

SOCIETA' ITALIANA DELLA SCIENZA DEL SUOLO

# ATTI

DELL'ESCURSIONE - DIBATTITO SUI PROBLEMI  
DELLA CONSERVAZIONE DEI SUOLI ARGILLOSI  
NELLA VALLE DELL'ERA - PISA

ISTITUTO SPERIMENTALE  
PER LO STUDIO E LA DIFESA DEL SUOLO

F I R E N Z E  
25-26 MAGGIO 1976

SOCIETA' ITALIANA DELLA SCIENZA DEL SUOLO

## ATTI

DELL'ESCURSIONE - DIBATTITO SUI PROBLEMI  
DELLA CONSERVAZIONE DEI SUOLI ARGILLOSI  
NELLA VALLE DELL'ERA - PISA

ISTITUTO SPERIMENTALE  
PER LO STUDIO E LA DIFESA DEL SUOLO

F I R E N Z E  
25-26 MAGGIO 1976

---

Tipolitografia "G. Capponi" - Firenze

## PRESENTAZIONE DEL PRESIDENTE

*Cari Consoci ed Amici*

*questa escursione dibattito è una novità per la nostra Società. Abbiamo avuto in passato convegni a cui ha fatto seguito una escursione dimostrativa (Cagliari 1972) in tema di cartografia del suolo. Non abbiamo mai discusso sul terreno tutti insieme problemi dell'erosione idrica nè esaminato attrezzature per il suo studio nel più vasto contesto di un razionale uso del suolo da parte dell'uomo e di una sua efficace conservazione.*

*Il Consiglio della Società è stato perciò lieto di aderire alla richiesta del prof. Giulio Ronchetti e dei suoi collaboratori dell'Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo avanzata alcuni mesi fa. Soprattutto chi scrive ha avuto occasione, a più riprese e nelle diverse fasi di allestimento e di funzionamento degli impianti, di visitare il Centro Sperimentale di Santa Elisabetta. Ritiene pertanto con piena convinzione che tutti gli interessati allo studio del suolo possano trarre vivo godimento spirituale e stimolante ispirazione da una accurata visita e da un successivo approfondito dibattito.*

*Una constatazione può essere fatta sino da ora ed è che finalmente dalle osservazioni si passa a dei dati quantitativi, a tanti dati, così numerosi che si stenta ad elaborarli. Sono raccolti per suoli tipici di paesaggi caratteristici di gran parte del Preappennino. Non quindi una rarità raffinata o un elegante esercitazione accademica ma esperienze, ricerche, studi nel vivo, nell'intimo tessuto della collina argillosa della nostra Italia.*

*Queste ricerche furono ispirate dalle opere e dall'insegnamento di tanti nostri Maestri, alcuni che ci hanno lasciato come Oliva, Principi, Pàsserini, Alinari, ed altri che con giovanile operosità e severo impegno ci sono ogni giorno di pungolo e di conforto come Gasparini e Stefanelli. Ad essi penso che tutti noi vogliamo dedicare il lavoro comune di questi giorni.*

*Infine questa escursione dibattito è, per la partecipazione quali protagonisti di tanti giovani colleghi e vecchi allievi, di particolare, intima soddisfazione per me. Credo che sia il miglior modo per rientrare nei ranghi dopo un quadriennio di Presidenza che considero un grande onore fattomi dai Consoci e che è stata per me una indimenticabile esperienza. Sono lieto di aver servito con buona volontà e sono pronto a servire ancora, come semplice Socio, il nostro oramai affermato sodalizio.*

*Firenze, maggio 1976*

*F. Mancini*



## INTRODUZIONE

Al fine di poter inquadrare meglio l'attività che stiamo conducendo nella Valdera, ritengo utile premettere alcune notizie di carattere generale.

L'Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo venne istituito in seno al Ministero dell'Agricoltura e Foreste nel 1952 e fu diretto dal prof. Gino PASSERINI che qui desidero ricordare non solo come Fondatore dell'Istituto, ma anche come Socio Fondatore e primo Presidente della Società Italiana della Scienza del Suolo.

L'Istituto è ora regolato dalla legge n. 1318 del 1967 sul riordinamento della Sperimentazione Agraria che lo qualifica come Ente di diritto pubblico di pari grado agli Istituti Universitari (Art. 1) e gli attribuisce il compito di "provvedere allo studio del suolo dal punto di vista fisico, chimico e biologico, onde trarne gli elementi tecnici ed economici atti a promuovere la conservazione del suolo e la sua difesa dalla erosione, nonché la conoscenza delle caratteristiche idrologiche dei vari terreni sempre ai fini della difesa e della migliore utilizzazione dei medesimi per l'incremento della produzione agricola nazionale".

Per il proprio funzionamento si avvale dei seguenti organismi:

- il Consiglio d'Amministrazione; il Presidente; il Comitato Scientifico; il Collegio dei Revisori dei Conti.

Il Consiglio d'Amministrazione è presieduto dal Presidente dell'Istituto che è attualmente il prof. Sergio ORSI, subentrato di recente al prof. Alessandro MASSACESI.

La legge sopracitata dispone altresì la strutturazione dell'ente in quattro Sezioni Operative Centrali: Fisica, Chimica, Biologia, Genesi Classificazione e Cartografia del Suolo e due Sezioni periferiche poste in Rieti e in Catanzaro.

In conformità a tale ristrutturazione, resa operante alla fine del 1974, l'Istituto, attualmente, sta svolgendo la sua attività nei seguenti settori di ricerca:

- 1 — INDAGINI SULLE CARATTERISTICHE DEL SUOLO PER LA SUA MIGLIORE CONOSCENZA ED UTILIZZAZIONE
- 2 — INDAGINI IDROLOGICHE, GEOMORFOLOGICHE E SUGLI ORDINAMENTI COLTURALI PER LA DIFESA E LA CONSERVAZIONE DEL SUOLO IN BACINI IDROGRAFICI
- 3 — INDAGINI PER LA CONSERVAZIONE FISICA E PRODUTTIVA DEL SUOLO IN RELAZIONE ALLE TECNICHE COLTURALI AGRARIE E FORESTALI.

Ad ognuno di questi settori afferiscono, anno per anno un certo numero di ricerche condotte da gruppi di lavoro formati da Sperimentatori e Tecnici delle varie Sezioni dell'Istituto; tuttavia, assai spesso, i programmi sono aperti anche alla collaborazione di Ricercatori del CNR, delle Università e delle Regioni.

Con l'impostazione del Programma 1975, ci siamo attenuti a dei criteri che permettono di circostanziare con maggior dettaglio le ricerche afferenti ad un determinato settore d'indagine e di responsabilizzare appieno il Personale interessato.

L'annessa relazione riguarda, in particolare, l'attività di ricerca che l'Istituto sta effettuando in una delle sue più importanti aree sperimentali: il Centro S. Elisabetta nella Valdera. Essa è suddivisa in tre parti: una parte generale, una parte concernente la sperimentazione ed una appendice.

Nella prima parte vengono trattati, in differenti capitoli, i vari aspetti della Valle: geologico, morfologico, pedologico e climatico e viene data inoltre una visione di insieme della impostazione delle ricerche.

Nella seconda parte si riporta uno stralcio dei lavori in corso e dei primi risultati ottenuti.

L'Appendice infine è riservata alla elencazione della bibliografia specifica dei lavori già pubblicati e alla descrizione di alcune apparecchiature e metodologie particolari.

Per svolgere la propria attività l'Istituto dispone soltanto della metà del Personale previsto dalla legge. Questa situazione, rapportata al particolare e complesso lavoro, tipicamente interdisciplinare, richiesto dalle nostre ricerche, mette chiaramente in evidenza non solo le difficoltà incontrate, ma anche il notevole impegno con cui tutto il Personale dell'Istituto sta operando. Mi auguro pertanto che in queste giornate che vedono riuniti numerosi e valenti cultori della Scienza del Suolo, tale impegno, insieme alla occasione di scambio di idee ed esperienze, possa contribuire, al di là delle inevitabili manchevolezze, a far fare a tutti noi un piccolo passo avanti nella conoscenza dei difficili problemi legati alla sperimentazione nel campo della difesa e della conservazione del suolo.

G. Ronchetti

## PARTE GENERALE

### LA VALLE DELL'ERA E I SUOI LINEAMENTI FISIOGRAFICI GENERALI

Il bacino idrografico del Fiume Era, affluente di sinistra dell'Arno, occupa un'area di circa 580 Km<sup>2</sup>, ricadente quasi per intero nella provincia di Pisa e, per il rimanente, in quella di Firenze. Confina a Sud con il bacino del F. Cecina; ad Ovest con quelli del F. Fine, del Canale Emissario di Bientina e di altri canali e corsi d'acqua minori della piana pisana in sinistra d'Arno; ad Est e a Nord-Est è limitato, invece, dai bacini del F. Elsa e del T. Egola (Figura 1).

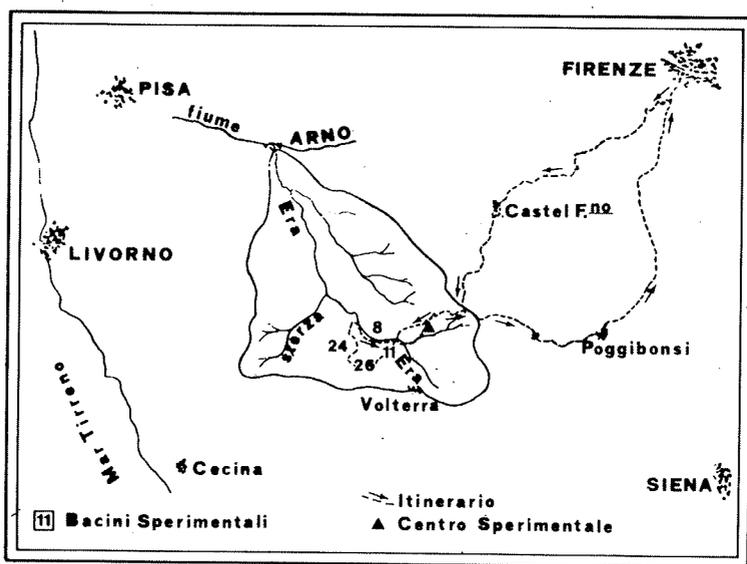


Fig. 1. Rappresentazione schematica della valle dell'Era con rappresentato il percorso effettuato durante l'escursione ed indicazioni delle stazioni sperimentali.

