



**ISPRA**  
Istituto Superiore per la Protezione  
e la Ricerca Ambientale



## programma RE MO

rete nazionale monitoraggio della  
biodiversità e del degrado dei suoli

NATURA e BIODIVERSITA'



**ISPRA**

Istituto Superiore per la Protezione  
e la Ricerca Ambientale

**programma RE MO**  
rete nazionale monitoraggio della  
biodiversità e del degrado dei suoli

## **Informazioni legali**

L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) e le persone che agiscono per conto dell'Istituto non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo Quaderno.

**ISPRA** – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

Via Vitaliano Brancati, 48 – 00144 Roma

[www.isprambiente.gov.it](http://www.isprambiente.gov.it)

ISPRA, Quaderni – Natura e biodiversità n. 4/2012

ISBN 978-88-448-0570-8

Il volume è stato realizzato a cura di Francesca Floccia e Carlo Jacomini, ISPRA, Settore Bioindicatori ed ecotossicologia

Riproduzione autorizzata citando la fonte:

Floccia F. & C. Jacomini (a cura di) 2012. *programma RE MD. Rete nazionale monitoraggio della biodiversità e del degrado dei suoli*. ISPRA, Quaderni – Natura e biodiversità n. 4/2012.

## **Elaborazione grafica**

ISPRA

Franco Iozzoli, Servizio Comunicazione

## **Disegno di copertina**

ISPRA

Carlo Jacomini, Settore Bioindicatori ed ecotossicologia

## **Coordinamento editoriale**

ISPRA

Daria Mazzella, Settore Editoria

Dicembre 2012

## **Autori**

Il presente documento è stato redatto e condiviso dal tavolo tecnico<sup>1</sup> istituito da ISPRA per l'avvio della "rete nazionale di monitoraggio della biodiversità e del degrado dei suoli" (di seguito denominata rete di monitoraggio). Il tavolo tecnico è così costituito:

Valter Bellucci - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale,  
Dipartimento Difesa della Natura

Anna Benedetti - Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura, Centro di  
ricerca per lo studio delle Relazioni tra Pianta e Suolo

Pietro M. Bianco - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale,  
Dipartimento Difesa della Natura

Igor Boni - Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente

Nicoletta Calace - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale,  
Dipartimento Difesa del Suolo

Carmelo Dazzi - Università degli Studi di Palermo, Facoltà di Agraria - Dipartimento dei  
Sistemi agro-ambientali

Andrea Di Giulio - Università degli Studi di Roma 3, Dipartimento di Biologia ambientale

Marco Di Leginio - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale,  
Dipartimento Difesa del Suolo

Alberto Fanfani - Università degli Studi di Roma Sapienza, Dipartimento di Biologia e  
Biotecnologie "Charles Darwin"

Francesca Floccia - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale,  
Dipartimento Difesa della Natura

Fiorenzo Fumanti - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale,  
Dipartimento Difesa del Suolo

Loris Galli - Università degli Studi di Genova, Dipartimento di scienze della terra,  
dell'ambiente e della vita

---

<sup>1</sup> designato con note ISPRA protocollo generale n. 20812 del 30/05/2012 e n. 46708 del 07/12/2012 e nota n. 716/NAT-DIR del 05/12/2012.

Carlo Jacomini - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale,  
Dipartimento Difesa della Natura

Antonietta La Terza - Università degli Studi di Camerino, Scuola di scienze ambientali –  
Ecologia animale e molecolare

Lucia Cecilia Lorusso - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale,  
Dipartimento Difesa della Natura

Anna Luise - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Dipartimento  
Stato dell'ambiente e metrologia ambientale

Luca Montanarella - Commissione Europea, DG *Joint Research Centre*

Massimo Paolanti - Choros Sas, in rappresentanza di Fabio Petrella – Associazione  
Italiana Pedologi (AIP), Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente (IPLA)

Gianniantonio Petruzzelli - Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per lo Studio degli  
Ecosistemi - Area della ricerca di Pisa

Mauro Piazzi – Timesis S.r.l.

Carmine Siniscalco - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale,  
Dipartimento Difesa della Natura

Marzio Zapparoli - Università degli Studi della Toscana, Dipartimento per la Innovazione  
nei Sistemi Biologici, agroalimentari e Forestali

*Il suolo è uno dei beni più preziosi dell'umanità. Consente la vita dei vegetali, degli animali e dell'uomo sulla superficie della Terra*

Carta Europea del Suolo 1972

## Indice dei capitoli

PREFAZIONE.....	1
PRIMA PARTE – PRINCIPI GENERALI.....	3
Introduzione .....	3
Funzioni del suolo .....	8
Degrado del suolo .....	10
Situazione in Europa .....	13
Costi del degrado.....	20
Biodiversità del suolo .....	21
Reti trofiche .....	23
SECONDA PARTE – SITUAZIONE ATTUALE.....	25
Normativa europea .....	26
Normativa nazionale .....	27
Informazione pubblica .....	29
Ricerca e formazione.....	32
Programmi di monitoraggio .....	34
TERZA PARTE – RETE DI MONITORAGGIO.....	37
Obiettivo .....	37
Soggetto proponente .....	38
Attività previste.....	39
ALLEGATI.....	41
Scheda di adesione e censimento .....	42
Bibliografia.....	45

## Indice delle figure

Figura 1. Carta dei suoli d'Europa .....	4
Figura 2. Carta delle regioni pedologiche italiane .....	5
Figura 3. Funzioni del suolo .....	8
Figura 4. Stoccaggio in discarica dei rifiuti .....	10
Figura 5. Compattazione del suolo .....	11
Figura 6. Suoli affetti da salinizzazione.....	12
Figura 7. Estensione dei suoli affetti in Italia .....	12
Figura 8. Contaminazione del suolo.....	16
Figura 9. Capacità detossificante del suolo.....	16
Figura 10. Capacità filtrante del suolo .....	14
Figura 11. Mitigazione dell'inondazione .....	17
Figura 12. Stoccaggio del carbonio e regolazione dei gas serra .....	18
Figura 13. Palpigradi .....	21
Figura 14. Brochure della Commissione Europea sulla biodiversità del suolo ..	31
Figura 15. Rete nazionale di monitoraggio dei licheni.....	36
Figura 16. Campione di suolo prelevato per indagini sulla biodiversità edafica ..	40

# PREFAZIONE

*La superficie della terra è la spiaggia dell'oceano cosmico.  
Su questa spiaggia abbiamo imparato quasi tutto ciò che sappiamo*

Gautama Siddhartha Shakyamuni, detto il Buddha, V secolo b.C.E.

La rete che qui si propone è nata da una richiesta di informazioni della Commissione Europea, relativa al *Country Profile* sulle aree a rischio di perdita di biodiversità del suolo. La risposta dovrà pervenire alla Commissione da parte del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) entro l'anno 2013<sup>2</sup>. Allo stesso tempo, la rete contribuirà a risolvere i problemi legati alla raccolta, archiviazione ed elaborazione dei dati e delle informazioni esistenti in Italia, in funzione sia della predisposizione di piani e programmi utili alla tutela della biodiversità sia della trasmissione delle esperienze acquisite alle nuove generazioni di ricercatori e operatori ambientali a tutti i livelli.

Senza dubbio, la tutela della biodiversità è un tema ambientale di massima importanza, in quanto le scelte sociali, economiche e ambientali prese oggi determineranno in futuro i tassi di sopravvivenza degli individui, di estinzione delle popolazioni, di aspettativa e di qualità di vita delle comunità.

Tutelare la biodiversità del suolo è un investimento che non si può trascurare. Si tratta, infatti, di concedere alle generazioni future un fondo di salvaguardia che consenta loro di avere sufficienti risorse alimentari, sanitarie e di benessere derivanti in gran parte dal lavoro nascosto, ma insostituibile, che gli organismi del suolo svolgono all'interno del terreno.

Dalla semplice attività di scavo dei canali di aerazione e deflusso idrico nella struttura del suolo, alle numerose reazioni chimiche che consentono i diversi servizi economici, ecologici e sociali riconosciuti al suolo (depurazione delle acque, sequestro di contaminanti e degradazione di quelli più pericolosi, formazione e fertilità dei suoli, conservazione dei beni archeologici e paleontologici, substrato per le infrastrutture, fonte di biomassa per l'alimentazione e il sostentamento dell'uomo e degli altri organismi viventi,

---

<sup>2</sup> Richiesta del MATTM prot. DPN-2009-0023173 del 30.10.2009.

regolazione dei cicli bio-geo-chimici, quali, ad esempio, quelli del carbonio, dei nutrienti e dell'acqua). La biodiversità del suolo rappresenta, quindi, un ramo avanzato della conoscenza che non ha ancora ricevuto sufficiente attenzione e considerazione.

Nella prima parte di questo documento saranno descritte le funzioni, le fonti di degrado con i relativi costi associati e la biodiversità del suolo.

Nella seconda parte saranno riportati la normativa europea e nazionale per la difesa e la tutela del suolo e i programmi di monitoraggio al momento avviati a livello comunitario.

Infine, nella terza parte sarà illustrata la proposta di rete di monitoraggio e le fasi e le attività stabilite dal tavolo tecnico.

In conclusione, ISPRA ha inteso lanciare tale proposta di rete di monitoraggio della biodiversità e del degrado dei suoli italiani, consapevole dell'importanza di costruire un adeguato supporto di conoscenze alla salvaguardia del suolo e nella convinzione che la vera sfida per arrivare in maniera sostenibile al 2020 e poi al 2050, rispettando gli impegni internazionali, passerà forzatamente per questa tematica.



# PRIMA PARTE – PRINCIPI GENERALI

## INTRODUZIONE

*Non siamo noi che possediamo il suolo, è il suolo che possiede noi*

Tháthánka Íyotake, Toro Seduto  
Hunkpapa Sioux, uomo di medicina e capo Lakota, XIX secolo

In ambito scientifico non è comune trovare un termine come “suolo” che assuma significati tanto diversi a seconda del contesto in cui viene utilizzato. Pedologi, geologi, agronomi, ingegneri, architetti, urbanisti, economisti politici, biologi e anche letterati, ciascuno ha una propria definizione di suolo che va dalla “Terra Madre” al “suolo patrio”. Anche il legislatore non aiuta a fare chiarezza, anzi, fornendo una definizione omnicomprensiva di suolo<sup>3</sup>, e intendendo essenzialmente con la dizione “difesa del suolo” la protezione del territorio dalla pericolosità geologico-idraulica<sup>4</sup>, alimenta la dissonanza con quanto generalmente inteso, con gli omonimi termini, a livello continentale (ISPRA 2012).

In accordo con le più comuni definizioni, per “suolo” si intende il sottile mezzo poroso e biologicamente attivo che rappresenta “lo strato superiore della crosta terrestre, costituito da componenti minerali, organici, acqua, aria e organismi viventi. Esso rappresenta l’interfaccia tra terra, aria e acqua e ospita gran parte della biosfera”, è capace di sostenere la vita delle piante ed è caratterizzato da una biodiversità propria e da una particolare economia dell’acqua. Si suddivide in orizzonti, aventi caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche proprie (CE 2006b; SCSA 1986).

Il suolo è una matrice eterogenea di estrema complessità che si genera dall’interazione nel tempo di litosfera, idrosfera, atmosfera, biosfera, antroposfera e che può essere considerato, a pieno titolo, un corpo vivente

---

<sup>3</sup> Nella definizione data dal Testo Unico Ambientale (D. Lgs. 152/06 e s.m.i.) “suolo” è “il territorio, il suolo, il sottosuolo, gli abitati e le opere infrastrutturali”.

<sup>4</sup> Nella definizione data del Testo Unico Ambientale (D. Lgs. 152/06 e s.m.i.) “difesa del suolo” è il complesso delle azioni e attività riferibili alla tutela e salvaguardia del territorio, dei fiumi, dei canali e collettori, degli specchi lacuali, delle lagune, della fascia costiera, delle acque sotterranee, nonché del territorio a questi connessi, aventi le finalità di ridurre il rischio idraulico, stabilizzare i fenomeni di dissesto geologico, ottimizzare l’uso e la gestione del patrimonio idrico, valorizzare le caratteristiche ambientali e paesaggistiche collegate.

dal quale dipende l'esistenza della vita sul pianeta (Di Fabbio & Fumanti 2008).

Il suolo è, infatti, uno dei più importanti serbatoi di biodiversità, poiché mostra una varietà e abbondanza biologica molto più elevata di quella presente al di sopra di esso (Heywood 1995). La biodiversità edafica (= del suolo) è considerata l'ultima frontiera per la biodiversità presente sulla Terra (Swift 1999).

