

**SOCIETA' ITALIANA DELLA SCIENZA DEL SUOLO**  
**V COMMISSIONE**  
**Genesi, Classificazione e Cartografia dei Suoli**



**Cagliari, 28-29 Settembre 1972**

**ATTI DELLA TAVOLA ROTONDA SUL TEMA  
LA CARTOGRAFIA DEI SUOLI:  
SCOPI-METODI-APPLICAZIONI**



SOCIETA' ITALIANA DELLA SCIENZA DEL SUOLO  
V<sup>a</sup> COMMISSIONE

Genesi, Classificazione e Cartografia dei Suoli

# A T T I

DELLA TAVOLA ROTONDA SUL TEMA:  
"LA CARTOGRAFIA DEI SUOLI: SCOPI,  
METODI ED APPLICAZIONI,"

CAGLIARI  
28 - 29 Settembre 1972



## COMITATO ORGANIZZATORE :

Prof. Fiorenzo MANCINI

Prof. Angelo ARU

Prof. Paolo BALDACCINI

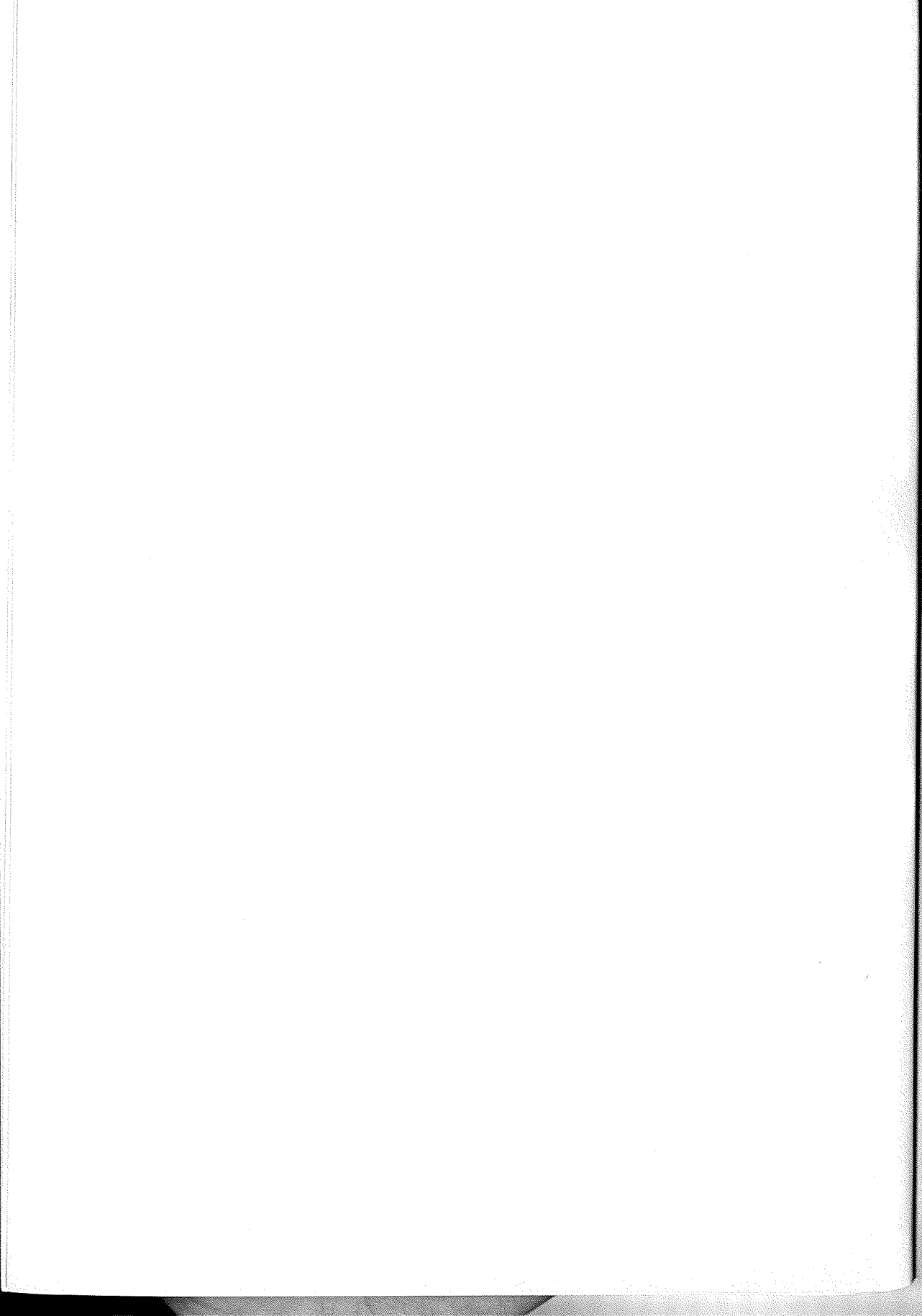
Dott. Gianni MEREU

P.A. Franco ARANGINO

SEGRETARIO: Dott. Luciano SILANOS

*Alla realizzazione della Tavola Rotonda hanno contribuito:*

- L'Assessorato all'Agricoltura e Foreste della Regione Sarda;
- L'Assessorato al Turismo della Regione Sarda;
- Il Centro Regionale Agrario Sperimentale;
- L'Istituto di Geologia dell'Università di Cagliari;
- L'Azienda Agraria I.E.I. di Ortacesus,
- Il Consorzio Provinciale per la Frutticoltura di Cagliari ai quali va il ringraziamento della S.I.S.S.



Saluto del Prof. Fiorenzo MANCINI, Presidente della Società Italiana della Scienza del Suolo.

*Cari Amici,*

*la Società Italiana della Scienza del Suolo continua con la tavola rotonda di oggi la sua attività che si è fatta via via più fervida nel quadriennio della presidenza del Prof. Ballatore. Seguendo il suo esempio il consiglio neo eletto spera di poter proseguire. Gli scopi che noi ci prefiggiamo oggi sono molteplici.*

*I principali sono questi: in primo luogo si vuole fare il punto sui problemi della cartografia pedologica, in secondo luogo si desidera avere il parere dei consoci e colleghi che si occupano di altre discipline nel vasto campo della scienza del suolo.*

*Questa, come ricorderete, è una iniziativa della Quinta Commissione e il merito va principalmente al suo presidente Prof. Angelo Aru, al Prof. Baldaccini che ha con lui un'antica, affettuosa collaborazione scientifica e ai loro collaboratori. La Quinta Commissione per i non soci qui presenti si chiama Commissione per la genesi, classificazione e cartografia dei suoli.*

*Mi piace sin da ora ringraziare il caro amico e collega Prof. Eschena per il contributo che ha voluto dare al successo di questa tavola rotonda, attuando una preziosa collaborazione fra studiosi del suolo di campagna e studiosi del suolo in laboratorio. Mi auguro che si possa continuare perché è questo un sistema a mio avviso dei più efficaci per l'avanzamento delle nostre conoscenze. Infine questa tavola rotonda vuole invitare anche i non soci a dirci cosa la cartografia pedologica e le carte che da quella di base possono essere derivate, forniscono nell'attività tecnica professionale, nel vasto campo agronomico, forestale, bonificatorio e, in genere, del genio rurale oggi nel 1972.*

*Nei convegni, simposi e tavole rotonde che la Società del Suolo ha organizzato negli ultimi anni la discussione si è fatta sempre più vivace, più snella, più agile.*

*Desidererei molto che anche in questa occasione tutti i presenti o gran parte di essi volessero prendere la parola e portare il loro contributo al fine di avere il massimo scambio di idee e fare un giro di orizzonte il più possibile completo.*

*Il programma di oggi è abbastanza denso: abbiamo una relazione generale che è opera congiunta dei Proff. Aru e Baldaccini, segue una serie di comunicazioni, non poche, credo siano per lo meno cinque o*

sei. Penserei allora di procedere in questo modo: potremo ascoltare in primo luogo la relazione generale ed aprire immediatamente una discussione sui punti fondamentali per passare successivamente alle singole comunicazioni: alcune hanno carattere molto specializzato, altre danno conto di ricerche in corso o già ultimate in campo cartografico. Hanno quindi un interesse forse un po' particolare e, a mio avviso, una discussione dopo la relazione generale e tutte le comunicazioni troverebbe l'uditorio troppo stanco. Questo non significa che le singole comunicazioni non abbiano il loro valore o che non debbano essere approfondite e discusse. È una questione di distribuzione del tempo e del desiderio del consiglio di avere inizialmente una discussione assai snella, vivace.

Per non far perdere altro tempo e dare quindi un buon esempio mi rimane soltanto da dar conto di due adesioni particolarmente importanti, oltre ad altre verbali che ci sono pervenute. Una è del Magnifico Rettore dell'Università di Cagliari, Prof. Alberto Boscolo che si scusa di non poter essere qui presente ma che augura a tutti buon lavoro, l'altra, particolarmente significativa, è di un parlamentare che segue qui in Sardegna con molta attenzione le ricerche pedologiche e ha una posizione di rilievo anche nel Governo, alludo all'Onorevole Maria Cocco, sottosegretario di Stato alla Pubblica Istruzione che ha dimostrato anche in tempi recenti il suo interessamento alle ricerche sul suolo, cosa che ci conforta. Detto questo darei senz'altro la parola al Prof. Aru per la prima parte della relazione generale e al Prof. Baldaccini per la seconda.

A. ARU

## SCOPI DELLA CARTOGRAFIA PEDOLOGICA

### INTRODUZIONE

*Il tema oggetto della Tavola Rotonda è, come tutti sapete, la cartografia pedologica nei suoi aspetti scientifici, tecnici ed applicativi. Si tratta di un problema molto vasto, estremamente suggestivo, nonché di attualità a causa dell'interesse e dell'importanza economica e sociale che la cartografia dei suoli riveste nell'ambito dello sviluppo globale di tutta la Nazione.*

*La scelta di Cagliari come sede di questa Tavola Rotonda è dovuta al fatto che la Sardegna rappresenta una Regione ove le realizzazioni cartografiche hanno avuto in questi ultimi anni un notevole sviluppo soprattutto in funzione dell'impulso dato dagli Organi Statali e Regionali all'agricoltura e selvicoltura isolana. Inoltre la varietà nella costituzione geolitologica e della copertura vegetale, nonché la diversità di utilizzazione dei suoli nelle varie parti dell'Isola, fanno della Sardegna una regione nella quale, più che in altre, sono rappresentati numerosissimi tipi di suolo e ove quindi esiste un quadro pedologico molto vario e complesso ma assai interessante.*

*Il susseguirsi dei vari suoli gli uni diversi dagli altri, anche nella stessa unità morfologica, i loro limiti spesso gradualmente e sfumati creano notevoli difficoltà e vari problemi al pedologo rilevatore sia dal lato classificazione sia da quello puramente cartografico. Queste sono le ragioni fondamentali per le quali la Tavola Rotonda della Società Italiana della Scienza del Suolo si tiene oggi a Cagliari articolandosi su due giornate, la prima dedicata alla trattazione dei problemi e principi fondamentali della cartografia e la seconda alla discussione in campagna di alcuni aspetti pratici e tecnici del rilevamento.*

*Nella prima giornata verranno accennati e successivamente discussi gli scopi principali della cartografia, i rapporti fra classificazione dei suoli e cartografia pedologica di base, cartografia pedologica, carte derivate, alcuni principi tecnici del rilevamento compresi i sistemi recenti e moderni. Qualche illustrazione delle più recenti realizzazioni effettuate in Italia e particolarmente in Sardegna concluderanno questa nostra introduzione alla Tavola Rotonda.*



## 1. — CONCETTI GENERALI

Prima di tutto che cosa si intende per carta pedologica. Nel Soil Survey Manual, edito dal Servizio della Conservazione del Suolo del Ministero dell'Agricoltura degli Stati Uniti d'America si legge: « Una carta pedologica è una carta designata a mostrare la distribuzione dei tipi ed altre unità di suoli cartografabili in relazione ad altri preminenti caratteri fisici e colturali della superficie della terra. Le unità possono essere riportate separatamente o come associazione di suoli, indicate e definite in termini di unità tassonomiche. Questa definizione è intesa a escludere le carte che riportano singole caratteristiche del suolo come la tessitura, la pendenza, la profondità, il colore o l'arbitraria combinazione di due o più di queste; carte che mostrano la qualità del suolo, come fertilità o l'erodibilità; carte che mostrino fattori genetici individuali del suolo o combinazioni di questi. Carte mostranti uno o più caratteri del suolo possono essere fatte direttamente sia dall'osservazione di campagna o per selezione e generalizzazione delle carte pedologiche. In una carta pedologica dunque la combinazione di tutti i caratteri attinenti alla natura e al comportamento del suolo sono inclusi quali unità tassonomiche — corpi naturali con una distinta serie di caratteristiche del suolo ».

Un rilievo pedologico significa perciò studiare, descrivere e classificare i suoli in campagna, ricercare ed ubicare i limiti tra i suoli sulla carta topografica base con la maggior accuratezza possibile, ed infine interpretare le caratteristiche e le proprietà più importanti dei suoli individuati in funzione degli scopi che il rilevamento si propone. Tali scopi sono numerosi e fra i più importanti possiamo ricordare:

a) Conoscere la distribuzione territoriale dei vari suoli o dei vari raggruppamenti di suoli presenti in una determinata area, per meglio studiare i rapporti tra essi e le piante. E' chiaro che questi ultimi, nel caso delle colture, assumono caratteri particolari perché investono problemi di natura economica riguardanti l'aumento e le previsioni della produttività delle colture. Pertanto se i suoli di una zona, una regione o un paese vengono rilevati, noi avremo come risultato finale un elenco o inventario completo delle risorse produttive dei suoli presenti. Tale inventario potrà servire per la pianificazione e lo sviluppo dell'agricoltura di quella determinata zona, regione o paese in quanto sarà possibile calcolare o preventivare le possibili (o probabili) produzioni, scegliere le aree con suoli ove sarà più opportuno intervenire per incrementare tali produzioni ed individuare quelle che presentano problemi particolari. Sarà così possibile ad esempio stimare o prevedere la quantità di fertilizzanti necessari e la localizzazione delle industrie. Altra possibilità che tale elenco fornisce è quella di poter prevedere i fabbisogni quantitativi e qualitativi in beni di consumo e materie prime delle future popolazioni.

La cartografia pedologica, in altre parole, costituisce uno dei punti base per la formulazione dei vari piani economici di sviluppo in un

paese. Ad esempio in Nuova Zelanda le carte pedologiche sono state utilizzate per l'impianto di certe industrie: concimi, industrie conserviere, ecc.

b) Per quanto riguarda più da vicino gli scopi e le applicazioni della cartografia pedologica riferiti all'agricoltura si possono ricordare i seguenti punti:

*Razionale utilizzazione o messa a coltura delle terre.*

La produzione di una coltura, sia sotto l'aspetto qualitativo che quantitativo, oltre che alle caratteristiche varietali, è strettamente legata prima di tutto al tipo di suolo sul quale viene effettuata e, a parità di interventi, esse daranno migliori risultati su alcuni tipi di suolo rispetto ad altri. Ad esempio il vino Vernaccia è migliore sui suoli derivati dalle alluvioni recenti nelle quali sia presente una certa quantità di materiali effusivi («Bennaxi» dell'Oristanese); i vini Vermentino e Cannonau mostrano la miglior qualità sulle Terre brune derivate dai graniti.

La conoscenza della distribuzione dei vari tipi di suoli (cioè la cartografia) permette quindi una più precisa scelta delle aree ove potranno essere praticate le colture in modo da ottenere la massima redditività. Inoltre l'esatta conoscenza dei vari tipi di suolo e la loro differenziazione permette una migliore utilizzazione delle varie tecniche colturali (rotazione, bonifica, fertilizzazione, lavorazioni, ammendamenti, sistemazioni idrauliche, pericoli di erosione e metodi per prevenirli, ecc.). Accenniamo solo brevemente tutti questi punti altrimenti esulerebbero in parte dagli scopi della Tavola Rotonda. Potremo comunque riprendere i vari argomenti in sede di discussione.

*Progetti di irrigazione.*

Nelle zone ove è prevista l'irrigazione la carta pedologica diventa uno strumento indispensabile sia per la scelta dei suoli da irrigare sia per i sistemi da adottare (volumi di adacquamento, turni, ecc.). Attraverso la carta pedologica è possibile quindi effettuare una classificazione in funzione della suscettibilità irrigua dei vari suoli raggruppabili in classi aventi caratteri omogenei. L'esempio tipico di questo aspetto lo ritroviamo nei metodi adottati dal Bureau of Reclamation del Ministero degli Interni degli U.S.A. il quale effettua una interpretazione della carta pedologica ai fini irrigui ottenendo una "Land classification" basata sulle note 6 classi.

La conoscenza dei vari tipi di suolo è indispensabile per la scelta delle colture irrigue (esempio agrumi su suoli a drenaggio buono oppure riso su suoli poco permeabili), e per la soluzione dei vari problemi connessi all'utilizzazione irrigua delle terre (controllo delle variazioni delle falde, controllo della sua salinità e dell'eventuale pericolo di salinizzazione come effetto dell'irrigazione, controlli della fertilità dopo vari anni d'irrigazione, problemi di drenaggio, ecc.).

*Progetti di bonifica e di colonizzazione.*

La classificazione e la cartografia pedologica vengono, o meglio, dovrebbero essere usate sia per i piani generali e particolari di bonifica (non solo idraulica ma soprattutto integrale), sia per la colonizzazione di terre vergini, nonché per la loro assegnazione. Molti di questi progetti falliscono per la mancanza o la scarsa utilizzazione di una cartografia pedologica di base che consenta la scelta, la opportunità e la priorità di certi interventi e l'equa distribuzione delle terre in funzione della potenzialità produttiva dei suoli. In paesi come l'Italia che ha varie regioni ad alto frazionamento della proprietà spesso è o sarebbe necessario effettuare una riorganizzazione e ristrutturazione della proprietà stessa (riordino fondiario). Anche in questo caso la carta pedologica diviene uno strumento importante per la soluzione di questi problemi. In Sardegna, gli Organi Regionali hanno predisposto una serie di progetti di riordino basati anche su una carta della potenzialità dei suoli derivata dalla carta pedologica di base.

*Selvicoltura.*

Come per le colture agrarie, anche per le specie forestali la carta pedologica serve per regolarizzare l'utilizzazione delle foreste (si tenga presente che per tali essenze è più stretto il legame con il suolo e con l'ambiente naturale in genere), per la scelta delle aree da rimboschire e delle specie da impiantare, ovviamente tenendo conto anche delle altre caratteristiche ambientali come il clima, morfologia ecc., per le sistemazioni idraulico-forestali e quindi anche per tutti gli studi riguardanti la difesa del suolo e della vegetazione.

*Interventi speciali.*

Le carte pedologiche sono e devono essere usate per interventi speciali come canali di bonifica, abbassamento del livello di falda, movimenti di terra. Tutte queste operazioni saranno più facili ed utili se si conosce la natura e la distribuzione degli orizzonti ed i loro caratteri fisici.

*Applicazioni alla ricerca.*

Un altro scopo fondamentale dei rilevamenti pedologici è dato dalla sua applicazione nel campo della sperimentazione. Infatti i dati sperimentali ottenuti nelle varie ricerche in campo agronomico e forestale possono essere diffusi soltanto per ambienti pedoclimatici simili a quelli ove è stata effettuata tale sperimentazione. Il rilevamento pedologico diviene quindi una parte integrante del programma di ricerca soprattutto come elemento fondamentale di scelta (tecnica ed economica) dei vari

campi ed aziende sperimentali. Infatti i dati ottenuti in queste aree, su determinati suoli, possono essere estese ad altre con suoli simili. In questo modo è possibile anche effettuare una previsione sulla potenzialità produttiva di un dato comprensorio.

#### *Assistenza tecnica.*

I Centri di Assistenza Tecnica, che si vanno sempre più diffondendo nelle zone ad agricoltura più intensiva, hanno necessità della carta pedologica quale strumento di base per espletare la loro attività. Infatti chi è preposto a tale servizio rappresenta il legame tra il ricercatore e l'agricoltore ed ha l'importante funzione di provare, suolo per suolo, colture, interventi agronomici, metodi irrigui, ecc. a conferma dei dati e degli indirizzi che la ricerca scientifica gli ha fornito.

La carta pedologica oltre che nel campo agronomico e selvicolturale ha una serie di usi anche per altre branche e discipline. Così nel campo ingegneristico tali documenti assumono notevole interesse per:

- determinare la stabilità e la durata delle opere in terra battuta (canali, strade, piste per aeroporti, dighe, edifici, ecc.). Ad esempio, sui Vertisuoli la stabilizzazione di una strada comporterà difficoltà ben maggiori rispetto a quelle sui suoli lisciviati a pseudogley per la nota presenza di argille gonfianti;
- per stabilire il tracciato delle strade, oleodotti, canali di irrigazione, ecc.

Un altro scopo per il quale le carte pedologiche possono essere rilevate ed utilizzate riguarda il campo urbanistico e, di riflesso, quello sociale. Infatti, nella espansione urbanistica si dovrebbe tener conto dei vari tipi di suolo presenti per non distruggere un patrimonio produttivo che non potrà più essere recuperato. Si pensi alla scomparsa di tutti gli orti che circondavano molte città italiane e che nella maggior parte dei casi venivano impiantati in suoli ad alta fertilità.

Va ricordato inoltre che la carta pedologica viene utilizzata in molti paesi anche per classare i terreni in funzione dell'imposta fondiaria.

La Pedologia, essendo una scienza naturalistica, è in stretto rapporto con le altre Scienze Naturali quali Botanica, Geologia, Geografia generale, ecc. e le carte pedologiche, mostrando la distribuzione territoriale dei vari suoli, rappresentano spesso uno strumento indispensabile anche per le altre discipline. Così, ad esempio, dal punto di vista fitogeografico si potranno studiare i rapporti fra le varie associazioni vegetali ed i suoli e mettere in risalto la loro interdipendenza anche come distribuzione nello spazio. Spesso infatti all'evoluzione del suolo corrisponde un certo sviluppo della vegetazione e viceversa.

Nel campo geologico le carte pedologiche sono in stretta relazione con vari problemi riguardanti la Geomorfologia, la Sedimentologia, la Geologia del Quaternario.

Per ciò che riguarda l'Ecologia e la Conservazione della natura, il rilevamento pedologico giuoca un ruolo fondamentale per la conoscenza dell'ambiente e per la sua difesa.

Infine altri usi che possono essere fatti delle carte pedologiche sono quelli riguardanti la compra-vendita di beni immobili, valutazioni ipotecarie effettuate dagli Istituti di credito, finanziamenti per piani di colonizzazione in paesi in via di sviluppo, scopi didattici, ecc.

## 2. — CENNI SUI RAPPORTI TRA CARTOGRAFIA E CLASSIFICAZIONE

Un rilevamento pedologico viene quasi sempre effettuato, come abbiamo già visto, per scopi pratici, e, sotto questo aspetto, molti rilevamenti hanno raggiunto in pieno il loro fine. Altre indagini hanno fallito sia perché lo scopo stesso era sbagliato sia perché non era stata utilizzata una classificazione razionale ed adatta alle finalità del rilevamento.

Secondo G. D. SMITH (ex-Direttore dell'Ufficio Ricerche del Servizio del Suolo del Soil Conservation Service dell'U.S.D.A.) « il rilevamento pedologico, per essere utile, deve essere pratico nello scopo e scientifico nella costruzione » (\*).

Il sistema di classificazione che si deve usare deve rispondere ai due precedenti requisiti per poter comparare suoli con caratteri diversi. Come concetto fondamentale perciò la classificazione deve servire a mettere in evidenza le caratteristiche più significative dei suoli, a studiare i rapporti tra suolo ed ambiente, a prevedere le capacità produttive dei suoli in funzione di determinati usi ed infine di poter fare una sintesi delle conoscenze attuali sui suoli stessi.

L'applicazione e l'interpretazione della classificazione per determinate aree si rivelano nelle carte pedologiche a varie scale. Perciò la carta pedologica e la classificazione rappresentano un ponte, un legame tra le nostre conoscenze sulla produttività dei suoli e le aree di un determinato territorio che possono essere utilizzate dall'uomo.

Sempre secondo G. D. SMITH la classificazione, sotto l'aspetto cartografico, dovrebbe rispondere ai seguenti punti:

a) La definizione dei *Taxa* (\*\*) dovrebbe essere operativa nel senso che abbia lo stesso significato per qualsiasi persona che dovrà utilizzarli.

(\*) L'utilità e la qualità del rilevamento si può giudicare in base alla possibilità e capacità di essere utilizzato da diversi cultori di discipline che hanno interessi nell'uso del suolo (esempio: agronomi, forestali, ingegneri civili, economisti, geologi, programmatori politici). Tale capacità è resa evidente quando il rilevamento diviene uno strumento capace di aumentare i redditi, ridurre i costi e i rischi in funzione dell'uso del suolo in una determinata zona. E' ovvio che la scelta dell'unità cartografica-base, la preparazione dei rilevatori e i mezzi a disposizione giuocano un ruolo fondamentale nello stabilire la qualità e l'utilità del rilevamento.

(\*\*) In una popolazione, sia di piante, di animali o di suoli, gli individui possono essere raggruppati in funzione di caratteristiche o proprietà comuni, formando dei gruppi più o meno ampi. Tali gruppi rappresentano una classe o *Taxon* (plurale *Taxa*) e, ordinati in base alle proprietà selezionanti, sono entità concettuali.



b) La classificazione dovrebbe essere un sistema multicategorico con un gran numero di *Taxa* nelle categorie inferiori. Molte proprietà del suolo sono importanti sotto l'aspetto applicativo e possono variare indipendentemente. Il contenuto in argilla ad esempio, considerato singolarmente, non è strettamente correlato con la permeabilità, la reazione, la capacità di scambio, ecc.. Se noi invece consideriamo sia il quantitativo che il tipo di argilla, allora il contenuto in questa frazione granulometrica si può mettere in rapporto con numerose altre proprietà. Perciò i *Taxa* più bassi nella classificazione devono essere il più possibile specifici rispetto al maggior numero di proprietà del suolo. Le categorie più alte servono invece per comparare i suoli di zone molto vaste ma hanno un minor valore dal punto di vista applicativo.

c) I *Taxa* dovrebbero essere delle entità naturali e reali di suolo che hanno una superficie limitata nello spazio e cioè dei *polypedon* (\*).

d) Le differenze tra i *Taxa* debbono essere proprietà osservabili in campagna o che possono essere dedotte da queste. Ad esempio la saturazione in basi è una proprietà importante. Essa non può essere misurata in campo ma può essere desunta dal pH, dal clima, dall'età della superficie geomorfologica.

e) La classificazione deve servire per preparare i *Taxa* per tutti i suoli di un determinato territorio e non solo per alcuni *pedon* scelti, in quanto la carta pedologica deve coprire l'intera superficie di un determinato territorio.

f) La classificazione deve essere costruita in maniera tale da poter subire modificazioni ed essere capace di accettare nuove conoscenze che derivano dalla ricerca.

