

Ministeri dell'Economia e delle Finanze, dell'Istruzione, Università e Ricerca, dell'Ambiente della Tutela del Territorio, delle Politiche Agricole e Forestali

-----  
**Fondo Integrativo Speciale per la Ricerca**

**PROGRAMMA STRATEGICO: B) SVILUPPO SOSTENIBILE E CAMBIAMENTI CLIMATICI**

**Progetto-Obiettivo: 1) Simulazioni, Diagnosi e Previsioni del Cambiamento Climatico**

**Titolo del Progetto:**

**Cambiamenti Climatici e Sistemi Produttivi Agricoli e Forestali: Impatto sulle Riserve di Carbonio e sulla Diversità Microbica del Suolo.**

**Acronimo: SOILSINK**

**Linea 1: Sistemi produttivi agroforestali. (Capofila linea di ricerca Prof. Pier Paolo Roggero)**

**UO 02: Università degli Studi di Sassari, Dipartimento di Scienze Agronomiche e Genetica Vegetale Agraria, responsabile scientifico Dr. Luigi Ledda**

**Partecipanti alla ricerca:**

**Personale di ruolo**

**Prof. G. Marras (Dip. Scienze Agronomiche e Gen. Veg. Agr.)**

**Prof. A. Murtas (Dip. Scienze Agronomiche e Gen. Veg. Agr.)**

**Prof.ssa R. Filigheddu (Dip. Botanica)**

**Dott.ssa S. Bagella (Dip. Botanica)**

**Prof. S. Madrau (Dip. Ingegneria del Territorio)**

**Prof. G. Ghiglieri (Dip. Ingegneria del Territorio)**

**Dott. M. Dore (Dip. Ingegneria del Territorio)**

**Sig. M. Deroma (Dip. Ingegneria del Territorio)**

**Dott. M. Loddo (Dip. Scienze Agronomiche e Gen. Veg. Agr.)**

**Sig.ra N. Tramontana (Dip. Scienze Agronomiche e Gen. Veg. Agr.)**

**Personale a contratto**

**Dott.ssa G. Urracci (Dip. Scienze Agronomiche e Gen. Veg. Agr.)**

**Dott. L. Doro (Dip. Scienze Agronomiche e Gen. Veg. Agr.)**

**Dott. E. Farris (Dip. Botanica)**

**Dott.ssa M. C. Caria (Dip. Botanica)**

**Relazione sulle attività svolte nel 2° anno di attività (01/07/2007-30/06/2008)**

**Il responsabile scientifico  
(Dott. Luigi Ledda)**

**Visto, il coordinatore del progetto  
(Dr.ssa Rosa Francaviglia)**

## **INDICE**

### **Linea 1 Sistemi produttivi-agroforestali**

- Attività 4**    **Identificazione, delimitazione e caratterizzazione pedologica, bioclimatica e vegetazionale di aree rappresentative dei sistemi produttivi agro-forestali della Sardegna.**
- Attività 5**    **Caratterizzazione dei sistemi culturali.**
- Attività 6**    **Implementazione di un database georeferenziato relativo al caso di studio nel Nord Sardegna.**

La presente relazione è allegata al rendiconto finanziario del secondo anno di attività svolta dall'Unità di Ricerca n. 2 del progetto SOILSINK. La relazione è stata organizzata seguendo lo schema del progetto esecutivo presentato a suo tempo, suddiviso cioè in attività con i relativi obiettivi e risultati conseguiti.

La caratterizzazione climatica, agronomica, vegetazionale e pedologica effettuata dalla UR 2 ha rappresentato quindi una fase propedeutica alla calibrazione di modelli di simulazione del ciclo del carbonio implementati dalla UR 2 e alla raccolta di dati per il monitoraggio della dinamica del C nel suolo, oltre che le attività di raccolta dati e analisi di tutte le altre unità di ricerca del progetto.

## **Linea 1 Sistemi produttivi-agroforestali**

### **Attività 4 Identificazione, delimitazione e caratterizzazione pedologica, bioclimatica e vegetazionale di aree rappresentative dei sistemi produttivi agro-forestali della Sardegna**

Nell'ambito dell'attività 4 sono state svolte diverse attività, di seguito schematicamente riportate, finalizzate alla caratterizzazione floristica e vegetazionale, già iniziata nel corso del primo anno.

Attività:

1. rilievi floristici;
2. rilievi fitosociologici;
3. rilievi puntiformi lungo linee di flora.

A tali attività ha fatto seguito il conseguimento dei seguenti risultati, qui di seguito schematicamente riportati:

1. elenco floristico e spettro biologico;
2. tabelle fitosociologiche e modelli di dinamismo della vegetazione relativi alla serie di vegetazione climacica presente all'interno del bacino individuato nel corso del primo anno e alle due serie edafoxerofile di contatto;
3. individuazione delle differenze quali-quantitative della vegetazione erbacea interessata a diverse tipologie di uso.

### **Rilievi floristici**

I *rilievi floristici*, effettuati durante tutto l'arco dell'anno al fine di realizzare un elenco floristico il più possibile completo, hanno consentito di censire nell'area di studio oltre 350 entità. I campioni raccolti sono conservati presso l'Erbario del Dipartimento di Botanica ed Ecologia Vegetale dell'Università degli Studi di Sassari (SS). La determinazione e la nomenclatura si basano su Pignatti (1982), Greuter *et al.* (1984-89), Tutin *et al.* (1964-80 e 1993), Valdés *et al.* (1987). A

ciascuna entità rilevata è stata attribuita la forma biologica secondo Raunkier (1934), che indica il tipo di adattamento al quale la pianta ricorre per proteggere le gemme durante la stagione avversa. E' stato quindi realizzato lo spettro biologico, che mette in evidenza un'elevata percentuale di terofite (piante annuali che superano la stagione avversa sotto forma di seme), seguite da emicriptofite (piante perenni che superano la stagione avversa con le gemme al livello del terreno), fanerofite (piante perenni legnose che portano le gemme ad almeno 30 cm di altezza dal suolo) e geofite bulbose o rizomatose (piante perenni che superano la stagione avversa con le gemme sotto terra).

