

SCHEDA DI PROGETTO (MOD. A)

1. Tematica	Tutela e difesa dell'ecosistema agroforestale		
2. Titolo	Conservazione e valorizzazione della risorsa suolo: definizione delle qualità del suolo ai fini della gestione agricola e forestale ecocompatibile		
3. Acronimo	SUOLO		
4. Tipo di progetto	<input checked="" type="checkbox"/> Ricerca	<input type="checkbox"/> Sviluppo	<input type="checkbox"/> Dimostrativo <input type="checkbox"/> Misto
5. Durata (mesi)	36		
6. Finanziamento complessivo richiesto	1.993.000.000		
7. Coordinatore	Nome e COGNOME	Marcello PAGLIAI	
	Istituzione di appartenenza	Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo – Firenze	
8. Curriculum del coordinatore e pubblicazioni negli ultimi 5 anni	<p>1947 Dicembre, 29: Data di nascita</p> <p>1970 Dicembre, 18: Laurea in Scienze Agrarie all'Università di Pisa con punteggio di 110/110</p> <p>1971-1973: Borsa di studio all'Istituto di Genetica dell'Università di Pisa</p> <p>1974: Ricercatore - Istituto per la Chimica del Terreno del C.N.R. di Pisa</p> <p>1990: Primo Ricercatore</p> <p>1993: Direttore della Sezione di Fisica del Suolo dell'Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo di Firenze.</p> <p>1996: Direttore dell'Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo di Firenze.</p> <p>Principali tematiche sviluppate nell'ambito della Micromorfologia e Fisica del suolo e particolarmente su: interazione suolo-condizionatori; valutazione dell'impatto di differenti sistemi e pratiche colturali sulle qualità del suolo; degradazione fisica del suolo; croste superficiali; compattamento; sensibilità e vulnerabilità del suolo; terreni sommersi.</p> <p>Autore e co-autore di 139 pubblicazioni; 40 negli ultimi 5 anni, fra cui:</p> <p>Pagliai M., Pellegrini S., Vignozzi N., Rousseva S., Grasselli O. 2000. The quantification of the effect of subsoil compaction on soil porosity and related physical properties under conventional to reduced management practices. <i>Adv. in GeoEcology</i>, 32, 305-313.</p> <p>Pagliai M., Rousseva S., Vignozzi N., Piovaneli C., Pellegrini S., Miclaus N. 1998. Tillage Impact on Soil Quality. I. Soil Porosity and Related Physical Properties. <i>Italian Journal of Agronomy</i>, 2: 11-20.</p> <p>Marsili A., Servadio P., Pagliai M., Vignozzi N. 1998. Changes of some physical properties of a clay soil following the passage of rubber and metal tracked tractors. <i>Soil and Tillage Research</i>, 49: 185-199.</p> <p>Pagliai M., Vignozzi N. 1998. Use of manure for soil improvement. In: A. Wallace, R.E. Terry (editors), <i>Handbook of Soil Conditioners</i>. Marcel Dekker, Inc., New York, USA. pp. 119-139.</p>		
9. Parole chiave	Protezione del suolo, Banche dati georeferenziate, Qualità del suolo, Degradazione del suolo, Indicatori, Misure agroambientali, Cartografia tematica		

10. Descrizione del progetto

10.1 Sintesi del progetto (max 2 pagine)

Oltre i due terzi dei suoli del territorio nazionale presentano forti problemi di degradazione e molte aree del paese sono soggette ad alto rischio di dissesto idrogeologico dovuto anche alla non corretta o trascurata gestione del territorio. Si impone quindi una adeguata conoscenza della risorsa suolo, in modo articolare dei suoi aspetti funzionali, che ne consenta un uso ed una pianificazione basati sulle caratteristiche e sulla vocazionalità di tale risorsa.

La difesa del territorio si attua a partire da una corretta gestione del suolo; gestione che deve avvenire attraverso una pianificazione che tenga conto in primo luogo delle attitudini dei suoli non solo per le attività agricole ma anche per quelle extragricole. Allo scopo è necessaria la conoscenza del suolo e la disponibilità di banche dati georeferenziate di opportuno dettaglio.

Nonostante l'accresciuta sensibilità verso i problemi di protezione dell'ambiente, maggiore attenzione deve essere ancora rivolta all'impatto delle attività antropiche sul suolo, proprio per prevenire la sua degradazione. Nell'ottica di una agricoltura sostenibile, quindi compatibile con la salvaguardia dell'ambiente, si assiste ancora ad alcune pratiche agricole che meriterebbero di essere evitate o comunque corrette. D'altra parte molte pratiche conservative sono ormai in via di abbandono.

Alla luce dei profondi e attuali cambiamenti dell'agricoltura, indirizzata verso un modello sostenibile, verso la riscoperta e valorizzazione dei prodotti tipici, ecc., in un'ottica non solo di salvaguardia delle risorse ambientali, ma addirittura con l'obiettivo di valorizzarle ("agricoltura che produce paesaggio"), si impone la perfetta conoscenza della risorsa primaria alla base di questa attività: **il suolo**. Il presente progetto intende dare un contributo in questo senso.

Lo scopo del progetto è quello di fornire strumenti metodologici per la qualificazione del territorio con la messa a punto di protocolli metodologici che definiscano la qualità dei suoli e indichino come l'impatto delle attività agricole e forestali modifica tale qualità.

La formulazione di tali strumenti metodologici si realizzerà attraverso la definizione di una serie di qualità del suolo funzionali non solo al mantenimento, ma anche al miglioramento della qualità dell'ambiente e dei prodotti agricoli. Le qualità funzionali dei suoli verranno quantificate attraverso la messa a punto di indicatori e di indici, che consentano di valutare come l'impatto delle attività agricole modifica le qualità del suolo nel breve e nel lungo termine. Costituiranno, quindi, utili indicazioni per i decisori politico-amministrativi al fine di programmare una pianificazione del territorio realmente sostenibile. La messa a punto di indicatori e della metodologia di raccolta dei dati ambientali necessaria al loro rilievo risulterà particolarmente utile in sede di valutazione delle misure agroambientali in attuazione delle politiche comunitarie a sostegno dell'agricoltura, sia per la risposta alle "common questions", cioè ai quesiti posti nei documenti UE-STAR, sia per la definizione dei "target levels", cioè degli obiettivi territoriali ottimali di riferimento che consentono di valutare la valenza ambientale delle misure.

Il programma prevede la messa a punto di un protocollo per una valutazione quantitativa della qualità dei suoli. Per questo sono state individuate una serie di qualità funzionali alla prevenzione della degradazione fisica e biologica dei suoli, alla regolazione del regime idrico, alla capacità di trattenuta-rilascio di nutrienti e inquinanti, alla capacità di accumulo della sostanza organica e alla conservazione della fertilità integrale dei suoli. Tali qualità funzionali vengono quindi definite attraverso uno studio congiunto in cui si affrontano "in toto" le qualità fisiche, chimiche, mineralogiche e biologiche del suolo. Attraverso questo approccio è necessario, prima di tutto, quantificare gli specifici aspetti di degradazione del suolo ed è fondamentale definire quella soglia oltre la quale un processo degradativo diventa irreversibile, accelerando così i processi di

dissesto e di desertificazione. A questo proposito un esempio tipico è rappresentato dall'erosione del suolo: non è pensabile praticare un'agricoltura, sia pure sostenibile, capace di annullarla completamente; è importante però, per ogni determinato ambiente pedologico, conoscere il limite entro il quale l'erosione deve essere contenuta.

Le suddette qualità funzionali si possono stimare attraverso la conoscenza di caratteri e qualità osservabili in campagna e misurabili in laboratorio e di cui per alcune la metodologia è ormai ampiamente standardizzata, per altre invece le conoscenze sono ancora approssimative. E' il caso, ad esempio, del controllo della biodiversità, della capacità di accettazione delle piogge, del rischio di incrostamento, ecc., che si tenterà di approfondire.

Un altro aspetto che il Progetto si propone di considerare è che le conseguenze degli interventi umani possono causare un danno più o meno grave anche in funzione del valore del suolo sul quale vengono attuate. In questo senso è da considerare non solo il valore economico-produttivo del suolo, ma anche quello paesaggistico-culturale. Infatti, è ben noto come la variazione dell'uso di un suolo e la conseguente modificazione delle sue funzionalità può causare una perdita irreversibile del valore culturale del paesaggio, oltre che uno scadimento qualitativo delle sue capacità produttive. Anche in questo caso è necessario conoscere le qualità dei suoli funzionali al mantenimento del paesaggio desiderato.

In collaborazione con gli Enti Regionali sono state individuate delle aree di studio, rappresentative di realtà pedoclimatiche importanti sulle quali realizzare anche dei rilievi a scala di dettaglio, nelle quali i diversi modelli e regole di derivazione vengono controllati per la loro reale affidabilità, anche tramite analisi più sofisticate (analisi di immagine di sezioni sottili, opportune indagini chimiche, mineralogiche e biologiche). Parallelamente saranno implementati dei database geografici che raccolgano le informazioni provenienti dalle aree sperimentali e dai rilevamenti già effettuati nel territorio nazionale. Utilizzando questi data base, saranno provati i diversi modelli e regole di derivazione messe a punto, in modo da averne anche una validazione geografica.

Saranno effettuate anche valutazioni agronomiche dell'impatto delle attività agricole sulle qualità del suolo attraverso l'analisi di come le scelte tecniche operate possono influenzare le qualità funzionali dei suoli e definire complessivamente se la loro adozione comporterà un miglioramento o un peggioramento, nel medio e lungo termine, del livello qualitativo originario.