La morfologia predominante nella parte superiore è tipicamente collinare; procedendo verso valle essa si attenua sensibilmente, fino ad esprimersi in estese piane alluvionali. L'altitudine media del bacino è di circa 180 m s.l.m.; la quota più alta viene raggiunta dal M. Vitalba (675 m), mentre rilievi minori, oltre i 500 m (Poggio alla Croce e Poggio al Bretto) si trovano lungo tutta la dorsale a Sud

ed a Sud-Est.

L'asta fluviale principale prende origine da due rami (Era Viva ed Era Morta) che provengono dalle colline intorno a Volterra e confluiscono alla base delle pendici nord-occidentali di M. Voltraio; si dirige poi verso Pontedera, con uno sviluppo totale di circa 50 km, mantenendosi approssimativamente al centro del bacino. Il principale affluente di destra, con un bacino di 168 kmq, è il T. Roglio, che incontra l'Era circa 7 km a monte di Pontedera. Ancora in destra, risalendo il corso principale, si succedono i bacini del T. Fregione, del T. Capriggine e del T. Strolla; in sinistra, sempre da valle a monte, quelli del Cascina, Sterza, Ragone e Botro dell'Alpino.

I quattro sottobacini sui quali è impostata l'attività sperimentale dell'Istituto sono localizzati nella parte centro-meridionale della valle. Di essi, due sono ubicati nel bacino del T. Ragone, uno in quello del Botro dell'Alpino, mentre il quarto confluisce direttamente nell'Era in destra idrografica. Il Centro Sperimentale S. Elisabetta (Vicarello) si estende lungo il Botro Cavalcanti, affluente di destra del T. Capriggine.

G. Rodolfi

## CENNI DI GEOLOGIA

Le attuali conoscenze sulla conformazione geologica della Valle dell'Era sono quasi esclusivamente dovute agli studiosi della scuola pisana; le note che seguono, e che si riferiscono in particolare al bacino neogenico di Volterra, sono state desunte dai lavori di MAZZANTI, (1961) e di MAZZANTI, SQUARCI e TAFFI (1963).

Le formazioni affioranti possono essere distinte in tre complessi fondamentali: la serie toscana autoctona, la serie alloctona e la serie neoautoctona, nella quale comprendiamo anche i depositi quaternari di varia natura.

La serie toscana, che si estende dal Trias Superiore all'Oligocene, si presenta in questa zona "ridotta", in quanto ai depositi evaporitici del Trias si sovrappone direttamente il complesso alloctono delle "argille scagliose ofiolitifere". Va comunque notato che nei dintorni di Iano affiorano due modesti lembi di "scisti arenacei e argillosi" attribuiti, sulla base di numerosi reperti fossili vegetali, al Carbonifero superiore (DE STEFANI-BARSANTI). Nella stessa località risulta abbastanza evidente il passaggio alle anageniti e agli scisti filladici del "verrucano tipico" (Carnico), al quale si sovrappongono i depositi evaporitici (Norico, Retico) rappresentati dalla "formazione di Tocchi", dalle "anidriti con alternanze di dolomia", e dal "calcare cavernoso"; questi affiorano in lembi, lungo le direttrici tettoniche principali, ad oriente del corso dell'Era, da Case Treschi a Iano.

La serie alloctona inizia con le "ofioliti" del Giurese Superiore rappresenta-

te da serpentine, gabbri e diabasi, alle quali si sovrappongono i "diaspri", di solito attribuiti al Malm, che affiorano però solo localmente, al Poggio Bucatassi, e successivamente, i "calcari a Calpionelle" del Cretaceo Inferiore. La serie continua con la "formazione a palombini", costituita da alternanze di calcari silicei e marne scure, che passano gradatamente verso l'alto al "flysch argilloso-arenaceo - calcareo" del Cretaceo medio-superiore. Le "argille varicolori" e la "arenaria superiore", in affioramenti di scarsa entità, chiudono la serie.

I sedimenti neoautoctoni, che giacciono trasgressivi sul complesso alloctono appena descritto, si sarebbero depositi in un ambiente paleogeografico definito da TREVISAN di tipo "dalmata", costituito cioè da un susseguirsi di depressioni e di alture poste fra il dominio marino ad occidente e quello continentale ad oriente; nelle depressioni avrebbe avuto luogo la sedimentazione delle serie neoautoctone che pertanto possono presentare caratteristiche assai diverse fra loro. Possiamo infatti distinguere una serie marino-lagunare e una lacustre, entrambe attribuite al Miocene Superiore, da una terza quasi esclusivamente marina, pliocenica.

La prima affiora per gran parte in un'area adiacente a quella in esame (Val di Cecina), ma è presente, con carattere marcatamente più continuo e con spessori più ridotti (da 75 a 100 m), nella zona di Orciatico; risulta costituita dai conglomerati della base del ciclo marino e facies del "calcare di Rosignano", che formano un complesso di strati con frequenti passaggi laterali, e da gessi ed argille con livelli ciottolosi e sabbiosi.

La maggiore estensione degli affioramenti del Miocene lacustre si riscontra invece ad oriente del corso dell'Era, e in particolare nel bacino del Torrente Capriggine; la serie comprende, dal basso verso l'alto, dei conglomerati ad elementi prevalentemente ofiolitici e diasprini, seguiti da marne con opercoli di Bithynia, e da argille con frequenti e sottili intercalazioni di conglomerati e arenarie tenere.

I depositi marini del ciclo pliocenico, qui elencati non secondo l'ordine di sovrapposizione, sono rappresentati da conglomerati, che giacciono talora (come a Villa Cozzano) sopra il lacustre miocenico, da calcari detritico-organogeni riconoscibili in modesti livelli alla base della trasgressione, da sabbie di facies astiana, da sabbie argillose e da argille. In queste ultime sono compresi un termine inferiore (Tabianiano), distinto in letteratura come "formazione argilloso-marnosa a Pycnodonta navicularis", dello spessore di circa 100 m., riconoscibile solo nella zona di Orciatico, e un termine superiore (Piacenziano), che costituisce l'affioramento di maggior estensione nel bacino in esame, di gran lunga più potente. Le relazioni esistenti fra questi termini, anche se tuttora non ben conosciuti, che si sono rivelate di estrema importanza per la ricostruzione della paleogeografia della valle, verranno esposte più oltre.

Il Quaternario è rappresentato, oltre che dalle alluvioni terrazzate che bordano in modo più o meno continuo entrambi i fianchi delle valli principali, anche da placche travertinose particolarmente evidenti lungo le linee di frattura di Iano - Villa Cozzano e Iano - Bagni di Mommiolla; molto frequentemente, e soprattutto in concomitanza di affioramenti di rocce verdi, vi sono associate

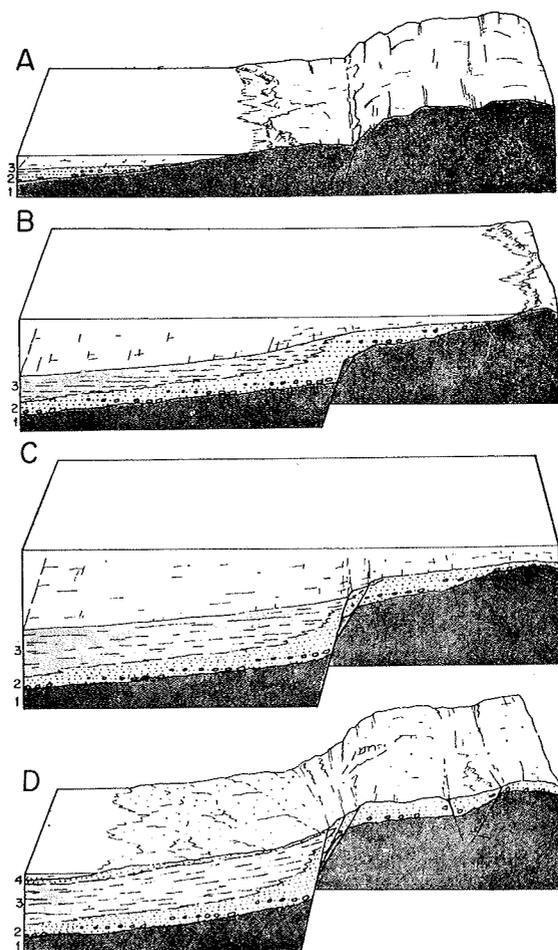


Fig. 2. Lo schema, mostra i rapporti tra sedimentazione e movimenti tettonici lungo la linea di fratture di Iano-Villa Cozzano. 1) Substrato anteriore al ciclo neoautoctono; 2) conglomerati e sabbie; 3) argille; 4) sabbie.

A) Pliocene inferiore; la trasgressione marina è in corso.

B) Pliocene medio. Solo nel Pliocene medio i depositi trasgressivi si estendono ulteriormente verso est, a ricoprire un'area più elevata che, con ogni verosimiglianza, era separata dalla zolla più depressa da una faglia diretta.

C) La situazione al momento di massimo della trasgressione. Ad est della faglia sedimentano soltanto depositi sabbiosi, mentre nell'area depressa continua la sedimentazione di argille.

D) Pliocene superiore. I depositi sabbiosi della regressione astiana (4) risultano dislocati da un sistema di fratture, che testimonia il protrarsi del movimento attraverso e oltre la durata del ciclo neoautoctono.

da MAZZANTI R. (1961) - Geologia della zona di Montaione fra le valli dell'Era e dell'Elsa (Toscana).

Boll. Soc. Geol. It., LXXX, 2 - Pisa.

