

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO ECOVOLTAICO

DELLA POTENZA PARI A 144.21 MWp

Comune di Sassari (SS)

Loc. "Giuanne Abbas" e "Elighe longu"

Valutazione di Impatto Ambientale

(D.lgs 152/2006 e s.m.i.)

Oggetto:

5.06 - AMB - Relazione Pedo-Agro-Climatica

Proponente:



SIGMA ARIETE S.R.L.

Via Mercato n.3, MILANO (MI), 20121

P.I. 11467070964

REA MI - 2604780

PEC sigmaariete@legalmail.it

Progetto sviluppato da Regener8 Power per Canadian Solar



<https://regener8power.com/>

The Surrey Technology Centre,
The Surrey Research Park, Guildford, Surrey, England, GU2
7YG

Progettista:



Rev. N.	Data	Descrizione modifiche	Redatto da	Rivisto da	Approvato da
00	15/03/23	Prima emissione Integrazione richieste MITE	F.SAMMICHELI A. TOCCACELI	M.ALTEMURA	A. SATTÀ
Fase progetto: Definitivo			Formato elaborato: A4		

Nome File: **5.06-AMB-Relazione Pedo-Agro-Climatica.docx**

Sommario

1. Premessa.....	4
2. Localizzazione dell'area di studio	5
3. Morfologia e litologia	7
4. Il clima.....	8
5. I suoli.....	15
5.1 – Studi pregressi	15
5.2 – Il rilevamento dei suoli di dettaglio dell'area di studio	17
5.3 - La carta dei suoli e le Unità Cartografiche	21
UNITÀ CARTOGRAFICA 1 – Pianalto calcareo	24
UNITÀ CARTOGRAFICA 2 – Aree rilevate del pianalto calcareo, erose.....	35
UNITÀ CARTOGRAFICA 3 – Aree rilevate e ondulate su substrato vulcanico	44
UNITÀ CARTOGRAFICA 4 – Aree ondulate del pianalto calcareo.....	49
UNITÀ CARTOGRAFICA 5 – Depressione eluvio-colluviale	56
6. Il contenuto idrico dei suoli.....	61
7. Le potenzialità d'uso dei suoli per singole colture	67
7.1 - Attitudine dei suoli alla coltivazione delle orticole (patata, cipolla, indivia).....	69
7.2 - Attitudine dei suoli alla coltivazione della Canapa da fibra	75
7.3 Attitudine dei suoli alla coltivazione della Lavanda o lavandino officinale	78
7.4 - Potenzialità d'uso dei suoli alla coltivazione del Grano monococco sardo.....	81
7.5 - Attitudine dei suoli al prato polifita	84
7.6 - Attitudine dei suoli alla coltivazione dell'olivo	88
7.7 - Attitudine dei suoli alla coltivazione di alcune varietà di pomacee della Sardegna	91
8. Il fabbisogno idrico delle principali colture	94
8.1 - Concetti generali	95
8.2 – I fabbisogni idrici delle colture di progetto	97
8.3 – Patata	97
8.4 – Cipolla e orticole quarta gamma	98
8.5 – Canapa da fibra.....	99
8.6 – Lavanda officinale	100
8.7 – Grano monococco sardo	101
8.8 – Olivo	102
8.9 – Pomacee autoctone.....	103
9.0 – Prato polifita poliennale.....	104
9. Monitoraggio della fertilità del suolo.....	105

9.1	- Indicatori della fertilità del suolo.....	105
9.2	- Monitoraggio della fertilità del suolo nella situazione attuale	108
9.3	- Monitoraggio della fertilità del suolo in fase di post realizzazione	108
10.	Monitoraggio del risparmio idrico	108
11.	Bibliografia.....	112

1. Premessa

Scopo di questo report è lo studio della potenzialità d'uso dei suoli (Land Suitability) per alcune colture arboree ed erbacee, del bilancio idrologico dei suoli e dei fabbisogni idrici delle colture in un'area di progetto per un Impianto Ecovoltaico localizzato nella porzione nord est della Sardegna, realizzata tra l'ottobre 2022 e il gennaio 2023.

Al fine di ottenere dati di dettaglio relativi alla reale distribuzione spaziale dei suoli e ai loro caratteri chimico-fisici qualitativi e quantitativi, necessari ai fini delle elaborazioni di potenzialità d'uso e dei fabbisogni idrici delle colture di progetto, è stata realizzata una cartografia dei suoli di dettaglio, in scala 1: 5.000, mediante un rilevamento dei suoli realizzato nel mese di febbraio 2023.

Le finalità della cartografia della distribuzione delle diverse tipologie di suolo e delle successive valutazioni attitudinali per le singole colture sono quelle di fornire strumenti per permettere scelte decisionali agli imprenditori fornendo dati sui suoli e sulla loro fertilità per un uso sostenibile del territorio e finalizzato alla ottimizzazione degli input necessari al processo produttivo, anche in relazione ai cambiamenti climatici in atto.

Queste finalità nascono dalla consapevolezza che negli ultimi anni stanno verificandosi cambiamenti non solo climatici, ma anche ambientali e del sistema agricolo: dove assistiamo sia ad un progressivo intensificarsi dei processi di degradazione del suolo (erosione, compattamento, impermeabilizzazione, consumo di suolo, perdita di sostanza organica e di struttura, salinizzazione, desertificazione, ecc.) dovuti spesso ad una non corretta gestione del territorio, che ad un radicale cambiamento del modo di fare agricoltura. L'agricoltura tradizionale e intensiva sta lasciando il posto ad un'agricoltura multifunzionale il cui scopo primario non è solamente la quantità, ma soprattutto la qualità dei prodotti in un contesto non solo di protezione dell'ambiente, ma di valorizzazione dell'ambiente per divenire una "agricoltura che produce paesaggio".

Il suolo rappresenta quindi l'elemento essenziale sia per la protezione dell'ambiente sia per consentire meglio la multifunzionalità dell'agricoltura, attraverso la pianificazione di un corretto uso del suolo stesso.

La metodologia di valutazione che verrà seguita prevede un approccio metodologico di tipo olistico. Un approccio di tipo tradizionale che prevedrebbe la sovrapposizione di diversi strati informativi con un processo di tipo verticale, ottenendo poligoni indicanti le aree idonee per semplice sovrapposizione informazioni diverse non fornirebbe indicazioni idonee al tipo di progetto. Al contrario, il metodo olistico permette, attraverso la correlazione integrata e multidisciplinare di dati rilevati o derivati relativi al clima, alla morfologia, all'uso del suolo, alle tipologie di suolo, alla fertilità, alle disponibilità irrigue, alla vulnerabilità, alle colture presenti o a quelle oggetto di studio la corretta valutazione del territorio. Il vantaggio indubbio dell'utilizzo di questo metodo è che permette di ottenere, per un determinato territorio, dei modelli interpretativi e simulare scenari di riconversione delle aree agricole o incolte, che tengano conto delle risorse disponibili in stretta relazione alla sostenibilità dell'ambiente, in un quadro di conoscenze integrate.

In particolare, il metodo di valutazione dei suoli applicato per l'area di Juanne Abbas è un sistema di classificazione che valuta l'uso ottimale in rapporto alle risorse disponibili ed alle eventuali limitazioni d'uso.

Secondo la FAO il termine valutazione dei suoli viene definito come "land evaluation", intendendo il processo attraverso il quale si valutano le prestazioni e le qualità di un tratto di territorio utilizzato per fini specifici, o le potenzialità della stessa per usi diversi (FAO, 1985).

Le finalità della valutazione dei suoli possono essere le più diverse, prevalentemente, ma non solo, finalizzate all'uso agricolo.

2. Localizzazione dell'area di studio

L'area di studio è localizzata nella porzione nord-ovest della Sardegna, nel Comune di Sassari, in loc. Joanne Abbas, circa 17 Km in direzione ovest dal centro abitato di Sassari.

L'area di studio ha una estensione complessiva di 309.74 ha, geograficamente localizzata nella regione geografica della Nurra, su di una superficie di basso pianalto a morfologia generalmente pianeggiante, interrotta da modesti rilievi collinari isolati.

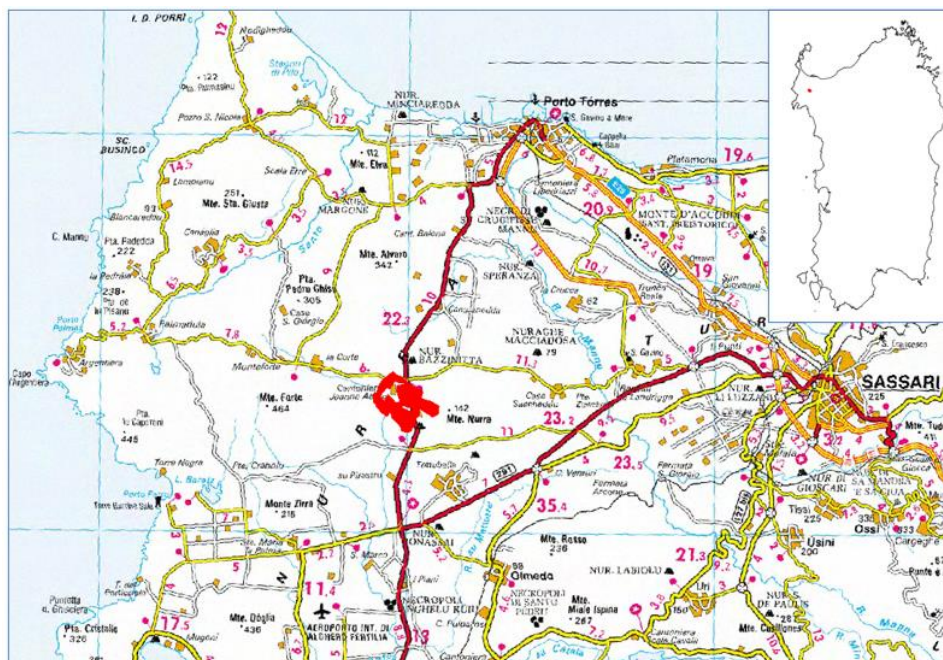


Fig. 1 – Localizzazione dell'area di studio (in rosso)

L'area si estende a quote comprese tra i 45 ed i 75 m di altezza sul livello del mare, la morfologia generale è quella di una superficie pianeggiante, a tratti lievemente ondulata, con modeste aree rilevate ed erose e una superficie eluvio colluviale debolmente depressa al margine sud.

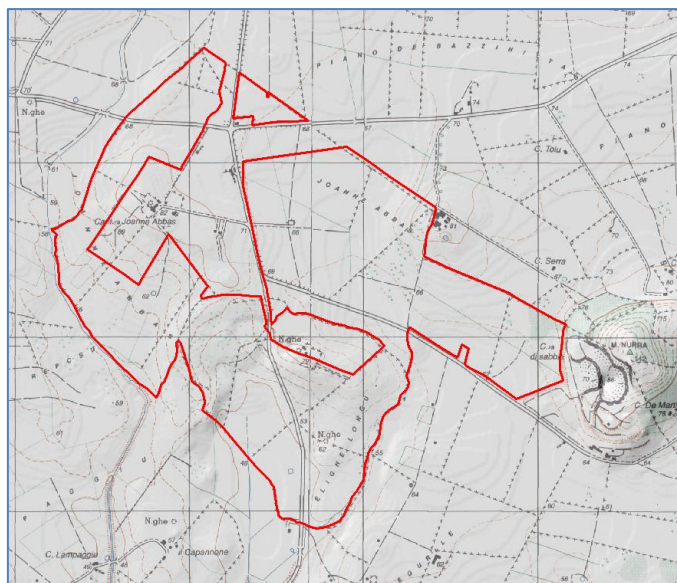


Fig. 2 – Estensione dell'area di studio su cartografia IGM 1:25.000

Catastalmente l'area di studio risulta suddivisa in 24 particelle, come riportato nella tabella seguente.

Comune	Foglio	Particella	Area_ha
Sassari	78	184	39.73
Sassari	78	12	6.02
Sassari	77	67	2.28
Sassari	77	138	8.12
Sassari	77	23	11.29
Sassari	77	140	4.96
Sassari	77	29	3.10
Sassari	77	6	31.84
Sassari	77	11	11.17
Sassari	91	2	20.58
Sassari	91	5	15.40
Sassari	91	66	8.69
Sassari	91	7	13.59
Sassari	91	64	8.32
Sassari	91	6	19.61
Sassari	91	29	6.60
Sassari	79	10	14.77
Sassari	78	13	16.16
Sassari	91	52	0.90
Sassari	91	1	3.55
Sassari	78	185	18.04
Sassari	79	99	14.96
Sassari	79	43	7.18
Sassari	77	14	1.84

Tab. 1 – Particelle catastali interessate dal rilevamento e valutazione attitudinale

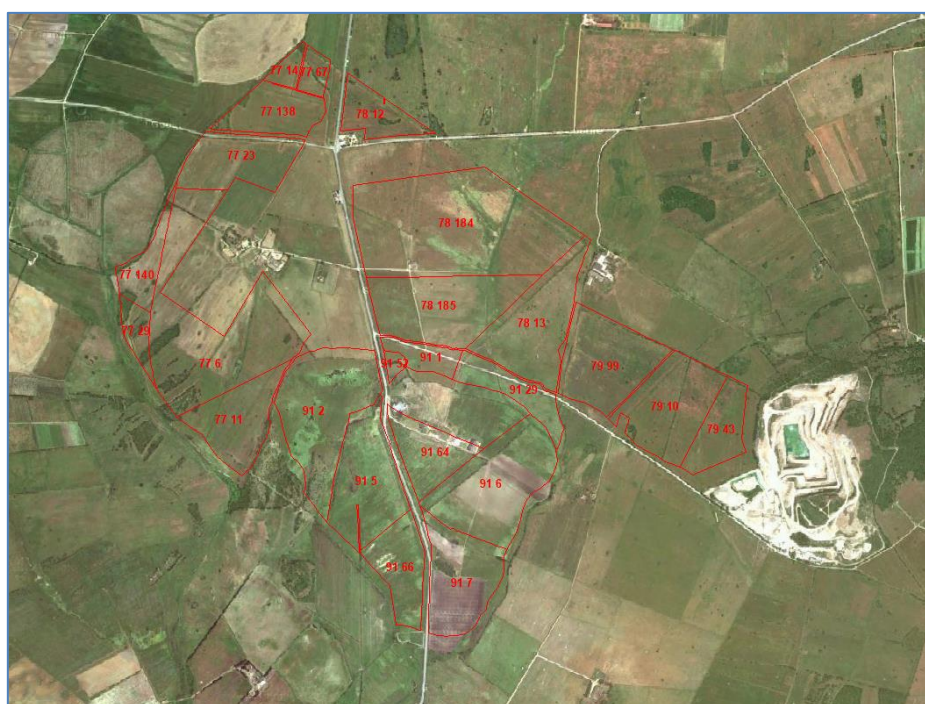


Fig. 3 - Distribuzione delle particelle catastali nell'area di studio su immagine aerea anno 2019

L'utilizzo attuale del suolo è essenzialmente il prato pascolo naturale, ad eccezione di una piccola area marginale, al limite sud, solitamente utilizzata per colture cerealicole primaverili-estive.

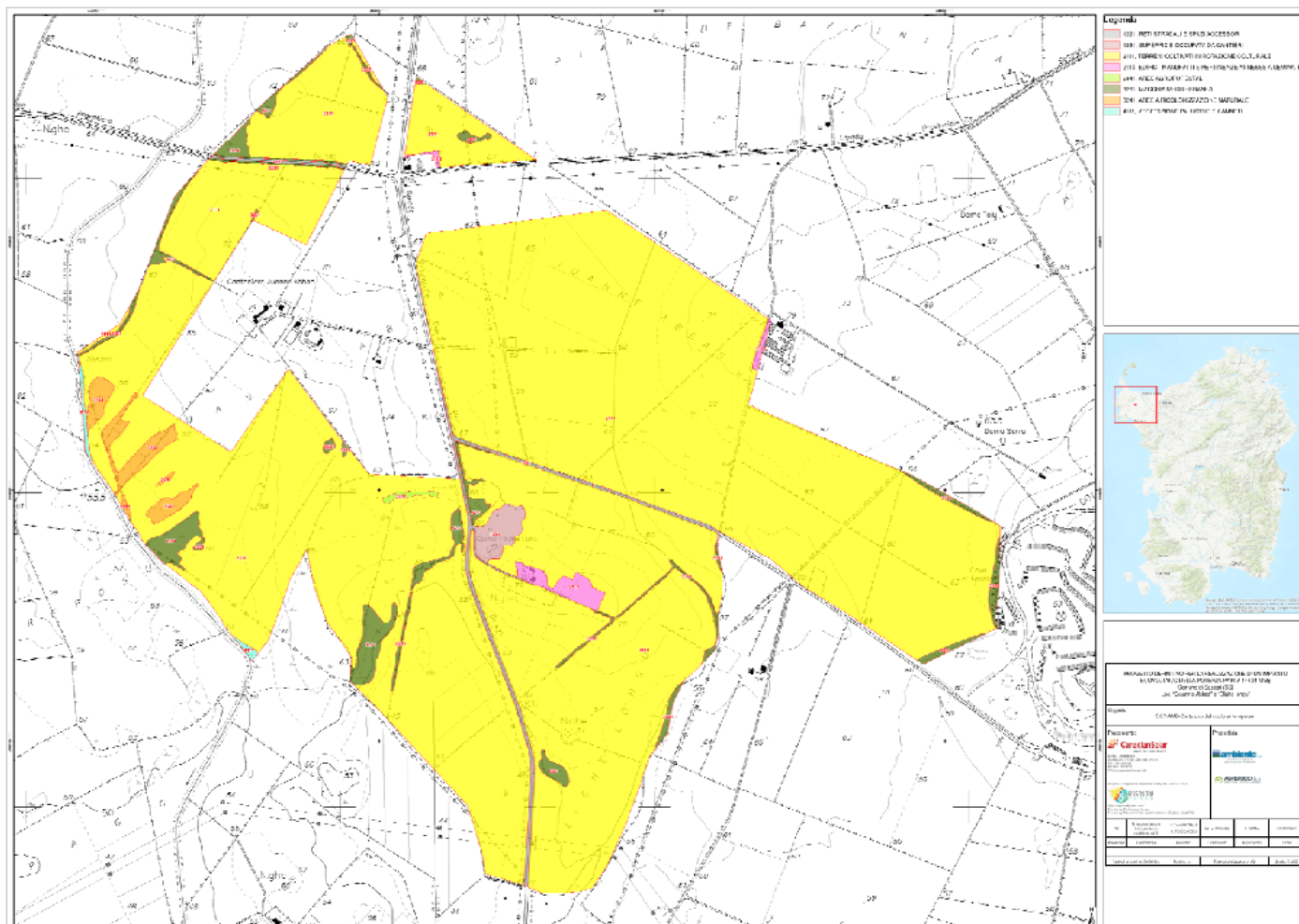


Fig. 4 – Carta dell'uso del suolo attuale

3. Morfologia e litologia

La morfologia generale è quella di un basso pianalto subpianeggiante, a substrato carbonatico consolidato, poco rilevato rispetto alla pianura alluvionale, cui si raccorda ad ovest in maniera molto sfumata. Il pianalto è interrotto da superfici debolmente rilevate, tondeggianti e di aspetto eroso.

Nella porzione meridionale dell'area di studio è presente una superficie debolmente rilevata ed ondulata a substrato di origine vulcanica, fortemente erosa, talvolta con roccia affiorante, mentre a sud-est si rileva un ampio avvallamento allungato colmato da depositi eluvio-colluviali.

I substrati dell'area di studio, desunti dalla cartografia geologica e litologica disponibile sul geoportale della Regione Sardegna, riportano la presenza prevalente di substrati carbonatici, con depositi eluvio colluviali nelle depressioni poste al margine sud ed un affioramento di substrati di origine ignea presente nella porzione centro meridionale dell'area, su di una superficie debolmente rilevata rispetto a quella del pianalto calcareo.

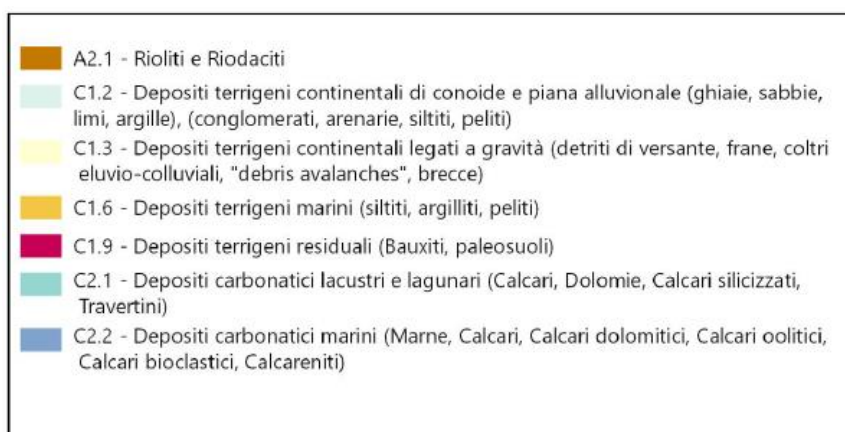
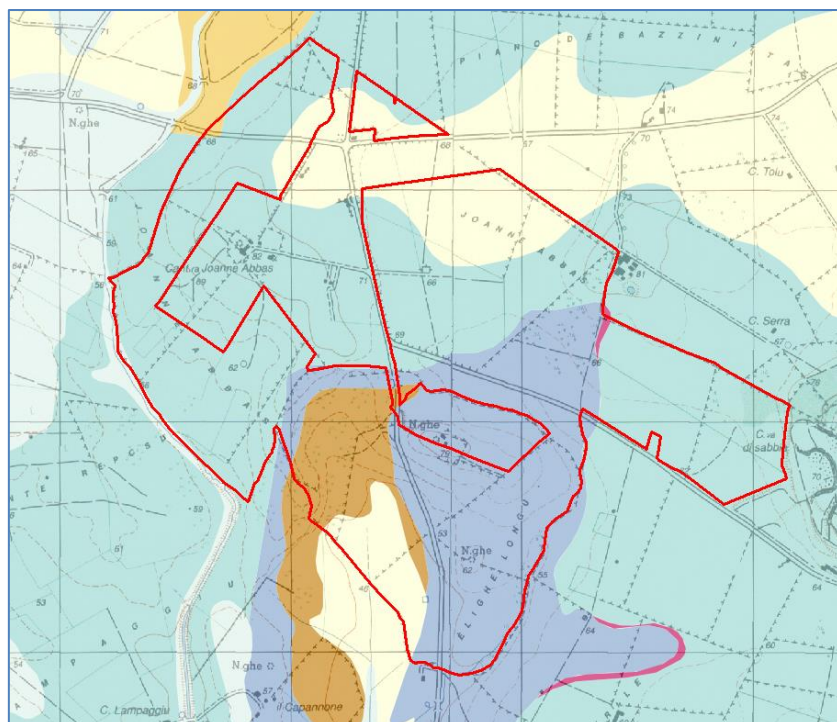


Fig. 5 – Carta geo litologica dell'area di studio

4. Il clima

Le condizioni climatiche e le risorse idriche di un'area sono due fattori strettamente legati tra loro da relazioni misurabili e stimabili sulla base di dati termopluviometrici disponibili.

Infatti utilizzando semplici parametri climatici come le precipitazioni, la temperatura e l'evapotraspirazione si possono determinare sia le quantità di afflussi che entrano nel sistema sia la quantità di acqua che viene perduta dal sistema stesso sotto forma di percolazione ed evapotraspirazione.

Se poi prendiamo in considerazione anche la capacità di immagazzinamento dell'acqua nel suolo, diviene possibile calcolare il regime idrico di un'area.

Per quanto riguarda l'area di studio, oggetto della presente relazione, con i dati a disposizione e applicando un sistema di classificazione climatica (C. W. Thornthwaite, 1957) già ampiamente sperimentato è stato possibile stabilire e calcolare i diversi parametri climatici e definire sia il regime idrico dei suoli rilevati, con riferimento sia alla loro sezione di controllo, che al tipo climatico della zona.

Per l'elaborazione delle principali caratteristiche climatiche dell'area di studio, sono stati utilizzati i dati di precipitazione e di temperatura della stazione meteorologica di Bancali, posizionata nel punto di coordinate UTM32T WGS84 454414E 4509814N a circa 9 Km in direzione est rispetto all'area di studio e ad una quota di 74 m slm.

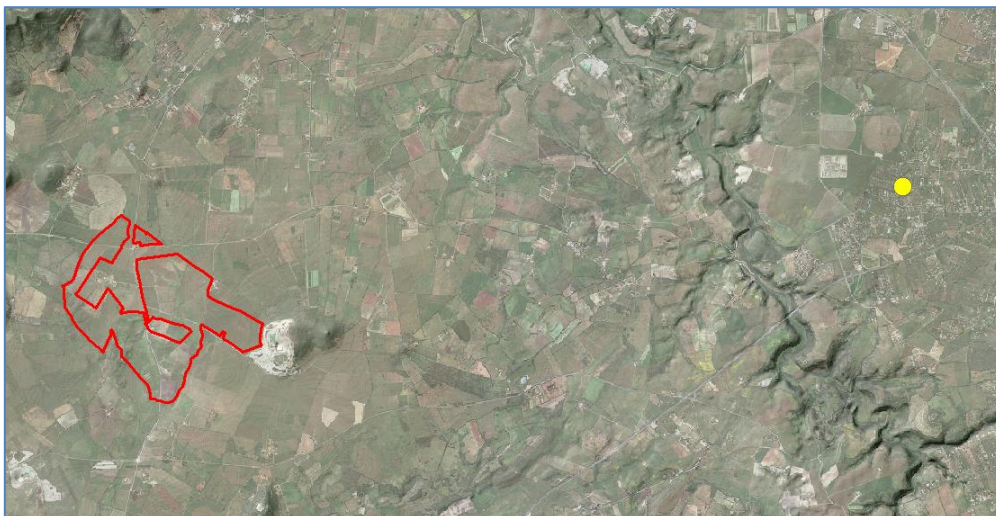


Fig. 6 – Posizione della stazione meteorologica di Incile (cerchio giallo), utilizzata per le elaborazioni climatiche, rispetto all'area di studio, in rosso

I dati utilizzati, si riferiscono alla media dei valori misurati nel periodo 1981-2010 dal Dipartimento Meteorologico ARPAS. Tali dati forniscono un andamento storico abbastanza rappresentativo del clima attuale dell'area, soprattutto in relazione ai recenti cambiamenti climatici, in modo che tali informazioni possano servire per mettere in atto le azioni necessarie a ottimizzare la produzione sulla base del clima dell'area.

Si è fatto ricorso inoltre ai dati elaborati dallo stesso servizio ARPAS e riportati nella carta Bioclimatica della Sardegna, che forniscono alcuni indici utili a valutare sia i cambiamenti climatici in atto che i caratteri del bioclima.

Sulla base dei dati di precipitazione P e di temperatura T , riportati in Tab. 1, utilizzando il modello proposto da Thornthwaite, è stato effettuato il calcolo dell'evapotraspirazione potenziale PE e reale AE .

L'evaporazione, che è la causa determinante dell'aridità di un clima, rappresenta l'acqua che viene ceduta all'atmosfera dalla superficie del suolo e dagli specchi d'acqua, oltre che attraverso l'attività metabolica delle piante (traspirazione). L'insieme di questi due processi viene definito evapotraspirazione, che rappresenta quindi la quantità di acqua totale che viene restituita all'atmosfera.

L'evapotraspirazione reale (AE) rappresenta la quantità di acqua che effettivamente evapora dal suolo e che traspira dalle piante, mentre l'evapotraspirazione potenziale (PE) è invece la quantità di acqua che evaporerebbe se le riserve idriche del suolo fossero costantemente rinnovate. L'evapotraspirazione reale è quindi sempre inferiore a quella potenziale quando le piante non hanno a disposizione tutta l'acqua che sarebbero in grado di traspirare. Il valore di PE è quindi un indice rappresentativo del fabbisogno idrico della vegetazione.

Applicando il modello messo a punto da Thornthwaite e Mather è possibile calcolare l'evapotraspirazione potenziale e il bilancio idrico di qualsiasi località della quale si conoscano i valori medi di temperatura, della piovosità e del valore dell'acqua disponibile del suolo (AWC).

L'AWC (Available Water Capacity) rappresenta la quantità di acqua, in mm, che il suolo è in grado di trattenere e che è utilizzabile dalle piante. E' un valore che è funzione di alcuni parametri del suolo quali la tessitura ed il tenore di sostanza organica. Per l'area oggetto dell'indagine è stato adottato un valore medio teorico di 150 mm in considerazione dei valori tessiturali dei suoli prevalenti nella zona e del loro contenuto medio in sostanza organica.

Nella tabella 1, oltre ai valori di temperatura (T), di precipitazione (P), di evapotraspirazione reale (AE) e potenziale (PE), sono stati riportati anche i valori del Deficit Idrico (D) e del Surplus Idrico (S). Il valore del deficit (D) è dato dalla differenza tra PE ed AE e fornisce un valore utile a stimare la quantità di acqua necessaria a bilanciare le perdite dovute alla evapotraspirazione potenziale ed è una misura dell'intensità e della durata dell'aridità. Il valore del Surplus (S), tiene conto invece dell'eccesso di precipitazioni rispetto alla evapotraspirazione potenziale, ed indica la quantità di acqua che, una volta saturata la riserva idrica del suolo, va ad alimentare le falde freatiche ed il deflusso superficiale.

Alcune semplici relazioni permettono inoltre di ottenere l'indice di aridità e l'indice di umidità dell'area.

Stazione: BANCALI Coordinate UTM32: 454414 E e 4509814 N - Altitudine: 74 m slm

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
Tmean °C	9.6	10.0	12.1	13.7	17.9	21.9	24.6	25.3	21.2	18.4	14.0	10.9	16.6
Tmin °C	5.1	5.4	7.0	8.4	11.8	15.1	17.4	18.2	15.4	13.1	9.4	6.8	11.1
Tmax °C	14.0	14.5	17.2	19.0	24.0	28.7	31.8	32.3	27.0	23.7	18.5	14.9	22.1
P mm	47.8	43.5	43.7	54.0	39.7	18.5	5.9	13.8	42.6	83.3	93.6	81.2	567.6
PE mm	22.9	26.6	43.2	58.9	94.6	128.3	150.3	134.1	80.1	53.9	30.8	23.0	1351.3
AE mm	22.9	26.6	43.2	58.8	90.9	79.0	21.9	13.1	40.5	53.9	30.8	23.0	504.6
WVP(hPa)	9.0	8.9	9.7	11.4	13.6	16.5	19.1	19.5	17.9	14.9	11.5	9.7	13.5
Wind Km/h	10.44	12.60	10.44	10.44	9.00	9.00	9.00	7.92	7.92	7.92	9.00	10.44	9.5
Sun freq. %	41.00	44.00	55.00	62.00	68.00	77.00	86.00	81.00	74.00	61.00	43.00	37.00	60.8
Daylength hours	9:33	10:33	11:53	13:14	14:23	14:58	14:41	13:42	12:25	11:04	9:52	9:14	12:08
Sun hours	3:55	4:39	6:32	8:12	9:55	11:31	12:38	11:06	9:11	6:45	4:14	3:25	7:40
S	24.9	16.9	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29.4	62.8	58.2	192.7
D	0.0	0.0	0.0	0.1	3.7	49.3	128.4	121.0	39.6	0.0	0.0	0.0	342.1
Ground frost freq. %	6.0	6.0	4.0	4.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	3.0	14.0

Tab. 2 - Valori di temperatura (T), precipitazioni (P), evapotraspirazione potenziale (PE) e reale (AE), deficit idrico (D) e surplus (S), per la stazione meteorologica di Bancali, calcolati secondo il modello proposto da Thornthwaite e Mather, per un contenuto di acqua disponibile nel suolo di 150 mm.

Nella tabella sono stati inoltre riportati dati importanti, utilizzati ai fini della valutazione attitudinale alle singole colture, quali la velocità del vento, le ore di insolazione, la lunghezza delle ore di luce e il rischio di gelate (Ground Frost frequency).

Nel complesso, dai dati sopra riportati si osserva che le precipitazioni hanno un totale annuale abbastanza tipico per l'area insulare della Sardegna, con un valore medio annuale di 567.6 mm e massimi di piovosità autunnali e, meno marcati, primaverili.

Il periodo più piovoso risulta essere generalmente concentrato nei mesi autunnali con 258.1 mm totali, pari al 45.5 % delle precipitazioni totali annuali. Il mese più piovoso risulta essere novembre con 93.6 mm medi totali.

La stagione meno piovosa è invece sicuramente quella estiva, che, pur mostrando una certa distribuzione di precipitazioni, risulta avere soltanto il 11 % delle precipitazioni medie totali, dove fra l'altro si rileva il mese più secco dell'anno che risulta essere sempre luglio con 5.9 mm medi mensili.

Anche i dati di temperatura, nella loro distribuzione media mensile mostrano una certa tipicità delle aree insulari sarde, con i mesi di luglio e agosto che risultano essere sempre quelli con temperature medie mensili più alte, rispettivamente con 24.6 e 25.3 °C medi mensili.

I valori di temperatura più bassi si rilevano invece nel mese di gennaio, con valori medi comunque abbastanza elevati (9.6 °C), sempre riferendosi al periodo 1981-2010.

Il tipo di clima, secondo la classificazione di Koeppen, e del tipo Csa, cioè climi temperati con estate secca (Sommer trocken temperierte Klimate) o clima etesio; almeno un mese invernale ha come minimo il triplo delle precipitazioni del mese estivo più secco, che devono essere inferiore a 30 mm.

Inoltre, come riportato in tabella 2, è stata calcolata la formula climatica utile alla determinazione del tipo climatico secondo Thornthwaite, oltre ai valori degli indici di umidità (Ih), di aridità (Ia) e l'indice di umidità globale (Im).

Formula climatica Stazione termopluviometrica di Bancali C1 B'4 r b'4		
Indice di aridità 23.52	Indice di umidità 14.26	Indice di umidità globale -11.1

Tab. 3 - Tipo climatico secondo Thornthwaite con indici di aridità e di umidità riferiti alla Stazione di Bancali.

Con riferimento alla formula climatica riportata in tabella 2, il tipo climatico dell'area di studio, è quindi definito come segue:

- o Tipo di clima da Subumido a subarido (**C1**), con valore dell'indice di umidità globale (Im) compreso tra 0 e -33.3.
- o Varietà del clima Quarto mesotermico (**B'4**) con **PE** (evapotraspirazione potenziale) compresa tra 997 e 1440 mm annui
- o Variazioni stagionali dell'umidità con (r) con moderata eccedenza idrica in inverno avendo l'indice di umidità **Ia** compreso tra 10 e 20
- o Valore della **concentrazione estiva dell'efficienza termica (a')** inferiore al 48 %

Come si può osservare dalla tabella sopra riportata, i caratteri del clima di una certa località sono riassunti da una formula climatica, costituita da una successione di 4 lettere che indicano:

il valore di Im (tipo di clima), quello dell'efficienza termica annua, il tipo di variazione stagionale dell'umidità ed il valore della concentrazione estiva dell'efficienza termica.

L'analisi delle formule climatiche permette di osservare che secondo la classificazione di Thornthwaite il tipo di clima viene definito, cioè con valori di Ia (indice di aridità) inferiori di Ih (indice di umidità) e con piovosità media totale intorno ai 900 mm annui.

La varietà del clima, indicata dalla seconda lettera, corrisponde al Quarto mesotermico (B'1), significando una oscillazione della Evapotraspirazione potenziale totale compresa tra i 997 e 1440 mm. Tale valore, come quello della concentrazione estiva dell'efficienza termica, serve per poter collegare il clima alla vegetazione, ed esprime l'esigenza delle piante in termini di acqua necessaria per la loro crescita.

Inoltre la variazione stagionale dell'umidità, indicata dalla terza lettera, indica una moderata eccedenza idrica in inverno. Questo significa che le piante possono essere soggette a stress durante il periodo estivo, infatti nella tabella 1 si osserva infatti che **il surplus idrico** è inizia solo ad ottobre e si protrae fino a metà marzo. **Il deficit idrico** inizia invece già a metà aprile e ha una lunga durata che arriva a comprendere i primi giorni di ottobre, con un valore totale piuttosto elevato, pari a 342.1 mm ed un picco di 128.4 mm a luglio. In ottobre, con l'inizio delle piogge autunnali, si arriva a ricostituire le riserve idriche fino ad un surplus massimo poco elevato, pari a 62.8 mm nel mese di novembre.

Questi dati sono importanti in quanto permettono di ottimizzare i volumi irrigui in relazione alla distribuzione delle precipitazioni e dalle riserve idriche del suolo durante il periodo colturale.

Il valore della concentrazione estiva dell'efficienza termica, che esprime in percentuale il valore della evapotraspirazione potenziale in mm dei tre mesi estivi ed è indicato dalla quarta lettera della formula climatica, è piuttosto basso, inferiore al 48%.

Di seguito, in fig. 5, si riporta il grafico del bilancio idrologico, con l'andamento delle precipitazioni, delle temperature e della evapotraspirazione potenziale medie mensili, del Deficit e del Surplus idrico del suolo.

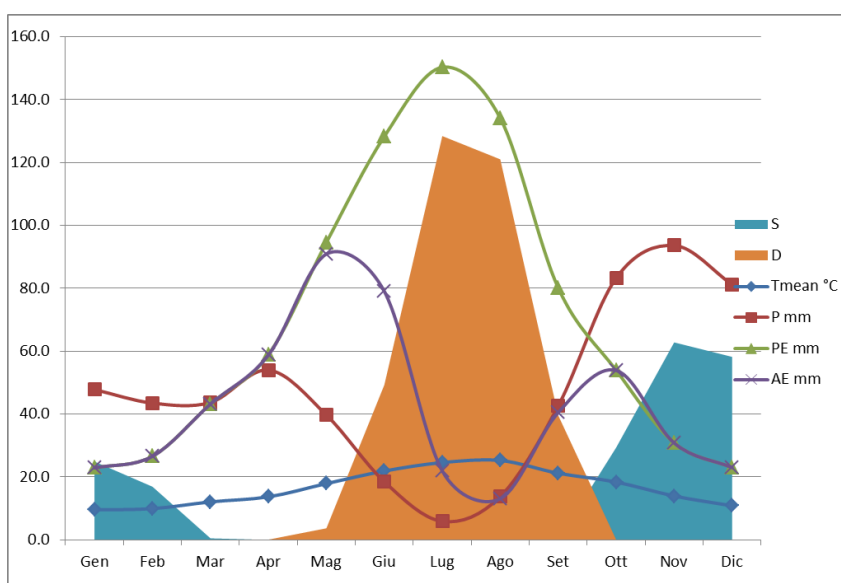


Fig. 7 – Grafico del bilancio idrologico secondo i dati della stazione di Bancali, periodo 1981-2010, con indicazione delle precipitazioni (P), Temperatura media (T), Evapotraspirazione potenziale (PE) e reale (AE) oltre ai periodi di deficit (D) e surplus idrico dei suoli (S)

A corredo delle elaborazioni relative al tipo climatico ed al bilancio idrologico teorico, si riporta la distribuzione spaziale delle precipitazioni mensili per l'anno 2021 nella zona dell'area di studio ed alcune elaborazioni di indici climatici derivati dalla carta Bioclimatica della Sardegna.

Osservando la distribuzione spaziale delle precipitazioni per l'anno 2021, si può osservare come la distribuzione delle piogge non è sostanzialmente diversa rispetto al trentennio considerato nelle elaborazioni, con valori che sono in genere nelle media ma con contributo non uniforme e forti scostamenti in positivo e negativo tra un anno e l'altro (periodo 2019-2021).

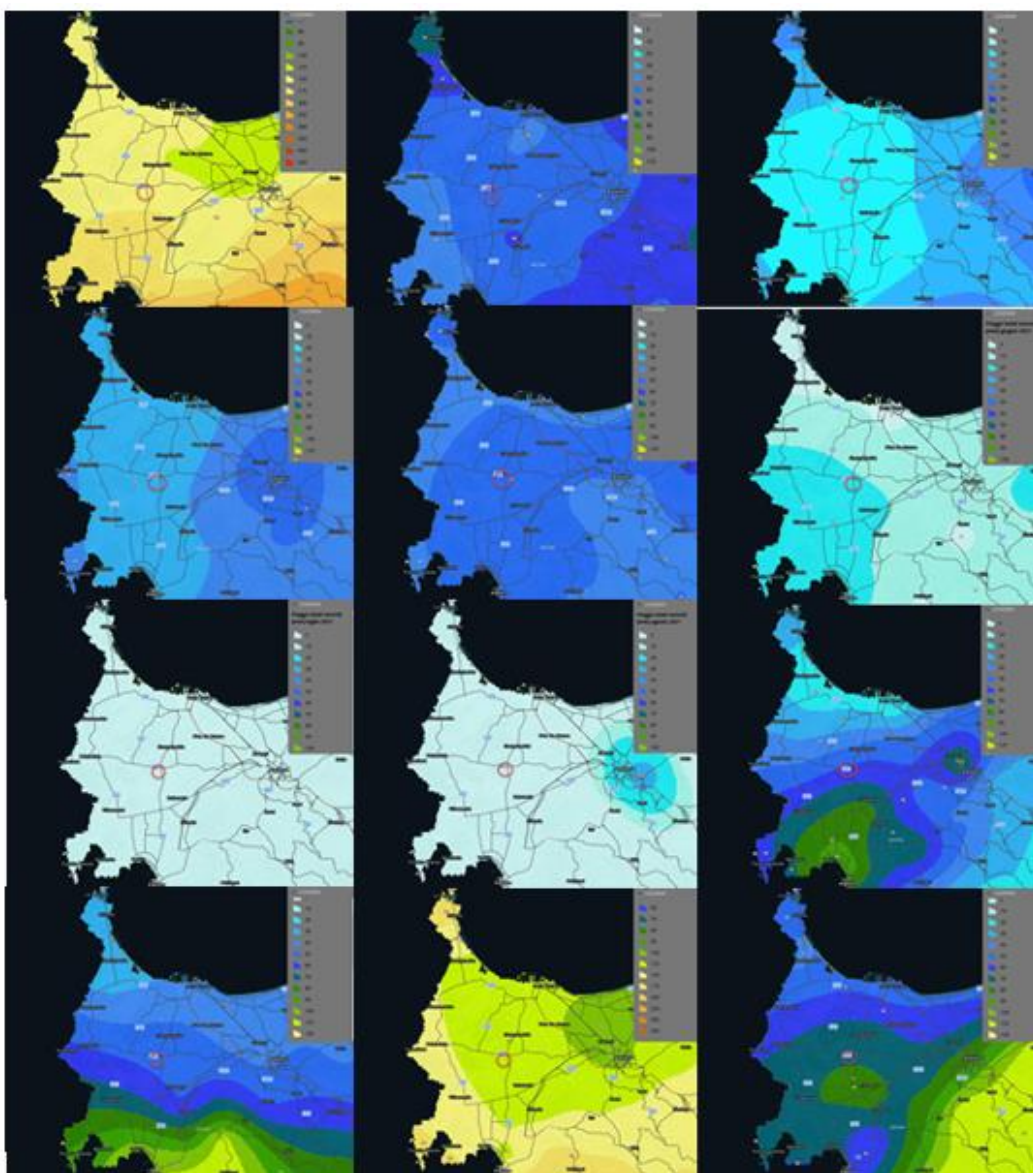


Fig. 8 – Distribuzione delle precipitazioni mensili nell'anno 2021 nella zona circostante l'area di studio (cerchio rosso)

Riguardo alla analisi bioclimatica eseguita da ARPAS, questa 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. popolazioni e delle biocenosi. E'

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).

Riguardo all'area di studio, assume una certa importanza la mappa dell'**indice ombrotermico**, che fornisce un'informazione riguardante lo stato della disponibilità idrica del territorio delle diverse aree della Sardegna e l'**indice di continentalità**, che esprime l'ampiezza con cui variano le temperature nell'arco dell'anno, dunque il grado di continentalità, ed è quindi una misura dell'escursione termica annua. I risultati relativi all'Indice di Continentalità.

L'indice ombro termico nell'area di studio è stato classificato come Secco superiore, mentre l'indice di continentalità indica l'appartenenza all'euoceanico debole.