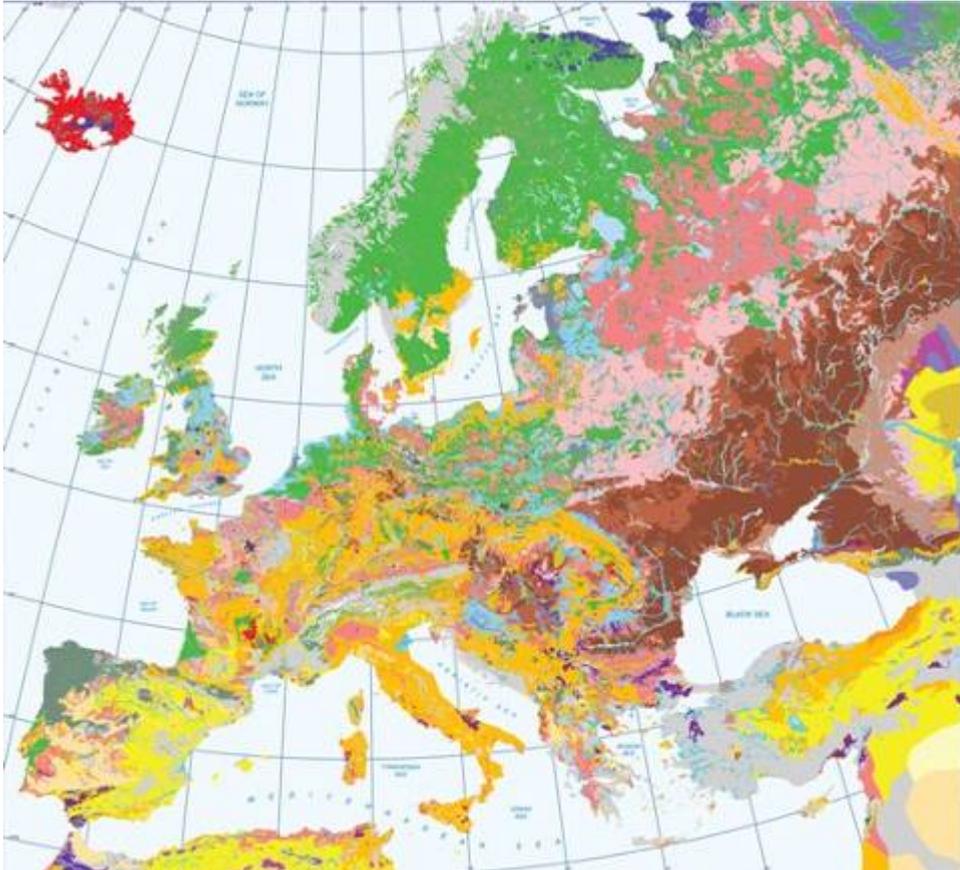


Figura 1. Carta dei suoli d'Europa<sup>5</sup>

Struttura, composizione e proprietà del suolo sono oggetto di una specifica disciplina, la Pedologia, che, nata con l'intento di studiare i suoli sia sul piano

---

<sup>5</sup> Derivata dal *Soil Geographical Database of Eurasia* alla scala 1:1,000,000 e disponibile sul sito web <<http://eussoils.jrc.ec.europa.eu/Awareness/SoilTypes.html>>

genetico sia nell'ottica della loro migliore utilizzazione agricola, è oggi una scienza essenziale che permette di seguire l'evoluzione antropica del pedopaesaggio, nonché di sviluppare sistemi sostenibili di gestione delle terre in funzione dei cambiamenti ambientali e dello sviluppo sociale.

Dei trenta gruppi pedologici di riferimento elencati nella *World Reference Base for Soil Resources*<sup>6</sup> della FAO (IUSS-ISRIC-FAO-ISSDS 1998), in Italia ne sono stati individuati ben 25, ognuno dei quali, al proprio interno, è caratterizzato da proprietà fisiche, chimiche e biologiche estremamente varie (Costantini *et al.* 2012).

*Figura 2. Carta delle regioni pedologiche italiane*<sup>7</sup>

Il nostro è il Paese europeo che mostra la maggiore varietà di tipi di suolo e



di loro coperture, conseguentemente anche la biodiversità edafica italiana

<sup>6</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web:

<<http://www.fao.org/docrep/W8594E/W8594E00.htm>>.

Vedere anche la mappa dei suoli europei, disponibile al 12.09.12 sul sito web:

<<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/the-major-soil-types-of-europe>>

<sup>7</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web: <[www.soilmaps.it](http://www.soilmaps.it)>

mostra valori assai superiori a quella degli altri Paesi europei e mediterranei, come si può ricavare dall'analisi dei dati pubblicati a livello nazionale ed europeo<sup>8</sup>. La maggior parte degli organismi del suolo è ancora sconosciuta; si stima, infatti, che siano stati studiati circa l'1% dei microrganismi del suolo e che le specie descritte di nematodi, acari e protozoi rappresentino meno del 5 % delle specie conosciute (Wall *et al.* 2001).

Per i funghi si stima l'esistenza di circa 1 500 000 specie, di cui ne sono state descritte solo 72 000, appena il 4,5 % (Franchi *et al.* 2006).

La mancanza di un quadro di conoscenze adeguato comporta la non attivazione di adeguate politiche di tutela che, per quanto riguarda la biodiversità, sono focalizzate prioritariamente verso organismi visibili macroscopicamente<sup>9</sup>.

La Convenzione sulla diversità biologica (CBD, *Convention on Biological Diversity*) ha riconosciuto la necessità di agire per conservare la biodiversità sia per motivi etici, sia per i servizi ecosistemici che essa fornisce e fornirà alle generazioni presenti e future (Gardi *et al.* 2009). Seppure il valore reale dei servizi forniti non sia stato ancora determinato, Pimentel *et al.* (1997) hanno stimato che i benefici economici globali della biodiversità del suolo siano pari a quasi 1 200 miliardi di Euro. Tuttavia, si ha ragione di credere che tale cifra sottostimi il reale valore dei servizi ecosistemici svolti dal suolo. Attualmente, a livello internazionale, tanto negli organismi tecnico-scientifici quanto in quelli politici, sta aumentando la consapevolezza di quanto la protezione del suolo sia importante; al contrario, l'opinione pubblica non è ancora adeguatamente sensibilizzata.

Pertanto, la Strategia tematica europea per la protezione del suolo (STS) ha richiesto agli Stati membri di sensibilizzare la popolazione circa l'importanza di proteggere il suolo, garantendole la possibilità di partecipare all'elaborazione, modifica e riesame dei programmi di misure concernenti le aree a rischio e le strategie nazionali di bonifica (CE 2006b).

---

<sup>8</sup> Dati disponibili al 12.09.12 sui siti web: <<http://www.faunaeur.org>>; <<http://www.emplantbase.org>>; <[www.eu-nomen.eu/portal](http://www.eu-nomen.eu/portal)>; <<http://data.gbif.org>>

<sup>9</sup> Sono attualmente protette in Italia 93 specie di mammiferi su 118, 467 specie di uccelli su 473, tutte le 58 specie di rettili e le 38 di anfibi, 39 di pesci ossei su 489, 7 di pesci cartilaginei su 73, 4 di agnati su 5, a fronte di solo pochissime specie di invertebrati (che rappresentano il 97% della fauna italiana): risultano essere protette 7 specie di spugne su 479, 7 specie di celenterati su 463, 20 specie di molluschi su 2.139, 1 specie di anellidi su 1.149, solo 38 specie di insetti su 37.315, nessuna specie di aracnide, e infine 1 specie di echinodermi su 118 specie (Consiglio delle Comunità europee 1992). A fronte di protezione di alcuni habitat prevista dalla Direttiva omonima "Habitat", nessuna specie di funghi o di microrganismi gode di tutela specifica da parte della normativa vigente.

Lo stesso documento riconosce la carenza di informazioni relative alla biodiversità del suolo. Malgrado la sua assoluta importanza nel mantenimento delle funzioni del suolo e quindi, in ultima analisi, di tutta la catena alimentare, gli studi relativi alla biodiversità edafica sono spesso trascurati dai politici e dai gestori del territorio. La raccolta e il monitoraggio di dati e informazioni su questa parte della biodiversità sono, invece, strumenti necessari sia per il raggiungimento di un adeguato livello di conoscenza dello stato ambientale, sia per l'identificazione di aree con alti livelli o a forte rischio di perdita di biodiversità (Gardi *et al.* 2009). Anche la protezione di specie vegetali e habitat non può prescindere da un'adeguata conoscenza delle caratteristiche potenziali e reali dei suoli (Consiglio delle Comunità europee 1992).

# FUNZIONI DEL SUOLO

*La società industriale usa i suoli sia a fini agricoli, sia a fini industriali o d'altra natura. Qualsiasi politica di pianificazione territoriale deve essere concepita in funzione delle proprietà dei suoli e dei bisogni della società di oggi e di domani*

Carta Europea del Suolo 1972

Il suolo è il punto nodale per gli equilibri ambientali che assicurano la continuità della vita sulla Terra e la salute del territorio (CE 2006b). Questo perché, a dispetto dell'apparenza statica, il suolo è un sistema dinamico che svolge numerose funzioni (ecologiche, economiche, sociali e culturali) e fornisce servizi essenziali per le attività umane e la sopravvivenza degli ecosistemi (CE 2006c).



Figura 3. Funzioni del suolo

Il suolo fornisce cibo, biomassa e materie prime, funge da substrato per le attività umane, è un elemento del paesaggio e del patrimonio culturale e svolge un ruolo fondamentale come habitat e pool genico (CE 2006b). I suoli sono, nella loro tipologia e varietà, fondamentali al sostentamento della produzione primaria (vegetali, funghi, microrganismi) e alla sopravvivenza degli habitat naturali, compresi, naturalmente, tutti quelli protetti dalla direttiva 92/43/CEE "Habitat".

Il suolo, inoltre, è il principale deposito di carbonio del pianeta, tanto che il protocollo di Kyoto ne sottolinea l'importanza e la necessità di tutelarlo; in particolare, accurate pratiche di gestione del suolo consentono il sequestro del carbonio nei terreni e in tal modo possono attenuare in maniera determinante i cambiamenti climatici (CE 2006c).

Tali funzioni sono troppo spesso date per scontate e i loro prodotti ritenuti sempre disponibili e abbondanti. Poiché generalmente il degrado del suolo è un processo lento, che raramente comporta effetti drammatici immediati, è particolarmente difficile sensibilizzare l'opinione pubblica sull'importanza di un uso sostenibile (CE 2012a).

I servizi ecosistemici forniti dal suolo sono dovuti principalmente agli organismi viventi che lo popolano.

Essi, infatti, svolgono un ruolo primario nei processi di formazione del suolo (pedogenesi), nella successione ecologica, nella decomposizione e trasformazione della sostanza organica, nei cicli di carbonio, azoto, fosforo, zolfo e acqua, nel rilascio di elementi disponibili per piante e altri organismi (micronutrienti), nel controllo del regime delle acque, nell'attenuazione della contaminazione chimica e biologica e nella conservazione del patrimonio genetico.

Alla biodiversità del suolo sono attribuiti, infine, altri servizi meno evidenti, quale l'impollinazione, poiché molti insetti impollinatori presentano una fase del loro ciclo di vita all'interno del suolo (CE 2012a; Lavelle *et al.* 2006).

# DEGRADO DEL SUOLO

*Il suolo è una risorsa limitata che si distrugge facilmente*

Carta Europea del Suolo 1972

Il suolo è un complesso corpo vivente che fornisce all'uomo gli elementi necessari al sostentamento, ma è anche una risorsa non rinnovabile nel breve periodo ed estremamente fragile, che può essere soggetta a intensi processi degradativi.



*Figura 4. Stoccaggio in discarica dei rifiuti*

Tali processi sono essenzialmente legati all'antropizzazione; anche i fenomeni naturali, quali frane ed erosione, sono spesso innescati e/o amplificati dall'intervento umano sul territorio. Le scorrette pratiche agricole e forestali, le attività industriali spesso concentrate in aree localizzate, lo sviluppo urbano incontrollato, le attività turistiche non sostenibili, i cambiamenti climatici e le variazioni di uso del suolo stesso possono dare luogo a fenomeni che ne limitano o inibiscono totalmente la funzionalità. La Strategia tematica per la protezione del suolo individua otto minacce in grado di compromettere irrimediabilmente le funzioni del suolo: compattazione, contaminazione locale e diffusa, erosione, perdita di sostanza organica, impermeabilizzazione,

salinizzazione, diminuzione della biodiversità e, infine, la desertificazione intesa come ultima fase del degrado. Sebbene le problematiche legate a tali minacce possano essere manifeste anche in tempi molto brevi (es. incidenti industriali, eventi meteorologici estremi) generalmente, a causa della resilienza del suolo, i problemi sono evidenziati solo quando sono in uno stato avanzato o ad un grado tale da renderne estremamente oneroso e economicamente poco proponibile il ripristino. A questi livelli anche la capacità di adattamento e la fondamentale azione di mitigazione degli agenti inquinanti svolta dagli organismi edafici è notevolmente ridotta o, nei casi estremi, annullata.



*Figura 5. Compattazione del suolo* <sup>10</sup>

Anche per questo la Convenzione sulla diversità biologica ha incluso la biodiversità del suolo tra i settori che richiedono un'attenzione particolare (United Nations 1992).

Il degrado del suolo incide notevolmente anche su numerosi aspetti di interesse generale, come le acque, la salute, il clima, la tutela della natura e la sicurezza alimentare (CE 2006c) e rappresenta sicuramente uno dei maggiori problemi ambientali, sociali ed economici di ampi settori del pianeta. Negli ultimi decenni si è registrato un aggravamento significativo e progressivo delle condizioni di salute dei suoli e, in assenza di inversione di tendenza, gli effetti negativi sul pianeta non potranno che aumentare (CE 2006c).

La situazione di degrado del suolo si registra in molte parti del mondo: tale condizione è legata allo sviluppo mondiale poiché degrado del suolo, povertà e

---

<sup>10</sup> Jeffrey S. *et al.* 2010.

migrazioni entrano in sinergia e vengono spesso ignorati in quanto gli impatti sono visibili solo gradualmente (CE 2012a).

Gli effetti della desertificazione, del degrado del suolo e della siccità colpiscono più di 1,5 miliardi di persone in oltre 110 paesi, il 90 % dei quali vive in aree a basso reddito. Secondo l'UNEP (*United Nations Environment Programme*<sup>11</sup>), ogni anno vengono degradati fino a 50 000 km<sup>2</sup> di superficie, perlopiù a causa dell'erosione dei suoli. Inoltre, ogni anno il pianeta perde 24 000 miliardi di chilogrammi di terra arabile; in particolare, negli ultimi due decenni è andata persa un'area pari all'intera superficie coltivata degli Stati Uniti.

I costi legati alla desertificazione superano i 30,5 miliardi di Euro a causa della perdita di produttività che si verifica ogni anno (CE 2012a).