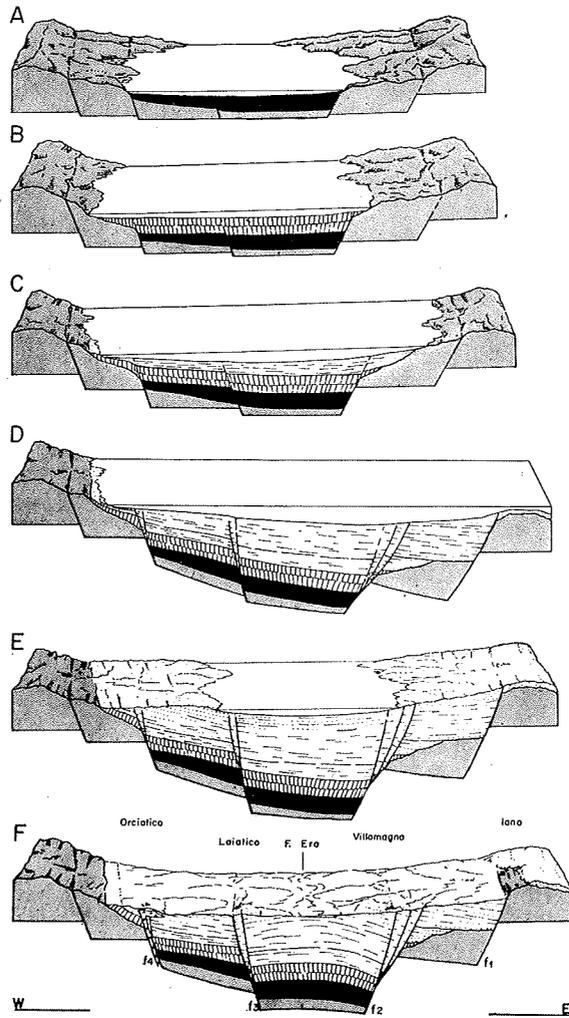


Fig. 3. Evoluzione paleogeografica della Val d'Era in relazione ai movimenti delle grandi linee di fratture.

- A) Miocene superiore. In grisé le rocce del substrato, in nero i depositi lacustri.
- B) Miocene superiore (durante l'episodio evaporitico). A righe verticali i depositi gessiferi.
- C) Pliocene inferiore. In punteggiato le sabbie e i conglomerati, a righe orizzontali le argille.
- D) Pliocene medio.
- E) Pliocene superiore (durante una fase della regressione astiana).
- F) L'aspetto attuale.

da : MAZZANTI R. (1961) - Geologia della zona di Montaione fra le valli dell'Era e dell'Elsa (Toscana).  
Boll. Soc. Geol. It., LXXX, 2 - Pisa.

sorgenti termali che, secondo Trevisan, si originerebbero dai processi esotermici di gessificazione delle anidriti retiche giacenti sotto le ofioliti. Sono frequenti alcune coltri di detriti terrazzati provenienti dalle formazioni litoidi poste alle quote più alte, e che ricoprono molto spesso i sedimenti neoautoctoni.

Va segnalata inoltre la presenza, nella zona di Orciatico, di un ammasso intrusivo con giacitura laccolitica superficiale, costituito da selagite; si tratta di una roccia composta prevalentemente da sanidino e biotite con augite e olivina, definibile in senso petrografico come *lamprotrachite*, di età senz'altro posteriore al Pliocene Inferiore, del quale ha vistosamente metamorfosato i sedimenti (STEFANINI).

La situazione paleogeografica prima descritta è stata successivamente esasperata da deformazioni di stile rigido che hanno interessato i sedimenti del complesso neoautoctono. Questi sono stati infatti dislocati da sistemi di faglie dirette, testimonianti cedimenti del substrato di tipo distensivo, che immergono nella maggioranza dei casi verso le parti centrali dei bacini neogenici; si sono così viepiù evidenziate delle zone sprofondate (Graben) rispetto ad aree sollevate (Horst), nelle quali affiorano le rocce del substrato.

Una struttura di tale tipo ("a gradinata") è appunto particolarmente evidente nella media Valdera, dove appare definita da quattro linee principali di dislocazione, ad andamento appenninico: due di esse, quella di Iano-Villa

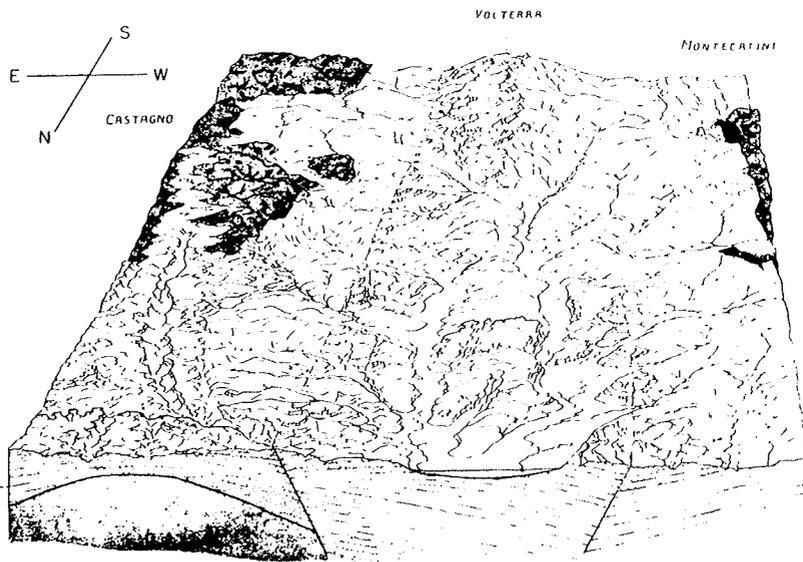


Fig. 4. Stereogramma della Val d'Era visto da nord. In grisè le rocce del substrato, in punteggiato le sabbie plioceniche, a righe orizzontali le argille.

da : MAZZANTI R. (1961) - Geologia della zona di Montaione fra le valli dell'Era e dell'Elsa (Toscana). - Boll. Soc. Geol. It., LXXX, 2 - Pisa.

Cozzano e Villamagna-Legoli, ad oriente del fiume Era, immergono verso Sud-Ovest, mentre le altre (una passante per Laiatico e una per Montecatini -Orciatice, ad occidente dell'Era) verso Nord-Est.

Secondo TREVISAN i movimenti lungo queste linee di faglia non sono avvenuti in una fase unica, ma si sono protratti almeno dal Miocene Superiore a tutto il Pliocene; siamo pertanto condotti a pensare che la sedimentazione del neoautoctono nei bacini neogenici, e in particolare in quello di Volterra, sia stata accompagnata da una progressiva subsidenza, anche se frazionata in una serie di episodi, delle loro parti centrali.

Il ciclo sedimentario del Pliocene e i suoi rapporti con i movimenti tettonici ci sembrano molto chiaramente ricostruiti nel lavoro di MAZZANTI, dal quale riportiamo integralmente sia gli schemi che le rispettive didascalie.

Il primo schema (Figura 2), esemplifica i suddetti rapporti lungo la linea di dislocazione di Iano-Villa Cozzano, ed il secondo (Figura 3) riassume l'evoluzione paleogeografica della Valdera in relazione ai movimenti lungo le grandi linee di faglia già citate.

Come si può constatare da detti schemi, i Monti di Castellina Marittima ad occidente e i monti di Iano ad oriente hanno costituito due aree più sollevate (Horst) durante tutto il ciclo sedimentario del neoautoctono; mentre i primi sono sempre rimasti emersi, i secondi sono stati quasi completamente ricoperti dal mare pliocenico, costituendo un rilievo sottomarino.

Il corso del fiume Era si è impiantato lungo l'asse di questa struttura tettonica (Figura 4), al centro della zolla che ha subito uno sprofondamento più marcato ((Graben).

G. Rodolfi - M. Raglione

## ASPETTI GEOMORFOLOGICI DELLE FORMAZIONI NEOAUTOCTONE

I lineamenti morfologici dell'alta Valle dell'Era ricalcano l'andamento della struttura tettonica precedentemente descritta. Dal momento che la profondità alla quale si trova la base dei sedimenti neoautoctoni è sconosciuta, non è possibile misurare il dislivello tettonico fra il fondo del Graben e le zolle più sollevate; in ogni modo il parziale colmamento della depressione ha fatto sì che il dislivello morfologico attuale risulti molto attenuato rispetto a quello tettonico.

Ne risulta quindi una larga depressione, controllata alle quote più alte, ma in modo discontinuo, dagli affioramenti del substrato preneogenico. Una vistosa eccezione è costituita da quel tratto di spartiacque Era-Cecina compreso fra Montecatini e Volterra, con affioramenti della serie pliocenica; in particolare, le sabbie astiane sono poste ad una quota di 500 m s.l.m., mentre modesti lembi di sabbia e conglomerati, come già accennato, coprono lo spartiacque Nord-Est (Era-Elsa).

La parte centrale del bacino risulta pertanto costituita da rocce pseudocoerenti od incoerenti (sabbie e argille) che conferiscono al paesaggio alcuni tipici aspetti che vengono di seguito sommariamente descritti.

Una prima distinzione può essere fatta sulla base del grado di acclività delle pendici: in tal senso, ove affiora la formazione argillosa, forme piuttosto dolci, tipiche della zona a valle di Orciatico, si oppongono a morfologie più aspre, con pendenze dell'ordine del 75%, che comprendono i caratteristici "Calanchi". Senza entrare nel merito della genesi e della evoluzione di queste ultime forme (per le quali si rimanda alla letteratura), si deve però osservare che la loro maggiore concentrazione è localizzata quasi sempre in corrispondenza delle linee mediane di disturbo tettonico (faglie di Legoli-Villamagna e di Laiatico), lungo le quali sono ancora conservati lembi delle coperture astiane. Anche Mazzanti aveva osservato che la maggior concentrazione di forme calanchive si stabilisce al contatto fra le argille piacentiane e le sabbie astiane.

Un'altra tipica forma di erosione, anch'essa molto ricorrente negli affioramenti argillosi, è costituita dalle "biancane". Si tratta di piccoli rilievi cupoliformi, di dimensioni variabili, che occupano intere pendici. Pochi, attualmente, sono quelli rimasti inalterati, in quanto la crescente antropizzazione della zona ne ha provocato il livellamento o addirittura la scomparsa. Di solito, le zone ove questo fenomeno si manifesta sono caratterizzate da un reticolo idrografico assai regolare, disposto a fitte maglie.

Per quanto riguarda l'idrografia generale della valle, sembra che la rete drenante si sia sviluppata seguendo le fasi della regressione astiana, senza subire mutamenti degni di nota; secondo Mazzanti questa evoluzione sarebbe confermata dalla posizione dei numerosi terrazzi fluviali, sempre concordanti con l'attuale andamento dei corsi d'acqua principali. La morfologia delle valli ricalca i due aspetti che sono già stati posti in risalto. Nella zona di Orciatico-Laiatico le valli si presentano con fianchi poco declivi, ampie, e di solito a fondo piatto; altrove, specialmente in concomitanza di affioramenti sabbiosi, le incisioni sono più marcate, con profilo a V profondo.