La realizzazione di un'agricoltura sostenibile passa anche attraverso l'uso di una razionale meccanizzazione: per questo il progetto prevede anche una verifica dell'impatto della meccanizzazione agricola sulle qualità del suolo con particolare riferimento al compattamento da traffico e da organi lavoranti (suola d'aratura), che sta diventando uno dei principali aspetti di degradazione del suolo e che in Italia è purtroppo trascurato.

Il risultato finale di questa attività così integrata e interconnessa sarà quello di fornire, come già detto, strumenti metodologici per la qualificazione del territorio. A questo scopo sarà messa a disposizione degli Enti preposti alla divulgazione agricola una serie di indicazioni in merito alle qualità dei suoli funzionali ad una gestione agricola ecocompatibile.

A questo proposito l'Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione in Agricoltura (ARSIA) della Regione Toscana collabora a questo Progetto proprio con l'impegno del trasferimento dei risultati, accollandosi l'onere finanziario di tale attività.

I risultati e le indicazioni saranno inoltre diffuse sia tramite le vie tradizionali (pubblicazioni scientifiche, convegni, ecc.), sia innovative attraverso apposito sito Web e si produrranno anche valutazioni di carattere cartografico, sia di dettaglio su aree campione, sia di sintesi a livello nazionale.

10.2 Inquadramento del progetto negli obiettivi della programmazione (max 1 pagina)

La degradazione del suolo è attualmente uno dei più gravi problemi ambientali a livello planetario. Infatti, i principali processi di degradazione dell'ambiente sono riconducibili proprio al suolo; tra questi sono da annoverare: l'erosione, che supera di 30 volte il tasso di sostenibilità (erosione tollerabile), il compattamento, l'impermeabilizzazione, il deterioramento della struttura, l'acidificazione, la salinizzazione, l'accumulo di sostanze tossiche, la perdita di elementi nutritivi, la perdita di sostanza organica e della biodiversità microbiologica, ecc., sono tutti fattori che inducono il depauperamento della risorsa suolo. La protezione dell'ambiente comincia dalla tutela del suolo operata tramite un'agricoltura, una selvicoltura ed una politica urbanistica ed infrastrutturale sostenibili nei confronti del suolo medesimo.

Proprio per questo l'orientamento della politica agricola della Comunità Europea e del Governo italiano per i prossimi anni è quello di sostenere il reddito degli agricoltori attraverso la promozione della qualità dell'ambiente e dei prodotti agricoli e non più attraverso il sostegno dei prezzi e delle produzioni. D'altra parte, è ormai scontato che molte delle tecniche agricole impiegate nei comprensori ad alta intensificazione colturale non siano ecocompatibili, non siano cioè prive di conseguenze negative, dirette o indirette, sull'ambiente e sulla popolazione umana. Il sostegno all'agricoltura eco-compatibile è il principale orientamento di Agenda 2000.

In tempi relativamente brevi l'agricoltura sarà chiamata a soddisfare, oltre alle esigenze alimentari, anche una parte delle esigenze energetiche della popolazione per rispettare gli accordi assunti dal Governo Italiano a Kyoto per la riduzione, entro il 2008-2012 delle emissioni dei gas responsabili dell'effetto serra, del 6,5% rispetto al 1990. Esigenze ancora più pressanti dato che nel 1998 le emissioni totali di gas serra sono invece aumentate del 4.6% rispetto al 1990, proprio a causa dell'impiego di combustibili fossili per la produzione di energia e nel settore dei trasporti.

Si impone quindi la necessità di pianificare un corretto uso del suolo, secondo la sua vocazionalità, al fine, non solo di prevenirne la degradazione, ma anche di migliorarne le sue funzioni rispetto a tutti quei processi che concorrono a definire il quadro ambientale nel suo complesso. E' fondamentale anche definire quella soglia oltre la quale un processo degradativo diventa irreversibile, accelerando così i processi di dissesto e di desertificazione. A questo proposito un esempio tipico è rappresentato dall'erosione del suolo: non è pensabile praticare un'agricoltura, sia pure sostenibile, capace di annullarla completamente; è importante però conoscere il limite, per ogni determinato ambiente pedologico, entro il quale l'erosione può essere tollerata e, quindi, contenuta.

In questa ottica si inquadra il presente Progetto con lo scopo di mettere a punto strumenti metodologici per la qualificazione del territorio e per la valutazione delle diverse funzionalità della risorsa suolo e dell'impatto delle attività agricole sulle qualità del suolo stesso. Tali strumenti forniranno elementi utili per consentire una corretta pianificazione e gestione del territorio, nonché la messa a punto o revisione dei Codici di Buona Pratica Agricola.

10.3 Stato dell'arte generale sull'argomento del progetto (max 2 pagine)

E' ampiamente dimostrato che l'intensificazione dei processi produttivi in agricoltura ha prodotto nel lungo termine evidenti fenomeni di degradazione del suolo quali la perdita di struttura legata all'impoverimento del contenuto di sostanza organica, il compattamento, la formazione della crosta superficiale, la formazione di strati compatti lungo il profilo (suola d'aratura) che, riducendo l'infiltrazione dell'acqua, aumentano lo scorrimento superficiale con conseguente innesco dei fenomeni erosivi. Per tali motivi si impone ormai all'attenzione sia dei tecnici che degli amministratori l'urgenza di predisporre e adottare misure per la riduzione o il controllo dei fenomeni di degradazione del suolo e di instabilità geomorfologica e idraulica da essa indotti.

E' stato dimostrato che è possibile ridurre gli input energetici (lavorazioni del terreno) e chimici (fertilizzanti e pesticidi) senza penalizzare, in termini economici, la produzione agricola (Pagliai et al., 1995). Tuttavia è difficile introdurre a livello aziendale e territoriale modelli di sistemi agricoli alternativi, per cui non si arrestano i processi di degradazione del suolo dovuti ad una attività agricola ancora di tipo intensivo.

In prove comparative sull'effetto di diversi usi del suolo è stata evidenziata, ad esempio, la notevole capacità di ridurre l'erosione del suolo e la perdita di nutrienti delle coperture a set-aside erbaceo-arbustivo, rispetto al suolo nudo e alle superfici investite a cereale e a prato di medica. Il suolo fresato e preparato per la semina è risultato vulnerabile all'erosione ed ha mostrato un notevole rilascio di nitrati, segno evidente che l'obbligo di lavorazione superficiale, imposta in passato dai regolamenti comunitari sul set-aside, può aver comportato un degrado del suolo inaccettabile, sia in termini di erosione che di mineralizzazione della sostanza organica. A scala di bacino idrografico, nel Cesenate, si sono messe a punto tecniche di inerbimento controllato del vigneto e del pescheto in grado di diminuire l'impatto sul suolo di tali colture specializzate e della meccanizzazione mantenendo, allo stesso tempo, elevati standard produttivi.

Se dal versante del contenimento degli impatti si passa a quello pianificatorio sono state dimostrate correlazioni significative fra qualità dei suoli e qualità dei prodotti (esempi: Vini, Patata, Tabacco, Tartufo) (Costantini et al., 1996). E' stato altresì dimostrato che l'uso agricolo intensivo modifica profondamente l'attività microbica del suolo con un danno che può essere anche irreversibile o con tempi di ripristino molto più lunghi rispetto, ad esempio, alla rigenerazione di alcune proprietà fisiche (es. struttura del suolo).

Dei risultati inerenti le valutazioni di impatto ambientale delle attività agricole al momento sono recepiti solo quelli inerenti l'inquinamento delle acque, trascurando aspetti forse più preoccupanti: un esempio per tutti può essere la formazione della "suola d'aratura" nei terreni interessati da un'agricoltura di tipo industriale e la cui presenza ha ormai sconvolto le proprietà idrologiche di molti suoli (Pagliai et al., 2000). Per quanto concerne l'inquinamento del suolo da prodotti chimici sono ancora carenti gli studi sull'interazione fra minerali argillosi e sostanze inquinanti, nonché l'influenza dei prodotti xenobiotici sull'omeostasi microbica: la biodiversità è, infatti, uno dei fondamenti dell'agricoltura sostenibile in quanto la diversificazione delle specie microbiche che intervengono nei vari cicli biogeochimici assicura una produzione stabile nel tempo. Le modalità di studio degli indici microbici sono in continua evoluzione grazie all'avanzamento delle tecniche molecolari che consentono la caratterizzazione del DNA microbico e la loro definizione è fondamentale dato il coinvolgimento dei microrganismi tellurici nella formazione dell'humus, nella mantenimento della struttura del suolo e nei cicli biogeochimici dei nutrienti (Hasting et al., 1997). Insufficienti risultano ancora gli studi atti a definire la qualità della sostanza organica in funzione di una sua reale efficacia per la protezione dell'ambiente.

E' ormai un fatto acquisito che anche le attività agricole intensive hanno relativamente contribuito all'innalzamento del livello di CO₂ (Mullen et al., 1999). Le lavorazioni del terreno profonde, ad esempio, hanno fortemente contribuito all'aumento di CO₂ mediante l'accelerazione

della perdita della sostanza organica del suolo, per una percentuale stimata fra il 6 e il 25 % (Wallace et al., 1990), contribuendo anche ad un incremento globale della temperatura che già nel 1983 era stimata di 0,5°C; da ricordare che la quantità di CO₂ prodotta dal terreno aumenta in maniera esponenziale con la temperatura (Akira et al., 1999). Per contro l'assenza di lavorazioni diminuisce l'emissione di CO₂ ma incrementa l'emissione di N₂O (Ball et al., 1999), che è 310 volte più potente della CO₂ nel creare l'effetto serra. Anche per questo si rende necessario un corretto uso del suolo e, fra l'altro, anche le attività agricola è chiamata a soddisfare non solo le esigenze alimentari ma anche una parte delle esigenze energetiche della popolazione nel rispetto del Protocollo di Kyoto per la riduzione dei gas responsabili dell'effetto serra.

