

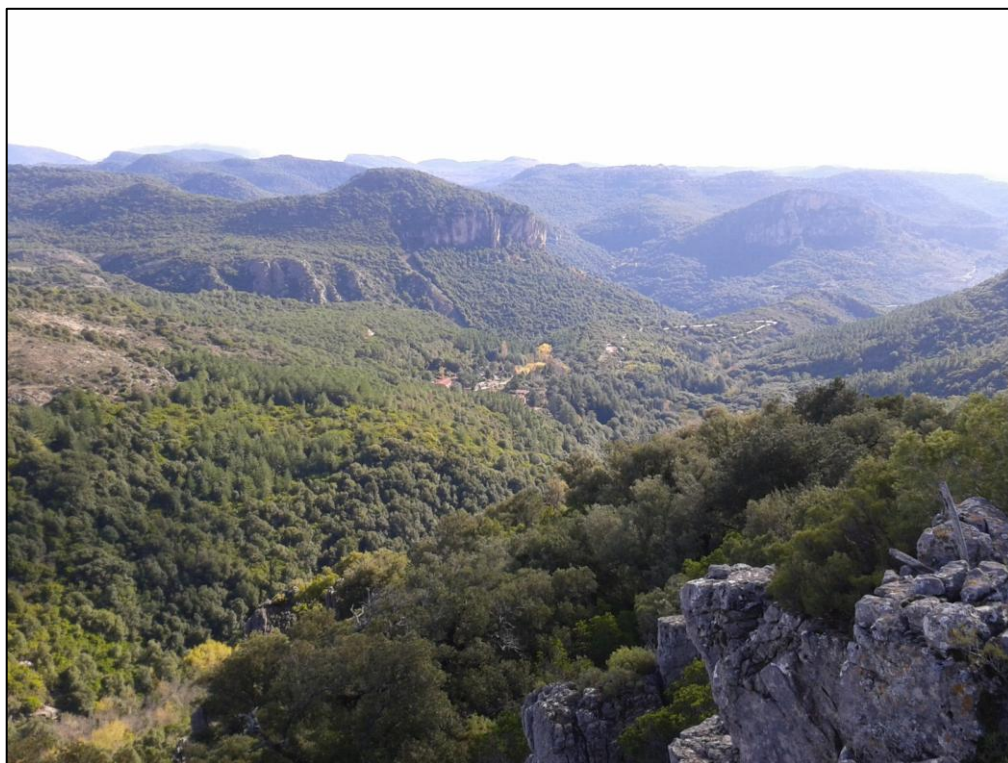


REGIONE AUTONOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

ENTE FORESTAS DE SARDIGNA
ENTE FORESTE DELLA SARDEGNA

PIANO FORESTALE PARTICOLAREGGIATO DEL COMPLESSO FORESTALE “MONTARBU” UGB “MONTARBU”

ANALISI PEDOLOGICA



Tecnico responsabile

Dott. For. Remo Bertani

Tecnici corelatori

Dott. For. Maurizio Putzolu

Dott. For. Simone Luppi

Data Agosto 2014	RDM PROGETTI s.r.l. Via Maragliano 31/a 50144 Firenze Tel. 055 3215129 Fax. 055 3217842 http://www.rdmprogetti.it/		A.T.I. D.R.E. Am. Italia – RDM PROGETTI s.r.l.
Emesso Dott. For. Maurizio Putzolu Dott. For. Simone Luppi			
Approvato Dott. For. Remo Bertani			

INDICE

Premessa	4
1 CARATTERI GENERALI.....	5
1.1 Impostazione metodologica	5
1.2 Ambiente geolitologico e climatico	6
1.2.1 Inquadramento geolitologico	6
1.2.2 Inquadramento climatico	11
1.2.2.1 Generalità	11
1.2.2.2 Temperature	12
1.2.2.3 Precipitazioni	13
1.2.2.4 Bilancio idrico di riferimento	16
1.2.2.5 Clima del suolo	19
2 INDAGINE PEDOLOGICA	23
2.1 Aspetti generali	23
2.2 Aspetti metodologici e valutativi.....	25
2.3 La Capacità d'Uso dei suoli (Land Capability Classification)	30
2.4 La Suscettività d'Uso dei suoli (Land Suitability Evaluation)	32
2.5 Tipologie pedologiche potenzialmente presenti.....	35
2.5.1 Entisuoli (Leptosols e Regosols).....	35
2.5.2 Inceptisuoli (Cambisols e Umbrisols).....	37
2.5.3 Mollisuoli (Mollic Umbrisols, Cambisols, Leptosols...)	38
2.5.4 Alfisuoli (Acrisols, Lixisols e Luvisols).....	39
2.6 Suoli descritti	41

2.7	Considerazioni sui suoli	51
2.7.1	Suoli originari.....	51
2.7.2	Suoli attuali	52
2.8	Forme di humus potenzialmente presenti.....	54
2.8.1	Ordine Mor.....	56
2.8.2	Ordine Moder.....	56
2.8.2.1	<i>Mormoders</i>	57
2.8.2.2	<i>Leptomoders</i>	58
2.8.2.3	<i>Mullmoders</i>	58
2.8.2.4	<i>Lignomoders</i>	59
2.8.3	Ordine Mull	59
2.9	Humus descritti.....	61
2.10	Considerazioni sulle forme di humus.....	63
3	ELABORAZIONI CARTOGRAFICHE	67
3.1	Carta delle unità di terre e della capacità d'uso dei suoli	68
3.2	Carta della suscettività delle terre ai rimboschimenti meccanizzati	72
3.3	Carta del rischio ambientale connesso all'erosione	76
4	PRESCRIZIONI E INDIRIZZI GESTIONALI DERIVANTI DALL'INDAGINE PEDOLOGICA.....	81
4.1	Principali limitazioni presenti nel Complesso Forestale.....	81
4.2	Indirizzi di carattere generale.....	82
4.3	Prescrizioni per mitigare l'erosione del suolo	83
4.3.1	Interventi localizzati	83
4.3.2	interventi selvicolturali	83
4.3.3	Interventi di concentramento e di esbosco.....	84
4.3.4	Viabilità forestale	84

4.4	Prescrizioni per le attività di rimboschimento	84
4.4.1	Interventi di decespugliamento	85
4.4.2	Lavorazione del terreno	85
5	BIBLIOGRAFIA.....	87

Premessa

Il presente elaborato è allegato alla Relazione Tecnica del Piano Forestale Particolareggiato del Complesso Forestale "Montarbu" e contiene i risultati di alcune indagini e realizzazioni cartografiche di carattere pedologico propedeutiche e di supporto alla fase decisionale di definizione delle linee indirizzo e di gestione del territorio pianificato.

In particolare, di seguito è esposta l'analisi dei suoli e delle terre del Complesso Forestale, finalizzata a fornire informazioni sulle tipologie prevalenti di suolo, sulla capacità d'uso delle terre, sulla suscettività a usi specifici e sulla erodibilità e rischio di erosione delle aree pianificate. Tali informazioni sono di supporto alla definizione delle destinazioni prevalenti e delle tipologie di intervento in base alle limitazioni o alle attitudini prevalenti.

Le indagini presentano una fase conoscitiva che si è sviluppata tramite l'esecuzione di rilievi ed osservazioni specifiche in campo, accompagnate da una ricerca di tipo bibliografico e da elaborazioni cartografiche di carattere estensivo.

L'obiettivo del lavoro è quello di fornire indicazioni gestionali per la predisposizione della fase propositiva dei piani forestali particolareggiati.

A tal fine le indicazioni provenienti dalle indagini pedologiche, unitamente alle altre indagini territoriali e naturalistiche sono valutate e inserite nella proposta gestionale (piano degli interventi) o mediante la scelta delle aree di intervento, della tipologia e della programmazione degli interventi, oppure mediante specifiche prescrizioni di intervento, generali o relative a singole aree o sottoparticelle forestali.

Pertanto il rispetto del Piano degli interventi consente anche di soddisfare le indicazioni gestionali provenienti dalle Analisi multidisciplinari, tra le quali si inserisce anche la presente indagine pedologica.

1 CARATTERI GENERALI

1.1 Impostazione metodologica

Lo studio del sistema suolo-vegetazione di un'area caratterizzata da elevata attitudine forestale è necessariamente impostato sull'approfondita conoscenza degli elementi fisici, biologici ed antropici dell'ambiente e di quelli fisionomico-strutturali delle formazioni boschive e vegetali presenti. In particolare il rilevamento pedologico-forestale, unitamente a quello floristico-vegetazionale e dendrometrico, deve tener conto di tutte le variabili ecologiche che possono avere un peso sulla pedogenesi e sull'accrescimento delle specie legnose (substrato geologico, caratteri fisiografici, clima e pedoclima).

In questo modo è possibile individuare con approccio razionale gli interventi più idonei e finalizzati alla gestione ed eventuale recupero dell'efficienza funzionale dei soprassuoli forestali all'interno di aree in cui tale funzionalità è stata in gran parte compromessa dall'azione antropica pregressa, sia diretta che indiretta.

Nel caso specifico di questo studio, l'insieme del lavoro è stato realizzato secondo le seguenti fasi:

- ricerca bibliografica e di studi o progetti precedentemente realizzati sull'area;
- fotointerpretazione e sopralluoghi speditivi;
- programmazione delle operazioni di campagna;
- rilevamento pedologico;
- rilevamento delle forme di humus;
- elaborazione dei dati pedoambientali;
- elaborazione dei dati cartografici;
- elaborazione delle proposte di intervento;
- redazione finale del lavoro.

Le metodologie di lavoro ed analisi saranno descritte in dettaglio nei paragrafi di competenza.

1.2 Ambiente geolitologico e climatico

1.2.1 Inquadramento geolitologico

Il complesso forestale di Montarbu, dal punto di vista geologico, presenta una certa eterogeneità con evidenti ripercussioni per gli aspetti paesaggistici, oltre che pedologici e vegetazionali.

In particolare, è caratterizzato da un dominio carbonatico ("successione sedimentaria Mesozoica della Sardegna Centro-orientale") che occupa la vasta parte centrale del Complesso Forestale; esso è rappresentato dalle litologie carbonatiche costituenti prevalentemente il Tacco di Monte Tonneri che, con il Montarbu e il P.zzu Margiani Pubusa, supera i 1300 m. slm. Essi danno un assetto morfologico tabulare a tutto il settore in netto contrasto con le morfologie fornite dal basamento metamorfico circostante. L'intensa fratturazione della compagine rocciosa carbonatica condiziona fortemente l'idrografia superficiale, poco marcata e ricca di piccole vallecole che spesso si interrompono bruscamente laddove la fessurazione favorisce il deflusso delle acque meteoriche in profondità. A causa della predominante composizione dolomitica delle rocce carbonatiche ($\text{Ca Mg}(\text{CO}_3)_2$), meno solubile rispetto a quella calcarea (CaCO_3), i fenomeni di dissoluzione sia superficiali che sotterranei sono poco evoluti.

Le depressioni che localmente interrompono la morfologia spesso disomogenea della superficie del Tacco rappresentano delle pseudo-doline aperte con presenza di suoli residuali legati alla lisciviazione dei carbonati da parte delle acque meteoriche. Altre forme carsiche minori, superficiali, sono date dalla presenza di lame di roccia, campi carreggiati, vaschette di corrosione, concrezionamenti travertinosi, che modellano, a scala mesoscopica, le aree nelle quali la roccia risulta prevalentemente affiorante. Analoga situazione, anche se più spettacolare per il contesto paesaggistico e naturalistico, si osserva nella zona più settentrionale del Tacco dove sono presenti anche i maggiori rilievi di tutto il complesso forestale (foto 1).



Foto 1 - Panoramica delle aree carbonatiche, alle quote più elevate del complesso forestale (Margiani Pubblica)

I bordi del rilievo carbonatico rappresentano un altro carattere morfologico di notevole interesse, poiché sono rappresentati da pareti verticali che talvolta superano i 50 m di dislivello, sino a smorzarsi nella falda di detrito al piede degli stessi. Talvolta le scarpate, dopo un breve tratto a debole pendenza in prossimità del livello argilloso basale, riprendono la loro forte acclività in corrispondenza dello strato basale conglomeratico.

Le cornici rocciose manifestano spesso problemi di instabilità diffusa per effetto della gravità. L'azione erosiva differenziale, e quindi lo scalzamento basale che agisce sui litotipi argillosi più teneri e su quelli scistosi basali, determina il crollo delle compagini rocciose sovrastanti, con conseguente arretramento del "tacco" e accumulo al piede di materiale detritico e blocchi di grosse dimensioni, talora interessati da fenomeni di reptazione. Il crollo è agevolato sia dalla presenza d'acqua al contatto tra i litotipi calcarei sommitali e le argille sottostanti, sia dalle acque superficiali che, riempiendo le fratture verticali, creano sovrappressioni in grado di causare il distacco e ribaltamento della roccia.

Complessivamente, questo complesso calcareo dolomitico si differenzia nettamente come sistema geomorfologico, essendo a se stante e con caratteristiche del tutto originali nei confronti delle aree circostanti. Si tratta di un dominio di alto valore paesaggistico, naturalistico e ambientale per le peculiarità morfologiche dei bordi e delle aree interne.

Il dominio metamorfico interessa i settori a nord e a sud del tacco calcareo e risulta formato da varie litologie metamorfiche più o meno competenti e resistenti nei confronti degli agenti meteorici. In particolare, sono distinte principalmente l'Unità Tettonica di Meana Sardo e l'Unità Tettonica della Barbagia (Complesso Metamorfico di Basso Grado della Barbagia).

Il carattere prevalentemente impermeabile delle rocce costituenti, ha favorito la formazione di un reticolo idrografico abbastanza complesso e ramificato che risulta fortemente condizionato dalla struttura. Infatti, sono presenti numerose aste torrentizie, orientate secondo le maggiori lineazioni tettoniche del settore e, in particolare, quella NW-SE. Le variazioni di direzione da questo schema generale sono legate alla presenza di unità litostratigrafiche formate da rocce più dure e massive che, all'interno della complessa strutturazione tettonica della zona, offrono ostacolo alla azione erosiva dei torrenti e determinano un andamento spesso meandriforme di questi ultimi.

Un altro carattere morfologico legato sempre all'azione erosiva delle acque superficiali torrentizie è dato dal fatto che la ramificazione del reticolo idrografico inizia ai bordi del Tacco carbonatico con vallecole perpendicolari a questi ultimi e generalmente molto incise, che spesso non hanno continuità nel dominio carbonatico, ma da esso traggono il contributo idrico perenne a causa delle numerose emergenze idriche ubicate al contatto tra i carbonati e le sottostanti argille impermeabili.

Sostanzialmente le forme predominanti nel dominio metamorfico sono legate alla presenza di una superficie di peneplanazione, costituente la base di appoggio della copertura sedimentaria mesozoica e riesumata a causa dell'arretramento delle cornici dolomitiche e dagli effetti dell'intensa erosione pliocenica connessa con la formazione del Graben del Campidano, che ha ringiovanito tutto il territorio con la formazione di vallate piuttosto profonde (foto 2).



Foto 2 -Contatto tra il dominio carbonatico più elevato (a sinistra), con il dominio metamorfico (a destra).

L'orogenesi Ercinica si conclude con le intrusioni granitiche (scarsamente rappresentate nel complesso forestale di Montarbu) e le manifestazioni filoniane di cui fanno parte le intrusioni quarzifere. In seguito, durante il periodo post-ercinico si ha la messa in posto dei conglomerati, brecce ed arenarie e sedimenti a varia granulometria intercalati a calcari.

Meno importanti, per estensione, sono le alluvioni e le coperture detritiche, eluvio-colluviali, risalenti all'olocene. Si attribuiscono all'era recente i depositi alluvionali antichi ed attuali (generalmente in prossimità dei corsi d'acqua), i colluvi e i detriti di falda, tra cui soprattutto quelli alla base del tacco, con versanti esposti a nord, caratterizzati da un'ampiezza di ragionevole interesse. Inoltre appartengono al Quaternario anche gli affioramenti di travertino che si possono ritrovare in prossimità di emergenze sorgentizie ricche di carbonati.

Tali formazioni quaternarie, costituite da materiali ciottolosi e ghiaiosi che sovrastano in maniera discontinua soprattutto il basamento metamorfico, costituiscono il "parent material" per l'evoluzione di suoli forestali ben espressi.

A livello cartografico (cartografia geologica regionale) sono individuate le seguenti Unità geologiche:

Per ciò che riguarda il dominio carbonatico:

- **(DOR)** - SUCCESSIONE SEDIMENTARIA MESOZOICA DELLA SARDEGNA CENTRO-ORIENTALE - FORMAZIONE DI DORGALI. Dolomie, dolomie arenacee, calcari dolomitici, da litorali a circalitorali, con foraminiferi e alghe calcaree. DOGGER-MALM.

Per ciò che riguarda il dominio metamorfico:

- **(GEN)** - UNITÀ TETTONICA DELLA BARBAGIA - Formazione Delle Filladi Grigie Del Gennargentu. Irregolare alternanza di livelli da decimetrici a metrici di metarenarie quarzose e micacee, quarziti, filladi quarzose e filladi ("Postgotlandiano" Auct.). ?CAMBRIANO MEDIO - ?ORDOVICIANO INF.
- **(MSV)** - UNITÀ TETTONICA DI MEANA SARDO - Formazione di Monte Santa Vittoria. Metavulcaniti a chimismo da acido a basico, metaepiclastiti, metarenarie feldspatiche e metaconglomerati a componente vulcanica. ORDOVICIANO ?MEDIO
- **(SVI)** - ARENARIE DI SAN VITO. Alternanze irregolari di metaquarzoareniti, metarenarie micacee e metapeliti. Livelli di metaconglomerati minuti quarzosi, e rari livelli carbonatici intercalati nella parte alta. CAMBRIANO MEDIO – ORDOVICIANO INF.
- **(SGAa)** - Litofacies negli "Scisti a Graptoliti" Auct. a metacalcari scuri e metacalcari nodulari fossiliferi. SILURIANO - DEVONIANO MEDIO.

Altre unità meno rappresentate:

- **(LUDc)** - Litofacies nella FORMAZIONE DI RIO SU LUDA. Siltiti e argilliti laminari nere, con abbondanti resti di piante, sporomorfi e pollini; rari livelli di arenarie e conglomerati. PERMIANO INF. (AUTUNIANO).
- **(fp)** - Porfidi granitici, di colore prevalentemente rosato e rossastro, a struttura da afirica a porfirica per fenocristalli di Qtz, Fsp e Bt e tessitura isotropa; in giacitura prevalentemente filoniana, talvolta in ammassi. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO.
- **(pa)** - "Porfidi quarziferi" Auct. Lave in colata ed ammassi subvulcanici di composizione da riolitica a dacitica, a grana da minuta a media, a struttura porfirica frequente, talvolta con evidenti strutture di flusso, rari livelli di brecce vulcaniche e tufi riolitici ("Porfidi quarziferi" Auct.). PERMIANO.
- **(a)** - Depositi di versante. Detriti con clasti angolosi, talora parzialmente cementati. OLO-CENE

- (a1) - Depositi di frana. Corpi di frana. OLOCENE

1.2.2 Inquadramento climatico

1.2.2.1 Generalità

Tra i principali fattori che condizionano la vita e la distribuzione delle piante, le temperature e le precipitazioni hanno un ruolo determinante. Tuttavia i parametri climatici devono essere valutati tenendo conto dell'ambiente in cui vivono le piante, con particolare attenzione ai fattori pedologici, geomorfologici e antropici. Inoltre il clima, ricostruito dall'elaborazione degli elementi rilevati su scala locale e topografica, non può essere considerato come entità reale ma solo come analisi statistica dei dati, ovvero come entità astratta più o meno distante dalla realtà del vero clima, assai più variabile in funzione dei fattori ambientali.

Per esaminare l'area di indagine dal punto di vista climatico, si è fatto riferimento ai dati termo-pluviometrici del periodo 1962-2009 forniti dalla stazione di Arqueri, situata a sud del complesso forestale a 934 m s.l.m. e ritenuta rappresentativa della zona in esame.

Tutti i dati riportati sono stati ricavati dalle pubblicazioni degli Annali Idrologici del Servizio Tutela e Gestione delle Risorse Idriche, Vigilanza sui Servizi Idrici e Gestione della Siccità della Regione Autonoma della Sardegna.

Combinando i dati termici con quelli udometrici e calcolando nuovi fattori come l'evapotraspirazione potenziale e reale si possono costruire numerosi tipi di diagrammi che riassumono le componenti termo-pluviometriche delle stazioni considerate e nello stesso tempo forniscono alcune informazioni sul regime idrico dei suoli. Gli elaborati che abbiamo ritenuto opportuno compilare per definire le condizioni climatiche della zona sono i seguenti:

1. valori medi mensili e annuali delle precipitazioni e delle temperature;
2. diagrammi di Bagnouls e Gaussen, nel quale le piovosità sono raffrontate con le temperature a scala doppia di quella delle piovosità (sono considerati aridi i periodi in cui la curva delle precipitazioni si trova sotto di quella delle temperature per $P/T=2$).
3. diagrammi del bilancio idrico secondo Thornthwaite che permette di classificare il clima di una regione in base al "bilancio" di un sistema che riceve acqua principalmente da afflussi meteorici e la ricede sotto forma di evapotraspirazione.

Per la stima del bilancio idrico si rivelano importanti anche altri parametri:

- il deficit idrico (**DI**) cioè la differenza tra l'evapotraspirazione potenziale e l'evapotraspirazione reale che consente di stimare la quantità di acqua necessaria per bilanciare le perdite dovute all'evapotraspirazione potenziale;
- il surplus idrico (**S**) che indica la quantità di acqua che, una volta saturata la riserva idrica del suolo, va ad alimentare le falde freatiche e il deflusso superficiale.

Determinati tali valori si possono ottenere gli indici che esprimono il grado di aridità e di umidità di una zona: è appunto sulla base di tali indici che si determina la "formula climatica". Inoltre, secondo Thornthwaite, l'entità del bilancio idrico ma soprattutto i valori che questo assume durante l'arco dell'anno, sono importanti al fine di capire in quali condizioni di disponibilità idrica (o di deficit) vengono di volta in volta a trovarsi le piante.

Un altro importante fattore ai fini del calcolo del bilancio idrico è la quantità di acqua che il suolo è capace di immagazzinare al suo interno (acqua utile o **RU**) e che può essere utilizzabile per le piante. Questa dipende da vari fattori, tra cui la profondità del suolo stesso, la quantità di scheletro ed il tenore di sostanza organica.

Naturalmente si deve tener conto del fatto che le informazioni sono riferite agli osservatori; i parametri climatici variano col variare di alcuni fattori quali l'esposizione, l'altitudine, la giacitura, l'andamento orografico. I dati riportati forniscono quindi una indicazione di massima del clima che caratterizza le aree in esame.

1.2.2.2 Temperature

Le temperature presentano un andamento stagionale caratteristico delle zone mediterranee, con inverni piuttosto miti ed estati piuttosto calde; di seguito sono esposti parametri termici medi rilevati nella stazione di Arqueri ed espressi in scala mensile ed annua (tabella 1).

Mesi	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
Temperatura [°C]	4,9	5,2	7,9	8,9	14,1	18,4	21,6	22,6	17,5	13,8	8,6	5,5	12.4
Dev. Standard	1,0	2,3	1,7	1,2	1,8	1,8	1,1	1,5	1,4	1,6	1,2	1,7	0.6

Tabella 1: Temperature medie mensili della stazione di Arqueri

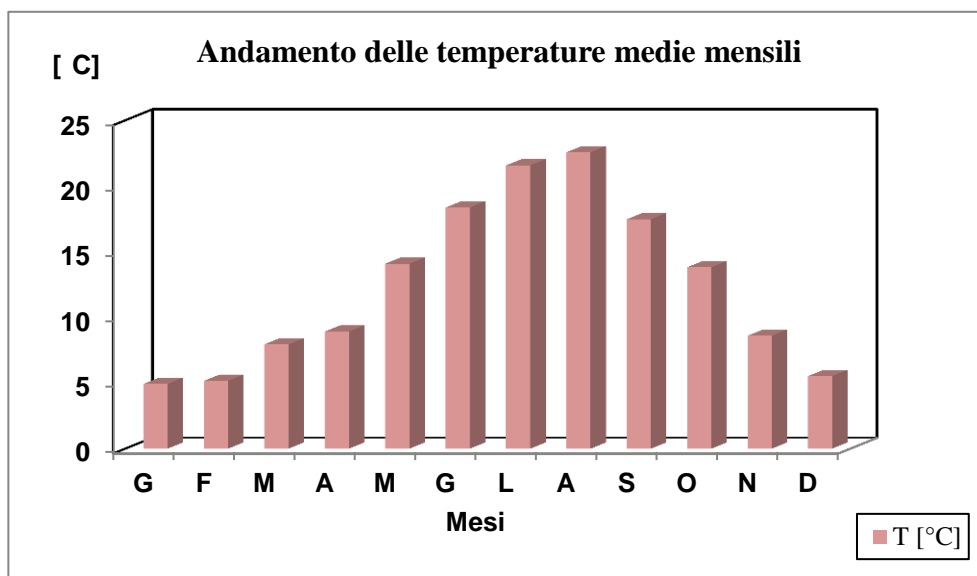


Figura 1: Andamento delle temperature medie mensili

Dall'analisi dei dati la temperatura media annua diurna è di 12,4°C; nella figura 1 si può osservare che il mese più caldo è agosto con una temperatura media diurna di 22,6°C, mentre il più freddo è gennaio con una temperatura media diurna di 4,9°C. Per cinque mesi l'anno, da dicembre ad aprile, la temperatura media diurna si mantiene inferiore ai 10 °C, mentre nel resto dell'anno è sempre superiore ai 10 °C. Le temperature medie nei mesi di luglio e agosto sono piuttosto alte superando i 20 °C.

Confrontando la temperatura media diurna delle coppie di mesi, considerati simmetricamente rispetto a luglio (giugno - agosto; maggio - settembre, ecc.), si può constatare che tutti i mesi della seconda metà dell'anno sono più caldi dei corrispondenti della prima metà. Questo tipico andamento del regime termico si deve all'influenza del mare, che "prolunga" l'estate verso l'autunno compensando, mediante la cessione estiva di calore a masse d'aria transitive verso l'interno, la minor quantità di radiazione solare che giunge al suolo in autunno. Altro indice di tale influenza mediterranea è la limitata escursione termica annua (differenza tra la media diurna del mese più caldo e di quello più freddo) che con 17,6 °C, è inferiore ai 20 °C, considerati come soglia di passaggio tra climi marittimi e continentali.