Le osservazioni di idrogeomorfologia quantitativa effettuate nella valle dell'Era, chiusa a Capannoli (SFALANGA, CANUTI E TACCONI 1972), hanno dimostrato che l'andamento delle aste fluviali degli ordini superiori (classificate secondo STRAHLER, 1957) risultano ben gerarchizzate e legate alle strutture tettoniche sia appenniniche che antiappenniniche; al contrario, la frequenza e l'organizzazione di quelle di ordine inferiore sembrano essere legate alla composizione locale dei substrati.

Inoltre, sia le influenze gerarchicamente anomale che i rapporti di biforcazione risultano, nel secondo caso, più alti.

Da queste brevi e incomplete osservazioni è possibile dedurre che la dinamica evolutiva di questo ambiente è ben lontana dall'essere chiarita. Anzi, queste premesse vogliono solo avere lo scopo di interessare un numero sempre maggiore di studiosi, al fine di poter disporre di altri elementi indispensabili per la valutazione del comportamento di questi materiali nei processi morfogenetici.

Si ricorda a tal proposito che, anche se questo ambiente particolare può sembrare privo e povero di motivi socio-economici validi per giustificare tali sforzi, il 50% in media della collina italiana è costituita da sedimenti argillosi; la comprensione delle loro modalità di evoluzione riveste quindi, oltre ad un importante risultato scientifico, anche un ragguardevole interesse di tipo economico.

G. Rodolfi - M. Sfàlanga

### **PROBLEMI CONNESSI CON LA MORFOLOGIA DEI SEDIMENTI "ARGILLOSI"**

Lo studio dei sedimenti pliocenici marini della Val d'Era è iniziato alcuni anni fa con una serie di analisi mineralogico-petrografiche su campioni dei diversi tipi di suolo per evidenziare le differenze di composizione fra questi e il loro substrato, intendendo con questo termine il materiale che, sia pure soggetto a processi di alterazione superficiale, non è interessato da veri e propri fenomeni pedogenetici

Già queste prime indagini mettevano in evidenza che alle volte, in particolare in suoli piuttosto evoluti (come il suolo idromorfo ed il suolo lisciviato descritti da LULLI 1974), tra suolo e substrato esistono sensibili differenze di composizione mineralogica, riassumibili in un generale aumento dello scheletro, in particolare del quarzo, e una corrispondente diminuzione del contenuto di fillosilicati e minerali argillosi, mentre in questi ultimi si verifica un forte aumento di quelli di neoformazione (vermiculite di tipo labile). In altri casi le differenze sono risultate minime tanto da non consentire una sicura distribuzione tra substrato e suolo stesso.

Successivamente nel quadro di una ricerca svolta a individuare le relazioni esistenti tra caratteristiche mineralogiche e parametri fisici delle argille, è stata presa in considerazione una nuova serie di campioni della Val d'Era, sia di suoli che dei loro substrati, per un raffronto con altri materiali argillosi di diversa origine e composizione. Oltre ad approfondire le conoscenze sulle caratteristiche dei sedimenti della Valdera, questa ricerca ha permesso non solo di individuare alcune relazioni fra composizione mineralogica e parametri fisici (P. MALESANI, M. SFALANGA e S. VANNUCCI, 1974), ma anche di mettere in evidenza come le metodologie di uso comune per la determinazione di alcuni parametri fisici non siano adeguate allo scopo (P. MALESANI, R. MARTELLI e S. VANNUCCI, 1975).

Nel corso di queste indagini sono emersi, inoltre, notevoli differenze di composizione mineralogica fra campioni, sia di suolo che di substrato, prelevati in aree a diversa morfologia. Per verificare se sussista realmente una relazione fra morfologia e composizione mineralogica sono stati quindi scelti due ambienti particolari a diversa morfologia: l'unità 11, caratterizzata da spiccate forme

calanchive, e l'unità 24, a morfologia dolce e stondata, allo scopo di individuare i possibili parametri mineralogico-petrografici e fisici dei materiali argillosi che, condizionando le proprietà meccaniche, predispongono i materiali verso una data morfologia.

Per evidenziare le trasformazioni di carattere mineralogico e le variazioni dei parametri fisici intervenute nei materiali superficiali rispetto al sedimento originario, sono stati effettuati, in entrambe le unità, numerosi carotaggi fino a interessare, quando possibile, per almeno due metri, il substrato dei vari suoli. I carotaggi sono stati di tipo continuo, e da ciascuna carota è stato scelto un certo numero di campioni indisturbati rappresentativi della sezione attraversata per un totale di oltre 100 campioni. Su tutti è stata eseguita una serie di indagini per determinarne la composizione mineralogica e i parametri fisici e meccanici che si ritenevano i più significativi per essere messi in relazione con la morfologia delle due unità.

La composizione mineralogica, qualitativa e quantitativa, sia principale che della frazione argillosa, è stata determinata mediante diffrattometria a raggi X secondo le tecniche messe a punto nell'Istituto di Mineralogia dell'Università di Firenze (CIPRIANI, 1958; CIPRIANI e MALESANI, 1972). I parametri-fisici (granulometria, limiti di consistenza, peso di volume, peso specifico reale, ritiro volumetrico e umidità naturale) e meccanici (coesione, angolo d'attrito interno) sono stati ottenuti mediante le metodologie classiche, con alcune modifiche suggerite dall'esperienza acquisita nelle precedenti indagini.

Pur essendo attualmente in fase di elaborazione tutti i dati raccolti durante lo studio dei campioni si può, tuttavia, già delinearne le caratteristiche fondamentali.

Malgrado che i sondaggi abbiano interessato una porzione notevole di quello che è stato definito substrato, la caratteristica principale del sottobacino 24 è che le composizioni mineralogiche non consentono una distinzione fra questo e il vero e proprio suolo soprastante in quanto esse appaiono notevolmente costanti, sia arealmente che in senso verticale. Tali materiali risultano, da un punto di vista mineralogico, delle vere argille in quanto il contenuto dei fillosilicati e minerali argillosi è sempre superiore al 50% (media 60%). Da notare, inoltre, che i tenori del feldspato potassico risultano costantemente trascurabili o nulli. Per quanto riguarda la composizione della frazione argillosa, essa risulta caratterizzata dalla seguente associazione: vermiculite, clorite, illite e due minerali a strati misti tipo clorite-vermiculite e illite-vermiculite. La caolinite è presente solo sporadicamente, in tenori bassissimi, e il contenuto totale di minerali argillosi espandibili varia fra il 30 e il 40%. Un solo sondaggio, localizzato nella parte più a monte in sinistra idrografica, ha messo in evidenza un materiale che differisce da tutti gli altri per la presenza di montmorillonite al posto della vermiculite.

I sedimenti che caratterizzano il sottobacino 11 risultano non solo notevolmente diversi, ma presentano, altresì, sostanziali differenze fra la destra e la sinistra idrografica; sono inoltre riscontrabili anche sensibili variazioni composizionali in senso verticale. Confrontati con i materiali dell'unità 24, essi presenta-

no un contenuto in fillosilicati e minerali argillosi sensibilmente inferiore e che si aggira sul 50% per la sinistra idrografica e sul 40% per la destra (versante calanchivo). Il feldspato potassico è costantemente presente in tenori apprezzabili e, malgrado un incremento anche della quantità del plagioclasio, il rapporto feldspato potassico/plagioclasio è nettamente superiore.

L'associazione tipica della frazione argillosa per questa unità è la seguente: montmorillonite (non costante), clorite, illite e i minerali a strati misti clorite-vermiculite e illite-montmorillonite. Per quanto concerne la montmorillonite, è da notare che nel versante sinistro essa è presente generalmente in quantità all'incirca doppie di quelle osservabili nel versante destro. Anche il contenuto totale di minerali argillosi espandibili, sempre inferiore rispetto ai materiali dell'unità 24, risulta più basso nel versante destro (circa il 25%) rispetto a quello sinistro (circa il 30%).

E' infine da segnalare, nella parte occidentale del versante destro, un livello, forse lentiforme, nel quale sono frequentissime le ben note septarie, la cui composizione è caratterizzata dalla presenza di dolomite in tenori di circa il 60% mentre tale minerale è assente nei sedimenti che le contengono. Osservando che questa dolomite è di tipo calcico, si scorge un'analogia di composizione, che non può essere casuale, con i livelli diagenizzati, frequenti nei silt pliocenici, la cui

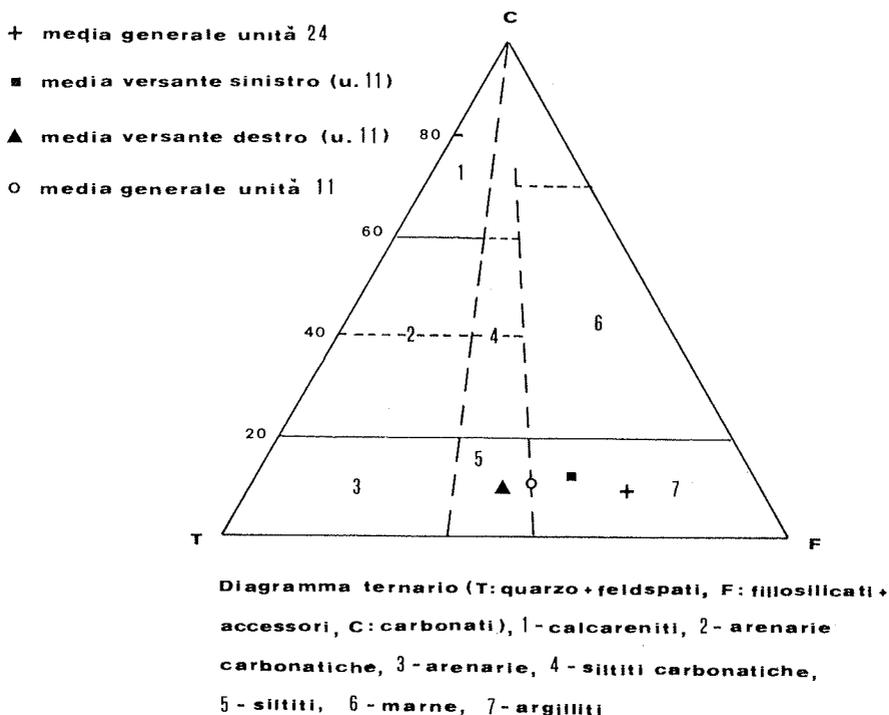


Fig. 5. Valori medi delle percentuali in T-C-F per le unità bacinali 24 ed 11.

origine è chiaramente riconducibile a processi di diagenesi precoce.

