavati e ripiantumati in situ n° 22 esemplari di sughera (*Quercus Suber*), allo scopo verranno attuati tutti gli accorgimenti agronomici e fitosanitari necessari di seguito indicati. La cavatura verrà eseguita con mezzi meccanici di adeguata potenza, di seguito verrà eseguita una potatura di contenimento e predisposizione al trapianto, al fine di ridurre lo stress indotto verranno poi eseguiti dei trattamenti rameici e fungicidi all' apparato ipogeo ed epigeo. Svolti tali interventi gli esemplari verranno messi a dimora in buche di adeguate dimensioni medie in funzione della dimensione degli esemplari (3,5 m * 3 m * 3 m) all' interno delle quali verrà distribuito terreno di coltivo miscelato con ammendanti organici o letame maturo (questo anche con il fine di generare un temperatura favorevole al radicamento delle piante), inoltre verrà distribuito l' ormone radicante e ricoperta la buca con terreno agrario costipandolo in modo adeguato. Effettuate queste operazioni verrà eseguita un abbondante irrigazione e di seguito il suolo sarà sempre mantenuto umido. L' operazione dovrà essere eseguita durante il periodo autunno – vernino;; particolare cura dovrà essere data ad ogni intervento che dovrà essere svolto da personale competente e specializzato, vigilato a sua volta da un professionista del settore. Presso la sughereta verrà eseguito un intervento di potatura delle branche secche, pulizia meccanica delle infestanti, monitoraggio delle sughere presenti, al fine di valorizzare e preservare il patrimonio boschivo presente.

11 PREVISIONI DI MIGLIORAMENTO ED INDIRIZZO PRODUTTIVO

Si specifica che le opere di miglioramento rispetteranno l'indirizzo produttivo attuale, in parte, nella fascia di mitigazione esso sarà modificato poiché verrà introdotta la coltivazione dell'olivo, i quali diversificheranno le produzioni (passando principalmente dal pascolo naturale alla produzione di piante foraggere ed olivicole) incrementando la P.S.T. totale aziendale.

Nei paragrafi successivi si riporta il calcolo della produzione standard e della manodopera aziendale dello stato *attuale* (considerando la situazione colturale al momento presente nel lotto) e quello *futuro* nell'ipotesi di realizzare un prato-pascolo zootecnico con un impianto olivicolo che funge da area di mitigazione.

Dal calcolo svolto si evince, che altre colture possano presentare benefici agro-ambientali e rendere inoltre più redditizia e conveniente la coltivazione del lotto in esame comprovandone la sua "potenzialità" (intesa come gestione redditizia e vantaggiosa del lotto per tutti i soggetti coinvolti: ambiente, azienda e comunità).

Di seguito si presenta l'ordinamento produttivo futuro, dalla quale si evince la ripartizione colturale costituita da un prato pascolo migliorato, un oliveto, la fascia di mitigazione costituita da essenze della macchia mediterranea ed aromatiche, il bosco di sughere (*Quercus Suber*):

Tipo di coltura	Superficie Ha
Pascolo migliorato	30,7920
Oliveto	1,9821
Fascia mediterranea	0,4430
Bosco e vegetazione esistente	10,0470
S.A.U.	32,7741
Manufatti, tare, siepi, acque, etc	2,0739
TOTALE SUPERFICIE Ha (A)	45,3380

Tabella 34 Ordinamento colturale post miglioramento.

12. UTILIZZO E POTENZIALITÀ AGRONOMICA IN FASE DI ESERCIZIO DELL'IMPIANTO

Dal punto di vista agronomico il progetto proposto intende implementare una migliore gestione agronomica dei terreni al fine di contribuire nel tempo al miglioramento decisivo della fertilità del suolo agrario, con lo scopo di restituire alla fine della vita utile dell'impianto agrovoltico un terreno migliorato e pronto ad essere reimmesso nel ciclo produttivo agro-zootecnico.

Al fine di raggiungere l'obiettivo di quanto si è affermato la società proponente, in ragione della completa compatibilità del progetto con gli obiettivi agronomici, intende migliorare l'intera superficie attualmente destinata a pascolo magro naturale in asciutto, in superfici a "prato pascolo permanente con oliveto fungente il doppio ruolo: di mitigazione degli impianti e produttivo", oltreché una fascia di mitigazione costituita da essenze della macchia mediterranea.

La conversione delle superfici presuppone l'attuazione di una serie di operazioni di miglioramento agrario dei terreni al fine di renderli idonei ad ospitare la coltivazione del prato pascolo permanente. Il prato pascolo permanente rappresenta una coltura agraria di tipo foraggero e pascolivo che presuppone una serie di operazioni colturali nel corso dell'anno, finalizzate all'aumento produttivo dei terreni, migliorando nel contempo la fertilità del suolo, come logica conseguenza della migliore tecnica agronomica. Le superfici a prato-pascolo sono potranno essere sottoposte a sfalcio per l'ottenimento di fieno, da utilizzare nell'alimentazione del bestiame (ovi-caprino o bovino). Questa forma gestionale è assolutamente compatibile con il progetto proposto in quanto il terreno effettivamente non utilizzabile per le coltivazioni poichè occupato dalle opere infrastrutturali inerenti l'impianto agrovoltaico, risulterà pari a circa il 23,11 % dell'intera superficie e pertanto risulterà utilizzabile per la coltivazione a prato-pascolo permanente migliorato il 76,89 % dell'intera superficie. Inoltre anche tutte le porzioni libere comprese all'interno dell'area di progetto potranno essere investite a prato-pascolo permanente. Non ultimo anche le aree sotto la proiezione al suolo dei pannelli saranno comunque destinate alla coltivazione incluso il pascolamento degli ovini/bovini.

L'azione di miglioramento diretta sulla fertilità del suolo, in un orizzonte temporale di medio periodo, si raggiungerà attuando due tecniche agronomiche fondamentali. Da un lato, nella composizione delle essenze costituenti il miscuglio da seminare (insieme dei semi costituenti la composizione specie specifica delle piante) per l'ottenimento del prato permanente si privilegeranno le leguminose, piante così dette miglioratrici della fertilità del suolo in quanto in grado di fissare per l'azione della simbiosi radicale con i batteri azotofissatrici, le stesse in grado di immobilizzare l'azoto atmosferico nel suolo a vantaggio diretto delle piante appartenenti alle graminacee.

In particolare si provvederà all'inserimento tra le piante leguminose componenti il miscuglio di semina la specie spontanea sarda, il *trifolium subterraneum* capace oltretutto di autoriseminarsi e che possedendo uno spiccato geocarpismo, contribuisce insieme alla copertura vegetale diventata "permanente" ad arrestare l'erosione superficiale sia eolica che idrica, allo stato piuttosto diffusa nelle superfici oggetto di intervento. Seminando tale specie, si realizzeranno le condizioni ideali per generare un prato pascolo ricco anche di altre specie pascolive tipiche dell' area in oggetto, generando condizioni di conservazione e valorizzazione della biodiversità; periodicamente verranno rimosse le specie vegetali infestanti.



Trifolium subterraneum:Specie ad andamento prostrato che meglio sopporta il calpestio

Dall'altro lato, durante il mese di ottobre/novembre e degli altri mesi invernali, le porzioni di cotico erboso che dopo la raccolta del fieno avvenuta a maggio sono ricresciute, verranno sottoposte al pascolamento controllato degli ovini. Quanto in programma di attuare nella gestione agronomica, ci fa capire che nel corso del tempo si avrà un graduale miglioramento della fertilità del suolo che progressivamente incrementerà consentendo come è comprensibile un miglioramento agronomico della superficie agricola. La potenzialità della tecnica agronomica consente anche se apparentemente potrebbe sembrare una contraddizione in termini di beneficiare di un investimento che è solo apparentemente lontano dal mondo agro-zootecnico. Si afferma ciò perché anche la produzione in Unità Foraggere (UF) ne trae beneficio. Infatti il valore nutrizionale di un fieno di prato migliorato e bilanciato nella composizione floristica, ricco di essenze leguminose che apportano un notevole miglioramento al valore proteico del fieno, ne fanno aumentare notevolmente il valore nutrizionale. Pertanto al netto delle superfici che non sono direttamente utilizzabili come prato pascolo migliorato, in quanto occupate dalle infrastrutture, considerata la produzione unitaria espresso in U.F del prato migliorato si ottiene il seguente valore agronomico del terreno oggetto di intervento in fase di esercizio:

Tipo di coltura	Superficie Ha	U.F./Ha	U.F. Totali
Prato pascolo Migliorato	30,7920	1500	46188,00
TOTALE (A)	30,7920		46188,00

Tabella 5 Calcolo delle Unità Foraggere ricavabili dal pascolo migliorato.

Il valore agronomico del terreno secondo l'indice proposto viene incrementato di circa il 36 %. A titolo esemplificativo considerata l'esigenza nutritiva di una capo ovino adulto pari a 320 U.F./anno, potenzialmente nel terreno potrebbero essere allevati circa 144 capi ovini oppure 22 bovini circa (1 ovino = 0,15 UBA; $46188 \text{ U.F.} / 320 \text{ U.F. anno} = 144$; $144 * 0,15 = 22$ Unità bovine adulte circa).

Si evidenzia infine, ma non certo per ordine di importanza che la presenza di un cotico erboso continuativo durante tutto l'anno consente di garantire la carrabilità della superficie senza che la struttura del terreno possa essere danneggiata. Sarà necessario al fine di ridurre il fenomeno del costipamento del terreno per l'azione di calpestio dei mezzi che passano per effettuare le operazioni di coltivazione ma soprattutto di quelli utilizzati per le operazioni di manutenzione dell'impianto, utilizzare mezzi d'opera dotati di pneumatici con profilo allargato, al fine di aumentare l'impronta a terra, riducendo il peso per unità di superficie.

L'importanza del prato migliorato permanente è legata a due principali fattori:

- biodiversità;
- cambiamento climatico.

Il prato come quello proposto e realizzabile nel tempo rappresenta uno tra gli agroecosistemi a più alta biodiversità, per la presenza di numerose specie vegetali e soprattutto animali in cui, a partire dagli artropodi, trovano rifugio e risorse alimentari. Allo stesso tempo il mantenimento di un prato stabile contribuisce al sequestro del carbonio e di conseguenza a contrastare il cambiamento climatico. Infatti, molti studi dimostrano che superfici di suolo non coltivate in maniera tradizionale e mantenute a prato stabile consentono un sequestro del carbonio pari a 1.740 g/m².

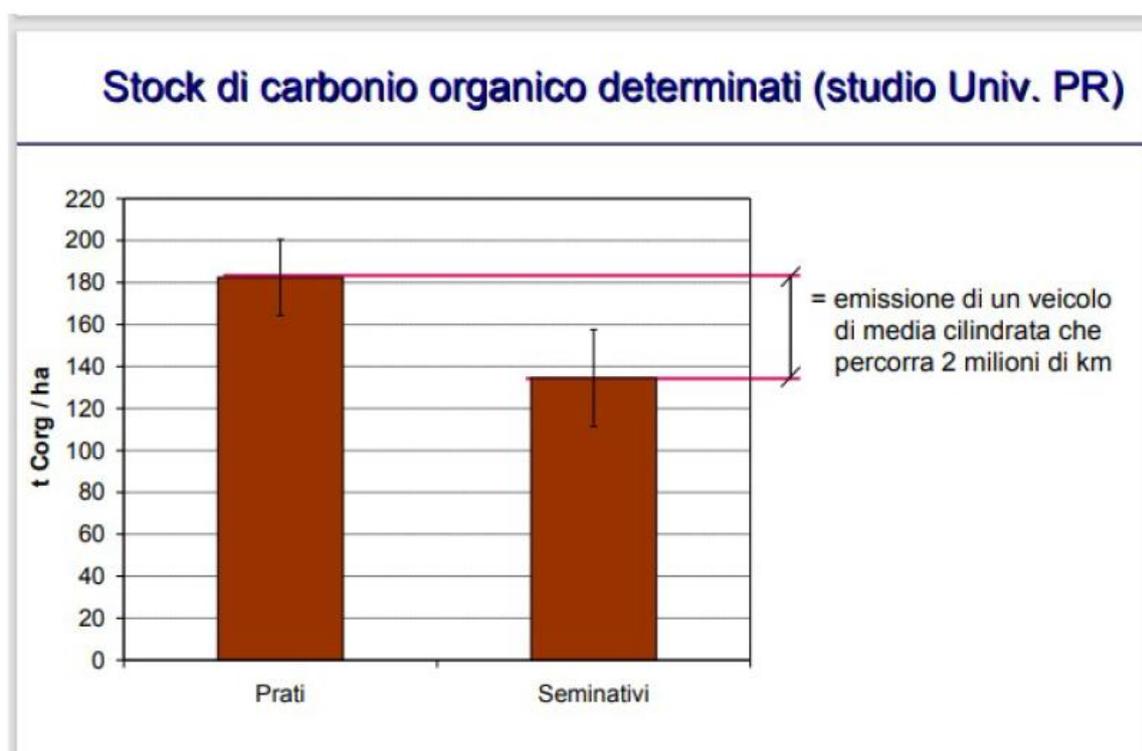


Figura n. 1: Stock di carbonio organico determinati (fonte studio Univ. PR)

Tale pratica viene definita Carbon Farming e l'Unione Europea sta già pensando a sistemi di incentivazione attraverso un quadro normativo per la certificazione degli assorbimenti di carbonio basato su una contabilizzazione del carbonio solida e trasparente al fine di monitorare e verificare l'autenticità degli

assorbimenti. Due volte l'anno la vegetazione erbacea che cresce sotto i pannelli sarà sfalciata e sminuzzata avendo cura di non lasciare nudo il suolo, con mezzi meccanici senza l'utilizzo di diserbanti chimici, i residui vegetali triturati saranno lasciati sul terreno con l'utilizzo della tecnica del "Mulching" in modo da mantenere uno strato di materia organica sulla superficie pedologica, tale da conferire nutrienti e mantenere un buon grado di umidità, senza utilizzo di risorsa idrica aggiuntiva ad esclusione di quella utilizzata per la periodica pulizia dei pannelli fotovoltaici, utilizzando acqua trasportata mediante cisterne. Si deve inoltre considerare che: sebbene i pannelli creino ombra per le colture, le piante richiedono solo una frazione della luce solare incidente per raggiungere il loro tasso massimo di fotosintesi. Troppa luce solare ostacola la crescita del raccolto e può causare danni. La copertura fornita dai pannelli protegge anche da eventi meteorologici estremi, che rischiano di diventare sempre più frequenti con i cambiamenti climatici in atto, inoltre l'ombra fornita dai pannelli solari riduce l'evaporazione dell'acqua e aumenta l'umidità del suolo, particolarmente vantaggiosa in ambienti caldi e secchi, privi come nel caso di specie della possibilità di utilizzare per tutte le superfici coinvolte irrigazioni artificiali.



Figura 13 Impianto agro voltaico: i benefici agro climatici sono da intendersi per le colture in atto e per il patrimonio zootecnico.

A seconda del livello di ombreggiamento, è stato osservato un risparmio idrico del 14-29%. Riducendo l'evaporazione dell'umidità, i pannelli solari alleviano anche l'erosione del suolo. Anche la temperatura del suolo si abbassa nelle giornate afose.

13. ATTIVITÀ DI COLTIVAZIONE DEL PRATO PASCOLO MIGLIORATO

Le operazioni di coltivazione del prato sono riconducibili all'insieme dei lavori agricoli necessari per il corretto ottenimento del prodotto agricolo costituito dal fieno di prato migliorato. Inoltre le principali operazioni colturali riguardano:

- Concimazione organica (letamica o con ammendante compostato A.C.M.);
- Concimazione minerale;

- Eventuale risemina in alcune aree;
- Diserbo;
- Falciatura;
- Arieggiatura (sodseeding);
- Trasporto prodotto; lavori vari.

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

Mese	Operazione colturale	Descrizione
maggio/giugno	fienaggione	Trattore con falciatrice, falciatrice semovente; pressatura fieno, raccolta fieno
Maggio	Trinciatura	Pulizia sotto la proiezione a terra dei pannelli, ove non è possibile operare la fienaggione con trincia meccaniche o decespugliatore manuale;
Ottobre	Trinciatura	Trinciatura meccanica e/o manuale della superficie a prato migliorato
Novembre	Concimazione	Distribuzione di copertura di concimi organo-minerali con ausilio di trattore e spandiconcime
Dicembre	Pascolamento controllato ovini	Concimazione naturale tramite le deiezioni degli animali pascolanti
Gennaio	Pascolamento controllato ovini	Concimazione naturale tramite le deiezioni degli animali pascolanti
Febbraio	Pascolamento controllato ovini	Concimazione naturale tramite le deiezioni degli animali pascolanti
Marzo	Pascolamento controllato ovini	Concimazione naturale tramite le deiezioni degli animali pascolanti
Aprile	Pascolamento controllato ovini	Concimazione naturale tramite le deiezioni degli animali pascolanti

In generale il prato può essere pascolato dopo circa 80-90 giorni (con semina autunnale) e dopo 40-50 giorni (con semina primaverile) in funzione della data di semina e dell'andamento meteorologico. L'altezza ottimale della cotica all'ingresso degli animali è di 15-20 cm. Il pascolamento deve essere effettuato a

rotazione, con altre colture o suddividendo il campo in settori da utilizzare in successione. I carichi medi stagionali devono essere moderati in inverno (6-8 capi per ha) e più elevati in primavera-estate (15-18 capi/ha) in funzione della disponibilità di erba. La fine di ogni periodo di pascolamento va determinata dall'altezza dell'erba residua che non dovrebbe essere più bassa di 5-7 cm per non compromettere o ritardare eccessivamente il ricaccio.

L'obiettivo del pascolamento razionale è:

- Fornire adeguate quantità di foraggio ad ogni animale;
- Permettere la ricrescita del cotico erboso.

Le operazioni colturali di mulching e di pascolamento controllato saranno contestuali e costanti nel corso dell'anno e complementari tra loro, con la finalità di garantire un utilizzo razionale e controllato del cotico pascolivo. In particolare gli ovini pascoleranno liberamente su tutta la superficie, ma svolgeranno la loro azione di controllo del cotico anche al di sotto delle infrastrutture come esemplificato nell'immagine seguente. Inoltre nelle giornate estive gli ovini potranno trovare rifugio dal sole cocente ponendosi al disotto dei pannelli solari, studiati per avere (vedi rappresentazione schematica) una altezza minima da terra pari a 1,30 cm in ossequio alle linee guida in materia di impianti agro voltaico di tipo zootecnico, proprio per consentire agli stessi di circolare liberamente all'interno dell'impianto in qualsivoglia momento della giornata.

