

Sele 02



Bollettino

della Società Italiana
della Scienza del Suolo

Volume 48

No. 2 1999

EDIZIONE A CURA DEL COMITATO ISNP

Via della Navicella, 2/4 - 00184 Roma
Tel. 06-7005413, Fax 06-7005711

Registrato presso il Tribunale di Roma
il 07/04/1998 al n. 00138/98

PERIODICO TRIMESTRALE

ISSN - 0390-4865

Direttore Responsabile

Prof. Paolo Sequi

Direttore Editoriale

Dr.ssa Rosa Francaviglia

Direttore Grafica e Impaginazione

Dr. Giampietro Diana

Segretario di Redazione

Sig. Filippo Ilardi

Stampa

Delta Grafica s.r.l. - Via G. Pastore, 9
06012 Città di Castello (PG)
Finito di stampare nel giugno 1999

Comitato di Redazione

Prof. Paolo Sequi

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante
Via della Navicella, 2/4 - 00184 Roma
tel. 06 7005413 - fax 06 7005711 - e-mail psequi@uni.net

Dr. Pier Giacomo Arcara

Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo
Piazza D'Azeglio, 30 - 50121 Firenze
tel. 055 2491227 - fax 055 241485 - e-mail arcara@dada.it

Prof. Pietro Violante

Dipartimento di Scienze Chimico-Agrarie, Università di Napoli
Via dell'Università, 100 - 80085 Portici (NA)
tel. 081 7885206 - fax 081 7755130 - e-mail pieviola@unina.it

Prof. Angelo Aru

Dipartimento di Scienza delle Terra, Università di Cagliari
Via Trentino, 51 - 09100 Cagliari
tel. 070 2006239 - fax 070 282236 - e-mail arua@vaxcal.unica.it

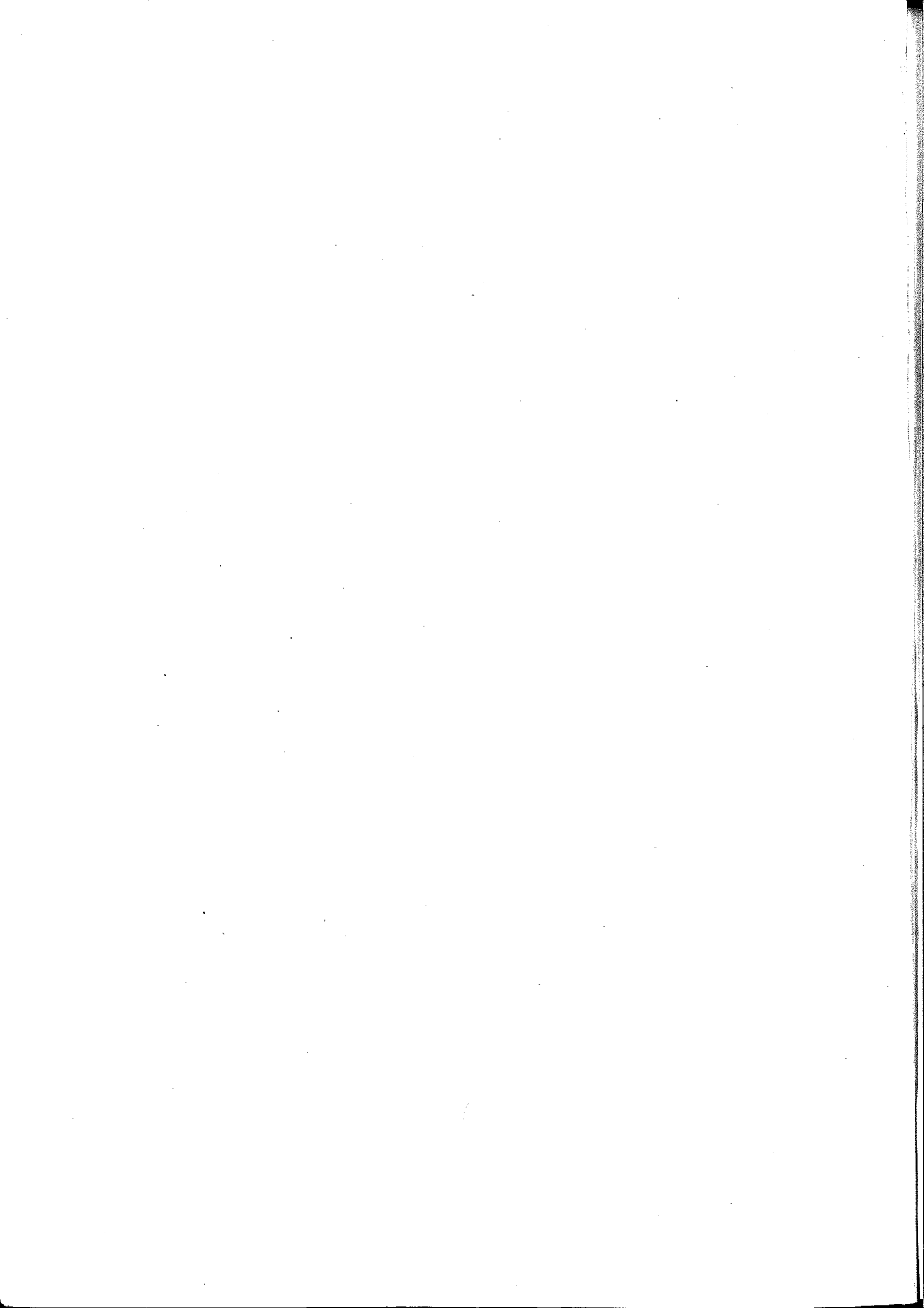
Prof. Paolo Nannipieri

Dipartimento di Scienza del Suolo e Nutrizione della Pianta
Università di Firenze, P.le delle Cascine, 15 - 50144 Firenze
tel. 055 32881 - fax 055 333273 - e-mail nannip@cscs.fi.cnr.it

Presidenza: Istituto Sperimentale per la Nutrizione
delle Piante
Via della Navicella, 2/4 - 00184 Roma
Tel. 06-7005413, Fax 06-7005711
e-mail: psequi@uni.net

Segreteria: Istituto Sperimentale per lo Studio e la
Difesa del Suolo
Piazza M. D'Azeglio, 30 - 50121 Firenze
Tel. 055-2491227, Fax 055-241485
e-mail: arcara@dada.it

Sito: <http://www.inea.it/isnp/siss/siss.htm>



L'UOMO SENZA SUOLO

Paolo Sequi

Presidente della Società Italiana della Scienza del Suolo

Occuparsi di diversità biologica è importante e attuale: se con il miglioramento genetico si ottengono cultivar sempre più produttive e resistenti alle avversità che *oggi* conosciamo, poter recuperare geni da varietà rustiche o anche solo non più utilizzate in agricoltura garantisce contro rischi futuri, dato che non abbiamo idea di quali saranno.

Probabilmente, però, fra qualche tempo gli studi sulla biodiversità saranno considerati un approccio arcaico. Oggi che le conoscenze sul genoma umano progrediscono e che si inizia a comprendere quali sono le relazioni fra anomalie di costituzione dell'organismo e composizione del corredo cromosomico, non è inverosimile supporre che per prevenire o curare determinate malattie sarà normale prassi in futuro tagliare o sostituire qualche pezzo di DNA. Lo stesso, in seguito, si può pensare che capiterà con molti organismi viventi, a partire dalle colture agrarie.

Ma veniamo al rapporto fra uomo e suolo. Man mano che un paese progredisce, gli addetti alle attività primarie diminuiscono e si riversano sulle attività secondarie prima e su quelle terziarie poi; qualche tempo fa io ho postulato l'avvento di attività quaternarie, e probabilmente non sono stato poi tanto lontano dalla realtà. Molti anni fa sono comparse nello zoo di Milano pecore, capre e galline: unico modo per far conoscere ai figli dei milanesi queste strane creature. Due o tre anni fa un sondaggio del "Messaggero" ha rilevato che la stragrande maggioranza dei figli dei romani credono che uova e fragole siano prodotte in qualche industria specializzata (industria, si badi, non azienda agraria industrializzata). Se fin da bimbi ci si allontana dalla conoscenza delle specie animali e vegetali coltivate, figuriamoci che può divenire il suolo: un puro ignoto, per il quale non si prova nemmeno il classico terrore o fascino. Semplicemente, non c'è. Nei vasi dei ter-

razzi si pone un terriccio composto che trattiene acqua e concime; attorno agli alberi dei viali cittadini ci sono, se ci sono, aiuole terrose che hanno solo la funzione di assorbire la pipì dei cani. Insomma, il cittadino non è ancora un clone, e speriamo che non lo sia mai, ma il suo cervello appare quello di un clone condizionato ad un concetto di natura irreali, con parchi ricchi di salici piangenti, laghetti, uccellini e tante altre belle cose fra le quali il suolo non è contemplato.

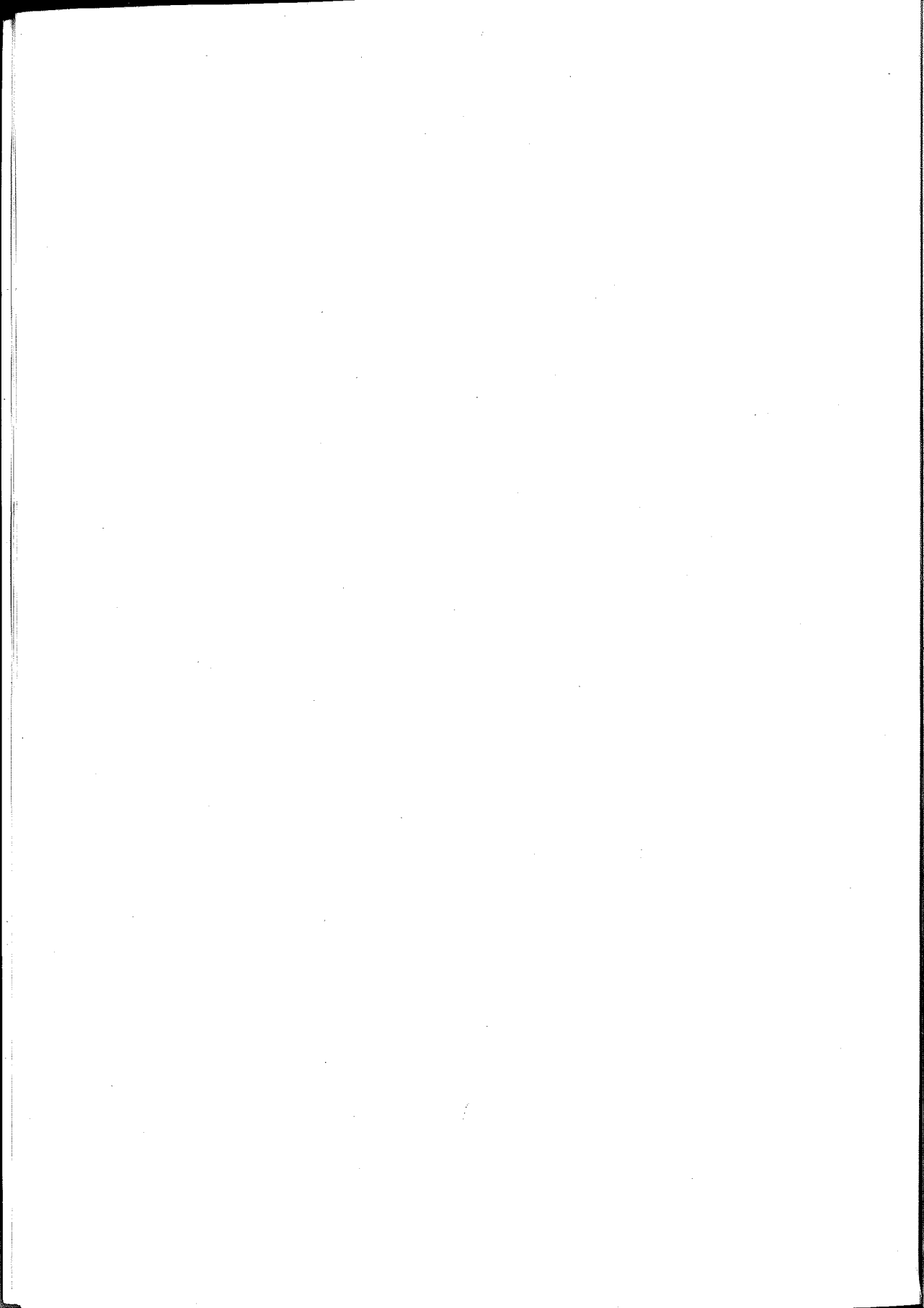
Certo l'impianto della legislazione nazionale, e non solo di quella nazionale, non aiuta la diffusione della cultura del suolo. La legge sulla difesa del suolo di fatto non riguarda il suolo. Le leggi sulla pianificazione territoriale non si curano del suolo. Che il protocollo di Kyoto si è dimenticato del suolo l'abbiamo considerato nel numero precedente. Non è d'aiuto neppure la scuola, se si arriva all'esame di maturità senza sapere che esiste il suolo. Certo è più facile catturare l'attenzione sulla biodiversità parlando di panda, aironi e leoni marini, piuttosto che di batteri azotofissatori, nematodi e delle sterminate popolazioni del suolo per le quali, quelle sì, la biodiversità andrà sempre preservata. Forse sarebbe utile insegnare già ai bambini della scuola materna che camminare su un prato non significa solo calpestare un tappeto erboso con tanti bei fiorellini, ma anche essere su di un mondo animato ed invisibile senza il quale probabilmente non vi sarebbe vita sulla terra. E che dire poi dell'Università? L'ambiente dei corsi di laurea in scienze ambientali ha dato l'ostracismo al nodo degli equilibri ambientali, il suolo. Ma nelle scienze agrarie non si va poi molto meglio, soprattutto se si pensa che in corsi di laurea come quelli di tecnologie alimentari o di produzione animale ci si dimentica totalmente dell'uso del riciclo delle biomasse e ovviamente del suolo. Ci si approvvigiona di materie prime e si trascura di chiudere il ciclo con il ritorno dei residui al suolo. Ci si occupa molto di alimentazione animale, ma non ci si cura del fatto che gli animali, ahimè, inevitabilmente producono deiezioni.

Già, le deiezioni. Rappresentano un pericolo per il progressivo degrado della qualità delle acque e devono essere depurate (sic!), recita la legge 483/89. E leggiamo nella relazione sullo stato dell'ambiente, quella che il Ministero dell'Ambiente ha licenziato nel 1989, che la responsabilità della contaminazione delle falde acquifere risale ... alla pratica, *sempre più diffusa*, dello spandimento sul suolo di liquami e fanghi di origine zootecnica. Ma senti che novità perverse! (per la verità questa affermazione fu omessa nelle edizioni successive).

Il clone/cervello umano senza suolo si diffonde via via che un paese si sviluppa. Si crea una perniciosa frattura fra i cervelli cittadini ed i pochi ancora a contatto con le attività primarie. E c'è da aspettarsi che nei

paesi più avanzati del nostro, almeno intendendo come sviluppo il calo degli addetti alle attività primarie, la conoscenza del suolo e delle sue funzioni di riciclo sia ancor meno progredita che da noi? No, nell'America Settentrionale le cose non stanno proprio così. Ma propongo ai lettori due chicche. La prima è di Webber e Hilliard che nel convegno "Sludge handling and disposal", svoltosi a Toronto nel 1974, hanno scoperto che la pratica dell'utilizzazione del pozzo nero sul terreno è un'usanza inventata dai prussiani nel 1559. La seconda è di W.J. Hartman Jr. della U.S. Army Corps of Engineers, che nel 1975 ha scoperto che l'uso del pozzo nero sul terreno si è sviluppato in Inghilterra e nell'Europa Occidentale nella metà del 1800, era noto in Australia dal 1896 e conosciuto perfino negli Stati Uniti, all'epoca.

Homo sine humo! Che direbbe Columella di tali posterì? Che si andassero a rileggere come quasi duemila anni fa egli classificava il *genus stercoris ex hominibus* nel cap. XIV del secondo libro dell'Arte dell'agricoltura? Forse. Intanto noi ne prendiamo lo spunto per dare il benvenuto al Comitato Tecnico che nella Società intende occuparsi di educazione e divulgazione della scienza del suolo.



SALINITÀ E STRUTTURA DEL TERRENO

Roberto Aringhieri

Istituto per la Chimica del Terreno, C.N.R.
Via Corridoni, 78 - 56125 Pisa

Introduzione

Quantità più o meno rilevanti di sali, sia pur di origine diversa, sono sempre presenti nel terreno. In natura la principale fonte di sali è l'oceano, che apporta direttamente materiale solubile ai terreni costieri sia per l'azione delle maree, che attraverso lo spray marino trasportato dal vento nell'entroterra. L'oceano è altresì fonte indiretta di sali che derivano dall'alterazione meteorica di rocce ignee della litosfera. Altre fonti addizionali di sali sono le eruzioni vulcaniche, la fertilizzazione chimica dei suoli, e la mineralizzazione di sostanze organiche. Il loro progressivo accumularsi dipende tuttavia dalle diverse condizioni climatiche, morfologiche, idrologiche e pedologiche che prevalgono in un determinato ambiente. Nelle regioni umide la lisciviazione dovuta alle precipitazioni tende a rimuovere i sali prevenendo così il loro accumulo negli strati più superficiali del terreno; essi invece permangono e si accumulano alla superficie del suolo in aree dove il clima è secco e l'evaporazione predomina sul processo di percolazione. Nel terreno agrario l'accumulo di sali è dovuto soprattutto all'uso frequente della pratica irrigua. Questo tipo di salinizzazione indotta dall'attività umana è nota come "salinizzazione secondaria" e rappresenta il più dannoso ed esteso fenomeno tra gli effetti prodotti dall'irrigazione sui terreni e sull'ambiente in genere. L'irrigazione con acque di qualità non idonea ed in assenza di adeguato drenaggio apporta direttamente sali solubili al terreno e ne provoca l'accumulo mediante l'innalzamento del livello delle acque di falda. Oggigiorno il problema della salinizzazione ed alcalinizzazione dei suoli rappresenta il principale fattore limitante la produzione agricola in molti paesi del mondo, specialmente in zone aride o semiaride, dove l'irrigazione ar-

tificiale è l'unico modo per dar vita ad un sistema agricolo produttivo (Kovda, 1980; Szabolcs, 1986).

Sebbene la presenza di sali nella soluzione del terreno sia all'origine delle diverse specie ioniche il cui ruolo è di estrema importanza nelle complesse relazioni tra suolo e pianta, a seconda della loro natura e concentrazione essi possono determinare condizioni favorevoli o meno alla crescita vegetale ed influenzare in modo positivo o negativo le proprietà fisiche e strutturali del terreno. E' infatti ben noto che un'opportuna quantità di sali è essenziale alla formazione ed al mantenimento di uno stato strutturale del suolo il più idoneo possibile allo sviluppo vegetale. Quantità opportune di elettroliti (sali) promuovono infatti la flocculazione delle particelle colloidali del terreno migliorandone quelle proprietà aggreganti che ne controllano la friabilità attraverso la formazione di una struttura porosa tale da permettere la libera circolazione di aria ed acqua, e favorire lo sviluppo dell'apparato radicale delle piante ed il libero movimento dei soluti. Tuttavia il verificarsi di condizioni che ne favoriscano il progressivo accumulo possono causare seri danni alla fertilità fisica e chimica del terreno specie in presenza di sali sodici.

I principali effetti negativi della presenza di sali solubili nel terreno sono rappresentati da:

a) una limitata disponibilità di acqua per la crescita delle piante dovuta ad una elevata pressione osmotica della soluzione circolante; b) diminuzione della disponibilità di nutrienti specifici; c) ostacolo alla germinazione delle pianticelle a causa della formazione di efflorescenze saline in prossimità della superficie dei suoli. E' ben noto inoltre anche il rischio della eccessiva presenza nel terreno di sali sodici. Oltre ad effetti tossici specifici sulle colture, essi possono dar luogo alla dispersione delle particelle colloidali delle argille con formazione di una struttura scarsamente porosa che limita lo sviluppo delle piante attraverso la riduzione degli scambi idrici e gassosi, e la formazione di uno strato sottile superficiale denso e compatto che favorisce il ruscellamento delle acque con conseguente erosione del suolo (Agassi *et al.*, 1981).

L'estendersi del fenomeno della salinizzazione dei suoli è prevalentemente connesso all'uso crescente di acque di irrigazione non idonee in assenza di adeguati sistemi di drenaggio. Ciò causa la perdita di vaste aree produttive, rese sterili ed aride dalla loro progressiva salinizzazione (Kovda, 1983). La salinizzazione dei suoli produce quindi i suoi effetti negativi sull'ambiente, sulla società, e sulla economia delle regioni e dei paesi interessati dal fenomeno. Inizialmente si osserva una progressiva riduzione nella

produttività dei suoli e successivamente la totale scomparsa della vegetazione. Zone una volta fertili e produttive si trasformano quindi in ambienti aridi e privi di habitat con riduzione della biodiversità (Ghassemi *et al.*, 1991).

La conoscenza dei meccanismi che regolano e determinano la struttura e la stabilità dei suoli affetti da salinizzazione e/o alcalinizzazione è quindi essenziale per prevenire la loro degradazione strutturale e per la loro conservazione quale risorsa di vitale importanza per le future generazioni.

Effetto dei sali sulla struttura del terreno

La struttura del suolo può essere definita come "l'arrangiamento di particelle ed aggregati di varia forma e dimensione raggruppati insieme in modi diversi per dar luogo un sistema poroso continuo". Molti fattori influenzano nel loro complesso la struttura del suolo; tra questi la natura delle particelle primarie, il contenuto di sostanza organica e di altri materiali aggreganti, il pH, i processi chimici e biologici, le condizioni ambientali, etc. Anche la presenza di sali solubili, la loro natura e concentrazione nella soluzione circolante, è di fondamentale importanza nel determinare quelle proprietà chimico-fisiche del terreno che concorrono alla formazione di una struttura ottimale per la crescita vegetale.

Le basi fondamentali per comprendere le interazioni tra sali e particelle di terreno, ed il loro effetto sulla struttura di quest'ultimo, stanno nella teoria del doppio strato elettrico diffuso di Gouy-Chapman (Overbeek, 1952). Secondo questo modello, in presenza di elettroliti, si ha la formazione di un doppio strato elettrico all'interfaccia tra particelle colloidali caricate negativamente (carica superficiale) ed i cationi (contro-ioni) aventi carica positiva che provengono dalla dissociazione degli elettroliti e che neutralizzano la carica superficiale. I contro-ioni sono attratti elettrostaticamente verso la superficie carica; nello stesso tempo essi tendono a diffondere e migrare verso l'interno della soluzione dove la loro concentrazione è minore. Queste due forze contrapposte fanno sì che all'interfaccia solido/liquido si stabilisca un certo equilibrio attraverso la formazione di un doppio strato elettrico diffuso. La distribuzione degli ioni nello strato diffuso dipende essenzialmente dalla carica superficiale, dalla loro natura, e dalla loro concentrazione. Aumentando la concentrazione e la carica dei contro-ioni si ha una diminuzione dello spessore dello strato diffuso. Se contro-ioni di specie diversa hanno la stessa valenza lo spessore del doppio strato è determinato dalla loro adsorbibilità specifica, e quindi dal loro grado di idratazione e polarizzabilità (Voyutsky, 1970). Tra ioni che hanno la stessa valenza, quelli che hanno il

raggio effettivo più grande presentano la massima adsorbibilità essendo meno idratati e maggiormente polarizzabili; di conseguenza essi sono più attratti verso la superficie carica delle particelle colloidali. Cationi bivalenti come il calcio (Ca^{++}) e il magnesio (Mg^{++}) vengono quindi maggiormente attratti che non quelli monovalenti come il sodio (Na^+).

Quando due particelle colloidali si avvicinano l'una all'altra, i rispettivi strati diffusi di contro-ioni cominciano a sovrapporsi per cui si sviluppano forze repulsive tra particelle che hanno la stessa carica superficiale. Tali forze repulsive sono tanto maggiori quanto più sono presenti cationi monovalenti o quanto minore è la concentrazione dell'elettrolita nella soluzione, cioè quando gli strati diffusi dei contro-ioni intorno alle particelle colloidali sono maggiormente estesi. L'associazione di particelle tra loro o con altre particelle, in unità dette "aggregati" è quindi favorita quando i loro strati diffusi di contro-ioni sono compressi verso la superficie delle particelle, le quali possono così avvicinarsi maggiormente l'una all'altra. In questo caso la struttura derivante dall'insieme degli aggregati risulta più porosa di quella formata dall'unione di singole particelle.

Nel suolo questo meccanismo permette quindi la formazione di una struttura ottimale, ben aereata, permeabile all'acqua, e favorevole allo sviluppo radicale. Al contrario, la bassa concentrazione di elettrolita e la predominanza di sodio nel complesso di scambio sono all'origine della separazione degli aggregati in singole particelle, e quindi di una struttura sfavorevole all'utilizzazione agronomica del terreno. Le particelle colloidali disperse possono infatti dare origine alla formazione di sottili croste superficiali dense e compatte, o migrare verso gli strati subsuperficiali del terreno ed occludere pori di dimensioni adeguate, riducendone la permeabilità e favorendone il processo erosivo. La dispersione di particelle colloidali è favorita dall'aumento della carica negativa superficiale prodotta da elevati valori di pH associati con la presenza di sali sodici idrolizzabili in sistemi a carica variabile (potenziale costante). Inoltre, la repulsione elettrostatica tra i foglietti delle argille fa sì che l'acqua possa penetrare tra questi dando luogo al fenomeno della espansione reticolare (*swelling*), con diminuzione del volume inter-particellare e conseguente riduzione della permeabilità del suolo.

Questo fenomeno è particolarmente rilevante in presenza di minerali a reticolo espandente quali smectiti (es. montmorillonite), specie a percentuali di sodio scambiabile (ESP) relativamente elevate (Roadhes, 1989). La repulsione elettrostatica tra i foglietti delle argille è quindi favorita quando i sali sodici predominano nella soluzione circolante del terreno. Basandosi su studi condotti su differenti tipi di terreno l'US Salinity Laboratory Staff (1954) ha proposto un valore critico per l'ESP pari a 15 oltre il quale si pos-

sono avere effetti negativi sulla struttura del suolo. I ricercatori australiani tuttavia considerano come critico un valore di ESP pari a 6 a causa dello scarso contenuto in sali solubili dei loro suoli (Rengasamy e Olsson, 1991).

Per mantenere allo stato flocculato i colloidi del suolo è quindi necessaria una certa concentrazione di elettrolita, detta concentrazione critica di coagulazione (c.c.c.) o concentrazione di soglia (*Threshold Electrolyte Concentration*), che è funzione del SAR della soluzione circolante. Maggiore è il SAR della soluzione più elevata dovrà essere la concentrazione di elettrolita necessaria a mantenere flocculato il sistema. Prerequisiti necessari per l'aggregazione sono quindi la rimozione o la riduzione di ioni Na^+ dal sistema, e la flocculazione delle particelle colloidali. Allo scopo sono spesso utilizzati ammendanti inorganici e polimeri organici sintetici (condizionatori). E' possibile inoltre una via biologica alla flocculazione. Alcune reazioni microbiche specifiche possono infatti solubilizzare e mobilizzare il ferro e l'alluminio presenti nel suolo, i quali sono capaci di formare legami stabili tra particelle colloidali, sia organiche che inorganiche, mantenendo flocculato il sistema (Schwertman *et al.*, 1986). Anche secondo Emerson e Greenland (1991) i policationi di ferro e alluminio sembrano essere più efficaci del calcio nello scambio con il sodio nel ridurre il SAR della soluzione e nella focculazione dei colloidi del suolo.

Proprietà di flusso del terreno in condizioni salino sodiche

I - Conducibilità idraulica

Durante gli ultimi 40 anni si è molto studiato l'effetto di soluzioni di diversa composizione chimica sulla conducibilità idraulica di suoli e argille (Quirk e Schofield, 1955; McNeal e Coleman, 1966; Frenkel *et al.*, 1978; Pupisky e Shainberg, 1979; Metzger *et al.*, 1983; Yousaf *et al.*, 1987; Keren e Singer, 1988). In accordo ai principi teorici questi studi hanno mostrato che la presenza di cationi bivalenti quali Ca^{++} nella soluzione circolante e nel complesso di scambio generalmente migliorano le proprietà di flusso del suolo, mentre in presenza di Na^+ tali proprietà vengono ridotte specie alle basse concentrazioni di elettrolita. I meccanismi proposti per spiegare la diminuzione della conducibilità idraulica del suolo sono essenzialmente due, entrambi legati alle modificazioni strutturali che si verificano al-

l'interno della matrice solida: a) dispersione e migrazione delle particelle colloidali e conseguente bloccaggio dei pori di opportuna grandezza; b) espansione reticolare *in situ* di alcune specie colloidali con riduzione dello spazio inter-particellare del sistema, e quindi della sua porosità totale (Felhender *et al.*, 1974; Pupisky e Shainberg, 1979; Shainberg *et al.*, 1981). Conseguenza è la progressiva diminuzione della conducibilità idraulica del terreno per cui non è possibile la caratterizzazione del processo di flusso mediante l'equazione di Darcy. Studi condotti su un particolare tipo di suolo (Aringhieri e Capurro, 1994) e su alcuni sistemi colloidali (Aringhieri, 1998) hanno portato a sviluppare un modello di flusso applicabile in condizioni di saturazione e di non linearità della funzione $Q = Q(t)$, capace di caratterizzare il processo di flusso attraverso due parametri essenziali: K_{sat}° e α . Il primo rappresenta la conducibilità idraulica iniziale del sistema ($t = 0$), mentre il secondo altro non è che la costante di velocità del processo di flusso ed è in relazione alla rapidità con cui si verificano modificazioni strutturali all'interno della matrice solida, e quindi della maggiore o minore suscettibilità del sistema a modificare il proprio assetto strutturale sotto determinate condizioni chimico-fisiche. Le equazioni fondamentali del modello proposto sono le seguenti:

$$dQ/dt = (dQ/dt)_{t=0} e^{-\alpha t} \quad (1)$$

$$Q = (A \Delta H/L\alpha) K_{sat}^{\circ} (1 - e^{-\alpha t}) \quad (2)$$

$$Q' = (A \Delta H/L) K_{sat}^{\circ} e^{-\alpha t} \quad (3)$$

$$\ln Q' = \ln (A \Delta H/L) K_{sat}^{\circ} - \alpha t \quad (4)$$

dove dQ/dt rappresenta la velocità con la quale la quantità di soluzione dQ fluisce attraverso la colonna di terreno nel tempo dt , Q il volume di soluzione effluente, L la lunghezza della colonna, A l'area della sua sezione trasversale, ΔH il potenziale idraulico (costante), K_{sat}° la conducibilità idraulica al tempo $t \rightarrow 0$, ed α la costante di velocità del processo. L'eq. 4 rappresenta l'equazione di una retta per cui è possibile calcolarne il coefficiente angolare e l'intercetta, e quindi i parametri caratteristici del processo K_{sat}° e α . Considerando un intervallo di tempo molto ristretto, cioè per $t \rightarrow 0$, si ottiene l'equazione classica di Darcy. Lo stesso vale anche in assenza di modificazioni strutturali durante il processo di flusso, e cioè per $\alpha = 0$. L'equazione di Darcy rappresenta quindi una particolare approssimazione del modello proposto, valida in condizioni di flusso costante ed in assenza di modificazioni strutturali del substrato.

II - Velocità di infiltrazione e croste superficiali

Uno dei maggiori problemi che spesso si presentano in regioni aride o subaride in seguito all'impiego di acque salino-sodiche per uso irriguo è la formazione di uno strato sottile e compatto alla superficie del suolo, provocato dall'impatto delle grosse gocce di acqua con la superficie e dalla conseguente dispersione meccanica e chimica degli aggregati. Lo strato sottile superficiale è caratterizzato da una elevata densità, da scarsa porosità, e da una permeabilità di gran lunga inferiore a quella del suolo sottostante. Queste sottili croste superficiali riducono fortemente la velocità d'infiltrazione dell'acqua nel terreno provocandone l'erosione attraverso il ruscellamento superficiale, impediscono gli scambi idrici e gassosi, e ostacolano l'emergenza delle pianticelle.

Poichè tutta l'acqua che arriva al terreno deve necessariamente passare attraverso la superficie, la velocità d'infiltrazione è determinata dalle proprietà dello strato superficiale. A parità di condizioni chimiche e meccaniche la formazione di croste superficiali, e la stabilità strutturale, è in relazione alla tessitura del terreno. Una struttura fragile e la formazione di uno strato sottile di elevata densità è infatti favorita dalla presenza di un elevato contenuto in limo (Cary e Evans, 1974).

Secondo Shainberg (1985) i meccanismi responsabili della formazione di croste superficiali in suoli esposti all'azione battente dell'acqua sono essenzialmente due: a) frammentazione degli aggregati dovuta all'impatto delle gocce di acqua con la superficie del terreno, per cui si ha una riduzione della grandezza media dei pori dello strato superficiale che ne favorisce la compattazione; b) dispersione chimico-fisica delle particelle colloidali, loro migrazione ed accumulo nei pori dello strato immediatamente al di sotto della superficie ("washed in" zone). Lo spessore dello strato sottile superficiale e la densità di quello sottostante aumentano con la percentuale di sodio nel complesso di scambio (ESP). In terreni sodici infatti lo spessore dello strato sottile è circa 5 volte più grande di quello di suoli a basso valore di ESP (Gal *et al.*, 1984).

Secondo Epstein e Grant (1973) l'effetto maggiore prodotto dall'azione battente dell'acqua sullo strato superficiale è la sua compattazione fisica, mentre sarebbe di minore importanza nella formazione della crosta superficiale la dispersione dei colloidi e la loro migrazione verso la zona sottostante. Anche Helalia *et al.* (1988) concordano che la velocità di infiltrazione è maggiormente ridotta a causa della formazione di croste superficiali che non a causa del bloccaggio dei pori prodotto dalla dispersione chimica

nella "washed in" zone.

Di norma la capacità d'infiltrazione del suolo è inizialmente elevata, specie se asciutto, ma tende a diminuire rapidamente fino ad approssimarsi asintoticamente ad un valore costante detto velocità finale di infiltrazione (FIR). Se la velocità di apporto idrico al suolo è più bassa della sua capacità d'infiltrazione, la velocità di apporto è quella che determina la velocità di infiltrazione (IR). Se invece la velocità di apporto idrico è più elevata della capacità di infiltrazione del suolo, sarà quest'ultima a determinare la velocità d'infiltrazione ed il processo è detto "controllato alla superficie".

In presenza di sottili croste superficiali di bassa permeabilità saranno quindi queste ultime a determinare la velocità d'infiltrazione. L'effetto del sodio scambiabile sulla formazione di tali croste e sulla velocità di infiltrazione su differenti tipi pedologici è stato studiato da Kazman *et al.* (1983) in simulatore a pioggia con acqua distillata.

E' stato osservato che la velocità finale di infiltrazione subisce una riduzione del 70% passando da valori di ESP da 1.0 a 2.2. E' quindi possibile dedurre che la velocità di infiltrazione (IR) è molto più sensibile a condizioni sodiche di quanto non lo sia la conducibilità idraulica (K), essendo quest'ultima ridotta sensibilmente solo a valori di ESP intorno a 15. Infatti, oltre alla dispersione chimica, a determinare la riduzione della velocità d'infiltrazione è soprattutto la frammentazione meccanica degli aggregati, ciò che non si verifica durante le misure di conducibilità idraulica per le quali il disturbo superficiale è nullo o ridotto al minimo possibile.

Riguardo all'effetto della concentrazione di elettrolita sulla velocità di infiltrazione, è stato osservato che la velocità finale di infiltrazione aumenta all'aumentare della concentrazione (Agassi *et al.*, 1981). Con acque di elevata concentrazione salina il meccanismo principale che porta alla formazione di uno strato sottile, compatto, e di bassa permeabilità, è la frammentazione degli aggregati dovuta all'azione battente dell'acqua sulla superficie del suolo. In questi casi la velocità di infiltrazione è piuttosto bassa (8 - 15 mm/h).

Viceversa, con acque di bassa salinità la dispersione chimica dei colloidi è la causa principale della riduzione della velocità di infiltrazione, anche in suoli di basso contenuto in sodio scambiabile. Le particelle colloidali disperse vengono allora trasportate dalle acque, sia di pioggia che di irrigazione, nello strato immediatamente al di sotto di quello superficiale, dove si accumulano con riduzione della porosità totale di quest'ultimo, e quindi della sua capacità di infiltrazione.

Bibliografia

- AGASSI M., SHAINBERG I., MORIN J., 1981. Effect of electrolyte concentration and soil sodicity on infiltration rate and crust formation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 45: 848-851.
- ARINGHIERI R., CAPURRO M., 1994. Evaluating saturated hydraulic conductivity of a soil in laboratory investigations : an empirical model. *Soil Sci.* 157 (2): 77-83.
- ARINGHIERI R., 1998. Saturated hydraulic conductivity and structural properties of clay-sand systems. 16° World Congr. Soil Sci. Montpellier. France.
- CARY J.W., EVANS D.D., (eds.). 1974. *Soil Crusts. Tech. Bull.* No 214, Univ of Arizona, Tucson, AZ.
- EMERSON W.W., GREENLAND D. J., 1991. Soil aggregates-formation and stability. In: Soil Colloids and their Associations in aggregates. M. F. De Boodts, M.H.B. Hayes, and A. Herbillon. (eds.) pp 485-511. Plenum Publ. Corp. New York.
- EPSTEIN E., GRANT W.J., 1973. Soil crust formation as affected by raindrop impact. In: Ecological Studies, 4. Physical aspects of soil water and salts in ecosystems. pp. 195-201. Springer-Verlag, New York.
- FELHENDER R., SHAINBERG I., FRENKEL H., 1974. Dispersion and hydraulic conductivity of soils in mixed solutions. *Trans. 10th Int. Congr. Soil Sci.* 1: 103-112.
- FRENKEL H., GOERTZEN J.O., RHOADES J.D., 1978. Effects of clay type and content, exchangeable sodium percentage, and electrolyte concentration on clay dispersion and soil hydraulic conductivity. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 42: 32-39.
- GHASSEMI F., JAKEMAN A.J., NIX H.A., 1991. Human induced salinisation and use of quantitative methods. *Environ. Int.* 17: 581-594.
- GAL M., ARCAN L., SHAINBERG I., KEREN R., 1984. The effect of exchangeable sodium and phosphogypsum on the structure of soil crusts-SEM observations. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 48: 872-878.
- HELALIA A.M., LETEY J., GRAHAM R.C., 1988. Crust formation and clay migration effects on infiltration rate. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52: 251-255.
- KAZMAN S., SHAINBERG I., GAL M., 1983. Effect of low levels of exchangeable Na and applied phosphogypsum on the infiltration rate of various soils. *Soil Sci.* 35: 184-192.
- KEREN R., SINGER M.J., 1988. Effect of low electrolyte concentration on hydraulic conductivity of sodium/calcium montmorillonite-sand system. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52: 368-373.
- KOVDA V.A., 1980. Land aridization and drought control. Westview Press, Boulder, Colorado.
- KOVDA V.A., 1983. Loss of productive land due to salinisation. *Ambio* 12: 91-93.
- McNEAL B.L., COLEMAN N.T., 1966. Effect of solution composition on soil hydraulic conductivity. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 30: 308-312.
- METZGER L., YARON B., MINGELGRIN U., 1983. Soil hydraulic conductivity as affected by physical and chemical properties of effluents. *Agronomie* 3: 771-778.
- OVERBEEK J.T.H.G., 1952. Electrochemistry of the double layer. In: H.R. Kruit (ed.) Colloid Science. Elsevier Publishing Co., Amsterdam, The Netherland.
- PUPISKY H., SHAINBERG I., 1979. Salt effects on the hydraulic conductivity of a sandy soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 43: 429-433.
- QUIRK J.P., SCHOFIELD R.H., 1955. The effect of electrolyte concentration on soil permeability. *J. Soil Sci.* 6: 163-178.
- RENGASAMY P., OLSSON K.A., 1991. Sodicity and soil structure. *Aust. J. Soil Res.* 29: 935-952.
- RHOADES J.D., 1989. Effect of salts on soils and plants. *Proc. Natnl. Water Conference.* IR and WR Divs/ASCE. Newark, Delaware. July 17-20.
- SCHWERTMANN U., KODAMA H., FISCHER W.R., 1986. Mutual interactions between organics and iron oxides. In: Interactions of soil minerals with natural organics and microbes. P.M. Huang and M. Schnitzer (eds.) pp 223-250. Special publication n° 17, *Soil Sci. Soc. Am. Inc.*, Madison, Wis.

- SHAINBERG I, RHOADES J.D., PRATER R.J., 1981. Effect of low electrolyte concentration on clay dispersion and hydraulic conductivity of a sodic soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 45: 273-277.
- SHAINBERG I, 1985. The effect of exchangeable sodium and electrolyte concentration on crust formation. In: B.A. Stewart (ed.) *Adv. Soil Sci.* 1: 101-122. Springer-Verlag, New York.
- SZABOLCS I, 1986. Agronomical and ecological impact of irrigation on soil and water salinity. In: B.A. Stewart (ed.) *Adv. Soil Sci.* 4: 189-218. Springer-Verlag, New York.
- U.S. SALINITY LABORATORY STAFF, 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Handbook 60, U.S. Dept. Agric.
- VOYUTSKY S., 1978. Colloid chemistry. Mir Publ., Moscow.
- YOUSAF M., ALI O.M., RHOADES J.D., 1987. Clay dispersion and hydraulic conductivity of some salt-affected arid land soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 51: 905-907.
-

**CONFRONTO TRA ALCUNI METODI PER LA STIMA
DELL'EVAPOTRASPIRAZIONE DI RIFERIMENTO IN
AMBIENTI DELL'ITALIA CENTRO-MERIDIONALE
AI FINI DELLA CARATTERIZZAZIONE DEL REGIME
IDRICO DEI SUOLI SECONDO LA SOIL TAXONOMY**

Amedeo D'Antonio, Maria Rosaria Ingenito,
Giuliano Marsiglia, Linda Toderico

Regione Campania - Settore Sperimentazione, Informazione, Ricerca e Consulenza in Agricoltura -
Centro Direzionale Isola A6, 80143 Napoli

Riassunto

Per otto stazioni climatiche dell'Italia centro-meridionale, comprese tra i 42 e i 40° di latitudine nord, è stata valutata l'influenza di diversi metodi indiretti di stima dell'evapotraspirazione di riferimento (ET_o) in alcuni dei modelli più diffusi (metodo di Billaux e metodo di Newhall) utilizzati per caratterizzare il regime idrico dei suoli secondo la classificazione della *Soil Taxonomy*.

Sono stati confrontati, mediante analisi statistica, sette metodi di stima dell'ET_o (Thornthwaite, Blaney-Criddle, Blaney-Criddle modificato FAO, Blaney-Criddle modificato per l'ambiente italiano, Radiazione, Hargreaves, Tombesi-Lauciani) rispetto al metodo di Penman-Monteith, indicato a livello mondiale come il metodo con il migliore adattamento alle misure reali di evapotraspirato. I risultati mostrano che, pur esistendo un buon accordo tra le serie di dati confrontati ($0,98 \geq R^2 \geq 0,87$), negli ambienti in esame il metodo di Thornthwaite è l'unico che in media sottostima l'ET_o (23%), mentre tutti gli altri metodi sovrastimano l'ET_o, con valori medi compresi tra l'1 e il 41%, rispetto ai valori ottenuti con l'algoritmo di Penman-Monteith.

È stato evidenziato come la scelta del metodo indiretto per la stima dell'ET_o influenza significativamente il processo di attribuzione del

regime idrico di un suolo sia quando venga applicato il metodo di Billaux che quello di Newhall. In particolare il metodo di Thornthwaite, in considerazione della sua elevata sottostima dell'ET_o, produce regimi idrici sempre più umidi rispetto agli altri metodi.

Il confronto tra i due metodi per la stima del regime idrico indica la tendenza del metodo di Newhall a produrre condizioni di regime idrico più asciutto rispetto al metodo di Billaux, così come evidenziato da altri Autori, ed a generare, per gli ambienti che presentano condizioni climatiche di maggiore deficit idrico annuale, anche regimi idrici di tipo aridico.

Parole chiave: regime di umidità del suolo, evapotraspirazione di riferimento, modello Billaux, modello Newhall.

Comparison between different methods of estimate of reference evapotranspiration in some environmental of central-southern Italy to assess the soil moisture regime according to *Soil Taxonomy*

Summary

In eight climate stations of the Italian central-southern environment between 42 and 40 degrees latitudes, the influence of different indirect methods of estimating the reference evapotranspiration (ET_o) in some most popular models (Billaux's and Newhall's methods) has been investigated in order to assess the soil moisture regime according to U.S. Soil Taxonomy.

Seven ET_o estimating methods (Thornthwaite, Blaney-Criddle, Blaney-Criddle modified FAO, Blaney-Criddle modified for Italian areas, Radiation, Hargreaves, Tombesi-Lauciani) have been compared by statistics vs Penman-Monteith method, which is world-wide adopted for the most suitable evaluation of lysimetric measurement. The results shows that, although there is a good relationship between the compared data ($0,98 \geq R^2 \geq 0,87$), in the examined areas, the Thornthwaite method underestimates on average the ET_o (23%), whereas all the other methods overestimate the ET_o with an average between 1 and 41% respect to ET_o values obtained by the Penman-Monteith equation.

The choice of ET_o's estimating method significantly affects the soil moisture regime evaluation using the Billaux as well as the Newhall method. In particular, the Thornthwaite method produces wetter classes of soil moisture regime than others due to the ET_o underestimation.

The comparison between the two methods for the assessment of the soil moisture regime shows that the Newhall evaluation produces dryer classes of soil moisture regime than the Billaux method, as reported also by other authors, and generates in strong water-deficient environments the aridic moisture regime.

Key words: soil moisture regime, reference evapotranspiration, Billaux model, Newhall model.

Introduzione

Il sistema di classificazione pedologico del National Resources Conservation Service degli Stati Uniti, noto comunemente come *Soil Taxonomy*, definisce il regime di umidità del suolo in funzione "della presenza, o dell'assenza, all'interno di una specifica parte del suolo o di una falda o di acqua trattenuta ad una tensione inferiore a 1500 kPa durante determinati periodi dell'anno" (SOIL SURVEY STAFF, 1994). Sono così definite cinque classi di regime di umidità: aquico, udico, ustico, xerico e aridico. Queste esprimono, per una determinata parte di suolo (sezione di controllo), le variazioni quantitative (asciutta, parzialmente umida, umida) e temporali (numero di giorni) del contenuto in acqua. A queste classi la *Soil Taxonomy* attribuisce un peso rilevante ai fini della collocazione tassonomica di un pedon, richiedendone la parametrizzazione sino dai primi livelli gerarchici (Rasio, 1995).

A fini pratici (sperimentazione, rilevamenti per scopi cartografici), ed in assenza di misurazioni dirette del regime idrico del suolo, la valutazione e l'attribuzione ad una delle cinque classi in cui esso è stato suddiviso è eseguita mediante l'applicazione di modelli i cui algoritmi individuano nell'evapotraspirazione delle piante la principale perdita di acqua e nelle piogge gli apporti idrici al suolo (quest'ultimo parametro in genere derivato da dati interpolati di stazioni "climatiche" prossime al sito studiato), mentre più diversificata risulta la simulazione del movimento dell'acqua nel suolo stesso (Newhall, 1972; Billaux, 1978).

La misura dell'evapotraspirazione può essere effettuata o in modo diretto attraverso l'uso del lisimetro, il quale però per costi e difficoltà di gestione trova applicazione solo nei settori della sperimentazione oppure, più diffusamente, mediante metodi indiretti che si basano su correlazioni tra l'evapotraspirazione ed uno o più dei fattori climatici che la influenzano. Ai metodi indiretti si ascrive la formula di Thornthwaite (Thornthwaite e

Kolzam, 1942), la cui stima dell'evapotraspirato si basa sui dati di temperatura dell'aria e sulla latitudine della stazione: essa viene applicata pressoché in tutti i modelli utilizzati per la definizione del regime di umidità dei suoli. Recentemente la FAO (1992) ha indicato nell'equazione di Penman-Monteith il metodo indiretto che, anche in situazioni ambientali diverse, mostra il migliore adattamento alle misure lisimetriche. Per contro il metodo richiede la conoscenza di numerosi parametri meteorologici (temperatura ed umidità dell'aria, piovosità, radiazione solare, velocità del vento), frequentemente disponibili solo per un limitato numero di stazioni.

Con la presente nota si sono confrontati tra loro diversi metodi indiretti per la stima dell'evapotraspirazione in alcuni ambienti dell'Italia centro-meridionale valutando, nel contempo, il metodo in grado di fornire le migliori stime rispetto al metodo Penman-Monteith, utilizzato come metodo di riferimento. Successivamente è stata valutata l'influenza dell'algoritmo di calcolo dell'evapotraspirazione nei modelli più utilizzati per caratterizzare il regime idrico dei suoli secondo la classificazione proposta dalla *Soil Taxonomy*.

Materiali e metodi

Ai fini del presente lavoro sono state prese in considerazione 8 stazioni dell'Italia centro-meridionale (Tabella 1) comprese tra i 42° e i 40° di latitudine nord, utilizzando gli anni di osservazione che presentano disponibilità nei valori medi mensili di tutti i parametri meteorologici necessari per la stima dell'evapotraspirazione di riferimento (ET_o) secondo il modello di Penman-Monteith (FAO, 1992).

La scelta di considerare l'ET_o come misura dell'evapotraspirato di una stazione consente di effettuare il confronto tra metodi indiretti. Pertanto, oltre al metodo Penman-Monteith, sono stati presi in considerazione altri 7 metodi: Thornthwaite, Blaney e Criddle (1962), Blaney e Criddle modificato FAO (Doorenbos e Pruitt, 1977), Blaney e Criddle modificato per l'ambiente italiano (Ciavatta e Vianello, 1989), Radiazione (Doorenbos e Pruitt, 1977), Hargreaves (Hargreaves e Samani, 1982), Tombesi-Lauciani (Lauciani *et al.*, 1988). Lo sviluppo dell'algoritmo per il calcolo dell'ET_o di ogni modello, essendo piuttosto complesso, non viene qui riportato, rimandando alle citate note illustrative.

Per individuare l'adattabilità dei diversi metodi di stima dell'ET_o al metodo di Penman-Monteith, utilizzato come metodo di riferi-

mento, è stato calcolato l'errore standard tra i valori mensili dell'ETo stimati mediante il metodo Penman-Monteith e quelli calcolati mediante regressione non passante (SEE) o passante per l'origine degli assi (ASEE), regressione effettuata tra ETo stimata con il metodo Penman-Monteith (variabile dipendente) ed ETo stimata con gli altri sette metodi (variabile indipendente). L'errore è stato calcolato con la seguente formula (Casilli *et al.*, 1992):

$$SEE \text{ o } ASEE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_{PM} - Y^*)^2}{n - 2}}$$

dove:

Y_{pm} = ETo stimata con il metodo di Penman-Monteith;

Y^* = ETo calcolata con regressione passante (ASEE) o non passante (SEE) per l'origine degli assi;

n = numero di osservazioni.

Tabella 1

Individuazione geografica delle stazioni meteorologiche analizzate.
Geographic position of the meteorological station analyzed.

Stazione	Latitudine Nord	Longitudine Est	altimetria m s.l.m.	anni di osservazione	Piuvosità annuale (mm)	Temperatura media (°C)
Roma - campo Celimontano ⁽¹⁾	41° 53'	12° 30'	35	1968-1986 ^(*)	780	16,1
Paliano (Frosinone) ⁽¹⁾	41° 45'	12° 61'	260	1982-1986 ^(*)	853	13,9
Campochiaro (Campobasso) ⁽²⁾	41° 28'	14° 32'	502	1993-1994	1022	11,7
Piano Cappelle (Benevento) ⁽²⁾	41° 06'	14° 49'	152	1994	621	15,0
Palo del Colle (Bari) ⁽²⁾	41° 03'	16° 37'	191	1994	623	15,8
Villa Literno (Caserta) ⁽³⁾	40° 52'	14° 53'	25	1972-1991	844	14,0
Battipaglia (Salerno) ⁽¹⁾	40° 34'	15° 00'	50	1980-1987 ^(*)	951	15,9
Castellaneta (Taranto) ⁽⁴⁾	40° 24'	16° 53'	20	1987-1990	414	15,7

⁽¹⁾ Lauciani *et al.*, 1988

⁽²⁾ Ministero per le Politiche Agricole, Ufficio Centrale di Ecologia Agraria

⁽³⁾ Regione Campania, Centro Agrometeorologico Regionale (dati non pubblicati)

⁽⁴⁾ Gatto, 1991

^(*) dati meteorologici espressi come media degli anni di osservazione.

^(*) *meteorological parameters expressed as mean of the available years.*

Successivamente è stata valutata l'influenza dei metodi di stima dell'ET_o nel modello di Billaux (1978) e nel modello di Newhall (1972), metodi tra i più adottati per gli ambienti italiani, ai fini della definizione del regime idrico di un suolo secondo la classificazione della *Soil Taxonomy* (Cali *et al.*, 1996). Il primo si basa su una interpolazione grafica dei bilanci idrici secondo Thornthwaite-Mather, il secondo suddivide il suolo in strati e celle attribuendo, a ciascuna di esse, un potenziale idrico in funzione della posizione relativa all'interno del suolo stesso. Ambedue i metodi utilizzano un passo di integrazione mensile e permettono di stabilire la quota iniziale di acqua disponibile per le piante (A.W.C.) nel suolo.

Per la risoluzione del metodo di Billaux è stato sviluppato e compilato in interprete Basic un apposito programma per personal computer. Questo, oltre a gestire 9 variabili meteorologiche su base mensile (temperatura dell'aria massima e minima, piovosità, giorni piovosi, umidità relativa massima e minima, radiazione solare, velocità del vento, evaporato da Classe A pan), permette il calcolo di alcuni indici climatici (Cali *et al.*, 1996) e lo sviluppo del bilancio idrico di Thornthwaite-Mather (Ciavatta e Vianello, 1989), anche secondo le diverse formule proposte per la stima dell'ET_o.

Per la risoluzione del metodo di Newhall è stato utilizzato il programma "NSM" per personal computer sviluppato in interprete basic da Van Vambeke *et al.* (1986) il quale, poiché utilizza solo l'equazione di Thornthwaite per la stima dell'evapotraspirazione, è stato modificato nei file di output per valutare l'influenza di ognuna delle altre sette equazioni nell'assegnazione del regime idrico del suolo.

La valutazione del regime idrico è stata eseguita per tutte le stazioni sui valori climatici mensili dell'anno medio, ed anno per anno per la stazione di Villa Literno per la quale sono disponibili, durante i 20 anni di osservazione, tutte le variabili meteorologiche.

Le stime del regime idrico sono state effettuate fissando l'A.W.C. del suolo a 200 mm di acqua.

Risultati e discussioni

In Tabella 2 sono riportati i risultati ottenuti dall'analisi statistica relativa al confronto tra i valori mensili dell'ET_o stimato con il metodo Penman-Monteith rispetto ai valori stimati con gli altri sette metodi indiretti.

Sia pure con coefficienti di determinazioni elevati per tutti i me-

todi ($0,98 \geq R^2 \geq 0,87$), indicando un buon accordo tra le serie di dati confrontati, l'errore standard (SEE) relativo all'intero periodo dell'anno è risultato piuttosto elevato rispetto all'ETo dei mesi autunno-invernali, periodo nel quale tali valori sono relativamente modesti. L'SEE risulta il più alto per il metodo di Thornthwaite ($19,02 \text{ mm mese}^{-1}$) e il più basso per il metodo della Radiazione ($7,12 \text{ mm mese}^{-1}$), mentre gli altri metodi mostrano SEE compresi tra i $18,51 \text{ mm mese}^{-1}$ (metodo Blaney-Criddle modificato per l'ambiente italiano) ed i $11,28 \text{ mm mese}^{-1}$ (metodo di Hargreaves).

Tabella 2

Risultati dell'analisi statistica relativa al confronto tra ETo stimata con il metodo Penman-Monteith ed ETo stimata con altri metodi ($n = 96$). *Summarizing table of the statistics obtained comparing the values of the reference evapotranspiration estimated by Penman-Monteith method and estimated by other methods*
(number of observations = 96).

metodo	SEE ⁽¹⁾ (mm mese ⁻¹)	a ⁽²⁾	b ⁽³⁾	R ² ⁽⁴⁾	ASEE ⁽⁵⁾ (mm mese ⁻¹)	b ⁽⁶⁾	R ² ⁽⁷⁾
Thornthwaite	19,02	18,48	1,04	0,87	21,73	1,23	0,82
Hargreaves	11,28	2,22	0,97	0,95	11,27	0,99	0,95
Radiazione	7,12	6,88	0,88	0,98	8,02	0,93	0,98
Blaney e Criddle mod. Italia	18,51	1,90	0,86	0,87	18,45	0,88	0,87
Tombesi e Lauciani	14,53	4,92	0,78	0,92	14,67	0,82	0,92
Blaney e Criddle	15,19	-60,12	1,16	0,92	24,51	0,73	0,78
Blaney e Criddle mod. FAO	15,48	9,09	0,54	0,91	16,16	0,59	0,90

(1) Errore standard tra i valori mensili di ETo stimati con il metodo Penman-Monteith e quelli stimati mediante la regressione non passante per l'origine.

(1) *Standard error of estimate between monthly ETo estimated by Penman-Monteith method and those estimated by regression with the line not going through $X=0, Y=0$.*

(2) (3) Coefficiente della equazione di regressione non passante per l'origine.