Un'ultima particolarità degna di nota di quest'unità è la presenza in alcuni suoli di notevoli tenori di caolinite ordinata e quindi di origine pedogenetica.

Le caratteristiche della composizione mineralogica dei materiali presi in considerazione sono visualizzate nel diagramma T, F, C (P. MALESANI e P. MANETTI, 1970) dove risultano evidenti non solo le differenze fra le due unità, ma anche quelle fra i due versanti dell'unità 11 (Figura 5).

Anche i parametri fisici e meccanici evidenziano le notevoli differenze dei materiali presenti nelle due unità considerate. Tra questi la granulometria, sia pure limitata alla determinazione della percentuale di sabbia (2-0,02 mm), silt (0,02-0,002 mm) e argilla (< 0,002 mm), ne permette un'immediata visualizzazione, come si può rilevare dal diagramma di Shepard (SHEPARD, 1954) (Figura 6), dove sono riportati i valori medi relativi al sottobacino 24 e ai due versanti dell'11.

Come si può osservare, i materiali dell'unità 24 sono delle argille siltose, mentre quelli dell'unità 11 cadono nel campo dei "loam". Vi è, tuttavia, una significativa differenza fra i materiali dei due versanti: quelli del versante calanchivo (destra idrografica) sono nettamente spostati verso il campo dei sedimenti più grossolani, mentre quelli del versante opposto risultano pratica-

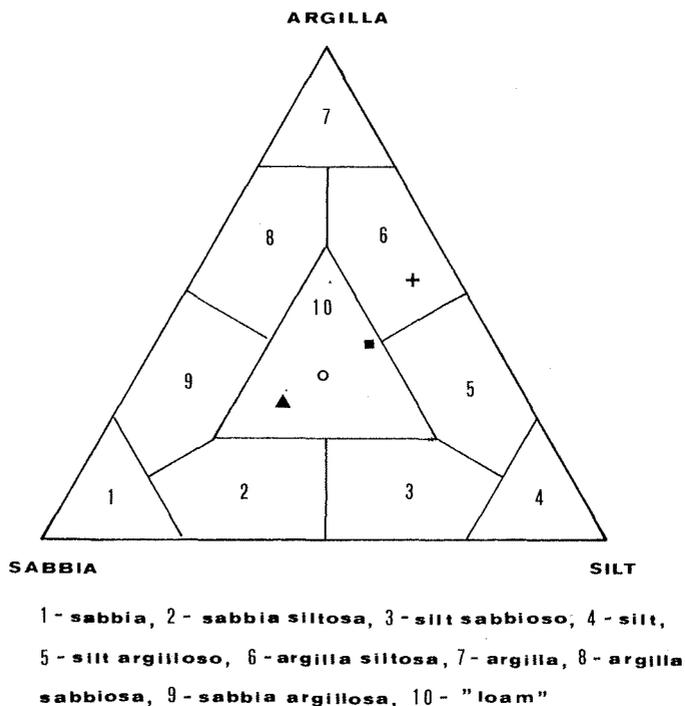


Fig. 6. Valori medi delle percentuali in sabbia, silt ed argilla per le unità bacinali 24 ed 11.

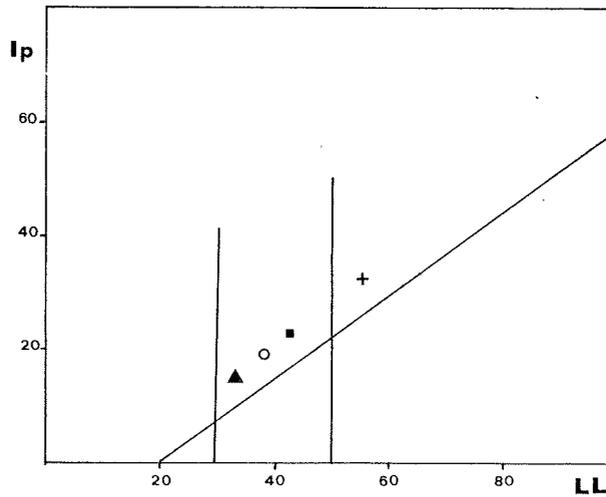


Fig. 7. Carta di Plasticità di Casagrande relativa alle unità bacinali 24 ed 11.

mente intermedi fra quest'ultimi e quelli dell'unità 24. Tale suddivisione trova piena conferma in quanto già emerso dalle composizioni mineralogiche e visualizzato nella Figura 5.

Per quanto riguarda i rimanenti parametri, è sufficiente accennare che i limiti di consistenza presentano delle variazioni del tutto concordanti con quanto già osservato; si passa da materiali ad alta plasticità per l'unità 24 a materiali a media e bassa plasticità per l'11 (Figura 7). Anche il ritiro volumetrico è direttamente legato al tipo di materiale e in particolare al contenuto di minerali argillosi espandibili.

Si può infine osservare che le caratteristiche meccaniche dei materiali dell'unità 11 sono nettamente migliori rispetto a quelle riscontrabili nell'unità 24; nell'ambito di quest'ultima si nota, al passaggio fra suolo e substrato, un costante e brusco aumento nel valore dei parametri meccanici. Poiché tali variazioni non trovano riscontro in apprezzabili differenze nelle proprietà fisiche e nella composizione mineralogica e non corrispondono a variazioni dell'umidità naturale, si deve ipotizzare che esse siano legate a un diverso stato di aggregazione del materiale.

Da quanto sopra esposto, sia pure in modo estremamente schematico, si può concludere che effettivamente le diverse morfologie delle due unità prese in considerazione trovano rispondenza anche nelle caratteristiche mineralogiche, fisiche e meccaniche dei materiali presenti.

Nell'unità 24 siamo in presenza di argille, sia in senso petrografico che granulometrico, caratterizzate da tenori abbastanza elevati di minerali argillosi a reticolo espandibile e omogenee dal punto di vista della composizione fino a profondità di qualche metro. Nell'unità 11 i sedimenti non solo risultano più grossolani e a diversa composizione mineralogica, con un minore contenuto di

minerali argillosi espandibili, ma è possibile anche differenziare il versante sinistro da quello destro nel quale sono impostate le forme calanchive. Queste caratteristiche influenzano direttamente tutti i parametri fisici e meccanici di questi materiali; in particolare le peggiori caratteristiche meccaniche competono all'unità 24, le migliori sono riscontrabili invece nel versante calanchivo dell'unità 11.

Risulta pertanto chiaro che il problema dell'assetto morfologico di materiali che vengono abitualmente chiamati "argille" plioceniche marine non è riconducibile ai soli fattori di esposizione o di assetto stratigrafico, bensì devono tenere conto delle loro caratteristiche intrinseche, quali, in primo luogo, la composizione mineralogica e la granulometria. Queste caratteristiche condizionano tutti i restanti parametri da cui dipende il comportamento meccanico di questi materiali.

Per concludere, le osservazioni e i dati raccolti in questi due tipici ambienti della Val d'Era consentono di indicare alcuni criteri sull'assetto morfologico dei sedimenti marini pliocenici.

Nei versanti dove affiorano sedimenti siltosi, specie se esposti a mezzogiorno e a buon drenaggio, si impostano preferibilmente le forme calanchive in conseguenza dei bassi contenuti d'acqua dei materiali più superficiali, che permettono angoli di riposo notevolmente elevati.

Al contrario, nei versanti impostati su materiali costituiti da vere argille, specie se contenenti elevati tenori di minerali argillosi espandibili, le quantità d'acqua allo stato naturale e i parametri fisici sono sempre tali da determinare acclività molto minori che conferiscono alla morfologia un aspetto dolce e stondato.

E' evidente comunque che un problema di così vasta portata necessita di ulteriori indagini, estese anche a diverse situazioni geologiche e ad altri tipi di sedimento; in ogni caso ci sembra essenziale ribadire che nell'affrontare studi in questo genere non si può prescindere dallo studio della composizione mineralogica e delle caratteristiche fisiche dei materiali interessati. Queste infatti, sia pure nell'ambito dei sedimenti "argillosi" marini del Pliocene, sono in realtà molto più variabili di quanto si ritenga comunemente, specie se si considerano i suoli e i loro substrati che risultano sempre più o meno alterati rispetto al sedimento originario.

M. Sfalanga - S. Vannucci

#### **CARATTERISTICHE CLIMATICHE ED ALCUNE IPOTESI DELLA INFLUENZA DEL CLIMA SUI FENOMENI EROSIIVI**

La situazione climatica della valle indica che essa si trova inserita in un ambiente a carattere tipicamente mediterraneo.

Dall'esame dei dati di un lungo periodo risulta che le temperature medie

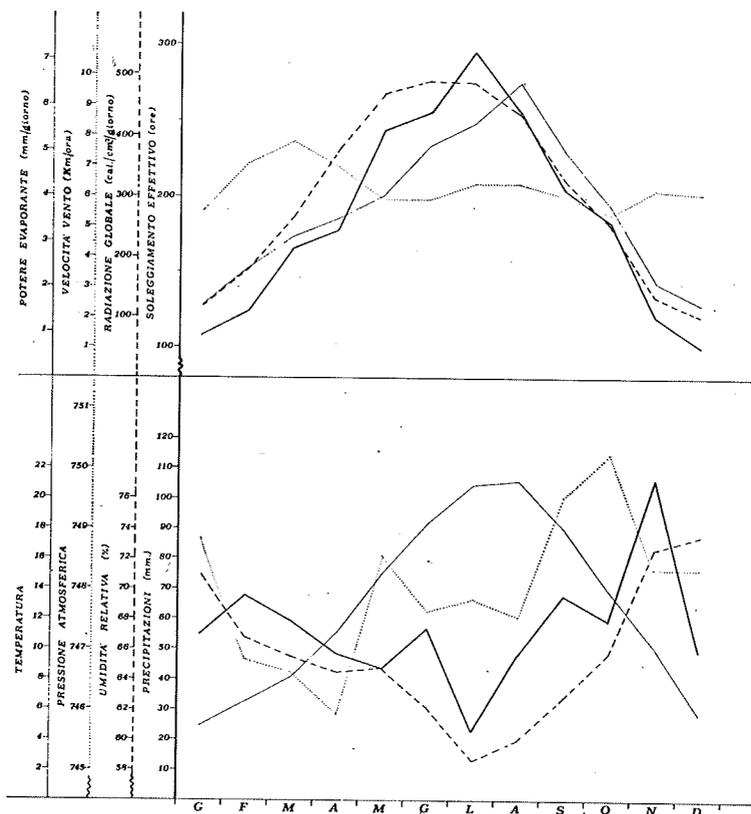


Fig. 8. Grafico riassuntivo di tutti i fattori climatici relativi alla stazione meteorologica di Vicarello. Anno medio (1964-1973).

annue sono comprese, di solito, fra i  $14,5^{\circ}\text{C}$  di Pontedera (quota 14 m s.l.m.) ed i  $12,9^{\circ}\text{C}$  di Volterra (quota 500 m s.l.m.). Il mese più freddo è normalmente il gennaio, ma anche in dicembre e febbraio e talora perfino in marzo si registrano minime assai pronunciate: temperature di  $-5$  o  $-6^{\circ}\text{C}$  sono abbastanza frequenti. Le massime raggiungono e superano spesso i  $35^{\circ}\text{C}$  nei mesi di luglio e agosto.