Il degrado del suolo causato dalle attività umane esaspera anche i cambiamenti climatici: è stato stimato che a tale degrado è imputabile il 20 % del carbonio rilasciato nell'atmosfera tra il 1850 e il 1998 (CE 2012a). Una delle cause accertate di perdita della biodiversità è l'impoverimento delle popolazioni umane, in quanto le limitate possibilità economiche dovute all'attuale crisi finanziaria inducono le persone ad abbassare il livello di attenzione nei confronti del suolo e della sua biodiversità.



Figura 6. Suoli affetti da salinizzazione<sup>12</sup>



Figura 7. Suoli affetti da salinizzazione in Italia<sup>13</sup>

---

<sup>11</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web: <<http://www.unep.org>>

<sup>12</sup> Piana costiera di Scanzano Jonico (PZ). Foto F. Fumanti.

<sup>13</sup> Dazzi C. *et al.* 2008. *In*: Di Fabbio e Fumanti 2008.

# SITUAZIONE IN EUROPA

*I suoli devono essere protetti dall'erosione e dagli inquinamenti*

Carta Europea del Suolo 1972

Secondo quanto dichiarato dalla Commissione Europea i processi di degrado del suolo riguardano tutto il continente, pur variando sensibilmente da uno Stato all'altro (CE 2006b) e la relazione sullo stato dell'ambiente europeo nel 2010 elaborata dall'Agenzia europea dell'ambiente (EEA, *European Environment Agency* <sup>14</sup>), mostra come il degrado del suolo sia in aumento, nonostante gli impegni presi per impedirlo<sup>15</sup> (CE 2012a).

L'obiettivo della Strategia tematica europea per la protezione del suolo è, pertanto, quello di consentirne un uso sostenibile, attraverso la prevenzione di un ulteriore degrado, la tutela delle funzioni e il ripristino dei suoli degradati (CE 2012a) contrastando le "minacce" che generano il decadimento della qualità dei suoli.

L'**impermeabilizzazione** del suolo, ossia la copertura con materiali impermeabili (quali asfalto o cemento) e la correlata occupazione permanente dei terreni, causa la perdita di importanti funzioni, quali la capacità filtrante, la ritenzione delle acque e la produzione di alimenti (CE 2012a).

L'elaborazione dei dati raccolti nel database *CORINE Land Cover* (CLC<sup>16</sup>) ha evidenziato come tra il 1990 e il 2000 almeno il 2,8 % del territorio europeo abbia subito una variazione in termini di destinazione d'uso, passando da aree produttive e/o naturali ad aree fortemente urbanizzate. La Commissione europea ha calcolato che, fra il 1990 e il 2000, la quota rilevata d'incremento di suolo occupato nell'UE è stata di circa 1 000 km<sup>2</sup> l'anno, con un aumento delle aree di insediamento pari a quasi il 6 %. Dal 2000 al 2006, l'incremento della quota di terreno occupato è scesa a 920 km<sup>2</sup> l'anno, mentre le aree di insediamento sono aumentate di un ulteriore 3 %: ciò equivale a un aumento di quasi il 9 % fra il 1990 e il 2006 (da 176 200

---

<sup>14</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web: <<http://www.eea.europa.eu/it>>

<sup>15</sup> Anche l'obiettivo dell'UCN di fermare la perdita di biodiversità entro il 2010 è fallito, fondamentalmente a causa della mancanza di integrazione delle problematiche sulla conservazione della Natura nei settori produttivi, economici e sociali. Disponibile al 12.09.12 sul sito web: <<http://www.countdown2010.net/article/post-2010-blog>>

<sup>16</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web:  
<<http://www.sinanet.isprambiente.it/it/coperturasuolo>>

a 191 200 km<sup>2</sup>). Ipotizzando per tale crescita una tendenza lineare costante, in un periodo storicamente molto breve di appena 100 anni verrebbe convertita un'area paragonabile al territorio dell'Ungheria [CE 2012b].

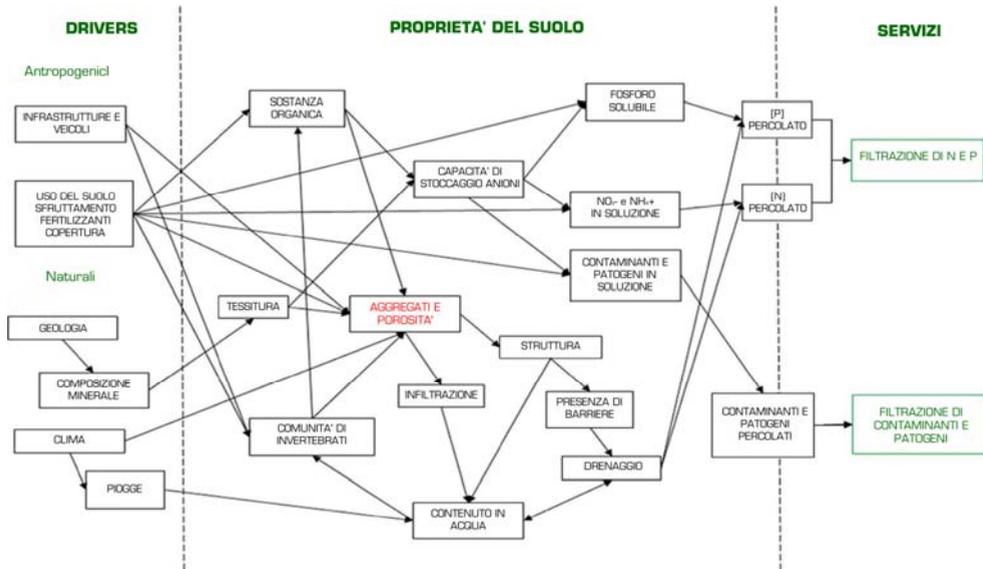


Figura 8. Capacità filtrante del suolo<sup>17</sup>

L'**erosione** del suolo per azione dell'acqua è un grave problema non solo dal punto di vista delle funzioni edafiche, ma anche per le ripercussioni sulla qualità delle acque, poiché trasferisce nutrienti e contaminanti ai corpi idrici. Pertanto, contrastare l'erosione è fondamentale anche per raggiungere gli obiettivi comunitari in materia di acque. Si stima che 1 150 000 km<sup>2</sup>, pari al 12 % della superficie totale delle terre emerse europee, siano soggetti a erosione idrica. In molte aree italiane, l'erosione idrica è superiore a 1 000 000 kg km<sup>-2</sup> anno<sup>-1</sup>. L'azione del vento può modellare fortemente il passaggio, determinando fenomeni di erosione eolica, che interessano 420 000 km<sup>2</sup> in Europa ogni anno, soprattutto nelle aree insulari (CE 2012a).

La **salinizzazione** è legata per lo più al graduale processo di accumulo nel suolo di sali principalmente di sodio, magnesio e calcio, che incide negativamente sulla produttività del suolo. In alcune parti d'Europa esistono suoli naturalmente salini (salinizzazione primaria), tuttavia il processo di salinizzazione viene aggravato e accelerato da metodologie d'irrigazione

<sup>17</sup> Taylor M. *et al.* 2012.

inappropriate, scarsità delle acque dolci, cambiamenti di livello della falda acquifera e utilizzo a scopo irriguo di acque sotterranee di qualità non ottimale (CE 2012a).

La **perdita di sostanza organica** è legata principalmente all'erosione e alla diminuzione di biodiversità del suolo; d'altra parte, la sostanza organica contenuta nel suolo svolge un ruolo fondamentale nel ciclo del carbonio, fungendo contemporaneamente da fonte di gas serra e importante deposito di carbonio. A livello europeo, la Commissione europea ritiene che tale perdita sia legata soprattutto alla perdita di torbiere, deposito di ingenti quantità di carbonio organico. Si calcola che circa il 45% dei suoli europei presenti un contenuto scarso o molto scarso di sostanza organica (cioè fra lo 0 e il 2 % di carbonio organico) e il 45% un contenuto medio (cioè fra il 2 e il 6 %) <sup>18</sup> (CE 2006d). Per evitare la perdita di sostanza organica negli ambienti italiani, invece, occorre tutelare soprattutto i pascoli permanenti e i suoli forestali, in quanto essi rappresentano la percentuale maggiore di accumulo di sostanza organica (nei suoli forestali può permanere per centinaia di anni).

In Europa, l'agricoltura nelle aree marginali è soggetta a due tendenze che minacciano la biodiversità: l'intensificazione e l'abbandono. La diffusione dell'urbanizzazione, lo sviluppo delle infrastrutture, la deforestazione illegale e gli incendi indotti dall'uomo sono altri problemi che influenzano suoli e biodiversità in Europa (UNEP 2007).

La **contaminazione** locale e diffusa provoca l'immissione al suolo di sostanze che possono indurre effetti nocivi e/o tossici e generare squilibri anche irreversibili nell'ecosistema. Generalmente, la contaminazione locale (o puntuale) produce effetti acuti che possono superare la capacità tampone del suolo, mentre la contaminazione diffusa genera effetti cronici più difficili da rilevare e che possono indurre squilibri nell'ecosistema a lungo termine. In Europa sono stati stimati circa tre milioni e mezzo di siti potenzialmente contaminati (contaminazione locale), di cui 500 000 caratterizzati da fenomeni tali da richiedere interventi di bonifica (CE 2006d). In Italia, nel 2006, sono stati stimati 100 000 siti potenzialmente contaminati e circa 36 000 accertati <sup>19</sup>.

---

<sup>18</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web:

<<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/variations-in-topsoil-organic-carbon>>

<sup>19</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web:

<<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/soil-contamination-1>>

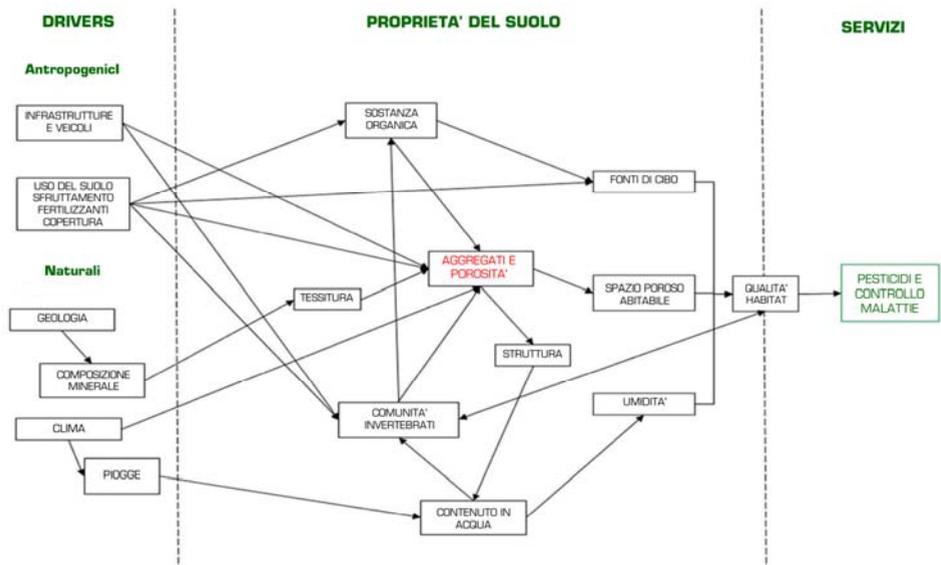


Figura 9. Contaminazione del suolo<sup>20</sup>

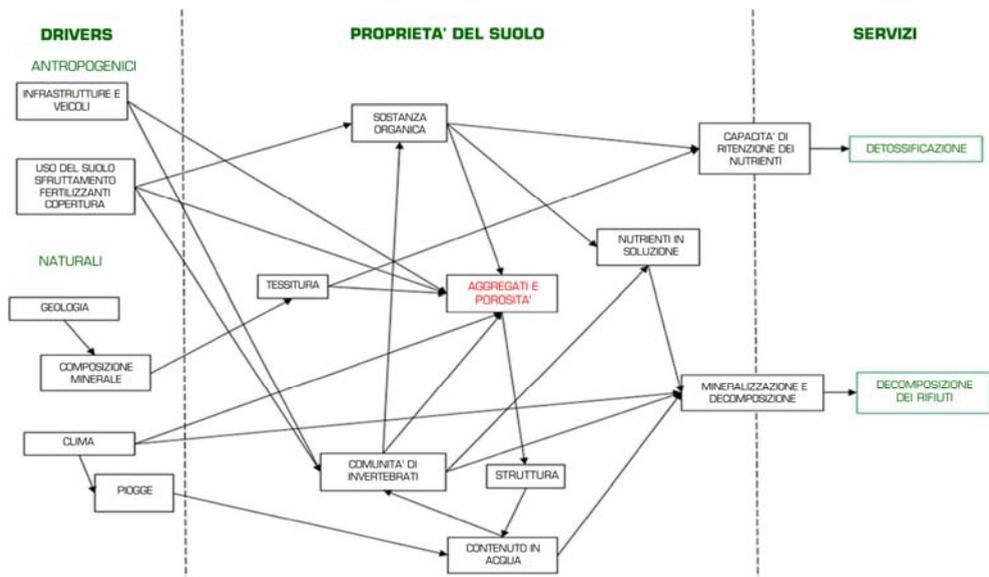


Figura 10. Capacità detossificante del suolo<sup>21</sup>

<sup>20</sup> Taylor M. et al. 2012.

<sup>21</sup> Taylor M. et al. 2012.

L'acidificazione è determinata dal fenomeno persistente di deposizione al suolo di inquinanti atmosferici acidificanti; il fenomeno modifica il pH del suolo influenzando fortemente l'ecosistema, mobilizzando i metalli pesanti e riducendo i raccolti (CE 2012a).