(2) (3) *Coefficient of regression equation with the line not going through $X=0, Y=0$.*

(4) Coefficiente di determinazione per la regressione non passante per l'origine.

(4) *Coefficient of determination for the regression with the line not going through $X=0, Y=0$.*

(5) Errore standard tra i valori mensili di ETo stimati con il metodo Penman-Monteith e quelli stimati mediante la regressione passante per l'origine.

(5) *Standard error of estimate between monthly ETo estimated by Penman-Monteith method and those estimated by regression with the line going through $X=0, Y=0$.*

(6) Coefficiente di regressione per la regressione passante per l'origine.

(6) *Coefficient of regression for the regression with the line going through $X=0, Y=0$.*

(7) Coefficiente di determinazione per la regressione passante per l'origine.

(7) *Coefficient of determination for the regression with the line going through $X=0, Y=0$.*

L'analisi di regressione lineare tra l'ETo di Penman-Monteith e l'ETo stimato con gli altri metodi effettuata forzando la retta per l'origine, conferma il buon adattamento esistente tra i metodi ($R^2 \geq 0,78$) e permette di valutare, mediante i valori del coefficiente angolare (b), in quale misura ciascun metodo sottostima o sovrastima l'ETo rispetto a quello di Penman-Monteith.

Tra tutti i metodi analizzati, solo il metodo di Thornthwaite presenta un coefficiente angolare superiore ad 1 ($b = 1,23$) indicando la tendenza, a queste latitudini, a sottostimare in misura significativa (23%) l'ETo rispetto ai valori ottenuti con il metodo di Penman-Monteith.

Gli altri metodi, presentando valori di $b < 1$, tendono a sovrastimare l'ETo rispetto al metodo di Penman-Monteith. In particolare il metodo di Hargreaves ($b = 0,99$) e della Radiazione ($b = 0,92$) mostrano una buona adattabilità al metodo di Penman-Monteith, con sovrastime inferiori al 10%. Il metodo di Blaney-Criddle modificato per l'ambiente italiano ($b = 0,88$) e il metodo di Tombesi-Lauciani ($b = 0,82$) producono sovrastime rispettivamente del 12 e del 18%, mentre il metodo Blaney-Criddle ($b = 0,73$) e il metodo Blaney-Criddle modificato FAO ($b = 0,59$) presentano, in valore assoluto, le stime con scostamento maggiore (rispettivamente del 27 e 41%).

Pur non essendo disponibili misurazioni lisimetriche per le stazioni qui considerate, l'analisi statistica permette di raffrontare i parametri ottenuti con quelli prodotti da confronti tra stime dell'ETo e misurazioni effettive di evapotraspirato. In ambienti dell'Italia meridionale (40° latitudine nord) e per l'intero anno Casilli *et al.* (1992) hanno verificato che il metodo Penman-Monteith sottostima i valori di ETo di circa il 13% ($b = 1,13$) rispetto a quelli misurati al lisimetro, mentre Lamascese *et al.* (1997) hanno rilevato sottostime pari a circa l'11%. Ne deriva che, per questi ambienti, l'ETo ottenuto con il metodo di Thornthwaite risulterebbe fortemente sottostimato rispetto all'evapotraspirato misurato al lisimetro (37÷39%). Per contro, i metodi che sovrastimano l'ETo rispetto al metodo Penman-Monteith e che presentano scostamenti in valore assoluto prossimi alle differenze rilevate tra questo e i dati lisimetrici, ed in particolare il metodo di Blaney-Criddle modificato per l'ambiente italiano ed il metodo di Tombesi-Lauciani, sembrano potersi adattare in misura maggiore ai valori reali di evapotraspirato.

La scelta del metodo di calcolo dell'ETo influenza significativamente il processo di attribuzione del regime idrico di un suolo, sia quando è applicato il metodo di Billaux che quello di Newhall (Tabella 3).

In ambedue i metodi l'algoritmo di Thornthwaite risulta quello che più frequentemente (5 stazioni su 8) produce condizioni di maggiore

umidità nel suolo rispetto agli altri metodi di stima dell'ETO: ciò è spiegato dalla tendenza di questo metodo a stimare l'evapotraspirato in misura inferiore rispetto agli altri metodi.

Tabella 3

Confronto tra i metodi indiretti per la stima dell'ETO ai fini dell'attribuzione del regime di idrico di un suolo (AWC = 200 mm), eseguita mediante i metodi di Billaux e di Newhall sui dati climatologici dell'anno medio. *Comparison between indirect methods of estimate of reference evapotranspiration to assess the soil moisture regime (available soil water content = 200 mm) by Billaux and Newhall methods on mean yearly meteorological data.*

stazione	metodo per la stima dell'ETO							
	Th	PM	Har	Rad	BC-Ita	TL	BC	BC-FAO
campo Celimontano (RM)								
Billaux	udico	udico	xerico	xerico	xerico	xerico	xerico	xerico
Newhall	ustico	xerico	xerico	xerico	xerico	xerico	xerico	xerico
Paliano (FR)								
Billaux	udico	xerico	xerico	xerico	xerico	xerico	xerico	xerico
Newhall	ustico	xerico	xerico	xerico	xerico	xerico	xerico	xerico
Campochiaro (CB)								
Billaux	udico	ustico	udico	ustico	ustico	ustico	xerico	xerico
Newhall	udico	xerico	xerico	xerico	ustico	ustico	xerico	xerico
Piano Cappelle (BN)								
Billaux	xerico	xerico	xerico	xerico	xerico	xerico	xerico	xerico
Newhall	xerico	xerico	xerico	xerico	xerico	xerico	aridico	aridico
Palo del Colle (BA)								
Billaux	xerico	xerico	xerico	xerico	xerico	xerico	xerico	aridico
Newhall	xerico	aridico	xerico	aridico	xerico	aridico	aridico	aridico
Villa Literno (CE)								
Billaux	udico	ustico	xerico	xerico	xerico	xerico	xerico	xerico
Newhall	ustico	xerico	xerico	xerico	xerico	xerico	xerico	xerico
Battipaglia (SA)								
Billaux	ustico	xerico	xerico	xerico	xerico	xerico	xerico	xerico
Newhall	ustico	xerico	xerico	xerico	xerico	xerico	xerico	xerico
Castellaneta (TA)								
Billaux	xerico	xerico	xerico	xerico	xerico	xerico	xerico	xerico
Newhall	xerico	xerico	xerico	xerico	aridico	aridico	aridico	aridico

Th = Thornthwaite; PM = Penman-Monteith; Har = Hargreaves; Rad = metodo della Radiazione; BC-Ita = Blaney-Criddle modificato per l'ambiente italiano; TL = Tombesi-Lauciani; BC = Blaney-Criddle; BC-FAO = Blaney-Criddle modificato FAO.

Th = Thornthwaite; PM = Penman-Monteith; Har = Hargreaves; Rad = Radiation; BC-Ita = Blaney-Criddle modified for italian areas; TL = Tombesi-Lauciani; BC = Blaney-Criddle; BC-FAO = Blaney-Criddle modified FAO.

L'utilizzo del metodo di Penman-Monteith sposta decisamente l'attribuzione del regime idrico verso condizioni di xericità. Ciò appare maggiormente evidente quando si utilizza il metodo di Newhall il quale stima per sette delle otto stazioni il regime idrico xerico e per una (Palo del Colle) il regime aridico, mentre con il metodo di Billaux sono ancora presenti il regime udico (campo Celimontano) ed ustico (Campochiaro e Villa Literno).

Il regime idrico calcolato utilizzando gli altri metodi di stima dell'ET_o risulta essere xerico, sia con il metodo Billaux che Newhall, per il 71% dei regimi così calcolati. Le differenze tra i due metodi di stima risultano per la stazione di Campochiaro, in quanto posta a quota altimetrica superiore rispetto alle altre (piovosità annuale > 1.000 mm di acqua), e per le stazioni di Piano Cappelle, Palo del Colle e Castellaneta che, in considerazione delle condizioni climatiche (piovosità annuale ≤ 623 mm e temperatura media annuale ≥ 15 °C), fanno sì che il metodo di Newhall classifichi il pedoclima come aridico.

Complessivamente, nel confronto tra i due metodi utilizzati per la stima del regime idrico, si osserva che il 28% delle classi valutate con il metodo di Billaux è invece attribuita dal metodo di Newhall ad una classe più asciutta. In particolare, di tali classi poco più della metà (55%) passa dal regime xerico a quello aridico. L'analisi della distribuzione temporale delle condizioni idriche indica che, rispetto al metodo di Billaux, il modello di Newhall tende a stimare il suolo come asciutto anche nei mesi precedenti a quelli estivi nei quali, a queste latitudini, normalmente si riscontra tale condizione. Inoltre, si osserva che il metodo di Newhall, nei casi di determinazione del regime idrico aridico, considera il suolo asciutto anche nei mesi autunnali.

La tendenza del metodo di Newhall a determinare classi di regime idrico più asciutte rispetto al metodo di Billaux, così come evidenziato da altri Autori (Cali *et al.*, 1996) per stazioni climatiche comprese tra i 45 e i 37° di latitudine, può essere spiegata, principalmente, dal differente algoritmo utilizzato per la modellizzazione degli eventi piovosi. Ambedue i metodi stimano le variazioni del contenuto idrico del suolo mediante la differenza tra i valori di pioggia e di evapotraspirato mensile, ma il metodo di Newhall, rispetto al metodo di Billaux, suddivide la piovosità in due eventi: metà entra nel calcolo del contenuto idrico mentre l'altra metà suppone si concentri, e si infiltri nel suolo, in un unico evento giornaliero a metà mese.

L'analisi della distribuzione annuale del regime idrico effettuata dal 1972 al 1991 per la stazione di Villa Literno (Tabella 4) conferma come la scelta del metodo di stima dell'ET_o condiziona sensibilmente l'attri-

buzione del regime idrico del suolo, più di quanto non venga prodotto dal metodo utilizzato per la sua stima.

Sia con il metodo di Billaux che con il metodo di Newhall l'utilizzo dell'ET_o di Thornthwaite produce una frequenza di anni con regime idrico significativamente più elevata rispetto agli altri metodi di stima dell'ET_o.

Tabella 4

Confronto tra i metodi indiretti per la stima dell'ET_o ai fini dell'attribuzione del regime idrico di un suolo (AWC = 200 mm), eseguita mediante i metodi di Billaux e di Newhall sui dati climatologici mensili, dal 1972 al 1991, della stazione di Villa Literno. *Comparison between indirect methods of estimate of reference evapotranspiration to assess the soil moisture regime (available soil water content = 200 mm) by Billaux and Newhall methods on monthly meteorological data from 1972 to 1991 of the Villa Literno station.*

metodo per la stima dell'ET _o	regime di umidità			
	udico	ustico	xerico	aridico
Thornthwaite				
Billaux	80	15	5	-
Newhall	30	40	30	-
Penman-Monteith				
Billaux	30	5	65	-
Newhall	-	30	70	-
Hargreaves				
Billaux	-	30	70	-
Newhall	-	25	75	-
Radiazione				
Billaux	-	20	80	-
Newhall	-	10	90	-
Blaney-Criddle mod. Italia				
Billaux	-	35	65	-
Newhall	-	30	70	-
Tombesi-Lauciani				
Billaux	-	10	90	-
Newhall	-	15	80	5
Blaney-Criddle				
Billaux	-	-	95	5
Newhall	-	10	75	15
Blaney-Criddle mod. FAO				
Billaux	-	-	95	5
Newhall	-	5	80	15

I dati numerici sono espressi in percentuale *Figures expressed as percentages*

La soglia di probabilità temporale da raggiungere ai fini dell'attribuzione di un dato regime idrico (indicata dalla *Soil Taxonomy* in 6 anni su 10) risulta, con il metodo di Billaux, soddisfatta dal regime udico. Più articolata risulta l'attribuzione con il metodo di Newhall (udico 6 anni su 20, ustico 8 anni su 20), ma sempre verso condizioni di maggiore umidità del suolo.

A partire dal metodo di Penman-Monteith, e per tutti i metodi di stima dell'ET_o, la soglia di probabilità temporale è raggiunta ampiamente dal regime xerico e non appare, per questa stazione, significativamente influenzata dal metodo utilizzato per la stima del regime idrico: la differenza del numero di anni attribuiti ad una medesima classe tra il metodo di Billaux e quello di Newhall è, mediamente, del 5 o del 10%.

Anche per la stazione di Villa Literno si osservano anni in cui è presente il regime aridico la cui incidenza aumenta, da un lato utilizzando i metodi che producono una stima dell'ET_o più elevata, in particolare Blaney-Criddle e Blaney-Criddle modificato FAO, e dall'altro passando dal metodo di Billaux (2 anni) al metodo di Newhall (7 anni).

Conclusioni

Il confronto tra metodi di stima dell'ET_o rispetto al metodo Penman-Monteith ha evidenziato come il metodo di Thornthwaite, sia pure di estrema semplicità per il numero ed il tipo di variabili richieste per la sua risoluzione (temperatura dell'aria e latitudine della stazione), risulterebbe il meno adatto a stimare l'evapotraspirazione alle latitudini prese in considerazione, producendo una elevata sottostima dell'ET_o, con un ordine di grandezza pari a quello riportato da altri Autori rispetto a misurazioni lisimetriche effettuate su scala mondiale (FAO, 1992).

Se si raffronta la bontà di adattamento del metodo di stima dell'evapotraspirato rispetto al numero di variabili richieste per la risoluzione del metodo stesso, la valutazione risulta positiva per i metodi "adattati" agli ambienti della nostra penisola: il metodo di Blaney-Criddle modificato per l'ambiente italiano, che richiede come variabile solo la temperatura media dell'aria, e il metodo Tombesi-Lauciani, che richiede la temperatura media e l'umidità relativa media dell'aria.

Il confronto tra i metodi di stima dell'ET_o mostra come, indipendentemente dal metodo utilizzato per valutare il regime idrico, il metodo di Thornthwaite produce regimi idrici più umidi rispetto agli altri sette metodi analizzati. Quest'ultimi generano situazioni analoghe quanto più simile

risulta il valore del coefficiente angolare ottenuto dalla regressione lineare tra l'ET_o di Penman-Monteith e l'ET_o stimato con gli altri metodi forzando la retta per l'origine.

A parità di metodo di stima dell'ET_o il confronto tra il metodo di Billaux e di Newhall, pur non mostrando differenze significative nell'attribuzione finale della classe di regime idrico, indica, alle latitudini prese in considerazione, una tendenza di quest'ultimo a stimare condizioni di maggiore xericità nel suolo.

Ringraziamenti

Si ringrazia il dr Gatto per il completamento dei dati della stazione di Castellaneta e il Centro Agrometeorologico dell'Assessorato all'Agricoltura della Regione Campania per i dati della stazione di Villa Literno.

Il programma per personal computer, sviluppato da uno degli autori, per la gestione ed elaborazione dei dati climatici e per la stima del bilancio e del regime idrico di un suolo, è disponibile previa richiesta all'indirizzo riportato nella presente comunicazione.

Bibliografia

- BILLAUX P., 1978. Estimation du regime hydrique des sols au moyen des donnees climatiques. La methode graphique: son utilisation dans la cadre de la Taxonomie Americaine des sols. *ORSTOM, ser. Pedol.* vol. XVI, n. 3.
- BLANEY H.F., CRIDDLE W.D., 1962. Determining consumptive use and irrigation water requirements. *USDA, Tech. Bull.* n. 1275.
- CALI A., CEOTTO E., COSTANTINI E.A.C., DONATELLI M., 1996. Applicazione del modello EPIC per la classificazione del pedoclima e confronto con altri metodi e con indici climatici. *Boll. Soc. It. Sci. Suolo*, 6, 61-86.
- CASILLI M.A., CASTRIGNANÒ A., RUBINO P., 1992. Verifica dell'equazione di Penman-Monteith in un ambiente dell'Italia meridionale. *Riv. di Agron.* 26, 2, 139-144.
- CIAVAITTA C., VIANELLO G., 1989. Bilancio idrico dei suoli: applicazioni tassonomiche, climatiche e cartografiche. Editrice CLUEB, Bologna.
- DOORENBOS J., PRUITT W.O., 1977. Crop water requirements. *Irrigation and Drainage paper 24*, FAO, Rome.
- FAO, 1992. Report on the expert consultation on procedures for revision of FAO guidelines for prediction of crop water requirements. Prepared by M. Smith with contribution of Allen R., Pererira L.S. and Perrier A., Rome. (draft)
- GATTO L., 1991. Fabbisogni idrici dell'arancio (cv Tarocco nucellare) allevato in lisimetro a drenaggio. Ente per lo sviluppo dell'irrigazione e la trasformazione fondiaria in Puglia, Lucania e Irpinia, *Annali 1990-1991*, 77-97, Bari.
- HARGREAVES G.H., SAMANI Z.A., 1982. Estimating potential evapotranspiration. J. of the irrigation and drainage division, *Proceedings of the ASCE*, vol. 108, n. IR3.
- LAMASCESE N., LOVASIO N., VENTRELLA D., VONELLA V.N., 1997. Confronto tra evapotraspirazione di riferimento calcolata e misurata nell'area metapontina. *Riv. di Irr. e Dren.*, 44, 2, 22-26.
- LAUCIANI E., COSTANTINI A., FRANCAVIGLIA R., LAUCIANI R., TOMBESI L., 1988. Confronto tra l'evapora-

zione misurata da classe A Pan e i metodi per la stima indiretta secondo Penman e Tombesi-Lauciani. *Suppl. Ann. Ist. Sper. Nutr. Piante*, Roma, pp 73.

MINISTERO DELLE RISORSE AGRICOLE, ALIMENTARI E FORESTALI, Ufficio Centrale di Ecologia Agraria. Bollettino Agrometeorologico Nazionale. Roma.

NEWHALL F., 1972. Calculation of Soil Moisture Regimes from Climatic Record. Rev. 4 Mimeographed, Soil Conservation Service, USDA, Washington DC.

RASIO R., 1995. Documentazione Tecnica a supporto del programma di cartografia del suolo negli Stati Uniti d'America. *Boll. Soc. It. Sci. Suolo*, 5, 73-89.

SOIL SURVEY STAFF, 1994. Keys to Soil Taxonomy. 6th ed., Washington, D.C.

THORNTHWAITE C.W., KOLZAM B., 1942. Measurement of evaporation from land and water surface. *USDA, Tech. Bull.* 817.

VAN WAMBEKE A., HASTINGS P., TOLOMEO M., 1986. Newhall Simulation Model, a Basic program for the IBM PC. Department of Agronomy Cornell Univ., Ithaca NY.

TURNOVER DEI FOSFATI E DEI PROCESSI DI DEGRADAZIONE IN UN ECOSISTEMA A PASCOLO IN SARDEGNA

Gregor Ollesch¹, Andrea Vacca²

¹ UFZ Centre for Environmental Research, Department of Soil Science
Brueckstr. 3a, 39114 Magdeburg, Germania

² Dipartimento di Scienze Chimico-Agrarie, Università di Napoli "Federico II"
Via Università 100, 80055 Portici (Na), Italia

Riassunto

Nel presente lavoro è stato studiato il turnover dei fosfati in un ecosistema sottoposto ad interventi di "miglioramento pascolo" in Sardegna, ed è stato definito e quantificato il ruolo dell'erosione nel processo di perdita dei fosfati, con particolare riferimento al problema dell'eutrofizzazione dei laghi.

I dati ottenuti hanno evidenziato come il turnover dei fosfati sia stato caratterizzato da forti oscillazioni significativamente influenzate dai singoli eventi piovosi, che hanno agito in modo significativamente diverso in relazione al fatto che abbiano generato o no deflusso superficiale o deflusso superficiale ed erosione. E' stata inoltre evidenziata la dominanza di un meccanismo biologico oscillante di regolazione della concentrazione dei fosfati, influenzato dai singoli eventi piovosi. In particolare, l'ampiezza di tale oscillazione è risultata strettamente collegata alla perdita dei fosfati, misurata su una parcella di 10 m², dovuta agli eventi piovosi che causano deflusso o deflusso ed erosione.

Il processo erosivo, particolarmente intenso nella stagione autunnale in assenza o carenza di copertura vegetale idonea ad una azione di protezione del suolo, ha causato l'allontanamento dei fosfati dall'area d'indagine, determinando ripetute carenze di fosfati soprattutto all'inizio del periodo vegetativo. Per le aree i cui deflussi e sedimenti confluiscono diretta-

mente nei laghi questo processo contribuisce all'eutrofizzazione. La prevenzione di questi fenomeni deve essere attuata con l'adozione di opportune pratiche agronomiche conservative, e quindi diametralmente opposte rispetto a quelle utilizzate attualmente e nel recente passato per i "miglioramenti pascolo".

Parole chiave: fosfati, erosione, eutrofizzazione, "miglioramento pascolo".

Phosphate turnover and degradation processes of a pasture ecosystem in Sardinia (Italy)

Summary

Phosphate turnover was studied in a pasture ecosystem, in Sardinia (Italy), subjected to amelioration techniques called "miglioramento pascolo", and the role of erosion in phosphate removal was defined and quantified, referring to the problem of lakes eutrophication.

The obtained data indicate that phosphate turnover was marked by large variations significantly influenced by single rainfall events, which were acting in significantly different way in relation to the generation or not of surface runoff or surface runoff and erosion. The presence of a biological oscillating mechanism of regulation for the phosphate concentration, which is influenced by each single rainfall event, was detected. The amplitude of the oscillation was strongly connected with phosphate removal, which was measured in a 10 m² plot, due to rainfall events generating runoff or both runoff and erosion.

The erosion process, especially severe during autumn, when vegetation cover is absent or scanty, was the cause for phosphate removal from the study area, where repeated scarcity of phosphate was caused particularly at the beginning of the vegetative period. For areas whose runoffs and sediments are directly arriving in lakes this process contribute to the eutrophication. Precautionary measures against these phenomena must include conservative agronomical practices, opposite of those actually, and in the recent past, used for the "miglioramenti pascolo".

Key words: phosphate, erosion, eutrophication, "miglioramento pascolo".

Introduzione

Nell'area mediterranea l'approvvigionamento idrico, con acqua potabile di buona qualità per gli usi civili e con acqua grezza per gli usi agricoli ed industriali, è un problema che suscita una sempre maggiore preoccupazione (Correia, 1996). A condizioni climatiche non favorevoli si associano infatti fenomeni di degradazione quali l'intrusione di acqua salata nelle falde delle pianure costiere (Collin, 1995) e l'eutrofizzazione dei corpi idrici superficiali (Premazzi e Provini, 1985; Jolánkai, 1992). In Sardegna quest'ultimo fenomeno, legato al bilancio dei nutrienti, è particolarmente rilevante per la presenza di un gran numero di laghi artificiali. Nel febbraio del 1985, ad esempio, sui laghi del Flumendosa e del Mulargia (Sardegna centro-meridionale) si verificò una imponente fioritura algale che determinò fortissimi scompensi nelle erogazioni potabili (Vacca, 1995).

Le ricerche successivamente effettuate nell'area hanno identificato le attività agricole quali importanti fonti diffuse di nutrienti, accanto alle fonti puntuali costituite dagli insediamenti civili ed industriali (AA.VV., 1993). Nel caso delle fonti diffuse è l'erosione idrica a mobilitare i nutrienti, ed il processo erosivo è influenzato principalmente dalla utilizzazione attuale del suolo (Rodolfi *et al.*, 1995); in questo senso l'utilizzazione a seminativo risulta essere particolarmente rischiosa (Zanchi *et al.*, 1995). Tra i seminativi può essere incluso il "miglioramento pascolo", le cui tecniche di realizzazione consistono nella distruzione della copertura vegetale naturale, a fine estate, con macchine decespugliatrici, nell'aratura e nella semina. Tali tecniche diminuiscono la protezione del suolo operata dalla vegetazione naturale ed accrescono il rischio di erosione (Porqueddu e Roggero, 1993) e, conseguentemente, l'allontanamento dei nutrienti dai versanti. Quanto finora esposto sottolinea la necessità di una più precisa definizione del turnover dei nutrienti in aree sottoposte ad interventi di "miglioramento pascolo", ed in particolare del turnover dei fosfati. Le ricerche effettuate finora hanno infatti dimostrato come il fosforo giochi un ruolo di importanza primaria nel processo di eutrofizzazione dei corpi idrici continentali (Sharpley *et al.*, 1995).

Nel presente lavoro l'attenzione è stata focalizzata sullo studio del turnover dei fosfati in un ecosistema sottoposto ad interventi di "miglioramento pascolo" in Sardegna, con particolare riferimento alla variabilità nel tempo, indotta dall'andamento delle precipitazioni, delle forme di legame dei fosfati nei primi 5 cm di profondità del suolo, della concentrazione dei fosfati nella soluzione del suolo e dell'attività fosfatica nel suolo stesso. È stato inoltre definito il ruolo del deflusso superficiale e dell'erosione idrica nel processo di perdita dei fosfati.

Materiali e metodi

L'area di studio è situata nella Sardegna sud-occidentale, nel bacino idrografico del Rio Gutturu Mannu-Santa Lucia (Figura 1). La media annuale delle precipitazioni è di 540 mm. La differenza interannuale delle precipitazioni è una caratteristica importante nel clima di quest'area dove, ad esempio, nel 1936 furono registrati 952 mm mentre nel 1945 le precipitazioni ammontarono solo a 266 mm (Sezione Autonoma per il Servizio Idrografico della Sardegna). Questo fatto è sottolineato anche dall'andamento delle precipitazioni nel periodo d'indagine, con l'anno idrologico 1994/95 relativamente asciutto (272,7 mm dal 15 agosto 1994 al 28 febbraio 1995) e la stagione invernale umida del 1995/96 (315,36 mm dal 15 ottobre 1995 al 30 marzo 1996) (Figura 2). La temperatura media annuale è di 17°C, la temperatura media invernale è 10°C e la temperatura media estiva è di 23,7°C (Sezione Autonoma per il Servizio Idrografico della Sardegna). L'evapotraspirazione potenziale media annua, calcolata secondo Thornthwaite e Mather (1957), è di 893 mm.

Figura 1

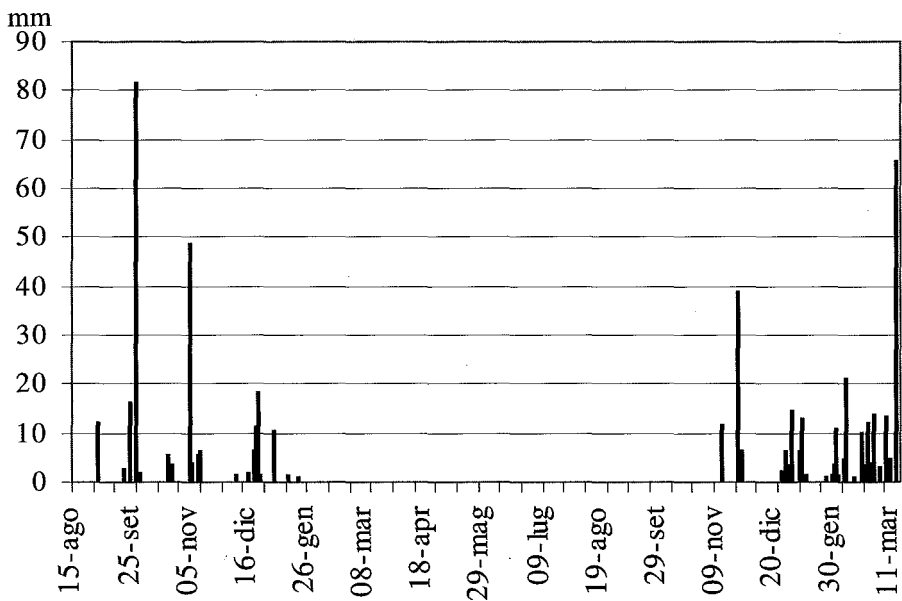
Area di studio. *Study area.*



L'indagine è stata effettuata su un versante con un'inclinazione di 6°, con orientamento NE, ad una quota di circa 100 m s.l.m. Il suolo è un loamy-skeletal, mixed, thermic Typic Xerochrept sviluppato su un deposito di versante di età olocenica, derivato dal disfacimento di metamorfiti paleozoiche (Vacca *et al.*, 1995). Le principali caratteristiche fisico-chimiche del suolo sono riportate in Tabella 1. L'area è utilizzata a pascolo ovino ed equino, ed è soggetta a decespugliamento effettuato con ruspe che smuovono anche l'orizzonte superficiale del suolo. Il risultato di questo intervento agronomico è assimilabile, per le condizioni fisiche del suolo e per la vegetazione, agli interventi di "miglioramento pascolo".

Figura 2

Andamento delle precipitazioni nel periodo d'indagine. *Rainfall during the studying period.*



Nel versante oggetto d'indagine è stata delimitata un'area di 100 m² (10 m x 10 m) per i campionamenti dell'orizzonte superficiale del suolo (primi 5 cm di profondità, per ciascun campionamento sono stati prelevati 10 campioni singoli miscelati in un unico campione per le analisi) e della soluzione del suolo.

Tabella 1

Principali caratteristiche fisico-chimiche del suolo dell'area d'indagine. *Major physical and chemical characteristics of the soil profile in the study area.*

Orizzonte	Ap	AB	Bw	C1	C2
Profondità (cm)	0-20	20-31/40	31/40-59/62	59/62-120	120-140+
Sabbia grossa (%)	28,7	31,6	38,4	55,2	58,3
Sabbia fine (%)	26,8	25,1	19,6	21,5	23,6
Limo grosso (%)	8,0	6,8	9,5	6,8	3,2
Limo fine (%)	21,9	20,4	17,1	8,6	9,8
Argilla (%)	14,6	16,1	15,4	7,9	5,1
pF (4.2)	13,89	8,42	—	—	—
pF (2.5)	21,03	16,07	—	—	—
pH (H ₂ O)	6,5	6,8	6,9	7,1	7,1
pH (KCl)	5,4	5,2	5,3	5,1	4,9
C org. (g kg ⁻¹)	32	13	9	1	1
S.O. (g kg ⁻¹)	56	23	16	2	2
N (g kg ⁻¹)	2,7	1,2	—	—	—
C.S.C. (cmol(+)kg ⁻¹)	23,04	12,41	11,08	5,28	4,98

I campioni sono stati prelevati con un piano di campionamento randomizzato e con intervalli irregolari, in funzione degli eventi piovosi, usualmente di 5-7 giorni. La soluzione del suolo è stata prelevata con campionatori "Rhizon" (Eijkelkamp, Giesbeck, NL), costituiti da bastoncini di materiale poroso, con diametro dei pori di 0,1 μm , installati nel suolo fino alla profondità di 5 cm e collegati a tubi da vuoto per estrarre la soluzione del suolo. Rispetto alle candele di teflon questo sistema è più facile da installare, più economico, e permette di campionare la soluzione del suolo dagli orizzonti più superficiali. Durante il periodo d'indagine (da settembre 1994 a febbraio 1995 e da novembre 1995 a marzo 1996) sono stati prelevati 61 campioni di suolo e 40 campioni di soluzione del suolo, sui quali è stata determinata, rispettivamente, l'attività fosfatica e la concentrazione dei fosfati. Non si è ritenuto necessario proseguire il campionamento nei mesi estivi perché indagini preliminari hanno mostrato, per questo periodo dell'anno, livelli di attività fosfatica costanti e molto bassi (vicini allo zero) nonché l'impossibilità di campionare la soluzione del suolo a causa dell'assenza di umidità.

Al fine di definire il ruolo del deflusso superficiale e dell'erosione idrica nel processo di perdita dei fosfati, affianco all'area di campionamento è stata delimitata, con pannelli di plastica di 8 cm d'altezza inseri-

ti nel suolo per 4 cm, una parcella con superficie di 10 m² (10 m x 1 m), con inclinazione ed orientamento uguali a quelli del versante. La forma e le dimensioni della parcella sono uguali a quelle già utilizzate, con successo, per studiare la dinamica del processo di generazione del deflusso superficiale e dell'erosione in aree della Sardegna meridionale (Seuffert, 1983, 1992, 1993; Dieckmann *et al.*, 1992; Seuffert *et al.*, 1992; Ollesch e Seuffert, 1995).

Poiché l'obiettivo principale è stato quello di studiare qualitativamente la dinamica del processo di perdita dei fosfati, non sono state ritenute necessarie delle repliche parcellari. Durante il periodo d'indagine l'area della parcella è stata sottoposta agli stessi trattamenti superficiali effettuati sul resto del versante (decespugliamento con smuovimento dell'orizzonte superficiale e pascolo). Quando necessario i pannelli di delimitazione della parcella sono stati rimossi per permettere il trattamento superficiale e garantire pertanto delle condizioni iniziali uguali nei due anni d'indagine.

Il deflusso superficiale generato dalla parcella è stato incanalato in un sistema di setacci sovrapposti con maglie di 2 e 0,5 mm, per la separazione delle frazioni più grossolane. Dopo aver attraversato i setacci il deflusso superficiale è stato misurato, a intervalli di un minuto, con un sistema automatico a vaschetta basculante con capacità di 100 ml (Thies GmbH, Göttingen, D), collegato ad un data logger. Tale sistema può misurare una quantità massima di deflusso pari a 10-12 l al minuto, e convoglia il deflusso in un sottostante contenitore da cui, dopo ciascun evento e previa agitazione, è stata campionata la sospensione. Le precipitazioni sono state misurate con due pluviometri (Thies GmbH, Göttingen, D) installati affianco alla parcella, di cui uno a monte e l'altro a valle, con un intervallo di registrazione d'un minuto. I dati pluviometrici sono stati registrati, con parallelità di tempi, sullo stesso data logger utilizzato per registrare il deflusso superficiale.

La concentrazione dei fosfati nella soluzione del suolo e nel deflusso superficiale è stata stimata dopo filtraggio col metodo del blu di molibdeno (Murphey e Riley, 1962). L'attività fosfatasica nei campioni di suolo è stata determinata col metodo di Hoffmann (1968) modificato da Schinner *et al.* (1993). Il frazionamento dei fosfati è stato effettuato secondo Kurmies (1972). La concentrazione delle frazioni legate al Fe ed all'Al è stata stimata tramite estrazione con NaOH 1 N, la frazione legata al Ca tramite estrazione con H₂SO₄ 1 N. La frazione dei fosfati legata alla sostanza organica è stata misurata dopo trattamento con H₂SO₄, HClO₄ e HNO₃.

Risultati e discussione

I dati relativi alla concentrazione dei fosfati nella soluzione del suolo ed all'attività fosfatase nel suolo (Figure 3 e 4) hanno evidenziato una marcata variabilità dei valori misurati mensilmente, variabilità che quasi sempre eccede quella misurata nell'intera stagione umida, rappresentata dalla differenza tra le medie mensili.

Per esempio, per quanto concerne la concentrazione dei fosfati nella soluzione del suolo, nel novembre 1994 i valori misurati sono compresi tra 0,1 e 3,9 mg l⁻¹ mentre la media mensile da settembre 1994 a gennaio 1995 varia da 0,4 a 3,4 mg l⁻¹. Parallelamente, sempre nel novembre 1994, l'attività fosfatase misurata è compresa tra 2,9 e 8,5 µmol phenol h⁻¹ mentre la media mensile da settembre 1994 a febbraio 1995 varia solo da 2,5 a 4,5 µmol phenol h⁻¹.

La significatività statistica delle differenze tra i valori mensili dell'attività fosfatase nel suolo è stata valutata con un test t per coppie (Tabella 2) (non è stato possibile effettuare il test t sulla concentrazione dei fosfati nella soluzione del suolo poiché alcuni mesi sono rappresentati da un singolo dato). Sebbene durante l'arco della stagione umida 1994/95 vi sia una tendenza alla diminuzione della variabilità, che invece tende ad aumentare nell'arco della stagione umida 1995/96, la significatività statistica delle differenze tra mesi vicini consente di affermare che non è presente stagionalità.

Questi risultati forniscono una chiara indicazione di come i valori medi non rappresentino significativamente le variazioni che avvengono nel bilancio dei fosfati, in quanto queste sono notevolmente influenzate dagli eventi che si susseguono in periodi di tempo estremamente brevi, in accordo con quanto già riscontrato da Ollesch e Seuffert (1995).

La deviazione standard ed il coefficiente di variazione della concentrazione dei fosfati nella soluzione del suolo e dell'attività fosfatase nel suolo mostrano valori più elevati nell'anno asciutto 1994/95 rispetto all'anno piovoso 1995/96 (Tabella 3), ad indicare una maggiore variabilità nel primo anno rispetto al secondo.

Dall'analisi dei valori di Tabella 2 risulta che tali differenze, almeno per quanto concerne l'attività fosfatase nel suolo, sono statisticamente significative, in quanto nell'anno asciutto 1994/95 è presente un maggior numero di valori bassi di probabilità rispetto all'anno piovoso 1995/96.

Figura 3

Concentrazione dei fosfati nella soluzione del suolo nel periodo d'indagine. Il campo di variazione della concentrazione per ciascun mese è rappresentata dalla linea verticale. *Phosphate concentration in the soil solution during the research period. The vertical line shows the range of values for each month.*

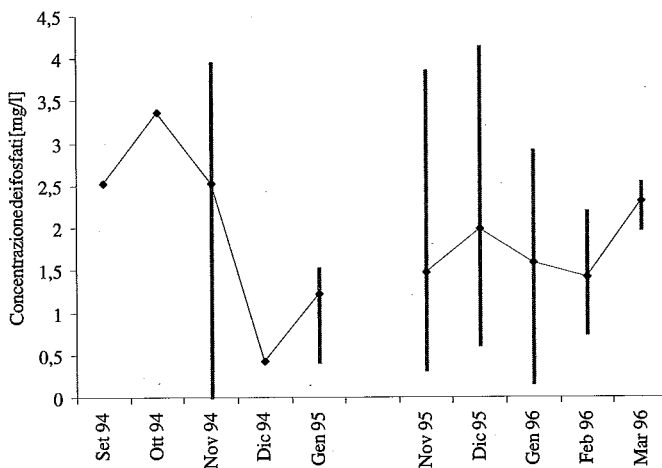


Figura 4

Attività fosfatica misurata nel periodo d'indagine. Il campo di variazione dell'attività fosfatica per ciascun mese è rappresentata dalla linea verticale. *Phosphatase activity during the research period. The vertical line shows the range of values for each month.*

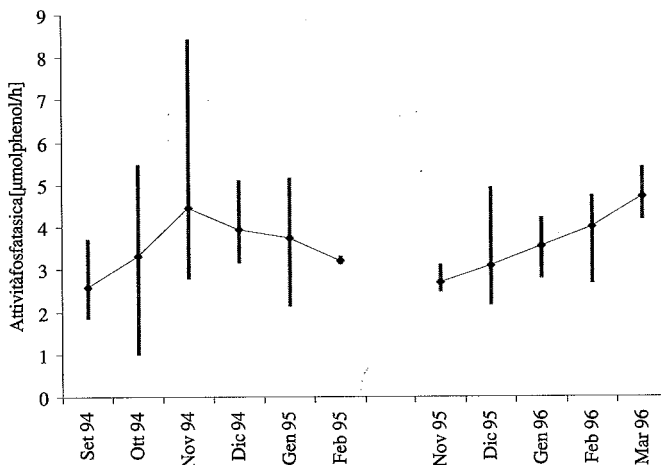


Tabella 2

Test t per coppie tra i valori mensili dell'attività fosfatasica nel suolo ($P < 0,05$ in grassetto; $P < 0,1$ in italico). *Paired t-test on monthly values of phosphatase activity ($P < 0,05$ in bold; $P < 0,1$ in italics).*

	Set94	Ott94	Nov94	Dic94	Gen95	Nov95	Dic95	Gen96	Feb96	Mar96
Set94	-									
Ott94	<i>0.142</i>	-								
Nov94	0.061	0.052	-							
Dic94	0.036	<i>0.177</i>	0.444	-						
Gen95	0.060	0.393	0.833	0.248	-					
Nov95	0.308	0.981	0.460	0.725	0.762	-				
Dic95	0.302	0.305	0.291	0.262	0.089	0.470	-			
Gen96	0.057	0.597	0.588	0.648	0.669	0.689	0.331	-		
Feb96	0.027	0.738	0.932	0.884	0.293	0.440	0.005	0.230	-	
Mar96	0.098	0.208	0.078	0.461	0.010	0.080	0.007	0.071	0.241	-

Tabella 3

Valori statistici della concentrazione dei fosfati nella soluzione del suolo e della attività fosfatasica nel suolo. *Statistical values of phosphate concentration in the soil solution and of phosphatase activity in the soil.*

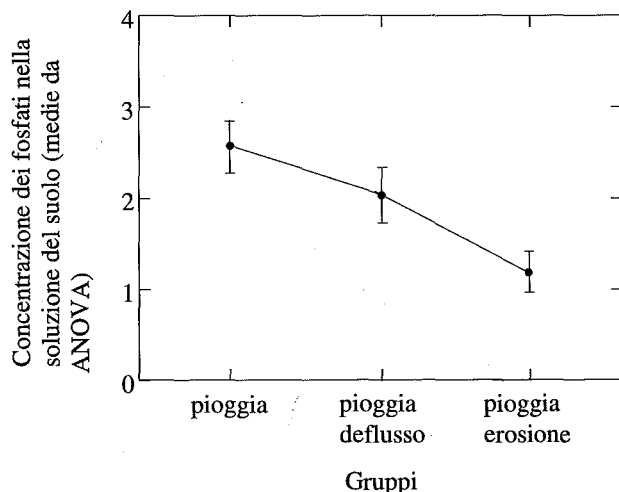
Anno idrologico d'indagine	1994/95	1995/96	Ø1994-1996
Deviazione standard della concentrazione dei fosfati nella soluzione del suolo	1,19	0,99	1,07
Coefficiente di variazione della concentrazione dei fosfati nella soluzione del suolo	58,6%	56,7%	58%
Deviazione standard dell'attività fosfatasica	1,48	0,78	1,19
Coefficiente di variazione dell'attività fosfatasica	42,3%	21,8%	33,7%

Inoltre, il confronto tra i coefficienti di variazione relativi alla concentrazione dei fosfati nella soluzione del suolo e quelli relativi alla attività fosfatica evidenzia come quest'ultima abbia una minore variabilità nel tempo. Ciò è stato interpretato come risultato della grande varietà della disponibilità di fosfati e della situazione maggiormente bilanciata dei componenti del suolo.

Al fine di controllare l'influenza delle precipitazioni, del deflusso superficiale e dell'erosione sulla variazione della concentrazione dei fosfati nella soluzione del suolo, i valori di concentrazione sono stati raggruppati in serie di dati relativi ai periodi successivi agli eventi piovosi senza deflusso superficiale ed erosione, ai periodi successivi agli eventi piovosi con deflusso superficiale, ed ai periodi successivi agli eventi piovosi con erosione. I gruppi sono stati confrontati per mezzo dell'analisi statistica ANOVA a criterio singolo con confronto delle medie per coppie (Systat 8.0). Le medie per ciascun gruppo ed il campo di variazione dei valori sono mostrati in Figura 5.

Figura 5

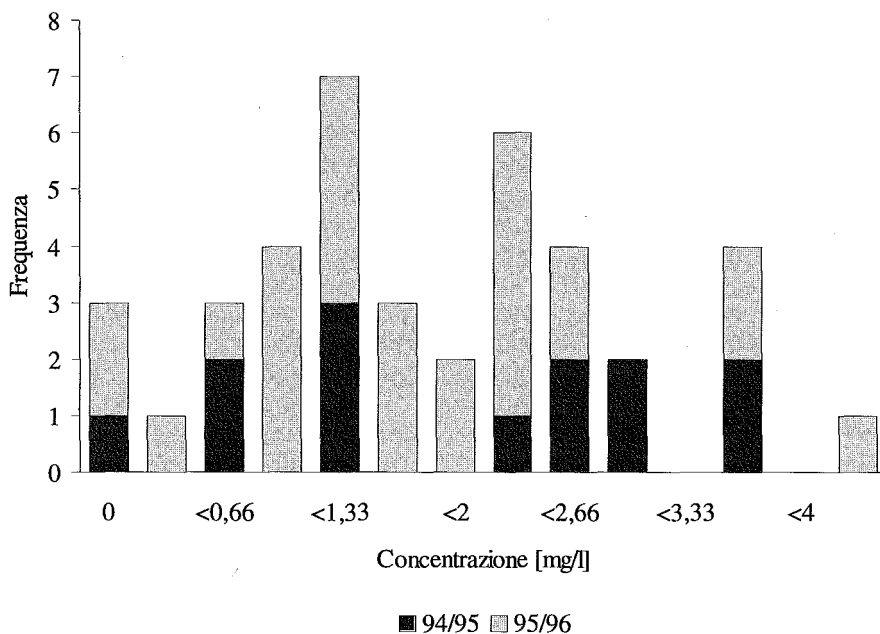
Medie e campo di variazione dei valori da ANOVA della concentrazione dei fosfati nella soluzione del suolo raggruppati per periodi successivi agli eventi piovosi senza deflusso superficiale ed erosione, periodi successivi agli eventi piovosi con deflusso superficiale, e periodi successivi agli eventi piovosi con erosione. *Means and range of values from ANOVA for phosphate concentration in the soil solution grouped for periods following rainfall events without runoff and erosion, for periods following rainfall events with runoff, and for periods following rainfall events with erosion.*



I valori di differenza delle medie per coppie calcolati con il metodo Bonferroni sono bassi per erosione e deflusso superficiale (probabilità = 0,094) e per erosione e precipitazioni (probabilità = 0,002), ma più elevati per precipitazioni e deflusso (probabilità = 0,654). Gli eventi piovosi con erosione determinano pertanto la maggiore diminuzione della concentrazione dei fosfati nella soluzione del suolo, mentre minore è l'effetto degli eventi piovosi con deflusso superficiale ed ancor più delle sole piogge. La concentrazione dei fosfati diminuisce, in seguito alla diluizione dovuta alle precipitazioni, da un valore medio di circa 2 mg l^{-1} a valori di 1 mg l^{-1} (Figura 6).

Figura 6

Distribuzione delle frequenze della concentrazione dei fosfati nella soluzione del suolo. *Frequency distribution of phosphate concentration in the soil solution.*



Quest'ultimo valore è rappresentato da un massimo distinto nella distribuzione delle frequenze della concentrazione della soluzione del suolo. Una ulteriore diminuzione con valori inferiori a 1 mg l^{-1} è evidente nel caso di precipitazioni che hanno causato deflusso superficiale ed erosione.

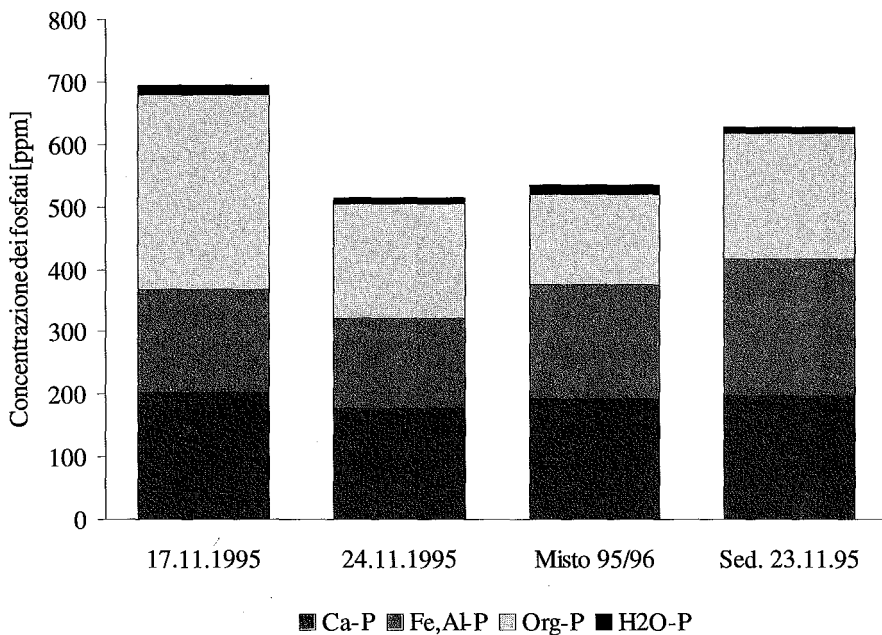
Entro ore, o giorni, dopo l'evento la concentrazione dei fosfati rimedia, eccedendo la situazione iniziale, per ridiminuire successivamen-

te sui valori medi. La concentrazione raggiunta a causa di questo aumento è compresa tra $2,3 \text{ mg l}^{-1}$ e $2,6 \text{ mg l}^{-1}$ ed è rappresentata da un secondo massimo nella distribuzione delle frequenze (Figura 6).

I risultati del frazionamento dei fosfati in campioni di suolo prelevati prima e dopo gli eventi di precipitazione-deflusso-erosione, i correlati sedimenti erosi ed i campioni misti, hanno evidenziato, come nell'esempio riportato in Figura 7, una bassa dinamica dei fosfati legati al Ca, al Fe ed all'Al.

Figura 7

Frazionamento dei fosfati in campioni di suolo prelevati prima e dopo l'evento precipitazione-deflusso-erosione, in un campione misto e nel sedimento eroso.
Phosphate fractions in soil samples taken before and after the rainfall-runoff-erosion event, in a mixed sample, and in a sample of the eroded sediment.



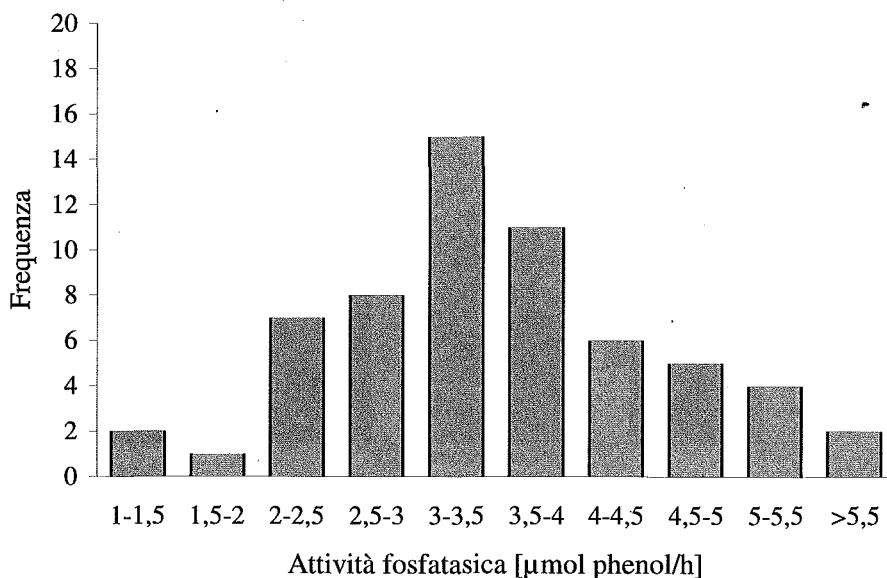
Elevata è invece la variazione per i fosfati legati alla sostanza organica. Il campione prelevato il 24.11.1995, dopo l'evento precipitazione-deflusso-erosione, mostra per esempio, per l'ultimo tipo di legame menzionato, una concentrazione di 183 ppm su un totale di 513,8 ppm. Il campione di suolo prelevato il 17.11.1995, prima dell'evento precipitazione-deflusso-erosione, ha per contrasto una frazione di 312 ppm di fosfati legati alla

sostanza organica. Poiché una porzione della frazione organica viene dissociata durante il frazionamento dei fosfati legati al Ca, a causa del trattamento con acido solforico, le forme di fosfati organici avranno concentrazioni anche superiori. L'analisi ha inoltre evidenziato che solo 1,65% fino a 2,1% dei fosfati totali sono solubili in acqua. Pertanto nella soluzione del suolo, accanto alla liberazione a lungo termine dei fosfati, viene riflessa soprattutto la veloce dinamica dei composti organofosfati.

La distribuzione della frequenza dell'attività fosfatasica ha evidenziato un solo massimo, contrariamente alla concentrazione dei fosfati nella soluzione del suolo, con valori da 3,0 a 3,5 $\mu\text{mol phenol h}^{-1}$ (Figura 8). Quest'ultimo valore coincide con la media di 3,5 $\mu\text{mol phenol h}^{-1}$ dei 61 campioni analizzati.

Figura 8

Distribuzione delle frequenze dell'attività fosfatasica nel suolo. *Frequency distribution of phosphatase activity in the soil.*

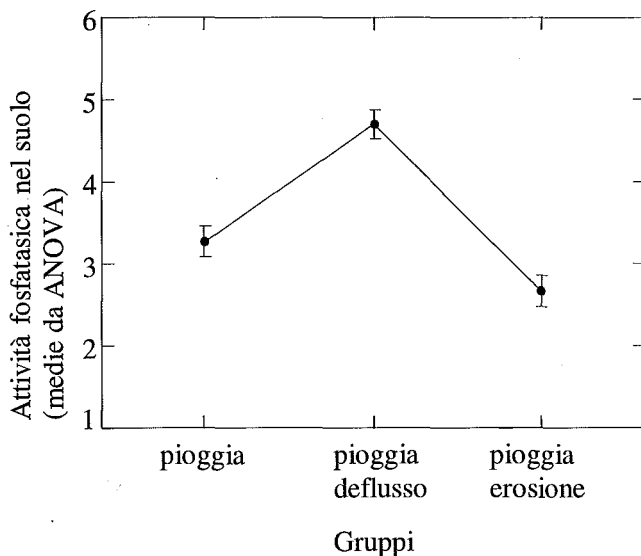


Sui valori di attività fosfatasica, raggruppati in serie di dati relativi ai periodi successivi agli eventi piovosi senza deflusso superficiale ed erosione, ai periodi successivi agli eventi piovosi con deflusso superficiale, ed ai periodi successivi agli eventi piovosi con erosione, è stata effettuata l'analisi statistica ANOVA a criterio singolo con confronto delle medie per cop-

pie (Systat 8.0) (Figura 9). I valore medi per l'attività fosfatasica nel gruppo relativo agli eventi piovosi con deflusso superficiale sono maggiori rispetto a quelli del gruppo relativo agli eventi piovosi senza deflusso ed erosione, come conseguenza della diminuzione della concentrazione dei fosfati nella soluzione del suolo. A causa della forte diminuzione della concentrazione dei fosfati nella soluzione del suolo in seguito all'erosione, dovrebbe instaurarsi una maggiore attività fosfatasica. I bassi valori calcolati per il gruppo dell'erosione sono spiegati dalla perdita di fosfati organici per erosione.

Figura 9

Medie e campo di variazione dei valori da ANOVA dell'attività fosfatasica nel suolo raggruppati per periodi successivi agli eventi piovosi senza deflusso superficiale ed erosione, periodi successivi agli eventi piovosi con deflusso superficiale, e periodi successivi agli eventi piovosi con erosione. *Means and range of values from ANOVA for phosphatase activity in the soil grouped for periods following rainfall events without runoff and erosion, for periods following rainfall events with runoff, and for periods following rainfall events with erosion.*

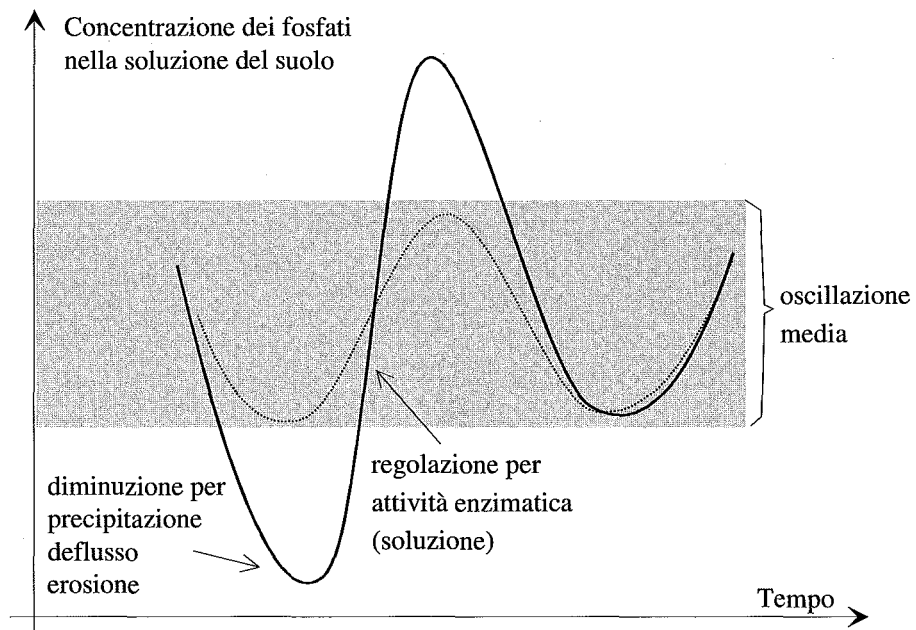


I risultati del frazionamento dei fosfati contenuti nel suolo, con le forti variazioni nel breve termine nella concentrazione dei composti organofosfati, e delle analisi sulla concentrazione dei fosfati nella soluzione del suolo sono stati interpretati come indicativi di un meccanismo biologico oscillante di regolazione di quest'ultima, la cui dinamica è illustrata in Figura 10. La riduzione sotto il livello medio della concentrazione dei fosfati nella solu-

zione del suolo è controllata dai singoli eventi piovosi in connessione col deflusso superficiale e l'erosione. Il successivo aumento dei valori della concentrazione a livelli superiori rispetto alla media è stato interpretato come effetto dell'instaurarsi di una crescente attività enzimatica, in risposta alla diluizione causata dall'evento piovoso, che converte i fosfati organici dell'ecosistema. La concentrazione diminuisce successivamente verso i valori medi.