Le precipitazioni medie annue presentano sensibili oscillazioni da un anno all'altro, con valori medi che però sono generalmente compresi tra gli 800 ed i 1.100 mm. Il periodo più arido cade tra giugno ed agosto con valori di precipitazione pari a circa il 10-15% del totale annuo.

Per caratterizzare in modo più dettagliato l'ambiente in cui si svolgono le ricerche dell'Istituto, si riporta il grafico riassuntivo (Figura 8) di tutti i fattori climatici rilevati nella stazione meteorologica del Centro Sperimentale S. Elisabetta e relativi al periodo 1964 - 1973. Dall'esame dei dati di tale stazione si possono trarre le seguenti principali osservazioni:

- *Piovosità*: Con 678,22 mm di media annua essa è da considerare piuttosto

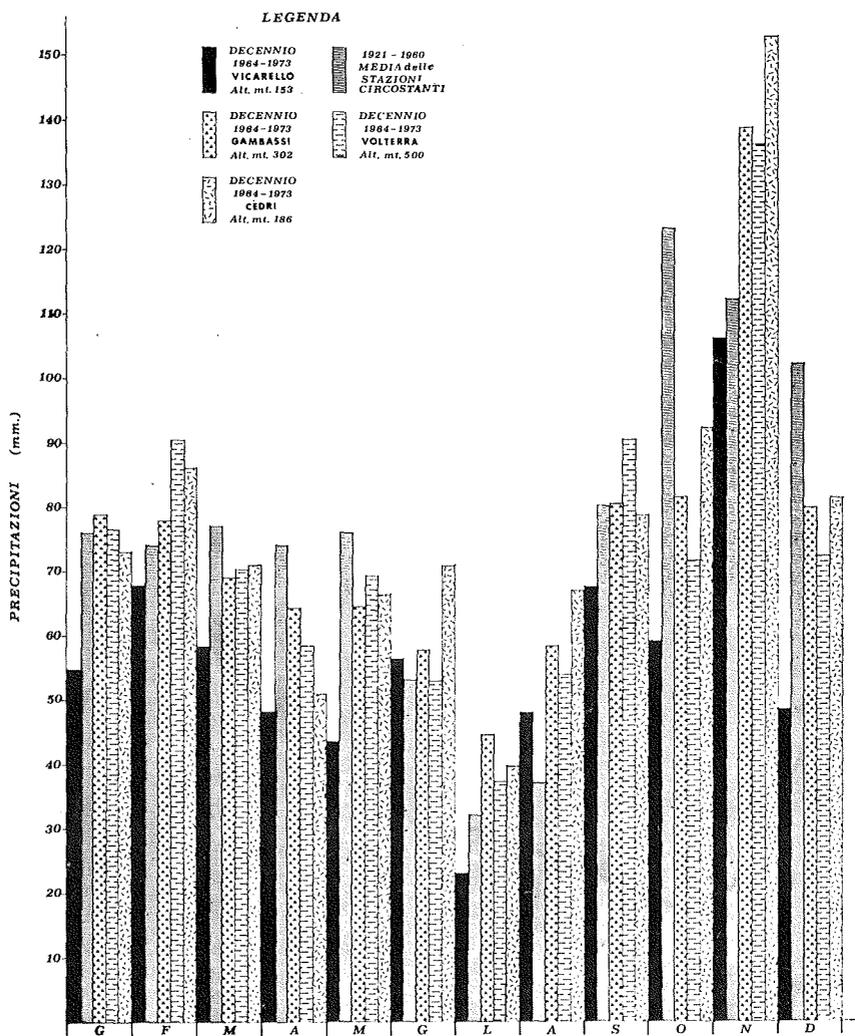


Fig. 9. Confronto del diagramma pluviometrico decennale di Vicarello con quello di tre stazioni circostanti e con la media quarantennale delle tre stazioni.

modesta; il diagramma è di tipo sub-litoraneo (massimo autunnale, minimo estivo, massimo secondario poco pronunciato in primavera). Dal grafico della Figura 9, si nota che i dati del decennio studiato hanno fornito nel mese di ottobre una piovosità notevolmente inferiore a quella che l'esame dei dati di stazioni circostanti, presi per un più lungo periodo, avrebbe lasciato supporre. Le precipitazioni di maggior intensità (massime giornaliere ed orarie mm 80,4 e 24,0 rispettivamente) si hanno in settembre (rapporto precipitazioni/giorni

piovosi=13,5). Questa osservazione è importante soprattutto in riferimento alla influenza che tale circostanza potrebbe determinare sui fenomeni erosivi.

- *Temperatura.* La media annua è di  $12,7^{\circ}\text{C}$  con notevoli escursioni termometriche (estremi registrati:  $+39^{\circ},5$  e  $-10^{\circ},0$ ) determinate dal grado di frigidità di questi terreni nei mesi invernali, e dalle elevate temperature che vengono raggiunte nei mesi estivi per la mancanza di una azione temperante da parte della vegetazione, limitata (particolarmente nella zona circostante all'azienda) ad una scarsa flora prevalentemente erbacea.
- *Umidità relativa.* E' caratterizzata da una forte escursione giornaliera che è da ritenere sempre imputabile alla mancanza o alla scarsità di vegetazione.
- *Pressione atmosferica.* Tra tutti gli elementi climatici, essa presenta la minore correlazione con le variazioni stagionali, anzi è risultata addirittura avere mediamente il suo valore massimo nel mese di ottobre. Ciò fornisce una spiegazione della inattesa limitata piovosità di questo mese, e quindi di una certa anomalia climatica del decennio esaminato.
- *Venti.* La loro intensità ha un andamento mensile sostanzialmente contrapponibile a quello della pressione atmosferica. Per quanto riguarda la direzione, sono predominanti quelli provenienti da Ovest che, nei mesi invernali, hanno una componente da Nord e, nel resto dell'anno, particolarmente in autunno, da Sud. Anche questo fatto ha molta importanza, come vedremo successivamente, a proposito dei fenomeni erosivi.
- *Eliofania, radiazione globale e potere evaporante della atmosfera.*

Sono i fattori per i quali esiste, naturalmente, la maggior concordanza e che presentano valori piuttosto elevati; ciò è da ritenere sia dovuto alle caratteristiche morfologiche (paesaggio dolce privo di rilievi orografici) e colturali (mancanza di vegetazione arborea) della zona, per cui l'ambiente si presenta, oltrechè aperto e soleggiato, anche assai ventilato.

L'insieme di queste caratteristiche climatiche in aggiunta a quelle pedologiche, rende i terreni della zona di scarso potenziale produttivo, ed inoltre dà ragione di alcuni fenomeni di carattere fisico che hanno attinenza con la stabilità di questi terreni di fronte all'azione degli agenti meteorici e che possono essere legati ai seguenti processi così sommariamente schematizzabili:

- i terreni sono soggetti a notevoli escursioni termiche, in particolare giornaliere, soprattutto nei mesi estivi, nelle pendici rivolte a mezzogiorno, e ciò è causa ed effetto insieme della scarsità di una vegetazione, che avrebbe funzione temperante della radiazione solare diretta;
- le precipitazioni sono prevalentemente portate, soprattutto quelle di maggiore importanza per la loro intensità (quali quelle di origine ciclonica), da venti provenienti dai quadranti meridionali con componente principale da Ovest.
- dette precipitazioni si verificano principalmente alla fine del periodo estivo (settembre è il mese che ha il più alto rapporto precipitazioni/giorni piovosi), cioè proprio quando i terreni sono più aridi, crepacciati, privi di copertura

vegetale e quindi gli aggregati sono estremamente incoerenti, soprattutto nella loro parte esterna, e perciò soggetti ai fenomeni degradativi dalla loro struttura (PASSERINI-PANICUCCI).

Questo insieme di considerazioni rende infine pienamente giustificabile - anche perchè alcune indagini di carattere sperimentale che sono state effettuate nella zona ce lo hanno confermato - che le pendici rivolte verso i quadranti meridionali siano più soggette ai fenomeni erosivi e di degradazione idrometeorica in genere, come, ad esempio, nel caso dei calanchi; cioè indipendentemente dai fattori predisponenti alla formazione dei calanchi - che possono essere tanto le caratteristiche litologiche dei sedimenti, che la presenza di una coltre di ricoprimento (LULLI), o l'inclinazione degli strati (CASTIGLIONI) l'elemento determinante nel favorire un maggior grado di suscettibilità al calanco ed a tutte le altre forme di erosione, è l'orientamento delle pendici, e, per esso, la risultante dei due fattori insolazione-precipitazione. E se l'azione del primo dei due fattori è abbastanza nota, in quanto facilmente intuibile, non altrettanto nota, anzi direi del tutto sconosciuta, perchè del tutto trascurata, è l'azione delle precipitazioni. Infatti il normale metodo di misura delle precipitazioni, cioè quello che prevede l'installazione di pluviometri (o pluviografi) normali, non è atto a mettere in evidenza un fenomeno che assume rilevante importanza ai fini della valutazione corretta della precipitazione che perviene su pendici in pendenza quando, per effetto dei venti, il flusso idro-meteorico subisca una deviazione dalla verticale. A questo scopo è stato realizzato il pluviometro "direzionale" o "a settori", che può essere visto sulla diga dell'invaso adiacente all'azienda.