La **compattazione** (a opera del calpestio, del passaggio dei mezzi agricoli, ecc.) dipende dalle caratteristiche fisiche (susceptibilità) del suolo e in particolare dalla sua granulometria: pertanto, i suoli sabbiosi sono meno sensibili, mentre quelli argillosi lo sono molto. A oggi non esistono metodologie comuni e condivise per valutare la susceptibilità alla compattazione e pertanto le stime sulle superfici a rischio di tale minaccia sono variabili: secondo alcuni autori, circa il 36% dei sottosuoli europei è sensibile o molto sensibile a questo fenomeno; altre fonti classificano il 32% dei suoli come altamente vulnerabili e il 18% come moderatamente colpiti dalla compattazione<sup>22</sup> (CE 2006d).

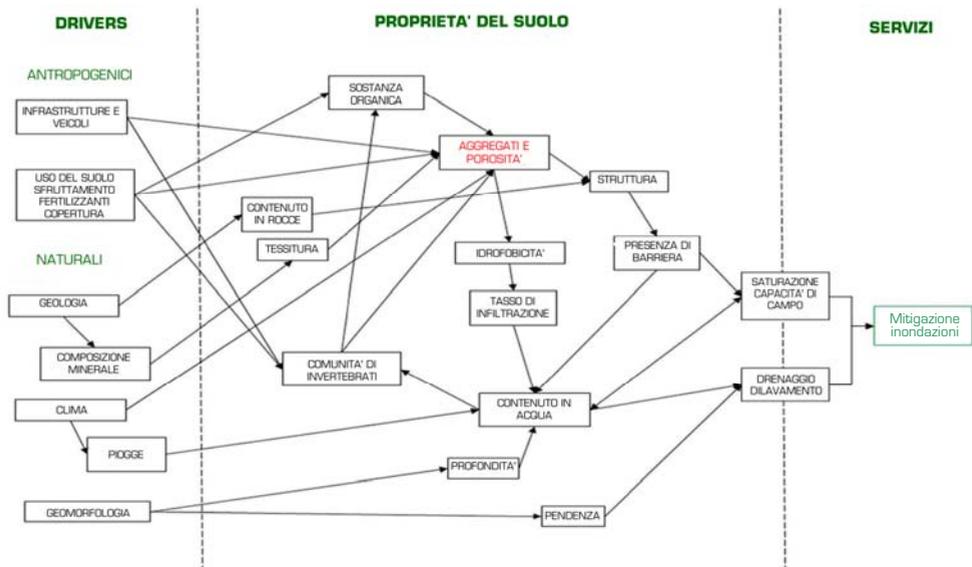


Figura 11. Mitigazione dell'inondazione<sup>23</sup>

Per **biodiversità del suolo** non s'intende soltanto la diversità di geni, specie, ecosistemi e funzioni di alghe, batteri, funghi, piante e animali, ma anche la relativa capacità metabolica (cioè la cosiddetta diversità funzionale, dalla quale dipendono poi importanti servizi ecosistemici). Su di essa incidono tutti i

<sup>22</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web:

<<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/the-natural-susceptibility-fo-soils>>

<sup>23</sup> Taylor M. *et al.* 2012.

processi di degrado (CE 2006d). Le aree maggiormente a rischio sono quelle contaminate, a elevate densità abitative o su cui grava un'agricoltura intensiva.

Le **alluvioni**, le **frane** e gli smottamenti sono fenomeni che avvengono con maggiore frequenza in zone che presentano suoli altamente erodibili, sottosuoli argillosi, forti pendenze, precipitazioni intense e abbondanti e abbandono delle terre, come le regioni alpine e del Mediterraneo. Tale problema è presumibilmente causato dall'aumento numerico e dalla crescente urbanizzazione della popolazione, dal turismo non sostenibile, dai cambiamenti climatici e da un utilizzo intensivo dei terreni (CE 2006d). In Italia, oltre il 50 % del territorio è classificato a rischio idrogeologico alto o molto alto, coinvolgendo circa il 60 % della popolazione<sup>24</sup>. Inoltre, seppure siano in atto attività di protezione delle superfici forestali, anche dal punto di vista della difesa idrogeologica, esse non vengono quasi mai gestite in funzione delle caratteristiche pedologiche; molte attività legate al taglio, quali l'uso di mezzi pesanti, il calpestio, la rarefazione dello strato arbustivo, la turnazione breve, conducono inevitabilmente a un degrado dei suoli.

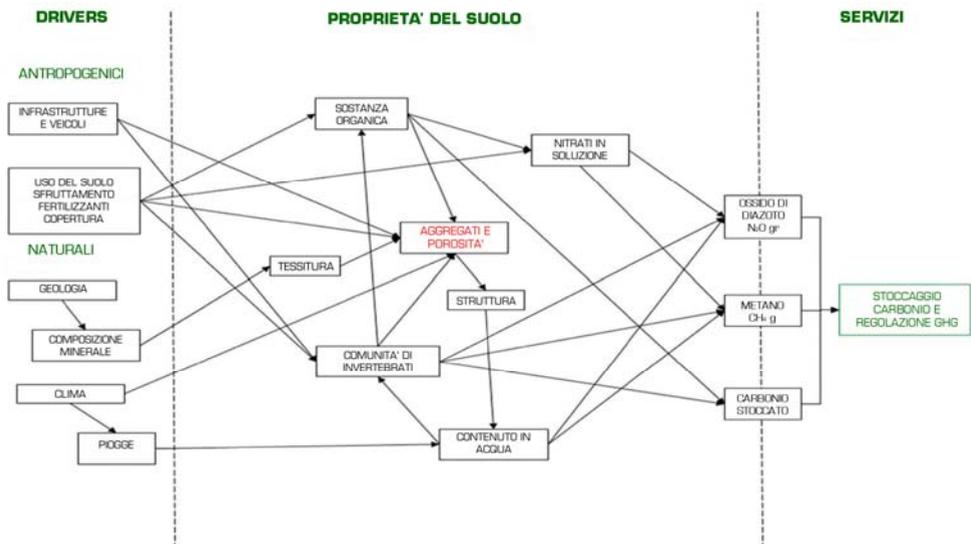


Figura 12. Stoccaggio del carbonio e regolazione dei gas serra<sup>25</sup>

<sup>24</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web:

<<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/landslides-in-italy>>

<sup>25</sup> Taylor M. *et al.* 2012

La **desertificazione** è una forma estrema di degrado che causa gravi danni a tutte le funzioni del suolo. La Convenzione delle Nazioni Unite per la lotta alla desertificazione (UNCCD, *United Nations Convention to Combat Desertification*<sup>26</sup>) definisce la desertificazione come il “degrado delle terre nelle aree aride, semi-aride e sub-umide secche, attribuibile a varie cause, fra le quali variazioni climatiche e attività umane”. Tale fenomeno interessa, con diversa intensità ed estensione, tutti i Paesi che si affacciano sul bacino del Mediterraneo, manifestandosi in una progressiva, più o meno rapida, ma inesorabile perdita della biodiversità del suolo (MATTM 2010). Recenti studi (Perini *et al.* 2008) hanno individuato un degrado ecologico estremo dei suoli italiani con rilevante sensibilità alla desertificazione per circa il 30% del territorio.

---

<sup>26</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web: <<http://www.unccd.int>>

## COSTI DEL DEGRADO

*Est opus occultum veri sophi aperire terram  
ut germinet salutem pro populo<sup>27</sup>*

Porta Alchemica, XVII secolo

Il degrado del suolo comporta significativi costi per la società, alcuni dei quali sono già stati calcolati in occasione della valutazione d'impatto sulla proposta di direttiva quadro per la protezione del suolo, svolta dalla Commissione Europea nel 2006:

erosione: 0,7 – 14,0 mld € anno<sup>-1</sup>, calcolati in 13 Paesi europei<sup>28</sup>

diminuzione di sostanza organica: 3,4 – 5,6 mld € anno<sup>-1</sup>

salinizzazione: 158 – 321 mld € anno<sup>-1</sup>, calcolati in tre Paesi europei<sup>15</sup>

smottamenti: fino a 1,2 mld € evento<sup>-1</sup>

contaminazione: 2,4 – 17,3 mld € anno<sup>-1</sup> <sup>29</sup>.

Per il momento, non esiste una valutazione dei costi legati a compattazione, impermeabilizzazione del suolo e perdita di biodiversità. I costi complessivi del degrado del suolo dovrebbero raggiungere 38 mld € anno<sup>-1</sup> per l'UE-25 (CE 2006d).

---

<sup>27</sup> "È opera occulta del vero saggio aprire la terra, affinché germogli la salute per il popolo" - Epigrafe sulla Porta Alchemica, detta anche Magica, Ermetica o dei Cieli, monumento edificato tra il 1655 e il 1680 da Massimiliano Palombara, marchese di Pietraforte (1614-1680), sul colle Esquilino in Roma.

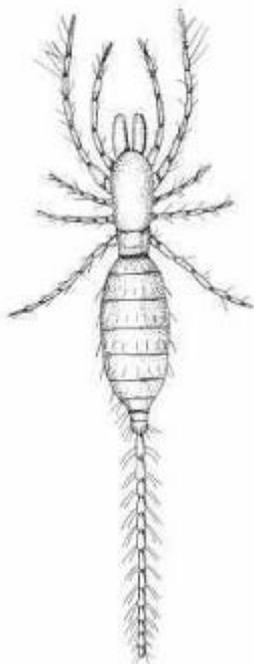
<sup>28</sup> Per gli altri Stati, non sono disponibili dati.

<sup>29</sup> Secondo uno studio indipendente, i costi connessi alla contaminazione del suolo potrebbero ammontare a 208 Mld € anno<sup>-1</sup>; questa stima presenta, tuttavia, un alto grado di incertezza e per questo è stato preso come riferimento il valore intermedio di 17,3 Mld € (CE 2006d).

## BIODIVERSITÀ DEL SUOLO

*Riaffermiamo il valore intrinseco della diversità biologica [...] e il suo ruolo fondamentale nel mantenimento degli ecosistemi che forniscono servizi essenziali, che sono le basi critiche per lo sviluppo sostenibile e il benessere umano*

RIO+20, Il futuro che vogliamo 2012



La Convenzione sulla diversità biologica (CBD, *Convention on Biological Diversity*) definisce la diversità biologica, o biodiversità, come la “variabilità degli organismi viventi di ogni origine, compresi *inter alia* gli ecosistemi terrestri, marini e altri ecosistemi acquatici, e i complessi ecologici di cui fanno parte; ciò include la diversità nell’ambito delle specie, e tra le specie degli ecosistemi”.

La diversità biologica può essere, pertanto, intesa come l’insieme degli organismi viventi, del loro materiale genetico, delle loro funzioni e degli ecosistemi di cui fanno parte. La biodiversità ingloba la diversità di ecosistemi, specie e geni. Essa varia in funzione del tempo (evoluzione) e dello spazio (distribuzione geografica), ma può essere utilizzata come indicatore dei cambiamenti ambientali (OECD 2004).

Figura 13. Palpigradi<sup>30</sup>

Le matrici ambientali aria e acqua hanno ricevuto molta attenzione da parte di ecologi e ricercatori ambientali, poiché in questi ambienti relativamente omogenei è stato possibile verificare la diretta correlazione tra alti livelli di biodiversità e buona qualità ambientale. La stessa attenzione non è stata prestata al suolo: la difficoltà di studiare le complesse dinamiche delle popolazioni e comunità ecologiche, l’estrema variabilità del mosaico ambientale edafico e il fatto che gli organismi del suolo non possono essere

---

<sup>30</sup> Jeffrey S. *et al.* 2010

seguiti al suo interno (Coleman 1985), hanno portato al non utilizzo degli indicatori biologici del suolo nelle valutazioni ambientali.

Il suolo, tuttavia, risente di tutte le attività umane che vi insistono, sia direttamente (ad es. sversamenti), sia indirettamente (ad es. emissioni in atmosfera e conseguente ricaduta al suolo). Gli effetti di tali attività vengono registrati dalla biodiversità che lo popola, tuttavia sono difficilmente comprensibili se non si considera la connettività (interazioni tra le diverse specie) che caratterizza la rete trofica del suolo.

Il suolo è, infatti, un'entità estremamente vitale, che forma un ecosistema unico con le piante a cui fa da supporto e con i micro, meso e macrorganismi che lo abitano. La funzione fondamentale degli organismi del suolo si esplica sia nei processi pedogenetici, sia nella regolazione dei cicli degli elementi nutritivi e quindi nella stessa nutrizione delle piante.

Gli organismi del suolo hanno un ruolo molto utile nell'aerazione del suolo stesso e nella diffusione di molecole organiche e complessi organo-minerali al suo interno; tali organismi, creando una rete attiva di canali, facilitano la crescita vegetale e forniscono al contempo carbonio e nutrienti disponibili (bioturbazione).

Gli elementi chimici presenti in tracce sulla superficie terrestre risultano essenziali per la crescita e la riproduzione dei microrganismi; infatti, i metalli pesanti sembrano influenzare la composizione della comunità fungina presente nella lettiera e nel suolo (Cenci *et al.* 2010). Questo perché il micelio dei funghi è in grado di assorbire e accumulare anche cationi pesanti, presentando valori di bioaccumulo differenziati a seconda delle famiglie e delle specie fungine (Siniscalco & Tornambè 2002). I risultati di recenti studi sui funghi stanno conducendo alla creazione di un organismo di riferimento che funzioni da termine di confronto; la definizione per ogni specie micotica del valore di riferimento, aiuterà gli studi sulla bioindicazione e sulla funzionalità fisiologica nei funghi, ma anche sulle valutazioni tassonomiche e sulla stima degli elementi assunti dall'uomo e dagli altri esseri viventi (Cocchi 2009).

La biodiversità del suolo trasforma gradualmente, ma costantemente, la sostanza organica caduta (necromassa) e produce vari tipi di deiezioni che a loro volta sono alla base del sostentamento degli organismi coprofagi e necrofagi, legati a detritivori, decompositori, predatori e consumatori primari nell'intricata rete trofica detta "di detrito" per contrapporla a quella molto più semplice "di pascolo" che si svolge in superficie.