Figura 10

Meccanismo di oscillazione della concentrazione dei fosfati nella soluzione del suolo. *Oscillating mechanism of phosphate concentration in the soil solution.*



La quantità totale di perdita dei fosfati misurata nella parcella di 10 m² a causa del deflusso superficiale è stata generalmente inferiore ad 1 mg (Tabella 4). Questi eventi hanno ridotto principalmente la concentrazione dei fosfati facilmente solubili nel suolo. La quantità asportata è stata invece molto più elevata per eventi piovosi con erosione, con valori compresi tra 8,7 e 1149 mg/10 m². In questo caso alla diminuzione della concentrazione dei fosfati facilmente solubili si aggiunge quella dei fosfati legati al Ca, al Fe ed all'Al, e quella dei fosfati legati alla sostanza organica, che hanno un ruolo centrale nel turnover dei fosfati di un ecosistema a pascolo. A

causa di ciò la forte diminuzione, successiva agli eventi erosivi, della concentrazione dei fosfati nella soluzione del suolo viene stabilizzata con un ritardo di diversi giorni (Ollesch e Seuffert, 1996). L'ampiezza della oscillazione del turnover dei fosfati è pertanto strettamente correlata alla perdita dei fosfati dovuta agli eventi piovosi che causano deflusso o deflusso ed erosione. Questi due processi determinano infatti un differente risultato nella quantità totale e nella forma chimica dei fosfati asportati.

Tale situazione assume particolare rilievo in presenza di un numero crescente di eventi piovosi che causano erosione, per esempio all'inizio della stagione umida, e determinano una forte oscillazione nell'apporto in fosfati nella soluzione del suolo in concomitanza alla domanda di fosfati da parte della vegetazione.

Tabella 4

Concentrazione dei fosfati e perdita dovuta al deflusso superficiale ed all'erosione nella parcella di 10 m². *Phosphate concentration and removal of phosphate due to surface runoff and erosion in the 10 m² plot.*

data	deflusso superficiale [l]	concentrazione del P nel deflusso superficiale [µg/l]	perdita di P per deflusso superficiale [mg]	erosione [g]	perdita di P per erosione [mg]
01.09.1994	15,15	28	0,42	2,5	15
28.09.1994	61,7	25	1,54	57,9	347,4
20.10.1994	4,7	19	0,09		
05.11.1994	128,1	21	2,69	8,5	51
10.11.1994	8,2	20	0,16		
11.11.1994	6,8	22	0,15		
19.12.1994	4,1	20	0,08		
23.11.1995	22,3	30	0,67	191,5	1149
31.12.1995	15,3	26	0,40	6,9	41,4
07.01.1996	4,2	23	0,10		
30.01.1996	2,4	24	0,06		
01.02.1996	13,3	22	0,29	1,45	8,7
08.02.1996	27,2	18	0,49	2,1	12,6
19.02.1996	2	20	0,04		
23.02.1996	15,1	19	0,29		
24.02.1996	4,3	20	0,09		
27.02.1996	4,5	21	0,09	5,3	31,8
28.02.1996	20,5	22	0,45		
07.03.1996	7,2	18	0,13		
09.03.1996	11,8	25	0,30	3,5	21
14.03.1996	30,6	20	0,61	4	24

In queste fasi di riduzione al minimo della concentrazione dei fosfati nel volume di suolo in cui sono presenti gli apparati radicali delle specie erbacee di un ecosistema a pascolo, potrebbe verificarsi un ridotto aumento della biomassa, o un ritardo nell'avvio del periodo vegetativo. La diminuzione degli eventi piovosi violenti nel corso della stagione umida, caratteristica peculiare del regime pluviometrico dell'area d'indagine, induce una parallela diminuzione nelle oscillazioni della concentrazione dei fosfati nella soluzione del suolo. In questo modo la vegetazione erbacea acquista una sempre maggiore possibilità di immagazzinare fosfati e di superare un periodo di carenza in apporto di fosfati, senza riduzione della produzione primaria (Stinner *et al.*, 1984).

Gli eventi piovosi più intensi sono prevalentemente concentrati nella stagione autunnale, quando le aree interessate dagli interventi di "miglioramento pascolo" si presentano prive della copertura vegetale idonea ad una azione di protezione del suolo. I dati riportati in Tabella 4 indicano chiaramente come in questo periodo dell'anno si registrino le più elevate asportazioni di fosfati per erosione. Una frazione dei sedimenti erosi, più o meno rilevante in funzione del rapporto di sedimentazione dell'area, raggiunge i corpi idrici superficiali, in modo particolare dalle zone limitrofe alla fascia di oscillazione del pelo libero dell'acqua (Zanchi *et al.*, 1995). Nel caso dei laghi, tali sedimenti contribuiscono al processo di eutrofizzazione in maniera duplice: dapprima come sorgenti esterne ed in un secondo tempo come sorgenti interne (Fisher *et al.*, 1995). Infatti, nei laghi non profondi possono verificarsi dei ritorni stagionali o annuali di fosfati dai sedimenti depositi sul fondo verso la colonna d'acqua del lago stesso (Welch *et al.*, 1986; Istvánovics, 1988).

Conclusioni

I dati ottenuti hanno evidenziato come il turnover dei fosfati nell'ecosistema a pascolo indagato sia stato caratterizzato da forti oscillazioni significativamente influenzate dai singoli eventi piovosi. Tali eventi hanno agito in modo significativamente diverso in relazione al fatto che abbiano generato o no deflusso superficiale o deflusso superficiale ed erosione. Le tecniche d'indagine adottate hanno inoltre permesso di evidenziare l'importante ruolo della frazione costituita dai fosfati organici.

I processi di degradazione riconosciuti nell'area sono riconducibili alle ripetute carenze di fosfati, che si verificano soprattutto all'inizio del periodo vegetativo, ed all'erosione accelerata con allontanamento dei fo-

sfati organici ed inorganici, dovuta agli intensi eventi piovosi autunnali in assenza o carenza di copertura vegetale idonea ad una azione di protezione del suolo. Per le aree i cui deflussi e sedimenti confluiscono direttamente nei laghi questo processo contribuisce all'eutrofizzazione.

L'erosione del suolo e l'associato trasporto di fosfati possono essere ridotti adottando pratiche agronomiche conservative, e quindi diametralmente opposte rispetto a quelle utilizzate attualmente e nel recente passato per i "miglioramenti pascolo". Tra queste, l'eliminazione o la riduzione al minimo delle arature e la creazione di fasce di vegetazione naturale che operino da filtro, intervallate lungo i versanti, sono state riconosciute come le più idonee per contrastare i processi erosivi (Sharpley *et al.*, 1995).

Bibliografia

- AA.VV. (1993). Analisi sulle cause dell'eutrofizzazione delle acque del sistema idraulico Flumendosa-Campidano in relazione all'applicazione della direttiva C.E.E. sulle acque potabili. Commissione delle Comunità Europee, Regione Autonoma della Sardegna, Ente Autonomo del Flumendosa, Volume A, Relazione Generale, Cagliari, 307 pp.
- COLLIN J.J. (1995). Some aspects of desertification seen from the groundwater viewpoint. In Fantechi, R., Peter, D., Balabanis, P., Rubio, J.L. (Eds.) Desertification in a European context: Physical and socio-economic aspects. Proceedings of the European School of Climatology and Natural Hazards Course, held in El Campello, Pueblo Alicante, Alicante, Spain, from 6 to 13 October 1993: 111-121.
- CORREIA F.N. (1996). Water resources under the threat of desertification. International Conference on Mediterranean Desertification, Crete, 29 October - 1 November 1996, 27 pp.
- DIECKMANN H., MOTZER H., HARRES H.-P., SEUFFERT O. (1992). Vegetation and erosion. Investigations on erosion plots in southern Sardinia. *Geökopius*, III: 139-149.
- FISHER T.R., MELACK J.M., GROBBELAAR J.U., HOWARTH R.W. (1995). Nutrient limitation of phytoplankton and eutrophication of inland, estuarine, and marine waters. In: Tiessen, H. (Ed.) Phosphorus in the Global Environment. John Wiley & Sons, Chichester: 301-322.
- HOFFMANN G. (1968). Eine photometrische Methode zur Bestimmung der Phosphataseaktivität in Böden. *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.*, 118: 161-172.
- ISTVÁNOVICS V. (1988). Seasonal variation of phosphorus release from the sediments of shallow Lake Balaton. *Water Res.*, 22: 1473-1481.
- JOLÁNKAI G. (1992). Hydrological, chemical and biological processes of contaminant transformation and transport in river and lake systems. A state-of-the-art report. Technical Documents in Hydrology. International Hydrological Programme-IV Projects H-3.2, UNESCO, Paris, 147 pp.
- KURMIES B. (1972). Zur Fraktionierung der Bodenphosphate. *Die Phosphorsäure*, 29: 118-151.
- MURPHEY J., RILEY J.P. (1962). A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chim. Acta*, 27: 31-36.
- OLLESCH G., SEUFFERT O. (1995). The Impact of Rainfall Variability on Runoff and Erosion in Pasture Ecosystems. Proceedings of the Conference on Erosion and Land Degradation in the Mediterranean, University of Aveiro, Portugal, 14-18 June 1995: 115-124.
- OLLESCH G., SEUFFERT O. (1996). Sediment and soluble load from pasture ecosystems in Sardinia. Interpretation on a single event level. Tagungsbeitrag, 28th International Geographical Congress, The Hague, August

4-10 1996.

- PORQUEDDU C., ROGGERO P.P. (1993). Tecniche di miglioramento dei pascoli e fenomeni erosivi. Atti del Convegno "La difesa del suolo in ambiente mediterraneo", Cala Gonone 12-14 giugno 1991, ERSAT: 141-158.
- PREMAZZI G., PROVINI A. (1985). Internal P loadings in lakes: A different approach to its evaluation. *Hydrobiologia*, 120: 23-33.
- RODOLFI G., VACCA S., ZANCHI C. (1995). Analisi e valutazione del processo di eutrofizzazione delle acque del sistema Flumendosa-Campidano. Nota II: criteri di classificazione del territorio per l'individuazione delle aree maggiormente soggette a rischio di erosione idrica. Atti del Convegno S.I.S.S. "Il Ruolo della Pedologia nella Pianificazione e Gestione del Territorio", Cagliari 6-10 giugno 1995: 37-48.
- SCHINNER F., ÖHLINGER R., KANDLER E., MARGESIN R. (1993). *Bodenbiologische Arbeitsmethoden*. 2. Aufl. Berlin, 385 pp.
- SEUFFERT O. (1983). Mediterrane Geomorphodynamik und Landwirtschaft. Grundzüge und Nutzenwendungen Geoökodynamischer Untersuchungen in Sardinien. *Geoökodynamik*, IV (3/4): 287-341.
- SEUFFERT O. (1992). The project "Geoökodynamik" (geoeodynamics) in southern Sardinia. The rainfall-runoff-erosion catena: causes, dynamics and effects. *Geoökoplus*, III: 111-128.
- SEUFFERT O. (1993). L'erosione dei suoli in Sardegna. Aspetti quantitativi e qualitativi per il controllo dei diversi fattori. Atti del Convegno "La difesa del suolo in ambiente mediterraneo", Cala Gonone 12-14 giugno 1991: 78-93.
- SEUFFERT O., MOTZER H., DIECKMANN H., HARRES H.-P. (1992). Rainfall and erosion. Detailed studies of 3 rainfall-runoff-erosion-events on erosion plots in Southern Sardinia. *Geoökoplus*, III: 129-137.
- Sezione Autonoma per il Servizio Idrografico della Sardegna, Ass. LL.PP. della R.A.S. *Annali Idrologici*. Istituto Poligrafico dello Stato, Roma.
- SHARPLEY A.N., HEDLEY M.J., SIBBESEN E., HILLBRICHT-ILKOWSKA A., HOUSE W.A., RYSZKOWSKI L. (1995). Phosphorus transfers from terrestrial to aquatic ecosystems. In: Tiessen, H. (Ed.) *Phosphorus in the Global Environment*. John Wiley & Sons, Chichester: 171-199.
- STINNER B.R., CROSSLEY D.A., ODUM E.P., TODD R.L. (1984). Nutrient budgets and internal cycling of N, P, Ca, and Mg in conventional tillage, no tillage, and old-field ecosystems on the georgia piedmont. *Ecology*, 65 (2): 354-369.
- THORNTHWAITE C.W., MATHER J.R. (1957). *Instruction and tables for computing potential evapotranspiration and water balance*. Cerrerton.
- VACCA A., PUDDU R., TOMMASI D., USAI D. (1995). Erosion measurements in three areas of Santa Lucia catchment with different land uses. In: Aru, A., Enne, G., Pulina, G. (Eds.) *Land use and soil degradation, Medalus in Sardinia*, Proceedings of the Conference, held in Sassari, Italy, 25 May 1994: 115-127.
- VACCA S. (1995). Analisi e valutazione del processo di eutrofizzazione delle acque del sistema Flumendosa-Campidano. Nota I: metodologie di indagine per la valutazione della dinamica del territorio. Aspetti geomorfologici, pedologici, del land use e sedimentari. Atti del Convegno S.I.S.S. "Il Ruolo della Pedologia nella Pianificazione e Gestione del Territorio", Cagliari 6-10 giugno 1995: 35-36.
- WELCH E.B., SPIRIDAKIS D.E., SHUSTER J.I., HORNER R.R. (1986). Declining lake sediment phosphorus release and oxygen deficit following wastewater diversion. *J. Water Poll. Control Fed.*, 58: 92-96.
- ZANCHI C., BOTTI P., VACCA S., RODOLFI G. (1995). Analisi e valutazione del processo di eutrofizzazione delle acque del sistema Flumendosa-Campidano. Nota III: aspetti idrologici e quantificazione del processo erosivo. Atti del Convegno S.I.S.S. "Il Ruolo della Pedologia nella Pianificazione e Gestione del Territorio", Cagliari 6-10 giugno 1995: 49-56.

DESCRIZIONE DEI PRINCIPALI ASPETTI STORICI ED AMBIENTALI DELLA TENUTA PRESIDENZIALE DI CASTELPORZIANO ()*

Girolamo Mecella¹, Patrizia Scandella¹,
Aleandro Tinelli², Alessandro De Michelis²

¹ Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante
Via della Navicella, 2 - 00184 Roma

² Tenuta Presidenziale di Castelporziano

Introduzione

La Tenuta di Castelporziano, che fa parte della dotazione immobiliare del Capo dello Stato, si estende alla periferia occidentale di Roma sul sistema dunale compreso tra Ostia e Pratica di Mare a circa 20 km dal centro della Capitale.

La Tenuta è situata prevalentemente in zona pianeggiante, contrassegnata nella fascia costiera da formazioni dunali scarsamente elevate (Duna Recente), intervallate a zone depresse (lame), mentre la parte rimanente (Duna Antica) appare più movimentata; la zona più interna, in qualche caso con rilievi abbastanza pronunciati, sino a 85 m sul livello del mare, è costituita da terreni di origine vulcanica e alluvionale.

L'intero territorio comprendente la Tenuta di Castelporziano (circa 4.800 ha), unitamente ad altre aree, è stato sottoposto a vincolo sulle bellezze naturali ai sensi della Legge 20 giugno 1939 n. 1497, con decreto in data 21.10.1954 del Ministero della Pubblica Istruzione di concerto con il Ministero per la Marina Mercantile.

L'ulteriore ampliamento del vincolo è stato imposto con D.M. 22 maggio 1985 e con Legge 8 agosto 1985 n. 431, mentre indicazioni sugli interventi sono incluse nella Direttiva CEE del 27 giugno 1985.

(*) I dati sono desunti dall'Archivio Storico della Tenuta e dal lavoro "Programma per un'azione di monitoraggio ambientale nella Tenuta Presidenziale di Castelporziano" a cura dell'ENEL.

Nel 1990 è stata accorpata a Castelporziano l'adiacente Tenuta di Capocotta, di circa 1.300 ha, con caratteristiche ambientali simili.

La Tenuta di Castelporziano, per lo stato di protezione che dura da un lontano passato e che si è fortunatamente protratto soprattutto negli ultimi decenni, per cui può quasi essere considerata una "isola ecologica" nel territorio tra Roma e il Mar Tirreno, è stata ed è oggetto di numerose ricerche scientifiche che riguardano l'Archeologia, l'Ecologia, la Zoologia (entomologia, ornitologia, mammologia, ecc.), la Botanica (essenze arboree ed arbustive, flora erbacea, micologia, colture agrarie, ecc.), la Geologia, ecc. Le pubblicazioni, i saggi e i documenti archiviati presso la Tenuta sono stati svolti da vari Istituti ed Enti e sono frutto di esperienze originali, che hanno portato a conoscenze via via più approfondite per alcuni aspetti quali quelli botanici, forestali, agrosilvopastorali, mentre quelli relativi alla geologia, all'idrologia, alla pedologia, al clima, alla contaminazione antropica solo recentemente hanno ricevuto un importante impulso.

Cenni storici

La Tenuta di Castelporziano in origine ebbe il nome di Porziano - volgarmente mutato in Porciliano - ricordando forse un primitivo dominio della gente Porzia, che lo tenne ai tempi dell'Impero Romano, quando tutt'intorno sorgevano ville e giardini sulle rovine dell'antica Laurentum.

Verso la fine del secolo scorso furono condotte ricerche archeologiche con ritrovamenti di ruderi e ville romane, che scrittori, uomini di affari e poeti avevano appunto edificato su quella spiaggia.

Il Prof. Lanciani, nel 1906, compilò per l'Accademia dei Lincei una memoria di particolare rilievo sulle vestigia archeologiche del territorio laurentino, fornendo così interessanti lumi sul passato della Tenuta.

Da una bolla di Gregorio VII del 1000 si rileva che Castelporziano, allora nominato Castello di Decima, apparteneva a certo Crescenzo, figlio di Riccardo, che donò il fondo ai Benedettini di San Paolo, quando il monaco Ildebrando era a capo del Monastero.

La baronia dei predetti monaci passò a quelli di S. Saba, che ne ritennero il dominio fino al 1561. Soppressa in quell'anno la loro badia, il Castello con tutte le sue pertinenze agricole e boschive passò alla Camera Apostolica, che le cedette all'Ospedale di S. Spirito.

I tempi difficili e la miseria imperante in quel periodo indusse-

ro il Papa Pio V ad acconsentire perché l'amministrazione dei beni di S. Spirito alienasse il fondo "per non meno di scudi centomila".

Come risulta dal relativo contratto di vendita, l'acquisto fu effettuato in società fra due patrizi fiorentini Agostino Del Nero e Tommaso Guidacci, insieme ad un tale Condisalvo Alvaro, ricco cittadino romano.

Al Del Nero toccò la baronia di Castelporziano con vassalli, vassallaggi e relativa giurisdizione per il prezzo di scudi 97.256, mentre gli altri soci si divisero le limitrofe Tenute di Decima e di Castel Romano.

Per più di due secoli la baronia di Castelporziano fu amministrata dai Del Nero e questo fu un periodo particolarmente felice e fecondo, ma, estintasi tale nobile famiglia, tutto precipitò in rovina.

I Duchi Grazioli, divenuti proprietari di Castelporziano nel 1823, vi effettuarono vari lavori di restauro. Fu ampliato ed abbellito anche il Castello, già ritiro di Pontefici e di grandi personalità, visitato in ogni epoca da Principi, Re ed Imperatori, come testimoniano le molte lapidi ancora esistenti sulle sua mura.

Il 3 giugno 1872 l'allora Ministro delle Finanze Quintino Sella, stipulava a rogito del notaio maggiore del Municipio romano, Camillo Vitti, l'atto di acquisto dai Duchi Grazioli per £. 4.500.000 della tenuta di Castelporziano, che venne destinata a far parte dei beni demaniali in dotazione alla Corona quale Riserva di Caccia e luogo di soggiorno.

Nel 1948, con Legge n. 1077, venne confermata la destinazione immobiliare del Capo dello Stato.

Durante l'ultima guerra mondiale, la Tenuta di Castelporziano venne fatta sgomberare dalla sua popolazione, ammontante complessivamente a circa 250 persone ed in quel periodo essa subì danni notevoli sia nel patrimonio boschivo che in quello immobiliare, per incendi, devastazioni e bombardamenti.

La falcidia della selvaggina fu tale che, quando nel 1944 i dipendenti dell'Amministrazione con i loro familiari rientrarono in Castelporziano, fu constatata la quasi totale distruzione della ricchissima fauna locale ridotta a poche decine di capi, fra daini e cinghiali, rifugiati nei punti meno accessibili del bosco.

Negli anni successivi i danni conseguenti alla guerra furono sanati mediante l'esecuzione di cospicui lavori di riparazione, sistemazione e miglioramento agli immobili, alle strade, al patrimonio boschivo.

La superficie complessiva della Tenuta risulta di 6.300 ha circa,

ricoperti in prevalenza da boschi costituiti dal querceto e dal bosco misto di latifoglie con leccio, sughera, cerro, farnia e farnetto e dalla macchia mediterranea. Sono presenti anche pinete di Pino domestico e sugherete, mentre il resto è rappresentato da pascoli e seminativi, oltre a trascurabili presenze di pioppeti ed eucalitteti.

Vegetazione

La Tenuta di Castelporziano si trova in un punto di grande interesse vegetazionale, essendo situata all'incrocio fra i due grandi ecosistemi zonali dell'Europa meridionale: la lecceta e il querceto misto caducifolio. Il bioclimate è di tipo mediterraneo, ma con carattere di transizione verso il bioclimate centroeuropeo: media annua relativamente bassa, aridità estiva per lo più ridotta a due mesi o meno. Queste condizioni, relativamente inconsuete sulla costa mediterranea, assicurano una elevata diversità di flora e di comunità vegetali, nonostante la relativa uniformità dei substrati e la morfologia pianeggiante.

La flora di Castelporziano è particolarmente ricca: sono state finora censite circa 945 specie, tra cui numerose specie rare o comunque notevoli: alcune di queste sono molto localizzate, come *Maresia nana* e *Cordamine parviflora*, altre hanno a Castelporziano la stazione più meridionale del loro areale distributivo in Italia oppure l'estremo settentrionale.

Le comunità forestali a carattere zonale, che si possono ritenere rilevanti per la comprensione delle peculiarità di Castelporziano, sono:

- sul lato a mare la lecceta, consorzio forestale sempreverde con dominanza di leccio (*Quercus ilex*) accompagnato da *Arbutus unedo*, *Phillyrea media*, *Myrtus communis*, *Pistacia lentiscus*, *Smilax aspera*, *Asparagus acutifolius*, *Rubia peregrina*, *Hedera helix*, *Ruscus aculeatus*, vegetazione naturale potenziale delle coste mediterranee;

- sul lato interno il querceto misto a farnetto e cerro, caducifolio, nel quale sono dominanti le querce, *Quercus frainetto*, *Quercus cerris*, più rare *Quercus robur* e *Quercus crenata*, alle quali si associano *Carpinus orientalis*, *Crataegus monogyna*, e talora elementi sempreverdi tra i quali *Quercus suber* e *Laurus nobilis*; è un consorzio a distribuzione prevalentemente balcanica.

I numerosi esemplari di querce (*Quercus cerris*, *Quercus frainetto* e rare *Quercus crenata*) hanno dimensioni maestose e un'età che può

esser stimata da circa due secoli fino a quattro secoli o più e costituiscono uno degli aspetti di maggior valore ambientale della Tenuta.

Va infine sottolineata l'intima fusione esistente in alcune zone della Tenuta fra vegetazione naturale e manufatti di interesse archeologico. Nella Grotta di Piastra, ad esempio, la lecceta climatogena cresce direttamente sopra i ruderi di ville romane. Queste sono state abitate fino al IV secolo almeno; il successivo processo di interrimento, pedogenesi e successione vegetazionale ha certamente richiesto altri 3-4 secoli e le prime mappe del sec. XVI già riportano l'esistenza della foresta in questo punto. Siamo dunque di fronte a un processo storicamente databile di ripopolamento spontaneo di un'area urbanizzata, fenomeno unico in Europa e nel Mediterraneo, che trova riscontro solo con le tracce della civiltà Khmer in Cambogia e dei Maya nello Yucatan.

Fauna

La fauna della Tenuta già in epoca romana era ricca di greggi di pecore, di armenti di cavalli e buoi, nonché di selvaggina costituita prevalentemente di cinghiali e cervidi. Nel seicento le foreste del luogo erano note come "boschi di cervi et damoli"; citata è anche in epoca più recente la presenza di bufali utilizzati per smacchiare il materiale boschivo, bufali importati a Roma, ma mai allevati in zona, di cui si ha notizia anche al momento della vendita della Tenuta allo Stato Italiano (1872). Nei primi tempi dopo l'acquisizione, la Tenuta era sostanzialmente utilizzata come tenuta di caccia e dal 1878 al 1920 sono stati annotati gli abbattimenti di cinghiali, di caprioli, di daini. L'attività venatoria interessava anche l'avifauna (quaglie, colombacci, beccacce, beccaccini, anatidi).

Nel dopoguerra (1948) il bestiame da lavoro della Tenuta è ridotto a pochissime unità, tremila risultano le pecore, la selvaggina è praticamente decimata: scomparsi cervi ed antilopi, ridotto il numero di daini e caprioli, buona solo la popolazione dei cinghiali, soprattutto per la scomparsa di specie competitori. Da questo momento si volge attenzione alla fauna della Tenuta, reintroducendo l'allevamento dei bovini di razza maremmana ed incrementando quello degli ovini, contenendo il numero dei cinghiali, tutelando i daini e riimmettendo i cervi.

Negli ultimi anni, in considerazione delle funzioni di rappresentanza della Tenuta, la gestione della fauna assume finalità protezionistiche, dal 1976 è impedita la caccia e viene istituita un'oasi di rifugio.

Attualmente la selvaggina stanziale è così valutata: 700-800 daini, 800 cinghiali, 250-300 caprioli, oltre ad un ragguardevole numero di fagiani e di lepri.

Patrimonio archeologico

L'interesse dimostrato alle antichità di Castelporziano dagli studiosi di ogni tempo attesta l'alto valore storico del suo territorio, che accoglie, lungo la fascia litoranea e nel suo retroterra, gli elementi significativi per la storia di Roma.

Castelporziano è al centro tra il polo religioso del santuario arcaico delle tredici are di Lavinium (odierna Pratica di Mare) e quello militare prima, marittimo e commerciale poi, di Ostia.

La Tenuta è attraversata, nella fascia litoranea, da una strada che viene detta Severiana per le provvidenze che Settimio Severo dedicò alla zona costiera e portuale, forse dopo gravi danneggiamenti ad opera di terremoti e alluvioni. Lungo questa arteria, dal periodo repubblicano al tardo impero, ha avuto vita una serie di ville più o meno grandi e signorili, interessantissimo fenomeno di edilizia residenziale sorta probabilmente sull'esempio delle splendide dimore imperiali a mare ed in vicinanza delle proprietà dei personaggi più importanti dell'epoca. Al centro della fascia residenziale si attiva anche un nucleo di servizio pubblico con complessi termali, taberne, probabili stazioni di carattere amministrativo, un *vicus*, il *vicus Laurentium Augustanorum*, che indica nel suo stesso nome la dipendenza dalla vicina proprietà imperiale. Quest'ultima è stata identificata già dagli studi più antichi e si manifesta nel maestoso complesso di Tor Paterno, al quale portano due strutture importanti e costruite per interesse pubblico, una strada basolata ed un acquedotto d'epoca traiana (inizi del II sec. d.C.), che si attestano nei pressi della villa da cui, tramite cisterne e castelli d'acqua, il prezioso elemento veniva distribuito nell'area circostante.

Condizioni climatiche

Il clima dell'area di Castelporziano è mediterraneo, con forte influenza marina.

La Tenuta è dotata di una Stazione Meteorologica fin dal 1981. Mentre la temperatura media annua si aggira intorno a 15.4 °C, la tempera-

tura media minima dei mesi più freddi (gennaio e febbraio) si aggira intorno ai 4 °C e raramente scende al di sotto dello zero. La temperatura media massima raggiunge i valori più elevati nei mesi di luglio e agosto (30 °C) e solo raramente si registrano massime assolute maggiori di 35 °C. Le precipitazioni (media annua di 724 mm) sono concentrate soprattutto in autunno e in inverno, con un massimo nei mesi di ottobre e novembre (valore medio di 124 mm), mentre sono scarse in estate, con un minimo in luglio (12 mm).

Morfologia

Per quanto riguarda la morfologia della Tenuta, l'area si estende secondo una vergenza Ovest-Est; il versante Ovest presenta una pendenza tra 1 e 4 %, mentre il versante Est presenta una pendenza tra il 10 ed il 20 %.

L'area è caratterizzata da due reti di drenaggio divise da uno spartiacque, che passa tra le quote 75 m e 60 m s.l.m.: sul lato est la rete di drenaggio è fitta, impostata su tufi e defluisce nel Fosso di Malafede; sul lato ovest invece la rete di drenaggio è più rada, impostata sulla duna recente e sulla duna antica e versa direttamente in mare.

Dalle analisi delle quote e delle pendenze, risulta che i bordi dei pianori a destra del Fosso di Malafede si trovano mediamente a quote di circa 50 m, mentre sulla sinistra dello stesso Fosso il pianoro più elevato è a quota 75 m s.l.m. Dal punto di vista strutturale, considerando le pendenze medie del versante Est e del versante Ovest, si suppone che siano avvenuti degli assestamenti, che hanno seguito gli eventi vulcanici, sollevando e basculando l'intera area della tenuta verso Ovest. Si presume che sulla faglia si sia originato il Fosso di Malafede, che raccoglie una parte dei corsi d'acqua dell'apparato vulcanico d'Albano, sul quale si è impostato un deflusso tipico a raggiera.

Pedologia

Sono stati riscontrati tre principali ordini di suolo: Entisuoli, Inceptisuoli e Alfisuoli.

I suoli rilevati sulla fascia della duna recente e nelle alluvioni del Fosso di Malafede presentano un profilo A-C. I primi hanno le caratteristiche dei Regosuoli, nei quali l'aridità costituzionale delle sabbie, l'instabilità del materiale facilmente soggetto all'erosione eolica e la giovane età del-

le dune stesse non consentono alcuna differenziazione genetica degli orizzonti. I suoli sulle dune recenti presentano una sensibile ricchezza in carbonato di calcio, di origine bioclastica, che li differenzia nettamente da quelli della duna antica, i quali invece ne sono privi. I secondi, formatisi sulle alluvioni, sono suoli recenti in cui la pedogenesi non ha ancora operato differenziazioni per i continui apporti fluviali; in alcune aree sono presenti fenomeni di idromorfia.

I suoli sul substrato vulcanico affiorante nella zona Est della Tenuta corrispondono ai suoli bruni lisciviati, che ospitano prevalentemente coltivi. Essi sono caratterizzati da un profilo A-B-C, in cui l'orizzonte B di alterazione presenta reazione da subacida a neutra, struttura poliedrica e scarsi rivestimenti di argilla. Nel profilo è assente il carbonato di calcio. Si tratta di suoli piuttosto sviluppati ed antichi, in cui l'alterazione ha distrutto in gran parte i minerali primari più alterabili (vetro vulcanico, anfiboli, piro-seni), ma permane ancora una notevole quantità di riserve minerali.

Il gruppo di suoli, che corrisponde ai suoli lisciviati propriamente detti, è caratterizzato da un profilo A1-A2-B-C, presenta fenomeni di idromorfia; nell'orizzonte B si trovano accumulati argilla, ossidi di Fe e noduli di Fe-Mn eluviati dagli orizzonti superiori. Gli Alfisuoli si sono formati prevalentemente sulla duna continentale wurmiana e coprono la maggior parte della Tenuta; l'età del substrato geologico, la permeabilità e l'incoerenza dello stesso, probabilmente un clima precedente più umido dell'attuale ed un assetto geo-morfologico diverso sono i principali fattori pedogenetici, che hanno prodotto suoli molto evoluti e sviluppati in spessore.

Idrogeologia

L'area compresa nella Tenuta Presidenziale di Castelporziano presenta in affioramento sedimenti prevalentemente sabbiosi, la cui origine è legata a depositi dunali; all'interno si rinvengono livelli di ciottoli silicei, croste di alterazione, argille ecc. riferibili a processi di rimaneggiamento in ambienti fluvio-lacustri e costieri.

Seguono in successione stratigrafica e affiorano nelle incisioni del Fosso di Malafede e del Fosso della Santola prodotti vulcanici, tufi e pozzolane, deposti in ambienti fluvio-palustri.

La serie continua con sedimenti costituiti da sabbie, ghiaie, argille sabbiose ecc. di origine fluvio-palustre, deltizia e marina (Formazione di Ponte Galeria).

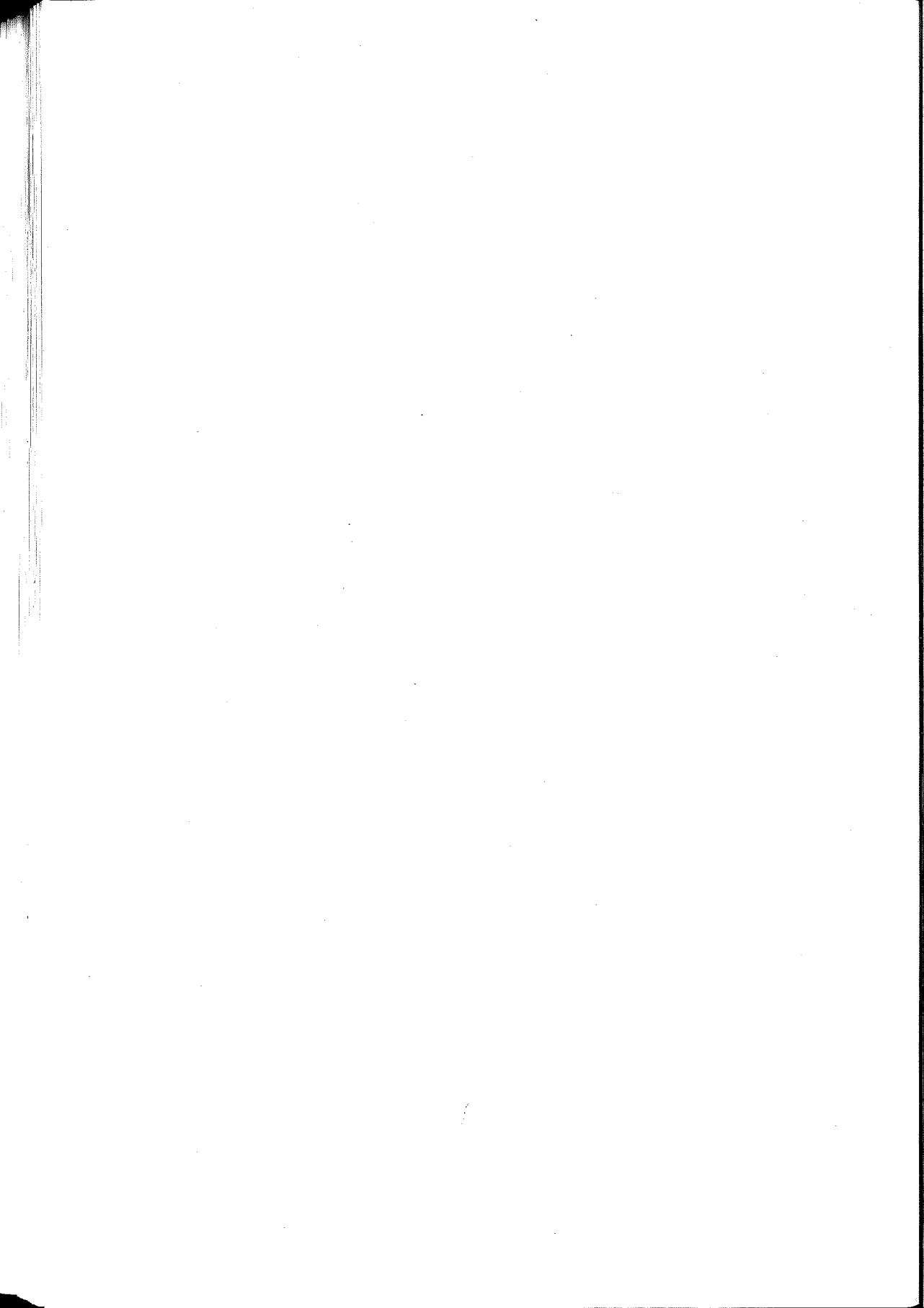
Il basamento impermeabile è costituito da sabbie argillose, argille, marne ecc. riferibili a plio-pleistocene, che continuano in profondità con notevoli spessori (50 - 70 m) e che diminuiscono muovendosi verso E e SE fino ad annullarsi in corrispondenza degli affioramenti argillosi pliocenici segnalati nel Fosso di Pratica (Pomezia).

La serie litologica sommariamente descritta permette di individuare, nei primi termini costituiti prevalentemente da sabbie e affioranti in buona parte delle Tenute, la sede del primo acquifero, presumibilmente sostenuto dai depositi vulcanici meno permeabili, e di ipotizzare la presenza di un secondo acquifero tra questi e le argille di base.

In relazione alla falda superficiale questa raggiunge in alcuni siti una profondità inferiore ai 3 m dal piano di campagna.

Relativamente alle acque di scorrimento superficiale sono presenti tre bacini idrografici principali: il primo rappresenta il confine settentrionale della Tenuta ed è costituito dal Fosso di Malafede, il secondo ed il terzo sono relativi ai Fossi del Selceto e della Santola.

Nella Tenuta sono presenti anche numerose "piscine", stagni in parte temporanei ed in parte permanenti, dovute in generale all'affioramento della falda superficiale ed ipodermica nella fascia costiera della Duna Recente e all'invaso di acque meteoriche in depressioni naturali o più o meno artificiali nelle restanti aree.



AMBIENTE IDRICO DELLA TENUTA PRESIDENZIALE DI CASTELPORZIANO

Patrizia Scandella¹, Girolamo Mecella¹, Federica Fricano¹,
Maurizio Bucci², Maria Concetta Pizzoferrato¹

¹ Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante
Via della Navicella, 2 - 00184 Roma

² ENEA - Centro Ricerche Casaccia

Il contesto paleogeografico dell'area di Castelporziano si innesta nel sistema costiero dell'Italia centrale, la cui configurazione morfologico-sedimentaria è dovuta alla deposizione di formazioni derivanti da cicli sedimentari ed erosivi legati all'evoluzione tettonica sedimentaria (Pliocene inferiore - Pleistocene medio) ed alle oscillazioni glacio-eustatiche della linea di riva (Pleistocene medio), che caratterizzarono questa porzione di territorio dopo l'esaurimento della fase orogenetica appenninica durante il Miocene [14,15].

La configurazione morfo-geologica odierna della Tenuta è caratterizzata, procedendo nella successione litostratigrafica dai termini più recenti a quelli più antichi, da sedimenti sabbiosi, la cui origine è legata a depositi marini attuali (spiaggia sabbiosa), da dune costiere attuali più o meno consolidate con struttura e granulometria derivanti principalmente dall'azione del vento, formazione nota in letteratura con il nome di Duna Recente. Seguono i depositi di età Tirreniana, la cui facies sedimentaria era rappresentata da una piana costiera caratterizzata da corsi d'acqua effimeri, che costituivano un reticolo fluviale a canali intrecciati, il quale risentiva probabilmente di una certa rielaborazione legata all'azione eolica [2]. Tale formazione, nota in letteratura come Duna Antica risulta arealmente la più estesa nella Tenuta, circa i 2/3, rappresentando quindi l'elemento geomorfologico predominante nell'assetto idrologico della Tenuta stessa. La successione litostratigrafica presenta, nei suoi termini più antichi, i prodotti vulcanici del Pleistocene medio-superiore, costituiti da tufi e pozzolane localmente rielaborati in ambienti fluvio-palustri. Tali litotipi affiorano nelle incisioni del fosso della Santola e sul versante in riva sinistra del fosso di Malafede, pro-

fondamento inciso dai corsi d'acqua, che hanno prodotto una serie di vallecole subparallele, a partire dallo spartiacque che corre a quote comprese tra 60 e 80 m s.l.m. nel settore settentrionale della Tenuta.

In successione ed in eteropia di facies, segue una formazione che accorpa terreni molto eterogenei comprendenti ghiaie, sabbie, limi ecc. di origine continentale, deltizia, costiera, palustre e marina definita come "Formazione di Ponte Galeria".

Questo complesso non è presente a valle dei terrazzi morfologici e nell'area costiera e costituisce, pur tenendo conto della notevole variabilità dei parametri idrogeologici, il principale acquifero dell'area a N dell'isoipsa dei 40 metri.

Il substrato impermeabile è costituito per l'intera area da argille, argille sabbiose e marne di origine marina e costiera (Pleistocene inferiore).

Questa formazione, che all'interno della tenuta non affiora, è stata intercettata ad una quota di circa 15 m s.l.m. da un sondaggio eseguito dall'ACEA nei pressi della villa Presidenziale [9,20] e rispettivamente a 31, 23 e 6 m s.l.m. da altri sondaggi realizzati dall'ENEA lungo la fascia a quota più elevata della Tenuta.

La serie descritta risulta ridotta nei suoi termini alti ed intermedi in corrispondenza delle incisioni dei corsi d'acqua che confluiscono in riva sinistra nel Fosso di Malafede (affluente di sinistra del F. Tevere), la cui valle rappresenta il livello di base ed il limite idrogeologico di tutto il settore settentrionale della Tenuta, ed in corrispondenza della fascia costiera dove non viene incontrato il complesso di "Ponte Galeria" [2,3,8,9,14,16,19].

Le diverse formazioni presenti nell'area influenzano l'assetto idrologico della Tenuta [13], condizionandone le diverse permeabilità:

- Duna Recente, costituita da alternanze di depositi fluvio-palustri (sabbie, limi, argille, torbe, ecc.), con permeabilità da media ad elevata;
- Duna Antica, composta prevalentemente da sabbie con buona permeabilità;
- Depositi piroclastici, tufi e pozzolane, mediamente permeabili per fratturazione.

I principali motivi morfologici [17] sono costituiti, a partire dal confine nord orientale, dalla parte terminale del bacino idrografico del Fosso di Malafede; da un "plateau" intermedio con quote comprese tra i 60 e gli 80 m; da una spianata costiera delimitata verso NE da due terrazzamenti [4,5,6,7,11].

Il Fosso di Malafede delimita verso NE l'area, scorre in un'ampia vallata alluvionale ricevendo in sinistra idrografica una serie di fossi (Fosso di Trafusa, Fosso della Cassa, Fosso della Valle dell'Oro ecc.), le cui valli incidono i terreni di copertura fino alle argille di base. Le testate delle valli risalgono fino al settore intermedio a quote comprese tra i 70 e i 60 m s.l.m. L'elevazione massima della Tenuta si ha in corrispondenza di questo settore, che include lo spartiacque superficiale, che da una quota di circa 63 m s.l.m. risale fino agli 80 m s.l.m., con direzione NW - SE.

Si tratta sostanzialmente di un'area leggermente ondulata caratterizzata in affioramento dalle sabbie della "Duna Antica" dotate di buona permeabilità. Localmente sono presenti delle depressioni, il cui fondo risulta poco permeabile: in tali condizioni le acque delle precipitazioni meteoriche si raccolgono dando luogo alla formazione di piccoli invasi, a carattere temporaneo o permanente. Scendendo verso SW sono rilevabili due terrazzi delimitati da scarpate, incise da piccoli corsi d'acqua, riferibili a fenomeni di trasgressione marina a prevalente direzione NW - SE ed andamento circa parallelo.

La pianura costiera si raccorda alle scarpate a quote comprese tra le isoipse di 20 - 40 m circa e, a partire dalla spiaggia sabbiosa attuale, presenta una serie di cordoni dunali ancora attivi, tagliati dalla SS. 601 Ostia - Anzio. Più internamente si hanno dune consolidate ricche di vegetazione, che presentano, nelle depressioni che le separano, depositi di tipo lagunare e palustre derivati da accumuli delle acque meteoriche in invasi, alcuni anche di notevole estensione (Tor Paterno). Il settore a SW è attraversato dal Canale Allacciante del Pantanello (Canale Palocco), mentre perpendicolare alla costa da NW verso SE si hanno il Fosso del Camilletto o di valle Carbonara, il canale della Santola o del Figurone e il fosso delle Rogare.

Per quanto attiene l'evoluzione idrologica nella Tenuta, un aspetto fortemente condizionante è stato in tempi più recenti, la formazione, nella piana costiera laziale, di aree paludose a causa del mancato riflusso delle acque superficiali, infestate a fasi alterne da episodi malarici, di cui si ha notizia storica fino ai primi del '900. Nel 1910 la bonifica delle zone paludose retrodunali comportò la progressiva scomparsa di stagni e piccoli laghi, con alterazione delle componenti vegetali e una forte diminuzione della malaria [10]. Questi interventi hanno determinato una notevole modificazione del sistema idrico di superficie, che attualmente comprende alcuni torrenti e rigagnoli a andamento lineare tipico delle aree sabbiose.

Sotto il profilo idrologico l'intera Tenuta è caratterizzata da un ricco sistema idrologico di profondità e da un sistema di superficie, ecologi-

camente peculiare e pregevole, entrambi oggetto di monitoraggio da parte del G.D.L. Idrogeologia, rispettivamente dall'U.O. dell'ENEA "Idrogeologia e monitoraggio delle falde" e dall'U.O. dell'ISNP "Monitoraggio delle piscine".

Per quanto concerne l'idrologia di profondità, l'U.O. dell'ENEA "Idrogeologia e monitoraggio delle falde" ha realizzato un sistema di monitoraggio che conta attualmente circa 40 tra pozzi e piezometri, attraverso il quale ha potuto precisare la consistenza e l'evoluzione nel tempo delle risorse idriche sotterranee [4,5,6,7]. Si sono individuati due acquiferi nella parte settentrionale della Tenuta delimitati il primo da uno strato di limi, limi sabbiosi e limi argillosi di origine continentale, costiera e palustre ed il secondo dalle argille, limi e limi argillosi di origine marina e costiera del basamento. Nel settore meridionale è stato individuato un solo acquifero sostenuto dalle argille e dai limi del basamento.

Le acque sotterranee presentano due livelli di base principali, il primo a NE costituito dal Fosso di Malafede, il secondo verso SW dal mare. Lo spartiacque idrogeologico risulta spostato verso S rispetto a quello morfologico.

L'area di ricarica pertinente agli acquiferi individuati è rappresentata sostanzialmente dall'intera superficie della Tenuta, essendo i terreni in affioramento costituiti da sabbie di origine marina e costiera a permeabilità medio-alta con fenomeni molto limitati di scorrimento superficiale.

Di particolare interesse ai fini gestionali delle risorse idriche sotterranee, risulta la stazione di monitoraggio situata in località Infernetto, nei pressi dell'opera di captazione attualmente costituita da una serie di punte drenanti, che, con un sistema di pompaggio, alimentano un serbatoio interrato di capacità di circa 300 m³, dal quale attingono gli impianti di irrigazione della Tenuta. La sonda automatica installata nel piezometro è in funzione dal giugno del 1995 e ha fornito una serie di importanti indicazioni; è stato possibile infatti, utilizzando periodi di pompaggio prolungato a portata costante, ricavare i parametri caratteristici dell'acquifero ed in particolare la permeabilità, risultata di $6,87 \cdot 10^{-4} \text{ m s}^{-1}$.

L'analisi dei dati piezometrici ha permesso la costruzione della carta delle isopieze [7], nella quale sono individuabili due assi di scorrimento principali, il primo pertinente la zona nord-occidentale orientato verso WSW, il secondo relativo al settore sud-occidentale perpendicolare circa alla linea di costa ed orientato a SW.

La spaziatura e la configurazione delle isopieze suggerisce una

netta separazione dell'area costiera in due zone a caratteristiche idrogeologiche differenti. La prima, che va dalla costa fino alla isoipsa 10 metri circa, è caratterizzata da gradienti idraulici dell'ordine del 2-3 ‰, la seconda, compresa tra le isoipse 10 m e 40-60 m, presenta valori superiori al 20 ‰.

Una così netta differenziazione è con tutta probabilità da imputarsi ad una notevole diminuzione della permeabilità dell'acquifero, accompagnata da variazioni sostanziali dell'andamento del substrato impermeabile. Questo si traduce in buona sostanza in una circolazione molto più lenta delle acque sotterranee ed in una loro scarsa disponibilità complessiva.

L'altro elaborato realizzato è la carta della soggiacenza [7], che permette di valutare per ogni zona della Tenuta la profondità alla quale è raggiungibile la tavola d'acqua. Un dato di notevole interesse è quello dell'approfondimento della falda nella zona centrale del settore costiero. Tale andamento è con molta probabilità legato ad un motivo strutturale, che determina una convessità nel substrato impermeabile costituito dalle argille Pleistoceniche. Sempre alla stessa area è associato un elevato gradiente idraulico e uno spessore della falda estremamente ridotto. I sondaggi effettuati indicano un generale aumento della componente argillosa nelle sabbie e la presenza di fitte alternanze tra sabbie, sabbie argillose e argille. La permeabilità è molto bassa e la produttività di eventuali opere di captazione del tutto trascurabile.

Riguardo all'idrologia di superficie, l'U.O. dell'ISNP "Monitoraggio delle piscine" ha effettuato il monitoraggio di 41 piscine, scelte tra le più rappresentative dell'intera area [1,12,18]. L'aspetto più peculiare della Tenuta è infatti sicuramente legato alla presenza dei numerosi invasi naturali, le piscine. Si tratta di piccoli bacini chiusi, circondati da vegetazione tipica degli ambienti palustri, talvolta da essenze ad alto fusto, bosco misto termofilo o bosco igrofilo mediterraneo. Tali piscine fungono da "collettori" di acque meteoriche e, per l'elevata influenza che hanno negli aspetti funzionali dell'ecosistema, rivestono un'importanza fondamentale per il mantenimento e la conservazione del paesaggio. In quanto riserve d'acqua, consentono infatti la sopravvivenza di numerose specie vegetali ed animali e rappresentano uno dei rari esempi di zone umide naturali in ambiente mediterraneo.

Lo studio eseguito dall'Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante ha interessato in particolar modo le caratteristiche chimiche delle acque delle piscine, evidenziando l'influenza che differenti situazioni pedologiche, geologiche ed ambientali determinano sul sistema stesso. In effetti le analisi a cui sono state sottoposte le acque comprendono quei parametri atti a definire i rapporti acqua-suolo, quali pH e conducibilità, concen-

trazione dei cationi maggiormente rappresentati nelle acque (Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++}), carbonati, bicarbonati e cloro, fosforo ed azoto ed alcuni elementi prettamente indicativi della matrice litologica dei terreni, che costituiscono l'invaso delle piscine (Fe , Mn , SiO_2 , B).

Da un punto di vista puramente qualitativo le caratteristiche chimiche delle acque hanno messo in evidenza la presenza di due diverse situazioni, una caratterizzante la fascia costiera della Tenuta e la seconda la zona centro-settentrionale, con passaggi graduali dall'una all'altra. Questa differenziazione, oltre che per fattori ambientali, pedologici e geologici, risulta probabilmente legata alla presenza, nella zona costiera di una falda superficiale (circa 1.50 m sotto il piano campagna), che interagisce con l'acqua meteorica, raccolta nelle piscine costiere. Per quanto concerne invece variazioni temporali nelle caratteristiche chimiche e fisiche, dai risultati analitici ottenuti si evidenzia che in ciascuna delle piscine considerate la qualità delle acque non varia sostanzialmente nel tempo, ad eccezione di un lieve aumento della concentrazione ionica durante il periodo estivo, quando i fenomeni di evaporazione risultano più accentuati.

Le caratteristiche chimiche rilevate mettono in evidenza che le acque delle piscine dell'area centro-settentrionale presentano una reazione in pH subacido-neutra ed una conducibilità elettrica che oscilla intorno al valore di 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$; le acque interessanti la fascia costiera invece presentano una reazione nettamente subalcalina e con valori di conducibilità che salgono a 500-800 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Lo stesso andamento viene riscontrato per gli ioni alcalini ed alcalino-terrosi presenti nelle acque. Per quanto riguarda invece il rapporto tra gli ioni Na^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , evidenziato dal valore del SAR, non si notano differenze significative tra le piscine centro-settentrionali e quelle costiere; in queste ultime all'incremento degli ioni alcalini corrisponde un altrettanto aumento degli ioni alcalino-terrosi.

I quantitativi degli ioni HCO_3^- e Cl^- differenziano nettamente le acque delle piscine centro-settentrionali da quelle costiere, presentando in queste ultime valori molto più alti; in queste sono state rilevate tracce dello ione $\text{CO}_3^{=}$, che risulta sempre assente nelle altre.

Il valore del limite di Todd, derivato dal rapporto tra gli ioni cloridrici e quelli carbonici, indica che sia le acque costiere che quelle di alcune piscine nel centro-nord sono da classificare come acque leggermente contaminate da aerosol marino. Per quanto riguarda la zona costiera, si può ipotizzare che la concentrazione in sali derivi dalla lisciviazione dei suoli sovrastanti in concomitanza di scarse oscillazioni delle acque. Nelle acque delle piscine più interne alla Tenuta invece l'incremento nel tempo della salini-

tà e l'elevato valore del limite di Todd, che si riscontrano in molte piscine, certamente sono causati dalla deposizione di aerosol marino, di cui gli ioni cloro e sodio possono essere considerati ioni traccianti. Il grado di contaminazione marina, molto variabile nel tempo, anche all'interno della stessa piscina, dipende certamente dalla direzione e dalla velocità del vento.

I quantitativi riscontrati di B^{+3} , Fe^{+3} e Mn^{++} riflettono la natura litologica dei suoli sui quali insistono le piscine, passando da valori molto bassi a valori più elevati in funzione della presenza di materiali vulcanici. Anche i valori in SiO_2 appaiono correlati al substrato litologico, con tenori particolarmente consistenti nelle acque delle piscine costiere situate nella duna costiera e derivanti dalla lisciviazione dei suoli sovrastanti.

I valori dell'azoto solubile ($N_{sol} = N-NO_3 + N-NH_4 + N-NO_2$) e del fosforo sono più elevati nelle acque delle piscine centro-settentrionali rispetto a quelle di costa, e costituiscono indici della vita presente nelle acque e della frequentazione degli animali. Tali valori assegnano, secondo la classificazione dei corpi idrici superficiali proposta da Vollenwader, le piscine di Castelporziano alla categoria delle acque "politrofe". I contenuti, sia pur minimi, di $N-NO_2$ talvolta riscontrati confermano la presenza di fenomeni di decomposizione della sostanza organica nell'ambiente asfittico dei fondali.

Al fine di evidenziare le similitudini o diversità tra le acque delle piscine, i dati chimici raccolti per piscina sono stati sottoposti ad analisi statistica multivariata (PCA, Cluster e Factor analysis). I risultati dell'elaborazione statistica hanno permesso di raggruppare le piscine secondo le loro caratteristiche comuni (Cluster analysis), consentendo di confermare l'ipotesi dell'esistenza di due sistemi distinti: il primo, che interessa la maggior parte delle piscine della Tenuta, localizzate nella parte più interna e caratterizzate dalla presenza di lenti argillose, che trattengono più o meno a lungo l'acqua piovana, individua nella loro alimentazione esclusivamente la componente pluviometrica; il secondo sistema interessa tutte quelle piscine ubicate nella fascia costiera, e risulta condizionato dalla presenza della falda superficiale, che, unitamente alla componente pluviometrica, ne determina la ricarica [1,12].