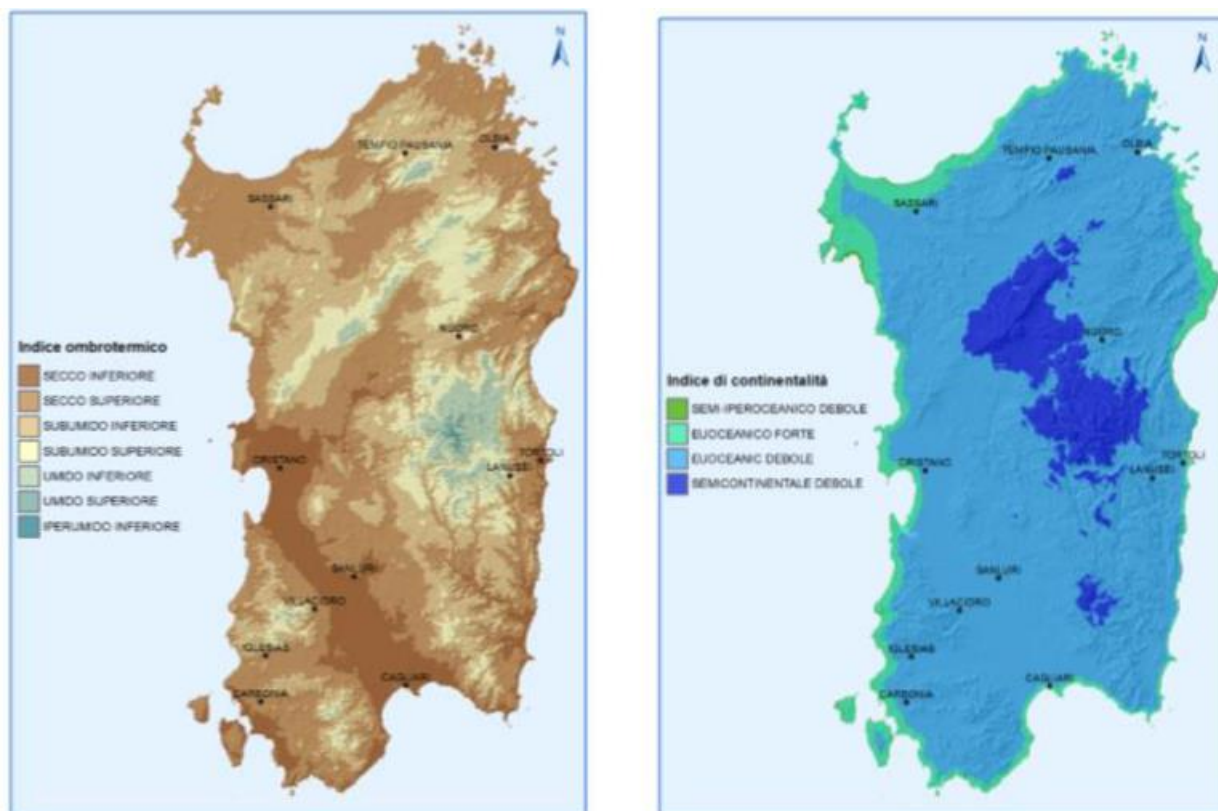


Fig. 9 – Indice ombrotermico e indice di continentalità della Sardegna

Le elaborazioni degli indici ombrotermico e di continentalità assieme agli indici dei macrobioclimi e dei piani fitoclimatici, permette di ottenere la distribuzione dei bioclimi della Sardegna.

In particolare l'area di studio è inclusa nel **Bioclima 17 – Mesomediterraneo inferiore, secco superiore, euoceanico attenuato**.

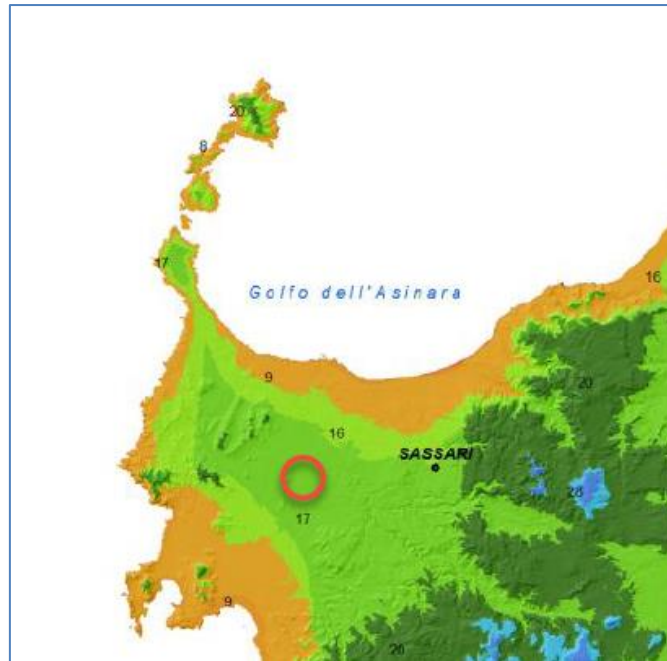


Fig. 10 – Estratto della Carta Bioclimatica della Sardegna, il cerchio rosso indica l'ubicazione dell'area di studio

5. I suoli

5.1 – Studi pregressi

L'area di studio, e più in generale tutto il territorio regionale, è stato oggetto di numerosi studi pedologici sia a scala di riconoscimento che a scala di semidettaglio. In particolare l'intero territorio regionale risulta coperto da cartografia pedologica in scala 1:250.000 realizzata dall'Università di Sassari nell'anno 1991, della Carta Geopedologica, sempre in scala 1: 250.000, realizzata dal Joint Research center di Ispra nel 2002.

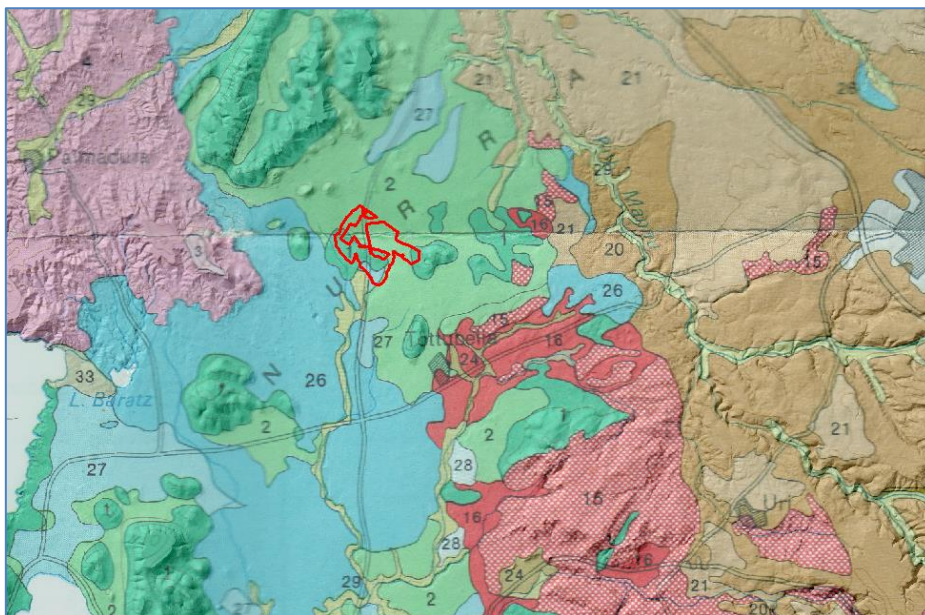


Fig. 11 – Estratto della carta dei suoli della Sardegna, alla scala 1: 250.000, anno 1991

La cartografia regionale riporta la presenza di due Unità cartografiche, classificate tassonomicamente secondo la Soil taxonomy USDA fino al livello di sottogruppo. La Unità 1

comprende Roccia affiorante e Lithic Xerorthents, mentre la Unità 2 include una associazione di Lithic e Typic Xerorthents, Lithic e Typic Xerochrepts oltre a Roccia affiorante.

Esiste anche una cartografia di semidettaglio, risalente al 1983, sempre realizzata dall'Università di Sassari e in scala 1: 25.000 che comprende l'area di Tottubella, includendo parzialmente anche l'area di studio e dove si rilevano tre tipologie di suolo, riportate nella legenda della figura 10 sottostante.

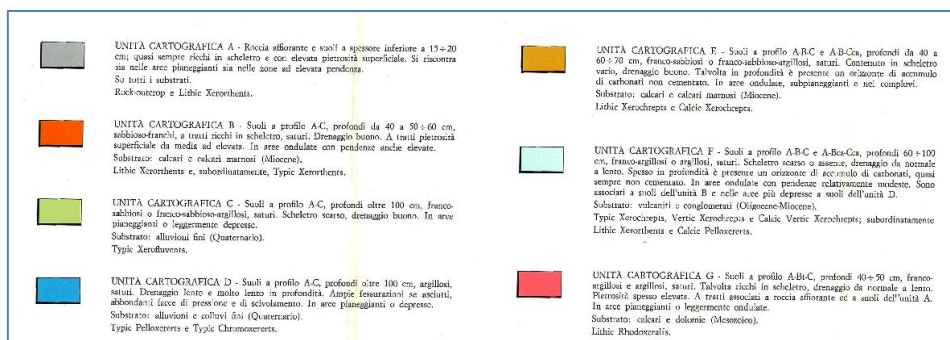
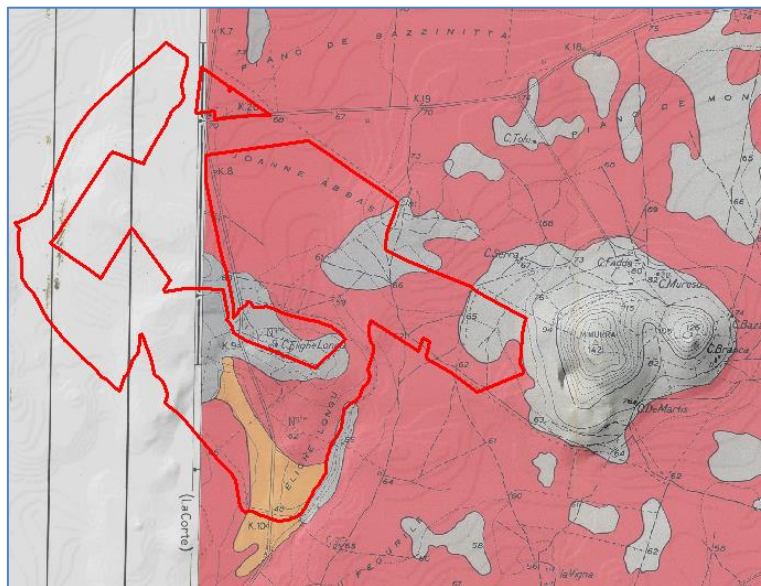


Fig. 12 – Estratto della Carta Geopedologica dell'Area di Tottubella, in scala 1: 25.000, del 1983

In tempi più recenti, 2014, è stata realizzata una Carta delle Unità di Terre in scala 1: 50.000, finanziata dall'Assessorato agli EE.LL., Finanze e Urbanistica, come supporto del Piano Paesistico Regionale degli ambiti costieri della Sardegna con l'obiettivo di realizzare uno strumento coerente, omogeneo ed efficace ai fini pianificatori e programmatori ad una scala adeguata.

Anche in questo caso la cartografia riporta la presenza di 2 principali Unità fisiografiche, tassonomicamente classificate secondo la Soil Taxonomy USDA fino al livello di sottogruppo:

Unità di terre PRL (sottounità -1, 0 e 1), Unità di terre CDL (sottounità -1, 0 e 1).

L'Unità di terre PRL include suoli classificati come Vertic Haploxerepts (sottounità -1 e 0) e Typic Humixerepts/Typic Calcixerepts (Unità 1).

L'Unità di terre CDL comprende suoli classificati come consociazione di Lithic Xerorthents, Alfic Xerarents, Lithic Haploxerepts, Typic Haploxerepts, Lithic Haploxeralfs, Typic Haploxeralfs, Calcic Haploxeralfs, Petrocalcic Haploxeralfs, Lithic Rhodoxeralfs, Typic Rhodoxeralfs (sottounità -1), consociazione di Lithic Xerorthents, Alfic Xerarents, Lithic Haploxerepts, Calcic Haploxerepts, Lithic

Haploxeralfs, Typic Haploxeralfs, Calcic Haploxeralfs, Lithic Rhodoxeralfs e Typic Rhodoxeralfs (sottounità 0) e lithic Xerorthents, Lithic Haploxerepts, Typic Haploxerepts, Lithic Haploxeralfs, Typic Haploxeralfs, Calcic Haploxeralfs, Lithic Rhodoxeralfs e Typic Rhodoxeralfs (sottounità 1)

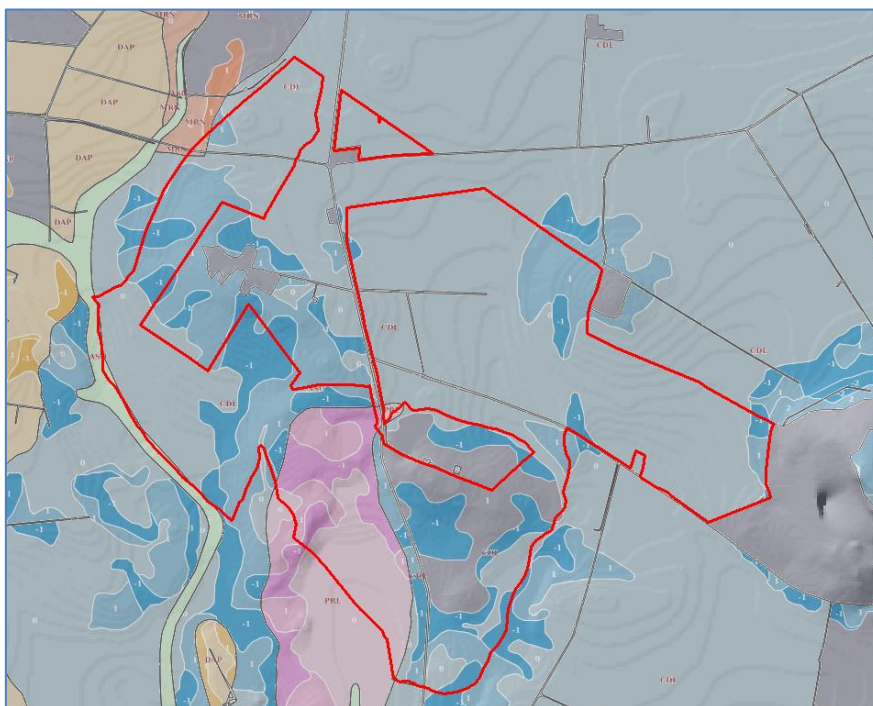


Fig. 13 – Estratto della carta delle Unità di Terre in scala 1:150.000, 2014

E' quindi comprensibile come le cartografie finora realizzate, a scale comprese tra 1: 2500.000 e 1: 25.000 non forniscano né il dettaglio necessario alla comprensione della reale distribuzione dei suoli all'interno dell'area di studio, né informazioni sufficientemente dettagliate per poter effettuare elaborazioni attitudinali ai fini della valutazione attitudinale e del fabbisogno idrico per singole colture. Le informazioni di dettaglio sulla distribuzione e sui caratteri fisico-chimici dei suoli sono imprescindibili e assolutamente necessarie ai fini delle successive fasi progettuali, come è stato dimostrato nel rilevamento di dettaglio eseguito.

Si è proceduto quindi ad un rilevamento dei suoli ex-novo, secondo le modalità e le metodologie che verranno di seguito dettagliate.

5.2 – Il rilevamento dei suoli di dettaglio dell'area di studio

Il suolo è un sistema complesso, definito come un insieme di corpi naturali sulla superficie della terra, modificati in posto o talvolta anche costruiti dall'uomo, contenenti materia vivente e capaci di sostenere gli organismi vegetali come le piante (Soil Survey Division Staff, 1993).

Il suo limite superiore è costituito dall'aria o da sottili livelli di acqua ed il suo limite inferiore è costituito dal non-suolo, la cui definizione è spesso molto difficile. Il suolo include gli orizzonti vicini alla superficie che differiscono dalla roccia sottostante come risultato della interazione, attraverso il tempo, del clima, degli organismi viventi, del substrato (materiale parentale) e della morfologia.

La definizione di "corpo naturale" include tutte le parti del suolo geneticamente correlate tra loro. Un orizzonte indurito, ad esempio, non è idoneo a sostenere una vegetazione, ma è comunque geneticamente correlato al suolo di cui fa parte. Come un deposito alluvionale recente si definisce suolo se è capace di ospitare un qualche tipo di vegetazione.

Ai fini della valutazione, si è proceduto ad un rilevamento di dettaglio, alla scala 1:15.000, della distribuzione dei suoli presenti utilizzando metodologie interpretative, analitiche e di rilevamento che verranno di seguito dettagliate. L'elaborazione della cartografia della distribuzione dei suoli su base GIS, unitamente all'utilizzo di database relazionali per la valutazione dei caratteri qualitativi e quantitativi climatici, stazionali e pedologici, hanno permesso di esprimere una valutazione della potenzialità dei suoli all'uso irriguo e per le singole colture sulla base di una ampia gamma caratteri ambientali estrinseci ed intrinseci (suoli, fertilità clima, morfologia ecc.), attribuendo loro opportuni valori di rating già ampiamente sperimentati nel settore della valutazione dell'attitudine dei suoli. Queste elaborazioni forniscono indicazioni fondamentali soprattutto per la scelta sia del sistema irriguo ottimale sulla base dei bisogni irrigui delle piante coltivate, ma anche e soprattutto della coltura più idonea a quella tipologia di suolo, suggerendo pratiche agronomiche ed irrigue sostenibili anche in ordine ai cambiamenti climatici.

Per la realizzazione della cartografia dei suoli in scala 1:15.000 sono state seguite le indicazioni contenute nelle norme internazionali dell'USDA (United States Dept. Od Agriculture) e della FAO (Food and Agriculture Organization).

Tali norme prevedono la suddivisione del rilevamento e delle sue successive elaborazioni in quattro fasi principali:

- a. Il lavoro di ufficio preliminare: interpretazione preliminare e preparazione del rilevamento
- b. Il lavoro di campagna: esecuzione dei rilievi sul terreno
- c. Il lavoro di ufficio di sintesi: elaborazione ed interpretazione dei dati ai fini attitudinali
- d. Il lavoro di ufficio finale: realizzazione della legenda e delle carte

Per la prima fase, quella preparatoria, sono state effettuate ricerche per verificare l'eventuale esistenza di precedenti documenti che consentissero un primo inquadramento delle principali tematiche fisico-ambientali e riportati in bibliografia. In particolare, sono stati reperiti dati relativi alla cartografia pedologica a scale diverse, ma con dettaglio insufficiente per gli scopi del presente lavoro di valutazione.

Quindi, utilizzando la fotointerpretazione su immagini aeree e satellitari RGB in falso colore dell'anno 2019 e 2021, è stata realizzata una Carta preliminare delle Unità di Paesaggio in scala 1: 5.000 che è servita come base per impostare le fasi di rilevamento in campagna.

La carta preliminare delle Unità di Paesaggio ha consentito la suddivisione del territorio in aree omogenee. Tale suddivisione, basata su caratteri fisiografici, morfologici, di uso del suolo e di litologia superficiale, ha individuato una serie di superfici delimitate dove presumibilmente è possibile ritrovare le stesse tipologie di suolo.

Sulla base del lavoro sopra esposto, si è proceduto a formulare delle ipotesi sulla distribuzione dei suoli nell'area da rilevare, e di conseguenza ad impostare la fase di rilevamento in campagna per verificare la coerenza delle ipotesi con la reale distribuzione dei suoli.

Il lavoro in campagna, realizzato nel mese di Febbraio 2023, ha previsto una serie di indagini di campo al fine di verificare la corrispondenza tra paesaggi fisici individuati mediante fotointerpretazione e distribuzione dei suoli mediante e l'apertura di sezioni (profili) di suolo per individuare i pedon rappresentativi delle unità di paesaggio e per avere una distribuzione omogenea sul territorio delle osservazioni.

Sono stati realizzati un numero totale di 12 profili, omogeneamente distribuiti nell'area di studio, interamente campionati fino alla profondità di 120 cm o fino al substrato consolidato. A questo è stato aggiunto un ulteriore dato di tipo profilo ottenuto da rilevamenti preesistenti (Nurra P79)

I profili, tutti di nuova realizzazione, sono stati scavati e descritti fino alla profondità del substrato inalterato (roccia o strati cementati) o della falda e comunque fino alla profondità massima di 120 cm dal piano di campagna, salvo la presenza della falda superficiale, e hanno coperto tutte le unità di Unità di Paesaggio presenti nell'area.

Per ogni profilo sono state eseguite tre fotografie (in formato digitale) e tre/quattro del paesaggio ad essi associati.

Il campionamento degli orizzonti ha compreso sempre la totalità degli orizzonti principali individuati durante la descrizione, substrati compresi.

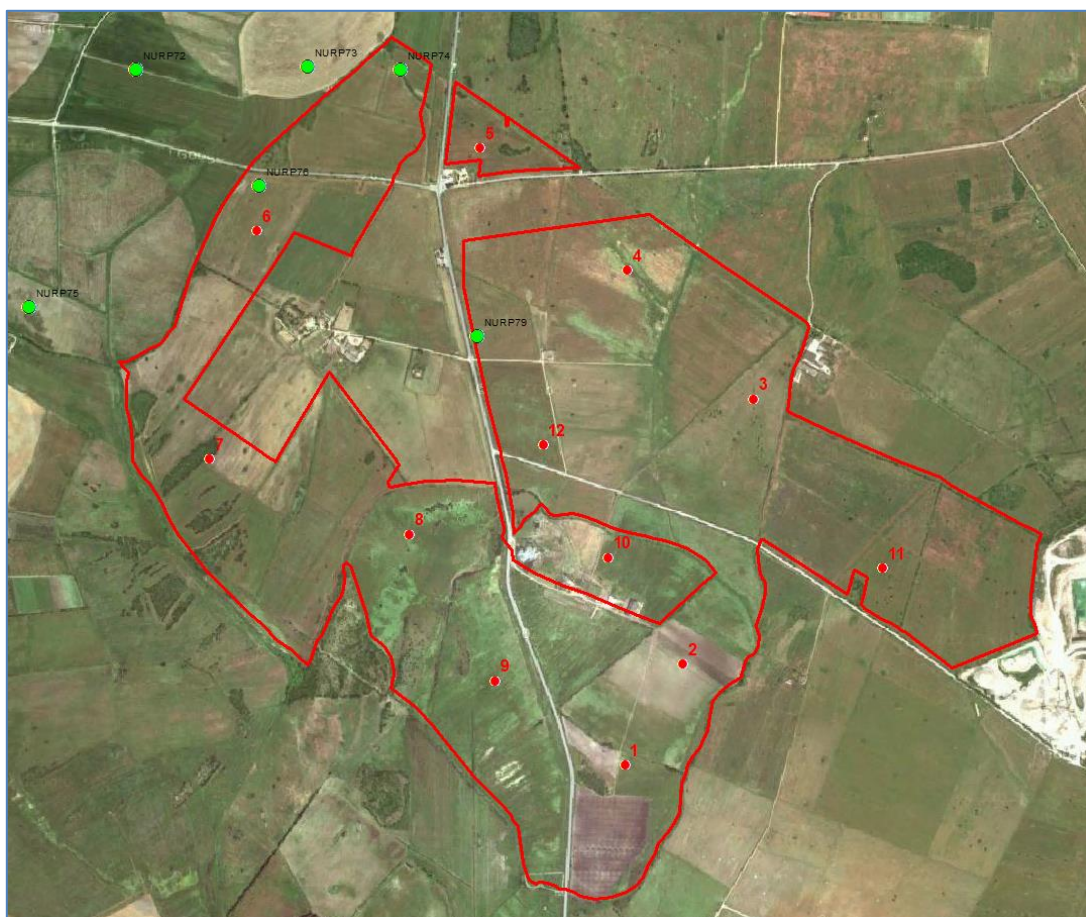


Fig. 14 – Ubicazione dei 12 profili di suolo eseguiti nell'area rilevata in loc. Joanne Abbas

Sono state eseguite analisi fisico-chimiche complete per tutti i profili realizzati, per un totale di 30 campioni.

Per alcuni profili considerati rappresentativi delle principali tipologie di suolo sono stati inoltre prelevati dei campioni indisturbati successivamente utilizzati per la determinazione del contenuto idrico del suolo (curve di pF), in seguito utilizzati per validare delle pedotransfer functions per il calcolo del contenuto idrico dei suoli alle varie tensioni e dell'acqua totale tra il punto di appassimento (1500 KPa) e la capacità di campo (33 KPa).

Le analisi sono state realizzate presso il laboratorio di analisi certificato PEDONLAB srl di Latina, dove si è seguito i metodi ufficiali MUACS (1992) e successive modifiche, relative ai seguenti parametri: tessitura, carbonati totali, pH in H₂O e KCl, carbonio organico, complesso di scambio (CSC, cationi di scambio, TSB) e elementi delle fertilità.

Elenco delle analisi effettuate:

- Preparazione del campione (MUACS, 1992, metodo ufficiale n. 2).
- Determinazione dell'umidità residua (MUACS, 1992, metodo ufficiale n. 3).
- Determinazione della tessitura (MUACS, 1992, metodo ufficiale n.5). Le frazioni granulometriche determinate sono:
 - argilla (diametro < 0.002 mm) - 5 frazioni per l'orizzonte superficiale
 - limo (diametro 0.05 – 0.002 mm)
 - sabbia (diametro 2,0 – 0.05 mm)
- Determinazione della reazione in H₂O (pH) (MUACS, 1992, metodo ufficiale n. 7).
- Determinazione dei carbonati totali % (MUACS, metodo ufficiale n. 9).
- Determinazione del calcare attivo % (MUACS, 1992, metodo n. 10).
- Determinazione del carbonio organico % (MUACS, 1992, metodo n. 15).
- Determinazione della CSC totale con bario cloruro (MUACS, 1992, metodo n. 27) o con ammonio acetato (MUACS, 1992, metodo n. 26) secondo necessità.
- Determinazioni delle basi di scambio (Ca, Mg, K, Na) con bario cloruro (MUACS, 1992, metodo n. 30) o con ammonio acetato (MUACS, 1992, metodo n. 29) secondo necessità.
- Determinazione dell'N totale
- Densità apparente (g/cm³)

Il collegamento tra suolo, profilo e paesaggio viene realizzato attraverso "l'Unità di Paesaggio" che permette di correlare le tipologie di suoli rilevate in un certo ambiente, definito da un sistema e un sottosistema.

Al termine del rilevamento di campagna è stato realizzato il database relazionale con i dati relativi alla scheda di rilevamento e alle analisi chimico-fisiche ed idrologiche dei profili di riferimento di tutte le unità cartografiche che compongono la carta dei suoli. È stato realizzato inoltre il database geografico, in formato compatibile ARCGIS o QGIS, contenente le coperture della carta dei suoli e della carta dei punti di osservazione.

Tali archivi hanno lo scopo di catalogare tutte le informazioni relative ai pedon ed alle unità cartografiche in modo da rendere più facile e rapida la loro elaborazione statistica ai fini della valutazione di capacità d'uso.

I suoli sono stati inoltre classificati tassonomicamente. L'inquadramento tassonomico assume la sua importanza in quanto attraverso l'attribuzione del "nome del suolo" è possibile una immediata comprensione di alcuni caratteri diagnostici, quali ad esempio, la presenza di idromorfia, il grado di evoluzione ecc.

Per la classificazione dei suoli è stata utilizzata sia il sistema tassonomico della Soil taxonomy USDA 13th ed. 2023 che la classificazione WRB/FAO 2014.

La tassonomia del suolo secondo USDA è un sistema di classificazione dei suoli elaborato dal Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti. Si tratta di un sistema gerarchico, che prevede sei distinte unità tassonomiche partendo dagli ordini, per scendere ai sottordini, ai grandi gruppi, ai sottogruppi, alle famiglie e alle serie. Ovviamente, scendendo nel livello gerarchico aumenta il dettaglio: un ordine può dare solo indicazioni di larghissima massima sulle caratteristiche dei suoli o sui fattori pedogenetici che hanno portato alla sua formazione, mentre una serie raggruppa dei suoli, generalmente molto vicini fra di loro e in ambienti simili, che presentano, ad esempio, la stessa identica successione di orizzonti.

La Classificazione WRB/FAO 2014 è un metodo di classificazione dei suoli sviluppato da una collaborazione internazionale coordinata dall'ISRIC (International Soil Reference and Information Centre); ha sostituito la precedente classificazione dei suoli FAO. Questo metodo è uno fra i più ampiamente utilizzati, perché permette di avere un sistema unico per la classificazione dei suoli di tutto il mondo dal momento che è stato sviluppato fin dall'inizio con un'ottica planetaria e non nazionale. Al primo livello viene effettuata una suddivisione in base al principio pedogenetico, che si esprime in una morfologia del suolo; si ottengono così 32 gruppi di suolo, mentre al secondo livello il nome del gruppo viene affiancato da un prefisso qualificatore. Per l'individuazione dei livelli tassonomici inferiori si aggiungono aggettivi dopo il nome del gruppo. Tali livelli gerarchici permettono, alla scala di rilevamento adottata, una discreta caratterizzazione dei principali caratteri e proprietà del suolo, in modo da poter esprimere giudizi a livello gestionale.

5.3 - La carta dei suoli e le Unità Cartografiche

La cartografia pedologica, rappresentata in scala 1: 5.000, è suddivisa in 5 unità cartografiche; esse comprendono una serie di delineazioni, cioè di poligoni che rappresentano singoli corpi di suolo riconosciuti in campagna e completamente circoscritti da una linea continua.

Gli standard di rilevamento sono quelli propri di una rappresentazione che fornisca informazioni di tipo gestionale e agronomico a livello aziendale, con almeno un profilo per ogni unità tassonomica di suolo individuata.

Come già detto, ogni unità cartografica comprende porzioni di territorio, costituite da una o più delineazioni, omogenee per quanto riguarda la distribuzione del suolo tipo, o dei suoli tipo se si tratta di una associazione, consociazione o complesso, e che corrispondono alle unità tassonomiche. Nelle consociazioni vi è un suolo dominante associato a suoli simili tassonomicamente, con il suolo dominante che rappresenta almeno la metà della unità cartografica.

Naturalmente, all'interno di ogni unità cartografica esistono variazioni rispetto al profilo tipo o rappresentativo; tuttavia, tali variazioni rimangono entro intervalli specifici, e viene ammessa la presenza di suoli dissimili che possono anche arrivare a rappresentare il 15% dell'unità cartografica, in relazione al grado di purezza della stessa.

Nel paragrafo sono descritte le diverse unità cartografiche che compongono la carta dei suoli dell'area rilevata, dove ogni unità cartografica prende il nome dall'unità tassonomica che la compone, di una nel caso delle consociazioni, di entrambi i suoli predominanti nel caso delle associazioni o dei complessi, seguite da un numero d'ordine che ne indica l'attribuzione ad una fase o meno.

Per ognuna delle unità cartografiche individuate nell'area di rilevamento si riporta la distribuzione dei suoli ed i suoi caratteri qualitativi, espressi in termini di valutazione di limitazioni all'uso: ne scaturisce una scheda che contiene innumerevoli informazioni ambientali e gestionali.

In particolare ogni "scheda di unità cartografica" è articolata nelle seguenti parti:

- una parte generale, che indica il numero della Unità Cartografica, il tipo di unità cartografica (Consociazione, complesso od associazione) ed il suo inquadramento tassonomico secondo la Soil Taxonomy USDA 2023 e WRB 2014.
- una descrizione del paesaggio e della distribuzione geografica, morfologica e della sua estensione con riferimenti sia all'ambiente che alla distribuzione dei suoli all'interno dell'area rilevata. Vengono indicati la superficie totale in ettari, l'utilizzo prevalente e l'intervallo di pendenza.

- una breve descrizione sintetica dei principali caratteri qualitativi e quantitativi dei suoli. Si riportano in sintesi i dati analitici e quelli rilevati in campo, in particolare vengono descritti i seguenti parametri: spessore, tessitura, reazione (pH), contenuto in carbonati e calcare attivo. Ogni carattere viene descritto considerando il topsoil (orizzonte lavorato o orizzonte A superficiale) ed il subsoil, orizzonte sottostante a quello lavorato o orizzonte diagnostico B). Tali valutazioni includono caratteri che condizionano la crescita delle piante: profondità utile alle radici, rischio di incrostamento superficiale, disponibilità di ossigeno per le piante, drenaggio.
- una valutazione delle limitazioni e dei caratteri nutrizionali e delle fertilità, suddivisi per strato coltivato o superficiale e strato profondo: limitazioni per alcalinità od acidità (reazione), Capacità di Scambio Cationico, dotazione in sostanza organica, limitazioni per calcare attivo, limitazioni per salinità e/o sodicità, N totale, P assimilabile, Mg e K.
- una valutazione di alcune qualità idrologiche dei suoli e che riguardano i seguenti parametri: fessurazioni, rischio di inondazione, stima della conducibilità idraulica satura, l'indice di ruscellamento superficiale, presenza o meno della falda.

Le valutazioni attitudinali dei suoli per le singole colture di progetto (grano monococco sardo, Olivo, pomacee, lavanda, canapa ed orticole) vengono riportate in un paragrafo a parte, elaborate utilizzando il sistema della Land Suitability FAO (modificata) e descritti ampiamente nel paragrafo relativo alla capacità d'uso.

Di seguito si riporta la carta dei Suoli della area di studio in loc. Joanne Abbas in scala 1:5.000, la relativa legenda e la descrizione delle 5 Unità Cartografiche di suolo rilevate.

Da un punto di vista generale i suoli mostrano una distribuzione e caratteri molto variabili. Suoli molto evoluti, con sviluppo di un orizzonte argilluviale B ed appartenenti all'ordine degli Haploxeralfs sono quelli maggiormente rappresentati secondo la classificazione della Soil Taxonomy USDA (13th, 2023) e diffusi sulla superficie pianeggiante del pianalto. Suoli molto evoluti, sempre appartenenti all'ordine degli Haploxeralfs, ma limitati dal substrato calcareo consolidato entro i primi 50 cm sono presenti sulle superfici rilevate ed erose del pianalto. In aree di affioramento delle rocce ignee, miste a materiali carbonatici, sono presenti suoli sottili, limitati dal substrato, di colore scuro, con epipedon di tipo mollico, appartenenti all'ordine dei Mollisuoli. Infine, nella ampia depressione allungata, colmata da depositi eluvio-colluviali, sono presenti suoli con epipedon molto scuro e caratteri debolmente vertici, con valori di sodio scambiabile molto elevati, classificati come Natrixeralfs.

Le 5 Unità cartografiche individuate sono di seguito sinteticamente descritte:

UC	Descrizione	Classificazione Soil Taxonomy USDA 13th 2023	Superfici e ha
1	Pianalto calcareo subpianeggiante	Typic Haploxeralfs, fine, mixed, thermic	155,24
2	Aree rilevate del pianalto calcareo, erose	Lithic Mollic Haploxeralfs, fine, mixed, thermic	65,37
3	Aree rilevate e ondulate su substrato vulcanico	Lithic Haploxerolls, fine, mixed, thermic	21,43
4	Aree ondulate del pianalto calcareo	Typic Xerorthents, fine loamy, carbonatic, thermic	46,43
5	Depressione eluvio-colluviale	Vertic Natrixerolls, fine, carbonatic, thermic	21,26

Tab. 4 – Unità Cartografiche rilevate nell'area di studio

Segue la descrizione dettagliate delle 5 Unità cartografiche rilevate nell'area di studio

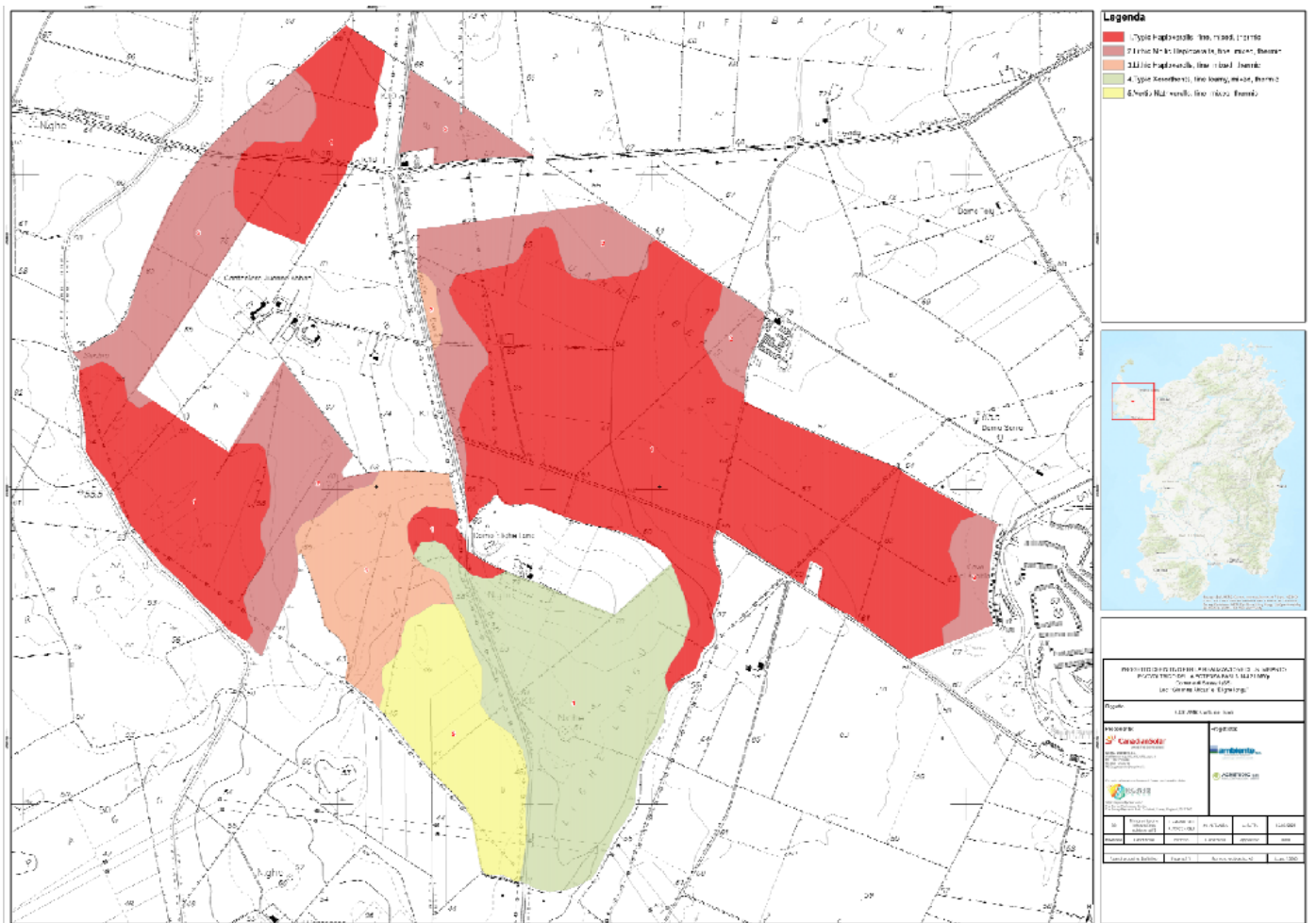


Fig. 13 – Carta dei suoli dell'area di studio in loc. Joanne Abbas, scala 1: 5.000

UNITÀ CARTOGRAFICA 1 – Pianalto calcareo

Profili di riferimento: 3, 7, 11, 12

Classificazione USDA 13th 2023: **Typic Haploxeralfs, fine, mixed, thermic**
Classificazione WRB 2014: **Haplic Luvisols (Aric, Clayic)**

Superficie: ha 155,24

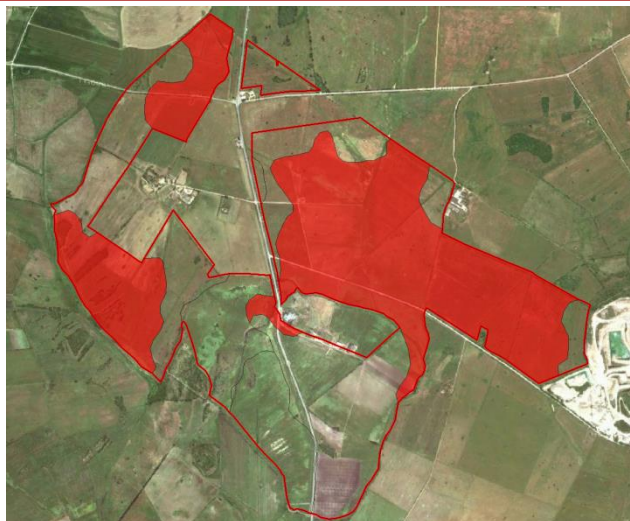
Quota: 69-73 m slm

Pendenza: subpianeggiante

Morfologia, suoli e distribuzione

Questa Unità Cartografica rappresenta i suoli maggiormente diffusi nell'area di studio,

comprende suoli molto evoluti, con sviluppo di un orizzonte profondo argilluviale che poggia direttamente sul substrato calcareo consolidato. Si tratta di suoli a profilo Ap-Bt1-Bt2-R, profondità utile alle radici moderatamente elevata (90-100 cm), limitata dalla roccia calcarea del substrato, tessitura da moderatamente fine (FA) a fine con la profondità, scheletro da comune a scarso, reazione da debolmente a moderatamente alcalina con la profondità. Sono suoli in genere non calcarei, occasionalmente moderatamente calcarei oltre i 60 cm di profondità, CSC media e permeabilità da alta a bassa con la profondità, salinità e sodicità assenti, AWC da moderata ad alta (89.7 -183.0 mm).



Rocciosità: assente

Pietrosità: frequente (15-35%). Lo strato superficiale presenta una pietrosità tale da interferire con le lavorazioni delle più comuni colture da pieno campo, anche se le lavorazioni possono essere eseguite nello stesso modo e con le stesse macchine utilizzate per i suoli liberi da frammenti. Tuttavia, la pietrosità causa danno agli attrezzi e ritardi nelle operazioni di campo. Si determinano problemi per la germinazione delle piante.

Profondità utile alle radici: 90-100 cm, moderatamente elevata, Non esistono limitazioni allo sviluppo degli apparati radicali fino ad almeno 100 cm di profondità; oltre solitamente il substrato

roccioso calcareo, che non presenta caratteri favorevoli all'approfondimento radicale. Le caratteristiche degli elementi strutturali determinano condizioni favorevoli alla radicabilità dell'intero volume di suolo esplorabile dalle radici.

Disponibilità di ossigeno per le piante: Moderata. L'acqua è rimossa dal suolo prontamente, ma non rapidamente. L'acqua libera, all'interno del profilo, si ritrova comunemente in profondità e non inibisce la crescita delle radici per periodi significativi durante la maggior parte della stagione di crescita. Al termine dell'inverno il suolo si prosciuga molto lentamente. Le lavorazioni e le sistemazioni sono necessarie per ottenere una ripresa vegetativa primaverile sufficientemente veloce. I suoli sono generalmente privi di screziature e, in ogni caso, la loro presenza è relazione alla presenza di acqua libera. Entra in questa classe la voce relativa al drenaggio interno "ben drenato".

Rischio di incrostamento superficiale: (1.07) – Assente - Nessuna interferenza. Il contenuto di argilla determina legami di sufficiente intensità tra le particelle del suolo; la stabilità della struttura è buona.

Erosione: assente

Limitazioni del suolo per caratteri nutrizionali:

Caratteri nutrizionali	Topsoil	Subsoil
Reazione (pH)	Assenti	Lievi
Tessitura	assenti	lievi
Carbonati	Assenti	Assenti
Calcare attivo	Assenti	Assenti
Salinità	assenti	assenti
Sodicità	assenti	assenti

Dotazione di elementi della fertilità:

Parametro	Topsoil	Subsoil
CSC	media	media
Azoto	Molto buona	scarsa
P assimilabile	alta	scarsa
Sostanza organica	Molto buona	Scarsa
Ca scambiabile	media	media
Mg scambiabile	alta	alta
K scambiabile	alta	media

Nessuna limitazione per l'alcalinità nell'orizzonte superficiale. La reazione del suolo è favorevole per la crescita delle piante, poiché la maggior parte degli elementi nutritivi è prontamente disponibile in tale intervallo. Tuttavia, alcune piante necessitano di un pH al di sopra o al di sotto di tali valori. È favorita l'attività microbica che contribuisce a rendere disponibili l'azoto, il fosforo e lo zolfo nel suolo.

Lieve limitazione per l'alcalinità nell'orizzonte profondo. Il calcio ed il magnesio sono abbondanti; anche il molibdeno è disponibile, se presente nella frazione minerale del suolo. Si può determinare una inadeguata disponibilità di ferro, manganese, rame, zinco e, specialmente, di fosforo e boro.

Nessuna limitazione per la CSC. La quantità di colloidali organo-minerali è tale da permettere al suolo di trattenere con facilità gli elementi fertilizzanti già presenti e/o apportati con le concimazioni. Il complesso di scambio è saturato in gran parte dagli ioni Ca.