Poiché l'utilità principale di un sistema di classificazione si determina attraverso il rilevamento, è necessario che le unità di tale sistema siano rappresentate accuratamente nella carta, qualunque sia la scala e lo scopo della stessa. Si potranno così avere carte a scale molto piccole e scale molto grandi; solo in queste ultime sarà possibile rappresentare i tipi di suolo o i *polypedon*.

A scale molto piccole potranno invece essere delimitate solo delle associazioni di tipi di suolo. Occorre a questo punto ricordare i concetti di unità tassonomica ed unità cartografica poiché spesso i due sono confusi e possono portare ad errori.

Le unità tassonomiche corrispondono a quelle distinzioni del sistema di classificazione usato e possono essere rappresentate es. da sottogruppi, famiglie, serie, ecc.

---

(\*) Per *polypedon* si intende uno o più *pedon* contigui tutti ricadenti entro una serie ben definita. Esso è una parte reale, fisica del suolo ed ha come limiti il non-suolo o *pedon* con caratteri diversi rispetto ai criteri usati per definire la serie. Il *pedon* può definirsi come il più piccolo volume di suolo attraversato dalle radici delle piante spontanee perenni, o dal limite più basso degli orizzonti genetici, qualunque sia la profondità.

Le unità cartografiche possono essere date o da unità tassonomiche (esempio serie) o da combinazioni (associazioni o complessi) di unità tassonomiche e aree ove non vi è suolo.

L'unità tassonomica è perciò una costruzione fatta dall'uomo per ordinare in maniera facile i numerosi oggetti in modo da poterli studiare individualmente.

L'esame del suolo si effettua nelle tre dimensioni dello spazio, ma, in relazione all'intera area, tale esame riguarda poco più che un punto e perciò tali punti possono essere infiniti. Nella classificazione si raggruppano tali punti entro limiti ben definiti rappresentanti l'unità tassonomica. Ciascuna unità è data da un profilo-modello che rappresenta le caratteristiche più tipiche di tutti i suoli della classe e molti altri profili che variano rispetto a questo concetto centrale entro limiti ben definiti (Soil Survey Manual). In tutti i profili del gruppo sono presenti e con la stessa sequenza gli stessi tipi di orizzonti e le proprietà di questi orizzonti (tessitura, profondità, colore, struttura, pH, ecc.) variano entro un'area ben definita.

Un'unità tassonomica può corrispondere ad una unità cartografica (solo nelle carte a grande scala) sebbene in questo caso dobbiamo anche considerare le cosiddette « impurezze » che sono una piccola porzione di altre unità tassonomiche (al massimo 15%) che non può essere esclusa dalla cartografia pratica ma che non può essere rappresentata separatamente.

Diminuendo la scala, sarà necessario associare una o più unità tassonomiche formando il cosiddetto « complesso di suoli ».

In genere l'unità tassonomica più usata è la *Serie*. Secondo R. SIMONSON (1964) la « *Serie* » consiste in un gruppo di *pedon* o di *polypedon* che presentano caratteristiche essenzialmente uniformi sotto la normale profondità di lavorazione nella disposizione degli orizzonti o nelle proprietà del profilo tipico (modale) nel caso che gli orizzonti genetici siano sottili o assenti. Si ammette una maggior variabilità nella natura degli orizzonti di superficie rispetto ai più profondi poiché la parte del suolo sotto lo strato lavorato è meno soggetta a variazioni. Quindi i *pedon* appartenenti ad una serie sono sostanzialmente omogenei nei loro orizzonti genetici o nelle proprietà di una parte ben definita del profilo sotto il normale strato di lavorazione. Per ciò che riguarda la profondità, il campo di variazione è limitato e questa proprietà non è stata utilizzata per definire le *Serie* (bensì le *fasi*) che avranno così un ristretto campo di variabilità nelle loro caratteristiche.

Ciascuna unità cartografica consiste di *pedon* o parti di *polypedon* classificabili in una o più *Serie* solo per carte a grande scala (1:5.000). Comunque l'esperienza ha dimostrato che tali entità cartografiche consistono generalmente di *pedon* di una serie ma possono includere parti di *pedon* di una serie o più serie diverse. In effetti si tratta delle « impurità » viste quando si è parlato delle unità tassonomiche. Non bisogna dimenticare infatti che il suolo è un « continuum » o continuità naturale che mostra una estrema variabilità da punto a punto.

La maggior parte delle Serie non sono però sufficientemente omogenee, in tutte le loro caratteristiche soprattutto per gli scopi pratici del rilevamento. Per tali applicazioni le unità tassonomiche (Serie, Gruppi, ecc.) vengono suddivise in *Fasi* sulla base di singole proprietà del suolo importanti per l'uso e che non sono utilizzate per la distinzione delle unità tassonomiche.

Le fasi sono accorgimenti definiti deliberatamente come unità fuori dal Sistema di classificazione ma con questo correlate. La loro identità è definita dal nome della Serie, classe o categoria più un termine descrittivo per le proprietà in base alle quali è avvenuta la distinzione. Avremo così Serie con fasi di pendenza, di erosione, di sedimentazione, di rocciosità e pietrosità, di profondità, di drenaggio, di salinità, ecc.

Infine, come altre unità cartografiche, possono essere ricordati i *Tipi fisiografici* usati soprattutto per carte semidettagliate e raggruppanti unità uniformi in rapporto alla utilizzazione.

P. BALDACCINI

## CENNI SUI PRINCIPI TECNICI DEL RILEVAMENTO

La preparazione di una carta pedologica è soprattutto il risultato di una ricerca delle unità di classificazione e di rilevamento e quindi uno studio prevalentemente di campagna.

Come prima suddivisione, possiamo ricordare due sistemi di rilevamento: *sistema di rilevamento libero* (soggettivo o standard) e *rilevamento sistematico* o *semisistematico* (oggettivo)

Il primo sistema è ed è stato quello maggiormente utilizzato nei vari paesi del mondo e che anche noi utilizziamo. In sintesi il lavoro di rilevamento, a qualsiasi scala, consiste prima di tutto nella ricerca degli elementi già noti e studiati che abbiano in qualche modo relazioni con il suolo ed i fattori della pedogenesi. Si prenderà così in considerazione il clima, la morfologia, la geolitoologia, la vegetazione, ecc. e, attraverso una serie di ispezioni preliminari, si cercherà di ottenere un quadro generale dei tipi di suolo più diffusi presenti nell'area da rilevare. Si arriverà in tal modo all'individuazione dei profili tipici e rappresentativi per ciascuna area, alla loro descrizione, campionatura e classificazione ed alla formazione delle unità cartografiche e, in definitiva, alla bozza di legenda della carta. Occorre ricordare che la scelta dei profili tipici non è arbitraria ma deriva da numerose osservazioni effettuate ad ogni variare di condizioni ambientali locali (differenze nella morfologia, nella vegetazione, pietrosità superficiale, esposizione, ecc.). In tal modo il suolo è messo in relazione con le stazioni perché in effetti è attraverso molti caratteri di esse che viene successivamente cartografato.

Una volta individuate e definite le unità cartografiche si passa alla loro ubicazione in campagna. Questa operazione avviene sia facendo riferimento ad elementi ambientali (elementi fisiografici) correlati con i suoli, sia percorrendo determinati itinerari ed effettuando lungo essi osservazioni con profili e trivellazioni. L'accuratezza dell'ubicazione del limite dipende dal numero degli itinerari e delle osservazioni lungo questi.

Alcuni limiti risulteranno esatti. Per altri invece esistono notevoli difficoltà nella loro ubicazione dato il carattere graduale di molti limiti pedologici. Ciò è anche in funzione della scala perché un confine che può essere nettamente definito su una carta a piccola scala, dovrà essere cartografato come transizione graduale a scale più grandi. Comunque

porre tali limiti anche per un rilevatore esperto, è sempre un problema: l'ubicazione dipende, secondo A. VINK, dai seguenti fattori:

- 1) scala della carta
- 2) caratteristiche di campagna facilmente determinabili dal rilevatore
- 3) influenza di altre caratteristiche del suolo e del clima
- 4) significato agronomico del limite
- 5) importanza delle superfici delle unità cartografiche da delimitare.

Si vuol ribadire ancora che porre dei limiti vuol dire controllare continuamente la classificazione; i suoli infatti rappresentano delle superfici e quindi i limiti diventano parte integrante delle loro definizioni.

Riassumendo i tipi di osservazioni da effettuarsi in campagna durante il rilevamento sono tre:

- 1) osservazioni per la descrizione, campionamento e la classificazione
- 2) osservazioni per l'ubicazione dei limiti
- 3) osservazioni speciali in funzione degli scopi del rilevamento.

Un altro punto sul quale si deve soffermarci è il numero di osservazioni per unità di superficie. È chiaro che tale numero deriva dalla scala della carta e dalla complessità del paesaggio pedologico e quindi in genere non si può stabilire a priori.

Una distinzione dovrebbe prima di tutto essere fatta tra le osservazioni effettuate per la classificazione dei profili tipici e quelle per l'identificazione dei limiti.

Riguardo al numero totale di osservazioni si riportano alcune proposte G. G. STEUR riporta i seguenti dati:

16	osservazioni per ettaro per la scala	1: 5.000;
4	» » » » » »	1:10.000;
2-3	» » » » » »	1:25.000;
1-6	» » » » » »	1:50.000;

I rilevatori della O.R.S.T.O.M. (Francia) usano 1-2 osservazioni per cm<sup>2</sup>. di carta pubblicata.

J. SCHELLING (1961) indica da 3 a 7 osservazioni per ettaro per una carta al 10.000.

Il Servizio per lo Studio del Suolo dell'Institut National de la Recherche Agronomique di Montpellier esegue un numero di profili vario in funzione del dettaglio e dell'importanza della carta. Si hanno così i seguenti dati:

— 1	profilo ogni	500-800 ha.	negli studi con scala	1/100.000
— 1	»	»	300-400 ha.	» » » » 1/50.000
— 1	»	»	50-100 ha.	» » » » 1/25.000
— 1	»	»	20-50 ha.	» » » » 1/10.000

In questo caso si tratta sempre di profili-tipo destinati a caratterizzare una determinata zona omogenea e pertanto vengono opportunamente descritti e campionati. A questi vanno aggiunte tutte le osservazioni (con trivella o con scavo) necessarie per la ricerca e l'ubicazione dei limiti fra le unità cartografiche.



TABELLA I

DATI SULLE OSSERVAZIONI DI CAMPAGNA NEI RILEVAMENTI PEDOLOGICI (senza l'uso dell'aerofotointerpretazione)  
(A. VINK)

Scala della carta	Ampiezza di 1 cm <sup>2</sup> rappresen- tato sulla carta	Totale approssimativo di osservazioni di campagna / 100 Ha			
		Osservazioni per cm <sup>2</sup> di carta			
		9	5	4	2
1:10.000	1 Ha = 0,01 km <sup>2</sup>	900	500	400	200
1:20.000	4 Ha = 0,04 km <sup>2</sup>	225	125	100	50
1:25.000	6,25 Ha = 0,0625 km <sup>2</sup>	114	80	64	32
1:50.000	25 Ha = 0,25 km <sup>2</sup>	36	20	16	8
1:200.000	4 km <sup>2</sup>	2	1	0,8	0,5
1:250.000	6,25 km <sup>2</sup>	1,5	0,9	0,7	0,35
1:500.000	25 km <sup>2</sup>	0,35	0,2	0,15	0,10
1:1.000.000	100 km <sup>2</sup>	0,1	0,05	0,05	0,03

TABELLA II

## RAPPORTI TRA SCALA CARTOGRAFICA E OSSERVAZIONI DI CAMPAGNA

Tipo di Unità distinguibile sulle carte	Scala della carta	Scopi principali della cartografia	Tipo generale della carta	Numero medio approssimativo di osservazioni 100 Ha		Scala approssimativa delle foto aeree
				Senza aerofotointerpretaz.	Con aerofotointerpretaz.	
t § m	1:2.500	Rilevamenti aziendali	Molto dettagliata	500 — 4000	500 — 4000	1:10.000
t § m	1:10.000	Rilevamenti molto dettagliati	Dettagliati	100 — 500	100 — 500	1:10.000
t § m	1:25.000	Rilevamenti per aree campione	Dettagliati o semidettagliati	± 100	10 — 50	1:20.000
t § m	1:50.000	Rilevamenti per studi di dettaglio	Semidettagliati	12 — 25	1 — 3	1:20.000
a <sub>1</sub> (a <sub>2</sub> )	1:100.000	Rilevamenti per progetti	Da riconoscimento	2 — 45	± 1	1:20.000
a <sub>1</sub>		Rilevamenti regionali	Dettagliate			
a <sub>2</sub>	1:200.000	Rilevamenti di riconoscimento per grandi progetti	Da riconoscimento e generalizzate	± 1	0,5 — 1	1:20.000
a <sub>3</sub>		Rilevamenti regionali e nazionali				1:50.000
a <sub>2</sub>		Rilevamenti di riconoscimento per progetti molto grandi				1:70.000
a <sub>3</sub>	1:1.000.000	Carte schematiche su scala nazionale o per correlazioni internazionali	Schematiche o esplorative			1.500.000

t = unità tassonica (unità di classificazione pedologica basata su principi genetici e morfologici generali)

m = unità cartografica

a = associazione

a<sub>1</sub> = di serie

a<sub>2</sub> = di famiglie

a<sub>3</sub> = di gruppi

t § m = se almeno l'85% di m = t (secondo il Soil Survey Manual)

Nella Tabella I si riportano alcuni dati sulle osservazioni di campagna nei rilevamenti pedologici non usando l'aerofotointerpretazione.

Nella Tabella II sono invece riportati alcuni dati riguardanti la scala cartografica e le osservazioni di campagna.

Uno strumento che è divenuto assai utile nei rilevamenti pedologici è dato dalla interpretazione delle foto aeree (\*).

Tale metodologia si basa sul principio che un tipo di suolo copre una certa superficie e pertanto fa parte integrante di un determinato paesaggio e cioè di un determinato ambiente fisiografico. Poiché con la fotointerpretazione si individuano con precisione le unità fisiografiche è chiaro che tale mezzo assume una notevole importanza per la cartografia dei suoli.

L'uso delle foto aeree è comparabile al lavoro che il rilevatore effettua in campagna nella correlazione tra suolo e stazione; però la foto aerea presenta alcuni ben definiti vantaggi. Prima di tutto è possibile analizzare sistematicamente e in una sola volta l'area da rilevare, successivamente si può studiare l'intera area dallo stesso punto di osservazione (nel rilevamento standard la visione è nel migliore dei casi obliqua come avviene dalla cima di una collina).

Infine il terzo vantaggio riguarda la possibilità di pianificare il lavoro di campagna prima di effettuarlo, sulla base delle indicazioni fornite dalla fisiografia. Tutto questo si traduce anche in un risparmio notevole sia nel tempo che nel costo del rilevamento; tale risparmio varia dal 10 all'80% a seconda della scala e degli scopi del rilevamento. In molti casi l'esattezza e l'efficienza del rilevamento è tre volte più alta rispetto ai metodi tradizionali.

Esistono comunque delle limitazioni nell'uso delle foto aeree che possono essere così riassunte:

a) sulla foto non si può vedere l'oggetto reale del rilevamento, cioè il profilo del suolo. Sono stati fatti vari tentativi per arrivare alla descrizione del profilo utilizzando i caratteri derivati dalle foto ma nessuno ha raggiunto lo scopo, proprio per l'impossibilità di rilevare, con questo metodo, gli aspetti quantitativi del suolo.

b) non è sempre possibile differenziare sulle foto i tipi, le serie e le fasi perché spesso non sono sistematicamente visibili sulla superficie terrestre. Questo è vero soprattutto quando sono avvenuti nuovi fatti fisiografici sopra il suolo (esempio copertura eolica su alluvioni, erosioni diffuse o in solchi, ecc.).

Da questo se ne deduce che per i rilevamenti dettagliati la foto aerea ha un valore limitato.

Tenendo conto delle suddette limitazioni è possibile identificare in maniera migliore l'utilità delle foto aeree nei rilevamenti pedologici:

---

(\*) Prima di tutto le foto aeree possono essere usate come carta base per i rilevamenti (vedi rapporti del Soil Survey dell'U.S.D.A.). Ma è soprattutto dall'esame stereoscopico delle foto che si ottengono nuovi elementi utili per i rilievi pedologici.

a) possibilità di studio più intensivo degli aspetti fisiografici del suolo

b) migliore determinazione della distribuzione spaziale delle unità cartografiche

c) determinazione più precisa e più rapida dei limiti pedologici.

In base a quanto è stato detto sopra è chiaro che non esiste una piena corrispondenza tra fotointerpretazione e carta pedologica; la prima

TABELLA III

Posto di lavoro	Fasi	Risultati
<i>Ufficio</i>	1. Aerofotointerpretazione	Carte rilevate con l'aerofotointerpretazione e con classificazione di unità fisiografiche.
<i>Campagna</i>	2. Primo riconoscimento	Primo schema di legenda.
	3. Cartografia di aree campione o catene	Secondo schema di legenda della carta pedologica e primo schema parziale della carta pedologica.
	4. Primo rilevamento in campagna	Controllo della legenda definitiva e secondo schema parziale della carta pedologica.
	5. Secondo rilevamento in campagna	Legenda finale e primo schema generale della carta pedologica. Note aggiuntive sui punti incerti.
	6. Terzo rilevamento in campagna	Revisione dei punti incerti (dove è possibile) per lo schema finale della carta. Revisione della legenda.
<i>Ufficio</i>	7. Carta definitiva e schema del rapporto	Rifinitura finale della carta. Miglioramento della legenda finale del rilevamento. Rapporto sul rilevamento che è essenziale quanto la carta stessa.
	8. Interpretazione del rilevamento del suolo Rapporto finale	Tutte le note e le osservazioni sulla qualità e suscettibilità dei suoli vengono correlate per dare il rapporto finale. Eventuali carte derivate.

non può essere mai considerata come il risultato finale del rilievo ma solo una fase intermedia, anche se importante, dello stesso.

Nella Tabella III si riportano le varie fasi di un rilevamento pedologico con l'ausilio della aerofotointerpretazione.

Il rilevamento sistematico (o semisistematico) rappresenta il sistema più recente di rilevamento ed è impostato sulla analisi statistica della variabilità dei caratteri dei suoli. Su questo argomento parlerà più diffusamente G. Sanesi.

\* \* \*

Qualunque sia il sistema di rilevamento usato, fondamentale importanza ha il rapporto o relazione descrittiva che accompagna la carta stessa. La forma ed il contenuto di tali documenti devono essere in funzione dello scopo che si era prefisso il rilevamento. Il rapporto è perciò parte integrante dello studio e non una fase separata, e dovrà contenere la descrizione, la classificazione, e le proprietà dei vari suoli cartografati con tabelle analitiche oltre che notizie sugli usi agricoli e forestali attuali e futuri, sui trattamenti più idonei, potenzialità produttiva, applicazioni ingegneristiche e di conservazione.

\* \* \*

Si conoscono vari tipi di carte pedologiche in funzione o della scala o dell'accuratezza e dettaglio con i quali sono posti i limiti tra le varie unità cartografabili.

A seconda della scala si parla di:

— *Carte a piccola scala*, da 1:1.000.000 ad 1:500.000 che mostrano fenomeni generali e la diffusione dei suoli su grandi estensioni;

— *Carte a media scala*, da 1:100.000 a 1:50.000 che consentono una visione abbastanza dettagliata della diffusione dei suoli presenti in una zona e vengono utilizzate per piani generali (es. piani generali di bonifica);

— *Carte a grande scala*, da 1:25.000 a 1:10.000 — da 1:5.000 a 1:2.000 utilizzate per progetti esecutivi e a livello aziendale.

A seconda del dettaglio abbiamo:

— *Carte generali o schematiche* — Le scale vanno da 1:1.000.000 a 1:500.000 e mostrano soprattutto tipi fisiografici o delle associazioni. Esse possono essere usate per avere un quadro generale dei suoli di una nazione o continente, per le correlazioni internazionali, per scopi didattici (esempi: Carta d'Italia, Carta d'Europa).

— *Carte di riconoscimento* — Le scale vanno da 1:500.000 a 1:250.000 - 1:200.000 e mostrano grandi unità di suoli e sono utilizzate per una prima indagine sulle caratteristiche e la potenzialità dei suoli di un paese o di una regione o di un grosso comprensorio.



— *Carte semidettagliate* — Scale dal 1:50.000 a 1:25.000. Le unità cartografiche sono serie o associazioni di serie o di fasi. Esse servono per progetti generali di bonifica, irrigazione, per piani esecutivi in selvicoltura, indagini più approfondite in zone coperte da cartografia a scala più piccola.

— *Carte dettagliate* — Le scale vanno da 1:25.000 a 1:5.000 vengono rappresentate serie o di suolo o fasi di queste cioè le unità più basse di classificazione. Si tratta di carte con scopo prevalentemente pratico utilizzate a livello aziendale e operativo (consorziale). Le scale più piccole sono utilizzate ad esempio per piani di sviluppo irriguo o in zone d'intenso sfruttamento agricolo; le scale più grandi sono richieste per lavori di ingegneria come progettazione di aeroporti, ecc..

#### INTERPRETAZIONE DEL RILEVAMENTO PEDOLOGICO PER SCOPI PRATICI

L'interpretazione ai fini applicativi del rilevamento pedologico fa parte della classificazione del territorio (Land classification). Attraverso tali caratteristiche i suoli vengono raggruppati in classi a seconda dei vari scopi che si propone l'attività dell'uomo.

La classificazione può essere fatta quindi in maniera diversa a seconda dei vari temi che volta a volta dovranno essere sviluppati; si ha cioè, successivamente al rilevamento pedologico, lo svilupparsi di una cartografia speciale o derivata. In questi documenti, più suoli possono venir riuniti in una stessa unità se aventi gli stessi caratteri in relazione allo scopo della carta. Gli elementi che possono essere tenuti in considerazione sono numerosi e forniranno la base per varie carte di cui si elencano le più importanti:

— *Carta della potenzialità del suolo* ove si prende in considerazione la capacità o attitudine che ha il suolo a formare una ottima base per la vita delle piante. Essa risulta dai rapporti esistenti tra le varie caratteristiche pedologiche più importanti agronomicamente;

— *Carta delle limitazioni d'uso* che rappresenta le limitazioni naturali che condizionano l'uso razionale del suolo, sia esso effettuato mediante la messa a coltura che con la utilizzazione forestale;

— *Carta delle attitudini colturali* che indica la suscettibilità di un suolo per un uso più o meno specifico o per il miglioramento delle sue caratteristiche;

— *Carta delle idoneità delle terre a sostenere l'irrigazione* cioè la sistematica valutazione delle stesse per stabilire l'estensione ed il grado di idoneità ad essere irrigate (Land Classification del Bureau of Reclamation);

— *Carta dei pericoli di erosione*, ove sono riportati tutti i fattori che concorrono all'erosione del suolo.

È chiaro che tutte queste carte derivano dalla interpretazione della carta pedologica di base e sono soggette a variare col tempo molto più che questa. In altre parole le unità cartografiche nella carta pedologica sono abbastanza stabili nel tempo mentre le classi rappresentate nelle carte derivate possono cambiare in un periodo molto più breve essendo soggette all'influenza di numerosi fattori non pedologici (tecnologia, economia, eventi bellici, ecc.).

### CONCLUSIONI

Durante queste introduzioni sono stati accennati i punti ed i problemi più importanti che riguardano la cartografia pedologica e le sue applicazioni. Risulta chiara, dalla breve illustrazione effettuata, la complessità del lavoro necessario sia per la classificazione sia per il rilevamento pedologico che richiedono personale specializzato a livello direttivo e qualificato a quello operativo, oltre che la collaborazione delle altre discipline che fanno parte della Scienza del Suolo (chimica del suolo, fisica, mineralogia) e delle materie collaterali (botanica, geologia, geomorfologia, ecc.).

L'insieme di tutte queste attività richiede una organizzazione idonea preposta a tale scopo cioè un Servizio del Suolo sul modello di quelli esistenti in vari altri paesi europei ed extraeuropei. Non vogliamo qui trattare dei Servizi che operano nelle varie nazioni ma ricordiamo che ad esempio negli U.S.A. esso esiste sin dal 1899, in Gran Bretagna dal 1939, in Australia dal 1927, ecc.

In Italia, come tutti sanno, non esiste un organismo che abbia i requisiti precedentemente elencati anche se molti sono gli Istituti universitari, le Stazioni sperimentali del Ministero Agricoltura e Foreste, i Centri di ricerca del C.N.R., Centri di Sperimentazione Regionale ed Enti pubblici vari che si interessano del problema.

In genere però l'attività di questi organismi segue spesso un punto di vista unilaterale che, come abbiamo visto, è in contrasto con gli scopi ed i principi della cartografia pedologica e manca perciò l'adeguato coordinamento e la necessaria correlazione.

Certamente l'attività di un Servizio completo, autonomo e responsabile nella sua attività, richiede un certo impegno finanziario che però sarà minore della somma delle spese effettuate frammentariamente dai vari organismi suddetti che lavorano singolarmente.

Il Servizio unico permetterebbe sia uniformità che omogeneità del lavoro (con tutti i vantaggi connessi dal lato applicativo) e certamente un minor costo riferito all'unità di superficie rilevata.

*Prof. MANCINI*

Desidero ringraziare vivissimamente i colleghi Aru e Baldaccini per questa densa e chiarissima relazione. In tre quarti d'ora sono riusciti a condensare il grosso delle nostre conoscenze in modo a mio avviso assai efficace. Prima di aprire il dibattito su questa introduzione generale ho il piacere di cedere la parola al Prof. Vasco Rossetti, Direttore dell'Istituto di Mineralogia e Petrografia della Facoltà di Scienze Naturali che è nostro anfitrione, nostro padrone di casa.

*Prof. ROSSETTI*

Nel momento in cui si è riunita questa tavola rotonda sotto gli auspici della Società Italiana della Scienza del Suolo non poteva mancare la parola della Facoltà di Scienze Naturali Fisiche e Matematiche che in questo momento ho l'onore di rappresentare per porgere il saluto più cordiale, più vivo e naturalmente l'augurio più sentito per i buoni risultati di questa tavola stessa. L'estensione di interessi non soltanto dal punto di vista teorico ma anche, e soprattutto, dal punto di vista pratico di questa scienza come mi è sembrato di sentire già alencare nella sintesi del Prof. Aru e Prof. Baldaccini che mettono in evidenza l'importanza di questa riunione e la mettono tanto più in evidenza per noi della Facoltà di Scienze Naturali in quanto si riunisce qui; si riunisce, forse, in una sede tra le più opportune che è quella dell'Istituto di Mineralogia e Geologia che ho sentito da poco nominare. L'inserimento di questa materia è logicamente chiaro quindi insieme con tutte le altre Facoltà etc., Ingegneria etc. etc., che sono state elencate dal Prof. Baldaccini e che hanno un interesse particolare e fondamentale non soltanto per i suoli della nostra Italia, ma logicamente per tutti i terreni della crosta terrestre.