Una particolarità che caratterizza le piscine della Tenuta è la forte oscillazione dei livelli idrici sia nell'arco dell'anno che durante gli anni, fattore che in alcuni casi porta al prosciugamento totale delle stesse anche per periodi prolungati. Gli studi finora eseguiti sulle piscine forniscono già elementi che permettono di evidenziare come tali oscillazioni siano strettamente legate sia al regime climatico dell'area, che alla struttura geopedo-

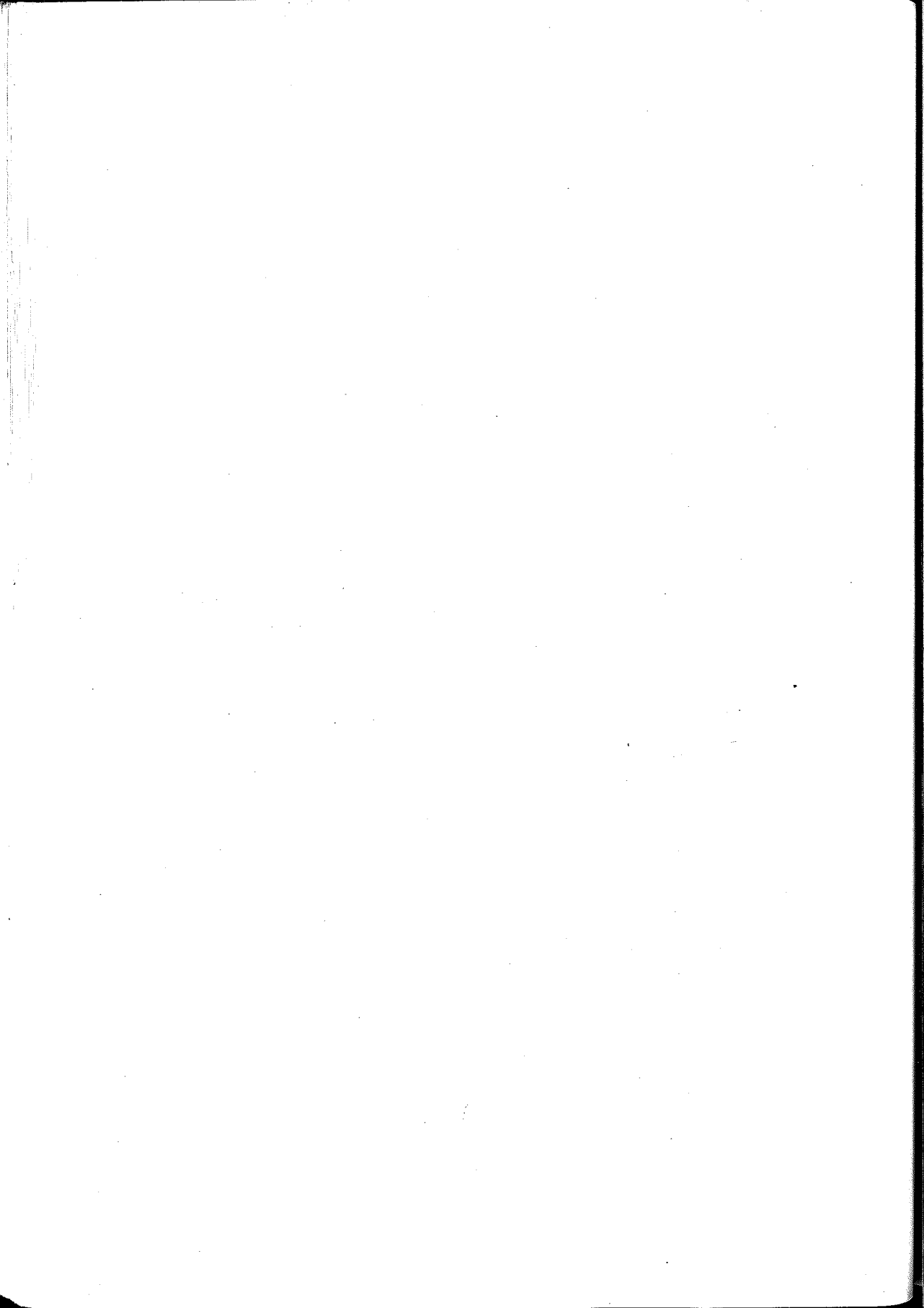
logica del bacino ed alla sua capacità di invaso. Conferme di tale comportamento verranno dalla prosecuzione del monitoraggio sia nel tempo che nello spazio degli elementi che costituiscono e regolano l'esistenza di tale sistema complesso.

In considerazione poi dell'importanza che le acque della falda superficiale rivestono nell'ambito del sistema idrico superficiale delle piscine costiere, poiché si sono riscontrati valori di salinità lievemente alti nelle acque di questa falda e delle piscine stesse, al fine di controllare l'eventuale grado di contaminazione da intrusione marina, possibile per la vicinanza alla superficie del suolo dell'interfaccia acqua dolce/acqua salata, è stato effettuato anche uno studio geochimico [5,6], che ha escluso la possibilità della contaminazione marina ed ha avvalorato l'ipotesi che tali leggeri arricchimenti in NaCl siano imputabili alla sola lisciviazione in falda dei sali accumulati sulla superficie per aerosol marino [1,12].

Bibliografia

- [1] AMENDOLA G., FRICANO F., LAUCIANI R., SCANDELLA P. (1996). Le acque delle Piscine. Atti Seminario Tematico G.D.L. IDROGEOLOGIA. Progetto di Monitoraggio Ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano - Creazione di un Sistema Informativo Territoriale Ambientale Castelporziano (SITAC). G.D.L. IDROGEOLOGIA - U.O. ISNP - Monitoraggio delle Piscine, ENEA Centro Ricerche Casaccia, 5 novembre 1996.
- [2] ARNOLDUS A., ANSELMINI B., CATALANO F., MILLI S., ZARLENGA F. (1991). Analisi Paleoambientale dei depositi (Duna rossa) contenenti Industria Musteriana e affioranti nell'Area di Castelporziano - Pomezia (Roma). ENEA Comitato Nazionale per la Ricerca e lo Sviluppo dell'Energia Nucleare e delle Energie Alternative - Area energia, ambiente e salute.
- [3] AZIENDA COMUNALE DI ELETTRICITÀ ED ACQUA (1957). Studio geoelettrico per sondaggi nella regione di Roma - Roma.
- [4] BUCCI M. ed altri (1994). Programma per lo studio idrogeologico della Tenuta Presidenziale di Castelporziano - Atti I Seminario Progetto di Monitoraggio Ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano - Creazione di un Sistema Informativo Territoriale Ambientale Castelporziano (SITAC) - G.D.L. IDROGEOLOGIA, U.O. ENEA - Idrogeologia e monitoraggio delle falde. Tenuta Presidenziale di Castelporziano, 8 Aprile 1994.
- [5] BUCCI M. ed altri (1995). Studio idrogeologico della Tenuta Presidenziale di Castelporziano - Primi risultati - Atti II Seminario Progetto di Monitoraggio Ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano - Creazione di un Sistema Informativo Territoriale Ambientale Castelporziano (SITAC) - G.D.L. IDROGEOLOGIA, U.O. ENEA - Idrogeologia e monitoraggio delle falde. Tenuta Presidenziale di Castelporziano, 12 Maggio 1995.
- [6] BUCCI M. ed altri (1996). Studio idrogeologico della Tenuta Presidenziale di Castelporziano - Lineamenti idrogeologici e realizzazione della rete di monitoraggio - Atti III Seminario Progetto di Monitoraggio Ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano - Creazione di un Sistema Informativo Territoriale Ambientale Castelporziano (SITAC) - G.D.L. IDROGEOLOGIA, U.O. ENEA - Idrogeologia e monitoraggio delle falde. Tenuta Presidenziale di Castelporziano, 14 Giugno 1996.
- [7] BUCCI M. (1996). Studio idrogeologico della Tenuta Presidenziale di Castelporziano - Quadro delle conoscenze ac-

- quisite - Atti I Seminario Tematico G.D.L. IDROGEOLOGIA. - Progetto di Monitoraggio Ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano- Creazione di un Sistema Informativo Territoriale Ambientale Castelporziano (SITAC). U.O. ENEA - Idrogeologia e monitoraggio delle falde. ENEA Centro Ricerche Casaccia, 5 novembre 1996.
- [8] DAL PRA G., ARNOLDUS-HUYZENDVELD A. (1984). Lineamenti stratigrafici, morfologici e pedologici della fascia costiera dal fiume Tevere al fiume Astura (Lazio, Italia Centrale) - Roma.
- [9] DRAGONE F., MAINO A., MALATESTA A., SEGRE A.G. (1967). Note illustrative della Carta Geologica d'Italia. Foglio 149 Cerveteri - Roma.
- [10] EMILIANI G. La Tenuta di Castelporziano: cenni storici. Segretariato Generale della Presidenza della Repubblica. Tenuta di Castelporziano.
- [11] ENEL (1992). Programma per un'azione di monitoraggio ambientale nella Tenuta Presidenziale di Castelporziano - Roma.
- [12] FRICANO F., NERI U., SCANDELLA P., DI BLASI N., MECCELLA G. Studio del sistema di alimentazione di invasi naturali in un particolare ambiente umido costiero mediterraneo. *Rendiconti dell'Accademia delle Scienze detta dei XL* (in stampa).
- [13] GISOTTI G., COLLAMARINI D. (1982). Suolo e vegetazione nella Tenuta di Castelporziano. *Genio Rurale*, anno XLV, n. 9.
- [14] MALATESTA A., ZARLENGA F. (1986). Evoluzione paleogeografico-strutturale Plio-Pleistocenica del basso bacino romano a Nord e a Sud del Tevere. *Memorie della Società Geologica*.
- [15] MALATESTA A., ZARLENGA F. (1986). Cicli trasgressivi medio-Pleistocenici sulle coste liguri e Tirrene. *Geologica Romana*, 25.
- [16] PROVINCIA DI ROMA - ASSESSORATO ALLA PROTEZIONE CIVILE (1986). Indagine idrogeologica in località Valle del Renaro e Villa Presidenziale all'interno della Tenuta di Castelporziano. Servizio Protezione Civile, febbraio 1986 Roma.
- [17] REGIONE LAZIO (1992). Carta tecnica regionale alla scala 1:10.000. Sezioni: Acilia, Spinaceto, Castel Porziano, Trigoria, Lido di Castel Porziano e Pomezia Ovest - Roma.
- [18] SCANDELLA P., FRICANO F., DI BLASI N., CENNAMO D., PALLUZZI R. (1997). Studio della qualità dei suoli del sistema "Piscine" nella Tenuta Presidenziale di Castelporziano. Atti del Convegno Annuale della Società Italiana della Scienza del Suolo (S.I.S.S.) "La qualità del suolo per un ambiente sostenibile" 3-5 giugno 1997, Roma, Anno XLVII, N° 2, pagg. 55-62.
- [19] Servizio Geologico d'Italia - G. ZACCARA (1959). Studio geologico - geofisico della Tenuta "La Santola" - Roma 1959.
- [20] VENTRIGLIA U. (1990). Idrogeologia della provincia di Roma. II Vol. Roma.



TENUTA PRESIDENZIALE DI CASTELPORZIANO: CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

Marcello Badali¹, Silvia Socciarelli¹, Francesco Antonio Biondi¹,
Roberto Gorga²

¹ Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante
Via della Navicella, 2 - 00184 Roma

² Istituto per il Trattamento dei Minerali. C.N.R.,
Via Bolognola, 7 - 00138 Roma

LINEAMENTI MORFOLOGICI

La Tenuta Presidenziale di Castelporziano comprende un territorio di poco più di 6.100 ettari che si estende a Sud- Est della città di Roma con un andamento Nord-Sud; essa è delimitata:

a Nord-Ovest dall'arteria stradale della Cristoforo Colombo che unisce Roma al litorale di Ostia, a Nord-Est dal Fosso di Malafede, ad Est dalla S.S. n° 148 (Via Pontina), a Sud dalla S.P. di Pratica di Mare, a Sud-Ovest dal Mar Tirreno e ad Ovest dalla zona Ostia-Infernetto.

L'area è compresa tra le quote di 85 m s.l.m. e 0 m s.l.m. e si presenta complessivamente pianeggiante con una pendenza media verso il mare del 5%.

Spostandosi da NE verso SW, l'area in esame può essere suddivisa in cinque unità geomorfologiche:

1. unità delle alluvioni,
2. unità delle vulcaniti,
3. unità della *Duna antica*,
4. unità della *Duna recente*,
5. unità della spiaggia attuale.

L'unità delle alluvioni è dominata dalla presenza del Fosso di Malafede, (tributario di sinistra del fiume Tevere), il quale raccoglie le acque di diversi corsi d'acqua che scendono dal Vulcano Laziale con il tipico reticolo idrografico a raggiera.

Il Fosso presenta una morfologia a fondo piatto, formato da materiale sedimentario alluvionale (Olocene); in particolare si riscontrano ciottolame, argille, limi e lenti di sabbia. Il Fosso di Malafede, che ha una portata perenne, raccoglie inoltre buona parte delle acque sorgive degli acquiferi, costituiti dalle piroclastiti del lato Ovest del Vulcano Laziale, che il Fosso stesso taglia impedendo la continuità idrica nella zona della Tenuta. Recentemente per frenare la sua tendenza a meandrificare e ad esondare sono state realizzate opere di contenimento cementizie.

Segue verso Sud l'unità delle vulcaniti, in cui affiorano i prodotti piroclastici più antichi provenienti dall'apparato del Vulcano Laziale.

I tufi presentano una giacitura stratificata pressoché orizzontale; l'erosione differenziata degli strati ha portato ad una morfologia composta da pianori e balze, spesso delimitate da versanti che hanno pendenze variabili dal 5 % al 30 % o pareti sub-verticali con salti di 6-12 m.

Sulle piroclastiti, soggette a forte erosione, si è impostata una rete idrografica ad andamento dendritico con una elevata densità di drenaggio, pari a 2,8.

L'unità della Duna Antica segue verso Sud quella delle vulcaniti ed è formata da sabbie quarzifere rossastre per la presenza di ossidi di Fe derivanti dalla alterazione chimica dei minerali femici (anfibioli, pirosseni, biotite) da esse contenute.

La *Duna antica* si sviluppa, per circa 4 km di ampiezza, dall'unità delle vulcaniti a quella della *Duna recente*, mostrando una configurazione morfologica caratteristicamente pianeggiante. Ha un importante interesse paesaggistico perché ospita uno dei pochi lembi di foresta planiziale costiera rimasti in Italia; questa unità occupa oltre i 2/3 della superficie dell'intera Tenuta.

I sedimenti che costituiscono la Duna antica si sono sviluppati in tempi diversi, tra la glaciazione Wurmiana ed il post Wurmiano. Infatti in questo intervallo di tempo si sono succedute fasi con andamenti climatici diversi, durante i quali si sono alternati fenomeni di erosione e sedimentazione.

Nella zone della Duna antica sono presenti due evidenti discordanze di pendio che indicano l'esistenza di terrazzi morfologici costieri. Essi sono databili al Pleistocene medio, comunque ad un periodo antecedente al

Wurmiano. Il primo è rinvenibile alla quota di circa 50 m, il secondo a circa 35 m. Diversi autori hanno riscontrato la presenza anche di un terzo terrazzo, che però nella zona della Tenuta non è evidente. I terrazzi sono dovuti alla interazione tra movimenti glacio-eustatici e fasi di uplift e sono correlabili con altrettanti cicli trasgressivi medio pleistocenici, rilevabili a scala regionale (Malatesta-Zarlenga, 1986). Essi attualmente sono ricoperti dalle sabbie dunali antiche, ma ancora riconoscibili.

In questa unità troviamo anche aree depresse che trattengono l'acqua, denominate "piscine"; alcune sono a carattere stagionale, altre permanenti. Tali depressioni sono presenti prevalentemente lungo due fasce della Duna antica, il che farebbe ipotizzare che si siano formate nelle antiche aree interdunali i cui dossi in seguito sono stati spianati dagli agenti esogeni.

I corsi d'acqua presenti sono rari, la densità di drenaggio è pari a 0,8, ed il loro andamento è quasi lineare, tipico dei fiumi che scorrono sulle sabbie. Essi sfociano in un canale che si è impostato tra l'unità di passaggio della *Duna antica* e quella della *Duna recente*. Il canale scorre in buona parte parallelamente alla linea di costa ed è stato di recente cementato.

Proseguendo verso il mare si incontra l'unità della *Duna recente*, la cui ampiezza varia da 500 m a 1000 m.; è composta da sabbie costiere caratterizzate da forti ondulazioni, con altezze anche superiori ai 15 m e pendenze elevate di circa 30-40 gradi, in buona parte stabilizzante dalla vegetazione.

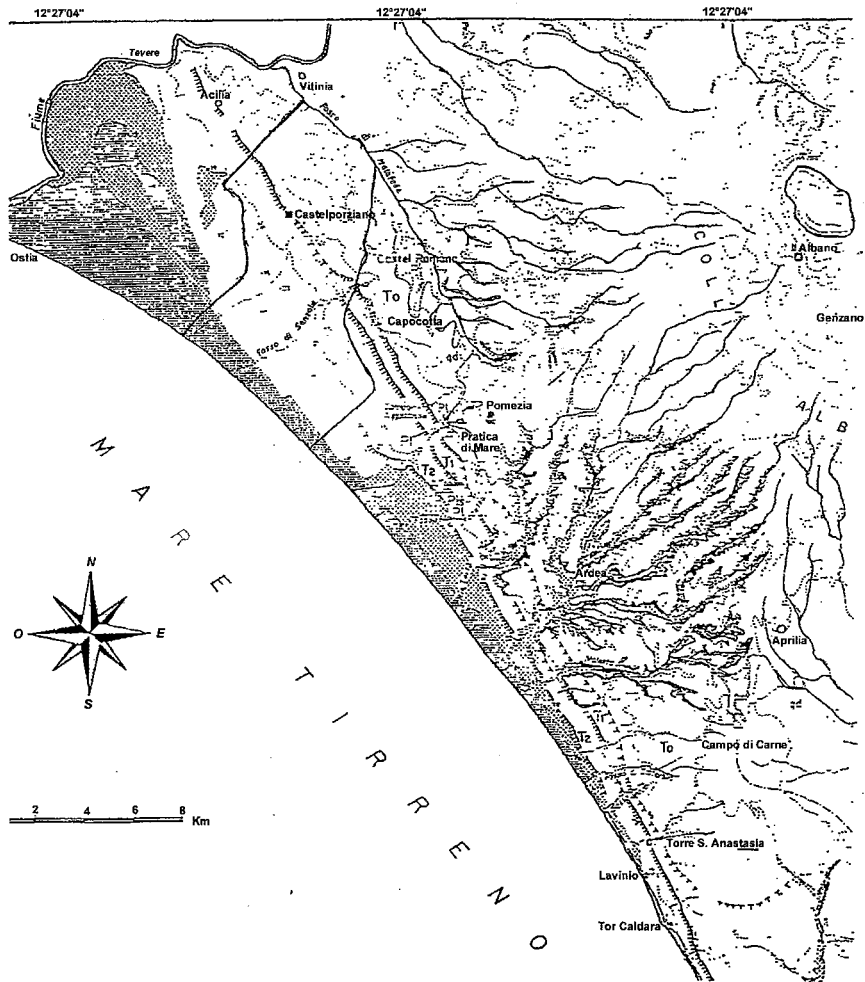
Le aree interdunali, dette "lame", sono sede di sedimentazione, ad opera delle acque di scorrimento superficiale a seguito di eventi eccezionali, di limi, argille e modeste quantità di materiale organico.

Il passaggio tra i due tipi di dune, pur essendo entrambe quarzifere, è molto evidente, infatti la prima (duna antica) ha una decisa colorazione rossastra, mentre la seconda (duna recente) è caratterizzata da una colorazione grigiastra imputabile a scarsa alterazione dei minerali femici.

L'ultima unità è costituita dalla spiaggia attuale con un'ampiezza compresa tra 5 e 50 m; in essa è possibile distinguere una zona più interna che tende ad essere colonizzata e stabilizzata dalla vegetazione, ed una zona più esterna, rivolta verso il mare, soggetta sia ad intenso trasporto eolico che all'azione del moto ondoso e quindi tuttora in evoluzione.

CARTA MORFOLOGICA DELLA ZONA DI CASTELPORZIANO

(da *Locardi*, modificato)



INQUADRAMENTO GEOLOGICO-EVOLUTIVO

Nel presente lavoro è stata ricostruita la successione stratigrafica su cui giacciono i terreni affioranti nella Tenuta di Castelporziano, utilizzando rilevamenti e sondaggi, interni ed esterni all'area, presenti in letteratura; si è altresì cercato di riportare le principali fasi evolutive della zona.

Nel Miocene sommitale, esauritasi l'onda orogenetica appenninica, si assiste ad un periodo caratterizzato da subsidenza associata a tettonica normale, che provoca la formazione di un bacino in facies batiale e infralitorale in cui vanno a sedimentarsi argille e argille sabbiose, raggiunte nella perforazione in località Tre Confini, nei pressi della Tenuta, ad una quota assoluta di -120 m.

Durante il Pliocene medio, sempre per cause tettoniche, interviene il sollevamento di una dorsale che provoca l'emersione dell'area in esame, impedendo la deposizione fino al Pleistocene, eccezion fatta per un modesto spessore di argille sabbiose del Pliocene superiore.

Nel Santerniano superiore si sviluppa una depressione a Sud di Roma, limitata verso Nord da una faglia antiappenninica; in tale bacino si sedimentano la *Formazione di Monte Mario*, su cui poggiano le *Argille di Monte delle Piche*. L'età di queste ultime è stata valutata maggiore di 1 Ma e la presenza di *Hyalinea balthica*, ospite nordico, denota un clima freddo.

Nel corso del Siciliano un ulteriore sollevamento, accompagnato da fenomeni glacioeustatici, crea le condizioni per il successivo instaurarsi di un ciclo trasgressivo completo, la *Formazione di Ponte Galeria*, all'interno della quale si alternano facies continentali e marine, caratterizzate dalla predominanza di argille tufitiche e salmestri, sovrastate da sabbie dunali e deltizie. La *Formazione di Ponte Galeria*, contenente fossili di 0,84 Ma, è dai sedimenti più antichi affioranti nella zona studiata e portati alla luce dall'incisione del Fosso di Malafede. La presenza di argille tufitiche testimonia i primi segni dell'attività vulcanica che dominerà la storia geologica del Lazio durante il Pleistocene medio-superiore, che è rappresentata dai prodotti, prevalentemente esplosivi, a composizione tefritico leucitica dei vari centri eruttivi (Vulcano Laziale, Monti Sabatini ed altri). Tale vulcanismo è collegato all'attività tettonica a carattere distensivo dovuta all'apertura del rifting tirrenico.

Nell'area in esame, sempre in corrispondenza del Fosso di Malafede, si rinvencono i prodotti iniziali del Vulcano Laziale, dati dal *Tufo pisolítico Auct.* e, in minor parte, dalle *Pozzolane inferiori Auct.* Il primo è

composto da formazioni clastiche costituite principalmente da elementi vulcanici (frammenti lavici, minerali, ceneri) rimaneggiati dalle acque con un trasporto anche molto ridotto. Le pozzolane, dal colore ocreo, sono rappresentate da scorie più o meno porose, da proietti lavici (leucititi), lapilli, corpi cristallini e da una massa fundamentalmente vetrosa. Esse vengono datate 0,528 - 0,487 Ma da Bidditti *et al.*, 1979.

Sui termini vulcanici poggiano i depositi eolici della *Duna rossa antica Auct.*, di età Wurmiana, che costituiscono l'affioramento più diffuso nella tenuta di Castelporziano. Sono sabbie fini, caratterizzate da un tono rossastro conferito loro da concrezioni di ossidi di Fe, con intercalazioni di ghiaietta silicea e sabbia gialla ocrea.

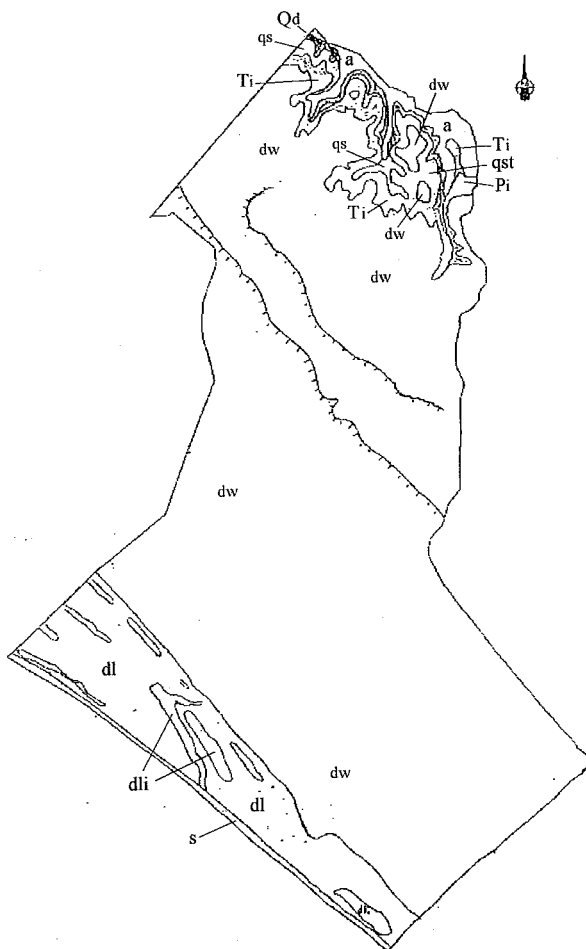
Su questa formazione si rileva la presenza di due ordini di terrazze, dovuti alla interazione tra movimenti glacio-eustatici e fasi di uplift.

E' riferibile ad uno degli ultimi eventi neotettonici anche il sollevamento dell'area studiata rispetto ai terreni posti a N-E del Fosso di Malafede; ciò fa supporre che quest'ultimo possa essersi impostato su una faglia ad andamento appenninico con un rigetto valutabile intorno ai 25 metri, calcolato grazie alla differenza di quota tra le strutture morfologiche alla sinistra e alla destra del fosso. Lo stesso movimento può essere fatto coincidere con una fase di uplift che nel Pleistocene superiore ha causato un arretramento della linea di costa, permettendo lo spostamento graduale verso S-W dell'ambiente litoraneo, elemento che può giustificare la rilevante estensione verso l'interno (fino a 7 - 8 km) della *Duna antica*; si può ipotizzare una piana battuta dal vento, retrostante la fascia costiera, che si è accresciuta verso mare in un periodo compreso tra 30.000 e 75.000 anni fa.

Sedimenti più giovani costituiscono la formazione della *Duna recente Auct.*, sabbie grigio-giallastre, fini, con minerali primari di origine vulcanica, costituenti un suolo che accoglie una folta macchia mediterranea. Queste sabbie riferite all'Olocene, formano una fascia, di larghezza massima di circa 1 km, parallela alla costa a ridosso della spiaggia attuale e rappresentano i sedimenti litoranei degli ultimi 10.000 anni.

LA TENUTA DI CASTELPORZIANO

Carta geologica (Scala 1: 50.000)



LEGENDA

Olocene - Facies continentali e fluvio-lacustri

- s Sabbie litoranee attuali
- dl Dune litoranee recenti
- dli Depositi interdunali recenti
- a Alluvioni recenti

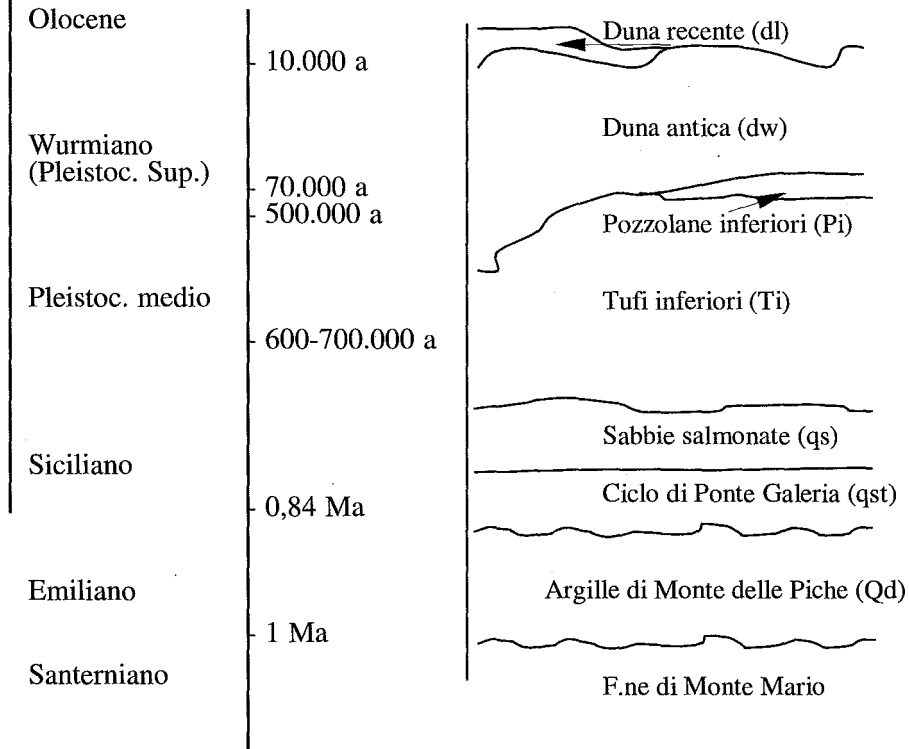
Pleistocene

- dw Dune antiche rossastre consolidate con piccole depressioni interdunali (piscine) (Duna rossa antica); Würm I-II

- qs Dune litoranee recenti
- qst Depositi interdunali recenti
- qd Alluvioni recenti
- Pleistocene* - Facies piroclastica del Vulcano Laziale
- Pi Tufi incoerenti violacei con proiettili lavici (Pozzolane inferiori)
- Ti Tufo grigio pisolitico, tufi pomicei bianche, tufiti con depositi lacustri (Tufi inferiori)
- TTTT Orlo di terrazzo morfologico

COLONNA STRATIGRAFICA

(Scala 1: 1.000)

**CONSIDERAZIONI SEDIMENTOLOGICHE****E MINERALOGICHE**

In questa sede sono stati eseguiti i profili granulometrici degli orizzonti appartenenti ai suoli della Duna antica e della Duna recente (Grafico 1 e 2). Il primo, classificato come Alfisuolo (classificaz. USDA), notevolmente evoluto, è caratterizzato da un profilo del tipo A1-A2-E-B1-B2-B3, per uno spessore di oltre 150 cm, in cui ciascun orizzonte presenta uno sviluppo unimodale con picco asimmetrico associato principalmente alla sabbia media (intervallo 0,2 - 0,6 mm) e in minor parte alla sabbia fine (0,1 - 0,2 mm). Lo spostamento verso la sabbia fine è meno marcato nell'o-

rizzonte eluviale "E", mentre aumenta nei livelli più profondi; questo andamento conferma il dilavamento delle particelle fin dall'orizzonte "E".

Tale configurazione testimonia un ambiente di sedimentazione ad energia costante, associabile al trasporto e alla deposizione eolica, caratterizzata da una selezione meccanica a favore dei minerali più resistenti. Si rileva infatti la dominanza di granuli quarzosi, con una percentuale in volume intorno all'75%, a cui segue circa il 15% di feldspati, il 7% di minerali ferromagnesiaci ed il restante 3% composto da frammenti di gusci silicizzati e rari granuli di carbonato di calcio. I caratteri morfoscopici dei granuli, desumibili dalle considerazioni qualitative, si risolvono in un generale andamento dal contorno spigoloso con numerose sfaccettature a frattura concoide. L'arrotondamento ("roundness") dei granuli presentano un grado di smussamento ("rounding") prevalentemente da subangoloso ad angoloso.

E' stata notata la presenza diffusa di finissime particelle sulla superficie dei granuli, composte da concrezioni di ossidi di Fe che conferiscono il tipico tono giallo-rossastro ai sedimenti dunali pleistocenici. Questi ossidi, a volte, fungono da aggreganti degli stessi granuli causando la formazione di piccoli conglomerati eterogenei scarsamente cementati, che rappresentano la quasi totalità degli elementi nelle classi granulometriche maggiori di 0,6 mm.

Circa il 2-3% di granuli di quarzo presentano inclusioni submicroscopiche di minerali lamellari verdognoli talora incolori di probabile natura fillosilicatica e presunta composizione biotitico-cloritica. La rimanente composizione mineralogica è costituita da K-feldspato, calcite, pochi plagioclasti e relitti di frammenti di cristalli di minerali ferromagnesiaci, accompagnati da alcune fasi accessorie di minerali metallici come magnetite, ilmenite, zirconi, rutilo e titanite.

I risultati ottenuti confermano l'origine strettamente eolica riportata dalla letteratura tradizionale (Segre e Malatesta, 1967), ma questo non esclude, data la considerevole durata del periodo di sedimentazione, la presenza di episodi deposizionali in facies differenti, compatibili comunque con un ambiente di piana costiera (Arnoldus *et al.*, 1991).

Il secondo campionamento è stato effettuato sugli strati di un suolo impostato sopra depositi della Duna recente, esso, definito Mollisuolo, con scarso grado di evoluzione, è stato suddiviso in sei orizzonti: A1+A2, A3, C1, C2, C3, C4.

Grafico 1

Distribuzione granulometrica dei sedimenti clastici della Duna antica

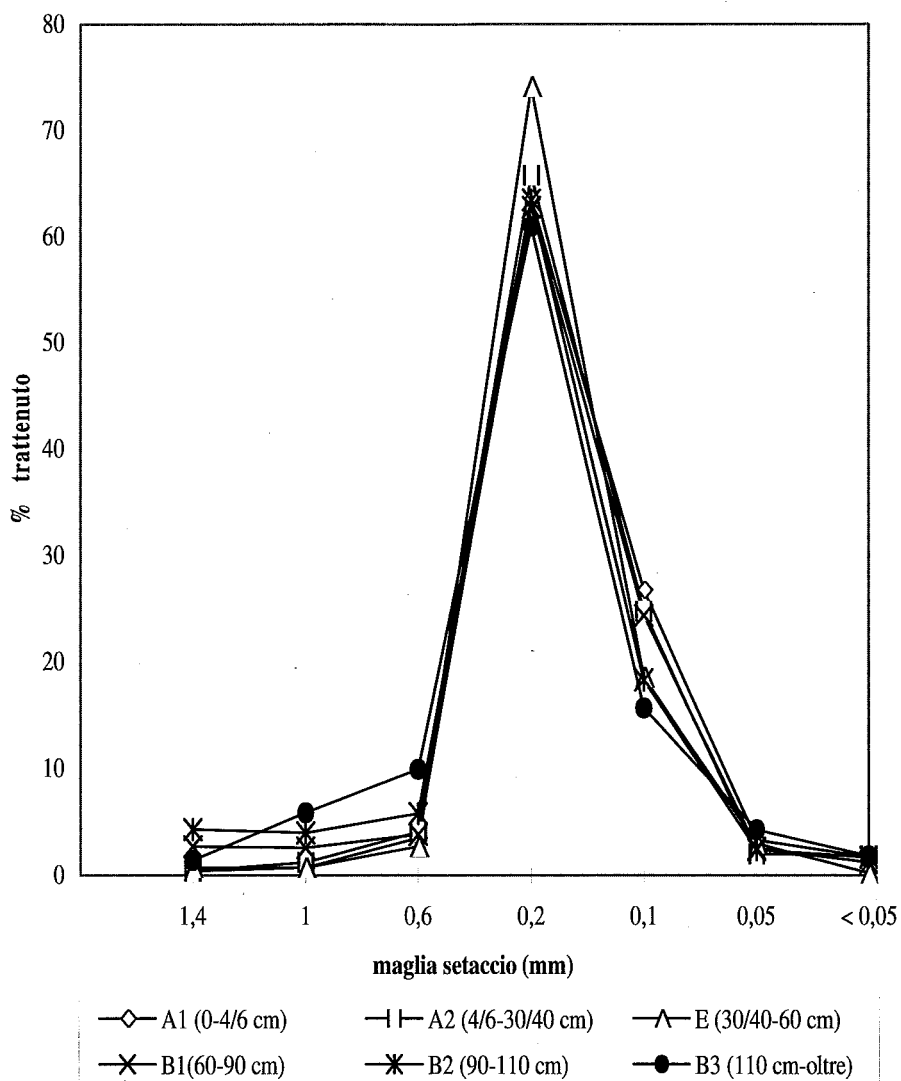
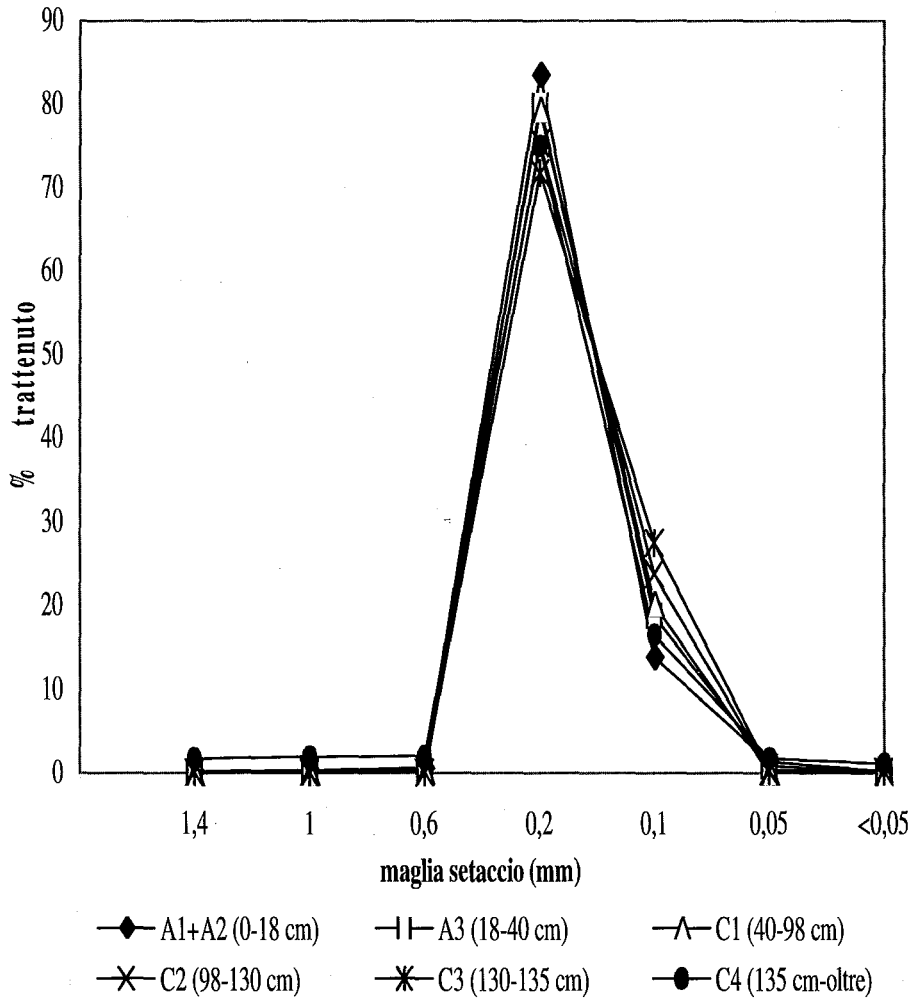


Grafico 2

Distribuzione granulometrica dei sedimenti clastici della Duna recente



La curva granulometrica riprende l'andamento unimodale della Duna antica, ma con un picco asimmetrico maggiormente accentuato verso la frazione della sabbia fine; inoltre emerge che quest'ultima tende a ridursi in special modo negli orizzonti superficiali, che più degli altri hanno subito un processo di alterazione. Dal punto di vista mineralogico, la presenza di quarzo viene valutata intorno al 55%, associata al 20% di feldspati, al 15% di femici ed il restante 10% è dato da materiale di derivazione organica dovuto a tanatocenosi di Foraminiferi e Bivalvi.

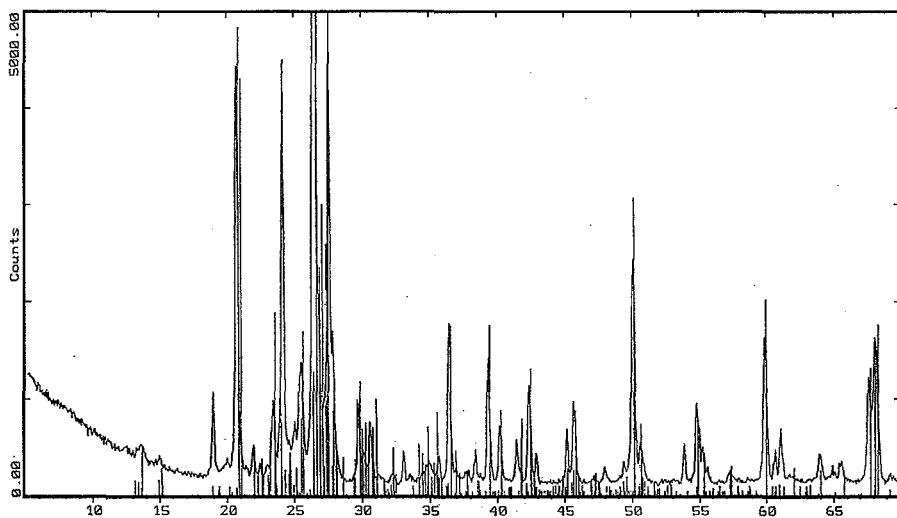
La percentuale inferiore di quarzo rispetto al suolo precedente, testimonia un grado di alterazione più ridotto dei minerali ferromagnesiaci primari (nella Duna antica la loro alterazione ha portato alla formazione di diversi minerali secondari in particolare argillosi) e del carbonato di calcio, che in alcuni orizzonti è dominante nella frazione grossolana ($D > 0,6$ mm) sotto forma di concrezioni inglobanti granuli di minori dimensioni. L'insieme dei dati riportati conferma la limitata evoluzione del Mollisuolo rispetto all'Alfisuolo della Duna rossa.

Inoltre è da notare che i granuli quarzo-feldspatici della Duna recente rispetto a quella antica presentano maggiori segni di fratturazione, ciò fa ipotizzare che provengano da un ambiente a maggiore energia. Le singole classi granulometriche dell'orizzonte A3 del Molli-suolo sono state inoltre sottoposte ad una analisi paleontologica mediante l'utilizzo di microscopio binoculare.

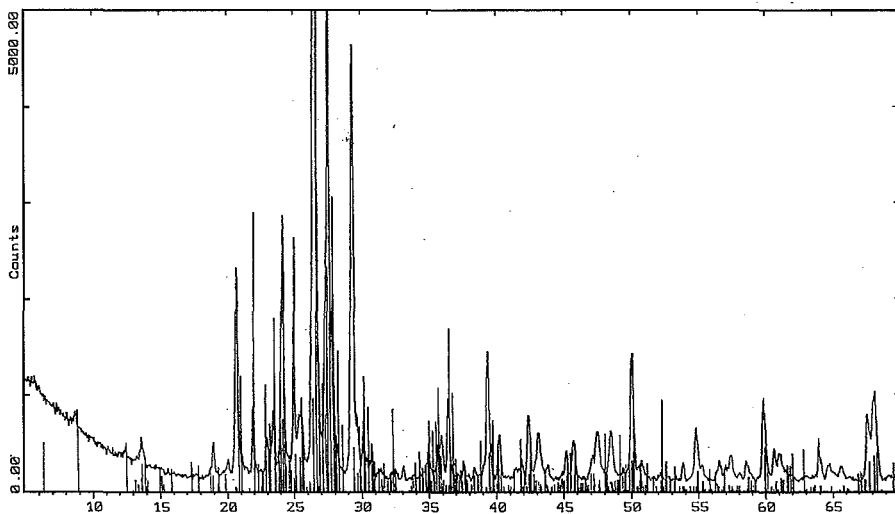
E' stata rilevata una eterogenea popolazione di *Foraminifera*, prevalentemente nella frazione compresa tra 0,2 e 0,6 mm, ed in subordine in quella 0,1-0,2 mm. Sono stati riconosciuti principalmente organismi planctonici appartenenti alla famiglia *Globigerinidae*, rappresentata prevalentemente da esemplari di *Globigerinoides trilobus* (REUSS), molto diffuso sin dal Miocene inferiore, e di *Globigerina quinqueloba* (NATLAND), frequente attualmente nel bacino del Mediterraneo; più ridotta si è dimostrata la presenza, all'interno dello stessa famiglia, di *Orbulina universa* (D'ORBIGNY), specie ampiamente sviluppata nel Pliocene.

Sono state inoltre identificate varie specie bentoniche rappresentate da rari esemplari di *Cibicides floridanus* (CUSH.), *Nonion padanum* (PERCONIG) ed *Elphidium macellum* (FICHT. e MOLL).

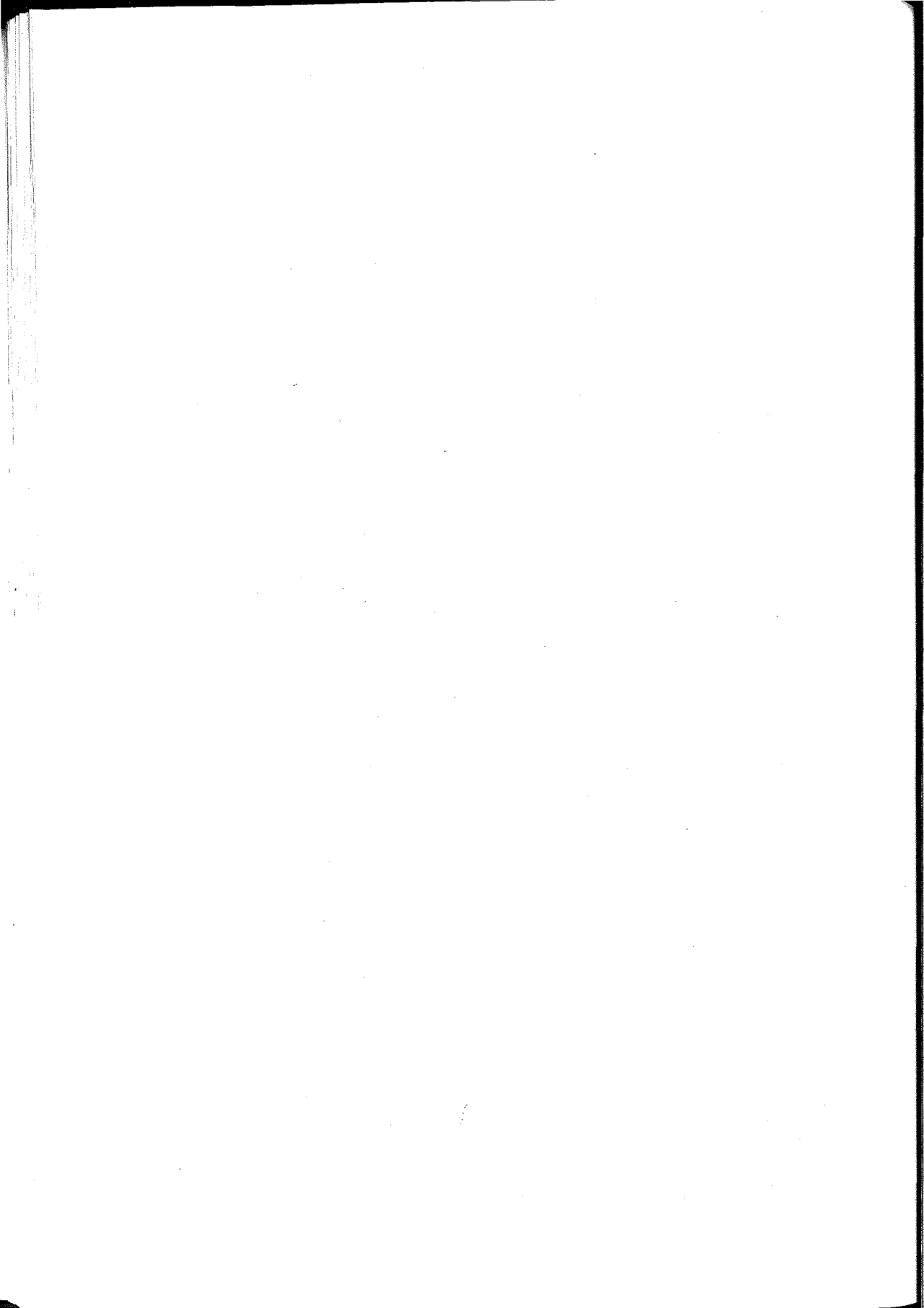
Trattandosi di microfauna tuttora presente nei bacini attuali, dalla costa al mare aperto, l'ipotesi più attendibile è quella di una sedimentazione primaria della Duna recente, però senza scartare la possibilità di un rimaneggiamento parziale dei depositi di Duna antica.

Diffratogramma dei componenti minerali della sabbia della Duna antica

Minerali presenti: quarzo, microclino, ortoclasio, anortite, clinoenstatite.

Diffratogramma dei componenti minerali della sabbia della Duna recente

Minerali presenti: quarzo, anortite, albite, ortoclasio, microclino, forsterite, muscovite, clinocloro.



TENUTA PRESIDENZIALE DI CASTELPORZIANO: CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE

Francesco Antonio Biondi¹, Giuseppina Dowgiallo²,
Claudia Di Dio¹

¹ Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante
Via della Navicella, 2 - 00184 Roma

² Università di Roma "La Sapienza"
Dipartimento di Biologia Vegetale

IL CLIMA ED IL PEDOCLIMA

Le caratteristiche climatiche della Tenuta di Castelporziano sono state determinate mediante i dati termopluviometrici relativi al periodo 1981/1991 registrati dalla stazione meteorologica situata all'interno della Tenuta stessa.

Le precipitazioni medie annue sono pari a 712 mm, esse sono concentrate nel periodo autunno-invernale, mentre la quantità della pioggia estiva è molto ridotta, con una media stagionale inferiore a 70 mm.

La temperatura media annua dell'aria è pari a 15,4 °C con uno scarto tra media estiva e media invernale superiore a 5°C. Il mese più freddo è gennaio (T_m 8,1°C), mentre le temperature più elevate si raggiungono in luglio (T_m 24°C) in coincidenza con i minimi di piovosità (fig.1); si ha dunque un periodo di aridità piuttosto prolungato (da maggio ad agosto). In base alla classificazione di Köppen, il clima della Tenuta di Castelporziano è: *temperato con estate asciutta* (Csa), che è il tipico clima mediterraneo.

Per quanto riguarda il pedoclima, il regime di temperatura dei suoli risulta di tipo termico, essendo la temperatura media annua al suolo pari a 16,4°C.

Come risulta dal grafico del bilancio idrico (fig.2), il regime di umidità è di tipo xerico, in quanto il periodo di deficit va da giugno a settembre con valori che si aggirano intorno ai 100 mm per i suoli più profondi (tab.1) (il calcolo è stato fatto per i profili presi sulla duna antica con una AWC poco superiore a 100 mm, essendo quelli più rappresentativi arealmente nella Tenuta); mentre il deficit inizia già in maggio nei suoli sabbiosi

poco sviluppati della duna recente, che hanno una AWC di circa 50 mm. Localmente, come si vedrà, in particolari situazioni morfologiche si ritrovano suoli che hanno l'intero profilo saturo con acqua per un lungo periodo dell'anno; il loro regime di umidità è dunque di tipo *aquico*.

Figura 1

Diagramma di Bagnouls-Gausson (Stazione di Castelporziano)

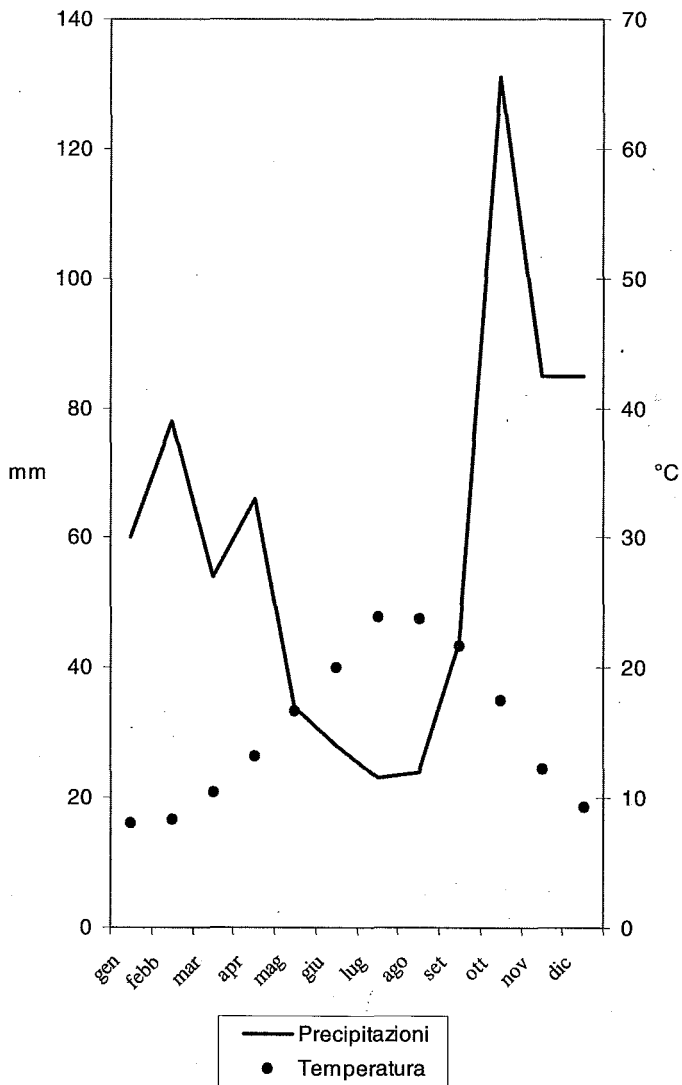


Figura 2

Bilancio idrico (Stazione di Castelporziano - AWC = 100 mm)

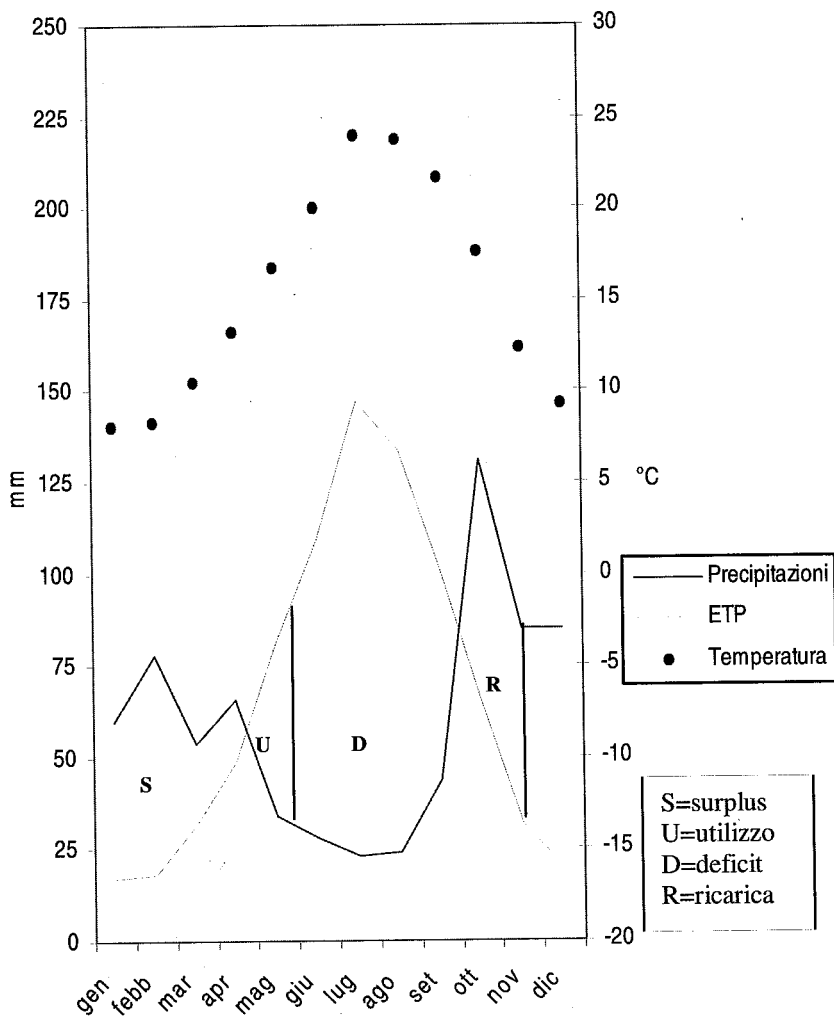


Tabella I

Bilancio idrico secondo Thornthwaite (AWC = 100 mm)

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
T (°C)	8.1	8.3	10.5	13.2	16.7	20.0	24.0	23.8	21.7	17.6	12.3	9.3	
P	60	78	54	66	34	28	23	24	44	131	85	85	712
ETP (mm)	17	18	32	49	81	109	147	134	101	66	32	20	806
A.WL	0	0	0	0	-47	-128	-251	-362	-419	0	0	0	
ST	100	100	100	100	63	28	8	3	2	66	100	100	
C.ST	0	0	0	0	-37	-35	-20	-5	-1	65	34	0	
ETR	17	18	32	49	71	63	43	29	45	66	32	23	485
D	0	0	0	0	9	46	104	105	56	0	0	0	321
S	43	60	22	17	0	0	0	0	0	0	19	65	227

I SUOLI

Anche se si estende su un'area di modesta ampiezza, la Tenuta è caratterizzata da una notevole variabilità pedologica, in relazione a fattori geologici e morfologici, nonché al fattore *tempo*. I suoli rientrano sostanzialmente in 4 ordini: Alfisuoli, Inceptisuoli, Entisuoli e Mollisuoli.

I suoli dell'unità *alluvionale*

Come è stato detto precedentemente, nella descrizione della morfologia del settore nord-est della Tenuta, è presente l'unità geomorfologica dei depositi alluvionali recenti in cui la pedogenesi non ha ancora operato differenziazioni significative nell'ambito del profilo. I sedimenti sono caratterizzati da alternanza di depositi ad andamento lenticolare di sabbia limosa e argilla limosa; quest'ultimi, per la presenza di una falda acquifera più o meno fluttuante, alimentata dalle acque del fosso, presentano forme di idromorfia. Questi suoli, prevalentemente *fluvents*, sono profondi, freschi e fertili, pertanto vengono sfruttati intensamente dall'agricoltura.

I suoli dell'unità delle *vulcaniti*

Le vulcaniti, formate da strati di materiale piroclastico più o meno cementato, affiorano in una ristretta area nel settore nord-est (versanti della valle del fosso di Malafede). Tutta questa zona è caratterizzata da un alto grado di erosione dovuto al sistema idrico di superficie, per cui i suoli presentano uno sviluppo differenziato; infatti si hanno principalmente Inceptisuoli in prossimità dei bordi vallivi, Entisuoli sui versanti più acclivi e soltanto sui pianori sommitali si sono formati gli Alfisuoli. Questi ultimi sono suoli profondi con orizzonti argillici spessi, la cui scarsa permeabilità è causa di ristagni di acqua nei periodi umidi.

I suoli dell'unità della *duna antica*

L'unità geomorfologica della *duna antica* presenta suoli che hanno raggiunto uno stadio piuttosto avanzato nel ciclo evolutivo, grazie al lungo tempo trascorso dalla messa in posto di questi sedimenti e probabilmente anche ad un clima che nel passato doveva essere più umido dell'attuale.