La **dotazione in sostanza organica** è molto buona in superficie e scarsa in profondità

Nessuna limitazione per il calcare attivo. Il tenore di calcare attivo, lungo tutto il profilo od in parte di esso, è tale da non interferire sulla scelta delle colture arboree normalmente diffuse sul territorio regionale

Salinità assente. Gli effetti della salinità sulla crescita delle colture agrarie sono trascurabili

Sodicità assente

Qualità idrologiche dei suoli:

Fessure: assenti

Rischio di inondazione: assente

Permeabilità (Ksat): Topsoil: alta (125/240 cm/day); Subsoil: bassa (0.7 cm/day)

Ruscamento superficiale: assente

Falda: assente

Available water capacity (AWC) - Fino alla profondità utile alle radici (90-100 cm) – 89.7/183.0 mm
– Da moderata ad alta

Potenzialità d'uso dei suoli per colture specifiche:

Vengono riportate solo le limitazioni più severe

Patata: S3 – marginalmente adatto, con limitazioni dovute alla tessitura, alla pietrosità superficiale ed alle precipitazioni

Cipolla e orticole: S2 – Moderatamente adatto, con limitazioni dovute alla tessitura, il calcare attivo e le precipitazioni

Grano monococco sardo: S2– Moderatamente adatto, con limitazioni per la pietrosità superficiale

Canapa da fibra: S3 – Marginalmente adatto, con limitazioni per il calcare attivo e le precipitazioni

Lavanda: S2/S3 – da moderatamente adatto a Marginalmente adatto, con limitazioni per la tessitura

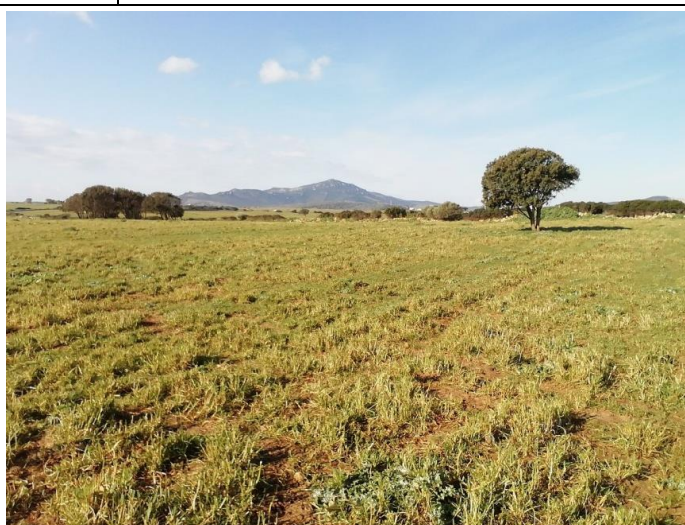
Olivo: S2 – Moderatamente adatto, con limitazioni per la tessitura argillosa

Pomacee autoctone: S2 – Moderatamente adatto, con limitazioni per la profondità utile, la tessitura argillosa, la CSC e il contenuto in N totale

Prato polifita: S2 – Moderatamente adatto, con limitazioni per la tessitura argillosa, la CSC ed il contenuto in carbonio organico.

PROFILO n.3

<p>Data rilevamento: 08/02/2023</p> <p>Coordinate: 32T 444161.14m E 4508310.57m N</p> <p>Località: Piano del Monte Nurra</p> <p>Quota: m slm: 69</p> <p>Pendenza: 2%</p> <p>Uso del suolo: seminativo/pascolo</p> <p>Esposizione: 200°N</p> <p>Morfologia: pianalto calcareo, superficie lievemente pendente, parte alta</p> <p>Rocciosità: 1%</p> <p>Pietrosità superficiale: pietrosità piccola scarsa,</p>	<p>pietrosità media comune, pietrosità grande scarsa</p> <p>Scorrimento superficiale: basso</p> <p>Substrato: calcari e calcari marnosi</p> <p>Profondità utile alle radici: 100cm</p> <p>Parent Material: detrito in posto</p> <p>Aspetti superficiali inerbito/compattazione da animali</p> <p>Fessure: assenti</p> <p>Erosione: assente</p> <p>Falda: assente</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



Orizzonti

Ap	0-30 cm; limite chiaro lineare, umido, colore marrone rossastro scuro (5YR 3/3); scheletro scarso, ghiaia media, irregolare, litologia calcare, poco alterato; franco argilloso; resistente, semifragile, adesivo, plastico; struttura poliedrica subangolare grande moderata; conducibilità idraulica moderatamente bassa; pori comuni fini e medi; radici molto fini, comuni, verticali; attività biologica anellidi scarsa; reazione HCl assente
Bt1	30-55cm; limite chiaro lineare, umido, colore marrone rossastro (5YR 4/4); scheletro comune, ghiaia media, irregolare, litologia calcarea, poco alterato; scheletro secondario scarso, pietre, irregolare, litologia calcare, poco alterato; argilloso, resistente, semifragile; adesivo, plastico; struttura poliedrica angolare grande forte; conducibilità idraulica moderatamente bassa; pori comuni fini e medi; pellicole di argilla, scarse, sottili, sulle facce degli aggregati; radici molto fini, poche, subverticali; attività biologica assente, reazione HCl assente
Bt2	55-100cm; limite abrupto lineare, umido; colore rosso giallastro (5YR 5/8); scheletro comune, ghiaia grossolana, irregolare, litologia calcare, poco alterato; scheletro secondario scarso, pietre, irregolare, litologia calcare, poco alterato; argilloso; resistente; semifragile; adesivo, plastico; struttura poliedrica angolare grande forte; conducibilità idraulica moderatamente bassa; pori comuni fini e medi; pellicole di argilla, scarse, sottili, sulle facce degli aggregati; radici molto fini, poche, subverticali; attività biologica assente, reazione HCl assente.
R	100 cm e oltre

Profilo n. 3			
Orizzonti	Ap	Bt1	Bt2
Sabbia Molto Grossa. - 1 - 2 mm	1,3		
Sabbia Grossa - 1 - 0.5 mm	1,5		
Sabbia Media - 0.5 - 0.25 mm	6,5		
Sabbia. Fine - 0.25 - 0.1 mm	6,5		
Sabbia Molto Fine. - 0.1 - 0.05 mm	7,6		
Sabbia totale (2.0 - 0.05 mm) (%)	23,4	17,6	16,4
Limo Grosso - 0.05 - 0.02 mm	18,6		
Limo Fine - 0.02 - 0.002 mm	28,0		
Limo (0.05 - 0.002 mm) (%)	45,6	30,4	24,6
Argilla (<0.002 mm) (%)	30,0	52,0	59,0
Tessitura USDA	FA	A	A
D.A. g/cm ³	1,32		
pH (H ₂ O 1:2.5)	7,5	8,1	8,4
Conducibilità elettrica (1:2.5) mS/cm	0,237	0,122	0,158
Calcare (%)	0,0	0,0	4,8
Calcare attivo (%)	0,0	0,0	2,4
Sostanza organica (g/kg)	54,40	11,90	8,60
Carbonio Organico (g/kg)	31,55	6,90	4,99
Azoto totale(g/kg)	2,97	0,72	0,58
Fosforo assimilabile mg/Kg	50	5	3
Ca (mg/kg)	2600	2100	2800
Mg (mg/kg)	380	352	330
K (mg/kg)	412	262	234
Na (mg/kg))	76	80	74
CEC (meq/100 g)	17,55	14,45	17,67
Ca (meq/100 g)	13,00	10,50	14,00
Mg (meq/100 g)	3,17	2,93	2,75
K (meq/100 g)	1,05	0,67	0,60
Na (meq/100 g)	0,33	0,35	0,32
H ⁺ (meq/100 g)	0	0	0
Saturazione (%)	100	100	100
Mg/K rapporto	3,02	4,37	4,58
Ca/K rapporto	12,38	15,67	23,33
Ca/Mg rapporto	4,10	3,58	5,09
Rapporto C/N	10,62	9,59	8,60
Anidride fosforica assimilabile	114,50	11,45	6,87
ESP %	1,88	2,42	1,81

PROFILO n.7

Data rilevamento: 08/02/2023

Coordinate: 32T 442420.62m E 4508119.32m N

Località: Piano del Monte Nurra

Quota: m slm: 59

Pendenza: 3%

Uso del suolo: seminativo/pascolo

Esposizione: 210°N

Morfologia: pianalto calcareo, superficie a debole pendenza, parte media

Rocciosità: assente

Pietrosità superficiale: pietrosità piccola scarsa, pietrosità media comune, pietrosità grande scarsa

Scorrimento superficiale: basso

Substrato: calcari e calcari marnosi

Profondità utile alle radici: 100 cm

Parent Material: colluvio

Aspetti superficiali
inerbito/compattazione da animali

Fessure: assenti

Erosione: assente

Falda: assente



Orizzonti

Ap1	0-30 cm; limite chiaro lineare, umido, colore marrone rossastro (5YR 4/3); scheletro comune, ghiaia media, irregolare, litologia calcareo, poco alterato; franco sabbioso; resistente, fragile, adesivo, plastico; struttura poliedrica subangolare grande moderata; conducibilità idraulica moderatamente alta; pori comuni fini e medi; radici molto fini, comuni, verticali; attività biologica anellidi scarsa; reazione HCl assente
Ap2	30-65cm; limite chiaro lineare, umido, colore rosso giallastro (5YR 4/6); scheletro comune, ghiaia media, irregolare, litologia calcareo, poco alterato; franco sabbioso, resistente, fragile, adesivo, plastico; struttura poliedrica subangolare grande moderata; conducibilità idraulica moderatamente alta; pori comuni fini e medi; radici molto fini, poche, subverticali; attività biologica anellidi scarsa; reazione HCl assente
Bt	65-100cm; limite abrupto lineare, umido; colore rosso giallastro (5YR 5/8); scheletro scarso, ghiaia fine, irregolare, litologia calcareo, poco alterato; franco argilloso; resistente; fragile; adesivo, plastico; struttura poliedrica angolare grande moderata; conducibilità idraulica moderatamente bassa; pori comuni fini e medi; pellicole di argilla, scarse, sottili, sulle facce degli aggregati; radici assenti; attività biologica assente, reazione HCl assente.
R	100cm e oltre

Profilo n. 7			
Orizzonti	Ap1	Ap2	Bt
Sabbia Molto Grossa. - 1 - 2 mm	5,9		
Sabbia Grossa - 1 - 0.5 mm	9,8		
Sabbia Media - 0.5 - 0.25 mm	19,6		
Sabbia. Fine - 0.25 - 0.1 mm	11.,7		
Sabbia Molto Fine. - 0.1 - 0.05 mm	7,6		
Sabbia totale (2.0 - 0.05 mm) (%)	54,6	57,5	40,0
Limo Grosso - 0.05 - 0.02 mm	13,4		
Limo Fine - 0.02 - 0.002 mm	20,00		
Limo (0.05 - 0.002 mm) (%)	33,4	26,5	24,0
Argilla (<0.002 mm) (%)	12,0	16,0	36,0
Tessitura USDA	FS	FS	FA
D.A. g/cm3	1,61		
pH (H2O 1:2.5)	6,4	6,5	7,1
Conducibilità elettrica (1:2.5) mS/cm	0,102	0,046	0,039
Calcare (%)	0,0	0,0	0,0
Calcare attivo (%)	0,0	0,0	0,0
Sostanza organica (g/kg)	27,20	2,70	3,30
Carbonio Organico (g/kg)	15,78	1,57	1,91
Azoto totale(g/kg)	1,62	0,23	0,26
Fosforo assimilabile mg/Kg	35	3	4
Ca (mg/kg)	842	546	1500
Mg (mg/kg)	104	80	210
K (mg/kg)	176	86	202
Na (mg/kg))	66	46	86
CEC (meq/100 g)	7,15	3,99	10,14
Ca (meq/100 g)	4,21	2,73	7,50
Mg (meq/100 g)	0,87	0,67	1,75
K (meq/100 g)	0,45	0,22	0,52
Na (meq/100 g)	0,29	0,2	0,37
H+ (meq/100 g)	1,33	0,17	0
Saturazione (%)	81,4	95,7	100
Mg/K rapporto	1,93	3,05	3,37
Ca/K rapporto	9,36	12,41	14,42
Ca/Mg rapporto	4,84	4,07	4,29
Rapporto C/N	9,74	6,81	7,36
Anidride fosforica assimilabile	80,15	6,87	9,16
ESP %	4,06	3,65	5,01

PROFILO n.11

<p>Data rilevamento: 08/02/2023</p> <p>Coordinate: 32T 444572.23m E 4507770.90m N</p> <p>Località: Piano del Monte Nurra</p> <p>Quota: m slm: 62</p> <p>Pendenza: pianeggiante</p> <p>Uso del suolo: seminativo/pascolo</p> <p>Esposizione: --</p> <p>Morfologia: pianalto calcareo, livello modale</p> <p>Rocciosità: 1%</p>	<p>Pietrosità superficiale: pietrosità piccola scarsa, pietrosità media frequente, pietrosità grande scarsa</p> <p>Scorrimento superficiale: assente</p> <p>Substrato: calcari e calcari marnosi</p> <p>Profondità utile alle radici: 55cm</p> <p>Parent Material: detrito in posto</p> <p>Aspetti superficiali inerbito/compattazione da animali</p> <p>Fessure: assenti</p> <p>Erosione: assente</p> <p>Falda: assente</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



Orizzonti

Ap	0-15 cm; limite chiaro lineare, umido, colore marrone rossastro scuro (5YR 3/3); scheletro scarso, ciottoli, irregolare, litologia calcareo, poco alterato; franco argilloso; resistente, semifragile, adesivo, plastico; struttura poliedrica subangolare grande forte; conducibilità idraulica moderatamente bassa; pori comuni fini e medi; radici molto fini, comuni, verticali; attività biologica anellidi scarsa; reazione HCl assente
Bt1	15-25/35 cm; limite chiaro ondulato, umido, colore marrone rossastro (5YR 4/4); scheletro comune, ciottoli, irregolare, litologia calcareo, poco alterato; argilloso; resistente, semifragile, adesivo, plastico; struttura poliedrica angolare grande forte; conducibilità idraulica moderatamente bassa; pori comuni fini; radici molto fini, poche, verticali; attività biologica anellidi scarsa; reazione HCl assente
Bt2	25/35-30/55cm; limite abrupto irregolare, umido, colore rosso giallastro (5YR 4/6); scheletro comune, ciottoli, irregolare, litologia calcareo, poco alterato; argilloso; resistente, semifragile, adesivo, plastico; struttura poliedrica angolare grande forte; conducibilità idraulica moderatamente bassa; pori comuni fini; pellicole di argilla, scarse, sottili, sulle facce degli aggregati; radici molto fini, poche, verticali; attività biologica assente; reazione HCl assente
R	30/55cm e oltre

Profilo n. 11			
Orizzonti	Ap	Bt1	Bt2
Sabbia Molto Grossa. - 1 - 2 mm	1,3		
Sabbia Grossa - 1 - 0.5 mm	2,0		
Sabbia Media - 0.5 - 0.25 mm	5,7		
Sabbia. Fine - 0.25 - 0.1 mm	6,4		
Sabbia Molto Fine. - 0.1 - 0.05 mm	5,9		
Sabbia totale (2.0 - 0.05 mm) (%)	21,3	18,1	17,5
Limo Grosso - 0.05 - 0.02 mm	16,7		
Limo Fine - 0.02 - 0.002 mm	25,0		
Limo (0.05 - 0.002 mm) (%)	41,7	26,9	26,5
Argilla (<0.002 mm) (%)	37,0	58	56
Tessitura USDA	FA	A	A
D.A. g/cm ³	1,30		
pH (H ₂ O 1:2.5)	6,9	8,0	7,8
Conducibilità elettrica (1:2.5) mS/cm	0,371	0,253	0,178
Calcare (%)	0,0	0,0	0,0
Calcare attivo (%)	0,0	0,0	0,0
Sostanza organica (g/kg)	47,10	19,20	16,60
Carbonio Organico (g/kg)	27,32	11,14	9,63
Azoto totale(g/kg)	2,62	1,19	1,04
Fosforo assimilabile mg/Kg	66	5	3
Ca (mg/kg)	3200	2400	2500
Mg (mg/kg)	266	362	310
K (mg/kg)	514	406	404
Na (mg/kg))	76	70	62
CEC (meq/100 g)	19,94	16,36	16,38
Ca (meq/100 g)	16,00	12,00	12,50
Mg (meq/100 g)	2,22	3,02	2,58
K (meq/100 g)	1,31	1,04	1,03
Na (meq/100 g)	0,33	0,30	0,27
H ⁺ (meq/100 g)	0,08	0,00	0,00
Saturazione (%)	99,6	100	100
Mg/K rapporto	1,69	2,90	2,50
Ca/K rapporto	12,21	11,54	12,14
Ca/Mg rapporto	7,21	3,97	4,84
Rapporto C/N	10,43	9,36	9,26
Anidride fosforica assimilabile	151,14	11,45	6,87
ESP %	1,65	1,83	1,65

PROFILO n.12

<p>Data rilevamento: 08/02/2023</p> <p>Coordinate: 32T 443489.12m E 4508164.00m N</p> <p>Località: Piano del Monte Nurra</p> <p>Quota: m slm: 66</p> <p>Pendenza: pianeggiante</p> <p>Uso del suolo: seminativo/pascolo</p> <p>Esposizione: --</p> <p>Morfologia: pianalto calcareo, piccola depressione</p> <p>Rocciosità: assente</p> <p>Pietrosità superficiale: pietrosità piccola</p>	<p>comune, pietrosità media frequente, pietrosità grande scarsa</p> <p>Scorrimento superficiale: assente</p> <p>Substrato: calcari e calcari marnosi</p> <p>Profondità utile alle radici: 100 cm</p> <p>Parent Material: detrito in posto</p> <p>Aspetti superficiali inerbito/compattazione da animali</p> <p>Fessure: assenti</p> <p>Erosione: assente</p> <p>Falda: assente</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



Orizzonti

Ap	0-30 cm; limite chiaro lineare, umido, colore marrone scuro (7,5YR 3/3); scheletro scarso, ghiaia media, irregolare, litologia calcare, poco alterato; franco argilloso; resistente, semifragile, adesivo, plastico; struttura poliedrica subangolare grande forte; conducibilità idraulica moderatamente alta; pori comuni fini e medi; radici molto fini, comuni, verticali; attività biologica anellidi scarsa; reazione HCl assente
Bt1	30-60 cm; limite chiaro lineare, umido, colore marrone rossastro (5YR 4/3); scheletro scarso, ghiaia media, irregolare, litologia calcare, poco alterato; argilloso; resistente, semifragile, adesivo, plastico; struttura poliedrica angolare grande forte; conducibilità idraulica moderatamente bassa; pori comuni fini e medi; pellicole di argilla, scarse, sottili, sulle facce degli aggregati; radici molto fini, poche, verticali; attività biologica assente; reazione HCl assente
Bt2	60-100 cm; limite abrupto lineare, umido, colore rosso giallastro (5YR 5/6); scheletro comune, ghiaia media, irregolare, litologia calcare, poco alterato; scheletro secondario scarso, pietre, irregolare, litologia calcare, poco alterato; franco argilloso; resistente, semifragile, adesivo, plastico; struttura poliedrica angolare grande moderata; conducibilità idraulica moderatamente bassa; pori comuni fini; pellicole di argilla, scarse, sottili, sulle facce degli aggregati; radici assenti; attività biologica assente; reazione HCl notevole

Profilo n. 12			
Orizzonti	Ap	Bt1	Bt2
Sabbia Molto Grossa. - 1 - 2 mm	1,4		
Sabbia Grossa - 1 - 0.5 mm	2,5		
Sabbia Media - 0.5 - 0.25 mm	6,8		
Sabbia. Fine - 0.25 - 0.1 mm	7,3		
Sabbia Molto Fine. - 0.1 - 0.05 mm	7,7		
Sabbia totale (2.0 - 0.05 mm) (%)	25,7	21,5	23,7
Limo Grosso - 0.05 - 0.02 mm	21,3		
Limo Fine - 0.02 - 0.002 mm	23,0		
Limo (0.05 - 0.002 mm) (%)	42,3	33,5	36,3
Argilla (<0.002 mm) (%)	30,0	45,0	40,0
Tessitura USDA	FA	A	FA
D.A. g/cm ³	1,43		
pH (H ₂ O 1:2.5)	7,4	8,0	8,4
Conducibilità elettrica (1:2.5) mS/cm	0,165	0,102	0,154
Calcare (%)	0,0	0,0	19,4
Calcare attivo (%)	0,0	0,0	3,4
Sostanza organica (g/kg)	34,50	12,60	6,00
Carbonio Organico (g/kg)	20,01	7,31	3,48
Azoto totale(g/kg)	2,00	0,81	0,43
Fosforo assimilabile mg/Kg	24	4	3
Ca (mg/kg)	2600	2100	2500
Mg (mg/kg)	226	252	238
K (mg/kg)	272	180	136
Na (mg/kg))	86	102	106
CEC (meq/100 g)	15,95	13,50	15,29
Ca (meq/100 g)	13,00	10,50	12,50
Mg (meq/100 g)	1,88	2,10	1,98
K (meq/100 g)	0,70	0,46	0,35
Na (meq/100 g)	0,37	0,44	0,46
H ⁺ (meq/100 g)	0	0	0
Saturazione (%)	100	100	100
Mg/K rapporto	2,69	4,57	5,66
Ca/K rapporto	18,57	22,83	35,71
Ca/Mg rapporto	6,91	5,00	6,31
Rapporto C/N	10,01	9,02	8,09
Anidride fosforica assimilabile	54,96	9,16	6,87
ESP %	2,32	3,26	3,01

UNITÀ CARTOGRAFICA 2 – Aree rilevate del pianalto calcareo, erose

Profili di riferimento: 4, 5, 6

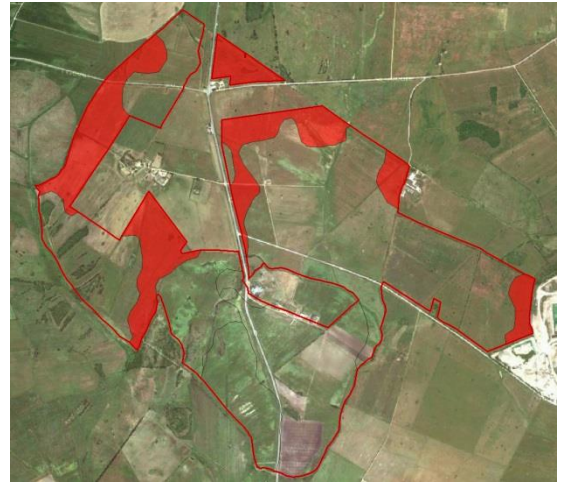
Classificazione USDA 13th 2023: **Lithic Mollic Haploxeralfs, fine, mixed, thermic**

Classificazione WRB 2014: **Leptic Luvisols (Mollic)**

Superficie: ha 65,37

Quota: 69-73 m slm

Pendenza: subpianeggiante



Morfologia, suoli e distribuzione

Questa Unità Cartografica è stata rilevata su superfici di pianalto debolmente rilevate, subpianeggianti o debolmente inclinate, solitamente poste alla base dei rilievi collinari isolati che punteggiano il pianalto. I suoli sono sempre molto evoluti, con sviluppo di un orizzonte argilluviale a di sotto dell'orizzonte A superficiale, ma fortemente limitati in profondità dal substrato roccioso calcareo, solitamente presente entro i primi 50 cm. Si tratta di suoli a profilo A(Ap)-Bt1-R, profondità utile alle radici scarsa (45-50 cm), limitata dalla presenza della roccia calcarea del substrato, tessitura da moderatamente fine (FA) a fine con la profondità, scheletro scarso, reazione da debolmente a moderatamente alcalina con la profondità. Sono suoli in genere non calcarei, CSC media e permeabilità moderatamente alta, salinità e sodicità assenti, AWC bassa (52.6 – 88.6 mm).



Rocciosità: assente

Pietrosità: frequente (15-35%). Lo strato superficiale presenta una pietrosità tale da interferire con le lavorazioni delle più comuni colture da pieno campo, anche se le lavorazioni possono essere eseguite nello stesso modo e con le stesse macchine utilizzate per i suoli liberi da frammenti. Tuttavia, la pietrosità causa danno agli attrezzi e ritardi nelle operazioni di campo. Si determinano problemi per la germinazione delle piante.

Profondità utile alle radici: 45-50 cm, scarsa. Esistono significative limitazioni allo sviluppo radicale per la presenza della roccia calcarea che presenta condizioni non favorevoli alla crescita radicale.

Disponibilità di ossigeno per le piante: Moderata. L'acqua è rimossa dal suolo prontamente, ma non rapidamente. L'acqua libera, all'interno del profilo, si ritrova comunemente in profondità e non inibisce la crescita delle radici per periodi significativi durante la maggior parte della stagione di crescita. Al termine dell'inverno il suolo si prosciuga molto lentamente. Le lavorazioni e le sistemazioni sono necessarie per ottenere una ripresa vegetativa primaverile sufficientemente veloce. I suoli sono generalmente privi di screziature e, in ogni caso, la loro presenza è relazione alla presenza di acqua libera. Entra in questa classe la voce relativa al drenaggio interno "ben drenato".

Rischio di incrostamento superficiale: (0.70) – Assente - Nessuna interferenza. Il contenuto di argilla determina legami di sufficiente intensità tra le particelle del suolo; la stabilità della struttura è buona.

Erosione: assente

Limitazioni del suolo per caratteri nutrizionali:

Caratteri nutrizionali	Topsoil	Subsoil
Reazione (pH)	Assenti	Lievi
Tessitura	assenti	lievi
Carbonati	Assenti	Assenti
Calcare attivo	Assenti	Assenti
Salinità	assenti	assenti
Sodicità	assenti	assenti

Dotazione di elementi della fertilità:

Parametro	Topsoil	Subsoil
CSC	media	media
Azoto	moderata	moderata
P assimilabile	moderata	scarsa
Sostanza organica	buona	normale
Ca scambiabile	media	media
Mg scambiabile	Molto alta	Molto alta
K scambiabile	Molto alta	Molto alta

Nessuna limitazione per l'alcalinità nell'orizzonte superficiale. La reazione del suolo è favorevole per la crescita delle piante, poiché la maggior parte degli elementi nutritivi è prontamente disponibile in tale intervallo. Tuttavia, alcune piante necessitano di un pH al di sopra o al di sotto di tali valori. È favorita l'attività microbica che contribuisce a rendere disponibili l'azoto, il fosforo e lo zolfo nel suolo. **Lieve limitazione per l'alcalinità nell'orizzonte profondo.** Il calcio ed il magnesio sono abbondanti; anche il molibdeno è disponibile, se presente nella frazione minerale del suolo. Si può determinare una inadeguata disponibilità di ferro, manganese, rame, zinco e, specialmente, di fosforo e boro.

Nessuna limitazione per la CSC. La quantità di colloidali organo-minerali è tale da permettere al suolo di trattenere con facilità gli elementi fertilizzanti già presenti e/o apportati con le concimazioni. Il complesso di scambio è saturato in gran parte dagli ioni Ca.

La **dotazione in sostanza organica** è buona in superficie e normale in profondità

Nessuna limitazione per il calcare attivo. Il tenore di calcare attivo, lungo tutto il profilo od in parte di esso, è tale da non interferire sulla scelta delle colture arboree normalmente diffuse sul territorio regionale

Salinità assente. Gli effetti della salinità sulla crescita delle colture agrarie sono trascurabili

Sodicità assente

Qualità idrologiche dei suoli:

Fessure: assenti

Rischio di inondazione: assente

Permeabilità (Ksat): Topsoil: da moderatamente alta ad alta (49.0/121.0 cm/day); Subsoil: da moderatamente alta a bassa (12.0/0.7 cm/day)

Ruscellamento superficiale: assente

Falda: assente

Available water capacity (AWC) - Fino alla profondità utile alle radici (40 - 50 cm) – 52.6 – 88.6 mm – Bassa

Potenzialità d'uso dei suoli per colture specifiche:

Vengono riportate solo le limitazioni più severe

Patata: N1 – Temporaneamente non adatto, con limitazioni per la profondità utile, la tessitura, il calcare attivo, la pietrosità superficiale e le precipitazioni

Cipolla e orticole: S3/N1 – Da Marginalmente adatto e temporaneamente non adatto, con limitazioni per la tessitura, il calcare attivo e le precipitazioni

Grano monococco sardo: S3/N1 – Da Marginalmente adatto e temporaneamente non adatto, con limitazioni per la profondità utile e la pietrosità superficiale

Canapa da fibra: N1 – Temporaneamente non adatto, con limitazioni per la profondità utile, e le precipitazioni

Lavanda: S3/N1 – Da Marginalmente adatto e temporaneamente non adatto, con limitazioni per la tessitura argillosa

Olivo: S3 –Marginalmente adatto, con limitazioni per la profondità utile, la tessitura e il contenuto in C organico

Pomacee autoctone: S3 –Marginalmente adatto con limitazioni per la profondità utile, la tessitura, il calcare attivo e il contenuto in N totale

Prato polifita: S2/S3 – Da Moderatamente adatto a Marginalmente adatto, con limitazioni per la tessitura ed il contenuto in carbonio organico

PROFILO n.4

<p>Data rilevamento: 08/02/2023</p> <p>Coordinate: 32T 443756.15m E 4508721.54m N</p> <p>Località: Piano del Monte Nurra</p> <p>Quota: m slm: 64</p> <p>Pendenza: pianeggiante</p> <p>Uso del suolo: seminativo/pascolo</p> <p>Esposizione: --</p> <p>Morfologia: pianalto calcareo, livello modale, ristagni idrici localizzati a carattere stagionale</p> <p>Rocciosità: assente</p> <p>Pietrosità superficiale: pietrosità piccola</p>	<p>scarsa, pietrosità media comune, pietrosità grande comune</p> <p>Scorrimento superficiale: trascurabile</p> <p>Substrato: calcari e calcari marnosi</p> <p>Profondità utile alle radici: 55cm</p> <p>Parent Material: detrito in posto</p> <p>Aspetti superficiali inerbito/compattazione da animali</p> <p>Fessure: assenti</p> <p>Erosione: assente</p> <p>Falda: non confinata, 55cm, durata stagionale (2-3 mesi)</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



Orizzonti

Ap	0-25 cm; limite chiaro lineare, umido, colore marrone (7,5YR 3/3); scheletro scarso, ghiaia media, irregolare, litologia calcareo, poco alterato; franco argilloso; resistente, semifragile, adesivo, plastico; struttura poliedrica subangolare grande moderata; conducibilità idraulica moderatamente alta; pori comuni fini e medi; radici molto fini, comuni, verticali; attività biologica anellidi, scarsa; reazione HCl assente
Bt	25-50 cm; limite abrupto lineare, umido, colore rosso giallastro (5YR 4/6); scheletro comune, ciottoli, irregolare, litologia calcareo, poco alterato; argilloso, resistente, deformabile, adesivo, plastico; struttura poliedrica angolare grande forte; conducibilità idraulica moderatamente bassa; pori comuni fini e medi; pellicole di argilla, scarse, fini, sulle facce degli aggregati; radici molto fini, poche, subverticali; attività biologica assente, reazione HCl assente
R	55cm e oltre

Profilo n. 4		
Orizzonti	Ap	Bt
Sabbia Molto Grossa. - 1 - 2 mm	1,1	
Sabbia Grossa - 1 - 0.5 mm	2,0	
Sabbia Media - 0.5 - 0.25 mm	5,4	
Sabbia. Fine - 0.25 - 0.1 mm	6,2	
Sabbia Molto Fine. - 0.1 - 0.05 mm	8,9	
Sabbia totale (2.0 - 0.05 mm) (%)	23,6	21,9
Limo Grosso - 0.05 - 0.02 mm	14,4	
Limo Fine - 0.02 - 0.002 mm	23,0	
Limo (0.05 - 0.002 mm) (%)	37,4	28,1
Argilla (<0.002 mm) (%)	39,0	50,0
Tessitura USDA	FA	A
D.A. g/cm ³	1,48	
pH (H ₂ O 1:2.5)	7,4	8,1
Conducibilità elettrica (1:2.5) mS/cm	0,224	0,096
Calcare (%)	0,0	0,0
Calcare attivo (%)	0,0	0,0
Sostanza organica (g/kg)	27,90	17,20
Carbonio Organico (g/kg)	16,18	9,98
Azoto totale(g/kg)	1,66	1,08
Fosforo assimilabile mg/Kg	12	7
Ca (mg/kg)	2300	2400
Mg (mg/kg)	164	158
K (mg/kg)	396	282
Na (mg/kg))	86	102
CEC (meq/100 g)	14,25	14,48
Ca (meq/100 g)	11,50	12,00
Mg (meq/100 g)	1,37	1,32
K (meq/100 g)	1,01	0,72
Na (meq/100 g)	0,37	0,44
H ⁺ (meq/100 g)	0	0
Saturazione (%)	100	100
Mg/K rapporto	1,36	1,83
Ca/K rapporto	11,39	16,67
Ca/Mg rapporto	8,39	9,09
Rapporto C/N	9,75	9,24
Anidride fosforica assimilabile	27,48	16,03
ESP %	2,60	3,04

PROFILO n.5

<p>Data rilevamento: 08/02/2023</p> <p>Coordinate: 35T 443285.82 m E 4509112.15m N</p> <p>Località: Piano del Monte Nurra</p> <p>Quota: m slm: 68</p> <p>Pendenza: pianeggiante</p> <p>Uso del suolo: pascolo</p> <p>Esposizione: --</p> <p>Morfologia: pianalto calcareo, livello modale,</p> <p>Rocciosità: assente</p> <p>Pietrosità superficiale: pietrosità piccola</p>	<p>comune, pietrosità media frequente, pietrosità grande comune</p> <p>Scorrimento superficiale: trascurabile</p> <p>Substrato: calcari e calcari marnosi</p> <p>Profondità utile alle radici: 35cm</p> <p>Parent Material: detrito in posto</p> <p>Aspetti superficiali inerbito/compattazione da animali</p> <p>Fessure: assenti</p> <p>Erosione: assente</p> <p>Falda: assente</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



Orizzonti

A	0-17 cm; limite chiaro lineare, umido, colore marrone rossastro scuro(5YR 3/3); scheletro scarso ghiaia grossolana, irregolare, litologia calcarea, poco alterato; argilloso limoso; resistente, semifragile, adesivo, plastico; struttura poliedrica subangolare grande moderata; conducibilità idraulica moderatamente alta; pori comuni fini e medi; radici molto fini, comuni, verticali; attività biologica anellidi, scarsa; reazione HCl assente
Bt	17-25/35cm; limite abrupto ondulato, umido, colore marrone rossastro (5YR 4/4); scheletro scarso, ghiaia media, irregolare, litologia calcarea, poco alterato; scheletro secondario scarso, ciottoli, irregolare, litologia calcarea, poco alterato; argilloso, resistente, semifragile, adesivo, plastico; struttura poliedrica angolare grande forte; conducibilità idraulica moderatamente bassa; pori comuni fini e medi; pellicole di argilla, scarse, sottili, sulle facce degli aggregati; radici molto fini, poche, subverticali; attività biologica anellidi scarsa; reazione HCl molto debole
R	25/35cm e oltre

Profilo n. 5		
Orizzonti	A	Bt
Sabbia Molto Grossa. - 1 - 2 mm	1,8	
Sabbia Grossa - 1 - 0.5 mm	2,0	
Sabbia Media - 0.5 - 0.25 mm	3,5	
Sabbia. Fine - 0.25 - 0.1 mm	3,7	
Sabbia Molto Fine. - 0.1 - 0.05 mm	5,2	
Sabbia totale (2.0 - 0.05 mm) (%)	16,2	16,5
Limo Grosso - 0.05 - 0.02 mm	13,7	
Limo Fine - 0.02 - 0.002 mm	28,1	
Limo (0.05 - 0.002 mm) (%)	41,8	31,5
Argilla (<0.002 mm) (%)	42,0	52,0
Tessitura USDA	AL	A
D.A. g/cm ³	1,5	
pH (H ₂ O 1:2.5)	8,0	8,2
Conducibilità elettrica (1:2.5) mS/cm	0,14	0,16
Calcare (%)	0,0	3,7
Calcare attivo (%)	0,0	18,0
Sostanza organica (g/kg)	36,50	22,60
Carbonio Organico (g/kg)	21,17	13,11
Azoto totale(g/kg)	2,1	1,37
Fosforo assimilabile mg/Kg	7	3
Ca (mg/kg)	2100	2400
Mg (mg/kg)	604	718
K (mg/kg)	522	298
Na (mg/kg))	82	98
CEC (meq/100 g)	17,23	19,17
Ca (meq/100 g)	10,50	12,00
Mg (meq/100 g)	5,03	5,98
K (meq/100 g)	1,34	0,76
Na (meq/100 g)	0,36	0,43
H ⁺ (meq/100 g)	0	0
Saturazione (%)	100	100
Mg/K rapporto	3,75	7,87
Ca/K rapporto	7,84	15,79
Ca/Mg rapporto	2,09	2,01
Rapporto C/N	10,08	9,57
Anidride fosforica assimilabile	16,03	6,87
ESP %	2,09	2,24

PROFILO n.6

<p>Data rilevamento: 08/02/2023</p> <p>Coordinate: 32T 442574.19 m E 4508846.84m N</p> <p>Località: Piano del Monte Nurra</p> <p>Quota: m slm: 73</p> <p>Pendenza: pianeggiante</p> <p>Uso del suolo: seminativo/pascolo</p> <p>Esposizione: --</p> <p>Morfologia: pianalto calcareo, dosso, sommità</p> <p>Rocciosità: 2%</p> <p>Pietrosità superficiale: pietrosità piccola</p>	<p>scarsa, pietrosità media frequente, pietrosità grande comune</p> <p>Scorrimento superficiale: trascurabile</p> <p>Substrato: calcari e calcari marnosi</p> <p>Profondità utile alle radici: 55cm</p> <p>Parent Material: detrito in posto</p> <p>Aspetti superficiali inerbito/compattazione da animali</p> <p>Fessure: assenti</p> <p>Erosione: assente</p> <p>Falda: assente</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



Orizzonti

Ap	0-25 cm; limite chiaro lineare, umido, colore marrone rossastro scuro (5YR 3/3); scheletro scarso, ghiaia media, irregolare, litologia calcare, poco alterato; scheletro secondario scarso, ciottoli, irregolare, litologia calcare, poco alterato; franco argilloso; resistente, fragile, adesivo, plastico; struttura poliedrica subangolare grande moderata; conducibilità idraulica moderatamente alta; pori comuni fini e medi; radici molto fini, comuni, verticali; attività biologica anellidi scarsa; reazione HCl assente
Bt	25-50 cm; limite abrupto lineare, umido, colore rosso giallastro (5YR 4/6); scheletro scarso, ghiaia media, irregolare, litologia calcare, poco alterato; argilloso; resistente, semifragile, adesivo, plastico; struttura poliedrica angolare grande forte; conducibilità idraulica moderatamente bassa; pori comuni fini e medi; pellicole di argilla, scarse, sottili, sulle facce degli aggregati; radici molto fini, poche, subverticali; attività biologica assente, reazione HCl assente
R	55cm e oltre

Profilo n. 6		
Orizzonti	A	Bt
Sabbia Molto Grossa. - 1 - 2 mm	0,8	
Sabbia Grossa - 1 - 0.5 mm	2,0	
Sabbia Media - 0.5 - 0.25 mm	5,0	
Sabbia. Fine - 0.25 - 0.1 mm	9,0	
Sabbia Molto Fine. - 0.1 - 0.05 mm	16,0	
Sabbia totale (2.0 - 0.05 mm) (%)	32,8	23,0
Limo Grosso - 0.05 - 0.02 mm	14,1	
Limo Fine - 0.02 - 0.002 mm	23,1	
Limo (0.05 - 0.002 mm) (%)	37,2	34,0
Argilla (<0.002 mm) (%)	30,0	43,0
Tessitura USDA	FA	A
D.A. g/cm ³	1,45	
pH (H ₂ O 1:2.5)	7,6	8,3
Conducibilità elettrica (1:2.5) mS/cm	0,155	0,081
Calcare (%)	0,0	0,0
Calcare attivo (%)	0,0	0,0
Sostanza organica (g/kg)	37,80	6,60
Carbonio Organico (g/kg)	21,93	3,83
Azoto totale(g/kg)	2,16	0,46
Fosforo assimilabile mg/Kg	21	3
Ca (mg/kg)	2300	2300
Mg (mg/kg)	176	182
K (mg/kg)	474	290
Na (mg/kg))	68	70
CEC (meq/100 g)	14,48	14,06
Ca (meq/100 g)	11,50	11,50
Mg (meq/100 g)	1,47	1,52
K (meq/100 g)	1,21	0,74
Na (meq/100 g)	0,30	0,30
H ⁺ (meq/100 g)	0	0
Saturazione (%)	100	100
Mg/K rapporto	1,21	2,05
Ca/K rapporto	9,50	15,54
Ca/Mg rapporto	7,82	7,57
Rapporto C/N	10,15	8,32
Anidride fosforica assimilabile	48,09	6,87
ESP %	2,07	2,13

UNITÀ CARTOGRAFICA 3 – Aree rilevate e ondulate su substrato vulcanico

Profili di riferimento: 8, NUR P79

Classificazione USDA 13th 2023: **Lithic Haploxerolls, fine, mixed, thermic**

Classificazione WRB 2014: **Epileptic Phaeozems (Clayic)**

Superficie: ha 21,43

Quota: 67 m slm

Pendenza: subpianeggiante



Morfologia, suoli e distribuzione

Questa Unità Cartografica è stata rilevata su di una superficie abbastanza ristretta all'interno dell'area di studio, dove affiorano substrati ignei, basaltici, misti a detrito calcareo. La morfologia è ondulata, con scarsi affioramenti rocciosi. I suoli sono molto sottili fortemente limitati in profondità dal substrato roccioso basaltico misto a detrito calcareo, solitamente presente entro i primi 25 cm. Si tratta di suoli a profilo A-R, con orizzonte superficiale molto scuro, mollico e profondità utile alle radici molto scarsa (25 cm), limitata dalla presenza della roccia basaltica mista a detrito calcareo, tessitura fine (FA), scheletro comune, reazione neutra. Sono suoli non calcarei, CSC alta e permeabilità alta, salinità e sodicità assenti, AWC molto bassa (38.0 mm).



Rocciosità: Scarsa (1%) - Le aree presentano roccia affiorante tale da essere un continuo disturbo durante le operazioni di rimescolamento dello strato superficiale, ma non rendono la maggior parte delle operazioni di questi tipo impraticabili. I veicoli gommati possono muoversi con ragionevole libertà sull'area; tuttavia, la roccia affiorante può danneggiare gli attrezzi ed i veicoli che si muovono sulla superficie

Pietrosità: frequente (15-35%). Lo strato superficiale presenta una pietrosità tale da interferire con le lavorazioni delle più comuni colture da pieno campo, anche se le lavorazioni possono essere eseguite nello stesso modo e con le stesse macchine utilizzate per i suoli liberi da frammenti. Tuttavia, la pietrosità causa danno agli attrezzi e ritardi nelle operazioni di campo. Si determinano problemi per la germinazione delle piante.

Profondità utile alle radici: 25 cm, molto scarsa. Esistono forti limitazioni allo sviluppo radicale per la presenza di roccia e che presenta condizioni non favorevoli alla crescita radicale.

Disponibilità di ossigeno per le piante: Buona. Non si verificano eccessi di umidità durante la normale stagione di crescita delle piante; tali condizioni permettono una crescita regolare delle colture agrarie. Al termine del periodo invernale il suolo si prosciuga facilmente. Il riscaldamento del suolo è facilitato dal pronto drenaggio delle acque in eccesso ottenuto grazie alle sistemazioni: Pertanto, la ripresa vegetativa primaverile è buona. Entrano in questa classe le voci relative al drenaggio interno "eccessivamente drenato" e "talvolta eccessivamente drenato".

Rischio di incrostamento superficiale: (0.31) – Assente - Nessuna interferenza. Il contenuto di argilla determina legami di sufficiente intensità tra le particelle del suolo; la stabilità della struttura è buona.

Erosione: assente

Limitazioni del suolo per caratteri nutrizionali:

Caratteri nutrizionali	Topsoil	Subsoil
Reazione (pH)	Assenti	--
Tessitura	assenti	--
Carbonati	Assenti	--
Calcare attivo	Assenti	--
Salinità	assenti	--
Sodicità	assenti	--

Dotazione di elementi della fertilità:

Parametro	Topsoil	Subsoil
CSC	alta	--
Azoto	Molto buona	--
P assimilabile	Molto buona	--
Sostanza organica	Molto buona	--
Ca scambiabile	Molto alta	--
Mg scambiabile	Molto alta	--
K scambiabile	Molto alta	--

Nessuna limitazione per l'alcalinità nell'orizzonte superficiale. La reazione del suolo è favorevole per la crescita delle piante, poiché la maggior parte degli elementi nutritivi è prontamente disponibile in tale intervallo. Tuttavia, alcune piante necessitano di un pH al di sopra o al di sotto di tali valori. È favorita l'attività microbica che contribuisce a rendere disponibili l'azoto, il fosforo e lo zolfo nel suolo.

Nessuna limitazione per la CSC. La quantità di colloidali organo-minerali è tale da permettere al suolo di trattenere con facilità gli elementi fertilizzanti già presenti e/o apportati con le concimazioni. Il complesso di scambio è saturato in gran parte dagli ioni Ca.

La **dotazione in sostanza organica** è molto buona in superficie.