Sono quindi lieto di porgere il saluto al Prof. Mancini, Presidente della Società e il saluto e l'augurio a tutti i convenuti per migliori risultati di questa tavola rotonda.

*Prof. MANCINI*

Devo ringraziare vivamente e affettuosamente il Prof. Rossetti che rappresenta qui la Facoltà di Scienze. Come ebbi modo e occasione di dire anche due anni or sono durante un'assemblea che la Società Geologica Italiana tenne in questa aula, siamo particolarmente lieti di essere qui ospitati per le tradizioni della Facoltà, per i legami che tutti noi appartenenti alla grande branca della Scienza del Suolo abbiamo sempre avuto e abbiamo ancora con la Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali. Il contributo che gli studiosi della Facoltà possono recare al progresso anche della nostra scienza è vistoso e un mineralogista e petrografo della fama del Prof. Rossetti non ha bisogno certo che glielo illustri. Dalla collaborazione tra naturalisti e coloro che operano nella Facoltà di Scienze Agrarie e Forestali, nelle Stazioni Sperimentali Agrarie

e in tutti gli Istituti di Ricerca sparsi nel nostro Paese possono sortire risultati di grande rilievo che auspichiamo di prossima realizzazione. Non voglio perdere altro tempo.

Iniziamo senz'altro la discussione con la preghiera di fare interventi brevi e possibilmente sintetici. Non so se conviene che spezziamo questa discussione o se voi credete che sia bene inizialmente avere una richiesta di chiarimenti e poi una vera partecipazione alla discussione. Come i relatori preferiscono.

*Prof. ROMAGNOLI*

Mi compiaccio con gli amici Aru e Baldaccini per l'organizzazione di questo convegno e per il modo sintetico e chiaro con cui hanno presentato la loro relazione introduttiva.

Io vorrei però fare un'osservazione a proposito delle carte tematiche. Alcuni anni or sono in una nota (Le carte pedologiche nel quadro della cartografia tematica per la programmazione. Ann. Acc. It. Sc. Forest. Vol. XV, 1967) avevo precisato che, sulla base di quanto specificato da A. Sestini in un resoconto da lui fatto sull'attività del Gruppo Ricerca del CNR sulle carte tematiche e l'Atlante nazionale d'Italia, anche le carte pedologiche in senso lato rientrano nelle carte tematiche.

Fra queste è però importante distinguere quelle rilevate secondo criteri standardizzati, legati alle caratteristiche intrinseche e permanenti del profilo del suolo e quindi non soggette ad invecchiamento, da quelle derivate dalle precedenti che estrapolando particolari aspetti possono variare nel tempo. Per definizione poi una carta derivata, se non integrata da controlli a terra, non deve avere un dettaglio maggiore della carta base da cui è ricavata.

*Prof. ESCHENA*

Innanzitutto mi congratulo con i Proff. Aru e Baldaccini per la esauriente e sintetica messa a punto dell'argomento: lo scopo mi sembra raggiunto anche se esauriente e sintetica potrebbe sembrare una contraddizione in termini. E col consenso di Aru e Baldaccini vorrei fare io ciò che penso sia nei loro desideri: offrire al collega Prof. Mancini il successo che già si prevede per questa riunione.

In effetti nell'ascoltare al banco degli oratori i tuoi allievi così preparati, nel guardare con attenzione le carte pedologiche qui esposte e rilevate sotto la tua guida io trovo la prova tangibile di tutto il lavoro che tu, caro Mancini, hai fatto e di cui bisogna tener conto.

Vorrei trattare un altro argomento: Mancini mi ha ringraziato per le analisi fatte nell'Istituto di Chimica Agraria di Portici che ho l'onore di dirigere, ma devo accettare questo ringraziamento solo in parte perché non meritano tanto le modeste determinazioni di routine eseguite; propongo invece di prendere una ipoteca sul futuro impegnandoci tutti noi a rendere più ampia questa collaborazione e ad estenderla ad approfondimenti più acuti dei problemi comuni. Bisogna avere il coraggio di ri-

conoscere che non è facile trovare la strada perché noi subiamo ancora i riflessi di eventi passati, dei quali non siamo colpevoli, ma dei quali ci rendiamo complici ogni volta che ci è difficile dimenticarli.

Io ho sempre offerto e cercato la collaborazione: penso che si possa sperare bene. Nel campo della Genesi e Classificazione del Suolo io sono appena un orecchiante: chiedo ai colleghi della 5ª Commissione di accendere la discussione; vedo che in sala sono presenti colleghi specialisti di quasi tutte le Commissioni e penso che ognuno di noi potrà trovare un aggancio per intervenire ed infondere all'esame del tema tutto l'interesse che merita.

*Prof. SANESI*

Mi scuso con Aru e Baldaccini ma volevo brevemente riprendere alcuni concetti perché discutendone penso si potranno chiarire meglio certi termini base come quello di « pedon », quello di « serie » ecc. che a persone che non sono ben addentro ai problemi della cartografia, possono rimanere un pochino oscuri.

Ora eseguire una cartografia significa essenzialmente mettere ordine in un universo che inizialmente è sconosciuto, cioè noi cominciamo a cartografare zone i cui suoli non conosciamo e dobbiamo mettere un ordine in questo insieme.

Ci troviamo quindi di fronte a un paesaggio con un universo di suoli da esaminare. Questo universo nell'ambito delle Scienze Naturali può essere di due tipi: cioè noi possiamo trovarci di fronte a un universo così detto particolare, cioè discreto costituito da individui chiaramente definibili come può essere per esempio l'universo nel mondo animale e vegetale, in cui l'individuo è qualche cosa di ben definito, cioè oggettivo, indipendentemente dall'osservatore.

Chiaramente non esiste nessun problema a individuare una pianta, un animale. Viceversa nel caso dei suoli, noi ci troviamo di fronte ad un universo continuo. Cioè un individuo nel campo pedologico non è qualche cosa di ben definito bensì una unità arbitraria. Da qui la necessità sentita fin dai primi tempi della pedologia, di mettersi d'accordo su unità suolo che fossero eguali per tutti i Pedologi in maniera di avere un riferimento comune per tutti quanti. Nel caso della pedologia questa entità di riferimento è appunto il « pedon », a cui prima faceva riferimento Aru. Cioè il « pedon » non è altro che un'unità arbitraria di volume a cui fanno riferimento tutti i pedologi e che serve per la descrizione e per il campionamento del suolo. Il « pedon » è essenzialmente un'unità di campionamento nel mondo della pedologia.

Gli americani hanno creato un altro concetto che mi pare di non aver sentito citato, cioè il « soil individual ».

« Soil individual » è stato creato per poter eseguire una cartografia del suolo. In definitiva il pedologo che va in campagna e deve cartografare deve fare per quanto possibile riferimento a elementi del paesaggio per poter mettere dei limiti pedologici, però è necessario che questi limiti racchiudano dei suoli relativamente omogenei; di solito sono la geologia e



la morfologia quelle che danno gli elementi di base per poter delimitare queste unità geograficamente localizzate nel paesaggio e pedologicamente omogenee.

Questo «soil individual» come unità cartografica, con una precisa posizione nel paesaggio, relativamente omogeneo pedologicamente, è la unità che viene cartografata in pedologia. Nell'ambito di questa unità si rende necessario successivamente dover definire il campo di variazione dei caratteri del suolo. Ecco che qui torna quell'unità arbitraria di volume, quel «pedon» di cui si parlava, a cui viene fatto riferimento come unità campionaria.

Pedon in definitiva è il profilo del suolo che una volta scavato, descritto, campionato e successivamente analizzato in laboratorio serve da una parte per definire i limiti di variazione dei caratteri del suolo nella nostra unità cartografica, dall'altra per costruire la serie cioè per costruire l'unità di classificazione.

Il «pedon» è quindi l'unità di campionamento e di riferimento che usano i pedologi, in esso il profilo viene descritto e vengono presi campioni ed è poi sulla base di queste descrizioni e di questi campioni che viene definita la variabilità del suolo nell'ambito dell'unità cartografica e che viene costruito il sistema di classificazione. Ecco l'allacciamento con il concetto di serie. I pedon campionati e descritti entro un soil individual serviranno per definire una serie a cui viene dato un nome di località.

Questa serie costituisce una unità del rilevamento: cioè unità cartografica; ma anche una unità di classificazione, perché è la serie che costituisce l'unità tassonomica inferiore dei sistemi di classificazione del suolo.

*Prof. ARU*

Il Prof. Sanesi ha fatto un'esposizione assai sintetica sui termini «pedon» e «polipedon». È necessario precisare che una unità cartografica, rappresentata da una serie, è necessariamente un «polipedon», cioè un insieme di volumi con caratteri molto simili o che possono variare entro certi limiti.

*Prof. MANCINI*

Nella stessa unità morfologica ci possono essere diversissimi suoli come rilevamenti di campagna in gran parte di dettaglio, ad esempio della bassa valle dell'Agri, hanno mostrato.

Si hanno probabilmente suoli di ordine differente insiti dentro la medesima unità morfologica. Ci si può allora ricollegare al concetto di Baldaccini che nella cartografia di dettaglio anche la fotointerpretazione e la indagine geomorfologica non bastano più.

Come è vasto il concetto di serie, ancora da chiarire e puntualizzare, così lo è anche questo concetto di «soil individual» (che Sanesi non è riuscito a chiarire completamente).

Con questo sistema non diamo certo dei chiarimenti ai nostri colleghi delle altre discipline.

*Prof. SANESI*

La definizione originaria di « soil individual » è « una unità geograficamente localizzata e relativamente uniforme dal punto di vista pedologico ».

Esiste quel problema a cui faceva riferimento il Prof. Mancini e anche Aru prima, cioè gli Americani si sono accorti che seguitando su questa strada ad un certo punto cartografavano delle unità eterogenee e da qui è venuto fuori il problema delle impurità nell'ambito delle unità cartografiche.

Le impurità derivano dal fatto che Cline che è in definitiva il filosofo di tutto il sistema americano di classificazione, ad un certo punto ha tentato di conciliare le esigenze della cartografia con le esigenze della classificazione. E il « soil individual » è nato proprio da questo tentativo di conciliazione fra queste due diverse esigenze. Da un lato la esigenza della classificazione di creare delle classi naturali dei suoli, cioè in definitiva delle unità tassonomiche che raggruppassero suoli simili fra di loro e che fossero separate dalle altre classi da intervalli effettivamente esistenti in natura.

Chi cartografa, d'altro canto, quando si trova di fronte a variazioni del suolo si trova nella difficoltà di mettere dei limiti perché i limiti potrebbero essere arbitrari cambiando da rilevatore a rilevatore, per ovviare a ciò si deve fare riferimento il più possibile a dei caratteri del paesaggio, oggettivi ed effettivamente osservabili in campagna. Ecco perché è nato questo concetto di unità geograficamente localizzata, cioè di scomposizione del paesaggio in unità il più possibile omogenee dal punto di vista pedologico, ma che avessero anche dei limiti morfologici che potessero aiutare il cartografo a mettere dei limiti pedologicamente validi.

È chiaro che le variazioni di morfologia comportano una variazione delle caratteristiche del suolo per il variare delle pendenze o altro.

« Soil individual » è un'area morfologicamente localizzata ma a livello di morfologia di grande dettaglio. Il discorso del Prof. Mancini è giusto se noi usiamo un concetto di morfologia su spazi molto ampi, ma se facciamo un rilevamento di grande dettaglio ad esempio su una pendice, avremo una zona di maggiore erosione in alto, una zona di accumulazione in basso e quindi riusciremo a delimitare delle unità geograficamente localizzate, ma piuttosto uniformi pedologicamente. È chiaro che il campo di variabilità dei caratteri del suolo nell'ambito di ciascuna di queste unità viene a ridursi fortemente.

Io direi questo al Prof. Mancini: se nell'ambito di un'unità cartografata con questi criteri noi troviamo dei suoli molto diversi vuol dire che il sistema di classificazione è costruito male. Infatti questa è la critica che è stata fatta al sistema americano, non alla filosofia che è alla base del sistema, perché questa potrebbe essere anche accettata.

D'altronde sul concetto di « Soil individual » non è che ci sia un accordo mondiale, ci sono molti paesi che non sono affatto d'accordo nel definire la serie sulla base di queste unità geografiche, per esempio gli Olandesi sono in totale disaccordo con questa linea.

La serie è un'unità cartografica e al tempo stesso di classificazione, gli Olandesi rifiutano questo concetto. Essi dicono: « cartografiamo delle unità morfologiche ed andiamo ad esaminare cosa c'è dentro, se troviamo delle diversità facciamo pure due serie nell'ambito della stessa unità cartografica ».

Effettivamente ci sono queste due posizioni nettamente contrastanti. Oggi forse si va più verso la seconda cioè si tende ad eliminare il concetto unitario di serie che è unità cartografica da un lato, unità di classificazione dall'altro.

*Prof. ARU*

Anche quando si eseguono rilevamenti di dettaglio, soprattutto quando lo scopo principale è applicativo, è abbastanza frequente che serie simili rientrano nella stessa unità cartografica, anche se la scala è molto grande.

*Prof. ROMAGNOLI*

Volevo fare una precisazione riguardo all'osservazione fatta anche dal Prof. Mancini sui limiti di utilizzazione della fotografia aerea nella cartografia del suolo. La fotografia aerea è uno strumento di prospezione e come tale ha un campo di azione limitato. Partendo dal presupposto che la geomorfologia è uno dei fattori della pedogenesi noi facciamo la fotointerpretazione per suddividere il territorio in unità geomorfologiche, dopo andremo in campagna a scavare i profili nei punti stabiliti per vedere che tipi di suolo si rinvergono su ciascuna di dette unità. Naturalmente in una zona a geomorfologia uniforme, dove all'esame stereoscopico non si apprezzano differenze di quota da un punto all'altro, tale strumento non può essere utilizzato su questa base perché non ci permette di fare alcuna distinzione né mettere alcun limite. Anche in questo caso sarà indispensabile fare dei controlli a terra per cercare il significato di tali differenze di colore.

Nella valle dell'Albula per esempio solo dopo aver fatto i controlli a terra noi abbiamo potuto appurare che certi ripiani terrazzati erano pianeggianti solo perché una copertura di loess aveva livellato le incisioni verificatesi in una fase erosiva precedente.

*Dott. BIANCOTTI*

Vorrei chiedere alcuni chiarimenti a proposito delle argille, a cui si è accennato nella relazione introduttiva. Se noi consideriamo l'argilla non soltanto dal punto di vista qualitativo, ma anche quantitativo, allora questa frazione granulometrica, in un terreno, può essere messa in rela-

zione con numerose altre caratteristiche del terreno stesso. Tuttavia sia tramite gli X-diffrattogrammi che le analisi termiche differenziali, che gli altri metodi di analisi delle argille, si ottengono sempre e soltanto dati qualitativi, e non quantitativi.

Sulla base delle informazioni, ripeto, qualitative che si possono ottenere, è possibile stabilire una serie di relazioni fra l'argilla e le altre proprietà del suolo, per esempio la capacità di scambio, oppure non sarebbe necessario arrivare ad una determinazione strettamente quantitativa dei singoli tipi di argilla presenti nel terreno, qualora siano presenti associazioni di vari minerali argillosi? In questo caso, infatti, certe proprietà del suolo possono essere legate all'uno o all'altro tipo di argilla.

È possibile separare fra loro i minerali argillosi? Secondo: È sufficiente l'analisi qualitativa a definire talune proprietà delle argille stesse, e di conseguenza del suolo?

*Prof. ARU*

Mi pare che mi è stato chiesto questo: se si deve dare maggiore importanza alle determinazioni quantitative o qualitative.

È necessario conoscere tutte e due! Per esempio le caratteristiche di certi suoli sono legate ed alla quantità di argilla ed al tipo. Un suolo con 60% di montmorillonite si presenterà e si comporterà in maniera diversa da quello con la medesima quantità di illite o caolinite.

*Prof. ESCHENA*

Sono d'accordo, ma vorrei aggiungere qualcosa: mentre sono possibili la determinazione del tipo mineralogico dell'argilla e l'apprezzamento relativo dell'ammontare di ciascun tipo mineralogico in un terreno, ancora non è possibile addivenire alla determinazione quantitativa dell'argilla perché non sono a punto metodi di rilevamento esatti; la ricerca di questa possibilità non è però abbandonata.

Inoltre è da tener presente che le argille del terreno non hanno le caratteristiche di purezza delle argille la cui genesi è geologica; le argille risultanti dal processo pedogenetico mostrano spesso reticoli con un certo grado di disordine, talvolta reticoli profondamente alterati, talvolta con interstratificazioni.

Ma i rilevamenti che si possono fare oggi sono sufficienti alla tassonomia ed alle indagini pedogenetiche perché in effetti le analisi diffrattometriche e termometriche ci dicono con sicurezza quale è il tipo mineralogico di argilla che predomina: e così abbiamo potuto capire con estrema chiarezza che un determinato processo pedogenetico è accompagnato da un processo di alterazione delle miche che porta al predominio di un determinato tipo di argilla; così nei vertisuoli predomina la montmorillonite, nei terreni rossi la caolinite, negli andosuoli l'allofane e così via.

Anche l'entità del disordine e l'alterazione più o meno profonda dei reticolati, apprezzabile dal diffrattogramma, è utilmente interpretata

per risalire alla profondità e alla durata del processo di alterazione, e ad altre caratteristiche che si ripercuotono sulle proprietà chimiche e fisiche del terreno.

*Prof. ROMAGNOLI*

Mi rallegro per l'osservazione fatta dal Prof. Eschena; anch'io ho più volte notato che spesso alcuni colleghi confondevano il suolo con il sedimento geologico specialmente in Val di Cecina, Val d'Era ed in molte altre zone dove affiorano le cosiddette argille piacentiane che poi, avendo subito una incipiente fase di diagenesi, si comportano come siltiti e quindi hanno dei caratteri completamente diversi dai suoli argillosi di tipo vertico che su essi si formano e dagli altri che si rinven-gono nella zona.

*Prof. RONCHETTI*

Ci sarà una relazione proprio attorno a questo argomento; ma già fin d'ora posso dire che son d'accordo con te: sulle argille, ci troviamo di fronte con grande frequenza a dei problemi che sono molto più complessi di quanto non si creda.

La nostra relazione che leggeremo tra poco verterà infatti su un argomento un po' particolare e cioè sui dati di un rilevamento di grande dettaglio, vale a dire alla scala 1:200, di 12 delle nostre parcelle sperimentali approntate per lo studio dei fenomeni erosivi superficiali e profondi nell'ambiente delle argille plioceniche marine della Valle dell'Era.

*Prof. FIEROTTI*

Il mio intervento riguarda un aspetto della cartografia pedologica che fino ad ora, mi pare, sia stato un po' trascurato da tutti noi. Dando uno sguardo, infatti, anche superficiale, alle carte che tappezzano i muri di questa aula, ci si può accorgere come sia stata lasciata la più ampia libertà di scelta di colori agli Autori.

Così può capitare che, per lo stesso tipo pedologico o per la stessa associazione di suoli si faccia ricorso a colori diversi, creando in tal modo un elemento di confusione in chi deve utilizzare tali carte. Lo stesso dicasi per i simboli.

Non vi è dubbio alcuno che l'unificazione dei colori e dei simboli, contribuirebbe notevolmente alla più facile consultazione delle carte pedologiche. D'altronde altre discipline che si avvalgono pure di elaborati cartografici hanno già raggiunto, addirittura su scala mondiale, questa intesa.

A questo punto mi chiedo se non è possibile per noi trovare un accordo su scala nazionale. Esiste in proposito una proposta dell'Amico Pietracaprina fatta, mi pare, nel 1968 in occasione di una riunione del Comitato per la Carta dei Suoli d'Italia. Potremmo riprendere come base di discussione quella proposta che, ricordo, era già abbastanza

dettagliata, ma che si potrebbe rielaborare alla luce delle nuove conoscenze.

Vorrei pertanto invitare in questa sede, che mi sembra la più opportuna, il Presidente della V Commissione della Società Italiana della Scienza del Suolo, Prof. Aru, a prendere l'iniziativa di nominare una piccola commissione che, riprendendo quel documento, lo aggiorni e lo presenti in una prossima riunione ai componenti la V Commissione per le opportune discussioni. Grazie.

*Prof. PIETRACAPRINA*

In effetti il Prof. Fierotti ha anticipato quanto era mia intenzione dire; per cui riprenderò l'argomento brevemente soffermandomi su due punti in particolar modo.

Il problema dei limiti, nella cartografia pedologica, non è così rigoroso come invece lo è in geologia. Quasi sempre, salvo rari casi, nel lavoro di campagna il pedologo si trova di fronte a limiti molto sfumati, a passaggi gradualmente o irregolarmente snodantisi e quindi nella necessità di segnare un limite interpolato; questo sarà poi tanto più preciso quanto più dettagliata sarà la scala di rilievo e quanto maggiori saranno le osservazioni nella zona del limite stesso.

Per quanto riguarda invece la fotointerpretazione non sono completamente d'accordo col Prof. Baldaccini quando afferma che è consigliabile far precedere al rilievo di campagna la interpretazione foroaerea. Penso che così facendo si potrebbe condizionare ed orientare preventivamente il lavoro cartografico. Ritengo invece che la fotointerpretazione sia un indispensabile strumento di controllo finale capace di perfezionare la delimitazione delle unità morfologiche, tettonico-strutturali e geologiche e quindi migliorare il tracciamento dei limiti pedologici.

Concludendo questo mio intervento vorrei ancora una volta riproporre quanto ebbi a dire in occasione della riunione che il Comitato per la Carta dei Suoli d'Italia tenne a Firenze nel Dicembre del 1968: occorre studiare una simbologia pedologica tale che, usata da tutti, sgombri il campo dalle attuali frequenti confusioni. Uniformità nelle scale cromatiche, nei simboli litologici da adottare per il substrato, nelle più importanti coperture vegetali etc.

*Prof. BALDACCINI*

Io volevo rispondere al Prof. Pietracaprina in merito alla fotointerpretazione preventiva cioè l'uso della fotointerpretazione prima del rilievo in campagna.

Secondo me tale fase iniziale è necessaria soprattutto per la programmazione del lavoro successivo perché si ha un minor costo e si risparmia tempo; questo è fondamentale particolarmente per zone che hanno una difficoltà di accesso e di transito o che sono molto lontane. Ecco perché si effettua anche un primo abbozzo del lavoro, una prima

analisi sulle foto prima di andare in campagna. Questo non significa effettuare subito la fotointerpretazione definitiva: infatti, nella tabella riportata nella relazione introduttiva, vi è prima la fotointerpretazione preliminare, e successivamente la fotointerpretazione definitiva la quale viene effettuata dopo i rilievi e a sua volta controllata in campagna.

Per quanto riguarda gli schemi o sezioni, soprattutto dei casi particolari, essi danno una idea molto chiara della distribuzione del suolo in determinate condizioni, e per dimostrare alcuni importanti fenomeni pedogenetici.

Queste sezioni normalmente si ritrovano nella letteratura e soprattutto nei rapporti dei Servizi del Suolo dei vari Paesi, e nella cartografia ufficiale: per esempio, sono riportati nelle carte pedologiche 1:1.000.000 della Romania, nei rapporti del Servizio del Suolo U.S.A., della Svezia etc.

*Prof. MANCINI*

Ringrazio il Prof. Baldaccini. Desidererei sottolineare alcuni punti. A proposito delle carte qui esposte una parte di queste sono realizzazioni italiane, altre sono state qui portate per far vedere che cosa nei servizi del suolo di Paesi stranieri si sta facendo e vedete che esistono delle carte derivate dalla carta pedologica di base.

Per un Paese povero come l'Irlanda, per esempio, ho portato due carte; una pedologica di base e una carta che loro chiamano «soil capability» cioè della possibilità della utilizzazione del suolo. È derivata dalla carta di base.

A proposito di queste carte derivate c'è una discussione apertissima.

Si inaugura la settimana prossima a Wageningen una riunione ristretta fra i capi del Servizio del Suolo dei vari Paesi europei e un piccolo gruppo di specialisti della F.A.O. e di altri Organismi delle Nazioni Unite per vedere di chiarire un po' meglio questi problemi. Sapete che c'è una sfilzata di termini in inglese: «land suitability», etc. Non siamo nemmeno ancora d'accordo su quella che è la terminologia, la nomenclatura. Occorre unificare i concetti. Questo infatti è uno degli aspetti più importanti delle applicazioni pratiche della cartografia pedologica. I rilevatori infatti devono sempre tener conto degli scopi che il rilevamento si prefigge.

Direi che cammino in avanti ne viene fatto ogni giorno ma non c'è dubbio che abbiamo continuamente bisogno dei pareri di coloro che operano nella realtà.

Gran parte di noi sono agronomi oppure forestali come nascita quindi non è che si siano completamente esauriti in una disciplina naturalistica, sentono, anche perché in parte agricoltori, certi problemi reali, ma probabilmente non ne vedono moltissimi altri.

C'è quindi questa continua necessità di avere lo stimolo, il parere, il consiglio dei tecnici, dei professionisti che operano quotidianamente nel nostro Paese. Quindi pregherei coloro che qui possono darci questi consigli di prendere la parola. Siamo apertissimi a qualsiasi avvertimento.

*Prof. ROMAGNOLI*

Nel rilevamento del suolo bisogna distinguere il lato puramente accademico da quello applicativo, tendente a realizzare, su richiesta, la carta dei suoli di una certa zona ad un costo prestabilito entro un determinato tempo, come ad esempio la carta dei suoli di un certo comprensorio di bonifica da utilizzare per un progetto di miglioramento fondiario. È ovvio che questa realizzazione può essere scientificamente ed economicamente valida solo programmando con cura il numero e la sequenza delle osservazioni in campagna, essendo questa la fase più costosa del rilevamento. La fotointerpretazione preliminare integrata con tutti gli altri dati sulle caratteristiche ambientali (geologia, clima, vegetazione, ecc.) permette di avere una suddivisione del territorio in unità cartografiche che avranno un significato pedologico solo dopo la fase di profili del suolo. È però grazie allo studio preliminare che questa fase della prospezione può essere di molto abbreviata, e quindi ridurre notevolmente il costo e rientrare nei preventivi.