Si tratta di Alfisuoli, suoli lisciviati caratterizzati da un brusco salto tessiturale tra l'orizzonte A sabbioso-franco con circa il 5% di argilla e l'orizzonte B_t franco-sabbioso-argilloso dove si riscontrano valori di oltre il 30%. Questa argilla illuviale spesso occlude i pori degli orizzonti profondi rallentando il drenaggio interno del suolo e causando così la formazione di effimere falde acquifere sospese. L'oscillazione stagionale di queste, provoca condizioni alterne riducenti ed ossidanti, lasciando nel profilo le caratteristiche screziature grigie e rossastre, e dove le condizioni lo permettono, si formano concrezioni più o meno sviluppate di ossidi di ferro-manganese.

In corrispondenza di alcune aree depresse (ex aree interdunali) dove l'accumulo di argilla ha spesso preso la forma di un catino, sia per la lisciviazione verticale che per quella obliqua, i suoli sono completamente saturi di acqua per lunghi periodi dell'anno formando delle *piscine*; tali suoli, con un regime di umidità *aquico* rientrano nel sottordine degli Aqualfs.

Lo studio di toposequenze, in questo particolare ambiente geomorfologico ha evidenziato un graduale passaggio, dall'esterno di una piscina al suo centro, da Xeralfs Tipici (con orizzonti argillici bruno-giallastri, nonché con screziature e concrezioni solo negli strati più profondi) a suoli con segni di idromorfia sempre più superficiali (sottogruppi Aquici degli Xeralfs), fino ad arrivare a suoli con orizzonti grigiastri dove l'acqua permane per un lungo periodo dell'anno e quindi ascrivibili agli Aqualfs.

I suoli dell'unità della *duna recente*

I suoli più diffusi su questa unità geomorfologica, che solo "recentemente" è stata stabilizzata dalla vegetazione, sono gli Entisuoli; essi sono suoli a tessitura sabbiosa ricchi di CaCO_3 (di origine bioclastica) e costituzionalmente asciutti, classificati quindi come Xeropsamments. Tuttavia, in alcuni settori più depressi, corrispondenti alle bassure interdunali, si è evidenziata a circa 1,5 m di profondità la presenza di un significativo accumulo di carbonato di calcio, che a tratti forma una crosta dura e compatta. Probabilmente la sua formazione è stata favorita sia dal clima, caratterizzato da forti contrasti stagionali (per cui si ha la dissoluzione dei carbonati nel periodo piovoso e la loro precipitazione nel periodo arido), che dalla morfologia depressa, la quale ha consentito l'accumulo del CaCO_3 , sia per lisciviazione verticale che per trasporto laterale.

La presenza, a non grande profondità, di questo strato a diverso coefficiente di permeabilità dovuto ad accumulo di carbonati conferisce all'orizzonte un coefficiente di permeabilità favorendo la formazione di falde sospese, che localmente, nei punti più impermeabili, può portare alla formazione di *piscine*, come nella duna antica ma chiaramente con una diversa dinamica.

Questi suoli delle bassure interdunali che presentano accumulo di carbonato di calcio illuviale negli orizzonti inferiori, sono anche caratterizzati frequentemente da epipedon un po' più spessi e ricchi di sostanza organica, di colore scuro, di tipo mollico; essi perciò rientrano nei Mollisuoli, più precisamente nei Calcixerolls.

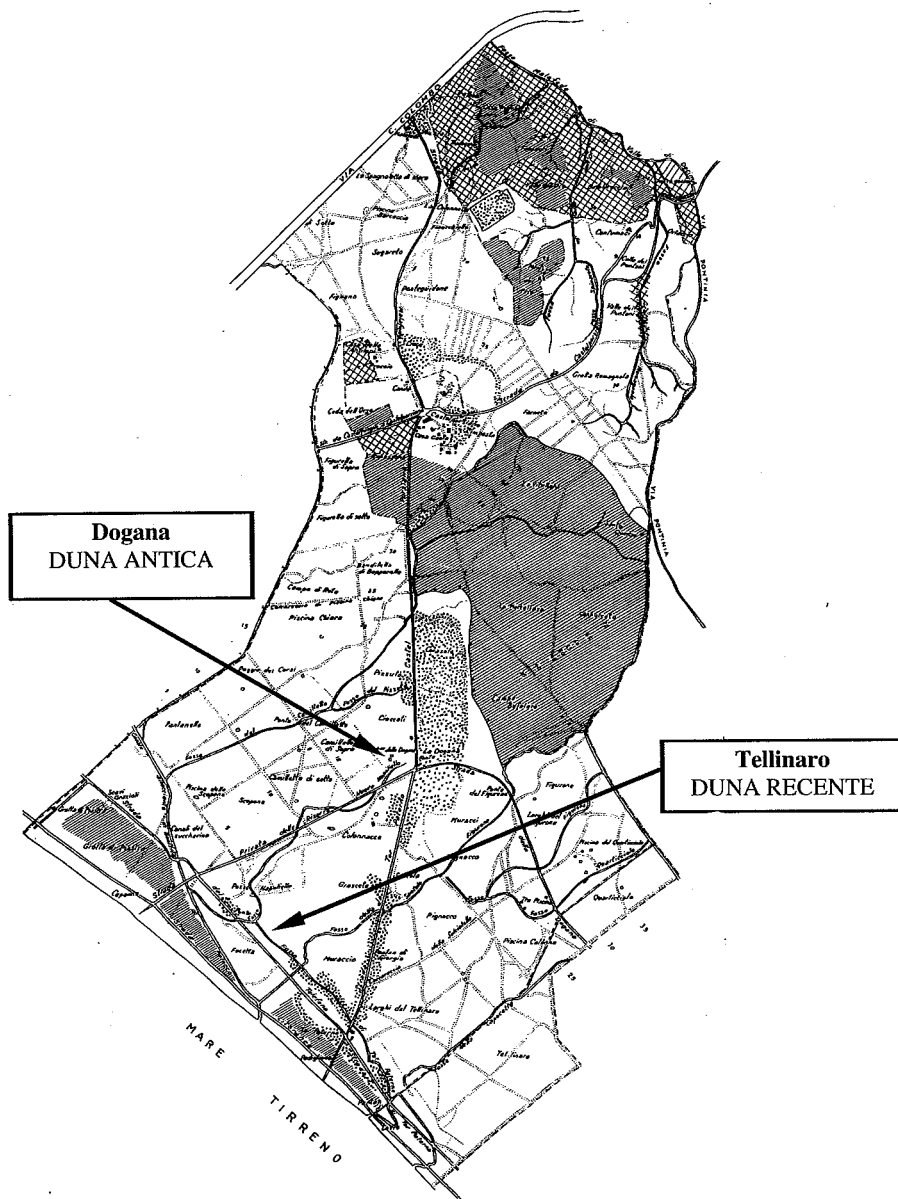
In conclusione sull'unità geomorfologica della duna recente, la situazione topografica ondulata determina una certa differenziazione dei suoli, per cui si passa dagli Entisuoli nelle posizioni meglio drenate delle creste e dei pendii ai Mollisuoli delle parti più interne delle bassure (aree interdunali).

I SUOLI DELLE PISCINE

Verranno qui di seguito descritti due profili, il primo in prossimità di una piscina della duna antica, il secondo nelle vicinanze di una piscina sulla duna recente, per mettere in evidenza attraverso i processi pedogenetici le differenti dinamiche di formazione delle due piscine (Figura A).

Figura A

Siti di rilievo pedologici



Nella duna antica (sabbie quarzifere ossidate) la presenza di un orizzonte argillico, in condizioni morfologiche adatte (possibili ex aree interdunali), ha portato nel tempo alla formazione di una falda sospesa effimera in prossimità della superficie; nel profilo pertanto i caratteri di idromorfia sono ormai consolidati e ben evidenti.

Nel secondo profilo sulla duna recente (sabbie quarzifere particolarmente ricche di gusci calcarei di microfossili), data la giovane età del substrato, è in corso l'azione di decarbonatazione, in cui il calcare viene eluviato dagli orizzonti superficiali ed accumulato in quelli profondi. Il carbonato di calcio illuviato ha gradualmente ostruito i pori riducendo notevolmente il drenaggio interno e quindi creando condizioni di ristagno dell'acqua, pertanto i processi di idromorfia sono allo stato iniziale.

Profilo n.1 (duna antica)

Presenta un epipedon di tipo ochrico in cui la s.o., dopo i primi 5 cm, scende al di sotto dell'1% e oltretutto la frazione organica del suolo è debolmente legata a quella minerale essendo costituita da oltre 80 % di sabbia quarzifera. E' presente, al di sotto dell'epipedon, un orizzonte E, che corrisponde alla zona di massima eluviazione dell'argilla e delle basi, nonché impoverito di sostanza organica. Si ha poi un passaggio piuttosto abrupto all'orizzonte argillico, dall'E al B1, per un sensibile aumento della frazione argillosa (incremento di circa il 25%), questa cresce progressivamente con la profondità fino ad un massimo del 20%. Bisogna tuttavia precisare che avendo trovato la falda acquifera a cm 70/90, non si è potuto estendere le indagini agli orizzonti più profondi, che in questi suoli possono spingersi a 250/300 cm.

Si possono evidenziare, in questo profilo, diversi caratteri che derivano da condizioni legate al fluttuare della falda idrica, quindi ad una alternanza di fasi riducenti ed ossidanti: la presenza contemporanea di screziature grigiastre e rossastre, nonché la formazione di noduli di Fe-Mn, talora molto grandi (oltre 2 cm) già nell'orizzonte E.

Classificazione secondo la Soil Taxonomy: **Palexeralf aquico**

Come precedentemente detto il profilo ha un regime di umidità *xerico*, in quanto la sezione di controllo ha un periodo di deficit di circa 4 mesi (da giugno a settembre). La presenza di una falda acquifera a circa 80 cm al momento del campionamento (maggio), ma indubbiamente ancora più superficiale nel periodo invernale, come testimoniato dalla presenza dei no-

duli già a 30 cm di profondità, fanno rientrare il profilo nel sottogruppo *aquico*, il quale comprende i suoli che sono saturi d'acqua, per qualche periodo dell'anno, in alcuni orizzonti.

L'orizzonte B_t di questo profilo (almeno nella prima parte) ha colorazioni bruno-giallastre, le quali fanno ritenere comunque che questo suolo attraversi un lungo periodo durante l'anno in condizioni ossidanti.

Nell'ambito della vegetazione presente nella stazione, sono da evidenziare molte specie tipicamente igrofile, che trovano qui le condizioni adatte al loro sviluppo. Tra le specie arboree *Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*. Tra le erbacee, *Juncus oloshenus* (molto abbondante), *Mentha aquatica*.

Profilo n.2 (duna recente)

Il profilo è caratterizzato da un epipedon di notevole spessore, che per il colore (10YR 3/4) e il contenuto di sostanza organica (circa 1,6 %) può definirsi *mollico*. Al di sotto di questo orizzonte si trova direttamente il deposito sabbioso che è stato differenziato in diversi suborizzonti in base al colore, alla consistenza, alla quantità, colore delle screziature ed alla presenza di concrezioni di CaCO₃.

Infatti, nello strato C_{kx}, il carbonato di calcio cementa i granuli di sabbia formando delle concrezioni dure allo stato secco, ma friabili se umide, che diventano sempre più abbondanti con la profondità fino a formare una crosta dura e pressoché impermeabile (orizz. C_{km}) che in certi periodi dell'anno sostiene una falda idrica (al momento a circa 130 cm dal piano campagna). Da notare una decarbonatazione quasi totale della parte superiore del profilo ed un accumulo dei carbonati in profondità, riscontrabile in particolare nell'orizzonte C₄. Il suolo è stato classificato come: **Calcixeroll Aquico** per la presenza di un orizzonte calcico e di una falda fluttuante che può risalire fino a 40-50 cm di profondità dal piano campagna.

In questa stazione la vegetazione è costituita dal bosco sempreverde (lecceta), con elementi meso-igrofilo. Infatti la specie arborea dominante è *Quercus ilex* con un ricco sottobosco tipicamente mediterraneo: *Ruscus aculeatus*, *Asparagus acutifolius*, *Pistacia lentiscus*, *Phyllirea latifolia*; inoltre sono presenti: *Ulmus minor*, *Fraxinus excelsior*, *Mentha aquatica*, *Juncus oloshenus*, *Pteridium aquilinum*, tutte specie legate a condizioni più idromorfe del suolo.

PROFILO CASTELPORZIANO - PALEXERALF AQUICO

Località	Dogana
Quota (m s.l.m.)	20
Posiz. geomorf.	pianeggiante
Vegetazione	Bosco misto con <i>Quercus frainetto</i> , <i>Quercus robur</i> e <i>Fraxinus excelsior</i> ; nello strato erbaceo <i>Juncus oloschenus</i> , <i>Mentha aquatica</i> , <i>Daphne gnidium</i> , <i>Asphodelus microcarpus</i> .
Pietrosità	assente
Rocciosità	assente
Roccia madre	DUNA ANTICA
Falda idrica	- 80 cm (maggio)

Orizz. O_i cm 1-0. Lettieria per lo più indecomposta.

Orizz. A₁ cm 0-4/6. Colore umido: 5YR 2/2. Limite: chiaro, ondulato. Scheletro assente. Struttura: debole, grumosa, molto fine. Consistenza: allo stato asciutto da sciolto a friabile; allo stato bagnato non adesivo, non plastico. Radici da frequenti ad abbondanti, soprattutto fini e molto fini, alcune medie. Pori abbondanti piccoli e medi. Fessure assenti. Screziature assenti. Drenaggio interno rapido. Presenza di residui organici indecomposti.

Orizz. A₂ cm 4/6-34/40. Colore umido: 7,5YR 4/4. Limite: graduale, ondulato. Tessitura sabbiosa. Scheletro assente. Struttura: assente. Consistenza: allo stato asciutto molto friabile; allo stato bagnato non plastico, non adesivo. Radici frequenti, fine, medie e grosse. Pori abbondanti piccoli e medi. Fessure assenti. Screziature scarse, piccole, poco evidenti (colore 5YR 4/6) soprattutto in corrispondenza delle radici. Drenaggio interno da normale a rapido. Presenza scarsa di residui organici indecomposti.

Orizz. E_{cn} cm 34/40-60. Colore umido: 10YR 6/4. Limite: graduale, ondulato. Tessitura sabbiosa. Scheletro assente. Struttura: assente. Consistenza: allo stato asciutto da sciolto a friabile; allo stato bagnato non adesivo, non plastico. Radici assenti. Pori abbondanti piccoli e medi. Fessure assenti. Screziature comuni (colore 7,5YR 5/8). Frequenti noduli di Fe+Mn le cui dimensioni sono di

circa 1 cm Ø (colore 5YR 2/2). Drenaggio interno rapido.

Orizz. B t c n g₁. cm 60-90. Colore umido: 7,5YR 5/6. Limite: diffuso, ondulato. Tessitura sabbioso-franca. Scheletro assente. Struttura: assente. Consistenza: allo stato asciutto da sciolto a friabile; allo stato bagnato poco adesivo, poco plastico. Radici assenti. Fessure assenti. Screziature frequenti, (colore 5YR 5/8; 2,5Y 4/2; 10Y 5/2). Drenaggio interno lento. Frequenti noduli di Fe⁺Mn le cui dimensioni sono di circa 5 cm Ø (colore 5YR 2/2).

Orizz. B t c n g₂. cm 90-110. Colore umido: 10YR 5/4. Limite: graduale, ondulato. Tessitura sabbioso-franca. Scheletro assente. Struttura: non determinata per la presenza della falda idrica. Consistenza: allo stato asciutto, duro; allo stato bagnato, poco adesivo, plastico. Radici assenti. Fessure assenti. Screziature frequenti (colore: 10YR 5/2; 7,5YR 5/8; 7,5Y 5/1; 5YR 3/3). Drenaggio interno molto lento. Frequenti noduli di Fe⁺Mn le cui dimensioni sono di circa 3 cm Ø (colore 5YR 2/2).

Orizz. B t c n g₃. cm 110-ed oltre. Colore umido: 10YR 6/4. Limite: non determinabile. Tessitura franco-sabbiosa-argillosa. Scheletro assente. Struttura: non determinata per la presenza della falda idrica. Consistenza: allo stato secco, duro; allo stato bagnato adesivo, plastico. Radici assenti. Fessure assenti. Screziature frequenti (colore 7,5YR 5/6; 10YR 5/2; 7,5YR 5/1). Drenaggio interno molto lento.

Dati Analitici - Profilo su DUNA ANTICA (Loc. Dogana)

PALEXERALF AQUICO

Orizzonti	A ₁	A ₂	E cn	B t c n g ₁	B t c n g ₂	B t c n g ₃
Profondità cm	0-4/6	4/6-30/40	30/40-60	60-90	90-110	110-oltre
Colore (umido)	5YR2/2	7,5YR4/4	10YR6/4	7,5YR5/6	10YR5/4	10YR6/4
Screziature (c.umido)	—	5YR4/6	7,5YR5/8	2,5Y4/2 5YR5/8 10YR5/2	5YR3/3 7,5YR5/8 7,5Y5/1 10Y5/2	7,5YR5/6 10Y5/2
Tessitura	SF	SF	S	S	SF	FSA
Sabbia gr (%)	53,8	54,0	52,6	57,2	53,2	44,8
Sabbia fine (%)	33,7	33,9	38,0	34,6	28,3	25,8
Limo (%)	8,0	9,5	5,9	3,6	6,0	8,9
Argilla (%)	4,6	2,6	3,6	4,6	12,6	20,6
pH (H ₂ O) 1:2,5	4,8	5,0	6,0	6,6	6,4	6,7
pH (KCl) 1:2,5	3,6	4,1	4,6	5,1	4,8	5,3
Cap. campo (%)	8,7	5,7	3,5	3,7	12,8	22,6
Punto appas. (%)	6,6	2,5	1,6	1,8	6,8	13,2
Cond. µs/cm 1:2	41	28	27	31	46	48
CaCO ₃ tot. (%)	—	—	—	—	—	—
Carb. Org. (%)	2,27	0,46	0,18	0,20	0,54	0,21
Sost. Org. (%)	3,91	0,79	0,31	0,34	0,93	0,36
N totale (%) ss	0,09	0,02	< 0,01	0,12	< 0,01	< 0,01
C/N	25	23	18	2	n.d.	n.d.
P ₂ O ₅ ass. (ppm)	8,2	5,8	3,3	2,5	3,3	1,6
P ₂ O ₅ tot. (ppm)	283,5	170,6	115,4	136,0	178,9	103,0
S.I. P (ppm)	15,4	7,5	3,9	3,8	9,4	6,9
Ca meq 100g ⁻¹	1,21	0,46	0,52	0,81	2,32	5,63
Mg meq 100g ⁻¹	0,66	0,43	0,38	0,58	2,58	4,08
Na meq 100g ⁻¹	0,18	0,10	0,11	0,12	0,30	0,89
K meq 100g ⁻¹	0,13	0,05	0,04	0,03	0,09	0,15
Ac. Sc. meq 100g ⁻¹	4,52	1,58	0,57	3,48	2,99	4,55
C.S.C. meq 100g ⁻¹	6,7	2,62	1,62	1,94	8,28	15,3
Saturaz. basi (%)	32	39,7	49,8	78,8	63,9	60,8
Fe _d (%)	0,085	0,0620	0,094	0,058	0,082	0,044
Al _d (%)	0,046	0,028	0,038	0,024	0,017	0,0088

PROFILO CASTELPORZIANO - CALCIXEROLL AQUICO

Località	Il Tellinaro
Quota (m s.l.m.)	10
Posiz. geomorf.	Pianeggiante
Vegetazione	Bosco sempreverde mediterraneo con esemplari di <i>Quercus robur</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Ulmus minor</i> . Abbondante <i>Pteridium aquilinum</i> nello strato erbaceo
Pietrosità	assente
Rocciosità	assente
Roccia madre	DUNA RECENTE
Falda idrica	- 130 cm (maggio)

Orizz. O_i cm 1-0. Lettieria indecomposta piuttosto rada.

Orizz. A₁ cm 0-10 Colore umido: 10YR 2/2. Colore asciutto: 10YR 3/4. Limite: graduale, ondulato. Tessitura sabbiosa. Scheletro assente. Struttura: da debole a moderata, grumosa fine. Consistenza: allo stato asciutto, da sciolto a friabile; allo stato umido, friabile; allo stato bagnato, non adesivo, non plastico Radici abbondanti, fini. Pori abbondanti piccoli. Fessure assenti. Screziature assenti. Drenaggio interno rapido.

Orizz. A₂ cm 10-18/38. Colore umido: 10YR 2/3. Colore asciutto: 10YR 4/4. Limite: abrupto, ondulato. Tessitura sabbiosa. Scheletro assente. Struttura: assente, solo vicino alle radici si presenta grumosa, fine, moderata. Consistenza allo stato asciutto poco duro; allo stato umido, friabile. Radici comuni, fini e medie. Pori, piccoli, comuni. Screziature assenti. drenaggio interno rapido.

Orizz. A₃ cm 18/38-40/55. Colore umido: 10YR 5/4. Orizzonte discontinuo. Limite: graduale, ondulato. Tessitura sabbiosa. Scheletro assente. Struttura: debole, poliedrica subangolare, fine, presente solo intorno alle radici. Consistenza: allo stato asciutto, da sciolto a friabile; allo stato umido friabile; allo stato bagnato non adesivo, non plastico. Radici abbondanti, fini, medie e grosse. Pori abbondanti piccoli. Fessure assenti. Screziature da comuni ad abbondanti, piccole da poco evidenti ad evidenti (colore 7,5YR

4/6). E' presente sabbia recente di riempimento nei vuoti lasciati dalle radici. Drenaggio interno rapido.

Orizz. C_{K1} cm 40/55-98. Colore umido: 2,5Y 6/3. Colore asciutto: 2YR 6/4. Limite: graduale, ondulato. Tessitura sabbiosa. Scheletro assente. Struttura: assente. Consistenza: allo stato asciutto, sciolto; allo stato umido, friabile; allo stato bagnato, non adesivo, non plastico. Radici scarse, fine e medie. Pori abbondanti piccoli. Fessure assenti. Screziature di ossidi di Fe abbondanti, grandi, evidenti (colore 10YR 4/6; 5YR 2/4). Drenaggio interno normale.

Orizz. C_{k2} cm 98-125. Colore umido: 5Y 5/3. Limite: graduale, ondulato. Tessitura sabbiosa. Scheletro assente. Struttura: assente. Consistenza: allo stato umido, friabile; allo stato bagnato, non adesivo, non plastico. Questo orizzonte appare più compatto, quando secco. Radici assenti. Pori abbondanti piccoli. Fessure assenti. Screziature (5Y 4/3; 5YR 2/4) Drenaggio interno lento.

Orizz. C_{kx} cm 125-155. Colore umido: 2,5Y 6/3. Limite: chiaro, da lineare e ondulato. Tessitura sabbiosa. Scheletro assente. Struttura: massivo. Consistenza: allo stato asciutto, duro; allo stato umido, sciolto, non adesivo, non plastico. Radici assenti. Fessure assenti. Concrezioni di carbonato di calcio da comuni ad abbondanti, dure allo stato asciutto, ma friabili allo stato umido. Drenaggio interno lento.

Orizz. C_{km} cm 155 ed oltre. Colore 2,5Y 6/3. Orizzonte fortemente cementato da carbonati estremamente duro e resistente.

Dati Analitici - Profilo su DUNA RECENTE (Loc. Il Tellinaro)

CALCIXEROLL AQUICO

Orizzonti	A ₁	A ₂	A ₃	C _{k1}	C _{k2}	C _{kx}	C _{km}
Profondità cm	0-10	10-18/38	38-40/55	40/55-98	98-125	125-155	155+
Colore (umido)	10YR2/2	10YR3/2	10YR5/4	2,5Y6/3	5Y5/3	2,5Y6/3	2,5Y6/3
Screziature (c. umido)	—	—	7,5YR4/6	10YR4/6	5Y4/3	—	—
				5YR2/4	5YR2/4		
Tessitura	S	S	S	S	S	S	SF
Sabbia grossa(%)	69,9	69,0	68,8	79,9	71,1	70,4	73,2
Sabbia fine(%)	22,8	22,2	23,8	11,3	23,5	24,5	15,0
Limo(%)	3,8	3,6	2,8	6,1	2,9	3,6	8,2
Argilla(%)	3,6	5,2	4,6	2,6	2,6	1,6	3,6
pH (H ₂ O) 1:2,5	7,4	7,5	7,6	8,2	8,3	8,3	8,1
pH (KCl) 1:2,5	7,2	7,2	7,1	8,0	8,1	8,0	8,0
Capacità di campo %	10,1	12,8	5,9	3,5	2,6	2,5	7,3
Punto di appass. %	4,1	4,3	2,9	1,7	1,3	1,0	3,1
Conducib. µ/cm 1:2	66	98	37	71	70	77	93
CaCO ₃ tot. (%)	tracce	3,78	tracce	18,0	17,0	17,0	25,7
Carb. org. (%)	1,02	1,02	1,04	0,11	0,11	0,06	0,06
Sost. org. (%)	1,76	1,76	1,79	0,19	0,19	0,10	0,10
N totale (%)	0,05	0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
C/N	20	20	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
P ₂ O ₅ ass. (ppm)	4,12	3,80	3,30	2,45	2,06	1,65	2,45
P ₂ O ₅ tot. (ppm)	526,0	485,2	288,5	393,2	391,6	424,6	349,5
S.I. P (ppm)	6,1	5,4	4,6	4,1	3,3	3,4	6,3
Ca meq 100g ⁻¹	4,77	4,92	2,47	0,69	0,52	0,94	1,19
Mg meq 100g ⁻¹	0,37	0,39	0,51	0,23	0,25	0,25	0,38
Na meq 100g ⁻¹	0,07	0,09	0,17	0,07	0,33	0,09	0,09
K meq 100g ⁻¹	0,13	0,16	0,05	0,03	0,04	0,04	0,04
C.S.C. meq 100g ⁻¹	5,34	5,56	3,2	1,02	1,14	1,32	1,70
Fe _d (%)	0,037	0,037	0,036	0,008	0,006	0,010	0,0040
Al _d (%)	0,014	0,013	0,010	0,006	0,007	0,006	0,0042

Bibliografia

- ANSELMI B., ZARLENGA F., CATALANO F., ARNOLDUS A., MILLI S. (1990). Analisi Paleoambientale dei depositi (duna Rossa) contenenti industria musteriana e affioranti nell'area di Castelporziano-Pomezia (Roma) - Publ. ENEA area Energia, Ambiente e Salute.
- CARBONI M.G. (1969). Studio microstratigrafico di due serie perforate nella Pianura Pontina. *Mem. Soc. Geol. It.*, 8 1071-1096.
- DRAGONE F., MAINO A., MALATESTA A., SEGRE G. (1967). Note illustrative della Carta geologica d'Italia -Foglio n° 149 Cerveteri.
- GIOVAGNOTTI C. (1989). Atti Convegno "Incontro con la geologia" P.N. Circeo (Sabaudia, 1984) 15-23, I suoli ed i processi pedogenetici nel Parco Nazionale del Circeo.
- GISOTTI G., COLLAMARINI D. (1982). Suolo e vegetazione nella Tenuta di Castelporziano -*Genio Rurale XLV* n° 9, 35-56.
- LOCARDI E. (1982) Lineamenti stratigrafici dal F. Tevere al F. Astura. *Geologica Romana*.
- MALATESTA A., ZARLENGA F. (1985). Il Quaternario di Pomezia (Roma) e la sua fauna marina -*Boll. Soc. Geol. It.* 104 503-514.
- MALATESTA A., ZARLENGA F. (1986). Cicli trasgressivi medio pleistocenici sulle coste liguri e tirreniche. - *Geologica Romana*, 25.
- MALATESTA A., ZARLENGA F. (1986). Evoluzione paleogeografico-strutturale Plio-Pleistocenica del basso Bacino Romano a Nord e a Sud del Tevere - *Mem. Soc. Geol. It.* Vol. XXXV.
- Malatesta A., Zarlenga F. (1988). Evidence of middle pleistocene marine transgressions along the mediterranean coast. - *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology* 68, 311-315.
- PANIZZA M. (1985). Schemi cronologici del Quaternario -*Georg., Fis., Dinam., Quat.* 8.
- SISS (1985). Metodi Normalizzati per l'analisi del suolo. - Ed. Edagricole Bologna.
- Soil Survey Staff U.S.D.A. (1975). Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Marking and Interpreting Soil Surveys.
- Soil Survey Staff U.S.D.A. (1994). Keys to Soil Taxonomy - Ed. Pocahontas Press, Inc., Blacksburg, Virginia U.S.A.

DUNA ANTICA E DUNA RECENTE: DUE ECOSISTEMI A CONFRONTO

Alessandra Trinchera, Flavia Pinzari, Fabiola Fiorelli,
Marina Marchionni, Anna Benedetti

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante
Via della Navicella, 2 - 00184 Roma

In occasione del Convegno della Società Italiana della Scienza del Suolo (S.I.S.S.), tenuto nel giugno 1997 a Roma, sono stati aperti presso la Tenuta Presidenziale di Castelporziano (Figura A) due profili, rispettivamente in località Dogana (Duna Antica) ed in località Tellinara (Duna Recente) [3]. Parallelamente alla caratterizzazione pedologica dei suoli indagati, al fine di definirne lo stato di fertilità, è stata valutata l'attività della biomassa microbica nei primi tre orizzonti minerali e sono stati confrontati i valori dell'attività respiratoria, del quoziente metabolico, del rapporto (C-biomassa/TOC)% del rapporto C/N e del quoziente di mineralizzazione [1], [2], [3]. Il lavoro si è proposto inoltre di studiare le possibili differenze o specificità nel turnover della sostanza organica del suolo in relazione ai due terreni considerati.

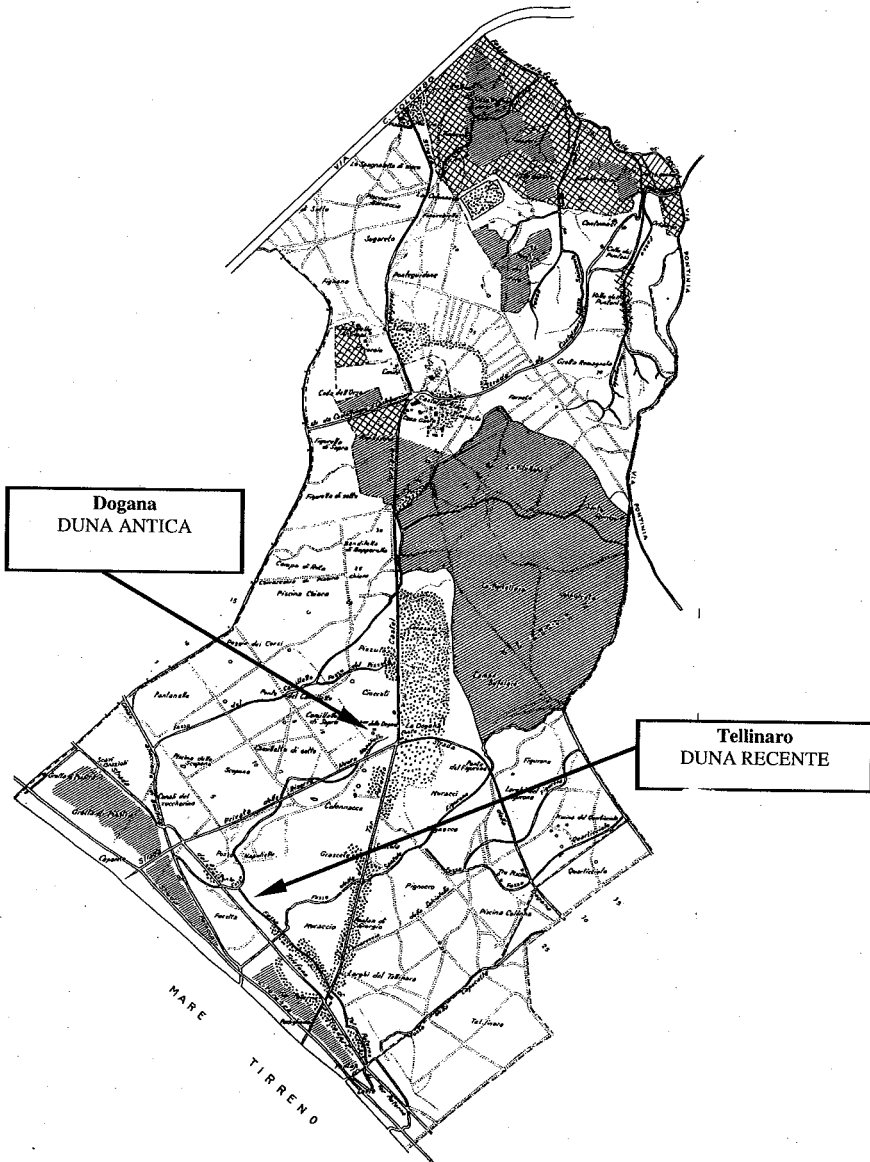
1) Studio dell'attività della biomassa microbica

Il contenuto in biomassa microbica nei tre orizzonti considerati per il profilo "Duna Antica" [13] passa dai 131 $\mu\text{gC/g}$ di A1, ai 5 $\mu\text{gC/g}$ in E; valore quest'ultimo molto basso, nonostante in letteratura siano stati riscontrati valori di C-biomassa elevati in terreni sabbiosi anche a profondità maggiori. Nella Figura 1 è infatti evidenziato il brusco decremento nel contenuto in C-biomassa lungo il profilo, specie se confrontato con i valori ottenuti per gli orizzonti del profilo di Duna Recente che nella Figura 2 evidenziano un andamento assai differente. Nel campione corrispondente agli

orizzonti A1+A2 in Duna Recente il contenuto in C-biomassa ammonta a 141 $\mu\text{gC/g}$ e nell'orizzonte C1 che arriva a 98 cm di profondità, il C-biomassa è di 82 $\mu\text{gC/g}$.

Figura A

Siti di rilievo pedologici



Emerge pertanto, nel caso della Duna Recente, una maggiore omogeneità tra gli orizzonti, almeno relativamente alla presenza di microrganismi attivi. La notevole differenza nel pH degli orizzonti dei due profili (cfr. Tabella 1) potrebbe essere all'origine del diverso comportamento delle comunità microbiche: nel caso della Duna Recente infatti, pH relativamente elevati potrebbero favorire i batteri, rispetto ai funghi. L'individuazione dei generi di microrganismi dominanti in profondità nel profilo di Duna Recente oltre ad essere un interessante approfondimento permetterebbe di fornire maggiori spiegazioni dei dati di C-biomassa ottenuti.

Figura 1

Carbonio della biomassa microbica $\mu\text{g/g}$ negli orizzonti A1, A2 ed E del profilo di Duna Antica

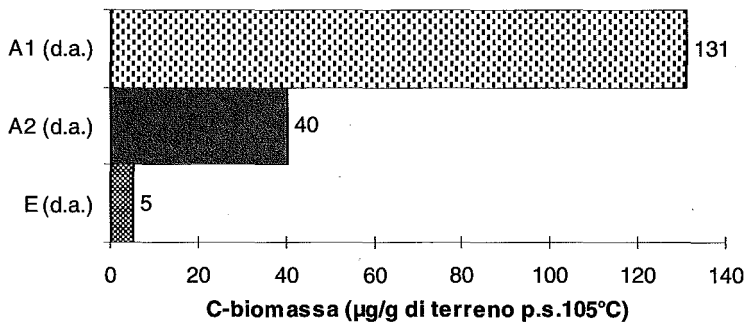
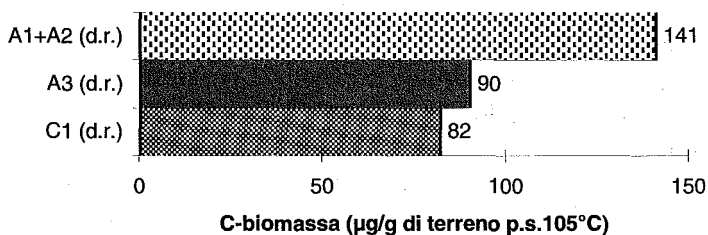


Figura 2

Carbonio della biomassa microbica $\mu\text{g/g}$ negli orizzonti A1+A2, A3 e C1 del profilo di Duna Recente



Confrontando inoltre nei due profili il contenuto in C-biomassa con l'attività respiratoria totale [7], [8] è possibile evidenziare ulteriormente il differente comportamento dei microrganismi attivi, soprattutto per i due orizzonti più superficiali. Nella Duna Antica la biomassa presente in A1 sembra avere un metabolismo accelerato (869 $\mu\text{gC-CO}_2/\text{g}$ di respirazione totale in 14 giorni di osservazione, cfr. Figura 1.3) anche in considerazione degli elevati valori della respirazione basale che al 14° giorno è risultata di 42 $\mu\text{gC-CO}_2/\text{g}/24\text{h}$ (cfr. Tabella).

Tabella 1

Orizzonte	Profondità	CC%*	C/N	C-CO ₂ basale al 14° giorno**	pH***	qM
<i>Duna Antica</i>						
A1	0-4/6	12,3	25,2	42	4,8	3,8
A2	4/6-30/40	7,4	23,0	6	5	4,5
E	30/40-60	5,2	18,0	1	6	3,9
<i>Duna Recente</i>						
A1+A2	0-18/38	10,1	20,0	6	7,4	2,8
A3	18/38-40/55	5,9	104,0	2	7,6	1,4
C1	40/55-98	3,5	11	1	8,2	15,4

* Valori ottenuti a PF=2,5 ** Valori in $\mu\text{gC/g}$ riferiti a peso secco a 105°

*** Valori ottenuti con il metodo riportato sui Metodi Ufficiali di Analisi del Suolo

Nella Duna Recente a valori di C-biomassa dello stesso ordine di grandezza, corrispondono valori di circa un terzo inferiori di respirazione (287 $\mu\text{gC-CO}_2/\text{g}$ di respirazione totale in 14 giorni di osservazione, cfr. Figura 4).

Inoltre in entrambi i profili i valori di respirazione seguono quelli di C-biomassa, nel senso di una prevedibile progressiva diminuzione con la profondità, ma passando dall'orizzonte A3 al C1 in Duna Recente i valori di C-biomassa e di respirazione si mantengono su valori relativamente elevati. In Duna Antica invece, passando dall'orizzonte A2 ad E si osserva una variazione più marcata dei valori. Inoltre, l'orizzonte E di Duna Antica pur contenendo quantità appena misurabili di C-biomassa (5 $\mu\text{gC/g}$) presenta in proporzione un'attività respiratoria elevata (70 $\mu\text{gC-CO}_2/\text{g}$ totali in 14 giorni di osservazione).

Figura 3

Al decrescere del contenuto in C-biomassa, decresce l'attività respiratoria del terreno lungo il profilo della Duna Antica

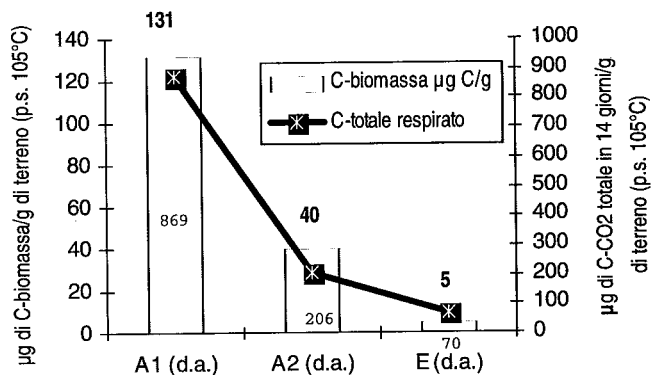
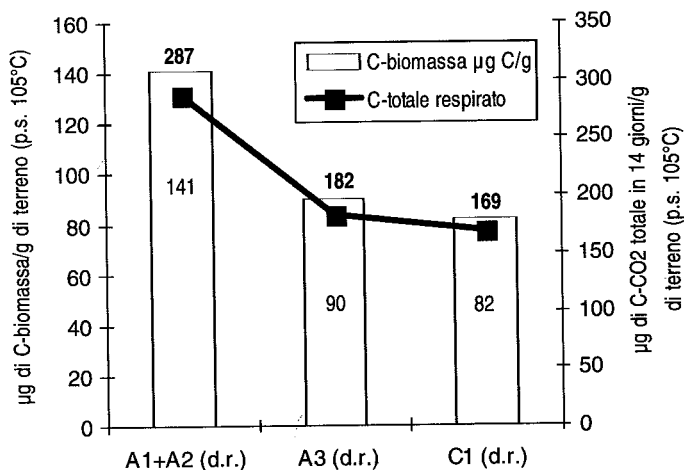


Figura 4

Al decrescere del contenuto in C-biomassa, decresce l'attività respiratoria del terreno lungo il profilo della Duna Recente



L'applicazione dei quozienti metabolici $q(\text{CO}_2)$ [2] e (C-biomassa/TOC)% [4], che riflettono i flussi di carbonio attraverso la biomassa microbica del terreno, dovrebbero permettere l'analisi dello sviluppo delle comunità del terreno e degli ecosistemi. Nell'ipotesi di Odum [9], la maturità di un ecosistema può infatti essere valutata sulla base dei flussi di energia attraverso le sue componenti; lo stadio massimo di maturità, quello di climax (definibile in modo particolare per i sistemi forestali) è caratterizzato dal massimo grado di stabilità. Nel caso del confronto tra suoli in via di evoluzione e formazione, pur trovandosi su roccia madre non dissimile ed in ambiente climaticamente uniforme, l'applicazione dei quozienti metabolici risulta particolarmente complessa. Nella Tenuta Presidenziale di Castelporziano infatti, gli aspetti microclimatici, la disomogeneità della copertura vegetale (ed i fenomeni ad essa correlati quali lo *steam flow*) e le variabili relative all'idrologia dell'area, hanno mostrato di influire sensibilmente sulle caratteristiche dei suoli. Confrontando i sistemi di Duna Antica e Duna Recente attraverso i valori dei quozienti metabolici è necessario tenere conto dell'influenza su quest'ultimi di diverse variabili. Un esempio è il differente pH osservato lungo i due profili (cfr. Tabella): tendente al basico nella Duna Recente ed all'acido nella Duna Antica. E' nota infatti l'influenza di questo fattore sui valori di entrambi i quozienti considerati [2] nel senso di una diminuzione del $q(\text{CO}_2)$ all'aumentare del pH, e di una diminuzione del (C-biomassa/TOC)% al diminuire del pH.

Figura 5

Andamento degli indici di attività della biomassa microbica nel profilo della Duna Antica

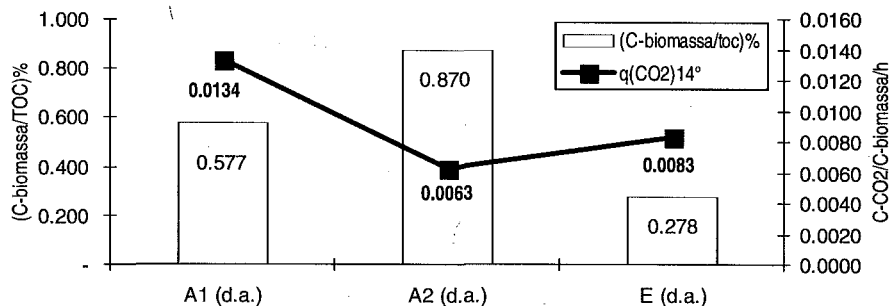
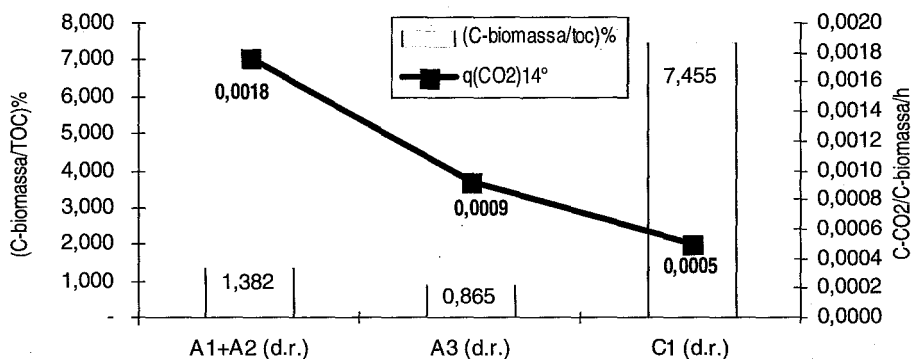


Figura 6

Andamento degli indici di attività della biomassa microbica nel profilo della Duna Recente



L'influenza sui valori dei quozienti metabolici del grado di stabilità del sistema vede invece un incremento del valore di (C-biomassa/TOC)% ed una diminuzione del $q(\text{CO}_2)$ man mano che l'ecosistema procede verso lo stadio di climax. Per quanto riguarda i valori dei quozienti metabolici osservati negli orizzonti di Duna Antica e di Duna Recente, nelle Figure 5 e 6 si può notare come in Duna antica il i valori di $q(\text{CO}_2)$ siano complessivamente più elevati rispetto alla Duna Recente; ciò suggerisce che, sebbene la Duna Recente sia, per definizione, un sistema meno sviluppato della Duna Antica, i valori del $q(\text{CO}_2)$ risentano maggiormente dell'elevato pH che non del grado di maturità del sistema. I valori del (C-biomassa/TOC)% confermano quanto detto per il $q(\text{CO}_2)$: in Duna Recente essi sono complessivamente più elevati che in Duna Antica (dalla teoria di Odum anche per questo quoziente dovrebbe essere l'opposto) ma ciò è in accordo con i valori di pH, più bassi nella Duna Antica (cfr. Tabella).

Le curve di respirazione giornaliera (Figure 7 e 8) mostrano nuovamente una maggiore differenziazione tra l'orizzonte minerale superficiale ed i sottostanti in Duna Antica; situazione non evidenziata invece per la Duna Recente in cui l'attività microbica è diluita tra gli orizzonti.

Significativo è il comportamento della biomassa dormiente nei diversi orizzonti: le curve di respirazione giornaliera, ottenute umidificando al giorno 0 (zero) il terreno precedentemente seccato all'aria, mostrano al

giorno 1 (Figure 7 e 8) una risposta di attivazione metabolica più veloce negli orizzonti superficiali di entrambi i profili, rispetto agli orizzonti più profondi. Nella Duna Antica il fenomeno è comunque assai più marcato. Si tratta di un comportamento frequente nei suoli sabbiosi in ambiente mediterraneo, in cui le condizioni di alta temperatura ed aridità estiva sembrano condizionare il comportamento delle comunità microbiche orientando la loro distribuzione nel terreno in funzione di fattori di maggiore e minore capacità di resistenza.

Figura 7

Respirazione giornaliera degli orizzonti A1, A2 ed E del profilo di Duna Antica

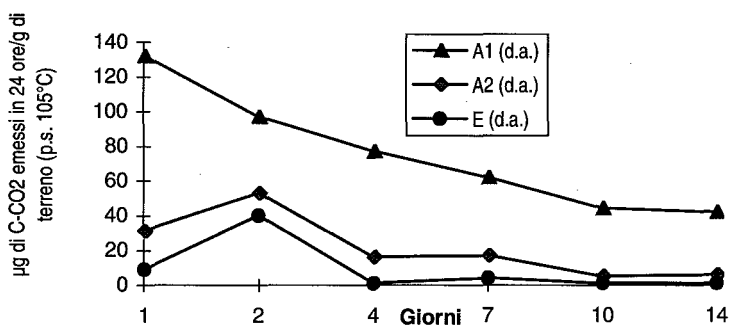


Figura 8

Respirazione giornaliera degli orizzonti A1+A2, A3 e C1 del profilo di Duna Recente

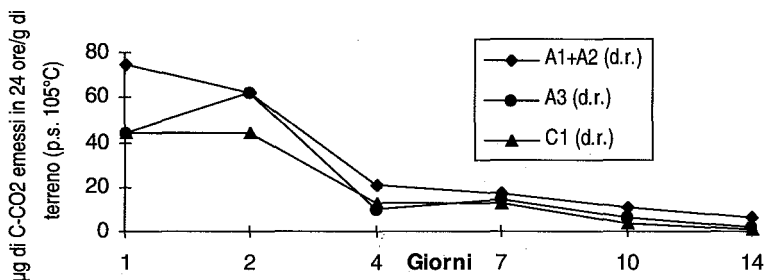
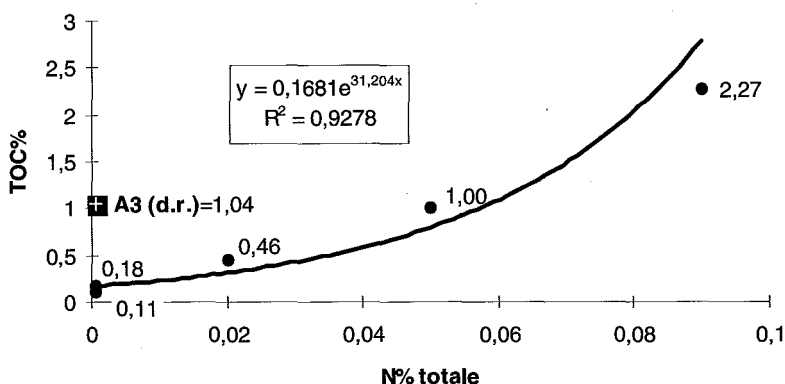


Figura 9

Andamento del rapporto C/N per i due profili



Il rapporto C/N (cfr. Tabella 1 e Figura 9) è elevato in entrambi i profili: il contenuto in azoto della sostanza organica sembra quindi rappresentare per entrambi i sistemi un fattore di regolazione dell'attività microbica, assieme al pH, che come si è visto influenza sensibilmente il metabolismo microbico.

Nella Figura 9 viene evidenziato un valore anomalo del rapporto C/N per l'orizzonte A3 della Duna Recente: a fronte infatti di un valore relativamente elevato di TOC% (1,04) non è stato osservato un contenuto adeguato di N% totale. L'alta concentrazione in questo orizzonte di apparati radicali di specie vegetali annuali potrebbe giustificare la sproporzione osservata, anche se andrebbe a tale fine verificata in A3 la presenza di oligosaccaridi e di essudati radicali caratterizzati da un alto valore del rapporto C/N.

2) Studio del turnover della sostanza organica

Per lo studio del turnover della sostanza organica del suolo "Duna antica", i dati relativi ai terreni sono riportati nella Tabella 2.

Dall'osservazione dei valori di TOC % [10] si rileva che, malgrado l'elevato valore di carbonio organico fornito dalla lettiera (37,2 %), gli strati di terreno più profondi risultano piuttosto poveri in sostanza organica, passando da un contenuto del 2,27 % nello strato A1 ad un valore di 0,18 % già nello strato E (30/40-60 cm) (Profilo 1).

Tabella 2

	TOC %	S.O. %	TEC %	C(HA+FA) %	HR %	DH %	kcin (giorni ⁻¹)
Oi (d a)	37.20	64.13	11.73	8.10	21.8	69.1	n.d.
A1 (d a)	2.27	3.91	1.93	1.30	57.3	67.3	0.09
A2 (d a)	0.46	0.79	0.35	0.15	32.6	42.9	0.16
E (d a)	0.18	0.31	0.06	0.03	16.7	50.0	0.21
B1 (d a)	0.20	0.34	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
B2 (d a)	0.54	0.93	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
B3 (d a)	0.21	0.36	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Tutti i dati sono riferiti al campione secco a 105°C. (n.d.: non determinati)

Nel caso della duna antica, tuttavia, sembra opportuno evidenziare l'andamento anomalo del contenuto in sostanza organica, che risulta decrescente fino allo strato B1 (0.20 %), mentre subisce un discreto incremento dallo strato B2 (0.54 %), proprio in corrispondenza della presenza di ossidi metallici, come risulta dai rilevamenti pedologici riportati. Tali ossidi, oltre che instaurare una condizione di semipermeabilità del terreno, possono costituire, attraverso interazioni di tipo elettrostatico con le strutture organiche complesse, una sorta di "trappola" per chelazione con il materiale organico, che risulta conseguentemente stratificato in un orizzonte ben delimitato morfologicamente. L'incremento della presenza di argilla negli strati B2 e B3 rafforza ulteriormente tale ipotesi.

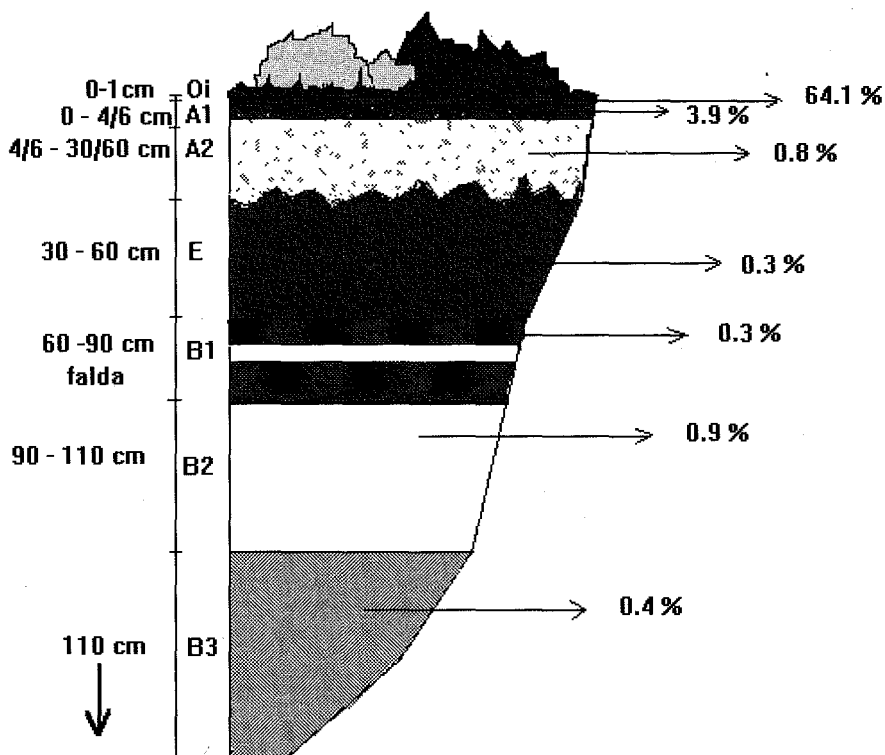
Per quel che riguarda i valori dei tassi e dei gradi di umificazione [5], i dati suggeriscono in generale una umificazione variabile, con valori di HR % che vanno dal 57.3 % per lo strato A1 al 16.7 % per lo strato E e, corrispondentemente, DH % che variano dal 67.3 % per A1 al 42.9 % per A2 (Grafico 1), confermando che l'umificazione maggiore si ha, in tale sito, nello strato più superficiale.

E' da notare che, nel caso del terreno relativo allo strato E, durante il trattamento in acido della frazione estraibile della sostanza organica, non si è osservata alcuna precipitazione delle sostanze umiche e, conseguentemente, la determinazione in carbonio organico dopo colonna in PVP deve essere riferito esclusivamente alla frazione fulvica. Ciò testimonia una scarsa attività umificante in tale orizzonte di suolo, dovuta probabilmente sia alla scarsa presenza di biomassa microbica, sia alla tessitura di tale terreno che si presenta prevalentemente di tipo sabbioso-franco. Tuttavia in tale oriz-

zonte, che presenta dei noduli di ferro-manganese molto caratteristici, si potrebbe verificare un tipo di interazione proprio tra il materiale fulvico e le concrezioni ritrovate.

Profilo 1

Duna Antica: contenuto in sostanza organica dei differenti strati di suolo



Dallo studio delle curve di mineralizzazione del carbonio organico nel caso dei terreni della duna antica, si può rilevare un'attività mineralizzante, rappresentabile secondo la equazione esponenziale già descritta, piuttosto elevata nel caso dello strato A1, con un valore della costante cinetica k di 0.09 giorni^{-1} (Grafico 2).

Grafico 1

Istogramma dei valori di tasso e grado di umificazione dei terreni della Duna Antica

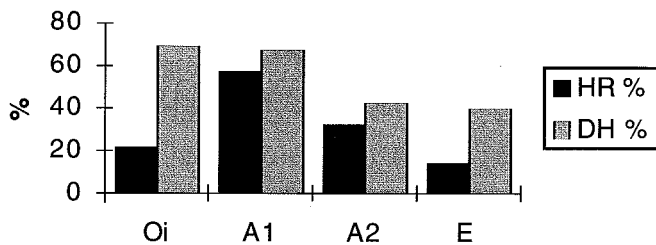
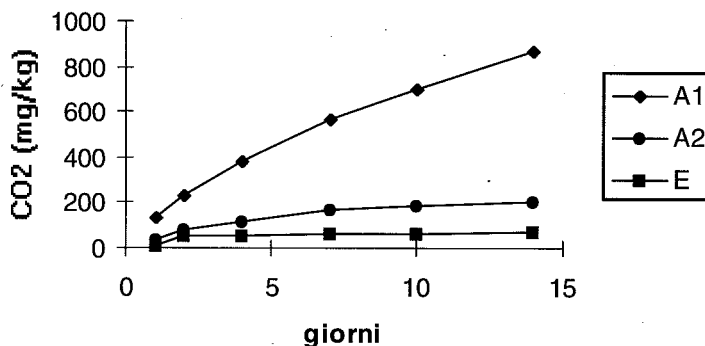


Grafico 2

Rappresentazione delle cinetiche di mineralizzazione del carbonio organico dei terreni della Duna Antica



Ciò è senz'altro determinato dal fatto che è proprio tale orizzonte a beneficiare maggiormente dei materiali organici ligno-cellulosici apportati dalla lettiera (sostanza organica in Oi: 64.13%); inoltre la tessitura fine del terreno analizzato, unitamente alle elevate temperature medie che si riscontrano nella maggior parte dell'anno negli ambienti mediterranei costieri come quello di Castelporziano, costituiscono i due principali fattori che determinano tale elevata velocità di mineralizzazione delle componenti organiche (Riffaldi *et al.*, 1996).