Nessuna limitazione per il calcare attivo. Il tenore di calcare attivo, lungo tutto il profilo od in parte di esso, è tale da non interferire sulla scelta delle colture arboree normalmente diffuse sul territorio regionale

Salinità assente. Gli effetti della salinità sulla crescita delle colture agrarie sono trascurabili

Sodicità assente

Qualità idrologiche dei suoli:

Fessure: assenti

Rischio di inondazione: assente

Permeabilità (Ksat): Topsoil: alta (549.00 cm/day);

Ruscellamento superficiale: assente

Falda: assente

Available water capacity (AWC) - Fino alla profondità utile alle radici (25 cm) – 38.0 mm – Molto bassa

Potenzialità d'uso dei suoli per colture specifiche:

Vengono riportate solo le limitazioni più severe

Patata: N1 – Temporaneamente non adatto, con limitazioni per la profondità utile, il contenuto in N totale, la pietrosità superficiale, la bassa AWC ed il contenuto in C organico

Cipolla e orticole: N1 – Temporaneamente non adatto, con limitazioni per il contenuto in N totale, e, la bassa AWC ed il contenuto in C organico

Grano monococco sardo: N2 - Permanentemente non adatto, con limitazioni con limitazioni per la profondità utile, il contenuto in N totale, la bassa AWC ed il contenuto in C organico

Canapa da fibra: N2 - Permanentemente non adatto, con limitazioni con limitazioni per la profondità utile, il contenuto in N totale, la pietrosità superficiale, la bassa AWC ed il contenuto in C organico

Lavanda: N1 - Temporaneamente non adatto, con limitazioni per il contenuto in N totale, la bassa AWC ed il contenuto in C organico

Olivo: S3 –Marginalmente adatto, con limitazioni per la profondità utile, il contenuto in N totale ed il contenuto in C organico

Pomacee autoctone: S3 –Marginalmente adatto, con limitazioni per la profondità utile, il contenuto in N totale, la bassa AWC ed il contenuto in C organico

Prato polifita: S3 –Marginalmente adatto, con limitazioni per il contenuto in N totale e C organico

PROFILO n.8

<p>Data rilevamento: 08/02/2023</p> <p>Coordinate: 32T 443060.73m E 4507878.35m N</p> <p>Località: Piano del Monte Nurra</p> <p>Quota: m slm: 67</p> <p>Pendenza: pianeggiante</p> <p>Uso del suolo: seminativo/pascolo</p> <p>Esposizione: --</p> <p>Morfologia: pianalto calcareo, ripiano</p> <p>Rocciosità: 1%</p> <p>Pietrosità superficiale: pietrosità piccola</p>	<p>frequente, pietrosità media frequente, pietrosità grande scarsa</p> <p>Scorrimento superficiale: basso</p> <p>Substrato: basalti misti a calcari</p> <p>Profondità utile alle radici: 25cm</p> <p>Parent Material: detrito in posto</p> <p>Aspetti superficiali inerbito/compattazione da animali</p> <p>Fessure: assenti</p> <p>Erosione: assente</p> <p>Falda: assente</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



Orizzonti

A	0-20/25 cm; limite abrupto ondulato, umido, colore marrone molto scuro (10YR 2/2); scheletro comune, ghiaia grossolana, irregolare, litologia ignea, poco alterato; franco argilloso; resistente, deformabile, adesivo, plastico; struttura poliedrica subangolare grande forte; conducibilità idraulica moderatamente alta; pori comuni fini e medi; radici molto fini, comuni, verticali; attività biologica anellidi scarsa; reazione HCl assente
R	20/25cm e oltre

Profilo n. 8	
Orizzonti	A
Sabbia Molto Grossa. - 1 - 2 mm	2,7
Sabbia Grossa - 1 - 0.5 mm	4,2
Sabbia Media - 0.5 - 0.25 mm	7,1
Sabbia. Fine - 0.25 - 0.1 mm	5,6
Sabbia Molto Fine. - 0.1 - 0.05 mm	4,2
Sabbia totale (2.0 - 0.05 mm) (%)	23,8
Limo Grosso - 0.05 - 0.02 mm	19,2
Limo Fine - 0.02 - 0.002 mm	22,0
Limo (0.05 - 0.002 mm) (%)	41,2
eArgilla (<0.002 mm) (%)	35,0
Tessitura USDA	FA
D.A. g/cm ³	0,94
pH (H ₂ O 1:2.5)	7,2
Conducibilità elettrica (1:2.5) mS/cm	0,486
Calcare (%)	0,0
Calcare attivo (%)	0,0
Sostanza organica (g/kg)	132,7
Carbonio Organico (g/kg)	76,97
Azoto totale(g/kg)	6,55
Fosforo assimilabile mg/Kg	106
Ca (mg/kg)	5300
Mg (mg/kg)	434
K (mg/kg)	680
Na (mg/kg))	158
CEC (meq/100 g)	32,55
Ca (meq/100 g)	26,5
Mg (meq/100 g)	3,62
K (meq/100 g)	1,74
Na (meq/100 g)	0,69
H ⁺ (meq/100 g)	0
Saturazione (%)	100
Mg/K rapporto	2,08
Ca/K rapporto	15,23
Ca/Mg rapporto	7,32
Rapporto C/N	11,75
Anidride fosforica assimilabile	242,74
ESP %	2,12

UNITÀ CARTOGRAFICA 4 – Aree ondulate del pianalto calcareo

Profili di riferimento: 1, 2

Classificazione USDA 13th 2023: **Typic Xerorthents, fine loamy, mixed, thermic**

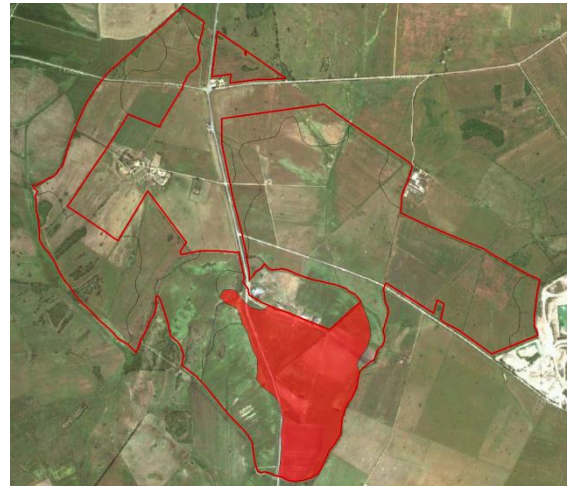
Classificazione WRB 2014: **Haplic Calcisols (Aric)**

Superficie: ha 46,43

Quota: 57 - 60 m slm

Pendenza: 7%

Morfologia, suoli e distribuzione



Questa Unità Cartografica comprende una superficie debolmente inclinata che dal pianalto calcareo digrada verso la depressione eluvio-colluviale. Si presenta con una morfologia lineare, con pendenze modeste e aspetto eroso, infatti i suoli sono privi dell'orizzonte argilluviale in quanto ringiovaniti dall'erosione e sono a profilo Ap-B_{ck}-C_{kr}, con l'orizzonte lavorato che passa, con un sottile orizzonte di transizione, al substrato detritico calcareo. I suoli sono poco profondi, con profondità utile alle radici da scarsa a moderatamente elevata (40 – 60 cm), limitata dalla presenza del substrato non consolidato fortemente calcareo, tessitura moderatamente fine (FA-FAL), scheletro da scarso a frequente con la profondità, reazione moderatamente alcalina. Sono suoli molto calcarei, con contenuto in calcare attivo da medio ad elevato con la profondità. CSC da alta a media con la profondità e permeabilità moderatamente alta, salinità e sodicità assenti, AWC da bassa a moderata (49.8 – 113.8 mm).



Rocciosità: assente

Pietrosità: frequente (15-35%). Lo strato superficiale presenta una pietrosità tale da interferire con le lavorazioni delle più comuni colture da pieno campo, anche se le lavorazioni possono essere eseguite nello stesso modo e con le stesse macchine utilizzate per i suoli liberi da frammenti. Tuttavia, la pietrosità causa danno agli attrezzi e ritardi nelle operazioni di campo. Si determinano problemi per la germinazione delle piante.

Profondità utile alle radici: 40 - 60 cm, da scarsa a moderatamente elevata. Esistono significative limitazioni allo sviluppo radicale per la presenza del detrito calcareo che presenta condizioni non favorevoli alla crescita radicale.

Disponibilità di ossigeno per le piante: Moderata. L'acqua è rimossa dal suolo prontamente, ma non rapidamente. L'acqua libera, all'interno del profilo, si ritrova comunemente in profondità e non inibisce la crescita delle radici per periodi significativi durante la maggior parte della stagione di crescita. Al termine dell'inverno il suolo si prosciuga molto lentamente. Le lavorazioni e le sistemazioni sono necessarie per ottenere una ripresa vegetativa primaverile sufficientemente veloce. I suoli sono generalmente privi di screziature e, in ogni caso, la loro presenza è relazione alla presenza di acqua libera. Entra in questa classe la voce relativa al drenaggio interno "ben drenato".

Rischio di incrostamento superficiale: (0.95) – Assente - Nessuna interferenza. Il contenuto di argilla determina legami di sufficiente intensità tra le particelle del suolo; la stabilità della struttura è buona.

Erosione: assente

Limitazioni del suolo per caratteri nutrizionali:

Caratteri nutrizionali	Topsoil	Subsoil
Reazione (pH)	Assenti	Lievi
Tessitura	assenti	assenti
Carbonati	moderate	forti
Calcare attivo	moderate	forti
Salinità	assenti	assenti
Sodicità	assenti	assenti

Dotazione di elementi della fertilità:

Parametro	Topsoil	Subsoil
CSC	alta	media
Azoto	moderata	moderata
P assimilabile	Molto alta	Molto scarsa
Sostanza organica	buona	normale
Ca scambiabile	buona	media
Mg scambiabile	buona	buona
K scambiabile	Molto alta	scarsa

Nessuna limitazione per l'alcalinità nell'orizzonte superficiale. La reazione del suolo è favorevole per la crescita delle piante, poiché la maggior parte degli elementi nutritivi è prontamente disponibile in tale intervallo. Tuttavia, alcune piante necessitano di un pH al di sopra o al di sotto di tali valori. È favorita l'attività microbica che contribuisce a rendere disponibili l'azoto, il fosforo e lo zolfo nel suolo. **Lieve limitazione per l'alcalinità nell'orizzonte profondo.** Il calcio ed il magnesio sono abbondanti; anche il molibdeno è disponibile, se presente nella frazione minerale del suolo. Si può determinare una inadeguata disponibilità di ferro, manganese, rame, zinco e, specialmente, di fosforo e boro.

Nessuna limitazione per la CSC. La quantità di colloidali organo-minerali è tale da permettere al suolo di trattenere con facilità gli elementi fertilizzanti già presenti e/o apportati con le concimazioni. Il complesso di scambio è saturato in gran parte dagli ioni Ca.

La **dotazione in sostanza organica** è buona in superficie e normale in profondità

Moderata limitazione per il calcare attivo nell'orizzonte superficiale. . Il tenore di calcare attivo, lungo tutto il profilo od in parte di esso, è tale da interferire sulla scelta delle colture arboree normalmente diffuse sul territorio regionale.

Forte limitazione per il calcare attivo nell'orizzonte profondo. Il tenore di calcare attivo, lungo tutto il profilo od in parte di esso, è tale da interferire fortemente sulla scelta delle colture arboree normalmente diffuse sul territorio regionale: risulta, pertanto, necessario impiegare adatti portainnesti.

Salinità assente. Gli effetti della salinità sulla crescita delle colture agrarie sono trascurabili

Sodicità assente

Qualità idrologiche dei suoli:

Fessure: assenti

Rischio di inondazione: assente

Permeabilità (Ksat): Topsoil: moderatamente alta (83.6/15.8 cm/day); Subsoil: moderatamente alta (93.4/8.8 cm/day)

Ruscellamento superficiale: assente

Falda: assente

Available water capacity (AWC) - Fino alla profondità utile alle radici (40 - 60 cm) – 49.8 – 113.8 mm
– da bassa a moderata

Potenzialità d'uso dei suoli per colture specifiche:

Patata: N1 – Temporaneamente non adatto, con limitazioni per la tessitura, il contenuto in carbonati, la pietrosità superficiale e le precipitazioni

Cipolla e orticole: S3 – Marginalmente adatto, con limitazioni per la tessitura, il calcare attivo, la pietrosità superficiale, il contenuto in N totale, la bassa AWC e le precipitazioni

Grano monococco sardo: S3 – Marginalmente adatto, con limitazioni per il contenuto in N totale, la pietrosità superficiale ed i carbonati

Canapa da fibra: N1 – Temporaneamente non adatto, con limitazioni il calcare attivo ed i carbonati, la pietrosità superficiale e le precipitazioni

Lavanda: N1 – Temporaneamente non adatto, con limitazioni per la profondità utile, la tessitura, il contenuto in N totale ed i carbonati

Olivo: S3 – Marginalmente adatto, con limitazioni per la tessitura, il contenuto in N totale ed i carbonati

Pomacee autoctone: S3 –Marginalmente adatto, con limitazioni per la profondità utile, la tessitura, la pietrosità superficiale, la bassa AWC, il contenuto in N totale ed i carbonati

Prato polifita: S2/S3 – Da Moderatamente a Marginalmente adatto, con limitazioni per la tessitura, il contenuto in N totale e carbonio organico

PROFILO n.1

<p>Data rilevamento: 09/02/2023</p> <p>Coordinate: 32T 443748.70m E 4507141.56m N</p> <p>Località: Piano de Monte Nurra</p> <p>Quota: m slm: 57</p> <p>Pendenza: 5%</p> <p>Uso del suolo: seminativo irriguo</p> <p>Esposizione: 130°N</p> <p>Morfologia: Pianalto calcareo, versante lineare concavo, parte bassa di versante</p> <p>Rocciosità: assente</p> <p>Pietrosità superficiale: pietrosità piccola</p>	<p>frequente, pietrosità media comune, pietrosità grande scarsa</p> <p>Scorrimento superficiale: medio</p> <p>Substrato: Calcari e calcari marnosi</p> <p>Profondità utile alle radici: 40cm</p> <p>Parent Material: materiale residuale</p> <p>Aspetti superficiali nudo post raccolto</p> <p>Fessure: assenti</p> <p>Erosione: erosione idrica diffusa moderata</p> <p>Falda: assente</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



Orizzonti

Ap	0-30/40 cm; limite abrupto ondulato, umido, colore marrone grigiastro scuro (2,5Y 4/2); scheletro scarso, ghiaia grossolana, irregolare, litologia calcareo, poco alterato; franco argilloso; resistente, fragile, adesivo, plastico; struttura poliedrica subangolare grande forte; conducibilità idraulica moderatamente alta; pori comuni fini e medi; radici molto fini, comuni, verticali; radici secondarie fino, poche, verticali; attività biologica anellidi scarsa; reazione HCl violenta
Ckr	30/40-90 cm; substrato calcarenitico moderatamente alterato

Profilo n. 1	
Orizzonti	Ap
Sabbia Molto Grossa. - 1 - 2 mm	9,9
Sabbia Grossa - 1 - 0.5 mm	1,4
Sabbia Media - 0.5 - 0.25 mm	2,7
Sabbia. Fine - 0.25 - 0.1 mm	4,6
Sabbia Molto Fine. - 0.1 - 0.05 mm	7,5
Sabbia totale (2.0 - 0.05 mm) (%)	26,1
Limo Grosso - 0.05 - 0.02 mm	18,0
Limo Fine - 0.02 - 0.002 mm	27,9
Limo (0.05 - 0.002 mm) (%)	45,9
Argilla (<0.002 mm) (%)	28,0
Tessitura USDA	FA
D.A. g/cm ³	1.25
pH (H ₂ O 1:2.5)	8,1
Conducibilità elettrica (1:2.5) mS/cm	0,219
Calcare (%)	54,3
Calcare attivo (%)	13,2
Sostanza organica (g/kg)	30,50
Carbonio Organico (g/kg)	17,69
Azoto totale(g/kg)	1,79
Fosforo assimilabile mg/Kg	70
Ca (mg/kg)	3200
Mg (mg/kg)	224
K (mg/kg)	200
Na (mg/kg))	142
CSC (meq/100 g)	19,00
Ca (meq/100 g)	16,00
Mg (meq/100 g)	1,87
K (meq/100 g)	0,51
Na (meq/100 g)	0,62
H ⁺ (meq/100 g)	0
Saturazione (%)	100
Mg/K rapporto	3,67
Ca/K rapporto	31,37
Ca/Mg rapporto	8,56
Rapporto C/N	9,88
Anidride fosforica assimilabile	160,30
ESP %	3,26

PROFILO n.2

<p>Data rilevamento: 09/02/2023</p> <p>Coordinate: 32T 443932.96 m E 4507463.00 m N</p> <p>Località: Piano de Monte Nurra</p> <p>Quota: m slm: 60</p> <p>Pendenza: 8%</p> <p>Uso del suolo: seminativo/pascolo</p> <p>Esposizione: 130°N</p> <p>Morfologia: pianalto calcareo, versante lineare, parte media</p> <p>Rocciosità: assente</p> <p>Pietrosità superficiale: pietrosità piccola</p>	<p>comune, pietrosità media comune, pietrosità grande comune</p> <p>Scorrimento superficiale: medio</p> <p>Substrato: calcari e calcari marnosi</p> <p>Profondità utile alle radici: 65cm</p> <p>Parent Material: colluvio</p> <p>Aspetti superficiali inerbito, impronte e compattazione da animali</p> <p>Fessure: assenti</p> <p>Erosione: erosione idrica diffusa moderata</p> <p>Falda: assente</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



Orizzonti

Ap	0-35 cm; limite chiaro lineare, umido, colore marrone grigiastro scuro (10YR 4/2); scheletro scarso, ghiaia media, irregolare, litologia calcare, poco alterato; scheletro secondario scarso, ghiaia grossolana, irregolare, litologia calcare, poco alterato; franco argilloso limoso, resistente, fragile, adesivo, plastico; struttura poliedrica subangolare grande forte; conducibilità idraulica moderatamente alta; pori comuni fini e medi; radici molto fini, comuni, verticali; attività biologica anellidi scarsa; reazione HCl violenta
Bck	35-40/65 cm; limite abrupto irregolare, umido, colore marrone grigiastro (10YR 5/2); scheletro scarso, ghiaia media, irregolare, litologia calcare, poco alterato; scheletro secondario scarso, pietre, irregolare, litologia calcare, poco alterato; franco argilloso limoso, resistente, fragile, debolmente adesivo, debolmente plastico; struttura poliedrica subangolare grande debole; conducibilità idraulica moderatamente alta; accumuli soffici di CaCO ₃ , comuni, piccoli; pori comuni fini e medi; radici molto fini, poche, subverticali; attività biologica assente, reazione HCl violenta
Ckr	40/65-120cm e oltre; limite sconosciuto, umido; colore grigio chiaro (10YR 7/1); scheletro frequente, piccolo e medio subangolare calcareo; franco limoso; resistente; fragile; non adesivo, non plastico; massivo; conducibilità idraulica moderatamente alta; pori comuni fini e medi; radici assenti; attività biologica assente, reazione HCl violenta.

Profilo n. 2			
Orizzonti	A	BCK	Ckr
Sabbia Molto Grossa. - 1 - 2 mm	1,2		
Sabbia Grossa - 1 - 0.5 mm	1,8		
Sabbia Media - 0.5 - 0.25 mm	3,2		
Sabbia. Fine - 0.25 - 0.1 mm	4,1		
Sabbia Molto Fine. - 0.1 - 0.05 mm	9,0		
Sabbia totale (2.0 - 0.05 mm) (%)	19,3	19,5	21,5
Limo Grosso - 0.05 - 0.02 mm	20,8		
Limo Fine - 0.02 - 0.002 mm	29,9		
Limo (0.05 - 0.002 mm) (%)	50,7	52,5	56,5
Argilla (<0.002 mm) (%)	30,0	28,0	22,0
Tessitura USDA	FAL	FAL	FL
D.A. g/cm ³	1,24		
pH (H ₂ O 1:2.5)	8,0	8,3	8,4
Conducibilità elettrica (1:2.5) mS/cm	0,210	0,229	0,409
Calcare (%)	37,2	57,9	67,2
Calcare attivo (%)	10,4	13,6	15,1
Sostanza organica (g/kg)	39,1	11,9	6,6
Carbonio Organico (g/kg)	22,68	6,90	3,83
Azoto totale(g/kg)	2,23	0,77	0,46
Fosforo assimilabile mg/Kg	80	3	2
Ca (mg/kg)	3700	2900	2700
Mg (mg/kg)	202	174	200
K (mg/kg)	412	134	72
Na (mg/kg))	86	106	114
CEC (meq/100 g)	21,60	16,75	15,85
Ca (meq/100 g)	18,50	14,50	13,50
Mg (meq/100 g)	1,68	1,45	1,67
K (meq/100 g)	1,05	0,34	0,18
Na (meq/100 g)	0,37	0,46	0,50
H ⁺ (meq/100 g)	0	0	0
Saturazione (%)	100	100	100
Mg/K rapporto	1,6	4,26	9,28
Ca/K rapporto	17,62	42,65	75,00
Ca/Mg rapporto	11,01	10,00	8,08
Rapporto C/N	10,17	8,96	8,32
Anidride fosforica assimilabile	183,20	6,87	4,58
ESP %	1,71	2,75	3,15

UNITÀ CARTOGRAFICA 5 – Depressione eluvio-colluviale

Profili di riferimento: 9

Classificazione USDA 13th 2023: **Vertic Natrixerolls, fine, carbonatic, thermic**

Classificazione WRB 2014: **Vertic Solonchaks (Clayic)**

Superficie: ha 21,26

Quota: 46 m slm

Pendenza: subpianeggiante

Morfologia, suoli e distribuzione

Questa Unità Cartografica comprende una superficie debolmente depressa ed allungata, colmata da sedimenti fini eluvio-colluviali provenienti dalle superfici del pianalto calcareo. Si presenta con una debolmente concava, subpianeggiante suoli presentano un orizzonte superficiale molto scuro, mollico, cui segue un orizzonte B di alterazione con modesti caratteri vertici di rigonfiamento e contrazione delle argille a reticolo espandibile. Sono suoli a profilo Ap-Bw-BCkn-Ckn con contenuto in sodio scambiabile che diventa elevato oltre i 65 cm di profondità. I suoli sono profondi, con profondità utile alle radici moderatamente elevata (65 cm), limitata dalla presenza di orizzonti con elevato contenuto in sodio scambiabile, tessitura da fine (A) a moderatamente fine (FA), scheletro da scarso ad assente con la profondità, reazione da moderatamente a fortemente alcalina con la profondità. Sono suoli da debolmente a fortemente calcarei, con contenuto in calcare attivo medio. CSC alta e permeabilità da moderatamente alta a moderatamente bassa con la profondità, salinità assente e sodicità da bassa a elevata con la profondità, AWC elevata (178.0 mm).



Rocciosità: assente

Pietrosità: scarsa (5 – 15 %). Lo strato superficiale presenta una pietrosità tale da influenzare gli usi del suolo che tollerano poco la presenza di frammenti pietrosi che, tuttavia, non interferiscono significativamente con le lavorazioni delle colture. La pietrosità può interferire sulla germinazione delle piante.

Profondità utile alle radici: 65 cm, moderatamente elevata. Esistono significative limitazioni allo sviluppo radicale per la presenza di orizzonti con elevato contenuto in sodio scambiabile che presentano condizioni non favorevoli alla crescita radicale.

Disponibilità di ossigeno per le piante: Imperfetta. L'acqua è rimossa dal suolo in alcuni periodi dell'anno lentamente. L'acqua libera, all'interno del profilo, si ritrova a moderata profondità. I suoli sono bagnati solo per poco tempo entro la profondità radicale durante i periodi di crescita, ma non abbastanza a lungo da influenzare la maggior parte delle colture mesofitiche. I suoli hanno o strati a lenta permeabilità entro il metro, o periodicamente ricevono abbondanti precipitazioni o entrambi. Entra in questa classe la voce relativa al drenaggio interno "moderatamente ben drenato".

Rischio di incrostamento superficiale: (0.43) – Assente - Nessuna interferenza. Il contenuto di argilla determina legami di sufficiente intensità tra le particelle del suolo; la stabilità della struttura è buona.

Erosione: assente

Limitazioni del suolo per caratteri nutrizionali:

Caratteri nutrizionali	Topsoil	Subsoil
Reazione (pH)	lievi	forti
Tessitura	lievi	assenti
Carbonati	assenti	lievi
Calcare attivo	lievi	lievi
Salinità	assenti	assenti
Sodicità	lievi	forti

Dotazione di elementi della fertilità:

Parametro	Topsoil	Subsoil
CSC	alta	alta
Azoto	buona	Molto scarsa
P assimilabile	Molto alta	Molto scarsa
Sostanza organica	Molto buona	Molto scarsa
Ca scambiabile	buona	buona
Mg scambiabile	Molto alta	Molto alta
K scambiabile	Molto alta	Molto alta

Lieve limitazione per l'alcalinità nell'orizzonte superficiale. Il calcio ed il magnesio sono abbondanti; anche il molibdeno è disponibile, se presente nella frazione minerale del suolo. Si può determinare una inadeguata disponibilità di ferro, manganese, rame, zinco e, specialmente, di fosforo e boro.

Forte limitazioni per l'alcalinità nell'orizzonte profondo. Le condizioni edafiche sono tali da determinare una inadeguata disponibilità di ferro, manganese, rame, zinco e, specialmente, di fosforo e boro

Nessuna limitazione per la CSC. La quantità di colloidali organo-minerali è tale da permettere al suolo di trattenere con facilità gli elementi fertilizzanti già presenti e/o apportati con le concimazioni. Il complesso di scambio è saturato in gran parte dagli ioni Ca.

La **dotazione in sostanza organica** è molto buona in superficie e molto scarsa in profondità

Lieve limitazione per il calcare attivo nell'orizzonte superficiale ed in quello profondo. Il tenore di calcare attivo, lungo tutto il profilo od in parte di esso, è tale da interferire moderatamente sulla scelta delle colture arboree normalmente diffuse sul territorio regionale.

Salinità assente. Gli effetti della salinità sulla crescita delle colture agrarie sono trascurabili

Sodicità da lieve a forte. È influenzata la crescita di molte colture agrarie, in particolare fruttiferi ed agrumi, con forti riduzioni delle rese.

Qualità idrologiche dei suoli:

Fessure: assenti

Rischio di inondazione: raro con durata molto breve (1-2 giorni)

Permeabilità (Ksat): Topsoil: da moderatamente alta a moderatamente bassa (89.2/5.4 cm/day);
Subsoil: da moderatamente bassa a bassa (8.4/0.3 cm/day)

Ruscellamento superficiale: assente

Falda: assente

Available water capacity (AWC) - Fino alla profondità utile alle radici (65 cm) – 178.0 mm – elevata

Potenzialità d'uso dei suoli per colture specifiche:

Vengono riportate solo le limitazioni più severe

Patata: S3 - Marginalmente adatto, con limitazioni per la tessitura e le precipitazioni

Cipolla e orticole: S3 – Marginalmente adatto, con limitazioni per la tessitura e le precipitazioni, moderate per il pH e l'alcalinità

Grano monococco sardo: S3 – Marginalmente adatto,, con limitazioni poco rilevanti per il clima ed il contenuto in C organico

Canapa da fibra: : S3 – Marginalmente adatto, con limitazioni per il contenuto in carbonio organico e le precipitazioni, moderate per il pH e l'alcalinità

Lavanda: S3 – Marginalmente adatto, con limitazioni per la tessitura ed il contenuto in carbonio organico, moderate per il pH e l'alcalinità

Olivo: N1 – Temporaneamente non adatto, con limitazioni per la tessitura ed il contenuto in carbonio organico, moderate per il pH e l'alcalinità

Pomacee autoctone: N2 - Permanentemente non adatto, con limitazioni per la tessitura ed il contenuto in carbonio organico e l'alcalinità, moderate per il pH

Prato polifita: S3 – Marginalmente adatto, con limitazioni con limitazioni per la tessitura ed il contenuto in carbonio organico

PROFILO n.9

<p>Data rilevamento: 08/02/2023</p> <p>Coordinate: 32T 443334.85m E 4507410.89m N</p> <p>Località: Piano del Monte Nurra</p> <p>Quota: m slm: 46</p> <p>Pendenza: pianeggiante</p> <p>Uso del suolo: seminativo/pascolo</p> <p>Esposizione: --</p> <p>Morfologia: pianalto calcareo, depressione</p> <p>Rocciosità: assente</p> <p>Pietrosità superficiale: pietrosità piccola assente, pietrosità media scarsa, pietrosità</p>	<p>grande scarsa</p> <p>Scorrimento superficiale: assente, locali ristagni idrici a carattere stagionale</p> <p>Substrato: calcari e calcari marnosi</p> <p>Profondità utile alle radici: 65 cm</p> <p>Parent Material: colluvio</p> <p>Aspetti superficiali inerbito/compattazione da animali</p> <p>Fessure: assenti</p> <p>Erosione: assente</p> <p>Falda: non confinata, profondità 125 cm, durata stagionale</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



Orizzonti

Ap	0-30/35 cm; limite chiaro ondulato, umido, colore nero (5Y 2,5/1); scheletro scarso, ghiaia media, irregolare, litologia calcarea, poco alterato; argilloso; resistente, deformabile, adesivo, plastico; struttura poliedrica subangolare grande moderata; conducibilità idraulica moderatamente bassa; pori comuni fini e medi; radici molto fini, comuni, verticali; attività biologica assente; reazione HCl molto debole
Bw	30/35-65 cm; limite chiaro lineare, umido, colore grigio scuro (5Y 4/1); scheletro assente; argilloso; resistente, deformabile, adesivo, plastico; struttura poliedrica subangolare grande moderata; conducibilità idraulica moderatamente bassa; pori comuni fini e medi; radici molto fini, poche, verticali; attività biologica assente; reazione HCl notevole
BCKn	65-105/10 cm; limite chiaro ondulato, umido, colore grigio (10YR 5/1); scheletro assente; franco argilloso; resistente, deformabile, adesivo, plastico; struttura poliedrica subangolare grande debole; conducibilità idraulica moderatamente bassa; concentrazioni soffici di CaCO ₃ , comuni, piccole, pori comuni fini; radici assenti; attività biologica assente; reazione HCl notevole
Ckn	105/110-120 cm e oltre; limite sconosciuto, molto umido, colore grigio (10YR 6/1); scheletro scheletro scarso, ghiaia media, irregolare, litologia calcarea, poco alterato; franco argilloso; resistente, deformabile, adesivo, plastico; massivo; conducibilità idraulica moderatamente bassa; concentrazioni soffici di CaCO ₃ , comuni, piccole, pori comuni fini; radici assenti; attività biologica assente; reazione HCl notevole

Profilo n. 9				
Orizzonti	Ap	Bw	BCkn	Ckn
Sabbia Molto Grossa. - 1 - 2	2,6			
Sabbia Grossa - 1 - 0.5 mm	3,2			
Sabbia Media - 0.5 - 0.25	5,5			
Sabbia. Fine - 0.25 - 0.1 mm	4,4			
Sabbia Molto Fine. - 0.1 -	4,4			
Sabbia totale (2.0 - 0.05	20,1	19,2	21,9	20,9
Limo Grosso - 0.05 - 0.02	17,0			
Limo Fine - 0.02 - 0.002 mm	17,9			
Limo (0.05 - 0.002 mm) (%)	34,9	35,8	40,1	43,1
Argilla (<0.002 mm) (%)	45,0	45,0	38,0	36,0
Tessitura USDA	A	A	FA	FA
D.A. g/cm ³	1,12			
pH (H ₂ O 1:2.5)	8,2	8,5	8,5	9,0
Conducibilità elettrica	0,421	1,384	2,429	1,500
Calcare (%)	3,4	13,4	16,6	33,1
Calcare attivo (%)	9,0	8,6	9,4	9,9
Sostanza organica (g/kg)	46,40	14,60	10,00	3,30
Carbonio Organico (g/kg)	26,91	8,47	5,80	1,91
Azoto totale(g/kg)	2,59	0,93	0,66	0,26
Fosforo assimilabile mg/Kg	30	4	3	3
Ca (mg/kg)	4200	3300	3200	2800
Mg (mg/kg)	722	802	962	1096
K (mg/kg)	896	862	888	798
Na (mg/kg))	684	1638	2478	2788
CEC (meq/100 g)	32,28	32,50	37,06	37,29
Ca (meq/100 g)	21	16,5	16	14
Mg (meq/100 g)	6,02	6,68	8,02	9,13
K (meq/100 g)	2,29	2,20	2,27	2,04
Na (meq/100 g)	2,97	7,12	10,77	12,12
H ⁺ (meq/100 g)	0	0	0	0
Saturazione (%)	100	100	100	100
Mg/K rapporto	2,63	3,04	3,53	4,48
Ca/K rapporto	9,17	7,50	7,05	6,86
Ca/Mg rapporto	3,49	2,47	2,00	1,53
Rapporto C/N	10,39	9,11	8,79	7,36
Anidride fosforica	68,70	9,16	6,87	6,87
ESP %	9,20	21,91	29,06	32,50

6. Il contenuto idrico dei suoli

La capacità di ritenuta idrica di un suolo è una costante idrologica del terreno. Definisce il contenuto d'acqua nel terreno, in termini di umidità percentuale, in condizioni ottimali per quanto riguarda il rapporto fra acqua e aria nel terreno.

Il potenziale idrico, in agronomia e pedologia, è un parametro differenziale che misura l'energia potenziale che ha l'acqua presente nel suolo, in riferimento alle condizioni dell'acqua libera. Questo parametro è impiegato per quantificare il lavoro che le piante devono spendere per l'assorbimento radicale ed è di basilare importanza nei calcoli relativi all'irrigazione.

Il potenziale idrico si compone di diversi fattori ed assume sempre valori negativi

$$\Psi = \Psi_0 - \Psi_m - \Psi_{\pi} - \Psi_g + \Psi_s \pm \Psi_x$$

Ψ = potenziale totale

Ψ_0 = potenziale di riferimento in genere 0

Ψ_m = potenziale matriciale che assume sempre valori negativi

Ψ_{π} = potenziale osmotico dovuto alla salinità che assume valori sempre negativi

Ψ_g = potenziale gravitazionale che assume sempre valori negativi

Ψ_s = potenziale di sommersione che assume sempre valori positivi

Ψ_x = altri componenti

In genere la condizione più frequente è quella in cui il terreno non è saturo, il tenore salino è basso, e la vegetazione non raggiunge grandi altezze, la formula si semplifica ed il potenziale corrisponde al potenziale della matrice terreno.

$$\Psi = \Psi_m$$

Con riferimento ai valori assunti dal potenziale idrico l'acqua, nel terreno, misurato in bar o in KPa, può essere classificata secondo categorie utili ai fini del calcolo dei fabbisogni idrici:

Le unità di misura utilizzate per la misura del potenziale sono:

- pF definito come il logaritmo negativo del potenziale $pF = -\log(\Psi) = \log 1/(\Psi)$. Il potenziale idrico viene espresso in cm di una colonna di acqua. Si ricorda che una colonna di acqua di 10 metri corrisponde ad una pressione di 1 atm
- Bar che è uguale a 0.98 atm. In termini pratici si può approssimare che 1 Bar sia uguale ad 1 atm

La conversione tra il pF, atm/ bar e Kpa è riportata nella tabella seguente:

cm di H₂O	10	100	Capacità di campo 330	1000	10.000	Punto di appassimento 15.000	100.000
pF	1	2	2.5	3	4	4.2	5
atm/bar	0.01	0.10	0.33	1	10	15	100
Kpa	1	10	33	100	1000	1500	10000

Tab. 5 – Tabella di conversione unità di pF, Atm e Kpa

Le principali grandezze idrologiche sono riassunte di seguito:

1. **Capacità idrica massima:** è il valore di umidità che corrisponde alla completa saturazione con acqua del terreno. L'acqua è contenuta nei macro pori ed il potenziale matriciale è prossimo allo zero.
2. **Capacità di campo:** è il valore di umidità corrispondente alla saturazione dei micropori; l'acqua non è presente nei macropori che sono a disposizione per l'aria. Sul valore del potenziale idrico a capacità di campo la letteratura riporta valori discordanti. In genere si considera un valore vicino a -0.1 bar per i suoli sabbiosi e -0.33 bar per gli altri suoli. La umidità a capacità di campo è considerata il valore ottimale in quanto il punto di incontro tra disponibilità di acqua e disponibilità di aria.
3. **Punto di appassimento:** è quel valore di umidità al quale le piante non riescono ad assorbire acqua ed avvizziscono. Le diverse piante manifestano valori disformi del punto di appassimento in genere compreso tra -15 bar e -25 bar. Alcune piante alofite possono assorbire acqua fino a -100 bar. Vale la pena ricordare che il punto di appassimento rappresenta il limite estremo compatibile con le piante agrarie.
4. **Acqua utile:** è l'umidità compresa tra la capacità di campo ed il punto di appassimento. Generalmente non si spinge la umidità del terreno a valori vicino al punto di appassimento in quanto a questi valori la pianta assorbe l'acqua con notevole dispendio di energia
5. **Acqua facilmente utilizzabile:** è la parte di acqua disponibile al di sotto della quale le piante rispondono alla diminuzione di umidità con una reazione della traspirazione ed in genere cominciano a mostrare i sintomi di stress idrico. L'acqua facilmente utilizzabile è una frazione dell'acqua utile ed è compresa tra la capacità di campo ed il punto di intervento irriguo
6. **Punto di intervento irriguo:** in considerazione di quanto detto al punto precedente si procede alla irrigazione a valori di umidità superiori al punto di appassimento. Il valore minimo che viene fissato per reintegrare le risorse idriche viene detto punto di intervento irriguo. La tendenza è quella di intervenire con la irrigazione a contenuti di umidità residui più alti per le specie il cui prodotto utile è la parte aerea (foraggi, ortive) mentre nei frutteti (vite, olivo) a più bassi contenuti di umidità.

Il potenziale idrico nel suolo può essere misurato con apposite apparecchiature dette Piastre di Richard che permettono di misurare il contenuto idrico a diverse tensioni. Tale misura richiede tempi e costi abbastanza elevati, perciò attualmente se sono disponibili misure sui suoli è possibile predisporre delle pedo funzioni di trasferimento che, opportunamente validate, permettono, sulla base di dati analitici più semplici (tessitura, densità apparente e sostanza organica), la determinazione del potenziale idrico nel suolo.

Quindi nel caso dei suoli dell'area di Joanne Abbas sono state validate delle pedo transfer function sulla base di dati esistenti su suoli simili e quindi applicate a tutti i campioni analizzati, ottenendo quindi una misura sufficientemente affidabile del contenuto idrico del suolo.

Di seguito si riportano le tabelle ed i grafici riepilogativi dei contenuti idrici per i diversi profili analizzati, suddivisi per unità cartografica.

Unità Cartografica 1

Tab.
6 -

Profilo	P7	P7	P7	P11	P11	P11	P12	P12	P12	P3	P3	P3
Orizzonte	Ap1	Ap2	Bt	Ap	Bt1	Bt2	Ap	Bt1	Bt2	Ap	Bt1	Bt2
Profondità	30	65	100	15	35	55	30	60	100	30	25	45
Water ret. 1500 kPa %vol	10.3	9.6	16.6	22.0	25.5	24.2	19.0	21.9	19.4	19.7	23.1	23.3
Water ret. 1000 kPa %vol	11.7	10.3	17.3	23.8	27.2	25.7	20.7	23.3	20.5	21.5	24.5	24.5
Water ret. 200 kPa %vol	14.0	11.3	18.4	26.6	29.8	28.0	23.3	25.5	22.2	24.4	26.7	26.5
Water ret. 100 kPa %vol	17.1	12.8	19.9	30.1	33.0	30.8	26.6	28.1	24.3	27.9	29.2	28.8
Water ret. 40 kPa %vol	18.9	13.6	20.7	32.2	34.8	32.5	28.5	29.7	25.6	30.0	30.8	30.1
Water ret. 33 kPa %vol	20.4	14.3	21.3	33.6	36.1	33.6	29.9	30.8	26.4	31.4	31.8	31.1
Water ret. 10 kPa %vol	25.2	16.5	23.3	38.3	40.2	37.3	34.3	34.3	29.2	36.2	35.2	34.1
Water ret 5 kPa %vol	29.1	18.2	24.7	41.5	43.0	39.7	37.4	36.7	31.2	39.5	37.5	36.1
Air capacity %vol	18.0	6.8	3.3	12.8	3.4	5.3	13.6	5.3	3.4	15.8	4.2	2.7
Ksat subvert.; cm/day	247.5	17.9	0.7	108.3	0.7	6.8	125.8	6.5	0.7	182.4	1.8	0.5
Ksat lateral; cm/day	182.3	9.4	0.7	76.8	0.7	1.7	90.0	1.7	0.7	132.8	1.0	0.5

Contenuto idrico % dei suoli dell'Unità cartografica 1 a 5, 10, 33 (capacità di campo), 40, 100, 200, 100, 1500 (punto di appassimento) kPa e valori di permeabilità in cm/giorno (Ksat)

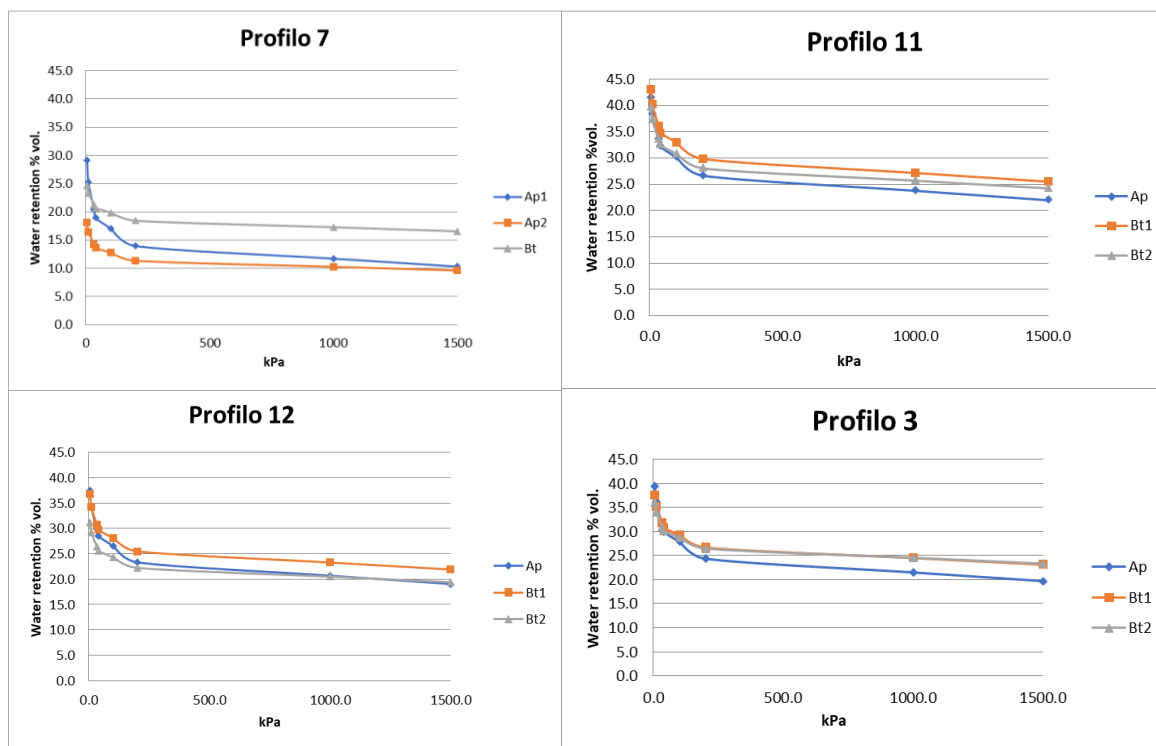


Fig. 16 – Unità Cartografica 1 - Andamento del contenuto idrico del suolo in % ai diversi potenziali in kPa per i 4 profili di riferimento

Dall'esame dell'andamento del contenuto idrico si può osservare che in questi suoli il contenuto idrico alle tensioni più basse (33kPa, capacità di campo) è piuttosto basso e compresi tra il 14.3 % ed il 33.6 % in volume negli orizzonti superficiali e dal 21.3 % al 33.6 % in quelli profondi, con un contenuto idrico al punto di appassimento (1500 kPa), cioè il limite superiore per l'acqua utilizzabile per le piante, compreso tra il 9 ed il 19% negli orizzonti superficiali tra il 16 ed il 25% % in quelli profondi. Di conseguenza l'acqua disponibile, compresa tra capacità di campo e punto di appassimento risulta essere abbastanza ridotta, pari al 5-10 % del volume del suolo sia negli orizzonti superficiali che in quelli orizzonti profondi, con valori di contenuto idrico già molto bassi a tensioni di 200kPa, indicando una assoluta necessità di interventi irrigui per evitare lo stress delle piante.