*Dott. MUSCAS*

Mi congratulo con i relatori per le magnifiche relazioni, anche se qualche nozione è rimasta un po' oscura. Io non sono pedologo, ma cerco di usare i vostri lavori. Qui ho visto delle belle carte, dei bei colori, ma quando cerchiamo di interpretarle a livello di agronomo (io sono un dirigente agricolo) ci troviamo in difficoltà perché sono troppo condensate, per cui noi avremo bisogno delle carte al 2.000 o al 4.000, anche perché mi sembra che la Sardegna abbia caratteristiche pedologiche particolari.

Noi ci troviamo veramente in grosse difficoltà quando dobbiamo effettuare delle trasformazioni o quando dobbiamo programmare le lavorazioni aziendali; ciò è uno dei nostri crucci, proprio perché il terreno varia continuamente e non avendo dei dati siamo costretti a fare una programmazione che non è proprio di dettaglio.

Facciamo una programmazione di tutte le lavorazioni possibilmente fissando anche i giorni e se possibile, la umidità del terreno per vedere quando è il momento migliore della lavorazione; questo però ci è difficile perché non possiamo avere una conoscenza diretta o scientifica del suolo.

Queste le necessità, secondo me, di avere delle carte a portata di tutte le aziende, possibilmente al 2.000, al 4.000 o al 5.000. Qui ho sentito che tra voi, su qualche cosa, non siete d'accordo; però indubbiamente servirebbe un coordinamento, non che io voglia appoggiare la tesi del Prof. Pietracaprina, in effetti a noi servono degli strumenti di facile interpretazione attraverso delle lettere e attraverso dei colori.

È per noi di estremo interesse poter utilizzare queste carte che non dovrebbero restare un bellissimo lavoro; tuttavia ho paura che da parte nostra non possano essere utilizzate.



Nella relazione dell'amico Baldaccini c'era un accenno ai costi, è una cosa importante, anche se esce dalle vostre disquisizioni molto interessanti; mi sembra che in fondo sia un fatto limitante il vostro lavoro e io mi chiedo e chiedo a voi se sono state fatte delle ipotesi di costo a livello di Regione; se sono state fatte delle ipotesi di servizio pedologico. A questo bisogna arrivare. Non voglio mettere in rilievo queste deficienze, però è un fatto che come in altri campi, in Italia, anche nella utilizzazione del suolo a fine agronomico esistono certe deficienze.

Nell'agricoltura italiana e in modo particolare sarda, appunto il terreno varia continuamente, per cui maggiore dovrebbe essere la conoscenza del suolo da parte di noi operatori.

Quindi io vorrei chiedere al Prof. Aru e al Prof. Baldaccini se sono state fatte a livello di Regione, dato che la Regione in fatto di agricoltura può disporre, può legiferare, delle ipotesi o delle avances per istituire un servizio pedologico.

*Prof. MANCINI*

A proposito delle giustissime considerazioni che faceva il Dott. Muscas, volevo ricordare che nel corso di Erice per l'aggiornamento degli studi agronomici del bacino del Mediterraneo ho avuto occasione di tenere lezioni sui problemi di cartografia per utilizzazione agronomica.

La richiesta generale era per una cartografia di estremo dettaglio e sono state effettuate delle considerazioni sia di costo, come Lei giustamente sottolineava, sia sul personale insufficiente per poter effettuare una cartografia, non dico su vasta scala, ma anche su scala comprensoriale. Quando poi scendiamo a livelli del 2000, del 4-5000 avremmo bisogno più che di agronomi laureati di tecnici diplomati e ben qualificati, che trovassero nel rilevamento del suolo veramente una occupazione la quale li soddisfacesse compiutamente.

I risultati che si hanno all'estero sono in genere questi: dopo un certo numero di anni, un pedologo rilevatore laureato passa ad un'altra professione o finisce per essere assorbito dall'amministrazione. Già a quarant'anni un uomo molto spesso è perduto per il progresso del rilevamento stesso.

Ci sono in Italia altre grosse difficoltà che è inutile enumerare; le carte di dettaglio realizzate in varie regioni del nostro Paese, sono dovute all'azione singola oppure, nella migliore delle ipotesi, alla collaborazione fra chi utilizza questo lavoro e i pedologi che hanno avuto mezzi, facilitazioni varie, in certi casi anche nei tempi di realizzazione.

Se vogliamo mutare le cose e far veramente avanzare il rilevamento di dettaglio occorre perciò istituire alla fine un servizio del suolo.

*Prof. FIEROTTI*

Il problema posto dal Dott. Muscas senza dubbio è di grandissima importanza. Tuttavia almeno per il momento ritengo che l'unica cosa che si possa fare è mandare avanti qualche studio limitato ad una zona

ristretta; di più credo non si possa fare, e ciò sia per questioni finanziarie, sia perché in Italia sono pochi coloro che si dedicano a questo tipo di lavoro e di ricerca. La differenza fra italiani e americani sta, per esempio, nel fatto che alle nostre poche decine di persone essi oppongono un servizio del suolo che può contare su un esercito di ben trentamila persone che in gran parte si interessano di rilevamento di suolo e che, per giunta, lavorano a pieno tempo e con larghissime disponibilità finanziarie.

Da noi le cose stanno diversamente. Trovare degli Enti disposti a finanziare questo tipo di studi è sempre più difficile e quando si trovano, sono disposti solamente a dare qualche misero milioncino dove invece ne occorrebbero molti di più; non esiste un servizio del suolo che possa coordinare e finanziare i vari studi; esiste solo l'entusiasmo di pochi che già è un miracolo se non si è spento, dovendo sempre lottare contro difficoltà, diffidenze, indifferenze.

Noi vogliamo tuttavia essere speranzosi che nell'avvenire le cose cambieranno, che nuove leve di giovani affluiranno verso questi studi, che, sull'esempio di altre nazioni, anche qui da noi si capirà in pieno l'importanza della cartografia dei suoli, se ne apprezzeranno gli scopi e se ne potenzierà l'uso.

L'appunto che le carte che noi compiliamo siano dirette agli specialisti più che ai tecnici, mi trova solo parzialmente d'accordo. Infatti se ciò è in parte vero lo è perché ancora oggi nelle Facoltà di Agraria non si insegna cartografia dei suoli. Ma ritengo che in un prossimo futuro questo stato di cose cambierà e si potrà portare questo insegnamento non solo nelle Università ma addirittura nelle scuole professionali.

Allora il problema non esisterà più e chiunque potrà da una buona carta pedologica tirare fuori tutte quelle notizie che più lo interessano. Nell'attesa che ciò si verifichi io, in Sicilia, elaboro delle carte pedo-agronomiche di cui però parlerò nella comunicazione che farò più tardi. Grazie.

*Prof. ROMAGNOLI*

Io sono un sostenitore della istituzione anche nel nostro paese di un Servizio del Suolo che curi come attività primaria e permanente il rilevamento e la cartografia del suolo ad una scala tale da dare delle direttive sulla sua ottimale utilizzazione e permettere di giungere ad una programmazione territoriale. Poiché tali direttive possono in qualche caso limitare la libertà dei singoli cittadini di disporre a loro piacere dei suoli di loro proprietà è indispensabile che detto Servizio sia un organo dello Stato gestito in modo tale da garantire l'obiettività e l'omogeneità dei criteri che stanno alla base della classificazione del suolo.

Ciò non esclude il fatto che lo Stato dia il contributo per il rilevamento del suolo a scala tale da essere utilizzato per la programmazione di un'azienda agricola come mi pare abbia chiesto il Dr. Muscas, che può essere fatto da liberi professionisti. È infatti inconcepibile, a causa del grave impegno di personale, tempo e mezzi pensare che un Servizio

possa rilevare a tappeto tutto il territorio nazionale ad un dettaglio tale da essere utilizzato a scopi di pianificazione aziendale anche perché non si è sicuri se verrà utilizzato e quindi si rischierebbe di fare molto lavoro inutile.

*Prof. MANCINI*

Il servizio del suolo inglese che ho avuto occasione di visitare nel luglio scorso sta operando in questo momento così. Ha finalmente raggiunto per le varie carte dei rapporti secondo il sistema metrico decimale. È cessato il famoso 63 e 630 mila che stava facendo da decenni. Ora si rileva un 25.000 per 7 od 8 tavolette per ciascuna contea in maniera da cogliere i paesaggi più tipici della stessa contea e poi 2 o 3 carte derivate, una sulle caratteristiche geotecniche, una sulla « soil capability », altre sui problemi idrologici.

Nello stesso tempo per ogni contea pubblica poi una carta al 250.000 che è basata sui rilievi scelti appositamente, la decina di tavolette al 25.000 precitate, che permettono a questa carta di essere qualcosa di abbastanza diverso dalle carte al 250.000 pubblicate così tanto per avere un riconoscimento dei suoli a livello regionale.

*Dott. SANFILIPPO*

Così come nel campo estimativo, è lo scopo che suggerisce la migliore metodologia estimativa, altrettanto penso che nel campo della pedologia sia soprattutto lo scopo che deve suggerire i metodi di rilevamento.

Infatti io penso che sarebbe molto più facile l'interpretazione di una carta se si sapesse per quale scopo questa è stata redatta. In altre parole io ritengo che non ci sarebbe difficoltà anche di ordine finanziario, se la cartografia fosse finalizzata ad uno scopo ben preciso.

Se io voglio fare la carta per l'applicazione del vincolo idrogeologico evidentemente mi interessa un aspetto particolare da conoscere e allora questa cartografia sarà certamente e facilmente finanziata dallo Stato o dall'organo pubblico, così come è inspiegabile che dovendo fare dei grossi progetti di rimboschimento non vi siano delle carte che a livello stazionale ci forniscano tutti i dati necessari per l'operare e nel campo dei rimboschimenti e nel campo della razionale utilizzazione dei boschi.

Non ho altro da aggiungere.

*Prof. ESCHENA*

Una carta che soddisfi solo ad una richiesta di carattere applicativo è sempre una carta derivata: non è concepibile andare la prima volta su un terreno per fare, ad esempio, la carta del drenaggio, la carta della reazione, e così via. È indispensabile partire da una carta pedologica rilevata con metodi scientifici e con criteri tassonomici rigorosi; su questa

base poi si può lavorare, talvolta anche a tavolino, per ottenere carte derivate che mettano in rilievo particolari caratteristiche del suolo interessanti maggiormente, ma tutt'altro che in modo esauriente, ai fini di particolari utilizzazioni del terreno.

L'interpretazione della carta va fatta con l'aiuto della legenda e sulla base di conoscenze che non debbano mancare a chi vuole utilizzare una carta, pena purtroppo la rinuncia al suo uso: è questo il punto.

Le rare richieste di carte che ci pervengono dagli Enti che pontificano sulla destinazione dei nostri territori sono spesso formulate in termini di vaghi criteri di rilevamento; ma questo non è esatto: al contrario sarebbe auspicabile che il committente abbia idee chiare sulla utilizzazione che vuol fare della carta e formuli richieste precise in modo che noi possiamo fare la carta ma applicando quei criteri di rilevamento e di esposizione che abbiamo la competenza per scegliere.

Quindi il discorso sulla opportunità di avere a disposizione carte si sposta più a monte e risale sempre verso la necessità di una carta pedologica d'Italia, a scala e dettaglio convenienti, alla quale riferirsi per ricavare carte derivate a costi accessibili a tutti.

Mancini ha fatto una carta dei suoli d'Italia alla scala 1:1.000.000 che andrebbe perfezionata ed estesa a scala più grande, ma per fare ciò si dispera di trovare aiuti finanziari perché ho sempre avuto l'impressione che il Governo, e per esso gli uomini politici che lo pongono in essere, rifuggano dai contatti con i tecnici, e solo eccezionalmente si lasciano sensibilizzare dagli argomenti che si inquadrano nelle mode del momento, come accade oggi per l'inquinamento.

Mi sembra però che sia il caso di chiudere il discorso su questo aspetto, diciamo così domestico, della cartografia pedologica, e riportare la discussione sul tema centrale di questa riunione e cioè su quelli che sono i problemi pratici di fondo posti dai concetti base che informano la classificazione del suolo.

Sanesi ha detto che si distingue bene una pianta da un animale, e non vi ha alcun dubbio che ognuno di noi scapperebbe davanti ad un leone e si sdraierebbe all'ombra di una quercia. Però tutti sappiamo che, scendendo luogo la piramide, si arriva a livelli tassonomici ai quali si incontrano esseri viventi che non si sa bene se classificare come piante o come animali, tipico l'esempio dei flagellati autotrofi. Questi incontri, che si hanno raramente nella biosfera e nella litosfera, capitano di frequente nella pedosfera, e la ragione a mio avviso è questa: nelle dimensioni spazio-temporali delle nostre osservazioni ogni essere vivente riproduce sempre esseri uguali a se stesso, formando popolazioni omogenee e facilmente riconoscibili; ogni processo pedogenetico invece forma terreni che hanno pochi elementi morfologici comuni ed altri elementi morfologici diversi perché influenzati da altre cause (materiale madre, stazione, pedoclima ecc.). Un esempio tipico lo vedremo domani in un vertisuolo con scarsa sostanza organica, mentre tutti sappiamo che la ricchezza in sostanza organica gioca anche un ruolo fondamentale nel processo pedogenetico che dà origine a questo suolo.

La classificazione del suolo inoltre pone aspetti molto complessi al problema della scelta del primo livello tassonomico, quello più elevato, che richiede, almeno così pare, l'impostazione di una dozzina di ordini e non meno. Si tenga presente infine che la classificazione del Suolo è una scienza giovane, nata meno di un secolo fa, e che ha fatto i passi più giganteschi solo negli ultimi venti anni.

Ora se mi consentite di autodefinirmi a mezza strada fra gli specialisti di *Genesi e Classificazione del Suolo* e i non specialisti, vorrei porre all'attenzione di questi ultimi che a mio avviso proprio le ragioni su esposte spiegano, ma non giustificano, questa diffusa sensazione di diffidenza per la pedologia naturalistica, rincarata dal ritenere una carta pedologica qualcosa di incomprensibile e quindi di inutile.

Per le stesse ragioni la vivace discussione tra Romagnoli e Pietracaprina non va drammatizzata perché ogni discussione di dettaglio sugli aspetti naturalistici di un suolo è una discussione su un soggetto che è difficile classificare; e talvolta è difficile dire con sicurezza a quale aspetto va dato più peso ai fini di una caratterizzazione delle linee principali del processo pedogenetico.

Per le stesse ragioni non concordo con Pietracaprina sulla opportunità di metterci a tavolino per scegliere simboli e colori; anzi penso sia opportuno non farlo perché queste scelte vanno fatte in sede internazionale e portano generalmente all'adozione del sistema migliore disponibile, già collaudato da un lungo uso. In questo campo già la F.A.O. ha elaborato un sistema che ha adottato nella pubblicazione della carta dei suoli del mondo di cui già sono comparsi i primi due fogli.

In questa tendenza a mettere un po' d'ordine non bisogna avere fretta anche se talvolta si sente la necessità di parlare tutti lo stesso linguaggio. Chiedo agli specialisti una critica o un approfondimento su ciò che ho detto.

*Prof. ARU*

Vorrei a questo punto fare alcune precisazioni: a seconda degli scopi ciò che varia è la scala della carta e non il tipo di rilevamento. Ad esempio per una trasformazione aziendale si ha necessità di una carta pedologica a scala compresa tra 1:10.000 e 1:2.000, mentre per un impianto forestale sono sufficienti scale molto più piccole. Da tali carte pedologiche si possono derivare altre carte applicative a seconda degli scopi: delle classi di irrigabilità, dei pericoli di erosione, delle limitazioni d'uso, ecc.

In definitiva la carta pedologica rimane sempre l'elemento base e che deve essere interpretata per molteplici usi. Su quanto accennava il Dott. Muscas, vorrei dire che ha pienamente ragione quando afferma che per molte zone non esistono rilevamenti di dettaglio. Purtroppo le forze di lavoro sono molto poche, non esistono i Servizi del Suolo a nessun livello e noi facciamo quello che ci consentono i nostri mezzi, purtroppo assai scarsi. Sarebbe auspicabile la creazione di un servizio per lo studio e la conservazione del suolo per tutte le Regioni italiane,

opportunamente attrezzati e coordinati per arrivare a dei documenti utili sotto tutti gli aspetti. Si parla di pianificazione territoriale in tutte le Regioni e mancano gli elementi di base su cui progettare!

Posso comunque affermare che stiamo facendo tutto quanto è possibile per convincere i nostri amministratori della necessità di creare tali servizi, vista la loro importanza sul piano tecnico, economico e sociale.

*Prof. PIETRACAPRINA*

Rispondo brevemente al Prof. Eschena e al Dott. Muscas: non sono d'accordo con loro.

Al Prof. Eschena chiarisco ciò che volevo dire: unificare i criteri e le tecniche di cartografia pedologica significa tendere ad unificare i metodi del rilievo pedologico stesso.

Al Dott. Muscas vorrei ricordare che proprio noi, per quanto concerne la Sardegna, abbiamo negli anni passati condotto decise battaglie a livello locale e regionale per ottenere riconoscimenti, aiuti ed incoraggiamenti. Abbiamo sempre perso le nostre battaglie. Tra l'altro richiedevamo che la Regione Sarda utilizzando quegli Enti ed Istituti che operano in campo pedologico in Sardegna (C.R.A.S. - Ente Flumendosa, Consorzi, Istituti Universitari, etc.) potesse coordinare il loro lavoro utilizzandolo per la preparazione di tecnici e per l'istruzione di specialisti da inserire in un prossimo futuro nel settore agricolo-forestale dell'Isola.

Tutte queste nostre proposte ed iniziative sono agli atti negli archivi dei vari assessorati regionali.

*Prof. MANCINI*

La parola al Prof. Fierotti che presenta una relazione sul tema « La cartografia pedologica nelle sue applicazioni agronomiche ».

G. FIEROTTI

LA CARTOGRAFIA PEDOLOGICA  
NELLE SUE APPLICAZIONI AGRONOMICHE

La cartografia pedologica in questi ultimi anni, nel nostro Paese, ha visto un rifiorire di nuovi studi che hanno portato alla realizzazione di diverse carte dei suoli a piccola e media scala le quali, pur presentando alcune limitazioni dovute essenzialmente alla mancanza di uomini e di mezzi, indubbiamente hanno portato un notevole contributo alla migliore conoscenza dei suoli italiani. Il merito di tutta questa alacre attività va senz'altro a merito del Comitato per la Carta Suoli d'Italia sotto i cui auspici sono stati pubblicati, per esempio, la carta dei suoli d'Italia 1/1.000.000, la carta dei suoli della Sardegna, della Sicilia, della provincia di Trento, tutte a scala 1:250.000, etc.

La nuova carta dei suoli della Sicilia 1:250.000 fa seguito alla carta « pedoagronomica o geo-agronomica » pubblicata nel 1948 a cura di Morani. A differenza di quest'ultima in cui si riscontravano nove associazioni di suoli, la nuova carta ne elenca ben venticinque contribuendo in tal modo notevolmente all'arricchimento dell'inventario dei suoli siciliani.

Questa nuova carta, che già viene richiesta a scala sempre più dettagliata, ha incontrato il favore degli urbanisti e degli architetti che la trovano molto utile per la stesura dei piani territoriali; degli ingegneri, sia che l'adoperino per lo studio di un tracciato di una nuova strada, di una rete idrica o elettrica, sia che se ne servano per lo studio di interventi atti a salvaguardare il suolo contro i pericoli dell'erosione; dei programmatori per la elaborazione di piani di sviluppo agricolo e, principalmente, dei tecnici preposti alla trasformazione di comprensori, da asciutti in irrigui, che così dispongono di un inventario accurato dei diversi tipi di suolo e della loro ubicazione, oltre che della loro « radiografia » interna.

Malgrado questo crescente interesse, la cartografia pedologica trova un ostacolo, talvolta insormontabile, per la sua diffusione fra i tecnici, nella terminologia strettamente scientifica che si adopera per la stesura della legenda, che non di rado, riesce quindi incomprensibile a chi non è uno specialista. Colpa forse degli ordinamenti didattici universitari italiani che a differenza di quelli stranieri, non prevedono ancora l'insegnamento della pedologia. Ciò comporta che, lo stesso laureato in scienze agrarie, spesso trova notevoli difficoltà a cogliere, per esempio, le differenze di fertilità, potenzialità e attitudine che esistono fra tipi pedologici differenti. Di conseguenza il pedologo si trova costretto, attraverso un

notevole sforzo di sintesi, a ricorrere all'elaborazione di nuove carte le quali, scientificamente nella costruzione, riescano di facile consultazione e siano comprensibili a tutti.

Per raggiungere questo scopo, noi dell'Istituto di Agronomia Generale dell'Università di Palermo, poniamo particolare cura all'elaborazione di carte « pedo-agronomiche » a cui arriviamo attraverso un dettagliato rilevamento in campagna, tradotto poi in carte dei suoli a scala 1:10.000 e per alcune aree più limitate e interessanti a scala 1:4.000. Queste carte, costruite con criteri esclusivamente scientifici, restano in archivio presso l'Istituto. Da esse, quando occorre, ricaviamo delle carte tematiche di particolare interesse come, la carta della permeabilità, dei volumi specifici di adacquamento, della tessitura, della potenzialità.

In possesso di tutto questo materiale elaboriamo, infine, la « carta pedo-agronomica » ad esclusivo uso del tecnico la cui legenda viene particolarmente curata e dettagliata.

Per esempio, per lo studio di un comprensorio in provincia di Trapani la legenda è risultata:

A) Terreni poco profondi, a tessitura sciolta, acalcarei, molto permeabili e astrutturali. Il volume di adacquamento richiesto è di circa 250 mc/ha - Deficienti dei principali elementi nutritivi e di materia organica. Reazione sub-alcalina - Morfologia pianeggiante - Potenzialità: bassa - Se irrigui si prestano alle colture ortive di pieno campo e protette, ed alla olivicoltura da mensa, subordinatamente alle colture arbustive e a qualche agrumeto nelle doline di accumulo. (Regosuoli sabbiosi bruno - rossastri).

B) Terreni mediamente o poco profondi a tessitura equilibrata talvolta tendenti all'argilloso, calcarei per l'apporto di calcare dal substrato. Di media permeabilità e strutturalità - Il volume medio di adacquamento varia da 350 a 450 mc/ha - Risultano quasi sempre deficienti dei principali elementi nutritivi e di materia organica, ad eccezione delle zone in cui sono state effettuate laute concimazioni - La reazione è sempre sub-alcalina e la morfologia pianeggiante. Potenzialità: discreta - Si prestano bene, specie se irrigui alle colture arboree, arbustive, frutticole ed agrumicole, queste ultime limitatamente alle doline di accumulo. (Suoli bruni calcarei - Suoli bruni lisciviati - Suoli rossi lisciviati).

C) Terreni piuttosto profondi, argillosi, moderatamente calcarei, di media o scarsa permeabilità, mediamente strutturali. Il volume medio di adacquamento è di circa 450 mc/ha, poveri di materia organica e quasi sempre deficienti dei principali elementi nutritivi. A reazione subalcalina - Morfologia ondulata o in pendio - Potenzialità: discreta - Idonei principalmente per colture erbacee ed arbustive. (Suoli bruni degradati - Regosuoli).

D) Aree quasi sempre prive di suolo vero e proprio, il quale quando è presente è limitato solo a pochi centimetri - Idonei esclusivamente al pascolo o al rimboschimento tipo macchia mediterranea - Potenzialità: nulla o quasi - Dopo lavoro di scasso, se irrigui, idonei alle colture arbu-



stive ed orticole. (Roccia affiorante - Litosuoli - Terra rossa) (Sciare).

*E)* Aree sempre prive di suolo vero e proprio - Potenzialità: molto bassa - Idonei se irrigui alle colture ortofloricole protette ed arbustive (dune litoranee attuali).

La metodologia che io oggi vi ho illustrata, potrà e dovrà essere migliorata e ritengo che la sede più adatta per discuterla, criticarla anche, se occorre, sia proprio la V Commissione della nostra Società. Spero che Voi in futuro possiate darmi tutti quei suggerimenti che la Vostra esperienza Vi detta perché, a poco a poco, si possa arrivare ad un tipo di cartografia pedo-agronomica unificata nella legenda la quale, sono sicuro, concorrerà a far conoscere ed apprezzare sempre più la cartografia pedologica di base.

*Prof. MANCINI*

Ringrazio il Prof. Fierotti e cedo la parola ai Dottori Giordano e Salandin che presentano una comunicazione su: « Cartografia del suolo per scopi applicativi »; « Descrizione delle realizzazioni cartografiche ».

A. GIORDANO - R. SALANDIN

## CARTOGRAFIA DEL SUOLO PER SCOPI APPLICATIVI

### 1. — *GENERALITA E METODOLOGIA.* (Andrea Giordano)

Una équipe dell'Istituto Nazionale per Piante da Legno di Torino (Cartiere Burgo) lavora da 3 anni nel settore dei rilevamenti pedologici e della vegetazione.

Questi rilevamenti sono stati commissionati dall'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura di Arezzo con i contributi della sperimentazione ministeriale. Sono stati assegnati due comprensori di circa 30.000 ettari ognuno e su di essi sono state richieste le carte della vegetazione e dei suoli. Un terzo documento « carta delle utilizzazioni prevedibili » è stato redatto dall'équipe, sebbene non rientrasse nei programmi primitivi. Mentre la validità dei primi due documenti è relativamente stabile nel tempo, trattandosi di fenomeni rilevati, la validità invece della carta derivata dalle utilizzazioni è di breve durata e dovrà essere sottoposta a revisione ogni certo numero di anni.

Per il lavoro del primo anno e mezzo è stato scelto un comprensorio che raggruppa la Val Pellice e il Pinerolese, per il secondo anno e mezzo un comprensorio che comprende la superficie quasi intera della Val di Susa fino a quota 1500 m. Sono state scelte queste zone perché da un lato vi è un intenso abbandono dell'agricoltura, data la vicinanza ad una grande città industriale quale Torino e perché da un altro si assiste invece ad un ritorno sulla terra da parte di un forte numero di operai ed impiegati pendolari. Questi due aspetti rendono le due zone citate particolarmente interessanti.

Dall'inizio ad oggi molte nostre idee sono cambiate, soprattutto nel senso di rendere più valida la terza carta. Nella Val Pellice, ad esempio, non figurava la base geomorfologica; una volta che ci siamo resi conto della sua indispensabilità per l'ambiente alpino, essa è stata introdotta ed ora figura nella nostra carta della Val di Susa. Così nella carta di dettaglio di Chiomonte è stata data molta importanza alle fasi umide ed a quelle profonde. Inoltre per ambienti spiccatamente forestali è stata rilevata anche la carta degli indici di fertilità delle stazioni forestali, oltre alle carte dei suoli e della vegetazione.

Sarà bene a questo punto passare brevemente in rassegna il lavoro svolto in questi ultimi anni da alcuni servizi per il rilevamento dei suoli in modo da vedere quanto di essi è stato utilizzato nel nostro lavoro.