1.2.2.3 Precipitazioni

Considerando che le precipitazioni medie regionali, per il periodo 1922-1992, sono di 752,8 mm. (E.A.F. 1995), si può osservare innanzi tutto (tabella 2) che la stazione di Arqueri presenta valori medi annui di precipitazione (766,5 mm.) solo di poco superiori rispetto al valore

regionale. Anche le precipitazioni presentano un andamento tipico dei climi mediterranei, con forti variazioni sia stagionali che annuali e con scostamenti sensibili dalla media della serie storica.

La tabella 2 riporta i valori medi delle precipitazioni mensili (in mm di pioggia) registrati nel periodo di riferimento, nella quale si osserva che la media delle precipitazioni annuali è di 766,5 mm.

Mesi	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
Precipitazioni [mm]	77,2	76,2	67,3	77,6	45,5	25,1	18,7	23,5	55,1	64,1	104,5	131,6	766,5

Tabella 2: Precipitazioni medie mensili della stazione di Arqueri

Tali valori sono espressi graficamente nella figura 2, nella quale si può osservare che la distribuzione mensile delle piogge è di tipo mediterraneo, poiché presenta il massimo autunnale nel mese di dicembre (131,6 mm) e l'altrettanto tipico minimo estivo in luglio (18,7 mm).

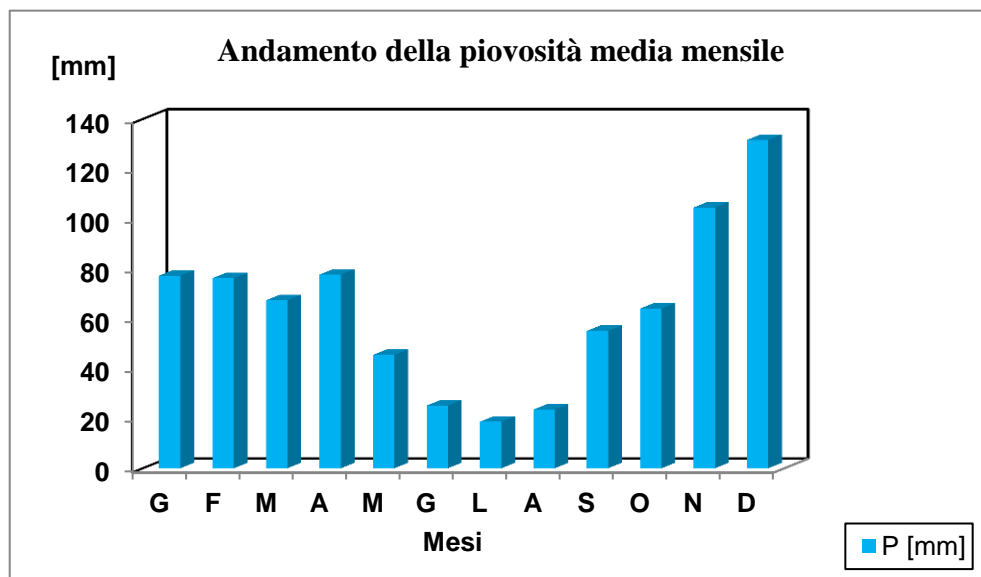


Figura 2: Andamento delle precipitazioni medie mensili

Il tipo di regime pluviometrico può essere evidenziato numericamente dai coefficienti relativi stagionali (tabella 3). Per Arqueri si ha un regime pluviometrico I.A.P.E. con la sequenza di precipitazioni decrescenti: Inverno – Autunno – Primavera – Estate. Si può rilevare la presenza di un semestre "umido" (ottobre-marzo) in cui cade circa il 70% dell'intera precipita-

zione annua ed un semestre "secco" (aprile-settembre) caratterizzato da precipitazioni modeste, assai scarse nel trimestre giugno-agosto. Inoltre, nello studio delle aree montane è molto importante conoscere le precipitazioni critiche con riferimento alla previsione dei fenomeni piovosi più dannosi. Infatti, non sono rare le piogge di breve durata e di forte intensità che si verificano in genere all'inizio dell'autunno e con un elevato potere erosivo nei confronti del suolo. L'erosione idrica è ulteriormente amplificata, nel settore in esame, dall'acclività dei versanti.

Inverno (DGF)	Primavera (MAM)	Estate (GLA)	Autunno (SON)
285,0	190,4	67,3	223,7

Tabella 3 – Precipitazioni medie stagionali

La piovosità registrata nei mesi invernali (D-G-F) risulta essere di 285,0 mm, il 37% del totale annuo, mentre la piovosità nei mesi autunnali (S-O-N) risulta essere di 223,7 mm, il 29% del totale annuo. Le precipitazioni iniziano a decrescere dal mese di maggio verso il minimo estivo nel mese di luglio e aumentano sensibilmente nel mese di settembre.

Nel trimestre G-L-A, le precipitazioni medie ammontano a 67,3 mm e non si raggiungono mediamente i 150 millimetri di pioggia, valore sotto il quale secondo De Philippis, l'estate è da considerarsi siccitosa; nell'area in esame accadono frequentemente condizioni d'aridità capaci di provocare fenomeni di sofferenza nella vegetazione forestale.

La figura 3 riporta il numero medio mensile di giorni piovosi registrati nel periodo di osservazione; nel mese di dicembre si osserva il numero di giorni piovosi maggiore (12 gg) mentre il numero minore si registra nel mese di luglio. Il numero medio annuo di giorni piovosi che deriva dalla stazione di Arqueri è pari a 83 gg.

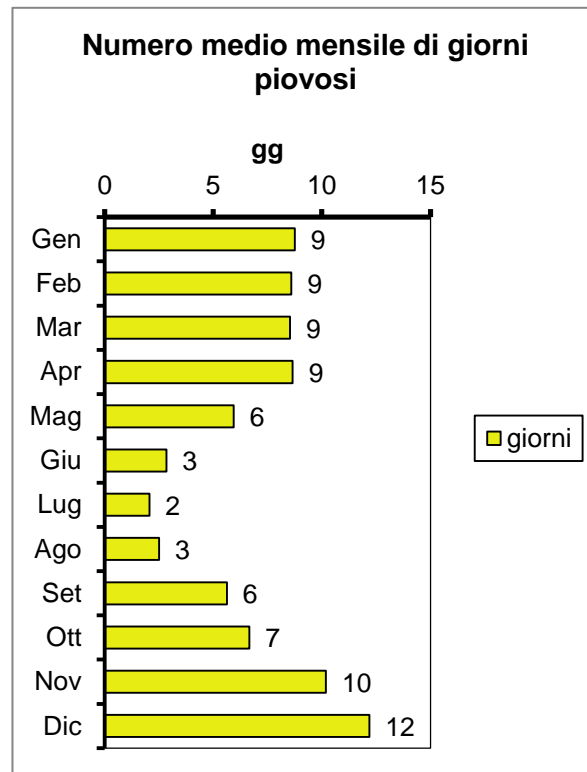


Figura 3: Numero medio mensile di giorni piovosi

1.2.2.4 Bilancio idrico di riferimento

Combinando i dati termici con quelli udometrici, si possono costruire il diagramma termopluviometrico di Bagnouls e Gaussen, dove la curva delle precipitazioni ha scala doppia rispetto a quella delle temperature ($2 \text{ mm.} = 1^\circ \text{C}$) e il diagramma di Thornthwaite per la determinazione del bilancio idrico.

Entrambi i diagrammi evidenziano che mediamente, da fine maggio a fine agosto per Bagnouls e Gaussen (figura 4) e da metà aprile a metà ottobre secondo Thornthwaite (figura 5), esiste per queste stazioni un periodo arido (curva delle precipitazioni sotto di quella delle temperature nel diagramma di Bagnouls e Gaussen, curva ETR evapotraspirazione reale sotto la curva ETP evapotraspirazione potenziale nel diagramma di Thornthwaite) con sezione di controllo del suolo, considerando una capacità d'acqua disponibile nel suolo (RI) di 100 mm, completamente secca per circa 99 gg cumulativi l'anno e per 75 gg consecutivi nei mesi successivi al solstizio estivo.

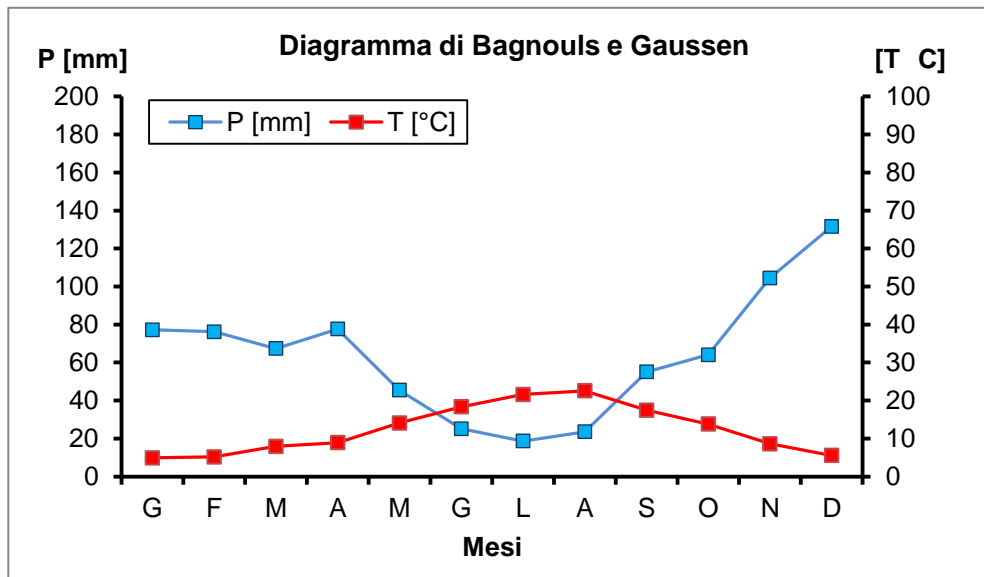


Figura 4: Diagramma di Bagnouls - Gaussen

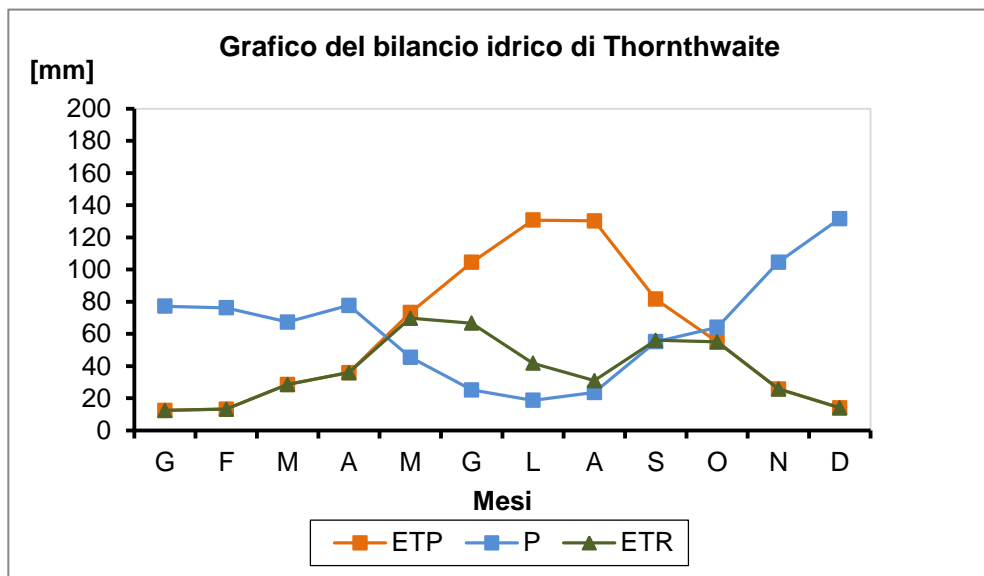


Figura 5: Diagramma di Thornthwaite

	Unità di misura	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
P	[mm]	77,2	76,2	67,3	77,6	45,5	25,1	18,7	23,5	55,1	64,1	104,5	131,6	766,5
T	[°C]	4,9	5,2	7,9	8,9	14,1	18,4	21,6	22,6	17,5	13,8	8,6	5,5	12,4
ETP	[mm]	12,4	13,2	28,5	35,9	73,2	104,5	130,7	130,2	81,5	55	25,7	14	705
ΔP	[mm]	64,8	63	38,8	41,7	-27,7	-79,3	-112	-106,7	-26,5	9,1	78,8	117,7	62
ΣΔP	[mm]	0	0	0	0	-27,7	-107,1	-219	-325,7	-352,1	0	0	0	
RU	[mm]	100	100	100	100	75,8	34,3	11,2	3,9	3	12	90,8	100	
ΔRU	[mm]	0	0	0	0	-24,2	-41,5	-23,1	-7,3	-0,9	9,1	78,8	9,2	
ΣΔRU	[mm]	0	0	0	0	-24,2	-66	-89	-96,1	-97	-88	-9	0	
ETR	[mm]	12,4	13,2	28,5	35,9	69,7	66,6	41,8	30,9	56	55	25,7	14	450
DI	[mm]	0	0	0	0	4	38	89	99	26	0	0	0	255
S	[mm]	65	63	39	42	0	0	0	0	0	0	0	118	326

Tabella 4: T=temperatura media mensile; P=precipitazioni medie mensili; ETP=evapotraspirazione potenziale; ΔP=pioggia netta; ΣΔP=perdita d'acqua cumulata; RU=riserva utile nel suolo; ΔRU=variazione della riserva idrica nel suolo; ΣΔRU=perdita riserva idrica; ETR=evapotraspirazione reale; DI=deficit idrico; S=surplus idrico.

Nella tabella 4 si può osservare che l'evapotraspirazione potenziale annua (ETP) raggiunge i 705 mm, con un differenziale rispetto alle precipitazioni di 62 mm. Dalla figura 6 si evince che la riserva utile nel terreno (RU) mantiene un valore massimo fino ad aprile, quando le precipitazioni (P) sono maggiori dell'evapotraspirazione potenziale (ETP). Quando però l'ETP prevale sulle piogge, la riserva utile nel terreno si riduce gradualmente per effetto dell'evapotraspirazione fino a raggiungere un valore minimo di 3 mm a settembre. Nel mese di ottobre le precipitazioni superano nuovamente l'ETP per cui l'eccesso d'acqua ΔP compensa in parte la perdita accumulata fino a quel momento e la RU ritorna ad aumentare. Nel mese di dicembre la differenza P-ETP risulta maggiore di quella fra RI e la RU del mese precedente per cui la riserva utile torna al suo valore massimo, mentre l'eccedenza d'acqua (surplus) defluisce. Le precipitazioni che non evotraspirano o che non restano nel terreno per ripristinare la riserva idrica (surplus) producono un deflusso, superficiale o sotterraneo.

La curva dei deflussi (S) mostra che da gennaio a maggio le precipitazioni non solo compensano la perdita d'acqua dal suolo dovuta all'evapotraspirazione ma essendo superiori all'ETP producono un surplus idrico che tende a ridursi da gennaio ad aprile fino a diventare nullo nei mesi da maggio a novembre, per poi aumentare bruscamente nel mese di dicembre. In questo periodo la riserva idrica del suolo è saturata, e quindi la piovosità in eccesso ruscella o percola negli strati profondi.

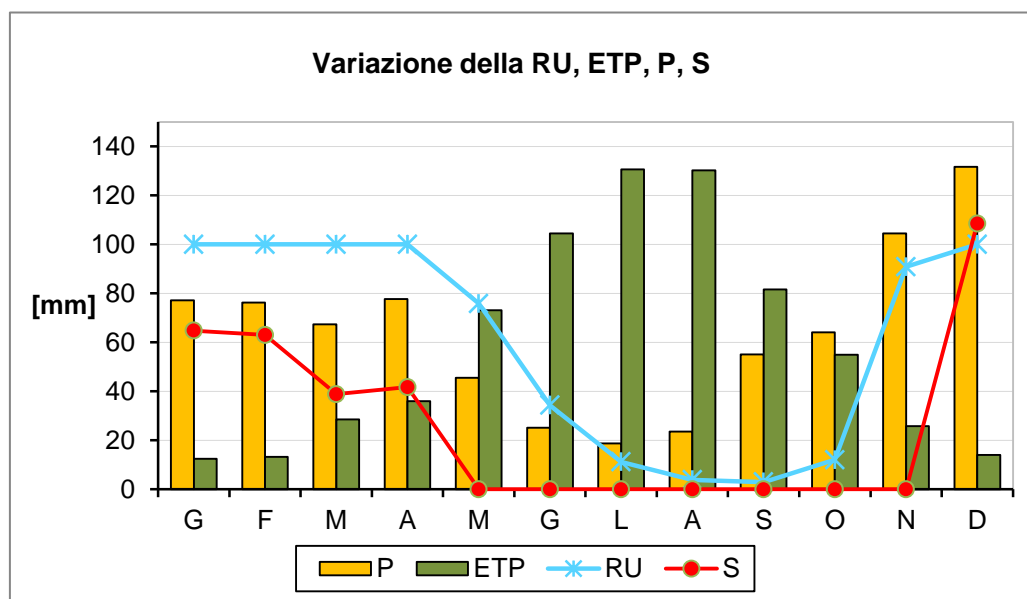


Figura 6: Variazione mensile della RU, ETP, P, S

1.2.2.5 Clima del suolo

Per ciò che attiene il pedoclima è necessario considerare le condizioni climatiche locali in funzione dell'esposizione, della copertura vegetale, della morfologia e della profondità dei suoli. Il vario intrecciarsi di questi fattori influenza l'insolazione e l'evapotraspirazione in modo tale che la temperatura e lo stato di umidità del suolo possono discostarsi dalla temperatura e stato di umidità dell'aria.

Tenuto conto della relativa omogeneità dei caratteri termo-pluviometrici dell'area in esame, le caratteristiche pedoclimatiche risultano influenzate dalle tipologie pedologiche, dal grado di pendenza e dal grado di copertura dei suoli, che condizionano il loro grado evolutivo e il loro spessore, e quindi la capacità di ritenzione idrica e il grado di evapotraspirazione.

Per una parte dell'area in oggetto (versanti meridionali, suoli a scarsa evoluzione e spessore), il regime di umidità dei suoli è generalmente di tipo Xerico, caratteristico delle aree a clima mediterraneo, dove gli inverni sono umidi e freschi e le estati sono calde e secche.

Per definizione (Soil Taxonomy, 2010), un terreno possiede un regime di umidità xerico quando la sezione di controllo, in anni normali, è asciutta in tutte le parti per 45 o più giorni consecutivi nei 4 mesi dopo il solstizio d'estate e quando è umida in tutte le parti per 45 o più giorni consecutivi nei 4 mesi successivi il solstizio d'inverno. Ulteriori precisazioni della Soil

Taxonomy pongono in relazione l'umidità della sezione di controllo con la temperatura del suolo e con la profondità del suolo.

Nelle zone con esposizione prevalente a nord e nord-ovest, soprattutto nei settori di basso versante con suoli sviluppatasi su depositi di versante pleistocenici e olocenici delle metamorfite e dei calcari mesozoico del Monte Tonneri, anche con potenza di alcuni metri, è possibile avere un regime di umidità di tipo Udico, peraltro confermato dalla presenza di specie arboree più mesofile.

Per definizione (Soil Taxonomy, 2010), un terreno possiede un regime di umidità udico quando la sezione di controllo, in anni normali, non è asciutta in qualsiasi sua parte per almeno 90 giorni cumulativi, in anni normali. Oppure, se la temperatura media annua del suolo è inferiore a 22°C e se la temperatura media invernale con la media estiva, ad una profondità di 50 cm hanno un'escursione di 6°C o più, la sezione di controllo deve risultare asciutta in tutte le parti per meno di 45 giorni consecutivi nei 4 mesi dopo il solstizio d'estate.

Il regime di umidità del suolo udico è comune nei climi umidi in cui le precipitazioni sono ben distribuite; presenti anche in estate in modo che la quantità di umidità immagazzinata sia uguale o superiore alla quantità perduta per evapotraspirazione, o comunque con precipitazioni invernali adeguate ad una efficace ricarica delle disponibilità idriche dei suoli.

Relativamente ai regimi di temperatura del suolo, nell'area dell'UGB in oggetto si possono riscontrare i seguenti:

Termico - In cui la temperatura media annua del suolo è di 15°C o superiore, ma inferiore a 22°C, e la differenza tra la temperatura media estiva e la temperatura media invernale del suolo è di 6°C o più a una profondità di 50 cm sotto la superficie del suolo o a seconda dello spessore del suolo in caso di contatto denso, litico, o paralithico.

Mesico - In cui la temperatura media annua del suolo è di 8°C o superiore, ma inferiore a 15°C, e la differenza tra la temperatura media estiva e la temperatura media invernale del suolo è di 6°C o più a una profondità di 50 cm sotto la superficie del suolo o a seconda dello spessore del suolo in caso di contatto denso, litico, o paralithico.

In termini pratici, si può affermare che sulle parti alte dei versanti, con pendenze elevate, e nelle esposizioni meridionali e sud-orientali, soprattutto se con vegetazione più rada o degradata, si trovano più facilmente regimi di temperatura di tipo Termico, con suoli Xerici classificabili come LITHIC XERORTHENTS, LITHIC RUPTIC XERORTHENTS, LITHIC

HAPLOXEREPTS e LITHIC HAPLOXEROLLS o, in situazioni pedologiche più sviluppate nelle aree con morfologia più regolare e con copertura vegetale più densa, TYPIC XERORTHENTS, TYPIC HAPLOXEREPTS e TYPIC HAPLOXEROLLS; nelle zone di media pendenza dove la vegetazione è più evoluta e costituita da formazioni a prevalenza di leccio alternate a macchia evoluta, si possono riscontrare HUMIC HAPLOXEREPTS e HUMIXEREPTS. Sui detriti di versante si possono occasionalmente osservare alfisoli semplici (INCEPTIC HAPLOXERALFS e TYPIC HAPLOXERALFS), generalmente ben sviluppati, profondi, generalmente ricchi di scheletro minuto e talvolta ciottoli. Questi suoli presentano maggiori estensioni nei settori pedemontani rispetto altacco calcareo, sempre in condizioni di regimi Termico e Xerico.

Viceversa, nelle esposizioni settentrionali e nord-occidentali, soprattutto se con copertura vegetale più densa, è possibile rinvenire suoli classificabili come TYPIC UDORTHENTS, oltre a TYPIC HUMUDEPTS e TYPIC DYSTRUDEPTS, in particolare nelle zone di media pendenza dove la vegetazione è più evoluta e costituita da formazioni a prevalenza di leccio alternate a macchia evoluta. Sui detriti di versante si possono occasionalmente osservare alfisoli semplici (TYPIC HAPLUDALFS) e mollisuoli argillosi (TYPIC ARGIUDOLLS), generalmente ben sviluppati, profondi. Questi suoli, generalmente meno rappresentati, per spessore, tessitura e densità protettiva della copertura vegetale (soprattutto autoctona) riescono a garantire generalmente condizioni di regimi Mesico e Udico.

Per ciò che riguarda la capacità di ritenzione idrica, i suoli dell'area sono relativamente variabili.

Sulle dorsali nette, selle, rilievi isolati e relative scarpate, nella parte alta e media dei versanti e con pendenze elevate si hanno suoli poco profondi, da franco sabbiosi a franco argillosi, con ridotta capacità di ritenzione idrica. Si possono osservare, pertanto, fenomeni di ruscellamento areale ed incanalato da moderato ad intenso, soprattutto nelle zone a vegetazione arborea e arbustiva con ridotto grado di copertura.

Sulle dorsali smussate, nella parte media e bassa dei versanti con locali aree di accumulo detritico, si osservano suoli, mediamente profondi, da franchi a franco-argillosi, con una capacità di ritenzione idrica maggiore.

Nelle conche di accumulo detritico sui versanti si osservano suoli da mediamente profondi a molto profondi, da franco-argillosi a franco-sabbioso-argillosi, con drenaggio generalmente

normale e talvolta lento in profondità, caratterizzati da una buona capacità di trattenuta dell'acqua meteorica.

I caratteri granulometrici dei suoli dell'area, per quanto variabili col tipo di parent material, consentono di evitare fenomeni di incrostamento del top soil, con un valore di erodibilità relativamente basso nelle aree a pendenza scarsa, più elevato dove l'acclività aumenta. Le tessiture grossolane e la presenza frequente di scheletro comportano un buon drenaggio ma, soprattutto nei suoli a regime di umidità xerico, a scapito della capacità di ritenzione idrica (AWC bassa); in questi casi l'acqua meteorica viene allontanata più velocemente dal suolo anche per evapotraspirazione, in relazione all'andamento dei periodi con scarse precipitazioni, con rischio di occasionali stress idrici per le piante. Inoltre, anche se la generale capacità di accettazione delle piogge da parte dei suoli dell'area in esame è elevata, lo scarso spessore che spesso li caratterizza può provocarne una rapida saturazione durante gli eventi piovosi più intensi, tanto che buona parte dell'acqua ruscella in superficie con il rischio di innescare di fenomeni erosivi e, talora, di trasporto di sedimenti a valle, con conseguente continuo ringiovanimento dei profili di suolo.

2 INDAGINE PEDOLOGICA

2.1 Aspetti generali

In generale, la principale finalità di un rilevamento pedologico è quella di far conoscere le caratteristiche dei suoli di una determinata area e la distribuzione, all'interno della medesima area, dei suoli con caratteristiche simili. Il numero di osservazioni necessarie per una rappresentazione cartografica dei suoli dipende dalla scala della cartografia finale e dagli scopi del lavoro.

Non essendo preminente, allo stato attuale, la dettagliata conoscenza dei suoli forestali dell'area, nel presente lavoro non è stato attuato un rilevamento pedologico secondo gli standard generalmente indicati in bibliografia. E' stato invece eseguito un rilevamento speditivo, funzionale alla caratterizzazione generale delle tipologie pedologiche, peraltro relativamente omogenee in coerenza con la relativa omogeneità geolitologica, morfologica e vegetazionale dell'area (figura 7).