Unità cartografica 2

Profilo	P4	P4	P5	P5	P6	P6
Orizzonte	Ap	Bt	A	Bt	A	Bt
Profondità	25	30	17	18	40	20
Water ret. 1500 kPa %vol	21.8	23.2	23.3	24.3	19.1	20.2
Water ret. 1000 kPa %vol	23.4	24.7	25.1	25.9	20.8	21.3
Water ret. 200 kPa %vol	26.1	27.0	27.9	28.5	23.5	23.1
Water ret. 100 kPa %vol	29.3	29.8	31.3	31.5	26.8	25.2
Water ret. 40 kPa %vol	31.2	31.4	33.4	33.4	28.8	26.5
Water ret. 33 kPa %vol	32.5	32.6	34.8	34.6	30.3	27.4
Water ret. 10 kPa %vol	36.9	36.3	39.3	38.6	34.9	30.3
Water ret 5 kPa %vol	39.8	38.8	42.3	41.3	38.2	32.2
Air capacity %vol	9.5	6.2	10.0	6.7	13.4	3.4
Ksat subvert.; cm/day	49.4	12.9	56.6	17.1	121.9	0.7
Ksat lateral; cm/day	32.6	5.9	38.0	8.8	87.0	0.7

Tab. 7 – Contenuto idrico % dei suoli dell'Unità cartografica 2 a diversi potenziali (kPa) e permeabilità in cm/giorno (Ksat) per i 3 profili di riferimento

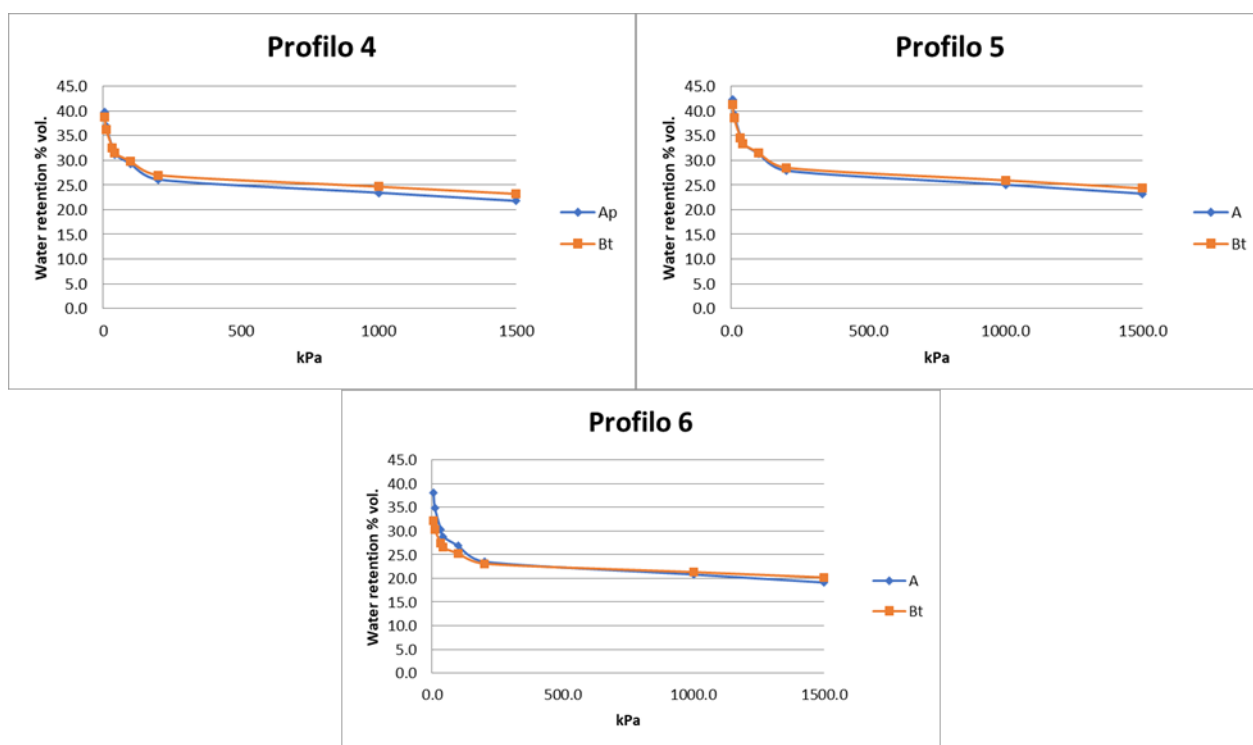


Fig. 17 – Unità Cartografica 2 – Comportamento del contenuto idrico del suolo in % ai diversi potenziali in kPa per i 3 profili di riferimento

In questa elaborazione si può osservare che il contenuto idrico dei suoli alla capacità di campo è molto simile a quello dei suoli dell'Unità cartografica 1, con valori che oscillano tra il 30 ed il 35 %. Qui però il contenuto idrico dei suoli che anche in questi suoli il contenuto idrico al punto di appassimento (1500 kPa), rimane elevato, con valori superiori al 20%. Di conseguenza l'acqua disponibile, compresa tra i 33 ed i 1500 kPa risulta essere leggermente più ridotta rispetto ai suoli della Unità cartografica 1 e, unitamente allo scarso spessore di questi suoli, maggiori rischi di stress idrico in mancanza di interventi irrigui.

Unità cartografica 3

Profilo	P8
Orizzonte	A
Profondità	25
Water ret. 1500 kPa %vol	20.6
Water ret. 1000 kPa %vol	22.2
Water ret. 200 kPa %vol	24.7
Water ret. 100 kPa %vol	27.8
Water ret. 40 kPa %vol	29.7
Water ret. 33 kPa %vol	30.9
Water ret. 10 kPa %vol	35.1
Water ret 5 kPa %vol	37.9
Air capacity %vol	25.4
Ksat subvert.; cm/day	549.0
Ksat lateral; cm/day	412.4

Tab. 8 – Contenuto idrico % dei suoli dell'Unità cartografica 3 a diversi potenziali (kPa) e permeabilità in cm/giorno (Ksat)

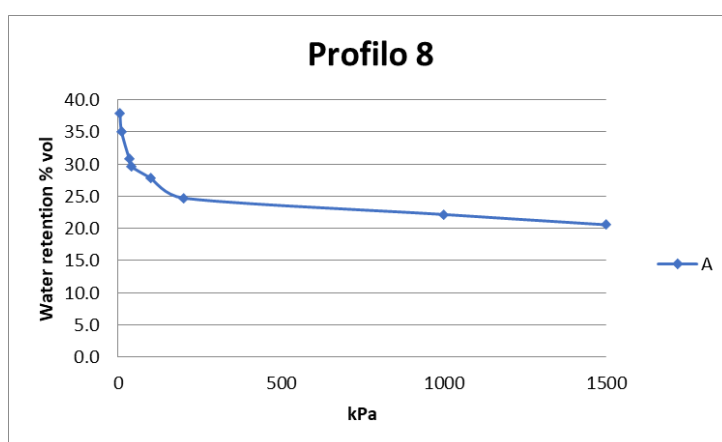


Fig. 18 – Unità Cartografica 3 - Andamento del contenuto idrico del suolo in % ai diversi potenziali in kPa per il profilo di riferimento P8

In questo caso si tratta di suoli molto sottili, con profondità utile di 25 cm. Qui il contenuto idrico in volume è pari al 30% alla capacità di campo ed al 20% al punto di appassimento. Questi significa che solo il 10 % dell'acqua del suolo è disponibile per le piante, assolutamente insufficiente ad evitare stress idrici alle piante.

Unità cartografica 4

Profilo		P1	P2	P2	P2
Orizzonte	KPa	Ap	Ap	Bck	Ck
Profondità	cm	40	35	30	55
Water ret. 1500 kPa %vol	1500	18.7	20.0	17.8	14.7
Water ret. 1000 kPa %vol	1000	20.5	21.9	19.3	16.0
Water ret. 200 kPa %vol	200	23.2	24.8	21.7	18.1
Water ret. 100 kPa %vol	100	26.7	28.4	24.7	20.6
Water ret. 40 kPa %vol	40	28.7	30.6	26.4	22.2
Water ret. 33 kPa %vol	33	30.1	32.1	27.7	23.3
Water ret. 10 kPa %vol	10	34.9	37.0	31.7	26.9
Water ret 5 kPa %vol	5	38.2	40.4	34.5	29.4
Air capacity %vol		11.5	12.1	6.6	5.6
Ksat subvert.; cm/day		83.6	93.4	15.8	8.8
Ksat lateral; cm/day		58.2	65.6	7.9	2.9

Tab. 9 – Contenuto idrico % dei suoli dell'Unità cartografica 4 a diversi potenziali (kPa) e permeabilità in cm/giorno (Ksat)

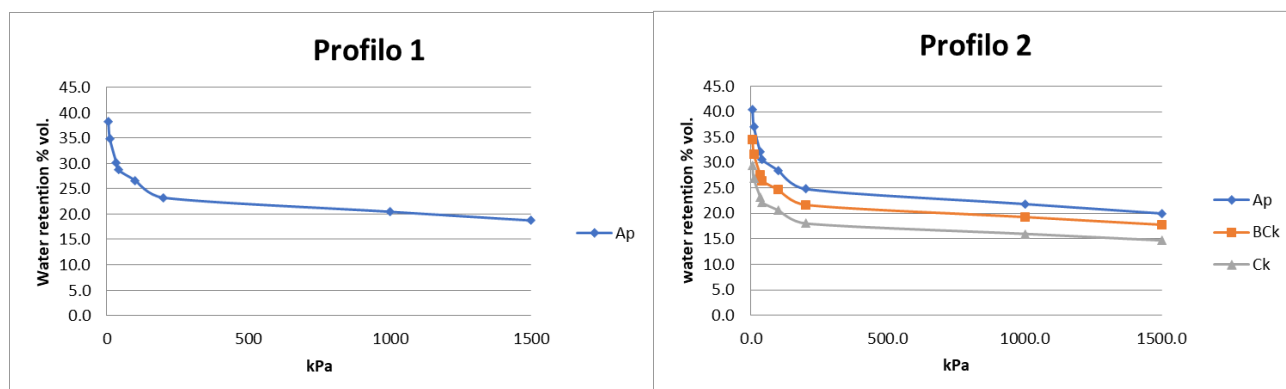


Fig. 19 – Unità Cartografica 4 - Andamento del contenuto idrico del suolo in % ai diversi potenziali in kPa per i due profili di riferimento

In questa Unità cartografica i due profili di riferimento mostrano un contenuto idrico piuttosto elevato alla capacità di campo, compreso tra il 23 ed il 33 %, contenuto che decresce rapidamente già a tensioni ancora basse, intorno ai 200 kPa e, al punto di appassimento (1500 kPa), il suolo contiene ancora circa il 20% in volume di acqua, non disponibile per le piante, evidenziando la necessità di sopperire alle necessità delle piante con interventi irrigui. Da notare la forte differenza di comportamento tra gli orizzonti superficiali e quelli profondi, infatti i secondi mostrano una capacità di ritenzione idrica inferiore agli orizzonti superficiali, probabilmente a causa del ridotto contenuto in sostanza organica.

Unità cartografica 5

Profilo		P9			
Orizzonte	KPa	Ap	Bw	Bck	Ck
Profondità	cm	35	20	50	15
Water ret. 1500 kPa %vol	1500	23.8	22.3	20.0	17.4
Water ret. 1000 kPa %vol	1000	25.5	23.8	21.4	18.3
Water ret. 200 kPa %vol	200	28.3	26.1	23.5	19.7
Water ret. 100 kPa %vol	100	31.7	28.9	26.1	21.4
Water ret. 40 kPa %vol	40	33.7	30.6	27.6	22.4
Water ret. 33 kPa %vol	33	35.1	31.7	28.7	23.1
Water ret. 10 kPa %vol	10	39.5	35.4	32.1	25.4
Water ret 5 kPa %vol	5	42.5	37.9	34.5	27.0
Air capacity %vol		11.8	5.6	5.1	1.8
Ksat subvert.; cm/day		89.2	8.4	5.4	0.3
Ksat lateral; cm/day		62.4	2.7	1.5	0.3

Tab. 10 – Contenuto idrico % dei suoli dell'Unità cartografica 5 a diversi potenziali (kPa) e permeabilità in cm/giorno (Ksat)

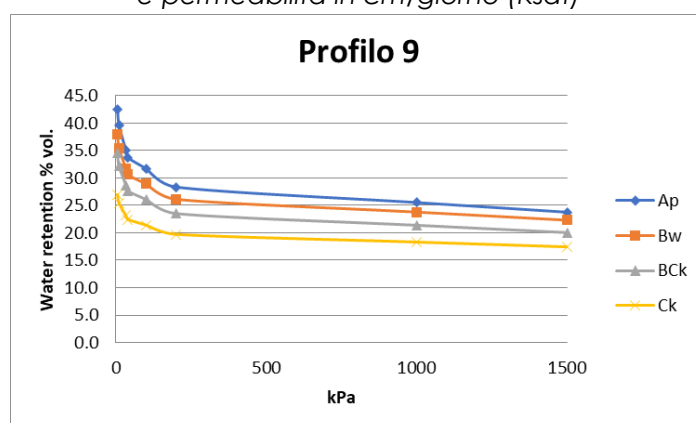


Fig. 20 – Unità Cartografica 5 – Comportamento del contenuto idrico del suolo in % ai diversi potenziali in kPa per il profilo di riferimento P9

Anche in questi suoli si osserva una buona ritenuta idrica negli orizzonti superficiali, che tende a decrescere in quelli profondi e, anche in questo caso, il contenuto idrico al punto di appassimento è piuttosto elevato, intorno al 20-22%, quindi l'acqua disponibile non supera mai il 10% del volume del suolo, rendendo necessari gli interventi irrigui.

7. Le potenzialità d'uso dei suoli per singole colture

La valutazione dei suoli è un sistema di classificazione che valuta l'uso ottimale in rapporto alle risorse disponibili o eventuali limitazioni d'uso.

Secondo la FAO il termine valutazione dei suoli viene definito come "Land Evaluation", intendendo il processo attraverso il quale si valutano le prestazioni e le qualità di un tratto di terra utilizzato per fini specifici, o le potenzialità della stessa per usi diversi (FAO, 1985).

Le finalità della valutazione dei suoli possono essere le più diverse, prevalentemente, ma non solo, finalizzate all'uso agricolo. Tra queste si distingue una "land capability" dove si intende una valutazione di attitudine di un'area non per specifiche colture ma per ampi sistemi agro-pastorali in relazione ad una sua utilizzazione sostenibile. Per tale forma di valutazione dei suoli si fa riferimento, normalmente alla LCC (Land Capability Classification) americana, con modifiche di volta in volta applicate a sistemi territoriali diversi.

Con la definizione di "land suitability" si intende invece una valutazione di "attitudine d'uso", cioè una specifica idoneità di una superficie di terra per un uso specifico.

La valutazione dei suoli può inoltre riguardare temi ambientali quali il rischio di inquinamento, il rischio di erosione e tanti altri che riguardano più direttamente la sostenibilità del territorio, intesa come una forma di utilizzazione che permetta l'utilizzo delle risorse senza che avvenga depauperamento o degradamento delle stesse.

La metodologia della Land Suitability Classification è stata messa a punto dalla F.A.O., intorno agli anni settanta, con l'obiettivo di stabilire una metodologia di valutazione per singole colture. Essa si basa sui seguenti principi:

- l'attitudine del territorio deve riferirsi ad un uso specifico;
- la valutazione deve confrontare vari usi alternativi;
- l'attitudine deve tenere conto dei costi per evitare la degradazione del suolo;
- la valutazione richiede un approccio multidisciplinare.

Alla base del metodo è posto il concetto di "uso sostenibile", cioè di un uso in grado di essere praticato per un periodo di tempo indefinito, senza provocare un deterioramento severo o permanente delle qualità del territorio.

Una volta definite le esigenze colturali e vegetazionali della coltura da valutare, nello specifico quelle relative al nocciolo, si possono elaborare le tabelle di rating che forniranno, sulla base dei caratteri vegetazionali e delle esigenze colturali delle singole specie, valori di riferimento relativi alle esigenze climatiche, morfologiche, idrologiche e pedologiche definendo 5 classi di potenzialità d'uso dei suoli:

- S1 – Adatto, con valori di rating tra 85 e 100
- S2 – Moderatamente adatto, con valori di rating tra 60 e 85
- S3 – Poco adatto, con valori di rating tra 40 e 60
- N1 – Temporaneamente inadatto, con valori di rating tra 25 e 40
- N2 – Permanentemente inadatto, con valori di rating tra 0 e 25

I risultati delle elaborazioni forniscono una carta tematica di Land Suitability dei suoli presenti nell'area in riferimento alla coltura scelta, indicando quali aree sono maggiormente idonee alla coltura e quali meno, oltre a indicare eventuali fragilità ambientali e pratiche agronomiche necessarie o sconsigliate.

ORDINI	CLASSI
S - Adatto	S1 – Molto adatto – Senza limitazioni importanti, produttività 80-100%
	S2 – Adatto – Limitazioni sensibili, diminuzione della produttività (60-80%) o dei profitti, aumento degli input richiesti
	S3 – marginalmente adatto – Limitazioni molto sensibili, forte diminuzione della produttività (40-60%) o dei profitti, forte crescita degli input richiesti
N – Non adatto	N1 – Temporaneamente non adatto – Limitazioni (fisico-chimiche) momentaneamente non superabili
	N2 – Permanentemente non adatto – limitazioni non superabili

Tab. 11 - Classificazione di Land Suitability secondo la FAO (modificata).

I caratteri dei suoli, climatici e morfologici esistenti nei database, vengono elaborati in relazione ai parametri colturali definiti per la coltura oggetto di valutazione, nel nostro caso per il nocciolo, mediante procedure semiautomatiche di calcolo dei rating e dei pesi dei singoli caratteri considerati, forniscono la base dati per l'elaborazione delle cartografie tematiche, secondo lo schema riportato in fig. 21.

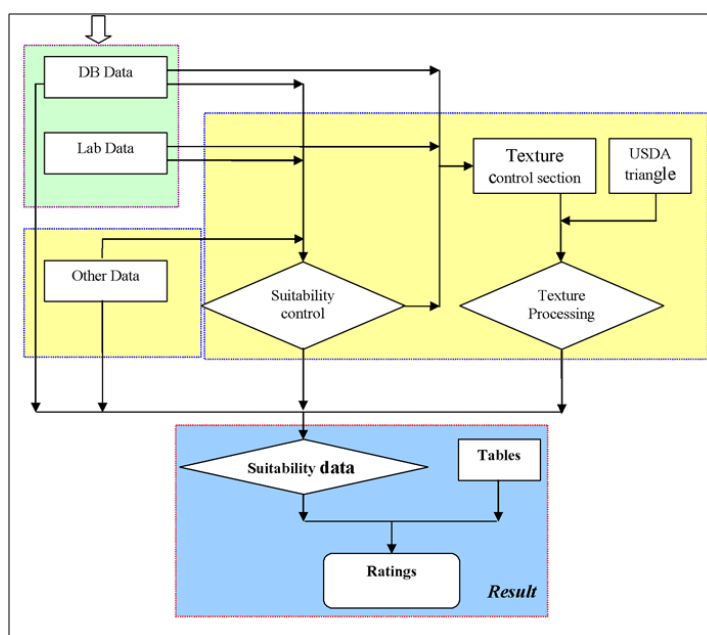


Fig. 21 – Flowchart del modello di calcolo per la valutazione attitudinale dei suoli

Al fine di ottenere una valutazione attitudinale per le singole colture, sono state considerate 7 colture, delle quali 2 arboree, tra quelle diffuse nel territorio sardo: **grano monococco sardo, prato polifita, lavanda, canapa da fibra, olivo, pomacee (melo o pero), colture orticole e quarta gamma (patata, cipolla e indivia).**

Per il calcolo dei rating attitudinali, sono stati parametrizzati numerosi caratteri relativi agli aspetti climatici (precipitazioni, temperature, insolazione), morfologici (quota, pendenza, esposizione), superficiali (pietrosità, rischio di inondazione permeabilità, drenaggio) e del suolo (profondità utile alle radici, tessitura, scheletro, AWC) e di fertilità (carbonio organico, N totale, carbonati, calcare attivo, pH, salinità ed alcalinità) per predisporre la tabella di riferimento ed i rating da utilizzare nel modello di valutazione.

Naturalmente, per la quasi totalità delle colture valutate, è assolutamente necessario l'intervento irriguo nei mesi di deficit, secondo quanto riportato nel paragrafo relativo ai fabbisogni idrici delle colture.

7. 1 - Attitudine dei suoli alla coltivazione delle orticole (patata, cipolla, indivia)

Sono state considerate due colture orticole, la patata e la cipolla, includendo nella valutazione per la cipolla anche una orticola di quarta gamma come l'Indivia, che presenta caratteri colturali ed edafici simili alla cipolla.

Suitability patata

La patata (*Solanum tuberosum*, L.) è una pianta erbacea perenne a coltura annuale, provvista di fusti sotterranei carnosì trasformati, detti stoloni, gli ingrossamenti dei quali, i tuberi, costituiscono il prodotto commestibile: le patate. I tuberi sono provvisti di gemme (dette occhi) da cui prende avvio lo sviluppo della parte aerea della pianta. Le foglie sono di un bel colore verde, imparipennate, glabre nella pagina superiore e pelose in quella inferiore. I fiori, riuniti a grappoli, hanno calice verde formato da cinque sepali uniti, e corolla bianca o rosea formata da cinque petali, in parte concresciuti a formare un breve tubo che si apre in un largo lobo. Il frutto è una bacca carnosa, prima verde e poi scura, tondeggianti, contenente numerosi semi piccoli, appiattiti. La patata ha un fusto aereo di colore verde bruno ricoperto di peli, lungo da 50 a 100 cm circa, in posizione eretta nella fase iniziale dello sviluppo e prostrato verso il suolo a crescita avvenuta.

La patata richiede durante tutte le fasi fenologiche condizioni climatiche prive di variazioni brusche della temperatura o deficienze di umidità.

La patata si sviluppa in un range di temperature molto limitato (15°C per la germogliazione, 20°C per la fioritura, 18°C per la maturazione del tubero), per cui sono temibili sia gli eccessi di caldo in carenza di acqua, sia i ritorni di freddo tardivi. Questo vale per tutte le tipologie di patate.

Il suolo è un fattore importante per la crescita della patata in quanto determina una condizione o stato favorevole o meno alla respirazione degli stoloni e dei tuberi. L'indicazione agronomica di una tessitura del suolo franco o franco sabbiosa non è sufficiente per definire una buona condizione di crescita. In Tunisia, sulle antiche superfici terrazzate che sostengono suoli molto argillosi, ma che producono una struttura superficiale granulare (self mulching) è possibile coltivare, con l'aiuto dell'irrigazione, patate con ottime qualità organolettiche e merceologiche. Questo è uno dei tanti

esempi di suoli con caratteristiche lontane da quelle che sono standardizzate nella valutazione d'idoneità e si riferiscono a condizioni locali non estensibili a tutti gli ambienti suolo possibili. Così come è possibile avere buoni risultati sui suoli pseudo sabbiosi di natura vulcanica che tuttavia hanno una buona capacità d'acqua e sono decisamente aerati.

La patata è una coltura da rinnovo che necessita di lavorazioni medio profonde, quindi per creare un buon franco di coltivazione si ara alla profondità di circa 30-35 cm. Dopo l'aratura ed una successiva erpicatura, si procede alla concimazione di fondo e all'interramento del tubero seme. Se la semina è fatta meccanicamente è indispensabile effettuare anche un livellamento del terreno; se invece è manuale si procede con l'assolcamento. In occasione delle operazioni preparatorie si possono effettuare trattamenti disinfestanti al terreno con prodotti specifici (geo-disinfestanti). È buona norma evitare il ritorno della coltura di patata sullo stesso appezzamento prima di 2 anni durante i quali si sono fatte altre colture; è sconsigliata anche la successione ad altre solanacee.

Sulla base dei caratteri delle varietà coltivate in Sardegna e delle loro esigenze edafiche, oltre a quanto riportato in letteratura, è stata predisposta una tabella dei rating (matching table) utilizzata per implementare il database dei suoli ed il modello di valutazione.

Matching table - Potenzialità d'uso dei suoli alla coltivazione della patata Ciclo culturale 155 giorni: dal 1 Maggio al 5 ottobre Sezione di controllo = 80 cm						
Caratteristiche e qualità	S1	S2	S3	N1	N2	Peso
	100	85	65	45	25	
Clima						
Temperatura media annuale T °C (MGLAS)	15-24	24-30 10-15	30-36 5-10	>36 <5	>36 <5	1
Precipitazioni medie durante il periodo di vegetazione (mm) MGLAS	600-800	400-600 800-1000	250-400 1000-1200	<250 >1200	<250 >1200	1
Morfologia						
Quota m asl	500-900	900-1000 200-500	1000-1200 100-200	>1200 <100	>1200 <100	1
Pendenza %	0 - 8	8-12	12-20	20-25	>25	1
Pietrosità superficiale %	< 2	2 - 5	5 - 10	10-15	>15	1
Rischio di inondazione	1 - assente	2 - Molto raro per brevi periodi (2-3 gg)	3 - Raro per brevi periodi (4-5 gg)	4 - comune (meno di 1 settimana)	5 - Frequente per lunghi periodi (più di 1 settimana)	1
Drenaggio interno	4 - Ben drenato	5 - Moderatamente rapido	3 - Moderatamente ben drenato 6 - Eccessivamente drenato	2 - Imperfettamente drenato 1 - Mal drenato	7 - Drenaggio impedito	1
Permeabilità (Ksat (cm/day))	4 - Moderatamente alta 8.64 - 86.4	5 - Alta 86.4 - 864.0	6 - Molto alta >864.0 3 - Moderatamente bassa 0.86 - 8.64	2 - Bassa 0.086-0.86	1 - Molto bassa < 0.086	1
Suolo						
Profondità utile alle radici	> 100	80-100	60-80	20-60	<20	2
Tessitura (USDA)	F, FS, FSA	FL, FLA	FA, AS, S, SF	AL, L	A	1
Scheletro (%)	<2	2-5	5-10	10-15	>15	1
AWC mm	>100	80-100	50-80	<50	< 50	1

Fertilità						
pH (H2O 1:2.5)	5.1-6.5	6.6-7.3 4.5-5.0	7.4-8.4 4.0-4.5	>8.5 <4.0	>8.5 <4.0	2
Carbonio organico %	>1.2	0.9-1.2	0.4-0.9	<0.4	<0.4	1
Carbonati totali %	0-5	5 - 10	10 - 20	20-30	> 40	1
Calcare attivo %	0 - 4	4 - 8	8 - 12	12 - 16	>16	1
Azoto totale g/Kg	>1.00	0.80-1.00	0.50-0.80	<0.50	<0.50	1
Salinità Ece (dS/m)	< 3	3-5	5-7	7-14	> 14	1
CSC (meq/100g)	10-15	8-10	4-8	<4	<4	1
Alcalinità ESP %	< 8	8-15	15-20	20-30	> 30	2

Tab. 12 – Parametri utilizzati per la valutazione dell'attitudine dei suoli alla coltivazione della Patata

UC	P	Profondità utile	Scheletro	Tessitura	Salinità'	CSC	pH	Alcalinità	Falda	Calcare attivo	Pendenza	Quota	N totale
1	P3	85	60	25	100	95	65	100	100	5	95	100	95
1	P7	85	50	55	100	45	95	100	100	100	95	100	55
1	P11	35	60	25	100	95	65	100	100	100	100	100	95
1	P12	85	75	48	100	90	65	100	100	100	100	100	90
2	P4	35	65	25	100	90	65	100	100	100	100	100	90
2	P5	25	75	25	100	95	60	100	100	0	100	100	95
2	P6	35	75	48	100	90	65	100	100	100	100	100	90
2	NURP79	25	50	25	100	100	60	100	100	100	100	100	90
3	P8	25	50	48	100	100	75	100	100	100	100	100	0
4	P1	30	75	48	100	95	60	100	100	15	90	100	95
4	P2	55	75	25	100	95	60	100	100	20	85	100	0
5	P9	85	75	25	100	100	55	65	100	40	100	100	95

UC	Pietrosità	Drenaggio	AWC mm	KSat	Rischio inondazione	CaCO3	C organico	Tmed MGLAS	Pmed MGLAS	Rating	Suitability
1	25	90	90	95	100	35	55	100	15	65	S3
1	20	90	90	85	100	100	75	100	15	66	S3
1	15	90	65	95	100	100	45	100	15	67	S3
1	15	90	90	95	100	100	55	100	15	65	S3
2	20	90	65	95	100	100	55	100	15	35	N1
2	10	90	45	95	100	90	55	100	15	25	N1
2	10	90	65	95	100	100	55	100	15	35	N1
2	55	90	45	85	100	100	45	100	15	25	N1
3	10	90	25	85	100	100	25	100	15	25	N1
4	10	90	35	95	100	20	65	100	15	30	N1
4	5	90	85	95	100	20	55	100	15	35	N1
5	65	45	90	95	100	70	45	100	15	55	S3

Tab. 13 – Valori dei rating e classi di attitudine dei suoli dell'area di studio alla coltivazione della Patata, in giallo sono evidenziati i caratteri limitanti

L'analisi dei risultati indica che i parametri maggiormente limitanti nell'area di studio sono rappresentati dalle tessiture tendenzialmente argillose e dalla pietrosità superficiale, oltre alle precipitazioni insufficienti. Di minore entità sono le limitazioni relative alla profondità utile, presente solo in alcune Unità cartografiche.

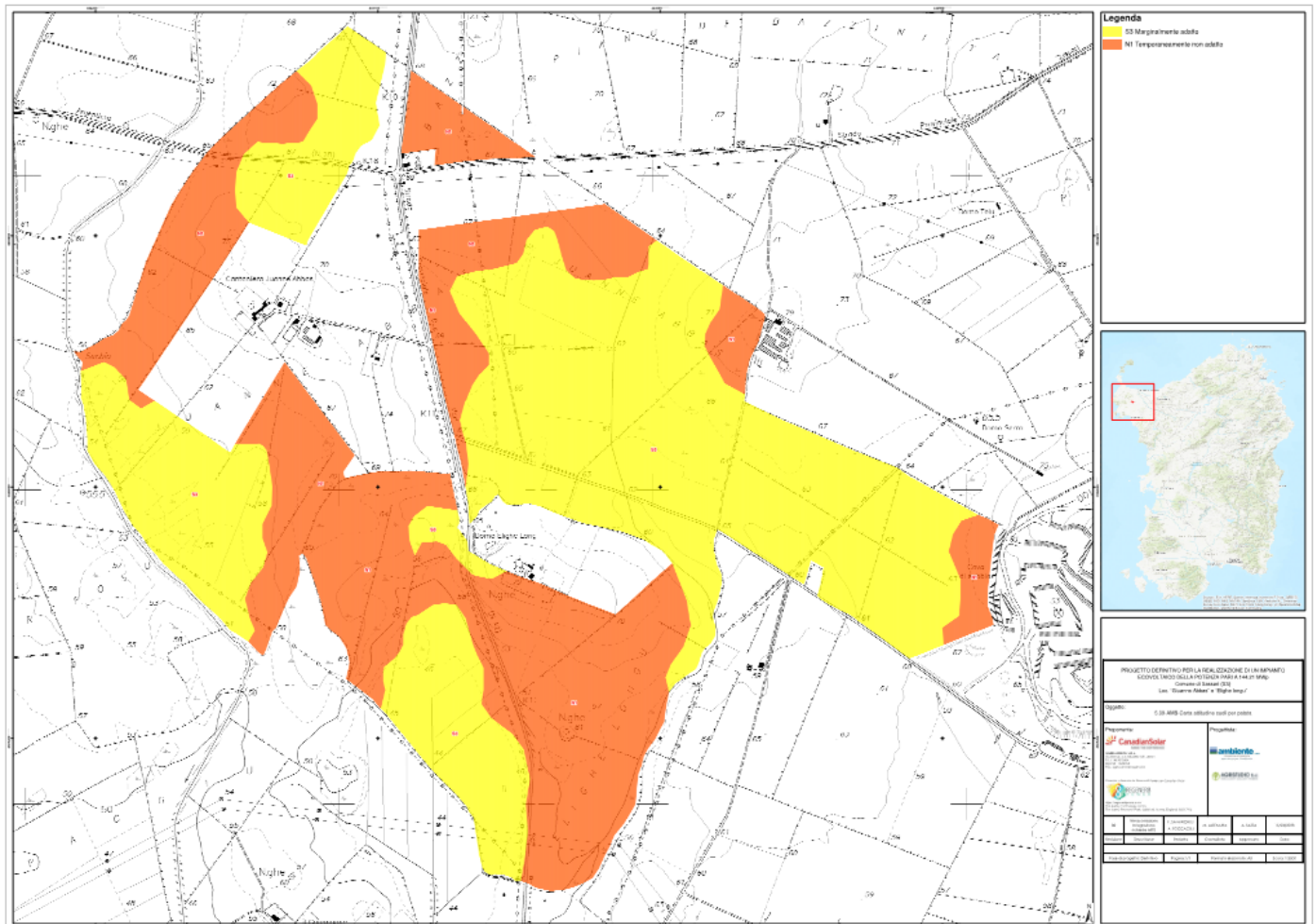


Fig. 22 – Carta della potenzialità d'uso dei suoli alla coltivazione della patata

Suitability cipolla

La cipolla (*Allium cepa*), è una pianta erbacea biennale appartenente alla famiglia delle Liliacee (*Allium* in celtico significa "brucia" e *cepa*, dal latino *caput*, bulbo).

Nell'area rilevata la cipolla è considerata come "altre colture, assieme al sedano, spinaci, cavolfiore e pomodoro, ma ultimamente sta avendo una diffusione piuttosto elevata.

La cipolla predilige terreni franchi o anche tendenzialmente argillosi, ben drenati, con una buona dotazione di sostanza organica e con valori di pH da 6 a 7. Tollera i terreni calcarei ma non quelli acidi. I terreni sabbiosi consentono produzioni a condizione che ci sia un adeguato pH e un regolare rifornimento idrico. I ristagni idrici predispongono il bulbo a marciume e ad altre avversità parassitarie.

La cipolla tollera una conducibilità elettrica dell'estratto saturo (ECe) di 1.2 dS/m senza effetti negativi.

La temperatura ottimale di germinazione è compresa tra 20 -27°C mentre la massima è di 30°C. Basse

temperature e fotoperiodo corto nei primi stadi di sviluppo inducono alla prefioritura.

È buona norma un'accurata sistemazione del terreno per facilitare lo sgrondo delle acque ed evitare ristagni idrici. Nel caso di terreni franchi o tendenzialmente argillosi si effettua un'aratura alla profondità non superiore a 0.40 m. Per ridurre la zollosità grossolana lasciata dall'aratura è

consigliabile effettuare una o più erpicature via via più leggere. Il tempo a disposizione per eseguire i lavori complementari e la loro tempestività dipendono dall'epoca d'impianto (estate-autunno, fine inverno, primavera). Per i terreni limosi e quelli ricchi di sabbia fine che non possiedono una struttura stabile ed hanno la tendenza a compattarsi facilmente, le lavorazioni sono eseguite a ridosso dell'impianto.

L'irrigazione ha l'obiettivo di soddisfare il fabbisogno idrico della coltura evitando di superare la capacità di campo, allo scopo di contenere lo spreco di acqua, la lisciviazione dei nutrienti e lo sviluppo di avversità. Ciò è possibile determinando i volumi di irrigazione sulla base di un bilancio idrico che tenga conto delle differenti fasi fenologiche, delle tipologie di suolo e delle condizioni climatiche dell'ambiente di coltivazione.

La cipolla presenta una notevole massa fogliare e un apparato radicale poco profondo (35 cm a pieno sviluppo) che richiedono forti restituzioni idriche o frequenti adacquate con piccoli volumi. Un'insufficiente disponibilità idrica comporta minore crescita, minore diametro dei bulbi e di conseguenza minori produzioni. Inoltre colture che non vengono irrigate o che subiscono stress idrici producono bulbi con sapore molto pronunciato che nel caso di bulbi destinati alla disidratazione è un carattere di pregio. L'irrigazione è fondamentale sia per le colture a semina autunnale (emergenza delle piantine), sia per le colture a semina primaverile (per contrastare i periodi di siccità e stimolare la formazione di una buona pezzatura). Nella cipolla l'acqua facilmente utilizzabile deve essere mantenuta al 25% dell'acqua disponibile. L'acqua utilizzata deve avere una conducibilità elettrica massima di 0,8 dS m⁻¹: l'impiego di acque con EC di 1,2dS m⁻¹ comporta una riduzione di resa.

Di seguito si riporta la tabella dei rating utilizzati per la valutazione della potenzialità d'uso dei suoli alla coltivazione della cipolla.

Matching table - potenzialità d'uso dei suoli alla coltivazione della cipolla e indivia Ciclo vegetativo: 150 giorni: da 20 Maggio a 16 ottobre Sezione di controllo = 70 cm					
Caratteristiche e qualità	S1 N2	S2	S3	N1	
Clima					
Temperatura media annuale T ° C	24-28	28-32 20-24	32-36 15-20	>36 <15	>36 <15
Precipitazioni medie annue (mm)	>550	450-550	350-450	<350	<350
Morfologia					
Quota m asl	0-600	600-800	800-1000	>1000	>1000
Pendenza %	<2	2-4	4-6	6-8	>8
Pietrosità superficiale %	< 1	1-3	3-15	15-35	>35
Rischio di inondazione	1 - assente	2 - Molto raro per brevi periodi (2-3 gg)	3 - Raro per brevi periodi (4-5 gg)	4 - comune (meno di 1 settimana)	5 - Frequente per lunghi periodi (più di 1 settimana)
Drenaggio interno	4 - Ben drenato	3 - Moderatamente ben drenato 5 - Moderatamente rapido	2 - Imperfettamente drenato 6 - Eccessivamente	1 - Mal drenato	7 - Drenaggio impedito

Permeabilità (Ksat (cm/day)	4 – Moderatamente alta 8.64 – 86.4	3 – Moderatamente bassa 0.86 – 8.64	5 - Alta 86.4 – 864.0	2 - Bassa 0.086-0.86	1 – Molto bassa < 0.086 6 – Molto alta >864.0
Falda (cm)	>80	60-80	40-60	<40	<40
Suolo					
Profondità utile alle radici (cm)	> 80	60-80	40-60	<40	<40
Tessitura (USDA)	F, FS, FL, L	AS, FSA, FA	FAL, SF	AL, A	S
Scheletro (%)	<2	2-4	4-6	6-10	>10
AWC mm	>120	100-120	80-100	<80	< 80
Fertilità					
pH (H2O 1:2.5)	6.7-7.2	7.2-7.8 6.2-6.7	7.8-8.0 5.6-6.2	80-8.5 <5.6	>8.5 <5.6
CSC (meq/100gr)	> 18	14-18	10-14	< 10	< 10
Carbonio organico %	>1.0	0.8-1.0	0.4-0.8	<0.4	<0.4
Carbonati totali %	<10	10-25	25-30	30-35	>35
Calcare attivo %	0 - 4	4 - 8	8 - 12	12 - 16	>25
Azoto totale g/Kg	>1.50	1.00-1.50	0.80-1.00	0.50-0.80	<0.50
Salinità Ece (dS/m)	< 1	1-2	2-3	3-5	> 5
Alcalinità ESP %	< 8	8-12	12-15	15-20	> 20

Tab. 14 – Matching table parametrica per la valutazione dell'attitudine dei suoli alla coltivazione della cipolla e della Indivia

UC	P	Profondità utile	Scheletro	Tessitura	Salinità'	CSC	pH	Alcalinità	Falda	Calcare attivo	Pendenza	Quota	N totale
1	P3	95	55	15	100	65	65	100	100	0	85	100	85
1	P7	95	35	30	100	35	65	100	100	100	75	100	45
1	P11	55	45	15	100	75	75	100	100	100	100	100	85
1	P12	95	75	45	100	65	75	100	100	100	100	100	75
2	P4	55	55	15	100	65	75	100	100	100	100	100	75
2	P5	35	75	15	100	85	45	100	100	0	100	100	85
2	P6	55	75	45	100	65	55	100	100	100	100	100	75
2	NURP79	30	35	15	100	100	45	100	100	100	95	100	75
3	P8	30	35	45	100	100	85	100	100	100	100	100	0
4	P1	45	75	45	100	95	45	100	100	15	55	100	85
4	P2	65	75	15	100	95	45	100	100	20	25	100	0
5	P9	95	75	15	95	100	35	45	100	40	100	100	85

UC	Pietrosità	Drenaggio	AWC mm	KSat	Rischio inondazione	CaCO3	C organico	Tmed MGLAS	Pmed MGLAS	Rating	Suitability
1	45	90	90	95	100	55	55	65	15	70.2	S2
1	45	90	90	85	100	100	85	65	15	74.0	S2
1	40	90	45	95	100	100	45	65	15	75.0	S2
1	40	90	90	95	100	100	55	65	15	80.0	S2
2	45	90	45	95	100	100	55	65	15	55.0	S3
2	35	90	30	95	100	100	55	65	15	35.0	N1
2	35	90	45	95	100	100	55	65	15	55.0	S3
2	60	90	30	85	100	100	45	65	15	30.0	N1
3	35	90	25	85	100	100	25	65	15	30.0	N1
4	35	90	25	95	100	30	75	65	15	45.0	S3
4	25	90	75	95	100	35	65	65	15	62.1	S3
5	60	65	90	95	100	95	45	65	15	45.0	S3

Tab. 15 – Valori dei rating e classi di attitudine dei suoli dell'area di studio alla coltivazione della cipolla e delle orticole di quarta gamma, in giallo sono evidenziati i caratteri limitanti

Dall'esame dei risultati emerge come le tessiture argillose e le insufficienti precipitazioni durante il periodo vegetativo rappresentino le maggiori limitazioni, seguite dai valori di acqua disponibile (AWC, piuttosto bassi, dalla pietrosità superficiale e dalla profondità utile alle radici, unitamente al contenuto di frammenti grossolani (scheletro).

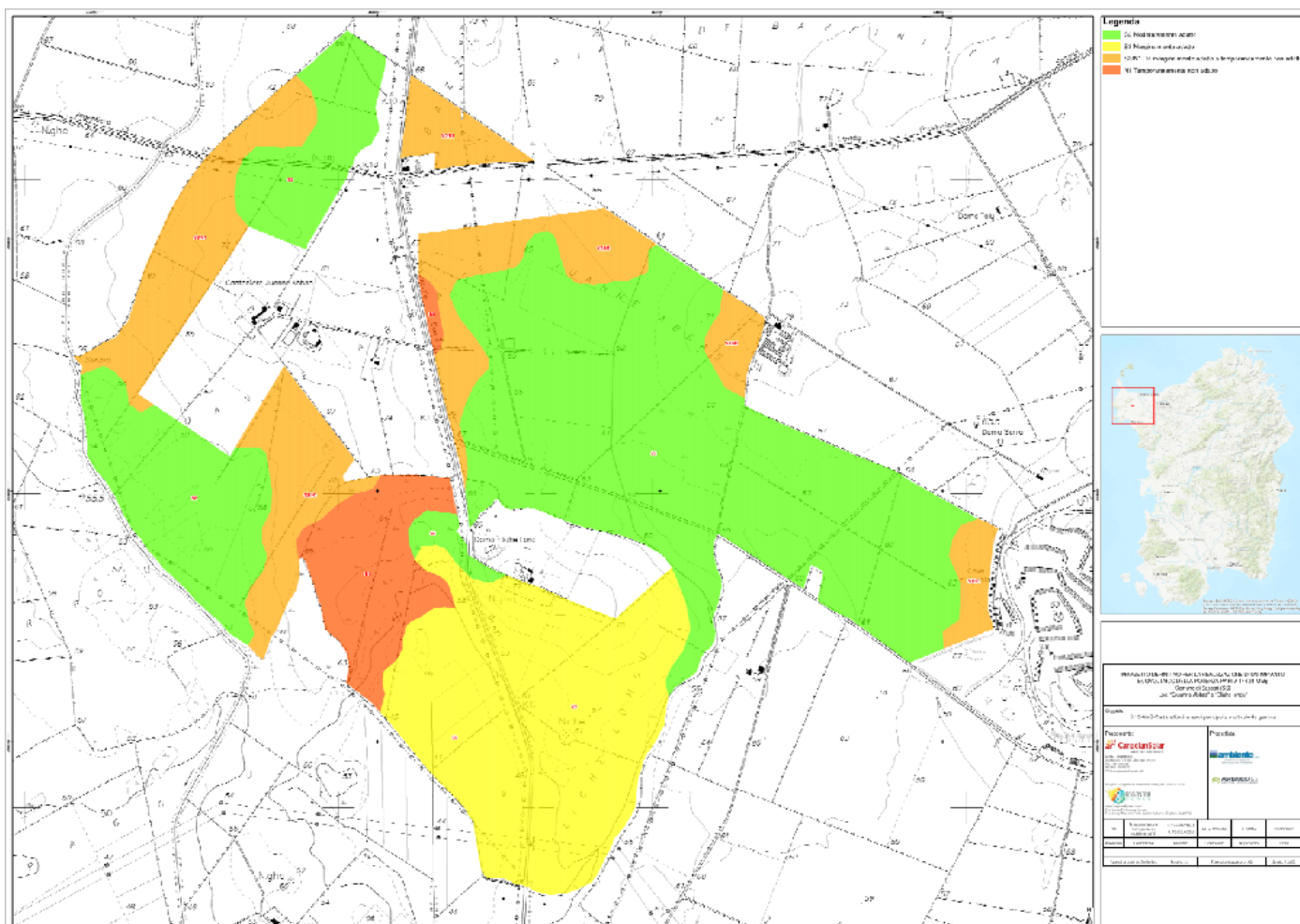


Fig. 21 – Carta della potenzialità d'uso dei suoli alla coltivazione della cipolla e orticole di quarta gamma

7.2 - Attitudine dei suoli alla coltivazione della Canapa da fibra

La Canapa (*Cannabis sativa*) è una pianta erbacea annua appartenente alla famiglia delle Cannabinacee. Presenta una radice fittonante che si approfondisce notevolmente nei terreni idonei. Ha un fusto eretto, alto fino a 4 metri.

È una coltura che predilige terreni mediamente fertili e profondi, può succedere a se stessa in monocoltura per 2 – 3 anni.

Il range climatico va dal subtropicale al temperato, è molto sensibile al freddo, con semina che va fatta quando la temperatura del suolo ha raggiunto i 10° C.

Necessita di una aratura profonda e la semina viene effettuata tra marzo e maggio, con raccolta compresa tra i mesi di agosto e settembre.

Il massimo fabbisogno idrico si verifica durante il periodo di allungamento degli steli che dura dalle 5 alle 6 settimane nei mesi di giugno e luglio. Se il contenuto idrico del suolo è scarso occorre irrigare con circa 1500 m³ di acqua.

Requisiti climatici e colturali della Canapa

Requisiti	Condizioni ottimali
<i>Climatici</i>	
Temperatura dell'aria	13 - 22° C
Precipitazioni	600 - 1200 mm
Latitudine nord	35° - 50°
Altitudine	0 – 1000 m slm
Esposizione	Assolata
<i>Colturali</i>	
Tessitura del suolo	FL, FA
Permeabilità	Buona
Disponibilità idrica	Elevata
Profondità del suolo	Elevata
Disponibilità di nutrienti	Elevata
Sostanza organica	Moderata
Salinità del suolo	Bassa
Reazione del suolo	6.0 – 7.0
<i>Gestionali</i>	
Trafficabilità	Buona
Lavorabilità e meccanizzazione	Buona

Di seguito si riporta la tabella con l'attribuzione dei ratings per ogni parametro considerato e per il calcolo finale della classe attitudinale.