Le interazioni tra gli organismi viventi sopra e nel suolo stanno diventando sempre più l'oggetto di studi e ricerche "olistiche" (Coleman & Whitman 2005; Huhta 2007).

## RETI TROFICHE

Nel sistema biologicamente attivo del suolo si completano i cicli biogeochimici di acqua e nutrienti (C, N, S, P). Ciò avviene tramite le complesse comunità ecologiche che costituiscono una notevole riserva di diversità biologica.

Le reti trofiche del suolo sono in genere riconducibili a tre livelli di scala, detti rispettivamente microreti, mesoreti e macroreti (Pokarzhevskii 1996; Lavelle 1997).

Le microreti sono costituite dai microrganismi (archei, batteri, alghe, lieviti e funghi) e dalla microfauna, quest'ultima rappresentata da organismi eucarioti di dimensione inferiore ai 0,2 mm, quali protozoi, rotiferi, nematodi, tardigradi, presenti nella pellicola d'acqua delle cavità del suolo, nella rizosfera e nella lettiera.

Le mesoreti, invece, sono costituite dalla mesofauna, ossia dagli animali compresi tra 0,2 e 2 mm, e dalle forme larvali della macrofauna; principalmente si tratta di enchitreidi, pseudoscorpioni, acari, miriapodi, collemboli, proturi, larve di insetti, tutti legati ai pori del suolo.

Infine, le macroreti sono costituite dagli organismi di dimensioni maggiori di 2 mm, che includono lombricidi, isopodi oniscidei, miriapodi, termiti, coleotteri, imenotteri formicidi, molluschi gasteropodi, nonché vertebrati quali le talpe.

Le microreti svolgono un ruolo fondamentale a livello locale, non formano complessi organo-minerali, partecipano alla formazione di interazioni simbiotiche ed esercitano funzioni indispensabili, sebbene in un'area d'azione assai ristretta, dell'ordine di qualche centimetro cubo. Il loro tempo di sviluppo di una sequenza successionale (tempo ecologico) è dell'ordine di giorni o mesi, mentre il tempo di *turnover*, o ricambio biologico (vale a dire il tempo necessario ai flussi di nutrienti per ricolmare le proprie riserve) varia da un giorno a una settimana.

Le mesoreti hanno una funzione di regolazione e disseminazione delle microreti, di apertura e rivestimento dei micropori di aerazione del suolo, di triturazione e digestione della sostanza organica in decomposizione (aumentando esponenzialmente la superficie attaccabile dalle microreti) e di formazione di complessi organici e organo-minerali che sequestrano alcune sostanze e ne mobilizzano altre. L'ordine di grandezza spaziale della loro area d'azione varia da qualche centimetro a pochi metri; inoltre, il loro tempo

ecologico va da una settimana a qualche mese e il tempo di ricambio biologico da giorni a mesi.

Infine, gli organismi che compongono le macroreti possono modificare in modo notevole anche ampi tratti di suolo, scavando cavità e macropori che permettono la circolazione dell'acqua, consumando e spostando in misura rilevante la sostanza organica in decomposizione e controllando in numero e qualità le sottostanti reti. L'area d'azione di tali organismi va da qualche m<sup>2</sup> fino a 1 km<sup>2</sup> e l'habitat è costituito da lettiera, rizosfera e drilosfera (ossia l'area di azione dei lombrichi). Il tempo ecologico varia da qualche settimana a mesi, quello di turnover biologico va da mesi ad anni.

Le indagini sulla biodiversità stanno avendo un ruolo sempre maggiore nel monitoraggio del suolo e in particolare della qualità ambientale. I metodi e i materiali utilizzati mostrano un'evoluzione, ma le tecniche più consolidate vengono ancora affiancate a quelle più moderne, nel tentativo di raggiungere una comprensione quanto più olistica possibile degli ecosistemi (Huhta 2007).



## SECONDA PARTE – SITUAZIONE ATTUALE

*I governi e le autorità amministrative devono pianificare e gestire razionalmente le risorse rappresentate dal suolo*

Carta Europea del Suolo 1972

Il suolo è stato sottoposto a un sempre maggiore numero di pressioni e, soprattutto nel corso degli ultimi decenni, a un aumento dell'intensità dello sfruttamento; per questo motivo, durante il *Summit* Mondiale dei Capi di Stato di Rio de Janeiro tenutosi nel 1992 è stata riconosciuta a livello internazionale l'importanza della protezione del suolo; durante tale vertice, 193 Paesi hanno ratificato la Convenzione sulla diversità biologica al fine di tutelare la diversità biologica, l'utilizzo durevole dei suoi elementi e la ripartizione giusta dei vantaggi derivanti dallo sfruttamento delle risorse genetiche.

La Convenzione sulla diversità biologica ha annoverato la biodiversità del suolo tra i settori che richiedono un'attenzione particolare. A seguito di tale convenzione vari Paesi tra cui Stati Uniti, Giappone, Canada, Germania, Australia, Brasile e diversi Paesi in via di sviluppo, hanno varato politiche per la protezione del suolo che comprendono atti legislativi, linee guida, sistemi di monitoraggio, individuazione di aree a rischio, inventari, programmi di bonifica e strumenti di finanziamento per i siti contaminati per i quali non è possibile determinare i responsabili.

Inoltre, l'Unione internazionale per la conservazione della natura (IUCN, *International Union for the Conservation of Nature*<sup>31</sup>) ha stilato una guida per la redazione di una normativa apposita per la sostenibilità dei suoli (Hannam & Boer 2004).

---

<sup>31</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web: <<http://www.iucn.org>>

## NORMATIVA EUROPEA

Varie politiche comunitarie aiutano a difendere il suolo, in particolare quelle ambientali (ad esempio in materia di acque e di aria) e quelle agricole (con le misure agro-ambientali e la condizionalità); tuttavia, le politiche in vigore non riescono a proteggere tutti i suoli né a individuare tutti gli elementi che possono rappresentare una minaccia per questa matrice. Per questo, il degrado continua (CE 2006b; CE 2012a).

Nel 2004 la Commissione europea ha pubblicato, in cinque volumi, i risultati di specifici gruppi di lavoro (*Technical Working Groups*<sup>32</sup>) per l'elaborazione della Strategia tematica e di una proposta di Direttiva per la protezione del suolo. In quest'ambito, è stata proposta l'applicazione di un approccio ecosistemico al suolo, che permetta di valutare i diversi obiettivi della società umana a tutti i livelli, considerando le componenti biotiche e abiotiche degli ecosistemi e le loro interazioni.

A seguito di tali consultazioni, nel 2006 la Commissione europea ha pubblicato la Strategia tematica per la protezione del suolo, COM (2006) 231, finalizzata a garantirne un utilizzo sostenibile.

Successivamente, la Commissione europea ha presentato la proposta di Direttiva COM (2006) 232, che istituiva un quadro di riferimento per la protezione del suolo e modificava la Direttiva 2004/35/CE sulla responsabilità ambientale in materia di prevenzione e riparazione del danno ambientale. Finora, tale proposta di Direttiva non è ancora stata approvata.

Inoltre, è stata redatta una specifica valutazione d'impatto, denominata SEC (2006) 1165, con l'obiettivo di valutare gli impatti economici, ambientali e sociali del degrado del suolo e delle misure previste per prevenire tale degrado.

Infine, nel 2012 la Commissione europea ha presentato una relazione sull'Attuazione della strategia tematica per la protezione del suolo e le attività in corso, denominata COM (2012) 46, in cui è stato aggiornato lo stato dell'arte e sono state dettate le priorità d'intervento.

---

<sup>32</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web: <<http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/vol1.pdf>>

## NORMATIVA NAZIONALE

Sebbene il suolo rappresenti, insieme ad aria e acqua, una delle componenti fondamentali dell'ambiente, la legislazione del nostro Paese appare in notevole ritardo rispetto alla tutela di tale matrice, a differenza di quanto avviene per le acque e per l'aria (D. Lgs. 152/06<sup>33</sup>), dove siamo in linea con gli altri Paesi europei.

Nella legislazione italiana, infatti, si parla per lo più di difesa del suolo (dissesto idrogeologico) e di tutela generica di territorio, paesaggio e infrastrutture; in realtà il suolo non viene mai considerato in senso pedologico quale elemento naturale che assicura funzioni chiave a livello ambientale, produttivo, sociale ed economico, ma soprattutto non viene mai considerato quale espressione della vita in esso presente e generatore esso stesso di vita. Infatti, senza la fertilità (soprattutto biologica) del suolo non è possibile garantire la produzione primaria e quindi il sostentamento degli organismi viventi.

Inoltre, attualmente nella normativa nazionale mancano azioni di tutela delle specie, delle comunità e delle funzionalità della biodiversità del suolo. Nonostante queste ultime abbiano un valore incalcolabile, poiché svolgono servizi ecosistemici considerati indispensabili per la vita sulla Terra, vengono ancora raccolte in maniera occasionale e disorganizzata molte informazioni di base (tassonomia, status, dinamica, minacce, distribuzione) anche per le specie più note.

Al contrario, affinché il suolo possa continuare a svolgere le proprie diverse funzioni, è urgente che se ne preservino le condizioni e, dove necessario, si comincino a impostare azioni di recupero del degrado passato e presente.

Il D. Lgs. 3.04.06, n. 152 "Norme in materia ambientale" si occupa di suolo principalmente nella parte terza, sezione I "Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione" e nella parte quarta, titolo V "Bonifica di siti contaminati"<sup>34</sup>. Tale decreto è stato modificato e integrato dai D. Lgs.

---

<sup>33</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web:

<<http://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:decreto.legislativo:2006-04-03;152!vig=>>

<sup>34</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web:

<[www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:decreto.legislativo:2006-04-03;152!vig=>](http://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:decreto.legislativo:2006-04-03;152!vig=>)

16.01.08, n. 4<sup>35</sup>, D. Lgs. 29.06.10, n. 128<sup>36</sup> e Decreto Legge 25.01.12, n. 2<sup>37</sup>.

Nel 2010, anno internazionale della biodiversità, l'Italia si è, infine, dotata della Strategia nazionale per la biodiversità (SNBD): tale strategia si colloca nell'ambito degli impegni assunti dall'Italia con la ratifica della Convenzione sulla diversità biologica avvenuta con legge del 14.02.94, n. 124<sup>38</sup>.

La Strategia nazionale per la biodiversità annovera fra le principali minacce il processo di perdita del suolo e il cambio della sua destinazione d'uso, con conseguente perdita, modificazione e frammentazione degli habitat (Strategia nazionale biodiversità 2010).

Nella gestione del territorio la tutela dell'Ambiente è di competenza dello Stato, mentre la gestione del Territorio è di competenza delle Regioni. Questo implica che il programma della rete di monitoraggio dovrà passare per l'approvazione della Conferenza Stato-Regioni.

---

<sup>35</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web:

<[<sup>36</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web:](http://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:decreto.legislativo:2008-01-16;4!vig=></a></p></div><div data-bbox=)

<[<sup>37</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web:](http://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:decreto.legislativo:2010-06-29;128!vig=></a></p></div><div data-bbox=)

<[<sup>38</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web:](http://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:decreto.legge:2012-01-25;2></a></p></div><div data-bbox=)

<[28](http://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:legge:1994-02-14;124!vig=></a></p></div><div data-bbox=)

# INFORMAZIONE PUBBLICA

*La conservazione dei suoli deve essere oggetto di insegnamento a tutti i livelli e di informazione pubblica sempre maggiore*

## Carta Europea del Suolo 1972

È necessario che venga migliorata la diffusione delle conoscenze e dell'informazione a tutti i livelli, affinché venga acquisita consapevolezza sull'importanza del suolo in natura e in tutte le attività umane.

Per questo motivo, la formazione e l'informazione a tutti i livelli, dai cittadini agli operatori del settore, dagli agricoltori agli industriali, dai costruttori ai politici e in particolare agli amministratori locali, sono centrali per la riuscita degli obiettivi di protezione della biodiversità del suolo.

In quest'opera di formazione e informazione devono essere coinvolti tutti gli istituti di ricerca, le Università, le associazioni e società scientifiche. Perdere altro tempo significherebbe esclusivamente consentire ai fenomeni di degrado del suolo di proseguire: azioni tempestive in tal senso contribuiscono significativamente a mettere in atto risposte efficaci per impedire ai fenomeni di degrado del suolo di aggravarsi, con il rischio concreto di trovarsi di fronte a situazioni difficilmente recuperabili e gestibili.

Importanti riferimenti sono contenuti nella Strategia tematica europea per la protezione del suolo che è stata un catalizzatore importante per numerosi strumenti di sensibilizzazione negli Stati membri, fra cui la rete europea per la consapevolezza dei suoli denominata ENSA (*European Network for Soil Awareness*<sup>39</sup>).

Nel 2011 il Centro comune di ricerca della Commissione europea (*Joint Research Centre – JRC, European Commission*<sup>40</sup>) ha pubblicato, durante la conferenza di alto livello "Il suolo, cambiamenti climatici e biodiversità - A che punto siamo?"<sup>41</sup>, tenutasi a Bruxelles il 23 e 24 settembre 2011, l'Atlante europeo della biodiversità del suolo e un rapporto per i politici su relativi strumenti, funzioni e minacce (Jeffrey *et al.* 2010; Turbé *et al.* 2010).