### **Rilievi fitosociologici**

L'applicazione del *metodo fitosociologico* classico (Géhu & Rivas-Martínez, 1981) ha consentito di completare l'identificazione e la caratterizzazione floristico-ecologica delle comunità vegetali presenti nel territorio. Sono stati effettuati 81 rilievi nei mesi di marzo, aprile, maggio e giugno sulle diverse tipologie di vegetazione. La distribuzione spaziale dei rilievi è stata il più possibile omogenea, anche in relazione all'uso del suolo e alla accessibilità delle aree. Ogni rilievo è stato georeferenziato. Con i rilievi effettuati nel secondo anno è stata implementata la matrice 55 (campioni) x 244 (entità) realizzata nel primo anno di campionamento, ottenendo così una matrice 136 (campioni) x 325 (entità). A partire da questa è stata elaborata la matrice di somiglianza (Bray e Curtis, 1957) sulla quale è stata effettuata la cluster analysis al fine di individuare le affinità tra rilievi e gruppi di rilievi. Il risultato di questa elaborazione ha consentito di definire insiemi omogenei di rilievi corrispondenti a diverse comunità vegetali (associazioni). Il livello di presenza delle diverse entità, unitamente alla fedeltà (grado di legame di un'entità ad un gruppo), ha consentito di procedere all'inquadramento sintassonomico delle comunità vegetali studiate. Le associazioni sono state inserite in unità superiori di rango gerarchico crescente fino al livello superiore, quello di classe, che viene definita su basi ecologiche (Rivas-Martínez et al., 2002). Per lo studio dei processi dinamici è stato utilizzato il metodo sinfitosociologico (Rivas-Martínez, 1976) che consente di evidenziare l'influenza dei processi antropici sulla vegetazione a scale temporali storiche o comunque brevi. In base alle analisi effettuate nel primo anno di rilievi era stata individuata la serie prevalente nell'area di studio, che è la serie sarda centro-occidentale edafo-mesofila, mesomediterranea, della sughera (*Violo dehnhardtii-Quercus suberis* sigmetum). La testa di serie è rappresentata da mesobosco a dominanza di *Quercus suber* riferibile all'associazione *Violo dehnhardtii-Quercetum suberis* nella subass. *oenanthesum pimpinelloidis*, che include gli aspetti più mesofili dell'associazione, localmente arricchita dalla presenza di orniello (*Fraxinus ornus* L.). La struttura e la composizione floristica delle tappe regressive della serie, già identificate

nel corso del primo anno, sono state ulteriormente caratterizzate. Si è inoltre proceduto all'individuazione di tappe intermedie nei processi di recupero particolarmente attivi nei vigneti abbandonati. Si è arrivati quindi ad una ricostruzione del modello dinamico della serie di vegetazione che, integrato con le informazioni derivanti dalle indagini agronomiche e pedologiche, consentirà di fare delle ipotesi sui tempi di recupero (analisi diacroniche) anche in relazione all'uso pregresso del suolo. Al fine di avere un quadro completo delle comunità vegetali e delle serie di vegetazione presenti all'interno del microbacino oggetto di studio si è proceduto alla caratterizzazione delle due serie edafoxerofile di contatto con la serie della sughera, la serie sarda, termomediterranea, dell'olivastro (*Asparagus acutifolius-Oleo sylvestris* sigmetum) che si rinviene negli affioramenti rocciosi e la serie sarda, termo-mesomediterranea, del leccio (*Prasio majoris-Quercus ilicis* sigmentum) che si sviluppa a quote superiori e su versanti più acclivi, per le quali sono state individuate la testa di serie e le principali tappe regressive delle praterie igrofile localizzate lungo i corsi d'acqua e delle piccole zone umide di origine naturale o artificiale. Anche su queste comunità vegetali sono stati effettuati rilievi fitosociologici.

### **Rilievi puntiformi lungo linee di flora**

I rilievi puntiformi lungo linee di flora sono stati effettuati in due aree, indicate come A e B, opportunamente georeferenziate, interessate dallo stesso tipo di gestione: rotazione pascolo-erbaio. L'area A, che nel primo anno era utilizzata come pascolo per ovini, nel secondo anno è stata interessata da aratura seguita da semina. I rilievi puntiformi lungo le linee di flora sono stati realizzati all'interno dei tre recinti di esclusione che erano stati impiantati nel corso del primo anno, e dentro i quali non è stata effettuata la lavorazione e la semina, e nelle aree esterne contigue. All'interno di ogni recinto e nella corrispondente area contigua sono stati effettuati 80 rilievi ripartiti in 4 linee di flora indipendenti, per un totale di 640 rilievi x 98 specie. In corrispondenza di ogni punto sono state individuate tutte le entità vegetali presenti ed è stata misurata l'altezza dell'individuo più alto. I rilievi sono stati riuniti in una matrice confrontabile con quella relativa ai rilievi effettuati nel primo anno. L'area B, che nel primo anno era adibita ad erbaio, nel secondo anno non è stata lavorata. In quest'area sono stati impiantati 3 recinti di esclusione e, al loro interno, sono stati effettuati rilievi lungo linee di flora, seguendo lo stesso schema utilizzato nei recinti dell'area A. I rilievi puntiformi relativi a ciascuna linea sono stati mediati e riuniti in un'unica matrice 80 x 100 al fine effettuare un'analisi multivariata per evidenziare eventuali differenze interannuali o tra trattamenti (es. pascolato vs. non pascolato) nella composizione floristica in termini quantitativi e qualitativi.

## Attività 5 Caratterizzazione dei sistemi colturali

L'attività ha riguardato:

- il completamento dell'archivio informatizzato contenente i dati sui sistemi colturali e sul suolo, necessari per la calibrazione del modello di simulazione;
- la validazione preliminare del modello di simulazione e prime simulazioni sugli scenari (in coll. Con UO 3).