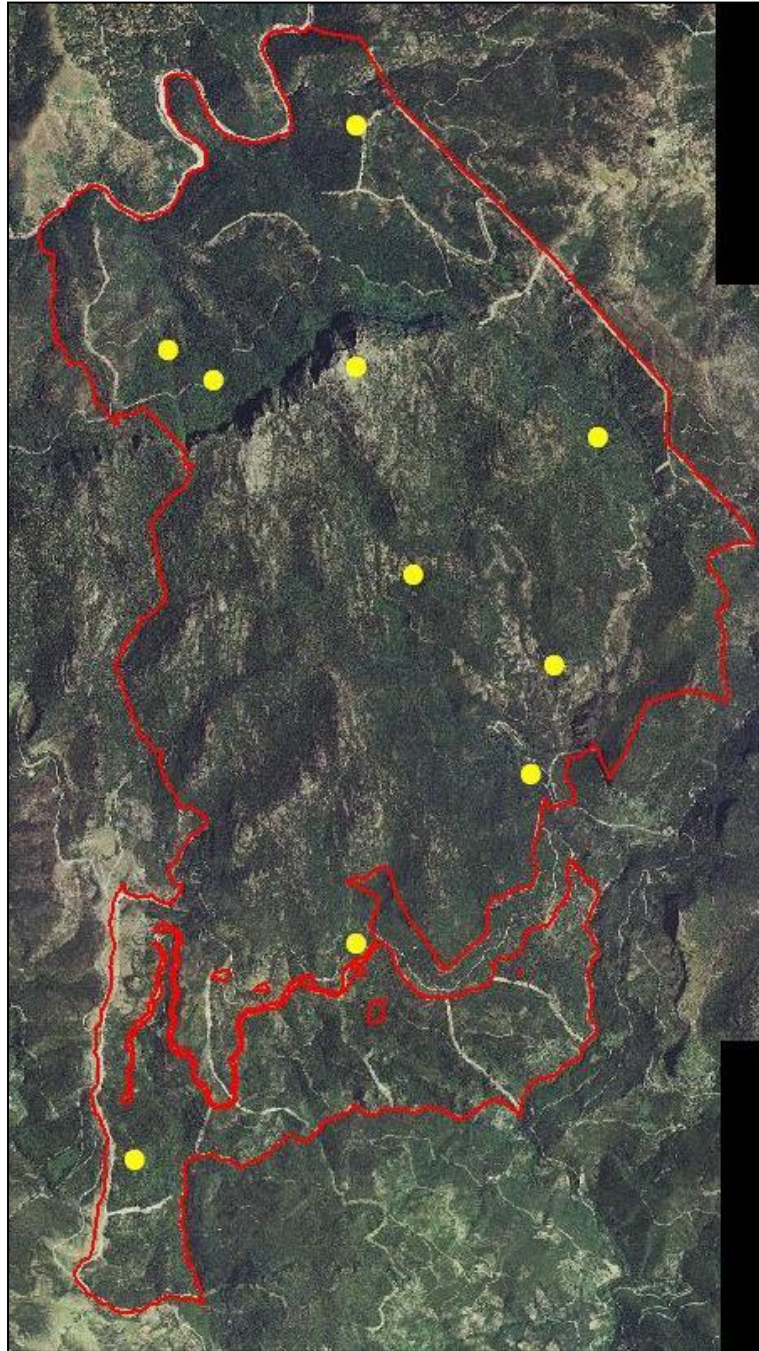


Figura 7: Ubicazione delle osservazioni pedologiche

Complessivamente sono stati descritti 10 pedons, di riferimento per l'area forestale in esame. Considerando che l'area in esame si estende su circa 2.800 ettari, si ha una densità media di osservazioni pari a circa 1 osservazione ogni 280 ettari. La ridotta densità di osservazioni è tuttavia compensata dall'approccio territoriale e dalla suddivisione del complesso forestale in esame secondo Unità di Terre, relativamente omogenee rispetto ai fattori geomorfologici e, soprattutto, vegetazionali. Inoltre, buona parte del complesso forestale è caratterizzato da af-

fioramenti rocciosi, e litosuoli che riducono l'estensione effettiva delle aree con suoli meritevoli di descrizione e classificazione.

2.2 Aspetti metodologici e valutativi

La classificazione dei suoli è stata realizzata secondo la tassonomia dei suoli americana, undicesima edizione (USDA-Soil Survey Staff, 2010), al livello tassonomico sottogruppo, e secondo la classificazione World Reference Base (ed. 2007), fino al secondo qualificatore. Non sono stati effettuati campionamenti di orizzonti da sottoporre ad analisi di laboratorio, pertanto anche le determinazioni in merito alla tassonomia dei suoli sono basate sulle stime e analisi di campagna.

Le fasi di rilevamento sono state precedute dalla ricerca di eventuali dati, esistenti e pubblicati, relativi alle zone oggetto di studio, che purtroppo non hanno dato esiti soddisfacenti a causa della carenza di indagini pedologiche pregresse nell'area interessata dallo studio. Il riferimento di base rimane la Carta dei Suoli della Sardegna in scala 1:250.000, oltre alle elaborazioni sulla propensione potenziale all'erosione dei suoli già realizzate a livello di distretto forestale in scala 1:200.000;

Successivamente è stata elaborata la Carta delle Unità di Terre, basata su un approccio di tipo geomorfologico (litologia, morfologia e acclività) e di tipologia di copertura del suolo (secondo le delineazioni sottoparticellari), arricchita dalle indagini pedologiche speditive. I rilievi sono consistiti nella realizzazione di minipit e osservazioni di profili completi in sezioni stradali o seminaturali.

I rilievi hanno le seguenti finalità principali:

- descrizione e classificazione dei suoli per la caratterizzazione delle Unità di Terre
- stima delle caratteristiche pedologiche derivate, maggiormente correlate alle pratiche gestionali e da queste influenzabili, nei confronti del rischio di perdita o degradazione del suolo.
- descrizione e classificazione delle forme di Humus prevalenti, rilevate e classificate secondo il *Référentiel Pédologique* (A.F.E.S. 1995) e secondo la tassonomia proposta da GREEN *et al.* (1993), semplificata rispetto a quella proposta da KLINKA *et al.* nel 1981.

Sulla base dei dati rilevati e/o stimati, si è proceduto alla determinazione della Capacità d'uso dei suoli, della loro Suscettività alle attività meccanizzate di rimboschimento e alla stima del rischio ambientale di erosione e degradazione dei suoli. Tali valutazioni e cartografie saranno meglio discusse in seguito.

I principali caratteri stimati, secondo la proposta metodologica, sono i seguenti:

Sensibilità all'incrostamento superficiale potenziale - usato per valutare la tendenza di un suolo a formare croste superficiali e stimato col rapporto fra limo totale ed argilla: $L_{inc} = \frac{L}{A}$

Limite	Descrizione	Classe
< 1,5	non incrostante	1
1,5 ÷ 2,5	moderatamente incrostante	2
> 2,5	fortemente incrostante	3

Contenuto in sostanza organica – si è usato il metodo di stima proposto da Renger et al. (1987) e riportata in Siebe et al. (1996), valido per gli orizzonti superficiali privi di minerali o frammenti rocciosi scuri (pirite, basalto etc.); il metodo si basa sull'assunto che la quantità di sostanza organica presente negli orizzonti superficiali è correlata a tre caratteri degli stessi: colore, pH (CaCl₂) e tessitura. Con l'utilizzo di un nomogramma si risale alla quantità presunta di S.O.

Classe	Descrizione	Valori di s.o.
1	scarsa	< 1 %
2	comune	1 - 3 %
3	abbondante	3,1 - 10 %
4	molto abbondante	>10 %

Capacità di accettazione delle piogge - Si riferisce alla capacità del suolo di accettare apporti idrici senza che si verifichino fenomeni di ruscellamento superficiale o sottosuperficiale e di percolazione profonda. Deriva da stima indiretta utilizzando i seguenti caratteri del suolo: drenaggio interno, pendenza, profondità di un orizzonte a lenta permeabilità, permeabilità degli orizzonti al di sopra di quello con permeabilità lenta (da Jarvis e Mackney (1979) in RER, 1995).

Classe	Classe di capacità di accettazione delle piogge
1	Molto alta
2	Alta
3	Moderata
4	Bassa
5	Molto bassa

Stima AWC (Available Water Capacity, capacità di acqua disponibile) - La stima dell'AWC viene eseguita con il metodo previsto da Thomasson & Jones (1989) e Thomasson in Hodgson (1997), in parte modificato, sulla base della classe tessiturale del SSEW, della densità di compattamento (= densità apparente rilevata + 0,009% argilla) e della percentuale di scheletro, per ognuno degli orizzonti.

Descrizione	Valori di riferimento calcolati sulla profondità utile per le radici	Classe
molto bassa	<50 mm	1
bassa	50-100 mm	2
moderata	100-150 mm	3
elevata	150-200 mm	4
molto elevata	>200 mm	5

Stima della stabilità degli aggregati - Secondo il metodo di stima di Schlinchting e Blume (1966).

Classe	Descrizione	Parametri di stima
1	molto alta	non si ha disaggregazione
2	alta	dominano i frammenti grandi su quelli disaggregati di piccolo diametro
3	media	uguale numero di frammenti grandi e piccoli
4	moderata	dominano i frammenti piccoli disaggregati su quelli di grandi non disaggregati
5	bassa	solo frammenti piccoli disaggregati e torbidità dell'acqua rilevabile
6	molto bassa	disaggregazione completa e alta torbidità dell'acqua.

Stima della C.S.C. - si è usato il metodo di Blume (1990), sulla base della tessitura espressa in classi tessiturali USDA, quantità di sostanza organica, tipo di minerale dominante (minerali argillosi o materiale vulcanico) e pH (in CaCl₂).

Classe	Descrizione	Valori
1	molto bassa	<5 meq/100 g
2	bassa	5-10 meq/100 g
3	moderatamente bassa	10-15 meq/100 g

4	moderatamente alta	15-24 meq/100 g
5	alta	24-50 meq/100 g
6	molto alta	>50 meq/100g

Stima della saturazione in basi – si è usato il metodo di stima di Siebe *et al.* (1996) sulla base della tessitura USDA, contenuto in S.O. e pH (in CaCl₂).

Classe	Descrizione	Valore %
1	molto bassa	< 35
2	bassa	35-50
3	moderatamente alta	50-60
4	alta	60-80
5	molto alta	>80

Stima del K di erodibilità - è stato utilizzato il metodo previsto dal Soil Survey Manual del NRSC, riducendo a 7 le 14 classi del valore del fattore K, ottenuto sperimentalmente utilizzando il nomogramma di erodibilità dei suoli di W. H. Wischmeier che integra le relazioni fra il fattore K e cinque proprietà del suolo: percentuale di limo+sabbia molto fine, percentuale restante di sabbia, contenuto di sostanza organica, struttura e permeabilità.

Valori	Erodibilità	Classe
0.02-0.075	Nulla	1
0.075-0.16	Molto bassa	2
0.16-0.22	Bassa	3
0.22-0.30	Moderata	4
0.30-0.40	Media	5
0.40-0.52	Alta	6
0.52-0.64	Molto alta	7

Stima del Drenaggio - Si riferisce alla frequenza e alla durata del periodo di saturazione totale o parziale del suolo durante il periodo di crescita delle piante.

Tipo	Descrizione	Classe
Rapido	L'acqua è rimossa dal suolo molto rapidamente. I suoli hanno comunemente tessitura grossolana (sabbiosa o sabbioso-franca) e sono molto superficiali o superficiali. Sono suoli generalmente privi di caratteri di idromorfia e con conduttività idraulica molto elevata.	1
Moderatamente rapido	L'acqua è rimossa dal suolo rapidamente I suoli hanno comunemente tessitura grossolana (sabbioso-franca o franco-sabbiosa grossolana) e sono superficiali. Sono suoli soggetti saltuariamente a deficit idrico stagionale, sono generalmente privi di caratteri di idromorfia e con conduttività idraulica elevata.	2

Buono	L'acqua è rimossa dal suolo prontamente ed è disponibile per le piante per la maggior parte della stagione di crescita senza che si verifichino eccessi di umidità limitanti per lo sviluppo vegetale. Suoli generalmente privi di caratteri di idromorfia e con conduttività idraulica moderatamente elevata.	3
Mediocre	L'acqua è rimossa dal suolo lentamente in alcuni periodi dell'anno. I suoli sono bagnati soltanto per un breve periodo durante la stagione di crescita delle piante. Sono presenti caratteri di idromorfia negli orizzonti profondi. Permeabilità moderatamente bassa e/o falda superficiale in alcuni periodi dell'anno.	4
Lento	L'acqua è rimossa lentamente, cosicché il suolo è bagnato per periodi significativi durante la stagione di crescita delle piante. L'umidità limita lo sviluppo delle colture. Permeabilità bassa e/o falda superficiale in alcuni periodi dell'anno. Elevata presenza di caratteri di idromorfia negli orizzonti profondi e moderata presenza nell'orizzonte superficiale.	5
Molto lento	L'acqua è rimossa così lentamente che il suolo è saturo periodicamente durante la stagione di crescita delle piante o rimane bagnato per lunghi periodi. La falda giunge spesso in superficie o in prossimità di essa. Gli strati sottostanti il franco di coltivazione non sono comunque permanentemente saturi. L'umidità limita notevolmente lo sviluppo delle colture. Abbondante presenza di caratteri di idromorfia anche nello strato superficiale.	6
Impedito	L'acqua è rimossa dal suolo così lentamente da permanere in superficie durante la maggior parte del periodo di crescita delle piante. I suoli sono generalmente posti su superfici depresse, frequentemente impaludate e normalmente presentano la predominanza dei fenomeni di riduzione del ferro su quelli di ossidazione con conseguente colorazione grigiastra anche nell'orizzonte superficiale.	7

2.3 La Capacità d'Uso dei suoli (Land Capability Classification)

La Land Evaluation è uno strumento che utilizza le opportunità e limitazioni riscontrate nel territorio e si propone di tradurre la totalità delle informazioni ricevute in una forma fruibile in forma immediata da chiunque operi su di esso.

Con il termine di Land Capability si intende il potenziale delle terre alle generiche utilizzazioni agricole, forestali e naturalistiche. Ci si aspetta quindi che le terre con le capacità d'uso più elevate (classi più basse) permettano un uso intensivo per un ragionevole lasso di tempo e per tipi di utilizzazioni (con un uso sostenibile). In tabella 5 si ha una rappresentazione schematica del rapporto tra classe di capacità d'uso e tipologia di attività effettuabile:

AUMENTO intensità d'uso del territorio →										
↓ AUMENTO delle limitazioni e dei rischi	Classi di Capacità d'Uso	Usi								
		Ambiente naturale	Forestazione	Pascolo			Agricoltura			
				limitato	moderato	intensivo	limitata	moderata	intensiva	molto intensiva
RIDUZIONE dell'adattamento e della libertà di scelta degli usi	I									
	II									
	III									
	IV									
	V									
	VI									
	VII									
	VIII									

Tabella 5 - Land Capability e tipi d'uso effettuabili

La classificazione prevede tre livelli di suddivisione del territorio: classi, sottoclassi e unità.

	CLASSI	SOTTOCLASSI	UNITÀ
ARABILI	I		
	II	II e	
	III	II w	II w-1
	IV	II s	II w-2
		II c	II w-3
		II es	
		etc.	
NON ARABILI	V		
	VI		
	VII		
	VIII		

Tabella 6 – Livelli della Land Capability Classification

Per la classificazione del territorio in esame si è operato sino al secondo livello di classificazione (Classi, Sottoclassi); sono state pertanto identificate le principali limitazioni riscontrate a livello pedologico durante i rilevamenti e si è riportata l'informazione a livello cartografico.

Nella Classificazione di Capacità d'Uso dei Suoli sono presenti 8 classi, distinte in due gruppi in base al numero e alla severità delle limitazioni: le prime 4 comprendono i suoli idonei alle coltivazioni (suoli arabili), mentre le altre 4 raggruppano i suoli non idonei (suoli non arabili). Le Classi evidenziano un grado di limitazione generale crescente. Ciascuna classe può riunire una o più sottoclassi in funzione del tipo di limitazione d'uso presentata (erosione, eccesso idrico, limitazioni climatiche, limitazioni nella zona di radicamento) e, a loro volta, queste possono essere suddivise in unità non prefissate, ma riferite alle particolari condizioni fisiche del suolo o alle caratteristiche del territorio.

- **Classe I:** suoli senza o con modestissime limitazioni o pericoli di erosione, molto profondi, quasi sempre livellati, facilmente lavorabili; sono necessarie pratiche per il mantenimento della fertilità e della struttura; possibile un'ampia scelta delle colture;
- **Classe II:** suoli con modeste limitazioni e modesti pericoli di erosione, moderatamente profondi, pendenze leggere, occasionale erosione o sedimentazione; facile lavorabilità; possono essere necessarie pratiche speciali per la conservazione del suolo e delle potenzialità; ampia scelta delle colture;
- **Classe III:** suoli con severe limitazioni e con rilevanti rischi per l'erosione, pendenze da moderate a forti, profondità modesta, necessarie pratiche speciali per proteggere il suolo dall'erosione; moderata scelta delle colture;
- **Classe IV:** suoli con limitazioni molto severe e permanenti, notevoli pericoli di erosione se coltivati per pendenze notevoli anche con suoli profondi, o con pendenze moderate ma con suoli poco profondi; scarsa scelta delle colture, e limitata a quelle idonee alla protezione del suolo;
- **Classe V:** non coltivabili o per pietrosità e rocciosità o per altre limitazioni; pendenze moderate o assenti, leggero pericolo di erosione, utilizzabili con foresta o con pascolo razionalmente gestito;
- **Classe VI:** non idonei alle coltivazioni, moderate limitazioni per il pascolo e la selvicoltura; il pascolo deve essere regolato per non distruggere la copertura vegetale; moderato pericolo di erosione;
- **Classe VII:** limitazioni severe e permanenti, forte pericolo di erosione, pendenze elevate, morfologia accidentata, scarsa profondità idromorfia, possibili il bosco od il pascolo da utilizzare con cautela;
- **Classe VIII:** limitazioni molto severe per il pascolo ed il bosco a causa della fortissima pendenza, notevolissimo il pericolo di erosione; eccesso di pietrosità o rocciosità, oppure alta salinità, etc.

Le Sottoclassi sono identificate da una lettera minuscola che segue il numero romano della classe e sono le seguenti:

- **Sottoclasse s** (limitazioni dovute al suolo): include limitazioni alla zona di radicamento, limitazioni legate a tessitura, scheletro e pietrosità o rocciosità superficiale, scarso spessore, bassa capacità di campo, fertilità scarsa e difficile da correggere, salinità e sodicità eccessivi;
- **Sottoclasse w** (limitazioni dovute all'eccesso idrico): suoli nei quali la limitazione o il rischio principale è dovuto all'eccesso di acqua. Sono suoli con problemi di drenaggio, eccessivamente umidi, interessati da falde molto superficiali, ma anche con un rischio di inondazione;
- **Sottoclasse e** (limitazioni legate all'erosione e al rischio di ribaltamento di macchine agricole): suoli nei quali la limitazione o il rischio principale è la suscettività all'erosione (idrica o di massa), attuale, potenziale o pregressa, ma anche i fattori morfologici, come per esempio l'eccessiva pendenza, l'asperità delle forme, etc.
- **Sottoclasse c** (limitazioni dovute al clima): individua zone nelle quali il clima è il rischio o la limitazione maggiore. Sono zone soggette a venti dominanti, temperature sfavorevoli, o altre interferenze climatiche (es. aree cacuminali, aree costiere, ecc.)

Infine, le Unità di Capacità d'Uso sono costituite da un insieme di unità cartografiche assegnabili agli stessi livelli di capacità e di limitazioni e, pertanto, soggette ad analoga gestione. Nell'ambito di una singola Unità di Capacità, i suoli possono essere adibiti alle stesse colture, richiedono analoghi provvedimenti di conservazione e gestione e presentano potenziali produttivi confrontabili. Esse sono utilizzabili a scala aziendale o in caso di rilevamenti di dettaglio.

2.4 La Suscettività d'Uso dei suoli (Land Suitability Evaluation)

La Land Suitability Evaluation è una procedura di valutazione e classificazione del territorio, introdotta dalla FAO alla fine degli anni settanta, che consiste nel determinare l'attitudine di una data zona ad uno specifico uso, in altre parole la sua suscettività a quell'uso. La procedura si basa sui seguenti principi:

- l'attitudine del territorio deve riferirsi ad un uso specifico;
- la valutazione richiede una comparazione tra gli investimenti (inputs) necessari per i vari tipi d'uso del territorio ed i prodotti ottenibili (outputs);
- la valutazione deve confrontare vari usi alternativi;
- l'attitudine deve tenere conto dei costi per evitare la degradazione del suolo;
- la valutazione deve tenere conto delle condizioni fisiche, economiche e sociali;
- la valutazione richiede un approccio multidisciplinare.

Alla base del metodo è posto, dunque, 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 e permanente delle qualità del territorio.

Una volta individuati gli usi (ad esempio un rimboschimento meccanizzato e con più specie vegetali), è necessario conoscere i cosiddetti "requisiti d'uso" e conoscere le "qualità o "caratteristiche del territorio".

Il primo passo, quindi, è mirato ad accertare quali caratteristiche siano destinate ad assumere una certa rilevanza, ad accertare se possano essere misurate o stimate senza difficoltà, ed in seguito a procedere alla loro stima attraverso i rilevamenti in campo. Dette caratteristiche comprendono, oltre i caratteri del suolo (granulometria, pH, etc.), anche quelli del clima (temperatura, piovosità, direzione ed intensità del vento), i caratteri morfologici (pendenza, stabilità), idrologici e quant'altro possa essere utile alla definizione della suscettività d'uso delle unità territoriali.

La metodologia pone a confronto le caratteristiche del territorio con le varie forme di utilizzazione individuate (nel caso specifico con le varie specie scelte per gli interventi di rinaturalizzazione), al fine di selezionare quelle ottimali per ciascuna area. Tale confronto avviene attraverso note col nome di "*matching tables*", in cui da un lato vengono elencate le caratteristiche misurate e dall'altro i requisiti dell'uso fissati da precise scale di valori. Il risultato finale di tale confronto viene espresso in termini di Suitability (attitudine o suscettività), ovvero di idoneità di un data porzione di territorio per uno specifico tipo d'uso. Tale suscettività non può essere espressa in valore assoluto, ma come classe o grado di suitability. Secondo il modello della FAO, la classificazione è articolata in ordini, classi, sottoclassi ed unità.

Sono presenti due Ordini (S, N) e 5 classi di suscettività, da S1 ad N2, e la loro suddivisione avviene secondo gradi di severità crescenti, o gradi di limitazione, rispetto all'uso. Le Sottoclassi non hanno una codifica ufficiale ma vi sono lettere che, per consuetudine, vengono utilizzate nell'indicare le limitazioni più frequenti. Le Unità di Attitudine (nei rilievi di dettaglio), sono espresse da numeri arabi e sono concettualmente analoghe alle Unità di Capacità d'Uso.

ORDINI	CLASSI	GRADO DI SUSCETTIVITÀ
S	S1	Altamente suscettivo
	S2	Moderatamente suscettivo
	S3	Scarsamente suscettivo
N	N1	Attualmente non suscettivo
	N2	Permanentemente non suscettivo

Tabella 7 – La Classificazione della Suscettività d'Uso

Ordini

S adatto (Suitable): comprende i territori per i quali l'uso considerato produce dei benefici che giustificano gli investimenti necessari, senza inaccettabili rischi per la conservazione delle risorse naturali.

N non adatto (Not Suitable): comprende i territori con qualità che precludono il tipo d'uso ipotizzato. La preclusione può essere causata da una impraticabilità tecnica dell'uso proposto o, più spesso, da fattori economici sfavorevoli.

Classi

Riflettono il grado di attitudine di un territorio ad un uso specifico.

- **S1 (Highly Suitable):** territori senza significative limitazioni per l'applicazione dell'uso proposto o con limitazioni di poca importanza che non riducano significativamente la produttività e i benefici, o non aumentino i costi previsti. I benefici acquisiti con un determinato uso devono giustificare gli investimenti, senza rischi per le risorse.
- **S2 (Moderately Suitable):** territori con limitazioni moderatamente severe per l'applicazione dell'uso proposto e tali comunque da ridurre la produttività e i benefici, e da incrementare i costi entro limiti accettabili. I territori avranno rese inferiori rispetto a quelle dei territori della classe precedente.
- **S3 (Marginally Suitable):** territori con severe limitazioni per l'uso intensivo prescelto. La produttività e i benefici saranno così ridotti e gli investimenti richiesti incrementati a tal punto che questi costi saranno solo parzialmente giustificati.
- **N1 (Currently not Suitable):** territori con limitazioni superabili nel tempo, ma che non possono essere corrette con le conoscenze attuali e con costi accettabili.
- **N2 (Permanently not Suitable):** territori con limitazioni così severe da precludere qualsiasi possibilità d'uso.

Le Sottoclassi sono identificate da una lettera minuscola che segue il numero romano della classe e sono le seguenti:

- **sottoclasse c:** difficoltà di attuare misure di conservazione del suolo;
- **sottoclasse d:** difficoltà di drenaggio;
- **sottoclasse e:** rischio di erosione;
- **sottoclasse l:** ubicazione svantaggiata;

- **sottoclasse m:** deficit idrico;
- **sottoclasse n:** deficit o eccesso di sostanze nutritive;
- **sottoclasse p:** presenza di fitopatologie;
- **sottoclasse q:** ostacoli alla meccanizzazione;
- **sottoclasse r:** difficoltà di radicamento;
- **sottoclasse t:** regime di temperatura non favorevole;
- **sottoclasse w:** eccesso di acqua;
- **sottoclasse z:** presenza di salinità e/o sodicità.

Le Unità di Attitudine delle Terre sono costituite, analogamente alle Unità di Capacità d'Uso, da un insieme di unità cartografiche assegnabili agli stessi livelli di attitudine e di limitazioni e, pertanto, soggette ad analoga gestione. Nell'ambito di una singola Unità di Attitudine, i suoli possono essere adibiti alle stesse utilizzazioni, richiedono analoghi provvedimenti di conservazione o gestione e presentano potenziali produttivi confrontabili.

Tale metodologia, come è noto, è stata messa a punto per la valutazione del territorio a fini agro-silvo-pastorali, ma non mancano esempi di applicazione ad altri campi delle attività antropiche differenti da quelle agricole.

