



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

A1) PROGRAMMA STRATEGICO: B) SVILUPPO SOSTENIBILE E CAMBIAMENTI CLIMATICI

A2) 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
(SOILSINK)

Linea 1: Sistemi produttivi agroforestali - Sistemi agricoli di collina (capofila: Prof. Pier Paolo Roggero)

UO- 01: Università Politecnica delle Marche Dipartimento di Scienze ambientali e delle produzioni vegetali – SAPROV (Direttore: prof. O. Silvestroni)

Relazione sulle attività svolte nel 1° anno di attività
(21/2/2006-30/6/2007)

Il Responsabile scientifico
(prof. Pier Paolo Roggero)

Visto, Il coordinatore del Progetto
(Dr.ssa Rosa Francaviglia)



Sommario

Composizione dell'Unità operativa	4
Premessa.....	5
Attività svolte.....	6
1. Attività 1 - Analisi integrata di sistemi produttivi agricoli della collina centro-italiana	6
1.1. Avvio della collaborazione con tutte le altre UO allo scopo di realizzare la base dati necessaria alla validazione del modello di simulazione per i sistemi produttivi agricoli della collina marchigiana.....	6
1.2. Caratterizzazione climatica, attraverso serie storiche, dei siti oggetto di monitoraggio.....	7
1.3. Monitoraggio dei sistemi colturali a scala di microbacino	8
1.4. Completamento delle analisi fisico-chimiche e pedologiche del suolo nei dispositivi sperimentali esistenti, a scala parcellare e di microbacino.	10
1.4.1. Microbacini di Serra de' Conti.....	10
Geologia.....	10
Geomorfologia.....	12
Pedologia.....	12
1.4.2. Parcelle di Agugliano.....	17
Geologia.....	17
Geomorfologia.....	17
Pedologia.....	17
Considerazioni sui profili di Agugliano.....	21
Considerazioni sulle attività svolte nell'ambito dell'obiettivo 1.4	22
1.5. Avvio della raccolta sistematica dei campioni e dei dati relativi al monitoraggio della dinamica del C e dell'N nel suolo nei siti sperimentali, a livello di microbacino e parcellare.....	22
Sperimentazione macroparcellare di lunga durata "prova lavorazioni"	22
Dispositivo sperimentale "Macroparcelle Erosione".....	27
1.6. Avvio delle analisi per la quantificazione dell'ammonio organico ed inorganico e dell'ammonio fissato dai minerali argillosi relativi alle sperimentazioni su scala parcellare e di microbacino.....	27
Suoli dei microbacini	27
Suoli della prova di lunga durata "Lavorazioni"	28
1.7. Avvio della caratterizzazione bioclimatica e vegetazionale delle aree oggetto di studio su scala di microbacino finalizzata all'identificazione di aree naturali comparabili ai siti sperimentali da un punto di vista climatico-vegetazionale.....	28
Caratterizzazione bioclimatica.....	28
Studio della vegetazione	29
1.8. Definizione di un calendario di sopralluoghi ai siti sperimentali per i partecipanti di tutte le UO del progetto.....	32
1.9. Verifica interna delle attività svolte.....	32
2. Attività 2 - Analisi socio-economica delle aree cui appartengono i microbacini oggetto di studio nella collina marchigiana	32
2.1. Avvio dell'analisi del contesto socio-economico delle realtà rurali studiate.....	32
2.2. Acquisizione di dati economici a scala aziendale per la valutazione del bilancio economico	33
2.3. Strutturazione e implementazione di archivi di dati sull'analisi del contesto socio-economico in cui ricadono le realtà rurali studiate	33



*Dipartimento di Scienze Ambientali
e delle Produzioni Vegetali*

2.4. Strutturazione e implementazione di archivi di dati sull'analisi a livello aziendale utili alla definizione di bilanci economici per un campione di aziende che ricadono nei due microbacini imbriferi oggetto di monitoraggio.....	34
2.5. Rapporto preliminare sulla definizione dei confini del sistema di interesse, con riferimento ai sistemi produttivi agricoli di collina, e sulla identificazione dei soggetti coinvolti e delle interrelazioni esistenti e/o percepite nel contesto rurale studiato.....	35
3. Attività 3 - Implementazione di un database georeferenziato relativo ad un caso di studio nella collina marchigiana e suo impiego per facilitare il dialogo fra attori locali	35
3.1. Avvio della raccolta dati di base per l'implementazione del GIS a livello di microbacino imbrifero.....	35
3.2. Integrazione del GIS con i dati che ottenuti nel corso del primo anno in collaborazione l'U.O 3	37
3.3. Condivisione dei dettagli operativi sui protocolli sperimentali tra tutti i partecipanti al progetto, con particolare riferimento alle metodologie di campionamento del suolo e alla strutturazione degli archivi informatizzati destinati al modello di simulazione	38
Riferimenti bibliografici citati nel testo	40
Pubblicazioni (lista provvisoria)	40



Composizione dell'Unità operativa

Il gruppo di lavoro dell'Università Politecnica delle Marche contribuisce al progetto SOILSINK con competenze nel campo dell'Agronomia e coltivazioni erbacee, Pedologia, Botanica ed Economia agraria (Tabella 1).

Tabella 1 – Composizione dell'UO 1 Università Politecnica delle Marche

Personale di ruolo

Nome	Qualifica	Dipartimento	Competenza
Pier Paolo Roggero	prof ordinario	SAPROV	Agronomia e colt. erb.
Rodolfo Santilocchi	prof ordinario		
Marco Toderi	ricercatore		
Giovanna Seddaiu	ricercatore		
Giuseppe Corti	prof associato		Pedologia
Stefania Cocco	ricercatore		
Fabio Taffetani	prof ordinario		Botanica
Franco Sotte	prof ordinario	Dipartimento di Economia (DEA)	Economia agraria
Roberto Esposti	ricercatore		
Giorgio Murri	collaboratore tecnico	Azienda agraria didattico sperimentale	Coord tecnico azienda agraria didattico sperimentale

Personale a contratto della UO 1

Nome	Qualifica	Mesi remunerati dal progetto	Competenza
Roberto Orsini	assegnista di ricerca	3	Agronomia
Giuseppe Iezzi	dottorando di ricerca	7,5	Agronomia
Giacomo De Sanctis	dottorando di ricerca	0	Agronomia
Martina Perugini	dottorando di ricerca	16	Agronomia
Paride D'Ottavio	Assegnista di ricerca	2	Agronomia
Paola Graziaplana	Assegnista di ricerca	7	Agronomia
Alberto Agnelli	assegnista di ricerca	8	Pedologia
Clorino Cioci	dottorando di ricerca	16	Pedologia
Michele Rismondo	assegnista di ricerca	3,5	Botanica
Andrea Giannangeli	borsista	16	Botanica



Premessa

Alla UO 1 del progetto SOILSINK compete l'attività di individuazione e caratterizzazione ecologica ed agronomica di siti sperimentali da condividere con le altre unità operative del progetto relativamente ai sistemi colturali di collina.

Per il conseguimento degli obiettivi generali del progetto relativi alla quantificazione del bilancio del carbonio, era necessario individuare siti nei quali la gestione agronomica fosse stabile da almeno un decennio in diversi sistemi colturali. In occasione delle riunioni collegiali di progetto, nella fase di avvio, l'UO 1 ha proposto alle altre UO diverse opzioni sperimentali relative a prove agronomiche di lunga durata ubicate nella collina marchigiana, la cui descrizione è riportata sinteticamente in

Tabella 2.

Tabella 2 – Principali caratteristiche delle prove di lunga durata proposte dalla UO 1 come possibile sito di riferimento comune a tutte le UO del progetto SOILSINK per la collina italiana.

Caratteristiche	Microbacini	Macroparcelle "Erosione"	Macroparcelle "Lavorazioni"	Gestione del suolo nel Vigneto
Località	Serra de' Conti (AN)	Agugliano (az. sperimentale)	Agugliano (az. sperimentale)	Agugliano (az. sperimentale)
Data inizio osservazioni	1997	1993 (vecchio impianto); 1997 (nuovo impianto)	1993	1996
Culture	Seminativi avvicendati (Frumento duro, orzo, girasole, barbabietola da zucchero, favino, erba medica ecc.); vite	Attualmente: Frumento duro, girasole, prato permanente. Si prevede di sostituire il girasole con il favino e il prato permanente con erba medica .	Attualmente: frumento duro e mais in asciutto. Si prevede di sostituire il mais con il favino	Vite con o senza inerbimento interfilare
Confronti	bacino Spescia (poco diversificato) vs Bottiglie (molto diversificato)	Organico vs convenzionale basso input	Due modalità di lavorazione del terreno (costanti da oltre 12 anni) vs un controllo MAI LAVORATO combinate con due colture in rotazione e due dosi di concimazione azotata vs un controllo zero.	Lavorato vs inerbimento naturale vs altri tre miscugli per l'inerbimento interfilare (ormai naturalizzati)
Dispositivi di campionamento	Sezione a valle del bacino attrezzata con dispositivo per la quantificazione e campionamento del deflusso superficiale ed ipodermico	10 (2x5) parcelloni dotati di isolamento idraulico superficiale e di dispositivi automatici di quantificazione e campionamento del deflusso superficiale ed erosione; dispositivo per il campionamento del flusso ipodermico	Sperimentazione di campo: 2 blocchi randomizzati, 12 parcelloni di circa 900 m ² ciascuno suddivisi in tre subparcelle in relazione alle dosi di concime azotato	Sperimentazione di campo. Disegno sperimentale a blocchi randomizzati con 3 repliche, parcelloni di 4 interfilari x almeno 50 m
Gestione	Non controllata: secondo decisioni degli agricoltori. Oggetto di monitoraggio	Controllo sperimentale dei diversi trattamenti. Ogni anno sono presenti contemporaneamente frumento duro e girasole	Controllo sperimentale dei diversi trattamenti. Ogni anno sono presenti contemporaneamente frumento duro e mais.	controllo sperimentale esterno al progetto

I siti sperimentali indicati in Tabella 2 sono tutti ubicati nelle Marche, in una vasta area collinare del versante adriatico dell'Appennino centrale caratterizzata da terreni arabili di natura argillosa, destinati prevalentemente alla coltivazione di seminativi (frumento duro e tenero, altri cereali autunno-vernini, girasole, erba medica, mais, favino) e alla viticoltura. I sistemi colturali di queste aree collinari sono simili a quelli di molte aree collinari del centro Italia.

A seguito del riesame degli obiettivi della ricerca e dei siti sperimentali disponibili insieme ai responsabili delle altre UO, si è deciso di sviluppare sinergie interdisciplinari su un unico sito, nell'intento di rendere più confrontabili i dati raccolti dalle diverse unità operative e giungere ad un approfondito studio dei processi che regolano il bilancio del carbonio negli agroecosistemi di collina. Dopo approfondito esame da parte di tutte le unità operative, è stata scelta la sperimentazione di lunga durata "Macroparcelle Lavorazioni" (Tabella 2). Sulla base di questa



scelta, è stata definita la calendarizzazione dei rilievi di campo per le diverse unità operative, che si è basata sulle indicazioni fornite dalla UO 1.

In questa relazione si riferisce pertanto sulle attività svolte e sui principali risultati preliminari sinora conseguiti con particolare riferimento alla sperimentazione sulle lavorazioni. La relazione comprende anche i risultati del primo anno di attività relativamente ad altre sperimentazioni finalizzate al conseguimento degli obiettivi prefissati dal progetto: la sperimentazione "Microbacini" e quella "Erosione". Inoltre, la relazione riguarda anche le attività specifiche del gruppo di ricerca di economia agraria, che si riferisce ad un'area di studio della collina interna marchigiana nella quale sono ricompresi i microbacini.

Le attività svolte dalla UO 1 hanno riguardato i seguenti aspetti, conformemente a quanto indicato nel progetto esecutivo:

1. Analisi integrata di sistemi produttivi agricoli della collina centro-italiana;
2. Analisi socio-economica delle aree cui appartengono i microbacini oggetto di studio nella collina marchigiana;
3. Implementazione di un database georeferenziato relativo ad un caso di studio nella collina marchigiana e suo impiego per facilitare il dialogo fra attori locali.

Attività svolte

1. Attività 1 - Analisi integrata di sistemi produttivi agricoli della collina centro-italiana

Le attività svolte saranno descritte seguendo l'ordine degli obiettivi dichiarati nel progetto esecutivo.

1.1. Avvio della collaborazione con tutte le altre UO allo scopo di realizzare la base dati necessaria alla validazione del modello di simulazione per i sistemi produttivi agricoli della collina marchigiana.

La prima fase di attività del progetto è stata dedicata all'avvio delle collaborazioni con il coordinamento generale del progetto e con le altre UO partecipanti. In questo contesto la UO 1 ha partecipato attivamente alle riunioni di coordinamento con tutte le altre unità operative al fine di condividere il sito sperimentale di riferimento per la collina centro-italiana.

In particolare, la UO 1 ha collaborato attivamente con le UO 2 (UNISS-Sassari), 3 (ISNP-Roma) e 9 (ISA-Modena) per progettare insieme la raccolta dati necessari a strutturare il database per la calibrazione di modelli di simulazione sul ciclo del carbonio negli agro-ecosistemi collinari. A seguito di questi incontri, sono stati definiti i modelli di simulazione che saranno calibrati sulla base dei dati sperimentali e sono stati calendarizzati i rilievi necessari alla calibrazione, a cura dalla UO 1 (vedi attività 1 obiettivo 5).

I modelli scelti per le simulazioni sono EPIC (Williams, 1983; 1995), DSSAT (Jones et al., 1998), e DAISY (Hansen et al., 1990), che sarà curato dalla UO 9. La scelta di calibrare diversi strumenti di simulazione permetterà di disporre di tre potenti strumenti di simulazione basati sul medesimo database sperimentale, che forniranno un'ampia gamma di output, utili a conseguire gli obiettivi prefissati.

Nell'ambito di questo obiettivo, la UO 1 ha inoltre fornito il supporto logistico necessario a tutte le UO per la campagna di campionamento dei suoli, che si è svolta nell'autunno 2006 e nella primavera 2007. Nell'autunno 2006, in particolare, sono stati eseguiti e rilevati in dettaglio 16 profili di suolo, che costituiscono un primo riferimento dell'intero progetto per quanto riguarda la sperimentazione comune. Nello stesso giorno e sulle medesime parcelle sperimentali, tutte le altre



UO hanno raccolto ulteriori campioni per analisi specifiche. Nel maggio 2007, la UO1 ha curato il supporto logistico e il campionamento del suolo di alcune UO, a seguito del rinvio del campionamento concordato per i primi di maggio a causa di avverse condizioni meteo.

1.2. Caratterizzazione climatica, attraverso serie storiche, dei siti oggetto di monitoraggio

La raccolta di lunghe serie storiche di dati meteo è indispensabile per la calibrazione dei modelli di simulazione e per la generazione di scenari climatici futuri. La UO 1 ha fornito alla UO 3 la serie storica di dati giornalieri di Jesi di pluviometria (1959-2001) e temperatura massima e minima (1952-2004) e di Agugliano (1998-2007). I dati di Jesi sono stati forniti dal Servizio Idrografico, ora afferente alla Protezione Civile della Regione Marche, quelli di Agugliano sono stati forniti dal Centro Operativo Agrometeo dell’Agenzia di Servizi per lo Sviluppo Agroalimentare nelle Marche (ASSAM). Le due stazioni distano tra loro meno di 12 km in linea d’aria e sono ubicate nella fascia 50-100 m s.l.m. (Tabella 3 e Tabella 4).

Tabella 3 - Dati meteorologici disponibili presso la UO 1 per la generazione di scenari di cambiamento climatico e per altre elaborazioni inerenti le attività progettuali.

Parametro	Jesi	Agugliano	Serra de’ Conti
Temp max e min giornaliera	1952-2000	1998-2007	1998-2007
Precipitazioni giornaliera	1959-2001	1998-2007	1998-2007
Precipitazioni orarie*	1959-2001	1998-2007	1998-2007**

* Solo di eventi superiori a 10 mm. ** Dal 4/10/2006 sono disponibili le precipitazioni nei 10’.