Matching table per la potenzialità d'uso del suolo alla coltivazione della canapa da fibra						
Ciclo vegetativo: 120 giorni. Dal 1 marzo al 30 Giugno						
Sezione di controllo = 100 cm						
Caratteristiche e qualità	Classe, livello, limitazione e scale di rating					Peso
	N2	S1	S2	S3	N1	
	100 0	95	85	65	45 25	
Clima (c)						
Insolazione (ore totali MAMG)	>2000	1500-2000	1000-1500	<1000	<1000	1
T° media durante il ciclo vegetativo (MAMG)	13 - 22	10 - 13 22 - 26	7-10 26-32	< 7 32-37	< 4 > 37	1
Precipitazioni	600-1200	500-600 1200-1700	400-500 1700-2200	300-400 2200-2700	<300 >2700	1
Topografia (t)						
Pendenza%	0 – 5	5 – 15	15-25	25 - 35	>35	1
Quota m slm	0 - 500	500 - 700	700 - 1000	> 1000	> 1000	1
Pietrosità (%)	< 3	3-15	15-35	35 - 70	> 70	1
Idrologia (w)						1
Rischio inondazione	assente	assente	lieve	moderato	alto	1
Drenaggio	Ben drenato	da ben drenato a eccessivamente drenato	da moderatamente ben drenato a piuttosto mal drenato	Da mal drenato a molto mal drenato	Da mal drenato a molto mal drenato	1
Suoli (s)						
Profondità (cm)	> 150	100 - 150	50 - 100	< 50	< 50	2
Tessitura/struttura	FL, FA	F, FSA, AS	FS, SF, FLA	A, AL, S	AL, A con fenomeni vertici	1

Scheletro (%)	<15	15-35	35-50	50 - 70	> 70	1
Permeabilità (Ksat cm/d)	Moderatamente alta 8.64 - 86.4	Moderatamente bassa 0.86 - 8.64	Molto alta >864.0 Alta 86.4 - 864.0	Bassa 0.086-0.86	Molto bassa < 0.086	1
AWC mm (riserva idrica)	>150	100-150	50 - 100	30 - 50	< 30	1
Fertilità (f)						
Reazione	6.0- 7.0	5.5 - 6.0 7.0 - 7.5	5.0 - 5.5 7.5 - 8.0	4.5 - 5.0 8.0 - 8.5	< 4.5 > 8.5	1
Salinità dS/m	< 4	4 - 6	7 - 8	> 8	> 8 ESP > 25%	1
C. O. %	> 1.5	1.0 - 1.5	1.0 - 0.5	< 0.5	< 0.5	1
CSC (me/100gr)	> 20	20 - 15	15- 10	< 10	< 10	1
Calcare attivo	1 - 2	2 - 3	3 - 4	>4	>4	1
Alcalinità ESP %	< 8	8-12	12-15	15 - 20	> 20	2
Calcare totale	1 - 2	2 - 3	3 - 4	4 - 5	>5	1

Tab. 16 – Ratings e classi di attitudine per la potenzialità d'uso dei suoli alla coltivazione della Canapa da fibra

UC	P	Profondità utile	Scheletro	Tessitura	Salinità'	CSC	pH	Alcalinità	Falda	Calcare attivo	Pendenza	Quota	N totale
1	P3	65	95	30	100	65	55	100	100	15	100	100	75
1	P7	65	95	50	100	35	95	100	100	100	95	100	35
1	P11	45	95	30	100	75	65	100	100	100	100	100	85
1	P12	65	100	30	100	55	55	100	100	65	100	100	65
2	P4	45	95	30	100	55	65	100	100	100	100	100	75
2	P5	35	100	30	100	85	45	100	100	0	100	100	85
2	P6	45	100	85	100	55	55	100	100	100	100	100	75
2	NURP79	25	95	30	100	100	45	100	100	100	100	100	75
3	P8	25	95	85	100	100	75	100	100	100	100	100	0
4	P1	40	100	85	100	95	45	100	100	15	85	100	85
4	P2	45	100	30	100	95	45	100	100	20	85	100	0
5	P9	65	100	30	95	100	35	35	100	40	100	100	85

UC	Pietrosità	Drenaggio	AWC mm	KSat	Insolazione	Rischio inondazione	CaCO3	Corganico	Tmed MGLAS	Pmed MGLAS	Rating	Suitability
1	65	90	85	95	45	100	30	45	95	15	65.0	S3
1	65	90	85	95	45	100	100	65	95	15	65.0	S3
1	55	90	55	95	45	100	100	45	95	15	65.0	S3
1	55	90	85	95	45	100	100	55	95	15	65.0	S3
2	65	90	55	95	45	100	100	55	95	15	45.0	N1
2	45	90	45	95	45	100	75	45	95	15	35.0	N1
2	45	90	55	95	45	100	100	45	95	15	45.0	N1
2	80	90	45	65	45	100	100	45	95	15	46.0	N1
3	45	90	25	65	45	100	100	25	95	15	25.0	N2
4	45	90	35	95	45	100	15	55	95	15	40.0	N1
4	35	90	65	95	45	100	20	55	95	15	45.0	N1
5	80	65	85	95	45	100	45	25	95	15	35.0	N1

Tab. 17 - Valori dei rating e classi di attitudine dei suoli alla coltivazione della Canapa da fibra, in giallo sono evidenziati i caratteri maggiormente limitanti

Riguardo la Canapa, nell'area di studio i fattori maggiormente limitanti sono rappresentati dalle precipitazioni, dai valori elevati di calcare attivo e, in alcuni casi, dalla profondità utile alle radici. Moderatamente limitanti sono anche parametri come la tessitura argillosa, la reazione e i valori di insolazione.

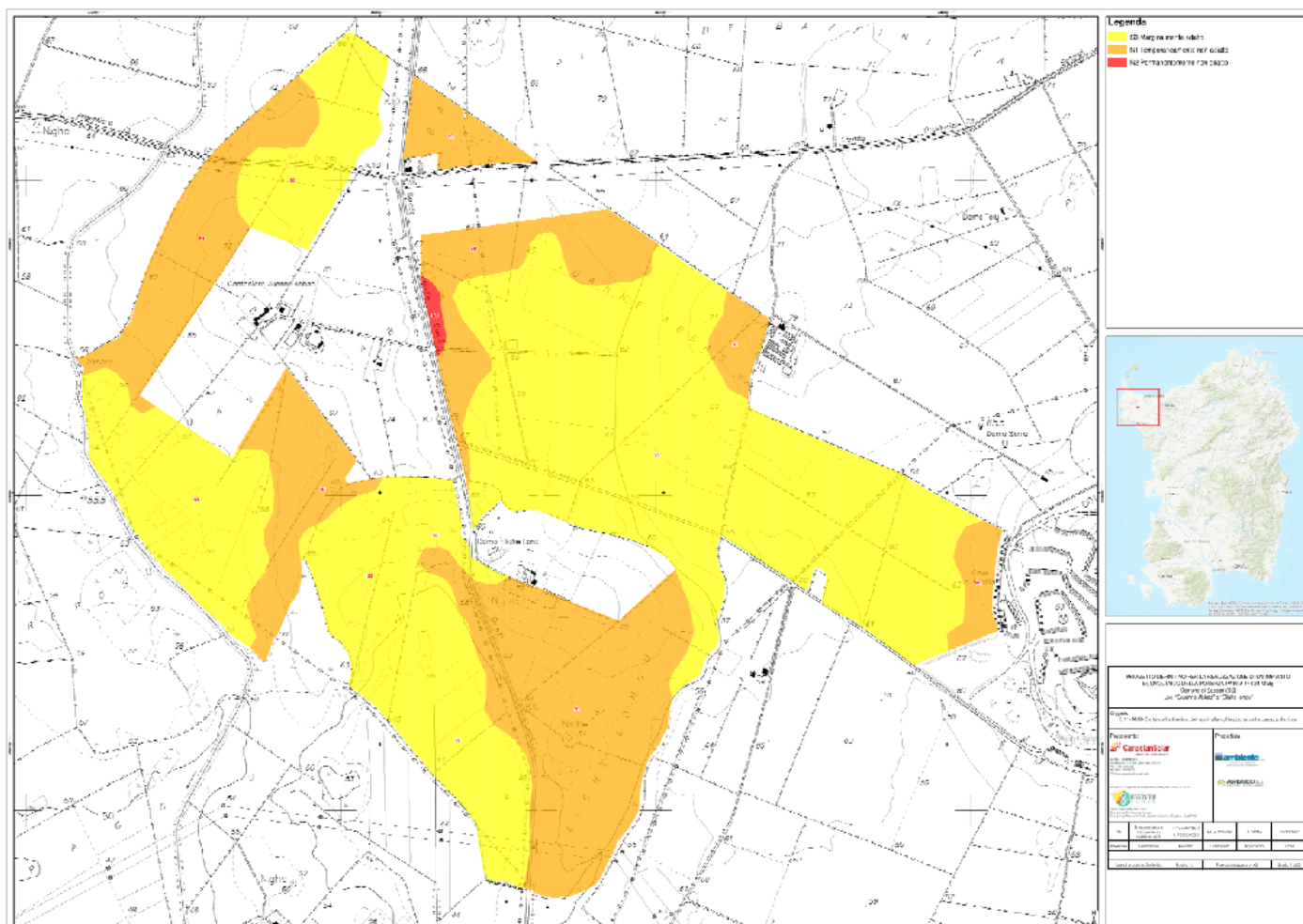


Fig. 22 – Carta della potenzialità d'uso dei suoli alla coltivazione della Canapa da fibra

7.3 Attitudine dei suoli alla coltivazione della Lavanda o lavandino officinale

La lavanda necessita di almeno 6-8 ore di esposizione giornaliera al sole e preferisce climi caldi e moderatamente secchi, inverni miti ed estati soleggiate. La pianta è originaria dei paesi mediterranei, dove sono comuni temperature medie di 20-30 ° C durante la primavera e l'inizio dell'estate. Le temperature del suolo superiori a 18°C favoriscono la crescita e la rigenerazione dopo il raccolto. Tuttavia, la pianta può tollerare anche temperature più basse. L'elevata umidità favorisce lo sviluppo di malattie fungine, mentre l'estremo caldo estivo incide negativamente sulla qualità dei prodotti (steli floreali, olio essenziale). Tutti i coltivatori di lavanda devono fare ricerche approfondite sulle varietà che producono bene a livello locale.

Le piante di lavanda possono crescere in tutti i terreni ben drenati. Possono resistere a pH da 5,5 a 8. Tuttavia, le migliori rese si ottengono spesso in terreni leggeri e sabbiosi con pH vicino a 7 e con un ottimo drenaggio.

Matching table per dell'attitudine dei suoli al la coltivazione della lavanda e lavandino per uso officinale						
Ciclo colturale 365 giorni						
Sezione di controllo 80 cm						
Caratteristiche e qualità	S1	S2	S3	N1		Peso
	N2	85	65	45		
	100	0				
Clima (c)						
Precipitazioni mm/anno	>500	400 - 500	300 - 400	200 - 300	<200	1
Insolazione (ore/AMGL)	>1500	1000-1500	500-1000	<500	<500	1
Temperatura media °C	18 - 24	16 - 18 24 - 26	14 - 16 26 - 28	12 - 16 28 - 32	<12 >32	1
Pendenza %	0 - 6	6 - 12	12 - 18	18 - 35	>35	1
Pietrosità superficiale %	< 5	5-15	15-35	35-70	> 70	
Idrologia (w)						
Rischio di inondazione	assente	Molto raro per brevi periodi (2-3 gg)	Raro per brevi periodi (4-5 gg)	comune (meno di 1 settimana)	Frequente per lunghi periodi (più di 1 settimana)	1
Drenaggio interno	4 - Ben drenato	5 - Moderatamente e rapido	3 - Moderatamente ben drenato 5 - Eccessivamente drenato	2 - Imperfettamente e drenato 6 - 1 - Mal drenato	7 - Drenaggio impedito	1
Suolo (s)						
Profondità utile alle radici cm	> 80	60 - 80	40 - 60	<40	< 40	2
Tessitura	F - FS	FL - L - AS	FA - FAL - SF FSA	AL	A	1
Scheletro (%)	<10	10-15	15-25	25-35	>35	1
KSat (permeabilità (cm/day)	4 - Moderately high 8.64-86.4	2 - High 86.4 - 864.0	5 - Moderately low 0.86 - 8.64	3 - Low 0.086-0.86	6 - Very low < 0.086 1 - Very high >864.0	1
AWC mm/rooting	>100	80-100	50-80	<50	< 50	1
Fertility (f)						
pH	7.0 - 7.2	6.8-7.0	6.2-6.8	5.5-6.2	<5.5	1
CEC (meq/100gr)	> 12	7.2-7.5 12 - 8	7.5 - 8.0 4 - 8	8.0.8.5 < 4	>8.5 < 4	1
CaCO3%	<15	15-18	18-25	>25	>25	1
Calcare attivo %	0 - 4	4 - 8	8 - 12	>12	>12	1
Ece (dS/m) - Salinità	< 4	4-6	6-8	8-10	> 10	2
ESP % - Alkalinità	< 8	8-12	12-15	15 - 20	> 20	2
Azoto totale %	>2.0	1.0-2.0	0.5-1.0	0.2-0.5	<0.2	1
Carbonio organico %	>2.0	1.5-2.0	0.5-1.4	0.2-0.4	<0.2	1

Tab. 18 – Matching table per la valutazione della potenzialità d'uso dei suoli alla coltivazione della Lavanda

UC	P	Profondità utile	Scheletro	Tessitura	Salinità'	CSC	pH	Alcalinità	Falda	Calcare attivo	Pendenza	Quota	N totale
1	P3	95	95	25	100	95	55	100	100	45	100	100	75
1	P7	95	90	45	100	45	55	100	100	100	100	100	55
1	P11	45	95	25	100	95	65	100	100	100	100	100	75
1	P12	95	100	60	100	85	60	100	100	100	100	100	65
2	P4	45	95	25	100	85	60	100	100	100	100	100	65
2	P5	35	100	25	100	95	45	100	100	40	100	100	75
2	P6	45	100	60	100	85	55	100	100	100	100	100	65
2	NURP79	35	90	25	100	100	45	100	100	100	100	100	65
3	P8	35	90	60	100	100	85	100	100	100	100	100	0
4	P1	35	100	60	100	95	45	100	100	45	95	100	75
4	P2	55	100	25	100	95	45	100	100	55	85	100	0
5	P9	95	100	25	100	100	35	45	100	65	100	100	75

UC	Pietrosità	Drenaggio	AWC mm	KSat	Insolazione	Rischio inondazione	CaCO3	C organico	Tmed MGLAS	Pmed annue	Rating	Suitability
1	65	90	90	95	75	100	45	45	65	85	82.9	S2
1	65	90	90	85	75	100	100	55	65	85	85.0	S2
1	65	90	65	95	75	100	100	45	65	85	45.0	S3
1	65	90	90	95	75	100	100	45	65	85	84.0	S2
2	65	90	65	95	75	100	100	45	65	85	45.0	S3
2	55	90	45	95	75	100	100	45	65	85	35.0	N1
2	55	90	65	95	75	100	100	45	65	85	45.0	S3
2	85	90	45	85	75	100	100	45	65	85	35.0	N1
3	55	90	25	85	75	100	100	25	65	85	35.0	N1
4	55	90	35	95	75	100	18	45	65	85	35.0	N1
4	45	90	85	95	75	100	20	45	65	85	40.0	N1
5	85	45	90	95	75	100	95	25	65	85	45.0	S3

Tab. 19 - Valori dei rating e classi di attitudine dei suoli alla coltivazione della Lavanda, in giallo sono evidenziati i caratteri maggiormente limitanti

Dall'esame dei risultati si osserva come i parametri maggiormente limitanti siano rappresentati dalle tessiture argillose e dal contenuto in carbonati, moderatamente limitanti risultano anche i valori della profondità utile e quelli della reazione, oltre al contenuto in carbonio organico.

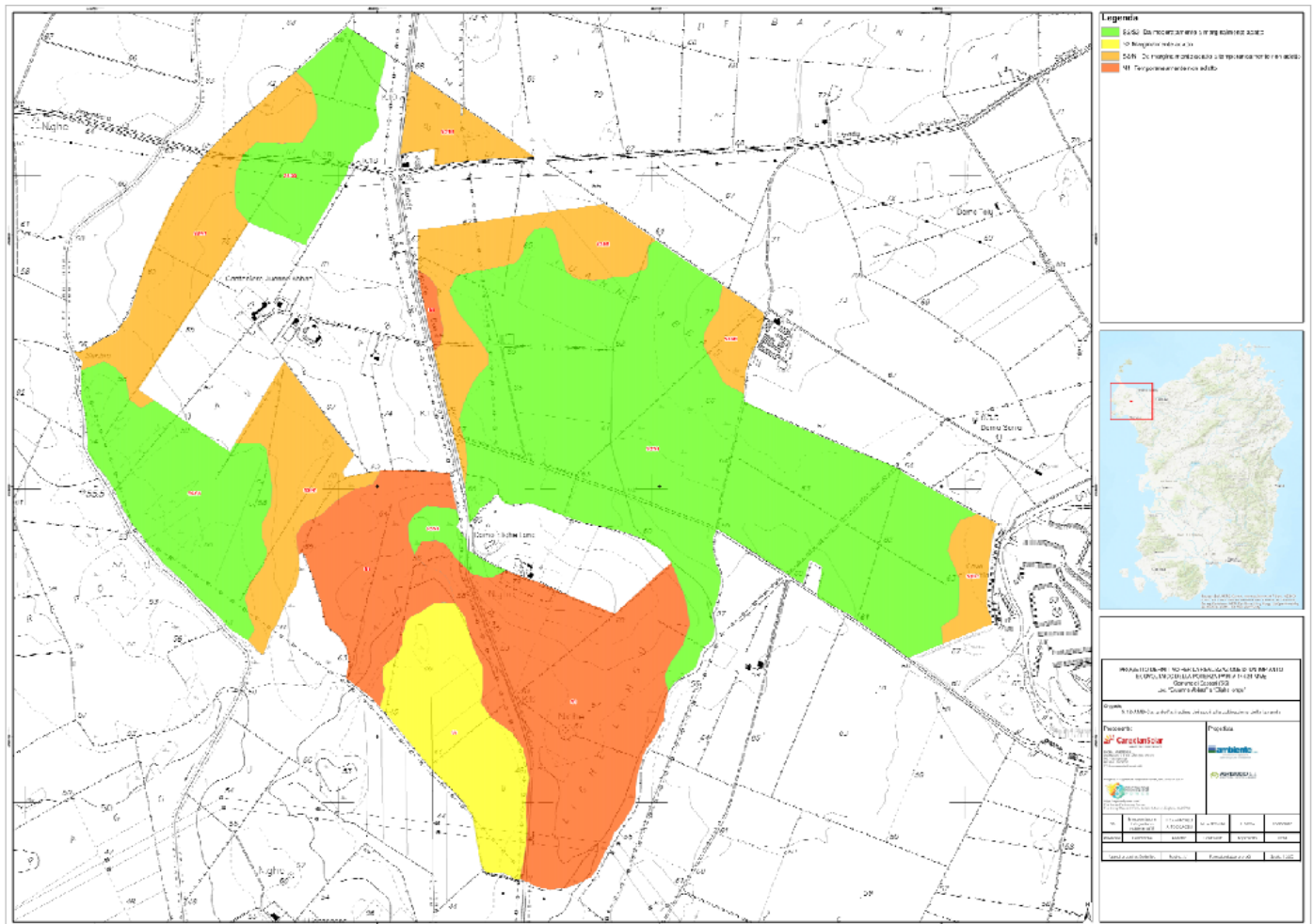


Fig. 25 - Carta della potenzialità d'uso dei suoli alla coltivazione della Lavanda officinale

7.4 - Potenzialità d'uso dei suoli alla coltivazione del Grano monococco sardo

Il frumento è un cereale microtermo, che può essere seminato dall'autunno alla primavera. Nei climi caratterizzati da inverni molto rigidi, come quelli nord-europei, esso viene seminato tra la fine dell'inverno e l'inizio della primavera, mentre in Italia la finestra di semina varia dalla metà di ottobre negli ambienti più settentrionali fino alla metà di dicembre degli ambienti più meridionali. Lo sviluppo del frumento viene suddiviso convenzionalmente in fasi fenologiche, che sono correlate a momenti specifici dell'organogenesi:

1. Semina emergenza, Solitamente questa fase ha una durata di 10 o 15 giorni.
2. Emergenza accestimento. In questa fase la pianta emette nuove foglie e si differenziano, non appena la plantula raggiunge le 3-4 foglie.
3. Accestimento inizio levata. I culmi di accestimento vengono emessi in misura dipendente dalla temperatura e possono accestire a loro volta.
4. Inizio levata spigatura. Verso la metà di marzo vi è un innalzamento delle temperature e il culmo comincia ad allungarsi per l'allungamento degli internodi.
5. Impollinazione e fioritura. Dopo la spigatura, nei singoli fiori della spiga avviene l'impollinazione.
6. Fecondazione, crescita e maturazione della cariosside. a fase di formazione e maturazione delle cariossidi ha una durata di circa 40 giorni e il colore della pianta vira dal verde al paglierino

In particolare, il T. monococcum, oggetto di valutazione, è stato il primo cereale domesticato dall'uomo (Salamini et al 2002). Il suo progenitore selvatico, T. monococcum ssp aegilopoides (o T. boeoticum) cresce ancora oggi nelle zone centrali della Mezzaluna fertile.

Attualmente la ripresa della coltivazione del T. monococcum, specie in Sardegna è motivato dalle seguenti ragioni:

1. si tratta di una specie particolarmente adatta ad ambienti marginali, che può ben adattarsi ad un'agricoltura a basso impatto ambientale, poiché è particolarmente rustica
2. è una coltura che ha avuto un bassissimo miglioramento genetico, ma ha rese paragonabili a quelle dei frumenti prima del miglioramento genetico degli inizi del 900
3. Presenta un profilo nutrizionale migliore rispetto al frumento, soprattutto dal punto di vista proteico, degli antiossidanti, dei polifenoli e dei microelementi
4. Il sapore e il colore dei prodotti è risultato particolarmente gradito ai consumatori
5. Recenti studi dimostrano una ridotta tossicità del monococco verso le persone con intolleranze alimentari e addirittura un'azione preventiva verso la celiachia

Il grano monococco, appartiene al genere Triticum, per cui la morfologia, il ciclo della coltura e le caratteristiche sono simili a quelle generali del frumento. Tuttavia le differenze sono marcate: il primo elemento apprezzabile è proprio la spiga. Mentre tutti gli altri frumenti, compresi farro e grano spelta sono polistici, cioè hanno 4 o 6 ranghi di carioidi per spiga, il grano monococco è distico. Questo poiché al momento della fioritura i fiori laterali di ogni spighetta tendono ad abortire, mentre rimane fertile soltanto il fiore centrale, che è quello nel quale si forma la cariosside. La cariosside inoltre risulta vestita, cioè dopo la raccolta le glumelle rimangono aderenti al seme.

Altra caratteristica peculiare del grano monococco è che tra tutti i cereali è quello con maggiore contenuto proteico, con valori medi del 15-18%.

Dal punto di vista climatico l'ambiente ottimale per la coltivazione del grano sardo è lo stesso che risulta idonea alla coltivazione del frumento duro, caratterizzato da piovosità concentrata nel periodo invernale e da primavera ed estati calde, senza pericoli di gelate tardive. E' maggiormente resistente alla siccità rispetto agli altri frumenti e più si adatta agli ambienti aridi.

I suoli argillosi e franco argillosi sono in assoluto quelli più adatti, sempre che siano ben drenati, profondi e friabili. La profondità dovrebbe essere sempre non inferiore a 50 cm. Rispetto al frumento tenero, il grano sardo è decisamente meno produttivo nei suoli sabbiosi. Non è tollerante nei confronti dell'acidità del suolo: il pH dovrebbe essere sempre > 6 (in CaCl₂) per consentire risultati produttivi soddisfacenti.

Matching table - Potenzialità d'uso dei suoli alla coltivazione del grano monococco sardo						
Ciclo vegetativo 210 giorni: dal 15 dicembre al 15 luglio						
Sezione di controllo = 90 cm						
Caratteristiche e qualità	Classe, livello, limitazione e scale di rating					
	S1	S2	S3	N1		N2
	100	85	65	45	25	0
Clima						Peso
Temperatura media annuale T °C	24-28	28-32 18-24	32-36 14-18	>36 <14	>36 <14	1
Precipitazioni medie durante il periodo di vegetazione	>600	400-600	200-400	100-200	<100	1
Morfologia						
Quota m asl	100-600	600-800 0-100	800-1000	>1000	>1000	1

Pendenza %	0-5	5-10	10-15	15-25	>25	1
Pietrosità superficiale %	<5	5-10	10-15	15-25	>25	1
Rischio di inondazione	1 - assente	2 - Molto raro per brevi periodi (2-3 gg)	3 - raro per brevi periodi (4-5 gg)	4 - Comune (meno di 1 settimana)	5 - Frequente per lunghi periodi (più di 1 settimana)	1
Drenaggio interno	4 - Ben drenato	3 - Moderatamente ben drenato	2 - Imperfettamente drenato 5 - Moderatamente rapido	1 - Mal drenato 6 - Eccessivo	7 - Drenaggio impedito	1
Permeabilità (Ksat (cm/day))	4 - Moderatamente alta 8.64 - 86.4	3 - Moderatamente bassa 0.86 - 8.64	5 - Alta 86.4 - 864.0 2 - Bassa 0.086-0.86	1 - Molto bassa < 0.086	6 - Molto alta >864.0	1
Suolo						
Profondità utile alle radici	> 90	90-70	50-70	30-50	<30	2
Tessitura (USDA)	L, FL, FA,	FAL, A, FSA	AL, FS, SF	S	S, A >60%	1
Scheletro (%)	<8	8-12	12-18	18-25	>25	1
AWC mm	>120	100-120	80-100	50-80	< 50	1
Fertilità						
pH (H2O 1:2.5)	7.0 - 7.6	7.6-8.2 6.8-7.0	8.2- 8.5 6.0-6.8	8.5 - 9.0 5.5 - 6.0	>9.0 <5.5	1
Carbonio organico %	>1.0	0.6-1.0	0.4-0.6	<0.4	<0.4	1
Carbonati totali %	0 - 15	15-20	20-30	30-40	>40	1
Azoto totale g/Kg	>1.00	0.8 - 1.0	0.6-0.8	0-4 - 0.6	<0.4	1
Salinità Ece (dS/m)	< 4	4 - 8	8- 12	12 - 16	> 16	1
Alcalinità ESP %	< 10	10 - 15	15 - 25	25 - 35	> 35	1
CSC (meq/100g)	15-20	10 - 15	5 - 10	<5	<5	1

Tab. 20 - Matching table di valutazione della potenzialità d'uso dei suoli alla coltivazione del grano sardo

UC	P	Profondità utile	Scheletro	Tessitura	Salinità'	CSC	pH	Alcalinità	Falda	Pendenza	Quota	N totale
1	P3	95	90	65	100	85	85	100	100	100	100	85
1	P7	95	85	50	100	45	55	100	100	95	100	45
1	P11	45	90	65	100	85	85	100	100	100	100	85
1	P12	95	95	65	100	75	85	100	100	100	100	85
2	P4	45	90	65	100	75	85	100	100	100	100	85
2	P5	35	95	65	100	95	75	100	100	100	100	85
2	P6	45	95	95	100	75	85	100	100	100	100	85
2	NURP79	20	85	65	100	100	75	100	100	100	100	85
3	P8	20	85	95	100	100	85	100	100	100	100	0
4	P1	40	95	95	100	95	75	100	100	85	100	85
4	P2	55	95	65	100	95	75	100	100	75	100	0
5	P9	95	95	65	100	100	65	65	100	100	100	85

UC	Pietrosità	Drenaggio	AWC mm	KSat	Rischio inondazione	CaCO3	C organico	Tmed DGFAM GL	Pmed DGFAM GL	Rating	Suitability
1	45	95	90	95	100	55	65	55	55	84.3	S2
1	45	95	90	85	100	100	85	55	55	83.2	S2
1	35	95	65	95	100	100	55	55	55	75.0	S2
1	35	95	90	95	100	100	65	55	55	84.9	S2
2	45	95	65	95	100	100	65	55	55	45.0	S3
2	25	95	45	95	100	100	65	55	55	35.0	N1
2	25	95	65	95	100	100	65	55	55	45.0	S3
2	75	95	45	85	100	100	55	55	55	25.0	N1
3	25	95	30	85	100	100	25	55	55	20.0	N2
4	25	95	35	95	100	15	75	55	55	40.0	N1
4	20	95	75	95	100	18	75	55	55	45.0	N1
5	85	65	90	95	100	95	45	55	55	65.0	S2

Tab. 21 - Valori dei rating e classi di attitudine dei suoli alla coltivazione del grano monococco sardo, sono evidenziati i caratteri limitanti

Esaminando i risultati della valutazione, appare che, grazie alla sua rusticità, il grano sardo risulta quello che meglio si adatta ai suoli dell'area di studio, con limitazioni severe solo in alcuni suoli e riguardanti la profondità utile alle radici e la pietrosità superficiale.

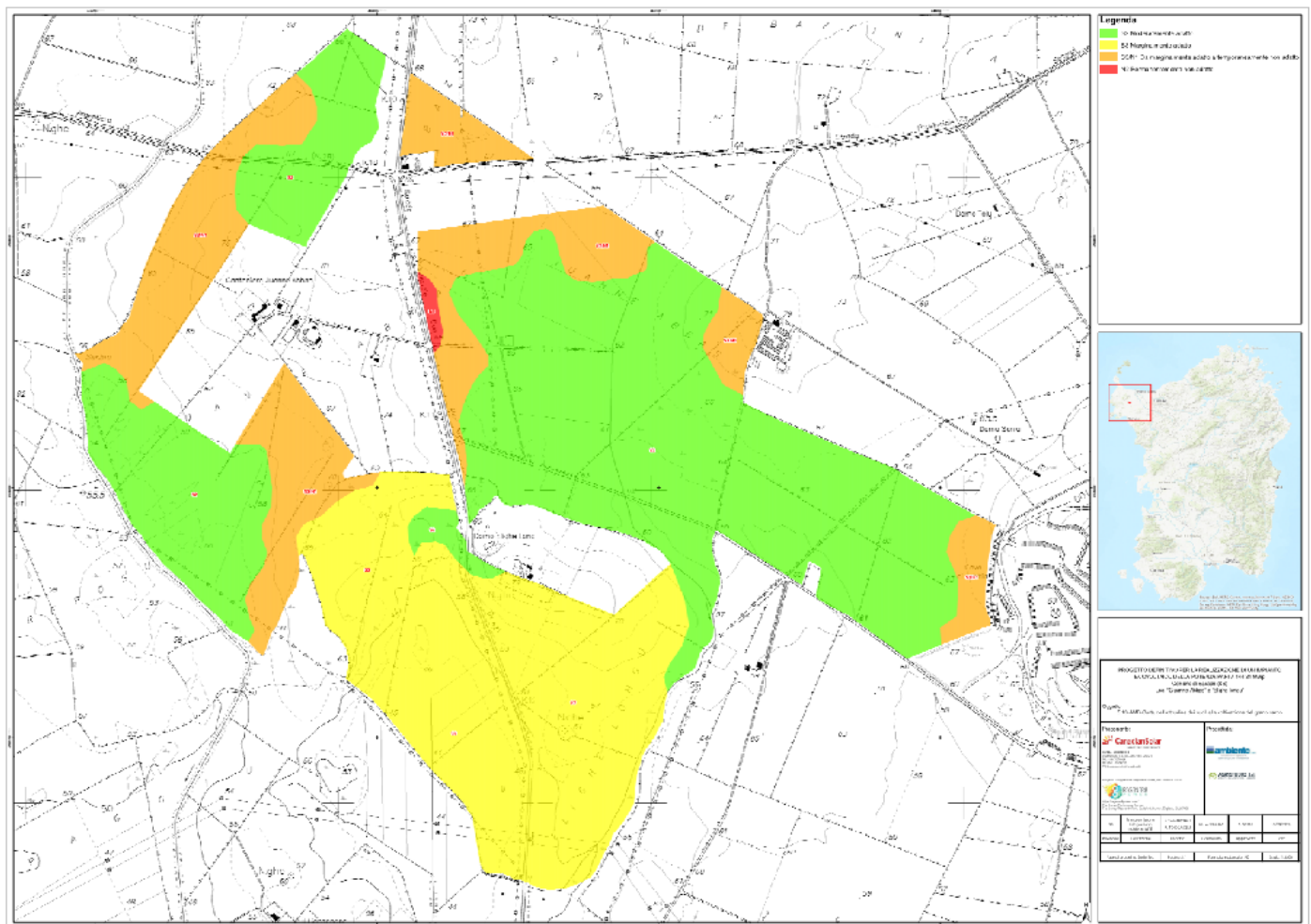


Fig. 26 - Carta della potenzialità d'uso dei suoli alla coltivazione del Grano monococco sardo

7.5 - Attitudine dei suoli al prato polifita

La caratteristica della quasi totalità delle foraggere, ad eccezione di quelle utilizzate come erbaio a taglio unico, è la loro vivacità, cioè il fenomeno secondo il quale sono in grado di ricacciare dopo l'utilizzazione.

Questa opportunità è presente nelle foraggere dotate di particolari strutture morfo-fisiologiche basali quali la corona ed il cespo, rispettivamente per le leguminose e le graminacee.

Esse possono essere classificate in base a:

- famiglia botanica di appartenenza;
- durata;
- sistema di formazione della foraggera;
- posto che la foraggera occupa nella rotazione;
- composizione floristica;
- tipo di foraggio;
- sistema di conservazione ed utilizzazione;

apporti nutrizionali

Le specie più utilizzate appartengono alle graminacee ed alle leguminose.

In relazione alla durata le colture foraggere possono essere annuali o temporanee (con ciclo colturale inferiore ad un anno), poliennali (in caso di un ciclo colturale di 3-5 anni) oppure perenni. In caso di durata inferiore o uguale ad un anno si parla di erbai. A seconda della stagione in cui svolgono il loro ciclo gli erbai si distinguono in:

erbai autunno-vernini, detti anche autunno-primaverili, sono quelli seminati in autunno e raccolti in primavera (cereali foraggeri microtermi, loiessa, crucifere, favino, pisello proteico, trifogli annuali, etc.);

erbai primaverili, seminati a fine inverno e raccolti a maggio giugno (es. avena-veccia-pisello);

erbai primaverili-estivi, sono i classici erbai annuali (mais o sorgo trinciati);

erbai estivi, sono quelli a semina estiva dopo aver raccolto la coltura principale (es. granturchino).

Se la durata è superiore ad un anno si parla, invece, di prati. Sia gli erbai che i prati possono essere avvicendati per periodi inferiori a 10 anni. Per periodi superiori a 10 anni siamo di fronte a prati permanenti. (solo prati evidentemente e non erbai) che possono essere sfalciati (prato), solo pascolati (pascolo) oppure pascolati dopo il primo taglio (prati-pascoli).

La foraggiera può essere posta nella rotazione in coltura principale oppure in coltura intercalare.

Il prato può essere composto da una sola specie ed in tal caso si parla di prato monofita. Se è composto di 2-4 specie si parla di prato oligofita. Il prato polifita, invece, è composto generalmente da 5 o più specie.

Nel caso dei prati i foraggi sono prima falciati e poi resi disponibili agli animali. La presente valutazione considera un prato polifita di graminacee e leguminose della durata poliennale, da sfalcio.

Matching table per dell'attitudine dei suoli al prato polifita di foraggere						
Ciclo colturale 365 giorni						
Sezione di controllo = 60 cm						
Caratteristiche e qualità	Classe, livello, limitazione e scale di rating					Peso
	S1	S2	S3	N1		
	N2					
	100	85	60	40	25	
0						
Clima (c)						
Precipitazioni mm/anno	>500	300 - 500	200 - 300	100 - 200	<100	1
Temperatura media annua °C	16 - 22	14 - 16 22 - 24	12 - 14 24 - 26	9 - 12 26 - 28	<9 >28	1
Topografia (t)						
Pendenza%	0 - 4	4 - 8	8 - 16	16 - 55	>55	1
Quota m slm	< 600	600-800	800-1000	> 1000	>1000	1
Pietrosità (%)	<0.1	0.1 - 3	3 - 15	15 - 50	> 50	2
Idrologia (f)						

Falda (cm dalla superficie)	>80	60 - 80	40 - 60	<40 con possibilità drenaggio	<40 senza possibilità di drenaggio	1
Drenaggio esterno	Assenza di ristagni o acqua libera	Ristagni o acqua libera per brevi periodi; fossi o dreni < 20% della superficie	Ristagni o acqua libera per lunghi periodi; fossi o dreni 20 - 50 % della superficie	Ristagni o acqua libera per lunghi periodi; fossi o dreni > 50 % della superficie	Regime di umidità del suolo a quico in tutta o quasi tutta la superficie	1
Drenaggio interno	Ben drenato, moderatamente ben drenato	Piuttosto eccessivamente drenato	Talvolta mal drenato, piuttosto mal drenato, mal drenato	Eccessivamente drenato, mal drenato e molto mal drenato (con possibilità di drenaggio)	Drenaggio impedito, molto mal drenato, eccessivamente drenato (senza possibilità di drenaggio)	1
Suoli (s)						
Profondità utile (cm)	> 60	40-60	20-40	10-20 su substrato non consolidato	< 10 su roccia compatta	2
Indice incrostamento	Assente <1.2	Moderato 1.2-1.6	Moderato 1.2-1.6	Forte >1.6	Forte >1.6	1
Tessitura	F, FA	FSA, FS, F, FLA, FL	SF, AL, SA	S, A < 60%, L	S (sabbia grossa), A > 60% (massiva), ghiaioso,	1
Scheletro (%)	0 - 10	10 - 20	20 - 35	35 - 70	> 70	1
Permeabilità (mm/h)	Moderatamente alta	Moderatamente bassa, Alta	Bassa	Molto bassa (con possibilità di drenaggio), Molto alta	Molto bassa, Molto alta	1
AWC mm (riserva idrica)	>70	50 - 70	25 - 50	10 - 25	< 10	1
Fertilità (f)						
Reazione (pH)	6.0 - 8.1	5.5 - 6.0 8.2 - 8.4	4.4 - 5.4 8.5 - 8.8	<4.4 8.8 - 9.0	<4.4 >9.0	1
Salinità dS/m	2 - 4	4 - 8	8 - 12	12 - 16	> 16	2
Sodicità (ESP %)	<8	8-15	15 - 20	>20	>20	2
C. O. %	>2.5	2.5 - 2.0	1.0 - 2.0	0.5 - 1.0	<0.5	1
CSC (meq/100gr)	>15	12-15	10-12	5 - 10	<5	1

Tab. 22 - Tabella di riferimento per la valutazione dell'attitudine dei suoli al prato polifita di foraggiere

UC	P	Profondità utile	Scheletro	Tessitura	Salinità'	CSC	pH	Alcalinità	Falda	Pendenza	Quota	N totale
1	P3	100	95	25	100	85	95	100	100	95	100	85
1	P7	100	95	35	100	25	85	100	100	95	100	45
1	P11	75	95	25	100	85	95	100	100	100	100	85
1	P12	100	100	55	100	75	95	100	100	100	100	75
2	P4	75	95	25	100	75	95	100	100	100	100	75
2	P5	55	100	25	100	95	85	100	100	100	100	85
2	P6	75	100	55	100	75	95	100	100	100	100	75
2	NURP79	45	95	25	100	100	85	100	100	95	100	75
3	P8	45	95	55	100	100	100	100	100	100	100	0
4	P1	65	100	55	100	95	85	100	100	85	100	85
4	P2	85	100	25	100	95	85	100	100	65	100	0
5	P9	100	100	25	100	100	75	65	100	100	100	85

UC	Pietrosità	Drenaggio	AWC mm	KSat	Rischio inondazio e	C organico	Tmed	Pmed	Rating	Suitability
1	45	90	90	95	100	25	85	100	79.2	S2
1	45	90	90	85	100	45	85	100	81.9	S2
1	40	90	85	95	100	25	85	100	75.0	S2
1	40	90	90	95	100	25	85	100	84.1	S2
2	45	90	85	95	100	25	85	100	75.0	S2
2	35	90	65	95	100	25	85	100	55.0	S3
2	35	90	85	95	100	25	85	100	75.0	S2
2	60	90	65	85	100	25	85	100	55.0	S3
3	35	90	55	85	100	0	85	100	45.0	N1
4	35	90	55	95	100	25	85	100	65.0	S3
4	30	90	90	95	100	25	85	100	77.2	S2
5	60	85	90	95	100	0	85	100	65.0	S3

Tab. 23 - Valori dei rating e classi di attitudine dei suoli alla coltivazione del prato polifita di foraggiere, in giallo sono evidenziati i caratteri limitanti

L'esame dei risultati della valutazione indicano che l'area di studio ha una discreta attitudine al prato polifita, a condizione che venga mantenuto con periodiche irrigazioni di soccorso durante il periodo estivo. Le principali limitazioni riguardano le tessiture argillose ed il basso contenuto in carbonio organico, meno rilevanti le limitazioni relative alla pietrosità superficiale ed alla profondità utile alle radici.

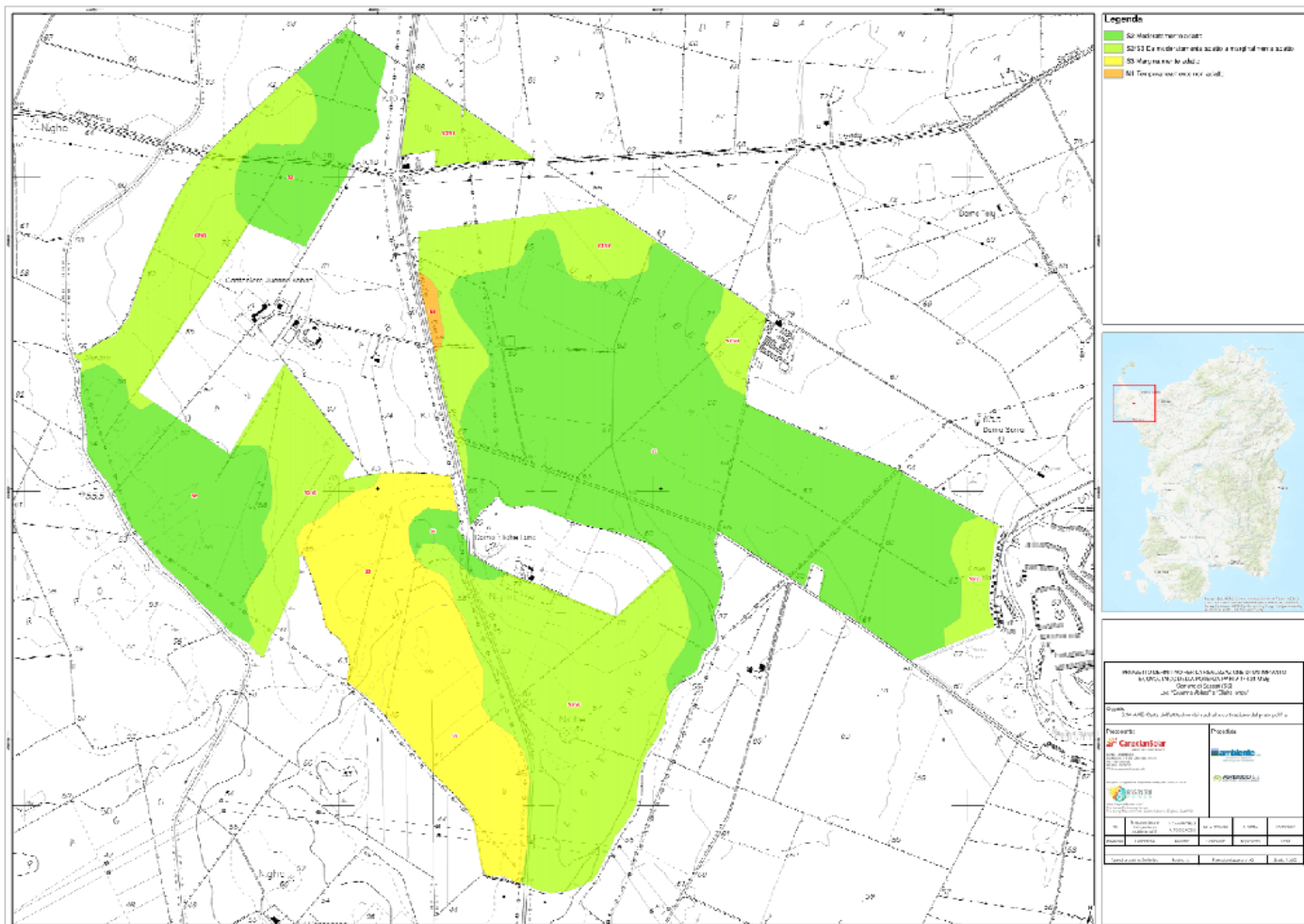


Fig. 27 - Carta della attitudine dei suoli prato polifita di foraggiere

7.6 - Attitudine dei suoli alla coltivazione dell'olivo

Nella classificazione botanica, l'olivo (*Olea europaea* L.) appartiene alla famiglia delle Oleaceae, al genere "Olea", specie "europaea" e subspecie "sativa".