Per la calibrazione del modello di simulazione sono state acquisite le informazioni relative all'insieme delle tecniche agronomiche realmente adottate per la gestione dei due differenti sistemi di coltivazione a confronto, modificando successivamente alcuni valori presenti nel database in base ai valori direttamente rilevati in campo.

Per i due sistemi colturali pascolo ed erbaio le operazioni inserite nel modello sono state le seguenti:

1. Preparazione del letto di semina mediante aratura (esclusivamente per l'erbaio). Tale operazione, effettuata dal proprietario del terreno mediante l'utilizzo di un aratro a dischi, è stata inserita nel sistema di gestione scegliendo l'opportuna operazione tra quelle previste dal modello, indicando la data in cui tale operazione viene normalmente effettuata e modificando, attraverso l'apposito comando, la profondità a cui viene effettuata la lavorazione. Tale parametro assume particolare importanza in quanto modifica la densità apparente del suolo sino alla profondità raggiunta dalla lavorazione, incorpora i residui colturali e mescola gli elementi nutritivi all'interno dello strato lavorato ed inoltre, attraverso un parametro correlato al tipo di lavorazione (*mixing efficiency*), va ad influire anche sul ciclo degli elementi tra i quali anche il carbonio.
2. Semina delle specie presenti nei sistemi colturali. Oltre al momento in cui viene eseguita è stato indicato il numero di piante presenti per unità di superficie (ha). Questo valore è stato inserito anche nella scheda "*Crop Data*" andando a modificare il valore di base presente nel database. Dato che EPIC non è in grado di simulare l'accestimento, il numero di piante per ettaro inserito nel database corrisponde al numero di culmi presenti per unità di superficie. Per entrambi i sistemi colturali questo valore è stato osservato direttamente in campo mediante campionamenti. Per la determinazione della densità colturale sono stati condotti 10 campionamenti per ciascuna area mediante l'utilizzo di un quadrato metallico avente superficie nota di 625 cm<sup>2</sup> e all'interno del quale sono stati contati i culmi presenti per ogni specie. Tali campionamenti sono stati effettuati in prossimità dei profili pedologici aperti nei differenti sistemi colturali in esame. I valori relativi all'avena ed al loglio sono stati riferiti al numero di steli per ettaro mentre nel caso del trifoglio si è fatto riferimento al numero di

- piante per ettaro. Per il pascolo è stato necessario ricavare il numero di culmi di graminacee presenti e il numero di piante non graminacee presenti.
3. Affinamento del letto di semina. Anche per questa operazione è stato indicato il tipo di macchina utilizzata (erpice a denti rigidi), il momento in cui è stata eseguita l'operazione e la profondità di lavorazione.
  4. Concimazione. Per tale operazione dal database di EPIC è stato selezionato il fertilizzante utilizzato nel sistema colturale specificando epoche e dosi di impiego. Tali informazioni sono state ottenute tramite intervista diretta agli agricoltori.
  5. Pascolamento. Per i due sistemi colturali sono state specificate le epoche di ingresso ed uscita degli animali dalle superfici ( pascolamento). Inoltre è stato modificato il parametro inserito di default relativo all'altezza della cotica erbosa ad inizio e fine del pascolamento.
  6. Esclusivamente per l'erbaio è stata inserita l'operazione di raccolta del foraggio specificando la data in cui tale operazione è stata effettuata.

Per calibrare il modello sul pascolo e sull'erbaio è stata necessaria la modifica di alcuni parametri relativi alle colture, quali l'altezza massima raggiunta dalla pianta ed il massimo LAI "Leaf Area Index". Tali valori sono stati osservati mediante un monitoraggio distruttivo e l'impiego del planimetro. Il LAI massimo è stato osservato in corrispondenza del rilievo effettuato nella prima decade di aprile. I rilievi nei due sistemi colturali pascolo ed erbaio sono stati effettuati utilizzando quadrati metallici aventi superficie nota di 625 cm<sup>2</sup>. I campionamenti sono stati condotti in prossimità dei punti in cui è stato effettuato lo studio del profilo pedologico georeferenziato mediante dispositivo GPS. Di seguito si riportano i valori di sostanza secca osservati per ciascuna specie e per ciascun profilo (t ha<sup>-1</sup>).

	Profilo n° 8		Profilo n° 11		Profilo n° 13		Profilo n° 15	
	2007	2008	2007	2008	2007	2008	2007	2008
<b>Avena</b>	2,36		1,97			3,74		3,29
<b>Loglio</b>	2,51		3,79			3,11		3,66
<b>Trifoglio</b>	0,83		0,85			0,91		1,38
<b>Pascolo</b>		6,00*		6,00*	4,00*		4,00*	

\* fitomassa asportata con il pascolamento, dato stimato;

Considerando che gli output del modello EPIC forniscono un valore di "resa per il foraggio" comprensivo sia della quantità asportata con lo sfalcio che quella asportata direttamente dagli animali, è stato necessario stimare il quantitativo di fitomassa asportata durante il pascolamento; tale quantità è stata quindi sommata al valore di sostanza secca misurato tramite rilevazione diretta.

La differente composizione floristica del pascolo osservata fra le due annate può essere attribuita all'effetto dell'intero sistema colturale sulla dinamica delle specie spontanee. Infatti nel 2007 il pascolo naturale era ubicato nel sito la cui gestione prevede una prevalenza di annate in cui il terreno viene lavorato e seminato per la coltivazione dell'erbaio. Tali operazioni colturali hanno una elevata influenza sulle specie spontanee che si sviluppano al termine della coltivazione dell'erbaio, determinando la prevalenza di specie spinose o caratterizzate da una limitata pabularità.

Nel sito prevalentemente destinato al pascolo naturale è stata osservata una situazione opposta: infatti la presenza ripetuta del pascolo per circa 4 anni fa sì che le specie erbacee presenti possano creare o integrare una consistente banca del seme che permette la rapida ricostituzione della cotica erbosa anche nelle annate in cui si verifica il reinsediamento del pascolo naturale al termine della coltivazione dell'erbaio.