Il processo di valutazione attitudinale ai rimboschimenti meccanizzati e gli schemi proposti per il territorio di oggetto di indagine, non considerano il territorio in senso globale, ma solo nella componente suolo/morfologia e rappresentano, quindi, una parte dell'analisi multidisciplinare richiesta dalla metodologia della Land Suitability.

2.5 Tipologie pedologiche potenzialmente presenti

2.5.1 Entisuoli (*Leptosols* e *Regosols*)

Sono suoli poco evoluti, con spessori debolmente sviluppati nelle aree acclivi e in quelle sommitali, o in quelle alluvionali; hanno generalmente un profilo di tipo A-C o A-R. Lo stato di immaturità del loro profilo, nell'ambiente in esame, può essere ascrivibile a numerose cause: tempo di pedogenesi troppo breve, assetto morfologico (elevata pendenza ed erosione sui versanti o continui apporti a valle), caratteristiche litologiche del substrato (resistenza all'alterazione o scarso grado di coesione), condizioni climatiche (talora eccessivamente aride), intervento dell'uomo (rimaneggiamento o rimescolamento per usi agro-pastorali e forestali).

A livello di Sottordine e Grande Gruppo, nei settori più acclivi e svantaggiati sono presenti solamente gli Xerorthents ovvero Entisuoli di spessore relativamente scarso con regime di umidità del suolo di tipo xerico (potenzialmente udico alle quote più elevate). Solo a valle in prossimità dei corsi d'acqua, possono essere osservati, in aree a pendenza < 2,5%, lembi di Xerofluvents, ovvero Entisuoli di spessore relativamente elevato, a causa di vari apporti detritici alluvionali olocenici o attuali, con regime di umidità del suolo per lo più di tipo xerico. A livello di Sottogruppo, nelle aree oggetto di indagine, si possono riscontrare le seguenti tipologie principali:

LITHIC XERORTHENTS: sono caratterizzati dalla presenza di un contatto poco profondo con la roccia dura dalla superficie del suolo, spesso entro i primi 25 cm., ma generalmente entro 25-50 cm. Talora presentano una certa discontinuità nella variazione laterale degli orizzonti a causa degli affioramenti del substrato e dei fenomeni erosivi e si rinvencono, pertanto, con profilo troncato o con orizzonti di superficie molto sottili. Lo scarso sviluppo del profilo è sempre ricollegabile alle condizioni morfologiche e/o di copertura vegetale sfavorevoli, come l'eccessiva pendenza dei versanti con macchia degradata o lacunosa e la presenza di abbondanti affioramenti rocciosi. Sono osservabili soprattutto nei settori più aspri (aree sommitali, aree di cresta e dorsali convesse) ad esempio in tasche di terra fine su rocce alterate e fratturate.

TYPIC XERORTHENTS: non si discostano molto dai precedenti, sia nelle caratteristiche fisiche sia per le morfologie in cui si rinvencono, tuttavia la profondità del loro contatto con la roccia madre è superiore ai 50 cm; possono ritrovarsi su superfici con scarso grado di copertura vegetale, ma anche su versanti interessati da una macchia più fitta e da rimboschimenti o in aree di accumulo di materiale detritico più o meno grossolano.

Sono osservabili soprattutto sui versanti, sotto varie tipologie di copertura vegetale e, in misura minore, sui versanti a valle degli affioramenti rocciosi, nei settori con vegetazione erbacea più fitta in cui il più rapido turnover della sostanza organica consente di avere una fertilità del suolo relativamente più elevata.

DYSTRIC XERORTHENTS: simili ai precedenti, si differenziano per una bassa saturazione in basi (<60%), carattere chimico che ne determina la scarsa fertilità. Sono più probabili sui substrati metamorfici, ben rappresentati nell'area di indagine. Si riscontrano su versanti a pendenze variabili, ricoperti generalmente da una vegetazione arbustiva di degradazione o da rimboschimenti di conifere, la cui lettiera piuttosto acida è mineralizzabile con maggiore difficoltà e in cui si è avuta una progressiva desaturazione del suolo.

TYPIC XEROFLUENTS: sono potenzialmente osservabili sulle alluvioni oloceniche, peraltro scarsamente rappresentate nell'area di interesse. Si tratta di suoli debolmente sviluppati, di spessore scarso o moderatamente elevato, generalmente ricchi di scheletro, ben drenati, che ricoprono i substrati alluvionali e che sono confinati in aree limitate e prossime ai corsi d'acqua. Sono pertanto associati agli apporti detritici sovrapposti e continuati dei corsi d'acqua quale fattore limitante la loro evoluzione.

2.5.2 Inceptisuoli (Cambisols e Umbrisols)

Sono suoli geneticamente più evoluti degli Entisuoli, ma mostrano un profilo ancora immaturo che può essere ascrivibile, anche nel loro caso, alla brevità del tempo di pedogenesi o a cause morfologiche e litologiche (ringiovanimento del profilo per processi d'erosione su forme instabili, substrato resistente all'alterazione, scarso drenaggio superficiale per la presenza di un substrato impermeabile).

Sono caratterizzati da un profilo A-Bw-C o A-Bw-R, in cui l'evoluzione limitata comporta in molti casi alla formazione di un orizzonte cambico (Bw), ossia di un orizzonte di alterazione in situ in cui sono contenute ancora significative quantità di minerali alterabili.

A livello di Sottordine e Grande Gruppo, sono presenti nell'area di indagine gli Haploxerepts e, soprattutto, i Dystroxerepts: i primi sono Inceptisuoli classici, senza particolari caratteri di distinzione, mentre i secondi sono caratterizzati da un basso grado di saturazione in basi (< 60%) e pertanto da una scarsa fertilità. In entrambe i casi il regime di umidità del suolo è di tipo xerico, più frequente nel territorio. Meno frequenti, in quanto presenti soprattutto nelle aree a copertura vegetale più stabile ed evoluta, sono gli Humixerepts, caratterizzati dalla presenza di un epipedon "umbrico".

A livello di Sottogruppo, nelle aree oggetto di indagine, si possono riscontrare le seguenti tipologie principali, di seguito denominate secondo il sottordine "Xerico", ma potenzialmente presenti con il sottordine Udico:

LITHIC HAPLOXEREPTS: sono caratterizzati dall'avere un contatto con la roccia dura ad una scarsa profondità (generalmente entro 25-50 cm.) e sono maggiormente diffusi sulle superfici acclivi e movimentate. Lo scarso sviluppo del profilo è sempre legato alle condizioni morfologiche e/o di copertura vegetale mediamente evoluta, con presenza di roccia dura sub-superficiale. Tali suoli possono derivare anche dalla degradazione del sottogruppo Typic per effetto dell'erosione.

Sono osservabili soprattutto nei versanti più acclivi, prevalentemente sugli affioramenti rocciosi in prossimità delle aree sommitali e delle aree di cresta.

HUMIC LITHIC HAPLOXEREPTS: suoli simili ai precedenti, per scarsa profondità, ma con presenza di un orizzonte di superficie scuro, tipico di aree forestali a densità elevata.

LITHIC DYSTROXEREPT: suoli simili ai precedenti, per scarsa profondità, che presentano una scarsa saturazione in basi (<60%) caratteristica del sottogruppo. Sono maggiormente diffusi sulle superfici acclivi e movimentate. Lo scarso sviluppo del profilo è spesso legato alle condizioni morfologiche e/o di copertura vegetale mediamente evoluta, con presenza di roccia dura sub-superficiale.

TYPIC HAPLOXEREPTS: la profondità del loro contatto con la roccia madre è superiore ai 50 cm; possono ritrovarsi su superfici a scarsa copertura vegetale, ma anche su versanti interessati da una macchia più densa.

Sono osservabili soprattutto sui versanti semplici, sotto tipologie di copertura vegetale relativamente più evoluta. Sono più frequenti sui substrati metamorfici, ma riscontrabili anche sui bassi versanti di substrati carbonatici e altre litologie.

HUMIC HAPLOXEREPTS: suoli simili ai precedenti ma con presenza di un orizzonte di superficie scuro, tipico di aree forestali a densità elevata.

TYPIC HUMIXEREPT: suoli simili ai precedenti ma con presenza di un epipedon umbrico, tipico di aree forestali a densità elevata.

ENTIC HUMIXEREPT: suoli simili ai precedenti, con presenza di un epipedon umbrico o mollico, ma privi di un orizzonte cambico.

TYPIC DYSTROXEREPT: suoli simili ai precedenti che presentano una scarsa saturazione in basi (<60%) caratteristica del sottogruppo. Sono abbastanza omogeneamente diffusi sia sui substrati metamorfici, nelle aree di medio e basso versante e con tipologie vegetazionali degradate o in evoluzione, generalmente in associazione con i Dystric Xerorthents.

HUMIC DYSTROXEREPT: suoli simili ai precedenti ma con presenza di un orizzonte di superficie scuro, tipico di aree forestali a densità elevata.

2.5.3 Mollisuoli (*Mollic Umbrisols, Cambisols, Leptosols...*)

Si tratta di suoli caratterizzati dalla presenza di un orizzonte superficiale denominato "mollico", con struttura soffice e porosa, di colore scuro, ricco di sostanza organica e con saturazione in basi elevata. Sono terreni con elevata fertilità, quindi molto produttivi, dove si riscontra una intensa attività biologica, con profilo di tipo A-Bw-(o Bt)-C.

Si incontrano soprattutto nei settori carbonatici con il grandi gruppo degli Haploxerolls (o Hapludolls a quote maggiori e sotto foresta climacica di leccio).

LITHIC HAPLOXEROLLS: sono mollisuoli caratterizzati dall'avere un contatto con la roccia dura ad una scarsa profondità (generalmente entro 25-50 cm.) e sono maggiormente diffusi sulle superfici acclivi e movimentate. Lo scarso sviluppo del profilo è sempre legato alle condizioni morfologiche e/o di copertura vegetale mediamente evoluta, con presenza di roccia dura sub-superficiale. Tali suoli possono derivare anche dalla degradazione del sottogruppo Typic per effetto dell'erosione.

Sono osservabili soprattutto nei versanti più acclivi, prevalentemente sugli affioramenti rocciosi in prossimità delle aree carbonatiche sommitali e delle aree di cresta.

LITHIC ULTIC HAPLOXEROLLS: suoli come sopra, con contatto lithico entro i 50 cm, e con una saturazione in basi inferiore al 75%.

TYPIC HAPLOXEROLLS: la profondità del loro contatto con la roccia madre è superiore ai 50 cm; possono ritrovarsi su superfici a scarsa copertura vegetale, ma anche su versanti e superfici interessati da una macchia più densa o boschi climacici. Sono osservabili soprattutto sui versanti semplici, sotto tipologie di copertura vegetale relativamente più evoluta. Sono più frequenti sui substrati carbonatici, ma riscontrabili anche sui bassi versanti di substrati metamorfici.

TYPIC ARGIUOLLS: sono mollisuoli con regime udico caratterizzati dall'avere un orizzonte argillico.

2.5.4 Alfisuoli (*Acrisols*, *Lixisols* e *Luvisols*)

Il carattere diagnostico principale degli Alfisuoli è costituito dalla presenza di un orizzonte denominato argillico (Bt), creato con l'accumulo di argilla illuviale proveniente dagli orizzonti sovrastanti. Questi suoli sono caratterizzati da una evoluzione pedogenetica più accentuata, da una età generalmente più matura, rispetto agli ordini precedentemente descritti, e dalla presenza di alterazioni pedogenetiche. Nei casi osservati e descritti sono caratterizzati da un profilo A-Bw-Bt-C, con differenti caratteristiche dell'orizzonte Bt.

Si ritrovano sui depositi di accumulo detritici di materiale già parzialmente alterato, all'interno dei quali è avvenuta, la migrazione dell'argilla verso il basso, con conseguente formazione di un orizzonte diagnostico con accumulo illuviale di argilla (orizzonte argillico Bt). Negli alfisoli più evoluti, tale illuviazione è generalmente avvenuta durante l'alternanza (in tempi geologici) di periodi caldo-umidi e asciutti, in particolare sotto l'influenza di climi di tipo tropicale, durante le fasi interglaciali del Pleistocene.

Nell'area del complesso forestale costituiscono, per la loro scarsità, delle vere e proprie inclusioni, mentre trovano larga diffusione nelle aree pedemontane e di pianura.

A livello di Sottordine e Grande Gruppo, sono stati osservati solamente gli Haploxeralfs, ovvero alfisoli con regime di umidità del suolo di tipo xerico, di formazione relativamente più recente rispetto a quelli delle aree di pianura, ma con una pedogenesi abbastanza evoluta da presentare accumuli di argilla in profondità.

A livello di Sottogruppo, nelle aree oggetto di indagine, si possono riscontrare le seguenti tipologie principali:



INCEPTIC HAPLOXEROLF: suoli che non presentano una pedogenesi spinta, ma sono relativamente profondi e caratterizzati da una fertilità scarsa. Il loro principale elemento diagnostico è dato da un orizzonte profondo arricchito in limi e argilla, e pertanto presentano ancora diverse similitudini con gli inceptisuoli.

Sono osservabili sui detriti di falda di raccordo con il fondovalle o alla base dei versanti.

TYPIC HAPLOXERalf: suoli che presentano una pedogenesi maggiore rispetto ai precedenti, sono caratterizzati da una discreta profondità e da una fertilità scarsa. Sono suoli nei quali lo sviluppo dell'orizzonte argillico ed il caratteristico colore rossastro sono condizionati dall'interazione tra clima, morfologia e il tempo di evoluzione.

2.6 Suoli descritti

PROFILO N.	:	01
DATA	:	22/04/2013
COMUNE E PROVINCIA	:	Seui (Ogliastra)
LOCALITÀ	:	Maccutta
QUOTA	:	895 m. s.l.m.
PENDENZA	:	30%
ESPOSIZIONE	:	ENE 70°
SUBSTRATO	:	Filladi grigie del Gennargentu (unità litologica GEN)
FISIOGRAFIA	:	Medio versante
PIETROSITÀ	:	35%
ROCCIOSITÀ	:	0%
DRENAGGIO	:	Buono
EROSIONE	:	Assente
VEGETAZIONE	:	Rimboschimento di conifere (pino marittimo prevalente)

A	
Da 0 a 15 cm. Limite chiaro, ad andamento lineare. Colore 7,5YR 3/4; umido. Tessitura FS. Scheletro 15% spigoloso, di dimensioni medie e grossolane. Struttura poliedrica subangolare fine di grado moderato. Consistenza friabile. Porosità abbondante con pori da molto piccoli a grandi. Radici comuni, molto fini e medie. Attività biologica comune. Non calcareo. Ben drenato.	
Bw	
Da 15 a 59 cm. Limite chiaro, andamento lineare. Colore 7,5YR 5/4; umido. Tessitura FS. Scheletro 25% spigoloso, di dimensioni minute e medie. Struttura poliedrica subangolare media di grado moderato. Consistenza resistente. Porosità comune con pori piccoli e medi. Radici comuni, fini e grossolane. Attività biologica scarsa. Non calcareo. Ben drenato.	
C	
Da 59 a 110 cm. Limite N.D. Colore 7,5YR 6/4; umido. Tessitura SF. Scheletro 60% spigoloso, di dimensioni da minute a grossolane. Massivo. Consistenza N.D. Porosità scarsa con pori piccoli. Radici scarse, grossolane. Attività biologica assente. Non calcareo. Ben drenato.	
Classificazione USDA 2010:	Typic Dystroxerept
Classificazione WRB 2007:	Haplic Cambisol (Dystric)
Sensibilità all'incrostamento superficiale potenziale	Classe 1 (non incrostante)
Contenuto in sostanza organica	Classe 2 (comune)
Capacità di accettazione delle piogge	Classe 2 (alta)
Stima AWC	Classe 3 (moderata)
Stima della stabilità degli aggregati	Classe 4 (moderata)
Stima della C.S.C.	Classe 4 (moderatamente alta)
Stima della saturazione in basi	Classe 2 (bassa)
Stima del K di erodibilità	Classe 4 (moderata)
Stima del drenaggio	Classe 3 (buono)
Classe di Capacità d'uso	VIs
Suscettività ai rimboschimenti	N2
Rischio ambientale di erosione	RAE = 0,19 (Classe tra 0,1 e 0,2)

PROFILO N.	:	02
DATA	:	22/04/2013
COMUNE E PROVINCIA	:	Seui (Ogliastra)
LOCALITÀ	:	Rio Ermolinu
QUOTA	:	790 m. s.l.m.
PENDENZA	:	37%
ESPOSIZIONE	:	SW 218°
SUBSTRATO	:	Filladi grigie del Gennargentu (unità litologica GEN)
FISIOGRAFIA	:	Basso versante
PIETROSITÀ	:	40%
ROCCIOSITÀ	:	2%
DRENAGGIO	:	Buono
EROSIONE	:	Assente
VEGETAZIONE	:	Bosco ceduo a prevalenza di leccio



A
Da 0 a 22 cm. Limite chiaro, ad andamento lineare. Colore 10YR 2/1; umido. Tessitura F. Scheletro 20% spigoloso, di dimensioni minute. Struttura granulare molto fine di grado moderato. Consistenza friabile. Porosità molto abbondante con pori da molto piccoli a grandi. Radici comuni, molto fini. Attività biologica abbondante. Non calcareo. Ben drenato.

Bw
Da 22 a 38 cm. Limite chiaro, andamento lineare. Colore 10YR 3/6; umido. Tessitura FS. Scheletro 25% spigoloso, di dimensioni minute e medie. Struttura poliedrica subangolare media di grado moderato. Consistenza resistente. Porosità abbondante con pori piccoli e medi. Radici comuni, fini. Attività biologica comune. Non calcareo. Ben drenato.

BC
Da 38 a 86 cm. Limite abrupto, andamento lineare. Colore 10YR 5/4; umido. Tessitura FS. Scheletro 37% spigoloso, di dimensioni minute e medie. Struttura poliedrica subangolare media di grado moderato. Consistenza resistente. Porosità scarsa con pori piccoli e medi. Radici scarse, fini e medie. Attività biologica assente. Non calcareo. Ben drenato.

C
Da 86 a 150 cm. Limite N.D. Colore 10YR 6/4; umido. Tessitura SF. Scheletro 85% spigoloso, di dimensioni da minute a grossolane. Consistenza N.D. Porosità scarsa con pori piccoli. Radici scarse, medie. Attività biologica assente. Non calcareo. Ben drenato.

Classificazione USDA 2010:	Humic Dystroxerept
Classificazione WRB 2007:	Haplic Umbrisol (Dystric)

Sensibilità all'incrostamento superficiale potenziale	Classe 1 (non incrostante)
Contenuto in sostanza organica	Classe 3 (abbondante)
Capacità di accettazione delle piogge	Classe 2 (alta)
Stima AWC	Classe 3 (moderata)
Stima della stabilità degli aggregati	Classe 4 (moderata)
Stima della C.S.C.	Classe 4 (moderatamente alta)
Stima della saturazione in basi	Classe 2 (bassa)
Stima del K di erodibilità	Classe 4 (moderata)
Stima del drenaggio	Classe 3 (buono)
Classe di Capacità d'uso	VIIIIs
Suscettività ai rimboschimenti	N2
Rischio ambientale di erosione	RAE = 0,27 (Classe tra 0,2 e 0,3)

PROFILO N.	:	03
DATA	:	22/04/2013
COMUNE E PROVINCIA	:	Seui (Ogliastra)
LOCALITÀ	:	Perdu Pudda
QUOTA	:	905 m. s.l.m.
PENDENZA	:	18%
ESPOSIZIONE	:	S 195°
SUBSTRATO	:	Porfidi quarziferi (unità litologica pa)
FISIOGRAFIA	:	Medio versante
PIETROSITÀ	:	45%
ROCCIOSITÀ	:	1%
DRENAGGIO	:	Buono
EROSIONE	:	idrica laminare di grado moderato
VEGETAZIONE	:	vegetazione erbacea a prevalenza di asfodelo, con macchia rada a cisto



A	
Da 0 a 55 cm. Limite chiaro, ad andamento lineare. Colore 5YR 5/6; umido. Tessitura FL. Scheletro 8% spigoloso, di dimensioni minute. Struttura poliedrica subangolare fine, di grado moderato. Consistenza resistente. Porosità abbondante con pori da molto piccoli a medi. Radici comuni, molto fini. Attività biologica comune. Non calcareo. Ben drenato.	
C/R	
Da 55 cm. Limite N.D. Colore 7,5YR 6/4; umido. Tessitura FL. Scheletro 85% spigoloso, di dimensioni da minute a grossolane. Consistenza N.D. Porosità scarsa con pori piccoli. Radici scarse, medie. Attività biologica assente. Non calcareo. Ben drenato.	
Classificazione USDA 2010:	Typic Xerorthent
Classificazione WRB 2007:	Endoleptic Regosol (Dystric)
Sensibilità all'incrostamento superficiale potenziale	Classe 2 (moderatamente incrostante)
Contenuto in sostanza organica	Classe 1 (scarsa)
Capacità di accettazione delle piogge	Classe 4 (bassa)
Stima AWC	Classe 1 (molto bassa)
Stima della stabilità degli aggregati	Classe 5 (bassa)
Stima della C.S.C.	Classe 3 (moderatamente bassa)
Stima della saturazione in basi	Classe 2 (bassa)
Stima del K di erodibilità	Classe 6 (alta)
Stima del drenaggio	Classe 2 (moderatamente rapido)
Classe di Capacità d'uso	VIIIs,e
Suscettività ai rimboschimenti	N2
Rischio ambientale di erosione	RAE = 0,29 (Classe tra 0,2 e 0,3)

PROFILO N.	:	04
DATA	:	22/04/2013
COMUNE E PROVINCIA	:	Seui (Ogliastra)
LOCALITÀ	:	Arrascialei
QUOTA	:	930 m. s.l.m.
PENDENZA	:	42%
ESPOSIZIONE	:	ENE 70°
SUBSTRATO	:	Filladi grigie del Gennargentu (unità litologica GEN)
FISIOGRAFIA	:	Medio versante
PIETROSITÀ	:	35%
ROCCIOSITÀ	:	2%
DRENAGGIO	:	Buono
EROSIONE	:	Assente
VEGETAZIONE	:	Lecceta con latifoglie decidue (<i>Ostrya carpinifolia</i>)



A
Da 0 a 28 cm. Limite chiaro, ad andamento lineare. Colore 7.5YR 2,5/2; umido. Tessitura FS. Scheletro 15% spigoloso, di dimensioni minute. Struttura granulare fine di grado moderato. Consistenza friabile. Porosità molto abbondante, con pori da molto piccoli a grandi. Radici comuni, molto fini e fini. Attività biologica abbondante. Non calcareo. Ben drenato.

BwC
Da 28 a 67 cm. Limite chiaro, andamento lineare. Colore 7.5YR 4/6; umido. Tessitura SF. Scheletro 45% spigoloso, di dimensioni minute e medie. Struttura poliedrica subangolare media di grado moderato. Consistenza resistente. Porosità abbondante, con pori piccoli e medi. Radici comuni, fini e medie. Attività biologica comune. Non calcareo. Ben drenato.

C/R
Da 67 a 130 cm. Limite N.D. Colore 5YR 5/6; umido. Tessitura SF. Scheletro 80% spigoloso, di dimensioni da medie a grossolane. Consistenza N.D. Porosità scarsa con pori piccoli. Radici scarse, medie e grossolane. Attività biologica assente. Non calcareo. Ben drenato.

Classificazione USDA 2010:	Humic Hapludept
Classificazione WRB 2007:	Haplic Umbrisol (Skeletal)

Sensibilità all'incrostamento superficiale potenziale	Classe 1 (non incrostante)
Contenuto in sostanza organica	Classe 3 (abbondante)
Capacità di accettazione delle piogge	Classe 2 (alta)
Stima AWC	Classe 3 (moderata)
Stima della stabilità degli aggregati	Classe 4 (moderata)
Stima della C.S.C.	Classe 4 (moderatamente alta)
Stima della saturazione in basi	Classe 2 (bassa)
Stima del K di erodibilità	Classe 4 (moderata)
Stima del drenaggio	Classe 3 (buono)
Classe di Capacità d'uso	VIII _s
Suscettività ai rimboschimenti	N2
Rischio ambientale di erosione	RAE = 0,22 (Classe tra 0,2 e 0,3)

PROFILO N.	:	05
DATA	:	22/04/2013
COMUNE E PROVINCIA	:	Seui (Ogliastra)
LOCALITÀ	:	Su Linnarbu
QUOTA	:	1005 m. s.l.m.
PENDENZA	:	28%
ESPOSIZIONE	:	NW 315°
SUBSTRATO	:	Successione sedimentaria Mesozoica-Calcarei e dolomie (unità litologica DOR)
FISIOGRAFIA	:	Medio versante
PIETROSITÀ	:	35%
ROCCIOSITÀ	:	15%
DRENAGGIO	:	Buono
EROSIONE	:	Assente
VEGETAZIONE	:	Lecceta mesofila



A	
Da 0 a 53 cm. Limite graduale, ad andamento lineare. Colore 10YR 2/1; umido. Tessitura F. Scheletro 10% spigoloso, di dimensioni minute. Struttura granulare molto fine di grado moderato. Consistenza friabile. Porosità molto abbondante, con pori da molto piccoli a grandi. Radici comuni, molto fini e fini. Attività biologica molto abbondante. Debolmente calcareo, sui granuli. Ben drenato.	
Bw/C	
Da 53 a 60 cm. Limite N.D. Colore 7.5YR 3/3; umido. Tessitura FL. Scheletro 25% spigoloso, di dimensioni medie. Struttura poliedrica subangolare media di grado moderato. Consistenza resistente. Porosità abbondante, con pori piccoli e medi. Radici comuni, fini e medie. Attività biologica comune. Debolmente calcareo, sui granuli. Ben drenato.	
Classificazione USDA 2010:	Pachic Hapludoll
Classificazione WRB 2007:	Mollic Umbrisol (Pachic)
Sensibilità all'incrostamento superficiale potenziale	Classe 1 (non incrostante)
Contenuto in sostanza organica	Classe 4 (molto abbondante)
Capacità di accettazione delle piogge	Classe 2 (alta)
Stima AWC	Classe 3 (moderata)
Stima della stabilità degli aggregati	Classe 2 (alta)
Stima della C.S.C.	Classe 6 (molto alta)
Stima della saturazione in basi	Classe 5 (molto alta)
Stima del K di erodibilità	Classe 2 (molto bassa)
Stima del drenaggio	Classe 3 (buono)
Classe di Capacità d'uso	VIIIs
Suscettività ai rimboschimenti	N2
Rischio ambientale di erosione	RAE = 0,11 (Classe tra 0,1 e 0,2)

PROFILO N.	:	06
DATA	:	23/04/2013
COMUNE E PROVINCIA	:	Seui (Ogliastra)
LOCALITÀ	:	Tintillioni 2
QUOTA	:	920 m. s.l.m.
PENDENZA	:	35%
ESPOSIZIONE	:	NNW 330°
SUBSTRATO	:	Deposito di versante - corpo di frana (unità litologica a1)
FISIOGRAFIA	:	Medio versante
PIETROSITÀ	:	55%
ROCCIOSITÀ	:	25%
DRENAGGIO	:	Buono
EROSIONE	:	Assente
VEGETAZIONE	:	Boschi mesofili a dominanza di <i>Ostrya carpinifolia</i> e leccio subordinato



A

Da 0 a 42 cm. Limite chiaro, ad andamento lineare. Colore 7.5YR 3/4; umido. Tessitura F. Scheletro 35%, subarrotondato e spigoloso, di dimensioni minute, medie e grossolane. Struttura poliedrica subangolare molto fine e fine di grado moderato. Consistenza friabile. Porosità molto abbondante con pori da molto piccoli a grandi. Radici comuni, molto fini e fini. Attività biologica abbondante. Debolmente calcareo. Ben drenato.