Il Soil Survey americano impiega di solito come unità cartografica la serie di suoli o l'associazione di serie di suoli. Si ricorda che una serie è una porzione di uno stesso paesaggio dove i suoli siano simili per profilo, pendenza, drenaggio, tessitura e siano generalmente adatti allo stesso tipo di coltivazioni. Le unità cartografiche di questo tipo forniscono tutte le informazioni necessarie per sviluppare le unità di limitazione nell'uso (capability units), i raggruppamenti di suoli adatti ad utilizzazioni forestali (forest site groupings), i raggruppamenti di suoli suscettibili di una data coltura (crop suitability groupings), i raggruppamenti dei suoli adatti al pascolo (range site groupings), i raggruppamenti di suoli in vista di lavori di ingegneria (engineering groupings) ed altri ancora.

In questo sistema ci pare molto importante sottolineare due fatti:

a) Introducendo il concetto di « limitazione nell'uso » attraverso le unità, le sottoclassi e poi le famose 8 classi (l'ordine va dal particolare al generale), ogni suolo anche il migliore deve essere l'oggetto di quelle pratiche che garantiscono la sua buona conservazione contro i pericoli dell'erosione e della degradazione in genere.

b) Esaminando il suolo in termini globali di caratteristiche fisico-chimiche, di conservazione, di utilizzazione e di produttività non si può trascurare il rilevamento sistematico dei dati di produzione offerti dal settore agricolo, forestale e zootecnico. (In una prima fase è indispensabile accertare le produzioni sui diversi terreni, in una seconda fase si potrà poi pensare all'estrapolazione di questi dati).

Di questo sistema del Soil Survey è stato ritenuto da noi l'indice di fertilità delle stazioni forestali (site index) espresso come l'altezza degli alberi dominanti e codominanti a 50 anni. Per l'agricoltura (peso ad ettaro di materia secca prodotta) e per l'allevamento degli animali (numero di capi animali che possono essere mantenuti su un ettaro), la produttività è di difficile misura; inoltre nell'attuale contesto delle valli alpine, fino a 1500 m. di altitudine, lo studio delle formazioni forestali ci è apparso prioritario. Le serie di suoli o le associazioni di serie non sono state utilizzate nel lavoro perché in un ambiente quale il nostro estremamente vario per morfologia, litologia e clima ma molto uniforme per quel che riguarda l'evoluzione pedogenetica (quasi sempre giovane e poco marcata), abbiano ritenuto più utile tenere ampie le famiglie di suoli ma suddividerle poi accuratamente in fasi (profonde, pietrose, umide ecc.).

Passando ora ad un settore più specifico, quello forestale, abbiamo potuto constatare che negli Stati Uniti i forestali lavorano sovente in accordo con i pedologi. Il Forest Service ed il Soil Survey del Colorado, ad esempio, hanno redatto insieme nel 1965 il « Soil Management of the Gunnison National Forest ». Tecnici del suolo e tecnici forestali preparati-

rono per la foresta del Gunnison un « piano generale di utilizzazione » costituito da:

- a) una carta dei suoli;
- b) una carta delle aree a ugual tipo di utilizzazione;
- c) una carta della gestione dei boschi, per la redazione della quale occorre conoscere l'indice di fertilità delle stazioni (site index) e la quantità e qualità dei benefici aggiunti (ricreazione, rifugio per gli animali selvatici ecc.);

d) una carta o un documento dove vengono illustrate le tecniche da seguire per proteggere i terreni dalle avversità naturali più comuni nelle zone soggette al piano di utilizzazione. Contemporaneamente si forniscono dati per i problemi ingegneristici (soprattutto per l'apertura di strade d'esbosco).

Quando passarono dal « piano generale di utilizzazione » al « progetto di utilizzazione » operarono una sintesi tra le due prime carte, in modo da riferire la gestione dei boschi e le tecniche di protezione ad una unità « suoli-utilizzazioni ».

La F.A.O. nei suoi progetti di sviluppo utilizza largamente gli indirizzi sia del Soil Survey sia del Forest Service in collaborazione con il Soil Survey.

Con il tipo di impostazione ora descritto siamo abbastanza vicini alla nostra carta « delle utilizzazioni prevedibili e delle limitazioni » che non è operativa ma programmatica.

Dal Servizio Francese abbiamo preso la classificazione dei suoli riportata sulla carta dei suoli. Dalla 7<sup>a</sup> approssimazione abbiamo usato la terminologia non per svilupparla come sistema di classificazione ma per avere la corrispondenza con i termini francesi.

L'ottimo lavoro « carte du potentiel des surfaces agricoles du Canton de Vaud » del 1971 l'abbiamo visto troppo tardi per poterlo utilizzare. Essa è una sintesi basata sui documenti seguenti:

- a) carta delle condizioni termiche (étages bioclimatiques);
- b) carta del pericolo del gelo (soprattutto per quanto riguarda le gelate tardive in primavera e quelle anticipate in autunno);
- c) carta ecologica-fisiografica sui seguenti caratteri:
  - profondità del suolo
  - umidità
  - permeabilità
  - tessitura
  - materia organica
  - pendenza
  - drenaggio.

Questo lavoro dei colleghi svizzeri ci pare particolarmente interessante per il grande rilievo che viene dato al fattore « clima » nei suoi

aspetti di zone bioclimatiche da un lato e di pericolo per le coltivazioni da un altro.

A conclusione di questa rassegna sulle metodologie usate si vuole sottolineare che il nostro lavoro non ha la pretesa di essere stato uno studio esauriente su un ecosistema esaminato in tutte le interdipendenze delle sue variabili ma una indagine su alcune componenti essenziali della ecologia (suoli - vegetazione - produttività). Né si è trascurato il fattore « uomo » nelle sue implicazioni socio-economiche perché crediamo che la soluzione valida sia un compromesso, non sempre facile, tra rispetto della natura e produzione agricolo-forestale.

\*  
\* \*

Affinché i dati rilevati durante questa nostra indagine possano conservare il loro valore anche in un futuro molto lontano, essi sono trasferiti su una scheda speciale ed inviati alla Società Informatique et Biosphère (di cui il nostro Istituto fa parte).

Gli scopi sono i seguenti:

a) immagazzinamento su scheda perforata o su nastro magnetico in vista di una banca internazionale dei dati riguardanti il suolo;

b) possibilità di trattare i dati all'ordinatore secondo le finalità che di volta in volta appariranno più utili.

Per il momento l'invio riguarda solo i dati del suolo e dell'ambiente vegetale. Presto saranno stampate le schede dell'ambiente climatico, geomorfologico, geologico, idrologico ed umano. Il glossario relativo a questi ambienti è già uscito nel 1971.

BIBLIOGRAFIA

- G. AUBERT, 1965 — « La classification pédologique utilisée en France ». Pédologie Symp. Intern. 3 Class. des sols. Gand.
- F.A.O., 1967 — Soil Survey Interpretation and its use. Soil bulletin 8. Roma.
- J. C. FAVROT, 1969 — Carte pédologique de France à moyenne échelle. Feuille L — 15 de Vichy — Notice explicative — INRA.
- FOREST SERVICE - SOIL SURVEY, 1965 — Soil Management report on the Gunnison National Forest. USDA.
- R. HAEBERLI, 1971 — Carte écologique physiographique des sols du Canton de Vaud.  
Cahier n. 12 de l'aménagement régional. Office Cantonal Vaudois de l'urbanisme.
- R. HAEBERLI, 1971 — Carte des dangers de gel tardif printanier dans le Canton de Vaud.  
Cahier n. 11 de l'aménagement régional. Office Cantonal Vaudois de l'Urbanisme Lausanne.
- R. HAEBERLI, 1971 — Carte du potentiel naturel des surfaces agricoles du Canton de Vaud.  
Cahier n. 13 de l'aménagement régional. Office Cantonal Vaudois de l'urbanisme.
- R. HAEBERLI, 1968 — Levé cartographique agricole des stations végétales de la côte.  
Cahier n. 6 de l'aménagement régional. Office Cantonal Vaudois Lausanne.
- F. D. HOLE e G. B. Lee, 1955 — What's in that soil map?  
Soil Survey Division of Wisconsin. Madison.
- F. D. HOLE e B. B. Lee, 1955 — Introduction to the soils of Wisconsin.  
Soil Survey Division of Wisconsin. Madison.
- INFORMATIQUE ET BIOSPHERE, 1971 — Glossaire de pédologie. Description de l'environnement en vue du traitement informatique.  
Informatique et Biosphère. Groupe pédologie.  
105 ter, rue de Lille F-75 Paris 07.
- JAMAGNE M., 1967 — Bases et techniques d'une cartographie des sols.  
INRA.
- A. A. KLINGEBIEL E P. H. MONTGOMERY, 1962 — Land capability classification.  
Agriculture Handbook No. 210. USDA.
- D. S. LACATE, 1969 — Guidelines for bio-physical land classification.  
Canadian Forestry Service. Ottawa.
- ORSTOM, 1969 — Glossaire de pédologie. Description des horizons en vue du traitement informatique.  
Orstom, 70 route d'Aulnay, 93 Bondy.
- PARDÉ J., 1961 — Dendrométrie. Edition de l'École Nationale des Eaux et Forêts — Nancy.
- K. F. SCHREIBER, 1968 — Ecologie appliquée à l'agriculture dans le Nord Vaudois.  
Cahier n. 4 de l'aménagement régional. Office Cantonal Vaudois de l'urbanisme — Lausanne.
- K. F. SCHREIBER, 1968 — Les conditions thermiques du Canton de Vaud et leur graduation.  
Cahier n. 5 de l'aménagement régional. Office Cantonal Vaudois de l'urbanisme — Lausanne.
- SOIL SURVEY, 1971 — Pittsburg County (Oklaoma). USDA.
- SOIL SURVEY STAFF, 1960 — 7th Approximation. USDA.
- SOIL SURVEY STAFF, 1967 — Supplement to Soil Classification.  
7th Approximation. USDA.
- WILDE S. A., 1958 — Forest soils — Ronanld Press - New York.

(*Roberto Salandin*)

## 2. — DESCRIZIONE DELLE REALIZZAZIONI CARTOGRAFICHE.

La nostra équipe che, oltre a noi due, è formata da Gian Paolo Mondino per la vegetazione, Mario Palenzona per il settore delle ricerche bio-ecologiche, Roberto Jodice e Raffaele Ferrara per la metodologia e analisi di laboratorio e Luciano Rota per la parte socio-economica, oltre allo studio dei due comprensori citati condotto alla scala 1:25.000, ha realizzato un esempio di cartografia più dettagliata al 10.000.

Si è scelto per questo, Chiomonte, (266 Ha) un tipico comune montano dove per il forte esodo rurale si sta verificando una evoluzione nella struttura socio-economica.

Passando alla prima carta è apparsa ben presto fondamentale una accurata indagine geomorfologica. La superficie studiata appare ricoperta per buoni tratti da ingenti materiali glaciali e fluvio-glaciali così da evidenziare condizioni di umidità differenti passando da un'unità (morfologica) all'altra, per il vario percolare delle acque meteoriche e di neve. L'esame delle varie esposizioni, pendenze, quote ecc. oltre ai preziosi dati delle pratiche agronomiche ormai abbondante da tempo hanno dimostrato, come si è detto, quanta influenza rivesta per un simile ambiente la geomorfologia ai fini di una più corretta interpretazione dei fenomeni che direttamente interessano il suolo intesi nelle sue caratteristiche di utilizzazione.

Appare quindi più utile redigere una carta che dia nel contempo una visione della situazione geomorfologica e dei suoli distinguendo la prima con i colori, i secondi con dei simboli.

Le unità geomorfologiche rappresentate sono: affioramenti rocciosi, macereti, versanti, impluvi morenici e fluvio-glaciali, terrazzi morenici principali, depositi alluvionali e conoidi.

Oltre ai vari tipi di suolo, compaiono sulla carta la litologia e le fasi (poco profonda, mediamente profonda, profonda, antropica, d'erosione, pietrosa-profonda, e poco profonda mescolate (complesso), profonda di vecchio macereto ricoperto).

È apparso ancora utile cartografare le condizioni di umidità del suolo (molto fresco, fresco, mediamente fresco, tendenzialmente asciutto, stagionalmente asciutto, asciutto). Riteniamo che questo prezioso dato, anche se non direttamente misurato, può essere un elemento valido come orientamento nella scelta utilizzativa. Sono state ricostruite infine due sezioni per evidenziare litologia, substrato, suolo e popolamenti vegetali alle varie quote.

Pedogeneticamente si tratta di suoli scarsamente evoluti; a questo riguardo deve aver giocato un ruolo primario la forte erosione verificatasi nei secoli scorsi e per disboscamenti eccessivi e per le forti acclività presenti.

Concordiamo con Fierotti per quanto poi riguarda una legenda il più possibile chiara e semplice anche per un tecnico non specializzato. Si è quindi approntata una legenda corredata di quelle proprietà e

suggerimenti utili ad aiutare e guidare chi intende utilizzare praticamente questo documento.

A questa prima carta si aggiunge una carta della vegetazione e una carta degli indici di fertilità delle stazioni forestali; la carta di Mondino segue i criteri cartografici del metodo delle serie di vegetazione di Gausson adottati per la carta della vegetazione della Francia al 250.000 e sviluppati da Ozenda per le Alpi francesi a scale superiori.

Nella carta degli indici di fertilità delle stazioni forestali sono state da Giordano misurate le principali formazioni forestali (larice, pino silvestre, abete bianco e picea) che costituiscono un valido complemento per la successiva fase utilizzativa.

Per tutta la durata dei lavori sono stati mantenuti continui contatti con gli amministratori locali che ci hanno sottoposto problemi e iniziative tuttora al vaglio. Una stretta collaborazione è inoltre da tempo avviata con i tecnici del Consorzio Forestale Alta Valle di Susa.

Ancora in quest'ultima carta vengono cartografate le limitazioni seguenti: rocciosità, pietrosità, depositi fluviali attuali, pendenza eccessiva, superficialità di suolo, idromorfia, soliflussione, cave di pietra, aree urbane o comunque contemplate nei piani di fabbricazione e regolatori. Ne è risultato per esempio che nel comprensorio del primo anno di lavoro ben il 20% della superficie si è rivelata inutilizzabile (almeno ai nostri fini produttivi).

Tutta questa serie di dati viene ad arricchire la stesura dell'ultima carta delle utilizzazioni prevedibili e delle limitazioni. In questa nostra proposta operativa le scelte indicate non rivestono un carattere stabile e definitivo ma sono passibili di variazioni legate al modificarsi del contesto socio-economico quale elemento dinamico e determinante.

Per concludere noi riteniamo valida quest'ultima «carta delle utilizzazioni prevedibili e delle limitazioni» dal momento che è inesistente da noi un Servizio di Rilevamento del Suolo capace di fornire attraverso un rilievo dettagliato tutte le proprietà relative alla sua corretta utilizzazione (vedi capability map); così come non sempre concordiamo nel lasciare ai soli economisti, spesso all'oscuro della realtà ambientale, l'incarico di redigere questa terza carta, che, ne siamo ben consci, dovrebbe scaturire oltre che dall'analisi dei fenomeni di ordine pratico, economico e sociale presenti, dagli schemi di un piano generale di programmazione tuttora inesistente. Solo così sarà possibile assegnare ad ogni parte del territorio la destinazione più rispondente alle sue intrinseche risorse e contrastare altresì la degradazione e lo spopolamento delle zone marginali, che rappresentano alcune delle più evidenti contraddizioni dell'attuale caotico sistema di sviluppo.

Prof. MANCINI

Ringrazio i Dottori Giordano e Salandin e cedo la parola al Dott. Lulli che presenta una relazione su:

«Prime considerazioni sul rilevamento pedologico di grande dettaglio in atto nelle parcelle sperimentali dell'Istituto per lo studio e la difesa del suolo di Firenze».



L. LULLI - G. RONCHETTI

PRIME CONSIDERAZIONI  
SUL RILEVAMENTO PEDOLOGICO DI GRANDE DETTAGLIO  
IN ATTO NELLE PARCELLE SPERIMENTALI  
DELL'ISTITUTO PER LO STUDIO E LA DIFESA DEL SUOLO  
DI FIRENZE

Nel quadro degli argomenti trattati da questa Tavola Rotonda riteniamo interessante esporre quelle esperienze che stiamo raccogliendo da un rilevamento pedologico di grande dettaglio, su una serie di parcelle sperimentali realizzate per lo studio dei fenomeni erosivi superficiali e profondi. Si tratta di un rilevamento un po' particolare in quanto limitato a 12 parcelle delle dimensioni di circa 600 metri quadrati e che coprono in tutto una superficie di quasi tre quarti di ettaro.

La necessità di avere un ambiente il più omogeneo possibile nei caratteri generali, al fine di dare valore ai risultati della ricerca sperimentale, impone di eliminare, nella scelta, le più evidenti variazioni geomorfologiche entro la superficie interessata dall'esperimento. Nel nostro caso è stata utilizzata un'area (situata per necessità di cose, entro i modesti confini dell'Azienda dell'Istituto) con una pendenza del 12% circa, ma che individua gran parte delle situazioni medie che, nell'ambito delle argille plioceniche marine della valle dell'Era, sono interessate dalle colture agrarie. L'area nella quale è in atto lo studio sperimentale fa parte di una medesima unità geografica, che probabilmente è un terrazzamento, con dei suoli con caratteristiche tali da rispecchiare questa condizione morfologica, tenendo conto che la matrice è una roccia argillosa-limoso, ricca di gesso, della facies piacentiana del Pliocene. Qualche informazione su questi suoli ci veniva da un precedente studio fatto su di una serie di profili descritti e campionati nelle parcelle sperimentali l'anno precedente.

In tutto si tratta di 24 profili, campionati a profondità costanti, posti a coppie nella parte alta e bassa di ogni singola parcella.

Uno studio statistico dei dati analitici determinati dalla Dott. Maria Tellini, impostato secondo una combinazione che teneva conto di un numero elevato di stratificazioni nell'ambito dello stesso universo suoli, non aveva dato nessuna risposta matematicamente significativa.

La più importante conclusione alla quale eravamo arrivati, era che i suoli avevano una variazione molto modesta di composizione granulometrica. C'era sempre in media un 40% di argilla, un 40% di limo con

il restante 20% di sabbia; rapporto percentuale che li definisce come dei suoli argilloso-limosi.

Anche in campagna durante il rilevamento non si sono notate differenze in tessitura con il sistema empirico dello sfregamento di una piccola parte di terra tra le dita. La descrizione morfologica di questi profili aveva lasciato però il rilevatore incerto: molti caratteri erano simili; ma in qualche caso si notava una differenza di struttura nel suolo che a volte sembrava di chiara derivazione biologica, altre volte conseguenza di una semplice frammentazione meccanica. Egli non aveva notato differenze in colore ed in tipo di mottles in quanto il suolo aveva subito una notevole disidratazione perché si era ormai ad autunno inoltrato dopo una stagione estiva particolarmente asciutta.

Uno studio successivo sulle crepacciature aveva indicato invece che esistevano delle differenze nel comportamento dei suoli in relazione allo stato di umidità; e dopo le prime piogge, durante l'inverno, quando gran parte di questi suoli erano già stati lavorati, si è potuto osservare che essi acquistavano dei colori lievemente differenziati.

È stato questo lo spunto dell'inizio del lavoro di cartografia a grande dettaglio dell'area sperimentale. A noi interessava soprattutto sapere quale fosse la profondità del suolo in ogni punto della parcella. Avevamo bisogno anche della terza dimensione, oltre alle due che sarebbero state definite dai limiti delle unità cartografiche, per poter stabilire, quanta parte del suolo veniva asportata dalla superficie che è sotto controllo sperimentale, e quale fosse la sua capacità idrica in considerazione proprio della finalità della nostra sperimentazione: seguire nel tempo il bilancio idrologico delle unità parcellari ed il comportamento dei suoli delle argille nei confronti dell'acqua. L'ingresso dello studio di dettaglio ha tenuto conto di un solo carattere dei suoli: il colore. Su questa base è stato impostato, una volta delimitate le aree di uguale tonalità cromatica sulla carta, un rilevamento di tipo randomizzato delle unità supposte omogenee per colore con un numero di ripetizioni sufficiente per eliminare la loro variabilità interna e si è dimensionato il numero dei punti di rilevamento in funzione della estensione di ciascun tipo di suolo nella singola parcella sperimentale.

L'insieme di questi punti è stato sondato con la trivella e per ognuno si è campionato a nove profondità. Naturalmente qualora la roccia fosse comparsa prima della massima profondità esplorabile dallo strumento di sondaggio il più delle volte ci siamo fermati anche se, considerata la natura della roccia, si sarebbe potuto penetrare oltre.

I caratteri raccolti per ogni sondaggio sono i seguenti:

Colore, tessitura, screziature (quantità e colore), concrezioni (quantità e tipo), sali (presenza e dimensione), scheletro (presenza e tipo) umidità.

Non si sono fatti i pH e le effervescenze dei carbonati con HCl, che pure sono possibili in questo tipo di indagine, perché risultavano delle caratteristiche costanti che non avevano significato per la differenziazione dei suoli in gruppi distinti.

Tutto ciò è stato raccolto in una scheda che tra le altre voci include anche la descrizione del tipo di vegetazione e caratteri che non erano sembrati in un primo momento necessari.

Nel complesso si sono ricavati 130 punti su una superficie di 7.200 mq. che corrispondono ad un saggio di prelievo ogni 55 mq. circa.

Tutto il materiale raccolto è stato poi portato su di un grande tabellone dove i valori assunti sono stati codificati con dei simboli (segni grafici o colori).

È stato questo un mezzo per raggruppare tutti i caratteri, metterli a confronto e vedere se esistevano dei comportamenti costanti e delle differenziazioni nell'ambito di tutto l'universo esplorato. Perciò su questo tabellone non è stata riportata la stratificazione iniziale in base al colore, e si è considerato un tutt'uno questo insieme di punti.

Poi abbiamo cercato delle correlazioni.

Una stretta correlazione esiste tra la profondità del suolo ed il colore. Tutti i suoli della stazione sperimentale hanno la stessa tonalità (*Hue*) cromatica, sono compresi nella tavola 2,5Y della *Munsell Soil Color Charts*, però si raggruppano come profondità, a seconda il valore che assume il rapporto tra luminosità (*value*) e saturazione (*croma*).

Pur rimanendo compresi nella stessa pagina delle Munsell se sono bruno-grigi o bruno grigiastri non sono più profondi di 90 cm. se invece sono bruno oliva o bruno giallastri hanno una profondità che oscilla in media tra i 90 ed i 130 cm; i suoli bruno scuri sono quasi sempre più profondi di 130 cm.

Un'altra stretta relazione esiste tra il tipo di screziature ed il colore del suolo; screziature più rosse danno colori giallastri al suolo, perché sono proprio le variazioni cromatiche delle screziature che differenziano il colore dei suoli. Una correlazione ancora esiste tra la presenza abbondante di concrezioni di ferro manganese ed i carbonati di calcio con il colore bruno scuro del suolo.

A questo punto eravamo riusciti a definire alcune caratteristiche del suolo che variavano in modo significativo e quindi potevamo a questo livello separare i suoli, secondo il colore, con una buona probabilità che questo carattere avrebbe compreso altri caratteri di differenziazione. Sempre, ben inteso, caratteri rilevabili con il mezzo di indagine usato: la trivella. Ma il metodo, se aveva raggiunto lo scopo di dimostrare che ad una variazione di colore corrispondevano alcune variazioni in altri caratteri, non era sufficiente per delimitare i suoli così divisi, cioè per una cartografia. Avevamo dei punti sparsi a caso su di una superficie, entro delle unità ormai rappresentate, ma non ancora delimitate.

La necessità allora di definire il limite tra una classe di suoli e l'altra con una variazione cromatica così sfumata che interessa un piccolo intervallo di saturazione (*croma*) del colore, nemmeno rappresentato sulle tavole, ci ha costretti ad infittire i sondaggi di controllo sino a raddoppiarli.

Ci sono voluti altri 136 sondaggi per riuscire a gettare i limiti tra i suoli compresi nell'area sperimentale.

Ne risulta quindi che abbiamo effettuato nel complesso una trivellazione ogni 27 mq. circa. Però il secondo gruppo di punti ha tenuto conto solo dei due caratteri distintivi principali dei suoli delle parcelle; quei caratteri, profondità e colore, che definivano tutto il campo di variabilità. Cioè tutte le variazioni trovate nei suoli potevano essere definite dal riconoscimento di soli due caratteri, ed al limite, di uno solo di essi, poiché strettamente collegati.

Abbiamo poi rappresentato alla scala 1:200 la distribuzione delle profondità e dei colori su due mappe separate, che combinate insieme, dopo l'analisi delle correlazioni fatte con il sistema precedentemente descritto e l'infittimento dei saggi di controllo, hanno dato una carta definitiva dei suoli. Qui esposte in sala vengono presentate la mappa con la ubicazione dei sondaggi, quella con la delimitazione dei suoli secondo il colore e quella secondo la profondità nonché la carta pedologica definitiva.

A questo punto si può fare una considerazione: un numero di punti così elevato è giustificabile sotto l'aspetto economico solo dalle finalità che ci siamo proposte. Infatti poiché avevamo bisogno di approssimarci il più possibile al reale valore di volume del suolo delle parcelle sperimentali è stato necessario insistere nell'aumento dei sondaggi sino a riuscire a definire con una discreta approssimazione dove l'incerto limite passava tra tipo e tipo di suolo, come noi l'avevamo definito.

Ma oltre ai risultati strettamente cartografici raggiunti abbiamo avuto, da un tale tipo di rilevamento, anche un buon numero di informazioni sui suoli che si evolvono sulle argille plioceniche in un ambiente mediterraneo.

La prima è che salvo condizioni particolari i suoli sono sempre profondi. La seconda è che si è potuto trovare, almeno per i nostri immediati scopi cartografici, un limite tra la parte alterata e modificata, il suolo, e la roccia che lo produce. Infatti al salto di colore dalla pagina 2,5Y a quella successiva del 5Y durante il sondaggio si accompagna il passaggio dal suolo al substrato. Questo fatto è sempre vero al punto in cui sono le nostre conoscenze ed è vero anche in altre zone della valle dell'Era dove stiamo completando un lavoro di cartografia di dettaglio sui bacini rappresentativi del paesaggio delle argille.

Una terza informazione è che la roccia, originariamente neutra o bluastra, modifica il proprio colore, sotto la spinta evolutiva dell'ambiente, verso le tonalità grigie e grigio-brune. Sono poi questi due i colori di quei suoli che non raggiungono quasi mai delle profondità superiori ai 90 cm., e sono anche i colori di transizione alla roccia che si trovano alla base dei suoli più evoluti, i quali hanno sempre tonalità gialle o bruno scure.