Per la simulazione della dinamica del carbonio nel suolo è stato adottato un approccio che ha previsto il raggiungimento di alcuni obiettivi intermedi.

Il primo passo è stato la corretta calibrazione delle colture presenti nei diversi sistemi colturali per la simulazione delle produzioni reali osservate tramite il campionamento diretto. Questo primo obiettivo è di fondamentale importanza in quanto, come riportato in diverse pubblicazioni (R.C. Izaurralde, 2006; R.C. Izaurralde, 2007), l'input di carbonio verso il suolo, derivante dalle colture, è un fattore fondamentale che va a condizionare la dinamica del carbonio stesso nel terreno. Conseguentemente, la corretta simulazione delle produzioni è fondamentale per l'esatta quantificazione del carbonio addizionato al suolo. Per verificare la corretta calibrazione delle colture, i dati simulati e quelli osservati sono stati sottoposti ad analisi statistica.

L'analisi statistica è stata condotta mediante l'utilizzo del software IRENE (Integrated Resources for Evaluating Numerical Estimates) sviluppato dall'ISCI (Fila *et al.*, 2003). Tale programma è costituito da un insieme di strumenti creati per facilitare l'analisi dei risultati forniti dai modelli di simulazione.

La valutazione della calibrazione del modello si basa sulla differenza tra i valori osservati (O) e quelli simulati (S) o sulla correlazione-regressione dei valori simulati vs osservati.

Il passo successivo è stato l'inizializzazione dei pool di carbonio presenti nel modello EPIC. La metodica normalmente adottata prevede l'esecuzione di una prima simulazione per un periodo di 15 anni rispetto all'anno di riferimento per lo studio della dinamica del carbonio nel suolo. Durante tale prima simulazione i modelli ripartiscono il carbonio totale presente nel terreno tra i diversi pool caratterizzati da una differente velocità di turnover. Al termine della prima simulazione gli output inerenti il contenuto di carbonio nel suolo e riferiti ai singoli pool devono essere utilizzati come



valori in input per l'avvio della simulazione utilizzata per lo studio della dinamica del carbonio nel terreno.

Nel caso specifico, è stata utilizzata una tecnica differente, in accordo con quanto suggerito dai ricercatori del Blackland Research and Extension Center (BREC) durante un periodo di permanenza presso il Dipartimento di Scienze Agronomiche e Genetica Vegetale Agraria dell'Università degli Studi di Sassari. Tale metodo prevede l'utilizzo di una peculiarità del modello EPIC ovvero la possibilità di effettuare una pre-simulazione che precede la simulazione. Una volta completata la calibrazione delle colture, è stata quindi effettuata una pre-simulazione, per un periodo di 30 anni, durante la quale il modello EPIC ripartisce autonomamente il carbonio organico totale presente nel terreno tra i diversi pool di sostanza organica. Al termine di tale pre-simulazione gli output, tra i quali quelli inerenti la dinamica del carbonio nel terreno e contenenti la ripartizione del carbonio organico nei differenti pool, vengono automaticamente utilizzati dal modello per l'avvio della nuova simulazione. Di conseguenza la nuova simulazione prenderà avvio considerando il carbonio nel suolo già ripartito tra i 3 pool della sostanza organica.

La stabilità che caratterizza la gestione dei sistemi colturali (utilizzo delle stesse tecniche colturali da circa 30 anni ha reso possibile l'utilizzo di tale semplificazione alla metodica comunemente adottata.

Le simulazioni per lo studio della dinamica del carbonio sono state riferite ad un arco di tempo di 100 anni e hanno permesso di osservare l'andamento nel tempo dei tre pool principali della sostanza organica nei differenti usi del suolo presi in esame. Inoltre, è stato possibile paragonare tali dinamiche in modo da evidenziare come la differente gestione possa modificare il contenuto di carbonio del terreno nel corso degli anni.

Utilizzando gli scenari climatici futuri proposti dall'IPCC sono state effettuate ulteriori simulazioni allo scopo di verificare l'influenza che il mutamento climatico potrà avere sulle produzioni dei sistemi colturali in esame e sulla dinamica del carbonio.

## **Attività 6 Implementazione di un database georeferenziato relativo al caso di studio nel Nord Sardegna**

Nell'ambito dell'attività 6 sono stati condotti i rilievi necessari per l'implementazione del database georeferenziato. Di seguito si riportano in forma schematica le attività ed i risultati conseguiti.

Attività:

1. raccolta dati per l'implementazione del data-base georeferenziato.

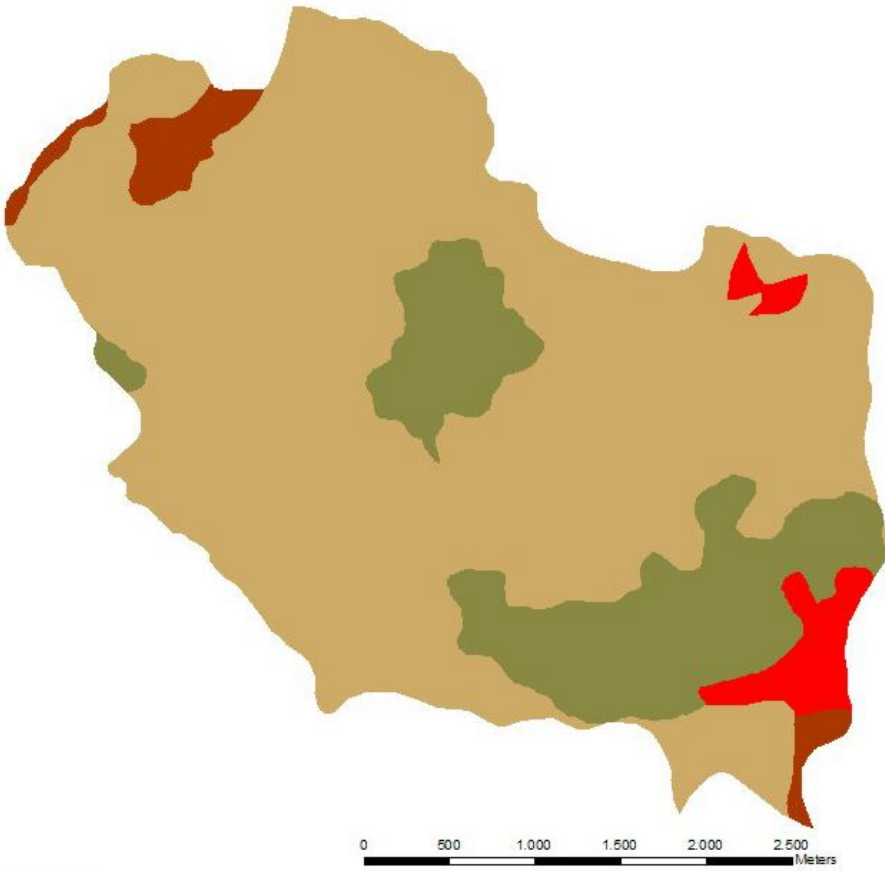
Risultati:

1. realizzazione della carta della vegetazione alla scala 1:10.000;
2. realizzazione del data-base relativo alla vegetazione;
3. realizzazione della carta pedologica;
4. realizzazione della carta di uso del suolo in scala 1:10.000.

Nell'ambito dell'obiettivo 6 si è proceduto alla realizzazione della cartografia della vegetazione spontanea all'interno dell'intera area di studio. È stata dapprima delimitata l'area di pertinenza della serie di vegetazione prevalente (serie della sughera). Successivamente ad ogni poligono identificato sulla carta è stata associata una tipologia di vegetazione in accordo con i rilievi fitosociologici. La legenda della carta della vegetazione include le seguenti tipologie: inerbimento dei vigneti lavorati (*Stellarietea mediae*), inerbimento dei vigneti non lavorati (*Stellarietea mediae*) comunità di vegetazione erbacea perenne di recupero dei vigneti abbandonati, praterie (*Artemisietea vulgaris*), cisteti (*Cisto-Lavanduletea*), boschi di sughera aperti e boschi di sughera chiusi (*Quercetea ilicis e Poetea bulbosae*). Le altre tipologie di vegetazione della serie (*Tuberarietea guttatae*, *Cytisetea scopario-striati*, *Molinio-Arrhenatheretea*) non sono state riportate sulla carta in quanto occupano superfici non cartografabili alla scala considerata. Alla cartografia può essere associato il data-base relativo alla vegetazione in quanto tutti i rilievi sono stati georeferenziati. Per quanto riguarda le formazioni erbacee utilizzate ciclicamente come pascoli o erbai, le informazioni riportate nel data-base sono quelle relative al tipo di uso dell'anno in cui sono state effettuate.

Nell'ambito dell'obiettivo 6 è stata inoltre realizzata la carta pedologica dell'intera area di studio in scala 1:10.000.