Bw/C

Da 42 a 65 cm. Limite chiaro, andamento ondulado. Colore 7.5YR 4/3; umido. Tessitura FS. Scheletro 45% spigoloso e subarrotondato, di dimensioni minute, medie e grossolane. Struttura poliedrica subangolare fine e media di grado moderato. Consistenza friabile. Porosità comune con pori piccoli e medi. Radici comuni, fini, medie e grossolane. Attività biologica scarsa. Debolmente calcareo. Ben drenato.

C₁

Da 65 a 190 cm. Limite chiaro. Colore 7.5YR 5/4; umido. Tessitura SF. Scheletro 85% spigoloso, di dimensioni da minute a grossolane. Massivo. Consistenza N.D. Porosità scarsa con pori piccoli. Radici scarse, medie e grossolane. Attività biologica assente. Non calcareo. Ben drenato.

2C₂

Da 190 a 300 cm. Limite N.D.

Classificazione USDA 2010:	Entic Humudept
Classificazione WRB 2007:	Haplic Umbrisol (Endoeutric)

Sensibilità all'incrostamento superficiale potenziale	Classe 1 (non incrostante)
Contenuto in sostanza organica	Classe 3 (abbondante)
Capacità di accettazione delle piogge	Classe 2 (alta)
Stima AWC	Classe 5 (molto elevata)
Stima della stabilità degli aggregati	Classe 3 (media)
Stima della C.S.C.	Classe 6 (molto alta)
Stima della saturazione in basi	Classe 5 (molto alta)
Stima del K di erodibilità	Classe 4 (moderata)
Stima del drenaggio	Classe 2 (moderatamente rapido)
Classe di Capacità d'uso	VII _{s,e}
Suscettività ai rimboschimenti	N2
Rischio ambientale di erosione	RAE = 0,27 (Classe tra 0,2 e 0,3)

PROFILO N.	:	07
DATA	:	23/04/2013
COMUNE E PROVINCIA	:	Seui (Ogliastra)
LOCALITÀ	:	Tintillioni 1
QUOTA	:	825 m. s.l.m.
PENDENZA	:	25%
ESPOSIZIONE	:	N 355°
SUBSTRATO	:	Filladi grigie del Gennargentu (unità litologica GEN)
FISIOGRAFIA	:	Medio versante
PIETROSITÀ	:	15%
ROCCIOSITÀ	:	0%
DRENAGGIO	:	Buono
EROSIONE	:	Assente
VEGETAZIONE	:	Lecceta



A

Da 0 a 33 cm. Limite chiaro, ad andamento lineare. Colore 7.5YR 2,5/2; umido. Tessitura F. Scheletro 10% spigoloso, di dimensioni minute. Struttura poliedrica subangolare fine di grado moderato. Consistenza friabile. Porosità molto abbondante, con pori da molto piccoli a grandi. Radici comuni, molto fini e fini. Attività biologica abbondante. Non calcareo. Ben drenato.

BwC

Da 33 a 72 cm. Limite chiaro, andamento lineare. Colore 7.5YR 4/4; umido. Tessitura FS. Scheletro 25% spigoloso, di dimensioni minute e medie. Struttura poliedrica subangolare media di grado moderato. Consistenza resistente. Porosità abbondante, con pori piccoli e medi. Radici comuni, fini e medie. Attività biologica comune. Non calcareo. Ben drenato.

B/C

Da 72 a 95 cm. Limite chiaro, andamento lineare. Colore 7.5YR 5/6; umido. Tessitura SF. Scheletro 45% spigoloso, di dimensioni minute e medie. Struttura poliedrica subangolare media di grado debole. Consistenza friabile. Porosità scarsa, con pori piccoli e medi. Radici comuni, medie. Attività biologica scarsa. Non calcareo. Ben drenato.

C

Da 95 cm. Limite N.D.

Classificazione USDA 2010:

Humic Hapludept

Classificazione WRB 2007:

Haplic Umbrisol (Humic)

Sensibilità all'incrostamento superficiale potenziale

Classe 1 (non incrostante)

Contenuto in sostanza organica

Classe 3 (abbondante)

Capacità di accettazione delle piogge

Classe 2 (alta)

Stima AWC

Classe 3 (moderata)

Stima della stabilità degli aggregati

Classe 4 (moderata)

Stima della C.S.C.

Classe 4 (moderatamente alta)

Stima della saturazione in basi

Classe 2 (bassa)

Stima del K di erodibilità

Classe 4 (moderata)

Stima del drenaggio

Classe 3 (buono)

Classe di Capacità d'uso

VIs

Suscettività ai rimboschimenti

N2

Rischio ambientale di erosione

RAE = 0,12 (Classe tra 0,1 e 0,2)

PROFILO N.	:	08
DATA	:	23/04/2013
COMUNE E PROVINCIA	:	Seui (Ogliastra)
LOCALITÀ	:	Cerasia Mamutra
QUOTA	:	825 m. s.l.m.
PENDENZA	:	20%
ESPOSIZIONE	:	NW 305°
SUBSTRATO	:	Metavulcaniti della formazione di S.Vittoria (unità litologica MSV)
FISIOGRAFIA	:	Medio versante
PIETROSITÀ	:	20%
ROCCIOSITÀ	:	3%
DRENAGGIO	:	Buono
EROSIONE	:	Assente
VEGETAZIONE	:	Formazioni a prevalenza di corbezzolo ed erica arborea con leccio subordinato



A
Da 0 a 45 cm. Limite abrupto, ad andamento irregolare. Colore 5YR 2,5/2; umido. Tessitura F. Scheletro 18% spigoloso, di dimensioni minute. Struttura poliedrica granulare fine di grado moderato. Consistenza friabile. Porosità molto abbondante, con pori da molto piccoli a grandi. Radici abbondanti, da molto fini a grossolane. Attività biologica abbondante. Non calcareo. Ben drenato.

C/R
Da 45 cm. Limite N.D.

Classificazione USDA 2010:	Lithic Ultic Haploxeroll
Classificazione WRB 2007:	Haplic Regosol (Humic)
Sensibilità all'incrostamento superficiale potenziale	Classe 1 (non incrostante)
Contenuto in sostanza organica	Classe 3 (abbondante)
Capacità di accettazione delle piogge	Classe 4 (bassa)
Stima AWC	Classe 1 (molto bassa)
Stima della stabilità degli aggregati	Classe 4 (moderata)
Stima della C.S.C.	Classe 4 (moderatamente alta)
Stima della saturazione in basi	Classe 2 (bassa)
Stima del K di erodibilità	Classe 5 (media)
Stima del drenaggio	Classe 3 (buono)
Classe di Capacità d'uso	VII _{s,e}
Suscettività ai rimboschimenti	N2
Rischio ambientale di erosione	RAE = 0,25 (Classe tra 0,2 e 0,3)

PROFILO N.	:	09
DATA	:	23/04/2013
COMUNE E PROVINCIA	:	Seui (Ogliastra)
LOCALITÀ	:	Margiani Pubusa
QUOTA	:	1310 m. s.l.m.
PENDENZA	:	25%
ESPOSIZIONE	:	ENE 70°
SUBSTRATO	:	Successione sedimentaria Mesozoica-Calcarei e dolomie (unità litologica DOR)
FISIOGRAFIA	:	Alto versante
PIETROSITÀ	:	50%
ROCCIOSITÀ	:	25%
DRENAGGIO	:	Buono
EROSIONE	:	Idrica a rigagnoli di grado debole
VEGETAZIONE	:	Formazioni ad arbusti prostrati montani (ginepro nano prevalente)



A	
Da 0 a 38 cm. Limite abrupto, ad andamento irregolare. Colore 7.5YR 3/3; umido. Tessitura F. Scheletro 15% spigoloso, di dimensioni minute. Struttura poliedrica granulare fine di grado moderato. Consistenza friabile. Porosità molto abbondante, con pori da molto piccoli a grandi. Radici molto abbondanti, da molto fini a medie. Attività biologica abbondante. Debolmente calcareo. Ben drenato.	
R	
Da 38 cm. Limite N.D.	
Classificazione USDA 2010:	Lithic Haploxeroll
Classificazione WRB 2007:	Epileptic Umbrisol (Humic)
Sensibilità all'incrostamento superficiale potenziale	Classe 1 (non incrostante)
Contenuto in sostanza organica	Classe 3 (abbondante)
Capacità di accettazione delle piogge	Classe 4 (bassa)
Stima AWC	Classe 1 (molto bassa)
Stima della stabilità degli aggregati	Classe 4 (moderata)
Stima della C.S.C.	Classe 4 (moderatamente alta)
Stima della saturazione in basi	Classe 2 (bassa)
Stima del K di erodibilità	Classe 5 (media)
Stima del drenaggio	Classe 3 (buono)
Classe di Capacità d'uso	VII _{s,e}
Suscettività ai rimboschimenti	N2
Rischio ambientale di erosione	RAE = 0,28 (Classe tra 0,2 e 0,3)

PROFILO N.	:	10
DATA	:	23/04/2013
COMUNE E PROVINCIA	:	Seui (Ogliastra)
LOCALITÀ	:	Santu Perdu
QUOTA	:	855 m. s.l.m.
PENDENZA	:	10%
ESPOSIZIONE	:	SSE 155°
SUBSTRATO	:	Siltiti e argilliti della formazione di Rio su Luda (unità litologica LUDc)
FISIOGRAFIA	:	Medio versante
PIETROSITÀ	:	20%
ROCCIOSITÀ	:	0%
DRENAGGIO	:	Buono
EROSIONE	:	Assente
VEGETAZIONE	:	Rimboschimento a prevalenza di pino marittimo



A
Da 0 a 30 cm. Limite abrupto, ad andamento lineare. Colore 7.5YR 3/4; umido. Tessitura F. Scheletro 8% spigoloso, di dimensioni minute e medie. Struttura poliedrica subangolare media di grado moderato. Consistenza resistente. Porosità abbondante, con pori da molto piccoli a medi. Radici comuni, molto fini e fini. Attività biologica comune. Non calcareo. Ben drenato.

C1
Da 30 a 85 cm. Limite chiaro, andamento lineare. Colore 10YR 5/6; umido. Tessitura SF. Scheletro 75% spigoloso, di dimensioni medie e grossolane. Struttura poliedrica subangolare media di grado debole. Consistenza friabile. Porosità scarsa, con pori piccoli e medi. Radici scarse, medie. Attività biologica assente. Non calcareo. Ben drenato.

C2
Da 30 a 85 cm. Limite chiaro, andamento lineare. Colore 10YR 5/6; umido. Tessitura SF. Scheletro 75% spigoloso, di dimensioni medie e grossolane. Struttura poliedrica subangolare media di grado debole. Consistenza friabile. Porosità scarsa, con pori piccoli e medi. Radici scarse, medie. Attività biologica assente. Non calcareo. Ben drenato.

Classificazione USDA 2010:	Typic Xerorthent
Classificazione WRB 2007:	Haplic Regosol (Skeletal)
Sensibilità all'incrostamento superficiale potenziale	Classe 1 (non incrostante)
Contenuto in sostanza organica	Classe 2 (comune)
Capacità di accettazione delle piogge	Classe 3 (moderata)
Stima AWC	Classe 2 (bassa)
Stima della stabilità degli aggregati	Classe 3 (media)
Stima della C.S.C.	Classe 4 (moderatamente alta)
Stima della saturazione in basi	Classe 2 (bassa)
Stima del K di erodibilità	Classe 5 (media)
Stima del drenaggio	Classe 3 (buono)
Classe di Capacità d'uso	VI
Suscettività ai rimboschimenti	N1
Rischio ambientale di erosione	RAE = 0,23 (Classe tra 0,2 e 0,3)

2.7 Considerazioni sui suoli

2.7.1 Suoli originari

In situazioni pedoclimatiche come quelle dell'area in esame, con una probabile vegetazione climax edificata dalla foresta di leccio, e con substrato derivante da carbonati, il corrispondente suolo evoluto e stabile è tipicamente quello che un tempo era definito "suolo bruno mediterraneo".

Sui substrati metamorfici, è invece possibile riscontrare suoli che in passato erano definiti come "terra bruna acida", a complesso insaturo in quanto proveniente da rocce povere di basi ma con orizzonti ben delineati.

Il profilo caratteristico è costituito dai seguenti orizzonti:

- Piccolo strato di foglie secche, rametti, gemme e frammenti di corteccia, costituenti la lettiera, e provenienti dal soprassuolo vegetale (sostanza organica indecomposta).
- Sottile strato di lettiera in decomposizione, di colore bruno.
- Strato umifero vero e proprio, di colore bruno scuro, formato da lettiera trasformata in humus, mescolata o cementata con le particelle minerali del terreno (argilla, limo, sabbia), derivanti dalla disgregazione della roccia sottostante.

Lo spessore complessivo degli orizzonti organici può variare, in suoli originari indisturbati, da 5 a 30 cm.

- Orizzonte A - di colore bruno più o meno scuro in quanto arricchito di sostanza organica. Esso si presenta relativamente autonomo rispetto alla roccia madre ed è caratterizzato da una elevata quantità di organismi viventi; tra questi, per la loro massa e per l'attività che vi svolgono, sono particolarmente importanti gli artropodi (crostacei, ragni, millepiedi, insetti).
- Orizzonte B - di colore generalmente bruno, caratterizzato da una struttura differente rispetto agli orizzonti sopra e sottostanti, da alterazione dei minerali primari, da scarsa lisciviazione, da ossidazione, riduzione e segregazione dei sesquiossidi liberi.
- Orizzonte C o R - posto alla base del profilo, in genere è rappresentato da roccia madre, in alterazione, con grado di alterazione variabile e dalla quale traggono origine le caratteristiche litologiche del terreno.

Secondo il sistema di classificazione della Soil Taxonomy, i suoli bruni sono inseriti nell'ordine degli Inceptisuoli (o mollisuoli in caso di terreni ad elevata saturazione in basi), nei quali si

ha generalmente un orizzonte B cambico, con un'alterazione chimico-fisica che non permette più il riconoscimento del materiale originario ma dove, allo stesso tempo, non sono più presenti le caratteristiche degli orizzonti superficiali, con riferimento particolare alla sostanza organica. La potenza complessiva di questi suoli varia generalmente da 50 a 100 centimetri.

Elemento fondamentale dei suoli forestali naturali è l'esistenza di un "tappeto" di orizzonti organici ben sviluppato e caratterizzato da una elevata porosità (60-90% di vuoti sul volume complessivo) e permeabilità; gli orizzonti minerali sono invece relativamente meno porosi, e con porosità decrescente dall'alto verso il basso, proprio per lo scarso contenuto di humus, per il minor numero di animali del suolo e per il contenuto generalmente elevato di argilla e limo.

Occorre comunque notare che tali suoli, sono in assoluto piuttosto porosi e permeabili. Di maggiore interesse sono i pori medi e grandi: i primi trattengono l'acqua con una forza superiore a quella di gravità rendendola disponibile per i vegetali, mentre i pori grandi, che risultano di norma riempiti d'aria, possono imprigionare temporaneamente elevate quantità d'acqua, come nel caso di precipitazioni intense o prolungate.

In pratica un suolo forestale evoluto agisce nel suo insieme come una spugna, potendo catturare e trattenere una quantità d'acqua pari, mediamente, alla metà del volume del suolo stesso, considerato in tutto il suo profilo. Considerando una profondità di 100 cm. verrebbe trattenuto mezzo metro cubo di acqua per ogni metro cubo di suolo, pari ad una pioggia di 500 mm., altezza mediamente superiore a quelle massime dei nostri climi; un quinto rimarrebbe imprigionata nei pori medi e utilizzata dalle piante mentre la rimanente parte subirebbe un lento deflusso secondo percorsi diversi fino ai principali collettori idrici (Susmel, 1988).

2.7.2 Suoli attuali

Rispetto a quelli originari, i suoli attuali dell'area manifestano spesso delle alterazioni di natura ed intensità differenti, che sono più evidenti soprattutto nelle zone in cui la foresta originaria risulta degradata o è scomparsa per azione diretta e indiretta dell'uomo.

Con la degradazione o l'eliminazione del bosco, col pascolo e col pregresso passaggio degli incendi, si sono innescati meccanismi di alterazione quali la mineralizzazione accelerata del-

la sostanza organica, i processi chimici e biochimici distruttivi per i complessi umoargillosi e, soprattutto nelle aree acclivi, l'erosione del suolo.

La degradazione iniziale del bosco climax originario è da intendere soprattutto come pregressa trasformazione dell'altofusto in ceduo. E' lecito pensare che i primi tagli, presumibilmente risalenti all'800 o antecedenti, abbiano attivato i suddetti processi negativi, amplificati anche dalla pendenza dei suoli.

Pertanto, anche in quei luoghi che attualmente si presentano con una fitta copertura preforestale o forestale climacica, sono spesso osservabili i segni di un'erosione diffusa, più intensa nel passato, ma della quale ancora oggi si osservano gli effetti, principalmente riconducibili ad uno scarso spessore degli orizzonti organici (per lo più di neoformazione), e ad una sopraelevazione del colletto delle piante, tanto più evidente quanto maggiore è il pendio. Di gran lunga più grave è l'eliminazione completa del soprassuolo originario operata soprattutto alle quote inferiori sia con i tagli che con l'incendio, con cambiamenti più o meno rilevanti della composizione floristica e della fisionomia della vegetazione e con evidenti influenze sulla pedogenesi.

Il pascolo, attualmente non pressante per l'area in esame, è stato più diffuso in passato e soprattutto di tipo caprino, in minor misura ovino o da ungulati. I danni pregressi localmente evidenziabili sono sia di tipo indiretto, con la probabile riduzione sia della rinnovazione che di tipo diretto con i sentieramenti procurati dal passaggio degli animali e conseguente compattezza e riduzione della permeabilità del suolo, alterazione qualitativa della lettiera e quindi rallentamento o impedimento (localizzato) dei processi di umogenesi.

L'incendio ha determinato (soprattutto nei settori metamorfici) molteplici effetti negativi sul suolo tra cui i principali sono:

- distruzione degli elementi nutritivi contenuti nei tessuti vegetali vivi e morti;
- distruzione delle nicchie ecologiche dell'epipedon con modificazioni nella pedofauna e pedoflora;
- riduzione dell'igroscopicità degli orizzonti superiori del suolo e quindi aumento della loro erodibilità;
- aumento cospicuo del pH nell'orizzonte più superficiale;
- aumento di scheletro e di massi affioranti.

Il fuoco determina inoltre drastici cambiamenti nella vegetazione con uno slittamento verso tipologie più xerofile. In questi casi si diffondono soprattutto le specie erbacee, arbustive ed arboree capaci di riprodursi per stoloni, per rizomi o per polloni radicali o capaci di difendersi dal fuoco, come ad esempio la sughera.

Tale regressione, allo stesso tempo pedologica e vegetazionale, risulta più accentuata col ripetersi dei fenomeni di degrado suddetti. Si riducono la velocità di infiltrazione dell'acqua nel suolo, la permeabilità e la capacità di ritenzione idrica (ridotta ad una minima frazione di quella iniziale), mentre aumenta l'erosione dei versanti a monte ed il trasporto solido verso valle; il suolo e la vegetazione risultano sempre più bloccati nel loro dinamismo evolutivo fino all'instaurarsi di processi di desertificazione che, per le condizioni ecologiche dell'ambiente mediterraneo, rendono piuttosto problematici i tentativi di recupero funzionale.

In tale ottica di recupero forestale, il problema della ricostituzione del manto vegetale con attività di rimboschimento interessa da lungo tempo diverse porzioni del territorio esaminato, dove il rischio di erosione del suolo e di dissesti è talora elevato.

Nell'area in esame, gli impianti artificiali hanno previsto essenzialmente l'uso di varie specie di conifere, ma soprattutto il pino marittimo, subordinatamente il pino nero, il pino domestico e altre specie esotiche. Anche le specie autoctone come il leccio sono state impiegate

2.8 Forme di humus potenzialmente presenti

Per umificazione si intende l'insieme dei processi di sintesi che conducono alla formazione di composti umici colloidali a spese dei prodotti risultanti dalla decomposizione della sostanza organica fresca. L'umificazione deriva sia da processi puramente fisico-chimici (ossidazioni e polimerizzazioni) sia da processi biologici, tra i quali assume particolare importanza il passaggio dei residui vegetali nell'intestino degli animali del suolo e la trasformazione in humus mediante il processo digestivo.

Gli animali del suolo, insieme con gli alimenti, ingeriscono anche terra fine permettendo così la formazione dei complessi umoargillosi, fattore essenziale delle proprietà fisico-chimiche del terreno e quindi della fertilità.

Nell'area in esame e nell'ambito del presente lavoro sono state effettuate alcune osservazioni macroscopiche di campagna con lo scopo di valutare la variabilità morfologica e strutturale

degli humus che, come nelle previsioni, è risultata piuttosto contenuta: quasi dappertutto, infatti, l'humus è apparso nella forma di Moder zoogenico, secondo il grado di attacco della lettiera, di maturazione dell'humus e di rimescolamento o disturbo del profilo ad opera di fattori diversi.

Negli humus da artropodi osservati prevalgono soprattutto gli acari ed i collemboli, ma la sostanza organica della lettiera viene demolita anche da isopodi, miriapodi, insetti (soprattutto Imenotteri e Coleotteri) e loro larve. Più scarsi gli enchitreidi, attivi nella demolizione delle parti legnose e, in certa misura, nel rimescolare il terreno; praticamente assenti i lombricidi. A tali organismi, costituenti la micro e mesofauna del suolo, si aggiungono molto probabilmente numerosi batteri, attinomiceti e protozoi che contribuiscono ampiamente all'alterazione e demolizione dei resti organici e alla formazione dell'humus.

Si osserva che a causa della natura della vegetazione autoctona (prevalenza di sclerofille, spesso ricche di sostanze aromatiche) e delle conifere dei rimboschimenti (prevalenza di composti fenolici difficilmente mineralizzabili), la produzione di humus risulta scarsa e molto specializzata. Inoltre gli humus dei suoli mediterranei influenzano la pedofauna determinandone la distribuzione, l'aggregazione, l'abbondanza relativa dei gruppi e la densità assoluta di ogni gruppo, e determinando le caratteristiche fisiche del loro habitat, le quali dipendono anche dall'attività degli stessi organismi del suolo.

In tal senso, sarebbe di notevole interesse uno studio ad hoc.

La tassonomia degli humus secondo Green *et al.* (1993) prevede generalmente due livelli principali: Ordini e Gruppi. Ogni taxon viene definito attraverso un profilo caratteristico delle forme di humus (ad esempio una certa sequenza di orizzonti diagnostici principali e subordinati). Gli Ordini si differenziano per i tipi di orizzonti organici presenti, considerati come il risultato del tipo e del grado di decomposizione della sostanza organica. I Gruppi presentano differenze variabili a seconda dell'ordine a cui appartengono.

Per ogni taxon si possono identificare delle Fasi, le quali forniscono una maggiore flessibilità al sistema considerando una serie di proprietà non utilizzate nel riconoscimento delle forme di humus. Esse possono essere applicate ad ogni livello tassonomico e, con semplicità, consentono di ampliare la classificazione giustificando forme di humus non rappresentate esplicitamente a livello di Gruppo e di Ordine.

Tra gli Ordini osservabile nei settori forestali dell'area di intervento vi sono quelli dei Moder e, sporadicamente, quello dei Mor. Non sono stati osservati tipi di Humus riferibili ai Mull.

2.8.1 Ordine Mor

Comprende forme di humus nelle quali la sostanza organica si accumula sulla superficie del suolo e, per la prevalente decomposizione micogenica, si crea un orizzonte Fm caratterizzato da un tipico aspetto feltroso dovuto al fitto intreccio di ife fungine. Dal punto di vista biologico sono le forme di humus meno attive.

Nell'area in esame tale ordine non è ampiamente rappresentato; forme riconducibili ai MORS possono però essere individuate occasionalmente a livello locale o puntiforme al di sotto dei rimboschimenti di conifere, in alcuni settori o avvallamenti dove si ha un elevato accumulo di aghi e scarsa decomposizione (Gruppo HEMIMORS).

2.8.2 Ordine Moder

L'ordine dei MODERS, di gran lunga quello più rappresentato, comprende forme di humus nelle quali l'accumulo di materiale organico in superficie e la presenza di un orizzonte diagnostico Fz (origine zoogenica) o, in minor misura, Fa (origine prevalentemente zoogenica e subordinatamente micogenica), riflette la predominanza generale della decomposizione di tipo zoogenico.

I MODERS sono da considerare come forme di humus intermedie tra i MORS e i MULLS e, proprio per l'avere caratteristiche di entrambe, vengono considerati separatamente. Le analogie con i MORS si riferiscono all'accumulo, sul suolo minerale, di materiale organico parzialmente o ben umificato. Le analogie coi MULLS riguardano l'abbondante attività zoologica. L'orizzonte Fz è costituito in primo luogo da residui vegetali parzialmente decomposti, frammentati e sminuzzati dalla fauna del suolo e vagamente riorganizzati in una struttura feltrosa simile a quella degli orizzonti Fm, ma non compatta; l'aspetto feltroso può essere attribuito talvolta all'abbondanza di radici sottili. Oltre alla tipica consistenza sciolta e friabile l'orizzonte Fz è molto ricco di coproliti della fauna del suolo facilmente, visibili con una lente di ingrandimento.