Tabella 4 – Sintesi delle principali caratteristiche climatiche delle stazioni meteo dei siti sperimentali. Tm = media delle temperature minime; TM = media delle temperature massime; T = temperatura media.

Mese	Jesi Servizio Idrografico ¹				Agugliano ASSAM ²				Serra de’ Conti ASSAM ²			
	P mm	Tm °C	TM °C	Tme °C	P mm	Tm °C	TM °C	T °C	P mm	Tm °C	TM °C	Tme °C
Gen	55	1,1	8,6	4,8	485	2,8	9,0	5,9	60	0,3	9,9	4,8
Feb	56	1,9	10,4	6,2	481	3,5	10,8	7,2	60	0,5	11,7	5,8
Mar	64	4,5	14,0	9,3	528	6,5	14,5	10,5	55	3,5	15,5	9,3
Apr	65	7,5	18,0	12,8	702	9,2	17,9	13,6	85	6,3	19,0	12,6
Mag	56	11,5	23,1	17,3	538	13,8	23,4	18,6	54	10,8	24,7	17,8
Giu	60	15,3	27,0	21,1	485	17,8	28,1	23,0	53	14,3	29,5	22,1
Lug	43	17,5	30,2	23,9	345	19,8	30,2	25,0	56	16,6	32,1	24,5
Ago	60	17,6	29,9	23,8	459	20,0	30,1	25,1	67	17,3	31,7	24,3
Set	68	14,6	25,9	20,3	993	15,8	24,5	20,1	103	12,9	25,8	18,9
Ott	73	10,5	20,1	15,3	802	13,0	20,3	16,6	88	10,4	21,2	15,3
Nov	91	6,1	14,1	10,1	823	8,2	14,3	11,3	103	5,9	14,8	10,1
Dic	85	2,7	10,0	6,4	850	4,3	10,2	7,2	98	1,7	10,0	5,6
Tot/med	777	9,2	19,3	14,3	749	11,2	19,4	15,3	853	8,5	20,8	14,5

¹Anni di osservazione per le temperature: 1952-2000; per le precipitazioni: 1959-2000.

²Anni di osservazione: gen1998-giu2007.



1.3. Monitoraggio dei sistemi colturali a scala di microbacino

Obiettivo del monitoraggio è quello di raccogliere le informazioni necessarie alla caratterizzazione delle relazioni tra pratiche colturali nel medio-lungo termine, dinamica del C organico nel suolo e caratteristiche del deflusso superficiale a scala di microbacino in ambiente collinare.

Il monitoraggio condotto nel corso del 2006-2007 comprende rilievi che in parte sono stati avviati sin dal 1998 in due microbacini imbriferi ubicati in loc. Spescia e Bottiglie, nell'agro di Serra de' Conti (AN), in una zona rappresentativa della fascia collinare interna delle Marche. Nel corso del primo anno di attività, sono stati eseguiti rilievi a livello aziendale su colture, tecniche agronomiche e produzioni mediante sistematica intervista agli agricoltori operanti nei due bacini oggetto di monitoraggio (Tabella 5).

I microbacini hanno una SAT di 80,83 ha (Spescia) e 60,30 ha (Bottiglie) e una SAU di 69 ha e 47 ha rispettivamente. La pendenza media del bacino Spescia è del 7% (max 25%) quella di Bottiglie è pari al 8% (max 50%). Nel microbacino Spescia, che fa capo a 3 aziende agricole, l'ordinamento colturale è semplificato rispetto a Bottiglie, sino ad arrivare ad essere coltivato con un'unica coltura in tutta la SAU (Tabella 6). Il microbacino Bottiglie è caratterizzato da un maggiore frazionamento della proprietà e da un maggior numero di colture (Tabella 6).

Delle produzioni vegetali sono stati raccolti campioni da sottoporre ad analisi per la quantificazione del contenuto in azoto, fosforo e potassio al fine di quantificare il surplus dei nutrienti. Complessivamente sono disponibili, per le annate agraria 2005-06 e 2006-07, i dati di 45 campioni di prodotti vegetali, relativi a 30 campi (8 nel bacino Spescia e 22 nel bacino Bottiglie) appartenenti a 12 aziende agricole (3 nel bacino Spescia e 9 nel bacino Bottiglie).

All'attività hanno collaborato gli agricoltori delle aziende agricole ricomprese nei due microbacini e l'ASSAM della Regione Marche.

L'analisi dei profili di suolo del bacino, ha evidenziato la presenza di orizzonti argillosi astrutturati sottosuperficiali, che riducono a frazioni minime la quota di surplus idrico che percola verticalmente in falda rispetto a quella smaltita per deflusso superficiale dall'asta del fosso principale. Il monitoraggio delle acque di deflusso superficiale è avvenuto attraverso un dispositivo di campionamento automatico abbinato ad un misuratore di portata di tipo "area velocity" installato nella sezione di chiusura dei microbacini.

L'elaborazione dei dati raccolti nell'ambito di questa attività è tuttora in fase di completamento.

Tabella 5 – Variabili considerate per il monitoraggio dei sistemi colturali a scala di microbacino nel primo anno di attività.

<i>Parametro oggetto di monitoraggio</i>	<i>Dati raccolti nel periodo feb06-giu07</i>
Appezzamento	Proprietario, superficie, tipo di coltura
Lavorazioni	epoca, profondità e modalità di lavorazione del suolo
Semina	epoca e dose di seme, varietà semente, modalità di semina
Concimazione	epoca, tipo di concime, titolo, dose
Fitofarmaci	epoca, principio attivo, dose
Residui colturali	tipo, quantità (t ha ⁻¹), umidità, %N, %P
Produzioni	tipo, quantità (t ha ⁻¹), umidità, %N, %P



I due bacini hanno sistemi colturali nettamente differenti tra loro: Bottiglie è caratterizzato da un maggiore frazionamento della superficie colturale rispetto a Spescia. Il Bacino Spescia non ha subito cambiamenti importanti rispetto agli anni precedenti con l'alternanza tra colture primaverili estive che succedono al frumento. Il bacino Bottiglie si è differenziato rispetto agli anni precedenti per una crescente incidenza delle leguminose (erba medica, favino, cicerchia) nel sistema colturale a scapito delle colture primaverili - estive quali mais e girasole e ciò ha comportato una riduzione degli apporti esterni di azoto.

Il monitoraggio dei due microbacini riguarda anche le acque di deflusso nella sezione in uscita dai due bacini. Questi dati sono quindi disponibili per la calibrazione di modelli di simulazione.

I risultati sul monitoraggio delle acque sono stati messi in relazione con le pratiche colturali adottate nei due sottobacini, al fine di studiare i processi che controllano l'inquinamento e acquisire elementi di valutazione a supporto delle decisioni sulle eventuali possibilità di intervento.

Tabella 6 - Sistema colturale del Bacino Spescia

Anno	Coltura	Superficie		Produzione		Concimazione	
		ha	%	t ha ⁻¹ s.s.	N kg ha ⁻¹	P ₂ O ₅ kg ha ⁻¹	
2006	frumento	69,2	86%	6,26	138	87	
	TOT SAU	69,2	86%	6,26	138	87	
	TOT bacino	80,8	100%	5,36	118	75	
2007	barbabietola	9,5	12%	2,87	157	92	
	girasole	14,6	18%	1,81	27	69	
	favino	20,4	25%	1,76	0	0	
	pisello proteico	24,7	31%	29,00	49	22	
	TOT SAU	69,2	86%	11,65	45	35	
	TOT bacino	80,8	100%	9,97	38	30	

Tabella 7 - Sistema colturale del Bacino Bottiglie.

Anno	Coltura	Superficie		Produzione		Concimazione	
		ha	%	t ha ⁻¹ s.s.	N kg ha ⁻¹	P ₂ O ₅ kg ha ⁻¹	
2006	farro	3,39	6%	6,21	38	0	
	frumento	9,94	16%	3,84	122	12	
	favino	9,08	15%	1,69	0	0	
	pisello proteico	2,84	5%	2,10	0	0	
	cicerchia	0,50	1%	1,04	0	0	
	medica	7,14	12%	6,70	0	0	
	vite	6,78	11%	9,84	27	31	
	TOT SAU	39,66	66%	4,93	39	8	
	Bosco	3,88	6%	0,00	0	0	
	TOT SAU+bosco	43,54	72%	4,49	35	8	
TOT bacino	60,33	100%	3,24	25	5		
2007	frumento	19,54	32%	4,20	71	16	
	Cece	0,47	1%	2,11	14	5	
	cicerchia	1,42	2%	1,06	0	0	
	farro	2,07	3%	3,12	14	5	
	medica	1,47	2%	4,81	0	0	
	pisello	7,34	12%	2,13	6	2	
	vite	7,35	12%	13,03	32	13	
	TOT SAU	39,66	66%	5,28	43	11	
	Bosco	3,88	6%	0,00	0	0	
	TOT SAU+bosco	43,54	72%	4,81	39	10	
TOT bacino	60,33	100%	3,47	28	7		



1.4. Completamento delle analisi fisico-chimiche e pedologiche del suolo nei dispositivi sperimentali esistenti, a scala parcellare e di microbacino.

I dispositivi sperimentali esistenti sono localizzati in due località: nei pressi di Serra de' Conti quello a scala di microbacino e nei pressi di Agugliano quello a scala parcellare.

1.4.1. Microbacini di Serra de' Conti

Nei pressi di Serra de' Conti sono stati allestiti due dispositivi sperimentali ognuno a scala di microbacino, denominati Spescia e Bottiglie in base al nome della località in cui essi si trovano. Qui di seguito, per entrambe le aree saranno riportati i risultati delle principali osservazioni geologiche, geomorfologiche, pedologiche e delle analisi di caratterizzazione dei campioni di suolo prelevati dai profili.

L'elaborazione dei dati climatici e le osservazioni di campagna indicano per i suoli di entrambi i microbacini un regime di temperatura di tipo *mesic* e un regime di umidità di tipo *ustic* (Soil Survey Staff, 2003).

Geologia

Entrambi i microbacini sono costituiti da una successione stratigrafica di origine sedimentaria del Plio-Pleistocene, originatasi in un fondale marino ad una distanza dalla costa tale da permettere la deposizione di materiali pelitici. Entrambe le successioni stratigrafiche sono costituite da strati (litotipi) di varia tessitura e a vario grado di cementazione, ognuno dei quali ha uno spessore variabile da pochi cm a 50-60 cm; in tutti gli strati sono presenti quantità più o meno elevate di calcite (CaCO_3). Ogni unità litologica così definita rappresenta un intervallo della successione stratigrafica costituito da litotipi diversi, entro il quale il contenuto in ciottoli, ghiaia, sabbia, limo e argilla (definiti geologicamente) rientra in un intervallo. Ogni unità litologica si distingue dalle altre per la prevalenza di uno o più litotipi nella sequenza.

A seguito di tale suddivisione, il microbacino Spescia risulta costituito da quattro substrati pedogenetici, tre dei quali sono unità litologiche e uno si è originato da processi di modellamento dei versanti (Figura 1):

- A. Unità litologica S1 (Pliocene medio). E' costituita da argille marnose e argille siltose di colore grigio con sfumature ocracee.
- B. Unità litologica S2 (Pliocene medio). E' costituita da un'alternanza di strati limoso-sabbiosi o sabbioso-limosi e strati arenacei di spessore centimetrico; in qualche caso, gli strati sono intercalati da livelli argillosi di spessore millimetrico. Questa unità litologica è rappresentata da una sola striscia nella parte sommitale del microbacino.
- C. Unità litologica S3 (Pleistocene inferiore). E' rappresentata da argille e argille marnose, entrambe siltose, intercalate da strati sabbiosi di dimensione da millimetrica a centimetrica. Questa unità litologica è rappresentata da un piccolo triangolo nella parte sommitale del microbacino.
- D. Il substrato pedogenetico di origine geomorfologica (V1) è costituito da depositi continentali originatisi da processi di modellamento dei versanti è costituito da depositi di fondovalle e depositi eluvio-colluviali recenti ed in continuo divenire (Olocene), ai quali contribuisce in minima parte la presenza di un fosso. Tale substrato pedogenetico è costituito da materiali derivanti da traslazioni verso valle dei suoli a monte e dalla deposizione di particelle erose; in occasione di piogge, questi materiali vanno incontro a ulteriori rimaneggiamenti consistenti nell'eliminazione delle particelle più fini.

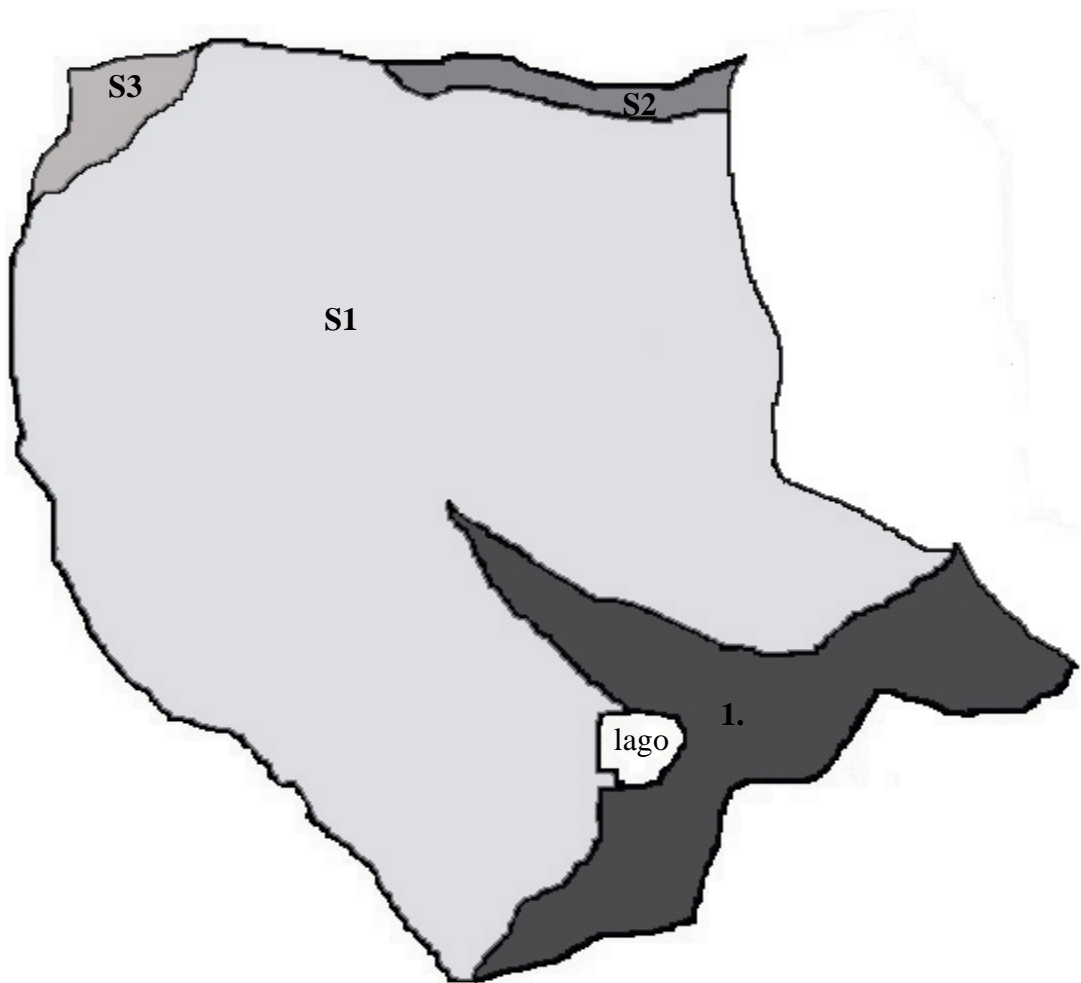
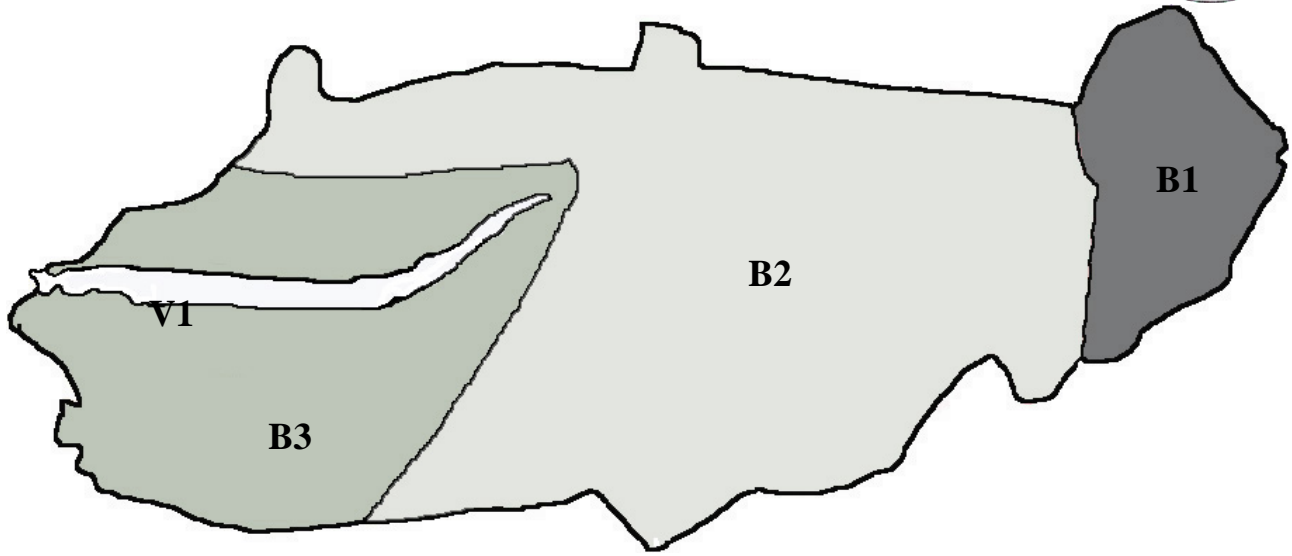