Nel caso dei terreni degli strati A2 ed E, la attività mineralizzante è senz'altro meno efficace, come risulta dalle curve rappresentate nel Grafico 3, con valori di k cinetiche rispettivamente di 0.16 g^{-1} e 0.21 g^{-1} .

Profilo 1: Duna recente - Risultati e discussione

I dati relativi ai terreni del profilo "Duna recente" sono riportati nella Tabella 3.

I terreni relativi alla duna recente hanno dato interessanti risultati: i valori di sostanza organica sono globalmente più elevati rispetto a quelli della duna antica, variando da 1.79 % per lo strato A3 a 0.19 % per lo strato C1 (Profilo 2). In particolare, il valore di sostanza organica dello strato A3 più profondo (18/38-40/55 cm) è paragonabile a quello relativo allo strato di terreno A1+A2, dato spiegabile in quanto lo strato A3 ha presentato all'analisi morfologica un notevole contenuto in radici, che costituisce, assieme agli essudati radicali, la fonte primaria di apporti organici in tale terreno: il corrispondente valore piuttosto limitato della frazione umificata (0.14 %) conferma questa ipotesi. In effetti, la scarsa attività umificante in tale suolo potrebbe essere erroneamente addebitata solo al limitato apporto di materiale organico, come si rileva dal contenuto in sostanza organica della lettiera (24.84 %).

E' infatti da tener presente che tale rilevazione è esclusivamente puntuale (ossia non statisticamente rilevante) in quanto l'area ove è stato campionato il terreno presenta una copertura vegetale a felci che notoriamente non producono quantitativi discreti di lettiera.

Il fatto che il suolo presenti valori di sostanza organica discreti nei primi due strati A1 + A2 ed A3 conferma la peculiarità del profilo indagato, e suggerisce che probabilmente la limitata attività umificante degli strati di suolo più profondi sia dovuta principalmente al fatto che questo suolo subisce esondazioni successive a causa del riaffioramento della falda acquifera sottostante.

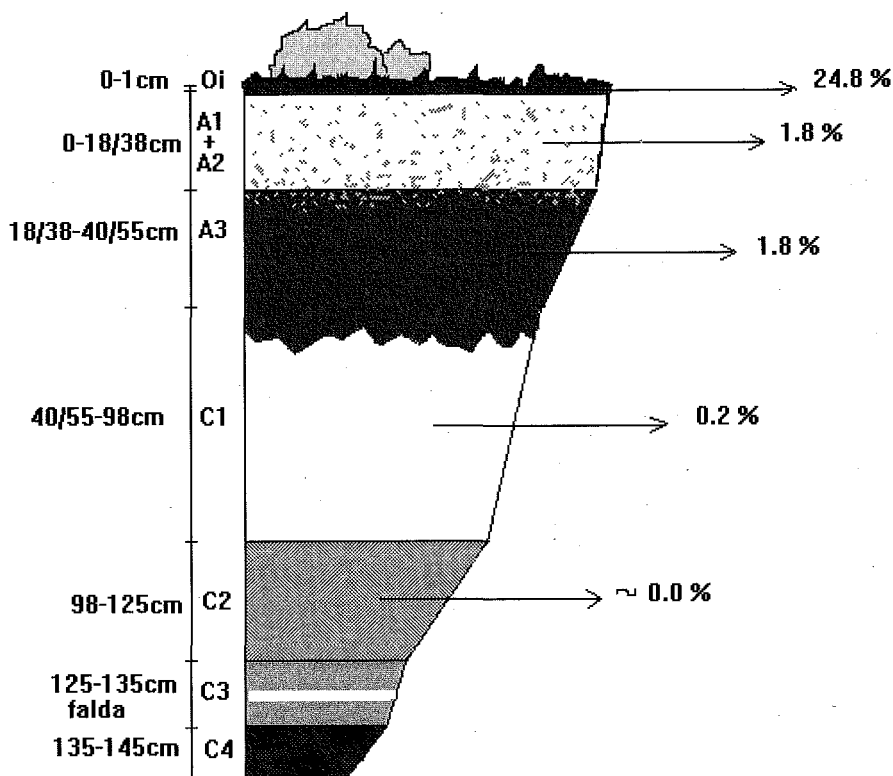
Tabella 3

	TOC %	S.O. %	TEC %	C(HA+FA) %	HR %	DH %	kcin (giorni ⁻¹)
Oi (d r)	14.41	24.84	3.49	2.22	15.4	63.6	n.d.
A1+A2(d r)	1.02	1.76	0.80	0.49	48.0	61.3	0.19
A3 (d r)	1.04	1.79	0.27	0.14	13.5	51.8	0.24
C1 (d r)	0.11	0.19	0.08	0.04	36.4	50.0	0.29

Tutti i dati sono riferiti al campione secco a 105°C. (n.d.: non determinati)

Profilo 2

Duna Recente: contenuto in sostanza organica dei differenti strati di suolo



Per quel che riguarda i valori dei parametri di umificazione (Grafico 3), i dati rivelano una umificazione maggiore nello strato A1+A2 (HR: 48.0%, DH: 61.3%) rispetto agli strati A3 e C1, anche se il terreno relativo all'orizzonte C1 (40/55-98 cm) presenta un valore di tasso di umificazione crescente rispetto a quello dell'orizzonte A3 (36.4% contro 13.5%), quasi vi fosse una stratificazione della frazione umica; in effetti, in tale strato di terreno è stata riscontrata la formazione di uno strato compatto a base di carbonato di calcio, che può aver trattenuto la frazione organica più strutturata per una sorta di "impermeabilizzazione" del terreno.

Grafico 3

Istogramma dei valori di tasso e grado di umificazione dei terreni della Duna Recente

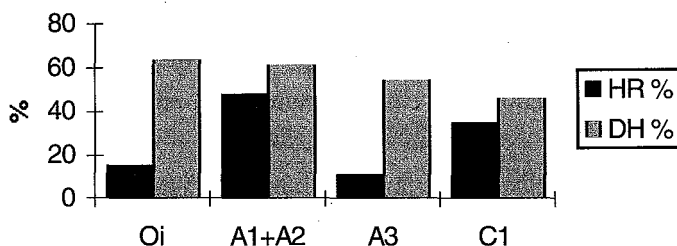
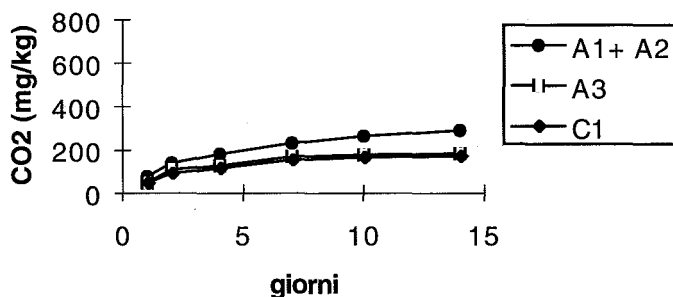


Grafico 4

Rappresentazione della cinetica di mineralizzazione del carbonio organico dei terreni della Duna Recente



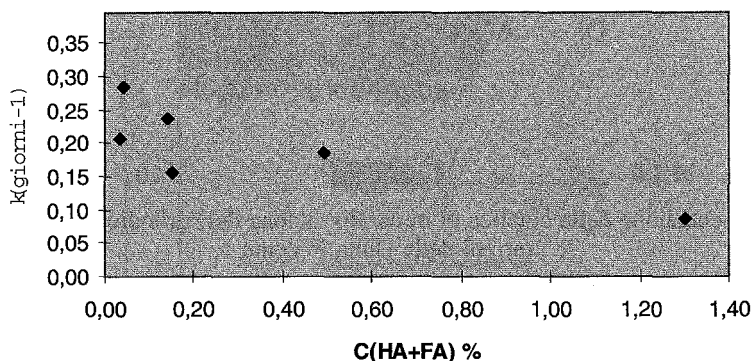
I dati relativi alla cinetica di mineralizzazione del carbonio organico dei terreni della duna recente (Grafico 4) mostrano una attività respirometrica ridotta rispetto a quella relativa alla duna antica, soprattutto nel caso dello strato superficiale A1+A2 (K_{cin} : 0.19 giorni^{-1}). Inoltre si può osservare che sia per lo strato A3 che per lo strato C1 il metabolismo basale che viene raggiunto in tempi relativamente brevi (14 giorni), con costanti cinetiche rispettivamente di 0.24 e 0.29 giorni^{-1} .

Dallo studio statistico effettuato al fine di verificare una possibile relazione tra la velocità di mineralizzazione della sostanza organica dei terreni analizzati e le differenti frazioni di sostanza organica, è emersa una

correlazione inversa tra i valori di k cinetiche ed i differenti contenuti in sostanza organica stabilizzata dei terreni (correlazione: -0.82). In particolare si è osservato che nei terreni in cui la frazione umica e fulvica risulta maggiore, i valori delle costanti cinetiche di mineralizzazione della sostanza organica sono minori, come si osserva dal Grafico 5.

Grafico 5

Correlazione tra $C(HA+FA)\%$ e costante cinetica di mineralizzazione del carbonio organico



Conclusioni

Entrambi i profili considerati sono caratterizzati da alti valori del rapporto C/N e da scarsi contenuti di C-biomassa. Si tratta comunque di valori nella norma per terreni sabbiosi in ambiente mediterraneo. L'analisi dell'attività metabolica della biomassa presente ha permesso di evidenziare una significativa influenza del pH sui processi di mineralizzazione del C organico sia nella Duna Antica che in quella Recente. Si è inoltre osservata una differente distribuzione lungo il profilo della biomassa microbica: nello Palexeralf aquico [11], [12] i valori di C-biomassa e della respirazione decrescono rapidamente con la maggiore profondità, risultando quasi assenti a 40-50 cm dalla superficie. Nello Xeropsamment aquico [11], [12] si osserva invece un differente gradiente di C-biomassa e respirazione lungo il profilo con valori ancora relativamente elevati a 55-98 cm di profondità. In quest'ultimo profilo la cospicua presenza di apparati radicali a circa 50 cm di profondità è probabilmente all'origine degli elevati contenuti in TOC% di

A3 e della presenza, ad insolita profondità, di microrganismi (forse proprio associati alla rizosfera).

Lo studio del turnover della sostanza organica dei due profili di suolo considerati ha confermato un problema che si riscontra in molti suoli litoranei mediterranei, ossia il limitato contenuto in carbonio organico, dovuto principalmente alla scarsità di apporti organici ascrivibili alla lettiera; tale fattore, unito alla elevata attività mineralizzante della biomassa microbica, potrebbe causare, a lungo termine, il declino della fertilità del terreno stesso, con conseguenze facilmente prevedibili, quale la desertificazione.

In entrambi i siti studiati, i valori dei parametri di umificazione indicano che il processi di stabilizzazione della sostanza organica sono più attivi negli strati superficiali, mentre risultano piuttosto limitati negli strati profondi: ciò è senz'altro imputabile al fatto che la biomassa microbica, elemento chiave nei processi di umificazione della sostanza organica, risulta praticamente assente in tali strati, in particolare nel caso della duna antica.

Relativamente allo studio dinamico del turnover del carbonio, i bassi valori delle costanti di mineralizzazione sembrerebbero indicare, in entrambi i siti, una situazione di "equilibrio" cinetico, nel quale i processi di mineralizzazione e quelli di immobilizzazione procedono in maniera parallela; la correlazione trovata, inoltre, sembra stabilire che, laddove la mineralizzazione procede in maniera più efficace, anche la attività umificante, e quindi i processi microbiologici di stabilizzazione della sostanza organica, risultano più attivi, confermando perciò l'importanza della fase degradativa delle matrici organiche complesse derivanti dalla lettiera, oltre che la diretta implicazione della biomassa microbica nella attività di resintesi e policondesazione nel processo di formazione dell'humus del suolo.

Riferimenti bibliografici

- [1] ALEF K., NANNIPIERI P. (eds) (1995). Method in Applied Soil Microbiology and Biochemistry.
- [2] ANDERSON J.P.E., DOMSCH K.H. (1978). A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soil. *Soil Biol. & Biochem.* 10: 215-221.
- [3] ANSELMI B., ZARLENGA F., CATALANO F., ARNOLDUS A., MILLI S. (1990). Analisi Paleoambientale dei depositi (duna Rossa) contenenti industria musteriana e affioranti nell'area di Castelporziano-Pomezia (Roma) - Publ. ENEA area Energia, Ambiente e Salute.
- [4] BROOKES P.C. (1993). The potential of microbiological properties as indicators in soil pollution monitoring. Workshop on "Soil Monitoring: Methods for Early Detection and Surveying of Soil Contamination and Degradation", Monte Verita - Switzerland, 18-23 October 1992.
- [5] CIAVATTA C., GOVI M., VITTORI ANTISARI L., SEQUI P. (1990). Characterization of Humified compounds by extraction and fractionation on solid polyvinylpyrrolidone chromatography. *J. Chromatogr.* 509: 141-146.

- [6] GISOTTI G., COLLAMARINI D. (1982). Suolo e vegetazione nella Tenuta di Castelporziano - *Genio Rurale* anno XLV n° 9 35-56.
- [7] ISERMEYER H. (1954). Eine Einfache Methode sur Bestimmung der Bodenatmung und der Karbonate im Boden. *Z Pflanzanernah Bodenk* 56: 26-38.
- [8] JENKINSON D.S. (1988). Determination of microbial biomass carbon and nitrogen in soil. In: Wilson J.T. (ed) *Advances in Nitrogen Cycling in Agricultural Ecosystems*, Commonwealth Agricultural Bureau, International, Wallingford, pp. 368-386.
- [9] ODUM E.P. (1985). Trends expected in stressed ecosystems. *Bioscience* 35: 419-422.
- [10] SISS (1985). *Metodi Normalizzati per l'analisi del suolo*. - Ed. Edagricole Bologna.
- [11] Soil Survey Staff U.S.D.A. (1975). *Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Marking and Interpreting Soil Surveys*.
- [12] Soil Survey Staff U.S.D.A. (1994). *Keys to Soil Taxonomy* - Ed. Pocahontas Press, Inc., Blacksburg, Virginia U.S.A.
- [13] VANCE E.D., BROOKES P.C., JENKINSON D.S. (1987). An extraction method for measuring microbial biomass C. *Soil Biol. & Biochem.* 19: 703-707.
-

16° CONVEGNO MONDIALE DELLA SCIENZA DEL SUOLO: TEMI DEI SIMPOSI E CONTRIBUTI ITALIANI

Paolo Sequi

Presidente della Società Italiana della Scienza del Suolo

Dal 20 al 26 agosto 1998 si è tenuto a Montpellier presso il Centro Congressi Le Corum il 16° Convegno Mondiale della Scienza del Suolo. Ad esso hanno partecipato oltre 2700 persone, di cui oltre 2000 convegnisti e circa 700 accompagnatori.

Il Convegno è stato articolato in una giornata di conferenza introduttiva e successivi interventi programmati sulle principali problematiche sulla Scienza del Suolo, alla quale hanno seguito sei giornate durante le quali si sono svolti 25 Simposi e 6 Workshop.

Gli Atti del Convegno constano di oltre 1.500 lavori, dei quali circa 250 sono stati prescelti dal Comitato Scientifico per le relazioni orali.

Corposo il contributo degli italiani, che hanno presentato 49 lavori (vedi Tabella 1), sei dei quali in prima linea; 2 prescelti per le comunicazioni orali, 1 oggetto di relazioni su invito e due consistenti in relazioni introduttive ai simposi.

Temi sviluppati nei Simposi e Workshops del 16° Convegno ISSS

Simposi

1. Nuovi concetti e teorie nella fisica del suolo e loro importanza per studiare gli effetti dall'attività umana (20-21 agosto)

2. Dinamica della struttura del suolo in relazione ai differenti sistemi di gestione (21-22 agosto)
 3. Trasferimenti di massa ed energia nei suoli (22-24 agosto)
 4. Influenza dei minerali argillosi e delle sostanze ad essi associate sulle proprietà fisiche del suolo (22 agosto)
 5. Eterogeneità dei processi fisico chimici nei suoli (21-22 agosto)
 6. Dinamica dei composti inorganici, inclusi quelli inquinanti, nel sistema suolo (24 agosto)
 7. Dinamica dei composti organici, inclusi quelli inquinanti, nel sistema suolo (25-26 agosto)
 8. Geochimica dei fluidi (aria ed acqua) nel suolo (25 agosto)
 9. Controllo dell'attività microbica e della dinamica della sostanza organica da parte dei macroorganismi (radici, fauna) nei loro rispettivi comparti funzionali (22-24 agosto)
 10. Uso delle comunità microbiche del suolo in agricoltura sostenibile e in selvicoltura (21-22 agosto)
 11. Biodiversità e funzionalità del suolo (24 agosto)
 12. Indicatori della restaurazione della fertilità del suolo (20-21 agosto)
 - 13a.. Biodisponibilità delle riserve di elementi nutritivi organici ed inorganici dal suolo e dai fertilizzanti: azoto (21-22 agosto)
 - 13b. Biodisponibilità delle riserve di elementi nutritivi organici ed inorganici dal suolo e dai fertilizzanti: fosforo, potassio e microelementi (22 agosto)
 14. Ottimizzazione della fertilizzazione per le esigenze delle colture erbacee e forestali in sistemi agricoli sostenibili (22-24 agosto)
 15. Processi e organizzazioni nella differenziazione e nella formazione degli orizzonti del suolo (21 agosto)
 16. Ripercussioni dei cambiamenti di origine ambientale ed antropica nel suolo (22 agosto)
 17. Progressi nella cartografia del suolo con l'utilizzazione di strumenti moderni; metodi e risultati (24 agosto)
 18. Ruolo e contributo dei processi biologici nel funzionamento e nella evoluzione dei sistemi del suolo (22-24 agosto)
-

19. Tecnologia dei suoli artificiali (21 agosto)
 20. Gestione delle proprietà fisiche degli orizzonti lavorati: aspetti ambientali ed agricoli (25 agosto)
 21. Gestione sostenibile delle acque reflue e dei fanghi industriali in agricoltura (24 agosto)
 22. Chimica cristallografica e localizzazione di microelementi nei minerali come marcatori dell'evoluzione dei suoli e della mobilità degli elementi nell'ambiente (21 agosto)
 24. Minerali del suolo ed acidificazione (22-24 agosto)
 25. Inquinamento del suolo: diagnosi, tecniche di valutazione e supporto alle politiche di sviluppo per la legislazione (24-25 agosto)
 26. I suoli e i cambiamenti climatici (20-21 agosto)
 27. Primi stadi e reversibilità della desertificazione del suolo (24 agosto)
 28. Suoli urbani e suburbani: natura, gestione e rischi per la salute umana (20-21 agosto)
 29. Sostenibilità dei sistemi irrigui nei confronti della salinizzazione: recupero dei suoli salinizzati (24-25 agosto)
 30. Contributo della micromorfologia allo studio del comportamento temporale della strutturazione dei suoli e dei sistemi suolo - acqua (22 agosto)
 31. Tipologia del suolo ed erogazione idrica ed eolica (25 agosto)
 32. Attività antropiche e fauna del suolo: dagli elementi biotici naturali al ripristino degli ecosistemi perturbati (24-25 agosto)
 33. Gestione sostenibile della fertilità dei suoli forestali e relativi indicatori (24-25 agosto)
 34. L'effetto del cambiamento d'uso sul ciclo del carbonio dei suoli forestali (25-26 agosto)
 35. Applicabilità dei metodi raccomandati per la valutazione del territorio (21 agosto)
 36. Quali valutazioni territoriali e per quali esperti? (21-22 agosto)
 37. Ripristino del suolo: criteri ed indicatori di qualità (25 agosto)
 38. Valutazione e fattibilità di tecnologie biologiche, chimiche e fisiche nel ripristino del suolo (25-26 agosto)
 39. Criosuoli e loro evoluzione in funzione del cambiamento climati-
-

co globale (25-26 agosto)

40. Criteri per l'efficienza ed innocuità d'uso degli ammendanti organici e minerali (25-26 agosto)

41. Impatti delle interazioni tra costituenti minerale e organici ed i microrganismi sul ciclo e sulla biodisponibilità degli elementi (25 agosto)

42. La standardizzazione internazionale dei dati pedologici e del loro trattamento (24-25 agosto)

43. Struttura e funzione della rizosfera: meccanismi all'interfaccia suolo-radice (22 agosto)

44. Miglioramento dell'informazione sul suolo, scienza del suolo e sue applicazioni (21 agosto)

45. Cultura umana e atteggiamento nei confronti del suolo nel corso della storia (20-21 agosto)

Workshops

A. I suoli in un ambiente in evoluzione: il lavoro di *Global Change & Terrestrial Ecosystems* (sponsorizzato da *Global Change & Terrestrial Ecosystems*) (21 agosto)

B. Il programma della gestione del suolo, dell'acqua e dei nutrienti (sponsorizzato da *International Board for Soil Research and Management*) (22 agosto)

C. Ruolo essenziale del potassio in diversi sistemi coltivati (sponsorizzato da *International Potash Institute*) (24 agosto)

D. L'uso delle tecniche nucleari per il miglioramento delle pratiche di gestione sostenibile del suolo, dell'acqua e dei nutrienti (sponsorizzato da *Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture*) (21 agosto)

E. Ruolo del mercato nel successo e nel fallimento della gestione sostenibile delle risorse naturali: suolo, acqua e biodiversità (sponsorizzato dal *Aliance for a Responsible and United e World*) (24 agosto)

F. Indicatori della qualità del suolo (sponsorizzato da *World Bank*) (22 agosto)

Si riporta in Tabella 1 la ripartizione del contributo dei lavori degli italiani presentati al Convegno Mondiale della Scienza del Suolo.

Tabella 1

Ripartizione dei lavori presentati dagli italiani al 16° Convegno ISSS

n. Simposio	1	2	3	4	5	6
<i>n. lavori presentati</i>	1	1	/	3	2	1
n. Simposio	7	8	9	10	11	12
<i>n. lavori presentati</i>	2	/	/	/	/	3
n. Simposio	13a	13b	14	15	16	17
<i>n. lavori presentati</i>	/	/	/	1	1	1
n. Simposio	18	19	20	21	22	24
<i>n. lavori presentati</i>	1	/	/	3	2	1
n. Simposio	25	26	27	28	29	30
<i>n. lavori presentati</i>	1	/	2	/	1	/
n. Simposio	31	32	33	34	35	36
<i>n. lavori presentati</i>	/	/	/	1	1	/
n. Simposio	37	38	39	40	41	42
<i>n. lavori presentati</i>	/	1	/	8	3	1
n. Simposio	43	44	45			
<i>n. lavori presentati</i>	2	/	/			

Si riportano di seguito i titoli e gli autori dei lavori presentati [Autori - Titolo - n. Simposio - Presentazione]:

Adamo P., Amalfitano C., Colombo C., Violante A., Krishnamurti G.S.R.: *Influence of humic acid on Fe (II) transformations* (22 - poster);

Ambrosoli R., Zanini E., Guasco C., Scalenghe R.: *Microbiological aspects in monitoring pilot constructed wetlands in NW Italy* (38 - poster);

Alliani N., Bonifacio E., Zanini E.: *Thermodynamic stability of serpentine weathering products as influenced by acids* (24 - poster);

Aringhieri R.: *Saturated hydraulic conductivity and structural properties of clay-sand systems* (4 - poster);

Alianello F., Trinchera A.: *Spreading olive oil waste water on soil: effects on the organic matter dynamics* (40 - poster);

Bini C., Garlato A.: *Soil cover evolution from volcanic rocks at Euganean Hills in relation to vegetation and exposure* (15 - poster);

Biondi Francesco A., Figliolia A., Socciarelli S., Di Dio C., Di Carlo V.: *Heavy metals dynamics on the soil/plant system of a sludge amended soil* (21 - poster);

Bonifacio E., Mateke S.M., Taylor F.W., Zanini E.: *Native soils of some wild fruit trees in the Veld of Eastern Borswana (Serowe area)* (27 - poster);

Benedetti A.: *The innocuity and efficiency of soil organic fertilizers and amendments* (40 - orale/invito);

Buondonno A., Buondonno C., Coppola E., El Fouly M.M., Randazzo G., Rashad A.A.: *Rehabilitation of two soils from Mediterranean environment by recycled organic substances* (40 - poster);

Celi L., Barberis E., Marsan F.A.: *Inositol phosphate interactions with some soil colloids* (7 - poster);

Corti G., Agnelli A., Certini G., Ugolini F.C.: *Pedogenetic history revealed by study of the soil skeleton in soils of the Vallombrosa Forest, Italy* (16 - poster);

Calabrese Maria S., Nardi S., Sartori G., Pizzeghello D., Zanella A., Nicolini G.: *Forest Humus in the province of Trento (Italian Alps)* (18 - poster);

Cucci G., De Caro A.: *Brackish Water Effect on Soil and Crops* (29 - poster)

Canali S., Trinchera A., Pinzari F., Benedetti A.: *Study of compost maturity by means of humification parameters and isoelectric focusing technique* (40 - poster);

Ciavatta C., Govi M., Sitti L., Gessa C.: *Influence of organic fertilizers on soil organic matter: A laboratory study* (40 - poster)

Costantini Edoardo A.C., Donatelli M., Stockle C., Nelson R.: *SOILR: A Model to Estimate Soil Moisture and Temperature Regimes* (42 - poster);

D'Acqui Luigi P.P., Santi C., Sparvoli E., Churchman G.J., Ristori G.G.: *Controlled removal of organic matter from undisturbed aggregates by low-temperature ashing for studies on soil structure* (4 - poster);

Dell'Abate Maria T., Trinchera A., Benedetti A., Dazzi C.: *Humic substances as indicators of soil organic matter evolution in Vertisols* (12 - poster);

De Siena C., Brimhall G., Ugolini F.C., Corti G., Ristori G.G.: *Quantitative assessment of REE mobility during weathering of granite under Mediterranean climate* (22 - poster);

De Simone C., Lorenzoni P., Spadoni M., Raspa G., Hoxha I.: *Use of geostatistics for characterization of heavy metals distribution in calcareous soil of Central Italy* (25 - poster);

Dazzi C., Monteleone S.: *Consequences of human activities on Pedodiversity of soils: a case study in a vineyard area in south-east Sicily (Italy)* (27 - poster);

Francaviglia R., Donatelli M., Acutis M.: *Soilpar, a software to estimate and validate soil hydrologic parameters* (1 - poster);

Gianfreda L., Sannino F., Filazzola M.T., Violante A.: *Interaction of xenobiotics with enzymes and colloids in the soil environment* (41 - orale/invito)

Gardi C., Donatelli M., Vianello G.: *Land Use optimization on the basis of agricultural capability and physical-mechanical characteristics of soil* (35 - poster);

Melis P., Senette C., Meloni S., Oddone M., Alberti G., Cristini A.: *Trace elements distribution in the components of soils of different origin: preliminary results* (6 - poster);

Mangione D., Bellicioni S., Colombo L., Figliolia A.: *Heavy metal forms evolution in the solid phase of a seven years sewage sludge treated soil* (21 - poster);

Pagliai M., Vignozzi N., Pellegrini S.: *The quantification of soil degradation problems in relation to the impact of agricultural management practices* (2 - poster);

Pinzari F., Dell'Abate M.T., Benedetti A., Dazzi C.: *Effects of reforestation made up by Cedrus atlantica and Pinus halepensis on soil chemistry and fertility* (34 - orale);

Piccolo A.: *Hydrophobic interactions controlling molecular sizes of humic molecular in soils. Effects on the accumulation and decomposition of soil organic matter* (5 - orale/invito);

Pizzigallo Maria D.R., Ruggiero P., Spagnuolo M., Mininni R.: *Adsorption of isoproturon, propanil and dichloran on humic and fulvic acids extracted by a fluvisol soil* (7 - poster);

Rea E., Pirazzi R., Puppi G., Bragaloni M.: *Root Colonisation and Mineral Nutrition Improvement of Valuable Broadleaves by Glomus Mosseae* (43 - poster);

Rao M.A., Violante A., Gianfreda L.: *Formation and properties of urease and acid phosphatase-soil colloid complexes* (41- poster);

Reale T., Cocchiarella A., Rasio R.: *Georeferenced soil database of regione Molise (Italy)* (17 - poster);

Senesi N., Bourrie G.: *Hétérogénéité des processus physico-chimiques dans les sols* (5 - orale/introduzione);

Spaccini R., Zena A., Mbagwu J., Piccolo A.: *Carbohydrates in size-aggregates of Nigerian soils under different management practices of soil organic matter maintenance* (12 - poster);

Spaccini R., Zena A., Mbagwu J., Piccolo A.: *Carbohydrates in size-aggregates of Nigerian soils under different management practices of soil organic matter maintenance* (12 - poster);

Senesi N., Loffredo E.: *Effects of sludge and soil humic acids on the growth of tomato seedlings in hydroponics* (40 - poster);

Sequi P., Chéroux M.: *Soil Organic Fertilizers and Amendments Fertilisants et amendements organiques* (40 - orale/introduzione);

Scalenghe R., Freppaz M., Boero V., Zanini E.: *Pedo-bio-remediation by constructed wetlands: wastewater purification in alpine livestock farming* (21 - poster);

Ugolini F.C., Corti G., Agnelli A., Certini G.: *Under-and overestimation of soil properties in stony soils* (12 - poster);

Tittarelli F. Dell'Abate M.T., Piazza P. Varallo G.: *Effect of fly ash addition on organic matter stabilisation of composts* (40 - orale);

Violante A., De Cristofaro A., Gianfreda L.: *Effect of natural organic ligands on the sorption of nutrients and xenobiotics on variable charge minerals* (41 - poster);

Violante P., Adamo P., Felleca D., Palmieri G., Palmiero F.: *N, K and P distribution in rhizosphere and bulk soils of field grown maize* (43 - poster);

Zanini E., Scalenghe R., Boero V., Bonifacio E.: *Modelling of aggregate breakdown in some Italian Alfisols* (4 - poster);

Si segnala con soddisfazione che il Dott. Marcello Pagliai è stato eletto alla Vicepresidenza della I Commissione ed il Prof. Alessandro Piccolo alla Vicepresidenza della II Commissione.

Sembra utile riportare qui di seguito il riassunto della relazione introduttiva al Convegno tenuta dal Presidente Alain Ruellan.

Relazione Introduttiva e Dibattito (20 agosto 1998)**Introduzione**

di Alain Ruellan, Presidente della ISSS

• Il suolo, cioè lo strato pedologico, o pedosfera, è un ambiente naturale.

• La peculiarità dell'ambiente naturale suolo, è che esso forma una interfaccia con gli altri quattro ambienti naturali essenziali del Pianeta Terra: litosfera, atmosfera, idrosfera, biosfera. Le interazioni tra questi quattro ambienti e la pedosfera sono sia permanenti che fondamentali.

• Il suolo è la fonte, ed il luogo di evoluzione, della maggior parte della vita sulla terra; è evidente che: senza suolo = niente vita ; senza vita = niente suolo. L'evoluzione di molte specie biologiche, terrestri, acquatiche ed aeree è strettamente legata all'evoluzione del suolo.

In particolare, le relazioni **Suolo** \Leftrightarrow **Uomo** sono di notevole importanza:

- solo oggi stiamo iniziando a capire il modo con il quale le attività umane trasformano i suoli e le loro dinamiche;

- ma stiamo anche iniziando a comprendere che la storia della società umana, e le sue usuali dinamiche, sono fortemente dipendenti dal suolo e dalla sua evoluzione;

- possiamo iniziare ad asserire che il futuro delle società umane dipende largamente dall'influenza che queste società hanno già avuto sul suolo e sulla influenza che esse continuano ad avere su di esso.

• La Scienza del Suolo, ed i molti Scienziati che hanno avuto a che fare con la Scienza del Suolo, si sono scontrati con tre problemi fondamentali, tre sfide con priorità assoluta:

1) **Il bisogno di incrementare la conoscenza dei suoli della Terra, ciò che sono, ciò che sono stati e la loro dinamica odierna:** le aree prioritarie di ricerca; gli approcci scientifici da incoraggiare; le priorità interdisciplinari da sviluppare, sia nella Scienza del Suolo che in relazione con altre discipline scientifiche.

2) **Lo sviluppo della ricerca nelle relazioni tra i suoli (siste-**

mi pedologici) e le società umane (sistemi sociali): il pubblico da interessare; le priorità interdisciplinari.

3) Lo sviluppo della conoscenza dei suoli per tutti (bambini ed adulti; individui e società), fornendo migliori giudizi sull'importanza dell'ambiente suolo, sia per il presente che per il futuro delle Società Umane ed il loro Ambiente: il pubblico da interessare; le strategie di insegnamento.

Questi tre principali obiettivi devono essere considerati prioritari:

- per la ricerca, in particolare per i gruppi di specialisti nelle Scienza del Suolo;
- per l'educazione;
- ma anche in termini di azione politica: la rappresentatività politica in tutto il mondo deve essere meglio informata sui problemi in gioco e sulla sfida rappresentati dal suolo, dal suo uso e dalla sua conservazione:

Suolo = Testimone del Passato; Suolo = Garante del Futuro.

ATTIVITÀ DEL CONSIGLIO DELLA SOCIETÀ INTERNAZIONALE DELLA SCIENZA DEL SUOLO

Paolo Nannipieri

Dipartimento di Scienza del Suolo e Nutrizione della Pianta - Università di Firenze
Piazzale delle Cascine, 15 - 50144 Firenze

L'attività del Consiglio si è svolta in 5 riunioni. Oltre al sottoscritto un altro membro della Società Italiana della Scienza del Suolo, il Prof. N. Senesi Presidente della Commissione II della ISSS, ha partecipato alle riunioni.

Nella **prima riunione** il Prof. Ruellan, dopo aver salutato i membri del Consiglio ed aver invitato ciascuno a presentarsi, ha esaminato il problema della valutazione dei posters. Si è deciso di nominare una Commissione costituita dai Prof.ri Aguilar e Tanaka, dalla Dr.ssa S. Staunton e da i "Convenors" e "Co-convenors" di ogni singolo Symposium. Si è quindi discusso la regole per le future elezioni delle cariche sociali. A tal proposito viene nominata una commissione consultiva "**steering committee**" costituita da R. Horn, B. Tinker, W Blum, A. Ruellan e I Kheoruenromne. Viene anche deciso di nominare una commissione ("**motions committee**") il cui scopo è quello di proporre modifiche al regolamento della Società Internazionale. I membri di tale commissione: sono G. Varallyay, V. Targulian, J. Deckers, G. Coen e L. Thiombiano. Per quanto riguarda la nomina dei "**Membri onorari**" il segretario Prof. Blum ricorda che il nuovo statuto prevede la presenza di 40-45 membri onorari; ricorda inoltre che 5 membri onorari sono morti nel periodo 1994-1998 e che nel corso dell'ultimo Congresso furono eletti 5 nuovi membri onorari, per questi motivi propone di eleggere 10 nuovi membri onorari. La votazione (da effettuarsi nel corso della seconda riunione del Consiglio) dovrà tenere conto non solo del merito scientifico ma anche della distribuzione regionale e dovrà essere preceduta dalla definizione delle regole e da una breve presentazione di ciascun

candidato. Infine il Presidente Prof. Ruellan informa che per la organizzazione del **prossimo Congresso**, che si svolgerà nel 2002, è pervenuta la richiesta della Societàailandese.

Nella **seconda riunione** il Prof. Ruellan propone che l'**attuale Segretario Generale, il suo Assistente ed il Tesoriere** debbono rimanere in carica sino al 2002. La proposta viene accettata all'unanimità. Il Presidente suggerisce inoltre la necessità di avere un supporto di una istituzione scientifica alla segreteria della futura Unione dato il costo elevato dell'attività della segreteria. Viene nominata una commissione composta dai Prof.ri Sombroek, Sanchez e Ruellan con lo scopo di effettuare una selezione tra le istituzioni disponibili. Il Prof. Ruellan informa che sono arrivate 15 proposte di nuovi **membri onorari**. Un candidato per essere eletto deve ricevere un numero di voti pari al 50% + 1 del numero dei votanti. Inoltre ciascun votante può proporre da un minimo di 7 ad un massimo di 10 nominativi da selezionare nella lista dei 15 proposti. Si passa quindi alle votazioni dopo che si è stabilito che il numero minimo di voti richiesto da ciascun candidato per essere eletto è pari a 29.

Risultano eletti come nuovi membri onorari: **Prof. Dr. Ir. G. H. Bolt, Prof. Dr. R. Dudal, Prof. Dr. K. H. Hartge, Prof. Dr. M. Kutilek, Prof. Dr. J. Quirk, Dr. Ir. W. G. Sombroek, Prof. Dr. Koji Wada, Prof. Dr. D. H. Yaalon, Prof. Dr. S. V. Zonn.**

Nella **terza riunione** il Prof. Tinker, Chairman della CSS, spiega i **mutamenti di struttura** che distinguono l'attuale **Società** dalla futura **Unione** (allegato 1). Nella presente struttura le società nazionali non sono membri della SISS sebbene abbiano il diritto di partecipare con i loro rappresentanti ai lavori del Consiglio. Il Prof. Blum dichiara che le società nazionali che non hanno ancora negoziato la loro partecipazione alla IUSS (Unione Internazionale della Scienza del Suolo, la nuova denominazione al posto dell'attuale ISSS) hanno tempo sino al 2002. Si precisa che i membri delle società nazionali afferenti alla futura UISS diverranno i membri della Unione. Viene anche specificato che le Società si distingueranno in base al numero di membri in "**Full Members**" e "**Associate Members**". Il **numero minimo di membri** dovrebbe oscillare da 20-50. Il Prof. Norrtcliff richiama l'importanza della quota pagata da ciascun membro piuttosto che del numero di membri delle singole società nazionali. Una proposta ragionevole potrebbe essere che **l'importanza di una società nazionale nel futuro Consiglio** dipenda dal suo contributo finanziario complessivo. Si prevede di dividere le Società in 6 classi ed il rappresentante delle società più importanti, quelle della prima classe, avrebbe un peso pari a 6 voti nel futuro Consiglio. Viene deciso di continuare la relativa discussione nella prossima

riunione. Nel caso di più società nazionali interessate alle tematiche della scienza del suolo viene deciso alla unanimità che le Società Nazionali di Scienza del Suolo siano quelle aventi diritto a partecipare alla futura IUSS. Viene anche discussa la possibilità di inviare i prossimi bollettini per posta elettronica; il bollettino sarà inviato per posta solamente ai membri non collegati alla posta elettronica. Si passa quindi ad esaminare la **situazione finanziaria nel periodo 1994-1997**. Si discute infine la futura **struttura scientifica** della Unione (allegato 2). I futuri Presidenti delle Divisioni avranno la responsabilità di gestire le strategie ed i finanziamenti stanziati per l'attività della Divisione in oggetto. Si discute anche del numero e della denominazione delle Divisioni I nomi più ricorrenti sono quelli di "Soil Physic, Soil Chemistry, Soil Biology e Soils and Environment".

Nella **quarta riunione** il Prof. Ruellan, dopo aver presentato il Prof. Theerawong, il Presidente eletto della IUSS, riprende la discussione sulla struttura della futura IUSS. Si decide alla unanimità che il numero minimo di membri richiesto affinché una società nazionale possa diventare "Full Member" della IUSS è di 20. Tuttavia, nel caso di società con un numero di membri compreso tra 20 e 50 si dovrà valutare anche il livello organizzativo ed il contributo scientifico. La struttura scientifica della IUSS sarà esaminata da una Commissione composta dal Prof. Ruellan, dal Prof. Theerawong, dal Segretario Generale, dall'Assistente del Segretario Generale, dai Presidenti eletti delle Commissioni e dal Prof. Tinker, Presidente della CSS. Le proposte dovranno essere inviate alle singole società nazionali e la decisione finale sarà presa durante il prossimo Consiglio che si terrà nel 2000 a Bangkok. Si discute infine l'**agenda** della sessione conclusiva, l'attività dei **Working Groups** e la cooperazione con le altre Unioni che fanno parte della ICSU. Per quanto riguarda il Congresso del 2006, il Prof. Sommers dichiara ufficialmente che gli USA sono pronti ad organizzarlo.

Nella **riunione finale** vengono presentati i poster premiati per il loro contributo scientifico. Vengono anche presentati i suggerimenti da includere nello statuto della Unione e da discutere nella sessione conclusiva del Congresso. I lavori del Consiglio vengono chiusi dal Prof. Ruellan che sottolinea il successo del Congresso come testimoniato dal numero dei partecipanti e delle comunicazioni scientifiche.

ALLEGATO 1

ISSS ⇒ IUSS

A - Main effects on International Society by change to International Union

1 - Greater authority and legitimacy for Council

Council is composed mainly of representatives of National Societies who are now subscription-paying Full Members.

This will cause a greater interest in and dedication to the activities of Council.

2 - Much closer contact of IUSS with National Societies

The need to negotiate entry to the Union and negotiate scale subscription levels, will give much greater and more important contacts than before.

It will focus National Society interests on the efficiency of the Union, and the value that their members obtain from it.

This should make them much more interested in and supportive of the IUSS's work.

3 - Clearer lines of contact and accountability down from Council through Divisions, Commissions and Working Groups.

All scientific activities will be linked through the Divisions direct to Council and the Executive Committee.

The Divisional Chairpersons are vital for the activity of the Union and the maintenance of its scientific standards.

The Divisional Committees have been streamlined to make them more effective.

It is expected that the Divisions will in future have more activities not related to the Congress.

4 - The total membership of soil scientists will be far larger perhaps near 45.000.

The IUSS will be able to speak and act with authority for the whole Soil Science discipline and will unquestionably be the premier Soil Science organisation.

It should use this position to the advantage of Soil Science.

However, it will clearly be impossible to maintain individual contact with each Member, which even in the ISSS is extremely difficult.

5 - It will no longer be possible to post the Bulletin to each Member, and alternative methods of dissemination must be found.

The Bulletin is greatly valued and will continue.

It can be posted to those who wish to pay for this.

However, for all large National Societies and for many smaller ones, different and cheaper systems will have to be brought in, with the National Society taking over much of the responsibility.

This will be part of the negotiation at entry and setting of subscriptions.

6 - The financial situation will improve both in quantity and reliability.

The much larger total membership means that a larger total of subscription income will still mean that each member pays less than now on average.

Other means of finding the subscription payment are open to National Societies and have already been used, e.g. through the National Academies of Sciences

The Full Membership status of National Societies should mean that their membership is more regular and sustained than the current individual membership, which often changes and causes numbers of members to fluctuate.

The new means of distributing the Bulletin should save a considerable sum.

7 - Better finance will open up many possible activities, that now are impossible, such as funding of Divisions.

The lack of funding now prevents almost any new initiatives.

As funding improves, Council will have to consider carefully what its priorities are.

8 - All Honorary Members will no longer be members of Council, but the Honorary Membership will elect 3 of its members as representatives.

B - Main actions and decisions that need to be arranged urgently**1 - Determine the scale of subscriptions and the associated number of votes**

This may need adjustment later, but a reasonably acceptable system is needed at once and should be decided at the Montpellier Council.

2 - Set up machinery for the negotiations with the National Societies leading to their entry into IUSS as Full Member.

The negotiations with two or three National Societies, of different sizes, should be set up urgently, to gain experience it should be made attractive to the Societies to enter the Union early, rather than to draw out the negotiations almost until the next Congress of the process.

Consultations with ICSU and other Unions may be advisable.

2 - a) Procedures.

The negotiations will cover three issues, as in b), c) and d).

A very small group of Officers should conduct the actual negotiation, but each of these issues needs a back-up group of identified members of the Council, the Bureau or the Standing Committees who will specialise in them.

A formalised letter of application should be developed, so that all information needed is readily available.

The pathway of each application through the Bureau, the Executive Committee and the Council needs to be charted, to prevent procedural delays, using the Secretary-General's office as the clearing house for the process.

2 - b) The act of entry.

The relationship of a National Society with IUSS is quite different to that with ISSS, but the great majority of cases should cause little trouble (Statute B1 and B4).

However, no precise criteria for acceptance as a Full or Associate Member have been given in the Statutes, and the Council may find that it has to establish these in a Byelaw.

2 - c) The position on the Subscription scale at entry (Statute L3).

This will need careful negotiation.

An undertaking has been given as part of the new Statutes that initially no Full Member need pay more than the sum of individual subscriptions to ISSS from that country at present and this will simplify the initial negotiation.

The agreed actions over the Bulletin will be relevant to this issue.

2 - d) The distribution of the Bulletin.

Bulletins are produced by electronic media, and most Full Members should be able to print from these locally, and distribute the material with their own papers for their members.

In some cases bulk copies of the printed Bulletin may need to be sent for local dissemination.

In case of individual membership, it will be necessary to continue posting individual copies, but it is hoped that this will be rare.

On a subscription basis the bulletin will be available to all those who wish to pay for it.

This may be the most difficult part of the immediate negotiation, and the small backup group will need knowledge of desk-top publishing and similar matters.

3 - The Standing Committees will need reviewing, to determine which are appropriate in the new situation.

4 - Each Working Group will need assigning to a single Division, after the new Scientific Structure is agreed.

5 - No significant alteration in arrangements for election to Ho-norary Membership (Statute B6).

Three members need to be elected from among the Honorary Membership to occupy seats in Council, and this requires that nominations and a postal ballot shall be conducted well before each Congress.

6 - A written guide for Full Members on the actions they should take before the next Congress in Thailand is needed at least one year before that Congress.

ALLEGATO 2

IUSS International Union of Soil Sciences

Scientific Organisation : proposals for discussion

presented by Alain Ruellan

President of ISSS, in the name of the Executive Committee

Parallel to the work about the statutes for IUSS, that are now adopted, the Executive Committee and the Committee on Statute and Structure of ISSS have worked on the future of the scientific organisation of IUSS.

Two main meetings were organised to discuss this question: the first was in Moscow (Russia) from 10 to 13 January 1996 and the second in Louvain-la-Neuve (Belgium) from 8 to 10 October 1997.

From these meetings, during which the contributions and the discussions were intensive and wide-ranging, some agreements but also some discrepancies appear. So the discussions have to continue, between all the members of the new IUSS: this 16th World Congress of Soil Science will be a good opportunity for these discussions, knowing that no decisions will be taken during the Montpellier Congress; the plan is that the decisions concerning the scientific organisation of IUSS will be taken, by the IUSS Council, at its inter-Congress meeting, between 1998 and 2002 (Congress of Thailand), most probably in 2000.

In order to facilitate the future discussions, a summary of the main conclusions of the Moscow and Louvain-la-Neuve meetings is given hereafter.

AGREEMENTS

The main agreements between the participants of the Moscow and Louvain-la-Neuve meetings were:

→ The number of IUSS - Divisions has to be as low as possible (*article G1 of the Statutes: the scientific work of the IUSS shall be carried out through Divisions, that are defined by subject ... ; the Divisions shall be composed of Commissions and Working Groups*).

→ It is necessary to find at the level of the IUSS - Commissions (within the Divisions) all the activities which actually exist at the level of the ISSS - Commissions and SubCommissions.

→ The ISSS - Commission I is transformed into an IUSS - Division = SOIL PHYSICS.

→ The ISSS - Commission II is transformed into an IUSS - Division = SOIL CHEMISTRY.

→ The ISSS - Commission III is transformed into an IUSS - Division = SOIL BIOLOGY.

→ The ISSS - Commission VII is transformed into an IUSS - Division = SOIL AND ENVIRONMENT.

DISCUSSION

The main discussions between the participants of the Moscow and Louvain-la-Neuve meetings were about the following points:

1 - Proposal for an IUSS - Division 1 named PEDOLOGY

This Division will regroup the scientific activities, very specific to Soil Science, concerning : soil morphology and micromorphology, soil genesis, soil geography, soil ecology, soil classification and cartography, paleopedology.

Soil Physics will be Division 2.

Soil Chemistry will be Division 3.

Soil Biology will be Division 4.

2 - Alternative to proposal 1:

→ proposal of an IUSS - Division 1 named SOIL (COVERS) MORPHOLOGY AND GEOGRAPHY;

this Division will regroup the scientific activities concerning: soil morphology, micromorphology and geography;

→ Soil Physics will be Division 2.

→ Soil Chemistry will be Division 3.

→ Soil Biology will be Division 4.

→ proposal of an IUSS - Division 5 named SOIL (SYSTEMS) GENESIS AND CLASSIFICATION;

this Division will be the frame for joined activities between specialists of soil morphology, physics, chemistry, biology;

this Division will regroup the scientific activities concerning soil genesis, soil geography, soil ecology, soil classification and cartography, paleopedology.

3 - For the Soil Mineralogy, two alternatives:

→ IUSS - Division of Soil Chemistry is the IUSS - Division of SOIL CHEMISTRY AND MINERALOGY, with a Commission of Soil Chemistry and a Commission of Soil Mineralogy.

→ A specific IUSS - Division for Soil Mineralogy.

4 - All the scientific activities concerning the ISSS - Commissions IV (Soil fertility and plant nutrition) and VI (Soil Technology) are regrouped in **an IUSS - Division of SOIL AND LAND MANAGEMENT**; soil fertility and soil technology are Commissions of this Division.

This proposal has the agreement of the participants at the Louvain-la-Neuve meeting, but has to be discussed with the specialists concerned.

5 - For the activities concerning the ISSS - Standing Committee « Education in Soil Science » and the ISSS - Standing Committee « History, Philosophy and Sociology of Soil Science », three alternative propositions:

→ maintain as IUSS - Standing Committees;

→ constitution of IUSS - Working Groups, or IUSS - Commissions, to be situated either in a Division of Pedology or in a Division of Soil Genesis and classification.

In summary, 2 main proposals for the IUSS - Divisions:

Proposal 1:

Pedology

Soil physics

Soil chemistry and mineralogy

Soil biology

Soil fertility and land management

Soil and environment

Proposal 2:

Soil (covers) morphology and geography

Soil physics

Soil chemistry

Soil mineralogy

Soil biology

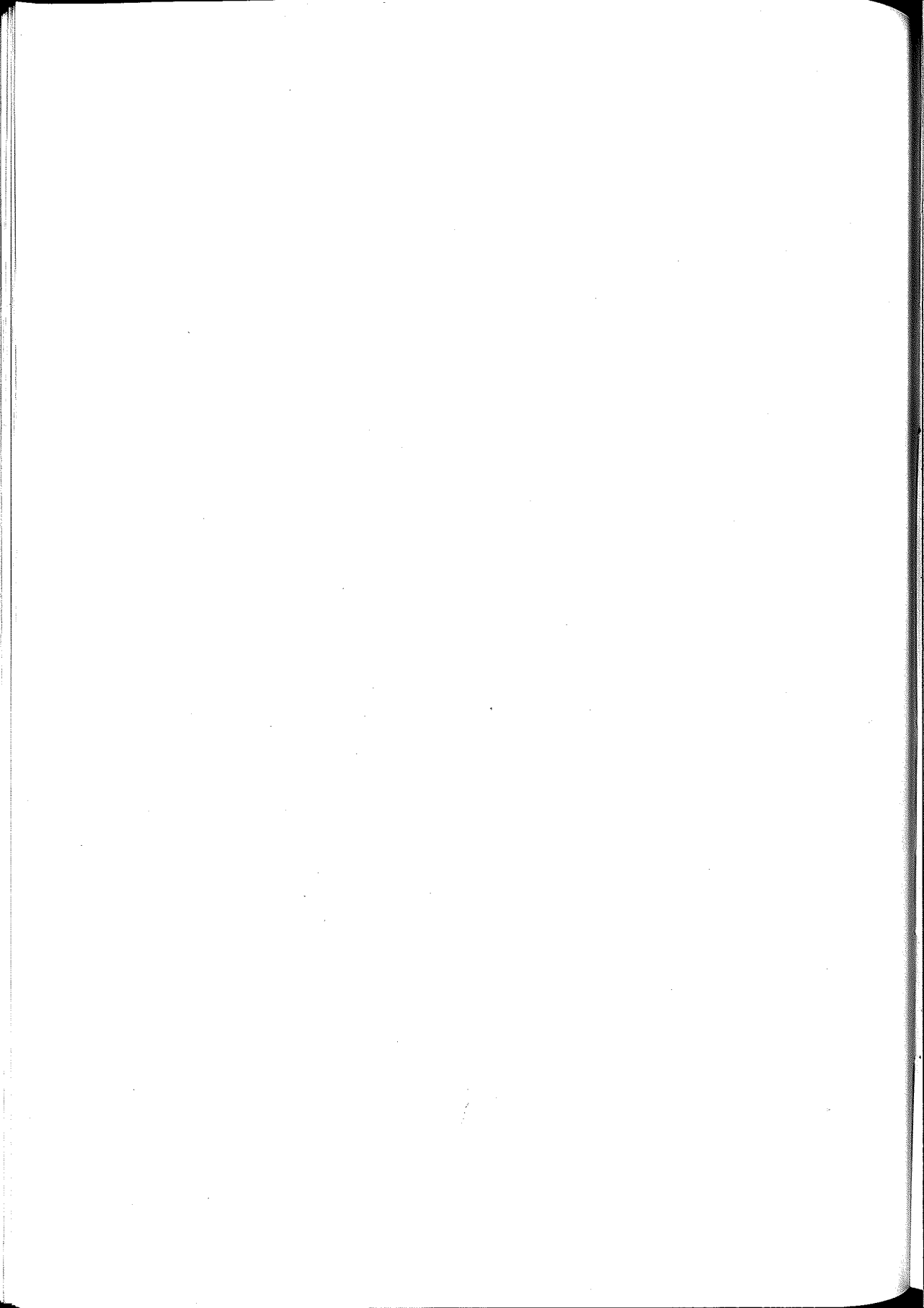
Soil (systems) genesis and classification

Soil and land management

Soil and environment

Combination between these two proposals are possible.

It is clear that the discussion has to continue, during the Montpellier Congress and after: alternative ideas are welcome for contribution to this discussion.



ENVIRONMENT AND SOILSCAPES IN SOUTHWEST GERMANY (POST CONGRESS TOUR B-6)

Carmelo Dazzi

Università di Palermo - Istituto di Agronomia Generale e Coltivazioni Erbacee
Viale delle Scienze - 90128 Palermo

A questa escursione, organizzata nell'ambito delle attività del 16° Congresso Internazionale della Scienza del Suolo, hanno preso parte quindici pedologi provenienti dalla Francia, dal Benin, dal Vietnam, dall'Italia, dal Giappone dalla Finlandia e dalla Germania.

Il programma è risultato piacevolmente equilibrato fra aspetti pedologici, agricoli, forestali e paesaggistici dell'area sud-occidentale della Germania. L'itinerario comprendeva il pittoresco paesaggio della parte alta della valle del Reno, compreso l'antico vulcano Kaiserstuhl e attraversando la Foresta Nera, i monti di Hegau, il lago di Costanza e i colli subalpini di Allgau, raggiungeva l'Università di Hohenheim a Stoccarda.

L'escursione è iniziata con un'assaggio di vini della valle del Reno a Breisach, una piacevolissima cittadina che poggia su una collina formata da materiale vulcanico derivante dal vicino vulcano Kaiserstuhl.

Il secondo giorno di escursione è stato dedicato alla visita della parte alta della valle del Reno (ad ovest di Friburgo) e dell'area del vulcano Kaiserstuhl. Nel tratto della valle del Reno visitato, a causa delle costruzioni di un canale artificiale, ormai da decenni non si verificano più esondazioni da parte del fiume; di conseguenza nel profilo di suolo osservato durante il primo stop (un *Calcaric Fluvisols*), non si ha più accumulo di materia organica per sedimentazione e anche l'apporto di lettiera, nel tempo, è diminuito. Questa tendenza si è invertita a partire dagli anni '60 per via di una riforestazione effettuata con alberi di Pino. Sui terrazzi della parte occidentale del fiume sono stati osservati suoli (*Chromic Luvisols*) che sono decalcificati fino a 60 - 100 centimetri di profondità e che mostrano un certo

grado di rubefazione e di lisciviazione di argilla.

Il vulcano "Kaiserstuhl" deriva il nome dalla sua peculiare forma ad U. Nell'area sottesa al vulcano lo sviluppo dei suoli risulta parecchio vario in dipendenza delle caratteristiche della roccia, della morfologia e dell'uso del suolo. Notevole interesse ha suscitato il potente deposito di loess che ricopre un'ampia area dell'edificio vulcanico e sul quale è stato osservato un *Calcic Chernozem* caratterizzato da processi di decalcificazione e da accumulo di sostanza organica. Non molto distante da questo suolo, su un detrito basaltico periglaciale misto a loess, evolve un *Humi-Vertic Cambisol* caratterizzato da un profilo debolmente acido in cui dominano i processi di formazione di argilla.

Il terzo giorno di escursione è stato dedicato alla visita dell'area meridionale della Foresta Nera e dell'area di ricerca Convent Forest. Nella Foresta Nera è stato osservato un bell'esempio di catena di suoli. Questa, chiamata catena Buggenried, evolve su rocce granitiche ed è formata da uno *Stagni-Dystric Cambisol*, uno *Stagni-Dystric Gleysol*, e un *Ferri-Gleyic Cambisol*. Il primo suolo è fortemente acido e mostra proprietà "stagnic"; nel secondo le proprietà "stagnic" sono chiaramente visibili anche in virtù della presenza di un orizzonte sbiancato; nel terzo pedon le proprietà "stagnic" appaiono meno evidenti, la caratteristica maggiore è da ricondurre ad un accumulo di ferro, mentre gli alti valori di pH indicano una certa presenza di cationi.