Gli orizzonti Hh, e talvolta Hz, si riscontrano nella maggior parte dei MODERS, spesso permeati da particelle minerali sciolte; comunque tale caratteristica non viene considerata diagnostica per i MODERS dal momento che i MORS possiedono orizzonti di questo tipo. Nei MODERS può essere presente un orizzonte Ah, nel quale sono state trasportate sostanze humiche fin dagli orizzonti organici sovrastanti. Il trasporto da parte della fauna del suolo avviene solo nel settore più vicino agli orizzonti organici (entro brevi tratti), per cui il limite superiore dell'orizzonte Ah è graduale, in contrasto con quello tipicamente abrupto dei MORS.

Nell'area studiata sono stati individuati i seguenti Gruppi:

2.8.2.1 Mormoders

Profilo caratteristico: Ln, Lv, Fa, Hz. Questo gruppo rappresenta il termine di passaggio verso i MORS. Fa è l'orizzonte diagnostico costituito da fogliame parzialmente sminuzzato e decomposto, organizzato in una struttura da debole a moderata, di aspetto intrecciato o feltroso, generalmente non compatto. E' un orizzonte intermedio rispetto a Fz e Fm, nel quale si hanno proprietà di entrambe.

La struttura tende a disgregarsi facilmente se disturbata ed è piuttosto variabile, con porzioni di materiale sciolto ed altre di materiale aggregato.

Coproliti animali e miceli fungini possono essere entrambe presenti ma senza predominanza degli uni sugli altri.

Si differenzia dai MORS per il minore grado di compattazione e di resistenza dei materiali organici. I miceli fungini sono generalmente presenti ma raramente abbondanti, spesso distribuiti a gruppi. I coproliti si osservano nella maggior parte dei casi, ma sono solitamente più piccoli e meno comuni rispetto ai MULLMODERS.

La fauna del suolo, i funghi e la popolazione microbica sono degli attivi agenti decompositori. Gli orizzonti H sono generalmente sottili, ma talvolta possono superare lo spessore degli orizzonti F. La loro struttura è granulare, da fine a media e sono caratterizzati da abbondanza di coproliti di insetti, da granuli minerali sciolti e da radici sottili. La morfologia dei MORMODERS è simile a quella degli HEMIMORS.

Lo spessore totale è generalmente inferiore a 10 cm.

La dominanza dell'orizzonte Fa indica processi di decomposizione più lenti rispetto ai MULLMODERS, ma l'attività biologica è comunque più attiva che nei MORS.

I MORMODERS si sviluppano soprattutto in ecosistemi dove la velocità di decomposizione della lettiera è relativamente lenta e dove i micro-ambienti sono meno favorevoli ai processi di decomposizione. Sono più diffusi in ambienti a prevalenza di aghifoglie ma anche in situazioni di copertura vegetale mista di conifere e latifoglie.

2.8.2.2 Leptomoders

Profilo caratteristico: L, Fz, Hh (o Hz), (Ah). Rappresentano il concetto centrale dei Moders e sono caratterizzati da un distinto orizzonte Fz al di sotto del quale si trova un orizzonte Hh (o Hz), che può contenere granuli minerali mescolati. Lo spessore totale degli orizzonti F ed H è maggiore dello spessore totale dell'orizzonte Ah, se presente. L'orizzonte Fz raramente supera i 3 cm di spessore. Gli orizzonti H sono più sviluppati di Fz, spesso sono permeati di granuli minerali e possono contenere una porzione significativa di escrementi talvolta costituenti l'intera struttura.

Lo spessore totale varia da 5 a 15 cm. In pratica i Leptomoders sono caratterizzati da una attiva popolazione di artropodi e altri organismi che favoriscono una progressiva ma non completa humificazione della sostanza organica.

2.8.2.3 Mullomoders

Profilo caratteristico: Ln, Lv, Fz, Hz. Questo gruppo rappresenta il termine di passaggio verso i MULLS, dai quali differiscono per lo spessore totale degli orizzonti F e H, relativamente maggiore nei primi.

Gli orizzonti Hz contengono solitamente una significativa quantità di granuli minerali. La fauna del suolo (prevalentemente artropodi e nematodi) è molto attiva in queste forme di humus e contribuisce ad un buon rimescolamento delle frazioni organica e minerale. La struttura degli orizzonti H è tipicamente granulare, da molto fine a media, e si presenta granulosa o idrorepellente con elevata porosità.

Nei MULLMODERS si ha una decomposizione relativamente più rapida della sostanza organica, ma l'incorporamento dell'humus nel sottostante orizzonte minerale non è così esteso come nei MULLS a causa della differente pedofauna. Sono tipici delle macchie evolute e dei boschi mediterranei che, nell'area in esame sono meno rappresentati, spesso disturbati da fenomeni di erosione idrica o di accumulo di materiali clastici fini e grossolani.

2.8.2.4 Lignomodors

Profilo caratteristico: L, Fa o Fz, Faw, Fzw o Fw, Hhw o Hw, (Ah). La principale caratteristica è l'abbondante presenza di legno in decomposizione all'interno del profilo della forma di humus. In particolare esso rappresenta oltre il 35% della frazione solida del profilo e deriva per lo più da detriti grossolani. In molte stazioni si possono osservare orizzonti L, Fa, o Fz relativamente sottili situati al di sopra di orizzonti Fw, o Hw relativamente spessi. Possono inoltre essere presenti orizzonti Fzw, Faw o Hhw. A seconda dello stadio di decomposizione del legno, il profilo può essere formato prevalentemente da orizzonti F o da orizzonti H. Rispetto agli altri gruppi descritti, i Lignomodors tendono ad avere uno spessore maggiore, variabile tra 10 e 30 cm, poichè la decomposizione del legno è più lenta di quella degli altri tessuti vegetali. I Lignomodors sono sempre associati a detriti legnosi grossolani e si trovano nelle stazioni a prevalenza di forme di humus dei Modors e dei Mulls; i detriti legnosi comprendono anche tronchi d'albero atterrati, grossi rami, ceppaie e ampi apparati radicali. L'estensione laterale e verticale di un Lignomoder è quindi determinata soprattutto dalla dimensione dei detriti, ma dipende anche dalla "storia" del sito in cui si è formato, dal tasso di mortalità forestale, dallo stadio di sviluppo del bosco e dalle specie presenti.

2.8.3 Ordine Mull

Comprende le forme di humus nelle quali la sostanza organica non si trova accumulata in superficie, ma è incorporata nell'orizzonte minerale più superficiale. Rispetto agli ordini precedenti la decomposizione della sostanza organica e la formazione dell'humus avviene rapidamente.


Sono caratterizzati da orizzonti A ben sviluppati sui quali si possono avere orizzonti L e, occasionalmente, orizzonti Fz e/o Hz con spessore totale <2cm. L'orizzonte Ah è arricchito di sostanza organica mediante l'azione di sminuzzamento ed escavazione operata dalla fauna del suolo, in particolare dai lombrichi, ma anche dalla parziale decomposizione dei sottilissimi sistemi radicali delle piante erbacee. Sono potenzialmente presenti nell'area di indagine in quanto tra le proprietà chimiche tipiche di questi humus si osservano un elevato pH, elevata saturazione in basi, basso rapporto C/N, abbondante N disponibile, ovvero caratteri prevedibili per l'area carbonatica, in particolare nei settori di conca (pseudo-doline) con formazioni


vegetali a prateria. Si osserva che i MULLS sono gli humus più attivi in termini biologici e mettono a disposizione dei vegetali il maggior numero di nutrienti.


Il sistema di classificazione francese del Référentiel Pédologique adotta un approccio differente in quanto considera, come aspetto fondamentale, la struttura dell'orizzonte A in quanto espressione dell'attività biologica. Pertanto la distinzione tra Mor, Moder e Mull avviene sulla base della presenza rispettivamente di un orizzonte organo-minerale A "*d'insolubilizzazione*", "*di giustapposizione*" o "*biomacrostrutturato*". Con una chiave dicotomica basata sulla successione e spessore degli orizzonti ologranici sono poi distinte le diverse forme di humus, ulteriormente dettagliate con l'uso di aggettivi "qualificativi" riferiti a caratteristiche chimiche e biologiche.


Recentemente, a livello europeo, è stato elaborato un sistema che, pur mantenendo l'approccio francese per la descrizione delle forme di humus, ha proposto un ampliamento sia degli orizzonti diagnostici ologranici e organo-minerali, sia delle forme di humus di ogni tipo principale (Mull, Moder e Mor). Inoltre ha elevato ad "Ordine" il gruppo degli Amphymull, denominandolo "Amphi" (da Amphyhumus), con individuazione di nuove forme di humus.

2.9 Humus descritti

Green et al.	Référentiel Pédologique	Profilo N. 01 Classificazione: Typic Dystroxerept
Ln	OLn	
Da +7 a +4 cm. Limite abrupto, lineare; umido; sciolto; friabile; strutturato; carattere feltroso; radici assenti; pedofauna assente; coproliti assenti. Pedoflora scarsa, distribuzione casuale.		
Lv	OLv	
Da +4 a +3 cm. Limite abrupto, lineare; umido; sciolto; friabile; strutturato; carattere feltroso; radici assenti; pedofauna assente; coproliti assenti. Pedoflora comune, distribuzione casuale.		
Fmu	OFrc	
Da +3 a 0 cm. Limite abrupto, lineare; umido; sciolto; friabile; carattere feltroso; strutturato; radici assenti; pedofauna assente. Pedoflora comune, distribuzione casuale;		
Ah	A di giust.	
Da 0 a 15 cm.		
Classificazione		Green et al.
		Référentiel Pédologique
		LIGNIC HEMIMOR
		HEMIMODER

Green et al.	Référentiel Pédologique	Profilo N. 02 Classificazione: Humic Dystroxerept
Ln	OLn	
Da +13 a +12 cm. Limite abrupto, lineare; umido; di consistenza sciolto; strutturato massivo; radici assenti; pedofauna scarsa, formiche, mesofauna. Pedoflora assente.		
Lv	OLv	
Da +12 a +10 cm. Limite abrupto, lineare; umido; di consistenza sciolto; strutturato massivo; radici assenti; pedofauna scarsa, formiche, mesofauna. Pedoflora assente.		
Fz	OFr	
Da +10 a +7,5 cm. Limite abrupto, lineare; umido; di consistenza sciolto; strutturato massivo; radici assenti; Coproliti animali in quantità comune di artropodi con distribuzione casuale. Pedoflora assente.		
Hzu	OHr	
Da +7,5 a 0 cm. Limite abrupto, lineare; umido; di consistenza sciolto; carattere molle e granuloso; strutturato massivo; radici assenti; Coproliti animali abbondanti di artropodi con distribuzione raggruppata. Pedoflora assente.		
Ah	A di giust	
Da 0 a 22 cm. Limite chiaro, ondulato.		
Classificazione		Green et al.
		Référentiel Pédologique
		MINERIC MULLMODER
		DYSMODER POCO ACIDO

Green et al.	Référentiel Pédologique	Profilo N. 5 Classificazione: Pachic Hapludoll
Ln/Lv	OLn/OLv	
Da +43 a +40 cm. Limite abrupto, lineare; umido; sciolto; astrutturato massivo; carattere feltroso; radici assenti; materiali legnosi di dimensioni da molto fini a grandi con distribuzione casuale, abbondanti; coproliti scarsi con distribuzione casuale. Pedoflora assente.		
Fzw	OFr	
Da +40 a +35 cm. Limite abrupto, lineare; umido; sciolto; radici assenti; materiali legnosi di dimensioni da molto fini a grandi con distribuzione casuale, abbondanti. Pedofauna scarsa, microfauna: formiche, coleotteri e larve; coproliti di artropodi in quantità comune con distribuzione casuale. Pedoflora assente.		
Hzw	OHr	
Da +35 a 0 cm; umido; resistente; struttura granulare, grado di aggregazione debole; carattere granuloso; radici da molto fini a medie abbondanti con andamento casuale e obliquo; pedofauna abbondante, microfauna; coproliti di artropodi abbondanti con distribuzione raggruppata. Pedoflora comune, distribuzione raggruppata.		
Ah	A di giust.	
N.D. cm.		
Classificazione	Green et al.	PACHIC MULLMODER
	Référentiel Pédologique	EUMODER

Green et al.	Référentiel Pédologique	Profilo N. 7 Classificazione: Humic Hapludept
Ln	OLn	
Da +9 a +8,5 cm. Limite abrupto, lineare; umido; sciolto; friabile; astrutturato; carattere feltroso; radici assenti; pedofauna assente; coproliti assenti. Pedoflora assente.		
Lv	OLv	
Da +8,5 a +7 cm. Limite abrupto, lineare; umido; sciolto; friabile; astrutturato; carattere feltroso; radici assenti; distribuzione casuale; pedofauna assente; coproliti assenti. Pedoflora assente.		
Fmu	OFrc	
Da +7 a 0 cm. Limite abrupto, lineare; umido; sciolto; friabile; carattere feltroso; astrutturato; radici assenti; distribuzione raggruppata; pedofauna scarsa, microfauna, larve. Pedoflora assente.		
Ah	A di giust.	
Da 0 a 25 cm.		
Classificazione	Green et al.	TURBIC MULLMODER
	Référentiel Pédologique	DYSMODER

2.10 Considerazioni sulle forme di humus

Sulla base delle osservazioni effettuate, il sistema di classificazione canadese (Green *et al.*) ha consentito l'identificazione di vari gruppi riconducibili ai MODERS. Relativamente ai MORS, si hanno occasionalmente (rimboschimenti di conifere) forme di humus riconducibili agli HEMIMORS, osservabili alle quote più elevate, derivanti principalmente dall'individuazione e descrizione degli orizzonti diagnostici di pertinenza e dall'applicazione della chiave dicotomica del sistema. In realtà, l'assenza dei caratteri forestali e pedoclimatici caratteristici per la formazione di forme di humus riconducibili ai MORS, non consente di avere la certezza della loro concreta presenza.

Relativamente all'ordine dei MULLS, sono osservabili forme riconducibili a questo ordine, quali i RHIZOMULL e i VERMIMULL. Il primo risulta abbastanza coerente con alcune situazioni vegetazionali riscontrabili nell'ambiente studiato (pratelli e /o macchie a erica arborea) mentre il secondo risulta meno pertinente, in quanto legato soprattutto all'attività di lombricidi, ma dei quali non si esclude la presenza nei settori con piccole depressioni (pseudo-doline) dove si hanno suoli con minore presenza di scheletro.

Un ulteriore aspetto riguarda la classificazione di quelle forme di humus in situazioni, ampiamente diffuse, correlabili ad un pregresso processo di degradazione degli orizzonti organici, e alla successiva neoformazione delle forme di humus.

Le chiavi per la classificazione francese risultano valide in linea generale ma, non essendo state predisposte per gli ambienti mediterranei, presentano alcune criticità soprattutto in relazione agli AMPHIMULL, forma di humus probabilmente più corrispondente a quelle potenziali degli ambienti studiati. Pertanto il sistema risulta penalizzato da una scarsa amplitudine tassonomica di questa tipologia.

Il sistema porta ad una frequente individuazione dei DYSMODER che, a rigore, sono considerati forme di humus di transizione verso i MORS, ovvero humus caratterizzati generalmente dall'assenza di un orizzonte A (o presenza di un orizzonte A "di diffusione"), dal passaggio abrupto tra orizzonte OH e orizzonte minerale o organo-minerale sottostante, da un considerevole accumulo di lettiera fresca e parzialmente decomposta, con orizzonti OH di spessori variabili. Tali morfologie di humus, in parte osservabili anche nell'area oggetto di studio, sono tuttavia riferite tradizionalmente ad ambienti pedoclimatici con basse temperature, lettiera dif-

facilmente degradabile (resinose ed ericacee), forte acidità ($\text{pH} < 4,5$) nel suolo, quindi non troppo presenti nell'area studiata.

La minore attività osservabile in queste forme di humus, è probabilmente riconducibile solo in misura limitata ai fattori pedoclimatici dell'area di indagine, mentre è più plausibile che esse siano espressione di pregressi fenomeni degradativi dei suoli forestali e delle forme di humus originarie, probabilmente più evolute degli attuali DYSMODERS.

Per quanto invece attiene all'influenza della copertura e del tipo di vegetazione sulle forme di humus, i risultati conseguiti consentono di fare le seguenti considerazioni.

Per quanto concerne la vegetazione climatofila, nelle leccete o formazioni pre-forestali ad esse prossime, le forme di humus sono caratterizzate generalmente da spessori superiori a 10 cm e con tenori di sostanza organica elevati (presumibilmente variabili tra 3,5% e 10%). Il profilo tipo è costituito da una sequenza Ln-Lv-Fz-Hz-Ah. Pertanto, le forme di humus sono in prevalenza ascrivibili all'ordine dei MODERS, con tendenza ai MULLS da artropodi. Si hanno pertanto humus particolarmente attivi dal punto di vista biologico che sostengono un buon turnover della sostanza organica in questi ambienti.

Per quanto riguarda le fitocenosi a macchia, la formazione di orizzonti organici e di forme di humus stabili risulta generalmente limitata da una densità di copertura del suolo inferiore rispetto a quella della vegetazione climatofila. In particolare, le condizioni migliori sono state osservate nelle cenosi a corbezzolo ed erica arborea, caratterizzate dalla presenza di orizzonti A mediamente dotati di sostanza organica (da 2 a 8%).

Nelle aree sottoposte a rimboschimento, le forme di humus osservabili rispondono generalmente agli schemi di cui sopra. Tuttavia nelle pinete, per la minore attività delle forme di humus, con conseguente mineralizzazione più lenta, si possono osservare spesso forme di humus assimilabili ad accumuli di residui vegetali non organizzati in forme stabili e pertanto facilmente allontanabili dagli eventi meteorici.

Complessivamente, per quanto l'indagine svolta non sia esaustiva, si rilevano motivi di interesse verso le forme di humus presenti nell'area, soprattutto per la verifica dei miglioramenti pedologici attesi con i numerosi rimboschimenti.

Spesso, le forme di humus osservate possono essere riferite a forme di humus precedentemente più evolute o a tipologie di neoformazione che testimoniano pregressi fenomeni di instabilità (utilizzazioni forestali, pascolo, ecc.). Pertanto, un ulteriore aspetto applicativo delle

conoscenze acquisite, è la possibilità di utilizzare le forme di humus come elemento di stima in campo del grado di stabilità e delle dinamiche evolutive degli ambienti forestali, unitamente ai tradizionali parametri di valutazione. Infatti, l'indagine svolta, ha messo in evidenza come una caratterizzazione morfologica, anche speditiva, delle forme di humus possa fornire importanti indicazioni sullo stato di efficienza funzionale della vegetazione e sul grado di protezione del suolo nei confronti dei processi di degradazione/ricostituzione.

3 ELABORAZIONI CARTOGRAFICHE

L'indagine pedologica e l'elaborazione cartografica relativa agli aspetti pedo-ambientali ha lo scopo di fornire uno strumento di lavoro di base per una ragionevole programmazione delle destinazioni d'uso del complesso forestale in esame.

La cartografia predisposta contiene una serie di informazioni e di dettagli che, compatibilmente con la scala di rilevamento possono essere utilizzati ai fini del Piano Forestale Particolareggiato per una corretta gestione ed una difesa di importanti risorse naturali quali il suolo, l'acqua, la vegetazione e la fauna selvatica, la cui utilizzazione irrazionale può condurre ad una degradazione del suolo e, localmente, a processi di desertificazione, termine con cui si intende una perdita irreversibile di risorse non rinnovabili in tempi brevi e medi.

Pertanto è necessario provvedere alla conservazione del suolo attraverso una gestione forestale che ne garantisca la tutela, attraverso una pianificazione degli interventi in cui la conoscenza dei suoli e dei caratteri ambientali ed ecologici svolga un ruolo fondamentale.

I caratteri fisici e chimici dei suoli sono, insieme al clima, fattori determinanti sulle scelte di indirizzo, sulle tecnologie di intervento e sulla gestione. I diversi interventi che possono essere attuati (sistemazioni idraulico-forestali, rimboschimenti, realizzazione di fasce parafulco, infrastrutture, edificazione, etc.) devono necessariamente essere differenziati in funzione dei differenti suoli.

In questa sede, oltre all'inquadramento per Unità di Terre e alla valutazione generale della Capacità d'Uso dei Suoli, è proposta anche una valutazione attitudinale delle terre per le attività di rimboschimento meccanizzate, per quanto attualmente di scarso interesse nell'ambito del complesso forestale di Montarbu dove le aree idonee sono già occupate da impianti artificiali, in cui semmai si orientano le attività verso la gestione dei rimboschimenti esistenti.

Infine, è stata elaborata anche una cartografia sul Rischio Ambientale per Erosione, secondo una metodologia alternativa a quella prevista nell'ambito dei PFP.

L'indagine territoriale ha portato alla realizzazione dei seguenti elaborati in scala 1:25.000:

- carta delle unità di terre e della capacità d'uso dei suoli;
- carta della suscettività delle terre ai rimboschimenti;
- carta del rischio ambientale di erosione.

3.1 Carta delle unità di terre e della capacità d'uso dei suoli

Le porzioni di territorio omogenee per ciò che riguarda componenti ambientali quali litologia, morfologia, vegetazione, clima e suoli, sono definite "Unità di Terre" (U.T.) secondo la traduzione dall'anglosassone "Land Units".

Il termine "Land", non si riferisce soltanto alla componente suolo, ma include anche le caratteristiche geomorfologiche, climatiche e vegetazionali. Comprende inoltre i risultati strettamente fisici della passata attività umana (governo dei boschi, rimboschimenti, stato evolutivo attuale della copertura vegetale, ecc.) e le conseguenze che la stessa può aver determinato (erosione dei suoli, incendi, degrado della vegetazione...). Esclude invece le caratteristiche economico-sociali e culturali in quanto facenti parte di un contesto differente.

In tale ottica è stato predisposto un elaborato descrittivo attraverso l'integrazione dei diversi fattori ambientali, con lo scopo di disporre di un sistema cartografico uniforme nel metodo ma dinamico nelle forme di esposizione affinché sia possibile di volta in volta evidenziare l'aspetto che più interessa, caratterizzandolo con informazioni specifiche, senza però tralasciare gli altri aspetti ambientali.

Nel caso specifico di un'area forestale o a vocazione forestale l'importanza maggiore viene data alla copertura del suolo e ai suoli stessi. Suoli e vegetazione sono dei fattori ambientali dinamici, in continua interazione tra loro e con gli altri fattori fino al raggiungimento di una situazione d'equilibrio. Le condizioni che dettano questo dinamismo, possono variare nel tempo causando un cambiamento nella precedente direzione evolutiva del sistema suolo-vegetazione, fino all'instaurazione di nuovi parametri di stabilità. Il suolo e la vegetazione costituiscono quindi un sistema attivo, dotato per forza di cose di una grande variabilità spaziale.

Lo scopo della Carta delle Unità di Terre è quello di descrivere la distribuzione spaziale delle componenti ambientali suddette.

La Carta è stata realizzata in primo luogo sulla base delle variazioni geolitologiche già individuate a livello regionale, delineando successivamente, sulla base del DTM, le unità omogenee per i caratteri fisiografici. In particolare, secondo una recente metodologia adottata a livello regionale per la cartografia delle unità di terre e capacità d'uso dei suoli, sono state discriminate le forme prevalentemente convesse da quelle prevalentemente concave, presup-

ponendo che sulle forme convesse si manifestino più facilmente i fenomeni erosivi e di asportazione, con relativo accumulo dei sedimenti in quelle concave. L'aspetto pedologico riguarda pertanto una maggiore probabilità di avere suoli a minor spessore sulle forme convesse ed una maggiore probabilità di avere suoli più profondi sulle forme concave. Parallelamente, sempre in accordo con la metodologia regionale proposta, le aree convesse e concave sono state elaborate secondo gradienti di acclività funzionali alla classificazione di capacità d'uso dei suoli.

Pertanto, in dettaglio, ogni substrato geologico presente nell'area è stato suddiviso come segue:

- Forme convesse con pendenze >35%
- Forme convesse con pendenze comprese tra 15% e 35%
- Forme convesse con pendenze comprese tra 2,5% e 15%
- Aree pianeggianti e subpianeggianti con pendenze <2,5%
- Forme concave con pendenze comprese tra 2,5% e 15%
- Forme concave con pendenze comprese tra 15% e 35%
- Forme concave con pendenze >35%

Le porzioni di territorio definite in base alla litologia e fisiografia sono state ulteriormente intersecate con le informazioni sulla componente vegetazionale, derivante dall'analisi particolare del complesso forestale, procedendo ad opportuni accorpamenti sulla base della densità di copertura e sul grado di evoluzione della vegetazione.

La delimitazione preliminare di queste unità di terre è stata basilare in quanto tramite esse è possibile operare un processo di discriminazione progressiva delle differenti condizioni sotto le quali si realizza la pedogenesi e l'evoluzione del suolo. Ciò significa che tali unità rappresentano porzioni di superficie omogenee per substrato e fisiografia e con tipo di copertura vegetale assimilabile, entro le quali è possibile inserire una associazione di suoli sufficientemente accostabili tra loro.

Il sistema suolo-vegetazione viene quindi definito da superfici sempre più limitate, che rappresentano aree sufficientemente omogenee (Unità di Terre, appunto) sia per capacità d'uso, sia per gli usi cui queste aree sono assoggettabili in rapporto al tipo, o ai tipi, di suolo e vegetazione in esse presenti.

Questo concetto viene efficacemente condensato nella struttura della legenda della Carta delle Unità di Terre. La geolitoologia è il primo elemento su cui ci si è basati per la definizione

delle unità, seguita dall'ulteriore distinzione in base alla morfologia e, successivamente, in base alla copertura vegetale.

Sulla base delle Unità così individuate, sono stati compilati i campi descrittivi dei suoli che hanno portato alla definizione dei caratteri pedologici di ogni singola Unità di Terre.

Complessivamente sono state individuate 27 Unità Cartografiche più una Unità di "non-suolo" riferibile alle aree edificate della caserma Ente Foreste.