La qualità del suolo sotto il profilo delle diverse funzionalità è il prodotto delle interazioni delle sue componenti fisiche, chimiche e biologiche e solo attraverso studi multidisciplinari è possibile definire parametri e indicatori capaci di sintetizzare, in modo armonico, fenomeni degradativi complessi ed interconnessi. Per questo motivo, attraverso l'armonizzazione delle conoscenze fisiche, chimiche, biologiche, mineralogiche, pedologiche ed ambientali in genere, acquisite nell'ambito di questo Progetto, si ritiene di poter dare un impulso determinante anche alla formulazione di indicatori e procedure valutative di uso generale, applicabili a tutto il territorio italiano.

Il problema degli indicatori della qualità del suolo, della sua degradazione e desertificazione è, infatti, di grande attualità, sottolineato anche da Organismi Internazionali (Convenzione internazionale per la lotta contro la siccità e la desertificazione, OCSE, ISO/TC 190, ecc.), e per questo tale programma comune può dare il proprio contributo su questa tematica. Sarà un'occasione anche per una sintesi organica delle esperienze maturate negli ultimi anni nei vari settori della conoscenza e gestione del suolo.

Lo sviluppo, la messa a punto e soprattutto la verifica di indicatori necessita di una adeguata banca dati pedologica che al momento non esiste, ma è in fase di realizzazione nell'ambito del Programma "Agricoltura e qualità" Misura 5 – Realizzazione della Carta dei suoli d'Italia 1: 250.000, di cui l'Istituto ne cura le "Metodologie Pedologiche". Le banche dati attualmente disponibili sono carenti, non armonizzate e non correlate a scala territoriale.

Negli ultimi decenni ha assunto un notevole impulso la modellistica: sono stati messi a punto una miriade di modelli di valutazioni delle qualità e di derivazione ma che, per quanto concerne il suolo, riguardano per lo più aspetti particolari (erosione o sistemi colturali, ad esempio) ed essendo stati messi a punto in altri ambienti necessitano di essere validati ed adattati alle situazioni in studio. Numerosi problemi rimangono ancora da risolvere come l'estensione a scala territoriale di dati puntuali o la derivazione di dati sofisticati da dati "routinari" e soprattutto l'estensione delle valutazioni.

Per una corretta pianificazione del territorio è fondamentale una armonizzazione e una integrazione di tutte le conoscenze disponibili; occorre quindi una gestione delle conoscenze per finalità programatorie e gestionali attuata attraverso il rapporto con gli Enti Territoriali e l'utilizzazione di strumenti cartografici opportunamente realizzati.

Bibliografia

- Akira et al., 1999, *Communication on Soil and Plant Analysis*, 30: 2593-2605.
- Ball et al., 1999, *Soil and Tillage Research*, 53: 29-39.
- Costantini et al., 1996, *Acta Horticulture*, 427: 44-55.
- Hasting et al., 1997, *FEMES Microbiology Ecology*, 23: 45-54.
- Mullen et al., 1999, *Communication on Soil and Plant Analysis*, 30: 1713-1719.
- Pagliai et al., 1995, *Soil and Tillage Research*, 34: 209-223.
- Pagliai et al., 2000, *Advances in GeoEcology*, 32, 305-313.
- Wallace et al., 1990, *Journal of Plant Nutrition*, 13: 459-466.

10.4 Obiettivi generali e specifici (intermedi e finali) (max 3 pagine)

Obiettivi generali

Fornire strumenti metodologici per la qualificazione del suolo a scala territoriale.

Sarà definito un set di qualità del suolo funzionali al mantenimento e, possibilmente, all'incremento della qualità dell'ambiente in relazione all'uso agricolo e forestale. Saranno forniti indici e procedure atte a valutare come l'impatto delle attività agricole modifica tali qualità del suolo e che costituiranno utili strumenti per i decisori politico-amministrativi al fine di programmare una pianificazione del territorio realmente sostenibile.

Saranno individuate una serie di agrotecniche ritenute idonee alla salvaguardia dell'ambiente ed al mantenimento del reddito dell'agricoltore, puntando ad un migliore utilizzo dei suoli secondo la loro vocazionalità.

Obiettivi specifici

Definire le qualità dei suoli funzionali alla prevenzione della degradazione fisica della risorsa attraverso l'individuazione e messa a punto di una procedura basata su un set di caratteri che consenta di quantificare la vulnerabilità dei suoli all'erosione, la suscettività potenziale alla compattazione, la suscettività potenziale all'incrostazione (croste superficiali, superfici sigillanti, impermeabilizzazione del suolo) e alla perdita di struttura e la suscettività alle frane superficiali.

Definire le qualità dei suoli funzionali alla prevenzione della degradazione biologica della risorsa attraverso la valutazione della biodiversità e funzionalità delle comunità batteriche in relazione all'uso del suolo e all'impatto delle attività antropiche.

Definire le qualità dei suoli funzionali alla regolazione del regime idrico del suolo attraverso l'individuazione e messa a punto di un set di caratteri che consentano di quantificare la capacità di accettazione delle piogge, il deflusso esterno, il drenaggio interno e l'acqua disponibile.

Definire le qualità dei suoli funzionali alla capacità di accumulo della sostanza organica e, più in generale, alla capacità di trattenuta e rilascio di nutrienti e inquinanti. Fornire indicazioni sullo stato di inquinamento di un suolo, attraverso l'individuazione e messa a punto di un set di caratteri che consenta di quantificare: la suscettività di un suolo alle perdite di CO₂, NO₂ e alla lisciviazione dei nitrati; la determinazione dei limiti critici per i metalli pesanti e la messa a punto di test di mutagenesi.

Definire le qualità dei suoli funzionali alla messa a punto di un modello globale di fertilità quali la caratterizzazione di macro (P, K), meso e micronutrienti del suolo, la determinazione dei parametri di umificazione della sostanza organica e lo screening eco-fisiologico della comunità microbica.

Valutazione integrata dell'impatto dei diversi sistemi di gestione agronomica sulle qualità del suolo a scala territoriale attraverso l'esame sia dei singoli fattori facenti parte dell'agrotecnica in esame, sia della loro combinazione in ambienti pedoclimatici diversi.

Valutazione dell'impatto della meccanizzazione sulla qualità del suolo a scala territoriale, definizione di indici di trafficabilità e lavorabilità e messa a punto di modelli matematici volti all'individuazione di una meccanizzazione ecocompatibile.

Validazione dei modelli e delle funzioni di trasferimento messe a punto per la definizione delle qualità dei suoli a partire dai dati di rilevamento routinari e specialistici.

Validazione delle principali pedofunzioni individuate a scala territoriale, onde poter prevedere, almeno per gli ambienti oggetto di studio, le principali ricadute dei cambiamenti d'uso del suolo.

Obiettivi intermedi

Raccogliere ed armonizzare le informazioni di base necessarie come input per i modelli di valutazione delle diverse qualità funzionali, sia per le aree campione che per l'intero territorio nazionale tenendo conto delle esigenze di una corretta pianificazione e gestione del territorio.

Implementare le relazioni funzionali tra basi dati e modelli.

Messa a punto di tecniche di valutazione dell'impatto delle attività antropiche e dell'uso del territorio sulla biodiversità e funzionalità della comunità microbica del suolo.

Individuazione di criteri oggettivi per la valutazione della funzione idrologica del sistema suolo applicabili in modo routinario su uno standard informativo pedologico.

Realizzare esempi di valutazioni a scala territoriale.

Obiettivi finali

Messa a punto di metodologie per la definizione a scala territoriale della qualità del suolo in relazione al suo uso e per la valutazione dell'impatto delle attività antropiche e delle variazioni d'uso del suolo, derivanti dalle nuove politiche della Comunità Europea in materia di contenimento degli impatti agricoli sull'ambiente.

Realizzazione di carte tematiche in aree particolarmente soggette a rischio di degradazione ambientale concordate in collaborazione con le Regioni a scala territoriale.

10.5 Piano di attività (programmazione temporale delle attività previste) (max 10 pagine)

La gestione agricola ecocompatibile si realizza attraverso la messa in opera di pratiche agricole ed interventi ecocompatibili. Si parte dalla constatazione che ogni intervento dell'uomo ha un impatto sull'ambiente e conseguenze (positive o negative), le quali variano a seconda delle caratteristiche ambientali. Ogni pratica ed intervento andrebbe dimensionato in funzione di tali caratteristiche. Pratiche quali: lo spargimento dei reflui e dei fanghi di depurazione, i livellamenti e i riporti di terra, ma anche la stessa monosuccessione colturale, ormai così diffusa, hanno conseguenze diverse in funzione dei diversi caratteri e qualità ambientali, in primo luogo dei suoli. E' necessario quindi conoscere quali sono le qualità dei suoli funzionali ai diversi interventi, al fine di quantificare le conseguenze degli interventi stessi.

Le qualità funzionali oggetto di tale indagine sono individuate nell'ambito delle seguenti tematiche:

1 Qualità funzionali alla prevenzione della degradazione fisica e biologica della risorsa

La vulnerabilità dei suoli all'erosione idrica

L'erosione idrica è uno dei più importanti processi di degradazione del suolo, soprattutto in ambienti, come quello Mediterraneo, caratterizzati da un'elevata aggressività climatica. L'erosione, agendo sugli strati superficiali e biologicamente più attivi del suolo, provoca la perdita di nutrienti e la riduzione del contenuto in sostanza organica, contribuendo alla degradazione strutturale e alla creazione di un ambiente sfavorevole alla crescita delle piante. Soprattutto in suoli poco profondi l'erosione limita ulteriormente il volume esplorabile dalle radici, riducendo la disponibilità di acqua e di elementi della fertilità. Il danno all'ecosistema non si esaurisce con la perdita del suolo e dei nutrienti; la deposizione del materiale asportato provoca danni, spesso gravi, alle risorse idriche di superficie (ostruzione di canali, interrimento di laghi), contribuendo al degrado generale della qualità delle acque (fenomeni di eutrofizzazione).