L'area di ricerca Convent Forest si trova nella parte meridionale della Foresta nera, fra 700 e 860 msm. Qui il bosco presenta notevoli caratteri di naturalità, tanto da servire come area di studio dei cicli biogeologici. Uno degli obiettivi delle ricerche che qui vengono condotte, è di verificare se, e come, le deposizioni possono avere un effetto sul ciclo degli elementi. Ciò comporta un monitoraggio continuo e di lungo periodo che viene effettuato in due siti di uno stesso bacino, sotto copertura forestale diversa e mediante sistemi totalmente computerizzati. Durante questo giorno di escursione, il pranzo è stato preparato in campo, nell'azienda Salzhof, un'azienda organica specializzata nella produzione di formaggio di capra, ma anche il prosciutto affumicato ha riscosso un notevole successo.

Il quarto giorno di escursione ha avuto una valenza prettamente agricola e paesaggistica: sono stati visitati l'isola di Reichenau e il territorio montano di Hegau.

L'isola di Reichenau si trova entro il lago di Costanza, nel suo tratto di sud-ovest. La sua superficie totale è di 450 ettari dei quali 223 sono utilizzati per fini agricoli. Precisamente, 167 ettari sono destinati alla pro-

duzione di ortive di pieno campo; 49 ettari per la produzione di colture protette; 12 ettari sono destinati a vigneto, 4 ettari sono riservati alla floricoltura e 1 ettaro a frutteto. L'antica destinazione agricola fa sì che i suoli dell'isola di Reichenau, siano notevolmente influenzati dall'attività antropica che ha prodotto nel tempo suoli carbonatati e notevolmente ricchi in materia organica. Quasi tutte le coltivazioni vengono irrigate con le acque del lago di Costanza. Ogni anno si utilizzano in media un milione di metri cubi di acqua che vengono pompate da quattro stazioni di sollevamento. Le acque vengono solo filtrate e sono soggette a regolari analisi per garantirne la qualità.

Il territorio montano di Hegau si trova a nord-ovest del lago di Costanza. Dal punto di vista geologico questo territorio non è assolutamente comparabile con i territori adiacenti o con quelli già visitati per via della grande varietà di rocce e di sedimenti presenti che vanno da Giurassico al Quaternario. Proprio in virtù della ampia variabilità di substrati presenti, i suoli del territorio montano di Hegau sono molto diversi: In quest'area sono stati mostrati quattro pedons: un *Vertic Cambisol* sviluppato a partire da colate basaltiche stratificate; un *Eutric Leptosol* sviluppato a partire da bombe tufacee; un *Vertic Cambisol* sviluppato su marne; un interessantissimo *Fibric Histosol*.

Il quinto giorno di escursione è stato dedicato ai paesaggi pleistocenici a nord del lago di Costanza. Sono stati osservati un *Haplic Luvisol* e un *Vertic Cambisol* prima di raggiungere Aach ove si trova una sorgente carsica chiamata "Aachtopf" che alimenta il Danubio. La sorgente ha una portata media di 9 m³/sec. Dopo il pranzo in un ristorante tipico di Aach, seguendo il corso del Danubio abbiamo raggiunto il "Knopfmacherfels", una parete rocciosa dall'alto della quale si gode lo stupendo panorama di un ampio tratto del fiume Danubio con i suoi meandri incassati nella roccia carbonatica. L'ultimo pedon della giornata, un interessantissimo *Chromic Cambisol*, è stato osservato prima di raggiungere Hohenheim.

L'ultimo giorno di escursione si è svolto all'Università di Hohenheim ove sono stati visitati i campi sperimentali per le misure di respirazione dei suoli, i laboratori del Dipartimento di Scienza del Suolo e il bellissimo giardino, con una magnifica collezione di piante, che si trova di fronte l'edificio principale dell'Università.

Per tutti, questa escursione è stata indubbiamente una esperienza memorabile non solo per l'occasione offerta di ammirare paesaggi, suoli e problematiche diverse da quelle che ognuno dei partecipanti generalmente conosce o affronta ma, anche per lo spirito di amicizia che si è immediatamente instaurato. A nome di tutti i partecipanti desidero esprimere un since-

ro ringraziamento ai colleghi che hanno organizzato l'escursione e in particolare al Professor K. Stahr e al Dr L. Herrmann che ne hanno curato tutti gli aspetti scientifici.

PROPOSAL FOR A "CONVENTION ON SUSTAINABLE USE OF SOIL" (SOIL CONVENTION)

Si riporta il testo integrale della Proposta di una Soil Convention per l'Uso Sostenibile del Suolo, formulata dall'Accademia di Tuzinga nell'ambito del progetto "Time Ecology" e presentata ufficialmente durante il 16° Convegno Mondiale della Scienza del Suolo.

Content:

- I. Preserve Soils for Life - Introduction
- II. Proposal for a "Convention on Sustainable Use of Soils" (Soil Convention)
- III. Background Documents and Literature
- IV. Support of the Proposal for a Soil Convention
- V. Acknowledgements
- VI. Resources
- VII. Authors

I. Preserve Soils for Life - Introduction

Soils constitute the central basis for life.

Worldwide productive soils are threatened by rapid degradation. This degradation is serious because more than 99 % of the world food comes from soils. In addition, soils form the basis of ecosystems for most plant and animal species. Soils are the habitat for an immense wealth of creatures. All four essential soil functions are threatened, including habitat, regulation, utilization, and culture.

Soil formation is slow, requiring 500 years on average for only 2.5 cm of soil. Agriculture and other human activities are accelerating soil erosion and other forms of degradation. Various unsustainable practices, especially the removal of vegetative cover which leaves the soil unprotected,

threaten agricultural and biological productivity. Increasing soil erosion and other forms of degradation result from lack of knowledge and disregard for the ecology and rhythms of plants, animals, and soils.

The *consequences* of accelerating soil degradation are similar to the threats of global warming and loss of biodiversity. Unlike the global warming problem, the public is generally not aware of the seriousness of the soil problem. However, soil degradation has similar dimensions to global warming because soil degradation occurs over many decades. Yet to achieve the minimum depth for a productive soil requires from centuries to millennia for soil to reform.

International legal instruments are urgently necessary

Already some documents and recommendations exist concerning the responsible use of soils, such as the "World Soil Charter" of the FAO, the "European Soil Charter" of the Council of Europe and the chapters 10 to 14 of the Agenda 21 of the United Nations Conference on Environment and Development in Rio de Janeiro (1992). These texts have produced few practical results, since they are only *recommendations*.

There is no need for further declarations and recommendations. Instead, there is an urgent need for *internationally binding rules* on the sustainable use of soils. The most appropriate instrument for this purpose is an international convention. Examples for such international conventions are the "United Nations Framework Convention on Climate Change" and the "Convention on Biological Diversity".

The "United Nations Convention to Combat Desertification in those Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification, particularly in Africa" (Convention on Desertification), signed at Paris on June 17, 1994 and entered into force on December 27, 1996, constitutes an important *first step* towards the protection of soils. The restriction to dry and semi-arid areas, however, does not recognize the *global character* of soil degradation and suggests that the problem of soil degradation is "far away" from other regions. In the industrialized countries, for instance, soil degradation is masked by the expenditure of fossil fuel for the production of fertilizers and pesticides as well as for using machinery. Therefore, the magnitude of the problem will not be realized until it is too late.

Considering the centuries or millennia required for soil formation, it is important not to allow valuable time pass but to move rapidly to

wards the sustainable use of soils. Therefore, it is of paramount importance to develop the Convention on Desertification into a *comprehensive Soil Convention* for the sustainable use of soils worldwide.

Interrelations exist between soils and the diverse conservation programs recommended for several other international conventions. For example, the Convention on Biological Diversity is directly related to soil because the conservation of plant and animal life in soils is vital for ecosystem biological diversity as well as the productivity of soils. Clearly, a more intensive treatment of biological diversity *in soils* than that covered in the Convention on Biological Diversity is needed. In addition, many other questions relating to the sustainable use of soils exist.

Unfortunately, the Convention on Biological Diversity had a primary focus on biodiversity above ground. However, there is an immense wealth of plant and animal life below ground and in the soil ecosystem. In fact, *the diversity of life in the soil ecosystem is comparable to biological diversity above ground*. Close coordination and the mutual links between a Soil Convention and the Convention on Biological Diversity could promote the object of conserving biodiversity while at the same time achieving soil productivity and sustainability.

The proposal for a comprehensive Soil Convention does not deny in any way either the variety of soils or the broad range of forms of land use and types of cultivation. A comprehensive Soil Convention will call attention to the public of the importance of soil conservation and *encourage public attention* for dealing with soil problems in local communities. It is especially important to encourage vegetative cover of the soil because this protects the soil from damaging wind and rainfall energy while at the same time providing a beneficial habitat for a wide variety of plant and animal species.

Proposal for an international Soil Convention

Obviously, there already exist several general recommendations for a comprehensive Soil Convention as well as other texts containing important aspects for such a convention. But up to now there exists no comprehensive overall proposal for a Soil Convention. Therefore, this logical next step was prepared at the Tutzing international conference "Time for Soil Culture - Temporal Perspectives on Sustainable Use of Soil" (April, 6 - 9, 1997). Here we present the resulting draft as a proposal for a binding international convention.

In writing this proposal, we were guided by the structure and wording of the above mentioned United Nations Conventions in order to enable the proposal to enter immediately into the international discussion concerning the appropriate implementation of a sound soil conservation policy. In addition, reference was made to a great number of additional texts (see chap. III) but the text passages adopted from the relevant literature are not referenced. Significant sections on soil ecology and sustainable use of soils were formulated as the main part of the proposal.

For details related to organizational and juridical questions, a text was drafted by publicist of public international law Kerstin Brandt, Cottbus (articles 11 to 13 and 17 to 30). This text was formulated in accordance with the provisions of previous conventions. We greatly appreciate receiving constructive comments and suggestions concerning drafts of this proposal for a Soil Convention from many specialists.

II. Proposal for a "Convention on Sustainable Use of Soils" (Soil Convention)

Preamble

The Parties to this Convention,

Conscious of the fact that soils constitute the basis for life of human beings, animals and plants, as well as the habitat for an immense wealth of creatures living in it,

Aware of the discrepancy between the rapid progression of soil degradation and the extremely lengthy process of soil formation,

Noting that measures to achieve a sustainable use of soils and to conserve all soil functions depend on the different types of soil, the climatic conditions and the forms of land cultivation and, therefore, must greatly vary,

Conscious that conservation of soils and of soil functions is a precondition for ensuring the global food supply in a durable manner and that renewable resources will gain increasing importance for sustainable development,

Recognizing the importance of the sustainable use of soils for the conservation of biological diversity,

Noting the importance of soils for the global climate system, as well as the repercussions of climate changes on soils,

Noting also the importance of soils for the sustainable use of water, as well as the great importance of water systems for soil productivity and the life system,

Concerned that the many different local and regional soil degradations accumulate to a global threat to humankind comparable in its magnitude to the anthropogenic greenhouse effect and to the loss of biological diversity,

Concerned also that this process is already going on and that - unlike the beginning climate change - the damage is massive at present,

Concerned further that despite single counter-measures and some positive examples of sustainable use of soils, the tendency towards an accelerated soil degradation remains,

Reaffirming the World Soil Charter as adopted by the FAO and the concern about the loss of and the damage to soils expressed therein,

Affirming the "United Nations Convention to Combat Desertification in those Countries Experiencing Serious Drought and / or Desertification, particularly in Africa" (Convention on Desertification) as an important first step towards the protection of soils and the sustainable use of land,

Reaffirming that the first steps taken within the framework of the Convention on Desertification shall be continued decidedly and without any delay during the transition period to this Convention,

Reaffirming also the necessity of integrating all stakeholders in the sustainable use of soils,

Acknowledging that local practical knowledge about the locally appropriate uses of soils, including seasonal rhythms and regeneration periods is of comparable importance to soil research as scientific approaches,

Acknowledging also that sustainable use of soils as part of sustainable development is only possible if, in accordance with the stakeholder approach, the economic and social circumstances are taken into account,

Recognizing the intrinsic value of soils and of the variety of soils,

Have agreed as follows:

Article 1 - Use of terms

For the purposes of this Convention:

1. **“Biological Diversity”** means the variability among living organisms from all sources, not only organisms living in soils, but also above ground terrestrial and aquatic organisms dependent on soil productivity. This includes diversity within species, among species, of ecosystems, and of processes operating within them.

2. **“Desertification”** means the process of soil degradation in arid, semi-arid, and dry sub-humid areas resulting from various factors, including climatic variations and human activities.

3. **“Forms of soil utilization”** means the different possibilities of soil utilization by human beings in the form of agricultural and forest production, exploitation of mineral resources, utilization as surface for settlement, traffic, industrial and other commercial production, recreation purposes, supply and waste disposal, as well as utilization as archives of natural and cultural history.

4. **“Soil”** means the thin upper part of the Earth's crust where rock (lithosphere), air (atmosphere), water (hydrosphere) and living organisms (biosphere) interpenetrate (pedosphere). Soils are natural entities that exist in a wide range of different types.

5. **“Soil degradation”** means the damage to and the destruction of soils and of soil functions in the form of erosion by wind and water, salinisation, acidification, contamination and various pollutions, the damage to life in soils and other forms of damage to the soil conditions such as compression, surface sealing, excavation and other negative effects from human activities.

6. **“Soil fertility”** means the capacity of soils to feed plants and animals depending on the natural supply of nutrients and the volume of water available for plant growth. Soil fertility is influenced by different forms of land use and cultivation. The activities of organisms living in soils are of particular importance for soil fertility.

7. **“Soil formation processes”** means the processes that lead to the formation of soils and their different horizons and structures. The time scales of formation range from centuries to millennia, depending on the underlying parent materials, the age of soils and the climate conditions, and these processes can be altered by the various forms of soil utilization.

8. **"Soil functions"** means the different functions of soils: the habitat function, the regulation function, the utilization function and the cultural function.

9. **"Soil type"** means the different forms and sequences of soil horizons.

10. **"Stakeholder approach"** means the active integration of all actors from various levels of society, in particular those at a local and regional level.

11. **"Sustainable use of soils"** means the utilization and use of soils in a manner that preserves the balance between the processes of soil formation and soil degradation, as well as maintaining all soil functions.

12. **"Syndrome"** means the regionally based grouping of soil degradation features corresponding to typical causes and phenotypes. The syndromes can be applied at a regional and/or local level, depending on the degree of aggregation chosen.

Article 2 - Objectives

(1) The objective of this Convention is the sustainable use of all kinds of soils by all States of the Earth in order to preserve all soil functions. For this purpose the different forms of soil degradation, depending on climate, forms of land cultivation, type and age of soils etc., must be reduced to achieve a balance with the processes of soil formation. The forms of land cultivation shall preserve and promote soil fertility in a locally appropriate manner in order to ensure food production and to supply renewable resource needs. The consideration of the other soil functions is of equal importance. Special attention shall be directed to the conservation of biological diversity in soils.

(2) A further objective is to organize more efficiently, corresponding to the criteria of sustainability, the utilization of fossil fuels and raw materials for land cultivation and to reduce it gradually, so that the carbon depositories that build up in millions of years are not exhausted within a few generations but remain, as utilizable stocks, available for future generations.

(3) The objectives of the Convention on Desertification, to combat desertification and mitigate the effects of drought in countries seriously affected, particularly in Africa, are emphatically pursued as an important part of the wider task.

(4) In accordance with the stakeholder approach all actors shall be integrated; particularly local and regional initiatives shall be promoted to achieve the locally appropriate use of soils.

Article 3 - Principles

(1) States have, in accordance with the Charter of the United Nations and the principles of international law, the sovereign right to exploit their own soil resources. But in doing so they are subject to the principle of sustainable development.

(2) In order to achieve a sustainable use of soils it is indispensable to approach soil problems in an action-oriented manner and to take the stakeholder approach as the basis for all activities which have a bearing on soils.

Article 4 - Commitments

(1) The Parties shall:

a) take the stakeholder approach as the basis for all their activities which have a bearing on soils;

b) formulate and publish national programs for the sustainable use of soils containing the objectives, priorities, measures, legal and other requirements for fulfilling these objectives, research efforts, promotion of local knowledge and the financing. The integrated approach shall be of special importance for the planning of land utilization and the use of soil resources;

c) actively implement the national programs and particularly create favorable institutional conditions that enable and encourage land users and other actors to the sustainable use of soils;

d) periodically review and systematically register the effectiveness of the national programs with regard to the different soils and the crucial problems of soil degradation;

e) develop, in order to improve and make the national programs more effective, systematic national inventories containing the most important soil degradation syndromes which will serve the national programs as a basis for the measures to be taken;

f) develop a systematic and comprehensive soil monitoring;

g) promote education, training and public awareness related to the use of soils;

h) intensify the international exchange of information related to the sustainable use of soils assisting particularly developing countries;

i) work towards the achievement of the objectives of this Convention in supranational and international organizations;

j) make intensive efforts to conserve and promote soil fertility and soil formation applying special attention to vegetation cover and reduction of surface sealing;

k) orientate all their measures on conservation, improvement and recovery of soils to the objectives of this Convention.

(2) The developed country Parties shall assist countries experiencing serious problems of soil degradation including contamination, drought, and desertification in their measures on conservation, improvement and recovery of soils.

Article 5 - Stakeholder approach

In carrying out their commitments under Article 4, paragraph 1 (a), the Parties shall:

a) consider the interests of all stakeholders at the various levels integrating particularly local and regional stakeholders;

b) specify in their national programs the measures serving the integration of all stakeholders in the process of sustainable use of soils as well as their active participation;

c) work towards the integration of all stakeholders, particularly the communities, local groups and land users, in international programs and in multi- and bilateral aid programs.

Article 6 - Soil degradation syndromes

(1) As basis for the action-oriented approach of this Convention, special emphasis shall be given to the registration of the most important soil degradation syndromes. The syndrome concept enables an ap-

proach to soil problems on a regional and / or a local level, depending on the degree of aggregation chosen.

(2) In carrying out their commitments under Article 4, paragraph 1 (e), the Parties shall:

a) assess the soil degradation syndromes both at a regional and at a local level by choosing different degrees of aggregation;

b) develop comparable clinical profiles in order to group the variety of soils, the forms of land cultivation and the consequences of soil degradation to the soil functions as well as their causes and effects in regionally based syndromes;

c) direct special attention to the conservation of biological diversity and to the regeneration periods of soils;

d) use the soil degradation syndromes both as a basis for the prioritization of broad measures to be taken and as a standard to evaluate the effectivity of the measures taken and their effects.

Article 7 - Soil monitoring and soil research

(1) In carrying out their commitments under Article 4, paragraph 1 (f), the Parties shall:

a) use available data and methods like the "Global Assessment of Soil Degradation" (GLASOD) as basis for their work;

b) assess the development of soil degradation differentiating between soil types, soil functions, types of soil degradation and the pertinent syndromes and gather not only standard information but also practical knowledge of local land users of the different categories;

c) assess the soil formation processes, including the effects of human activities, on the time scales of these processes;

d) develop an index on sustainable /unsustainable use of soils by constantly assessing and comparing the rates of soil formation and of soil degradation in appropriate territorial units and thus systematically comparing different periods and areas;

e) assess, according to the methodics and data of the "World Overview of Conservation Approaches and Technologies" (WOCAT), the effects of measures taken to improve the use of soils, particularly differentia-

ting between different forms of land cultivation;

f) analyze the effects of soil degradation on yields and costs;

g) acquire data on the economic and socio-cultural as well as political and legal framework which have a bearing on soils;

h) cooperate, under the guidance of the Conference of the Parties, to work out worldwide comparable patterns for the acquisition of data;

i) cooperate, under the guidance of the Conference of the Parties, to develop a globally coordinated soil survey on the basis of national soil monitoring.

(2) The Parties shall prepare the data on soil monitoring for the local land users, the public, and those institutions which are responsible for land use. At the same time they shall use the data as basis for research, for measures within the scope of the national programs for the sustainable use of soils, and for the further development of methods on ecological agriculture for instance.

(3) In the field of research and research support, the Parties shall set up the following priorities, which shall be constantly reviewed and further developed according to the accumulation of knowledge and practical experiences:

a) reconciliation of the rivalry between agricultural / forest use of land and housing development;

b) the possibilities to reconcile the development of the utilization function with the other soil functions;

c) the development of evaluation standards for the sustainable use of soils;

d) the assessment and the understanding of biological diversity in soils and its importance for the resilience and the buffer capacity of soils.

Article 8 - Education, training and public awareness

In carrying out their commitments under Article 4, paragraph 1 (g), the Parties shall:

a) promote understanding of the fact that soil degradation causes not only local problems but accumulates to a global threat to the founda-

tions of life comparable with other great ecological issues such as water, biological diversity, and climate change;

b) encourage the understanding of the variety and the local dependence of soils in the regions and the small units;

c) promote understanding of the short period of time in which soils are degraded and destroyed by human intervention and the comparatively long period of time which is needed for soil formation;

d) emphasize the importance of cultivating land in diverse forms for the rhythms and, connected therewith, the variety of soils;

e) assume their responsibilities for education at all levels of their educational system.

Article 9 - Transition of the Convention on Desertification

The provisions of the United Nations Convention to Combat Desertification in those Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification, particularly in Africa (Convention on Desertification) form an integral part of this Convention. After the inception of this Convention the measures to be undertaken and determined to implement the Convention on Desertification shall be carried out and ensured by the organizational and financial mechanisms of this Convention. Details are laid down in Annex I to this Convention.

Article 10 - Relationship with other international conventions

(1) The provisions of this Convention shall not affect the rights and obligations of any Party deriving from any existing international agreement, except where the exercise of those rights and obligations would cause a serious damage or threat to the sustainable use of soils.

(2) On account of the material intersections of the provisions of this Convention and the provisions of the Convention on Biological Diversity, the Conference of the Parties shall:

a) present, at regular intervals, to the Conference of the Parties of the Convention on Biological Diversity reports on the measures taken in accordance with this Convention;

b) contact, through the secretariat, the secretariat of the Convention on Biological Diversity with a view to establishing appropriate forms of co-operation.

(3) On account of the material intersections of the provisions of this Convention and the provisions of the United Nations Framework Convention on Climate Change, the Conference of the Parties shall:

a) present, at regular intervals, to the Conference of the Parties of the United Nations Framework Convention on Climate Change reports on the measures taken in accordance with this Convention;

b) contact, through the secretariat, the secretariat of the United Nations Framework Convention on Climate Change with a view to establishing appropriate forms of co-operation.

Article 11 - Conference of the Parties

(1) A Conference of the Parties is hereby established.

(2) The Conference of the Parties, as the supreme body of this Convention, shall keep under regular review the implementation of this Convention and any related legal instruments that the Conference of the Parties may adopt, and shall make, within its mandate, the decisions necessary to promote the effective implementation of this Convention. To this end, it shall:

a) review the reports submitted by the Parties in accordance with Article 16, paragraph 1 and transmit the data submitted by the Parties in accordance with Article 16, paragraph 2 to the advisory committee for the establishment of international inventories and indexes;

b) promote and guide, in accordance with Article 7, paragraph 1 (h), (i), the co-operation between the Parties to work out worldwide comparable patterns for the acquisition of data and to develop a globally coordinated soil survey on the basis of national soil monitoring;

c) assess, on the basis of all information made available to it in accordance with the provisions of this Convention, the implementation of this Convention by the Parties, the overall effects of the measures taken pursuant to this Convention and the extent to which progress towards the objective of this Convention is being achieved;

d) consider and adopt regular reports on the implementation of this Convention and ensure their publication;

e) make recommendations on any matters necessary for the implementation of this Convention;

f) establish, in accordance with Article 13, paragraph 5, such subsidiary bodies as are deemed necessary for the implementation of this Convention;

g) review reports submitted by its subsidiary bodies and provide guidance to them;

h) agree upon and adopt, by consensus, rules of procedure and financial rules for itself and for any subsidiary bodies;

i) adopt, at each ordinary session, a budget for the financial period until the next ordinary session;

j) seek and utilize, where appropriate, the services and cooperation of, and information provided by, competent international organizations and intergovernmental and non-governmental bodies;

k) exercise such other functions as are required for the achievement of the objectives of this Convention as well as all other functions assigned to it under this Convention.

(3) The first session of the Conference of the Parties shall be convened by the Executive Director of the United Nations Environment Programme not later than one year after the entry into force of this Convention. Thereafter, ordinary sessions of the Conference of the Parties shall be held every year unless otherwise decided by the Conference of the Parties.

(4) Extraordinary sessions of the Conference of the Parties shall be held at such other times as may be deemed necessary by the Conference, or at the written request of any Party, provided that, within six months of the request being communicated to the Parties by the secretariat, it is supported by at least one third of the Parties.

(5) The United Nations, its specialized agencies, as well as any member State thereof or observers thereto not Party to this Convention, may be represented at sessions of the Conference of the Parties as observers. Any body or agency, whether national or international, governmental or non-governmental, which is qualified in matters covered by this Convention, and which has informed the secretariat of its wish to be represented at a session of the Conference of the Parties as an observer, may be so admitted unless at least one third of the Parties present object. The admission and participation of observers shall be subject to the rules of procedure adopted by the Conference of the Parties.

Article 12 - Secretariat

(1) A secretariat is hereby established.

(2) The functions of the secretariat shall be:

a) to make arrangements for sessions of the Conference of the Parties and its subsidiary bodies established under this Convention and to provide them with services as required;

b) to compile and transmit reports submitted to it;

c) to prepare reports on its activities and present them to the Conference of the Parties;

d) to enter, under the overall guidance of the Conference of the Parties, into such administrative and contractual arrangements as may be required for the effective discharge of its functions;

e) to perform the other functions specified in this Convention and such other functions as may be determined by the Conference of the Parties.

(3) The Conference of the Parties, at its first session, shall designate a permanent secretariat and make arrangements for its functioning.

Article 13 - Advisory committee and other subsidiary bodies

(1) An advisory committee is hereby established.

(2) The advisory committee shall provide the Conference of the Parties and, as appropriate, its other subsidiary bodies with timely advice relating to the implementation of this Convention. The advisory committee shall be open to participation by all Parties and shall be multidisciplinary. It shall comprise government representatives competent in the relevant field of expertise. It shall report regularly to the Conference of the Parties on all aspects of its work.

(3) The advisory committee shall work under the authority of and in accordance with guidelines laid down by the Conference of the Parties. Drawing upon existing competent international bodies and including the stakeholders, the advisory committee shall:

a) provide scientific, technical and technological assessments, as

well as assessments based on local practical experience of the status of soils;

b) prepare scientific assessments, as well as assessments based on local practical experience on the effects of measures taken in the implementation of this Convention;

c) gather and systematically evaluate local practical knowledge on locally appropriate use of soils including seasonal rhythms and regeneration periods;

d) identify innovative and state-of-the art technologies and expertise relating to the conservation and sustainable use of soils and advise on the ways and means of promoting development and transferring such technologies;

e) provide advice on the realization of the stakeholder approach, on scientific programs and on international cooperation in research and development related to the conservation and sustainable use of soils;

f) respond to scientific, technical, technological and methodological questions, as well as to questions relating to the stakeholder approach that the Conference of the Parties and its subsidiary bodies may put to the advisory committee;

g) support the Conference of the Parties in the review of the reports submitted to it by the Parties in accordance with Article 16, paragraph 1, by evaluating, in a comparative manner, the national programs on sustainable use of soils included in the reports;

h) support the Conference of the Parties in the elaboration of worldwide comparable patterns for soil monitoring, as well as in the establishment and the continuous care of a globally coordinated soil survey;

i) record, in a comparative manner and on the basis of the data on soil monitoring and soil survey presented by the Parties, the most important soil degradation syndromes;

j) develop, on the basis of data presented by the Parties, an international index on sustainable / unsustainable use of soils.

(4) The functions, terms of reference, organization and operations of the advisory committee may be further elaborated by the Conference of the Parties. The Conference of the Parties may, in cooperation with the advisory committee, assign further functions to the advisory committee.

(5) The Conference of the Parties may, in addition to the advisory committee, establish further subsidiary bodies as are deemed necessary.

Article 14 - Financial resources

(1) Each Party undertakes to provide, according to its capabilities, financial support and incentives in respect of those national activities which are intended to achieve the objectives of this Convention, in accordance with its national plans, priorities and programs.

(2) The developed country Parties shall endeavor to assist the developing country Parties in mobilizing the financial resources necessary for the national implementation of this Convention. For this purpose they shall, in accordance with their national plans, priorities, and programs:

a) provide grants and concessional loans, in order to support the national programs worked out by the developing country Parties to implement this Convention;

b) promote the mobilization of new and additional funding from the Global Environment Facility;

c) facilitate through international co-operation the transfer of technology, knowledge and know-how and thereby support local practical experience on locally adapted site-specific use of soils;

d) explore, in co-operation with developing country Parties, innovative methods and incentives for mobilizing financial resources, including those of foundations, non-governmental organizations, and other private sector entities;

e) offer debt swaps in connection with national activities and programs which serve to implement this Convention.

(3) The developing country Parties, taking into account their capabilities, shall endeavor to mobilize their own financial resources necessary for the national implementation of this Convention, and to resort to the aid of the developed country Parties only where they are not able to mobilize the necessary financial resources. In this connection, it is necessary to take into account that economic and social development and eradication of poverty are the first and overriding priorities of the developing country Parties.

(4) The developed country Parties may also provide, and developing country Parties avail themselves of, financial resources related to the implementation of this Convention through bilateral, regional and other multilateral channels.

(5) The developed country Parties shall bear the costs for international action taken in accordance with this Convention.

(6) For the purpose of this Article, the Conference of the Parties shall at its first session establish a list of developed country Parties and other Parties which voluntarily assume the obligations of the developed country Parties. The Conference of the Parties shall periodically review and if necessary amend the list.

Article 15 - Financial Mechanism

(1) There shall be a mechanism for the provision of financial resources to developing country Parties in accordance with Article 14, paragraph 2 (a) on a grant or concessional basis, the essential elements of which are described in this Article.

(2) The mechanism shall function under the authority and guidance of, and be accountable to, the Conference of the Parties. The operations of the mechanism shall be carried out by such institutional structure as may be decided upon by the Conference of the Parties at its first session. The Conference of the Parties shall work out recommendations on the amount of the contributions to be paid by the developed country Parties. Voluntary additional contributions may also be made by the developed country Parties and by other countries and sources. The mechanism shall operate within a democratic and transparent system of governance.

(3) Pursuant to the objectives of this Convention, the Conference of the Parties shall at its first session determine the policy, strategy and program priorities, as well as detailed criteria and guidelines for eligibility, for access to and utilization of the financial resources, including monitoring and evaluation, on a regular basis of such utilization. The Conference of the Parties shall decide on the arrangements to give effect to paragraph 2 above after consultation with the institutional structure entrusted with the operation of the financial mechanism.

(4) The Conference of the Parties shall review the effectiveness of the mechanism established under this Article, including the criteria and guidelines referred to in paragraph 3 above, not less than two years after the entry into of this Convention and thereafter on a regular basis. Based on such review, it shall take appropriate action to improve the effectiveness of the mechanism if necessary.

Article 16 - Reports

(1) Each Party shall, at intervals of two years, present to the Conference of the Parties, reports on measures which it has taken for the implementation of the provisions of this Convention, and their effectiveness in meeting the objectives of this Convention.

(2) Each Party shall, together with the reports, present to the Conference of the Parties, its lists of data gathered for the purposes of the monitoring of soils and the land register, as well as its index on sustainable/unsustainable use of soils.

Article 17 - Resolution of questions regarding implementation

The Conference of the Parties shall, at its first session, consider the establishment of a multilateral consultative process, available to Parties on their request, for the resolution of questions regarding the implementation of this Convention.

Article 18 - Settlement of disputes

(1) In the event of a dispute between Parties concerning the interpretation or application of this Convention, the parties concerned shall seek solution by negotiation.

(2) If the parties concerned cannot reach agreement by negotiation, they may jointly seek the good offices of, or request mediation by, a third party.

(3) When ratifying, accepting, approving or acceding to this Convention, or at any time thereafter, a State or regional economic integration organization may declare in writing to the Depository that for a dispute not resolved in accordance with paragraph 1 or paragraph 2 above, it accepts one or both of the following means of dispute settlement as compulsory:

- a) Submission of the dispute to the International Court of Justice;
 - b) Arbitration in accordance with procedures to be adopted by the Conference of the Parties as soon as practicable, in Part 1 of Annex II.
-

(4) A declaration made under paragraph 3 above shall remain in force until it expires in accordance with its terms or until three months after written notice of its revocation has been deposited with the Depositary.

(5) If the parties to the dispute have not, in accordance with paragraph 3 above, accepted the same or any procedure, the dispute shall be submitted to conciliation unless the parties otherwise agree. The procedures of conciliation shall be adopted by the Conference of the Parties as soon as practicable, in Part 2 of Annex II.

(6) The provisions of this Article shall apply with respect to any protocol except as otherwise provided in the protocol concerned.

Article 19 - Amendments to the Convention

(1) Any Party may propose amendments to this Convention.

(2) Amendments to this Convention shall be adopted at an ordinary session of the Conference of the Parties. The text of any proposed amendment to the Convention shall be communicated to the Parties by the secretariat at least six months before the meeting at which it is proposed for adoption. The secretariat shall also communicate proposed amendments to the signatories to this Convention and, for information, to the Depositary.

(3) The Parties shall make every effort to reach agreement on any proposed amendment to this Convention by consensus. If all efforts at consensus have been exhausted, and no agreement is reached, the amendment shall, as a last resort, be adopted by a three-fourths majority vote of the Parties present and voting at the meeting. The adopted amendment shall be communicated by the secretariat to the Depositary, who shall circulate it to all Parties for their acceptance.

(4) Instruments of acceptance in respect of an amendment shall be deposited with the Depositary. An amendment adopted in accordance with paragraph 3 above shall enter into force for those Parties having accepted it on the ninetieth day after the date of receipt by the Depositary of an instrument of acceptance by at least three-fourths of the Parties to this Convention.

(5) The amendment shall enter into force for any other Party on the ninetieth day after the date on which that Party deposits with the Depositary its instrument of acceptance of the said amendment.

(6) For the purposes of this Article, "Parties present and voting" means Parties present and casting an affirmative or negative vote.

Article 20 - Adoption and amendment of annexes to the Convention

(1) Annexes to this Convention shall form an integral part thereof. Unless otherwise expressly provided, a reference to this Convention constitutes at the same time a reference to any annexes thereto. Without prejudice to the provisions of Article 9 and of Article 18, paragraphs 3 (b) and 5, such annexes shall be restricted to lists, forms and any other material of a descriptive nature that is of a scientific, technical, procedural or administrative character.

(2) Annexes to this Convention shall be proposed and adopted in accordance with the procedure set forth in Article 19, paragraphs 2, 3 and 4.

(3) An annex that has been adopted in accordance with paragraph 2 above shall enter into force for all Parties to this Convention six months after the date of the communication by the Depositary to such Parties of the adoption of the annex, except for those Parties that have notified the Depositary, in writing, within that period of non-acceptance of the annex. The annex shall enter into force for Parties which withdraw their notification of non-acceptance on the ninetieth day after the date on which withdrawal of such notification has been received by the Depositary.

(4) The proposal, adoption and entry into force of amendments to annexes to this Convention shall be subject to the same procedure as that for the proposal, adoption and entry into force of annexes to this Convention in accordance with paragraphs 2 and 3 above.

(5) If the adoption of an annex or an amendment to an annex involves an amendment to this Convention, that annex or amendment to an annex shall not enter into force until such time as the amendment to the Convention enters into force.

Article 21 - Protocols

(1) The Conference of the Parties may, at any ordinary session, adopt protocols to this Convention.

(2) The text of any proposed protocol shall be communicated to the Parties by the secretariat at least six months before such a session.

(3) The requirements for the entry into force of any protocol

shall be established by that instrument.

(4) Only Parties to this Convention may be Parties to a protocol.

(5) Decisions under any Protocol shall be taken only by the Parties to the protocol concerned.

Article 22 - Right to vote

(1) Each Party to this Convention shall have one vote, except as provided for in paragraph 2 below.

(2) Regional economic integration organizations, in matters within their competence, shall exercise their right to vote with a number of votes equal to the number of their member States that are Parties to this Convention. Such an organization shall not exercise its right to vote if any of its member States exercises its right, and vice versa.

Article 23 - Depositary

The Secretary-General of the United Nations shall be the Depositary of this Convention and of protocols adopted in accordance with Article 21.

Article 24 - Signature

This Convention shall be opened for signature at the United Nations Headquarters in New York by all States and any regional economic integration organization from ... until ...

Article 25 - Ratification, acceptance or approval

(1) This Convention shall be subject to ratification, acceptance or approval by States and by regional economic integration organizations. Instruments of ratification, acceptance or approval shall be deposited with the Depositary.

(2) Any organization referred to in paragraph 1 above which becomes a Party to this Convention without any of its member States being a Party shall be bound by all the obligations under the Convention. Where one or more member States of such an organization are also a Party to this Convention, the organization and its member States shall decide on their respective responsibilities for the performance of their obligations under the Convention. In such cases, the organization and the member States shall not be entitled to exercise rights under the Convention concurrently.

(3) In their instruments of ratification, acceptance or approval, the organizations referred to in paragraph 1 above shall declare the extent of their competence with respect to the matters governed by this Convention. These organizations shall also inform the Depositary of any relevant modification in the extent of their competence.

Article 26 - Accession

(1) This Convention shall be opened for accession by States and by regional economic integration organizations from the date on which the Convention is closed for signature. The instruments of accession shall be deposited with the Depositary.

(2) In their instruments of accession, the organizations referred to in paragraph 1 above shall declare the extent of their competence with respect to the matters governed by this Convention. These organizations shall also inform the Depositary of any relevant modification in the extent of their competence.

(3) The provisions of Article 25, paragraph 2, shall apply to regional economic integration organizations which accede to this Convention.

Article 27 - Entry into force

(1) This Convention shall enter into force on the ninetieth day after the date of deposit of the fiftieth instrument of ratification, acceptance, approval or accession.

(2) For each State or regional economic integration organization that ratifies, accepts or approves this Convention or accedes thereto after the deposit of the fiftieth instrument of ratification, acceptance, approval or ac-

cession, the Convention shall enter into force on the ninetieth day after the date of deposit by such State or regional economic integration organization of its instrument of ratification, acceptance, approval or accession.

(3) For the purposes of paragraphs 1 and 2 above, any instrument deposited by a regional economic integration organization shall not be counted as additional to those deposited by member States of such organization.

Article 28 - Reservations

No reservations may be made to this Convention.

Article 29 - Withdrawal

(1) At any time after three years from the date on which this Convention has entered into force for a Party, that Party may withdraw from the Convention by giving written notification to the Depositary.

(2) Any such withdrawal shall take effect upon expiry of one year from the date of receipt by the Depositary of the notification of withdrawal, or on such later date as may be specified in the notification of withdrawal.

(3) Any Party that withdraws from this Convention shall be considered as also having withdrawn from any protocol to which it is a Party.

Article 30 - Authentic Texts

The original of this Convention, of which the Arabic, Chinese, English, French, Russian, and Spanish texts are equally authentic, shall be deposited with the Secretary-General of the United Nations.

Tutzing, October 1997

III. Background Documents and Literature

(a) International conventions and recommendations

Council of Europe, European Soil Charter, Resolution (72) 19, May 30, 1972, in: Ruster/Simma, International Protection of the Environment,

vol. V, 2498.

Food and Agriculture Organization (FAO), World Soil Charter, Resolution C 81 / 27, November 25, 1981.

Agenda 21, UN Doc. A / CONF. 151 / 26 (Vol. I - III), August 12, 1992, chapter 10 to 14.

Convention on Biological Diversity, June 5, 1992, in: ILM 31 (1992), 822.

United Nations Framework Convention on Climate Change, May 9, 1992, in: ILM 31 (1992), 851.

United Nations Convention to Combat Desertification in those Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification, particularly in Africa, June 17, 1994, in: ILM 33 (1994), 1328.

(b) Literature

German Advisory Council on Global Change (1995), World in Transition: The Threat to Soils. Annual Report 1994. Bonn: Economica.

Germany Advisory Council on Global Change (1996), World in Transition: Ways towards Global Environmental Solutions. Annual Report 1995. Berlin/Heidelberg: Springer.

Häberli, R. *et al.* (1991), Boden-Kultur. Vorschläge für eine haushälterische Nutzung des Bodens in der Schweiz. Zürich: VDF. ("Soil-Culture. Proposals for a Sustainable Use of Soils in Switzerland")

Hurni, H. *et al.* (1996), Precious Earth. From Soil and Water Conservation to Sustainable Land Management. Bern: International Soil Conservation Organisation.

International Soil Conservation Organisation (ISCO) (1996), 9th Conference, Bonn August 1996, Conclusions and Recommendations. Bonn.

Norse, D. *et al.* (1992), Chapter 2: Agriculture, Land Use and Degradation. In: Dooge, J.C.I. *et al.* (Ed.), An Agenda of Science for Environment and Development into the 21st Century. Based on a Conference held, in Vienna Nov. 1991. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 79-89.

Pimentel, D. *et al.* (1995), Environmental and Economic Costs of Soil Erosion and Conservation Benefits. Science Vol. 267, February 1995, pp. 1117-1123.

IV. Support of the Proposal for a Soil Convention

The proposal for a Soil Convention reproduced below is supported by the following persons and institutions (April 8., 1998):

Prof. Dr. Günter Altner, University Koblenz-Landau, Heidelberg (D)

Ass. Prof. Dr. Karl Auerswald, Lehrstuhl für Bodenkunde, Technische Universität München, Freising-Weihenstephan (D)

Dr. Günther Bachmann, Berlin (D)

Prof. Dr. Friedrich O. Beese, Institute for Soil Science and Forest Nutrition, University Göttingen, Member of German Advisory Council on Global Change (D)

Frank Biermann, Staff of German Advisory Council on Global Change, Bremerhaven (D)

Prof. Dr. Winfried E.H. Blum, University of Agricultural Sciences, Vienna, Secretary-General of the International Society of Soil Science (A)

Prof. Dr. h.c. Hans-Peter Blume, University Kiel, Institute Plant Nutrition and Soil Science, Kiel (D)

Prof. Dr. Klaus Bosselmann, Faculty of Law, University Auckland (New Zealand)

Kerstin Brandt, Publicist of Public International Law, Cottbus (D)

Julian Dumanski, The World Bank, Washington D.C. (USA)

Dr. Hari Eswaran, United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Services (NCRS), Washington D.C. (USA)

Ass. Prof. Dr. Karl-Heinz Feger, Institute for Soil Science and Forest-Nutrition, University Freiburg (D)

Prof. Dr. h.c. Z. Filip, Institute for Water, Soil and Air Hygiene of the Federal Environmental Agency, Langen Branch, Langen (D)

Jochen Flasbarth, President German Association for Nature's Conservation, Bonn (D)

Prof. Dr. Hans-Georg Frede, Department of Agricultural Ecology and Natural Resources Management, University Giessen (D)

Prof. Dr. Monika Frielinghaus, Institute for Soil and Land Re-

search in the Centre of Landmanagement Research, Müncheberg (D)

Bernward Geier, Director International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), Theley (D)

Cornelia Godzierz, Institute for Environmental and Technological Law, Trier (D)

Prof. Dr. Hartmut Graßl, Director The World Climate Research Programme, 1992-1994 President of German Advisory Council on Global Change with Annual Report Focused on Soils, Geneva (CH)

Prof. Dr. Wolfgang Haber, 1981-1990 Member of German Advisory Council on Environmental Affairs, in 1985-1990 President of this Council, till 1996 President of the International Association of Ecology, since 1990 Speaker of German Board for Land conservation, Freising-Weihenstephan (D)

Dr. Rudolf Häberli, Director Swiss Priority Programme Environment, former Coordinator National Research Programme "Use of Soils in Switzerland", Bern (CH)

Ulrich Hack, Speaker of Environmental Advisors of German Protestant Churches, Düsseldorf (D)

Prof. Dr. Ulrich Hampicke, University of Greifswald (D)

Dr. Ulrich Hampl, Foundation Ecology and Agriculture, Bad Dürkheim (D)

Prof. Dr. Crawford S. Holling, Department of Zoology, University of Florida, Gainesville (USA)

Prof. Dr. Hans Hurni, Institute of Geography, University Bern, Editor "Precious Earth", 9th World Conference of International Soil Conservation Organization (CH)

Prof. Dr. h.c. Günter Kahnt, Institute for Cropland and Pasture Research, University Hohenheim, Stuttgart (D)

Ass.Prof. Dr. Dietmar Kanatschnig, Director Austrian Institute for Sustainable Development, Vienna (A)

Prof. Dr. Ingrid Kögel-Knabner, Lehrstuhl für Bodenkunde, Technische Universität München, Freising-Weihenstephan (D)

Prof. Dr. Karl-Heinz Köller, University Hohenheim, Institute for Agricultural Engineering in Tropics and Subtropics, Stuttgart (D)

Prof. Dr. Juliane Kokott, Faculty of Law, University Düsseldorf, Deputy Chairperson German Advisory Council on Global Change (D)

Dr. Johannes Kotschi, Agricultural Scientist, Institute for Rural Development, Marburg (D)

Prof. Dr. Lenelis Kruse, Ecological Psychology at the University Hagen, Member of German Advisory Council on Global Change (D)

Prof. Dr. Heinrich Freiherr von Lersner, Former President of Federal Environmental Agency, Berlin (D)

Ass. Prof. Dr. Ludwig Maurer, Director Ludwig-Boltzmann-Institute for Organic Farming and Applied Ecology, Vienna (A)

Konrad Meyer, WWF Switzerland, Zürich (CH)

Prof. Dr. Klaus Michael Meyer-Abich, University Essen (D)

Dr. Urs Niggli, Director Research Institute of Organic Agriculture, Frick (CH)

Dr. Guido Odendahl, Lawyer, Cottbus (D)

Dr. L. Roel Oldeman, Director International Soil Reference and Information Centre, Wageningen (NL)

Prof. Dr. David Pimentel, College of Agriculture and Life Sciences, Cornell University, Ithaca NY, Member of various National and Government Committees (USA)

Dr. Stephan Raspe, Institute for Soil Science and Forest-Nutrition, University Freiburg (D)

Prof. Dr. Armin Reller, Institute for Anorganical Chemistry, University Hamburg (D) and BEW-Programme Solarchemistry-Hydrogen, Winterthur (CH)

Prof. Dr. Gerold Richter, Physical Geography, University of Trier, President of the European Society for Soil Conservation (ESSC) (D)

Prof. Dr. Jose L. Rubio, Director Centro de Investigaciones sobre Desertificación (CIDF), Vice-President European Society for Soil Conservation, Valencia (E)

Prof. Dr. Ortwin Renn, Academy for Technology Assessment in Baden-Württemberg, Member of The German Advisory Council on Global Change, Stuttgart (D)

Prof. Dr. Hans-Joachim Schellnhuber, Director of the

Potsdam Institute for Climate Impact Research, Chairman of the German Advisory Council on Global Change, Potsdam (D)

Prof. Werner Schenkel, Berlin (D)

Prof. Dr. Bernhard Schmid, Institute for Environmental Sciences, University of Zürich (CH)

Dr. Manuel Schneider, Schweisfurth-Foundation, Munich (D)

Dr. Engelbert Schramm, Institute for Social-Ecological Research, Frankfurt (D)

Prof. Dr. Udo Simonis, Environmental-Policy Research at Science Center Berlin, till 1996 Member of German Advisory Council on Global Change (D)

Dr. Otto Smrekar, Chief Editor GAIA, Basel (CH)

Prof. Dr. Karl Stahr, Institute for Soil Science, University Hohenheim, President of German Association for Soil Sciences, Stuttgart (D)

Assistance Prof. Dr. Christoph Stückelberger, Director "Bread for All", Ass. Prof. for Social Ethics at the Theological Faculty, University Basel (CH)

Prof. Dr. Michael Succow, University Greifswald, Vice-President of German Association for Nature's Conservation (Alternative Nobel Prize Award 1997) (D)

Prof. Dr. Hubert Weiger, Director Bavarian Union for Nature Protection, Nürnberg (D)

Hubert Weinzierl, President Friends of the Earth Germany, Wiesenfelden (D)

Christine von Weizsäcker, Biologist/Journalist, Vice-President ecoropoa, Bonn (D)

Prof. Dr. Dan H. Yaalon, The Institute of Earth Sciences, The Hebrew University of Jerusalem (Israel)

Dr. Angelika Zahrnt, Vice-President Friends of the Earth Germany, Neckargemünd (D)

Institutions:

Austrian Society for Ecology, Vienna (A)

Bread for all, Services of the Protestant Churches in Switzerland for Development, Bern (CH)

BUND, German Union for Environment and Nature Protection, Friends of the Earth Germany, Bonn (D)

Foundation Ecology and Agriculture, Bad Dürkheim (D)

International Federation of Organic Agriculture Movements, IFOAM, Theley

ISRIC, International Soil Reference and Information Centre, Wageningen (NL)

NABU, German Association for Nature's Conservation, Bonn (D)

Oekopolis Foundation for Democratic Culture of Moderation and Genuineness, Zürich (CH)

Schweisfurth-Foundation, Munich (D)

The Soil Campaign - Alliance for a responsible and united world, Paris

V. Acknowledgements

This proposal forms part of the Tutzing Project "Time Ecology". We would like to thank the "Deutsche Bundesstiftung Umwelt" and the "Schweisfurth-Stiftung" for their support.

Articles 11 to 13 and 17 to 30 of the proposal for a "Convention on Sustainable Use of Soils" (Soil Convention) had been written by the jurist of international law, Kerstin Brandt, Cottbus. We would like to thank for her assistance and for her translation of the text into English.

We greatly appreciate receiving constructive comments and suggestions concerning drafts of this proposal for a Soil Convention from many soil specialists and numerous others supporting this proposal.

VI. Resources

A printed version of this proposal is available:

Dr. Martin Held Dr. Manuel Schneide

Evangelische Akademie Tutzing Schweisfurth-Stiftung

Schloßstr. 2+4 Südliches Schloßbrondell 1

D-82327 Tutzing D-80638 München

Tel.: ++49/8158/251-116 (126) Tel.: ++49/89/171826

Fax: ++49/8158/251-133 Fax: ++49/89/171816

e-mail: eat06@ev-akademie-tutzing.de;

e-mail: schneider@zukunft.de

VII. Authors**(a) Authors/Correspondence Addresses**

Dr. rer. pol. Martin Held

Economics and Ecology Protestant Academy Tutzing

Postbox D-82324 Tutzing

Phone: ++49/8158/251-116

Fax : ++49/8158/251-133

e-mail: eat06@ev-akademie-tutzing.de

Dr. rer. nat. Klaus Kümmerer

Institute for Hospital Epidemiology and Environmental Medicine

University Hospital Freiburg

Hugstetter Strasse 55

D-79106 Freiburg

Phone: ++49/761/270-5464

Fax: ++49/761/270-5485

e-mail: kuemmer@iuk1.ukl.uni-freiburg.de

(b) Author of the organizational and juridical parts

(Articles 11 to 13 and 17 to 30)

Ref.jur. Kerstin Brandt

Frankfurter Straße 10

D-03185 Peitz

Phone/Fax: ++49/35601/24512

Il Consiglio Direttivo della SISS, nella riunione del 1° giugno del 1998, ha espresso parere favorevole alla adesione alla Convenzione.

Tutti i Soci della SISS possono aderire alla Convenzione, anche a titolo personale, prendendo contatti direttamente con il Dr. Martin Held all'indirizzo riportato nella pagina precedente.

OSSERVATORIO NAZIONALE PERMANENTE PER I FERTILIZZANTI

Anna Benedetti¹, Paolo Sequi¹, Paolo Nannipieri²,
Claudio Ciavatta³, Stefano Grego⁴

¹ Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante
Via della Navicella, 2 - 00184 Roma

² Dipartimento di Scienza del Suolo e Nutrizione della Pianta - Università di Firenze
Piazzale delle Cascine, 15 - 50144 Firenze

³ Istituto di Chimica Agraria, UCI-STAA, Università di Bologna
Viale Berti Pichat, 10 - 40127 Bologna

⁴ DABAC, Università della Tuscia, Viterbo

Nella seduta del Consiglio Direttivo della Società Italiana della Scienza del Suolo del 6 novembre 1998 è stata deliberata nell'ambito delle attività della Società la costituzione di un osservatorio permanente per i fertilizzanti.

La proposta è stata avanzata dal Presidente della IV Commissione "Fertilità del suolo e nutrizione della pianta" e sostenuta da altri quattro Soci, tra cui il Presidente della Società.

A) Motivazione dell'iniziativa

L'attenzione sempre crescente che si è andata sviluppando in questi ultimi 10 anni sulla protezione dell'ambiente dall'inquinamento ha visto molto spesso coinvolta in prima linea l'agricoltura ed in modo particolare i mezzi tecnici a sostegno delle produzioni. Molte notizie inesatte vengono non di rado divulgate dai mass-media soprattutto sull'uso indiscriminato di fertilizzanti, sull'inquinamento causato dalla somministrazione al suolo dei fanghi, compost ed altre biomasse di recupero che in alcuni casi vengono rettificate dagli addetti ai lavori, in altri restano senza replica per mancanza di informazioni incontrovertibili. Dati aggiornati sulla produzione e consumo dei mezzi tecnici a sostegno dell'agricoltura sono comunque di difficile reperimento. Lo stesso ISTAT non dispone di tabelle esaustive e co-

munque non oltre il 1995. Fino ad una decina di anni or sono presso la Direzione Generale della Produzione Agricola del Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste veniva tenuto sotto monitoraggio il mercato dei fertilizzanti. Annualmente tale attività è stata sospesa. La FAO dispone di informazioni sul consumo dei fertilizzanti nel mondo, ma volutamente sono dati a carattere generale per i singoli Stati presi in considerazione e non disaggregati. Tutto questo comporta un vuoto di informazione che si ripercuote in maniera negativa sia sul mondo industriale, che su quello agricolo. Le stesse associazioni dei produttori non dispongono di un quadro nazionale, ma unicamente della componente a loro associata.

B) Scopo dell'Osservatorio

Scopo dell'Osservatorio è quello di raccogliere e catalogare, in una banca dati, informazioni in merito ai fertilizzanti che vanno da aspetti scientifici fino allo sviluppo di aspetti tecnici, produttivi e legislativi.

C) Attività previste

Le attività che attualmente sono state individuate potrebbero riguardare i seguenti aspetti:

- 1 - Censimento delle tipologie di fertilizzanti;
- 2 - Monitoraggio della produzione e dei consumi compresi gli aspetti di import-export;
- 3 - Censimento delle attività produttive che possono originare biomasse potenzialmente trasformabili in fertilizzanti;
- 4 - Legislazione e attività in ambito istituzionale;
- 5 - Organizzazione di simposi;
- 6 - Catalogazione pubblicazioni scientifiche;
- 7 - Metodi di analisi per fertilizzanti;
- 8 - Controllo qualità dei prodotti e delle produzioni;
- 9 - Istituzione di un sito Web.

Saranno comunque graditi suggerimenti su tematiche mancanti o su approfondimenti specifici.

Censimento della tipologia dei fertilizzanti

In collaborazioni con le associazioni dei produttori di fertilizzanti o con altre associazioni interessate sia italiane che europee potrebbe essere intrapreso un censimento delle tipologie di fertilizzanti considerando:

- 1 - Concimi ai sensi della L. 748/84;
- 2 - Fanghi destinati all'agricoltura;
- 3 - Compost destinati all'agricoltura;
- 4 - Biomasse organiche;
- 5 - Effluenti zootecnici.

Monitoraggio delle produzioni e dei consumi compresi gli aspetti di import-export

Sarebbe importante disporre di dati inerenti le produzioni annuali di fertilizzanti nell'accezione propria del termine sia a livello nazionale che a livello europeo entrando in contatto con gli organismi internazionali di produttori quali ad esempio l'ENFA o l'IFA.

Censimento delle attività produttive

Attraverso il censimento delle attività produttive è facilmente individuabile il residuo/rifiuto recuperabile per la produzione di fertilizzanti. Anche in questo caso si potrebbe organizzare una raccolta dati sui volumi di produzione e sulle attuali utilizzazioni.

Legislazione e attività in ambito istituzionale

Non sempre sono facilmente reperibili informazioni relative alle legislazioni direttamente o indirettamente interessate al settore dei fertilizzanti. In tale ambito potrebbe operare un gruppo di lavoro che potrebbe interessarsi in primo luogo del reperimento e catalogazione di tutta la legislazione italiana sulla materia.

Successivamente sarebbe oltremodo utile reperire la legislazione degli altri Stati Membri della CE. L'Osservatorio inoltre potrebbe organizzare un sistema di informazione (compreso indirizzario) di organismi nazionali ed internazionali interessati alle tematiche dei fertilizzanti quali ad esempio CEN, ISO, UNI, Ispettorato Repressione Frodi ecc. dando breve informazione delle loro attività.

Organizzazione di simposi

L'osservatorio potrebbe organizzare simposi con cadenza annuale su tematiche di particolare interesse e attualità. Il primo potrebbe invece servire da presentazione dell'iniziativa. In occasione del Convegno annuale i vari gruppi di lavoro potrebbero aggiornare i soci sullo stato dell'arte e sull'attività svolta. Saranno inoltre invitati a partecipare per esporre le loro ricerche i maggiori rappresentanti della materia fertilizzanti in campo nazionale e internazionale, nonché i rappresentanti delle associazioni produttori, i produttori stessi e gli agricoltori nell'intento di promuovere uno scambio di informazione e collaborazione tra mondo scientifico, industriale e agricolo.