---

<sup>39</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web: <<http://www.bodenbuendnis.org/projekte/ensa>>

<sup>40</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web: <<http://ec.europa.eu/dgs/jrc/index.cfm>>

<sup>41</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web: <[http://ec.europa.eu/environment/soil/biodiversity\\_conference.htm](http://ec.europa.eu/environment/soil/biodiversity_conference.htm)>



Da questi lavori, sono emersi sei messaggi chiave per la biodiversità del suolo:

1. la perdita di biodiversità e i cambiamenti climatici sono due delle sfide più incombenti del nostro tempo. La salvaguardia della biodiversità del suolo è parte della soluzione per entrambi;
2. l'obiettivo principale (*omissis* ...) è informare il grande pubblico, i politici, gli amministratori del territorio, gli insegnanti e la comunità scientifica delle caratteristiche uniche della vita nel suolo, nonché aumentare la coscienza della sua importanza ambientale e del suo significato nel contesto globale;
3. il suolo contiene almeno un quarto, se non un terzo di tutti gli organismi viventi sul Pianeta, tuttavia solo circa l'1 % dei microrganismi del suolo sono stati identificati in contrapposizione con l'80 % delle piante;
4. la maggior parte dei processi ecosistemici terrestri che supportano la vita sul Pianeta (quali la fertilità del suolo, i cicli dei nutrienti, i flussi di gas serra, il controllo dell'inquinamento, la produzione di antibiotici ecc.) sono di fatto guidati dalla biologia del suolo; tuttavia, la vita nel suolo è complessa da osservare (perché di piccola taglia e per lo più nascosta) e subisce fortemente del fatto di essere "lontano dagli occhi, lontano dal cuore";
5. come indicato nella Strategia tematica europea per la protezione del suolo, il suo degrado e le pressioni associate stanno minacciando la sua biodiversità e, pertanto, la capacità di svolgere le funzioni e i servizi di base;
6. fare passi verso la protezione della diversità biologica dei suoli potrebbe essere doppiamente utile, in quanto gli sforzi per tutelare le comunità ecologiche del suolo proteggono anche gli habitat sopra il suolo.

La Commissione Europea, oltre a ciò, ha istituito un gruppo di lavoro denominato ESNB (*European Soil Bureau Network* <sup>42</sup>) che si occupa di sensibilizzazione e istruzione.

A livello mondiale, dopo la *Soil Global Partnership* (GSP<sup>43</sup>) nel settembre 2011 presso la FAO, è stata lanciata un'iniziativa denominata *Global Soil Biodiversity Initiative* (GSBI<sup>44</sup>), che si è riunita la prima volta a Londra nel

---

<sup>42</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web:

<[http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/esbn/Esbn\\_overview.html](http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/esbn/Esbn_overview.html)>

<sup>43</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web:

<[http://www.fao.org/nr/water/landandwater\\_gsp.html](http://www.fao.org/nr/water/landandwater_gsp.html)>; oppure

<[http://www.fao.org/nr/water/docs/GSP\\_BROCHURE\\_A4.pdf](http://www.fao.org/nr/water/docs/GSP_BROCHURE_A4.pdf)>

<sup>44</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web: <[www.globalsoilbiodiversity.org](http://www.globalsoilbiodiversity.org)>

marzo 2012 e attualmente sta sostenendo un lavoro di collegamento delle informazioni e degli studiosi di tutto il mondo sulla biodiversità del suolo. Durante la Conferenza "Rio + 20" è stato lanciato il concetto di *Zero Net Land Degradation*, assunto dalla UNCCD come obiettivo generale e come riferimento per tutte le azioni di diffusione della consapevolezza dei fenomeni di degrado del suolo.



Figura 14. Brochure della Commissione europea sulla biodiversità del suolo <sup>45</sup>

<sup>45</sup> Disponibile sul sito web:  
<[http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/soil\\_biodiversity\\_brochure\\_it.pdf](http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/soil_biodiversity_brochure_it.pdf)>

## RICERCA E FORMAZIONE

*Per realizzare l'utilizzazione razionale e la conservazione dei suoli sono necessari l'incremento della ricerca scientifica e la collaborazione interdisciplinare*

Carta Europea del Suolo 1972

Sin dall'adozione della strategia tematica europea per la protezione del suolo sono stati finanziati progetti di ricerca per affrontare tematiche legate ai suoli e contribuire a completare la base di conoscenze su cui impostare le azioni. Tra questi, ne ricordiamo alcuni.

Il progetto RAMSOIL (*Risk Assessment Methodologies for SOIL threats*<sup>46</sup>) ha individuato una serie di metodologie di valutazione dei rischi per i processi di degrado dei suoli; il progetto ENVASSO (*ENVironmental ASsessment of Soil for mOnitoring*<sup>47</sup>) ha proposto i requisiti minimi per l'armonizzazione progressiva delle attività di monitoraggio dei suoli e degli indicatori dei suoli di utilità per la conduzione delle politiche; SOILSERVICE (*Soil Ecology Group Lund University*<sup>48</sup>) ha disegnato scenari di variazione a lungo termine della destinazione d'uso del territorio, indicando che un'agricoltura intensiva, incurante della biodiversità e delle funzioni del suolo, potrebbe non essere economicamente redditizia dopo il 2050 in assenza di misure correttive.

LUCAS (*Land Use/Cover Area frame Statistical Survey*<sup>49</sup>) ha avviato un'inchiesta su copertura del suolo, uso del territorio e indicatori agroambientali. Il progetto BIOSOIL, varato nell'ambito del regolamento *Forest Focus*<sup>50</sup>, ha rilevato un aumento del carbonio organico in taluni suoli forestali europei (CE 2012a).

Inoltre, numerosi progetti hanno preso in considerazione i fenomeni connessi alla desertificazione e gli indicatori relativi, come MEDALUS (*Mediterranean*

---

<sup>46</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web: <<http://www.ramsoil.eu/UK>>

<sup>47</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web: <<http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/projects/envasso>>

<sup>48</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web: <<http://www.lu.se/o.o.i.s/26761>>

<sup>49</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web:  
<<http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/projects/Lucas/SoilArchive.cfm>>

<sup>50</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web:  
<[http://ec.europa.eu/environment/forests/ffocus\\_noticeboard.htm](http://ec.europa.eu/environment/forests/ffocus_noticeboard.htm)>

*Desertification and Land Use*<sup>51</sup>), DESERTLINKS (*Combating Desertification in Mediterranean Europe: Linking Science with Stakeholders*<sup>52</sup>), DESURVEY<sup>53</sup> a livello europeo e AGROSCENARI<sup>54</sup> e RIADE (*Ricerca Integrata per l'Applicazione di tecnologie e processi innovativi per la lotta alla DEsertificazione*<sup>55</sup>) a livello nazionale.

Molti di questi progetti sono stati accompagnati da attività di formazione, soprattutto a livello di specialisti.



---

<sup>51</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web: <<http://www.desire-his.eu/en/recent-european-research/410-medalus-i-ii-iii>>

<sup>52</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web: <<http://www.kcl.ac.uk/projects/desertlinks/>>

<sup>53</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web:  
<[http://ec.europa.eu/research/environment/pdf/project\\_summaries/fp6/natural\\_resources/desurvey.pdf](http://ec.europa.eu/research/environment/pdf/project_summaries/fp6/natural_resources/desurvey.pdf)>

<sup>54</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web: <<http://www.agroscenari.it/>>

<sup>55</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web:  
<<http://titano.sede.enea.it/Stampa/skin2col.php?page=eneaperdettagliofigli&id=25>>

# PROGRAMMI DI MONITORAGGIO

*È indispensabile l'inventario delle risorse del suolo*

Carta Europea del Suolo 1972

Il punto di partenza per perseguire l'obiettivo di protezione e difesa della biodiversità del suolo è raggiungere un adeguato livello di conoscenza della sua estensione e distribuzione spaziale e temporale. Ciò può essere realizzato tramite la raccolta di tutte le informazioni disponibili e l'implementazione di piani di monitoraggio della biodiversità del suolo, allo scopo di individuare le cause e gli impatti degli stress esaminati e permettere l'adozione di misure di contenimento del peggioramento rilevato.

I fattori antropici alla base delle attuali minacce per il suolo sono sempre più pressanti; ad esempio, i cambiamenti climatici stanno acuendo l'erosione, le frane, la salinizzazione e la diminuzione di sostanza organica nei suoli. Tutto ciò fa pensare che il degrado dei suoli in Europa continuerà, probabilmente a un ritmo sempre più accelerato (CE 2006b).

Pertanto, l'urgenza di adottare programmi di monitoraggio della biodiversità del suolo è data sia dall'aumentare delle pressioni su di essa, sia dallo stato di conoscenza attuale (Gardi *et al.* 2009), limitato rispetto alla quantità di informazioni che si devono ancora acquisire.

La Strategia tematica europea per la protezione del suolo identifica lo stato di biodiversità del suolo come uno dei vuoti di conoscenza più importanti, richiedendo che i dati di valutazione delle minacce vengano necessariamente forniti in modo da adottare adeguate politiche di protezione (Gardi *et al.* 2009).

Anche la Strategia nazionale per la biodiversità indica l'avvio di un programma nazionale di monitoraggio della biodiversità del suolo come una delle priorità d'intervento utili al raggiungimento degli obiettivi specifici (MATTM 2010).

Gardi *et al.* (2009) pongono i seguenti quesiti come prioritari:

- come si può misurare la biodiversità del suolo?
- quali attività sono al momento presenti o pianificate in ciascuno Stato europeo?
- quali raccomandazioni possono essere fornite per monitorare con efficacia la biodiversità del suolo?

Recentemente l'Agenzia europea per l'ambiente ha pubblicato un rapporto tecnico (EEA 2012) che fornisce i risultati finali del progetto SEBI (*Streamlining European Biodiversity Indicators*) iniziato nel 2005: tale progetto, nato per sviluppare indicatori sulla biodiversità europea e garantirne il flusso di dati fra i Paesi membri, non fornisce informazioni sugli indicatori utilizzabili per la biodiversità del suolo.

Nel 1997 il *Natural Environment Research Council* (NERC<sup>56</sup>) ha finanziato con quasi 6 milioni di sterline un programma integrato di monitoraggio della biodiversità del suolo, supportato da 30 programmi di ricerca, 120 studiosi delle Università e i centri NERC.

Inoltre, nel 2006 in Francia l'*Institut National de la Recherche Agronomique* (INRA) ha organizzato un ambizioso programma di ricerca denominato ECOMIC-RMQS per il censimento e la mappatura della biodiversità microbica dei suoli<sup>57</sup>; tale programma verrà finanziato da almeno 1 milione di Euro l'anno.

Importanti attività stabilite dalla normativa nazionale per il monitoraggio della biodiversità del suolo sono in corso nei Paesi Bassi, ad opera del *National Institute for Public Health and the Environment* (RIVM<sup>58</sup>), e in Germania; in quest'ultima, al *Soil Protection Act* federale<sup>59</sup>, emanato nel 1998, ogni *Länder* ha affiancato una normativa specifica per seguire, tra gli altri, anche alcuni indicatori di biodiversità del suolo.

Una più dettagliata rassegna di tutti i progetti europei sulla biodiversità del suolo sarà oggetto di una prossima pubblicazione.

L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA<sup>60</sup>) già in passato ha avviato una serie di progetti, quali CTN\_TES (Centro Tematico Nazionale Territorio e Suolo<sup>61</sup>), CARG (Progetto CARTografia Geologica<sup>62</sup>), IFFI (Progetto Inventario dei Fenomeni Franosi d'Italia<sup>63</sup>), SIAS (Progetto Sviluppo

---

<sup>56</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web: <<http://soilbio.nerc.ac.uk/>>

<sup>57</sup> Disponibile al 12.09.12 sui siti web: <<http://www.gissol.fr/programme/rmqs/rmqs.php>>; <[http://www.international.inra.fr/press/national\\_inventory\\_and\\_mapping\\_of\\_microbial\\_biodiversity\\_in\\_soils](http://www.international.inra.fr/press/national_inventory_and_mapping_of_microbial_biodiversity_in_soils)>

<sup>58</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web: <<http://www.rivm.nl/en/>>

<sup>59</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web: <[http://www.elaw.org/system/files/de\\_soil.act.eng.doc](http://www.elaw.org/system/files/de_soil.act.eng.doc)>

<sup>60</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web: <<http://www.isprambiente.gov.it/site/it-it>>

<sup>61</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web: <<http://ctntes.arpa.piemonte.it>>

<sup>62</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web: <<http://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/progetto-carg-cartografia-geologica-e-geotematica>>

<sup>63</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web: <<http://193.206.192.136/cartanetiffi>>

di Indicatori Ambientali sul Suolo<sup>64</sup>), Progetto Speciale Funghi<sup>65</sup>, creando reti di collaborazione a livello nazionale; inoltre, altri enti e istituzioni (tra cui ARPA/APPA, Regioni e Province autonome, CNR, CRA<sup>66</sup>, ENEA, ISS, CFS) stanno contribuendo a riempire parte di questi vuoti conoscitivi. Tuttavia, in questo campo i finanziamenti sono sempre assai limitati, tanto a scala nazionale quanto locale, e solo saltuariamente si è fatto ricorso a risorse comunitarie.