Di seguito si presenta uno schema delle aree d' impianto ove poter pratica le attività agro-zootecniche (coltivazione e pascolamento razionale controllato):

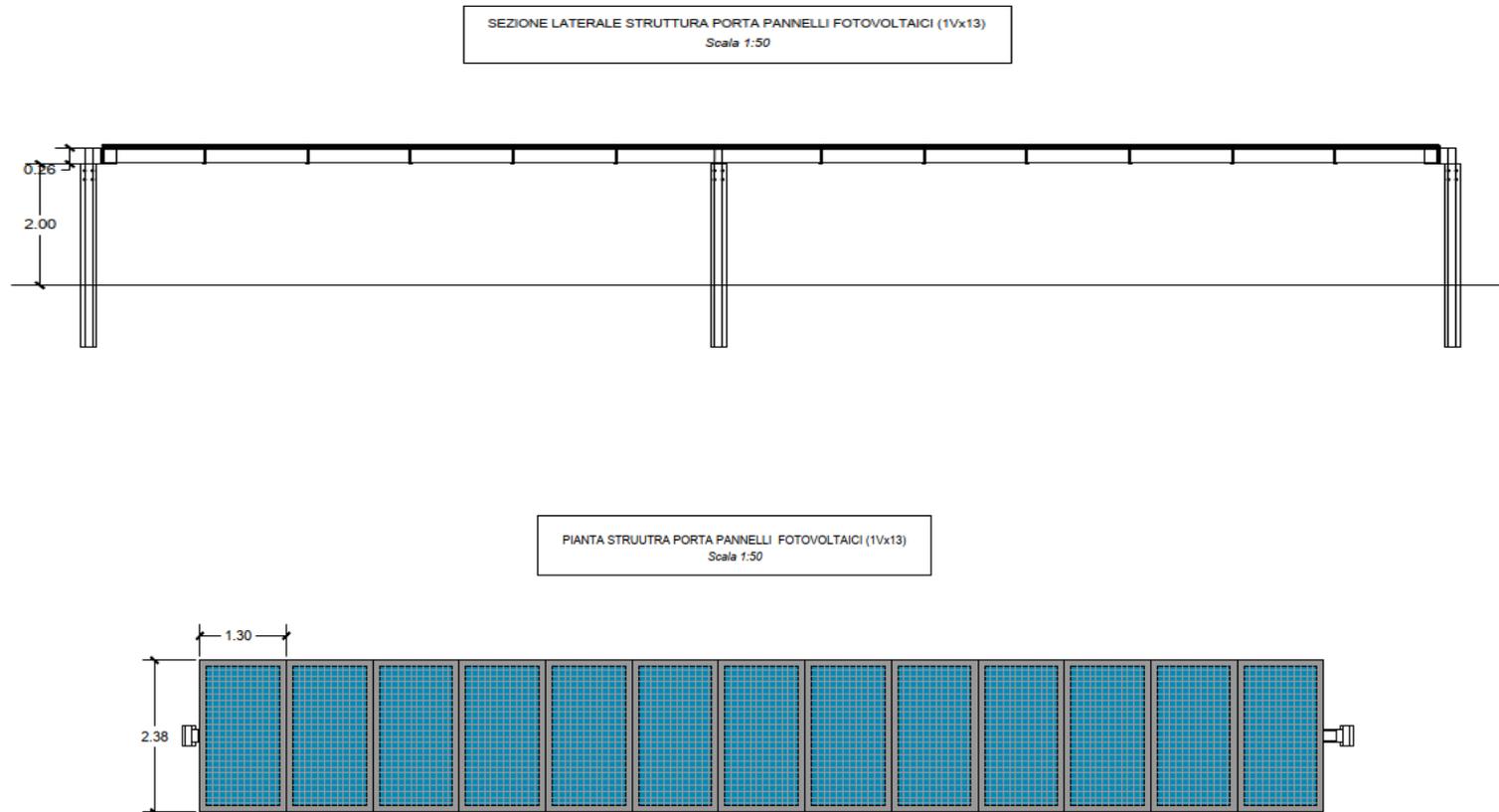


Figura 14 Vista laterale impianto con indicazione dell' interasse e altezza minima da terra 2,00 m).

Di seguito si rappresenta lo schema della vista di profilo laterale dell' impianto:

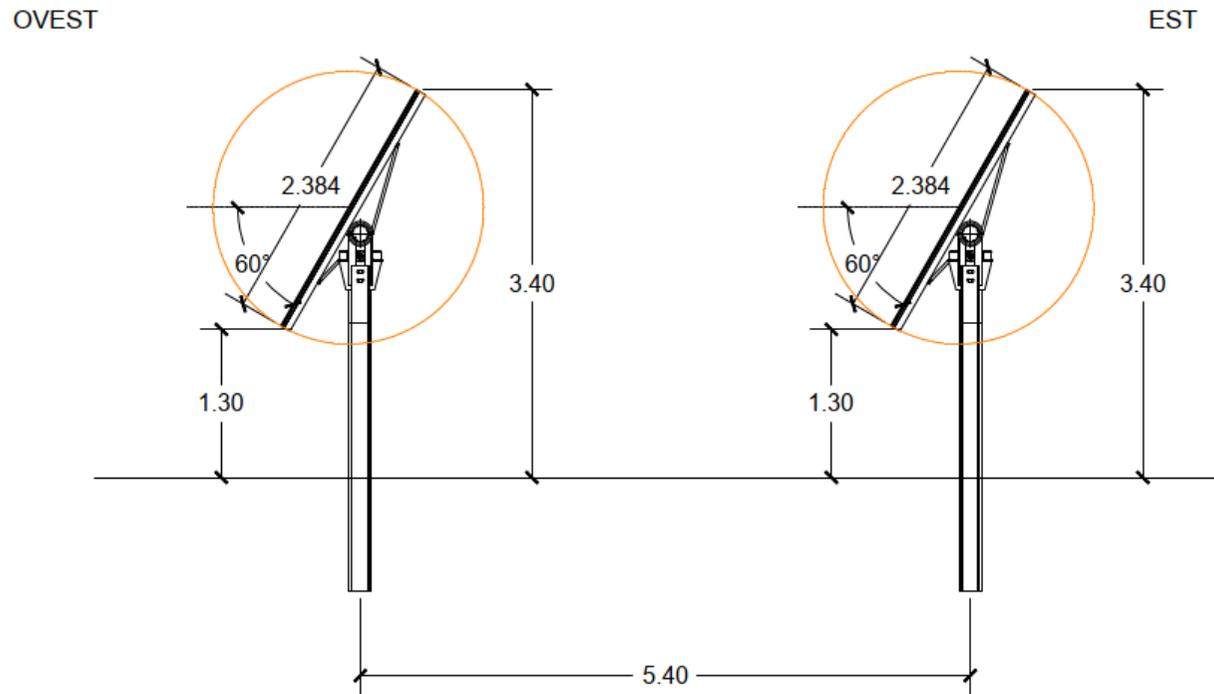


Figura 15 Vista laterale impianto con indicazione dell' altezza minima da terra (1,3 m) ed altezza massima 3,4 m)

14. ATTIVITÀ DI COLTIVAZIONE DELLA FASCIA VERDE DI MITIGAZIONE: OLIVI E MACCHIA MEDITERRANEA

Verrà realizzata una fascia/area di mitigazione riguardate l' intervento in oggetto, essa sarà costituita da:

1. Una coltivazione di olivi parallela al perimetro del lotto;
2. Un' area destinata a macchia a perimetro dell' area definita "Ricolonizzazione naturale".

Si prevede con il fine di ricreare una gestione agro paesaggistica oculata e contemporaneamente di implementare la biodiversità vegetale e animale dell'area, di realizzare una fascia tampone di mitigazione visiva costituita principalmente da essenze arboree ed arbustive autoctone adatte all' area d' intervento quale l' ulivo e arbusti costituenti la macchia mediterranea. La scelta varietale è orientata sulla *Nera di Gonnos* ed essenze a macchia, che ben si adattano all' area in questione e alla tipologia d' intervento. Le specie proposte, risulta rusticano e resistenti, non richiedono particolari cure colturali, se non quelle ordinarie per l' olivo, e neppure grandi quantità di risorsa idrica, infine sono facilmente reperibili nei vivai locali e Regionali.

Le specie impiantate, in particolare quelle a macchia saranno in grado in pochi anni dall'impianto di fornire rifugio e risorse trofiche per la fauna selvatica che contribuisce anche alla loro rinnovazione naturale per via gamica tramite la trasposizione zoocora. La fascia tampone e di mitigazione visiva sarà impiantata lungo tutti confine perimetrali del lotto e, avrà la funzione come prima accennato oltre che di mitigare e minimizzare l'impatto visivo dell'impianto stesso anche di ospitare, costituire rifugio e fornire risorse trofiche per la fauna selvatica.

Per quanto riguarda l' olivo il sesto da utilizzare è il seguente:

Specie /Varietà	Distanza lungo la fila m	Distanza tra la fila m	Sesto impianto m ²	D' Superfici impianto m ²	d' N° Esemplari
Nera di Gonnos	6	5	30	19821	661
TOTALE N° PIANTE					661

Quindi verrà utilizzato un sesto rettangolare di 6 m x 5 m, nelle file esso, rispettando le stesse distanze, sarà del tipo aquiconce.

Una volta eseguite le lavorazioni agronomiche principali e di rifinitura verranno eseguite delle buche da 1m x 1m x 1m lasciate agli effetti degli agenti atmosferici, di seguito prima del trapianto degli ulivi verranno riempite mediante terra di coltivo miscelata adeguatamente con un ammendante organico e/o letame maturo, una volta adagiata la plantula si avrà cura di lasciare il colletto fuori da suolo, costipare adeguatamente il suolo al suo intorno, predisporre un tutore, effettuare la legatura con materiali adatti e adattabili allo sviluppo vegetale, infine in funzione delle analisi del suolo verrà distribuito attorno al tronco un fertilizzante di tipo chimico a lento rilascio degli elementi principali (N, P e K).

Di seguito verranno messe in opera le tubazioni adacquanti e in funzione del tipo di materiale acquistato verrà posizionata la pacciamatura.

OLIVETO: FORMA DI ALLEVAMENTO: il sistema di allevamento ha lo scopo di dare alla pianta una struttura scheletrica funzionale, al fine di assecondare la fisiologia della specie e consentire la meccanizzazione delle operazioni colturali. La forma di allevamento è il vaso policonico, costituita da un tronco alto 100-120 cm da cui dipartono tre o più branche rivestite di branche secondarie con lunghezza crescente dall'alto verso il basso. Ogni branca principale presenta una lunghezza massima di 4-5 m. Questo sistema di allevamento risulta adatto alla raccolta meccanica tenendo adeguatamente raccorciate le branche secondarie e terziarie.

GESTIONE INFESTANTI: sfalcio o erpicatura trimestrale.

GESTIONE FITOSANITARIA: in caso di malattie batteriche l'eliminazione delle parti malate. Per il controllo della Lebbra delle olive (*Gloeosporium olivarum*) trattamenti rameici durante il periodo autunnale. Per il controllo delle cocciniglie trattamenti con oli bianchi da effettuare durante il periodo primaverile/estivo. Per il controllo dell'occhio di pavone (*Spilocea oleaginea*) trattamento rameico in caso di raggiungimento della soglia di 30/40 fette a pianta. Per il controllo della mosca (*Bactrocera = Dacus oleae*) trappole cromotropiche o bottiglie trappola per il monitoraggio degli adulti, in caso di raggiungimento soglia di intervento trattamenti a file alterne con prodotto a base di Spinosad (prodotto consentito in agricoltura biologica).

POTATURA: in fase di reimpianto attuare un intervento di potatura di ringiovanimento per definire la forma di allevamento. Successivamente, potatura di produzione annuale da eseguirsi durante l'inverno, o ad inizio primavera. Le principali pratiche di potatura sono le seguenti:

- eliminazione succhioni;
- alleggerimento delle cime e delle branche e regolazione dell'altezza con eventuali tagli di ritorno;
- diradamento dei rami di un anno che porteranno le gemme a fiore.

IRRIGAZIONE: è prevista la gestione dell'oliveto mediante micro irrigazione

CONCIMAZIONE: L'olivo per produrre 100 kg di drupe asporta mediamente 900 g di N, 200 g di P₂O₅ e 1000 g di K₂O. Pertanto un oliveto in condizioni ordinarie asporta indicativamente 50-70 Kg/ha di Azoto, 15-25 Kg di P₂O₅ e 60-90 Kg/ha di K₂O. **RACCOLTA:** epoca tra ottobre e dicembre, può avvenire sia manualmente che con l'ausilio di macchine agevolatrici. Una pianta di olivo produce dai 15 ai 30 kg. È possibile raccogliere circa 10-12 Kg/ora di drupe per operaio. Un oliveto specializzato è in grado di produrre circa 5-6 t/ha di drupe, con una resa al frantoio tra il 15% ed il 20%

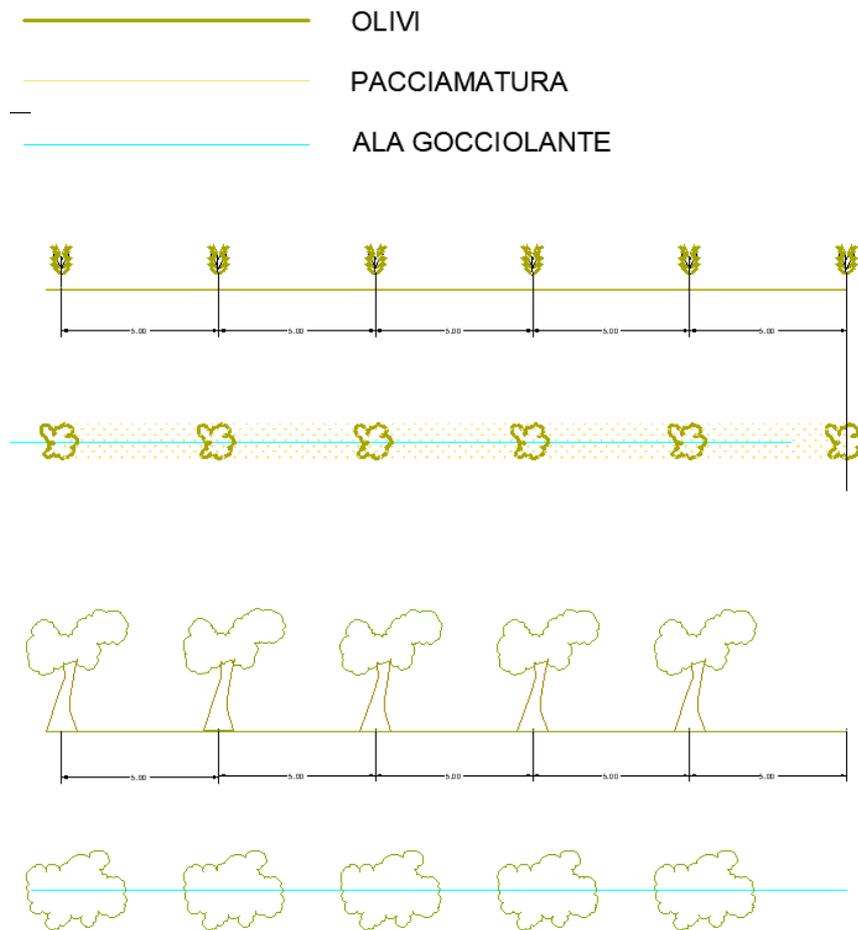


Figura 16 Profilo e planimetria di 'impianto olivi (sesto 6 m x 5 m).



Figura 17 Layout con indicazione della fascia di mitigazione (olive e siepe a macchia mediterranea).

Fascia a macchia mediterranea

Scelta delle specie per la realizzazione degli interventi di mitigazione Nel contesto rurale circostante la piantumazione di siepi campestri costituiranno elementi della rete ecologica locale e potranno fornire supporto a piccole specie faunistiche stanziali o in transito, migliorando le caratteristiche ecologiche del luogo. Dal punto di vista paesaggistico in termini percettivi, in considerazione del fatto che i pannelli e i cabinati hanno ridotta altezza dal suolo, si ritiene che la piantumazione di specie arbustive in corrispondenza dei lati ed in alcune aree dell'impianto di maggior intervisibilità rispetto al contesto circostante, sia sufficiente a mitigare la percepibilità dell'impianto, favorendone il migliore inserimento nel contesto ambientale e paesaggistico di appartenenza. Al fine di garantire una migliore occupazione dello spazio epigeo ed ipogeo, ridurre l'artificialità di un sesto geometrico tipico degli interventi a carattere antropico e comunque tenuto conto della funzione di mitigazione rivestita dall'impianto della siepe arbustiva. L'impianto lungo le file avverrà con collocazione sfalsata e, quindi, con sesto irregolare. La siepe perimetrale, avrà una ampiezza di circa 3 metri in funzione delle zone da schermare e degli spazi a disposizione.

Le piante saranno disposte su due file e verranno impiegate le seguenti specie arbustive: *Phyllirea latifolia* (fillirea), *Pistacia lentiscus* (lentisco), *Myrtus communis* (mirto), *Erica arborea* (erica arborea), *Arbutus unedo* (corbezzolo), *Crataegus monogyna* (Biancospino), *Rosmarinus officinalis* (rosmarino), *Olea europea* (olivastro).

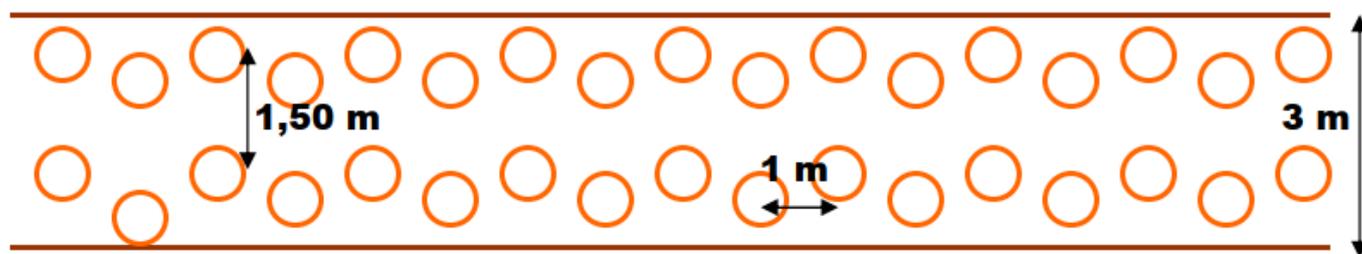


Figura 18 Schema di impianto delle specie arbustive a macchia.

Di seguito si riporta una tabella contenente le specie che si prevede di mettere a dimora nell'ambito della realizzazione della siepe arbustiva di mitigazione, la densità di impianto e le caratteristiche del materiale vivaistico.