Catalogazione pubblicazioni scientifiche

Aspetto molto importante per la diffusione delle informazioni in materia di fertilizzanti riguarda la catalogazione delle pubblicazioni scientifiche nazionali e internazionali nel campo dei fertilizzanti.

Queste verranno inserite in una banca dati via via che verranno ricevute e catalogate in base alla diversa tipologia di fertilizzante trattato.

Ogni anno potrebbe essere anche pubblicata sul bollettino della Società la bibliografia dell'anno. Nel tempo potrà anche essere fatto un CD-ROM disponibile per i soci SISS e a richiesta per gli interessati (privati, enti pubblici ecc.).

Metodi di analisi per fertilizzanti

L'osservatorio potrebbe rendersi promotore dell'individuazione

di nuovi metodi di analisi per fertilizzanti raccogliendo l'esperienza di ricerca dei soci.

Controllo della qualità dei prodotti e delle produzioni

In collaborazione con l'Ispettorato Centrale Repressione Frodi del MIPA l'Osservatorio potrebbe intraprendere un'azione di monitoraggio sulla qualità dei prodotti e delle produzioni. Mancano ad esempio dati a livello sistematico sulla presenza o meno di metalli pesanti nei fertilizzanti in commercio, ecc. L'Ispettorato inoltre potrebbe fornire utili informazioni sulla qualità dei prodotti del commercio ed individuare particolari esigenze di approfondimento.

D) Organizzazione dell'Osservatorio

Sarà nominato un Comitato Scientifico che avrà il compito di coordinare le attività.

Potrebbero inoltre essere istituiti alcuni gruppi di lavoro per svolgere l'attività prevista dal punto 1 al punto 9.

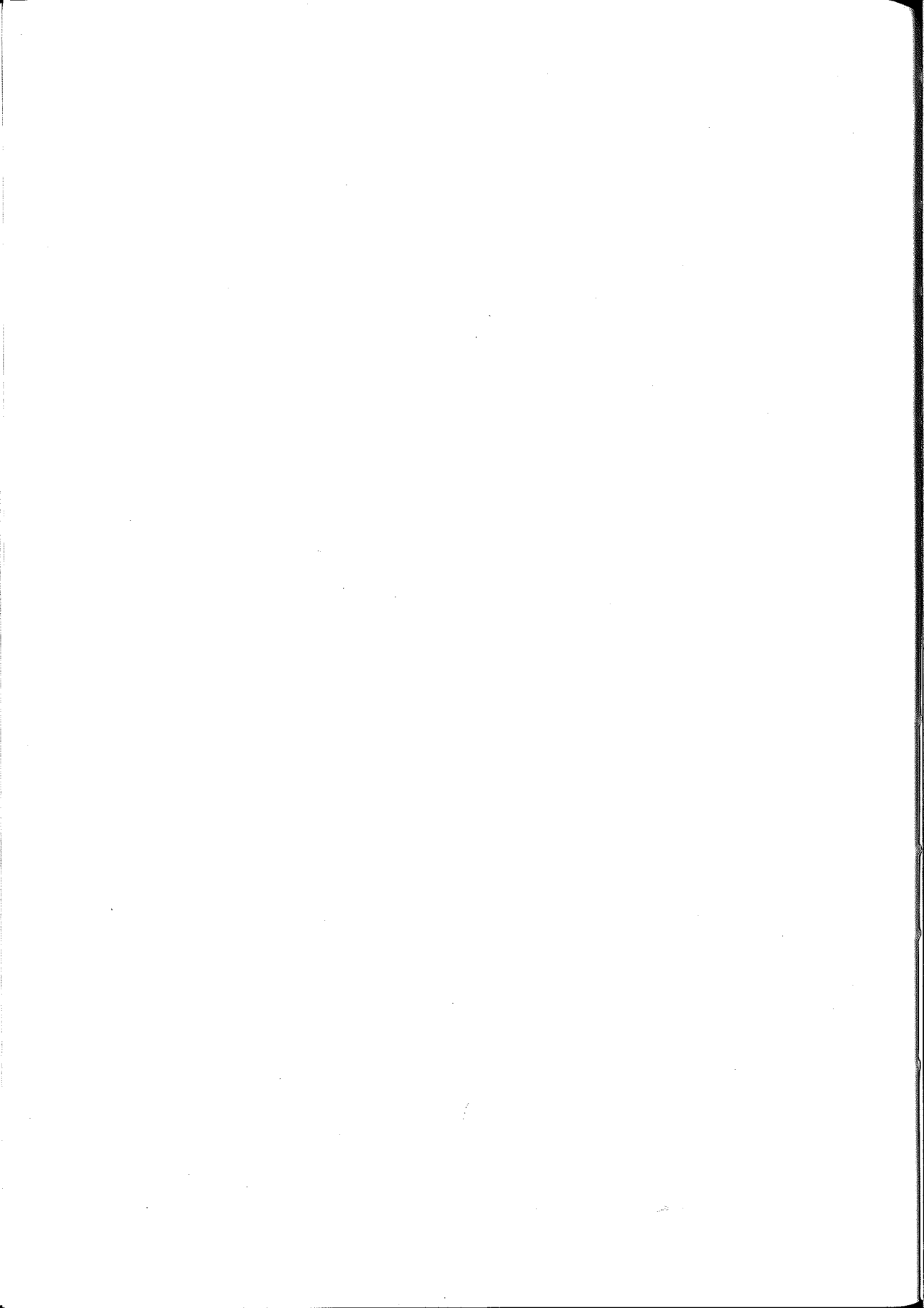
Il Comitato Scientifico potrebbe fissare degli incontri periodici con i coordinatori dei gruppi di lavoro al fine di organizzare e gestire le varie attività.

Ogni gruppo sarà tenuto a presentare un resoconto annuale sull'attività svolta alla presidenza della SISS

L'ISNP potrebbe dare ospitalità alla banca dati e garantire un Servizio di Segreteria.

E) Soci promotori dell'iniziativa

Anna Benedetti Presidente IV Commissione, *Paolo Sequi* Presidente SISS, *Paolo Nannipieri* Rappresentante Nazionale della SISS presso ISSS, *Claudio Ciavatta* Componente II Commissione, *Stefano Grego* Componente III Commissione.



PROPOSTA DI ISTITUZIONE DI UN COMITATO PERMANENTE PER L'EDUCAZIONE E LA DIVULGAZIONE SULLA SCIENZA DEL SUOLO

Maria Teresa Dell'Abate, Flavia Pinzari, Anna Benedetti

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante
Via della Navicella, 2 - 00184 Roma

Si propone al Consiglio Direttivo della Società Italiana di Scienza del Suolo l'istituzione e la promozione di un nuovo Comitato, a carattere permanente e trasversale rispetto alle Commissioni, che tenga le fila delle iniziative culturali e didattiche sulla Scienza del Suolo in Italia.

Nella *International Union of Soil Science* da tempo opera attivamente un Comitato analogo che si chiama "*Education in Soil Science*" e che si muove nell'ambito della didattica a tutti i livelli scolastici, coinvolgendo insegnanti e strutture in progetti di divulgazione anche molto impegnativi.

Il Comitato che ci auspichiamo possa operare nell'ambito della Società Italiana di Scienza del Suolo potrebbe, almeno inizialmente, impegnarsi a raccogliere informazioni sui centri e le strutture che finora hanno contribuito alla divulgazione della Scienza del Suolo ed assumere quindi la funzione di "centro di raccordo" delle iniziative mirate all'educazione sul suolo in campo ambientale che coinvolgono le scuole elementari, le scuole medie inferiori e le superiori. Si ritiene al momento opportuno rivolgersi a queste fasce di potenziali fruitori, lasciando le problematiche relative alla divulgazione della scienza del suolo nell'ambito universitario ad altri contesti.

Altri importanti aspetti della divulgazione scientifica che potrebbero coinvolgere l'attività del Comitato sono le seguenti:

- 1) Controllo scientifico, relativamente al suolo, dei libri di testo delle scuole elementari, medie inferiori e medie superiori. Troppo spesso infatti sono state segnalate gravi omissioni e la diffusione di informazioni sbagliate sui meccanismi di funzionamento del suolo e sulla sua im-

portanza negli equilibri degli ecosistemi. Il Comitato potrebbe offrire il proprio supporto direttamente alle Case Editrici, in modo da assicurare una corretta divulgazione delle informazioni scientifiche.

2) Controllo della stampa e dei principali organi di diffusione. Il Comitato potrebbe occuparsi di una Rassegna Stampa sul suolo in modo da intervenire in discussioni ufficiali o qualora informazioni sulla chimica, la biologia o la fisica del suolofossero divulgate in modo non appropriato.

3) Il Comitato potrebbe, in accordo con Presidi ed Insegnanti delle Scuole, organizzare dei programmi annuali con escursioni pedologiche guidate da specialisti, esperimenti guidati nei laboratori e cicli di seminari didattici su temi di attualità (es: processi di compostaggio, impatto ambientale delle diverse pratiche agricole, gestione dei suoli forestali, etc.). Nel caso delle scuole materne ed elementari il Comitato potrebbe servire da supporto, fornendo materiali e idee, per programmi didattici applicativi da impostare assieme agli insegnanti (in Allegato 1, una proposta per un laboratorio di scienza del suolo alle scuole materne).

4) Il Comitato potrebbe inoltre farsi carico della stesura di opuscoli per la divulgazione dei temi fondamentali della Scienza del Suolo e dell'uso sostenibile delle risorse. Destinatari potrebbero essere gli stessi studenti o gli insegnati che pure, a nostro avviso, andrebbero sensibilizzati sui temi della pedologia e della biologia del suolo.

5) L'organizzazione di mostre e seminari sui temi della Scienza del Suolo sarà pure compito del Comitato che potrà cercare supporti economici nei programmi per la Divulgazione Scientifica del MURST (cfr. Legge del 29 marzo 1991 n. 113 sulle iniziative per la diffusione della cultura scientifica) ed eventualmente nelle attività dei singoli Istituti scolastici.

6) Il Comitato, infine, dovrebbe avere il compito di mantenere i contatti con chi, nel Mondo, ed in particolare in Europa, si occupa della divulgazione della Scienza del Suolo.

7) Altra possibile idea che il Comitato potrebbe sviluppare per la promozione della divulgazione della Scienza del Suolo è quella di impegnarsi in uno studio di fattibilità per la creazione di un vero Museo della Scienza del Suolo di cui si allega una breve presentazione (Allegato 2).

Al fine di far conoscere il Comitato fra chi già si occupa di didattica, si propone inoltre di organizzare per la Settimana della Cultura Scientifica del 1999 un Seminario SISS sulla Divulgazione della Scienza del Suolo, invitando i Presidi degli Istituti Tecnici e dei Licei a farsi essi stessi portavoce dell'iniziativa.

ALLEGATO 1

PROPOSTA DI ALLESTIMENTO DI UN LABORATORIO DI EDUCAZIONE AMBIENTALE E SCIENZA DEL SUOLO (SCUOLA MATERNA-ELEMENTARE)

Obiettivi: premessa l'importanza di impartire un'educazione ambientale ai bambini per lo sviluppo del rispetto verso l'altro e verso l'ambiente che ci circonda, si intende proporre l'allestimento di un laboratorio permanente di educazione ambientale e scienza del suolo, nel cui ambito realizzare dei cicli monotematici di esperienze volte a "scoprire" e valorizzare il suolo come risorsa. Tale laboratorio si prefigge una duplice finalità, la prima educativa e la seconda scientifica, nel senso di consentire ai bambini di catalogare in modo "sistematico" le loro osservazioni sui fenomeni naturali.

L'adozione di una formula aperta consentirà di poter predisporre delle attività a diversi livelli di complessità e di poterle collegare direttamente con altri Laboratori in atto presso la Scuola.

Scelta dei temi e possibili attività applicative: a seconda delle diverse classi d'età dei bambini, si propongono alcuni temi con le relative applicazioni pratiche. Altri temi, che vengano ritenuti più idonei o di più semplice esecuzione per i bambini, possono essere sviluppati.

Durata: variabile e modulabile in funzione dell'insieme delle attività didattiche programmate.

CATALOGAZIONE DELLE TIPOLOGIE DI RIFIUTI PRODOTTI DALL'ATTIVITA' DOMESTICA

- a) Distinzione tra risorse rinnovabili e non;
- b) Cicli di produzione dei materiali e loro natura (organica - inorganica, vegetale - minerale; degradabile - non degradabile, inquinanti - non inquinanti).

Già affrontare questo solo aspetto iniziale può permettere di introdurre il concetto di *parametro* e la definizione di *sostanza inquinante*, con la differenza tra le attività dell'inquinare e dello sporcare.

Per bambini piccoli (5 - 6 anni ?) si potrebbe iniziare con l'osservazione del ciclo degli elementi nutritivi che si realizza mediante la biodegradazione dei materiali nel suolo.

ASPETTO SCIENTIFICO SPERIMENTALE

a) Impostazione di un esperimento: identificazione delle variabili e loro scelta, numero di repliche, etc.

b) Simulazione mediante un esperimento di ciò che succede quando si gettano dei rifiuti in terra (i bambini hanno già avuto delle informazioni sull'argomento da parte della famiglia e della scuola).

c) Prove in vaso:

Substrati: terra di giardino, terra di bosco, sabbia, pietriccio del cortile della scuola;

Rifiuti:

- carta (ad es. kleenex, fazzolettini, carta da pane, foglio di quaderno);
- vetro: biglie, bottigliette dei succhi di frutta;
- materiale plastico: incarti delle merendine, buste per la spesa, bottiglie di acqua minerale;

- residui vegetali: bucce di patata e di banana, patata intera, banana intera;

- residui organici minerali: es. gusci d'uovo.

Alcuni aspetti metodologici:

- posizionamento dei residui nei vasi in superficie e/o in profondità (quale profondità?, come misurarla?);

- come simulare le condizioni ambientali: alternanza secco - umido ed influenza della temperatura (quindi delle stagioni), frequenza di innaffiamento (nel caso);

- come verificare l'avvenuta mineralizzazione.

Lo svolgimento di questa attività può costituire spunto per l'organizzazione e la tenuta di un quaderno di laboratorio, le cui modalità andranno calibrate in funzione dell'età dei bambini (cartelloni, disegni, schede da raccogliere in quaderni di gruppo, etc.).

Un quaderno di laboratorio generalmente contiene informazioni circa la descrizione dello schema sperimentale, la data di allestimento dell'esperimento, la registrazione delle osservazioni periodiche con indicazione delle variabili osservate (ad es. colore e consistenza dei materiali osservati,

condizioni metereologiche verificate nel corso della prova, etc.).

Nel corso delle prove di incubazione, che dureranno da qualche settimana a qualche mese, si possono fare degli approfondimenti sulla natura dei substrati utilizzati (sabbia, terra, etc) e sulle loro principali caratteristiche fisiche, principalmente colore, granulometria, presenza di sostanza organica (humus).

- Prove di percolazione dell'acqua in imbuti: influenza delle proprietà fisiche dei materiali sulla velocità di infiltrazione dell'acqua (che cosa è una velocità? Come si misura? Perché l'acqua nel suolo a volte si accumula in bacini? Che cosa è la falda, dove si trova?, etc.).

- Granulometria: che cosa è e come si misura (relazione tra setacci e dimensione dei granuli). Importanza della granulometria del terreno per le radici delle piantine, per la percolazione dell'acqua (falda ed inquinamento); azione di filtro (che cosa è un filtro e come funziona); acqua potabile.

- Osservazione in campo di un profilo di suolo.

L'insieme delle osservazioni raccolte dai bambini consentiranno di trarre delle conclusioni, in particolare di distinguere i materiali biodegradabili da quelli inerti, o comunque non degradabili in tempi osservabili e "socialmente accettabili".

- Materiali biodegradabili: che fine hanno fatto?; perchè si sono decomposti?; su quale substrato si sono degradati più velocemente e perchè?

Le risposte a questi quesiti permetteranno l'introduzione (a diversi livelli) dei concetti di attività microbiologica, di respirazione del terreno ad essa correlata, di energia dei processi metabolici e dei cicli nutritivi e la definizione di ecosistema (tipicamente, un bosco indisturbato in confronto con sistemi perturbati dall'intervento umano, come i terreni sottoposti a coltivazione). I processi naturali di riciclo degli elementi che si instaurano in un ecosistema boschivo sono alla base delle attività di recupero e riutilizzo delle biomasse che si realizza con la raccolta differenziata dei rifiuti. (Esempio: produzione di compost da rifiuti vegetali dell'attività domestica, quali ortofrutta e residui delle potature, per uso in vivaistica).

- Materiali non degradabili: dove finiscono i rifiuti? Che cosa è una discarica? Come funziona? Quali sono i suoi costi economici, sociali ed ambientali? Quali rifiuti si possono sottrarre alla discarica e con quali vantaggi? (esempi concreti di riciclo della carta, del vetro, dell'alluminio, dei metalli, etc.). Quali rifiuti non devono finire in discarica o essere abbandonati nell'ambiente? (rifiuti tossici e pericolosi, ad es. batterie, torce, medicinali, etc.).

Gli spunti per attività qui proposti sono solo alcuni tra i temi di educazione ambientale possibili: ad immediata caduta ci sono, infatti, il tema della risorsa acqua (protezione, depurazione e riciclo) e della difesa del suolo (dall'inquinamento e dall'erosione, per es.; funzione della vegetazione in genere e delle coperture boschive in particolare nei confronti della stabilità dei terreni collinari e montani).

ALLEGATO 2

IPOTESI PER LA REALIZZAZIONE DI UN MUSEO DI SCIENZA DEL SUOLO

La museologia scientifica da qualche anno a questa parte sta vivendo in Europa una fase di splendore e di unanimi consensi. Gli innovativi mezzi tecnici e didattici oggi a disposizione degli esperti permettono infatti la realizzazione di modelli e di strutture che superano di gran lunga le capacità divulgative dei musei scientifici di vecchia concezione che, seppur dotati di un intramontabile fascino, possono oggi avere qualche difficoltà nell'avvicinare i "non addetti ai lavori" alle materie scientifiche.

Se ciò è vero per le materie scientifiche comunque soggette ad ampia diffusione quali la zoologia, la botanica o l'astronomia in senso lato, alcune branche multidisciplinari della conoscenza scientifica rimangono isolate e non vanno incontro alla "rivisitazione didattica" che la divulgazione richiede, risultando così delle impervie roccaforti di solo appannaggio degli specialisti del settore. E' questo il caso della scienza del suolo che racchiude in sé nozioni di chimica, di fisica di geologia e di biologia e che solo raramente viene trattata nei testi delle scuole medie e superiori. L'importanza dello studio dei meccanismi biogeochimici che fanno capo al suolo è indiscutibile, specie nel contesto delle scienze ambientali che si occupano di aria e di acqua, ma solo raramente di suolo.

Da queste considerazioni nasce il suggerimento sull'opportunità di **promuovere, sotto l'egida della Società Italiana di Scienza del Suolo, un'indagine presso il Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica nonché presso il Ministero dell'Ambiente ed eventualmente presso gli Assessorati competenti delle Provincie e dei Comuni, per studiare la fattibilità di un Museo Italiano di Scienza del Suolo.**

Il Progetto dovrebbe chiaramente essere stilato da Professori esperti di Scienza del Suolo e da tecnici del settore della Museologia Scientifica

e quindi presentato a nome della SISS ai Ministeri ed Organi competenti.

Si potrebbe immaginare una struttura permanente ma modulare, suscettibile di approfondimenti ed ampliamenti; una serie di mostre concatenate che raccontino la formazione del suolo, e tutti gli aspetti ecologici, paesaggistici ed economici ad esso legati.

Un'ipotesi di Museo potrebbe essere, in grandi linee, la seguente:

Modulo 1

La formazione del suolo: i differenti tipi di suolo e la loro classificazione

Aspetti fisici

Aspetti chimici

Modulo 2

I cicli biogeochimici: macro e micro elementi

Il suolo e gli organismi viventi

Piante

Mesofauna

Microrganismi e microambienti

Modulo 3

Il paesaggio e l'uso del suolo

Boschi

Agricoltura



L'ASSEMBLEA ORDINARIA DEL 3 GIUGNO 1998

Pier Giacomo Arcara

Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo
Piazza M. D'Azeglio, 30 - 50121 Firenze

Presso la Sala Convegni del Jolly Hotel delle Terme di Ischia si è riunita, in seconda convocazione, alle ore 11,30 del 3 Giugno 1998, l'Assemblea Ordinaria dei Soci, regolarmente convocata, con il seguente ordine del giorno:

- 1) Relazione del Presidente;
- 2) Approvazione del bilancio consuntivo 1997 e del bilancio preventivo 1998;
- 3) Ottava Commissione SISS (Suolo e Ambiente);
- 4) Relazioni dei Presidenti delle Commissioni e degli Organismi Societari;
- 5) Prossimi Convegni Nazionali SISS;
- 6) Varie ed eventuali.

Il Presidente, Prof. Paolo Sequi, dichiara valida la seduta ed apre i lavori sull'o.d.g.

1° punto all'o.d.g.: Relazione del Presidente

Il Presidente dà inizio alla relazione riferendo sull'attività congressuale della Società che è notevolmente aumentata con successo e che ha permesso di focalizzare, di volta in volta, alcune delle molteplici attività e problemi scientifici in cui la SISS opera. Il Prof. Sequi ricorda con soddisfa-

zione che anche l'attività editoriale della Società é notevolmente aumentata e che oggi, accanto al vecchio volume dei metodi di analisi chimica, è disponibile quello sui metodi di analisi fisica, grazie al finanziamento concesso dal Ministero per le Politiche Agricole all'Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante e all'impegno redazionale del Dott. Marcello Pagliai. La pubblicazione di questo volume presso l'editore F. Angeli anzichè presso l'ISMEA o altri Uffici ministeriali ha consentito tempi più rapidi di stampa e la struttura a schede del volume ne permette facilmente l'aggiornamento.

Il Presidente comunica inoltre che sono quasi pronti per la stampa i volumi di analisi biochimica ed idrobiologica del suolo ed un rinnovato volume di metodi di analisi chimica e che tutti i Soci hanno potuto ricevere il volume "*Chromium Environmental Issue*" il cui costo di copertina supera di circa due volte l'importo della quota sociale. Un'altra piacevole novità è costituita dalla veste rinnovata del Bollettino sociale (3^a serie) di cui è stata regolarizzata, dopo un lungo iter, la posizione rispetto alle vigenti leggi sull'editoria, e che, d'ora in avanti, potrà essere spedito in abbonamento postale. La migliorata veste editoriale del Bollettino comporta però un notevole aumento dei costi ed è probabile, per il futuro, la necessità di richiedere agli Autori degli articoli un contributo a pagina.

Successivamente il Presidente illustra diverse iniziative del Consiglio Direttivo quali la promozione di nuovi Gruppi di lavoro e la possibilità di nuove norme rivolte a regolare l'ammissioni dei nuovi Soci (ammissione semplificata alla Società ed attento vaglio dell'operosità scientifica solo al momento dell'ammissione alle cariche sociali). Per i gruppi di lavoro il Prof. Sequi ricorda che il Gruppo NAMOX terrà la prima riunione ufficiale nel Convegno sociale del prossimo anno. Il Presidente comunica che nel corso dell'imminente Congresso di Montpellier della Società Internazionale della Scienza del Suolo verrà discussa la modifica dello Statuto della ISSS e se le modifiche saranno ratificate cambierà il nome della Società e spariranno i Soci individuali, i soci della ISSS saranno costituiti solo dalle Società Nazionali e di conseguenza il Bollettino non sarà più spedito dalla ISSS direttamente agli appartenenti alle varie Società Nazionali ma tramite queste ultime e la quota annuale per l'iscrizione alla ISSS sarà inglobata nella quota SISS.

Infine il presidente ricorda la nascita di un nuovo Ufficio comunitario sul suolo, l'*European Soil Bureau* e la proposta tedesco-europea di una normativa sull'uso sostenibile dei suoli che verrà pubblicata integralmente, in inglese, nel prossimo numero del Bollettino. Per ultimo il Presidente richiama i recenti luttuosi eventi di Sarno e dintorni che, tra l'altro, possono essere imputati anche alla mancanza di una cultura del suolo nel nostro Paese

e fa presente che alla fine dell'Assemblea sarà data lettura di una bozza di mozione sull'argomento da presentare agli Uffici governativi competenti.

**2° punto all'o.d.g. : Approvazioni bilanci – consuntivo 1997
e preventivo 1998**

Il Presidente dà la parola al Segretario che passa all'illustrazione dei bilanci consuntivo e preventivo approntati sulla base delle indicazioni fornite dal Consiglio Direttivo e vistati, con parere favorevole per l'invio all'Assemblea odierna, per l'approvazione, dal Collegio Sindacale nella riunione del 27 Febbraio 1998.

Intervengono sull'argomento il Prof. Fierotti per chiedere come potrà essere affrontato il probabile disavanzo di gestione ed il Dott. Busoni con alcune osservazioni formali sulle modalità di compilazione dei bilanci. Dopo una breve discussione, cui partecipano anche altri Soci, nel corso della quale il Segretario fa presente che, per il futuro, si terrà conto dei suggerimenti forniti, il bilancio è approvato all'unanimità.

3° punto all'o.d.g. : Ottava Commissione SISS

Il Presidente propone all'Assemblea di nominare un commissario pro-tempore per la Commissione 8ª che, essendo stata costituita dopo le elezioni per il rinnovo delle cariche sociali, non ha presidente eletto e fa presente che per tale carica il C.D., ha proposto il Prof. Guido Sanesi. L'Assemblea approva all'unanimità. la nomina del commissario per la 8ª Commissione nella persona del Prof. Sanesi.

**4° punto dell'o.d.g. : Relazioni dei Presidenti delle
Commissioni e degli Organismi Societari**

Il Presidente invita i Presidenti delle sette Commissioni a riferire sull'attività svolta. nel corso dell'anno. Espongono nell'ordine tali attività (che per la seconda, terza e sesta Commissione comprendono anche la redazione del relativo manuale di analisi) il Dott. M. Pagliai (1ª Commissione), il Prof. P. Violante (2ª Commissione), la Prof. L. Gianfreda (3ª Commis-

sione), la Dott. A. Fígliolia in rappresentanza della Dott. A. Benedetti (4^a Commissione), il Prof P. Baldaccini in rappresentanza del Dott. S. Vacca (5^a Commissione), la Dott. C. Calzolari in rappresentanza del Dott. D. Torri (6^a Commissione), il Prof. W. Boero (7^a Commissione).

5° punto all'o.d.g.: Prossimi Convegni Nazionali SISS

Il Presidente ricorda che nel prossimo autunno (ottobre) si terranno rispettivamente a Gorizia e ad Ancona due Convegni promossi dalla SISS su temi specifici e che il prossimo Convegno Sociale si terrà presso Aosta (Cogne) alla fine di Giugno del 1999, sul tema: "Problemi dei suoli dell'ecosistema alpino". Riguardo ai futuri Convegni Sociali il Prof. P. Violante propone di abolire la prassi di dare loro un tema specifico; il Prof. Sequi si dichiara d'accordo e pensa che per il futuro sarà opportuno studiare un calendario di convegni intercalati anche con quelli sovranazionali.

6° punto all'o.d.g.: Varie ed eventuali

Il Presidente legge la mozione relativa agli eventi di Sarno, di cui al punto 2 dell'o.d.g. e, constatato che non c'è nessun altro argomento da discutere e che nessuno dei presenti prende la parola, saluta e alle ore 14,30 dichiara chiusa l'assemblea.

Ischia, 3 Giugno 1998

Il Segretario

RIUNIONI DEL CONSIGLIO DIRETTIVO

Rosa Francaviglia

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante
Via della Navicella, 2 - 00184 Roma

La riunione del 13 ottobre 1997 ha avuto il seguente ordine del giorno:

1. Approvazione del verbale della seduta precedente;
2. Comunicazioni del Presidente;
3. Proposta istituzione nuovi organismi;
4. Proposta relativa alle modalità di ammissione dei Soci;
5. Quote sociali per i Soci all'estero;
6. Bollettino SISS;
7. Ammissione nuovi Soci;
8. Varie ed eventuali.

Prima di iniziare la seduta il Presidente propone le seguenti aggiunte all'O.d.G.:

- Candidatura di Soci onorari per il Convegno di Montpellier;
- Proposta di nuovi Soci onorari
- Modifiche di statuto della ISSS;
- Commissione Premio Ballatore;
- Contatti con la Società di Scienza del Suolo di Bosnia ed Erzegovina.

Al 3° punto dell'O.d.G. Il Presidente informa dell'intenzione del Dr. D. Torri di istituire un Gruppo di Lavoro sul tema Qualità del Suolo

e Lavorazioni, che vede come Soci proponenti lo stesso Torri e la Dr.ssa C. Calzolari. Parallelamente, il Dr. Torri propone anche la stesura di un Manuale di Conservazione e Miglioramento del Suolo, che per gli argomenti trattati necessita sicuramente di persone di diversa estrazione provenienti da tutte le Commissioni della SISS. Dopo un primo scambio di opinioni e di suggerimenti le proposte vengono accettate.

Il Presidente propone poi la formalizzazione anche in ambito SISS di un Comitato Tecnico Compostaggio, per il quale ha già preso contatti nei mesi passati con i Prof.ri De Bertoldi, Businelli, Senesi ed altri, e che dovrebbe agire in sinergia con il Gruppo di Lavoro *Soil Organic Fertilizers and Amendments* della ISSS. Non ci sono obiezioni di fondo da parte del C.D. e il Prof. P. Violante raccomanda che il nuovo Comitato Tecnico agisca con chiarezza perché quello del compostaggio è un campo scientificamente controverso. Il Presidente sottolinea che sul compostaggio c'è mancanza di chiarezza soprattutto nella terminologia, e ritiene che il Comitato Tecnico di Standardizzazione possa stilare le definizioni adatte alla terminologia italiana prendendo come riferimento quanto esiste nei gruppi ISO e CEN. Il C.D. dà quindi mandato al CST di occuparsi di terminologia.

Per le **aggiunte all'O.d.G.** il Presidente propone la candidatura del Prof. Mancini come Socio onorario per la ISSS, nomina che avverrà durante il Congresso di Montpellier. Il C.D. approva. Il Prof. Fierotti propone poi la candidatura di G. Picci come Socio onorario della SISS. La proposta è accettata e sarà avanzata ufficialmente alla prossima assemblea dei Soci.

Il Presidente ricorda che lo statuto della ISSS sarà modificato come da proposta inviata a tutti i membri del C.D. e che le modifiche verranno ratificate durante il Convegno di Montpellier. Fra le modifiche più salienti sono la denominazione, che passerà da Società ad Unione (anche perché la ISSS è attualmente accreditata presso l'*International Council of Scientific Unions - ICSU*), e la spedizione del Bollettino che arriverà solo alle Società Nazionali che poi dovranno provvedere alla spedizione ai singoli Soci.

La riunione del 12 dicembre 1997 ha avuto il seguente ordine del giorno:

1. Approvazione del verbale della seduta precedente;
2. Comunicazioni del Presidente;
3. Convegno SISS 1998 e altre iniziative della Società;
4. Adesione SISS a federazione Verdeblu;

5. Bollettino SISS;
6. Ammissione nuovi Soci;
7. Modalità di ammissione dei Soci;
8. Varie ed eventuali.

Al **2° punto dell'O.d.G.** il Prof. Dazzi, per conto del Prof. Fierotti, informa il C.D. che il giorno 9 dicembre 1997 si è costituita, presso un notaio di Palermo, la Società Italiana di Pedologia. Presidente pro-tempore è stato nominato G. Fierotti, vice-presidente G. Sanesi; F. Previtali, A. Buondonno, C. Buondonno e C. Dazzi completano la lista dei soci fondatori.

Il Presidente esprime gli auguri personali e di tutto il Direttivo della SISS alla nuova Società, auspicandole una vita lunga e fortunata, con la speranza che si possa instaurare una proficua collaborazione. Esprime poi i più vivi rallegramenti al Presidente Fierotti.

Il Prof. Nannipieri informa i presenti che il Prof. Porceddu è stato eletto rappresentante delle Facoltà di Agraria del CUN dopo una nuova votazione. Il C.D. saluta con simpatia il neoletto, sperando che appoggi le Società Scientifiche e tenga presente i problemi del suolo.

All'**8° punto dell'O.d.G.** il Presidente propone il patrocinio della SISS per il prossimo Convegno della IHSS di Bologna. Il C.D. approva, e si stabilisce anche che d'ora in poi il patrocinio sia dato d'ufficio nel caso di richieste provenienti da sedi qualificate.

La riunione del 1 Giugno 1998 ha avuto il seguente ordine del giorno:

1. Approvazione del verbale della seduta precedente;
2. Comunicazioni del Presidente;
3. Prossimi Convegni Nazionali SISS;
4. Bollettino SISS;
5. Ammissione nuovi Soci;
6. Varie ed eventuali.

Al **2° punto dell'O.d.G.** il Presidente ricorda di avere informato il C.D. sulla proposta della *British Society of Soil Science* di organizzare una *European Soil Science Conference* che verrebbe ospitata in Gran Bretagna nel 2000. Ricorda anche che secondo le intenzioni dei promotori la Conferenza Europea verrebbe ad avere una cadenza quadriennale, intramez-

zata con i Convegni della Società Internazionale di Scienza del Suolo. Il C.D. esprime parere favorevole nei confronti dell'istituzione della Conferenza.

Il Presidente ricorda anche la proposta del Prof. Bonciarelli di istituire una federazione delle Società Scientifiche dell'Area Agraria, e informa di aver risposto che l'iniziativa poteva essere accolta con favore, ma mantenendo l'autonomia delle singole Società anche e a maggior ragione in ambito internazionale. Ricorda, infatti, che la SISS ha già una veste privilegiata rispetto alle altre Società nazionali dato che, tramite la ISSS, è accreditata presso molti organismi internazionali come l'UNESCO, la FAO, la IAEA, l'ISO e così via.

Il C.D. concorda sulla necessità di valutare attentamente i vantaggi e gli svantaggi derivanti dall'adesione alla Federazione e di rimanere in attesa di ulteriori sviluppi, esprimendo comunque parere favorevole all'iniziativa e dando mandato di aderire al Presidente.

Il Presidente informa poi di aver ricevuto dall'Accademia di Tuzinga la proposta di una Soil Convention sull'uso sostenibile del suolo, cui si può aderire sia come Società sia a titolo personale. Il C.D. si dichiara favorevole all'adesione della SISS ed accoglie anche la richiesta di pubblicare sul bollettino il testo in inglese della proposta.

Il Presidente, prendendo spunto dai recenti avvenimenti disastrosi di Sarno, ricorda l'importanza dell'uso del suolo in funzione della sua vocazione e delle sistemazioni idraulico-agrarie e idraulico-forestali per il territorio, e propone di stilare una mozione ai Ministeri competenti sotto forma di comunicato stampa. Viene osservato un minuto di silenzio in memoria delle vittime della catastrofe. Sono incaricati della stesura i Prof. P. Violante, P. Sequi, G. Fierotti e il Dr. Pagliai.

Al **4° punto dell'O.d.G.** il Presidente presenta l'ultimo volume del Bollettino della SISS, fresco di tipografia e in veste completamente rinnovata. Il Prof. Fierotti si congratula per le scelte editoriali, e il Prof. Sequi ringrazia lo stesso Prof. Fierotti e il Prof. Dazzi che hanno profuso tempo, fatica ed entusiasmo rilanciando l'immagine del Bollettino. Il Prof. Fierotti ricorda anche il Prof. Ballatore, ideatore del Bollettino, seguito poi dai Prof.ri Mancini e Ronchetti.

Al **6° punto dell'O.d.G.** il Presidente ricorda che alla Commissione 8, Suolo e Ambiente, si sono già iscritti molti nuovi Soci, mentre i vecchi iscritti non hanno ancora comunicato l'eventuale opzione per questa Commissione. Sarà quindi richiesto a tutti i Soci di rivedere la scelta delle commissioni. Inoltre, dato che la Commissione 8 non è ancora rappresenta-

ta nel Direttivo, si dovrà procedere alla proposta delle candidature per le prossime elezioni. Il Prof. Fierotti propone che nel frattempo venga individuata una persona per gestire ad interim questa Commissione in attesa delle elezioni, da individuare tra i componenti del Direttivo. Propone quindi il Prof. Guido Sanesi, e il C.D. approva. La scelta sarà presentata all'assemblea del 3 giugno per la ratifica.

La riunione del 6 Novembre 1998 ha avuto il seguente ordine del giorno:

1. Approvazione del verbale della seduta precedente;
2. Comunicazioni del Presidente;
3. Associazione Società Scientifiche Agrarie;
4. Modifiche dello Statuto;
5. Ammissione nuovi Soci;
6. Varie ed eventuali.

Prima di iniziare, il Presidente propone l'aggiunta di tre punti all'ordine del giorno, che risulta così modificato:

1. Approvazione del verbale della seduta precedente;
2. Comunicazioni del Presidente;
3. Associazione Società Scientifiche Agrarie;
4. Modifiche dello Statuto;
5. Rinnovo quote SISS;
6. Bollettino SISS;
7. Nuovi gruppi di lavoro;
8. Ammissione nuovi Soci;
9. Varie ed eventuali.

Al 2° punto dell'O.d.G. il Presidente informa il C.D. dell'avvenuta pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale del nuovo Statuto della Società, approvato con DM del 29 maggio 1998, e sottolinea che probabilmente la SISS è l'unica Società del settore delle scienze agrarie riconosciuta con DM, oltre ad essere l'unica accreditata all'*International Council of Scientific Unions* (ICSU) per mezzo dell'*International Union of Soil Sciences*.

Informa poi sullo svolgimento del Convegno Mondiale di Montpellier, che ha visto una nutrita partecipazione italiana, con due rela-

zioni ad invito, alcune comunicazioni orali e moltissimi poster. Il Presidente comunica che la nomina a socio onorario della Società Internazionale del Prof. Fiorenzo Mancini non è avvenuta per pochissimi voti, e prega il Prof. Nannipieri di prendere la parola per riferire sulle riunioni del Consiglio a cui ha partecipato in veste di rappresentante internazionale della SISS. Il Prof. Nannipieri informa che erano richiesti il 50 % + 1 dei voti dei presenti, e il Prof. Mancini ha ricevuto 26 voti invece dei 29 richiesti. E' comunque un risultato estremamente positivo. Il Prof. Mancini ricorda ai presenti di essere sempre stato contrario alla sua candidatura, e quindi il risultato gli è estremamente gradito e ringrazia la SISS per il suo operato.

Il Prof. Nannipieri continua la sua esposizione informando che durante le riunioni del Consiglio sono stati esaminati molti problemi legati alla trasformazione della ISSS a IUSS. Per il futuro l'importanza di ogni Società nazionale dovrebbe dipendere dal suo contributo finanziario complessivo, dividendo le Società in 6 classi dove il rappresentante delle Società più importanti, cioè quelle della prima classe, avrebbe un peso pari a 6 voti nel futuro Consiglio. Le modalità saranno comunque discusse nella prossima riunione del Consiglio che si terrà nel 2000 a Bangkok.

Per quanto riguarda la futura struttura scientifica della IUSS, il Prof. Nannipieri informa che si è discusso dell'istituzione di alcune Divisioni, i cui Presidenti avranno la responsabilità di gestire le strategie e i finanziamenti stanziati per l'attività della Divisione. Sottolinea infine che solo le Società Nazionali di Scienza del Suolo faranno parte della IUSS.

Il Presidente ricorda inoltre che i Soci della IUSS non saranno più i Soci individuali, che sono circa 45.000, ma le Società Nazionali, anche se non con decorrenza immediata. Il Bollettino della IUSS sarà stampato a cura delle Società Nazionali, che lo riceveranno per posta elettronica, e per questo motivo converrà forse chiedere un'integrazione della quota già dal 1999, rendendo obbligatoria l'adesione alla IUSS. Ricorda nuovamente che l'*International Council of Scientific Unions (ICSU)*, cui appartiene la IUSS, è riconosciuto a livello internazionale presso Organizzazioni come l'UNESCO, la FAO, la IAEA, l'ISO, ecc. Dell'ICSU fanno parte altre importanti Società scientifiche, tra cui la IUPAC (chimica), l'IGU (geografia), l'IUGS (scienze geologiche). Per l'Italia il partner sovranazionale inter-scientifico è il CNR.

Si segnala anche che il Dr. Marcello Pagliai è stato eletto vicepresidente della I Commissione, ed il Prof. Alessandro Piccolo alla vicepresidenza della II Commissione, mentre il Dr. Fabio Terribile è stato nominato vicepresidente della Subcommissione B, *Soil Micromorphology*.

Al 5° punto dell'O.d.G. il Presidente propone che tutti i Soci ordinari siano di fatto Soci della IUSS, anche alla luce delle ultime modifiche allo Statuto della Società internazionale. Propone anche le relative quote che, espresse in EURO (1 EURO = £ 1936,27), saranno molto simili a quelle attuali:

- Soci ordinari 40,28 (£ 78.000)
- Enti 125,89 (£ 243.750)
- Società 251,77 (£ 487.500)

Il C.D. approva.

Al 7° punto dell'O.d.G. il Presidente informa che sono giunte alcune proposte per l'istituzione di nuovi gruppi di lavoro. Prende la parola la Dr.ssa Benedetti che illustra la richiesta di istituzione di un Osservatorio Nazionale Permanente per i Fertilizzanti nell'ambito delle attività della IV Commissione (soci proponenti A. Benedetti, P. Sequi, P. Nannipieri, C. Ciavatta, S. Grego). La proposta scaturisce dalla mancanza assoluta o dal difficile reperimento dei dati sulla produzione e sul consumo dei mezzi tecnici impiegati in agricoltura. In particolare le attività potrebbero riguardare i seguenti aspetti: censimento delle tipologie dei fertilizzanti, monitoraggio della produzione e dei consumi, compresi l'import ed export, censimento delle attività produttive che producono biomasse potenzialmente trasformabili in fertilizzanti, legislazione, organizzazione di simposi, catalogazione pubblicazioni scientifiche, metodi di analisi dei fertilizzanti, controlli di qualità, istituzione di un sito WEB. La Dr.ssa Benedetti informa a questo proposito che si è già tenuta la prima riunione per la stesura del manuale sui metodi di analisi per i fertilizzanti, durante la quale sono stati individuati gli argomenti ed i relativi referenti. Comunica infine che l'Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante potrebbe ospitare la Segreteria dell'Osservatorio sui fertilizzanti ed ospitare la banca dati. Il C.D. approva l'iniziativa.

Il Presidente passa successivamente la parola alla Dr.ssa F. Pinzari, che illustra la proposta di istituzione di un Comitato Permanente per l'Educazione e la Divulgazione della Scienza del Suolo, in analogia al comitato che opera in ambito IUSS, avanzata da M.T. Dell'Abate, F. Pinzari ed A. Benedetti. Tra i vari aspetti della divulgazione scientifica di interesse del Comitato potrebbero rientrare anche il controllo scientifico di molti testi scolastici e dei principali organi di diffusione, la stesura di opuscoli di divulgazione, iniziative da concordare con presidi e insegnanti delle scuole, ecc. Segue un'ampia discussione durante la quale molti dei presenti esprimono il loro compiacimento per l'iniziativa. Il C.D., visto l'interesse generale di tut-

ti i presenti, si dichiara d'accordo sull'iniziativa e su proposta del Presidente nomina capofila la Dr.ssa Pinzari.

Il Presidente passa infine la parola al Prof. Aru che informa sulla possibilità di istituzione di un Osservatorio Nazionale per lo Studio della Desertificazione in Ambiente Mediterraneo, che dovrebbe nascere con decreto del Ministro Ronchi.

La riunione del 13 Gennaio 1999 ha avuto il seguente ordine del giorno:

1. Approvazione del verbale della seduta precedente;
2. Comunicazioni del Presidente;
3. Istituzione Comitato Elettorale;
4. Convegni SISS;
5. Ammissione nuovi Soci;
6. Varie ed eventuali.

Al 2° punto dell'O.d.G. il Presidente informa il C.D. di avere dato il patrocinio della SISS ad alcune iniziative scientifiche, tra cui il III Simposio Internazionale ISMOM 2000 (*Interactions of Soil Mineral with Organic Components and Microorganism*), di cui è chairman il Prof. Antonio Violante e che si svolgerà dal 23 al 27 maggio 2000 a Napoli e Capri.

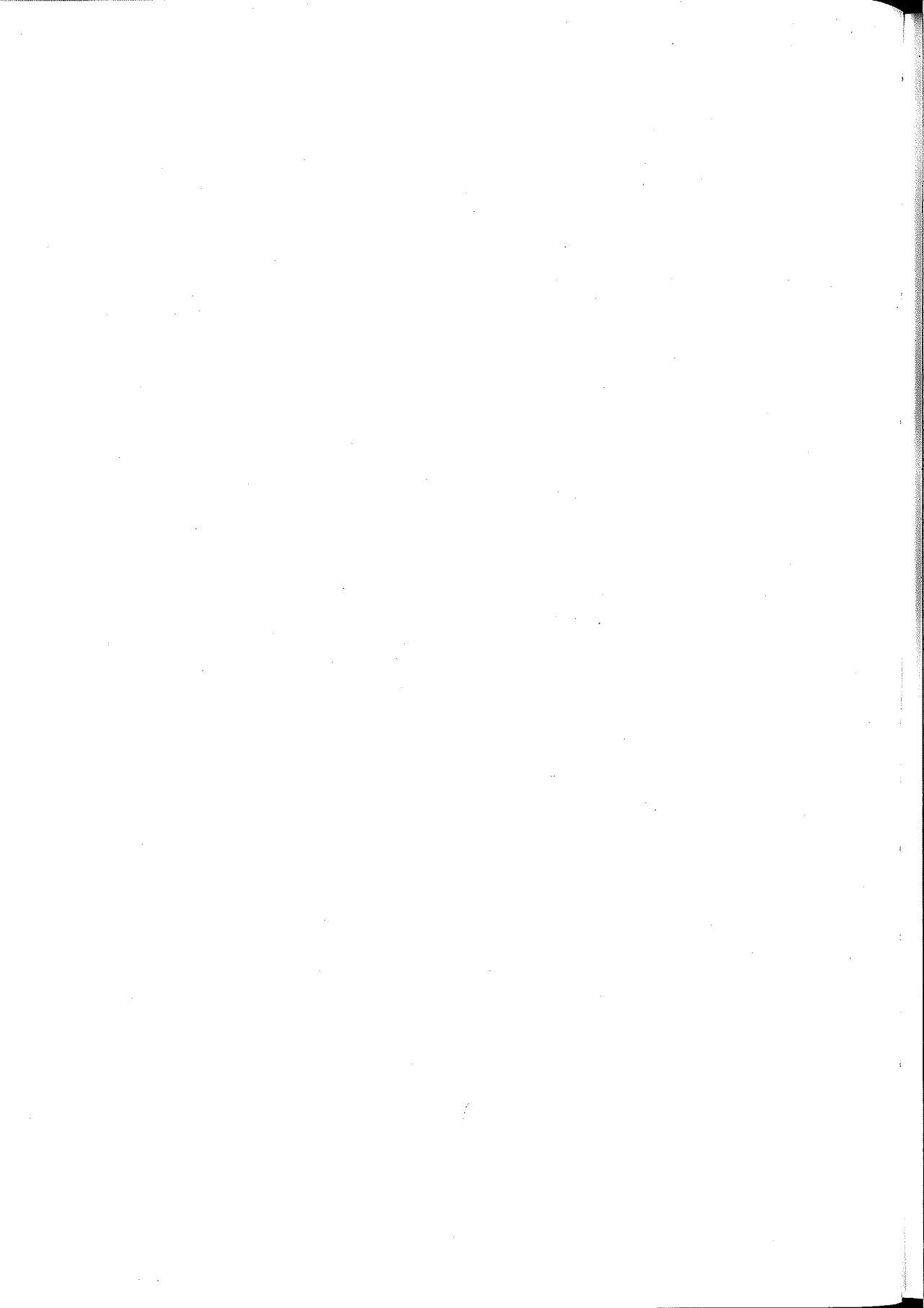
Al 3° punto dell'O.d.G. il Presidente ricorda che nell'ultimo semestre del 1999 si terranno le votazioni per il rinnovo delle cariche del Consiglio Direttivo della SISS. A norma di regolamento, si deve procedere alla nomina del Comitato Elettorale, che avrà la funzione di accertare la disponibilità dei Soci a candidarsi per le cariche elettive e a prestare la loro opera all'interno della Società. Si delibera pertanto di inviare a tutti i Soci una lettera circolare, anche per una partecipazione più consapevole alle elezioni, nella quale sarà richiesto: a) la conferma o modifica delle Sezioni di appartenenza (tre al massimo); b) la scelta di due Sezioni (prima e seconda scelta) per le quali i Soci ritengono di potersi impegnare personalmente qualora venissero candidati od eletti; c) la disponibilità (su libera scelta) a partecipare all'attività degli altri organismi della Società (gruppi di lavoro, comitati tecnici, ecc.). Il Dr. Arcara chiede che, nella stessa circolare, i Soci siano informati che la mancata risposta alla richiesta di trattamento dei dati personali (L. 675/96) sarà considerata come silenzio-assenso.

Il Presidente ricorda che il Comitato Elettorale, a norma di regolamento, deve essere composto dal Presidente stesso e da tre consiglieri,

che agiscono di concerto con i Presidenti delle Commissioni per la selezione delle candidature. Il CD procede quindi alla nomina del Comitato Elettorale, che risulta composto dai Prof.ri P. Sequi, P. Violante, A. Aru e N. Senesi.

Al **4° punto dell'O.d.G.** il Presidente, ricordando che non sono ancora state avanzate candidature per il Convegno annuale SISS del 2000, propone al Prof. Antonio Violante di abbinarlo al Convegno ISMOM 2000 (cfr. punto 2 all'O.d.G.), di cui è Presidente. Il Prof. Violante accetta e si impegna a presentare la candidatura ufficiale al prossimo convegno annuale per l'approvazione da parte dell'assemblea dei Soci.

Al **6° punto dell'O.d.G.** si stabilisce di chiedere ai Soci ordinari un piccolo contributo aggiuntivo per il pagamento della quota annuale con carta di credito, dato che le relative organizzazioni trattengono una percentuale consistente della cifra versata (4-5%). Pertanto la quota 1999 sarà di £ 78.000 per pagamenti tramite CCP e bonifico bancario, e di £ 80.000 per pagamenti con carte di credito.



UN MANUALE DI METODI DI ANALISI PER I FERTILIZZANTI

Anna Benedetti

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante
Via della Navicella, 2 - 00184 Roma

Nell'Assemblea dei soci SISS tenutasi ad Ischia il 3/06/98 è stato proposto, tra le attività previste per il prossimo anno dalla IV Commissione "Fertilità del suolo e nutrizione delle piante", di iniziare il lavoro di stesura di un manuale di metodi di analisi per fertilizzanti. L'Assemblea ha espresso vivo interesse per l'iniziativa.

Il giorno 26/10/98 presso la biblioteca dell'ISNP si è tenuta la prima riunione inerente la stesura di un manuale sui metodi di analisi per fertilizzanti e sono stati individuati i principali argomenti con i relativi curatori.

In primo luogo è stato deciso di procedere ad un inventario di tutti i metodi esistenti ed utilizzati in maniera sistematica per la caratterizzazione dei fertilizzanti, siano essi metodi ufficiali di analisi derivanti da Direttive Comunitarie (77/530/CEE e successive integrazioni) che nazionali, nonché metodi di uso comune.

Successivamente verranno riesaminati in maniera critica i metodi ufficiali correggendone eventuali errori (traduzione, calcolo, redazione ecc.) e completandoli con note esplicative.

È stato altresì deciso di raccogliere ed esaminare tutti i metodi che a vario livello (ISO, CEN, UE, ecc.) sono oggetto di discussione in sede internazionale per una loro eventuale validazione anche a livello nazionale. Gli argomenti su cui lavorare e gli autori dei contributi vengono di seguito riportate.

Comitato di redazione: *Paolo Sequi, Anna Benedetti, Sandro Silva, Claudio Ciavatta, Attilio Minguzzi, Giorgio Morandi, Vincenzo Di Carlo.*

Paolo Sequi: Presidente 748/84 della Commissione Tecnico Consultiva per i Fertilizzanti di cui all'art. 10 della Legge 748/84;

Anna Benedetti: Presidente Commissione IV SISS;

Sandro Silva: Presidente della Sottocommissione per i Metodi relativi ai Fertilizzanti ed esperto designato dal Ministero nella Commissione Tecnico Consultiva per i Fertilizzanti di cui all'Art. 10 della Legge 748/84;

Claudio Ciavatta: Esperto della Sottocommissione per i Metodi relativi ai Fertilizzanti ed esperto designato dal Ministero nella Commissione Tecnico Consultiva per i Fertilizzanti di cui all'Art. 10 della Legge 748/84;

Attilio Minguzzi: Esperto della Sottocommissione per i Metodi relativi ai fertilizzanti ed esperto designato dal Ministero nella Commissione Tecnico Consultiva per i Fertilizzanti di cui all'Art. 10 della Legge 748/84 e già Direttore dell'Ufficio di Bologna dell'Ispettorato Centrale Repressione Frodi;

Vincenzo Di Carlo: Chimico Direttore Servizio Revisione Analisi per Fertilizzanti;

Giorgio Morandi: Rappresentante UNICHIM.

CONTENUTI

- Campionamento (metodi ufficiali): Di Carlo, Aromolo, Morandi;
 - Campionamento per analisi biologiche e microbiologiche: de Bertoldi, Gucci;
 - Proprietà fisiche nei concimi minerali: Morandi, Menin, Manstretta, Canepa;
 - Proprietà fisiche negli ammendanti: Zorzi, Centemero;
 - Azoto: Benedetti, Canepa, Trinchera, Antisari;
 - Fosforo: Silva, Indiati;
 - Potassio: Biondi, Indiati, Figliolia, Aromolo;
 - Elementi secondari (Ca, Mg, S, ecc.): Leita, Di Carlo;
 - Metalli pesanti escluso cromo: Figliolia, Leita, Aromolo;
 - Cromo: Dell'Abate, Ciavatta;
-

- Chelanti, complessanti, ivi comprese le miscele. Chelanti naturali: Ciavatta, Leita, Giannantonio, Sola, Di Carlo;
- Sostanza organica e carbonio organico: Canali, Ciavatta, Trincherà.
- Patogeni e microrganismi saprofiti: de Bertoldi, Zorzi, Silva, Gucci;
- Geminabilità (semi vitali): Silva, de Bertoldi, Gucci;
- Fitotossicità. Stabilizzazione biologica; de Bertoldi, Silva, Gucci, Zorzi;
- Elettrofocalizzazione: Govi, Alianiello;
- Concimi liquidi: Di Carlo;
- Diciandiammide (presenza della diciandiammide in NPK, NP, ecc.): Manstretta;
- Azoto a lento rilascio e rilascio controllato ivi compreso azoto organico: Canepa, Benedetti, Galluzzo.
- Revisione metodi ufficiali di analisi nazionali e CE: Minguzzi, Di Carlo, Leita;
- Metodi per fertilizzanti organici ed organo-minerali (normative CE): Alianiello, Benedetti, Galluzzo.

I nomi sottolineati corrispondono al referente principale. Si invitano tutti i Soci SISS a segnalare eventuali mancanze o suggerimenti migliorativi, come pure l'interesse a partecipare al lavoro di redazione dei metodi.

ISTRUZIONI PER GLI AUTORI

Informazioni generali

I manoscritti devono essere inviati alla redazione su *floppy disk* da 3,5" o altro supporto magnetico, e su carta di buona qualità (2 copie), di formato comune (A4 o lettera). Si prega di usare programmi di *word processor* operanti in ambiente DOS-Windows (Microsoft Word 6.0 o successivi).

Usare la font *Times New Roman* 11 punti, con spaziatura singola tra linee, ed evitare formattazioni di paragrafo (spaziature, rientri di riga, allineamenti, interlinee, giustificazione, ecc.), sillabazioni forzate, note a piè di pagina (raccoglierle a fine capitolo) Dove necessario, possono usarsi termini in corsivo, sottolineati, in grassetto.

Le Tabelle, in archivi di foglio elettronico (Excel, Word) devono essere più semplici possibile, senza bordi o filetti, righe superflue o altra formattazione. Diagrammi, figure, immagini, dovrebbero essere riportate su *files* distinti dal testo, usando i più comuni programmi di grafica. Nelle copie su carta, stampare tutti i *files* grafici alla fine del testo con una stampante ad alta risoluzione. Usando fogli elettronici per i grafici, inviare anche il *file* contenente il grafico e i dati originali. Per le dimensioni di tabelle e figure tenere presente che le dimensioni massime della gabbia di impaginazione sono 19 cm in verticale e 12 cm in orizzontale.

Riferimenti bibliografici

Usare il formato degli esempi seguenti:

... come ha detto Sequi (1998)

... sappiamo che l'agricoltura non inquina (Sequi, 1998)

... effetto dei metalli pesanti sull'attività microbica del suolo (Leita *et al.*, 1995; Wardle e Ghani, 1995).

Le referenze devono essere in ordine alfabetico. Nel caso di più citazioni di autore/i, seguire l'ordine cronologico e aggiungere una lettera a fianco (p.e. 1998a) per più citazioni nello stesso anno. La lista dei riferimenti bibliografici deve essere come segue:

Sequi P., Francaviglia R., Ilardi F., 1998. Titolo del lavoro. *Bollettino SISS*, 46: 54-58.

Francaviglia R., 1998. Titolo del capitolo. In: *Titolo del libro* (P. Sequi ed.), Patron Editore, Bologna, pp. 410-500.

Francaviglia R., 1998. *Titolo del libro*, Laterza, Bari, 580 pp.