**Carta pedologica**



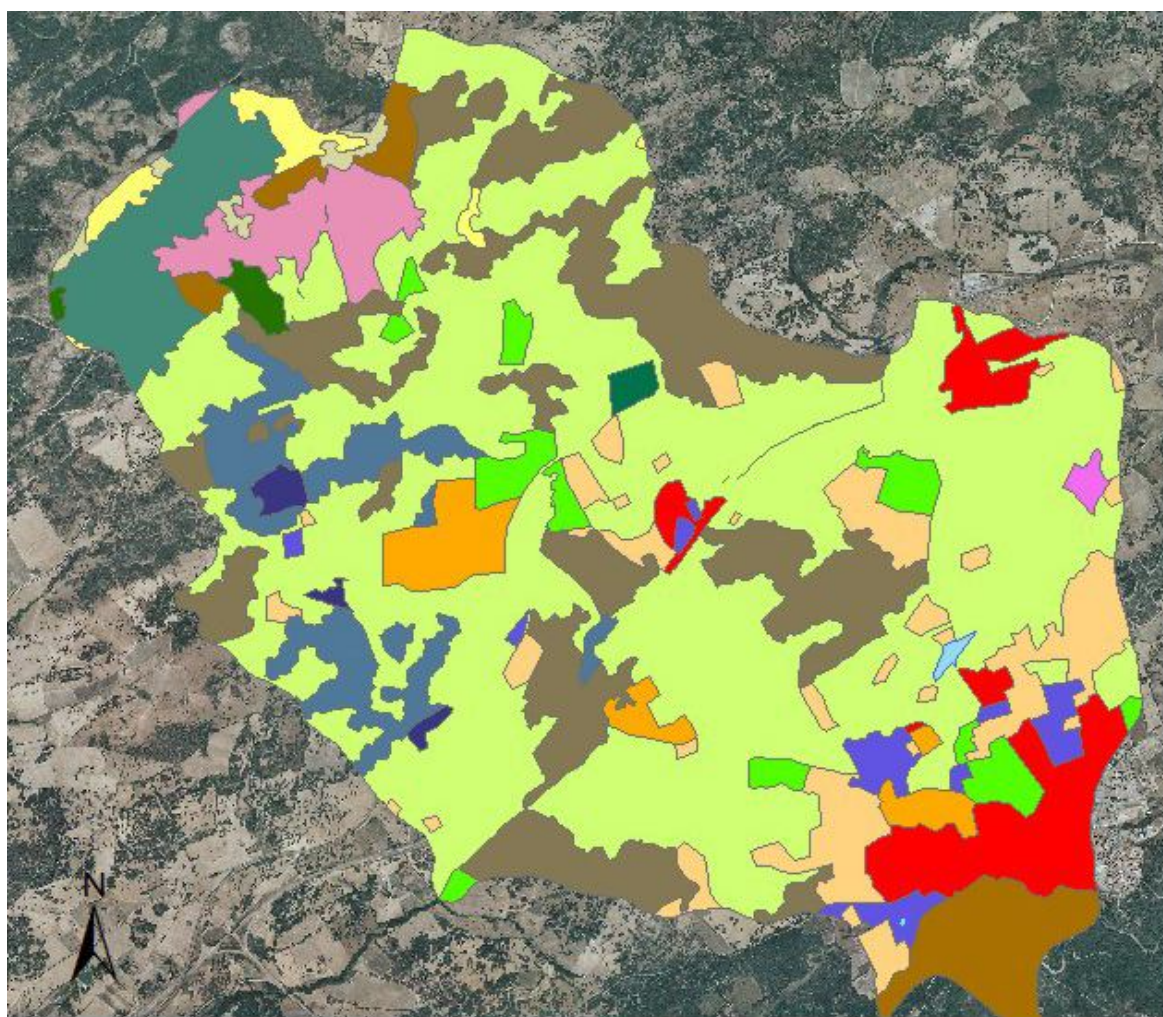
**Legenda**

-  unità 4
-  unità 5
-  unità 7
-  unità 45

Mediante fotointerpretazione e appositi rilievi in campo, è stata prodotta una dettagliata carta dell'uso del suolo del bacino in studio ed è stata quantificata l'incidenza di ogni tipologia di uso del suolo nel bacino. L'area Berchidda-Monti ha un'estensione pari a circa 1.454 ha così ripartiti per tipologia di uso del suolo:

<b>TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO</b>	<b>SUPERFICIE (ha)</b>
Pascolo	689,64
pascolo arborato	230,58
vigneto lavorato	94,96
sughereta aperta	65,47
bosco di conifere	57,79
bosco di latifoglie	54,99
Erbaio	41,4
macchia mediterranea	40,44
vigneto inerbito	36,65
ex coltivo	24,01
Gariga	16,07
sughereta chiusa	7,25
aree a ricolonizzazione artificiale	6,97
aree con vegetazione rada	5,06
Oliveto	3,83
Cisteto	3,31
aree con vegetazione rada	1,97
zone umide	1,55
aree urbanizzate	72,43
<b>SUPERFICIE TOTALE</b>	<b>1454,37</b>

## Carta di uso del suolo



### Legenda uso del suolo

-  aree con vegetazione rada
-  aree urbanizzate
-  aree a ricolonizzazione artificiale
-  boschi di conifere
-  boschi di latifoglie
-  cisteti
-  erbaio
-  ex coltivo
-  gariga
-  macchia mediterranea
-  oliveto
-  pascolo
-  pascolo arborato
-  sughereta aperta
-  sughereta chiusa
-  vigneto inerbito
-  vigneto lavorato
-  zona umida

All'interno del bacino Berchidda – Monti, nel pascolo studio e nell'erbaio studio, è stata inoltre condotta l'attività di campionamento del terreno allo scopo di caratterizzare la variazione spaziale del contenuto di sostanza organica per ciascun uso del suolo in esame, indispensabile per valutare la variazione della sostanza organica nell'intero bacino, in funzione dei differenti tipi di uso del suolo.

Il campionamento è stato stratificato in funzione della pendenza, dell'esposizione e, nel caso del pascolo, è stata inoltre differenziata la posizione delle aree sottochioma da quelle fuorichioma. I campioni di terreno sono stati prelevati secondo una maglia quadrata di 15 x 15 m a quattro profondità (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30cm e 30-40 cm) e sono stati sottoposti ad analisi per la determinazione del contenuto in carbonio organico (metodo Walkley - Black) e della tessitura. I risultati ottenuti dalle analisi sono tuttora in corso di elaborazione.

## **Bibliografia**

### **Geopedologia**

- U. S. Dept. of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, 1999 - Soil Taxonomy. Agriculture Handbook n. 436, 2<sup>nd</sup> ed., Washington D.C.
- U. S. Dept. of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, 2006 – Keys to Soil Taxonomy. 10<sup>th</sup> ed., Washington D.C.
- FAO, ISSS, ISRIC, 2006 - World Reference Base for Soil Resources. World Soil Resource Report n. 103, Roma

### **Botanica**

- Barca S., Carmignani L., Oggiano G., Pertusati P.C., Salvatori I., 1996. Carta Geologica della Sardegna, Servizio Geologico Nazionale, Carmignani L. (ed.). Litografia Artistica Cartografica, Firenze.
- Blasi, C., Carranza M.L., Frondoni R., Rosati L., 2000. Ecosystem classification and mapping: a proposal for Italian landscapes. *Applied Vegetation Science* 3: 233-242.
- Braun-Blanquet J., 1951. *Pflanzensoziologie. Grundzüge der vegetationnskunde*. Springer-Verlag, Wien.
- Bray, J.R. & J.T. Curtis, 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.* 27: 325-349.
- Daget Ph. e Poissonet T., 1969 - *Analyse phytologique des prairies*. INRA, Montpellier Document, 48:1-66.
- Gehu J.-M., Rivas-Martinez S., 1981. Notions fondamentales de phytosociologie. *Ber. Int. Simp. Int. Vereinigung Vegetationsk.* 5:3-33.
- Greuter W., Burdet H. M., Long G., 1984-89. *Med-Checklist*, voll.I-IV. Genève, Suisse.
- Pignatti S., 1982. *Flora d'Italia*. Voll. I-III. Edagricole, Bologna.
- Rivas-Martínez, 1976. Sinfitosociologia, una nueva metodología para el estudio del paisaje vegetal. *Ann. Inst. Bot. Cavillanes*, 33:179-188.
- Rivas-Martínez S., Diaz T.E., Fernández-Gonzalez F., Izco J., Loidi J., Lousã M., Penas A., 2002. Vascular plant communities of Spain and Portugal. *Itinera Geobotanica*, 15 (2): 433-922.
- Rivas-Martínez S. & Rivas y Sáenz S., 2007 - <http://www.globalbioclimatics.org/>
- Tutin T.G., Burges N.A., Chater A.O., Edmondson J.R., Heywood V.H., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M., Webb D.A. (eds.), 1993. *Flora Europaea* 2<sup>nd</sup> Edition, vol. I. University Press, Cambridge, UK.
- Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M., Webb D.A. (eds.), 1964-1980. *Flora Europaea* voll. I-V. University Press, Cambridge, UK.
- Valdés B., Talavera S., Fernández-Galiano E. (eds.), 1987. *Flora Vasculare de Andalucía Occidental*, voll. I-III. Ketres Editoria S.A., Barcelona, España.