Onde evitare che con lo sviluppo di specie infestanti pioniere lo strato arbustivo venga soffocato e quindi le specie di maggiore pregio non riescano ad attecchire correttamente, l'impianto delle specie arbustive avrà densità d'impianto pari a 1 pianta/ml. Pertanto in un filare di 100 metri lineari saranno presenti 200 arbusti; pertanto nella **nuova superficie pari a 4430,00 mq verranno messi a dimora 2953** piante circa. La necessità di utilizzare il sesto d'impianto sopra descritto nasce dall'esigenza di creare una naturalità diffusa nella siepe arbustiva che dovrà somigliare quanto più possibile alle siepi campestri spontanee presenti in natura. Le specie messe a dimora saranno distribuite in modo randomizzato affinché non si percepisca la natura antropica del popolamento vegetale. Di seguito in tabella viene indicato il nome, la percentuale da piantumare ed altri dettagli.

ESSENZA	Nome scientifico	PERCENTUALE %	NUMERO	Altezza cm	Contenitore (l)
Corbezzolo	<i>Arbutus Unedo L.</i>	30	886	80-100	0,75
Lentisco	<i>Pistacia Lentiscus L.</i>	10	295	"	"
Erica	<i>Erica arborea L.</i>	10	295	"	"
Biancospino	<i>Crataegus Monogyna Jacq.</i>	10	295	"	"
Mirto	<i>Myrtus Communis</i>	10	295	"	"
Rosmarino	<i>Rosmarinus officinalis l.</i>	10	295	"	"
Olivastro	<i>Olea europaea L. var. sylvestris Brot.</i>	10	295	"	"
Alloro	<i>Laurus Nobilis L.</i>	10	295	"	"
Totale			2953		

Le recinzioni perimetrali saranno realizzate con elementi di minimo ingombro visivo e tali da consentire l'attraversamento da parte di piccoli animali; si è previsto che la stessa sia realizzata con particolari accorgimenti funzionali a salvaguardare la permeabilità ecologica del contesto, garantendo lo spostamento in sicurezza piccoli mammiferi o altre specie animali di taglia contenuta (anfibi, rettili, ecc.), mediante il mantenimento di un' apertura pari a 25 cm x 25 cm.

L' area così realizzata potrà inoltre essere utilizzata dagli apicoltori, essendo le specie prescelte adatte ad essere bottinate da parte di Api, Bombi,

Di seguito si presenta lo schema grafico d' impianto (profilo verticale e planimetria tipo esempio):

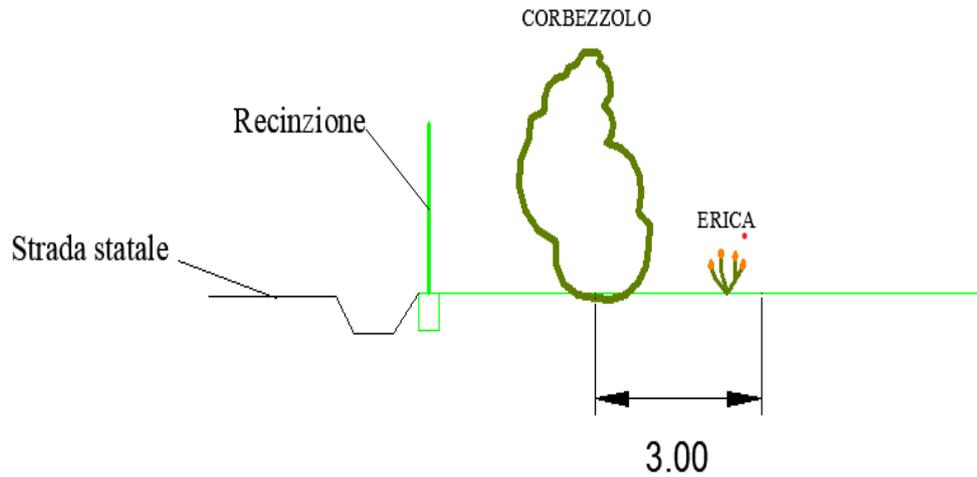


figura 19 profilo esempio fascia di mitigazione

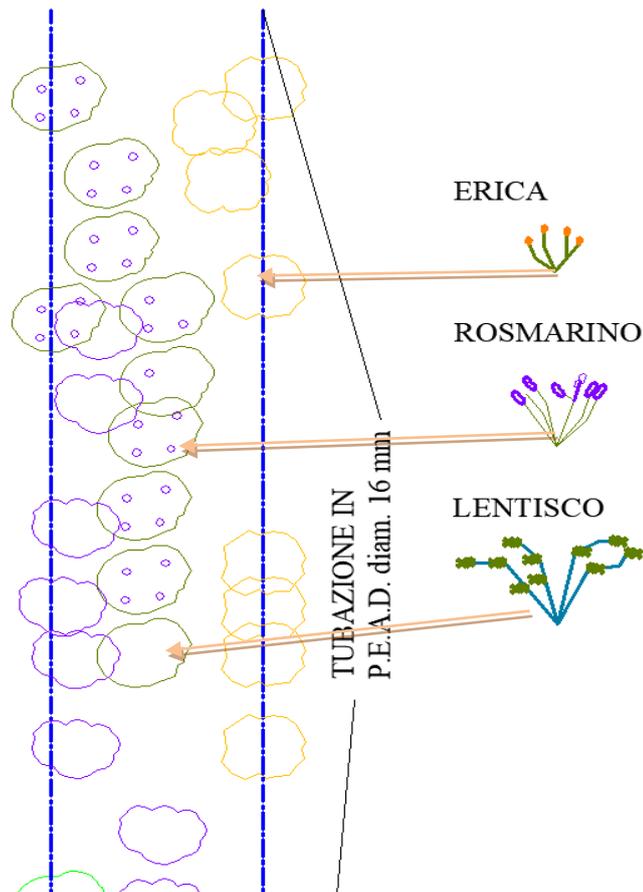


Figura 20 Pianta esempio fascia di mitigazione, le plantule verranno distribuite secondo un sesto irregolare.

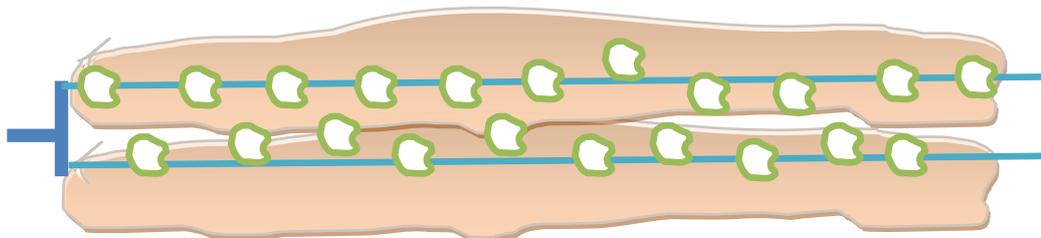
Lo schema sopra riportato mostra il posizionamento delle specie vegetali mediterranee che fungeranno da *fascia di mitigazione*, esse verranno così disposte con lo scopo di automatizzare tutti i trattamenti necessari:

- cure agronomiche;
- trattamenti fitoiatrici;
- raccolta del prodotto;
- potature;
- monitoraggio e controllo dello sviluppo vegetale.

Le plantule una volta messe a dimora verranno pacciamate con una *pacciamatura naturale* e biodegradabile, che funga da: ritentore idrico, miglioratore dello sviluppo ipogeo, riduzione delle essenze infestanti, determini un microclima adatto allo sviluppo vegetale, infine una volta terminato il suo ciclo diventi sostanza organica, fondamentale ed essenziale elemento per la protezione e la vita del suolo.

L' impianto delle plantule prevede l'installazione di un impianto d' irrigazione di soccorso per le erbe officinali, costituito da un tubo di testata in P.E.A.D. da 100 mm di diametro, al quale verranno inserite delle ali gocciolanti da 20 mm auto compensanti e antidrenaggio, in PE con gocciolatore incorporato con portata nominale da 0,7 / 3,5 litri/ora, complete di raccordi per collegamento alla tubazione principale del diametro esterno mm 20 con distanza gocciolatoi ml 0.80, distanza adatta alle coltivazioni da praticare.

Il tubo di testata potrà essere collegato tramite una saracinesca e raccordi relativi all' autobotte che verrà utilizzata durante le irrigazioni di soccorso; si propone un altro schema dell' impianto da realizzare:



LEGENDA

	Tubaz.in P.E.A.D. 100 mm
	Tubaz. 16 mm (ala gocciolante)
	Plantule
	Pacciamatura

Schema esemplificativo d' impianto (tutte le colture sono piantumate in prossimità la tubazione adacquante da 16 mm di diametro per semplicità non vengono rappresentate in tutte le file, ma solo in una

fila). Verranno posizionati inoltre n° 3 serbatoi amovibili in P.V.C. i quali fungeranno da riserva di stoccaggio idrico; l' impianto potrà inoltre (in funzione delle esigenze specifiche) essere collegato ad un'autobotte con cisterna idrica.

Si sottolinea che la scelta delle specie per la realizzazione degli interventi di mitigazione ben si inserisce nel contesto rurale circostante: la piantumazione di specie arbustive officinali costituiranno elementi della rete ecologica locale e potranno fornire supporto a piccole specie faunistiche stanziali o in transito, migliorando le caratteristiche ecologiche del luogo.

I confini perimetrali dell'impianto verranno delimitati da una recinzione metallica, finalizzata ad evitare l'ingresso all'interno dell'area dei cinghiali (*Sus scrofa meridionalis*) specie oramai considerata altamente invasiva e problematica in tutta la Sardegna

La recinzione avrà la caratteristica di consentire il passaggio alla piccola fauna omeoterma, ai rettili, agli anfibi che liberamente potranno entrare ed uscire tranquillamente dall'area dell'impianto.

In questo modo l'area di impianto assumerà indirettamente il ruolo di serbatoio per la fauna di pregio ambientale e di interesse conservazionistico, svolgendo un importante ruolo ecologico. Per maggiori dettagli e grafici relativi alla recinzione si rimanda alla relazione tecnica.

14.0 ATTIVITÀ DI APICOLTURA

Con il presente miglioramento s' intende favorire inoltre l' attività dell' apicoltura e del nomadismo ad esso associata. Di fatto grazie alle nuove condizioni agronomiche ambientali e specie che s' intendono mettere a dimora si potranno posizionare, in funzione delle esigenze degli apicoltori locali e regionali le arnie razionali.

In queste condizioni, si ripete anche grazie alle specie da impiantare, le api trovano un ambiente ideale per la produzione di un Prodotto Agroalimentare Tradizionale (PAT) quale il miele di rosmarino, inoltre la presenza delle api è da considerarsi una risorsa ambientale, anche in virtù delle recenti normative europee di tutela che s' intendono perseguire con l'attivazione della Misura E) Misure di sostegno del ripopolamento del patrimonio apistico dell'Unione.

Di fatto l'apicoltura, unita con specie vegetali quali quelle identificate definite "Area di mitigazione" identificate per il presente piano, prevede la possibilità di implementare una filiera di mieli rari e di pregio (corbezzolo), oppure impreziositi con essenze officinali (rosmarino) benefiche, permettendo alla vendita dei prodotti una maggiore appetibilità sul mercato per gli apicoltori che eserciteranno l' attività presso l'area in oggetto migliorata.

Con il presente miglioramento s' incedendo ripristinare gli habitat per le specie mellifere, ed implementare la biodiversità delle aree.

14.1 SCHEDE BOTANICHE ESSENZE SELEZIONATE

Di seguito si presentano le principali schede delle essenze scelte e da piantumate nell' area di mitigazione, la scelta riguarda oltre gli vari aspetti: biologici, sostenibili, miglioramento e gestibilità e redditività.

Le schede riguardano:

- olivo;
- macchia mediterranea (con specie officinali);
- Prato Pascolo (Trifoglio sotterraneo).

Trifolium subterraneum L. subsp. subterraneum

Trifoglio sotterraneo, Franc.: Trèfle souterrain, Ingl.: Subterranean clover, Ted.: Erdklee, Sp.: Trébol subterráneo.

Forma Biologica: T rept - Terofite reptanti. Piante annue con fusti striscianti sul terreno.

Descrizione: Pianta annua di piccole dimensioni 3-15 cm, più o meno irsuta, con radici poco profonde. Gli steli si intrecciano tra di loro sul terreno, formando una fitta trama, che origina il portamento prostrato e strisciante della pianta.

Foglie trifogliate obvate o obcordate, alterne, intere con picciolo allungato e stipole da lineari ad ovate munite di peli corti patenti.

Infiorescenza: capolini ascellari riuniti 2-3(7) fiori, retroflessi dopo l'antesi, al centro i fiori sterili, sorretti da peduncoli che partono dai nodi degli steli.

Corolla bianca venata di rosa, 8-12 mm, lunga il doppio del calice.

Denti del calice lineari-lesiniformi tutti uguali disposti a pettine, muniti di piccoli peli.

Dopo la fecondazione, i peduncoli ed i fiori fertili si retroflettono rapidamente. I fiori sterili, si ingrossano notevolmente ed avvolgono progressivamente i fertili favorendo un ancoraggio di teste fruttifere, detto anche glomerulo. Il glomerulo, così formatosi penetra sotto la superficie del terreno e porta a maturazione i frutti (Leguminosa autoriseminante).

Frutti: legumi di forma lenticolare, glabri, monospermi.

Tipo corologico: Euri-Medit. - Entità con areale centrato sulle coste mediterranee, ma con prolungamenti verso nord e verso est (area della Vite).

Habitat: Spontanea nei pascoli naturali, su suoli acidi e sciolti in regioni a clima temperato con inverni piovosi ed estati calde ed asciutte; dalla pianura fino a 1200 m.

Utilizzato come cover crop negli impianti arborei: frutteti, vigneti, uliveti, noccioleti ed in avvicendamento delle colture erbacee, utile nel conservare la fertilità del suolo (rendendo gli agricoltori meno dipendenti dall'industria chimica), per contenere l'erosione e il dilavamento dei terreni.

Principali Fonti

PIGNATTI S., 1982. Flora d'Italia, Edagricole, Bologna

ZANGHERI P., 1976 Flora italica I-II, CEDAM, Padova

Flora Iberica - Plantas vasculares de la Península Iberica e Islas Baleares

Index Plantarum Flora Italicae - Indice dei nomi delle specie botaniche presenti in Italia



Figura 22 *Trifolium subterraneum*.

FORMA BIOLOGICAT rept - Terofite reptanti. Piante annue con fusti striscianti sul terreno.

TIPO COROLOGICO Euri-Medit. - Entità con areale centrato sulle coste mediterranee, ma con prolungamenti verso nord e verso est (area della Vite).

ESOTICITÀ Entità indigena

PROTEZIONE Entità non protetta

UTILIZZI Zootecnici

Pianta vascolare con fiori e semi (Angiospermae). Colori dominanti del perianzio: bianco

La specie, rustica, fa parte dei prati aridi mediterranei termofili, in cui, prevalgono le terofite.

Di seguito si riportano le schede sintetiche tabellate, al fine di una rapida visione generale delle stesse:

SCHEDA TRIFOGLIO SOTTERANEO	
Dominio	Eukaryota (Con cellule dotate di nucleo)
Regno	Plantae
Sottoregno	Tracheobionta (Piante vascolari)
Superdivisione	Spermatophyta (Piante con semi)
Divisione	Angiospermae o Magnoliophyta (Piante con fiori)
Classe	Magnoliopsida (Dicotiledoni)
Sottoclasse	Rosidae
Ordine	Fabales
Famiglia	Fabaceae
Specie	Trifolium subterraneum L.
Nome Italiano	Trifoglio sotterraneo
Nome in Sardo	Travullu a cambu lungu
Descrizione	Pianta annua di piccole dimensioni 3-15 cm, più o meno irsuta, con radici poco profonde. Gli steli si intrecciano tra di loro sul terreno, formando una fitta trama, che origina il portamento prostrato e strisciante della pianta.
Fioritura o antesi	Aprile/giugno
Fabbisogno idrico in asciutto	In asciutto
Tecnica colturale	PREPARAZIONE DEL TERRENO La preparazione del terreno avviene mediante aratura non molto profonda a circa 25-35 cm., seguita da lavorazioni complementari (erpicoltura/fresatura), per poi procedere alla semina. GESTIONE INFESTANTI: non necessaria. GESTIONE FITOSANITARIA: non necessaria RACCOLTA dopo lo sfalcio ed eventuale ranghinatura, si procede con la raccolta in balle a forma parallelepipedo del peso medio di 25 Kg, con dimensioni di cm 150 x 0,45, 0,45. PIANO COLTURALE Semina: novembre-dicembre; Concimazione: febbraio-marzo; Sfalco e raccolta: maggio-giugno.

LENTISCO



Arbusto o alberello le cui dimensioni rimangono contenute entro i 4-5 metri, molto ramificato. La chioma è globosa, irregolare e densa. Tronco sinuoso e corteccia squamosa cenerina o rossastro-bruna. Fogliame sempreverde dal profumo resinoso. Rami giovani bruni e pelosetti. Foglie composte paripennate, alterne, sessili, coriacee, composte da 3-5 paia di foglioline di colore verde chiaro e lucide, con apice arrotondato. Margine intero con nervatura penninervia ben evidente. È una pianta dioica con infiorescenze riunite in pannocchie all'ascella delle foglie sui rami degli anni precedenti. Fiori maschili con 5 antere rosso-porporine; i femminili presentano un ovario supero. Il frutto della pianta è una drupa tondeggiate, con un solo seme, brevemente pedunculata, dapprima rossa poi nera a maturazione.

Corologia:

Originario del bacino del Mediterraneo, in Italia è diffuso lungo le coste delle regioni centro-meridionali e della Liguria.

Fenologia:

Fiorisce a marzo-aprile; maturazione delle drupe nel periodo invernale.

Habitat:

Il Lentisco è una specie tipica della macchia mediterranea, è eliofila, termofila e xerofila, che sopporta condizioni di spinta aridità; si adatta a qualsiasi tipo di terreno, pur prediligendo suoli sabbiosi. Resiste bene ai venti più forti ma teme il freddo. In Sardegna vegeta fino ai 400-500 metri di altitudine.

Forma biologica:

Microfanerofita

Curiosità:

Il lentisco si diffonde per seme, ma anche per polloni radicali. È una specie resistente al fuoco e grazie alle sue elevate capacità pedogenetiche è molto utile nella ricostituzione del manto vegetale. Gli usi di questa pianta oggi sono molto limitati: un tempo si utilizzava il legno per produrre ottimo carbone o direttamente per piccoli lavori di falegnameria, grazie alla sua proprietà e al suo bel colore rosso-venato. In passato dalla ebollizione e dalla spremitura dei frutti si estraeva un olio che veniva utilizzato sia per l'illuminazione che per l'alimentazione, mentre il tannino presente nelle foglie lo si impiegava nella concia delle pelli. La resina, ("mastiche di Chio"), che fuoriesce da incisioni della corteccia, è stata impiegata, nelle regioni del Mediterraneo, come sostanza da masticare, capace di purificare l'alito e rassodare le gengive. Attualmente la pianta viene utilizzata in erboristeria e nell'industria dei profumi.