Ad ogni Unità è stato attribuita la Classe di Capacità d'uso dominante, con relativa sottoclasse/i prevalente. L'attribuzione è stata stabilita sulla base delle tabelle di stima comunemente utilizzate a livello nazionale e regionale, di seguito riportate.

Tabella 2.1. Stima della classe di capacità d'uso.

CLASSE DI CAPACITÀ D'USO								
PROPRIETÀ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Profondità utile per le radici (cm)	>100 da moderata a elevata	>100 elevata e molto elevata	50-100 moderatamente elevata	25-49 scarsa	25-49 scarsa	25-49 scarsa	10-24 molto scarsa	<10 molto scarsa
AWC: acqua disponibile fino alla profondità utile (mm)	≥ 100 da moderata a elevata	≥ 100 da moderata a elevata	51-99 bassa	≤ 50 molto bassa	-	-	-	-
Tessitura USDA orizzonte superficiale *	S, SF, FS, F, FA	I, FL, FAS, FAL, AS, A	-	-	-	-	-	-
Scheletro orizzonte superficiale e pietrosità piccola superficiale %	<5 assente o scarso	5-15 comune	16-35 frequente	36-70 abbondante	>70 pendenza <5%	>70 molto abbondante	-	-
Pietrosità superficiale media e grande %	<0,3 assente e molto scarsa	0,3-1 scarsa	1,1-3 comune	3,1-15 frequente	>15 pendenza <5%	15,1-50 abbondante	15,1-50 abbondante	>50 molto abbondante e affioramento pietre
Roccosità %	0 assente	0 assente	≤ 2 scarsamente roccioso	2,1-10 roccioso	>10 pendenza <5%	10,1-25 molto roccioso	25,1-50 estrem. roccioso	>50 estrem. roccioso
Fertilità chimica dell'orizzonte superficiale **	buona	parzialmente buona	moderata	bassa	da buona a bassa	da buona a bassa	molto bassa	-
Salinità dell'orizzonte superficiale mS/cm	<2	2-4	2,1-8	>8	-	-	-	-
Salinità dell'orizzonte sotto superficiale (<1 m) mS/cm ***	<2	2-8	>8	>8	-	-	-	-
Drenaggio interno	ben drenato, moderatamente ben drenato	ben drenato, moderatamente ben drenato	piuttosto mal drenato, talvolta eccessivamente drenato	mal drenato, eccessivamente drenato	molto mal drenato e pendenza <5%	molto mal drenato e pendenza >5%	-	-
Rischio d'inondazione	assente	lieve	moderato	moderato	alto e/o golene aperte	-	-	-
Pendenza %	<13 pianeggiante o a pendenza moderata	14-20 rilevante	21-35 forte	36-60 molto forte	-	36-60 molto forte	61-90 scoscesa	>90 ripida
Erosione	assente	diffusa moderata	diffusa forte o incanalata moderata o edica moderata o diffusione	incanalata forte o edica - forte	-	erosione di massa per crollo e sconvolgimento	-	-
Interferenza climatica ****	assente	lieve	moderata	da nessuna a moderata	da nessuna a moderata	forte	molto forte	-

Figura 8: Tabella per la stima della classe di capacità d'uso (fonte: Costantini, 2006)

L'analisi relativa all'estensione, nel complesso forestale, delle differenti classi di capacità d'uso mostra l'assenza delle classi a più alta capacità (classi I, II e III); meglio espresse sono invece le classi riconducibili alle terre marginali, benché ancora ampiamente idonee ad attività silvo-pastorali a carattere più o meno estensivo (classi IV-VI e VI) complessivamente individuabili su circa 382,7 Ha (13,7%).

Ben rappresentate sono le unità di terre con limitazioni severe (classi VI-VII, con inclusioni di classe IV) complessivamente individuabili su circa 782 Ha (28 %) e quelle con limitazioni molto severe (classi VII, VII-VI, VI con inclusioni di VIII) complessivamente individuabili su circa 442 Ha (15,8%). Di gran lunga dominanti le unità con le maggiori limitazioni d'uso (VIII), complessivamente individuabili su circa 1182 Ha (42,3%) (tabella 8).

Di scarsa rilevanza le aree antropizzate, per un'estensione complessiva pari a circa 5 Ha (0,2%), non classificabili in termini di capacità d'uso dei suoli.

Classe di capacità d'uso	Estensione (Ha)	Percentuale
IVs-VIs / IVs-VIs (sub. VIIIs) / VIs	382,7	13,7%
VIs-VIIIs / VIs-VIIIs (sub. IVs) / VIs,e	782,4	28,0%
VIIIs-VIs / VIIIs,e / VIIIs,e-VIs,e / VIs (sub. VIIIs)	442,3	15,8%
VIIIs / VIIIs-(VIIIs) / VIIIs,e	1182,2	42,3
Aree antropizzate	5,4	0,2
TOTALE	2.795	100%

Tabella 8: Estensioni relative delle differenti Classi di Capacità d'Uso

Le principali limitazioni, individuabili come sottoclassi di capacità d'uso, riguardano principalmente quelle dovute ai caratteri del suolo (limitazioni alla zona di radicamento, limitazioni legate a tessitura, scheletro e pietrosità o rocciosità superficiale, scarso spessore, bassa capacità di campo, fertilità scarsa), e quelle legate all'erosione e al rischio di ribaltamento di macchine agricole (suoli nei quali la limitazione o il rischio principale è la suscettività all'erosione idrica attuale, potenziale o pregressa, ma anche i fattori morfologici, come per esempio l'eccessiva pendenza, l'asperità delle forme, etc.). Localmente, si possono avere limitazioni dovute all'eccesso idrico in senso lato (suoli con problemi di drenaggio, eccessivamente umidi, talora interessati da falde molto superficiali, o a rischio di esondazione).

Non si hanno particolari limitazioni specificamente dovute ad interferenze climatiche, benché siano probabili a quote superiori ai 900 m (ventosità, presenza di periodi innevati).

3.2 Carta della suscettività delle terre ai rimboschimenti meccanizzati

Nell'ambito degli interventi di rimboschimento, il ricorso alla meccanizzazione interessa principalmente le attività di decespugliamento, di lavorazione del terreno (talora con spietramenti e livellamenti), ma anche di piantagione e cure colturali. Tali attività possono inoltre essere precedute dall'apertura di piste di accesso alle aree da rimboschire e seguite da opere accessorie quali le fasce parafuoco. Complessivamente, il ricorso alla meccanizzazione implica differenti costi, sia diretti che indiretti. Tra i costi indiretti, si può avere la degradazione del suolo, che non deve essere ignorata, ma anzi prevenuta, attraverso l'individuazione dei fattori limitanti alla preparazione del terreno, e di quelli predisponenti i processi di degradazione. Questi processi di degradazione possono essere sintetizzati come segue:

- erosione idrica (diffusa, incanalata e di massa);
- costipamento del suolo;
- asportazione e/o riduzione della sostanza organica o trasferimento in parti del suolo meno attive;
- alterazioni del bilancio idrico del suolo;
- deterioramento dell'attività biologica e del ciclo degli elementi nutritivi del suolo.

Il rischio di innesco di questi processi è insito nell'impiego della meccanizzazione soprattutto nelle fasi di decespugliamento e di preparazione del terreno.

Difatti, in passato, si è spesso osservato come l'azione di rimboschimento, pur essendo per definizione finalizzata a raggiungere una maggiore protezione del suolo abbia, di fatto, contribuito ad aggravare i processi di erosione del suolo e di degradazione della vegetazione, sia per le tecniche di lavorazione adottate, sia per la scelta delle specie, sia per il non corretto dimensionamento delle infrastrutture (Delogu G., 1991).

Pertanto, si è ritenuto di utilità ed interesse provvedere, per il Complesso Forestale in esame, ad una valutazione di attitudine ai rimboschimenti secondo una metodologia di base relativamente nota (*Land Suitability Evaluation*) ma che, allo stato attuale, non risulta ancora definita in Sardegna secondo una metodologia concorde e coerente per la scelta delle terre da rimboschire, delle tecniche da adottare e degli obiettivi da raggiungere. Alcune proposte metodologiche elaborate in passato (Delogu, *op. cit.*), basate su una struttura di valutazione territoriale proposta a livello internazionale (FAO, 1984), non hanno al momento portato all'elaborazione di direttive o linee guida esaustive ed applicabili a livello regionale.

Di seguito, si descrive la proposta metodologica adottata in questa sede per l'elaborazione della Carta della Suscettività delle Terre ai Rimboschimenti, elaborata nell'ambito delle indagini pedologiche per il Complesso Forestale in oggetto.

Innanzitutto, la valutazione attitudinale è stata direttamente correlata alle unità cartografiche individuate e delimitate dalla Carta delle unità di terre e della capacità d'uso dei suoli.

Preliminarmente, si è proceduto a valutazioni attitudinali parziali sulla base dei caratteri ambientali salienti, presenti nelle porzioni territoriali del complesso forestale e costituenti i molteplici poligoni delle unità di terre. Si è ritenuto opportuno, infatti, effettuare distinte valutazioni di suscettività ai rimboschimenti sulla base di criteri morfo-fisiografici, di copertura attuale del suolo e di tipologie pedologiche prevalenti, secondo i seguenti criteri:

- Valutazione attitudinale secondo criteri morfo-fisiografici: si basa sul rischio di erosione del suolo, legato principalmente all'acclività dei versanti e subordinatamente alla forma. Sono pertanto maggiormente penalizzate le parti di territorio con pendenze elevate (e viceversa), e con la convessità delle forme più penalizzante rispetto alla concavità.
- Valutazione attitudinale secondo criteri di copertura vegetale: si basa sul presupposto che il rimboschimento sia agevolmente effettuabile soprattutto nelle zone prive di copertura forestale (ad es. pascoli e arbusteti), caratterizzate da limitazioni vegetazionali minori o poco significative. I terreni via via occupati da macchie evolute, o boschi cedui e boschi naturali a densità elevata costituiscono invece situazioni di copertura e protezione del suolo che allontanano la necessità di interventi di rimboschimento, e che prevedono la gestione e la perpetuazione del bosco autoctono sulla base di indirizzi e ordinamenti selvicolturali appositamente accertati. Si osserva che, tra le zone attualmente prive di copertura forestale e con elevata attitudine per i rimboschimenti, rientrano anche le fasce parafuoco, in qualità di aree facilmente utilizzabili per un impianto ex novo, qualora si decidesse di modificare la destinazione d'uso di tali superfici. Infine, superfici poste in aree ad elevata attitudine per i rimboschimenti, ma attualmente già rimboschite, sono generalmente valutabili come temporaneamente non adatte, lasciando inteso che potranno eventualmente essere messe nuovamente a disposizione delle attività di rimboschimento solo in seguito alle utilizzazioni finali degli impianti attuali.
- Valutazione attitudinale secondo criteri pedologici: si basa sui caratteri pedologici essenziali quali lo spessore medio del suolo, e caratteri correlabili (ad esempio la profondità utile per le radici, la capacità di ritenzione e disponibilità idrica, la fertilità stimabile, ecc.). In dettaglio, non essendo disponibili dati analitici di laboratorio per le osservazioni effettuate e non essendo stato realizzato un rilevamento pedologico idoneo per una scala cartografica di dettaglio applicativo, la valutazione attitudinale dei suoli ai rimboschimenti è stata collegata alla capacità d'uso dei suoli e delle terre, così come individuati nella specifica Carta.

Di seguito (tabella 9) si riporta la classificazione di attitudine e la relativa parametrizzazione utilizzata per le tre componenti ambientali considerate. I punteggi attribuiti variano da un

massimo di 4 (per la classe di Land Suitability S1) ad un minimo di 0 (per la classe di Land Suitability N2).

Pertanto, sulla base delle combinazioni dei punteggi delle singole valutazioni relative ai caratteri territoriali delle unità cartografiche, il punteggio complessivo dato dalla sommatoria dei tre punteggi parziali può teoricamente variare da 0 a 12, da cui discende la classificazione finale di Suscettività delle Terre ai rimboschimenti.

Fisiografia	Classe L.S.	Copertura vegetale:	Classe L.S.	Capacità d'uso	Classe L.S.	Punt.
Aree pianeggianti e subpianeggianti con pendenze <2,5% (gridcode 0)	S1	Cesse parafuoco (C) Coltivi (Co) Pascoli (Pa) Arbusteti (Ar)	S1	I ^a -II ^a Classe LCC	S1	S1=4
Forme concave con pendenze comprese tra 2,5% e 15% (gridcode -1)	S2	Macchia rada (Mr) Rimboschimenti falliti (Rf)	S2	II ^a -III ^a Classe LCC III ^a Classe LCC	S2	S2=3
Forme convesse con pendenze comprese tra 2,5% e 15% (gridcode +1)	S3	Boschi di conifere radi (Bcr)	S3	III ^a -IV ^a Classe LCC IV ^a Classe LCC	S3	S3=2
Forme concave con pendenze comprese tra 15% e 35% (gridcode -2)	N1	Boschi di conifere densi (Bcd) Boschi di sclerofille radi (Bsr) Boschi di latifoglie radi (Blr)	N1	IV ^a -VI ^a Classe LCC VI ^a Classe LCC	N1	N1=1
Forme concave con pendenze >35% (gridcode -3) Forme convesse con pendenze >35% (gridcode +3) Forme convesse con pendenze comprese tra 15% e 35% (gridcode +2)	N2	Boschi di sclerofille densi (Bsl) Boschi di latifoglie densi (Bld) Macchia densa (Md) Boschi rupestri (Br) Roccia affiorante (R)	N2	VI ^a -VII ^a Classe LCC VII ^a Classe LCC VII ^a -VIII ^a Classe LCC VIII ^a -VII ^a Classe LCC VIII ^a Classe LCC	N2	N2=0

Tabella 9: Relazioni tra Classi di Attitudini ai rimboschimenti e caratteri ambientali, con relativo punteggio.

Per la classificazione finale di Suscettività delle Terre ai rimboschimenti sono proposti i seguenti range e criteri (tabella 10):

Punteggio finale	Classe di Suscettività d'uso finale
Punteggio da 0 a 3 o presenza di un carattere ambientale di classe permanentemente limitante (N2)	N2 - terreni con limitazioni permanenti non eliminabili che precludono le possibilità di realizzare un rimboschimento mediante meccanizzazione delle attività.
Punteggio da 4 a 6	N1 - terreni con limitazioni superabili ma a costi (diretti e indiretti) attualmente eccessivi tali da precludere allo stato attuale le possibilità di realizzare un rimboschimento mediante la meccanizzazione delle attività. Tali condizioni si determinano anche per sommatoria di tre condizioni S3, dove si determina la sommatoria di tre condizioni fortemente limitanti.
Punteggio da 7 a 10	S3 - terreni con severe limitazioni per la realizzazione di un rimboschimento, mediante la meccanizzazione delle attività, e con forte riduzione dei benefici e della produttività eliminabili con costi marginalmente giustificati.
Punteggio 11	S2 - terreni con moderate limitazioni per la realizzazione di un rimboschimento, mediante la meccanizzazione delle attività, e con benefici e produttività discreti ed accettabili in relazione ai costi diretti e indiretti.
Punteggio 12	S1 - terreni con senza significative limitazioni per la realizzazione di un rimboschimento, mediante la meccanizzazione delle attività, o con minori limitazioni tali da non ridurre produttività e benefici in relazione a costi diretti ed indiretti complessivamente sostenibili.

Tabella 10: Definizione delle Classi di Attitudine definitive.

L'analisi relativa all'estensione, nel complesso forestale, delle differenti classi di suscettività d'uso ai rimboschimenti (tabella 11), mediante attività prevalentemente meccanizzate, mostra una scarsa rappresentanza delle classi ad attitudine elevata, tanto che le classe S1 ed S2 non risultano presenti e la classe S3 riguarda solo una superficie minima. Più rappresentata è invece la classe N1, con 124,3 Ha (4,45%) dove nonostante la presenza di limitazioni di varia natura (morfologica, vegetazionale e/o pedologica), le possibilità di intervento sono già state sfruttate con rimboschimenti esistenti e pertanto risultano ancora giustificabili sotto il profilo tecnico, ambientale e socio-economico, in seguito alle utilizzazioni finali degli attuali impianti. La classe di suscettività d'uso N2 è quella dominante, con circa 2.661,1 Ha (95,2%) correlabile in buona parte a limitazioni ambientali non eliminabili (ad es. rocciosità eccessiva), ma anche a condizioni vegetazionali particolarmente evolute e stabili, che richiedono un approccio selvicolturale specifico senza necessità di rimboschimenti.

Classe di suscettività d'uso	Estensione (Ha)	Percentuale
S3	4,2	0,15%
N1	124,3	4,45%
N2	2.661,1	95,2%
Corpi idrici	5,4	0,2
TOTALE	2.795	100

Tabella 11: Estensioni relative delle differenti Classi di Suscettività d'Uso ai rimboschimenti meccanizzati

3.3 Carta del rischio ambientale connesso all'erosione

L'erosione è un fenomeno naturale appartenente al normale ciclo di vita della terra e, quindi, non del tutto annullabile. Destano tuttavia preoccupazione i fenomeni di erosione accelerata che, quando innescata, è difficilmente contrastabile. I processi erosivi, derivanti dall'azione integrata di agenti naturali e/o antropici, assumono particolare importanza nelle zone particolarmente predisposte, in cui il precario equilibrio pedologico e/o vegetazionale è rapidamente modificato dalle azioni antropiche (es. coltivazioni intensive, passaggio del fuoco) e porta a situazioni quasi irreversibili.

Il processo di degradazione più evidente è l'erosione del suolo, che consiste nel distacco e nell'allontanamento di particelle solide da parte dell'acqua, del vento o di altri agenti. In Sardegna, i rischi maggiori sono connessi all'erosione idrica superficiale sui versanti, sia laminare che incanalata. La velocità e l'intensità del processo di erosione idrica, dipendono non solo dall'acqua e dalla pendenza dei versanti, ma anche dai caratteri del suolo, dalla sua composizione e dallo stato fisico del terreno al momento dell'interazione acqua-suolo.

Le principali cause predisponenti l'erosione del suolo sono la deforestazione, la coltivazione di pendii acclivi senza l'adozione di misure conservative, l'uso inappropriato del suolo e le piogge intense. Come conseguenza dell'erosione, la produttività del suolo diminuisce fortemente, in quanto il processo erosivo provoca negli orizzonti superficiali del suolo una riduzione della sostanza organica, dell'argilla e di altre frazioni colloidali e, quindi, un degrado dello spessore utile per le radici delle piante e per la riserva sia idrica che di nutrienti. L'erosione, spesso, favorisce o aggrava fenomeni quali l'acidificazione, la lisciviazione, la costipazione e la perdita di attività biologica del suolo.

Attualmente esistono numerose metodologie per la stima dell'erosione. Tra tali procedure, una delle più utilizzate è l'equazione universale per il calcolo della perdita di suolo, nota come USLE (Universal Soil Loss Equation), ricavata empiricamente sulla base di migliaia di dati sperimentali raccolti dal Servizio di Conservazione del Suolo (SCS, Soil Conservation Service) e dal Servizio di Ricerca in Agricoltura (ARS, Agricultural Research Service) degli Stati Uniti.

La relazione di base, formulata in origine da Wischmeier & Smith (1965, 1978) è la seguente:

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P$$

in cui:

- A: Perdita specifica di suolo media annua, espressa in (t/ha anno)
- R: Indice di aggressività della pioggia (in MJ mm/ha h anno), che si valuta considerando le altezze di precipitazione non inferiori a 13 mm (in particolare, gli autori indicano come eventi piovosi distinti quelli intervallati da almeno 6 ore di tempo asciutto e tra questi come eventi erosivi quelli aventi un'altezza di pioggia totale non inferiore a 13 mm);
- K: Fattore pedologico che esprime l'erodibilità del suolo, in (t h/MJ mm), ricavabile dalle percentuali di materiale fino (<0,1 mm), di materiale grossolano (0,1 - 2 mm), di materia organica, e dalla permeabilità del suolo;

- L: Fattore topografico [adimensionale], ricavabile tramite una formula sperimentale, che rappresenta la lunghezza del versante;
- S: Fattore topografico [adimensionale], ricavabile tramite una formula sperimentale, che rappresenta la pendenza del versante;
- C: Fattore culturale [adimensionale], legato al tipo di coltivazione e al tipo di copertura vegetale, di non facile valutazione. Per il calcolo di C occorre far riferimento al manuale applicativo dell'USLE che raccoglie i rapporti dimensionali fra la perdita di suolo nelle diverse fasi del ciclo vegetativo delle più differenti colture e quella relativa al maggese di riferimento;
- P: Fattore di pratica antierosiva, tabellato in funzione del valore della pendenza (s) e del tipo di pratica adottata. In assenza di pratiche antierosive si assume $P = 1$.

In particolare, il prodotto RK [t/ha anno] esprime la potenziale erosione, dipendente sia dal clima che dal tipo di suolo, che si ha su una parcella "standard" di lunghezza pari a 22,13 m, avente una pendenza del 9%, tenuta permanentemente a maggese, e lavorata a rittochino.

I prodotti LS e CP sono, invece, dei coefficienti correttivi del prodotto RK che ne amplificano o ne riducono il valore a seconda del discostamento dalle condizioni "standard".

Per quanto concerne i settori di applicabilità della USLE, lo stesso Wischmeier (1976) asserisce che detta formula può essere usata convenientemente per:

- stimare la perdita media annua di suolo per erosione di un versante soggetto a specifica utilizzazione;
- suggerire la scelta di sistemi di gestione e di coltivazione, nonché delle opere sistematorie più adatte;
- prevedere le variazioni nelle perdite di suolo a seguito di cambiamenti nei sistemi di agricoltura o delle pratiche conservative;
- determinare le condizioni di applicazione delle pratiche conservative in previsione di una intensificazione delle colture;
- valutare le perdite di suolo derivanti da un'eventuale utilizzazione extra agricola del territorio;
- fornire ai pianificatori i valori delle perdite di suolo da utilizzare nella scelta delle opere sistematorie.

Tuttavia, il modello di Wischmeier tende a sottostimare la reale erosione, soprattutto dove i processi di erosione incanalata sono secondari o comunque contrastati (ad es. dalla copertura boschiva) rispetto alle altre forme di erosione (Bazzoffi, 1984). Al modello USLE viene comunque riconosciuta una notevole utilità nella stima comparativa del rischio di erosione, cioè nell'individuazione delle variazioni nello spazio e nel tempo dei fattori responsabili del processo erosivo stesso.

Anche se ampiamente applicato, il modello USLE presenta limiti evidenti, riassumibili nella complessità della procedura e nel fatto che i livelli di dettaglio per i vari fattori sono squilibrati, in quanto alcuni possono essere stimati con una buona precisione mentre altri con maggiore

approssimazione. Inoltre, i margini di soggettività nella scelta di alcuni fattori sono notevoli ed i numerosi "aggiustamenti" proposti nel tempo hanno contribuito a generare grande incertezza nelle applicazioni pratiche.

La procedura USLE, se correttamente applicata, si rivela uno strumento utile nel fornire informazioni quantitativamente approssimate, circa la diversa propensione all'erosione di aree con diverse caratteristiche climatiche, pedologiche, topografiche e colturali. È da evidenziare, inoltre, che la USLE tiene conto dell'erosione areale ed incanalata e non considera tutti i fenomeni di accumulo e di ritardo nel trasporto dei sedimenti che si verificano lungo un reticolo idrografico. Per tale motivo non può essere utilizzata direttamente per valutare la quantità di materiale solido che transita in un determinato periodo temporale in una sezione di un corso d'acqua.

Partendo dalla sua formulazione originaria, questo modello è stato più volte rivisitato con la definizione di nuovi approcci in grado di interpretare le dipendenze dell'erodibilità del suolo dal clima, dalla topografia, dalle pratiche colturali e dalle opere di sistemazione dei terreni.

Una evoluzione di tale relazione è rappresentata dalla RUSLE, proposta in prima versione nel 1991 (Renard et al., 1991) ed attualmente adottata dal Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti (United States Department of Agriculture, USDA) e dal SCS come strumento ufficiale per la previsione dell'erosione idrica e per la programmazione degli interventi di conservazione del suolo negli ambienti statunitensi.

Per quanto riguarda l'area in esame, considerati i limiti del metodo USLE, in particolare per suoli a tessitura fine o grossolana, per i quali peraltro non sono disponibili dati analitici certificati per quanto riguarda l'area di indagine, e appurata l'elevata variabilità spaziale dei caratteri ambientali e dei parametri richiesti, si è optato per una valutazione del Rischio Ambientale Connesso all'Erosione (RAE), espresso in funzione di tre fattori: pericolosità, vulnerabilità e valore esposto (Di Rosa, 2000). La relazione che definisce il rischio è la seguente:

$$\text{Rischio} = \text{Pericolosità} \times \text{Vulnerabilità} \times \text{Valore}$$

In tale stima, il Rischio Ambientale connesso all'Erosione assume un significato differente rispetto al Rischio di Erosione inteso come minaccia verso la risorsa suolo.

Nel calcolo del RAE la pericolosità esprime la probabilità che in una zona si verifichi un evento di erosione di una determinata intensità entro un determinato periodo (tempo di ritorno). Essa è funzione della frequenza con cui si osserva un determinato tipo di evento erosivo.

La vulnerabilità indica l'attitudine della componente suolo e delle componenti antropiche a sopportare gli effetti dannosi correlati all'intensità dell'erosione. Essa si identifica con l'erosione tollerabile (attitudine di un suolo a tollerare l'erosione) rispetto agli effetti negativi in situ e a distanza.

Il valore esposto indica il valore dell'elemento che deve sopportare l'erosione. Esso può essere valutato attraverso analisi economico-ambientali considerando i danni arrecati dai sedimenti erosi alle risorse naturali, agli ecosistemi, agli insediamenti umani e infrastrutture o ai danni paesaggistici determinati dalle forme di erosione.

Per l'area in esame, l'applicabilità del metodo è semplificata da due fattori principali. Il primo è la scarsa antropizzazione del territorio indagato, sia in termini di insediamenti che di infrastrutture o di usi agricoli. Il secondo è la presenza pressoché continua di coperture vegetali che, per quanto ampiamente diversificate in termini fisionomici e strutturali, costituiscono un fattore di mitigazione dell'erosione superiore rispetto a qualunque altro singolo fattore ambientale. Infatti, la copertura vegetale intercetta la pioggia battente, impedendo che l'energia della stessa sia trasmessa al terreno. Inoltre, la presenza delle radici facilita l'infiltrazione dell'acqua in profondità nel terreno. Quindi, se da una parte le precipitazioni tendono ad innescare i fenomeni erosivi, dall'altra una buona copertura vegetale li attenua.