Partendo dall'analisi della letteratura internazionale ove sono disponibili alcuni modelli per la determinazione del fattore K (erodibilità) da alcune proprietà del suolo (tessitura, contenuto di argilla, diametro medio geometrico delle particelle, contenuto di sostanza organica) i quali presentano ovviamente un certo grado di incertezza, dovuto alla natura dinamica di alcune proprietà del suolo agenti sui processi erosivi (umidità, contenuto di sostanza organica, scabrezza superficiale, ecc.), saranno affinati e sviluppati algoritmi che permetteranno di formulare previsioni sulla vulnerabilità del suolo all'erosione idrica, consentendo la realizzazione di strumenti di valutazione secondo criteri oggettivi.

La suscettività potenziale alla compattazione

Il compattamento viene ritenuto, specialmente a livello internazionale, una delle principali cause di degradazione del suolo ed è imputabile essenzialmente alle attività antropiche. Ad esempio, l'utilizzazione in agricoltura di macchine sempre più potenti e pesanti, dove i problemi di equipaggiamenti atti ad attenuare il compattamento stesso sono tutt'altro che risolti, è sicuramente una causa di grande rilievo. Occorre quindi quantificare l'entità del compattamento e soprattutto conoscere il limite entro cui i suoi effetti devono essere mantenuti al fine di contribuire ad individuare i rimedi atti a contenerlo. Il danno viene valutato in termini di riduzioni della porosità, soprattutto di alterazione del sistema dei pori in relazione anche agli effetti negativi sull'infiltrazione dell'acqua e di aumento dei valori di massa volumica apparente, di resistenza alla penetrazione e al taglio. L'avvento della monocoltura, con lavorazioni del terreno profonde e continue anno dopo anno, ha prodotto uno strato compatto e impermeabile, detto suola d'aratura, al

limite inferiore della coltivazione. Tale strato interrompe la continuità dei pori e quindi il drenaggio. Le frequenti sommersioni delle pianure alluvionali, in casi di piogge intense e concentrate in un breve periodo, sono il risultato della presenza di questo strato compatto.

Per quanto concerne la quantificazione dei fenomeni di compattamento e la definizione dei limiti entro cui tale aspetto degradativo deve essere mantenuto si propone la valutazione delle caratteristiche strutturali dei suoli nei diversi ambienti pedologici, attraverso la completa caratterizzazione della porosità o meglio del sistema dei pori del terreno, mediante l'analisi di immagine su sezioni sottili preparate da campioni indisturbati. Tali misure saranno poi correlate con altri parametri fisici quali la conducibilità idraulica, la capacità di accettazione delle piogge, la resistenza alla penetrazione e la stabilità strutturale al fine di definire e quantificare l'insorgenza di fenomeni di degradazione, i loro riflessi nell'insacco dei deflussi e dei processi erosivi. Nell'ambito di una Concerted Action della Comunità Europea, a cui ha partecipato anche questo Istituto, è stato costruito un data base Europeo che raccoglie tutte le informazioni esistenti circa la sperimentazione effettuata su questo argomento in differenti tipi di suoli. Tale data base può fornire utili indicazioni per la costruzioni di indici atti a valutare la suscettività del suolo al compattamento.

La suscettività all'incrostazione e alla perdita di struttura

L'impovertimento di sostanza organica e quindi la diminuzione della stabilità degli aggregati, soprattutto nei suoli tendenzialmente limosi, sabbioso-fini, nonché la trasformazione del reticolo cristallino di argille espandibili per l'effetto di assorbimento di ioni (K^+ e NH_4^+) provenienti dalle fertilizzazioni spinte, portano ad un notevole incremento nella formazione di croste superficiali, che riducono drasticamente l'infiltrazione dell'acqua, aumentano il ruscellamento superficiale e ostacolano l'emergenza del seme. La formazione di superfici sigillanti (impermeabilizzazione del suolo) sta diventando un aspetto fondamentale di degradazione ambientale. Saranno formulati indici basati sulla relazione fra parametri semplici, quali il contenuto di limo, la mineralogia della frazione argillosa e la stabilità di struttura. Saranno anche fornite indicazioni circa l'influenza delle croste sull'infiltrazione dell'acqua attraverso indici di porosità.

La suscettività alle frane superficiali

La suscettività all'insacco di frane superficiali indotte dall'attività agricola (flussi di suolo e smottamenti superficiali), essendo funzione di specifiche caratteristiche litologiche del substrato, della pendenza dei versanti, della presenza di strati compatti lungo il profilo del suolo, del regime delle precipitazioni e degli interventi di regimazione idraulica del terreno può essere valutata ricorrendo all'applicazione di modelli previsionali esistenti e attraverso lo sviluppo di una modellistica "ad hoc" per l'ambiente agricolo, che saranno successivamente ingegnerizzati in Sistemi Informativi Geografici (GIS) per la produzione di carte tematiche.

Il controllo della biodiversità

Il funzionamento della sottile copertura della superficie della terra (il suolo) è fondamentale per la sopravvivenza della biosfera. E' noto che le attività antropiche quali l'immissione di sostanze chimiche, lo spargimento di prodotti di rifiuto, la contaminazione della falda e, infine, le attività agricole comportano una modificazione delle proprietà chimiche, fisiche e biologiche del suolo. Le informazioni sugli effetti di questi impatti sulla perdita di biodiversità genotipica e funzionale sono frammentarie e risentono dell'errore metodologico compiuto nel passato, che prevedeva il trasferimento dei dati ottenuti a livello di macroscala nel soprassuolo al livello di microscala, risultando così di scarso valore predittivo per la definizione della sostenibilità. D'altro canto la descrizione della biodiversità dei suoli risulta una componente fondamentale nella definizione della sostenibilità dei processi che avvengono nell'ecosistema suolo. Lo studio dell'ecosistema suolo deve comprendere la descrizione degli organismi nel contesto degli attributi chimici, fisici e

biologici inerenti ogni tipo di suolo. Dalla integrazione delle diverse informazioni può prendere vita un database della biodiversità che renda possibile collegare ogni variazione a carico della biodiversità con il grado di espressione dei processi fisici, chimici e biologici di un suolo. Pertanto risulterà fondamentale, nello studio della diversità della microflora eubatterica del suolo, determinare le specie che compongono i diversi gruppi funzionali e la loro abbondanza relativa, per poter mettere in relazione ogni perdita di funzionalità biologica del suolo con una qualsivoglia modificazione dell'ecosistema (agricoltura intensiva, disturbi dell'ambiente forestale, inquinamento e modificazioni ambientali globali).

Un'osservazione di carattere generale riguarda il fatto che le proprietà biologiche (tra cui anche la biodiversità microbica) tendono ad essere estremamente variabili sia nello spazio che nel tempo, mentre gli attributi fisico-chimici tendono ad avere una bassa o moderata variabilità: questo risulta decisivo nella rappresentazione mediante sistemi cartografici o modelli matematici. Da qui la notevole distanza tra la realtà e la rappresentazione su scale medio-grandi e la necessità di una serie di rilievi ravvicinati nello spazio e nel tempo per poter trasferire su mappe, particolarmente dettagliate, le acquisizioni dell'indagine biologica. Da queste, attraverso l'uso di appropriati metamodelli, sarà valutata la possibilità di estendere a territori più vasti le informazioni relative alle qualità biologiche dei suoli.

2 Qualità funzionali alla regolazione del regime idrico del suolo

Nel ciclo terrestre dell'acqua il suolo gioca un ruolo fondamentale, sia agendo come fattore primario di controllo della circolazione idrica negli ecosistemi, sia modificandosi in funzione delle caratteristiche dei flussi. Questi due aspetti sono intimamente connessi, dal momento che il mantenimento nel tempo della capacità del suolo di rallentare le perdite di acqua dal sistema dipende in primo luogo dalla sua stessa conservazione. Nei paesaggi montani e collinari della Penisola, caratterizzati da condizioni di equilibrio molto prossime a quelle limite, la circolazione delle acque di origine meteorica sui e nei sistemi suolo-substrato è il fattore principale del mantenimento delle condizioni originarie della superficie terrestre o del loro riallineamento in nuovi assetti attraverso quelli che vengono definiti "fenomeni di dissesto" (erosione accelerata, sedimentazione e alluvionamenti, movimenti di massa).

Il collegamento fra queste qualità funzionali e quelle considerate nella tematica 1 appare immediatamente evidente, tanto per quanto attiene la vulnerabilità all'erosione idrica, quanto per la suscettività alle frane superficiali. Altrettanto eclatanti risultano ancora le interrelazioni con gli aspetti della tematica 3, dal momento che i flussi idrici regolano i cicli biogeochimici degli elementi negli ecosistemi, condizionando il destino nel suolo di bioelementi e di inquinanti. L'attività di ricerca proposta in questo settore mira a definire un quadro di valutazione il più possibile accurato e rappresentativo della realtà italiana relativamente alle qualità funzionali che seguono.