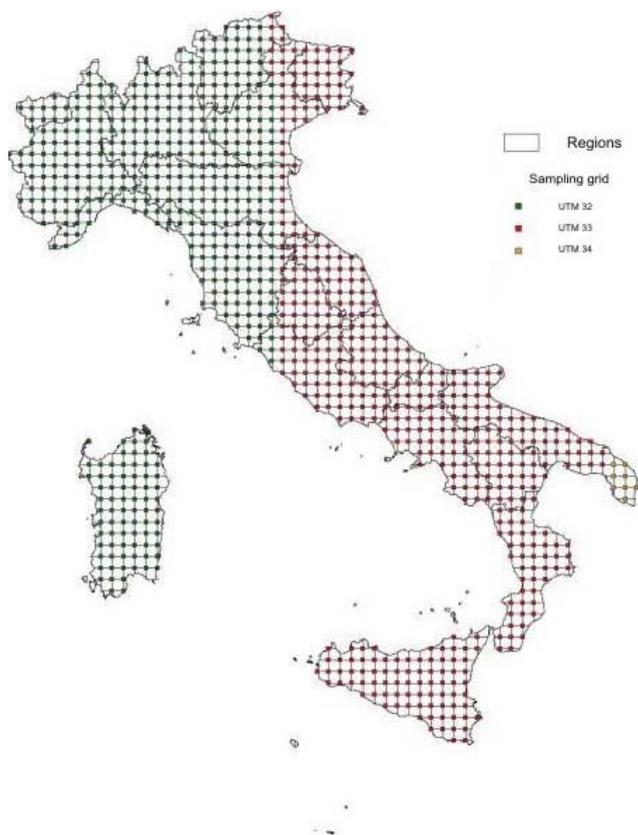


Figura 15. Rete nazionale di monitoraggio dei licheni

<sup>64</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web:

<<http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/projects/Meusis/italy/Grids.cfm>>

<sup>65</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web: <<http://www.ambresadola.org/files/Centri%20di%20Eccellenza%20Progetto%20Speciale%20Funghi.pdf>>; vedere anche la pubblicazione Cenci *et al.*, 2010, disponibile sul sito web:

<[http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/ESDB\\_Archive/eusoils\\_docs/other/EUR24415IT.pdf](http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/ESDB_Archive/eusoils_docs/other/EUR24415IT.pdf)>

<sup>66</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web: <<http://sito.entecra.it/portale/index2.php>>

# TERZA PARTE – RETE DI MONITORAGGIO

## OBIETTIVO

*Migliorare l'integrazione, l'implementazione e la coerenza:  
valutare i progressi finora compiuti e le lacune ancora esistenti  
nell'attuazione dei risultati dei vertici più importanti  
sullo sviluppo sostenibile e affrontare le sfide nuove ed emergenti*

RIO+20, Il futuro che vogliamo 2012

Per un'effettiva tutela del suolo, la Commissione europea raccomanda interventi in grado di proteggere il suolo a livello sopranazionale, nazionale, regionale e anche locale (CE 2006d).

A livello nazionale, all'interno della strategia per la biodiversità, l'avvio di un programma di monitoraggio della biodiversità del suolo è indicato come una priorità d'intervento per il raggiungimento degli obiettivi specifici (MATTM 2010).

L'obiettivo principale della rete di monitoraggio proposta in questo documento è accrescere le conoscenze sulla biodiversità dei suoli italiani a tutti i livelli e diffondere il concetto che la tutela del suolo e della sua parte vivente protegga direttamente e indirettamente tutte le altre risorse naturali, alimentari, idriche, atmosferiche e, non ultime, culturali.

Tale rete di monitoraggio consiste in un sistema integrato e standardizzato di raccolta delle informazioni e delle conoscenze disponibili sul degrado e sulla biodiversità dei suoli italiani.

In altre parole, la rete di monitoraggio è tesa a soddisfare i due seguenti obiettivi:

- 1. la realizzazione di un sistema informativo transdisciplinare** che permetta di confrontare e analizzare in maniera integrata le conoscenze specifiche su tipo e struttura delle comunità edafiche nelle diverse tipologie, coperture e usi del suolo;
- 2. la conservazione della biodiversità edafica**, inclusi i relativi servizi ecosistemici, ottimizzando le operazioni di monitoraggio, controllo, recupero ambientale e bonifica di siti contaminati.

## SOGGETTO PROPONENTE

Il soggetto proponente della presente rete di monitoraggio è l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), che ha istituito questo specifico tavolo tecnico con rappresentanti dei propri dipartimenti Difesa della Natura, Difesa del Suolo e Stato dell'ambiente e metrologia ambientale, e chiedendo la collaborazione di esperti che lavorano presso il Consiglio per la ricerca e la sperimentazione in agricoltura (CRA), l'Università degli Studi di Palermo, l'Università degli Studi di Roma 3, l'Università degli Studi di Roma Sapienza, l'Università degli Studi di Genova, l'Università degli Studi di Camerino, l'Università degli Studi della Tuscia, la Commissione Europea, la Choros Sas, il Consiglio Nazionale delle Ricerche, l'Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente (IPLA). Ciascuno di questi esperti provvede a inoltrare le proposte delle società scientifiche di appartenenza al tavolo tecnico e a condividere i documenti elaborati con i colleghi di altre istituzioni. Per la definizione della prima proposta operativa della rete di monitoraggio, il tavolo tecnico si è riunito il giorno 11 giugno 2012, presso la sede di ISPRA di Via Vitaliano Brancati n. 60 a Roma. Il verbale di riunione è disponibile presso il Settore bioindicatori ed ecotossicologia (Dipartimento Difesa della Natura) di ISPRA.

A seguito della suddetta riunione, il tavolo tecnico ha provveduto a predisporre la presente proposta di rete di monitoraggio. Successivamente, svolgerà funzioni di comitato scientifico nelle attività e nei progetti che la rete identificherà come prioritari e realizzabili.

## ATTIVITÀ PREVISTE

Il presente programma di rete di monitoraggio prevede le seguenti fasi:

Fase 0	Progettazione
Fase 1	Organizzazione
Fase 2	Collezione
Fase 3	Analisi
Fase 4	Concertazione

La fase 0 (Progettazione) si considera avviata con il presente documento; periodicamente, si provvederà ad aggiornare, in base ai risultati delle attività e alla documentazione raccolta, le parti ritenute necessarie.

La fase 1 (Organizzazione) prevede il censimento in tutta Italia di istituzioni, società e studiosi, le cui attività siano attinenti all'oggetto della rete. In questa fase, ISPRA raccoglierà le adesioni e contemporaneamente invierà un questionario al fine di ricevere informazioni su attività, banche dati, conoscenze e documenti potenzialmente utili agli obiettivi della rete (letteratura scientifica specializzata, densità dei popolamenti italiani, distribuzione dei taxa edafici, associazioni di specie/habitat, struttura e dinamica delle comunità edafiche, relazioni trofiche interspecifiche ...).

La fase 2 (Collezione) prevede la raccolta delle risposte ai questionari e, ove possibile, della relativa documentazione bibliografica, cartografica e informatica; ove segnalato, i questionari verranno inviati anche ad altri soggetti e istituzioni sfuggiti alla prima indagine conoscitiva.

La fase 3 (Analisi) consiste nella valutazione ed elaborazione dei risultati della fase 2 ad opera del tavolo tecnico, al fine di identificare le priorità di studio e ricerca. Inoltre, in questa fase il tavolo tecnico proporrà una prima lista di centri d'eccellenza (ossia centri di raccolta, identificazione, elaborazione e conservazione dei dati sulla biodiversità edafica) che svolgeranno specifiche attività di monitoraggio e archiviazione delle informazioni. A tal fine, verrà predisposto un prototipo per standardizzare e permettere il confronto fra i diversi sistemi informativi disponibili.

La fase 4 (Concertazione) prevede che il tavolo tecnico, in concerto con le Regioni e le Province Autonome, identifichi e classifichi le aree a rischio di perdita di biodiversità del suolo. In questa fase si discuterà anche il modo per validare e ottimizzare i centri d'eccellenza proposti nella fase 3 e le relative

attività e responsabilità. Inoltre, si propone una collaborazione permanente con la Scuola sulla biodiversità e biomonitoraggio del suolo lanciata dalla Società Italiana di Scienza del Suolo (SISS), al cui interno prevedere attività quali la produzione e diffusione di manuali, linee guida, atlanti, cartografia tematica e chiavi di identificazione tassonomica; infine, l'allestimento di circuiti di interconfronto e di corsi di formazione specializzati. Un primo passo in tal senso sarà l'organizzazione (già proposta dalla SISS nell'ambito delle attività della III Commissione – Biologia del Suolo) di un seminario nazionale sulla fauna del suolo, da tenersi all'inizio del 2013.

Si ritiene, infine, fondamentale attivare la costruzione, sulla base delle cartografie esistenti, di Sistemi Informativi in grado di individuare le correlazioni tra tipi di suolo e presenza di specie e habitat protetti ai sensi delle direttive e delle norme regionali o nazionali esistenti.

Data la difficile situazione economica del Paese, non sembra al momento plausibile proporre una rete di monitoraggio su scala nazionale che utilizzi un unico blocco di finanziamenti.

Pertanto, il tavolo tecnico si riserverà di modificare l'agenda dei lavori e definire eventuali nuovi progetti o programmi che potranno essere finanziati con fondi propri o tramite fonti di finanziamento regionali, nazionali o internazionali.

Il fine ultimo dell'impegno del tavolo tecnico sarà quello di avviare una rete di monitoraggio che fornisca informazioni soddisfacenti sul degrado del suolo e in particolare sul rischio di perdita di biodiversità (v. anche Giandon *et al.* 2004).



*Figura 16. Campione di suolo prelevato per indagini sulla biodiversità edafica*

## ALLEGATI

Per predisporre il censimento previsto in fase 1 (Organizzazione) e uniformare le conoscenze disponibili sul territorio nazionale, viene proposta la scheda che segue, che andrà distribuita liberamente e compilata a cura di studiosi, operatori e interessati di biodiversità del suolo.

Questa scheda è intesa come mezzo per raccogliere tutte le informazioni possibili sulle attività, conoscenze, competenze e risultati, cercando di spiegare, con il maggiore dettaglio possibile, il contesto, le finalità e le conclusioni di tali campi.

A fronte delle schede compilate, verrà predisposta una banca dati con le informazioni (a norma delle leggi di protezione dei dati personali, verrà richiesto un apposito consenso) che contribuiranno a far conoscere lo stato dell'arte sulla biodiversità e il degrado dei suoli italiani, a considerare l'eventuale partecipazione del soggetto/ente nella rete di monitoraggio e a favorire la scelta delle priorità d'indagine e le relative necessità tecniche e operative.

Ciò servirà a ottimizzare le risorse e programmare gli interventi futuri.

# SCHEDA DI ADESIONE E CENSIMENTO

## Anagrafica<sup>67</sup>

Nome:	
Cognome:	
Recapito:	
Tel:	Fax:
e-mail:	
Ente/Società:	
Indirizzo:	
Tel:	Fax:
e-mail:	

## Attività

Periodo	
Descrizione sintetica	
Collaboratori	

## Biodiversità studiata

Archea       Batteri       Alghe       Protozoi   
Funghi       Licheni       Piante       Animali

## Taxa studiati e livello di dettaglio

--

## Dettagli

Distribuzione di taxa	
Censimenti	
Associazioni di specie e habitat	
Struttura e dinamica delle comunità	
Relazioni trofiche intra e interspecifiche	
Altro ...	

## Conclusioni

Risultati ottenuti	
Altri risultati	
Criticità	
Considerazioni	
Necessità	

<sup>67</sup> In ottemperanza alla normativa vigente sulla tutela della privacy, ISPRA si impegna a tutelare le informazioni personali contenute nelle schede compilate. Inoltre, andrà previsto un accordo per garantire la proprietà intellettuale dei singoli dati eventualmente forniti.

Prodotti		X	Titolo / argomento		Supporto
Documenti	Tesi di laurea				
	Tesi di dottorato				
	Tesi di master				
	Rapporto tecnico				
	Articolo scientifico				
	Articolo divulgativo				
	Monografia				
Immagini	Fotografie				
	Foto digitali				
	Disegni				
	Stampe				
	Altre				
Multimedia	Video				
	Intervista				
	Archivio				
	Banca Dati				
Altro					

	Provincia	Sigla	X
	Torino	TO	
	Vercelli	VC	
	Novara	NO	
	Cuneo	CN	
	Asti	AT	
	Alessandria	AL	
	Biella	BI	
	Verbano-Cusio-Ossola	VB	
	Valle d'Aosta / <i>Vallée d'Aoste</i>	AO	
	Varese	VA	
	Como	CO	
	Sondrio	SO	
	Milano	MI	
	Bergamo	BG	
	Brescia	BS	
	Pavia	PV	
	Cremona	CR	
	Mantova	MN	
	Lecco	LC	
	Lodi	LO	
	Monza e della Brianza	MB	

	Provincia	Sigla	X
	Bolzano / <i>Bozen</i>	BZ	
	Trento	TN	
	Verona	VR	
	Vicenza	VI	
	Belluno	BL	
	Treviso	TV	
	Venezia	VE	
	Padova	PD	
	Rovigo	RO	
	Udine	UD	
	Gorizia	GO	
	Trieste	TS	
	Pordenone	PN	
	Imperia	IM	
	Savona	SV	
	Genova	GE	
	La Spezia	SP	
	Piacenza	PC	
	Parma	PR	
	Reggio nell'Emilia	RE	
	Modena	MO	

	Provincia	Sigla	X
	Bologna	BO	
	Ferrara	FE	
	Ravenna	RA	
	Forlì-Cesena	FC	
	Rimini	RN	
	Massa-Carrara	MS	
	Lucca	LU	
	Pistoia	PT	
	Firenze	FI	
	Livorno	LI	
	Pisa	PI	
	Arezzo	AR	
	Siena	SI	
	Grosseto	GR	
	Prato	PO	
	Perugia	PG	
	Terni	TR	
	Pesaro e Urbino	PU	
	Ancona	AN	
	Macerata	MC	
	Ascoli Piceno	AP	
	Fermo	FM	
	Viterbo	VT	
	Rieti	RI	
	Roma	RM	
	Latina	LT	
	Frosinone	FR	
	L'Aquila	AQ	
	Teramo	TE	
	Pescara	PE	
	Chieti	CH	
	Campobasso	CB	
	Isernia	IS	
	Caserta	CE	
	Benevento	BN	
	Napoli	NA	
	Avellino	AV	
	Salerno	SA	
	Foggia	FG	
	Bari	BA	
	Taranto	TA	
	Brindisi	BR	
	Lecce	LE	
	Barletta-Andria-Trani	BT	
	Potenza	PZ	
	Matera	MT	
	Cosenza	CS	

	Provincia	Sigla	X
	Catanzaro	CZ	
	Reggio di Calabria	RC	
	Crotone	KR	
	Vibo Valentia	VV	
	Trapani	TP	
	Palermo	PA	
	Messina	ME	
	Agrigento	AG	
	Caltanissetta	CL	
	Enna	EN	
	Catania	CT	
	Ragusa	RG	
	Siracusa	SR	
	Sassari	SS	
	Nuoro	NU	
	Cagliari	CA	
	Oristano	OR	
	Olbia-Tempio	OT	
	Ogliastra	OG	
	Medio Campidano	VS	
	Carbonia-Iglesias	CI	