Figura 1 - Unità litologiche del bacino Bottiglie (in alto) e Spescia (in basso) - Serra de'



Il microbacino Bottiglie risulta costituito da tre unità litologiche e un substrato pedogenetico di origine geomorfologica che, dall'alto verso il basso del versante, sono (Figura 1):

- A. Unità litologica B1 (Pliocene inferiore). È data da un'alternanza di strati di argilla, di argilla-marnosa e di siltiti di colore azzurrino o ocraceo dello spessore variabile fra 5 e 15 cm con strati di dimensioni centimetriche di sabbie scarsamente cementate.
- B. Unità litologica B2 (Pliocene inferiore). È costituita da strati centimetrici di sabbie (a volte e/o in parte cementati) alternati da livelli argilloso-marnosi, argillosi e siltosi. In qualche caso, i livelli argilloso-limosi sono intercalati da strati millimetrici di sabbie limose; occasionalmente sono presenti lenti di ghiaie.
- C. Unità litologica B3 (Pliocene medio). È rappresentata da argille marnose e argille siltose di colore ocraceo intercalate da strati sabbiosi di spessore millimetrico a centimetrico.
- D. Il substrato pedogenetico derivato da processi di modellamento dei versanti è analogo al V1 del microbacino Spescia.

Geomorfologia

Data la natura dei substrati pedogenetici, la profondità dei suoli è di difficile determinazione in quanto, su simili materiali semicoerenti, l'acqua e le radici possono penetrare anche negli strati litologici, indipendentemente dalla profondità raggiunta dagli orizzonti pedogenetici.

Le aree più acclivi dei due microbacini sono interessate da fenomeni di *creep*, vale a dire traslazioni del materasso terroso verso valle alla velocità di pochi millimetri l'anno (Desio, 1989). Il *creep* produce fratture del materasso terroso che incrementano l'evaporazione dell'acqua dagli orizzonti più profondi e, nel caso di ingenti piogge, determinano un rapido approfondimento delle acque; a seguito di questo, in certe situazioni, si possono verificare frane o smottamenti. In entrambi i microbacini, le fratture di *creep* raggiungono la profondità di 40-50 cm ma, al diminuire della pendenza, si riducono la quantità di fratture e la loro profondità. A pendenze inferiori ai 5° sono invece maggiormente presenti le fratture vertiche, originate da processi di rigonfiamento (periodo invernale) e contrazione (periodo estivo) di minerali argillosi del gruppo delle smectiti e delle vermiculiti; queste fratture possono raggiungere profondità anche superiori a 1 m.

Pedologia

In entrambi i microbacini, trivellate e apertura di profili hanno permesso di stabilire l'esistenza di differenti tipi di suolo e la loro estensione. Qui di seguito sono riportati i principali tipi di suolo riscontrati nei due microbacini e le loro descrizioni pedologiche.

Microbacino Spescia

Dalla litologia S2 si originano suoli classificati come ***Typic Haplustepts, fine-loamy, mixed, mesic*** con profili organizzati nei seguenti orizzonti:

- Ap 0-52 cm
- Bw 52-139 cm
- Bk 139-173 cm
- BC 173-206+ cm

In questi suoli la densità apparente aumenta regolarmente con la profondità, motivo per il quale la porosità totale diminuisce altrettanto regolarmente. Ciò è in parte dovuto alla tessitura franca e con i minori contenuti di argilla di tutto il microbacino, sempre inferiori al 30%; con una simile tessitura, infatti, si sono verificate solo minime traslocazioni di materiali fini lungo il profilo e la porosità dovuta alla formazione di struttura non è stata sensibilmente disturbata. Il contenuto di carbonio organico di questi suoli è di 4-5 g kg⁻¹ entro 1 m di profondità, che diminuisce fino a circa 1 g kg⁻¹



oltre 1,5 m. Nel complesso si tratta di suoli sufficientemente drenati almeno entro il primo metro di profondità. Nonostante questi suoli si trovino nella posizione più elevata del microbacino, essi sono afflitti da modesti processi erosivi, probabilmente grazie al buon grado di strutturazione e al relativamente elevato contenuto di sabbia. Data la presenza di orizzonti Bw fino a oltre 1 m di profondità, questi suoli sono dotati anche di una buona riserva idrica. In essi prevalgono fratture di *creep*, mentre le fratture vertiche sono scarse.

Dalla parte più cospicua della litologia S1 e dalla litologia S3 si originano suoli classificati come **Typic Haplustepts, clayey, mixed, mesic** con il seguente profilo di riferimento:

Ap 0-48 cm
Bw 48-74 cm
BC 74-93 cm
BCk 93-105 cm
C & BC 105-169+ cm

In questi suoli la densità apparente aumenta bruscamente dagli orizzonti Ap ai sottostanti, per rimanere all'incirca costante fino a oltre 1,7 m; corrispondentemente, la porosità totale è del 42-44% negli Ap e diminuisce bruscamente al di sotto. Un tale andamento è dovuto al fatto che, immediatamente al di sotto degli orizzonti Ap, iniziano gli strati geologici, anche se il primo di questi (il 2Bw) si trova abbastanza prossimo alla superficie da avere subito un'alterazione sufficiente a trasformarlo in orizzonte *cambic*. Ciò è un indice dell'elevata intensità erosiva che affligge i suoli di quest'area. A dimostrazione di questo, i suoli di quest'area sono interessati dalla formazione di *microrills*, oltre che dalle fratture di *creep*, e i primi strati litologici leggermente pedogenizzati si ritrovano spesso entro 50-60 cm di profondità. Una simile situazione è peggiorata dal fatto che, ad eccezione degli Ap, gli altri orizzonti presentano un basso grado di strutturazione, in parte causato dal minimo contenuto di carbonio organico. Ciononostante, negli orizzonti sotto-superficiali non vi sono segni di asfissia, probabilmente per la ridotta quantità di acqua che penetra nel suolo. Le fratture vertiche sono poco presenti.

In una piccola area della litologia S1 si hanno dei **Typic Ustorthents, fine-loamy, mixed, mesic** con il seguente profilo di riferimento:

Ap 0-69 cm
BCk 69-92 cm
BC 92-127 cm
BCk 127-140 cm
C & BC 140-208+ cm

Questi sono i cosiddetti "suoli-non suoli" in quanto caratterizzati da orizzonti Ap prodotti dalle lavorazioni che giacciono sopra strati geologici così poco pedogenizzati che non si sono ancora evoluti nemmeno in un orizzonte *cambic*. In queste condizioni, la densità apparente e la porosità totale sono all'incirca quelle ereditate dallo strato geologico, con solo minime variazioni dovute alle precipitazioni di carbonati e/o all'incorporazione di sostanza organica. A questo proposito, il contenuto di carbonio organico oscilla fra 4 e 7 g kg⁻¹ entro 1 m di profondità, per assumere valori irrisori più in basso. Anche per tale scarso contenuto di sostanza organica, il grado di strutturazione è modesto, ed è grazie soprattutto al relativamente elevato contenuto di sabbia che è garantito un certo drenaggio almeno entro 70 cm di profondità. In ogni caso, la presenza di *microrills* indica che i suoli di quest'area sono soggetti a intensa attività erosiva, probabilmente anche in questo caso dovuta alla ridotta quantità di acqua penetrata nel suolo. Anche in questo caso prevalgono le fratture di *creep* e quelle vertiche sono scarse.



Dipartimento di Scienze Ambientali
e delle Produzioni Vegetali

Vi sono poi dei suoli che si originano dalla porzione più a valle della litologia S1, classificati come **Vertic Haplustepts, fine-loamy, mixed, mesic** con il seguente profilo di riferimento:

- Ap 0-55 cm
- Bw 55-120 cm
- Bk 120-202 cm
- Ck 202-212+ cm

Questi suoli hanno orizzonti Ap con una densità piuttosto bassa ($1,27-1,30 \text{ kg cm}^{-3}$), che contrasta con quella degli orizzonti sottostanti, che oscilla fra $1,65$ e $1,80 \text{ kg cm}^{-3}$. La porosità è quindi elevata negli Ap e diminuisce considerevolmente negli orizzonti sottosuperficiali. Ciò è in parte dovuto al fatto che questi suoli si trovano in leggera pendenza, dove cioè l'accumulo dei materiali erosi dalle quote più elevate prevale sull'erosione; per tale motivo, gli orizzonti Ap sono in parte costituiti dai materiali accumulati, fatto che conferisce una relativamente elevata dotazione di carbonio organico ($7,5-8,0 \text{ g kg}^{-1}$) e un buon grado di strutturazione. Sempre grazie al fatto di trovarsi a minima pendenza, gli strati litologici leggermente pedogenizzati s'iniziano a trovare a profondità superiori a $1,5 \text{ m}$. La tessitura franco argillosa e la presenza di notevoli quantità di minerali argillosi a reticolo espandibile induce un rallentato drenaggio già al di sotto dell'orizzonte lavorato, dovuto soprattutto al rigonfiamento delle smectiti durante il periodo invernale. Nonostante questo, il rilevante spessore del *solum* e la minima pendenza, vi sono solo tracce di screziature. Ciò è da imputare alla diffusa presenza di fratture vertiche che inaridiscono la parte superficiale del suolo durante il periodo estivo e, anche se minimamente, favoriscono il drenaggio rappresentando vie di deflusso preferenziale durante il periodo invernale. In alcuni siti vi sono anche fenomeni di risalita d'acqua proveniente dalle quote più alte grazie alla presenza di strati litologici semipermeabili.

Nella parte più bassa del microbacino, a partire dall'unità litologica V1 si sviluppano suoli classificati come **Udertic Haplustepts, fine-loamy, mixed, mesic** con il seguente profilo di riferimento:

- Ap 0-40 cm
- Bw 40-128 cm
- BCg 128-193 cm
- CB 193-218+ cm

In questi suoli le differenze fra gli orizzonti in termini di densità apparente sono minime, mentre la porosità è simile per tutto lo spessore. La minima pendenza di questa zona favorisce i processi di accumulo dei materiali erosi alle quote più alte; per tale motivo, gli strati litologici leggermente pedogenizzati si rinvengono fin oltre 130 cm di profondità. Allo stesso tempo, gli orizzonti Ap sono in parte costituiti dai materiali sedimentatisi alla superficie e incorporati nel suolo grazie a lavorazioni e *lessivage*; ciò ha evidentemente comportato un'omogeneizzazione degli orizzonti, testimoniata dal lento diminuire del contenuto di carbonio organico con la profondità. La presenza di notevoli quantità di materiali fini e la quasi perenne condizione di rigonfiamento dei minerali smectitici provoca un rallentato drenaggio, con formazione di screziature oltre 1 m di profondità.

Microbacino Bottiglie

Dalla litologia B1 si originano suoli con tessitura franco limoso argillosa, classificati come **Typic Haplustepts, clayey, mixed, mesic** con il seguente profilo di riferimento:

- Ap 0-57 cm
- Bw 57-240+ cm



Dipartimento di Scienze Ambientali
e delle Produzioni Vegetali

La densità apparente di questi suoli è fra le più basse del microbacino, anche se vi è un brusco aumento passando dall'orizzonte Ap ai sottostanti Bw. Ciò si traduce in una notevole riduzione di porosità totale che, in ogni caso, non è sufficiente a instaurare condizioni asfittiche, probabilmente grazie anche al fatto di trovarsi nell'area più elevata del microbacino. La brusca riduzione di porosità potrebbe essere corresponsabile della presenza di una piccola area in frana, attualmente in stato quiescente. Al di là di questa, però, vi sono evidenze del verificarsi di modesti processi erosivi quali rari *microrills*. Ciò è probabilmente dovuto al contenuto di carbonio organico che è basso in termini assoluti (intorno a 7-8 g kg⁻¹ entro 1,5 m di profondità), ma relativamente elevato rispetto agli altri suoli del microbacino. Tale contenuto di carbonio organico è infatti sufficiente a garantire un buon grado di strutturazione delle particelle, nonostante il contenuto di limo sia sempre superiore al 40% e, quindi, un buon drenaggio verticale almeno entro 1 m di profondità. Data la notevole profondità degli orizzonti Bw, questi suoli sono dotati anche di una buona riserva idrica. In essi prevalgono fratture di *creep* su quelle vertiche.

Dalla parte più a monte della litologia B2 si originano suoli con tessitura franco argillosa, classificati come *Vertic Haplustepts, fine-loamy, mixed, mesic* con il seguente profilo di riferimento:

- Ap 0-50 cm
- Bk 50-72 cm
- BC 72-74 cm
- BCk 74-88 cm
- BCx 88-160 + cm

In questi suoli la densità apparente aumenta con gradualità con la profondità, raggiungendo valori elevati solo negli orizzonti al di sotto di 1 m. Com'era da attendersi, la porosità totale diminuisce con la profondità, pur permettendo un efficace drenaggio delle acque meteoriche penetrate; infatti, non sono mai state riscontrate condizioni asfittiche. Il buon drenaggio, entro i primi 70 cm di profondità, è dovuto sostanzialmente al contenuto di carbonio organico (da 1 a 5 g kg⁻¹ entro 1,5 m di profondità) che, pur essendo più basso che nei suoli precedenti, è comunque sufficiente a favorire una buona strutturazione. In quest'area vi è una maggiore intensità dei fenomeni erosivi, testimoniata dalla presenza di numerosi *microrills* e dal fatto che i primi strati litologici leggermente pedogenizzati si rinvengono già a 70 cm di profondità. Le fratture di *creep* sono ancora numerose, ma quelle vertiche sono relativamente abbondanti. La posizione nel versante, il minimo spessore del *solum* (orizzonti A e B), la buona strutturazione e la presenza di fratture vertiche fanno di questi suoli quelli fisiologicamente più aridi del microbacino.