Capacità di accettazione delle piogge

Definibile come la proprietà di assorbire le acque delle precipitazioni, impedendo la formazione di ristagno idrico alla superficie e quindi di deflusso superficiale diretto; esprime, in senso lato, il "potere regimante" del sottosistema suolo e, a livello territoriale, interagisce con il substrato e con la morfologia nel determinare il tipo di circolazione prevalente (superficiale, sottosuperficiale, profonda), il reticolo idrografico, ecc. Dipende sia da proprietà intrinseche del suolo (profondità a cui si incontra uno strato impermeabile, permeabilità degli orizzonti sovrastanti), che da caratteristiche della stazione quali pendenza e pedoclima, come pure dalle modalità di coltivazione dei terreni agrari. Un tipico esempio di valutazione è quello della procedura del Curve Number del Soil Conservation Service Americano, applicabile alla stima del deflusso diretto giornaliero a partire, tra l'altro, dal gruppo idrologico del suolo.

Drenaggio interno

Caratteristica di un profilo che dipende dall'insieme delle proprietà idrauliche dei singoli orizzonti (nonché del substrato pedogenetico), che esprime la “resistenza” offerta dal suolo alle acque di percolazione nel loro movimento verso il basso. Condiziona non solo la capacità di accettazione delle piogge, ma anche l'ambiente di crescita degli apparati radicali delle piante, trattenendo più a lungo acqua allo stato libero ma anche, nel caso di ristagno prolungato, determinando condizioni di asfissia. Questa proprietà viene di solito valutata nella descrizione standard del profilo in maniera abbastanza soggettiva, attraverso la presenza di figure tipiche (screziature, orizzonti a gley, ecc.), anche in relazione all'organizzazione degli orizzonti (presenza di illuviazione dell'argilla, di orizzonti compatti e/o massivi, ecc.) ed alle caratteristiche della stazione (morfologia e vegetazione, soprattutto).

Acqua disponibile

Definibile come la quantità d'acqua trattenuta dalla porzione di suolo esplorabile dalle radici tra la capacità di campo ed il punto di appassimento permanente (o meglio il potenziale di $-1,5$ MPa), questa proprietà rappresenta un elemento fondamentale nella definizione del pedoclima attraverso la stima del bilancio idrico del suolo, oltreché una valutazione di base della capacità del sottosistema edafico di sostenere la vegetazione nel corso del ciclo produttivo stagionale. Poiché la sua determinazione analitica risulta piuttosto onerosa, si sono diffusi metodi di stima indiretta a partire da altre caratteristiche quali tessitura, contenuto in sostanza organica, spessore degli orizzonti ed eventualmente scheletro, i cui risultati non risultano sempre sufficientemente attendibili.

3 Qualità funzionali alla capacità di trattenuta-rilascio di nutrienti e inquinanti e alla capacità di accumulo della sostanza organica

La finalità di questa tematica è di individuare le caratteristiche funzionali del suolo che maggiormente sono correlate con la capacità che il suolo stesso ha di prevenire l'inquinamento dell'aria e dell'acqua attraverso il suo effetto tampone sulle sostanze chimiche, sulle biomasse di scarto, sulle molecole provenienti da lavorazioni industriali e su altri potenziali inquinanti. Inoltre si vuole dare un indice della capacità del suolo in uno specifico pedoclima ad accumulare o dissipare sostanza organica, per prevedere la ricaduta ambientale in funzione dei diversi usi del suolo stesso.

Sostanza organica

La sostanza organica di per se è senz'altro il più importante indicatore della qualità del suolo e della sua potenzialità produttiva. La diminuzione della sostanza organica a cui i suoli italiani sono andati incontro negli ultimi 50 anni è un fenomeno preoccupante sia per le ricadute dirette che per quelle indirette. Di pari passo ad una diminuzione della sostanza organica si è avuto infatti una diminuzione dei nutrienti disponibili per le piante, un peggioramento della struttura del suolo, una diminuzione della sua capacità di trattenuta dell'acqua e della sua capacità di interagire con le molecole inquinanti che vengono a contatto con il suolo stesso.

In Italia questo fenomeno, dove una gran parte dei suoli è sottoposta ad un clima tipicamente mediterraneo, è aggravato dalla facilità con cui la sostanza organica si degrada e dalla difficoltà con la quale si accumula, soprattutto nelle forme più stabili. A tale proposito va evidenziato come le sostanze umiche costituiscano la parte più attiva della sostanza organica, strettamente correlata ai più importanti processi biologici del suolo quali la velocità di mineralizzazione dei nutrienti, l'aggregazione delle particelle elementari, l'effetto tampone nei confronti di eventuali inquinanti.

Per quanto concerne la quantificazione delle qualità funzionali della sostanza organica e la definizione dei livelli minimi di tale parametro nei diversi ambienti si propone una valutazione qualitativa di tale parametro nei diversi ambienti pedologici, mediante la misura dell'indice di umificazione del carbonio organico (che stabilisce il rapporto qualitativo fra carbonio non umificato e carbonio umificato), del rapporto fra carbonio totale e carbonio della biomassa microbica.

Capacità di sequestro-rilascio di CO₂

La pedosfera ha un ruolo primario negli equilibri globali e l'agricoltura rappresenta un nodo fondamentale nella quantificazione dei fenomeni collegati ai cambiamenti climatici di sospetta origine antropogenica. Ogni anno si ha un incremento delle emissioni di CO₂ dello 0,5% e negli ultimi 150 anni il livello atmosferico di CO₂ è passato da 260 a 340 ppm, essenzialmente a causa dell'industrializzazione e dei cambiamenti nell'uso del suolo. Attualmente si stima che la CO₂ contribuisca per l'80% nel determinare "l'effetto serra". Le lavorazioni profonde del terreno hanno fortemente contribuito all'aumento di CO₂ nell'atmosfera mediante l'accelerazione del decadimento della sostanza organica del suolo. Inoltre la specializzazione degli indirizzi produttivi delle aziende agrarie ha notevolmente ridotto la possibilità di apportare al terreno sufficienti quantità di concime organico, determinando un lento ma progressivo abbassamento del tenore di humus del terreno e, conseguentemente, un'influenza negativa sulla fertilità.

Per valutare questi fenomeni saranno determinate le seguenti qualità funzionali: emissioni di CO₂, sostanza organica, biomassa, respirazione, C microbico, mineralizzazione, quoziente metabolico. I suddetti parametri saranno correlati con indici rilevati da altre unità operative, in particolare con i rilievi pedoclimatici, in modo da fornire una visione il più possibile unitaria e organica dei fenomeni.

Nutrienti azotati

L'azoto fra i nutrienti è senz'altro quello che più influisce sulla produttività degli agroecosistemi e la cui dispersione nell'ambiente provoca i maggiori rischi di inquinamento. Con il diffondersi dell'agricoltura intensiva e l'utilizzo di quantità sempre crescenti di concimi azotati, si è andati incontro ad un aumento delle perdite sia di azoto nitrico per lisciviazione e ruscellamento, sia di protossido di azoto nell'aria per denitrificazione. Queste ultime perdite, anche se spesso non di grande entità, hanno un impatto ambientale molto importante in quanto l'azoto denitrificato a protossido d'azoto, nell'atmosfera viene dissociato dai fotoni in ossidi di azoto (NO_x), capaci di ossidarsi sottraendo ossigeno all'ozono e incrementando le dimensioni del "buco dell'ozono". L'emissione di N₂O, che è 310 volte più potente della CO₂ nel creare l'effetto serra, aumenta dello 0,25 % all'anno, risulta quindi necessario quantificare il ruolo dell'agricoltura in questo processo.

Per quanto concerne la quantificazione delle qualità funzionali di un suolo riguardo all'azoto si propone: la misura del contenuto di azoto nitrico in autunno, che insieme a tutti i parametri determinanti la capacità idrica del suolo, darà una stima della suscettibilità di tale suolo alla lisciviazione dell'azoto; il rapporto fra azoto nitrico e azoto totale che è un indice della capacità del suolo di produrre e accumulare nitrati per mineralizzazione; la misura delle perdite di N₂O tramite rilevazioni "in situ" da effettuarsi in corrispondenza dei periodi di maggior saturazione idrica e da correlare soprattutto al regime idrico del suolo. Inoltre interessanti sinergismi potranno derivare dal rapporto fra sostanza organica, azoto totale, nitrati e emissioni gassose soprattutto se studi biochimici su alcune attività enzimatiche, quali l'attività NH₄⁺ ossidante e l'attività enzimatica denitrificante potenziale, potranno integrare le precedenti indagini.

Capacità depurative e recettività di apporto di metalli pesanti

La conoscenza della dotazione di fondo in metalli pesanti dei vari suoli, è un dato sempre più richiesto a livello Europeo per poter stabilire un indice del livello di inquinamento del suolo e del

suo possibile uso come recettore di biomasse. La conoscenza del contenuto totale dei principali metalli pesanti risulta quindi indispensabile nel “data set” dei suoli capisaldo. Al fine di dare un indice che tenga conto della capacità di un suolo di cedere questi elementi alle piante ed alla acque di falda, sarà necessario determinare la frazione biodisponibile e solubile e correlarla con le caratteristiche del suolo che più interagiscono in questo fenomeno. In particolare con il contenuto in argilla e sostanza organica, il pH, la capacità di scambio cationico, il drenaggio, la permeabilità.

4 Qualità funzionali alla conservazione della fertilità integrale dei suoli

L'agricoltura intensiva determina alcune alterazioni delle qualità del suolo, quali la diminuzione del tenore di sostanza organica ed uno squilibrio nella dotazione di elementi nutritivi. Al fine della conservazione delle qualità funzionali è necessario migliorare lo stato di fertilità dei suoli, in relazione alle loro caratteristiche intrinseche relativamente modificabili, per migliorare la biodisponibilità dei nutrienti e ridurre la mobilità e l'assorbimento degli inquinanti. Inoltre l'accresciuto interesse per lo studio delle relazioni tra il contenuto in P del suolo e la degradazione della qualità delle acque, è uno stimolo per la messa a punto di test che abbiano una valenza più prettamente ambientale, cioè in grado di valutare la capacità potenziale di un terreno a costituire una significativa sorgente diffusa di inquinamento da P delle acque (non point source P).