SCHEDA

Nome latino: Pistacia lentiscus

Nome sardo: Kessa, 'Essa, Lentisku

Flora: alberi

Divisione: Angiospermae

Classe: Dicotyledones

Ordine: Terebinthales

Famiglia: Anacardiaceae

OLIVASTRO



Tipo corologico: Steno-Mediterraneo.

Fenologia:

Fiorisce in marzo-aprile e fruttifica nel periodo invernale.

Habitat:

È una specie termofila ed eliofila, capace di vegetare su qualsiasi substrato. In Sardegna è diffuso nelle zone litoranee fino ai 400-500 metri, e in alcune aree dove le condizioni sono favorevoli, è possibile trovarlo fino a 600-800 metri. L'olivastro forma tipiche macchie in consociazione con altre specie (carrubo, lentisco, mirto, ecc.). Non teme la siccità, ma non sopporta il gelo.

Forma biologica:

Mico e meso-fanerofita

Curiosità:

Pianta molto longeva (può superare i 2000 anni) e a lenta crescita. Si propaga per seme e presenta una notevole capacità pollonifera. È resistente agli incendi. Il suo legno compatto e duro, molto apprezzato, si presta all'impiego in falegnameria e a piccoli lavori di artigianato. È un albero strettamente legato alla storia delle popolazioni del Mediterraneo.

Albero o arbusto longevo di media altezza, dai rami giovani induriti e spinescenti. Tronco contorto e corteccia grigio chiara più o meno liscia. Chioma espansa. Foglie coriacee a margine liscio, brevemente picciolate, ellittico-lanceolate, leggermente mucronate all'apice, verdi e glabre nella pagina superiore, argentate con piccole scaglie a forma di scudo in quella inferiore. Fiori pedunculati, bianchi e numerosi, in brevi pannocchie all'ascella delle foglie. Il frutto è rappresentato da una drupa, ovoidale, ellissoidale, dapprima verde poi violacea, bluastra, nerastra.

Corologia:

Specie spontanea in tutto il bacino del Mediterraneo.

SCHEDA

Nome latino: oleaster

Nome sardo: Ozzastru, Ozastru, Ollastu

Flora: alberi

Divisione: Angiospermae

Classe: Dicotyledones

Ordine: Ligustales

Famiglia: Oleaceae

GALLERIA IMMAGINI



ROSMARINO



sa offrire, a fronte di minime cure.

Fusto legnoso, corteccia grigiastrea; **foglie** piccole, sottili e opposte, con margini piegati verso il basso, la parte superiore color verde scuro e quella inferiore quasi argentea, aromatiche.

Fiori irregolari raccolti in spighe terminali, racchiusi in corolle di colore azzurro, violetto o rosato, talvolta biancastro. Il **frutto** è un achenio liscio.

PROPAGAZIONE PER TALEA

Per ottenere una nuova piantina di rosmarino il metodo più semplice è la **talea (propagazione agamica)**: quindi con un semplice rametto interrato. Tagliati alla base, i rami di rosmarino radicano facilmente (infatti queste talee sono tra le più semplici da riprodurre). Attuare questa tecnica di moltiplicazione è utile anche per rinnovare le vecchie piante, infoltire le aiuole o per ottenere un nuovo individuo da piantare o invasare.

In **cosmesi** le lozioni ed i bagni deodorano e purificano la pelle, le tinture rivitalizzano il cuoio capelluto ed impediscono la caduta dei capelli, i **dentifrici** ed i **collutori** al rosmarino rinforzano le gengive.

Nel '700, per preservare dalla peste le pecore, si consigliava di profumare con rosmarino l'ovile ove esse dormivano. Una leggenda narra che il rosmarino offrì riparo alla **vergine Maria** durante la fuga dall' Egitto, e poiché vi poggiò sopra il proprio manto, i fiori, originariamente bianchi, divennero azzurri. L'uso del rosmarino nelle usanze popolari e religiose sarde ha origini antiche. Già in periodo romano lo si usava per preparare ghirlande propiziatriche e venivano bruciati rametti in onore di Afrodite e degli Dei che proteggevano la casa.

Corologia:

Specie steno-mediterranea, con gravitazione verso il Mediterraneo occidentale: Europa meridionale (inclusa la zona atlantica della Penisola Iberica meridionale), Africa settentrionale, Asia occidentale. In Italia è presente nella Liguria, zona costiera occidentale, meridionale e parzialmente adriatica (meridionale fino al molise), Lago di Garda ed Isole.

Fenologia:

Il periodo di fioritura varia a seconda dell'altitudine. Nelle zone litoranee fiorisce nei mesi di ottobre-febbraio; nelle zone interne tra marzo-luglio.

Habitat:

Vegeta dal livello del mare fino agli 800 metri di altitudine su garighe e macchia mediterranea bassa. Specie xerofila, molto rustica che si adatta facilmente a terreni con diverso pH, prediligendo tuttavia suoli calcarei a reazione alcalina. Risente molto del freddo e delle gelate invernali.

Forma biologica:

Nanofanerofita.

Etimologia:

Il nome della specie deriva da "ros/roris"= rugiada, e "maris"= del mare

Curiosità:

Il nome scientifico della famiglia è stato definito inizialmente come "Labiata", perfezionato successivamente nel nome "Lamiaceae"

Pianta aromatica, comune in Sardegna e molto usata in tutta l'area mediterranea, amata ed utilizzata anche in cucina, in farmaceutica e in cosmesi.

Il rosmarino è ritenuto anche una **buona pianta mellifera**, è quindi molto sfruttato nell'apicoltura. La composizione qualitativa dell'**olio di rosmarino** varia a seconda del substrato.

Questo arbusto, appartenente alla famiglia delle *Labiata*, è **sempreverde, alto sino a due metri**, ed è molto ramificato. Sa adattarsi a tutti gli ambienti, e crescere facilmente sia in vaso che in terreno.

Usato anche nei giardini per il profumo e il colore che

SCHEMA

Nome latino: Rosmarinus officinalis

Nome sardo: Zippiri, romasinu, gramasinu

Flora: arbusti

Famiglia: Labiatae

GALLERIA IMMAGINI



BIANCOSPINO



Arbusto o alberello di 5-6 metri molto spinoso e ramificato.

Corteccia liscia color cenere.

Foglie caduche, alterne, profondamente lobate, con tre o cinque lobi dentellati, lunghe 3-6 cm. Picciuolo di 1-3 cm.

Fiori ermafroditi bianchi, numerosissimi in corimbi eretti semplici o composti; 5 petali, stami numerosi e 1 stilo.

Il **frutto** è una drupa di 6-9 mm., globosa, ovoidea, carnosa, rossa e contiene un unico seme.

Pianta molto longeva, utilizzata sia come **ornamentale** che per la formazione di **siepi** autoctone di delimitazione anche frammista ad altre essenze.

Il **legno è duro**, compatto e pesante si presta bene per lavori al tornio. I fiori ed i frutti hanno proprietà *cardiotoniche e vasodilatatrici*.

La **corteccia** contiene una sostanza colorante gialla. Il biancospino è utilizzato come astringente e rinormalizzante cutaneo sulle pelli grasse. Risulta essere, poi, un antiseborroico e antiacneico giovanile.

Corologia:

Il biancospino è diffuso in gran parte dell'Europa, Asia minore, Caucaso e Nord Africa. Tipo corologico: Paleo-temp.

Fenologia:

La fioritura avviene ad aprile maggio, ed è preceduta dall'emissione delle foglie. I frutti maturano

Habitat:

E' una specie eliofila, indifferente al substrato. Vegeta ai limiti dei boschi e nelle radure, si ritrova anche nel sottobosco ma è poco vitale ed in genere non fiorisce.

Forma biologica:

Nano o microfanerofita: si tratta cioè di una specie legnosa con gemme e germogli che si trovano, rispettivamente, tra 25 cm e 2 m (nanof.) oppure tra 2 e 8 m da terra (microf.).

Curiosità:

Si può propagare per seme, anche se ha un periodo di dormienza di circa 18 mesi per cui è preferibile riprodurlo per talea o e per polloni radicali. In Barbagia, come "fattura" si preparava un pupazzo di sughero annerito alla fiamma, il quale veniva trafitto da aculei di biancospino. A Sadali, per scongiurare il malocchio nei confronti del bestiame, nel recinto adibito alla mungitura, "sa korti", venivano messi tre rami di biancospino. A Tonara, per evitare la mortalità del bestiame il pastore, aderendo ad una credenza superstiziosa, evitava di portare in casa legna di biancospino.

SCHEDA

Nome latino: Crataegus monogyna

Nome sardo: Kalabrike, Kalavrike, Kalabrigu, Kalarvizu, Koarvju, Carariggju, Calarittu, Pirixedda burda o Mela pasthora

Flora: arbusti

Divisione: Angiospermae

Classe: Dicotyledones

Ordine: Rosales

Famiglia: Rosaceae

APPROFONDIMENTI

Contenuti correlati

Perastro

Ciliegio selvatico

GALLERIA IMMAGINI



MIRTO



Arbusto molto ramificato alto 1-3 metri di altezza, sempreverde, di forma da rotondeggiante-espansa a piramidale, irregolare. I rami sono disposti in modo opposto, la scorza è di colore rossastro negli esemplari giovanili e col tempo diventa grigiasta con screpolature. Le foglie sono coriacee, persistenti, opposte, con lamina lanceolata, ellittica o ovato-lanceolata, sessili o sub-sessili, lunghe 2-4 cm, di un colore verde scuro e molto aromatiche per l'elevato contenuto in terpeni. I fiori hanno numerosi stami con lunghi filamenti, sono di colore bianco con sfumature rosate, solitari o talvolta appaiati all'ascella delle foglie, sorretti da un lungo peduncolo. I frutti sono bacche più

o meno tondeggianti di colore nero-bluastro sormontate dal calice persistente.

"L'alloro dalle foglie lucide, il corbezzolo, il mirto dal frutto nero, il ginepro fragrante, le macchie ancora fresche della rosa peonia, tutte le piante più rare della flora sarda, rivestivano la valle, circondavano le rocce, si arrampicavano fin sulle cime più alte."
L'Edera di Grazia Deledda

Corologia:

Il mirto è una pianta originaria delle regioni del mediterraneo europeo e nordafricano.

Fenologia:

Fiorisce in maggio-giugno e fruttifica in ottobre-novembre.

Habitat:

Il mirto è un arbusto diffuso nel mediterraneo, che vive in consociazione con altri elementi caratteristici della macchia, quali il lentisco ed i cisti, nella fascia litoranea e collinare. È una pianta che necessita di un clima mite ed è sensibile ai venti forti per cui lo si trova spesso localizzato nelle vallecicole. Si adatta molto bene a qualsiasi tipo di terreno. Tollera bene la siccità. In estate esprime il massimo della sua bellezza quando la sua chioma verdastra si riempie di deliziosi fiorellini bianchi.

Forma biologica:

Arbusto sempreverde, cespitoso. Nanofanerofita.

Curiosità:

Le bacche si utilizzano per preparare un ottimo liquore e per aromatizzare carni insaccate oppure olive. Il legno durissimo viene utilizzato per lavori d'intarsio, mentre le foglie ricche di tannino sono utilizzabili per la concia delle pelli.

SCHEDA

Nome latino: Myrtus communis L.

Nome sardo: Spicu, archimissu, buréddha

Flora: arbusti

Divisione: Angiospermae

Classe: Dicotyledones

Ordine: Myrtales

Famiglia: Myrtaceae

GALLERIA IMMAGINI



CORBEZZOLO



È un **arbusto sempreverde**, molto ramificato, con foglie *sclerofilliche* (cioè dure, coriacee, sempreverdi) tipico della macchia mediterranea. Spesso, in condizioni climatiche favorevoli, assume **portamento arboreo** raggiungendo anche **10 metri** di altezza.

La **corteccia** ha una colorazione *bruno-rossastra* e si stacca in sottili scaglie. La disposizione dei rami è sparsa sul fusto. La colorazione nei giovani rami è *ocraceo-rossastra*.

Le **foglie** persistenti e coriacee, semplici alterne, con il **margine dentato**, brevemente picciolate, sono lunghe **7-12 cm**, color verde scuro e lucide nella parte

superiore e verde chiaro inferiormente, a volte riunite in *verticilli*. Sulle **nervature** è presente una colorazione rossastra.

Si tratta di una pianta con fiori ermafroditi, riuniti in **infiorescenze** terminali a *pannocchia* con asse pendulo. I fiori in numero di 15-30, sono **bianchi e campanulati**, formati da un piccolo calice, larghi 5-10 millimetri.

Il **frutto** è rappresentato da una bacca globosa e carnosa, di colore **rosso** con superficie **granulosa**; matura nell'anno successivo, alla fine dell'estate ed in autunno/inverno. Il frutto è edule e saporito; tuttavia - come suggerito anche dal nome latino (**unum edo**: ne mangio uno solo) - è prudente un consumo in quantità moderate in quanto il *corbezzolo* contiene una sostanza azotata (*alcaloide*, leggermente tossico per l'organismo, in grandi quantità) che in alcune persone particolarmente sensibili può causare inconvenienti (di solito non gravi).

Una pianta, **tanti simboli**: Virgilio nell'*Eneide* racconta di eroi morti in battaglia - le cui spoglie venivano adagiate *su rami di corbezzolo* in segno di rispetto. La pianta di corbezzolo venne considerata anche *simbolo dell'Italia* ottocentesca, durante il *Risorgimento*: Giovanni Pascoli gli dedicò un'ode (*ode Al corbezzolo*) vedendo nei colori di un alberello di corbezzolo cresciuto sul *Palatino*, **una prefigurazione della bandiera italiana**: il **rosso** dei frutti, il **bianco** dei fiori, il **verde** delle foglie coesistono in questa splendida pianta sempreverde. In alcune campagne di comunicazione, la "*bellezza vegetale*" di questa pianta che contemporaneamente fiorisce e fruttifica, è stata associata anche alla lotta contro le violenze sulla donna.

SCHEDA

Nome latino: Arbutus unedo L.

Nome sardo: Lidone, lioni, alidoni

Flora: alberi

Divisione: Angiospermae

Classe: Dicotyledones

Ordine: Ericales

Famiglia: Ericaceae

APPROFONDIMENTI

Contenuti correlati

Foresta aderisce alla Giornata contro la violenza sulle donne

GALLERIA IMMAGINI



Corologia:

Pianta originaria dell'Europa meridionale e del bacino del Mediterraneo, il suo areale si estende sulle coste atlantiche fino all'Irlanda.

Fenologia:

Fiorisce in autunno-inverno (settembre-dicembre) e fruttifica da agosto a novembre dell'anno successivo, si presenta quindi contemporaneamente con i fiori ed i frutti.

Habitat:

Il corbezzolo è spontaneo quasi lungo tutta la fascia costiera della penisola, e nelle isole maggiori e minori in consociazione con altre specie caratteristiche della macchia mediterranea, in particolare al Leccio. È una pianta che ben si adatta a molti tipi di substrato, con preferenza per i suoli sciolti e sub-acidi. Generalmente lo ritroviamo ad un' altitudine compresa tra 0-500 metri s.l.m, talvolta può spingersi fino ai 1200 metri. Mal sopporta le gelate intense e prolungate. È una pianta con una spiccata capacità di reazione agli incendi, in grado di emettere vigorosi polloni che le consentono di reagire velocemente.

Forma biologica:

Micro e mesofanerofita.

Curiosità:

Del corbezzolo si utilizzano le foglie, le radici e i frutti. La fronda recisa con i frutti immaturi viene utilizzata per decorazioni ornamentali. Il legno è adatto per la lavorazione al tornio e per essere levigato. In Sardegna è particolarmente conosciuto per la produzione del tipico miele amaro dalle proprietà antisettiche e utilizzato spesso nella cura delle affezioni bronchiali. Inoltre, la sua trasformazione consente l'ottenimento di buonissime marmellate.

ERICA ARBOREA



Arbusto alto fino a 6 metri con rami eretti e molto ramificato.

Corteccia molto irregolare, grigiastra e screpolata. Rami giovani pubescenti.

Foglie lineari (3-5 mm) glabre, verdi scure con un solco nella pagina inferiore, verticillate a 3-4.

Fiori bianchi o rosati, profumati con **forma campanulata**, riuniti in infiorescenze a grappolo.

Il **frutto** è costituito da una capsula contenente numerosi semi.

Dalla ciocca dell'erica arborea si ricavano pipe di qualità.

Corologia:

Diffusa in tutto il Mediterraneo. In Italia la specie si trova in Liguria, Alpi, dal Garda al L. di Como, Sicilia, Sardegna ed isole minori. In Sardegna è presente principalmente in Gallura in suoli acidi, graniti, scisti, basalti, ma è possibile reperirla anche su calcari, nel Supramonte di Orgosolo e di Urzulei, nel golfo di Orosei, sul M. Marganai.

Fenologia:

La fioritura si ha fra gennaio e marzo.

Habitat:

Specie caratteristica della macchia, predilige ambienti con suoli silicei e/o acidi. Pianta a crescita molto lenta, eliofila che vegeta nei luoghi aperti e soleggiati fin oltre i 1000 m. di altitudine. Non tollera bene i suoli calcarei.

Forma biologica:

Microfanerofita

Curiosità:

Il nome erica deriva dal greco "ereiken", che significa rompere, con riferimento alla fragilità dei fusti o forse al vivace scoppietto del legno sotto l'azione della fiamma; per altri alluderebbe alla supposta proprietà medicinale di sciogliere e frantumare i calcoli. Il legno si presta bene per lavori al tornio ed è un ottimo combustibile. Le fronde erano usate per fare scope grossolane, per le aie e per gli ovili. Dal ceppo radicale si confezionano le pipe. Le pipe d'erica sarda venivano considerate le migliori del mercato e venivano esportate anche all'estero (in particolare in Francia). Si propaga per seme, margotta e talea. Pianta mellifera.

ALLORO



Piccolo *albero* (alto fino a 10 metri) o *arbusto poco lungo*. Il caratteristico ed intenso profumo delle foglie e dei frutti lo ha reso, nel tempo, anche un simbolo di "gloria" usato sin dal medio-evo per onorare poeti e sapienti.

Chioma e portamento **piramidale** e denso. La **corteccia** è molto liscia, anche nelle piante adulte, prima verde poi grigio-scuro o nerastra. **Foglie** sempreverdi, molto aromatiche, ellittiche, lanceolate, coriacee, di colore verde scuro e lisce nella pagina superiore più chiare nella inferiore; se stroppiate le foglie emanano un **intenso profumo**.

Fiori unisessuali su piante diverse, di colore giallo

chiaro e profumati riuniti in piccole ombrelle ascellari, i maschili con 8-12 stami in verticilli, i femminili dello stesso colore, con ovario supero circondato da 2-4 staminoidi (stami sterili) in ombrelle di 4-5 fiori.