L'esame dei dati di questo strumento, ha messo in evidenza la predominanza di precipitazioni provenienti da sud-sud-ovest; ciò trova piena rispondenza del resto in quello che risulta dall'esame comparato dei dati anemometrici e pluviometrici della stazione meteorologica del Centro.

M. Panicucci

## LINEAMENTI PEDOLOGICI

L'argomento suoli su matrici argillose è stato già trattato da numerosi Autori ed è un tema che rimane ancora aperto. E' noto infatti che esiste il problema dell'erosione calanchiva e che numerose sono state le soluzioni proposte in passato per la bonifica di queste aree marginali; è noto anche come le cosiddette "argille" occupino una porzione notevole della collina italiana e perciò costituiscano un problema agronomico non indifferente.

Buona parte della Valdera si è impostata sui sedimenti pliocenici marini che affiorano lungo tutto il bacino idrografico. Sui suoli che derivano da queste matrici è iniziato da anni un lavoro di rilevamento che si articola nel riconoscimento delle tipologie più diffuse ed in una delimitazione più dettagliata all'interno di alcune unità campione. Tutto ciò per definire, con una certa precisione, alcune tappe dell'evoluzione dei suoli su argille in ambiente mediter-

raneo.

Le superfici emerse dalla fine del Pliocene e che hanno subito l'azione dei diversi climi che si sono alternati durante il Quaternario, per un tempo che con l'aumentare delle conoscenze si dilata sempre di più, dovrebbero sostenere dei suoli decisamente evoluti. Tuttavia nel mondo delle argille plioceniche marine della Valdera i suoli non sembrano seguire questa regola. O ammettiamo allora che il modellamento delle superfici sia in gran parte olocenico, o dobbiamo credere che un forte impedimento alla differenziazione dei suoli dipenda dalla natura della roccia madre.

Le cosiddette argille della Valdera si comportano come un sistema rigido che si frammenta per perdita di acqua partendo da linee di frattura la cui origine ci rimane sconosciuta. Per successive frammentazioni, favorite da una marcata stagione secca, i blocchi iniziali si riducono di dimensioni. A questo punto le spinte meccaniche dovute alle caratteristiche dei minerali argillosi, semplici o più spesso misti, associate ad una energica attività biologica primaverile, tendono ad omogeneizzare lo strato superficiale ed a differenziarne il comportamento. Il colore dello strato alternato passa da tonalità neutre (grigio) ad un bruno grigiastro (2.5 Y 5/2 - 2.5 Y 4/2 delle Munsell Soil Color Charts) per effetto di una parziale ossidazione del ferro e di una brunificazione dovuta alla sostanza organica. Questo colore indica l'avvenuta trasformazione della roccia anche nelle aree a calanco. Siamo di fronte ai cosiddetti *Regosuoli*. Queste prime fasi di evoluzione, sebbene sentano molto la spinta alla omogeneizzazione del profilo per rimescolamento, meccanico e biologico, hanno tuttavia delle linee preferenziali di percolazione dell'acqua, le fessure, entro le quali si concentra la deposizione dei sali. Notiamo un notevole accumulo di solfati, lungo le soluzioni di continuità più profonda mentre i cloruri vengono dilavati in tempi brevi (ROTINI, CARLONI ed altri).

Se il processo di evoluzione si spinge oltre, il suolo acquista una colorazione bruno olivastro (2.5 Y 5/3 - 2.5 Y 5/4), difficilmente distinguibile all'occhio non esercitato, e si arricchisce di nuovi caratteri, quali concrezioni e screziature, perchè, quando raggiunge la profondità di un metro, vi si insediano delle falde acquifere temporanee che, con le forti oscillazioni del potenziale di ossido riduzione e la stessa azione di massa dell'acqua, favoriscono la migrazione del Ferro e del Manganese. Nel caso che la pedogenesi prosegua, la falda acquifera, in relazione ad un maggior spessore del suolo, si abbassa, e, negli orizzonti superficiali, inizia un processo di migrazione del carbonato di calcio; fenomeno questo che permette, in via teorica, di ammettere una certa alterazione dei materiali primari e quindi la definizione di un orizzonte genetico. Per gran parte delle classificazioni questo fatto permette anche una diversa collocazione tassonomica del suolo.

Il procedere successivo della pedogenesi porta ad un movimento meccanico dell'argilla che migra con i carbonati e che differenzia sempre più gli orizzonti del suolo. Le concrezioni di carbonato di calcio si concentrano in livelli ben definiti (orizzonte calcico), le argille si accumulano in profondità (orizzonte argillico) e gli orizzonti superficiali manifestano un arricchimento relativo nella frazione sabbiosa: tipico dei *suoli lisciviati*.

Il colore tuttavia conserva le sfumature olivastre (2.5 Y 5/4) anche se la profondità del suolo supera i due metri. Però molte altre caratteristiche sono cambiate: le strutture si organizzano in aggregati poliendrici qualche volta prismatici; spariscono gran parte delle fessurazioni comuni ai tipi precedenti; si notano patine di argilla isorientata; sulle facce degli aggregati scompaiono gran parte delle screziature. Permane tuttavia ancora una certa quantità di carbonato di calcio e la concentrazione idrogenionica (pH) si mantiene intorno alla neutralità. Non si possono quindi scatenare fenomeni di alterazione dei minerali primari e secondari dovuta alla acidificazione del mezzo. Poichè nei sedimenti originari vi sono contenuti cospicui di carbonato di calcio e di magnesio, una quantità di limo notevole (circa il 40%), ed inoltre un minerale argilloso l'Illite che è anche il prodotto finale della genesi dei suoli in ambiente temperato, non si vede come l'evoluzione possa procedere molto più in là di una lisciviazione di argilla, a meno di un marcato effetto del clima (umido freddo, umido caldo) che difficilmente è stato raggiunto in passato, alle nostre latitudini. Tuttavia una certa trasformazione avviene: i suoli più evoluti hanno anche un alto tenore in Vermiculite di neoformazione e molte forme di transizione tra Illite e Vermiculite, non mancano Montmorillonite e Caolinite, come appare nel successivo capitolo sulle caratteristiche mineralogiche. Questo prova che, ad una nuova organizzazione del suolo, corrisponde una vera e propria trasformazione dei materiali primari.

In sintesi si può dire che esistono diversi tipi di suolo nella Valdera, anche all'interno di un singolo materiale d'origine. E precisamente possiamo affermare che sulle argille plioceniche il processo pedogenetico parte da suoli che rispecchiano molte caratteristiche della roccia madre per giungere a dei suoli che hanno sentito abbastanza intensamente l'effetto del clima.

All'interno del territorio studiato ritroviamo, separate, tutte le fasi del processo evolutivo descritto e, all'interno dei suoli più evoluti una seriazione, dal substrato alle superfici, che ripete esattamente i diversi stadi di evoluzione.

L'indirizzo evolutivo dei suoli della Valdera rimane in gran parte dei casi condizionato dal tipo di roccia affiorante. Sui sedimenti alluvionali recenti ed attuali molto dipende dalla composizione granulometrica di partenza, dato che l'evoluzione pedogenetica non si spinge lontano in un ambiente climatico poco aggressivo. Così le sabbie plioceniche, come pure le argille plioceniche e mioceniche se sottoposte ad una energica erosione, non danno origine a suoli evoluti.

Tutta diversa si presenta la situazione dei suoli quando si considerino quelle superfici anteriori all'attuale ciclo di erosione quali i terrazzi fluviali, le porzioni residuali dell'altipiano di copertura astiano ed i lembi conservati delle più antiche peneplanazioni dei sedimenti miopliocenici. In questi casi i suoli si sono differenziati notevolmente dalle matrici ed hanno acquistato delle caratteristiche difficilmente riconducibili ad effetti climatici recenti.

Ed ecco alcune considerazioni che si possono trarre dallo studio dei suoli. Per prima cosa nessun dato, finora raccolto, indica che siamo di fronte a dei suoli salsi, e tantomeno alcalini. Tuttavia le fasi sottili del suolo che si concentrano

nelle superfici sottoposte ad erosione di massa, calanchive o no, e che hanno una tessitura argillosa e argilloso-limosa, non possono ospitare piante arboree per alcune limitazioni fisico-chimiche ereditate dalla roccia madre. Impensabile, almeno per la Valdera, diventa dunque una bonifica delle aree sottoposte ad erosione di massa, visto i tempi lunghi necessari per una trasformazione del pedoambiente.

Qualora il suolo raggiunga il metro di profondità la limitazione della fertilità è essenzialmente di natura fisica, perchè in genere è già iniziata la migrazione dei carbonati e si sono attuate le modificazioni ad essa correlate.

Coll'aumentare della profondità e l'inizio di un mutamento della organizzazione delle particelle elementari, si nota invece una maggiore stabilità degli aggregati, una diminuzione del tenore di calcare attivo e una presenza, quasi costante, di una falda acquifera profonda che creano condizioni favorevoli allo sviluppo delle piante arboree.

La descrizione del profilo pedologico permette allora di valutare, con una certa approssimazione, la maggiore potenzialità produttiva di quei suoli che hanno raggiunto e un certo grado di evoluzione. Un elemento che rimane incerto, ma che sarebbe di grande utilità pratica, è la stima della quantità di tempo necessaria a modificare il suolo dal punto di vista genetico per un incremento della sua fertilità agronomica. Ma poichè suoli di oltre un metro di profondità non si possono essere formati in tempi brevi, si rende necessario puntare più su interventi conservativi sui suoli esistenti che sull'uso di tecniche agronomiche, spesso approssimate, che tendono ad utilizzare a fondo la risorsa del suolo senza tener conto della accelerazione di erosione possibile.

L. Lulli

#### LE RICERCHE SULLE ARGILLE PLIOCENICHE COME INDAGINE DI UN ECOSISTEMA

Nel 1969, in seguito ad alcune condizioni di rinnovamento intervenute presso il nostro Istituto (nuova sede, aziende sperimentali, parziale avvicendamento di personale) si è giunti alla formulazione di un programma di ricerche sulla base, soprattutto, di tre condizioni prioritarie :

- a) finalizzazione delle ricerche verso i problemi del potenziale e delle limitazioni d'uso del territorio nei confronti dell'esercizio dell'agricoltura;
- b) formulazione collegiale delle ricerche che potesse utilizzare al massimo le competenze interdisciplinari riunite presso l'Istituto, pur nella realtà del modesto numero di Sperimentatori e ancor più di Tecnici presenti nell'ambito di ciascuna specializzazione;
- c) continuità con le esperienze più valide realizzate in passato.