L'ultima informazione infine è che il colore dei suoli è determinato dal grado di ossidazione del ferro e dal colore che assumono di conseguenza le screziature che sono associate nei loro termini più spinti, quelli che più si allontanano dall'andamento medio del fenomeno di idromorfia, ad uno spostamento dei carbonati ed un incremento massiccio di concrezioni di ferro e manganese.

Sebbene si sia riusciti in questo modo a rappresentare sulla carta la distribuzione di alcuni tipi di suolo che si trovano nell'ambiente delle argille plioceniche di origine marina, non si può ancora esprimere alcun giudizio sull'andamento del fenomeno dell'evoluzione di questi suoli. Una indagine più raffinata di tipo numerico potrebbe definire con maggiore esattezza il campo di variabilità dei suoli, ma ancora non ci può dare alcuna indicazione sulla genesi.

Proprio per questa ragione e per confermare le ipotesi formulate sulle caratteristiche dei suoli così raggruppati in tre categorie con differenti espressioni percettibili e misurabili, quali il colore e la profondità, abbiamo scelto a caso un numero limitato di punti all'infuori delle parcelle sulla stessa unità geografica che avessero gli stessi caratteri dei suoli che avevamo trovato entro l'area sperimentale.

In questi punti abbiamo aperto delle sezioni e abbiamo descritto e campionato dei profili di suolo ed analizzato i campioni prelevati a diversi livelli, dove alcune variazioni di caratteristiche morfologiche sembravano sufficientemente espresse e differenziate.

Confortante è stato il risultato immediato di aver trovato per questi suoli gli stessi caratteri già rilevati con le trivellazioni espressi in maniera molto chiara.

I suoli con colori grigiastri e grigio-bruni al massimo raggiungono una profondità di 90 centimetri. La struttura, in particolar modo nelle fasi sottili, ricorda il sistema di fessurazione della roccia che già sente le variazioni di umidità indotte dall'azione del clima. Il colore del suolo sfuma nei grigi di alterazione della roccia in posto senza creare soluzioni di continuità, e così è per la struttura. I suoli giallastri invece sono molto profondi e manifestano una diffusa migrazione ed ossidazione del ferro con screziature e con presenza di concrezioni di ferro-manganese piccole e friabili in tutta la massa. La roccia ha degli aloni di alterazione più marcati e cromaticamente più rossi di quelli trovati alla base dei suoli grigi.

Infine i suoli bruno scuri sono tanto profondi che non è stato possibile arrivare alla roccia nemmeno con delle trivellazioni che partendo dalla base della sezione di controllo sono arrivate a 3 metri circa. Ma intorno al metro e ottanta di profondità si è notata la presenza massiccia di carbonati sotto forma di concrezioni, quasi a formare uno orizzonte calcico. Le concrezioni di ferro manganese e di carbonati sono molto dure. Molte facce di scivolamento informano sulle tensioni che si manifestano nell'interno del suolo a causa della capacità di assorbimento dell'acqua delle argille e la loro tendenza ad espandersi. Un self-mulcing si trova in testa al profilo.

L'analisi dei dati di laboratorio, ancora incompleta, ha confermato per il suolo bruno scuro, con una forte tendenza al fenomeno vertico, un incremento di carbonati con la profondità che parte dall'alto con valori più bassi di tutti gli altri suoli. Sembra quindi che i suoli siano diversi anche per alcuni caratteri che non si potevano riconoscere con i sondaggi.

Ferme restando le osservazioni fatte sui suoli che abbiamo trovato nell'ambito del ristretto campo di azione della superficie delle parcelle

sperimentali, è necessario fare anche qualche considerazione sulla validità del raggruppamento di questi suoli in unità cartografiche separate.

Non si poteva impostare una ricerca di tipo idrologico cui sono collegati degli studi di carattere agronomico, biologico, sistematorio e sulla suscettibilità alla erosione senza tener conto delle differenti caratteristiche dei suoli.

Uno studio sulla minore o maggiore radicazione di alcune specie erbacee in rapporto alla profondità del suolo esplorabile dall'apparato radicale o meglio sull'effetto dell'asportazioni solide profonde e superficiali di quegli eventi meteorologici che precorrono la stagione umida, quando il suolo si trova investito in pieno dall'azione battente della pioggia, od altri ancora, potevano essere infirmati in quanto l'errore sperimentale avrebbe compreso anche l'effetto suolo.

Anche per lo studio biologico che contempla l'analisi delle flore batteriche e può dare utili informazioni sulla stabilità delle strutture potevano sorgere degli inconvenienti nella interpretazione dei risultati se si fosse preso in considerazione solo l'andamento medio dei fenomeni parcella per parcella, considerata in questo caso come una unità omogenea confrontabile. Lo stesso problema sorgerebbe qualora si cercasse di interpretare i dati idrologici indipendentemente dalla intensità e dalle modalità di crepacciamento che, in base a degli studi che abbiamo in corso, sembrano strettamente collegate ad alcune specifiche caratteristiche pedologiche.

È difficile tuttavia dire quali siano le ragioni per un comportamento diversificato dei tre tipi di suolo; dobbiamo tener conto che siamo in un ambiente ricco di sali che, come è noto, non si distribuiscono uniformemente sulla superficie e potrebbe essere questa una causa di variabilità più importante di tutti gli aspetti che sino ad ora abbiamo analizzato.

Lo studio dei sali è in corso, per ora sappiamo solo, grazie alla collaborazione del dott. Magaldi, che le forme cristallizzate che troviamo nei suoli, e che non sembrano per ora correlate ad una causa ben precisa per la loro distribuzione, sono tutti solfati.

Uno studio sui suoli della stazione sperimentale di S. Elisabetta del Prof. Carloni, che comprende anche le parcelle per lo studio dell'erosione che abbiamo rilevato, dice che i suoli che derivano dalle argille plioceniche marine nelle loro prime fasi di evoluzione, in pochi anni, perdono tutti i cloruri e rimangono soli i solfati; dice anche che la roccia vergine passa quasi subito a quei colori che noi abbiamo trovato per i suoli più sottili. Ma poiché nel nostro caso anche le fasi più profonde hanno ancora degli alti contenuti di sali, non si può dire quanto questi incidano nell'influenzare il comportamento del suolo indipendentemente da tutte le altre caratteristiche.

Un'altra difficoltà sorge quando si vuole fare un discorso genetico: sebbene fuori delle parcelle rilevate i suoli sembrano avere gli stessi caratteri di quelli compresi dentro, è molto difficile tentare una estrapolazione ad altre condizioni di evoluzione fuori dalla unità geografica rilevata.

Per fortuna le ricerche di dettaglio sui bacini rappresentativi, che coprono un'area di circa un Km<sup>2</sup>, hanno in parte confermato le distin-

zioni fatte nell'ambito delle parcelle sperimentali. Ma è stato necessario affrontare il lavoro da un punto di vista più ampio per ipotizzare poi sul perché i suoli sono differenti tra di loro in una piccola estensione superficiale quale quella delle parcelle. In ogni caso sarebbe molto pericoloso tentare una interpretazione dell'andamento evolutivo dei suoli sulle argille tenendo conto solo dei caratteri distintivi che noi abbiamo trovato.

Si può dire in conclusione che un lavoro di grande dettaglio apporta sempre delle notizie od informazioni di un buon livello sulla natura dei suoli e sulla loro effettiva distribuzione, ma abbisogna anche di uno studio approfondito della genesi per poter essere esteso a tutto l'ambiente delle argille plioceniche marine.

Da questa premessa ne deriva la necessità che abbiamo di non rimanere isolati ed aprire un discorso di collaborazione con studiosi di altre discipline, i quali possono approfondire ed in parte risolvere quel complesso tema che è l'evoluzione dei suoli.

Una collaborazione paritetica quindi è per noi fortemente auspicabile ed attesa.

*Prof. MANCINI*

Grazie a Ronchetti e Lulli per questo contributo che dimostra, come si sia arrivati all'indagine finalmente quantitativa sui fenomeni dell'erosione e della erodibilità.

Come ricorderete ho avuto occasione di protestare vivacemente contro questa tendenza di molti geologi a parlare di erosione e di erodibilità, con sempre maggiore frequenza senza corroborare le loro ipotesi con dati quantitativi.

Qui stiamo finalmente arrivando per una formazione o per un complesso di formazioni particolarmente diffuse nel nostro Paese, ad avere dei dati quantitativi su che cosa si va perdendo ogni anno, sulla quantità e sulla qualità. Dati quindi benedetti. Nello stesso tempo debbo sottolineare quanto le modestissime conoscenze che si avevano sulla pedogenesi nelle argille siltose del Pliocene marino, si vadano completando e irrobustendo con queste osservazioni che Lulli e Ronchetti vanno facendo in dettaglio.

Mi pare che i citati colleghi non abbiano ricordato le osservazioni visive che stanno facendo su due profili di cui seguono l'andamento delle fessure. La letteratura dice cose diverse dalla realtà sull'apertura e la chiusura delle fessure dovute anche a piccoli fenomeni di frana e smottamento. Quindi acquisizioni nuove che ritengo particolarmente utili e interessanti.

Se qualcuno vuole chiedere qualche schiarimento, immagino che gli autori siano a disposizione.

*Dott. DI GREGORIO*

Io vorrei chiedere al Prof. Ronchetti delle precisazioni relative al metodo usato da lui e dai suoi collaboratori al fine di stabilire delle

misure per l'erosione e se non ritenga che dei dati ottenuti su parcelle di piccole dimensioni, e quindi su ambienti troppo uniformi, forniscano risultati che mal si prestano ad una estrapolazione a territori più estesi, quali possono essere quelli di un bacino idrografico o di un sottobacino, ai quali naturalmente ci si debba ricondurre per una quantizzazione della erosione.

*Prof. RONCHETTI*

Stiamo un po' uscendo dal nostro campo d'azione specifico e molto meglio di noi potrebbero rispondere i nostri colleghi idrologi che si occupano del problema e che oggi non sono qui.

Ad ogni modo diremo innanzitutto che i nostri bacini sperimentali, scelti nell'area delle argille plioceniche marine della valle dell'Era, sono delle dimensioni di circa cento ettari.

Per la scelta definitiva di quelli più rappresentativi e nello stesso tempo più idonei, anche logisticamente, alle nostre esigenze particolari, ci siamo avvalsi di tutti gli elementi topografici e cartografici (dimensione, coefficiente di forma, pendenza media, esposizione ecc.) di cui potevamo disporre previa naturalmente la loro individuazione entro la zona delle argille a differenti morfologie, sulle fotografie aeree. Si è resa necessaria quindi una chiusura nella parte bassa di ogni singolo bacino e l'approntamento di una particolare bocca con annessa la strumentazione per la misura delle acque di deflusso. Entro i bacini in esame sono stati quindi piazzati sui due versanti principali, altrettanti pluviografi. Ogni unità bacinale così approntata ci permetterà di seguire e studiare i coefficienti di deflusso evento per evento. Per la misura del materiale in sospensione nelle acque, sono stati disposti, trasversalmente alla bocca e a tre differenti livelli dal suo piano di fondo, una serie di prelevatori a singolo stadio, costituiti da dei cilindri in plastica con sifone per lo scarico dell'aria. Questi permettono di poter seguire le caratteristiche delle torbide nella fase di ascesa della piena che si vuole controllare e raccogliere così dei dati quantitativi sulle asportazioni solide in differenti momenti dell'evento in esame.

La preferenza a tale tipo di campionario è stata condizionata dalla difficile dislocazione dei bacini e dalla natura dei sedimenti, sempre molto fini, provenienti dai substrati argillosi.

Quello della campionatura delle torbide è sempre un grosso problema ma il sistema che noi abbiamo adottato, pur essendo molto semplice, ci sta dando dei risultati abbastanza soddisfacenti.

I bacini fino ad ora attrezzati e funzionanti sono quelli sulle argille aventi una morfologia più accidentata e di tipo calanchivo ma sono in via di approntamento quelli, sempre sui medesimi sedimenti, ma presentanti una morfologia nettamente più dolce e senza vistosi fenomeni di erosione.

È nostra intenzione attrezzarne in seguito altri sulle sabbie plioceniche ed, eventualmente, su altri substrati presenti nel bacino.



*Prof. RAMUNNI*

Vorrei chiedere al Prof. Ronchetti, con il quale mi scuso se non ho seguito dall'inizio la relazione, essendo arrivato in ritardo, se nelle indagini sulle argille plioceniche, ed in particolare sulla tendenza all'erosione di tali argille, è stato tenuto in considerazione il contenuto di calcare.

Nostre esperienze di laboratorio hanno dimostrato che sia l'erodibilità delle argille, sia il tipo di fenditura conseguente all'essiccamento, sono correlati strettamente al contenuto di calcare ed alla sua granulometria.

*Prof. RONCHETTI*

A questa domanda ritengo sia meglio che risponda il Dr. Lulli.

*Dott. LULLI*

Uno studio sul contenuto in calcare dei suoli che derivano dai materiali argillosi della valle dell'Era, come elemento differenziale per le caratteristiche di erodibilità, non è stato previsto; alcune informazioni tuttavia ci vengono dalla cartografia pedologica che abbiamo realizzato nei bacini rappresentativi. Infatti i tipi di suolo che abbiamo trovato nel rilevamento delle parcelle sperimentali si trovano anche nei bacini idrografici di un chilometro quadrato, che rappresentano i modelli di tutto l'ambiente fisiografico delle argille plioceniche marine.

Le fasi sottili del suolo, quelle grigie per intendersi, contengono probabilmente del calcare finemente suddiviso e diffuso, mentre le fasi profonde, quelle che abbiamo definito giallastre o bruno scuro, hanno sovente dei carbonati di calcio organizzati in concrezioni di chiara origine pedogenetica.

Ciò può essere dovuto al grado di evoluzione del suolo o ad un comportamento diverso dei sali di calcio legato a condizioni differenti di pedogenesi.

In futuro terremo conto anche del contenuto di carbonati nel fare delle considerazioni sulla erodibilità di questi suoli argillosi, ma per prima cosa è necessario definire esattamente in che modo i suoli si evolvono, come organizzano i carbonati, e che effetto questi ultimi possono avere nei processi erosivi.

Abbiamo tuttavia ricavato dalla cartografia già realizzata sui suoli argillosi delle informazioni di massima, molto importanti, correlate alla natura delle superfici: in condizioni morfologiche abbastanza dolci ci sono quasi sempre dei suoli con fenomeni di lisciviazione dei carbonati, invece sulle superfici più tormentate ed erose i suoli non presentano movimento e riorganizzazione del carbonato di calcio, indipendentemente dalla quantità di calcare ereditata dalla matrice.

Il problema non si pone quindi solo per il tenore in carbonati ma anche nel come i suoli si sono modificati ed evoluti per una più o meno favorevole condizione pedogenetica, che rispecchia, a parità di contenuto,

un diverso stato ed una differente distribuzione nel profilo dei carbonati stessi.

Se esiste realmente una relazione tra la morfologia ed i suoli nell'ambiente delle argille plioceniche marine, una volta individuata la correlazione tra i due elementi è possibile approfondire anche lo studio della erodibilità in funzione della quantità di carbonati, suolo per suolo.

Certamente, questa mia, è una risposta indiretta che scaturisce da una cartografia pedologica, e che non tiene conto solo del tenore in calcare come elemento di erodibilità dei suoli argillosi.

*Prof. FIEROTTI*

Vorrei sapere come sono stati rilevati i colori, se su terreno umido o su terreno secco, e se sono stati rilevati su terreno umido a quale grado di umidità.

Mi sembra importante chiarire questo punto trattandosi di differenze di colore che, suppondo, siano misure minime e quindi estremamente influenzabili dallo stato di umidità del suolo. Grazie.

*Dott. LULLI*

A proposito del colore c'è una cosa molto importante da dire, perché proprio il colore è stato, nel nostro caso, l'elemento di ingresso per lo studio di dettaglio, ed è questa: la separazione in base al colore, sempre ben inteso per i suoli delle argille plioceniche marine della valle dell'Era, è valida, anche quando i suoli si trovano allo stato secco e aumentano la loro luminosità (innalzamento del value) cioè hanno più bianco, e diventa difficile all'occhio umano distinguere la differenza di una sola unità di saturazione (il chroma).

Però, una volta sensibilizzato, l'osservatore può apprezzare questa sottile variazione che non è rappresentata nelle Munsell Soil Color Charts. I suoli nondimeno che hanno più marcati i caratteri di lisciviazione dei carbonati assumono dei colori più carichi, tendono ad essere sempre più gialli, pur rimanendo nella stessa pagina (tonalità di colore).

Esistono naturalmente tutti i gradi di passaggio tra un suolo e l'altro con tutte le sfumature di colore comprese in un determinato intervallo, ma è certo che, se i suoli oscillano nel value col variare del contenuto di acqua, non si spostano come chroma, in quanto non diventano, se umidi o secchi, più o meno gialli.

Quindi se al variare, anche minimo, del colore tra suolo e suolo corrispondono una serie di differenze in altri caratteri, il criterio di separazione e di classificazione resta valido.

*Prof. CARLONI*

Visto l'interesse che ha suscitato il problema delle argille, porto un piccolissimo contributo anche se non ancora definitivo perché, come sanno

i colleghi dell'Istituto del Suolo, alcune ricerche, che sembravano concludersi a breve scadenza, sono invece state dilazionate nel tempo.

Io approfittai di uno sbancamento che era stato fatto nell'Azienda Sperimentale di Vicarello e che aveva portato alla luce dell'argilla vergine, per seguire nel tempo l'andamento delle pedogenesi, specialmente per quanto riguarda le caratteristiche chimiche.

Mi basavo sul contenuto di sostanze organiche e dei sali e volevo vedere quanto tempo occorreva perché questi sali fossero dilavati. I campioni furono prelevati a varie profondità fra 0 e 90 cm.

Il rapporto terreno-acqua usato per la determinazione dei sali era 1:5, cioè 1 parte di terreno per 5 di acqua.

Il contenuto iniziale dei sali totali si aggirava sul 10% con una preponderanza molto larga di solfato di calcio ed un contenuto secondario di cloruro di sodio.

Esaminando le variazioni nel tempo a intervalli di uno o due anni (e questo l'ho fatto per dieci anni) ho visto che tali variazioni erano del tutto saltuarie, cioè si poteva riscontrare, in un certo periodo di queste osservazioni, una concentrazione più elevata di sali in superficie ed in un altro periodo invece, in profondità. Quindi, data la complessità del fenomeno, è chiaro che esso va rilevato a lunghissima scadenza.

Considerando poi globalmente lo strato interessato dai prelevamenti, si notava, col passare del tempo, una lieve diminuzione di cloruri ma la loro concentrazione variava sensibilmente nei singoli strati, da un prelevamento all'altro. Nel 1965, ad es., la quantità di cloruri presente nello strato 0-30 poteva risultare più elevata di quella riscontrata fra 30 e 60 cm mentre nel 1967 si verificava il contrario.

Per quanto riguarda gli altri caratteri del suolo si notava, già dopo 3-4 anni dall'inizio delle osservazioni, una variazione sensibile del colore che nei primi 30 cm passava dal grigio-azzurro al giallastro.

Non posso dire altro con sicurezza perché i risultati ottenuti hanno bisogno di ulteriori accertamenti.

*Prof. MANCINI*

La parola al Prof. Romagnoli che presenta una nota su « La cartografia per lo studio del territorio ».

L. ROMAGNOLI

PROBLEMI DELLA CARTOGRAFIA DEL SUOLO  
PER LO STUDIO DEL TERRITORIO  
E LA VALUTAZIONE DELL'EROSIONE

Nella presente nota vengono esposti alcuni aspetti inerenti la cartografia del suolo emersi durante lo studio del territorio nell'alta Valle del Tevere. Questo studio rappresenta una fase della realizzazione di una parte del piano di ricerca del Laboratorio per la Protezione Idrogeologica nell'Italia centrale.

Il programma allegato all'atto istitutivo del Laboratorio prevede infatti, fra l'altro, lo studio geologico ed idrogeologico relativo ai singoli corsi d'acqua ed ai loro affluenti; la ricostruzione della storia e della tendenza evolutiva dei corsi d'acqua stessi da eseguire nel tempo a mano a mano che viene modificata dall'intervento di cause naturali o artificiali; studio di fenomeni di demolizione ed asporto del suolo e delle rocce normali ed accelerati.

È noto che il profilo del suolo è lo specchio delle vicende subite dal territorio nel punto in cui esso si rinviene; lo spessore del suo profilo è infatti il risultato dell'equilibrio dinamico esistente fra il tasso di alterazione della roccia e quello di asportazione della parte superficiale del suolo stesso per erosione.

Per ricostruire la storia e per avere informazioni sulla tendenza evolutiva di un territorio è quindi indispensabile avere una visione globale dei fenomeni che si rinvengono in modo da valutare l'ampiezza e l'eventuale sovrapposizione delle diverse fasi erosive.

Data l'assoluta mancanza di documenti cartografici relativi al suolo, da utilizzare come base per ricavare delle carte derivate nelle quali mettere ad esempio in risalto gli aspetti relativi alla tipologia e all'intensità dell'erosione in atto e potenziale, si è reso indispensabile intraprendere lo studio tendente ad acquisire le conoscenze indispensabili a questo scopo.

Dato il particolare tipo di paesaggio caratterizzato da un rilievo con forme molto incise intercalate da residui di paleosuperfici, sono state adottate due diverse tecniche di fotointerpretazione. Una tendente ad individuare le associazioni di forme più significative tali da permettere una sintetica ed immediata ricostruzione delle varie porzioni di territorio che hanno subito una evoluzione comune per la cui percezione occorre

però anche se per breve tempo l'opera di un fotointerprete particolarmente preparato ed esperto.

L'altra che implica la suddivisione del territorio nelle singole unità elementari omogenee è meno impegnativa ma richiede l'opera del fotointerprete per un periodo molto più lungo. Quest'ultima tecnica, dato il maggior dettaglio, richiede anche un notevole impegno per i controlli a terra onde individuare i diversi tipi di suolo. È ovvio che essa fornirà un numero più elevato di informazioni che però sono arealmente limitate data la lentezza di esecuzione e può sfuggire la visione d'insieme.

Da un raffronto dei dati ottenibili dai due rilevamenti risulta evidente la loro diversa applicabilità. Quella più dettagliata può agevolmente servire per indirizzare degli interventi operativi; l'altra per orientare delle scelte di massima nel quadro di una programmazione territoriale su scala regionale.

*Dr. R. LENAZ*

I due elaborati cartografici presentati dal Prof. Romagnoli, costituiscono il risultato di uno studio geomorfologico dell'alto bacino del Tevere a diverso dettaglio. Hanno pertanto un costo diverso, forniscono un numero di notizie differente e tale sarà pure la loro utilizzazione.

La prima carta, a minor dettaglio, rappresenta delle «land units» ed esige il maggior impegno da parte del fotointerprete che, dopo aver distinto le forme morfologiche elementari, deve sintetizzarle in unità territoriali aventi le stesse limitazioni nell'uso, riconosciute con i rilievi di campagna condotti in punti prefissati durante la fotointerpretazione presi quali caposaldi per l'itinerario di rilevamento.

La cartografia pedologica, che viene curata allo scopo di avere una valutazione dell'erosione laminare basata su queste distinzioni morfologiche, riunisce, sotto forma di associazioni, suoli molto diversi tra loro per maturità o per diversa pedogenesi. In ognuna di queste unità, tuttavia, l'erosione si manifesta secondo una modalità prevalente.

La seconda carta è il risultato dell'analisi morfologica semidettagliata e limitata al bacino del T. Singerna, che, pur nella sua modesta estensione (70 Km<sup>2</sup>), presenta una diversità di situazioni morfologiche e pedologiche comuni a buona parte dell'Appennino centro settentrionale. In questo caso la cartografia rappresenta i singoli «land elements», le superfici risultanti dai diversi stadi della storia evolutiva del bacino: si possono così distinguere le vecchie superfici in equilibrio con un preesistente sistema idrografico, le scarpate di erosione o di faglia ecc. Per ottenere questi risultati, oltre all'impegno del fotointerprete, va previsto un rilevamento semidettagliato per la verifica della presunta omogeneità di ciascuna unità morfologica distinta. Pertanto, la cartografia pedologica impostata su questa base morfologica, non sarà più limitata alle associazioni, ma riunirà nella stessa unità cartografica serie diverse dello stesso tipo di suolo o, al più, un complesso di suoli che si diversificano per una particolarità di facies litologica del substrato e difficilmente separabili a questo dettaglio.

In stretta connessione con l'andamento morfologico, si potranno rinvenire sulle «paleosuperfici» i suoli più evoluti, generalmente di tipo alfico, poco erosi, mentre, per quanto riguarda le varie forme dei versanti, si hanno suoli rendziniformi sulla formazione dell'alberese in facies più calcarea e suoli lisciviati in facies più argillosa, più o meno tronchi a seconda della posizione occupata lungo il versante.

Lungo i versanti impostati sul macigno si hanno suoli spodici alle quote più elevate e suoli bruni debolmente lisciviati a quote inferiori.

La formazione argillosa-calcareo non si diversifica molto nei vari «land elements» e vi si rilevano suoli bruni lisciviati a reazione calcarea violenta con frequenti fasi di accumulo o di erosione ai lati.

In conclusione, come ha già spiegato il Prof. Romagnoli, la prima carta, che riporta la suddivisione in «land units», può servire di base per una programmazione territoriale su scala regionale in quanto fornisce le limitazioni nell'uso delle singole unità in cui si articola il complesso fisiografico. La seconda carta è una carta operativa perché, attraverso l'individuazione delle modalità dei fenomeni erosivi in relazione alla tendenza evolutiva del bacino, dà l'indicazione delle zone in cui l'intervento sistematorio dovrebbe essere prioritario.

*Prof. ROMAGNOLI*

Vorrei ricordare che i primi mesi del 1972 si è svolto a Roma sotto il patrocinio della F.A.O. un convegno sugli effetti dell'uso intensivo dei fertilizzanti sull'ambiente umano. In questa occasione è stato più volte messa in evidenza il diverso comportamento dei vari tipi di suolo anche sotto questo aspetto e quindi l'esigenza di una loro oculata gestione per evitare danni all'ambiente.

*Prof. MANCINI*

La parola al Prof. Sanesi che presenta, anche a nome del Dott. Wolf, la relazione su «L'applicazione di alcuni metodi di analisi multivariata alla cartografia del suolo».

G. SANESI - U. WOLF

Presentiamo un breve contributo del Centro C.N.R. di Genesi, Classificazione e Cartografia del suolo diretto dal Prof. F. Mancini su « *L'applicazione di alcuni metodi di analisi multivariata alla cartografia del suolo* ».