Il **frutto** è una *drupa* di 1-2 centimetri ovoidale che, con la maturazione assume un bel colore nerastro-lucido.

"Nel mezzo di dette stoffe, immutabile campeggiava la chiesa di San Pietro di Sorres. In un canto stava il telaio, e d'oro tutti parevano i fili. La bella accennò con gli occhi sereni, senza mutamento, tutta composta nella soavità dell'atto come le figure che si vedono nei mosaici bizantini. Aveva al piedi ramoscelli d'olivo e nelle mani rami di alloro con le bacche d'oro"

[da **Leggende sarde**, di Grazia Deledda]

Corologia:

Specie mediterranea presente nelle zone costiere dei Balcani, Asia minore, Africa settentrionale e penisola iberica. In Italia è presente lungo la fascia costiera centro meridionale, nelle isole e, con carattere residuale, nelle zone termofile delle Alpi e dei laghi prealpini. In Sardegna è diffusa soprattutto nella parte settentrionale, nel territorio di Macomer, nel Montiferru, dove è stato istituito appositamente un SIC, e nell'Iglesiente.

Fenologia:

Fiorisce in marzo- maggio e fruttifica in ottobre novembre. I frutti rimangono sulla pianta per tutto l'inverno.

Habitat:

Specie mesofila, vive in climi caldo-umidi. Il suo habitat preferito è quello dei valloni freschi ma soleggiati, predilige terreni profondi ricchi di elementi nutritivi. Sopporta bene il freddo ma non sopporta gelate prolungate. Inoltre tollera bene gli ambienti costieri e marini. Le attuali formazioni ad alloro soprattutto in Sardegna, sono relitti di una più estesa foresta a Laurus, che in seguito ai cambiamenti climatici, si è conservata in aree di rifugio, fino agli 800 metri di altitudine

SCHEDA

Nome latino: Erica arborea

Nome sardo: Kastanariu, Iscoba, Kastannarzu, Tuvara era, Scopa masciu, Iscoparzu, Sabina 'emina.

Flora: arbusti

Divisione: Angiospermae (o Magnoliophyta)

Classe: Dicotyledones (o Magnoliopsida)

Ordine: Ericales

Famiglia: Ericaceae

GALLERIA IMMAGINI



SCHEDA

Nome latino: Laurus nobilis

Nome sardo: Laru, lavru

Flora: alberi

Divisione: Angiospermae

Classe: Dicotyledones

Ordine: Polycarpicae

Famiglia: Lauraceae

GALLERIA IMMAGINI



Forma biologica:

Albero o arbusto arborescente, sempreverde. nanofanerofita o microfanerofita cespugliosa.

Curiosità:

Gli Etruschi amavano questa pianta perché dentro ai boschi di Alloro regnava una pace profonda e odorosa. Nell'antica Grecia, l'alloro era considerato sacro ad Apollo e il più alto onore per un poeta greco consisteva nell'essere incoronato con una ghirlanda di alloro con foglie e frutti. Il legno si utilizza per fabbricare piccoli mobili e per lavori di tornio. L'alloro si riproduce per seme, polloni, talea. Viene coltivato come pianta ornamentale. È una pianta molto utilizzata per aromatizzare cibi (salse, sughi, brodi, zuppe, olive in salamoia, carni e pesci), vengono utilizzate principalmente le foglie essiccate, ma possono essere impiegati anche i frutti (essiccati in un luogo asciutto, all'ombra, e conservati in un barattolo ben chiuso), i quali sono più aromatici delle foglie e possono essere usati grattugiati. Le piante della fiorita in occasioni di processioni religiose, fra cui l'alloro, a Villacidro venivano impiegate in suffumigi, bruciandole sulle braci, contro lo spavento. Un tempo si faceva il cosiddetto "unguento laurino" - rimedio ottenuto con olio e burro di alloro (estratto con pressione a freddo dei frutti) unito a sostanze come ginepro, trementina e altre. Veniva usato nella cura popolare dei dolori, delle tumefazioni reumatiche e gottose e anche per la pratica veterinaria. È diuretico, sudorifero, antispastico. Nel Medioevo la corona di "Laurus nobilis" era simbolo di trionfo nella poesia e con i suoi profumati ramoscelli si incoronavano i grandi poeti (comune è proprio la raffigurazione di Dante Alighieri con il capo cinto d'alloro) - usanza che ai nostri giorni è sopravvissuta come simbolo di "sapienza", spesso usato per cingere i neo-laureati con la corona d'alloro.

SCHEDA OLIVO



Dominio	Eukaryota (Con cellule dotate di nucleo)
Regno	Plantae
Sottoregno	Tracheobionta (Piante vascolari)
Superdivisione	Spermatophyta (Piante con semi)
Divisione	Angiospermae o Magnoliophyta (Piante con fiori)
Classe	Magnoliopsida (Dicotiledoni)
Sottoclasse	Asteridae
Ordine	Scrophulariales
Famiglia	Oleaceae
Specie	<i>Olea europaea</i> L. 1753
Habitat	Area mediterranea
Fioritura o antesi	Aprile/giugno
Radici	Le radici della pianta giovane sono a fittone, poi striscianti e infine superficiali con rigonfiamenti
Fiori	I fiori sono piccoli e insignificanti, con quattro petali bianchi, sono riuniti in grappoli e sbocciano da maggio a giugno. Le infiorescenze dette mignola hanno forma a grappolo
Frutti	Il frutto è una drupa (cioè frutto carnoso che non si apre spontaneamente per far uscire il seme) di peso variabile tra 0,5 e 1,5 gr.
Età e dimensione materiale vegetale	Materiale vegetale già fornito da azienda vivaistica in possesso di autorizzazione forestale
Cure colturali	<ul style="list-style-type: none"> • concimazioni (da effettuare assecondando la fisiologia della pianta sottoposta a trapianto); • potature di formazione; • spollonature; • eliminazione e sostituzione delle piante morte; • difesa dalla vegetazione infestanti con lavorazione meccanica (trattrice e trinciaerba/erpice); • ripristino della verticalità delle piante, a seguito di cedimenti del suolo o eventi atmosferici; • controllo legature e tutoraggi; • controllo dei parassiti e delle fitopatie • Irrigazione di soccorso
Fabbisogno idrico	100 l/pianta per anno
Fonte approvvigionamento idrico	Fornitura irrigazioni di emergenza con autobotte per garantire l'attecchimento

14.2 FABBISOGNO IDRICO IMPIANTO A VERDE

Il fabbisogno irriguo per le aree a verde inserite nel progetto, è il seguente:

COLTURA	SUPERFICI HA	FABBISOGNO IDRICO mc/ha	FABBISOGNO IRRIGUO ANNO mc Tot.
OLIVETO	1,9818	2000	3963,60
Prato pascolo	11,3918	0	0
Aree di mitigazione	0,443	600,00	265,8
TOTALI			3963,60

Tabella 6 Fabbisogno idrico impianto.

Successivamente al II anno, verificato il corretto attecchimento delle piante arboree ed arbustive, considerato l'elevato grado di rusticità e tolleranza alla siccità delle essenze selezionate, sarà valutata l'opportunità di gestire in asciutto le aree di mitigazione, o effettuare interventi adacquanti di soccorso, grazie anche alla predisposizione dell'impianto adacquante (il quale potrà funzionare anche mediante collegamento ad autobotte, inoltre riducendo le adacquate nel caso di irrigazione di soccorso). Si specifica inoltre che la pacciamatura che verrà predisposta consentirà la riduzione degli apporti idrici.

La tendenza attuale nell'irrigazione dell'olivo è quella di irrigare in deficit, cioè non soddisfacendo completamente il fabbisogno idrico dell'albero, ma restituendo volumi inferiori a quelli necessari per la massima produttività in modo da indurre condizioni transitorie di deficit idrico e risparmiare acqua. L'irrigazione in deficit persegue tre obiettivi principali:

- ✓ ridurre il consumo idrico,
- ✓ mantenere la produzione a livelli comparabili con alberi pienamente irrigati
- ✓ e ottenere eventuali miglioramenti qualitativi dell'olio.

Il vantaggio principale dell'irrigazione in deficit in olivicoltura è dato dal risparmio di acqua. Prove sperimentali condotte in varie zone italiane mostrano che il quantitativo di acqua che è necessario somministrare per non avere effetti negativi sulla produzione si attesta su base stagionale dal 50 al 70% del completo fabbisogno dell'olivo.

In generale, applicando circa il 50% di acqua rispetto al fabbisogno totale dell'albero, la produzione in frutti è pari a circa l'80% di quella di alberi pienamente irrigati, e il contenuto in composti fenolici negli oli ottenuti è pari a circa il 150% di quello di oli ottenuti da olivi sottoposti a piena irrigazione.

Ovviamente le condizioni di suolo e di chioma in cui si coltiva possono modificare tali valori, per cui è necessario adeguare i protocolli irrigui alle varietà nei diversi areali

14.3 STIMA COSTI AREE A VERDE

I costi per la realizzazione delle aree a verde (aree coltivate a pascolo e fascia mitigazione costituita da essenze officinali) sono desunti dal Prezzario regionale dell'agricoltura della Regione Sardegna Allegato alla Determinazione n. 10543/368 del 14/07/2016 – Prezzi per la vendita materiale di propagazione forestale Del. A.U. 13/2017 allegato A) e relativi aggiornamenti dell' anno in corso 2016. Il costo sistema di monitoraggio dell'attività agricola è desunto da una media preventivi di aziende private operante nel settore. Tutti i costi si intendono non comprensivi dell' I.V.A. Per alcune tipologie di opere (es. prezzo plantule) si sono svolte indagini di mercato al fine della definizione di un prezzo di mercato corrente.

Segue il computo metrico dei costi d' impianto relativo all' area oggetto d' intervento:

					Pagina 2
DESCRIZIONE E COMPUTO		U.M.	QUANTITA'	PREZZO	IMPORTO
INTERVENTI PREPARAZIONE SUOLO					
SUPERFICIE DA MIGLIORARE		Ha	33,2170		
G010	Sistemazione di terreno con modesti movimenti di terra (entro 400mc) onde eliminare dossi ed avvallamenti ivi compreso eventuale formazione di scoline a carattere annuale	Ha	33,2170	763,61	25364,83
SUPERFICIE DA MIGLIORARE		Ha	33,2170	1433,30	47609,93
G002	Scasso, con trattore di potenza non inferiore a 170 Hp, alla profondità di cm 80/100.	Ha	33,2170	1433,30	47609,93
SUPERFICIE DA MIGLIORARE		Ha	33,2170	346,22	11500,39
G010	Leggera sistemazione superficiale di terreni con lama livellatrice portata/trainata da trattore della potenza di 60/80 Hp da assentirsi nell'impianto di fruttiferi in genere	Ha	33,2170	346,22	11500,39
2023	formazione di scoline a carattere annuale	Ha	33,2170	346,22	11500,39
G005	Spietramento in terreni pietrosi con asportazione o accatastamento del materiale in cumuli ai bordi dei campi o nelle tare, oppure con utilizzazione del pietrame	mc	332,17	15,70	5215,07
SUPERFICIE DA MIGLIORARE		mc	332,17	15,70	5215,07
G008	Aratura, alla profondità di 30/40 cm, per amminutamento del terreno e per l'interramento dei fertilizzanti utilizzati nella concimazione di fondo prima dell'impianto di fruttiferi in genere.	Ha	33,2170	254,00	8437,12
SUPERFICIE DA MIGLIORARE		Ha	33,2170	254,00	8437,12
G009	Frangizzollatura con erpice a dischi od a denti rigidi da assentirsi nell'impianto di fruttiferi in genere.	Ha	33,2170	106,00	3521,00
SUPERFICIE DA MIGLIORARE		Ha	33,2170	106,00	3521,00
SEMINA PRATO PASCOLO					
U.009	Con concimazione eseguita con trattore di adeguata potenza				
U.009.001	Trasporto	Ha	33,2170	137,90	4580,62
U.009.002	Acquisto cultivar locale	Ha	33,2170	461,20	15319,68
U.011	Costipamento post semina con rulli	Ha	33,2170	96,10	3192,15

	SUPERFICIE DA MIGLIORARE	Ha	33,2170	118,60	3939,54
S.008.002	Analisi chimico-fisica del suolo, compreso prelevamento campione in campo (parametri analizzati: pH in acqua, Granulometria , Calcare totale , Calcare attivo , Carbonio organico , Azoto totale , Fosforo assimilabile , Basi scambiabili (Na, K, Mg e Ca), Capacità di Scambio				
2023			5,0000	280,00	1400,00
A.001	Acquisto concime 1,05 EURO/kg	Q.li	60	105,00	6300,00
	Acquisto COMPOST 6 EURO/tonn	tonn	600	6	3600
S008	Realizzazione di concimazione ed eventuale intervento ammendante o correttivo, da eseguirsi in pre impianto sia con concimi chimici e/o di sintesi che con concimi organici, comprese le spese di miscelazione e spargimento; escluse le spese di acquisto e				
2023	fornitura concimi				
001	a - Trasporto e distribuzione concimi	Ha	33,2170	96,41	3202,45

	DESCRIZIONE E COMPUTO	U.M.	QUANTITA'	PREZZO	IMPORTO
--	-----------------------	------	-----------	--------	---------

ESSENZE MEDITERANEE FASCIA DI MITIGAZIONE

Messa a dimora di essenze vegetali aromatiche ed officinali ad utilità poliennale in vaso, compreso il tracciamento, il trasporto e la sostituzione delle fallanze, nella misura massima del 5%, escluse le spese di acquisto e fornitura delle piante

Mirto	cad.	295	1,2	354
Rosmarino	cad.	295	1,2	354

Acquisto ESSENZE MEDITERRANEE

Sesti vari (vedi schema) Mirto e Rosmarino (295 + 295)	cad.	590	1,10	649,00
Corbezzolo, Lentisco, Erica, Biancospino, Olivastro e Filirea	cad.	2363	1,10	2599,30

ZF.B.005 .001 Messa a dimora di piante di età superiore ad anni due della circonferenza (a m 1.00 da terra) di cm 12 - 14.5 su terreno lavorato andantemente in buche precedentemente aperte con idoneo mezzo meccanico , per il trasporto e la distribuzione di esse nel cantiere, per il picchettamento dei sestii, per la messa a dimora delle piante rese franco cantiere e per quanto altro occorra. Escluso il costo di fornitura delle piante.

Corbezzolo	cad.	886	3,30	2923,47
Lentisco	cad.	295	3,30	974,49
Erica	cad.	295	3,30	974,49
Biancospino	cad.	295	3,30	974,49
Olivastro	cad.	295	3,30	974,49
Alloro	cad.	295	3,30	974,49

FASCIA CON OLIVI

Messa a dimora di piante di olivo, per la realizzazione di frutteti in forme libere, fornite in contenitore fitocella o vaso, innestate o autoradicate, varietà da olio o da mensa, compresa squadratura del terreno, distribuzione in campo, scavo buca, messa a dimora della pianta, rinterro, la sostituzione delle fallanze nella misura massima del 5%, ed ogni altro onere. Escluso il costo di fornitura delle

piante.	CAD.	661	6,6	4362,6
---------	------	-----	-----	--------

Tutore in bamboo Diam. 12-14 mm Altezza 1,20 m	CAD.	661	0,2	132,2
--	------	-----	-----	-------

	Acquisto piante di olivo in pane di terra <u>(voce a preventivo ricerca mercato)</u>	CAD.	661	6,5	4296,5
SUGHERE					
S. 011	Potatura di riforma eseguita con idonei attrezzi meccanici, compreso taglio ed asportazione di legno da branche e rami di grossa sezione ed eliminazione di fronde mediante trinciatura in loco, asportazione delle stesse, e quanto altro occorrente per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte e rendere il terreno perfettamente sgombr	PIANTA	22	38	836
G.019.400	Acquisto di Terra di coltivo proveniente da strato colturale attivo, priva di radici e di erbe infestanti permanenti, di ciottoli, cocci ecc, compresi oneri per eventuali analisi chimico/fisiche da esibire a richiesta della direzione lavori e/o dal Tecnico incaricato dell'accertamento di regolare esecuzione; compreso inoltre trasporto, spargimento e sistemazione superficiale per dare l'opera finita.	m3	22	4,15	91,3
ZF.A.008	Cavatura e ripiantumazione Sughere Lavorazione localizzata del terreno, per il successivo rimboschimento, ZFA 008 mediante buche delle dimensioni di cm 100x100x80, da aprire ' ' meccanicamente con impiego di escavatore tipo "ragno", compreso eventuale leggero decespugliamento e rinterro della stessa:	buca	22	5,4	118,8
ZF.D.001. 1	Ripulitura della vegetazione infestante con decespugliatrice portata da trattrice. (ad Ha ragguagliato).	ha	10,047	455,4	4575,4038
IRRIGAZIONE					
F.008.013	100 (sigma 80) per condotte in pressione di acque potabili interrate. Costruite secondo la norma UNI EN 12201-2:2013 con sistema di giunzione per polifusione a caldo o con manicotti.	ml	1500	4,36	6540
F.017.005	Ali gocciolanti, integrale autocompensante antidrenaggio, in PE con gocciolatore incorporato con portata nominale da 0,7 / 3,5 litri/ora, in rotoli indivisibili, stese sul piano di campagna complete di raccordi per collegamento alla tubazione principale, curve, riduzioni, tappi e pezzi speciali, in opera del diam. esterno mm 16. Distanza gocciolatoi ml 0.80. 4 file x 200 m/cadauna	ml	5218,84	1,63	8506,7092
F.006.001	Condotte per impianti irrigui ed a uso potabile in tubo P.E.40 B.D. a norma UNI 7990 tipo 312 fornito in rotoli da un minimo di 50 a 500 metri a seconda F.006 del diametro, complete di curve e pezzn specnall, sflatl esclusn gli ldrantl e le saracinesche: PN6 (per sughere rimpiantate)	ml	600	3,9	2340
F.036	Saracinesca in ghida diam. 100 mm	cad.	6	308,4	1850,4
Prev	Cisterna Flessibile 50.000 Litri DIMENSIONI 592 x 940 x 140 cm Cisterna flessibile autoportante per stoccaggio acqua da 50 m3. Fornita con n.2 valvole a sfera per il riempimento/svuotamento, troppo pieno e sfiato. Realizzata in tessuto di poliestere da 1100 g/m2 con rivestimento in PVC Sistema di monitoraggio agricoltura 4,0 (prezzo da preventivi di aziende private)	cad.	3	2545	7635
		cad.	1	20000	20000

Pertanto il costo del miglioramento delle lavorazioni agronomiche e piantumazioni è pari a **216.219,92** euro.