### **Agronomia e sistemi colturali**

- Brown R. A., Rosenberg N. J.; 1997. Sensitivity of crop yield and water use to change in a range of climatic factors and CO<sub>2</sub> concentrations: a simulation study applying EPIC to the central USA. *Agricultural and Forest Meteorology*, 83, pagg 171-203.
- Causarano H. J., Shaw J. N., Franzluebbers A. J., Reeves D. W., Raper R. L., Balkcom K. S., Norfleet M. L., Izaurralde R. C.; 2007. Simulating Field-Scale Soil Organic Carbon Dynamics Using EPIC. *Soil Science Society of America Journal*, 71, pagg 1174-1185.

Doraiswamy P.C., McCarty G.W., Hunt Jr. E.R., Yost R.S., Doumbia M., Franzluebbbers A.J.; 2007. Modeling soil carbon sequestration in agricultural lands of Mali. *Agricultural Systems*, 94, pagg 63–74.

Izaurrealde R. C., Williams J. R., McGill W., Rosenberg N.J.; 2001. Simulating Soil Carbon Dynamics, Erosion and Tillage with EPIC. Lavoro presentato al “First National Conference on Carbon Sequestration” organizzato dal “U.S. Department of Energy— National Energy Technology Laboratory” Laboratory, Washington, DC, dal 14 al 17 maggio 2001.

Izaurrealde R.C., Williams J.R., McGill W.B., Rosenberg N.J., Quiroga Jakas M.C.; 2006. Simulating soil C dynamics with EPIC: Model description and testing against long-term data. *Ecologica Modelling*, 192, pagg 362-384.

Izaurrealde R. C., Williams J., Post W., Thomson A., McGill W., Owens L.; Lal R.; 2007. Long-term modeling of soil C erosion and sequestration at the small watershed scale. *Climatic Change*, Vol. 80, N° 1-2, pagg. 73-90.

He X., Izaurrealde R. C., Vanotti M. B., Williams J. R., Thomson A. M.; 2006. Simulating Long-Term and Residual Effects of Nitrogen Fertilization on Corn Yields, Soil Carbon Sequestration, and Soil Nitrogen Dynamics. *Journal of Environmental Quality*, 35, pagg 1608-1619.

Tan G., Shibasaki R.; 2003. Global estimation of crop productivity and the impact of global warming by GIS and EPIC integration. *Ecologica Modelling*, 168, pagg 357-370.

Thomson A. M., Izaurrealde R. C., Rosenberg N. J., He X.; 2006. Climate change impacts on agriculture and soil carbon sequestration potential in the Huang-Hai Plain of China. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 114, pagg 195–209.

### *Agronomia e modelli*

Abruna, F., Rodriquez, J., Silva S., 1982. Crop response to soil acidity factors in Ultisols and Oxisols in Puerto Rico. VI Grain sorghum. *J. Agric. Univ. P.R.* 61:28-38.

Allison M. Thomson, R. Ce´sar Izaurrealde, Norman J. Rosenberg, Xiaoxia He, 2006. Climate change impacts on agriculture and soil carbon sequestration potential in the Huang-Hai Plain of China. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 114 (2006) 195–209

Backer, C.K., Gallagher, J.N., Monteith J.L., 1980. Daylength change and leaf appearance in winter wheat. *Plant, Cell Environ.* 3:285-287.

Baldoni, R., Giardini, L., 2000. *Coltivazioni Erbacee, Cereali e Proteaginose*. Patron editore.

Baldoni, R., Giardini, L., 2002. *Coltivazioni Erbacee, Foraggere e Tappeti erbosi*. Patron editore.

Bonciarelli, F., 1995. *Fondamenti di agronomia generale*. Ed. Edagricole.

Bonciarelli, F., Bonciarelli, U., 2004. *Coltivazioni erbacee*. Ed. Calderini Edagricole.

Brenes, E., Bearson, R.W., 1973. Root responses of three Gramineae species to soil acidity in an Oxisols and an Ultisols. *Soil Sci.* 116:295-302.

Brown, R.A., Rosenberg, N.J., 1997. Sensitivity of crop yield and water use to change in a range of climatic factors and CO<sub>2</sub> concentrations: a simulation study applying EPIC to the central USA. *Agricultural and Forest Meteorology* 83 (I 997) 171-203.

Ceccon, P., Borin, M., 1995. *Elementi di Agrometeorologia e Agroclimatologia*. Ed Imprimeria.

Cole, G.W., Lyles, L., Hagen, L.J., 1982. A simulation model of daily wind erosion soil loss. 1982 ASAE Winter Meeting, Paper No. 82-2575.

Costantini, E.A.C, Bocci, M., L’Abate, G., Fais, A., Leone, G., Loj, G., Magini, S., Napoli, R., Nino, P., Urbano, F., 2004. Mapping the state and risk of desertification in Italy by means of remote sensing, soil GIS and the EPIC model. methodology validation in the Sardinia island, Italy. International Symposium: Evaluation and Monitoring of Desertification. Synthetic Activities for the Contribution to UNCCD, Tsukuba, Ibaraki, Japan, February 2 2004, NIES publication.