Nell'area mediana della litologia B2 si originano suoli con tessitura franco argillosa, classificati come *Udic Haplustepts, fine-loamy, mixed, mesic* con il seguente profilo di riferimento:

- Ap 0-37 cm
- Bw 37-98 cm
- BCg 98-115 cm
- Cg 115-175+ cm

La caratteristica di questi suoli è di avere una porosità che diminuisce nettamente dall'orizzonte Ap al Bw, aumenta nel BCg e diminuisce nuovamente in profondità. Dal momento che questi suoli hanno un contenuto di carbonio organico intermedio fra i due precedenti (da 2 a 7 g kg⁻¹ entro 1,5 m di profondità) ed un moderato grado di strutturazione, tale andamento della porosità non può essere spiegato con la maggiore o minore formazione di struttura. La differenza di porosità fra l'Ap ed il Bw è attribuibile alle lavorazioni superficiali che aumentano la macroporosità dell'Ap ma favoriscono anche le traslocazioni di argilla e limo, i quali vanno a ridurre la porosità del Bw.



L'illuviazione di materiali fini nell'orizzonte Bw è dimostrata dalla presenza di *cutans* e dai dati della tessitura. L'intensità dei fenomeni erosivi cui sono soggetti questi suoli è inferiore a quella dei precedenti; infatti sono presenti solo pochi *microrills* e i primi strati litologici leggermente pedogenizzati si iniziano a trovare a 90-100 cm di profondità. Le fratture vertiche sono presenti solo superficialmente in quanto il contenuto idrico del suolo ne inibisce la formazione oltre i 30 cm di profondità; per tale motivo sono più frequenti le fratture di *creep*. La maggiore profondità del *solum* rende questi suoli più umidi dei precedenti, e il rallentato drenaggio conseguente alla scarsa strutturazione produce ristagni idrici oltre 1 m di profondità.

I suoli che si originano a partire dalla parte più a valle della litologia B2, dalla quasi totalità della litologia B3 e da quella più a monte della litologia V1 sono stati classificati come ***Fragic Haplustepts, clayey, mixed, mesic*** con il seguente profilo di riferimento:

Ap 0-26 cm
Bx 26-111 cm
BCx 111-218+ cm

Questi suoli, presentano le maggiori densità e, quindi, le più basse porosità dei suoli del microbacino. La scarsa porosità degli orizzonti Ap, ma anche in tutti gli orizzonti sottostanti fino ad oltre 2 m di profondità, indica che essa è indipendente dalle lavorazioni e dal passaggio delle macchine agricole; essa è piuttosto da attribuire ad una tessitura franco argillosa caratterizzata dal 24-26% di sabbia (tendenzialmente fine), 37-39% di limo e 36-39% di argilla. Tessiture di questo tipo, accompagnate da ridotti quantitativi di carbonio organico (da 4 a 8 g kg⁻¹ entro 0,5 m di profondità e intorno a 1-2 g kg⁻¹ fra 0,5 e 1,5 m di profondità) sono spesso alla base della genesi di orizzonti *fragipan*, caratterizzati da una elevata densità apparente, penuria di cementi e microporosità (Smalley e Davin, 1982; James et al., 1995). In molti casi sono stati documentati suoli con orizzonti non propriamente *fragipan*, ma con caratteristiche simili, detti orizzonti con caratteristiche *fragic* e contrassegnati dal suffisso x (Lindbo e Veneman, 1989; Scalenghe et al., 2004). A Bottiglie, questo tipo di suoli si trovano in un'area del versante dove le pendenze sono minori, pertanto non si hanno rilevanti fenomeni erosivi e gli strati litologici leggermente pedogenizzati si trovano a profondità di 100-120 cm. La scarsa porosità provoca un rallentato drenaggio soprattutto all'interfaccia fra gli orizzonti Bw2 e BC1, dove si rinvergono anche delle screziature. Nel periodo estivo, la parte superficiale del suolo è arida per la formazione di fratture vertiche circoscritte ai soli orizzonti Ap. In alcuni siti, la presenza di orizzonti molto densi produce fenomeni di risalita d'acqua proveniente dai suoli posti a quote più elevate.

Infine, si hanno i suoli sviluppatasi a partire dall'unità litologica V1 e da lembi di B3 ad essa prospicienti, classificati come ***Udic Haplustepts, clayey, mixed, mesic*** con il seguente profilo di riferimento:

Ap 0-30 cm
Bw 30-51 cm
Bg 51-128 cm
BCg 128-170+ cm

In questi suoli la densità apparente subisce un brusco aumento (e quindi la porosità una brusca diminuzione) passando dall'orizzonte Ap al sottostante Bw, evidentemente per effetto delle lavorazioni superficiali. Negli orizzonti sottosuperficiali, densità apparente e porosità si mantengono costanti almeno fino alla profondità di 1 m. Nonostante una tessitura franco argillosa simile a quella di altre aree del microbacino, dal momento che questi suoli si trovano nella parte più bassa e umida del versante, essi presentano segni di marcata asfissia (*gley*) già a 50 cm di profondità. L'asfissia è in parte dovuta alla presenza di notevoli quantità di argilla e limo negli



orizzonti più profondi e alla quasi perenne condizione di rigonfiamento dei minerali smectitici. A ciò si aggiunga il basso contenuto di carbonio organico (7 g kg^{-1} entro 0,5 m di profondità e 2 g kg^{-1} a profondità maggiori), insufficiente in queste condizioni a favorire la formazione di struttura se non negli orizzonti superficiali e, quindi, asfittici per una sola parte dell'anno, l'Ap ed il Bw. In estate, infatti, nei suoli coltivati, a seguito delle lavorazioni estive si disidrata lo spessore di suolo interessato dalle lavorazioni (Ap) e si arieggia il sottostante Bw, mentre nei suoli non coltivati, si verifica il solo arieggiamento di un orizzonte A di spessore molto ridotto rispetto a quello lavorato. Trovandosi nella parte più bassa del versante, qui sono ancora più marcati i processi di accumulo dei materiali erosi alle quote più alte, qui depositati dallo scorrimento superficiale delle acque meteoriche e dalle intermittenti esondazioni del fosso; per tale motivo, gli strati litologici leggermente pedogenizzati si rinvengono oltre 130 cm di profondità.

1.4.2. Parcelle di Agugliano

Le parcelle sperimentali si trovano all'interno dell'Azienda Didattico-Sperimentale Pasquale Rosati, nel comune di Agugliano, Provincia di Ancona.

L'elaborazione dei dati climatici e le osservazioni di campagna indicano per i suoli di entrambi i microbacini un regime di temperatura di tipo mesic e un regime di umidità di tipo ustic (Soil Survey Staff, 2003).

Geologia

L'area in cui ricadono le particelle sperimentali è relativamente piccola e ricade tutta in una unità litologia, quella delle argille plumbee siltose e delle argille siltoso-sabbiose risalenti al Plio-Pleistocene. Ciò significa che, nell'area occupata da questa unità litologia si possono trovare aree in cui prevalgono le argille plumbee siltose mentre in altre le argille siltoso-sabbiose, la cui differenza rispetto alle prime è sostanzialmente quella di contenere minime quantità di sabbia in più.

Geomorfologia

Le parcelle si trovano su un versante avente una pendenza all'incirca costante del 7-8% circa. Data la natura dei substrati pedogenetici, la profondità dei suoli è di difficile determinazione in quanto, su simili materiali semicoerenti, l'acqua e le radici possono penetrare anche negli strati litologici, indipendentemente dalla profondità raggiunta dagli orizzonti pedogenetici.

Tutta l'area è interessata da fenomeni di *creep*, vale a dire traslazioni del materasso terroso verso valle alla velocità di pochi millimetri l'anno (Desio, 1989). Il *creep* produce fratture del materasso terroso che incrementano l'evaporazione dell'acqua dagli orizzonti più profondi e, nel caso di ingenti piogge, determinano un rapido approfondimento delle acque; a seguito di questo, in una piccola area interessata da parcelle sperimentali è attivo un piccolo smottamento. Tale area è stata eliminata dalle osservazioni relative a questo progetto. In generale, le fratture di *creep* raggiungono la profondità di 50-60 cm. Allo stesso tempo, l'area è interessata da fratture vertiche, originate da processi di rigonfiamento e contrazione di minerali argillosi del gruppo delle smectiti e delle vermiculiti; queste fratture possono raggiungere profondità anche superiori a 1 m.

Nell'area interessata dalle parcelle, i processi erosivi esacerbati dalle lavorazioni meccaniche hanno messo in luce la presenza di una zona dove è pressoché affiorante la componente delle argille siltoso-sabbiose, con un ridottissimo *solum*. Per tale motivo, anche questa zona è stata eliminata dalle osservazioni pedologiche e non campionata.

Pedologia



L'area interessata dalle osservazioni pedologiche è stata solo quella i cui suoli derivano dall'unità litologia delle argille plumbee siltose. Data la randomizzazione delle parcelle, sono state selezionate quelle presenti nell'area non interessata né da smottamenti né da eccessiva erosione. Sulla base delle parcelle a disposizione, per ogni gestione agronomica prescelta sono stati scavati due profili, uno a monte e uno più a valle di circa 50 m. Preventive trivellate e apertura di mini-profili hanno permesso di stabilire l'ubicazione dei profili da campionare, prediligendo, ove possibile, l'area all'incirca al centro della parcella sperimentale. Qui di seguito sono riportate le descrizioni dei profili scavati e descritti il giorno 17 ottobre 2006. Si tratta di 16 profili, raggruppati in due blocchi di otto profili ciascuno: blocco a monte, e blocco a valle. I profili di entrambi i blocchi si trovano all'incirca alla stessa altitudine, con uno scarto massimo di circa 1 metro. Per ogni blocco sono esposti i profili delle parcelle organizzate secondo lavorazione (tradizionale e sodo), coltura (frumento o mais) e concimazione azotata (90 e 0 unità di N per ettaro).

Profili a monte (blocco 1)

a) lavorazione Tradizionale, Frumento, metà dose di N (90 unità di N per ha)

Ap1 0-12 cm
Ap2 12-32 cm
Ap3 32-55 cm
Bw 55-72 cm
BC 72-87 cm
2BC 87-96 cm
3BC 96-99 cm
4BC 99-116 cm
5BC 116-119+

b) lavorazione Tradizionale, Frumento, no N

Ap1 0-13 cm
Ap2 13-33 cm
Bg 1 33-52 cm
Bg2 52-62 cm
BCg 62-82 cm
2BCg 82-97 cm
3BC 97-107+

c) Sodo, Frumento, metà dose di N (90 unità di N per ha)

Ap1 0-7 cm
Ap2 7-39 cm
Bw1 39-62 cm
Bw2 62-104 cm
Bw3 104-128 cm
Bw4 128-139+ cm

d) Sodo, Frumento, no N

Ap1 0-4 cm
Ap2 4-47 cm
Bw1 47-53 cm
Bw2 53-83 cm



*Dipartimento di Scienze Ambientali
e delle Produzioni Vegetali*

Bg 83-107+ cm

e) lavorazione Tradizionale, Mais, metà dose di N (90 unità di N per ha)

Ap1 0-4 cm

Ap2 4-16 cm

Ap3 16-38 cm

Bw 38-56 cm

Bg1 56-84 cm

Bg2 84-119 cm

BCg 119-129+ cm

f) lavorazione Tradizionale, Mais, no N

Ap1 0-5 cm

Ap2 5-31 cm

Ap3 31-46 cm

Bw 46-73 cm

Bg1 73-85 cm

Bg2 85-132 cm

BCg 132-158+ cm

g) Sodo, Mais, metà dose di N (90 unità di N per ha)

Ap1 0-3 cm

Ap2 3-30 cm

Bw1 30-50 cm

Bw2 50-72 cm

Bg 72-95 cm

BCg 95-104 cm

2BC 104-120 cm

3BC 120-130+ cm

h) Sodo, Mais, no N

Ap1 0-5 cm

Ap2 5-15 cm

Ap3 15-33 cm

Bw1 33-55 cm

Bw2 55-83 cm

Bw3 83-109 cm

BCg 109-119 cm

2BCg 119-129+ cm

Profili a valle (blocco 2)

i) lavorazione Tradizionale, Frumento, metà dose di N (90 unità di N per ha)

Ap1 0-8 cm

Ap2 8-18 cm

Ap3 18-31 cm



*Dipartimento di Scienze Ambientali
e delle Produzioni Vegetali*

Ap4 31-43 cm
Bw1 43-65 cm
Bw2 65-75 cm
Bg 75-99 cm
BCg 99-107 cm
2BCg 107-116 cm
3BCg 116-132+ cm

l) lavorazione Tradizionale, Frumento, no N

Ap1 0-9 cm
Ap2 9-16 cm
Ap3 16-31 cm
Ap 4 31-45 cm
Bw 45-55 cm
Bg1 55-77 cm
Bg2 77-97 cm
BCg 97-112+ cm

m) Sodo, Frumento, metà dose di N (90 unità di N per ha)

Ap1 0-8 cm
Ap2 8-22 cm
Ap3 22-32 cm
Bw1 32-40 cm
Bw2 40-59 cm
Bw3 59-71 cm
Bg 71-84 cm
BCg 84-93 cm
2BC 93-98 cm
3BCg 98-110 cm
4BCg 110-118 cm
5BCg 118-129+ cm

n) Sodo, Frumento, no N

Ap1 0-7 cm
Ap2 7-13 cm
Ap3 13-21 cm
Bw1 21-41 cm
Bw2 41-55 cm
Bw3 55-76 cm
Bw4 76-87 cm
BCg 87-91 cm
2BCg 91-94 cm
3BCg 94-110 cm
4BCg 110-116+ cm

o) Lavorazione tradizionale, Mais, metà dose di N (90 unità di N per ha)

Ap1 0-12 cm
Ap2 12-41 cm



*Dipartimento di Scienze Ambientali
e delle Produzioni Vegetali*

Ap3 41-57 cm
Bg1 57-74 cm
Bg2 74-80 cm
Bg3 80-98 cm
BCg 98-113 cm
2BCg 113-119 cm
3BCg 119-129 cm

p) Lavorazione Tradizionale, Mais, no N

Ap1 0-36 cm
Ap2 36-45 cm
Ap3 45-69 cm
Bw 69-89 cm
Bg 89-102 cm
BCg 102-113 cm
2BCg 113-125 cm
3BC 125-134 cm
4BC 134-149+ cm

q) Sodo, mais, metà dose di N (90 unità di N per ha)

Ap1 0-5 cm
Ap2 5-15 cm
Ap3 15-51 cm
Bg1 51-63 cm
Bg2 63-73 cm
Bg3 73-84 cm
Bg4 84-90 cm
BCg 90-101 cm
2BCg 101-121+ cm

r) Sodo, Mais, no N

Ap1 0-6 cm
Ap2 6-17 cm
Ap3 17-52 cm
Bg1 52-73 cm
Bg2 73-87 cm
BCg 87-104 cm
2BCg 104-115+ cm

Considerazioni sui profili di Agugliano

Dall'analisi delle descrizioni dei profili di Agugliano risulta che nei suoli a monte sono meno frequenti gli orizzonti soggetti a condizioni asfittiche (orizzonti *gley*) per eccessiva presenza di acqua dovuta a scarso drenaggio e minimo ricambio gassoso. Infatti, nel blocco a monte, nel suolo c) non è stato riscontrato nessun orizzonte *gley*, mentre negli altri sette profili l'asfissia ha inizio a una profondità compresa fra i 55 e gli 80 cm; fanno eccezione i suoli b), dove inizia a circa 35 cm, e il suolo h), dove inizia a circa 110 cm. Al contrario, nel blocco a valle, tutti i suoli contengono orizzonti *gley*, i quali in molti casi iniziano ad una profondità di 55-70 cm. Tale differenza è evidentemente dovuta a condizioni geomorfologiche (a parità di altre condizioni, l'acqua



sottosuperficiale viene allontanata prima a monte che a valle), ma anche a una differente natura degli orizzonti più profondi (orizzonti BC), i quali, generalmente, nei suoli a valle sono caratterizzati da minime quantità di limo in più rispetto a quelli a monte.