14.4 MANUTENZIONE DELLE AREE MIGLIORATE A VERDE E COSTI MEDI ANNUI DI GESTIONE PRATO PASCOLO E AREA DI MITIGAZIONE

Si premette che i costi medi di gestione si riferiscono a:

- Olivo e aree a macchia
- Prato pascolo;

Sulle aree sulle ove è previsto l'impianto vegetale, dopo gli interventi di installazione dei pannelli fotovoltaici, verrà effettuato l'impianto delle specie arbustive scelte per la formazione di opere di mitigazione a verde. Prima dell'inizio dei lavori delle opere a verde, la DD.LL fornirà alla ditta esecutrice le specifiche di dettaglio e le procedure di qualità che intende seguire durante le fasi di apprestamento del cantiere, le fasi di reperimento del materiale e tutte le fasi operative. I lavori a verde saranno supervisionati da un Dottore Agronomo esperto in materia che si interfacerà con la direzione lavori del cantiere al fine di meglio organizzare e gestire tutte le operazioni di realizzazione dell'impianto a verde. I lavori a verde saranno condotti con personale di provata capacità. I lavori sugli arbusti (impianto, potatura, ancoraggio) dovranno essere effettuati da personale di provata qualificazione. Di seguito si descrivono gli interventi da attuarsi per i primi 5 anni del post-impianto che risultano fondamentali per la riuscita degli impianti vegetali:

1° anno

Verrà realizzato il prato pascolo (come sopra descritto) e la piantumazione delle specie arbustive sulle aree oggetto di intervento (specie officinali):

Eventuali interventi:

- sfalci periodici finalizzati alla eliminazione delle infestanti e a favorire lo sviluppo delle arbustive di impianto;
- eventuali irrigazioni di soccorso;
- sostituzione delle fallanze;
- eradicazione ed eliminazione delle specie invasive ed esotiche;

2° anno:

Nell'anno successivo verrà seguito l'evolversi della situazione eseguendo una manutenzione del prato pascolo (risemine parziali, etc). Col tempo la copertura vegetale evolverà verso una forma capace di autosostenersi.

- sfalci finalizzati alla eliminazione delle infestanti e a favorire lo sviluppo delle arbustive (area a verde di mitigazione);

- eventuali irrigazioni di soccorso;

- sostituzione delle fallanze;

3° Anno

- sfalci periodici (secondo necessità);

- eventuali irrigazioni di soccorso (secondo necessità);

- eradicazione ed eliminazione delle specie legnose esotiche;

- interventi di potatura di irrobustimento (se necessari);

- taglio e raccolta e mondatura prodotti officinali;

4°-5° anno:

- eventuali sfalci periodici;

- interventi di potatura di irrobustimento (se necessari);

- eventuali irrigazioni di soccorso (secondo necessità);

- taglio e raccolta e mondatura prodotti officinali;

Negli anni successivi, una volta consolidato l'impianto vegetale questo verrà lasciato evolversi secondo il ciclo naturale arrivando in breve tempo a costituire un ecosistema in grado di autosostenersi e di garantire le funzioni di incremento della biodiversità locale e di mitigazione dell'impatto visivo. Annualmente verranno eseguiti interventi di manutenzione ordinaria quali potature, sfalci e controllo delle specie infestanti, tutti interventi che rientrano nella manutenzione ordinaria dell'impianto.

Le principali operazioni da eseguire sono:

1. Irrigazioni: per quanto si impieghino specie vegetali degli ecotipi locali e quindi adattate a resistere alle avversità atmosferiche e a lunghi periodi di siccità, nei primi anni dopo l'impianto, soprattutto nelle stazioni più critiche, le piante messe a dimora (officinali) possono richiedere irrigazioni di soccorso.

2. Concimazione: la vegetazione di nuovo impianto; la concimazione organica per arricchire il terreno delle sostanze fertilizzanti necessarie per l'attecchimento delle piante che costituisce la fase più critica del loro sviluppo. Per le concimazioni si deve avere l'avvertenza di non eccedere nei dosaggi e nelle frequenze di distribuzione, in quanto potrebbero produrre effetti indesiderati, come uno sviluppo radicale superficiale che renderebbe le piante più sensibili agli stress idrici e poco adatte ad assolvere alle funzioni

per cui sono state impiegate. Questi particolari interventi colturali si rendono sovente necessari negli stadi iniziali e soprattutto nelle situazioni stazionali più sfavorevoli.

3. Lavorazione del terreno e pacciamatura: i nuovi impianti di arbusti devono essere sottoposti a sarchiature periodiche per ridurre la competizione con le specie erbacee più invadenti e resistenti. In alcuni casi, anche come provvedimento di rivestimento del terreno e ridurre i fenomeni di ruscellamento delle acque superficiali, può essere utile la pacciamatura con materiale organico.

4. Sistemazione dei danni causati da erosione: si deve procedere nel più breve tempo possibile alla sistemazione dei danni causati da erosione (controllo delle sistemazioni idraulico-agrarie e regimazione delle acque superficiali, ecc.).

5. Sostituzione delle piante morte e rinnovo delle fallanze: le piante morte devono essere sostituite con altre identiche; queste operazioni devono essere eseguite in modo tempestivo dall'accertamento del mancato attecchimento per evitare l'insacco di fenomeni erosivi localizzati e danni alle opere realizzate.

6. Potature, tagli selettivi e produttivi: le potature di formazione, di rimonda e i tagli selettivi devono essere effettuati in funzione degli obiettivi prefissati dal progetto e comunque nel rispetto delle caratteristiche strutturali delle singole specie.

7. Controllo dei parassiti e delle fitopatie in genere: per quanto si impieghino specie vegetali locali di provata resistenza agli attacchi di malattie e di parassiti, è comunque sempre opportuno controllare la comparsa di possibili manifestazioni patologiche provvedendo alla tempestiva eliminazione dei fenomeni per evitare o limitare la diffusione. In caso di accertato attacco si dovrebbe provvedere alla sostituzione delle componenti vegetali danneggiate. Il periodo idoneo alle operazioni di manutenzione è variabile: in generale, durante il periodo vegetativo (autunno-inverno) si effettuano potature, risarcimenti, mentre le irrigazioni ed i diradamenti si effettuano nel periodo estivo.

	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
Specie erbacee						SFALCIO						
Specie arbustive			MESSA A DIMORA									
			MESSA A DIMORA				IRRIGAZIONI					
			LAVORAZIONI									

Tabella 7 Tabella esemplificativa manutenzioni annuali

14.5 METODOLOGIA DI CALCOLO DEI COSTI

Il costo totale considera tutte le fasi produttive svolte e pertanto include anche il costo di sistemazione nei contenitori (cestini, cassette, ecc.) se effettuato già durante la raccolta e se imprescindibile per poter essere poi trasferito alla fase successiva (ingrosso, GDO, ecc.).E' la somma di due componenti: i costi diretti

e i costi indiretti. I costi diretti sono calcolati a partire dai dati raccolti in azienda e aggiornati mensilmente valorizzando gli input produttivi ai prezzi di mercato (Rete di rilevazione Ismea dei prezzi dei mezzi correnti di produzione).I costi diretti includono :

- Concimi
- Fitosanitari
- Materiali vari
- Sementi e Piantine
- Prodotti energetici (carburante, energia elettrica, lubrificanti) + Acqua per irrigazione della coltura
- Lavori conto terzi
- Manodopera, fissa, familiare e avventizia (attribuita in funzione del tempo sulla coltura)
- Altri costi diretti (certificazioni prodotto, assicurazioni prodotto, ecc.)

I costi indiretti sono attribuiti pro-quota al processo produttivo oggetto di analisi e includono :

- Ammortamenti fabbricati, impianti, macchine e attrezzature
- Costo di uso della terra (sia in proprietà sia in affitto)
- Affitti per le strutture aziendali
- Affitti per i terreni
- Canoni (per irrigazione, energia elettrica, ecc.)
- Quote associative
- Spese amministrative, per consulenti tecnici, ecc.
- Spese di certificazione aziendali
- Tasse e imposte
- Spese per altre assicurazioni escluse quelle sui raccolti
- Altre spese generali

Di seguito si riportano i conti colturali medi delle colture da introdurre (prato pascolo, uliveto ed area a macchia):

PRATO PASCOLO			
IMPRESA IN ECONOMIA			
EURO PER ETTARO			
Resa media 30 q.li/ha	Gestione annua		
VOCI DI COSTO	(€/ha)		
A. Costi espliciti rilevati	1.838,00	TOTALE PROGRESSIVO	
<i>Mezzi tecnici della coltura</i>	503,00		
<i>Fertilizzanti</i>	286,00		
<i>Fitosanitari</i>	90,00		
<i>Sementi</i>	128,00		
<i>Carburanti e costi diretti macchine</i>	195,00		
<i>Lavori conto terzi</i>	564,00		
<i>Energia elettrica</i>	0,00		
<i>Manodopera salariata</i>	72,00		
B. Costi eplici stimati	597,00	A + B	2.435,00
<i>Imposte, tasse e contributi consortili</i>	375,00		
<i>Assicurazioni</i>	30,00		
<i>Manutenzione capitale fondiario</i>	100,00		
<i>Spese generali</i>	80,00		
<i>Contributi previdenziali</i>	12,00		
C. Ammortamenti	146,00	A + B + C	2.581,00
<i>Ammortamenti macchine</i>	146,00		
D. Costo opportunità	595,00		
<i>Prezzo d' uso del terreno</i>	500,00		
<i>Interessi sui macchinari</i>	27,00		
<i>Interessi sul capitale circolante</i>	29,00		
<i>Costo della manodopera familiare</i>	39,00		
COSTO TOTALE (A + B + C + D)	3.176,00		

Lavori macchine: Trasporto concime, Rullatura, Sfalcio erba, Rivoltamento, andanatura, imballatura, trasporto, raccolta, lavori vari, scavo fosse.

Pertanto i costi medi annui di gestione (conto medio colturale) del prato pascolo è pari a 3.176,00 euro/ettaro * 30,7920 ha = 97.795,39 euro TOTALI.

OLIVETO			
IMPRESA IN ECONOMIA			
EURO PER ETTARO			
Resa media 50 q.li/ha (con alternanza)	Gestione annua		
VOCI DI COSTO	(€/ha)		
A. Costi espliciti rilevati	2.946,00	TOTALE PROGRESSIVO	
<i>Mezzi tecnici della coltura</i>	503,00		
<i>Fertilizzanti</i>	500,00		
<i>Fitosanitari</i>	250,00		
<i>Potature</i>	360,00		
<i>Carburanti e costi diretti macchine</i>	294,00		
<i>Lavori conto terzi</i>	564,00		
<i>Energia elettrica</i>	25,00		
<i>Manodopera salariata</i>	450,00		
B. Costi eplici stimati	477,00	A + B	3.423,00
<i>Imposte, tasse e contributi consortili</i>	250,00		
<i>Assicurazioni</i>	90,00		
<i>Manutenzione capitale fondiario</i>	45,00		
<i>Spese generali</i>	80,00		
<i>Contributi previdenziali</i>	12,00		
C. Ammortamenti	200,00	A + B + C	3.623,00
<i>Ammortamenti macchine</i>	200,00		
D. Costo opportunità	595,00		
<i>Prezzo d' uso del terreno</i>	500,00		
<i>Interessi sui macchinari</i>	27,00		
<i>Interessi sul capitale circolante</i>	29,00		
<i>Costo della manodopera familiare</i>	39,00		
COSTO TOTALE (A + B + C + D)	4.218,00		

Lavori macchine: Trasporto concime, Rullatura, Sfalcio erba, Rivoltamento, andanatura, imballatura, trasporto, raccolta, lavori vari, scavo fosse.

Pertanto i costi medi annui di gestione (conto medio colturale) del prato pascolo è pari a 4.218,00 euro/ettaro * 1,9820 ha = 8132,30 euro TOTALI.

Di seguito si calcolano i costi medi di gestione annua relativi alla fascia di mitigazione piantumate con essenze mediterranee, nell' ipotesi che possano essere utilizzate come erbe aromatiche:

COLTURE A MACCHIA MEDITERRANEA			
IMPRESA IN ECONOMIA			
EURO PER ETTARO			
Fascia di mitigazione con piante officinali	Gestione annua		
VOCI DI COSTO	(€/ha)		
A. Costi espliciti rilevati	1.500,00	TOTALE PROGRESSIVO	
<i>Mezzi tecnici della coltura</i>	100,00		
<i>Fertilizzanti</i>	260,00		
<i>Fitosanitari</i>	300,00		
<i>Potature</i>	200,00		
<i>Carburanti e costi diretti macchine</i>	80,00		
<i>Lavori conto terzi</i>	250,00		
<i>Energia elettrica</i>	50,00		
<i>Manodopera salariata</i>	260,00		
B. Costi eplici stimati	407,00	A + B	1.907,00
<i>Imposte, tasse e contributi consortili</i>	180,00		
<i>Assicurazioni</i>	90,00		
<i>Manutenzione capitale fondiario</i>	45,00		
<i>Spese generali</i>	80,00		
<i>Contributi previdenziali</i>	12,00		
C. Ammortamenti	250,00	A + B + C	2.157,00
<i>Ammortamenti macchine</i>	250,00		
D. Costo opportunità	595,00		
<i>Prezzo d' uso del terreno</i>	500,00		
<i>Interessi sui macchinari</i>	27,00		
<i>Interessi sul capitale circolante</i>	29,00		
<i>Costo della manodopera familiare</i>	39,00		
COSTO TOTALE (A +B + C + D)	2.752,00		

Pertanto i costi medi annui di gestione (conto medio colturale) delle colture in oggetto è pari a 2.752,00 euro/ha* 0,4430 ha = 1219,136 euro.

I costi sono stati ricavati dai prezziari dell' agricoltura vigenti, dal sito ISMEA, da confronti con prezzi medi correnti riferiti ai mercati e ai listini delle camere di commercio.

14.6 GESTIONE DEL POST-IMPIANTO

Le opere di mitigazione a verde verranno mantenute, salvo quelle che possono interferire con le colture future. Nelle primissime fasi dell'avvio della dismissione dell'impianto saranno avviate indagini circa le colture locali, anche con confronto diretto con gli agricoltori della zona, al fine di studiare le coltivazioni da impiantare. Verranno effettuate anche analisi del terreno prelevando campioni su aree omogenee della

superficie occupata dall'impianto. Le analisi del terreno consentiranno di stilare un piano di concimazione in grado di correggere eventuali deficit nutrizionali in funzione delle colture che saranno praticate successivamente alla dismissione. *Al termine della dismissione dell'impianto sarà quindi assicurato il totale ripristino del suolo agrario originario*, previa pulizia e smaltimento di eventuali materiali residui, quali spezzoni o frammenti metallici, etc. La dismissione dell'impianto, inoltre il completo recupero della capacità agronomica dei suoli mediante apporto di ammendante organico e suo interrimento con operazione superficiale come un'aratura leggera o erpicatura. Questo consentirà di riequilibrare, su tutta la superficie di impianto, la dotazione di sostanza organica del terreno. I terreni interessati dall'impianto potranno quindi continuare ad essere coltivati seguendo le rotazioni e gli avvicendamenti tipici del contesto circostante.

14.4 MEZZI ATTREZZATURE E MACCHINARI PER LA GESTIONE AGRONOMICA

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

Per quanto riguarda il prato pascolo esso potrà essere pascolato dagli ovini, bovini, .., in questo caso le operazioni colturali agronomiche principali riguardano:

- concimazione organo minerale;
- eliminazione delle infestanti;

diversamente quando il prato-pascolo migliorato verrà utilizzato come prato da sfalcio verranno eseguite le operazioni con i macchinari di seguito indicati, a partire dal trincia sflaciatrice che potrà essere utilizzato al di sotto delle aree con i moduli fotovoltaici.



Figura 23 Trincia 4WD per gestione con tecnica mulching del prato permanente

La trattrice da utilizzare potrà essere come quelli utilizzate nei frutteti/arboreti, avendo cura di valutare gli spazi di manovra, inoltre pneumatici adatti alla coltivazione in atto per evitare costipamenti del suolo, il peso è un fattore limitante, di fatto quella proposta presenta un peso di 1075 kg, adatto alle colture e alle lavorazioni in oggetto:

DIMENSIONI:

TIGRE 3800

Pneumatici

Ant./Post.	X	Y
7.50-16	230	1085
7.5L-15	210	1080
29X12.50-15	210	1085
6.50-16	215	1030
260/70 R16	215	1176

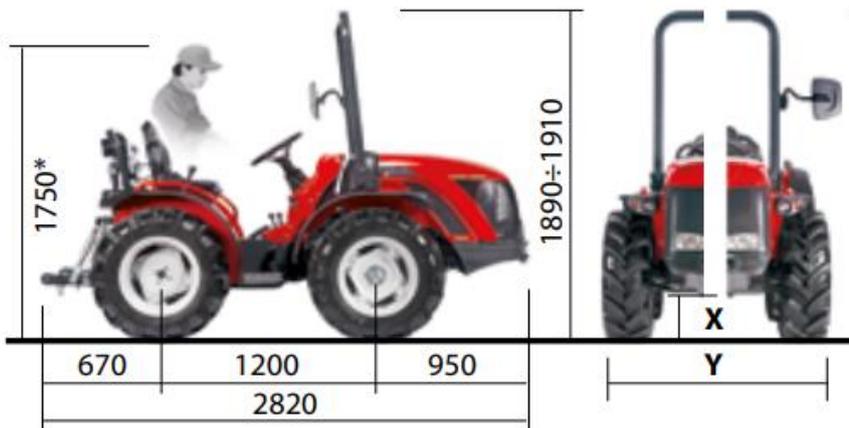


Figura 24 Specifiche tecniche trattrice esempio (possono essere utilizzate anche altre tipologie in funzione delle coltivazioni).

TIGRE 3800

POTENZA	25,7 CV
MOTORE	YANMAR - 3 Cilindri / 1331 CC STAGE V
TRASMISSIONE	8+4
PESO (KG)	1050
CAPACITÀ (KG)	850

Da associare alla trattrice si potrà utilizzare una minirotoimballatrice, simile a quella di seguito indicata:



Il modello HRB 57 MINI con camera fissa con 19 rulli in alluminio produce balle di 57 cm di diametro e 63 cm di larghezza ed ha un raccogliitore che permette la raccolta di file fino a 80 cm nella versione standard, 120 cm nella versione con ruote rastrematrici. La camera fissa a rulli permette di formare balle a cuore tenero, con meno pressione all'interno, garantendo maggiore traspirazione riducendo il rischio di muffe, e pressate maggiormente all'esterno per ottenere uno strato che garantisce impermeabilizzazione.