- Doorenbos, J. e Kassam, A.H., 1979. Yield response to water. Irrigation and drainage paper 33. Food. Agric. Org. United Nations, Rome.
- Doraiswamy, P.C., McCarty, G.W., Hunt, E.R. Jr., Yost, R.S., Doumbia, M., Franzluebbbers, A.J., 2007. Agricultural Systems 94 (2007) 63–74.
- Eavis B.W., 1972. Soil physical condition affecting seedling root growth. I. Mechanical impedance, aeration and moisture availability as influenced by bulk density moisture levels in a sandy loam soil. *Plant Soil* 36:613-622.
- Foy, C.D., Lafever, H.N., Scwartz J.W., Fleming A.L., 1974. Aluminum tolerance of wheat cultivars related to region of origin. *Agron. J.* 66:751-758.
- Gerik, T.J., Harman W.L., Williams J.R., Francis, L., Greiner, J., Magre, M., Meinardus, A., Steglich, E., 2006. Researcher's guide for WinEPIC, Verison 3.0. Texas A&M Blackland Research Center. BRC Report No. 05-01. Temple, Texas.
- Hanks, R.J., 1983. Yield and water use relationships: an overview. Pagg 393-411. In Taylor, H.M., Jordan, W.R., Sinclair, T.R. (Eds.) Limitation to efficient water use in crop production, CSSA and SSSA, Madison, Wis.
- Izaurrealde, R.C., Williams, J.R., McGill, W.B., Rosenberg, N.J., Quiroga Jakas, M.C., 2007. Long-term modeling of soil C erosion and sequestration at the small watershed scale. *Climatic Change* (2007) 80:73–90.
- Izaurrealde, R.C., Williams, J.R., McGill, W.B., Rosenberg, N.J., Quiroga Jakas, M.C., 2006. Simulating soil C dynamics with EPIC: Model description and testing against long-term data. *Ecological Modelling* 192 (2006) 362–384
- Jones, C.A., Cole, C.V., Sharpley, A.N., Williams J.R., 1984. A simplified soil and plant phosphorus model, I. documentation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 48(4):800-805.
- Monsi, M., Saeki T., 1953. Uber den Lictfaktor in den pflanzengesellschaften und sein bedeutung fur die stoffproduktion. *Japan J. Bot.* 14:22-52.
- Monteith N.H. e Banath C.L., 1965. The effects of soil strength on sugarcane growth. *Trop. Agric.* 42:293-296.
- Mugwira, L.M., Patel, S.J., Fleming A.L., 1980. Aluminum effects on growth and Al, Ca, Mg, K, and P levels in triticale, wheat, and rye. *Plant Soil* 57:467-470.
- NEH (National Engineering Handbook ), Part 630 Hydrology, 2007. Chapter 7: Hydrologic Soil Groups. United States Department of Agriculture.
- Nicks, A.D., 1974. Stochastic generation of the occurrence, patterns and location of maximun amount of daily rainfall. In Proc. Symp. Statistical Hydrology, Aug.-Sept. 1971, Tucson, AZ. U.S. Dep. Agric., Misc. Publ. No. 1275. Pagg 154-171.
- Onstad, C.A. e Foster G.R., 1975. Erosion modeling on a watershed. *Trans. ASAE* 18(2):288-292.
- Pavan, M.A., Bringham, F.T., Pratt, P.F. 1982. Toxicity of aluminum to coffee in Ultisols and Oxisols amended with CaCO<sub>3</sub>, MgCO<sub>3</sub> and CaSO<sub>4</sub>/2H<sub>2</sub>O. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 46:1201-1207.
- Richardson, C.W., 1981. Stochastic simulation of daily precipitation, temperature and solar radiation. *Water Resour. Res.* 17(1) pagg, 182-190.
- Richardson, C.W. and Wright, D.A., 1984. WGEN: A model for generating daily weather variables. U.S. Dep. Agric., Agric. Res. Ser., ARS-8. Pag 83.
- Ritchie, J.T., 1972. A model for prediction evaporation from a row crop with incomplete cover. *Water Resour. Res.* 8:1204-1213.
- Saxton, K. E., Rawls, W. J., Romberger, J. S. and Papendick, R. I., 1986. Estimating generalized soil water characteristics from texture. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 50(4):1031-1036.

- Saxton, K.E., Willey, P.H., 2006. The SPAW model for agricultural field and pond hydrologic simulation. In Watersheds Models, V.P. Singh, D.K. Frevert. CRC Press.
- Seligman, N.G., van Keulen H., 1981. PAPRAN: A simulation model of annual pasture production limited by rainfall and nitrogen. Pagg 192-221. In M.J. Frissel and J.A. van Veen eds., Simulation of Nitrogen behavior of Soil-Plant Systems, Proc. Workshop, Wageningen, gen.- feb. 1980.
- Taylor, H.M., Robertson, G.M., Parker J:J. Jr, 1966. Soil strength – root penetration relations for medium to coarse – textured soil materials. Soil Sci. 102:18-22.
- Taylor, H.M., 1983. A program to increase plant available water through rooting modification. Pagg 463-462. In Root Ecology and Its Pratical Application. Int. Symp., Gumpenstein. Sep 1982. Budndesanstalt fur alpenlandische Landwirtschaft, A-8952 Irding.
- Williams, J.R., 1975. Sediment yield prediction with universal equation using runoff energy factor. U.S. Dep. Agric., Agric. Res. Ser., ARS-S-40.
- Williams, J.R., Jones, C.A., Dyke, P.T., 1984. A modelling approach to determining the relationship between erosion and soil productivity. Trans. ASAE 27, 129–144.
- Williams, J.R., Jones C.A., Dyke P.T.,1990. The EPIC model. In EPIC-Erosion/Productivity Impact Calculator model documentation. United States Department of Agriculture. Agricultural Research Service. Technical bulletin number 1768, 3-92.
- Williams, J.R., 1995. The EPIC model, 1995. In: Singh, V.P. (Ed.), Computer Models of Watershed Hydrology. Water Resources Publications, Highlands Ranch, CO, pp. 909–1000.
- Williams, J.R., Renard K.G., 1995. Assessments of soil erosion and crop productivity with process models (EPIC). In R.F. Follett and B.A. Stewards, ed., Soil Erosion end Crop Productivity. Am. Soc. Agron., Crop Sci. Soc. Am., Soil Sci. Soc. Am.. Madison, WI. Pagg 67-103.
- Wischmeier, W.H. e Smith, D.D., 1978. Predicting rainfall erosion losses, a guide to conservation planning. U.S. Dep. Agric., Agric. Handb. No. 537. Pag 58.