Considerando i due blocchi separatamente, in quello a monte i due suoli con le condizioni meno asfittiche, vale a dire c) e h) corrispondono alla gestione senza lavorazione (sodo), uno con frumento e l'altro con mais. Nel blocco a valle, i due suoli dove le condizioni di asfissia iniziano più in profondità sono n) e p), vale a dire quello non lavorato a frumento e quello con lavorazione tradizionale a mais. Questo significa che, accanto agli effetti della gestione e della coltura, in alcuni casi può essere preponderante l'effetto dovuto alle condizioni pedologiche per se. Sono necessarie ulteriori osservazioni e corrispondenze con i risultati analitici per poter classificare i suoli secondo la Soil Taxonomy.

Considerazioni sulle attività svolte nell'ambito dell'obiettivo 1.4

I due microbacini di Serra de' Conti, Spescia e Bottiglie, sono stati sufficientemente delucidati per quanto attiene agli aspetti climatici, geologici, geomorfologici e pedologici e, pertanto, si prestano a studi e deduzioni di tipo agronomico-ambientale a scala di microbacino.

Nel caso delle parcelle sperimentali di Agugliano (la cui scala è molto più dettagliata di quella di Serra de' Conti), invece, sono necessarie ulteriori indagini di campo e di laboratorio al fine di una loro migliore comprensione. Ciononostante, però, è stato possibile individuare che fra il blocco di profili a monte e quello a valle vi siano delle minime differenze di tipo pedologico che potrebbero influenzare l'andamento delle colture. Tali differenze, dovute essenzialmente a una maggior diffusione di orizzonti asfittici, sono imputabili a condizioni geomorfologiche e pedologiche e, pertanto, è consigliabile considerare le differenze di gestione fra le parcelle all'interno di ognuno dei blocchi, come previsto dal disegno sperimentale adottato.

1.5. Avvio della raccolta sistematica dei campioni e dei dati relativi al monitoraggio della dinamica del C e dell'N nel suolo nei siti sperimentali, a livello di microbacino e parcellare.

Sperimentazione macroparcellare di lunga durata "prova lavorazioni"

La sperimentazione è stata avviata nell'autunno 1994 presso l'azienda didattico-sperimentale "Pasquale Rosati" della Facoltà di Agraria dell'Università Politecnica delle Marche. L'azienda è ubicata in località borgo Ruffini nel comune di Agugliano (AN), a circa 200 m s.l.m. e ad una distanza di circa 15 km dal mare.

La sperimentazione è stata condotta considerando un avvicendamento biennale girasole - frumento duro nei primi 8 anni di sperimentazione, e dal 2002 il girasole è stato sostituito dal mais. Il disegno sperimentale adottato è a parcelle suddivise in blocchi randomizzati con due ripetizioni. Le parcelle intere corrispondono a tre diverse tecniche di lavorazione (convenzionale, aratura a 35-40 cm e successivi affinamenti; minima, discissura a 30 cm e successivi affinamenti; non lavorazione, disseccamento chimico e semina su sodo) ed hanno un'estensione di circa 1500 m² ognuna, mentre le subparcelle corrispondono a tre livelli di concimazione azotata per entrambe le colture in avvicendamento: 0-90-180 kg ha⁻¹ di N ed hanno una superficie di 500 m². Ogni anno sono presenti in campo le due colture avvicendate, ciascuna su due repliche.

Il campionamento di seguito illustrato aveva i seguenti obiettivi:



Dipartimento di Scienze Ambientali
e delle Produzioni Vegetali

- costituzione di un archivio dati necessario per la calibrazione dei modelli di simulazione del ciclo del carbonio;
- acquisizione dei dati agronomici e pedologici di base necessari per l'interpretazione dei risultati ottenuti da tutte le unità operative che hanno condiviso il sito sperimentale;
- acquisizione di dati per una prima quantificazione dello stock di C organico nel suolo in funzione del sistema colturale.

Analisi del terreno

Nei giorni 17-18 ottobre 2006, 13 anni dopo l'avvio della sperimentazione, è stata effettuata una campagna di rilievi pedologici mediante l'apertura di un profilo per ciascuna subparcella (Tabella 8). In ciascun profilo, sono stati prelevati campioni da ciascuno degli orizzonti individuati, su cui sono state effettuate le analisi descritte nel paragrafo 1.4. Sui campioni di suolo sono stati determinati i parametri elencati in Tabella 10. Le analisi chimiche sono state effettuate presso il laboratorio Agrochimico dell'ASSAM di Jesi e sono state condotte solo per la modalità di lavorazione tradizionale e semina su sodo e per il livello di fertilizzazione intermedio (N90) ed il controllo non concimato.

Tabella 8 – Ripartizione dei 124 campioni di suolo per orizzonte e trattamento sperimentale.

Orizzonte	Lavorazione tradizionale		Semina su sodo	
	N0	N90	N0	N90
Ap	12	13	11	10
Bw	10	10	12	15
BC	9	8	7	7

Tabella 9 – Spessore (cm) medio e profondità (tra parentesi) degli orizzonti di suolo individuati nei 16 profili scavati nella prova di lunga durata "Lavorazioni".

Orizzonte	Lavorazione tradizionale		Semina su sodo	
	N0	N90	N0	N90
Ap	16 (32)	15 (28)	14 (20)	15 (21)
Bw	20 (82)	20 (82)	20 (76)	17 (81)
BC	15 (120)	9 (108)	10 (107)	14 (115)

Analisi sulle colture (Tabella 11 e Tabella 12)

I rilievi effettuati hanno riguardato i principali parametri produttivi delle colture, le componenti della resa e alcuni dati biometrici correlati con la resa. Dalle variabili misurate sono stati calcolati:

- resa attesa, calcolata in base alle componenti della resa, che rappresenta la produzione disponibile in assenza di perdite alla raccolta e include quindi la granella che viene scartata dalla mietitrebbia in quanto di dimensioni e/o peso troppo basso;
- indice di raccolto (*harvest index*), calcolato come rapporto tra resa granellare e fitomassa epigea totale.



Tabella 10 - Principali parametri analizzati sui campioni di suolo prelevati da tutti gli orizzonti dei 16 profili realizzati nella prova di lunga durata "Lavorazioni" (124 campioni).

<i>Parametro</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Metodo</i>
pH in H ₂ O	-	D.M. 13/09/99 – III.1.
Tessitura terra fine (S, L, A)	g/Kg	D.M. 13/09/99 – II.5. <i>Setacciatura ad umido e sedimentazione (metodo della pipetta)</i>
Calcare totale	g/Kg	D.M. 13/09/99 – V.1.
Sostanza organica	g/Kg	D.M. 13/09/99 – VII.3. <i>Walkley e Black</i>
Carbonio organico	(C) g/Kg	D.M. 13/09/99 – VII.3. <i>Walkley e Black</i>
Azoto totale	(N) g/Kg	D.M. 13/09/99 – XIV.3. <i>Kjeldahl</i>
Fosforo assimilabile	(P) mg/Kg	D.M. 13/09/99 – XV.3. <i>Olsen</i>
Mg; K; Ca; Na	mg/Kg	D.M. 13/09/99 - XIII.5. <i>Bario cloruro e trietanolamina</i>
Azoto nitrico	mg/Kg	D.M. 13/09/99 - XIV.4 <i>Soluzione KCl 0,01 M</i>

Tabella 11 - Variabili misurate, e metodologia usata, per il frumento duro.

<i>Coltura</i>	<i>Rilievo</i>	<i>Metodologia</i>
Frumento	Resa	
	- granella prodotta	mietitrebbia parcellare e pesa
	- peso ettolitrico e umidità	bilancia di Shopper, NIR.
	Componenti della resa	conta dei culmi bilaterale per fila di 1 m lineare e conta delle spighe su ½ m ² (3 aree di saggio per ogni parcella)
	- n° spighe/mq	
	- n° cariossidi/spiga	
	- peso mille semi	Conta su 10 x 3 spighe per parcella scelte a caso
	Altre variabili misurate	misura dell'altezza di 25 piante per area di saggio (3 aree di saggio per parcella);
	- altezza media delle piante	
	in tre date di rilievo	Sfalcio, trebbiatura e peso separato di lamine espanse, lamine in accrescimento, guaine+culmi su 3 aree di saggio per parcella. Peso secco (essiccazione in stufa ventilata a 80°C per 48 h)
	- ripartizione degli assimilati	



Tabella 12 - Variabili misurate, e metodologia usata, per il mais.

<i>Coltura</i>	<i>Rilievo</i>	<i>Metodologia</i>
Girasole	Resa reale	
	- granella prodotta	mietitrebbia parcellare e pesa
	- peso ettolitrico e umidità	bilancia di Shopper, NIR.
	Resa attesa	
	- n. piante m ⁻²	conta bilaterale per fila su 10 m lineari delle
	- peso semi pianta ⁻¹	piante (3 aree di saggio per parcella)
	Altre variabili misurate	
	- peso pianta intera	misure eseguite su 4 piante per ogni area di
	- altezza pianta	saggio con bilancia elettronica, metro e calibro.
	- diametro stocco	Pesi secchi dopo essiccazione in stufa ventilata a
- diametro e lunghezza	80°C per 48 h.	
spiga		
- diametro tutolo	pesata separatamente della parte vegetativa e dei	
- ripartizione degli	semi con bilancia elettronica (4 piante per ogni	
assimilati	area di saggio)	

Le tecniche colturali comuni a tutte le parcelle sono state schematicamente illustrate per le due colture, con riferimento alle annate agrarie 2005-06 e 2006-07 (Tabella 13).

Tabella 13 – Scheda colturale del frumento duro per l'annata 2005-06.

Operazione	Data	Convenzionale (T)	Minima (M)	Sodo (S)
Lavorazione principale	19/10/2005	Aratura con quadriomere a 35 cm	Ripuntatura con chisel 20-25 cm	
Diserbo	14/10/2005			Glyphosate 2L ha ⁻¹
	26/04/2006	Topik 250 mL ha ⁻¹ +Granstar 15 g ha ⁻¹ +Starane 700 g ha ⁻¹ +Etravon 1 L ha ⁻¹		
Concimazione fosforica	14/11/2005	P ₂ O ₅ 70 kg ha ⁻¹ come perfosfato triplo		
Lavorazioni complementari	20/01/2006	Erpice rotante	Erpice rotante	
Semina	21/01/2006	cv Grazia 250 kg ha ⁻¹ di seme		
Concimazione azotata	15/03/2006	0-45-90 kg ha ⁻¹ come Nitrato ammonico		
	12/04/2006	0-45-90 kg ha ⁻¹ come Nitrato ammonico		
Raccolta	05/07/2006	Mietitrebbiatura		



Tabella 14– Scheda colturale del frumento duro per l’annata 2006-07

Operazione	Data	Convenzionale (T)	Minima (M)	Sodo (S)
Lavorazione principale		Aratura con quadrivomere a 35 cm	Ripuntatura con chisel 20-25 cm	
Diserbo				Glyphosate 2L ha ⁻¹
		Topik 250 mL ha ⁻¹ +Granstar 15 g ha ⁻¹ +Starane 700 g ha ⁻¹ +Etravon 1 L ha ⁻¹		
Concimazione fosforica		P ₂ O ₅ 70 kg ha ⁻¹ come perfosfato triplo		
Lavorazioni complementari		Erpice rotante	Erpice rotante	
Semina		cv Grazia 250 kg ha ⁻¹ di seme		
Concimazione azotata		0-45-90 kg ha ⁻¹ come Nitrato ammonico 0-45-90 kg ha ⁻¹ come Nitrato ammonico		
Raccolta		Mietitrebbiatura		

Tabella 15- Scheda colturale del mais per l’anno 2006.

Operazione	Data	Convenzionale (T)	Minima (M)	Sodo (S)
Lavorazione principale	08/09/2005	Aratura con quadrivomere a 35 cm	Ripuntatura con chisel 20-25 cm	
Diserbo	20/01/2005			Glyphosate 3L ha ⁻¹
	14/04/2006	Asso 4,5 L ha ⁻¹		
Concimazione fosforica	03/04/2006	P ₂ O ₅ 70 kg ha ⁻¹ come perfosfato triplo		
Lavorazioni complementari	06/02/2006	Vibrocultivatore	Vibrocultivatore	
	05/04/2006	Erpice a denti rigidi	Erpice a denti rigidi	
Semina	11/04/2006	Ibrido DK440 7,5 piante m ⁻²		
Concimazione azotata	26/04/2006	0-90-180 kg ha ⁻¹ come Nitrato ammonico		
Raccolta	25/09/2006	Mietitrebbiatura		

Tabella 16 – Scheda colturale del mais per l’anno 2007.

Operazione	Data	Convenzionale (T)	Minima (M)	Sodo (S)
Lavorazione principale	24/08/2006	Aratura con quadrivomere a 35 cm	Ripuntatura con chisel 20-25 cm	
Diserbo	17/04/2007			Glyphosate 3L ha ⁻¹
	24/04/2007	Bolero 3 L ha ⁻¹		
Concimazione fosforica	18/04/2007	P ₂ O ₅ 70 kg ha ⁻¹ come perfosfato triplo		
Lavorazioni complementari	09/11/2006	Estirpatore	Estirpatore	
	18/04/2007	Erpice a molle	Erpice a molle	
Semina	20/04/2007	Ibrido DK440 7,5 piante m ⁻²		
Concimazione azotata	24/04/2007	0-90-180 kg ha ⁻¹ come Nitrato ammonico		
Raccolta	11/10/2007	Mietitrebbiatura		



Dispositivo sperimentale “Macroparcelle Erosione”

In un dispositivo sperimentale attivo dal 1997, sono stati prelevati campioni di terreno da quattro parcelle sperimentali (50x7 m) che si differenziano per il differente sistema colturale adottato: due parcelle sono coltivate seguendo i disciplinari di produzione di impatto ambientale (minori input chimici) e due seguendo i disciplinari di produzione biologica. Per entrambe le tesi a confronto l'avvicendamento colturale prevede frumento duro – girasole, il campionamento è stato effettuato in inverno, su terreno preparato per la semina del girasole. Per un confronto con tecniche di coltivazioni convenzionali adottate nell'area lo stesso campionamento è stato eseguito anche su un campo coltivato adiacente alla prova sperimentale e di proprietà dell'Azienda Agraria Didattico-Sperimentale della Facoltà di Agraria e di cui sono note le tecniche colturali adottate. Sui campioni prelevati è stata eseguita la separazione dimensionale degli aggregati che sono poi stati sottoposti ad analisi fisico-chimiche per la loro caratterizzazione generale e per la quantificazione del carbonio totale e inorganico. I risultati dell'analisi saranno disponibili a breve. Successivamente, sui campioni prelevati sarà eseguita l'estrazione e purificazione delle sostanze umiche per la loro analisi chimica e spettroscopica. In base ai risultati delle analisi e del contenuto di sostanza organica nei differenti suoli, si valuterà l'opportunità di aggregare i campioni di suolo entro tesi.

All'atto del campionamento è stata eseguita anche la descrizione e caratterizzazione pedologica dei profili.

I risultati delle analisi consentiranno di valutare gli effetti a lungo termine dei differenti sistemi colturali sul contenuto di sostanza organica nel suolo, in funzione della dimensione degli aggregati, la stabilità della struttura e le differenze chimiche strutturali della sostanza organica.

1.6. Avvio delle analisi per la quantificazione dell'ammonio organico ed inorganico e dell'ammonio fissato dai minerali argillosi relativi alle sperimentazioni su scala parcellare e di microbacino

Nell'ambito di questa attività, sono state effettuate delle analisi mineralogiche per diffrazione a raggi x al fine di stimare se e quanti minerali argillosi in grado di fissare ammonio siano presenti.