Inoltre, la caratterizzazione approfondita dell'humus può integrare efficacemente le informazioni relative alla disponibilità dei meso e microelementi, in relazione ad esempio a situazioni di inquinamento da metalli pesanti, carenze nutrizionali, ecc.). Anche l'approccio dello screening eco-fisiologico delle comunità microbiche del suolo ha dimostrato come differenti fattori di impatto (es. lavorazioni profonde, inquinanti organici, ecc.) possono ridurre sensibilmente la biodiversità microbica. La tecnica dell'analisi dell'impronta metabolica di comunità (Community Level Physiological Profile) è un nuovo strumento d'indagine rapido ed efficace, soprattutto se affiancato da strumenti statistici ed informatici adatti alla gestione dell'imponente mole di informazioni che vengono prodotte.

Questa tematica si integra con la tematica 3 in particolare approfondendo la determinazione dei parametri di umificazione della sostanza organica e la dinamica di macronutrienti quali il fosforo e il potassio e lo screening ecofisiologico delle comunità batteriche, al fine di elaborare un modello di fertilità globale del suolo come risultante dell'interpolazione di diversi schemi di valutazione, che analizzeranno alcuni tra i parametri più importanti per la valutazione della qualità del suolo adottando un sistema di elaborazione a matrici.

5 Raccolta dati e valutazione attraverso l'applicazione geografica dei modelli su base territoriale.

Il piano di attività prevede la messa a punto di metodologie su aree campione e l'estensione delle conseguenti valutazioni a scala nazionale. Per questo è prevista questa ulteriore tematica di raccordo che si propone di: i) raccogliere ed armonizzare le informazioni di base necessarie come input per i modelli, sia per le aree campione che per l'intero territorio nazionale, ii) implementare le relazioni funzionali tra basi dati e modelli e iii) produrre le valutazioni a scala territoriale.

Per la realizzazione di ciò verranno raccolte informazioni riguardanti i suoli, il clima, il regime termico e idrico dei suoli (pedoclima), l'uso del suolo e la morfologia. I dati saranno tutti memorizzati e gestiti con adeguati software ed organizzati in un apposito GIS. Per il settore pedologico, in particolare, la raccolta delle informazioni sarà accompagnata da una verifica della qualità dei dati e da una armonizzazione dei codici. I dati sui suoli dovranno essere organizzati e correlati in modo da avere delle Unità Tipologiche di Suolo (UTS) significative e condivise a livello nazionale. La geografia dei suoli sarà coerente con quanto si sta realizzando con i progetti

"Metodologie pedologiche: definizione di criteri e specifiche per la realizzazione, conservazione, aggiornamento e consultazione della carta dei suoli d'Italia in scala 1:250.000" e "Carta dei suoli d'Italia a scala 1:250.000".

I modelli messi a punto e calibrati nelle altre Unità Operative verranno implementati nel software ed interfacciati con il GIS, in modo da produrre degli elaborati cartografici tematici a scala territoriale. I tematismi realizzati serviranno per la validazione, attuata dalle altre Unità Operative, in collaborazione con gli Enti territoriali, in particolare con le Regioni ed Enti di Sviluppo Agricole e Forestale. La validazione consentirà una eventuale ulteriore messa a punto delle qualità funzionali, delle loro soglie di tolleranza, nonché delle regole, funzioni e modelli valutativi. In questa fase verranno inoltre elaborati metamodelli, che consentano di utilizzare le informazioni pedologiche routinarie per produrre valutazioni specialistiche. Seguirà la produzione di valutazioni cartografiche a scala più ampia, in particolare nazionale, per le principali qualità funzionali considerate.

6 Effetti delle tecniche agronomiche sulle qualità del suolo

Le qualità del suolo vengono definite in funzione del suo uso e quindi della gestione delle attività agricole. Per questo nell'ambito del Progetto ci si avvale della collaborazione di competenze agronomiche per una valutazione integrata dell'impatto dei diversi sistemi di gestione agronomica sulle qualità del suolo. In particolare il compito dell'Unità agronomica sarà quello di valutare gli effetti che il comportamento degli agricoltori può determinare sulla qualità del suolo così come definita al punto precedente. Analizzare cioè come le scelte agronomiche operate possono influenzare l'espressione di alcune caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche del suolo e definire complessivamente se la loro adozione comporterà un miglioramento od un peggioramento del livello qualitativo originario.

A questo riguardo saranno valutati sia i principali segmenti della tecnica colturale adottata considerati singolarmente:

- avvicendamento;
- lavorazioni del terreno;
- concimazione;
- difesa delle colture;
- scelta ed uso del macchinario;

sia il comportamento del sistema considerato nel suo insieme, in cui i fattori che prima erano stati considerati separatamente sono liberi di interagire fra loro come accade nella comune pratica agricola.

Le informazioni necessarie per l'esecuzione di questa parte della ricerca saranno desunte in parte dalla letteratura e/o da precedenti esperienze ormai concluse, sia da sperimentazioni di medio/lungo periodo ancora attive, per le quali si metterà a punto uno specifico protocollo di rilievi dedicato alla raccolta delle informazioni di dettaglio necessarie al soddisfacimento degli scopi dell'indagine. Sarà inoltre effettuata una verifica territoriale dei modelli di ragionamento definiti collegialmente attraverso l'individuazione di specifiche aree campione in cui l'applicazione delle procedure presenta esclusivamente una valenza esemplificativa, allo scopo di testare la validità e l'affidabilità delle metodologie proposte. Il ricorso alle aree campione non presenta quindi alcuna pretesa di rappresentatività dell'universo delle situazioni riscontrabili a livello regionale o, men che meno nazionale, e non verrà utilizzato per operare alcuna estrapolazione territoriale dei risultati ottenuti. Si tratterà invece di verificare se le indicazioni ottenibili in materia di qualità del suolo in un comprensorio trovano una conferma nelle effettive capacità produttive dei terreni e se le distinzioni che ne derivano risultano aderenti con la conoscenza del territorio che dimostrano gli agricoltori delle aree prescelte.

Si provvederà inoltre al monitoraggio temporale di alcune caratteristiche considerate discriminanti delle condizioni di “salute” del terreno al fine di evidenziare le conseguenze di alcune scelte agronomiche messe in atto dagli agricoltori, così da verificare la possibilità di generalizzare gli andamenti descritti in letteratura od osservati alla scala di parcella sperimentale.

7 Influenza del traffico delle macchine agricole e delle lavorazioni del terreno nella valutazione delle qualità funzionali del suolo

Questa tematica prevede una verifica dell’impatto della meccanizzazione agricola sulle qualità del suolo con particolare riferimento al compattamento da traffico e da organi lavoranti (suola d’aratura), attraverso l’elaborazione di indici di trafficabilità e lavorabilità e la messa a punto di modelli matematici opportunamente calibrati di intervento e gestione del traffico del macchinario agricolo e delle lavorazioni del terreno a maggiore risparmio energetico e più rispettosi dell’ambiente, prevenendo o attenuando la degradazione delle qualità funzionali dei suoli.

10.5.1 Articolazione temporale del progetto

L’impostazione generale del Progetto prevede le seguenti fasi:

1. Raccolta delle informazioni di base
2. Studio delle qualità
3. Elaborazione (messa a punto di modelli, loro calibrazione e validazione)
4. Valutazione attraverso l’applicazione dei modelli sulla base dati esistenti in modo da avere delle uscite operative.

I° anno

- Sopralluogo e impostazione del lavoro in aree pilota e in aree particolarmente a rischio di degradazione ambientale individuate in collaborazione con le Regioni. Collegamento con il Programma interregionale “Agricoltura e Qualità. Misura 5 – Realizzazione della carta pedologica nazionale (Carta dei suoli al 250.000)”

Le aree scelte sono:

Nord: Area delle Province di Mantova e Verona rappresentativa della media Pianura Padana in sinistra Po.

Centro: Provincia di Siena area prevalentemente vinicola di notevole interesse paesaggistico.

Val d’Era, area rappresentativa, per quanto concerne i rischi erosivi, di grossa parte della collina argillosa pliocenica italiana.

Provincia di Rieti, tipica dei paesaggi appenninici e pedoappenninici ed ove, fra l’altro, insiste l’Azienda sperimentale annessa alla SOP dell’Istituto e rappresentativa della maggior parte delle pianure alluvionali recenti.

Sud: Aree della Calabria: in particolare l’area della Sila interessata da produzioni tipiche di notevole pregio (es. patata) e altre aree delle Province di Catanzaro e Cosenza a prevalente indirizzo olivicolo. Altre aree possono essere scelte in Sicilia, Abruzzo, Basilicata a seconda delle esigenze che emergeranno dall’attività del Progetto e dalle collaborazioni con le rispettive Amministrazioni Regionali.

- Messa a punto delle metodologie di indagine

Mettere a punto un protocollo per una valutazione quantitativa della qualità dei suoli. Definire quindi i parametri, le metodologie di analisi, il possibile impiego di algoritmi o di funzioni

di sostituzione per la stima di caratteristiche di difficile ed onerosa determinazione o il cui livello di disponibilità si dimostri inadeguato. Proporre una procedura per l'integrazione di tutte le informazioni ritenute utili ed individuare le modalità con cui giungere ad una valutazione sintetica, ma allo stesso tempo esplicativa, delle caratteristiche e delle potenzialità dei suoli. Considerare, se rilevanti, anche le possibili interazioni che il suolo presenta con gli altri fattori della produzione agricola cioè il clima, la topografia (giacitura, altitudine, ecc.) e le scelte tecniche degli agricoltori, in modo da riuscire a rappresentare, almeno in parte, la moltitudine delle condizioni e delle situazioni che è possibile rilevare sul territorio.