L'allontatore, montato di serie su tutte le minirotopresse HRB 57 MINI assicura un veloce allontanamento della palla. Il legatore a rete è di serie e permette un'ottimale preparazione della palla; in alternativa è disponibile il legatore a spago. Per l'utilizzo è richiesta una presa idraulica a doppio effetto che permette la movimentazione dei comandi (apertura portellone e movimento del raccogliitore (pick-up)). In alternativa è possibile optare per la versione con pompa idraulica indipendente; la rotopressa sarà predisposta di serbatoio e pompa e non sarà necessario avere collegamenti idraulici con il trattore.

La pulsantiera di controllo permette di eseguire tutte le operazioni direttamente dal posto di guida del trattore. Il manometro indica la pressione di esercizio della rotopressa ed è regolabile secondo le esigenze. Il segnalatore acustico avvisa quando si raggiunge la pressione desiderata ed il prodotto è pronto per

La legatura. Dati tecnici:

Mini rotopressa	HRB 57 MINI	HRB 57 MINI PLUS
Dimensione camera (cm)	57 x 63	57 x 63
Larghezza di trasporto (cm)	140	140
Larghezza pick-up (cm)	75	75
Infaldatore rotativo	NO	SI
Peso (Kg)	460	500
PTO giri/min	540	540
Potenza richiesta CV/kW	10-15	10-15

:

Potrà essere utilizzata una falciatrice portata (anteriormente o posteriormente), così come indicato:



Nell'ambito degli attrezzi agricoli si riportano a seguire alcune soluzioni (erpici, seminatrici) che potrebbero trovare applicazione sui terreni oggetto di studio. Tra queste si citano la Seminatrice Maschio

Gasparo mod. Compagna (Fig. 25) e uno spandiconcime/spandicompost adattato per la semina a spaglio, trattasi quest'ultimo di una opzione alternativa in caso di terreni in oggetto.



VERSIONE	LARGHEZZA DI LAVORO CM	INGOMBRO CM	PROFONDITÀ DI LAVORO CM	NUMERO DI UTENSILI NR.	ELEMENTI DI SEMINA	CAPACITÀ TRAMOGGIA (LT)	POTENZA RICHIESTA (HP)
1800	180	185	28	14	14	215	45-100
1300	130	135	28	10	9	140	30-100
2000	200	205	28	16	16	215	60-100
1500	150	155	28	12	11	140	35-100
2300	230	235	28	18	18	285	65-120
2500	250	255	28	20	20	285	70-120
3000	300	305	28	24	24	355	80-130

Figura 25 Dati tecnici seminatrice.

Fondamentale importanza sarà data alla fertilizzazione organica dell' area in oggetto, questa potrà essere attuata mediante compost, il quale è un materiale di semplice reperibilità con un' alta efficienza (compost di qualità):



Figura 26 Spandicompost SCO 1000 /P portato con tramoggia cilindrica e disco distributore per concime organico

GESTIONE OLIVETO

Al fine della gestione dell'uliveto la raccolta, potrà essere agevolata meccanicamente, si da abacchiatori e scuotitori della tipologia di seguito indicata:

1) Abbacchiatore



 Materiale testa Magnesio / Alluminio	 Movimento doppio rotatorio	 Velocità (battute al min... 1140 bpm
 Apertura max rastrelli 35 cm	 Materiale asta carbonio	 Asta telescopica ✓
 Lunghezza massima 270 cm	 Tipo motore a spazzole	 Voltaggio 12 V
 Potenza nominale (W) 450 W	 Posizione motore in fondo all'asta	 Nr. velocità motore 1
 Tipo motore a batteria	 Tipo di batteria tipo auto	 Paese di produzione Italia

Asta telescopica in carbonio 185/270 cm

Queste in sintesi le **caratteristiche più importanti** nel scegliere un'asta in carbonio invece di una in alluminio:

- Maggiore robustezza;
- Più rigidità e quindi maggior controllo;
- **300 grammi in meno** della corrispondente in alluminio;

Nuova asta telescopica (più lunga dei modelli precedenti) [superleggera interamente in CARBONIO](#), dotata di fissaggio rapido.

- Lunghezza dell'asta telescopica rotativa in carbonio: **185/270 cm**

* con la testa montata l'abbacchiatore assume una [lunghezza di circa 3 mt con l'asta alla massima estensione](#)

L'asta così lunga rappresenta sempre la configurazione ideale di questo abbacchiatore, proprio perché monta il motore in fondo all'asta.

Ottima in caso di piante di ulivo più basse, consigliamo d'impugnare l'asta al centro, per mantenere l'equilibrio dei pesi al 50% - 50% (come nello schema sopra) risultando ancor più maneggevole da usare

L'asta di prolunga rotativa per attrezzature elettriche è realizzata in "Carbonio 100%", risulta quindi robusta ed estremamente leggera.

Il Motore in fondo all'asta

Il [motore in fondo all'asta](#) conferisce a questo abbacchiatore un'eccezionale equilibratura, che si traduce in minore fatica durante l'uso.

Oggi, invece, il 99% degli abbacchiatori sul mercato montano ancora il motore in testa: soluzione più semplice ed economica che rende l'abbacchiatore estremamente squilibrato nei pesi e molto faticoso da usare.

Non bisogna dimenticare che il più delle volte l'abbacchiatore viene impugnato in fondo all'asta, e se il peso è concentrato tutto sopra, diviene davvero gravoso da maneggiare e certamente impossibile da utilizzare per una giornata intera.

Nella scelta di un abbacchiatore è sbagliato considerare solo il peso totale nella valutazione del comfort di utilizzo

[Il comfort di utilizzo è dato non dal peso totale ma dall'equilibratura dei pesi, e quindi dal montaggio del motore in fondo all'asta](#)

Motore molto potente da 450 watt

* tutti gli abbacchiatori sul mercato si aggirano dai 100 ai 300 watt

Genera, nonostante le notevoli dimensioni dei rastrelli, fino a 1140 rotazioni al minuto.

[Base di appoggio con occhiello di passaggio cavo.](#) Offre una protezione totale del cavo di prolunga e della presa di attacco al motore. Sia in fase di lavoro, quando costantemente viene tirato il cavo, sia in fase di riposo quando la macchina viene appoggiata verticalmente a terra.

1) Scuotitore portato come di seguito indicato:



Figura 27 Scuotitore portato su trattrice gommata.



Figura 28

Apertura dell' ombrello rovesciato adattabile atto alla raccolta delle olive facente parte dello scuotitore.

Scuotitore per olive montato su trattore, idraulico TF/PL. Costituito da: Kit di raccolta composto da pinza ed ombrello (optional) accoppiato alla trattrice già dotata di caricatore frontale (pala caricatrice). Provvisto di impianto idraulico indipendente (con serbatoio posteriore) è azionato dalla PTO della trattrice. È la soluzione ideale per sfruttare la struttura già presente sull'unità motrice, trasformandosi in raccogliitore combinato. Lo scarico del prodotto nel cassone, la cui capienza è di circa 250 kg, avviene tramite la botola sul fondo del cassone controllata idraulicamente. La macchina si adatta agli impianti di media densità, allevati a monotronco (se presente l'ombrello), fino a 45 cm di diametro. Sganciando l'ombrello, può operare anche con la testata vibrante. Versatilità ed efficienza garantita Sicma, con le seguenti caratteristiche tecniche:

TESTATA VIBRANTE: New Generation ad alte frequenze, autocentrante, autofrenante. Doppia velocità di vibrazione

OMBRELLO ROVESCIO: Ø 5, 6 o 7 m

PORTATA DEL CASSONE: 250 Kg

COMANDI: Joystick elettroidraulico

IMPIANTO IDRAULICO: Circuito chiuso composto da: pompa vibrazione, pompa servizi e valvole elettroidrauliche. Serbatoio olio idraulico posteriore indipendente dal circuito del trattore

AZIONAMENTO: PTO (540 rpm)

APERTURA PINZA : 48 cm

14.5 VALUTAZIONE POTENZIALITÀ ECONOMICA e CALCOLO DELLA MANODOPERA NECESSARIA ALLA GESTIONE COLTURALE

Lo scopo della tipologia comunitaria consiste nel fornire uno schema di classificazione che consenta un'analisi della situazione delle aziende agricole a livello comunitario fondata su criteri di natura economica, nonché permetta raffronti tra aziende appartenenti a varie classi e tra i risultati economici ottenuti nel tempo e nei diversi Stati membri e loro regioni. Gli ambiti di applicazione della tipologia comunitaria riguardano, in particolare, i dati rilevati nell'indagine sulla struttura e le produzioni delle aziende agricole (SPA) e dalla Rete di informazione contabile agricola (RICA). Fino all'anno 2009 questo criterio è stato identificato nel Reddito Lordo Standard (RLS), mentre a partire dal 2010 è coinciso con la Produzione Standard (PS). L'attuale versione della tipologia comunitaria è stata istituita con il Reg. CE n. 1242/2008 e s.m.i. Nel presente studio si è tenuto conto del dettaglio informativo sulla Produzione Standard Totale PST della Sardegna (FONTE: <https://rica.crea.gov.it/produzioni-standard-ps-210.php>). Si riportano i dati relativi a due epoche, si riportano i calcoli nelle tabelle di seguito riportate:

- stato attuale:

Tipo di coltura	SUPERFICIE Ha	P.S. Euro/ha	P.S. Totale Euro	Ore/Ha annue	Ore Totali
Pascolo Naturale	32,7741	284	9307,84	9	294,9669
Bosco e aree a macchia	10,4899	0	0,00	50	524,495
PRODUZIONE STANDARD TOTALE	43,2640		9307,84		819,4619

- Stato futuro:

Tipo di coltura	SUPERFICIE Ha	P.S. Euro/ha	P.S. Totale Euro	Ore/Ha annue	Ore Totali
Prato pascolo Migliorato	30,792	510	15703,92	9	277,128
Oliveto	1,982	1400	2774,80	367	727,394
Bosco e aree a macchia	10,047	0	0,00	50	502,35
Fascia mediterranea*	0,383	0	0,00	68	26,044
Fascia mediterranea*	0,06	25000	1500,00	880	52,8
PRODUZIONE STANDARD TOTALE			18478,72		1004,522
<p>*Totale fascia mediterranea = 0,4430* ha, nel calcolo essa è stata scomposta (0,383 e 0,06) poiché una parte di essa è costituita di Mirto e Rosmarino QUESTE, si considerano piante aromatiche e presentano una differente p.s. oltre che una manodopera differente. Calcolo: 600 mq + 3830 mq = 4430 mq</p>					

Dai valori sopra riportati è possibile evincere un incremento percentuale dell'indice relativo alla Produzione Standard PS del **50,37% circa**; si specifica che il beneficio non è prettamente economico, di fatto esso si ripercuote in modo ampio e positivo sull' ambiente circostante e gli addetti.

Nelle tabelle sopra riportate si è effettuato inoltre il calcolo della manodopera necessaria alla gestione delle colture ante e post miglioramento.

14.6 CALENDARIZZAZIONE LAVORI

Di seguito in tabella si riporta l' elenco delle lavorazioni, opere e acusti da realizzare:

CRONOPROGRAMMA OPERE A VERDE

OPERAZIONI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
LAVORAZIONI AGRONOMICHE PREPARATORIE												
CAVATURA E PIANTUMAZIONE SUGHERE												
SEMINA PRATO PASCOLO												
SQUADRO E REALIZZAZIONE CONDOTTE IRRIGAZIONE												
DECESPUGLIAMENTO SOTTOBOSCO												
PIANTUMAZIONE OLIVETO												
PIANTUMAZIONE ESSENZE MEDITERRANEE												
PREPISPOSIZIONE PACCIMATURA												
RISEMINA PRATO AREE NON VEGETATE												
MANUTENZIONE E REALIZZAZIONE OPERE COMPLEMETARI												
SISTEMI AGRICOLTURA 4.0												

Tabella 8 Cronoprogramma delle opere agronomiche.

14.7 PIANO DI MONITORAGGIO DELL'ATTIVITÀ AGRICOLA – SISTEMI AGRICOLTURA 4.0

Prevenzione è sinonimo di previsione e, così, non solo efficienza, ma anche efficacia si è in grado di perseguire: la pianta riceve, utilizza ed assimila acqua e nutrienti in momenti in cui ne necessita realmente, evitando perdite. Con la raccolta dati è possibile seguire il "trend" di produzione nel medio-lungo termine, risparmiare acqua, ed individuare, in anticipo, i parassiti (es. insetti, funghi ecc.) che potrebbero attaccare le coltivazioni con vantaggi anche, e soprattutto, sull'abbattimento dei costi di gestione e sull'ambiente.

Anticipare vuol dire ottimizzare, pertanto la raccolta dei dati rilevati consente all'azienda agricola, in maniera sinergica ed interconnessa, di avere disponibile, con un "click", i dati raccolti e registrati.



Figura 29 MONITORAGGIO VARIABILI FATTORI CLIMATICI NEL CAMPO TRAMITE SMARTPHONE ED ALTRI DEVICES.

Monitorare a fini produttivi vuol dire rilevare ed avere a portata di un "click" l'andamento delle variabili quanti-qualitative inter ed infra-campo che intervengono nell'ordinamento produttivo: in specie si vuole, con diverse stazioni meteorologiche dislocate in vaste aree delle zone di impianto, tenere sotto controllo le diverse variabili che intervengono nel processo produttivo (pioggia- direzione ed intensità del vento- umidità- radiazione solare- pressione atmosferica- bagnatura fogliare). L'obiettivo è quello di avere dei modelli previsionali da consultare prima di intervenire, per esempio, con l'irrigazione o col trattamento fitosanitario.

Il sistema di monitoraggio prevede le seguenti attrezzature/strumentazioni:

- a) Unità centrale con stazione meteo dotata di: pluviometro, anemometro, barometro, misuratore di radiazione solare, termo-igrometro;
- b) 3 Unità periferiche (connesse in modalità wireless) con sensori meteo-climatici per rilevare pluviometria, radiazione solare, temperatura e umidità dell'aria.

Il sistema di gestione e le apparecchiature adottate, saranno inoltre utilizzate anche per la realizzazione e successiva gestione e manutenzione delle fasce verdi perimetrali e per le operazioni di espanto e reimpianto nel medesimo sito di esemplari arborei inclusa la manutenzione

Tale dato consente di:

- analizzare grandi superfici in poco tempo;
- avere un dato puntuale e preciso, basato su un'analisi sui big data, e non empirico, basato sull'esperienza o sul "sentito dire";
- ridurre la quantità di sensori di campo che, dislocati in vari punti e profondità del terreno, non riuscirebbero a restituire un dato omogeneo.



Figura 30 ZONIZZAZIONE AREE IN BASE A VIGORE E/O STRESS NUTRIZIONALE

Sopra è riportato un esempio di mappa 3D con l'individuazione di aree omogenee (zonizzazione) distinte per vigore vegetativo e/o stress nutrizionale (carenza di elementi chimici specifici).

Dallo studio della mappa, interfacciabile via app tramite smartphone, è facile distinguere sia le zone di terreno in funzione dello stato rilevato, ed in intervenire

15 STUDI SULL'AGROFOTOVOLTAICO

Sono stati condotti diversi studi atti ad analizzare gli impatti delle installazioni di impianti fotovoltaici sulle capacità vegetative delle colture sottostanti. Al fine di valutare la fattibilità del progetto proposto, se ne riportano di seguito alcuni.

Un primo studio mostra i reciproci vantaggi della coesistenza dell'agricoltura con il fotovoltaico sulle stesse superfici, in termini di efficienza complessiva per l'utilizzo di suolo.

Il duplice utilizzo del suolo per la produzione di energia da fonte solare e per l'agricoltura è stato testato nell'ambito del progetto "Agrophotovoltaics Resource Efficient Land Use (APV- RESOLA)" condotto dall'ISE e dell'Università di Hohenheim tra il 2017 e il 2019 [1].



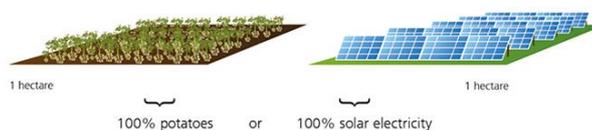
Figura 31. Campo utilizzato con il sistema agrivoltaico

È stato realizzato un sistema agro-fotovoltaico su una porzione di un campo arabile presso il lago di Costanza, in Germania, installando un impianto FV da 194 kW con pannelli montati a cinque metri dal terreno su una struttura sopraelevata; sul medesimo terreno i contadini della comunità agricola di Heggelbach hanno coltivato quattro tipi di colture: grano invernale, patate, trifoglio e sedano.

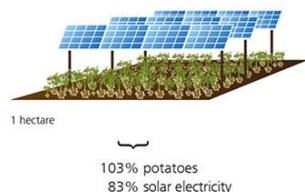
I risultati del 2017 hanno mostrato un'efficienza dell'uso suolo pari al 160% per ettaro, che ha raggiunto il 186% per ettaro nel 2018, anno caratterizzato da un'estate molto calda. In questo anno, infatti, tre delle quattro colture testate nell'impianto agrofotovoltaico (grano, patate e sedano) hanno avuto rendimenti superiori alle rese di riferimento in campo aperto tra il +3 e il +12%.

Lo schema sotto illustra il concetto di "efficienza combinata nell'uso del suolo" per produrre al contempo energia elettrica e cibo, risolvendo così la diatriba "food or fuel" che spesso accompagna le decisioni su come sfruttare correttamente gli spazi coltivabili.

Separate Land Use on 1 Hectare Cropland: 100% Potatoes or 100% Solar Electricity



Combined Land Use on 1 Hectare Cropland: 186% Land Use Efficiency



I dati sopra esposti, mostrano che l'ombreggiatura sotto i moduli ha migliorato la resa delle colture, permettendo alle piante di sopportare meglio il caldo e la siccità dell'estate 2018.

Infatti, dalla raccolta dei dati sulle condizioni climatiche sotto il sistema agrofotovoltaico, è emerso che l'impianto influisce sulla quantità di irraggiamento solare, sulla distribuzione delle precipitazioni e sulla temperatura del suolo. Una quantità di irraggiamento solare inferiore del 30% circa rispetto al campo aperto comporta una temperatura al suolo minore che consente il mantenimento di una maggiore umidità del terreno. Tali condizioni permettono alle colture di resistere a periodi di maggior siccità registrando migliori performance agricole, con un potenziale particolarmente molto elevato del AgroFTV nelle zone aride.

In un progetto pilota avviato dall'ISE nello Stato Indiano di Maharashtra, gli effetti di ombreggiamento e una minore evaporazione portano le rese delle colture di pomodoro e cotone al +40% rispetto al pieno campo, permettendo un'efficienza nell'uso del suolo di circa il 200%.