Suoli dei microbacini

Nei suoli del microbacino di Spescia la quantità di argilla varia dal 18 al 43%, contro un contenuto di fillosilicati che oscilla intorno al 40%. Tale quantità di minerali (rappresentati da miche, smectiti, vermiculiti, HIV-HIS, cloriti secondarie, caoliniti) risulta essere eccedente rispetto al contenuto di argilla di molti campioni, segno che l'analisi tessiturale è stata condotta senza una completa distruzione degli aggregati. Allo stesso tempo, tale differenza può essere attribuita al fatto che parte di questi minerali è di dimensione limosa piuttosto che argillosa. Fra i minerali presenti, quelli in grado di fissare ammonio sono le smectiti e le vermiculiti che, nel complesso, ammontano al 16-30%, con una tendenza ad una loro maggiore concentrazione negli orizzonti Bw e Bk.

Nei suoli del microbacino Bottiglie la quantità di argilla varia dal 27 al 43%, contro un contenuto di fillosilicati che in ogni caso si aggira sul 35% ed è rappresentato dagli stessi minerali di Spescia. Ciò indica che, per i suoli di questo bacino è stata ottenuta una migliore dispersione degli aggregati, nonostante il contenuto di carbonio organico non fosse troppo dissimile. In questo caso, la presenza di minerali argillosi di dimensioni limose è ancora più evidente. La quantità di smectiti e vermiculiti varia dal 16 al 29%, con i maggiori contenuti negli orizzonti asfittici, i Bg.

Suoli della prova di lunga durata "Lavorazioni"

Nei suoli di Agugliano, la quantità di argilla varia dal 35 al 59%, contro un contenuto di fillosilicati che varia dal 41 al 54%. Ciò significa non solo che per questi campioni è stata ottenuta una buona dispersione, ma anche che, in alcuni campioni, della frazione argillosa fanno parte anche minerali non fillosilicatici, quali probabilmente, plagioclasti e dolomite. I minerali argillosi sono rappresentati in questo caso da miche, smectiti, vermiculiti, cloriti secondarie e caoliniti. La quantità di smectiti e vermiculiti varia dal 14 al 34%, con una maggiore concentrazione negli orizzonti Bw.

L'analisi mineralogica al fine di individuare le forme mineraliche in grado di fissare ammonio indica che tali minerali (smectiti e vermiculiti) sono presenti e che la loro maggiore concentrazione si ha sempre negli orizzonti sottosuperficiali. A scopo analitico ciò significa che le quantità di campione da sottoporre ad analisi dovranno essere maggiori per gli orizzonti superficiali.

1.7. Avvio della caratterizzazione bioclimatica e vegetazionale delle aree oggetto di studio su scala di microbacino finalizzata all'identificazione di aree naturali comparabili ai siti sperimentali da un punto di vista climatico-vegetazionale.

Caratterizzazione bioclimatica

Per la caratterizzazione bioclimatica del territorio di Serra de' Conti sono state prese in esame le due stazioni climatiche più vicine: Jesi e Pergola. Dall'analisi dei dati risulta un andamento delle precipitazioni medie mensili abbastanza simile per le due stazioni. Anche per i dati termici sono stati riscontrati valori di temperatura media annuale, sia massima che minima, abbastanza simili per le due stazioni prese in esame

Utilizzando la classificazione proposta da Rivas-Martinez (S.RIVAS-MARTÍNEZ, D.SÁNCHEZ-MATA & M. COSTA 1999 - NORTH AMERICAN BOREAL AND WESTERN TEMPERATE FOREST VEGETATION. ITINERA GEOBOTANICA 12:5-316.) è stato possibile individuare il bioclimate per il Comune di Serra de' Conti a partire dai dati rilevati dalle due stazioni climatiche sopracitate. Di seguito sono riportati i dati delle stazioni di Pergola e di Jesi (Fig. 1), con i relativi diagrammi pluviotermici ed i diagrammi del bilancio idrico. Secondo tale classificazione è possibile collocare la zona esaminata all'interno del bioclimate temperato oceanico, variante submediterranea, termotipo sub-mediterraneo ed ombrotipo umido inferiore.

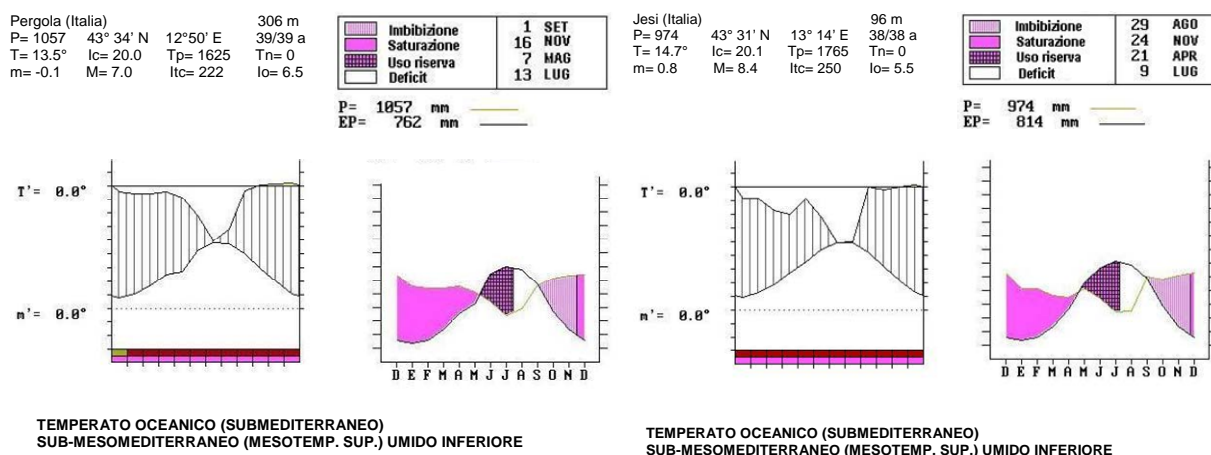


FIG. 1. - DIAGRAMMA BIOCLIMATICO E DEL BILANCIO IDRICO PER LE STAZIONI DI PERGOLA E JESI.



Dipartimento di Scienze Ambientali
e delle Produzioni Vegetali

Studio della vegetazione

In relazione al substrato geologico, ai diversi tipi di suolo e alla geomorfologia, è stato possibile distinguere quattro diverse serie di vegetazione presenti nei bacini studiati.

Le indagini pedologiche hanno messo in evidenza la comune derivazione dei substrati da sedimenti Pliocenici di tipo argilloso, marnoso ed arenaceo, ma anche una grande diversificazione dei tipi di suolo, caratterizzati da differente natura del substrato litologico da cui essi si sono evoluti.

Unità di paesaggio dei suoli arenacei

Sui suoli arenacei lo studio della vegetazione ha portato all'individuazione di due serie di vegetazione: la serie climacica del cerro e la serie edafoxerofila della roverella.

Serie edafoxerofila della roverella (*Roso sempervirentis- Querceto pubescentis* sigmetum).

La vegetazione più matura di questa unità, localizzata nei settori sommitali dei due bacini imbriferi, è costituita da due lembi di vegetazione dell'associazione *Roso sempervirentis-Quercetum pubescentis*, uno dei quali, anche se collocato in una zona limitrofa all'esterno del bacino Bottiglie, si presenta come una fascia boscata ben strutturata, mentre nel bacino Spescia è rilegato ai margini stradali. Legato a questa serie è il mantello di vegetazione appartenente alla classe *Rahmo-Prunetea* ed all'associazione *Spartio juncei-Cytisetum sessilifolii*, tipico degli ambienti soleggiate, anch'esso rinvenuto nel bacino Bottiglie. Abbastanza strutturato appare anche l'orlo di vegetazione, appartenente alla classe *Trifolio-Geranietea* ed attribuito ad un aggruppamento a *Bromus erectus* ed *Osyris alba*. Inoltre i rilievi condotti lungo il margine stradale del settore sommitale del bacino Spescia hanno permesso di evidenziare una formazione di megafornie nitro-igrofile descritta come aggruppamento a *Pulicaria dysenterica*, come specie dominante della formazione insieme *Galium album* e *Potentilla reptans*. Rilievi fitosociologici sono stati effettuati anche sulla vegetazione delle piante commensali delle colture agrarie. In particolare sono state osservate diverse associazioni presenti su frumento duro, vigneto e girasole per il bacino Bottiglie, su barbabietola, girasole, favino per il bacino Spescia. Le associazioni rilevate sono: *Biforo testiculate-Adoninetum cupaniana* per quanto riguarda le specie commensali del frumento duro, aggruppamento a *Cynodon Dactylon* e *Convolvulus arvensis* per quanto riguarda il vigneto, *Linario spuriae-Stachyetum annuae* come vegetazione commensale presente su barbabietola, girasole e favino.

Serie climacica su suoli arenacei del cerro (*Lonicero xylostei-Querceto cerridis* sigmetum).

Per quanto riguarda questa serie, presente solamente nel bacino Bottiglie, la vegetazione più matura non è presente all'interno dell'area studiata ma è stata rilevata in una zona limitrofa. Il bosco è rappresentato dall'associazione *Lonicero xylostei-Quercetum cerridis*, il mantello dall'associazione *Corno sanguineae-Ligustretum vulgaris*, mentre l'orlo di vegetazione è rappresentato dall'associazione *Centaureo napolitanae-Galietum albi*. Presenti nel bacino Bottiglie sono invece le associazioni appartenenti alle praterie stabili situate ai margini dei campi coltivati, riferibili all'associazione *Centaureo bracteatae-Brometum erecti* della classe *Festuco-Brometea*, rinvenute nelle zone marginali del settore centrale del bacino. Lungo i margini stradali è stata rilevata la presenza di un aggruppamento a *Pulicaria dysenterica* descritto anche per il bacino Spescia. Le associazioni rilevate per le colture agrarie, che occupano il settore centrale del bacino, sono: *Biforo testiculate-Adoninetum cupaniana* per quanto riguarda le specie commensali del frumento duro, aggruppamento a *Cynodon Dactylon* e *Convolvulus arvensis* per quanto riguarda il vigneto, *Linario spuriae-Stachyetum annuae* come vegetazione commensale presente su barbabietola e girasole



Dipartimento di Scienze Ambientali
e delle Produzioni Vegetali

Unità di paesaggio dei suoli marnosi

Sui suoli marnosi sono state individuate due diverse serie di vegetazione, osservate in entrambi i bacini: la serie climacica del carpino nero e la serie edafoigrofila dell'olmo.

Serie climacica su suoli marnosi del carpino nero (*Asparago acutifolii - Ostryeto carpinifoliae* sigmetum).

Questa serie caratterizza la parte centrale del bacino Spescia, dove la vegetazione più matura e rappresentata da un lembo boscato dell'associazione *Asparago acutifolii-Ostryetum carpinifoliae*, situato nel settore centrale del bacino, al quale si affianca un arbusteto dell'associazione *Clematido-Rubetum Ulmifolii*. I margini dei campi coltivati sono occupati da praterie stabili dell'associazione *Centaureo bracteatae-Brometum erecti*, mentre le commensali dei campi appartengono all'associazione *Linario spuriae-Stacyetum annuae*. Il bacino Bottiglie è invece caratterizzato dalla mancanza di elementi di ricostruzione della vegetazione matura sia all'interno del bacino che nei territori circostanti. Le formazioni erbacee appartenenti a questa serie sono rappresentate dalla vegetazione di praterie dell'associazione *Agropyro repentis-Dactyletum glomeratae*, della classe *Artemisietea*, presenti marginalmente al bacino nel settore medio-basale. Ulteriori osservazioni hanno permesso di evidenziare la presenza di una formazione erbacea attribuita ad un aggruppamento a *Ballota niga*, posta ai margini di un campo coltivato nel settore basale del bacino. Lo studio della vegetazione condotto sulle commensali ha permesso la descrizione di una variante a *Matricaria inodora* dell'associazione *Biforo testiculatae-Adoninetum cupaniana* presente su frumento duro, di un aggruppamento a *Cynodon Dactylon* e *Convolvulus arvensis* e per il vigneto, mentre per quanto riguarda girasole, barbabietola e favino la vegetazione rilevata è riconducibile all'associazione *Linario spuriae-Stachyetum annuae*.

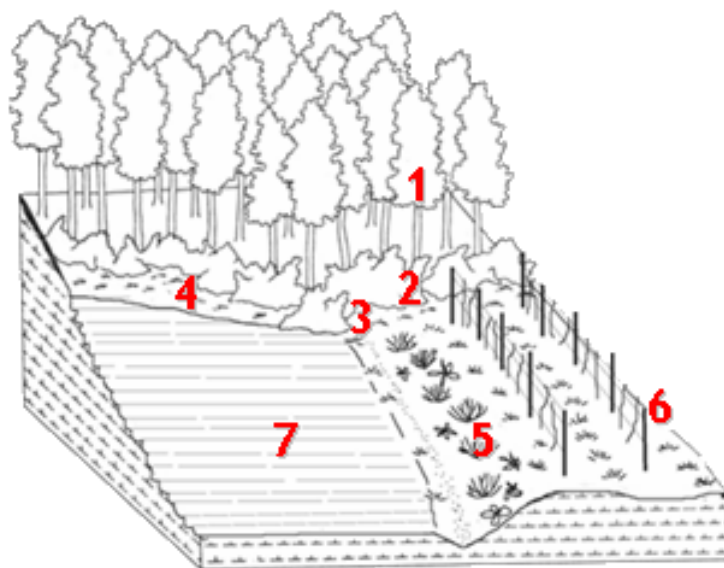
Serie edafoigrofila su suoli marnosi dell'olmo (*Symphito bulbosi-Ulmeto minoris* sigmetum).

Questa serie, caratterizzata da una maggiore presenza di umidità nel terreno, è stata rilevata in entrambi i bacini a contatto con il sistema di scorrimento principale, vale a dire sui versanti adiacenti ai fossi di scolo e ai corsi d'acqua. In questa zona sono stati osservati nuclei boscati ad olmo (*Ulmus minor*) dell'associazione *Symphito bulbosi-Ulmetum minoris* ed alla classe *Quercus-Fagetea*. Ad essi è legato un mantello di vegetazione dell'associazione *Corno sanguineae-Ligustratum vulgare* (rinvenuto presso il bacino Bottiglie), cui fa seguito un arbusteto meno evoluto appartenente all'associazione *Clematido-Rubetum ulmifolii* descritto precedentemente e presente in entrambi i bacini. Nel settore basale del bacino Spescia è stata inoltre rilevata, in corrispondenza dei margini dei campi coltivati una formazione pioniera della classe *Artemisietea* descritta come aggruppamento a *Agropyron repens*. Le associazioni rilevate per le colture agrarie sono: *Biforo testiculatae-Adoninetum cupaniana* per quanto riguarda le specie commensali del frumento duro, aggruppamento a *Cynodon Dactylon* e *Convolvulus arvensis* per quanto riguarda il vigneto, *Linario spuriae-Stachyetum annuae* come vegetazione commensale presente su barbabietola e girasole

Infine, è stata rilevata una vegetazione azonale igrofila lungo il corso d'acqua principale nel settore basale del bacino Bottiglie, costituita da formazioni lineari di salici e pioppi dell'associazione *Salicetum albae*, alle quali si affianca una fascia di vegetazione nitro-igrofila, presente ai bordi del corso d'acqua, caratterizzata da un aggruppamento a *Equisetum telmateja*.