- Rilievi territoriali di campo e analisi fisiche, chimiche, mineralogiche e biologiche di laboratorio

II° anno

- Verifica delle metodologie di indagine e ripetizione dei rilievi territoriali

III° anno

- Validazione e definitiva messa a punto di modelli territoriali.

Definizione delle possibilità applicative, in termini di pianificazione territoriale dell'attività agricola, di modelli dinamici di valutazione della qualità dei suoli realizzati e validati nell'ambito del progetto.

Evidenziazione delle potenzialità del modello nell'indicare i comportamenti agronomici (scelta delle colture e modalità per loro conduzione) ritenuti più consoni in considerazione della qualità del suolo ed allo stesso tempo nell'individuare la pericolosità di atteggiamenti tecnici troppo disinvolti.

Tutto ciò potrebbe presentare interessanti collegamenti e sinergie con i nuovi indirizzi di politica agricola contenuti in Agenda 2000 e più precisamente con i due livelli di ecocondizionalità a cui l'agricoltura dovrà rispondere secondo quanto verrà stabilito dalle singole Regioni nei rispettivi piani di sviluppo rurale.

10.5.2 Descrizione delle competenze necessarie alla realizzazione del progetto

La prevenzione della degradazione del suolo si attua attraverso il suo corretto uso. Per questo è necessario definire strategie per l'attuazione di sistemi e pratiche agricole realmente sostenibili, cioè compatibili con le aspettative degli agricoltori e di impatto sull'ambiente tale da poter essere praticati indefinitivamente senza conseguenze indesiderabili.

E' necessario quindi quantificare l'impatto dei sistemi colturali non su un numero limitato di fattori (singole qualità) ma attraverso uno studio integrato in cui si affrontano le qualità fisiche, chimiche, mineralogiche e biologiche del suolo. A tale scopo occorrono competenze pedologiche per la completa conoscenza delle tipologie dei suoli nonché quelle atte a definire e quantificare le suddette qualità fisiche, chimiche, mineralogiche, biologiche del suolo e per la estensione delle informazioni. Tali competenze sono presenti in questo Istituto e nell'Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante partecipante al Progetto.

Le competenze agronomiche atte a definire e interpretare i risultati dei sistemi colturali saranno assicurate da una Unità Operativa dell'Università di Pisa. Parte rilevante nell'attuazione dei sistemi colturali è rappresentata dalla meccanizzazione agricola in continua evoluzione. Tali competenze sono fornite dall'Unità Operativa dell'ISMA con la quale si affronteranno anche alcuni aspetti della degradazione del suolo che possono essere correlati con una intensiva meccanizzazione

quali il compattamento del suolo. A questo proposito, ad esempio, gli studi sugli equipaggiamenti più idonei ad attenuare il compattamento del suolo sono tutt'altro che risolti.

10.5.3 *Elenco delle unità operative partecipanti*

Le Unità Operative si identificano con le sette tematiche sopra esposte:

- 1) Qualità funzionali alla prevenzione della degradazione fisica e biologica della risorsa. Responsabile: Dr. Sergio Pellegrini – Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo – Firenze
- 2) Qualità funzionali alla regolazione del regime idrico del suolo. Responsabile: Dr. Enrico Gregori – Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo – Firenze
- 3) Qualità funzionali alla capacità di trattenuta-rilascio di nutrienti e inquinanti e alla capacità di accumulo della sostanza organica. Responsabile: Dr.ssa Rossella Papini – Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo – Firenze
- 4) Qualità funzionali alla conservazione della fertilità integrale dei suoli. Responsabile: Dr.ssa Rosa Francaviglia – Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante – Roma
- 5) Raccolta dati e valutazione attraverso l'applicazione geografica dei modelli su base territoriale. Responsabile: Dr. Edoardo Costantini – Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo – Firenze
- 6) Effetti delle tecniche agronomiche sulle qualità del suolo. Responsabile: Prof. Enrico Bonari – Scuola Superiore di Studi Universitari e Perfezionamento – Università di Pisa.
- 7) Influenza del traffico delle macchine agricole e delle lavorazioni del terreno nella valutazione delle qualità funzionali del suolo. Responsabile: Dr.ssa Pieranna Servadio – Istituto Sperimentale per la Meccanizzazione Agricola – Monterotondo, Roma

10.5.4 *Descrizione dei ruoli e delle modalità di interazione delle U.O. partecipanti (diagramma)*

Lo scopo del Progetto è quello di fornire strumenti metodologici per la qualificazione del suolo e quindi fornire indici utili per la pianificazione e gestione del territorio. Per questo vengono proposti e valutati delle serie di caratteri funzionali alla definizione delle qualità del suolo in funzione del suo uso. I caratteri funzionali selezionati riguardano il suolo nel suo insieme delle componenti fisiche, chimiche, biologiche e mineralogiche. Lo studio e la definizione di questi caratteri sarà oggetto dell'attività di tre U.U.O.O. dell'Istituto (U.U.O.O. 1, 2 e 3) e dell'U.O. dell'Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante (U.O. 4).

L'U.O. agronomica dell'Università di Pisa (U.O. 6) affronta il problema della valutazione dell'impatto delle attività agricole sulle qualità del suolo.

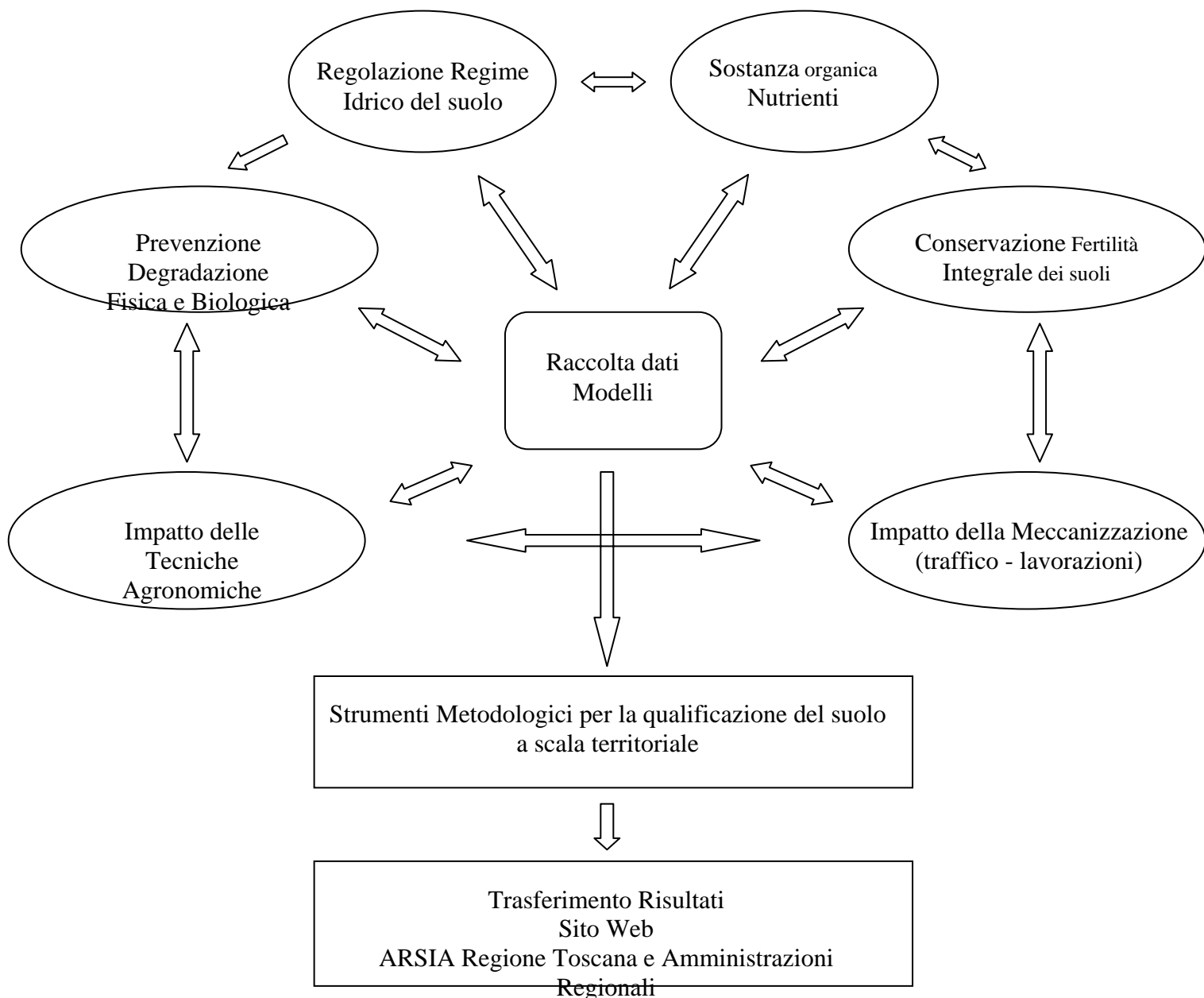
L'U.O. dell'Istituto Sperimentale per la Meccanizzazione Agricola (U.O. 7) affronta il problema di come l'uso delle macchine agricole può alterare le qualità del suolo in riferimento, in modo particolare, al traffico (compattamento) e alle lavorazioni.

I risultati prodotti da queste U.U.O.O. in termini di strumenti metodologici e modelli dinamici vengono discussi collegialmente con l'ausilio di una U.O. di questo Istituto (U.O. 5) che opera trasversalmente provvedendo alla raccolta dei dati esistenti anche nell'ambito delle collaborazioni con Amministrazioni Regionali già instaurate nell'ambito del Programma "Agricoltura e Qualità" Realizzazione della Carta dei Suoli d'Italia a scala 1:250.000. Tali dati saranno a disposizione di tutte le altre U.U.O.O. Questa U.O. trasversale provvederà anche alla validazione dei modelli messi a punto dalle altre U.U.O.O. al fine proprio di fornire gli strumenti metodologici per la qualificazione del territorio, obiettivo di questo Progetto.