Ai fini dell'elaborazione cartografica e rappresentazione geografica del RAE, sono stati utilizzati appositi valori indicizzati, dalla cui media si ottiene il valore finale del RAE (Bazzoffi, 2006, in Costantini, *op. cit.*). Per il metodo di calcolo proposto, il Rischio Ambientale Connesso all'Erosione può variare in un intervallo compreso tra 0 e 1 e, tenuto conto delle semplificazioni di cui sopra, il calcolo è stato applicato alle differenti Unità di Terre, così come definite in precedenza, opportunamente raggruppate in Classi di RAE.

Il valore minimo del RAE (0,1200) è individuato per l'Unità Cartografica B2-a, mentre quello massimo (0,4117) è individuato per l'Unità Cartografica A1-b. Complessivamente non sono stati calcolati valori di RAE elevati, con una prevalenza di Unità Cartografiche con valori compresi tra 0,1 e 0,3.

4 PRESCRIZIONI E INDIRIZZI GESTIONALI DERIVANTI DALL'INDAGINE PEDOLOGICA

4.1 Principali limitazioni presenti nel Complesso Forestale

Come si evince dalla Carta delle unità di terre e della capacità d'uso dei suoli, l'assenza di zone appartenenti alla I^a, II^a e III^a Classe di capacità d'uso e la relativa scarsità di zone riconducibili alla IV^a Classe, indica la presenza di una serie di limitazioni legate sia a caratteri pedologici che fisiografici che da un lato hanno, per la natura dei luoghi, dissuaso da usi agricoli intensivi e dall'altro lato hanno consentito la conservazione di ambienti naturali e seminaturali, anche di pregio elevato o molto elevato.

Le limitazioni più severe del territorio indagato si riscontrano principalmente sui versanti più acclivi, per il rischio di erosione più elevato, sia nei settori tabulari carbonatici per la presenza di pietrosità superficiale e di rocciosità affiorante (peraltro importante sotto il profilo paesaggistico e naturalistico). Per ciò che attiene i caratteri pedologici, si evidenzia, una capacità di ritenzione idrica spesso limitante (scarsa a causa della scarsa profondità dei suoli e per tessiture franco-sabbiosa o eccessiva con problemi di drenaggio) ed una ridotta fertilità intrinseca delle terre, in particolare su litologie non carbonatiche (ad es. desaturazione dei suoli e scarsa capacità di scambio cationico) che, in ogni caso, sarebbe di interesse verificare con determinazioni analitiche di maggior dettaglio, anche in virtù della diffusa presenza di rimboschimenti finalizzati proprio al miglioramento dei caratteri e delle funzioni del suolo.

Allo stato attuale, si può affermare che i suoli dell'area indagata non sono soggetti ad attività erosive di intensità rilevante, o a fenomeni di "desertificazione", anche se tali processi sono certamente avvenuti in varie porzioni del complesso forestale e in un passato non lontano, principalmente a causa di eventi quali il passaggio del fuoco, le utilizzazioni dei boschi originari e il sovrapascolamento, ovvero a causa di quei fattori che hanno alterato e degradato la funzione protettiva della copertura vegetale.

Nelle zone dove le pendenze sono maggiori, si ha pertanto un più elevato rischio di erosione accelerata, attualmente mitigato dalla presenza di cenosi naturali o artificiali ad elevato grado di protezione del suolo. Resta inteso che, a seconda delle condizioni pedologiche e morfologiche locali, il regime di precipitazioni (che alterna periodi secchi a piogge intense) determina

comunque un processo naturale di ringiovanimento del suolo o di rallentamento dello stesso verso forme più evolute sotto il profilo pedogenetico, contrastabile solamente grazie alla presenza di soprassuoli stabili ed allineati con la vegetazione forestale potenziale dell'area.

4.2 Indirizzi di carattere generale

In linea generale, per quanto attiene la protezione e conservazione del suolo, le azioni e gli interventi selvicolturali devono essere finalizzati al mantenimento ed al miglioramento delle principali funzioni dei soprassuoli forestali, quali il mantenimento della fertilità stazionale, la creazione di un microclima caratterizzato da maggior umidità rispetto alle aree aperte e la protezione dai fenomeni erosivi. In tal senso, soprattutto nelle diffuse situazioni del complesso forestale caratterizzate da un rischio di erosione alto o molto alto, sono consigliabili interventi conservativi della vegetazione e dei soprassuoli, in cui viene il più possibile assicurata la copertura del suolo affinché siano limitati al massimo i fenomeni di erosione laminare e di asportazione degli orizzonti umiferi.

E' pertanto auspicabile l'attuazione di interventi sia naturalistici che selvicolturali finalizzati anche ad un'inversione di tendenza dei processi e fenomeni erosivi, dove presenti; in questi casi risulta essenziale:

- la ricostituzione, in funzione delle caratteristiche pedoclimatiche, della copertura vegetale arbustiva ed arborea nei luoghi in cui è attualmente scomparsa o fortemente ridotta, anche mediante rimboschimento;
- l'incremento della capacità auto-protettiva ed evolutiva della vegetazione autoctona, in particolare leccete e macchie pre-forestali;
- la conservazione della capacità protettiva della vegetazione autoctona nei confronti dell'erosione e del degrado dei suoli, anche mediante interventi di infittimento e rinaturalizzazione;
- la regolamentazione della modalità ed estensione degli interventi di utilizzazione forestale;
- l'adozione di accorgimenti selvicolturali e di protezione del suolo (tramarratura, formazione di andane etc.);
- la necessità di intervenire con piccole opere di regimazione mediante tecniche di ingegneria naturalistica, rinverdimenti, rinfoltimenti etc.
- la scelta dei sistemi d'esbosco più adeguati;
- l'indicazione di eventuali modifiche delle forme di governo e trattamento e durata dei turni;
- la razionalizzazione del pascolo e delle tecniche di pascolamento;
- l'adozione di accorgimenti anti erosivi nella realizzazione o manutenzione delle piste d'esbosco.

Nei casi in cui sia prevista l'esecuzione di interventi di taglio, è necessario che questi abbiano tra gli obiettivi principali la rinnovazione del bosco e la conservazione nel tempo della co-

pertura del suolo. Gli interventi devono essere realizzati con cautela e/o su piccole superfici, utilizzando forme di esbosco che non provocano l'asportazione della lettiera o l'innescare di fenomeni erosivi.

4.3 Prescrizioni per mitigare l'erosione del suolo

4.3.1 Interventi localizzati

Sono consigliabili, al fine di contenere eventuali fenomeni di erosione e di contrastare il loro innesco, interventi attivi con lo scopo di:

- aumentare il grado di rugosità della superficie del suolo, allo scopo di interrompere le linee di ruscellamento e di facilitare la fase deposizionale diminuendo la pendenza e rallentando la velocità del flusso idraulico al suolo.
- aumentare la protezione da splash erosion con copertura del suolo da parte di necromassa o biomassa. Localmente, se necessario e compatibile col rischio di incendio, si potrà prevedere la realizzazione di graticciate, viminate, palizzate e fascinate con la stessa funzione, utilizzando materiale in loco, quale prescrizione aggiuntiva alle utilizzazioni e come procedura precauzionale laddove sussiste un rischio di erosione.

4.3.2 interventi selvicolturali

Le prescrizioni riguardano essenzialmente modalità di intervento selvicolturale che evitino la diminuzione della copertura del suolo e tendano ad aumentare la presenza di ostacoli a terra. Gli interventi devono tendere ad aumentare la continuità e lo spessore della lettiera e la copertura del suolo attraverso la formazione di uno piano dominato o la realizzazione di infittimenti, nonché alla graduale rinaturalizzazione dei rimboschimenti, in particolare di quelli privi di funzione produttiva. L'obiettivo è quello di aumentare la complessità strutturale e la biodiversità vegetale con ricadute positive sulla conservazione del suolo e sulla sinecologia dei soprassuoli.

Fra le azioni possibili si possono indicare:

- il rinfoltimento e sottopiantagione di specie arbustive autoctone;
- i diradamenti a buche e piantagioni specie autoctone;
- il rinfoltimento con schemi impianto naturaliformi di specie autoctone;
- le conversioni ad alto fusto dei cedui, con diradamento basso o selvicoltura d'albero;
- la tramarratura e succisione delle ceppaie;
- il rimboschimento in aree degradate con piantagioni anche miste arboree e arbustive;

- nel caso di diradamenti di conifere in aree suscettibili all'erosione, taglio alto (30-40 cm da terra) al fine di utilizzare la parte basale del fusto come pilota per palizzate o fascinate antierosive.

4.3.3 Interventi di concentramento e di esbosco

Devono essere tali da non innescare erosione diffusa e incanalata del suolo, da non alterare la qualità delle acque e da evitare impatti negativi a valle delle aree utilizzate. Laddove possibile è consigliabile l'uso di teleferiche leggere, risine, forwarder leggeri, mentre è in linea di massima da evitare l'uso di verricello, skidder e avvallamento libero.

4.3.4 Viabilità forestale

La progettazione ed esecuzione della viabilità forestale permanente e temporanea, deve prevedere accorgimenti efficaci per la regimazione della circolazione idrica, adottando tutti i provvedimenti che consentono di:

- evitare che il deflusso si concentri sul piano viabile;
- ridurre il più possibile la lunghezza del percorso del deflusso, riducendone così l'erosività e la possibilità che esso prenda direzioni indesiderate (non protette);
- ricollocare il deflusso prodotto ed intercettato dalla strada sui versanti sottostanti o nella rete di drenaggio in modo opportuno, minimizzandone l'impatto erosivo;
- evitare diversioni dei corsi d'acqua e degli impluvi attraversati dalla strada.

La realizzazione della viabilità di servizio temporanea non deve eseguire movimenti di terreno o scavi o in ogni caso deve tendere a minimizzarli mantenendoli entro i limiti di sei metri cubi per ogni tratta di dieci metri lineari di pista e con un'altezza inferiore a mezzo metro.

4.4 Prescrizioni per le attività di rimboschimento

Le attività preparatorie ai rimboschimenti sono generalmente finalizzate alla risoluzione delle seguenti problematiche:

- eliminazione o controllo della vegetazione preesistente per ridurre i fenomeni di competizione per l'acqua, la luce e gli elementi nutritivi;
- predisposizione delle migliori condizioni per l'impianto, l'attecchimento e lo sviluppo degli apparati radicali, favorendo l'aerazione del suolo, riducendo la resistenza alla penetrazione radicale e migliorando il drenaggio;
- predisposizione delle migliori condizioni di accrescimento migliorando la fertilità del sub-soil, favorendo la mineralizzazione della sostanza organica e l'avvicinamento degli elementi nutritivi agli apparati radicali;

- miglioramento delle possibilità di sfruttamento delle acque meteoriche;
- creare condizioni favorevoli per gli interventi colturali, sia per la fase iniziale dell'impianto, sia per quelle di diradamento.

Gli obiettivi di cui sopra sono realizzabili ed economicamente sostenibili solo con un certo grado di meccanizzazione, il cui impiego determina tuttavia dei rischi di degradazione del suolo quali ad esempio:

- erosione idrica (diffusa, incanalata e di massa);
- costipamento del suolo;
- asportazione e/o riduzione della sostanza organica o trasferimento in parti del suolo meno attive;
- alterazioni del bilancio idrico del suolo;
- deterioramento dell'attività biologica e del ciclo degli elementi nutritivi del suolo.

Pertanto sono consigliabili alcuni accorgimenti nelle fasi di decespugliamento e preparazione del terreno allo scopo di evitare effetti collaterali indesiderati e contrari a quelli che si vogliono raggiungere col rimboschimento.

4.4.1 Interventi di decespugliamento

Il metodo e l'intensità del decespugliamento deve dipendere dalle condizioni stazionali e dalle caratteristiche della vegetazione arbustiva esistente, tenuto conto della rusticità ed esigenze delle specie da impiantare. In particolare deve:

- evitare la rimozione andante della componente arbustiva a favore di una lavorazione che privilegi eventuali gradonature preesistenti e preservi la vegetazione fra un gradone e l'altro con finalità anti-erosive.
- mantenere la protezione del suolo e la biodiversità della fitocenosi mediante la conservazione di porzioni di terreno favorevoli allo sviluppo spontaneo della vegetazione erbacea ed arbustiva e alla permanenza fauna selvatica e dell'avifauna;
- evitare l'asportazione di macchie mediamente evolute o con caratteri pre-forestali, anche quando presenti a nuclei, indirizzando gli interventi prevalentemente sui cisteti e macchie basse o degradate;
- privilegiare, ove possibile (in aree ad altitudine S2 o S3), l'uso di lame decespugliatrici-spietratrici, piuttosto che lame apripista, al fine di minimizzare le asportazioni di materiali organici dalla superficie del suolo;
- favorire il recupero e il riciclo della sostanza organica attraverso lo sminuzzamento e l'interramento dei residui vegetali prodotti con il decespugliamento.

4.4.2 Lavorazione del terreno

La scelta del metodo di lavorazione del terreno pre-impianto deve essere stabilita in coerenza con le caratteristiche pedo-climatiche e con le tecniche di decespugliamento adottate, te-

nuto conto delle peculiarità delle specie impiantate e dei loro apparati radicali, allo scopo di ottimizzare soprattutto la profondità di lavorazione sia per ragioni operative e pedo-ambientali, sia per motivi economici. In particolare:

- sono da privilegiare i metodi di lavorazione che evitano o riducono il ribaltamento degli orizzonti del suolo;
- le lavorazioni nelle zone di pendio devono seguire le curve di livello e devono essere eventualmente accompagnate da opportune opere di sistemazione superficiale;
- sono da evitare le lavorazioni profonde in zone acclivi (attitudine S3 ed N1), con suoli poco o moderatamente profondi, a scarso tenore di argilla, generalmente ben drenati e privi di limitazioni alla circolazione idrica, allo scopo di evitare o minimizzare i rischi di erosione.
- la lavorazione del terreno profonda deve essere riservata solo alle superfici in cui risulta prioritaria la finalità produttiva e in cui le classi di attitudine al rimboschimento sono S1 e S2, da individuare con indagini di dettaglio.
- ove possibile, per condizioni pedologiche, chimico-fisiche e vegetazionali oggettivamente favorevoli ai nuovi impianti, è da valutare l'adozione di pratiche che consentono la minore meccanizzazione e movimentazione di terreno (ad es. uso di trivelle per l'apertura di buche) a fronte di risultati potenzialmente ottimali per la conservazione del suolo e per l'attecchimento delle piante, inclusa l'adozione di metodi manuali in caso di superfici di limitata estensione.

Le attività di decespugliamento e di preparazione del terreno devono necessariamente far parte di un unico ed integrato ordinamento colturale, che tiene sempre in primo piano la necessità di ridurre al minimo i rischi di degradazione del suolo e dell'ambiente, pur con i vincoli operativi ed economici che generalmente accompagnano questo tipo di interventi.

Occorre, pertanto "fare tutto ciò che è necessario, ma il meno possibile". A tal fine, è opportuno anche effettuare (preventivamente agli interventi) ulteriori analisi di carattere stazionale di maggior dettaglio, volte a supportare e rendere il più efficace possibile la valutazione dell'attitudine dei suoli al rimboschimento, favorire la scelta delle specie e ottimizzare le tecniche di preparazione del terreno.

5 BIBLIOGRAFIA

- AFES (Association Francaise pour l'Étude di Sol), 1995. Référentiel Pédologique. Coll. Techniques et Pratiques. INRA, Paris.
- ARU A., BALDACCINI P., DELOGU G., DESSENA M.A., MADRAU S., MELIS R.T., VACCA A., VACCA S., 1990. Carta dei suoli della Sardegna, in scala 1:250.000. Dipartimento Scienze della Terra Università di Cagliari, Assessorato Regionale alla Programmazione Bilancio ed Assetto del Territorio, SELCA (Firenze).
- ARU A., BALDACCINI P., VACCA A., DELOGU G., DESSENA M.A., MADRAU S., MELIS R.T., VACCA S., 1991. Nota illustrativa alla Carta dei suoli della Sardegna. Dipartimento Scienze della Terra Università di Cagliari, Assessorato Regionale alla Programmazione Bilancio ed Assetto del Territorio, Cagliari, 83 pp.
- ARU A., LODDO S., PUDDU R., SERRA G., TOMASI D., PINNA G., 1998. Land degradation and desertification indicators in Sardinia. Contract ENV4-CT95-0115-MEDALUS III Project 1: Core Project Module 1.10-Final Report 1996-1998. Medalus Office, King's College, London.
- Bazzoffi P., 1984. "Erosione sui versanti e conseguente sedimentazione in piccoli serbatoi artificiali. Nota III: Validazione di alcuni modelli di previsione dell'erosione (USLE, GAVRILOVIC, PSIAC) per mezzo del confronto fra i valori stimati e quelli effettivamente misurati attraverso la sedimentazione negli invasi". Annali Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo, vol. XV, pp. 149-188.
- BIANCHI L., DELOGU G., GREGORI E., PALLANZA S., ZORN G., 2005. Valutazione degli effetti del rimboschimento in zone aride della Sardegna. Bollettino Soc. It. Scienza del Suolo n. 54: 185-199.
- BRÊTHES A., BRUN J.J., JABIOL B., PONGE J., TOUTAIN F., 1995. Classification of forest humus forms: a French proposal. Ann. Sci. For. 52, 535-546.
- CARMIGNANI L., BARCA S., CAROSI R., DI PISA A., GATTIGLIO M., MUSUMECI G., OGGIANO G., PERTUSATI P.C., 1992. Schema dell'evoluzione del basamento sardo, Geologia della Catena Ercinica in Sardegna, Guida alla escursione sul basamento paleozoico della Sardegna, maggio 1992, Siena-Pisa: 11-38.
- CARMIGNANI L., OGGIANO G., BARCA S., CONTI P., SALVATORI I., ELTRUDIS A., FUNEDDA A., PASCI S., 2001. Geologia della Sardegna, Note Illustrative della Carta Geologica della Sardegna a scala 1:200.000. Mem. Descr. Carta Geologica d'Italia, Serv. Geol. It., 60, 283 pp., Ist. Poligr. Zecca dello Stato, Roma.
- CENTRO DI ECOLOGIA ALPINA, 1996. Humus forestali del Trentino. Report n.9. Trento, pp. 1-53.
- COSTANTINI E.A.C (coordinatore), 2006. Metodi di valutazione dei suoli e delle terre. Ministero delle Politiche agricole e forestali. Osservatorio nazionale pedologico e per la qualità del suolo agricolo e forestale. Ed. Cantagalli.
- Di Rosa G., 2000. Rischio idrogeologico e difesa del territorio. Flaccovio, Palermo, pp. 160.
- DELECOUR F., 1980. Essai de classification pratique des humus. Pédologie, XXX, 2.
- DELOGU G., 1991. Proposta di linee guida per la valutazione di attitudine ai rimboschimenti in Sardegna. In La difesa del suolo in ambiente mediterraneo. Atti del convegno, Cala Gonone 12-14 giugno 1991. ERSAT, pp. 216-221.

- DE PHILIPPIS A., 1937. Classificazioni e indici del clima in rapporto alla vegetazione forestale italiana. Nuovo Giorn. Bot. Ital., XLIV, pp. 1-169.
- DUCHAUFOUR Ph., 1977. Pédologie 1. Pédogenèse et classification. Masson, Paris.
- EMBERGER L., 1955. Une classification biogéographique des climats. Rev. Trav. Lab. Bot. Fac. Sci. Montpellier, n. 7, pp. 3-43.
- FAO, 1984. Land Evaluation for Forestry. Forestry Paper n. 48. FAO, Rome, Italy.
- FAO, 1998. World Reference Base for Soil Resources. World Soil Resources Reports 84, FAO, Rome, Italy.
- FAO-UNESCO, 1988. Soil Map of the World. Revised Legend. Reprinted with corrections. World Soil Resources Report 60, FAO, Rome, Italy.
- GIORDANO A., 2002. Pedologia forestale e conservazione del suolo. UTET. pp. 600.
- GREEN R.N., TROWBRIDGE R.L., KLINKA K., 1993. Toward a taxonomic classification of humus forms. Forest Science, 29: 1-49.
- HARTMANN F., 1970. Gli humus forestali. CEDAM, Padova.
- IUSS Working Group WRB. 2007. World Reference Base for Soil Resources 2006, first update 2007. World Soil Resources Reports No. 103. FAO, Rome.
- JABIOL B., ZANELLA A., ENGLISH M., HAGER H., KATZENSTEINER K., WAAL R.W., 2004. Towards an European Classification of Terrestrial Humus Forms. EUROSIL 2004. Freiburg, 4-12 September.
- KLINKA K., GREEN R.N., TROWBRIDGE R.L., LOWE L.E., 1981. Taxonomic classification of humus forms in ecosystems of British Columbia. First approximation. Province of British Columbia, Ministry of Forestry, Smithers B.C.: 1-53.
- MANCINI F., 1955. Delle terre brune d'Italia. Ann. Acc. It. Sci. For. 3, pp 253-326.
- PAVARI A., 1916. Studio preliminare sulla coltura di specie forestali esotiche in Italia. Ann. R. Ist. Sup. For. Naz.
- PROGEMISA S.p.A., 2008. Carta Geologica di Base della Sardegna in scala 1:25.000. R.A.S
- RENARD K.G., FOSTER G.R., WEESIES G.A., PORTER P.J., 1991. "RUSLE – Revised Universal Soil Loss Equation", Journal of Soil and Water Conservation. Jan-Feb, pp. 30-33.
- RENARD K.G., MEYER L.D., FOSTER G.R., 1997. "Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning With the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)", United States Department of Agriculture - Agricultural Research Service. Handbook n. 703. U. S. Government Printing Office, Washington, DC, pp. 407.
- RENARD K.G., FREIMUND J.R., 1994. "Using monthly precipitation data to estimate the Rfactor in the RUSLE". Journal of Hydrology, 157, pp. 287-306.
- SAF, 1993. Conservazione del suolo e meccanizzazione nelle attività di rimboschimento. A cura di Lucci S., Centro di Sperimentazione Agricola e Forestale. Roma. pp. 1-86.
- SERRA G., BACCHETTA G., LODDO S., 2002. Relationships between soils, climate and vegetation in *Quercus suber* L. formations of the Sulcis-Iglesiente (Southern Sardinia – Italy). Options méditerranéennes, Series A: Mediterranean Seminars, Number 50. pp. 127-133.

- SOIL SURVEY DIVISION STAFF, 1993. Soil survey manual. USDA-SCS Agric. Handb. 18. U.S. Gov. Print. Office, Washington, D.C.
- SOIL SURVEY STAFF, 2010. Soil Taxonomy, eleventh edition. USDA-NRCS. pp. 939.
- SOIL SURVEY STAFF, 2010. Keys to Soil Taxonomy, 11th Edition. USDA-NRCS. U.S. Gov. Print. Office, Washington, DC, 346 pp.
- SUSMEL L., CAPPELLI M., VIOLA F., BASSATO G., 1975. Autoecologia del pino radiato al Grighini (Sardegna Centro-Occidentale). Ann. CEMV, 9: 1-180.
- SUSMEL L., VIOLA F., BASSATO G., 1976. Ecologia della lecceta del supramonte di Orgosolo. Ann. CEMV, 10: 1-261.
- SUSMEL L., 1988. Principi di ecologia. CLEUP, Padova.
- SUSMEL L., 1993. Problemi ecologici nell'ambiente mediterraneo della Sardegna. In: La difesa del suolo in ambiente mediterraneo. Atti del convegno. Cala Gonone, 12-14 giugno 1991, pp. 22-32.
- THORNTHWAITE C.W., MATHER J.R., 1955. The water balance. Climatology, Lab. of climatology. Centeron.
- VACCA, A. 1996. Effect of land use on forest floor and soil of a *Quercus suber* L. forest in Gallura (Sardinia, Italy), Proceedings of the first International Conference on Land Degradation, 10-14 June 1996, Adana, Turkey.
- VACCA A., 1996. Stato della cartografia e dell'informazione pedologica in Sardegna. Atti del Convegno "L'informazione pedologica nella prospettiva di un Servizio Regionale del Suolo", E.R.S.A.L., Regione Lombardia, Milano, 26-27 ottobre 1994: 187-190.
- VACCA A., LODDO S., PUDDU R., SERRA G., TOMASI D., ARU A., 1998. Aspetti della degradazione del suolo in Sardegna (Italia). *Mediterrâneo*, n. 12/13: 107-125.
- VIOLANTE P. (a cura di), 2000. Metodi di analisi chimica del suolo. Ministero delle Politiche agricole e forestali. Osservatorio nazionale pedologico e per la qualità del suolo. Franco Angeli Ed., Milano.
- WILDE S.A., 1966. A new systematic terminology of forest humus layers. *Soil Sci.*, 10(5): 403-407.
- WISCHMEIER W.H., JOHNSON C., CROSS B., 1971. A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites, *Journal of Soil and Water Conservation*, 26(3).
- WISCHMEIER W.H., SMITH D.D., 1978. Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning, *USDA Agriculture Handbook*, n. 282.
- ZANELLA A., TOMASI M., DE SIENA C., FRIZZERA L., JABIOL B., NICOLINI G., 2001. Humus Forestali. Manuale di ecologia per il riconoscimento e l'interpretazione. Applicazione alle faggete. Centro di Ecologia Alpina, Trento, I, 321p.
- ZANELLA A., JABIOL B., PONGE J.F., SARTORI G., R. DE WAAL, VAN DELFT B., GRAEFE U., COOLS N., KATZENSTEINER K., HAGER H., ENGLISCH M., BRETHES A., BROLL G., GOBAT J.M., BRUN J.J., MILBERT G., KOLB E., WOLF U., FRIZZERA L., GALVAN P., KOLLI R., BARITZ R., KEMMERS R., VACCA A., SERRA G., BANAS D., GARLATO A., CHERSICH S., KLIMO E. & LANGOHRG R., 2010. Humus forms erb 2010. A European Reference Base for humus forms: proposal for a morpho-functional classification. *HYPER ARTICLES en LIGNE* <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00541496/fr/>: 1-51.