Nell'olivo, la morfologia e lo sviluppo dell'apparato radicale dipendono inizialmente dal metodo di propagazione impiegato; in seguito tali caratteristiche sono regolate dalle proprietà del suolo, dal metabolismo della pianta, da fattori genetici e dalla tecnica agronomica. Le giovani piante ottenute da seme hanno un apparato radicale dominato da una radice centrale (fittone) che alla fine del primo anno, in condizioni favorevoli di terreno, può raggiungere 1 metro di profondità.

La crescita delle olive ha una durata complessiva di circa 5 mesi con differenze notevoli tra le cultivar e i distinti ambienti di coltivazione. Le olive iniziano ad avere dimensioni evidenti già dopo circa 10-15 giorni dall'allegagione.

L'olivo è riuscito a adattarsi perfettamente all'ambiente mediterraneo, caratterizzato da grandi variazioni pedologiche e climatiche, ed ha trovato numerose e "diverse" condizioni nelle quali il suo prodotto ha inciso in modo importante sullo sviluppo della civiltà contadina.

La temperatura dell'aria riveste particolare importanza, poiché è il primo parametro che regola la distribuzione geografica dell'olivo; così, oggi, i limiti termici per il suo sviluppo sono definiti tra il 46° di latitudine Nord e il 35° di latitudine Sud. Per l'attività fotosintetica, l'ottimo termico è stato stabilito

intorno ai 25-28°C. Quasi tutti i processi metabolici sono alterati con temperature lontane da valori medi inferiori a 5°C o superiori a 35°C. L'olivo, infatti, è sensibile ai freddi invernali e primaverili. La pianta subisce danni alle foglie quando la temperatura scende sotto i -5°C e le branche e l'intera chioma possono essere danneggiate severamente se la temperatura scende sotto a -10°C.

Gli effetti delle alte temperature si manifestano soprattutto in mancanza di un'adeguata disponibilità idrica e di una ridotta traspirazione. Queste causano l'innalzamento della temperatura superficiale dei vari organi e determinano ustioni a livello fogliare, sul tronco e sulle branche. In ambienti caratterizzati da temperature estive medie giornaliere superiori ai 30°C, lo sviluppo vegetativo della pianta avviene in primavera e in autunno mentre rallenta, fino a fermarsi, in estate. L'olivo, che è una specie adattata al lungo periodo di siccità estiva, è in grado di sopravvivere anche con precipitazioni annuali di appena 200 mm, mentre mal sopporta l'asfissia radicale.

L'olivo è più tollerante, rispetto alla maggior parte dei fruttiferi, a carenze o eccessi di elementi nutritivi e a substrati pietrosi, aridi e poco fertili. I suoli sui quali cresce e produce generalmente sono meno profondi, più sciolti e con un'alta percentuale di componente litoide (pietrosità e scheletro) rispetto a quelli scelte per le altre colture. La presenza di pietre garantisce migliori condizioni di drenaggio interno e, se di natura calcarea, favorisce la precipitazione dell'acido carbonico e l'ossigenazione del suolo. E' noto, infatti, che la specie mal si adatta a terreni poco drenanti, dove si possono verificare condizioni di asfissia radicale.

La parte di suolo effettivamente disponibile per l'esplorazione delle radici è una caratteristica fondamentale perché è da questo volume di terreno che la pianta ottiene l'acqua e i nutrienti. La maggior parte delle radici dell'olivo, sebbene in modo non uniforme, esplora lo strato di terreno compreso tra 15 e 20 cm (per lo più si tratta di radici avventizie originatesi dalle iperplasie del pedale) e tra 60 e 100 cm di profondità. Per questo motivo un 60-100 cm di profondità utile per le radici è di norma sufficiente per il normale accrescimento radicale.

Matching table per dell'attitudine dei suoli al la coltivazione dell'olivo						
Ciclo colturale 365 giorni						
Sezione di controllo 120 cm						
Ciclo colturale 365 giorni						
Sezione di controllo = 60 cm						
Caratteristiche e qualità	S1	S2	S3	N1		Peso
	N2					
	100	85	65	45	25	
Clima (c)						
Precipitazioni mm	>400	300 - 400	200 - 300	100 - 200	<100	1
Temperatura media °C	16 - 22	14 - 16 22 - 24	12 - 14 24 - 26	9 - 12 26 - 28	<9 >28	1
Pendenza %	0 - 4	4 - 8	8 - 16	16 - 35	>35	1
Pietrosità superficiale %	< 5	5-15	15-35	35-70	> 70	
Idrologia (w)						
Rischio di inondazione	assente	Molto raro per brevi periodi (2-3 gg)	Raro per brevi periodi (4-5 gg)	comune (meno di 1 settimana)	Frequente per lunghi periodi (più di 1 settimana)	
Drenaggio interno	4 - Ben drenato	3 - Moderatamente ben drenato 5 - Moderatamente rapido	2 - Imperfettamente drenato 6 - Eccessivamente drenato	1 - Mal drenato	7 - Drenaggio impedito	

Suolo (s)						
Profondità utile alle radici cm	> 120	70 - 120	70 - 50	50 - 30	< 30	2
Tessitura	FA - FAL -FSA- F	FL - L- AS	AL - FS	SF - A < 60% clay	A> 60% clay - S	1
Scheletro (%)	<15	15-35	35-60	60-90	>90	1
KSat (permeabilità cm/day)	5 - Moderately low 0.86 - 8.64	4 - Moderately high 8.64-86.4	3 - Low 0.086-0.86	2 - High 86.4 - 864.0	6 - Very low < 0.086 1 - Very high >864.0	1
AWC mm/rooting	>120	80-120	40-80	20 - 40	< 20	1
Fertility (f)						
pH	7.0 - 7.2	6.2-6.9 7.3-7.5	5.8-6.1 7.6-8.1	5.5-5.7 8.2-8.5	<5.5 >8.5	1
CEC (meq/100gr)	> 12	12 - 8	4 - 8	< 4	< 4	1
CaCO3%	<15	15-18	18-25	>25	>25	1
Calcare attivo %	0 - 6	6 -12	12 - 16	16 - 20	>20	1
Ece (dS/m) - Salinità	< 3	3-6	6-8	8-10	> 10	1
ESP % - Alkalinità	< 8	8-12	12-15	15 - 20	> 20	2
Azoto totale %	>2.2	1.1-2.1	0.6-1.0	0.4-0.6	<0.4	1
Carbonio organico %	>2.0	1.5-2.0	0.5-1.4	0.2-0.4	<0.2	1

Tab. 24 - Tabella di riferimento per la valutazione dell'attitudine dei suoli alla coltivazione dell'olivo

UC	P	Profondità utile	Scheletro	Tessitura	Salinità'	CSC	pH	Alcalinità	Falda	Calcare attivo	Pendenza	Quota	N totale
1	P3	80	95	10	100	95	55	100	100	55	100	100	65
1	P7	80	95	45	100	45	75	100	100	100	95	100	45
1	P11	45	95	10	100	95	65	100	100	100	100	100	75
1	P12	80	100	10	100	85	55	100	100	90	100	100	65
2	P4	45	95	10	100	85	65	100	100	100	100	100	65
2	P5	25	100	10	100	95	45	100	100	40	100	100	75
2	P6	45	100	95	100	85	55	100	100	100	100	100	65
2	NURP79	20	95	10	100	100	45	100	100	100	100	100	65
3	P8	20	95	95	100	100	85	100	100	100	100	100	0
4	P1	35	100	95	100	95	45	100	100	65	85	100	75
4	P2	55	100	10	100	95	45	100	100	75	65	100	0
5	P9	80	100	10	100	100	35	35	100	75	100	100	65

UC	Pietrosità	Drenaggio	AWC mm	KSat	Rischio inondazione	CaCO3	C organico	Tmed	Pmed	Rating	Suitability
1	65	90	90	95	100	55	45	85	75	80	S2
1	65	90	90	95	100	100	65	85	75	80	S2
1	65	90	65	95	100	100	25	85	75	65	S2
1	65	90	90	95	100	100	45	85	75	80	S2
2	65	90	65	95	100	100	45	85	75	45	S3
2	55	90	45	95	100	100	45	85	75	25	N1
2	55	90	65	95	100	100	45	85	75	45	S3
2	85	90	45	65	100	100	25	85	75	25	N1
3	55	90	35	65	100	100	0	85	75	20	N2
4	55	90	45	95	100	18	55	85	75	45	S3
4	45	90	75	95	100	20	55	85	75	55	S3
5	85	65	90	95	100	95	25	85	75	35	N1

Tab. 25 - Valori dei rating e classi di attitudine dei suoli alla coltivazione dell'olivo

I risultati della valutazione evidenziano come i fattori più limitanti per la coltivazione dell'olivo siano essenzialmente legati alle tessiture argillose ed al basso contenuto in carbonio organico. Meno rilevanti sono le limitazioni che riguardano la profondità utile alle radici.

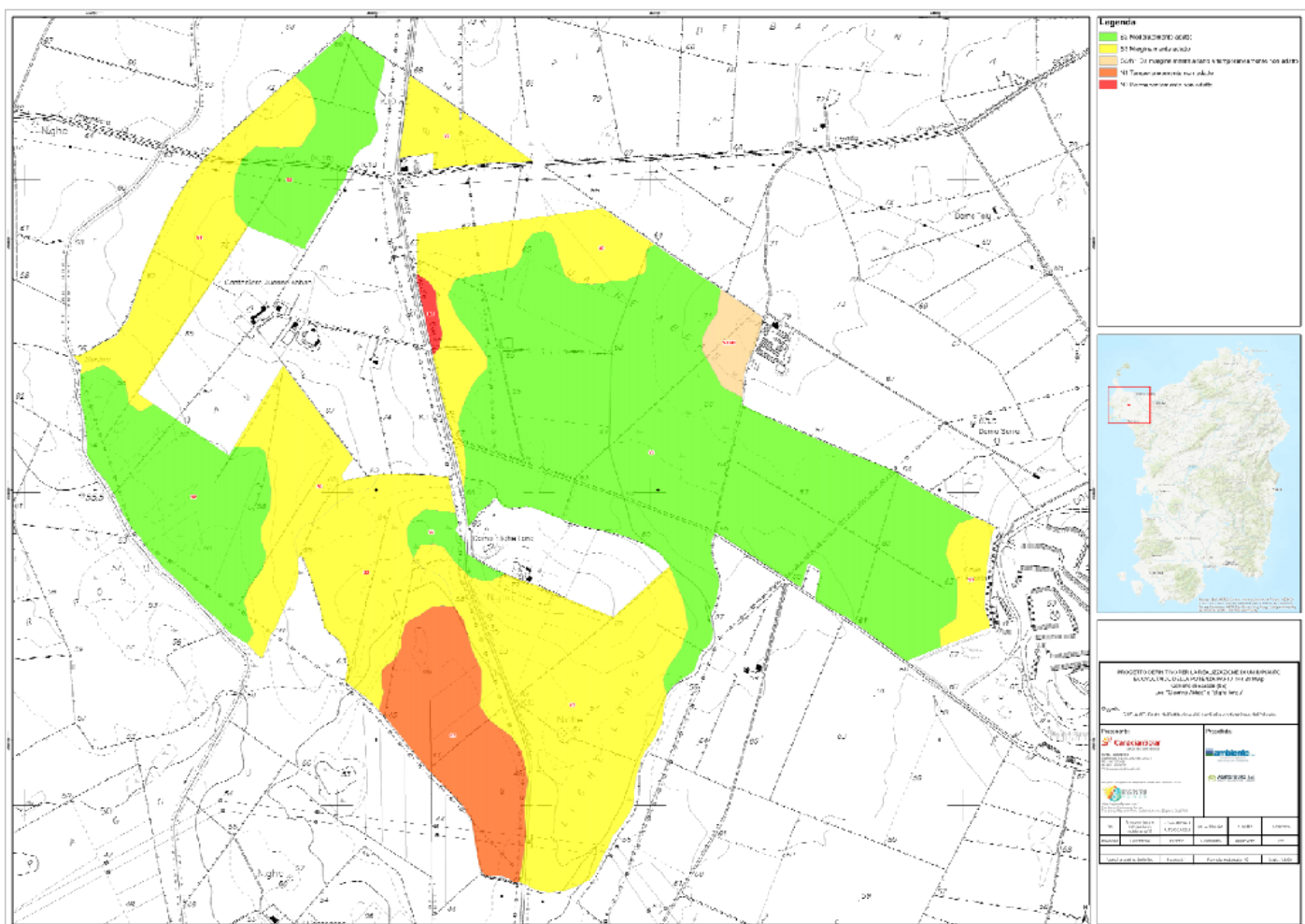


Fig. 28 - Carta della attitudine dei suoli alla coltivazione dell'olivo

7.7 - Attitudine dei suoli alla coltivazione di alcune varietà di pomacee della Sardegna

Esistono varietà di pere coltivate in Sardegna che si trovano soltanto entro i confini dell'isola, eredità di una tradizione contadina antichissima che ancora oggi viene tramandata di generazione in generazione, in particolare le varietà presenti sono le seguenti:

La pera Camusina è una varietà di pera sarda che oggi è molto rara e rischia l'estinzione. Viene infatti coltivata soltanto in pochissime zone dell'isola, vigore medio, produttività elevata, pola leggermente astringente ma buona e aromatica, maturazione 2a decade di luglio.

La pera Bau: poco vigorosa e molto produttiva, sapore ottimo, molto aromatica, maturazione 1a decade di luglio.

La pera San Domenico, pera antica largamente diffusa in tutta la Sardegna

Melo "Miali": albero poco vigoroso, produttività elevata, maturazione 3a decade di settembre, molto apprezzata per gusto aromatico dei frutti;

Melo "Appio": albero mediamente vigoroso, produttività elevata, maturazione dalla 2a decade di ottobre fino a dicembre inoltrato, apprezzata sui mercati locali

Riguardo alle esigenze climatiche, prediligono ambienti temperato-freschi, temono le gelate invernali. Con l'approssimarsi della ripresa vegetativa, la resistenza al freddo della pianta diminuisce, tanto che temperature intorno ai -5°C possono causare notevoli danni soprattutto alle gemme miste. Le gelate primaverili possono portare in definitiva alla perdita totale del prodotto, grazie alla fioritura relativamente precoce.

Matching table per dell'attitudine dei suoli a la coltivazione di pomacee autoctone Ciclo vegetativo 240 giorni: dal 1° marzo al 30 ottobre Sezione di controllo 120 cm Ciclo colturale 365 giorni Sezione di controllo = 60 cm						
Caratteristiche e qualità	S1	S2	S3	N1		Peso
	N2 100	85	65	45	25	
Clima (c)						
Fabbisogno in freddo (1.5-12.5 °C) ore	1200-1600	1000-1200	1000-800	<800	<800	1
Precipitazioni mm	>600	500 - 600	500 - 400	300 - 400	<300	1
Temperatura media °C	14 - 20	12 - 14 20 - 22	10 - 12 22 - 24	8 - 10 24 - 26	<8 >28	1
Pendenza %	0 - 3	3 - 6	6 - 8	8 - 12	>12	1
Pietrosità superficiale %	< 3	3 - 10	10-20	20 - 35	> 35	1
Idrologia (w)						
Rischio di inondazione	assente	Molto raro per brevi periodi (2-3 gg)	Raro per brevi periodi (4-5 gg)	comune (meno di 1 settimana)	Frequente per lunghi periodi (più di 1 settimana)	1
Drenaggio interno	4 - Ben drenato	3 - Moderatamente ben drenato 5 - Moderatamente rapido	2 - Imperfettamente drenato 6 - Eccessivamente drenato	1 - Mal drenato	7 - Drenaggio impedito	1
Suolo (s)						
Profondità utile alle radici cm	> 120	100 - 120	100 - 80	80 - 60	< 60	2
Tessitura	FL - F	FA - FSA - FS	FAL - AS	SF - AL	A - S	1
Scheletro (%)	<10	10-15	15-25	25-35	>35	1
KSat (permeabilità (cm/day)	5 - Moderately low 0.86 - 8.64	4 - Moderately high 8.64-86.4	2 - High 86.4 - 864.0	3 - Low 0.086-0.86	6 - Very low < 0.086 1 - Very high >864.0	1
AWC mm/rooting	>150	100-150	70 - 100	50 - 70	< 50	1
Fertility (f)						
pH	7.0 - 7.2	6.5-7.0 7.2 - 7.5	6.0 - 6.5 7.5 - 8.0	5.5 - 6.0 8.0 - 8.5	<5.5 >8.5	1
CEC (meq/100gr)	> 15	15 - 10	10- 8	< 8	< 8	1
CaCO3%	<5	5 - 10	10 - 15	15 - 25	>25	2
Calcare attivo %	0 - 4	4 - 8	8- 12	12 - 15	>15	2
Ece (dS/m) - Salinità	< 3	3-6	6-8	8-10	> 10	1
ESP % - Alcalinità	< 8	8-10	10 - 12	12 - 15	> 15	2
Azoto totale %	>2.8	2.2 - 2.8	1.8 - 2.2	1.2 - 1.8	<1.2	1

Carbonio organico %	>2.0	1.5-2.0	0.5-1.4	0.2-0.4	<0.2	1
---------------------	------	---------	---------	---------	------	---

Tab. 26 - Tabella di riferimento per la valutazione dell'attitudine dei suoli alla coltivazione del pero

UC	P	Profondità utile	Scheletro	Tessitura	Salinità'	CSC	pH	Alcalinità	Falda	Active CaCO3	Pendenza	Quota	N totale
1	P3	65	95	25	100	85	55	100	100	40	95	100	25
1	P7	65	95	65	100	25	55	100	100	100	85	100	0
1	P11	20	95	25	100	85	65	100	100	100	100	100	35
1	P12	65	100	25	100	75	55	100	100	90	100	100	15
2	P4	20	95	25	100	75	60	100	100	100	100	100	25
2	P5	18	100	25	100	95	45	100	100	25	100	100	35
2	P6	20	100	80	100	75	55	100	100	100	100	100	25
2	NURP79	15	90	25	100	100	45	100	100	100	100	100	35
3	P8	15	90	80	100	100	85	100	100	100	100	100	0
4	P1	20	100	80	100	95	45	100	100	40	75	100	35
4	P2	35	100	25	100	95	45	100	100	55	45	100	0
5	P9	75	100	25	100	100	35	25	100	65	100	100	35

UC	Pietrosità	Drenaggio	AWC mm	KSat	Ore freddo	Rischio inondazione	CaCO3	C organico	Tmed	Pmed	Rating	Suitability
1	55	90	85	85	45	100	35	45	100	75	65	S3
1	55	90	85	85	45	100	100	55	100	75	65	S3
1	45	90	55	85	45	100	100	45	100	75	60	S3
1	45	90	85	85	45	100	100	45	100	75	65	S3
2	55	90	55	85	45	100	100	45	100	75	20	N2
2	45	90	30	85	45	100	95	45	100	75	18	N2
2	45	90	55	85	45	100	100	45	100	75	20	N2
2	75	90	30	65	45	100	100	45	100	75	15	N2
3	45	90	20	65	45	100	100	25	100	75	15	N2
4	45	90	25	85	45	100	15	45	100	75	20	N2
4	25	90	65	85	45	100	18	45	100	75	25	N2
5	75	65	85	85	45	100	65	25	100	75	25	N2

Tab. 27 - Valori dei rating e classi di attitudine dei suoli alla coltivazione del pero, in giallo sono evidenziati i caratteri maggiormente limitanti

I risultati della valutazione evidenziano come la coltivazione delle pomacee presenta delle limitazioni in particolare per la profondità utile alle radici e la tessitura argillosa, bisogna mettere in evidenza, però che le varietà autoctone che si intende coltivare per le loro caratteristiche di rusticità, esigenze nutritive e resistenza alla siccità meglio si adattano alle eventuali limitazioni presenti e possono essere coltivate con buone prospettive di produzione fermo restando la possibilità di essere fertirrigate.

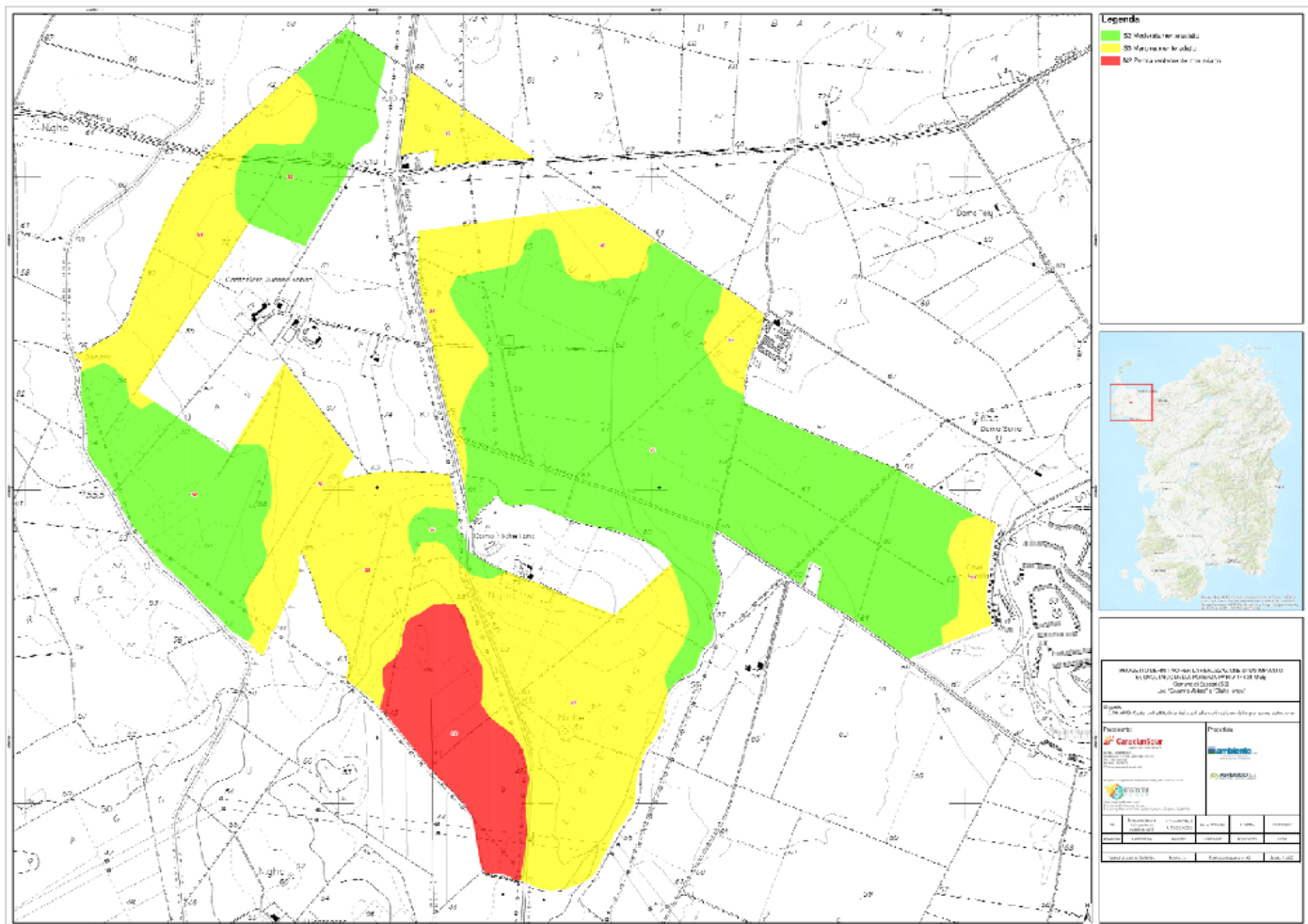


Fig. 27 - Carta della attitudine dei suoli alla coltivazione di pomacee autoctone

8. Il fabbisogno idrico delle principali colture

“Per fabbisogno irriguo si intende l'apporto idrico artificiale che è teoricamente necessario fornire alla coltura per mantenere l'evapotraspirazione al regime potenziale. L'evapotraspirazione si riferisce a due processi fisici distinti, l'evaporazione dal suolo e la traspirazione dell'apparato fogliare delle piante, e la metodologia di base per la sua stima è stata codificata dalla F.A.O. (Food and Agricultural Organization) nel Quaderno “Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - Irrigation and drainage Paper 56”. A partire dall'evapotraspirazione, e una volta opportunamente conteggiati gli apporti idrici naturali, è possibile calcolare il fabbisogno irriguo di una coltura, tenendo conto eventualmente delle efficienze di adduzione e distribuzione delle portate derivate e di applicazione degli apporti su campo. Quando i dati disponibili lo consentono, è possibile stimare i fabbisogni irrigui attraverso il calcolo del bilancio idrologico del sistema suolo-coltura; in tal caso è richiesta la conoscenza dettagliata delle caratteristiche idrauliche dei suoli, e delle possibili interazioni con la falda ipodermica, oltre ad informazioni sullo sviluppo degli apparati radicali.” (articolo 3 del D.M. MIPAAF 31 luglio 2015).

Per la stima del fabbisogno irriguo è stato utilizzato il software FAO CROPWAT che, sulla base dei dati climatici, dei caratteri dei suoli dell'area considerata, oltre al calendario culturale delle colture considerate, stima i fabbisogni irrigui.

Le colture considerate sono le stesse già valutate per le potenzialità d'uso: Colture orticole (patata, cipolla e orticola quarta gamma), Canapa da fibra, grano monococco sardo, lavanda, prato polifita, olivo da olio, pomacee (pero o pesco).

8.1 - Concetti generali

Ogni coltura ha determinati bisogni, giornalieri, mensili o totali, d'acqua corrispondenti al suo consumo evapotraspirativo.

I bisogni massimi si hanno, logicamente, nei momenti in cui il clima è più caldo e secco e in cui lo sviluppo fogliare è massimo: sono questi valori massimi che presentano il maggior interesse per stabilire la quantità d'acqua massima di cui bisogna disporre per la coltura in atto (periodo di punta). Per stabilire ciò, bisogna prendere in considerazione diversi parametri:

a. Fabbisogno idrico colturale

Il punto di partenza per il calcolo degli elementi tecnici dell'irrigazione di una coltura è il **fabbisogno idrico colturale** (crop water requirement), cioè tutta l'acqua effettivamente necessaria alla coltura, calcolato in base a ET₀ e ai coefficienti colturali (mm di acqua al giorno, a decade, al mese).

b. Fabbisogno irriguo netto

Se nell'area da irrigare si può contare su apporti idrici naturali (piogge, apporti di falda, riserve idriche immagazzinate nel terreno in seguito a piogge cadute in precedenza) bisogna defalcarle dal fabbisogno idrico colturale per ottenere il **fabbisogno irriguo netto**.

Utilizzando CROPWAT FAO sono stati utilizzati i seguenti moduli:

- Clima e ET₀ (calcolata con la formula di Penman)
- Precipitazione
- Suolo
- Coltura

I **dati per il modulo clima e precipitazioni** utilizzati sono relativi ai seguenti parametri relativi alla stazione termopluviometrica di bancali per gli anni 1981-2010:

- Precipitazioni (mm)
- Temperatura massima °C
- Temperatura minima °C
- Evapotraspirazione Potenziale mm/giorno – Calcolato - Formula Penman-Montheit
- Umidità relativa % - Dato interpolato (FAOCLIM2)
- Velocità del vento Km/day – Dato interpolato (FAOCLIM2)
- Insolazione (ore) – Dato interpolato (FAOCLIM2)

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
Tmean °C	9.6	10.0	12.1	13.7	17.9	21.9	24.6	25.3	21.2	18.4	14.0	10.9	16.6
Tmin °C	5.1	5.4	7.0	8.4	11.8	15.1	17.4	18.2	15.4	13.1	9.4	6.8	11.1
Tmax °C	14.0	14.5	17.2	19.0	24.0	28.7	31.8	32.3	27.0	23.7	18.5	14.9	22.1
P mm	47.8	43.5	43.7	54.0	39.7	18.5	5.9	13.8	42.6	83.3	93.6	81.2	567.6
PE mm	22.9	26.6	43.2	58.9	94.6	128.3	150.3	134.1	80.1	53.9	30.8	23.0	1351.3
AE mm	22.9	26.6	43.2	58.8	90.9	79.0	21.9	13.1	40.5	53.9	30.8	23.0	504.6
WVP(hPa)	9.0	8.9	9.7	11.4	13.6	16.5	19.1	19.5	17.9	14.9	11.5	9.7	13.5
Wind Km/h	10.44	12.60	10.44	10.44	9.00	9.00	9.00	7.92	7.92	7.92	9.00	10.44	9.5
Sun freq. %	41.00	44.00	55.00	62.00	68.00	77.00	86.00	81.00	74.00	61.00	43.00	37.00	60.8
Daylenght hours	9:33	10:33	11:53	13:14	14:23	14:58	14:41	13:42	12:25	11:04	9:52	9:14	12:08
Sun hours	3:55	4:39	6:32	8:12	9:55	11:31	12:38	11:06	9:11	6:45	4:14	3:25	7:40

Tab. 28 – Dati climatici utilizzati nel modulo di CROPWAT

I dati per il modulo **suolo** sono stati calcolati per ogni unità cartografica e comprendono i seguenti parametri:

- Acqua totale disponibile (Capacità di campo-Punto di appassimento) mm/metro
- Velocità massima di infiltrazione mm/giorno
- Profondità utile alle radici
- Riduzione % dell'umidità iniziale
- Umidità % del suolo iniziale

Soil name		
UC1		
General soil data		
Total available soil moisture (FC - WP)	123.0	mm/meter
Maximum rain infiltration rate	40	mm/day
Maximum rooting depth	115	centimeters
Initial soil moisture depletion (as % TAM)	25	%
Initial available soil moisture	92.3	mm/meter

Fig. 30 – Esempio di dati per il modulo suolo

I dati per il **modulo colturale** relativi alle colture oggetto di valutazione sono stati i seguenti:

- Data di semina o piantagione
- Data di raccolta
- Valore del coefficiente Kc (da letteratura)
- Durata in giorni delle 5 fasi vegetazionali previste (iniziale, sviluppo, mezza stagione, fase tardiva, raccolta)
- Profondità delle radici nelle 5 fasi
- Coefficiente di criticità
- Risposta produttiva

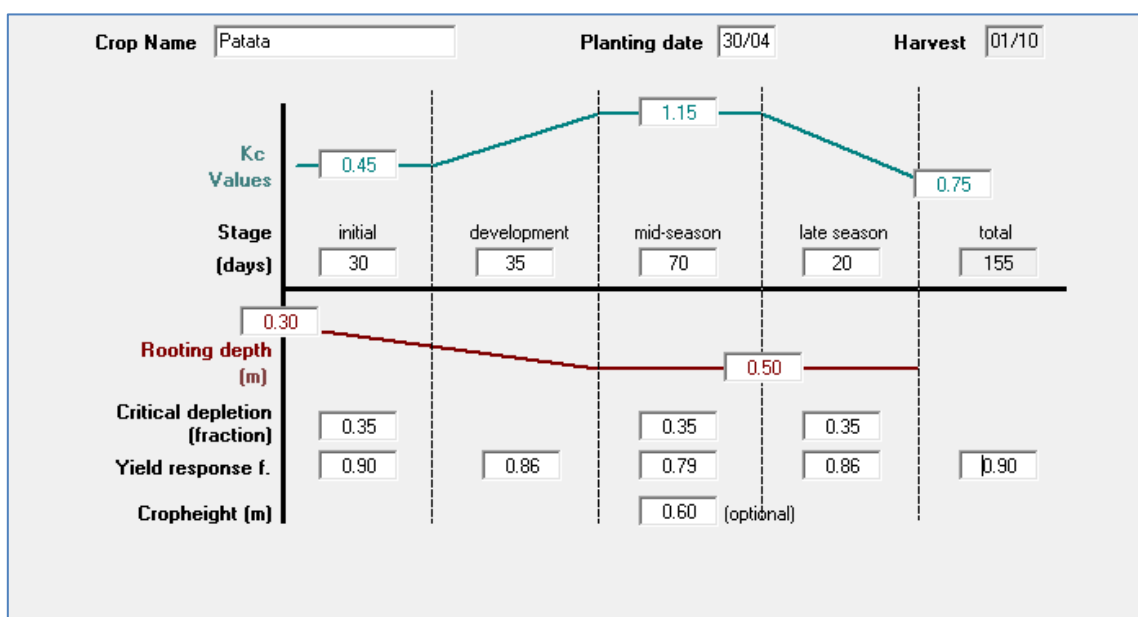


Fig. 31 – Esempio di maschera dati per il modulo colturale

8.2 – I fabbisogni idrici delle colture di progetto

I fabbisogni irrigui sono stati calcolati per ogni coltura considerando suoli e dati climatici. I risultati evidenziano come il comportamento nei confronti dei fabbisogni idrici sia simile per tutti i 5 suoli considerati. Di seguito sono riportati i relativi risultati.

	Patata	Cipolla e/o orticole	Canapa	Lavanda	Grano sardo	Prato	Olivio	Pomacee
CWR (mm)	429.3	367.7	187.6	311.3	260.3	357.2	269.3	187.8

Tab. 29 – **Crop water requirements (CWR)** totale in mm per le 8 colture considerate

8.3 – Patata

Ciclo colturale 155 giorni: dal 1° Maggio al 2 ottobre	
Fasi vegetative	Giorni
Periodo iniziale	30
Sviluppo	35
Fase intermedia	60
Fase finale	20
Totale	155

Tab. 30 – *Ciclo colturale della patata*

Fabbisogni idrici calcolati per decadi per la coltura della patata, valori medi per le 5 tipologie di suolo considerate.

ETo station		BANCALI		Crop		Potato	
Rain station		Bancali		Planting date		01/05	
Month	Decade	Stage	Kc	ETc	ETc	Eff rain	Irr. Req.
			coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec
May	1	Init	0.50	1.63	16.3	13.9	2.4
May	2	Init	0.50	1.81	18.1	12.7	5.4
May	3	Deve	0.50	1.95	21.5	10.5	11.0
Jun	1	Deve	0.61	2.55	25.5	7.9	17.6
Jun	2	Deve	0.79	3.50	35.0	5.7	29.3
Jun	3	Deve	0.96	4.35	43.5	4.4	39.1
Jul	1	Mid	1.10	5.14	51.4	2.7	48.7
Jul	2	Mid	1.11	5.33	53.3	1.0	52.2
Jul	3	Mid	1.11	5.03	55.3	2.2	53.1
Aug	1	Mid	1.11	4.70	47.0	3.1	43.9
Aug	2	Mid	1.11	4.44	44.4	3.6	40.8
Aug	3	Mid	1.11	4.02	44.2	6.8	37.4
Sep	1	Late	1.03	3.36	33.6	10.2	23.4
Sep	2	Late	0.83	2.37	23.7	13.0	10.8
Sep	3	Late	0.70	1.75	3.5	3.3	3.5
					516.3	101.1	418.5

Tab. 31 – *Fabbisogno idrico decadale per la coltura della PATATA nell'area di studio*

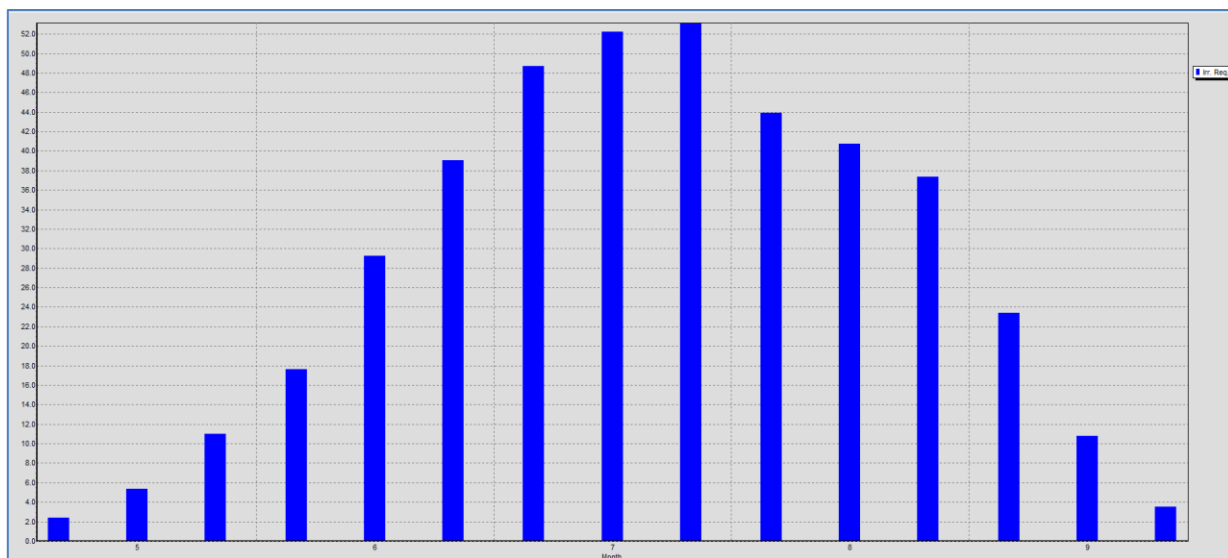


Fig. 32 – Grafico del fabbisogno idrico della coltura del Grano monococco sardo durante il ciclo colturale

Dalla tabella soprastante appare evidente che la Patata ha un fabbisogno idrico quattro volte superiore alle precipitazioni (118 mm), con richieste idriche elevate praticamente durante tutto il ciclo colturale e con picco di oltre 50 mm per decade nel mese di Luglio e con un totale di oltre 400 mm durante tutto i ciclo colturale.

8.4 – Cipolla e orticole quarta gamma

Ciclo colturale 150 giorni: dal 15 Maggio al 16 ottobre	
Fasi vegetative	Giorni
Periodo iniziale	15
Sviluppo	25
Fase intermedia	70
Fase finale	40
Totale	150

Tab. 32 – Ciclo colturale della cipolla e orticola quarta gamma

ETo station		Rain station		Crop		Planting date	
BANCALI		Bancali		Cipolla_NURRA		20/05	
Month	Decade	Stage	Kc coeff	ETc mm/day	ETc mm/dec	Eff rain mm/dec	Irr. Req. mm/dec
May	2	Init	0.50	1.81	1.8	1.3	1.8
May	3	Init	0.50	1.94	21.4	10.5	10.9
Jun	1	Deve	0.55	2.30	23.0	7.9	15.0
Jun	2	Deve	0.73	3.23	32.3	5.7	26.6
Jun	3	Mid	0.90	4.10	41.0	4.4	36.5
Jul	1	Mid	0.96	4.48	44.8	2.7	42.1
Jul	2	Mid	0.96	4.59	45.9	1.0	44.9
Jul	3	Mid	0.96	4.34	47.7	2.2	45.5
Aug	1	Mid	0.96	4.05	40.5	3.1	37.4
Aug	2	Mid	0.96	3.83	38.3	3.6	34.6
Aug	3	Mid	0.96	3.47	38.1	6.8	31.3
Sep	1	Late	0.95	3.10	31.0	10.2	20.8
Sep	2	Late	0.94	2.69	26.9	13.0	13.9
Sep	3	Late	0.92	2.29	22.9	16.7	6.2
Oct	1	Late	0.91	1.90	19.0	21.2	0.0
Oct	2	Late	0.89	1.53	9.2	15.1	0.0
					483.7	125.4	367.7

Tab. 33 – Fabbisogno idrico decadale per la coltura della CIPOLLA E COLTURE ORTICOLE DI QUARTA GAMMA nell'area di studio

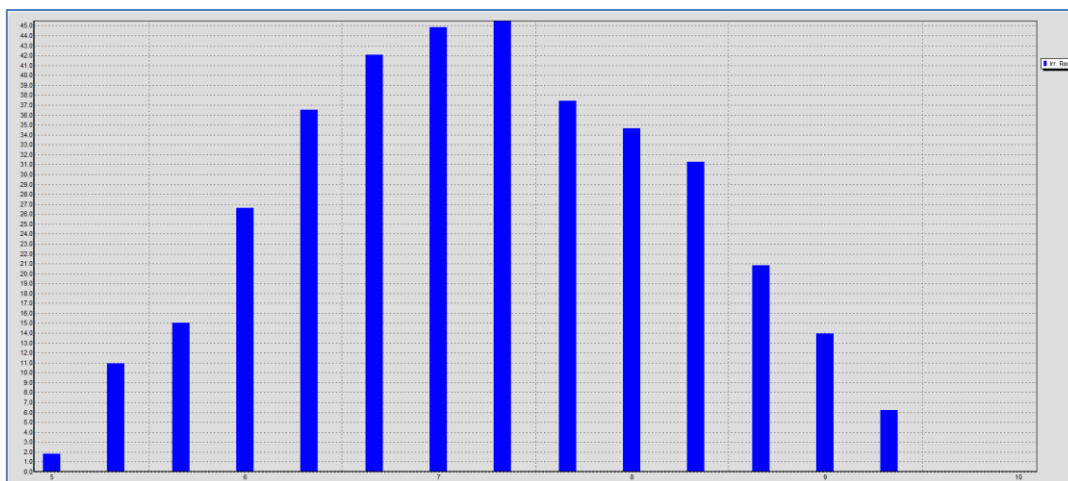


Fig. 33 – Grafico del fabbisogno idrico della coltura della Cipolla e orticola quarta gamma durante il ciclo colturale

I fabbisogni idrici per la cipolla e le orticole risultano leggermente inferiori a quelli della patata, ma ugualmente molto elevati, superiori ai 350 mm totali durante il ciclo colturale e con un elevato picco nei mesi di Luglio e Agosto con fabbisogni decadali superiori ai 40 mm.

8.5 – Canapa da fibra

Ciclo colturale 155 giorni: dal 1° Maggio al 2 ottobre	
Fasi vegetative	Giorni
Periodo iniziale	30
Sviluppo	35
Fase intermedia	60
Fase finale	20
Totale	155

Tab. 34 – Ciclo colturale della Canapa da fibra

ETo station		Rain station		Crop		Planting date	
BANCALI		Bancali		Henf_Nurra		01/03	
Month	Decade	Stage	Kc	ETc	ETc	Eff rain	Irr. Req.
			coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Mar	1	Init	0.35	0.49	4.9	13.3	0.0
Mar	2	Deve	0.37	0.61	6.1	13.2	0.0
Mar	3	Deve	0.52	1.02	11.2	14.3	0.0
Apr	1	Deve	0.69	1.55	15.5	16.1	0.0
Apr	2	Deve	0.85	2.17	21.7	17.4	4.3
Apr	3	Deve	1.00	2.92	29.2	15.7	13.5
May	1	Mid	1.13	3.68	36.8	13.9	22.9
May	2	Mid	1.14	4.11	41.1	12.7	28.4
May	3	Late	1.13	4.40	48.4	10.5	37.9
Jun	1	Late	0.99	4.12	41.2	7.9	33.3
Jun	2	Late	0.79	3.52	35.2	5.7	29.5
Jun	3	Late	0.61	2.78	22.3	3.6	17.8
					313.6	144.3	187.6

Tab. 35 – Fabbisogno idrico decadale per la coltura della CANAPA DA FIBRA nell'area di studio

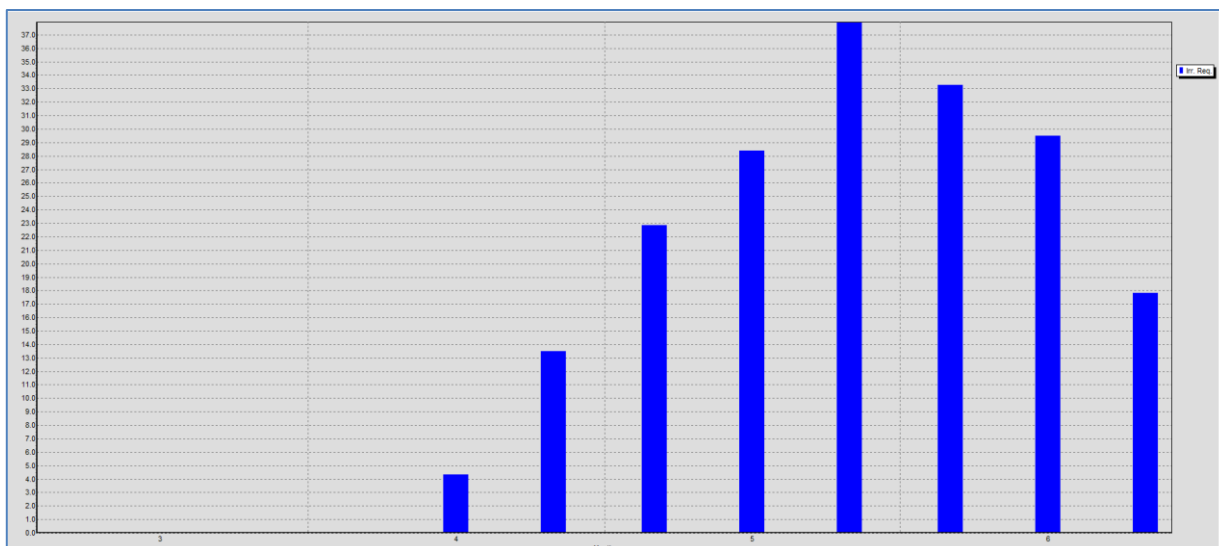


Fig. 34– Grafico del fabbisogno idrico della coltura della Canapa da fibra durante il ciclo colturale

Per la canapa da fibra i fabbisogni idrici risultano molto ridotti rispetto alle precedenti colture della patata e della cipolla, con esigenze che iniziano nella fase di sviluppo fino alla maturazione e volumi totali inferiori ai 200 mm.