## BIBLIOGRAFIA

- Bloem, J., Hopkins, D.W., Benedetti, A., 2006. *Microbiological Methods For Assessing Soil Quality*. CABI Publishing: pp. 307.
- Cenci R.M., Cocchi L., Petrini O., Sena F., Siniscalco C., Vescovi L., 2010. *Elementi chimici nei funghi superiori. I funghi di riferimento come strumento di lavoro per la bioindicazione e la biodiversità*. European Union. Cenci R. M. & Sena F. (Eds.). EUR 24415 IT, 2010: pp. 2 500.
- Cocchi L. 2009. Radioattività e metalli pesanti, gli elementi chimici nei funghi superiori. In: P. Follesa (Ed.): *Manuale tecnico-pratico per indagini su campioni fungini. Campioni ufficiali e non ufficiali. Intossicazione da funghi*. Associazione Micologica Bresadola-Fondazione Centro Studi Micologici, Trento-Vicenza.
- Coleman, D.C., 1985. Through a ped darkly: an ecological assessment of root-soil-microbial-fauna! interactions. In: A.H. Fitter, D. Atkinson, D.J. Read, & M.B. Usher (Eds.), *Ecological Interactions in Soil*. Blackwell Scientific Publications, Cambridge, UK: pp. 1-21.
- Coleman, D.C., Whitman, W.B., 2005. Linking species richness, biodiversity and ecosystem function in soil systems. *Pedobiologia* 49 (2005): pp. 479-497.
- CE - Commissione delle Comunità europee, 2006a. COM (2006) 216 <sup>68</sup>- *Comunicazione della Commissione. Arrestare la perdita di biodiversità entro il 2010 – e oltre. Sostenere i servizi ecosistemici per il benessere umano*.
- CE - Commissione delle Comunità europee, 2006b. COM (2006) 231 <sup>69</sup>- *Comunicazione della Commissione al Consiglio, al Parlamento europeo, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni. Strategia tematica per la protezione del suolo*.
- CE - Commissione delle Comunità europee, 2006c. COM (2006) 232 <sup>70</sup>- *Proposta di Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio che*

---

<sup>68</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web:

<<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0216:FIN:IT:PDF>>

<sup>69</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web:

<<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0231:FIN:it:PDF>>

<sup>70</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web:

<<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0232:FIN:it:PDF>>

*istituisce un quadro per la protezione del suolo e modifica la direttiva 2004/35/CE.*

CE - Commissione delle Comunità europee, 2006d. SEC (2006) 1165 <sup>71</sup>- *Documento di accompagnamento alla Comunicazione della Commissione al Consiglio, al Parlamento europeo, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni. Strategia tematica per la protezione del suolo.*

CE - Commissione europea, 2012a. COM (2012) 46 <sup>72</sup>- *Relazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni. Attuazione della strategia tematica per la protezione del suolo e attività in corso.*

CE - Commissione europea, 2012b. SWD (2012) 101 <sup>73</sup>- *Orientamenti in materia di buone pratiche per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo.*

Consiglio dell'Unione Europea, 2002. *Decisione n. 2002/358/CE*<sup>74</sup> *del Consiglio, del 25 aprile 2002, riguardante l'approvazione, a nome della Comunità europea, del protocollo di Kyoto allegato alla convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici e l'adempimento congiunto dei relativi impegni.*

Consiglio delle Comunità europee, 1992. *Direttiva 92/43/CEE*<sup>75</sup> *del Consiglio, del 21 maggio 1992, relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche.*

Costantini, E.A.C., Fantappiè M., L'Abate G., Barbetti R., Magini S., 2012. Pedodiversità, antropizzazione e dinamica del carbon stock italiano. In: C. Jacomini, L.C. Lorusso & A. Sbalchiero (Eds.), *Seminario nazionale "Suolo e biodiversità: opportunità per il nuovo millennio"*. ISPRA, Atti, Roma 10 febbraio 2010: pp. 14-16.

Council of Europe. Committee of Ministers, 1972. *European Soil Charter. Resolution (72)19* <sup>76</sup>: pp. 1+60-65.

---

<sup>71</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web:

<<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52006SC1165:IT:NOT>>

<sup>72</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web:

<<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2012:0046:FIN:EN:HTML>>

<sup>73</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web:

<[http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/soil\\_sealing\\_guidelines\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/soil_sealing_guidelines_en.pdf)>

<sup>74</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web:

<<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32002D0358:IT:HTML>>

<sup>75</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web:

<<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31992L0043:IT:NOT>>

<sup>76</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web: <<https://wcd.coe.int/ViewDoc.jsp?id=654589>>

- Di Fabbio, A. & Fumanti, F. (Eds.), 2008. *Il suolo – La radice della vita*. APAT, 2008: 127 pp.
- EEA, 2012. Streamlining European biodiversity indicators 2020: building a future on lessons learnt from the SEBI 2010 process. *EEA Technical report No 11/2012*. ISSN 1725-2237
- Franchi P., Giovannetti M., Gorreri L., Marchetti M., Monti G., 2006. *La biodiversità dei funghi del Parco. Inventario della flora micologica del Parco Naturale Migliarino San Rossore Massaciuccoli*. "Leonardo", Istituto di Ricerca sul Territorio e l'Ambiente, Vol. 2. Felici Editore, Pisa: pp. 135–149.
- Gardi, C., Montanarella, L., Arrouays, D., Bispo, A., Lemanceau, P., Jolivet, C., Mulder, C., Ranjard, L., Rombke, J., Rutgers, M. & Menta, C., 2009. Soil biodiversity monitoring in Europe: ongoing activities and challenges. *European Journal of Soil Science*, 60: 807–819.
- Giandon, P., Cappellin, R., Barberis, R., Bazzoffi, P., Francaviglia, R. 2004 *Elementi di progettazione della rete nazionale di monitoraggio del suolo a fini ambientali. Versione aggiornata sulla base delle indicazioni contenute nella strategia tematica del suolo dell'Unione europea*. APAT. CTN\_TES 2003 – TES-T-MAN-03-02: pp. 65 + Allegati 69.
- Hannam, I. & Boer, B. 2004. *Drafting Legislation for Sustainable Soils: A Guide*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Heywood, V.H. (Ed.), 1995. *Global Biodiversity Assessment*. United Nations Environment Programme. Cambridge University Press, Cambridge.
- Huhta, V., 2007. The role of soil fauna in ecosystems: a historical review. *Pedobiologia* 50: 489-495.
- ISPRA, 2012. *Tematiche in primo piano. Annuario dei dati ambientali 2011*. ISPRA, Roma. ISBN 978-88-448-0552-4.
- IUSS-ISRIC-FAO-ISSDS, 1998. *World Reference Base for Soil Resources*<sup>77</sup>. Versione italiana a cura di Costantini E.A.C. & Dazzi C. ISSDS, Firenze, pp. 98.
- Jeffrey, S., Gardi, C., Jones, A., Montanarella, L. Marmo, L., Miko, L., Ritz, K., Peres, G., Römcke, J., van der Putten, W.H. (Eds.), 2010.

---

<sup>77</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web:  
<<http://www.fao.org/docrep/W8594E/W8594E00.htm>>

- European Atlas of Soil Biodiversity*<sup>78</sup>. European Commission, Publications Office of the European Union, Luxembourg: pp. 128.
- Lavelle, P., 1997. Faunal activities and soil processes: adaptive strategies that determine ecosystem function. *Advances in Ecological Research*, 27: 93-132.
- Lavelle, P., Decaëns, T., Aubert, M., Barot, S., Blouin, M., Bureau, F., Mangerie, P., Mora, P., Rossi, J.P. 2006. Soil invertebrates and ecosystem services. *European Journal of Soil Biology*, 42: S3-S15.
- MATTM – Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, 2010. *La Strategia Nazionale per la Biodiversità*<sup>79</sup>.
- OECD, 2004. *OECD Key Environmental Indicators*<sup>80</sup>. OECD Environment Directorate, Paris, France: pp.38
- Parlamento europeo e Consiglio dell’Unione europea, 2002. *Decisione n. 1600/2002/CE*<sup>81</sup> del Parlamento europeo e del Consiglio del 22 luglio 2002 che istituisce il sesto programma comunitario di azione in materia di ambiente.
- Parlamento europeo e Consiglio dell’Unione europea, 2004. *Direttiva 2004/35/CE*<sup>82</sup> del 21.04.04 sulla responsabilità ambientale in materia di prevenzione e riparazione del danno ambientale.
- Perini L., Salvati L., Ceccarelli T., Sorrenti S., Zitti M., 2008. *La desertificazione in Italia. Processi, indicatori, vulnerabilità del territorio*. Bonanno Editore. ISBN: 978-88-7796-422-9: pp. 192.
- Pimentel, D., Wilson, C., McCullum, C., Huang, R., Dwen, P., Flack, J., Tran, Q., Saltman, T. & Cliff, B. 1997. Economic and environmental benefits of biodiversity. *Bioscience* 47: pp. 747-758.
- Pinzari, F., Trinchera, A., Benedetti, A., 2000. Indicatori di qualità del suolo in ecosistemi mediterranei. *Atti del convegno dell’Accademia nazionale delle Scienze detta dei XL*, 118°, volume XXIV, pp. 299-308.

---

<sup>78</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web:

<[http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/library/maps/biodiversity\\_atlas/Documents/Biodiversity\\_Altas.pdf](http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/library/maps/biodiversity_atlas/Documents/Biodiversity_Altas.pdf)>

<sup>79</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web:

<[http://www.minambiente.it/home\\_it/menu.html?mp=/menu/menu\\_attivita/&m=argomenti.html|biodiversita\\_fa.html|strategia\\_Nazionale\\_per\\_la\\_biodiversita.html](http://www.minambiente.it/home_it/menu.html?mp=/menu/menu_attivita/&m=argomenti.html|biodiversita_fa.html|strategia_Nazionale_per_la_biodiversita.html)>

<sup>80</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web:

<<http://www.oecd.org/environment/environmentalindicatorsmodellandoutlooks/31558547.pdf>>

<sup>81</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web:

<<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32002D1600:EN:NOT>>

<sup>82</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web:

<<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:143:0056:0075:it:PDF>>

- Pokarzhevskii, A.D., 1996. The problem of scale in bioindication of soil contamination. In: N.M. van Straalen & D.A. Krivolutsky (Eds.), *Bioindicator Systems for Soil Pollution*. Kluwer Academic Publishers, NL: pp. 111-121.
- Siniscalco C, Tornambè A, 2002: Considerazioni sul fenomeno di assorbimento e accumulo di metalli pesanti nei funghi. *Atti del 2° Convegno Internazionale di Micotossicologia*. Associazione Micologica Bresadola - Centro Studi Micologici, "Pagine di Micologia", n. 17, pp. 191-226.
- SCSA - Soil conservation society of America, 1986. Conserving soil. Ankeny, Iowa: pp. 155.
- Sparling G. P., 1997. Soil Microbial Biomass, activity and nutrient cycling as indicators of soil health. In: C.E. Pankhurst, B. M. Double & V.V.S.R. Gupta (Eds.), *Biological Indicators of Soil Health*. CAB INTERNATIONAL pp. 97-119.
- Swift, M.J., 1999. Towards the second paradigm: integrated biological management of soil. In: Siqueira, J.O., Moreira, F.M.S., Lopes, A.S., Guilherme, L.R.G., Faquin, V., Furtini Neto, A.E. & Carvalho, J.G. (Eds.), *Interrelação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas*. SBCS, Viçosa; UFLA/DCS, Lavras, Brazil: pp. 11-24.
- Taylor M., Mackay A., Hill R., Dominati, E., 2012. Towards integrating soil quality monitoring targets as measures of soil natural capital stocks with the provision of ecosystem services. Geophysical Research Abstracts Vol. 14, EGU2012-3851 <sup>83</sup>, EGU General Assembly 2012.
- Turbé A., De Toni A., Benito P., Lavelle P., Ruiz N., van der Putten W.H., Labouze E. & Mudgal S., 2010. *Soil biodiversity: functions, threats and tools for policy makers* <sup>84</sup>. Bio Intelligence Service, IRD, & NIOO, Report for European Commission (DG Environment): pp. 254. ISBN: 978-92-79-20668-9.
- United Nations, 1992. *Convention on Biological Diversity* <sup>85</sup>.
- United Nations, 2012. *Rio+20. The future we want* <sup>86</sup>. A/Conf.216/L.1.

---

<sup>83</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web: <[http://presentations.copernicus.org/EGU2012-3851\\_presentation.pdf](http://presentations.copernicus.org/EGU2012-3851_presentation.pdf)>

<sup>84</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web: <[http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/biodiversity\\_report.pdf](http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/biodiversity_report.pdf)>

<sup>85</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web: <<http://www.cbd.int>>

<sup>86</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web: <<http://www.un.org/en/sustainablefuture>>

United Nations Environment Programme, 2007. *Global Environment Outlook - GEO4*<sup>87</sup>. *Environment for development*. ISBN: 978-92-807-2836-1.

Wall, D.H., Snelgrove, P.V.R. & Covich, A.P., 2001. Conservation priorities for soil and sediment invertebrates. In: M.E. Soulé & G.H. Orians (eds). *Conservation biology. Research priorities for the next decade*. Island Press, Society for conservation biology, Washington, DC: pp. 99-123.

---

<sup>87</sup> Disponibile al 12.09.12 sul sito web: <[http://www.unep.org/geo/GEO4/report/GEO-4\\_Report\\_Full\\_en.pdf](http://www.unep.org/geo/GEO4/report/GEO-4_Report_Full_en.pdf)>



QUADERNI

NATURA e BIODIVERSITA'  
4 / 2012