Negli ultimi quindici anni lo sviluppo della metodologia statistica e la possibilità di impiego di calcolatori di sempre maggiore potenza ha fatto sì che vari autori tentassero di ordinare con metodi numerici le informazioni raccolte con i rilevamenti del suolo. L'ordinamento basato su metodi di analisi numerica presenta indubbiamente alcuni pregi:

a) una volta definito un modello matematico che ben si adatti alla elaborazione dei dati che dobbiamo analizzare, i risultati sono obiettivi e riproducibili;

b) nel corso di un rilevamento, il rilevatore effettua osservazioni in numero molto elevato di punti (ad esempio nel rilevamento in scala 1:25.000 si effettuano in genere da 30 a 80 trivellate per kmq.). Per ciascun punto di osservazione vengono presi in considerazione molti caratteri; tessitura, pH, quantità di carbonati, colori, ecc. il più delle volte ripetuti a più profondità. È naturale che la mente umana trovi difficoltà a ricordare ma soprattutto a sintetizzare tutte queste informazioni. In pratica la memoria di un calcolatore fa sì che nessuna informazione vada perduta e che possano essere tratte delle sintesi tenendo conto di tutte le informazioni raccolte.

Cartografare dei suoli significa delimitare su una carta topografica delle unità relativamente omogenee per caratteri permanenti del suolo e geograficamente localizzate. Sappiamo per esperienza che le proprietà del suolo non variano a caso e che esiste un certo grado di ordine geografico. Il servizio del suolo degli Stati Uniti riprendendo un concetto elaborato da M. Cline (*Logic of the new system of soil classification*, Soil Science 96, pag. 17-22, 1963) ha definito « soil individual » o « polype-don » una unità geografica con ristretti limiti di variazione nelle caratteristiche del suolo. Questa unità è cartografabile in quanto ha limiti geografici e come tale riconoscibili in campagna.

Nella concezione americana, ripresa anche dagli Inglesi, Irlandesi ed altri servizi del suolo i « soil individuals » sono la base per la definizione delle serie e delle altre categorie dei sistemi di classificazione.



Le caratteristiche del suolo ed il loro campo di variazione nell'ambito di ciascun « soil individuals » sono definite da unità campionarie dette « pedon ». Il « pedon » è una unità di volume arbitraria che serve per la determinazione di proprietà morfologiche, fisiche e chimiche in campagna e in laboratorio.

I servizi del suolo inglese e statunitense utilizzano il « soil individuals » come unità cartografica e come base per la definizione delle unità tassonomiche. Le serie, così sono chiamate le unità tassonomiche più basse, sono quindi al tempo stesso unità cartografiche e di classificazione.

Altri paesi, Olanda e Germania Est ad esempio, pur accettando il concetto di « soil individual » o « polypedon » come unità pedologicamente omogenea, geograficamente localizzata e quindi delineabile e cartografabile in campagna, distinguono tra unità di classificazione e unità cartografiche.

A. Van Wambeke (*Soil bodies and soil classification*, Soil and Fertilizers, 29 pag. 507-510, 1966) consiglia di utilizzare i dati rilevati su una unità di volume arbitraria (= pedon) come base per la definizione delle categorie di un sistema di classificazione.

Questa scelta deriva oltretutto da considerazioni di ordine filosofico e di applicazione pratica anche dalla possibilità di elaborare direttamente con metodi numerici le informazioni.

I caratteri del suolo variano da punto a punto anche per osservazioni tra loro molto vicine e per ciascun punto con la profondità (= modello multivariato), inoltre tali variazioni non avvengono contemporaneamente per tutti i caratteri (= entità politetiche).

Il suolo pur avendo molti caratteri che variano contemporaneamente e che risultano pertanto tra loro correlati è una entità politetica. Ciò nonostante nel rilevamento libero non potendo tenere conto contemporaneamente e sintetizzare tutte le variazioni rilevate si tende automaticamente a prendere in considerazione pochi caratteri che secondo uno schema mentale contingente meglio sembrano spiegare le variazioni del suolo. Ne deriva che anche se nel corso del rilevamento l'operatore si è diligentemente appuntato tutte le variazioni osservate, in fase di stesura del rapporto, di preparazione della legenda della carta e di definizione delle serie incluse in ciascuna unità cartografata, l'autore sarà portato a considerare solo alcuni caratteri più salienti dell'insieme esaminato.

Alcuni metodi di analisi numerica permettono di evitare questa perdita di informazione e di definire serie o altre classi sulla base di tutte le proprietà che i singoli individui esaminati posseggono. Le classi che vengono prodotte sono classi naturali cioè entità delimitate da intervalli reali nella combinazione di tutti i caratteri considerati.

Sono stati proposti numerosi metodi di analisi numerica per eseguire raggruppamenti tali che gli elementi (suoli) di ogni gruppo siano il più possibile simili tra loro e il più possibile dissimili dagli elementi degli altri gruppi. Questi metodi si basano sulla determinazione di indici di similarità tra gli individui in esame e sulla formazione di gruppi (= clusters) a partire dagli individui tra loro più simili.

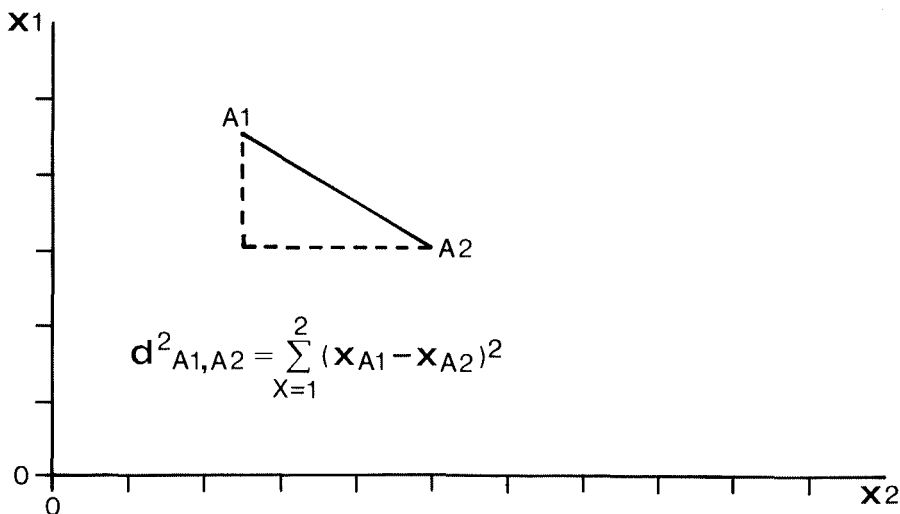


Fig. 1

Molti indici di similarità sono riportati in letteratura, alcuni si basano su elementari misurazioni di distanza quali distanze Euclidiane ed indici da esse derivati (fig. 1), altri si basano su modelli statistici più complessi: statistica parametrica, teoria dell'informazione ecc.

L'applicazione dell'uno o dell'altro metodo è condizionata dal fatto che i dati in elaborazione si adattino o meno al modello matematico-statistico da cui l'indice è ricavato.

Un programma messo a punto nel nostro Istituto utilizza distanze Euclidiane e coefficienti di correlazione di Kendall come indici di somiglianza. Ambedue gli indici sono indipendenti da distribuzione e quindi di uso generale. Indici di tipo parametrico non sono utilizzabili in quanto non si conoscono le distribuzioni di frequenza delle variabili in esame, tali distribuzioni, per l'applicabilità del metodo, debbono essere di tipo gaussiano. Indici derivanti dalla teoria matematica dell'informazione sono stati utilizzati da vari autori con risultati non sempre soddisfacenti. Per il momento non abbiamo esperienza diretta di questi metodi.

Qualunque sia l'indice di similarità prescelta, il calcolo è in genere abbastanza banale, sebbene molto lungo, essendo un confronto a coppie per tutte le coppie di profili esaminati. Il numero dei confronti è pari

ad  $\frac{N}{2}$  cioè a tutte le combinazioni due a due possibili tra gli indivi-

dui. In parole povere per  $N = 100$  i confronti saranno  $\frac{N}{2} (N - 1)$  ossia

4,950 per  $N = 300$ , 44.850! Occorre considerare inoltre che per ogni confronto devono essere prese in considerazione tutte le variabili che caratterizzano ciascun individuo. Vedi appendice per ciò che concerne i metodi di calcolo.

Il trattamento di queste variabili costituisce uno dei grossi problemi dell'applicazione dell'analisi numerica alla pedologia. I caratteri del suolo sono in parte descrittivi (colori, screziature, strutture ecc.), in parte quantitativi (stime e misure effettuate in campagna e in laboratorio). Tutti questi caratteri devono essere convertiti in valori numerici almeno di tipo ordinale.

Una delle caratteristiche dei dati pedologici è il ripetersi delle stesse determinazioni a diverse profondità; ciò si rende necessario a causa della anisotropia del profilo del suolo per cui caratteri fisici, chimici e biologici variano con la profondità. In genere il pedologo mette un ordine in questa anisotropia campionando per orizzonti. Ciascun orizzonte non è di per se omogeneo ma la variabilità nell'ambito di un orizzonte si ritiene per molti caratteri minore della variabilità tra gli orizzonti, ciò costituisce quindi un tentativo di stratificazione.

Ne risulta che dobbiamo elaborare valori che si riferiscono a ripetizioni della stessa determinazione effettuata a varie profondità ma ancor peggio che le profondità di campionamento non sempre coincidono nei vari profili. Ciò perché non tutti i profili presentano la stessa sequenza e spessore degli orizzonti né tutti i profili hanno la stessa profondità. Dal punto di vista statistico ciò è indesiderabile in quanto:

- a)* per alcuni profili abbiamo molte determinazioni, per altri meno;
- b)* abbiamo le stesse determinazioni ripetute a più profondità ed esse non costituiscono caratteri indipendenti; di ciò tratteremo più avanti a proposito della cosiddetta ridondanza;
- c)* non è statisticamente corretto confrontare dati rilevati a profondità diverse.

A ciò occorre aggiungere che:

- d)* la natura dei dati numerici è molto diversa in quanto abbiamo valori logaritmici come il pH, rapporti di diversa natura percentuali e non (grammi/grammi, m.eq./grammi, volumi/volumi ecc.) misure assolute.

Per ciò che concerne il punto *a)* e parzialmente il punto *c)* è consigliabile utilizzare dati rilevati a profondità standard definite nel corso del rilevamento tenendo conto dell'andamento dei profili e della sequenza degli orizzonti. Nel programma messo a punto a Firenze è prevista la mancanza di dati però la misura di similarità è fatta trascurando il valore mancante; che si traduce in una perdita d'informazione e al limite se vi sono troppi dati mancanti in un errore non trascurabile nel calcolo dell'indice di similarità. Per quanto riguarda il confronto tra dati relativi a profondità diverse l'unica proposta avanzata è di introdurre un fattore di pesaggio, comunque se possibile conviene sempre utilizzare dati relativi a profondità prescelte sulla base di considerazioni sui suoli da rilevare.

La diversa natura dei dati numerici da elaborare, punto *d*), non offre grossi inconvenienti se si esegue una standardizzazione dei dati carattere per carattere.

Le tecniche di standardizzazione più frequenti si basano o sulla media e varianza dei dati o sul campo di variazione (= range).

Il problema più difficile a risolvere è indubbiamente quello della ridondanza d'informazione dovuta al fatto che molte variabili sono tra loro logicamente o matematicamente correlate o contenute in altre. Questa sovrabbondanza d'informazione è particolarmente elevata in pedologia, pH, saturazione in basi, basi di scambio quantitativamente più importanti sono sempre tra loro correlati, contenuto in carbonio o sostanza organica ed azoto totale, capacità di scambio cationico e basi di scambio quantitativamente più elevate son pure altamente correlate.

Tutti questi valori covarianti portano come conseguenza ad un aumento artificioso degli indici di similarità per cui tutti gli individui in esame tendono ad essere ravvicinati in uno o pochi gruppi eterogenei.

L'analisi dei fattori (Principal Component Analysis, Factor Analysis) e il calcolo di correlazioni semplici tra le variabili, possono essere degli utili test per eliminare almeno in parte la ridondanza d'informazione.

Ridotto il numero dei caratteri in modo da minimizzare la ridondanza e standardizzati i valori, si possono ora calcolare gli indici di similarità tra tutti gli individui in esame. Successivamente sulla base degli indici di similarità si può costruire un dendrogramma (fig. 2) che raduni gli individui tra loro più simili in gruppi distinti.

La letteratura offre moltissimi tipi di indici di similarità ed altrettanti metodi di raggruppamento (R.R. Sokal, P.H.A. Seath, *Principles of numerical taxonomy*, Freeman 1963; A.J. Cole, *Numerical taxonomy*, Academic Press 1969; W.T. Williams, M.B. Dale *Fundamental problems in numerical taxonomy*, Advances in Bot. Research vol. 2, 1965; R.E. Blackith, R.A. Reyment, *Multivariate morphometrics*, Academic Press 1971).

Una caratteristica dei metodi proposti sta nella impossibilità attuale di verificare con un test statistico la significatività delle differenze tra i gruppi ottenuti. In realtà i metodi utilizzati sono soprattutto generatori di ipotesi, e non è logicamente valido testare la validità di un'ipotesi sui dati che sono serviti a generarla. Attualmente sembra che l'unico test utilizzabile sia il criterio di Wilks in una sua particolare forma che (F. C. H. Marriott, *A method of cluster analysis for continuous variates*, Biometrika, 27, 1971; R. Webster, *Wilks's criterion: a measure for comparing the value of general purpose soil classifications*. J. of Soil Sc., 22, 2, 1971) permette di stabilire il numero ottimale di gruppi.

Concludendo questa breve esposizione vorremmo dire che i metodi di analisi di cui attualmente si dispone per elaborare dati numerici raccolti nella cartografia e nello studio del suolo permettono di meglio evidenziare dei raggruppamenti naturali e quindi di costruire categorie naturali di classificazione. Senonché la grande quantità di calcoli necessaria, fa sì che anche con i calcolatori più potenti in Italia, possano essere elaborati non più di 250-300 profili in una volta. Si consiglia pertanto di effettuare un rilevamento semisistemico in modo da spaziare in

maniera abbastanza omogenea le osservazioni di campagna, di fare direttamente una prima suddivisione, separando quei suoli che per ovvi motivi risultano già ad una prima osservazione completamente diversi. Al calcolatore converrà lasciare ordinare quei profili la cui distinzione in gruppi sia meno ovvia o addirittura impossibile. Ciò potrà permettere di esaminare set di dati molto più omogenei e di ovviare almeno in parte anche gli inconvenienti dovuti al confronto di dati rilevati a diversa profondità.

I raggruppamenti ottenuti potranno essere analizzati in modo da migliorare la cartografia o la legenda. Converterà sempre che il rilevatore segni direttamente in campagna o dalle foto aeree tutti i limiti banali. I gruppi ottenuti attraverso l'analisi numerica, se spazialmente localizzati, potranno permettere di tracciare ulteriori limiti migliorando la cartografia. Se i profili appartenenti ai singoli gruppi non sono raggruppati spazialmente e come tali non separabili in una unità distinta, l'unità cartografata rimarrà un complesso ma la legenda potrà specificare l'esistenza di classi di suolo ben distinte.

#### Appendice

Riportiamo, come esempio, l'elaborazione relativa a 10 profili immaginari, definiti sulla base di 9 caratteri: 1) profondità in cm.; 2) % del profilo interessato da screziature; 3) classi di quantità di scheletro; 4) % di sostanza organica in superficie; 5) % di sostanza organica in profondità; 6) pH in superficie; 7) pH in profondità; 8) % di argilla in superficie; 9) % di argilla in profondità.

La matrice dei dati in entrata sarà quindi di questa forma:

		PROFILI									
		A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	C1	C2	C3
CARATTERI	1	150	170	145	160	170	150	140	60	50	75
	2	85	70	80	70	0	0	0	0	0	0
	3	1	1	1	1,5	2,5	2	2,5	3,5	3	3
	4	1,7	1,9	2,1	1,8	2,1	2,2	2,3	5,8	3,2	4,2
	5	1,1	1,0	1,4	1,1	1,3	1,5	1,5	2,4	2,7	2,1
	6	5,2	5,0	5,5	5,0	6,5	6,2	5,9	7,0	7,1	7,0
	7	6,5	6,4	6,0	6,8	7,1	7,4	6,9	8,1	8,0	7,9
	8	37,1	40,2	40,2	39,1	38,1	35,7	34,3	15,2	12,3	11,6
	9	39,4	42,2	43,7	41,3	38,3	36,1	35,1	12,2	10,3	7,4

Nel programma messo a punto presso l'Istituto di Geologia Applicata di Firenze è prevista la possibilità di dati mancanti (NC = no computation). In tal caso non si dovrà usare il valore zero ma la codificazione -1 che equivale per il calcolatore ad un'istruzione di « no computation ».

Il secondo passo è la standardizzazione dei dati in modo da renderli adimensionali. Nel programma viene fatta pesandoli sul loro campo di variazione (range), carattere per carattere secondo la formula:

$$X'_{i,j} = \frac{(X_{i,j} - X_i \text{ MIN}) \cdot 100}{(X_i \text{ MAX} - X_i \text{ MIN})}$$

dove:  $X'_{i,j}$  = valore standardizzato

$X_{i,j}$  = valore da standardizzare del carattere (riga) i, profilo (colonna) j

$X_i$  MIN = valore minimo del carattere i

$X_i$  MAX = valore massimo del carattere i

In questo modo tutti i valori dei caratteri saranno compresi in un campo tra 0 (X MIN) e 100 (X MAX).

Ad esempio il valore del profilo A1 per il primo carattere sarà:

$$X'_{1, A1} = \frac{(150 - 50) \cdot 100}{(170 - 50)} = 83,33$$

e così per tutti gli altri.

*Matrice dei dati standardizzata*

	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	C1	C2	C3
1	83,33	100,00	79,17	91,67	100,00	83,33	75,00	8,33	0,00	20,83
2	100,00	82,35	94,12	82,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	20,00	60,00	40,00	60,00	100,00	80,00	80,00
4	0,00	4,88	9,76	2,44	9,76	12,19	14,63	100,00	36,58	60,98
5	5,88	0,00	23,53	5,88	17,65	29,41	29,41	82,35	100,00	64,71
6	9,52	0,00	23,81	0,00	71,43	57,14	42,86	95,24	100,00	95,24
7	23,81	19,05	0,00	38,09	52,38	66,67	42,86	100,00	95,24	90,48
8	89,16	100,00	100,00	96,16	92,66	84,27	79,37	12,59	2,45	0,00
9	88,15	95,87	100,00	93,39	85,12	79,06	76,31	13,22	7,99	0,00

Tra gli individui (profili), ognuno rappresentato dai nove valori standardizzati è ora possibile calcolare gli  $\frac{N}{2} (N - 1)$  indici di somiglianza.

In questo caso si otterrà quindi la matrice di somiglianza formata da 45 indici. Nell'esempio verrà presentato soltanto il metodo detto delle Distanze Euclidiane, opportunamente modificato per poter utilizzare successivamente un sistema agglomerativo di raggruppamento basato su medie aritmetiche. La formula base di distanza euclidiana è:

$$d^2_{k,j} = \sum_1^n (X_k - X_j)^2$$

dove  $d^2_{k,j}$  è la distanza quadrata tra il profilo k ed il profilo j definiti dai i caratteri che vanno da 1 ad n. Nel programma la formula reale utilizzata è quella della distanza media:

$$d^2_{k,j} = \frac{\sum_1^n (X_k - X_j)^2}{n}$$

Così il valore di distanza sarebbe scalato tra 0 (massima somiglianza) e 10000 (massima dissomiglianza) ed è stato trasformato in modo che vari tra 100 (massima somiglianza) e 0 (massima dissomiglianza) con questa formula:

$$S_{k,j} = \frac{10000 - d^2_{k,j}}{100}$$

Ad esempio la distanza tra il profilo A1 ed A2 si calcola in questo modo:

$$d_{A_1, A_2}^2 = \frac{(83,33 - 100,00)^2 + (100,00 - 82,35)^2 + (0,00 - 0,00)^2 + \dots}{9} + \frac{(0,00 - 4,88)^2 + (88,15 - 95,87)^2}{9} = 104,2436$$

$$S_{A_1, A_2} = \frac{10000 - 104,2436}{100} = 98,9576$$

Alla fine di tutti gli  $\begin{matrix} N \\ 2 \end{matrix}$  calcoli di distanza si otterrà la:

*Matrice degli indici di somiglianza*

	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	C1	C2	C3
A1	—	98,96	98,35	98,71	79,13	81,65	82,06	26,55	32,47	38,89
A2	98,96	—	97,67	99,01	81,00	82,62	83,13	20,99	25,30	33,17
A3	98,35	97,67	—	96,51	79,76	81,38	82,53	26,94	32,28	37,48
A4	98,71	99,01	96,51	—	84,41	86,30	86,89	31,33	35,39	42,15
B1	79,13	81,00	79,76	84,41	—	98,51	97,83	59,17	61,51	67,38
B2	81,65	82,62	81,38	86,30	98,51	—	98,58	64,70	68,31	72,78
B3	82,06	83,13	82,53	86,89	97,83	98,58	—	66,02	68,80	73,49
C1	26,55	20,99	26,94	31,33	59,17	64,70	66,02	—	94,47	96,87
C2	32,47	25,30	32,28	35,39	61,51	68,31	68,80	94,47	—	97,34
C3	38,89	33,17	37,48	42,15	67,38	72,78	73,49	96,87	97,34	—

A questo punto si tratta di applicare uno o più dei vari metodi di raggruppamento in modo da descrivere la struttura della matrice e le interrelazioni che legano tra di loro tutti gli individui. I metodi agglomerativi formano gruppi in modo iterativo riunendo via via individui o gruppi di individui tra di loro più simili. In questo modo si formano dei raggruppamenti via via sempre più eterogenei e meno numerosi fino a che tutto l'universo in esame, all'ultima iterazione, è entrato in un unico gruppo.

Come esempio riportiamo il procedimento agglomerativo detto « average weighted pair-group method » (AWPGM) che è adatto per trattare indici di somiglianza del tipo delle distanze euclidiane.

Al primo passaggio vengono analizzati tutti gli indici riga per riga e colonna per colonna ricercando le coppie di individui più simili. Nell'esempio esse saranno A2 e A4 (99,01), B2 e B3 (98,58) e C2 con C3 (97,34). Si ricalcolano ora gli indici di somiglianza ottenendo una nuova matrice che tenga conto dei tre gruppi che si sono formati. Si possono avere due casi e cioè un confronto tra due coppie ad es. (j+k) e (x+y), oppure tra una coppia ed un individuo: ad es. (j+k) e p.

$$S'_{[(j+k) (x+y)]} = \frac{S_{j,x} + S_{j,y} + S_{k,x} + S_{k,y} + S_{j,k} + S_{x,y}}{6}$$

$$S'_{[(j+k) p]} = \frac{S_{j,p} + S_{k,p} + S_{j,k}}{3}$$

Così il valore del nuovo indice di somiglianza nel confronto tra la coppia (A2 + A4) e la coppia (B2 + B3) sarà:

$$S'_{[(A2+A4) (B2+B3)]} = \frac{82,62 + 83,13 + 86,30 + 86,89 + 99,01 + 98,58}{6} = 89,42$$

mentre il nuovo indice nel confronto tra la coppia (A2 + A4) e l'individuo A1 sarà:

$$S'_{[(A2+A4) A1]} = \frac{98,96 + 98,71 + 99,01}{3} = 98,89$$

Alla fine di tutti questi confronti si otterrà questa matrice di indici di somiglianza:

	A1	A'2	A3	B1	B'2	C1	C'2
A1	—	98,89	98,35	79,13	87,57	26,55	56,79
A'2	98,89	—	97,73	88,14	89,42	50,44	55,39
A3	98,35	97,73	—	79,76	87,50	26,94	55,70
B1	79,13	88,14	79,76	—	98,31	59,17	75,41
B'2	87,57	89,42	87,50	98,31	—	74,43	79,88
C1	26,55	50,44	26,94	59,17	74,43	—	96,23
C'2	56,79	55,39	55,70	75,41	79,88	96,23	—
In cui A'2 = (A2 + A4) con indice			99,01				
B'2 = (B2 + B3) » »			98,58				
C'2 = (C2 + C3) » »			97,34				

Con lo stesso procedimento già illustrato si potrà quindi proseguire con le altre iterazioni di raggruppamento che nell'esempio numerico danno questi risultati:

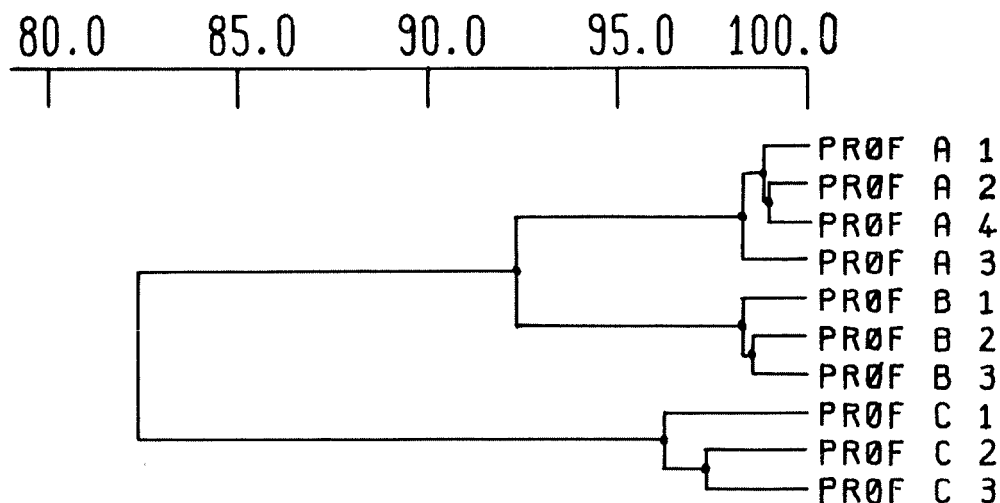
2ª iterazione: 3 coppie	A'1 = (A1 + A'2)	con indice	98,89
	B'1 = (B1 + B'2)	» »	98,31
	C'1 = (C1 + C'2)	» »	96,23
3ª iterazione: 1 coppia	A''1 = (A'1 + A3)	» »	98,32
4ª iterazione: 1 coppia	A'''1 = (A''1 + B'1)	» »	92,36
5ª iterazione: 1 coppia	A''''1 = (A'''1 + C'1)	» »	82,41

Un metodo grafico che visualizzi il risultato di tutto questo procedimento è il cosiddetto « dendrogramma » o « fenogramma », cioè una rappresentazione in forma di arborecenza delle interrelazioni di natura gerarchica che legano tra di loro i vari individui.

Anche questa parte può essere svolta in modo automatico ricorrendo al calcolatore collegato con il plotter.