Campionamenti per il monitoraggio della dinamica del carbonio e dell'azoto nel suolo nelle aree a vegetazione semi-naturale

Sulla base delle informazioni ricavate dallo studio della vegetazione è stato possibile individuare aree omogenee dal punto di vista della potenzialità floristico-vegetazionale all'interno delle quali eseguire campionamenti per il monitoraggio della dinamica del carbonio e dell'azoto nel suolo. La serie climacica su suoli arenacei del cerro *Lonicero xylostei-Querceto cerridis* sigmetum risulta essere, tra le unità di paesaggio vegetale descritte precedentemente, una delle serie di vegetazione più rappresentative della potenzialità all'interno degli agro-ecosistemi nel settore collinare del versante adriatico dell'Italia centro-meridionale. Oltre a ciò all'interno di tale serie è possibile distinguere un grande numero di stadi costituiti da tipologie di vegetazione differenti sia dal punto di vista strutturale che dinamico, a partire dalla vegetazione delle commensali dei campi coltivati con specie annuali (lo stadio sottoposto a interventi di ringiovanimento più frequenti) per giungere allo stadio più maturo costituito dalla vegetazione boschiva. Per questo motivo l'unità di paesaggio costituita dalla serie climacica su suoli arenacei del cerro *Lonicero xylostei-Querceto cerridis* sigmetum risulta essere la più adatta per valutazioni, confronti ed approfondimenti analitici previsti dal presente progetto. Di seguito viene presentato il transetto di vegetazione relativo alla serie sopraccitata con indicate le tipologie di vegetazione rilevate, all'interno delle quali eseguire i campionamenti.



Transetto di vegetazione: serie collinare climacica su suoli arenacei del cerro

1. Bosco *Lonicero xylostei-Quercetum cerridis*
2. Mantello *Rubus ulmifolius-Ligustrum vulgare*
3. Orlo *Centaurea neapolitanae-Galium album*
4. Pascolo *Centaurea bracteata-Bromus erectus*
5. Megaforbie a *Pulicaria dysenterica*
6. Commensali del vigneto aggruppamento a *Cynodon dactylon* e *Convolvulus arvensis*
7. Commensali dei cereali *Bifora testiculata-Adonis cupaniana*; Commensali del girasole e *barbabietola* *Linaria spuria-Stachys annua*



1.8. Definizione di un calendario di sopralluoghi ai siti sperimentali per i partecipanti di tutte le UO del progetto.

In accordo con il coordinamento del progetto, è stato definito ed attuato un calendario per il campionamento del suolo nel dispositivo sperimentale di lunga durata "lavorazioni", ad Agugliano. L'UO 1 ha fornito il necessario supporto logistico e messo a disposizione dei ricercatori di tutte le UUOO che ne hanno fatto richiesta le informazioni necessarie per orientare i campionamenti coerentemente all'obiettivo di rendere confrontabili i rilievi effettuati. Di seguito si riportano alcuni dettagli sulle epoche di campionamento che hanno coinvolto altre UUOO del progetto.

17-18-19 OTTOBRE 2006: scavo dei profili di suolo nell'ambito della Prova Lavorazioni presso l'Azienda Didattico Sperimentale "Pasquale Rosati" di Agugliano (AN) e campionamento del suolo da parte della gran parte delle unità operative.

4-5-6 FEBBRAIO 2007: scavo dei profili di suolo presso il sito sperimentale di Berchidda (cfr report UO 2) e relativi campionamenti del suolo, con il supporto di ricercatori dell'UO 1.

28-29-30 MAGGIO 2007: campionamenti di suolo nella Prova Lavorazioni di Agugliano rimandati causa eccessiva umidità del suolo. La presenza di ricercatori di diverse unità operative è stata comunque un'occasione di confronto sulle metodiche di campionamento ed analisi.

11 GIUGNO 2007: campionamento suolo nella Prova Lavorazioni di Agugliano per le Dott.sse Lagomarsino (Università della Tuscia) e Pompili (CRA ISNP)

18 e 19 GIUGNO 2007: campionamento del suolo nella Prova Lavorazioni di Agugliano.

1.9. Verifica interna delle attività svolte.

I ricercatori afferenti alla UO 1 hanno organizzato numerosi incontri informali per la progettazione e verifica delle attività svolte. Periodicamente e comunque con frequenza mensile, sono state organizzate riunioni per la verifica dello stato di avanzamento delle attività. Nella fase iniziale del lavoro gran parte dell'attività è stata dedicata alla progettazione delle attività sperimentali al fine di renderle coerenti con gli obiettivi generali del progetto e soprattutto con le esigenze manifestate dalle altre UUOO in occasione delle riunioni di cui in premessa. Il lavoro è stato quindi organizzato per sottogruppi (agronomia, pedologia, botanica, economia agraria) e coordinato attraverso lo svolgimento di seminari interni e riunioni per la progettazione delle attività e l'acquisto delle attrezzature scientifiche.

2. Attività 2 - Analisi socio-economica delle aree cui appartengono i microbacini oggetto di studio nella collina marchigiana

2.1. Avvio dell'analisi del contesto socio-economico delle realtà rurali studiate

L'analisi del contesto socio-economico è stata condotta partendo dai dati ISTAT e RICA riferiti ad un'area vasta (24 comuni) detta "Colli Esini", che comprende anche i territori (microbacini) specificamente interessati dal progetto di ricerca. Ciò allo scopo di inquadrare i microbacini in oggetto nel quadro dei processi di sviluppo territoriale in cui sono inseriti. Oltre all'uso dei dati ISTAT per la caratterizzazione generale di questa area vasta dal punto di vista socio-economico, si è voluto poi indagare più nel dettaglio il profilo delle imprese agricole della zona, nonché dell'imprenditore agricolo, della sua famiglia e dei suoi comportamenti e scelte produttive. Allo scopo è stato sviluppato un modello (ed un software) di simulazione di nome RegMAS (Regional Multi Agent Simulator) che è, a sua volta, l'evoluzione di un modello precedentemente messo a punto dall'unità di ricerca e di nome AgriPoliSMed. In questo modello di simulazione,



viene generata una regione virtuale su cui poi operare le analisi di scenario; questa regione virtuale viene ricostruita sulla scorta del campione di aziende RICA della zona che, mediante *upscaling*, viene ridefinito per poter ricostruire i valori aggregati dell'area secondo i dati ISTAT.

2.2. Acquisizione di dati economici a scala aziendale per la valutazione del bilancio economico

Il ricorso alla banca dati RICA costituisce una necessità in quanto è, di fatto, l'unica base informativa dei bilanci aziendali in ambito agricolo. Tali bilanci, al di là dei noti limiti che vengono spesso imputati alla RICA, rappresentano una fonte notevole di informazioni circa le scelte e le performance economiche aziendali, con rilevanti (anche se non complete) estensioni anche alla più generale condizione familiare.

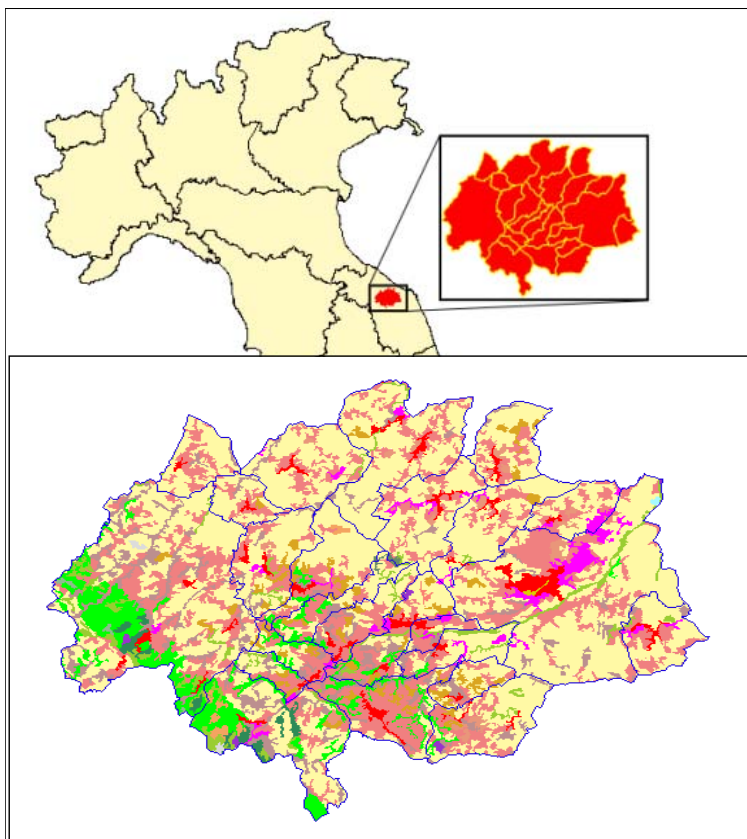
Mediante i bilanci RICA, nel suddetto modello di simulazione RegMAS, l'area vasta è stata descritta mediante un insieme di 'attività' che caratterizzano il piano di scelta degli operatori agricoli. Queste attività, in primo luogo, costituiscono gli orientamenti produttivi, quindi le colture realizzate, siano esse annuali che pluriennali che attività allevamento (sebbene, di fatto, queste siano molto scarse nel campione RICA disponibile). Come attività, però, si aggiungono alle produzioni agricole tutte le scelte di investimento che l'agricoltore è chiamato a compiere, dall'acquisto di macchinari, alla realizzazione di nuovi impianti produttivi, alla cessione/acquisto di terra.

Mediante i bilanci della RICA, quindi, è possibile ricostruire le scelte economiche operate dagli imprenditori agricoli dell'area sulla scorta delle loro specificità (il modello di simulazione è multi-agente, cioè la descrizione delle attività consente di differenziare tra di loro, di rendere eterogenei, gli agenti rappresentati nel modello stesso) e secondo un modello di Programmazione Matematica (PM), capace di restituire le scelte operate dagli agricoltori come scelte ottimizzanti alla luce del contesto esterno. Quest'ultimo è dato dalle variabili di politica agraria, dagli andamenti di mercato (prezzi, in primo luogo) e dall'evoluzione dei parametri tecnici connessi alle attività, a loro volta condizionati dagli andamenti climatici.

2.3. Strutturazione e implementazione di archivi di dati sull'analisi del contesto socio-economico in cui ricadono le realtà rurali studiate

L'area vasta considerata nell'analisi socio-economica è stata individuata sulla scorta di una serie di indicatori (impiegando prevalentemente dati ISTAT) e interamente caratterizzata alla luce dei dati disponibili al livello territoriale in oggetto, cioè il livello comunale (Figura 2). Dei 24 comuni che costituiscono tale area vasta, quindi, è stato creato un dataset completo di indicatori poi a loro volta aggregati per avere una caratterizzazione complessiva dell'area e poterla confrontare con altri territori nazionali a chiara vocazione agricola. Un risultato importante, inoltre, è stata l'implementazione di RegMAS in un GIS con riferimento a tale area, non solo mediante l'associazione ai vari comuni dei suddetti indicatori socio-economici ma, soprattutto, mediante la copertura e uso del suolo al loro interno, secondo la CORINE Landcover database, e la georeferenziazione dei dati aziendali RICA sopra descritti. RegMAS, quindi, oltre ad essere un modello di simulazione è anche un un archivio di dati georeferenziati, sia a livello di dati aggregati comunali, che di caratterizzazione dell'uso del suolo e dell'attività agricola a livello sub-comunale.

Figura 2. Area vasta considerata nell'analisi socioeconomica e nel modello di simulazione, e relativa mappa di uso del suolo.



2.4. Strutturazione e implementazione di archivi di dati sull'analisi a livello aziendale utili alla definizione di bilanci economici per un campione di aziende che ricadono nei due microbacini imbriferi oggetto di monitoraggio.

Con riferimento alla suddetta area vasta dei Colli Esini, l'uso dei dati RICA ha permesso di caratterizzare interamente bilanci, performance e scelte economiche degli imprenditori agricoli alla luce delle condizioni esterne, o variabili esogene. Tale caratterizzazione deriva sia dalla descrizione del set di attività, mediante le stesse informazioni contenute nei bilanci RICA nonché una serie di parametri tecnici di tipo tecnico-agronomico, sia dai risultati delle simulazioni condotte mediante RegMAS e basate sul sottostante modello di PM. Anche in questo caso, la caratterizzazione siffatta dei comportamenti aziendali dell'intera area (sebbene ricostruiti sulla scorta delle sole aziende del campione RICA) è interamente implementata in un GIS, per cui è non solo possibile analizzare le scelte e le performance economiche alla luce della copertura dei suoli, ma fare ulteriori analisi connesse alla natura geo-morfologica del suolo stesso come, per esempio, pendenza ed esposizione e, in futuro, fertilità, rischio idro-geologico, vincoli di destinazione d'uso, ecc.



2.5. Rapporto preliminare sulla definizione dei confini del sistema di interesse, con riferimento ai sistemi produttivi agricoli di collina, e sulla identificazione dei soggetti coinvolti e delle interrelazioni esistenti e/o percepite nel contesto rurale studiato.

L'area vasta presa in considerazione, e intermente caratterizzata e ricostruita in RegMAS, è un tipico contesto di media collina, con rilevante vocazione agricola ed orientamento prevalente a seminativi con, tuttavia, una presenza assai importante di viticoltura di qualità (DOC) che, di fatto, rappresenta la principale attività (in termini di risultati economici) per molte delle aziende del campione. Notevoli sono gli aspetti ambientali associabili a tali attività agricole in questo contesto territoriale. RegMAS, anche in virtù della sua implementazione in un GIS, è in grado di ricostruire, come risultato delle scelte operate sulle attività disponibili, una serie di indicatori di carattere ambientale, da quelli di tipo paesaggistico a quelli, di maggiore interesse in questo contesto, relativi al bilancio del carbonio. Inoltre, RegMAS può essere implementato per includere tra le attività stesse oggetto delle scelte ottimizzanti, lo stesso bilancio del carbonio (od altri indicatori ambientali) qualora ad esso venissero associate grandezze economiche, quali prezzi, premi o sussidi, costi, ecc.. Su questa scorta, RegMAS è predisposto per un ulteriore importante sviluppo modellistico ai fini degli obiettivi del presente progetto di ricerca. In particolare, per alcune delle principali attività condotte dagli imprenditori agricoli dell'area, e quindi contemplate nel modello, si possono distinguere diverse soluzioni tecnico-agronomiche in termini di impatti ambientali e, soprattutto, bilancio del carbonio. Con particolare riferimento a seminativi e coltura della vite, perciò, ogni attività verrà distinta in diverse possibili soluzioni colturali (per es., a basso impatto, semina su sodo, inerbimento, convenzionale, ecc.) in modo che, nel modello, l'agricoltore possa operare le sue scelte non solo tra diverse colture ma anche tra diversi modi per realizzare una stessa coltura. Il modello, quindi, è predisposto per analizzare quali siano i fattori principali che orientano tale tipo di scelte e quali, quindi, le variabili che maggiormente incidono sulle performance ambientali, bilancio del carbonio incluso, che da tali scelte dipendono.

3. Attività 3 - Implementazione di un database georeferenziato relativo ad un caso di studio nella collina marchigiana e suo impiego per facilitare il dialogo fra attori locali

3.1. Avvio della raccolta dati di base per l'implementazione del GIS a livello di microbacino imbrifero

Il caso di studio al quale si riferisce l'attività 3 si riferisce ai due microbacini campione "Spescia" e "Bottiglie" di cui si è trattato al capitolo 1.3 di questa relazione. Obiettivo di questa attività è quello di costruire la base informativa necessaria utile ai gruppi di ricerca che studiano la vegetazione, la pedologia e i modelli di simulazione del ciclo del carbonio negli agroecosistemi di collina, inclusa la collaborazione con la UO 3, descritta al punto 3.2.

Nel corso del primo anno sono stati rilevati e verificati mediante GPS i confini degli appezzamenti di terreno nei due sottobacini imbriferi, l'idrologia superficiale e le aree incolte. È stato inoltre progettato un database georeferenziato nel quale integrare anche i dati raccolti nell'ambito del monitoraggio descritto nel capitolo 1.3.

Nella Figura 4 e nella Figura 3 sono riportate, a titolo di esempio, alcune delle caratteristiche descrittive dei due sottobacini, estratte dal GIS implementato dalla UO 1.