8.6 – Lavanda officinale

Per la lavanda, anche se è una coltura perenne, si considerano le esigenze solo nel periodo vegetativo, compreso tra marzo e luglio

Ciclo colturale 145 giorni: dal 15 marzo al 6 agosto	
Fasi vegetative	Giorni
Periodo iniziale	20
Sviluppo	70
Fase intermedia	30
Fase finale	20
Totale	145

Tab. 36 – Ciclo colturale della Lavanda officinale

ETo station		BANCALI	Crop		Lavanda_Nurra		
Rain station		Bancali	Planting date		15/03		
Month	Decade	Stage	Kc	ETc	ETc	Eff rain	Irr. Req.
			coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Mar	2	Init	0.60	0.98	5.9	7.9	0.0
Mar	3	Init	0.60	1.17	12.9	14.3	0.0
Apr	1	Deve	0.63	1.43	14.3	16.1	0.0
Apr	2	Deve	0.75	1.93	19.3	17.4	1.9
Apr	3	Mid	0.87	2.53	25.3	15.7	9.6
May	1	Mid	0.90	2.94	29.4	13.9	15.5
May	2	Mid	0.90	3.26	32.6	12.7	19.9
May	3	Mid	0.90	3.51	38.6	10.5	28.1
Jun	1	Mid	0.90	3.76	37.6	7.9	29.6
Jun	2	Mid	0.90	4.01	40.1	5.7	34.4
Jun	3	Mid	0.90	4.08	40.8	4.4	36.4
Jul	1	Late	0.90	4.21	42.1	2.7	39.4
Jul	2	Late	0.86	4.14	41.4	1.0	40.3
Jul	3	Late	0.81	3.68	40.5	2.2	38.3
Aug	1	Late	0.77	3.26	19.6	1.8	18.0
					440.1	134.4	311.3

Tab. 37 – Fabbisogno idrico decadale per la coltura della LAVANDA nell'area di studio

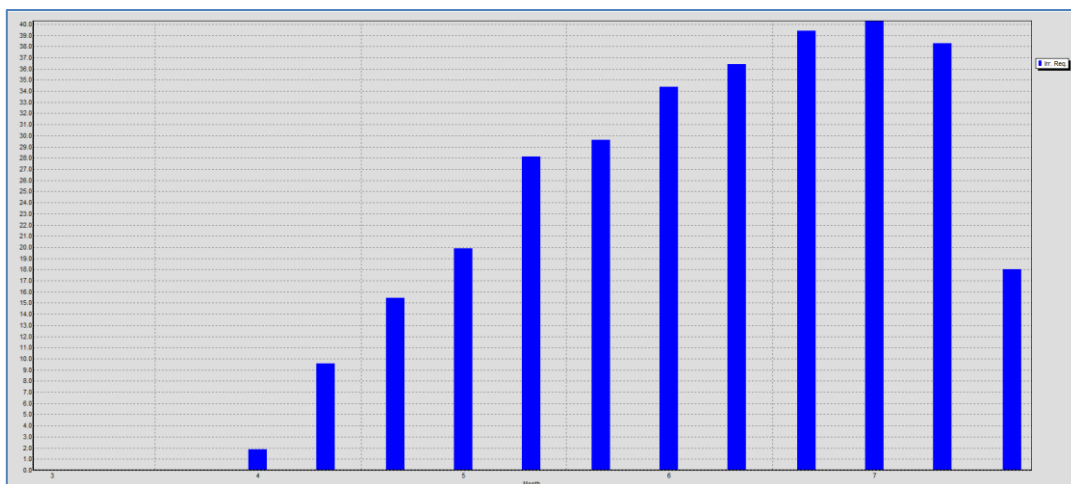


Fig. 35 – Grafico del fabbisogno idrico della coltura della Lavanda officinale durante il ciclo colturale

I fabbisogni idrici per la coltivazione della Lavanda sono abbastanza elevati, superiori ai 300 mm durante il periodo vegetativo, necessari per ottenere un buon livello produttivo. I fabbisogni appaiono crescenti a partire da aprile fino alla raccolta (Agosto), ma con volumi non elevatissimi pari a circa 30 mm di picco nei mesi più asciutti.

8.7 – Grano monococco sardo

Ciclo colturale 210 giorni: dal 15 dicembre al 12 Luglio	
Fasi vegetative	Giorni
Periodo iniziale	30
Sviluppo	130
Fase intermedia	30
Fase finale	20
Totale	210

Tab. 38 – Ciclo colturale del grano sardo

ETo station		BANCALI	Crop		Winter Wheat f.f		
Rain station		Bancali	Planting date		15/12		
Month	Decade	Stage	Kc	ETc	ETc	Eff rain	Irr. Req.
			coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Dec	2	Init	0.70	0.37	2.2	14.6	0.0
Dec	3	Init	0.70	0.39	4.3	21.1	0.0
Jan	1	Init	0.70	0.40	4.0	17.0	0.0
Jan	2	Deve	0.71	0.43	4.3	13.7	0.0
Jan	3	Deve	0.74	0.51	5.7	13.6	0.0
Feb	1	Deve	0.77	0.61	6.1	13.8	0.0
Feb	2	Deve	0.80	0.71	7.1	13.3	0.0
Feb	3	Deve	0.83	0.94	7.5	13.4	0.0
Mar	1	Deve	0.86	1.19	11.9	13.3	0.0
Mar	2	Deve	0.89	1.46	14.6	13.2	1.4
Mar	3	Deve	0.92	1.79	19.7	14.3	5.4
Apr	1	Deve	0.95	2.15	21.5	16.1	5.4
Apr	2	Deve	0.98	2.52	25.2	17.4	7.8
Apr	3	Deve	1.01	2.95	29.5	15.7	13.8
May	1	Deve	1.04	3.41	34.1	13.9	20.1
May	2	Deve	1.07	3.88	38.8	12.7	26.1
May	3	Mid	1.10	4.27	46.9	10.5	36.5
Jun	1	Mid	1.10	4.57	45.7	7.9	37.8
Jun	2	Mid	1.10	4.88	48.8	5.7	43.1
Jun	3	Late	0.94	4.28	42.8	4.4	38.4
Jul	1	Late	0.53	2.46	24.6	2.7	21.9
Jul	2	Late	0.27	1.30	2.6	0.2	2.6
					447.9	268.6	260.3

Tab. 39 – Fabbisogno idrico decadale per la coltura del GRANO SARDO nell'area di studio

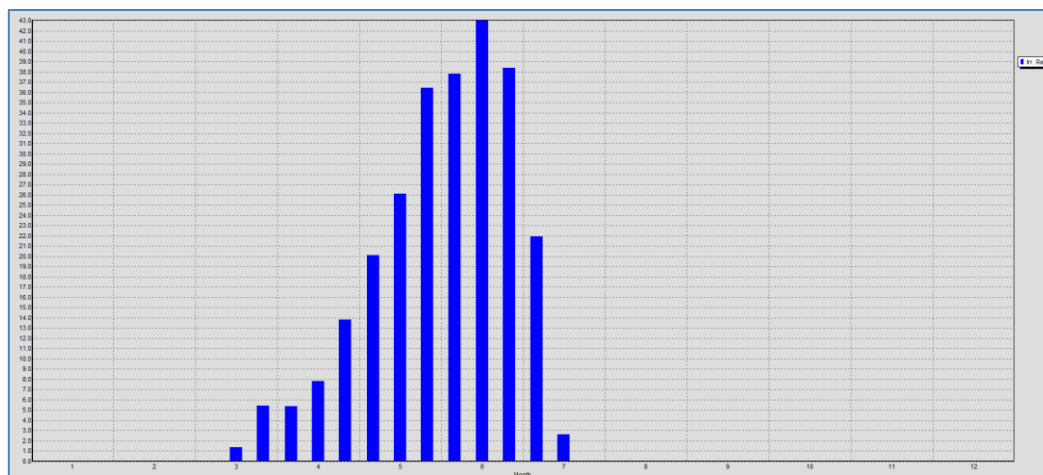


Fig. 36 – Grafico del fabbisogno idrico della coltura del Grano monocolto sardo durante il ciclo colturale

Il grano sardo può essere coltivato in regime non irriguo ma, per ottenere una produzione significativa, apporti irrigui limitati, di poco superiori ai 250 mm, appaiono necessari soprattutto nel periodo dello sviluppo della pianta.

8.8 – Olivo

Anche in questo caso, pur trattandosi di una pianta sempreverde permanente, si considera il solo ciclo vegetativo produttivo. Il calcolo dei fabbisogni idrici è stato effettuato per l'olivo, da olio o da mensa.

Ciclo colturale 240 giorni: dal 15 marzo al 9 novembre	
Fasi vegetative	Giorni
Periodo iniziale	20
Sviluppo	80
Fase intermedia	50
Fase finale	90
Totale	240

Tab. 40 – Ciclo colturale dell'Olivo

ETo station		Rain station		Crop		Planting date	
BANCALI		Bancali		Olive_Nu		15/03	
Month	Decade	Stage	Kc	ETc	ETc	Eff rain	Irr. Req.
			coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Mar	2	Init	0.66	1.08	6.5	7.9	0.0
Mar	3	Init	0.66	1.29	14.1	14.3	0.0
Apr	1	Deve	0.66	1.49	14.9	16.1	0.0
Apr	2	Deve	0.66	1.68	16.8	17.4	0.0
Apr	3	Deve	0.65	1.91	19.1	15.7	3.3
May	1	Deve	0.65	2.12	21.2	13.9	7.3
May	2	Deve	0.65	2.34	23.4	12.7	10.7
May	3	Deve	0.65	2.51	27.6	10.5	17.2
Jun	1	Deve	0.64	2.68	26.8	7.9	18.8
Jun	2	Deve	0.64	2.84	28.4	5.7	22.7
Jun	3	Mid	0.64	2.89	28.9	4.4	24.5
Jul	1	Mid	0.64	2.99	29.9	2.7	27.2
Jul	2	Mid	0.64	3.07	30.7	1.0	29.6
Jul	3	Mid	0.64	2.90	31.9	2.2	29.7
Aug	1	Mid	0.64	2.71	27.1	3.1	24.0
Aug	2	Late	0.63	2.54	25.4	3.6	21.8
Aug	3	Late	0.63	2.27	25.0	6.8	18.1
Sep	1	Late	0.62	2.00	20.0	10.2	9.9
Sep	2	Late	0.61	1.75	17.5	13.0	4.5
Sep	3	Late	0.60	1.49	14.9	16.7	0.0
Oct	1	Late	0.59	1.24	12.4	21.2	0.0
Oct	2	Late	0.59	1.00	10.0	25.2	0.0
Oct	3	Late	0.58	0.82	9.1	25.7	0.0
Nov	1	Late	0.57	0.65	5.9	23.6	0.0
					487.5	281.6	269.3

Tab. 41 – Fabbisogno idrico decadale per la coltura dell'olivo nell'area di studio

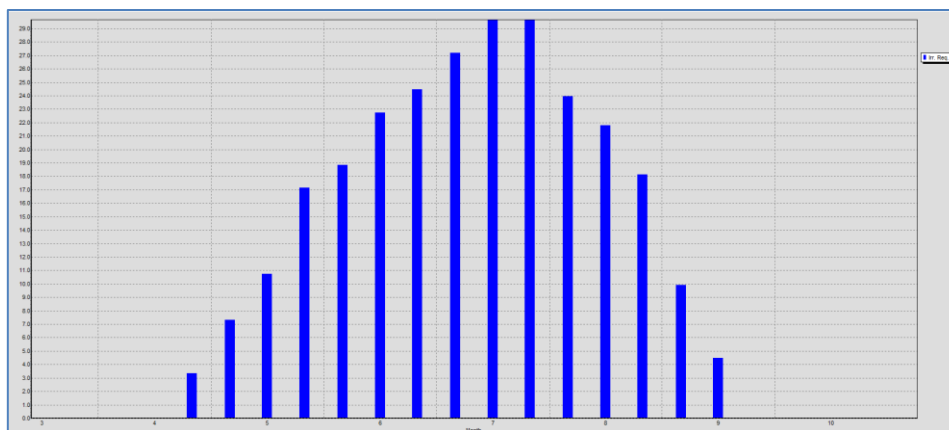


Fig. 37 – Grafico del fabbisogno idrico della coltura dell'Olivo durante il ciclo colturale

I fabbisogni sono concentrati nei mesi compresi tra aprile ed i primi di settembre, con un totale non elevato, pari a circa 300mm e con picchi estivi (luglio e agosto) non elevati, non superiori ai 30 mm

8.9 – Pomacee autoctone

Anche in questo caso, trattandosi di una pianta arborea, è stato considerato il solo ciclo vegetativo nel periodo dalla primavera all'autunno.

Ciclo colturale 214 giorni: dal 5 marzo al 4 ottobre	
Fasi vegetative	Giorni
Periodo iniziale	15
Sviluppo	49
Fase intermedia	120
Fase finale	25
Totale	214

Tab. 42 – Ciclo colturale delle Pomacee (pero e melo)

ETo station		Crop					
BANCALI		Pear_Nurra					
Rain station		Planting date					
Bancali		05/03					
Month	Decade	Stage	Kc	ETc	ETc	Eff rain	Irr. Req.
			coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Mar	1	Init	0.45	0.62	3.7	8.0	0.0
Mar	2	Deve	0.45	0.74	7.4	13.2	0.0
Mar	3	Deve	0.46	0.89	9.8	14.3	0.0
Apr	1	Deve	0.46	1.05	10.5	16.1	0.0
Apr	2	Deve	0.47	1.21	12.1	17.4	0.0
Apr	3	Deve	0.48	1.40	14.0	15.7	0.0
May	1	Deve	0.49	1.59	15.9	13.9	2.0
May	2	Mid	0.50	1.79	17.9	12.7	5.2
May	3	Mid	0.50	1.94	21.3	10.5	10.8
Jun	1	Mid	0.50	2.07	20.7	7.9	12.8
Jun	2	Mid	0.50	2.21	22.1	5.7	16.4
Jun	3	Mid	0.50	2.26	22.6	4.4	18.1
Jul	1	Mid	0.50	2.33	23.3	2.7	20.6
Jul	2	Mid	0.50	2.39	23.9	1.0	22.9
Jul	3	Mid	0.50	2.26	24.9	2.2	22.7
Aug	1	Mid	0.50	2.11	21.1	3.1	18.0
Aug	2	Mid	0.50	2.00	20.0	3.6	16.3
Aug	3	Mid	0.50	1.81	19.9	6.8	13.0
Sep	1	Mid	0.50	1.62	16.2	10.2	6.0
Sep	2	Late	0.55	1.57	15.7	13.0	2.7
Sep	3	Late	0.58	1.44	14.4	16.7	0.0
Oct	1	Late	0.58	1.22	11.0	19.1	0.0
					368.4	218.3	187.8

Tab. 43 – Fabbisogno idrico decadale per la coltura delle POMACEE nell'area di studio

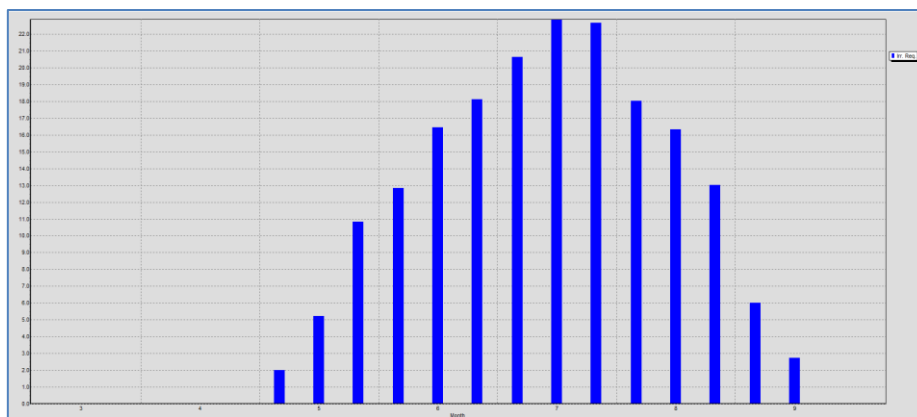


Fig. 38 – Grafico del fabbisogno idrico della coltura per le Pomacee durante il ciclo colturale

I fabbisogni irrigui per le pomacee sono concentrati nel periodo estivo, con volumi totali non elevati da maggio a settembre, con un totale di circa 190 mm e picco il luglio, con fabbisogni di oltre 20 mm per decade.

9.0 – Prato polifita poliennale

Dal punto di vista tecnico la fisiologia ed il ciclo stagionale dei seminativi foraggeri e dei prati pascoli in ambiente mediterraneo condotti in asciutto consente di coprire la gran parte dei fabbisogni alimentari degli ovini nella stagione di lattazione e di produzione di carne.

Nella stagione estiva, che corrisponde al periodo di asciutta degli ovini, il pascolamento può continuare sulle stoppie con integrazioni di fieno, già raccolto secondo il ciclo di rotazioni tra fienagione, sovescio per allettamento meccanico e riposo.

Pertanto avendo a disposizione poco meno di 280 ettari di superfici a prati, erbai e prati pascolo per soli 300 capi ovini non c'è necessità di forzare la produzione foraggera con interventi irrigui estivi questo vale ancora di più per quei prati che sono presenti in tutte le aree a frutteto con microirrigazione in cui non si deve avere competizione per l'acqua con la coltivazione arborea da frutto.

Ciclo colturale 155 giorni: dal 1° Maggio al 2 ottobre	
Fasi vegetative	Giorni
Periodo iniziale	30
Sviluppo	35
Fase intermedia	60
Fase finale	20
Totale	155

Tab. 44 – Ciclo colturale del Prato polifita poliennale

ETo station		BANCALI	Crop					Pascolo_nutra
Rain station		Bancali	Planting date					15/03
Month	Decade	Stage	Kc	ETc	ETc	Eff rain	Irr. Req.	
			coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec	
Mar	2	Init	0.82	1.35	8.1	7.9	0.0	
Mar	3	Init	0.75	1.46	16.1	14.3	1.8	
Apr	1	Init	0.75	1.69	16.9	16.1	0.8	
Apr	2	Init	0.75	1.92	19.2	17.4	1.9	
Apr	3	Init	0.75	2.19	21.9	15.7	6.1	
May	1	Init	0.75	2.45	24.5	13.9	10.5	
May	2	Init	0.75	2.71	27.1	12.7	14.4	
May	3	Init	0.75	2.92	32.1	10.5	21.6	
Jun	1	Init	0.75	3.13	31.3	7.9	23.3	
Jun	2	Init	0.75	3.33	33.3	5.7	27.6	
Jun	3	Init	0.75	3.40	34.0	4.4	29.5	
Jul	1	Init	0.75	3.51	35.1	2.7	32.4	
Jul	2	Init	0.75	3.60	36.0	1.0	35.0	
Jul	3	Init	0.75	3.41	37.5	2.2	35.3	
Aug	1	Deve	0.76	3.23	32.3	3.1	29.2	
Aug	2	Deve	0.79	3.15	31.5	3.6	27.9	
Aug	3	Deve	0.81	2.95	32.4	6.8	25.6	
Sep	1	Deve	0.84	2.72	27.2	10.2	17.1	
Sep	2	Deve	0.86	2.47	24.7	13.0	11.8	
Sep	3	Deve	0.89	2.20	22.0	16.7	5.3	
Oct	1	Mid	0.90	1.88	18.8	21.2	0.0	
Oct	2	Mid	0.90	1.54	15.4	25.2	0.0	
Oct	3	Mid	0.90	1.28	14.1	25.7	0.0	
Nov	1	Mid	0.90	1.03	10.3	26.2	0.0	
Nov	2	Mid	0.90	0.78	7.8	27.3	0.0	
Nov	3	Mid	0.90	0.68	6.8	26.0	0.0	
Dec	1	Mid	0.90	0.58	5.8	25.1	0.0	
Dec	2	Mid	0.90	0.47	4.7	24.4	0.0	
Dec	3	Mid	0.90	0.50	5.5	21.1	0.0	
Jan	1	Mid	0.90	0.52	5.2	17.0	0.0	
Jan	2	Mid	0.90	0.54	5.4	13.7	0.0	
Jan	3	Late	0.90	0.62	6.9	13.6	0.0	
Feb	1	Late	0.88	0.70	7.0	13.8	0.0	
Feb	2	Late	0.87	0.76	7.6	13.3	0.0	
Feb	3	Late	0.85	0.96	7.7	13.4	0.0	
Mar	1	Late	0.83	1.16	11.6	13.3	0.0	
Mar	2	Late	0.82	1.35	5.4	5.3	0.0	
					689.2	511.4	357.2	

Tab. 45 – Fabbisogno idrico decadale per la coltura del PRATO POLIFITA nell'area di studio

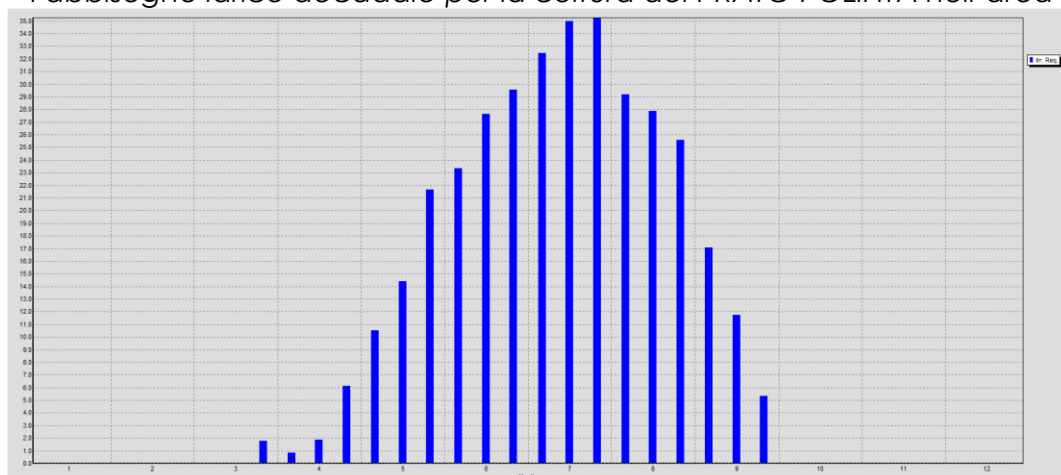


Fig. 39 – Grafico del fabbisogno idrico della coltura per le Pomacee durante il ciclo colturale

Per il prato polifita, a carattere poliennale, i fabbisogni irrigui sono concentrati nei mesi estivi, con modalità essenzialmente di soccorso, ma con volumi non indifferenti, superiori ai 250 mm.

9. Monitoraggio della fertilità del suolo

9.1 – Indicatori della fertilità del suolo

La valutazione della fertilità del suolo e della direzione del suo cambiamento nel tempo costituisce l'indicatore primario della gestione sostenibile del territorio (Karlen et al., 1997).

Sulla base di questo concetto generale, risulta evidente come la valutazione ed il monitoraggio della fertilità del suolo assuma un ruolo fondamentale nella progettazione nella gestione di ogni progetto che vada ad impattare sul suolo.

La valutazione della fertilità del suolo viene normalmente effettuata mediante l'impiego integrato di **indicatori agroambientali**, correntemente individuati tra le variabili fisiche, chimiche e biologiche del suolo, opportunamente selezionate in relazione alle specifiche problematiche agroecosistemiche di un territorio.

Le normative di riferimento riguardanti la fertilità del suolo sono i seguenti, raccolti a cura dell'Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo Agricolo e Forestale del MIPAAF in collaborazione con la Società Italiana della Scienza del Suolo.

1. *Metodi di analisi fisica del suolo*. 1997 (coord. M. Pagliai), Franco Angeli ed.
2. *Metodi di analisi chimica del suolo*. 2000 (coord. P. Violante), Franco Angeli ed.
3. *Metodi di analisi delle acque per uso agricolo e zootecnico*. 2001 (coord. G. Mecella), Franco Angeli ed.
4. *Metodi di analisi microbiologica del suolo*. 2002 (coord. G. Picci e P. Nannipieri), Franco Angeli ed.
5. *Metodi di analisi biochimica del suolo*. 2004 (coord. A. Benedetti e L. Gianfreda), Franco Angeli ed.
6. *Metodi di analisi mineralogica del suolo*. 2005 (coord. P. Adamo), Franco Angeli ed.
7. *Metodi di analisi molecolare per lo studio dei microrganismi del suolo*. 2010 (coord. S. Mocali), Ed. Cantagalli.
8. *Metodi di analisi per i fertilizzanti*. 2006. (coord. A. Trinchera, L. Leita, P. Sequi), CRA-MIPAAF, Roma
9. *Metodi di analisi chimica del suolo*. 2015, 3^a versione, (C. Colombo, T. Miano a cura di), SISS-SILP

In sintesi i parametri della FERTILITA' FISICA DEL SUOLO da considerare nelle attività di monitoraggio che verranno intraprese sono riportati nella seguente tabella:

Indicatori della fertilità fisica del suolo	
Parametro	Informazione
Tessitura	Ritenzione e movimento dell'aria e dell'acqua, dei nutrienti, degli inquinanti; lavorabilità, erodibilità
Stabilità della struttura	Coesività degli aggregati, resistenza all'erosione, suscettibilità al compattamento ed al ristagno idrico, lavorabilità, capacità idrica
Densità apparente e porosità	Grado di compattazione, lavorabilità, erodibilità, abitabilità fisica (capacità di ospitare aria, acqua, apparati radicali ed attività biologica)
Infiltrazione	Movimento dell'acqua in eccesso, permeabilità, erodibilità, tendenza al ristagno
Drenaggio del suolo	Controllo dei flussi idrologici, attitudine a ricevere lo spandimento di fanghi, reflui e compost, trasporto di soluti, vulnerabilità delle risorse idriche
Profondità utile del suolo	Volume di espansione radicale, disponibilità di acqua e di elementi nutritivi, potenziale di erosione, coltivabilità, destinazione d'uso del suolo

Tab. 46 – Parametri fisici del suolo da utilizzare come indicatori della fertilità del suolo

Riguardo agli indicatori della FERTILITA' CHIMICA DEL SUOLO, questi possono essere sinteticamente riassunti nella seguente tabella:

Indicatori della fertilità chimica del suolo	
C totale (e sostanza organica)	Riserva di nutrienti e delle risorse biologiche, stabilità della struttura, ritenzione di pesticidi e di acqua
Forme dell'azoto (N totale, N organico, N-H ₄ ⁺ e N-NO ₃)	Riserva di nutrienti e qualità della sostanza organica, tasso di immobilizzazione e di mineralizzazione, potenziale di lisciviazione del nitrato e di inquinamento delle falde
P assimilabile e K scambiabile	Disponibilità per la nutrizione minerale della pianta
pH	Disponibilità dei nutrienti, assorbimento e mobilità degli inquinanti, sviluppo ed attività microbica
Capacità di scambio cationico	Potere tampone del suolo, capacità di ritenzione e di rilascio dei nutrienti
Grado di saturazione in basi	Potere tampone del suolo
Conducibilità elettrica	Disponibilità dei nutrienti per le piante, salinità
Calcare totale e attivo	pH, disponibilità dei nutrienti per le piante, struttura
Micronutrienti, metalli pesanti (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn)	Livelli di contaminazione locale e diffusa; attitudine a ricevere lo spandimento di fanghi, reflui e compost; vulnerabilità del suolo e delle risorse idriche; forma d'uso del suolo

Tab. 47 – Parametri chimici del suolo da utilizzare come indicatori della fertilità del suolo

Oltre agli indicatori chimici e fisici, occorre considerare anche gli INDICATORI DELLA FERTILITA' BIOLOGICA DEL SUOLO, sinteticamente riportati nella seguente tabella:

Indicatori della fertilità biologica del suolo	
Parametro	Informazione
Biomassa microbica	Dinamica degli elementi nutritivi, impatto di composti inquinanti e delle pratiche colturali
Respirazione basale	Ossidabilità della sostanza organica, impatto di fattori ambientali e/o antropici sullo stato fisiologico delle comunità microbiche
Azoto potenzialmente mineralizzabile	Stima della potenzialità del suolo a rifornire le piante di azoto, potenzialità di lisciviazione del nitrato
Attività enzimatiche	Dinamica degli elementi nutritivi, impatto degli inquinanti e delle pratiche colturali
Carica microbica	Dimensione della comunità microbica, impatto di sostanze inquinanti e delle pratiche colturali
Struttura delle comunità microbiche	Presenza di gruppi eco-fisiologici all'interno delle comunità microbiche, capacità di risposta e di adattamento delle comunità microbiche ai fattori di pressione ambientale e/o antropica
Microfauna (protozoi e nematodi)	Disponibilità degli elementi nutritivi, impatto di composti inquinanti e delle pratiche colturali
Mesofauna (collemboli ed acari)	Presenza di inquinanti
Macrofauna (lombrichi)	Impatto degli inquinanti e delle pratiche colturali
Piante bioindicatrici	Proprietà chimiche e fisiche del suolo, monitoraggio di inquinanti inorganici
Indicatori di diversità (S, H', E)	Stima della diversità tassonomica e/o metabolica delle comunità biotiche, capacità di risposta e di adattamento a fattori di pressione ambientale e/o antropica

Tab. 48 – Parametri biologici del suolo da utilizzare come indicatori della fertilità del suolo

9.2 - Monitoraggio della fertilità del suolo nella situazione attuale

Il monitoraggio della fertilità del suolo verrà eseguito in fase di pre-realizzazione al fine di verificare lo stato di fertilità esistente ed eseguito negli stessi siti dei 12 profili eseguiti, utilizzando i parametri fisico-chimici già ottenuti durante la fase di rilevamento secondo gli schemi riportati nei paragrafi precedente.



Fig. 40 – Localizzazione dei siti di monitoraggio della fertilità del suolo (in rosso)

9.3 - Monitoraggio della fertilità del suolo in fase di post realizzazione

Il monitoraggio della fertilità, una volta completata la realizzazione delle opere di progetto, verrà eseguito, per tutti e 3 gli indicatori del suolo considerati (fisici, chimici e biologici), negli stessi 12 siti in cui è stato eseguito il monitoraggio pre realizzazione, a tale proposito si confronti la figura 30 sopra riportata.

10. Monitoraggio del risparmio idrico

Di seguito si descrivono le procedure previste per la gestione ottimale della risorsa idrica partendo dalla elaborazione climatica e definendo le modalità di gestione e controllo per l'uso irriguo.

Analisi ed elaborazione agro-climatica

È importante caratterizzare gli scenari nei quali la coltura si dovrà sviluppare, allo scopo di prevedere i fabbisogni irrigui e poi procedere al dimensionamento corretto degli impianti, tenendo conto, se possibile, di eventuali criticità nella disponibilità idrica per scopo irriguo, ovvero la portata di derivazione sostenibile dal corpo idrico superficiale o profondo.

A seguito dello studio agro-pedo-climatico (suolo, temperature, precipitazioni, radiazioni, ecc.) effettuato sull'area di intervento sono state realizzate mappe di caratterizzazione pedoclimatica in modo da comprendere l'evoluzione a breve e medio termine delle condizioni ambientali dell'area, in particolare precipitazioni ed evapotraspirazione, in base ai cambiamenti climatici previsti. Queste informazioni possono essere utilizzate, per calcolare le rese e i fabbisogni idrici e irrigui della coltura. Occorre sottolineare che agli attuali cambiamenti climatici sono associati eventi piovosi estremi, per cui in fase di progettazione è molto importante scegliere in maniera cautelativa il livello di probabilità di non superamento di una certa altezza di pioggia.

Se ad esempio si sceglie di fare il calcolo per il dimensionamento dell'impianto sul mese di punta (maggior fabbisogno irriguo), occorre impostare per quel mese un bilancio idrico che tenga

conto della domanda colturale (ETc), della dotazione idrica sostenibile e della pioggia utile, calcolata a partire dalla pioggia totale probabile tramite procedure standardizzate (es. USDA) o semplificate (es. Irrigation Association).

Per la valutazione degli **indici climatici** dell'area si è fatto riferimento, alla stazione meteorologica di Bancali, posizionata nel punto di coordinate UTM32T WGS84 454414E 4509814N a circa 9 Km in direzione est rispetto all'area di studio e ad una quota di 74 m slm.

In particolare sono stati raccolti ed elaborati dati relativi alle seguenti voci:

- Precipitazioni
- Temperature
- Vento
- Insolazione
- Ore di freddo gelate tardive

Con i dati a disposizione e applicando un sistema di classificazione climatica (C. W. Thornthwaite, 1957) già ampiamente sperimentato è stato possibile stabilire e calcolare i diversi parametri climatici e definire il **bilancio idrico dei suoli**, con riferimento sia alla loro sezione di controllo, che al tipo climatico della zona.

Sulla base dei dati di precipitazione P e di temperatura T utilizzando il modello proposto di Thornthwaite, è stato effettuato il calcolo dell'*evapotraspirazione potenziale* PE e reale AE.

L'evaporazione, che è la causa determinante dell'aridità di un clima, rappresenta l'acqua che viene ceduta all'atmosfera dalla superficie del suolo e dagli specchi d'acqua, oltre che attraverso l'attività metabolica delle piante (traspirazione). L'insieme di questi due processi viene definito evapotraspirazione, che rappresenta quindi la quantità di acqua totale che viene restituita all'atmosfera.

L'evapotraspirazione reale (AE) rappresenta la quantità di acqua che effettivamente evapora dal suolo e che traspira dalle piante, mentre l'evapotraspirazione potenziale (PE) è invece la quantità di acqua che evaporerebbe se le riserve idriche del suolo fossero costantemente rinnovate. L'evapotraspirazione reale è quindi sempre inferiore a quella potenziale quando le piante non hanno a disposizione tutta l'acqua che sarebbero in grado di traspirare. Il valore di PE è quindi un indice rappresentativo del fabbisogno idrico della vegetazione.

Applicando il modello messo a punto da Thornthwaite e Mather è stato possibile calcolare l'evapotraspirazione potenziale e il bilancio idrico dalla raccolta dei valori medi di temperatura, della piovosità e del valore dell'*acqua disponibile del suolo* (AWC).

L' **AWC (Available Water Capacity)** rappresenta la quantità di acqua, in mm, che il suolo è in grado di trattenere e che è utilizzabile dalle piante. È un valore che è funzione di alcuni parametri del suolo quali la tessitura ed il tenore di sostanza organica.

Deficit Idrico (D) e del Surplus Idrico (S): il valore del deficit (D) è dato dalla differenza tra PE ed AE e fornisce un valore utile a stimare la quantità di acqua necessaria a bilanciare le perdite dovute alla evapotraspirazione potenziale ed è una misura dell'intensità e della durata dell'aridità. Il valore del Surplus (S), tiene conto invece dell'eccesso di precipitazioni rispetto alla evapotraspirazione potenziale, ed indica la quantità di acqua che, una volta saturata la riserva idrica del suolo, va ad alimentare le falde freatiche ed il deflusso superficiale.

L'analisi dei dati sopra riportati ha consentito, inoltre, la definizione del *regime di umidità dei suoli*, essenziale ai fini della determinazione della quantità di acqua disponibile all'interno della sua sezione di controllo, in quanto pone in rilievo i periodi di secco e di umido che si verificano all'interno del suolo. Tale determinazione è particolarmente importante ai fini della stima dei fabbisogni irrigui delle colture.

Monitoraggio della risorsa idrica

La gestione efficiente dell'acqua di irrigazione può diventare fondamentale per salvare le coltivazioni e garantire la sostenibilità economica delle aziende, specialmente in un contesto climatico di caldo torrido e siccità come quello dell'estati 2021-22 che ha provocato perdite di prodotto sino al 50%.

La gestione dell'acqua in agricoltura è un tema di grande rilevanza, infatti attraverso l'irrigazione si impiega oltre il 60% delle acque dolci disponibili e in previsione di una contrazione della disponibilità è necessario ottimizzarne l'uso impiegandola in modo efficiente sul territorio. Un'informazione utile per ottimizzare l'impiego irriguo dell'acqua è la conoscenza del fabbisogno idrico effettivo delle colture così come elaborato nello studio agro-pedo-climatico dell'area in esame.

La progettazione comprenderà la definizione di una **piattaforma integrata di monitoraggio, telecomando e telecontrollo**. In particolare, saranno individuate le specifiche tecniche degli apparati di monitoraggio e controllo presenti nell'area di intervento e, inoltre, verranno definite le caratteristiche dell'infrastruttura informatica in grado di presentare in modo efficace le informazioni ed i dati, controllare da remoto gli impianti e gli azionamenti, ed integrare tutti i servizi correlati all'intervento.

Le finalità di tale piattaforma saranno:

- fornire agli operatori una visione di insieme dei sistemi di telecomando e controllo e consentirne l'azionamento e la diagnostica di funzionamento, introducendo inoltre elementi di manutenzione predittiva e preventiva;
- integrare tali funzioni con letture provenienti da **sensori (meteo-climatici, contatori, sensori di livello)** per consentire di condizionare le operazioni di telecontrollo sulla base di tali dati in modo semplice e flessibile;
- elaborare le informazioni ricevute per ottenere informazioni aggregate, quali, ad esempio, i consumi idrici attesi, ed elaborare pertanto una adeguata pianificazione della distribuzione idrica;
- integrare i dati ricavati con ulteriori servizi di modellistica agronomica e previsione, al fine di ottenere una stima predittiva dei consumi, e fornire inoltre in modo automatizzato utili informazioni e consigli agli utenti della rete irrigua, anche mediante apposite APP di facile impiego.

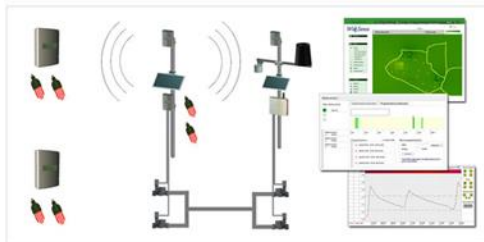
Più nel dettaglio saranno disposte sul territorio delle **centraline meteo, alimentate mediante pannelli solari**, in modo tale da stimare in tempo reale i dati di evapotraspirazione (ETP) relativi alle colture e ottenere quindi il fabbisogno idrico **effettivamente necessario**. Saranno inoltre predisposte delle **sonde di umidità del suolo**, che forniranno una misura immediata sul contenuto di acqua a livello dell'apparato radicale. Infine, lungo i punti principali della rete idrica in pressione saranno installati dei misuratori di portata, per un'informazione puntuale circa le quantità d'acqua transitanti nei vari rami della rete.



Stazione meteo per la rilevazione meteorologica e climatica e per tutte le applicazioni in **agricoltura di precisione**. I dati sono inviati automaticamente al **portale cloud Live Data**, accessibile da smartphone e desktop, che presenta le informazioni in modo chiaro e comprensibile, gestisce i principali modelli agronomici e mantiene tutto lo storico delle rilevazioni in campo.

Rappresenta la scelta ideale per le principali applicazioni per l'agricoltura di precisione: **difesa sostenibile** e lotta ai patogeni, **risparmio idrico** e misura dell'umidità del suolo.

La piattaforma proposta consentirà pertanto l'acquisizione dei dati **agro-meteorologici giornalieri** e invierà quotidianamente ai gestori dell'azienda un aggiornamento continuo tramite messaggistica, email o applicazione dedicata. Il gestore invece potrà avere un quadro **in tempo reale dei fabbisogni di ogni appezzamento** messo a coltura, e quindi del fabbisogno totale, e potrà pertanto avviare i provvedimenti per limitare l'uso della risorsa idrica. Per questi ultimi, in fase di progettazione si valuteranno diverse soluzioni alternative, basate comunque sul **monitoraggio dei consumi** di ogni coltura e sul confronto con quanto consigliato.



Sistema completo di monitoraggio ed automazione dei settori irrigui adatto a tutte le principali coltivazioni (pieno campo, arboree, serre, ecc.) e compatibile con tutti i principali tipi di impianto di irrigazione.

Il sistema consente una significativa riduzione dei volumi irrigui e una maggiore qualità del prodotto.

Questo è possibile grazie ai sensori, che vi permetteranno di mantenere un livello ottimale di umidità del terreno, e gestire i tempi di irrigazione con una resa uniforme, riducendo i costi vivi come acqua, gasolio e usura degli impianti.

I turni irrigui possono essere **programmati via web**, dal portale e possono essere collegati al livello dei sensori suolo (anche wireless), alla pioggia o all'evapotraspirazione, in modo da adattarsi automaticamente alle condizioni di campo.

L'intervento meno invasivo potrà consistere nell'invio di un avviso in merito al **consumo eccessivo** rispetto a quanto consigliato; mentre, almeno per gli appezzamenti più grandi, si potrà intervenire in maniera più invasiva interrompendo l'alimentazione al raggiungimento del valore consigliato mediante elettrovalvole remotizzate.

L'implementazione di un sistema come sopra, sulla base di esperienze simili, può determinare un **risparmio delle risorse idriche compreso tra il 15 % e il 20%**.

Si precisa inoltre che il sistema proposto potrà essere implementato introducendo progressivamente metodi efficaci per la **manutenzione predittiva e preventiva**, con la conseguente ottimizzazione degli interventi tecnici e i relativi inconvenienti per l'utenza.

Per quanto riguarda le tecnologie di trasmissione dati si prenderà in esame l'implementazione di modalità ridondanti basate sia su reti pubbliche (a.e. cellulare, con modalità multi-operatore) che private (es. reti LPWAN a copertura dell'intero areale oggetti di intervento, sistemi radio, etc.), in particolare per i sottosistemi di comando e controllo.

A corredo dell'impianto di telegestione e telecontrollo saranno previsti **sistemi di telelettura sui punti di approvvigionamento**, costituiti da **idrometro e contatore**, entrambi con trasmettitore. I dati rilevati di consumo e funzionamento saranno inviati automaticamente a dei concentratori, anche del tipo radio, installati sul territorio (raggio d'azione circa 10 km) e quindi al sistema di telegestione per l'acquisizione e l'analisi.

La tecnologia proposta fornirà pertanto al gestore tutte le informazioni relative al consumo dell'utente e permetterà un'interazione diretta con l'idrante nel normale funzionamento, ma anche in caso di guasto o di emergenza.

Si rimanda alla fase di progettazione definitiva la scelta delle tipologie dei sensori agro-pedo-climatici, e delle strumentazioni sulla base delle colture previste e delle superfici interessate.

11. Bibliografia

Aspinall, R. J. (1995) - Geographic information systems: their use for environmental management and nature conservation. Parks, 5: 20-31.

M.Agabbio, I.Chessa, P.Deidda, G.d'Hallewin, M. Mulas, G.Nieddu, M.Pala - Le vecchie varietà della Sardegna - Carlo Delfino Editore - 1994

Bartley R, Thomas MF, Clifford D, Phillip S, Brough D, Harms D, Willis R, Gregory L, Glover M, Moodie K, Sugars M, Eyre L, Smith DJ, Hicks W and Petheram C (2013) *Land suitability: technical methods*. A technical report to the Australian Government for the Flinders and Gilbert Agricultural Resource Assessment (FGARA) project, CSIRO

Bonnemayer, J., 2006. *Land use and land resources evaluation. Methodology*. FAOSWALIM Internal Report. March 2006. Nairobi.

Chiranjit Singha and Kishore Chandra Swain - *Land suitability evaluation criteria for agricultural crop selection: A review* - Agricultural Reviews, 37 (2) 2016 : 125-13

FAO (1979) - *Soil survey investigation for irrigation*. Soils bulletin n.42, FAO Rome

FAO, 1983. *Guidelines: land evaluation for rainfed agriculture*. Soils Bulletin No 52. Rome.

FAO, 1984. *Land evaluation for forestry*. Forestry Paper 48. Rome

FAO, 1985. *Guidelines: land evaluation for irrigated agriculture*. Soils Bulletin No 55. Rome.

FAO (1990). *Guidelines for soil description*, pp. 69. FAO, Rome, Italy.

FAO, 1991. *Guidelines: land evaluation for extensive grazing*. Soils Bulletin No 58. Rome.

FAO, 1993. *Guidelines for land-use planning*. FAO Development Series 1. Rome.

FAO, 2007. *Land Evaluation. Towards a revised framework*. Land and Water Discussion Paper 6. FAO, Rome

FAO, 2001. FAOCLIM. Climatic Database (1961-1990). Sustainable Development Department. FAO, Rome.

FAO ISRIC (2014) - *World reference base for soil resources*. FAO Rome, pp. 88.

P. Magazzini - *Programma comune per lo studio della dinamica delle aree sorgenti primarie di sediment nell'area pilota del bacino di Bilancino (BABI)*. Carta dei Suoli, CNR-IRPI, 2004

Natural Resources Conservation Service, USDA, (1998) - *Field book for describing and sampling soils*, version 1.1.

Sys C., Van Ranst E., Debaveye Ir. J and Beernaert F., (1993). *Land evaluation, part III. Crop requirements*. Agriculture publications n.7, General Administration for Development Cooperation. Brussels, Belgium, pp.166.

Sys I., Van Ranst E., and Debaveye J. (1991) - *Land evaluation, part II. Methods in land evaluation*. Agriculture publications n.7, General Administration for Development Cooperation. Brussels, Belgium pp. 70-76.

USDA-United States Department of Agriculture (2014) - *Key to soil taxonomy*. Soil survey Staff, 12th edition, Blacksburg, VA, Pocahontas Press.

Wischmeier and Smith's (1978) – *Predicting rainfall erosion losses a guide to conservation planning* – USDA