Nell'esempio riportato in fig. 2 la scala superiore indica i valori dell'indice di somiglianza (in questo caso le distanze euclidiane trasformate), cui si può fare riferimento per vedere le interrelazioni che corrono tra gli individui (profili) ordinati su una scala arbitraria. Si deve tenere presente che ogni dendrogramma ed i relativi valori di somiglianza, fanno storia a sé e non è possibile paragonare tra di loro individui diversi di diversi dendrogrammi facendo riferimento ai valori assoluti degli indici. Ogni volta infatti l'universo considerato è definito da quei profili (con i relativi valori numerici) e solo da quelli. In questo senso non è possibile inserire di volta in volta altri individui profili, anche definiti sulla base delle caratteristiche precedentemente utilizzate, in





## ESEMPIO DI RAGGRUPPAMENTO

G. Pettini

Fig. 2

quanto viene variato l'universo e quindi le interrelazioni tra individuo ed individuo.

Dal dendrogramma dell'esempio si può facilmente ipotizzare l'esistenza di tre gruppi molto omogenei, cioè il gruppo A, B e C; ma accontentandosi di una maggiore eterogeneità A e B potrebbero essere inseriti in un'unica popolazione, mentre C appartiene ad una popolazione che si differenzia nettamente. Un rapido esame dei dati in entrata ci rende ragione della fondatezza di una tale ipotesi.

*Prof. MANCINI*

Non c'è dubbio che il discorso che facevamo sulla cartografia di dettaglio può essere aiutato anche da questa metodologia che permette di sceverare a livelli molto bassi come concludendo Sanesi affermava.

A livelli più alti una suddivisione è già possibile da parte del normale pedologo rilevatore.

Se c'è qualcuno che intende chiedere chiarimenti al Prof. Sanesi o intervenire in qualche modo alla discussione, sarà certamente gradito. Torneremo poi alla discussione generale se c'è ancora qualche intervento per dare poi un avvio alle conclusioni provvisorie che il Presidente della Commissione trarrà.

Se c'è qualcuno che intende ancora, in base a quello che è stato oggi illustrato e ai contributi degli intervenuti nel dibattito, fare qualche

ulteriore osservazione è pregato di parlare. Prego Dott. Mattei molto gradito.

*Dott. MATTEI*

Rifacendoci all'invito cordiale del nostro Presidente di discutere le relazioni presentate a questo Convegno, vorrei toccare un punto che mi sembra possa interessare tutti i partecipanti a questa tavola rotonda.

Il Prof. Aru, nella sua relazione ha accennato all'importanza che ha la cartografia ai fini di una stima delle capacità produttive del suolo, o per meglio dire, la loro potenzialità produttiva.

Nella relazione del Prof. Aru, a pag. 5, si dice infatti «la produttività di una coltura è strettamente legata, prima di tutto, al tipo di suolo sul quale viene effettuata e, a parità di interventi, daranno migliori risultati su alcuni tipi di suoli piuttosto che su altri...».

Ora vorrei sottolineare che esiste una vasta linea di ricerca a cui fanno capo i bioclimatologi e gli agrometeorologi, che da invece la massima importanza ai fattori ambientali, nel condizionare la produttività vegetale. Le condizioni del suolo, invece, sono considerate di scarsa importanza.

Può sembrare che questa posizione sia troppo radicale e forse i pedologi la considereranno criticabile. Tuttavia, dalla mia esperienza personale risulta che i fattori climatici sono molto importanti nel condizionare la produttività vegetale. Non bisogna dimenticare d'altronde che la crescita di una pianta, l'accumulo di biomassa non sono altro che un fenomeno di conversione dell'energia luminosa in energia chimica e, l'efficienza dell'utilizzazione della luce dipende dalla intensità della luce stessa, dalla temperatura dai movimenti dell'aria che permettono il rifornimento di anidride carbonica. La traspirazione è anche legata strettamente agli stessi fattori, e ciò è ormai ben noto.

Tuttavia non è giusto ignorare l'importanza che la fertilità del terreno, le sue caratteristiche fisiche, la sua capacità di ritenzione dell'acqua hanno nel condizionare l'accrescimento.

Tuttavia sarebbe estremamente interessante che questo discorso sulla produttività e sui fattori che la influenzano, possa essere ampliato anche al di fuori dell'ambiente degli studiosi del suolo e da un comune dibattito sull'argomento potrebbero molto probabilmente scaturire idee nuove che permettano di comprendere meglio il significato di produttività vegetale in un ambiente, con certe caratteristiche di suolo e di clima.

D'altra parte anche il concetto di produttività vegetale dovrebbe essere approfondito perché le interpretazioni possono essere diverse e a volte contrastanti.

Vorrei quindi suggerire al nostro Presidente di valutare l'opportunità di un incontro sotto l'egida della Società Italiana di Scienze del Suolo tra pedologi, agrometeorologi, bioclimatologi ed ecofisiologi vegetali. Lo scopo dell'incontro potrebbe essere quello di fare un tentativo di classificazione della potenzialità produttiva di tutti i fattori esterni, tra cui ovviamente anche il suolo, siano attentamente considerati e valutati.

Una discussione su tale tema la ritengo molto utile soprattutto ai fini applicativi per cercare di valutare quali possono essere gli elementi che condizionano la produttività e quali gli interventi dell'uomo che consentono di avvicinarsi il più possibile al valore potenziale.

Un dialogo impostato in questi termini in Italia mi sembra che sinora non ci sia stato. Sarebbe certo interessante svilupparlo.

*Prof. ESCHENA*

Vorrei rispondere al Prof. Mattei in pubblico, sebbene abbiamo già discusso più volte tra noi questo argomento.

In effetti qui si tratta di due aspetti del complesso fenomeno per cui una coltura produce: una visione sintetica del fenomeno non si riesce ad avere perché urta contro quella chiusura di cui si parlava prima. I bioclimatologi infatti prendono in esame la produttività di un ambiente, la considerano come utilizzazione della fotosintesi netta potenziale, e la determinano su una coltura in pieno campo dopo aver esaltato al massimo tutti i fattori che operano nel suolo dando acqua e concime in dosi ottimali. Gibon ed Holliday in Inghilterra hanno dato questa impostazione poggiandola sul concetto base di «potenzialità di un ambiente» e lungo questo filone si vanno ricavando risultati di enorme interesse. Il pedologo naturalista invece, nello stendere una carta delle attitudini agronomiche di un territorio, giudica adatti a produrre quei suoli nei quali non ci sono limitazioni di tessitura, di drenaggio, di fisiografia e di salinità, e declassa le attitudini a misura che le suddette limitazioni compaiono e in funzione della quantità di azione di ogni fattore limitante.

E ancora mentre il bioclimatologo si preoccupa solo di scegliere il terreno in una zona dove abitualmente si coltiva, il pedologo naturalista si è posto sull'influenza dell'ambiente il solo problema di ricercare quelle relazioni tra clima, pedogenesi e vegetazione spontanea; anzi oggi si preferisce correlare il processo pedogenetico al pedoclima piuttosto che al clima in generale.

I due filoni di speculazione vanno in due direzioni parallele: l'uno assicuratosi che il terreno sia idoneo ad accettare e a mettere in valore tutti gli accorgimenti tecnici di cui si dispone, studia l'influenza dell'ambiente ritenendola determinante ai fini della produttività: si ricordino i successi ottenuti con acqua e concime da alcuni bieticoltori su terreni sabbiosi; l'altro è molto restio a non considerare il complesso clima-terreno-vegetazione spontanea, il climax, come un elemento equilibrato.

L'incontro tra i due filoni è possibile se noi pedologi, e specialmente noi chimici del suolo, cominciamo a considerare l'orizzonte antropico come un elemento che si deve inserire con una dinamica più attiva fra i fattori della produzione, e se i bioclimatologi incominciano a domandarsi come la vegetazione sfrutta le risorse energetiche ambientali se i fattori pedologici diventano limitanti.

Ma questo incontro credo sia maturo e forse ci accorgeremo che già è avvenuto.

Dott. GIORDANO

Perfettamente d'accordo con i professori Mattei ed Eschena che vedono nella potenzialità dei terreni non solo dei fatti pedologici ma anche bio-climatici, desidero ora illustrare brevemente l'accurato studio per la programmazione territoriale del Canton de Vaud (Svizzera) portato a termine dall'«Office Cantonal Vaudois de l'Urbanisme».

Il documento che ci interessa maggiormente è la «Carta del Potenziale Naturale delle Superfici Agricole del Canton di Vaud» (Haeberli, 1971). Questa carta rappresenta una sintesi risultante dalla sovrapposizione di tre carte precedentemente rilevate e cioè:

- a) carta delle condizioni termiche (Schreiber, 1968);
- b) carta dei danni delle gelate tardive-primaverili nel Canton di Vaud (Haeberli, 1971);
- c) carta ecologica-fisiografica dei suoli del Canton di Vaud (Haeberli, 1971).

Mi pare ora opportuno leggere una precisazione portata sulla legenda della «Carta del Potenziale Naturale delle Superfici Agricole»:

«I limiti delle unità di base provengono principalmente dalla carta dei suoli, le unità dei quali figurano tutte su questa carta di sintesi. I limiti delle condizioni termiche e delle zone gelive sono generalizzati ed adattati ai limiti pedologici in tutti quei casi dove ciò sembra logico e giustificabile. Ma dove un tale procedere avrebbe troppo semplificato i limiti climatici (in particolare in quelle zone favorevoli a colture specializzate come l'arboricoltura e l'orticoltura) abbiamo introdotto dei nuovi limiti».

Ecco perciò dei nuovi limiti (climatici in questo caso) che vengono ad influenzare una carta delle utilizzazioni. Tali limiti, rilevati, non figurano su una carta geomorfologica dei suoli.

In altre parole, l'importanza delle condizioni termiche non sempre può essere messa in giusta luce da una carta dei suoli e della morfologia oppure da una della vegetazione.

Questa considerazione dovrebbe dare una certa risposta al Prof. Romagnoli quando diceva che le unità figuranti su una carta derivata (quale è una carta delle utilizzazioni o della potenzialità) non possono essere più piccole delle unità che compaiono sulla carta geo-morfologica e dei suoli.

Esaminiamo ora più in dettaglio i criteri sui quali si basa la «Carta del Potenziale Naturale»:

a) con il colore vengono indicate delle fasce climatiche espresse in funzione delle colture (si riconoscono una fascia viticola, una fascia per le coltivazioni arboricole, una per le coltivazioni degli ortaggi ed infine una per le colture tradizionali tipo il grano. Ogni fascia è poi suddivisa ancora in due o tre sottofasce a seconda che la temperatura sia bassa, media o alta, per quella fascia climatica).

b) Con una lettera maiuscola ed un numero sono indicati i suoli (la sigla risultante è comprensiva a sua volta di diverse informazioni: genesi, drenaggio, tessitura, profondità, valore agricolo e limitazioni).

c) Con la lettera minuscola infine sono indicate le possibilità di un evento gelivo compromettente le colture.

Il lavoro dei colleghi svizzeri non è del tutto nuovo: in alcune parti del mondo, dove gli eccessi climatici sono molto importanti e dove la copertura naturale è stata alterata o addirittura eliminata dall'uomo, ad esempio il Nord Africa, non è pensabile intraprendere un lavoro di pedologia applicata senza far riferimento alle fasce bioclimatiche (*étages bioclimatiques*) di Emberger.

Concludendo vorrei sottolineare l'importanza di inquadrare i dati pedologici-geomorfologici e della vegetazione in una cornice climatica. Credo che così facendo si avrebbe, sia pure a grosse linee, un'impostazione migliore dei problemi connessi con l'utilizzazione del suolo.

*Prof. ARU*

Quanto è stato detto trova la sua validità soltanto se si considerano delle situazioni bioclimatiche poste su diverse latitudini e a distanze notevolissime.

Talvolta però si possono avere sostanziali differenze nell'evoluzione anche a modestissima distanza variando l'altimetria.

Comunque vi sono molte zone da vedere e da studiare, sebbene per arrivare ad una soluzione occorra la collaborazione di numerosi specialisti. Infatti è ormai dimostrato che affrontare un problema sotto un solo aspetto (ossia avere una sola variabile e considerare tutto il resto costante), sarebbe un errore grossolano.

Quando si trattano i fattori della pedogenesi, come ad esempio Jenny (1938), si considera la regione di un suolo, soltanto in via ipotetica e per ragioni didattiche.

*Prof. MANCINI*

Volevo commentare brevemente i due interventi di Mattei ed Eschena. Mi pare, per quanto riguarda la pedogenesi, che ci sia indubbiamente un grosso interessamento al pedoclima in questo momento.

Il Centro di Cartografia Belga di Gand che si occupa oltre che della cartografia nel proprio Paese, anche della preparazione di tutta la documentazione per la carta dei suoli d'Europa al 1.000.000, sta computando i dati climatici di tutta l'Europa per vedere un po' che cosa ne viene fuori.

Sono dati evidentemente dell'aria raffrontati a dati climatici osservati al suolo e dentro il suolo. Del resto indagini di questo genere vengono svolte anche se in misura modesta in tutte le Nazioni.

Per quanto riguarda poi le applicazioni, il terzo dei tre temi che oggi ci prefiggevamo: cartografia, (scopi, metodi, applicazioni), nella costruzione delle «land capability maps» e di simili non c'è dubbio che si debba pensare ad accedere al trinomio: site, climate, soil, (giacitura, clima, suolo) su cui sia gli Americani che gli Inglesi hanno tanto insistito.

A mio avviso la distanza fra bioclimatologi da un lato e pedologi dall'altro non è così notevole come forse si suppone.

Per verificare la ipotesi pessimistica di Mattei e di Eschena e questa meno pessimistica mia, mi domando: «Non potrebbe essere possibile un incontro patrocinato dalla nostra Società, nel prossimo anno o entro il 1974 per vedere un po' quali sono le differenze di linguaggio e di apprezzamento dei risultati fra gli studiosi delle varie discipline?». È pericoloso Mattei fare dichiarazioni di buona volontà perché c'è da vedersi capitare addosso per lo meno l'organizzazione di una Tavola Rotonda.

*Prof. RONCHETTI*

In riferimento con quanto era già stato detto a Perugia e non solo da me, nel nostro incontro del marzo, penso sia giunto il momento di ribadire ancora una volta la necessità di rendere un po' più frequenti questi nostri incontri per chiarire sempre di più le nostre conoscenze nel campo della cartografia dei suoli a differente scala e in quello delle sue applicazioni.

Sotto forma di domanda, avanzerei pertanto una proposta:

— perché non ci cimentiamo, magari nell'ambito della V Commissione ma con l'apporto coordinato di tutte quante le specializzazioni della S.I.S.S., nella realizzazione del prototipo di una Carta dei Suoli di una Regione o di una porzione della medesima nonché di alcuni di quei documenti applicativi da essa derivati di cui si è parlato, al fine di mettere a punto un linguaggio comune che possa servire, basandosi su una adeguata preparazione scientifica, per una sempre maggiore applicabilità della cartografia pedologica?

*Prof. SANESI*

Volevo dire due parole a proposito dell'osservazione di Mattei. Mattei se non sbaglia lavora al laboratorio di ecofisiologia del C.N.R. Credo che abbia un po' come me una visione ecologica del problema. Indubbiamente quando si parla di produttività non si può parlare di un unico fattore che la determina, il concetto probabilmente più valido che è stato creato in questi tempi e per questo forse così fortunato, è il concetto di ecosistema, cioè di un sistema ecologico in cui gli organismi interagiscono continuamente tra loro e con l'ambiente.

Ora la produttività è uno dei parametri essenziali del risultato di questa interazione, in ecologia il capitolo della produttività è uno dei capitoli più importanti e si è visto chiaramente come in definitiva essa sia proprio il risultato di tutto questo insieme di interazioni.

Nel campo della pedologia forestale che è quello che meglio conosco essendo io un forestale, qualche studio sulle relazioni suolo-produttività è stato fatto. Sono stati fatti, soprattutto negli Stati Uniti, una quantità numerosa di lavori prendendo come indice di produttività l'altezza delle piante ad un'età determinata, essendo questo il parametro più stabile a cui si possa fare riferimento e più facilmente misurabile.

Voi sapete che il diametro dipende moltissimo dalla densità, viceversa l'altezza delle piante è molto più correlata con parametri ambientali.

Negli Stati Uniti sono state misurate centinaia di parcelle di diverse specie forestali, presa l'altezza ad un'età standard, come diceva appunto stamane Andrea Giordano, come elemento di riferimento e poi fatte delle correlazioni multiple rispetto a parametri dell'ambiente quali quota, pendenza, esposizione, oppure quantità di radiazione ecc., ma anche caratteri del suolo quali profondità, capacità di ritenuta idrica, contenuto in elementi della fertilità, pH ecc.

Ora in realtà si è visto che il suolo spiega solo una certa percentuale delle variazioni di produttività, cioè in questa correlazione multipla ove la produzione, è espressa con l'indice di altezza come variabile dipendente e fattori ambientali come variabili indipendenti, ognuno di questi spiegava una certa percentuale delle variazioni di produzione.

In genere caratteri come la pendenza, il numero di ore di luce misurate sull'orizzonte reale della particella, la quota o altri fattori non edafici, spiegano gran parte delle produttività cioè arrivano a spiegare in certi casi 50, 60% delle variazioni di produttività, mentre invece i caratteri edafici e soprattutto caratteri di fertilità, spiegano in genere quantità piccole delle variazioni di produttività, quantità maggiori sono spiegate da caratteri fisici.

Naturalmente questi dati sono validi solo per quei particolari ambienti e quelle particolari specie considerate.

Noi sappiamo dall'ecologia che la produttività in generale è uno dei caratteri forse più stabili dell'ecosistema nonostante che possano variare molto le condizioni ambientali e ciò proprio per la capacità di riequilibrarsi del sistema visto globalmente.

*Prof. ESCHENA*

Sanesi da uno spunto interessante a discutere su un concetto che abbiamo un po' trascurato oggi perché influenzati dal tema molto più naturalistico che pratico; voglio dire il concetto di produttività al quale sempre ritornano i nostri discorsi perché la produttività rappresenta il fine da raggiungere, fondamento della nostra sopravvivenza.

Diceva giusto Sanesi che la produzione forestale è più legata ai fattori ecologici che non ai fattori edafici; che dipende più dalle condizioni favorevoli che trova l'apparato traspirante utilizzatore della CO<sub>2</sub> e dell'energia solare, piuttosto che dalle disponibilità offerte nel suolo all'apparato assorbente di acqua e di nutritivi.

Però bisogna tenere presente che una foresta impiega almeno un secolo e mezzo per insediarsi stabilmente, e in questo stadio, costituitasi ad ecosistema equilibrato, può avere come tale una produttività molto più bassa dei sistemi transitori, cioè delle colture effettuate dall'uomo.

Ora se noi consideriamo la produzione vegetale come utilizzazione della fotosintesi netta potenziale e se definiamo la «produttività netta» rendendo specifica nel tempo questa utilizzazione, noi vediamo che le colture effettuate con alcune foraggere come il granturco, convertono in

sostanza secca, e nel loro periodo di crescita, circa il doppio (1% della radiazione) dell'energia solare convertita da una foresta (0,5% della radiazione); le produttività medie annue più elevate in sistemi naturali equilibrati sono state trovate nelle paludi salmastre (9 g/m<sup>2</sup> giorno) mentre nelle colture effettuate dall'uomo si arriva su cifre che vanno intorno ai 40 g/m<sup>2</sup> giorno come media dei quattro mesi estivi, e punte più elevate si raggiungono nella Europa settentrionale caratterizzata da giornate a molte ore di luce e da temperature estive che ancora non sono limitanti per la produttività.

E allora io voglio dire: quando abbiamo distrutto il profilo con le lavorazioni, quando abbiamo modificato la fertilità chimica e biologica con fertilizzanti e con irrigazioni, quando abbiamo inserito nel ciclo di umificazione e mineralizzazione una massa di radici talvolta cospicua, allora abbiamo anche interrotto un processo pedogenetico che aveva fatto di quel suolo un corpo naturale geneticamente classificabile.

I terreni antropizzati vengono così a subire una seconda pedogenesi, comune a tutti, e diventano substrati da lavorare e da fertilizzare; e allora tutte le specie vegetali che in quell'ambiente possono essere coltivate daranno la produzione desiderata a meno di limitazioni che solo dall'ambiente possono derivare.

*Prof. SANESI*

Farò una precisazione brevissima. Quando ho detto caratteri fisici non intendevo caratteri esterni al suolo, per esempio la profondità del suolo spiega moltissimo, cioè spiega una discreta fetta delle variazioni di produzione forestale.

Sono le variazioni di quantità di azoto, di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, ecc. quelle che spiegano molto poco. Ora viene fuori una difficoltà di interpretazione, cioè in realtà suolo profondo cosa vuol dire? Vuol dire più immagazzinamento di acqua ma vuol dire più elementi a disposizione. Ad un certo punto diventa molto difficile interpretare nel loro senso vero dati di questo tipo.

*Prof. GIULIMONDI*

In questa sede mi pare che si discuta su argomenti che esulino dal tema della cartografia dei suoli e credo che si facciano solo delle ipotesi in quanto non sono stati presentati risultati di esperienze sulla produttività.

Ma poiché si discute di questo argomento, vorrei, per inciso, fare alcune precisazioni al riguardo.

Da cinque anni, nell'ambito del Programma Biologico Internazionale, mi occupo della produttività primaria del pioppo. Per tale ragione posso innanzitutto confermare l'affermazione fatta dal Dott. Sanfilippo: un pioppetto, con circa 280 piante ad ettaro, può produrre in un anno circa 7 tonn. di fogliame ed oltre 10 tonn. per ettaro di massa legnosa secca.



Inoltre è stato affermato che, per la maggior parte, la produzione in sostanza secca di una coltura principalmente dipenda dalla luminosità. A questo riguardo posso affermare che, spesso, ciò non si verifica a causa dell'intervento di altri fattori che nulla hanno a che vedere con questo parametro squisitamente climatico.

A ragione posso affermare che anche il fattore suolo ha la sua fondamentale importanza. Inoltre, nell'ambito della produttività, oltre a quella di un ben definito ambiente bio-climatico, si deve tenere in debito conto anche della produttività propria della specie. Ad esempio un pino produrrà, a parità di tempo, un quantitativo di massa legnosa secca molto diversa da un'altra specie arborea, altrettanto avviene nel campo agricolo: la medica darà raccolti in sostanza secca molto differenti da quelli che si ottengono dalle graminacee o dalle ortive.

Nel caso specifico della produzione vivaistica del pioppo, l'Ente Nazionale per la Cellulosa e per la Carta, nel quale svolgo la mia attività, alleva materiale selezionato in diversi vivai situati in differenti località d'Italia.

Dai risultati da me ottenuti in esperienze diverse eseguite in vivai, ove si pratica l'irrigazione, ho constatato che: in Pianura Padana vengono prodotti per ettaro circa 36 tonn. di sostanza secca, nei pressi di Roma circa 50 tonn., nelle vicinanze di Termoli circa 32 tonn. ed in Calabria appena 25 tonn. durante i primi 2 anni di coltivazione.

Da ciò risulta che non è la sola luminosità ma anche altri parametri, spesso poco conosciuti, a determinare la produzione.

Esaminando le condizioni edafiche dei diversi vivai, ho constatato che esistevano condizioni ben diverse di terreno. Così nei pressi di Roma il terreno era costituito da un suolo medio sciolto a drenaggio interno rapido. Negli altri tre vivai, invece, il suolo era di natura argillosa e dotato di differente rapidità di drenaggio: buono nel vivaio situato in Pianura Padana, moderato in quello nei pressi di Termoli, ed impedito nel vivaio situato in Calabria.

Le produzioni vivaistiche di pioppo hanno perciò mostrato una netta dipendenza da due importanti caratteristiche del suolo: il drenaggio e la natura tessiturale del terreno.

Scusatemi se non mi soffermo ad accennare, come già precedentemente illustrato da Giordano, alle altre caratteristiche del suolo che condizionano la produzione di una specie, altrimenti occorrerebbe un discorso troppo esteso e si uscirebbe completamente al tema prefissato in questa Tavola Rotonda.

*Dott. SANFILIPPO*

Non vorrei essere frainteso per le precisazioni che ho fornito al professore, ma quando si parla di produzione forestale bisogna tener presente che esiste l'incremento corrente da tenere in considerazione, per cui una coltura forestale che dà un incremento medio, può dare un incremento corrente di gran lunga superiore anche doppio, per cui certi

dati che vengono forniti, devono essere chiariti se si tratta di incremento medio e di incremento corrente.

Io insisto col dire che esistono degli esempi di arboricoltura da legno, l'eucaliptus per esempio che può dare in Sardegna a Villasor anche 30, 40 m<sup>3</sup> di incremento medio annuo. Il che significa anche 60, 70 m<sup>3</sup> di incremento corrente, punta massima dell'incremento annuale. Tutto qui.

*Prof. ARU*

Sono lieto di aver affrontato questo argomento, cercando un contributo da tutti voi e trattandosi del mio lavoro principale.

Sono soprattutto lieto di aver visto l'interesse riposto da tutti e non soltanto dai cultori di pedologia.

Il discorso sulla cartografia dovrà essere ancora dibattuto nell'ambito della Società Italiana della Scienza del Suolo per il contributo che possono portare anche le altre discipline e per poter arrivare a degli elaborati più precisi e soprattutto sempre più utili.

Per questo mi pare estremamente giusta la proposta del Prof. Ronchetti che al rilevamento partecipino talvolta anche altri cultori della Scienza del Suolo.

Ciò che in questo momento voglio ribadire è che la carta pedologica è uno strumento di base che deve servire per tanti scopi anche pratici, come abbiamo accennato stamane, non deve cioè rappresentare uno studio fine a se stesso, come sarebbe invece se prendessimo in considerazione un solo carattere del suolo (es. permeabilità).

Un fatto positivo è questo: oggi le carte ci vengono richieste dagli Enti, dalle Aziende ecc. e con i nostri mezzi non riusciamo a soddisfare le attuali necessità.

Abbiamo esposto delle carte a tutte le scale, da quelle per piani generali di bonifica a quelle per aziende, a seconda dello scopo che si propone il lavoro; vi sono infatti carte in scala a 50.000, 20.000, 10.000, 4.000 e 2.000 e sulla base di queste carte sono stati studiati piani generali di bonifica, dimensionamento degli impianti di irrigazione, ubicazione delle reti di dreno, scelta di interventi tecnici ed indirizzi produttivi ecc.

In tutti i rilevamenti sono stati messi in evidenza i caratteri dei suoli più importanti sotto l'aspetto applicativo.

Certamente vi saranno delle inesattezze o molte cose sono state dimenticate; per cui mi pare che tutti coloro che ne venissero a conoscenza le segnalino ai cartografi, affinché in futuro possano trarre dei documenti più utili.

Perciò desidero ringraziare a nome mio e della S.I.S.S. tutti gli interventi per il contributo che hanno dato in questa Tavola Rotonda e per quello che daranno in un prossimo futuro.