Figura 3 - Mappa dei due sottobacini imbriferi dei sottobacini imbriferi Specie (in alto) e Bottiglie

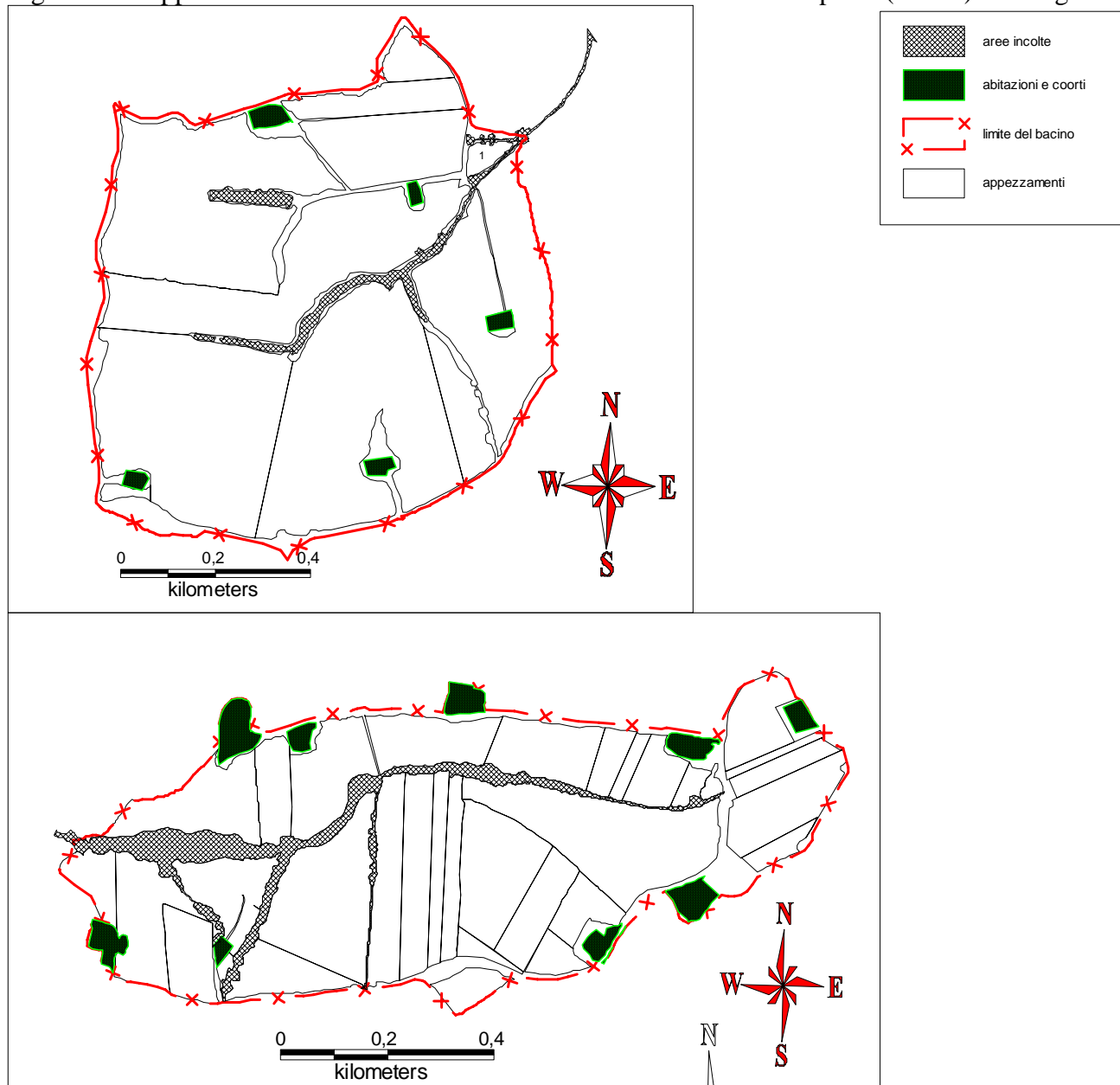
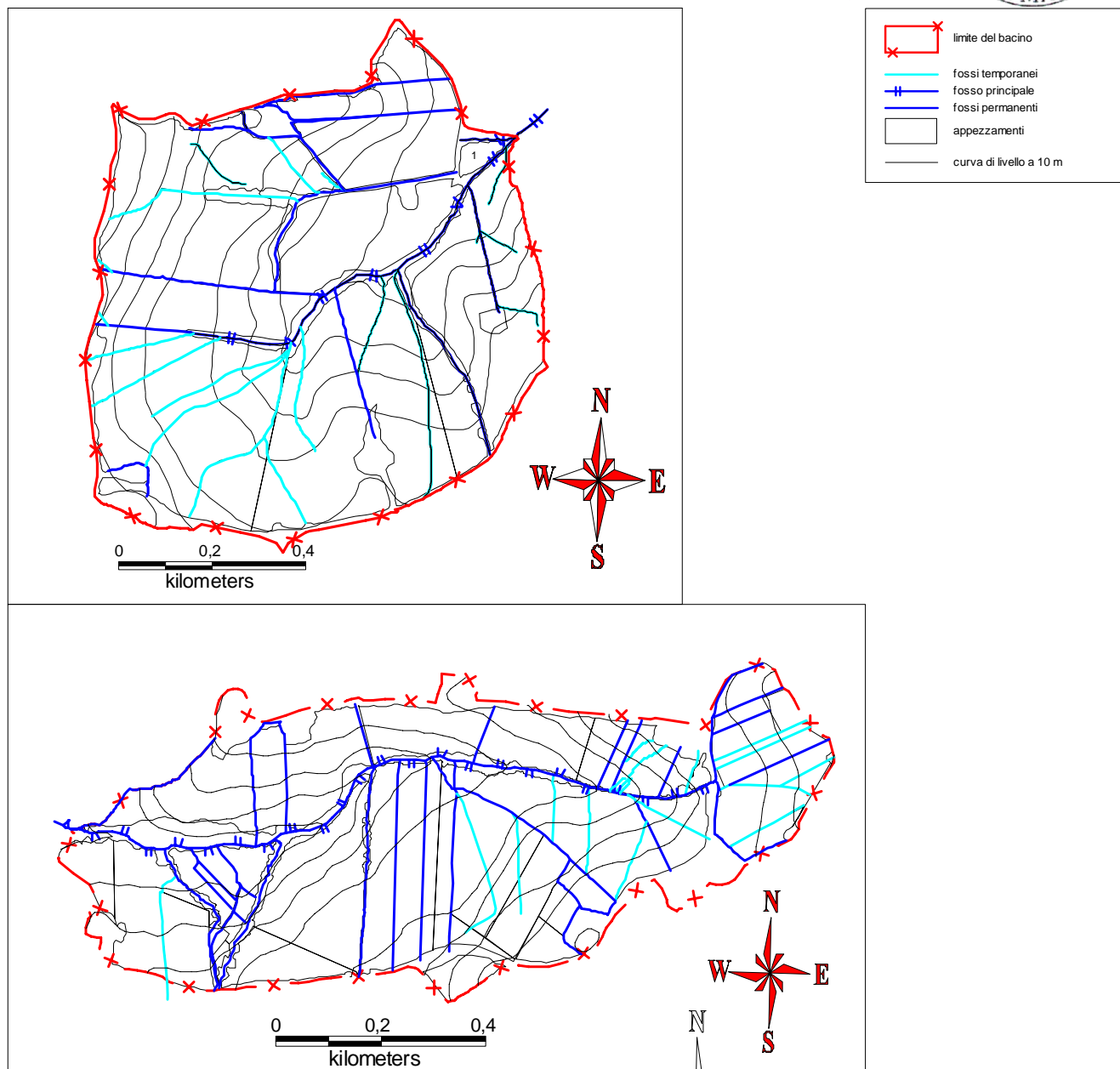


Figura 4 - Mappe del reticolo idrografico dei sottobacini imbriferi Specia (in alto) e Bottiglie



3.2. Integrazione del GIS con i dati che ottenuti nel corso del primo anno in collaborazione l'U.O 3

Le scelte progettuali concertate con il coordinamento del progetto e descritte in premessa, hanno avuto la conseguenza di orientare le attività di ricerca e sperimentazione del primo anno in collaborazione con la UO 3 verso la sperimentazione di lunga durata “Lavorazioni”, con l’obiettivo di avviare la calibrazione del modello di simulazione sul ciclo del carbonio nel sito sperimentale sul quale si integravano le competenze di tutte le UUOO del progetto. Tuttavia, coerentemente con quanto previsto nel progetto esecutivo, l’UO 1 ha provveduto alla creazione di un GIS dei due microbacini, che sarà utilizzato come base informativa utile per gli approfondimenti sulle relazioni tra C-sink e vegetazione, suolo e gestione dei sistemi culturali, da svolgere anche in collaborazione con la UO 3.



3.3. Condivisione dei dettagli operativi sui protocolli sperimentali tra tutti i partecipanti al progetto, con particolare riferimento alle metodologie di campionamento del suolo e alla strutturazione degli archivi informatizzati destinati al modello di simulazione

L'efficace integrazione di approcci partecipativi è legata alla possibilità di costruire un processo di dialogo interattivo con gli stakeholder. Perché questa condizione si realizzi, è necessario rendere utilizzabili i dati scientifici ottenuti da parte di attori locali che hanno maturato una loro personale esperienza nei territori oggetto di analisi. Dal momento che i dati scientifici resi disponibili dalla ricerca riguardano un'ampia gamma di parametri, dei quali non è immediata la possibilità di comprensione degli effetti pratici che possono ricadere sulle attività e gli interessi degli stakeholder, è dunque necessario individuare adeguati strumenti di facilitazione del dialogo (Toderi et al., 2007) attraverso i quali sia possibile integrare conoscenza scientifica e locale. In pratica, in questa fase i ricercatori possono volontariamente svolgere il ruolo non solo di osservatori dei processi biofisici, ma anche di facilitatori dei processi di apprendimento ed interazione con gli stakeholder (Roggero et al., 2006). Questo ruolo non è scevro da implicazioni etiche dovute al fatto che il ricercatore possiede strumenti e conoscenza non accessibili alla maggior parte degli stakeholder.

L'approccio scelto dal gruppo di ricerca, data la disponibilità di dati biofisici a scala di bacino integrati in un GIS, ha l'obiettivo di raggiungere questo scopo con l'implementazione di modelli di simulazione in grado di simulare gli effetti dei diversi scenari climatici futuri nell'area. L'UO sta quindi valutando la possibilità di integrare i dati a scala di bacino rilevati dal 1998 ad oggi nel modello APEX che utilizza il modello EPIC per la gestione dei sistemi colturali e Century per la sostanza organica nel suolo. La parametrizzazione e calibrazione di questi modelli permette infatti di sviluppare simulazioni per la verifica degli effetti di differenti ipotesi di uso del suolo sul sequestro di C, la cui valutazione di sostenibilità richiede l'integrazione di più prospettive tra i soggetti interessati. Nell'ambito di questa attività, nel corso del primo anno è stata progettata, in collaborazione con l'UO 2 e 3, la missione di un componente il gruppo di ricerca ha svolto in Texas presso il Blackland Research Centre, A&M University, a Temple, in Texas, per prendere contatti con gli sviluppatori di APEX/EPIC.

Come base di partenza per l'analisi dei portatori di interesse verrà utilizzata una mappa di stakeholder già predisposta in precedenti attività di ricerca e opportunamente ampliata nel secondo anno di attività (Tabella 17).



Tabella 17 – Analisi degli stakeholder condotta dai ricercatori della UO1 con riferimento al caso di studio dell’area di Serra de’ Conti e maturata in base ai risultati di numerose sessioni di GIS partecipativo, seguendo la procedura indicata da Checkland e Sholes (1990).

Gruppo	Esempio	Note
Customers (fruitori)	Cittadini, consumatori	I fruitori del paesaggio e della salubrità dei luoghi
Actors (attori)	Agricoltori	Le loro pratiche possono avere effetti diretti sulla dinamica del C nel suolo
Transformation	Processi che condizionano il contenuto di C organico nel suolo	Obiettivo dell’attività è quello di identificare le pratiche desiderabili e fattibili che possono incrementare il sequestro di C nel suolo
Worldview (prospettiva di analisi)	Integrazione della prospettiva di analisi scientifica con la conoscenza locale	Obiettivo della analisi degli stakeholder è quello di condividere diverse prospettive di analisi nell’ambito del sistema di interesse, definito dai processi (del ciclo del C) e dagli elementi (persone, ambiente biofisico) che controllano il C-sink nell’area considerata
Owners (proprietari)	Proprietari dei terreni, figure che possono controllare le scelte (decisori politici e organizzazioni locali)	Hanno il potere di guidare e condizionare i processi di cambiamento
Environment	I bacini oggetto di monitoraggio e l’area vasta circostante	L’area è stata identificata dai ricercatori come una sub-unità rappresentativa della complessità del sistema di interesse



Riferimenti bibliografici citati nel testo

- Checkland P. e Scholes, 1990. *Soft systems methodology in action*. J. Wiley & Sons, West Sussex. England.
- Hansen, S., Jensen, H.E., Nielsen, N.E., Svendsen, H., 1990. DAISY – a soil plant system model. *NPO-forskning, Miljøstyrrelsen*, nr. A 10, p. 272.
- Jones, J.W., Tsuji, G.Y., Hoogenboom, G., Hunt, L.A., Thornton, P.K., Wilkens, P.W., Imamura, D.T., Bowen, W.T., Singh, U., 1998. Decision support system for agrotechnology transfer: DSSAT v3. In: Tsuji, G.Y., Hoogenboom, G., Thornton, P.K. (Eds.), *Understanding Options for Agricultural Production*. Kluwer, Dordrecht, The Netherlands, pp. 157–177.
- Roggero P.P., Toderi M., Seddaiu G., 2006. Stakeholder analysis for sharing agro-environment issues towards concerted action: a case study on diffuse nitrate pollution. *Italian Journal of Agronomy*, 4, 727-740.
- Toderi M., Powell N., Seddaiu G., Roggero P.P., Gibbon D., 2007. Combining social learning with agro-ecological research practice for more effective management of nitrate pollution. *Environmental Science and Policy*, 10 (6), 551-563. DOI: 10.1016/j.envsci.2007.02.006.
- Williams, J.R., 1983. EPIC, The Erosion-Productivity Impact Calculator, Vol. 1. Model Documentation. Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture, Beltsville, MD.
- Williams, J.R., 1995. The EPIC model. In: Singh, V.P. (Ed.), *Computer Models of Watershed Hydrology*, Water Resources Public. Highlands Ranch, CO, pp. 909–1000.

Publicazioni (lista provvisoria)

- De Sanctis G., G. Seddaiu, M. Toderi, G. Iezzi, R. Orsini, O. Gargiulo, P.P. Roggero and J.W. Jones, 2007. Climate change and soil organic carbon dynamics: application of dssat crop models. On: *Farming Systems Design 2007, Int. Symposium on Methodologies on Integrated Analysis on Farm Production Systems*, M. Donatelli, J. Hatfield, A. Rizzoli Eds., Catania (Italy), 10-12 September 2007, book 1 - Farm-regional scale design and improvement, pag. 205-206.
- Francaviglia, R., P.P. Roggero, L. Ledda, R. Fani, A.M. Bevivino, G. Pietramellara, M. Pagliani, M. Bazzicalupo, M. Del Gallo, P. Bonfante, E. Real, A. Benedetti, M. Giovannetti, D. Lippi, S. Grego, R. Marchetti, R. Farina, 2007. Climate change and agro-forestry systems: impacts on soil carbon sink and microbial diversity. On: *Farming Systems Design 2007, Int. Symposium on Methodologies on Integrated Analysis on Farm Production Systems*, M. Donatelli, J. Hatfield, A. Rizzoli Eds., Catania (Italy), 10-12 September 2007, book 1 - Farm-regional scale design and improvement, pag. 180-181.
- Lagomarsino A., Moscatelli M. C., Orsini R., Iezzi G., Grego S., 2007. Impact of tillage and fertilisation on soil enzymatic activity in a long term experiment: preliminary results. *Proceedings of III International Conference on Enzymes in the environment: activity, ecology and applications*. Viterbo 15-19 July 2007.