Al Progetto collaborano, come già detto, le Amministrazioni Regionali e l'Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione in Agricoltura (ARSIA) della Regione Toscana, il cui

referente per questo Progetto è il Dr. Varo Bucciantini, con il compito di indicare aree di studio rappresentative delle problematiche dell'agricoltura Toscana e del trasferimento dei risultati. Proprio per questo scopo l'ARSIA ha assicurato la disponibilità al co-finanziamento del Progetto. L'ARSIA è disponibile quindi a sostenere il costo del trasferimento dei risultati.

Il diagramma seguente esemplifica i collegamenti e le interazioni fra le U.U.O.O.



10.5.5 Descrizione delle modalità di monitoraggio interno dei progetti e verificabilità dei risultati

Sarà costituito un Comitato Scientifico composto da partecipanti al Progetto e da membri esterni al progetto includendo personalità straniere di chiara fama sull'argomento in questione, che sarà sottoposto all'approvazione del MiPAF. Tale Comitato avrà il compito di verificare, con cadenza semestrale, il regolare svolgimento del Progetto verificandone i risultati.

11. Ricadute e benefici (max 2 pagine)

11.1 Benefici scientifici

La ricaduta consiste nel disporre di metodologie di programmazione adeguate alla valutazione dell'impatto degli interventi di politica comunitaria sulla risorsa suolo.

Il Progetto intende quindi fornire agli amministratori elementi fondamentali per consentire una corretta pianificazione e gestione del territorio che non può più prescindere da una adeguata conoscenza della risorsa suolo.

La realizzazione di data base di informazioni pedologiche georeferenziate costituirà un aumento delle conoscenze sulla risorsa suolo che saranno a disposizione di tutta la Comunità scientifica che, quindi, potrà contribuire ad incrementare ulteriormente e migliorare tali informazioni.

11.2 Benefici economici

Il miglioramento delle qualità del suolo garantisce una produzione di qualità che è l'obiettivo primario, anche in termini economici, di un'agricoltura ecocompatibile. La prevenzione della degradazione del suolo mantiene o incrementa il valore paesaggistico di vaste aree con benefici economici in relazione al turismo. Le recenti catastrofi ambientali sono dovute in gran parte, o comunque la loro gravità è stata accentuata, da una non corretta gestione del suolo, con conseguenti danni economici ed oneri finanziari per la Comunità. Contribuire a fornire indicazioni per un più corretto uso del suolo e per uno sviluppo sostenibile al fine di prevenire la degradazione ambientale è senza dubbio il primo beneficio economico.

11.3 Impatto sociale

Come è noto il suolo, oltre a svolgere funzioni ecologiche quali la produzione di biomassa, ecc., svolge anche funzioni socio-economiche quali: base fisica per insediamenti umani, insediamenti produttivi e infrastrutture; fonte di approvvigionamento di materie prime e luogo e mezzo di conservazione e tramite di accesso a giacimenti paleontologici ed archeologici di fondamentale significato culturale. E' evidente che, specialmente negli ultimi cinquanta anni, insediamenti particolarmente estesi hanno però determinato un "consumo" enorme di suoli spesso dotati di ottima fertilità causando veri e propri disastri. È quindi necessario che i Piani Territoriali di Coordinamento, i Piani Territoriali Paesistici ed i Piani Urbanistici Comunali contengano tutte le informazioni sui suoli, sul loro rapporto col paesaggio, sulla loro valutazione per la destinazione d'uso, sulla loro tutela. Gli strumenti metodologici forniti da questo progetto possono essere utili anche per la corretta realizzazione dei suddetti Piani, soprattutto per evitare il deturpamento di paesaggi di notevole valore da un punto di vista turistico e culturale.

11.4 Impatto ambientale

Come più volte evidenziato la protezione delle risorse ambientali si attua a partire da un corretto uso del suolo. E' ben noto che i continui processi di degradazione di una risorsa non rinnovabile, quale è il suolo, diventano poi irreversibili innescando il fenomeno della desertificazione. Il progetto intende fornire proprio quegli elementi necessari per programmare tale corretto uso, attraverso la

realizzazione di attività agricole, ma anche extra-agricole, ecocompatibili, cioè capaci di prevenire la degradazione ambientale. Tale degradazione, oltre alla desertificazione, porta a profonde modificazioni del paesaggio rurale, con perdita del valore paesaggistico, e alla drastica riduzione dell'importante funzione "sink" per le emissioni gassose.

12. Piano di sfruttamento dei risultati (max 2 pagine)

12.1 Pubblicazioni scientifiche, tecniche e divulgative

La diffusione dei risultati avverrà attraverso pubblicazioni a carattere nazionale e internazionale con un Comitato Editoriale qualificato (riviste con referees). Particolare attenzione sarà anche rivolta a riviste a carattere divulgativo di ampia diffusione fra gli operatori agricoli in cui verranno pubblicati risultati direttamente trasferibili.

Sarà anche creato un apposito sito Web, non solo per la diffusione dei risultati, ma anche per l'informazione dell'attività svolta dal progetto al fine di creare un forum di discussione.

Saranno prodotte valutazioni di carattere cartografico, sia di dettaglio su aree campione, sia di sintesi a livello nazionale.

12.2 Convegni

Saranno organizzati convegni internazionali avvalendosi del patrocinio di Organizzazioni Internazionali (International Unions of Soil Sciences – IUSS, FAO, OCSE, ecc.), proprio per un ampio confronto visto che le problematiche di conservazione e valorizzazione del suolo hanno risonanza internazionale. Il problema della degradazione del suolo sino alla sua desertificazione è un problema planetario.

Saranno organizzati un paio di Convegni nazionali ad indirizzo prevalentemente scientifico: uno all'inizio del Progetto per spiegarne e discuterne gli obiettivi e l'attività da realizzare e un altro alla fine del Progetto per illustrare i risultati conseguiti.

In collaborazione con gli Enti Regionali saranno poi organizzati Convegni o Giornate di Studio tematiche rivolte alle Organizzazioni di Categoria e agli operatori del settore.

12.3 Materiali didattici e Corsi di formazione

Saranno organizzati, in collaborazione con gli Enti Regionali, corsi di formazione per divulgatori agricoli. L'Istituto possiede, fra l'altro, due Centri di Divulgazione attrezzati presso le due SOP di Rieti e Catanzaro che possono essere utilizzati a questo scopo. Sarà prodotto del materiale didattico non solo per questi corsi, ma anche di "linee guida" che saranno diffuse attraverso il Sito Web.

12.4 Brevetti

13. Eventuali altre fonti di finanziamento

Per la realizzazione del Progetto non sono previste altre fonti di finanziamento. C'è però la disponibilità e l'impegno dell'Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione in Agricoltura (ARSIA) della Regione Toscana a sostenere il costo per il trasferimento dei risultati.

14. Scheda finanziaria del coordinatore

Categoria di costo	Totale	% sul progetto	Finanziamento Richiesto
Sopralluoghi alle UU.OO.	15.000.000	100.%	15.000.000
Partecipazioni a riunioni, convegni e congressi anche all'estero, visite di studio, ecc	30.000.000	100.%	30.000.000
Gestione amministrativa e di segreteria ¹	90.000.000	100.%	90.000.000
Spese per organizzazione convegni seminari, giornate di studio, ecc.	30.000.000	100.%	30.000.000
Consulenze per la verifica interna (ricercatori italiani e stranieri)	15.000.000	100.%	15.000.000
TOTALE²			180.000.000

Timbro Istituzione	Firma Responsabile Amministrativo Dr.ssa Giuseppina De Napoli	Firma Coordinatore Dr. Marcello Pagliai
-------------------------------	---	---

¹ Direttamente imputabili al progetto

² Le spese di coordinamento non possono essere superiori al 10% del totale richiesto per il progetto

SCHEMA FINANZIARIA (MOD. B)

Riassuntiva³ Per l'Intero Progetto

Impegno del Personale

Categoria		Anno			Totale
		1	2	3	
Tempo Indeterminato	Ricercatori	1.470	1.470	1.460	4.400
	Tecnici	665	665	665	1.995
	Ausiliario ⁴	155	155	155	465
Tempo determinato	Ricercatori	1.130	1.130	1.130	3.390
	Tecnici				
	Ausiliario ⁴	505	505	505	1.515
Consulenze ed incarichi professionali		620	645	628	1.893
Totale		4.545	4.570	4.543	13.658

Costi

Categoria di costo	Totale	% sul progetto	Finanziamento Richiesto
Personale fisso	56.700.000	0.0%	.000
Personale temporaneo	842.000.000	100.0%	842.000.000
Collaborazioni ed incarichi professionali	116.000.000	100.0%	116.000.000
Attrezzature	107.000.000	100.0%	107.700.000
Materiali di consumo	307.300.000	100.0%	307.300.000
Servizi	55.000.000	100.0%	55.000.000
Missioni nazionali	260.000.000	100.0%	260.000.000
Missioni estere	95.000.000	100.0%	95.000.000
Altri costi ⁵	30.000.000	100.0%	30.000.000
Coordinamento	180.000.000	100.0%	180.000.000
TOTALE	2.049.700.000		1.993.000.000

³ I dati derivano dalla somma delle singole schede di ricerca relative ad ogni U.O. e del coordinamento

⁴ Impiegati amministrativi, impiegati agricoli, operai (specificare)

⁵ Elencare