In particolare, nelle zone aride e semiaride, alcuni studi condotti da [2] Dupraz nel 2011, [3] Elamri nel 2018, [4] Valle nel 2017 hanno dimostrato che il sistema APV offre un grande potenziale economico

produttivo poiché consente di aumentare la produttività dei terreni in queste zone in quanto, questa combinazione, consentirebbe l'insorgere di effetti collateralsinergici sulle colture agricole [5] (Marrou et al. 2013) [6] (Ravi et al. 2016). In queste aree le colture soffrono spesso degli effetti negativi dell'elevata radiazione solare, delle elevate temperature e delle perdite d'acqua. Una elevata perdita d'acqua è dovuta ad una mancata capacità della pianta nel controllare il processo di traspirazione, infatti, un aumento delle temperature riduce la sensibilità delle cellule stomatiche, cellule adibite al controllo della traspirazione e, dunque, comporta una riduzione delle produzioni, una riduzione dell'efficientamento dell'utilizzo della risorsa idrica e morte della coltura.

La presenza dei pannelli fotovoltaici consentirebbe di ridurre la perdita di acqua per evaporazione e traspirazione ed un miglioramento delle condizioni di stress sulla coltura a causa di una riduzione della perdita eccessiva di acqua ([7] Hassanpour ADEH et al. 2018, [8] Elamri et al. 2018 [9]. Marrou et al 2013a). Questo aumento dell'efficienza della risorsa idrica raggiunge un livello maggiore di importanza per la comunità, considerando i problemi relativi alla scarsità d'acqua nel mondo. Dalle ricerche effettuate sugli APV in simulazioni basate su dati di un periodo di 40 anni, [10] Amaducci et al. (2018), hanno osservato che coltivare mais sotto APV, in condizioni non irrigate, ha ridotto l'evaporazione del suolo ed ha anche aumentato la resa media. La più alta variazione di resa è stata ottenuta in condizioni di pieno sole. Pertanto, hanno concluso che gli APV possono portare alla stabilizzazione del rendimento produttivo colturale, mitigando le perdite di rendimento negli anni asciutti [10] (Amaducci et al. 2018).

Oltre al risparmio idrico, la presenza del pannello garantisce una riduzione della radiazione solare diretta sulle colture riducendo dunque le temperature massime che potrebbero causare importanti danni alle colture.

Anche altri studi svolti negli Stati Uniti dall'Università dell'Arizona, hanno confermato le sinergie tra la coltivazione di determinati prodotti agricoli, il risparmio idrico e la produzione di energia rinnovabile [11] (Barron-Gafford et al. 2019).

In particolare, evidenziano i diversi benefici di questa sorta di ecosistema integrato: un ambiente sotto i moduli più temperato sia di inverno che d'estate non solo riduce i tassi di evaporazione, diminuendo il fabbisogno idrico annuo, ma migliora la capacità fotosintetica delle piante che crescono in modo più efficiente proprio perché meno stressate. Inoltre, in combinazione con il raffreddamento localizzato dei pannelli fotovoltaici derivante dalla traspirazione dal "sottobosco" vegetativo, che riduce lo stress termico sui pannelli e ne aumenta le prestazioni, si realizza una situazione win-to-win per la relazione cibo-acqua-energia.

Infine, i ricercatori sottolineano che, al di là dei benefici di un minor irraggiamento diretto, la luce diffusa all'interno del sistema agrofotovoltaico è sufficiente per permettere la crescita di molte colture.

È infatti risaputo che per quanto riguarda l'irraggiamento, la crescita vegetativa, essendo primariamente correlata all'efficienza fotosintetica, è maggiormente influenzata dalle variazioni della qualità della luce (ad esempio la variazione della quantità delle radiazioni nello spettro dell'infrarosso) piuttosto che dalla sua quantità.

Esperimenti condotti su un habitat vegetativo tipo prato stabile in California mostrano come il manto erboso che cresce al di sotto dei moduli fotovoltaici, venga raggiunto nell'arco del periodo diurno da una quantità sufficiente di radiazioni luminose entro un intervallo di lunghezza d'onda utile a consentire al meglio il naturale processo di organizzazione della materia inorganica nell'ambito delle reazioni di fotosintesi clorofilliana. Tale conclusione è stata raggiunta anche da due ricercatori del Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE2 nell'ambito di uno studio di ricerca applicata [12] (Goetzberger & Zastrow, 1981) che hanno osservato una radiazione pressoché uniforme al suolo (integrata nell'arco della giornata), disponendo i moduli ad una altezza di almeno di 2 metri e con una distanza tra le file di 6 metri.

I sistemi agrofotovoltaici rappresentano quindi delle utili protezioni per le colture e tali sistemi risultano ormai sempre più necessari per la tenuta del settore. Infatti l'agricoltura è uno dei settori socioeconomici più dipendenti dal clima e maggiormente vulnerabile a causa degli attuali cambiamenti climatici. L'agrofotovoltaico può rappresentare una soluzione per rendere il settore più resiliente e stabile.

Infine, un'altra ricerca condotta da ricercatori statunitensi e pubblicata nel 2018 [13] (Walston et al. 2018) sottolinea che un importante aspetto da tenere in considerazione riguardo l'impatto di un sistema agrofotovoltaico nel contesto agricolo è l'eventuale crescita spontanea, o in seguito ad insemminazione artificiale, di piante autoctone, fiori e piante officinali tra cui Lavanda, *Eucalyptus occidentalis* e Corbezzolo che generano un habitat ideale per l'impollinazione da parte delle api e delle altre specie impollinatrici portando un enorme beneficio all'ecosistema circostante. Oltre che per la natura, questo è un grande vantaggio anche per le circostanti produzioni agricole di colture che si affidano all'impollinazione entomofila, come quelle di arance, pesche e mandorle.

² La Fraunhofer-Gesellschaft è l'organizzazione leader per la ricerca applicata in Europa. Le sue attività di ricerca sono condotte da 72 Fraunhofer Institute e unità di ricerca con sedi in tutta la Germania e con filiali in Europa, Asia e America.

16. CONCLUSIONI

Col presente piano di valorizzazione/gestione si mira a ottimizzare la produttività aziendale rendendola economicamente valida e competitiva nel giusto rapporto funzionale tra strutture, infrastrutture e coltivazioni.

A seguito di quanto esposto, in ragione delle condizioni agronomiche attuali del terreno interessato dal progetto e delle operazioni di miglioramento agronomico, produttivo e ambientale dei terreni, si può affermare che sotto il profilo agronomico i terreni avranno nel breve volgere di 3 anni un miglioramento consistente. Dal 4° anno, l'incremento della fertilità del suolo, per l'apporto della sostanza organica lasciata

sul terreno dal prato permanente migliorato unita a quella rilasciata dal pascolamento controllato degli ovini, sarà ogni anno incrementata. Questa condizione virtuosa contribuirà anche all'aumento della composizione floristica delle specie erbacee costituenti il prato permanente (che inevitabilmente ospiterà nel tempo specie pabulari anche spontanee) a vantaggio del ripristino e successivo mantenimento di un agro-eco-sistema naturale, importante anche per garantire habitat privilegiati per la fauna selvatica e per l'entomofauna e la microfauna utile (inclusi gli insetti pronubi), questi ultimi verranno inoltre attirati dalla nuova area di mitigazione costituita di essenze officinali. Inoltre si vuole sottolineare che lo studio progettuale dell'impianto agro-voltaico proposto, è stato elaborato in totale ottemperanza alle "Linee guida in materia di impianti agrivoltaici" prodotte nell'ambito di un gruppo di lavoro coordinato dal MINISTERO DELLA TRANSIZIONE ECOLOGICA - DIPARTIMENTO PER L'ENERGIA. In particolare si vuole evidenziare che si ritiene di aver soddisfatto tutti i requisiti richiesti dalle prima citate linee guida, con particolare riferimento alla tipologia di impianto agro-voltaico del tipo agro-zootecnico o "pastorale", nello specifico sono stati *rispettati tutti* i requisiti di seguito elencati (relativi al sistema):

- REQUISITO A: Il sistema è progettato e realizzato in modo da adottare una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, tali da consentire l'integrazione fra attività agricola e produzione elettrica e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi;
- REQUISITO B: Il sistema agrivoltaico, nel corso della vita tecnica, garantisce la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli senza compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale;
- REQUISITO C: L'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra, volte a ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli;
- REQUISITO D: Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate;
- REQUISITO E: Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che, oltre a rispettare il requisito D, consenta di verificare il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici.

In virtù di una gestione agronomica attenta, razionale e sinergica con le opere in progetto, implementata con l'utilizzo delle tecnologie di monitoraggio continuo altamente innovative dell'agricoltura 4.0, si può pertanto concludere che l'investimento proposto non prevede interventi che possano compromettere in alcun modo il suolo agrario e in ragione delle operazioni di miglioramento unite alle tecnologie innovative sopra descritte, avrà ricadute oltremodo positive per il territorio in termini di miglioramento agronomico, faunistico ed ambientale.

16. 1 VERIFICA DI COERENZA CON I REQUISITI DELLE LINEE GUIDA IN MATERIA DI IMPIANTI

AGRIVOLTAICI

In relazione alla definizione di agrivoltaico, introdotta dalle Linee Guida del Ministero della Transizione Ecologica - Dipartimento per l'energia di seguito si riporta la verifica di conformità:

Criterio A

A.1) Il progetto agricolo si pone come scopo principale quello di dare continuità alla coltivazione agricola effettuata sui terreni di progetto, la superficie coltivata sarà pari al 95,43% e quindi superiore al 70% previsto dalle Linee Guida;

A.2) LAOR pari al 23% e quindi inferiore al 40% poste come limite massimo dalle Linee Guida.

Criterio A				
A.1: Superficie minima per attività agricola $S_{\text{agricola}} \geq 0,7 * S_{\text{tot}}$				
S_{tot} (ha)	S_{pv} (ha)	S_{agricola} (ha)	$0,7 * S_{\text{tot}}$ (ha)	$S_{\text{agricola}} \geq 0,7 * S_{\text{tot}}$ (ha)
45,34	10,49	43,27	31,74	VERO
A.2: Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR) pari al 40% della superficie totale occupata dal sistema agrivoltaico				
S_{tot} (ha)	S_{pv} (ha)	LAOR (%)	LAOR \leq 40% (%)	
45,34	10,49	23%	VERO	

Criterio B

B.1) continuità dell'attività agricola e pastorale sul terreno oggetto dell'intervento con il relativo monitoraggio. L'area d'impianto da anni è attualmente riconducibile all'attività di pascolo magro, mentre in passato è stato coltivato con seminativi di graminacee.

Il piano colturale prevede la coltivazione di uliveto e pascolo quindi indirizzi produttivi di valore economico più elevato. Per l'area interessata dal progetto non si raffigura l'abbandono di produzioni DOP o IGP.

La continuità dell'attività agricola sarà verificata mediante l'attestazione della resa della coltivazione e paragonando la stessa con il valore della produzione agricola media nell'area geografica di riferimento a parità di indirizzo produttivo.

Tipologia di coltivazione	Produzione stimata (q.li) / ha	Produzione media nell'area (q.li)/ ha
Prato pascolo	30 (erba)	30 (erba)
	40 (fieno)	30 (fieno)
Uliveto	50	50

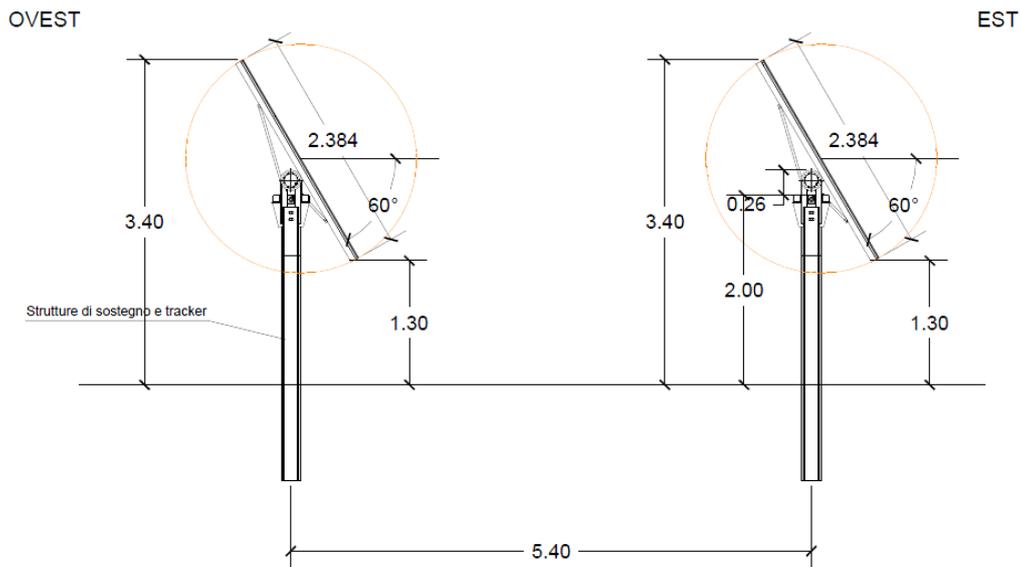
Requisito B1		
	<i>ante operam</i>	<i>post operam</i>
valore della produzione agricola (€/ha)	9307,84€	18478,72€
Indirizzo produttivo	Pascolo naturale con sughereta	Misto: zootecnico Prato Pascolo – uliveto – aree a macchia/orticinali agrivoltaico

B.2) Come si evince dai dati riportati nella tabella sottostante la producibilità elettrica specifica dell'impianto agrivoltaico sarà $\geq 60\%$ della producibilità elettrica specifica di un impianto fotovoltaico standard.

Requisito B2			
B.2: Producibilità elettrica minima: produzione elettrica di un impianto agrifv deve essere non inferiore al 60% della producibilità elettrica di un impianto fv standard			
FV_{agri} (GWh/ha/anno)	$FV_{standard}$ (GWh/ha/anno)	$0,6 * FV_{standard}$ (%)	$FV_{agri} \geq 0,6 * FV_{standard}$ (%)
103,68	91,42	54,852	VERO

Criterio C

C) Come si evince dallo stralcio progettuale sotto riportato, l'altezza dei moduli da terra di 1,30 m consentirà la prosecuzione dell'attività colturale anche al di sotto degli stessi moduli fotovoltaici.



Criterion D

D.1) The irrigation requirement for agricultural activity will be satisfied through autonomous tanks to be used for the irrigation of the crop for self-provisioning, therefore the use of water will be measured in terms of the number of tanks necessary (equivalent to 3 tanks of 50 mc each).

D.2) Monitoring of the continuity of agricultural activity, the agronomic system will be realized according to modern models of respect for environmental sustainability, with the objective of realizing an agricultural system "integrated" and responsive to the concept of agriculture 4.0, through the use of new technologies in service of the green, with constant and timely monitoring plans. During the life of the agro-photovoltaic system, the following elements will be monitored:

- existence and yield of the crops
- maintenance of the productive direction

This activity will be carried out through the drafting of a technical report certified by an agronomist with annual frequency, to which will be attached annual cultivation plans, containing indications regarding the species annually cultivated, the surface effectively destined to the crops, the conditions of plant growth, the cultivation techniques (spacing, sowing density, use of fertilizers, phytosanitary treatments).

Criterion E

E.1) Monitoring of soil fertility recovery

Annually, chemical-physical analyses of the soil will be carried out, which together with the evaluation of productivity will provide useful data to monitor soil fertility.

I dati saranno riportati ogni tre anni nella relazione asseverata dall'agronomo.

E.2) Monitoraggio del microclima

All'impianto agrivoltaico sarà associato un articolato impianto di monitoraggio tanto dei parametri meteorologici che quelli chimico-fisici a partire dalla fase ante-operam; l'applicazione delle tecnologie dell'agricoltura di precisione prevede il monitoraggio di alcuni parametri agronomici con sonde collegate ad un sistema di gestione capace di offrire ausilio nelle fasi decisionali delle attività di mettere in essere per il miglioramento dei risultati della coltivazione e della riduzione degli impatti.

Si procederà inoltre ad applicare e sperimentare le applicazioni isobus dell'agricoltura di precisione, ed in particolare i sistemi di guida parallela, per rendere più produttiva e più compatibile l'integrazione di queste due attività imprenditoriali.

I risultati monitorati saranno resi pubblici e disponibili ad istituti scientifici ed Enti di controllo oltre ad essere utilizzati per ottimizzare le coltivazioni e le loro metodiche.

In particolare, saranno differenti centraline che consentiranno di monitorare una serie di elementi caratterizzanti quali:

Centraline per il monitoraggio dei dati meteo per la misura di:

- vento;
- umidità;
- piovosità;
- centraline per il monitoraggio dei parametri agronomici quali:
- bagnatura delle foglie;
- radiazione solare;
- sensori di umidità del suolo;
- sensori per la valutazione della vigoria delle piante.

Alla rilevazione dei dati in campo si assocerà il monitoraggio dei dati chimico-fisici con il rilievo in campo ante operam e ogni tre anni in fase di esercizio.

Alla luce di quanto sopraesposto, è possibile affermare che l'impianto in oggetto rispetta i requisiti A, B, C, D ed E previsti dalla CEI PAS 82-93 (*Linee Guida in Materia di Impianti Agrivoltaici*) pertanto l'intervento proposto può definirsi un **impianto agrivoltaico avanzato**.

Lanusei, li 08 Ottobre 2023

IL TECNICO
Dr. Agr. Paolo Messina



BIBLIOGRAFIA

- Linee guida per l'applicazione dell'agro-fotovoltaico in Italia: Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici (Giugno 2022);
- La Carta Bioclimatica della Sardegna;
- Manuale di agricoltura Hoepli 2° edizione;
- Manuale di stima e gestione dei beni rustici ed urbani –Gualberto Porciani- Ottava edizione aggiornata;
- Coltivazioni erbacee – Foraggiere e tappeti erbosi Patron editore- Autori Remigio Badoni, e Luigi Giardini;
- Agronomia Generale Ambientale e Generale Autore Luigi Giardini Patron edizioni;
- Tabella Regionale delle Produzioni Standard;
- ISMEA: Metodologia per il monitoraggio dei costi di produzione delle produzioni agricole
- LADERO M., BIONDI E., MOSSA L. Y AMOR A., 1992 - Los pastizales mediterraneos presididos por Trifolium subterraneum L. en la isla de Cerdena (Italia). Doc. Phytosoc., 14: 45-63.
- CALCOLO CONSUMO TABELLARE COMBUSTIBILI COLTURE: PRATO PASCOLO PERMANENTE E COLTURE OFFICINALI AROMATICHE Tabella 8 Allegato-A-DGR-1793-del-27-12-2022-tabelle-ettaro-coltura-2023

SITOGRAFIA

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

<https://www.sardegnaforeste.it/flora/selvatica>

ISMEA: elaborazioni su dati INEA: incidenza % dei costi specifici sulla produzione per alcune piante industriali da campo (2010) - fonte: elaborazione su dati INEA.

ISMEA: valore della produzione e dei costi specifici per alcune piante industriali da pieno campo (2010) alcuni costi specifici – fonte: elaborazione su dati INEA.

PREZZI OGINIE ISMEA: <https://www.ismeamercati.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/5390>