L'indirizzo di ricerca venne individuato nello studio di un ecosistema che

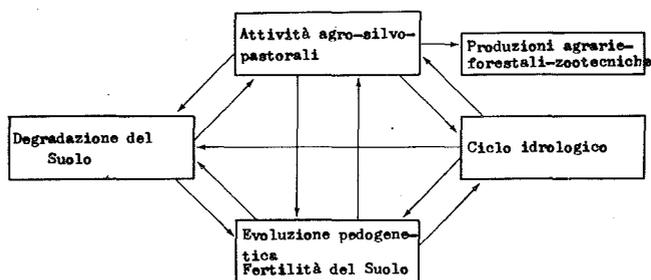


Fig. 10. Diagramma a Blocchi delle interdipendenze all'interno dell'ecosistema studiato.

tenesse conto della interdipendenza tra le caratteristiche fisiografiche, il ciclo idrologico, i fatti erosivi e franosi, la evoluzione della fertilità del suolo e la sua utilizzazione agro-silvo-pastorale, come è sintetizzato nel diagramma a blocchi riportato nella Figura 10.

In tale contesto si intendeva studiare soprattutto le interrelazioni esistenti tra i vari fattori più o meno complessi dell'ecosistema, considerando come base di ogni possibile modello interpretativo una funzione esplicita del seguente tipo:

$$Y = f (A, B, C, D, \dots, I, N)$$

dove Y rappresenta la variabile dipendente allo studio (ad esempio deflusso, erosione, indice idrografico, acqua evapotraspirata, ecc...) e A, B, C, ... I, ... N costituiscono le variabili indipendenti più o meno appropriatamente esplicitate per il sistema studiato.

Come primo passo si è proceduto alla scelta di uno o più modelli di ecosistema su cui programmare i diversi progetti di ricerca multidisciplinari. Si è subito evidenziato che le capacità operative disponibili non avrebbero consentito di studiare, in modo sufficientemente dettagliato, più di un modello ambientale.

In considerazione delle passate esperienze di ricerca dell'Istituto e della disponibilità dell'Azienda sperimentale S. Elisabetta, la scelta è caduta sull'ambiente delle argille plioceniche marine in clima sub-litoraneo appenninico.

Le indagini si sono poste come scopo principale, anzitutto una più approfondita conoscenza delle componenti di base dell'ecosistema considerato e, successivamente, attraverso la rappresentatività del medesimo nei confronti di una vasta porzione del territorio nazionale, una valutazione della applicabilità delle conoscenze acquisite anche in altre zone per vari aspetti similari.

Le unità sperimentali, considerate idonee per lo studio delle differenti interrelazioni proprie di un ecosistema, sono state individuate in *unità territoriali* scelte secondo precisi criteri e opportunamente combinate a seconda della problematica in esame.

Lo schema sperimentale è stato realizzato considerando la scomposizione di un sistema complesso, detto di 1<sup>o</sup> ordine, in sistemi più semplici detti di 2<sup>o</sup> ordine, ed infine in sistemi ancora più semplici, dove si studia un fattore alla volta, o

una combinazione ortogonale di fattore, detti di 3<sup>0</sup> ordine (Figura 11).

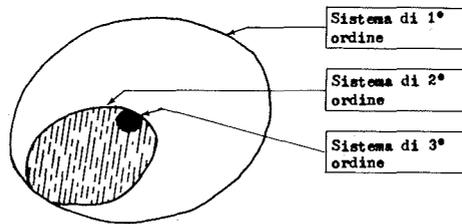


Fig. 11. Scomposizione dell'ecosistema complesso in unità territoriali a diverso grado di semplicità.

Al disotto di quest'ultima unità territoriale le indagini non hanno più una base fisica di pieno campo, ma concernono eventuali ricerche di laboratorio. L'elemento unificatore di base (sistema di 1<sup>0</sup> ordine) è stato individuato nel *bacino idrografico* inteso come unità complessa in cui la dinamica dei processi idrologici, in connessione con le specifiche condizioni climatiche, determina l'evoluzione morfogenetica e pedologica e, attraverso di essa, in modo più o meno diretto, la destinazione produttiva e la varia tipologia degli interventi antropici. Il bacino idrografico, nondimeno anche nella fattispecie di un piccolo bacino rappresentativo agricolo è pur sempre una unità complessa che richiede, al fine di un qualunque studio analitico, delle interrelazioni tra i fattori dell'ecosistema, una scomposizione in unità più semplici.

Nel nostro caso si sono presi, come unità sistematiche di primo ordine, bacini idrografici della superficie di circa un Km<sup>2</sup>, su argille plioceniche marine (*bacini rappresentativi polimorfi*). Essi sono stati scomposti in sistemi di secondo ordine, costituiti da piccoli bacini aventi al loro interno unità morfo-pedologiche più semplici ed investiti con un unico tipo di coltura (*bacini monocolturali*).

Si è arrivati infine al sistema più semplice, quello di terzo ordine, costituito da unità adeguatamente individuate ed idrologicamente isolate, aventi la massima possibile uniformità morfo-pedologica, accanto ad un unico tipo di coltura (*unità monomorfocolturali*).

Per la metodologia del campionamento, si è seguito lo schema sistematico e stratificato per i *sistemi* più o meno complessi, fino a ridurli ad unità semplici raffigurabili come *insiemi* al cui interno la variabilità potesse essere considerata, per il fattore in esame, di natura casuale. In questi ultimi si è proceduto mediante campionamento casuale semplice.

Individuato, come sopra, lo schema tipologico dell'indagine generale e scelto il modello su cui svolgerla, i settori di indagine e le linee di ricerca realizzate e progettate fino a questo momento possono essere riassunte come segue:

#### 1. Piccoli bacini polimorfi rappresentativi:

- Scelta dei bacini rappresentativi, e cartografia tematica di base;

- Studio dell'evoluzione geo-morfo-pedologica dell'unità ambientale complessiva;
- Studio idrologico: bilancio idrico; erosione idrometeorica; erosione di massa;
- Studio dell'evoluzione floristica naturale.

## 2. Bacini monocolturali:

- Scelta dei bacini rappresentativi e cartografia tematica di base;
- Studio dell'evoluzione geo-morfo-pedologica;
- Studio idrologico: bilancio idrico; erosione idrometeorica; erosione di massa;
- Influenza della destinazione del suolo sull'erosione.

## 3. Unità mono-morfo-colturali:

- Dimensionamento delle unità e rilevamento pedologico di dettaglio;
- Potenziale agronomico ambientale, destinazione colturale e tecniche di coltivazione;
- Influenza delle tecniche agronomiche, e delle coltivazioni su alcune caratteristiche del suolo;
- Influenza della morfologia, delle tecniche di lavorazione della destinazione colturale sul bilancio idrico e sull'erosione idrometeorica del suolo.

I dati ricavati dalle suddette indagini particolari si intendono utilizzabili, almeno in parte, per lo studio di modelli stocastici riguardanti alcune particolari interrelazioni tra le caratteristiche studiate.

Un primo modello, ad esempio, concerne l'evoluzione geo-morfo-pedogenetica di definite unità ambientali tipiche.

Un secondo modello riguarda la previsione dei parametri idrologici, come ad esempio il deflusso e l'erosione, su unità morfo-pedo-colturali uniformi, a partire da alcune variabili indipendenti opportunamente esplicitate, da cui i parametri stessi dipendono.

Un terzo modello (Figura 12) è incentrato sulla ricostruzione del deflusso e dell'erosione *potenziale* di unità idrologiche complesse per quanto concerne le caratteristiche morfo-pedo-colturali, a partire dalla conoscenza del deflusso e dell'erosione *attuali* su unità idrologiche più semplici (mono-colturali). A sua

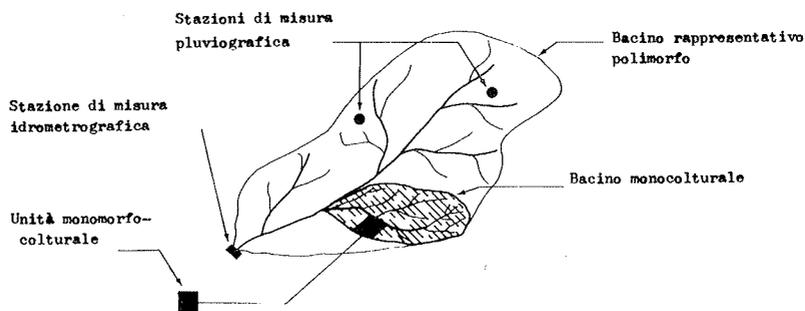


Fig. 12. Esempio di scomposizione all'interno di una unità bacinale complessa.

volta, su queste ultime, si potrà pervenire alla valutazione della entità del deflusso e dell'erosione attuali sulle unità mono-morfo-colturali. Il confronto tra parametri idrologici *potenziali* e *attuali* potrà consentire di ottenere dei rapporti *idrologici reali*, di grande importanza per la costruzione di un modello stocastico di previsione dei parametri idrologici di una unità territoriale, a partire dai dati degli afflussi e delle caratteristiche fisiografiche dell'unità stessa.

Altri studi sistematici delle interrelazioni tra i diversi aspetti delle unità ambientali considerate potranno essere programmati a mano a mano che il proseguimento delle indagini porterà ad una migliore impostazione metodologica e ad una maggiore precisazione dei complessi fenomeni indagati.

G. Chisci

## SPERIMENTAZIONE

### I BACINI POLIMORFI RAPPRESENTATIVI

#### GENERALITA'

I paesaggi morfologici principali individuati sulle argille sono essenzialmente due. Su ciascuno di essi per quanto già detto si è deciso di procedere allo studio di una coppia di bacini rappresentativi. La scelta di due unità ha lo scopo di effettuare un controllo della variabilità e di rendere possibile l'eventuale studio comparativo, qualora si introducessero alcuni fattori modificativi in una delle due.

La selezione dei bacini è iniziata con una accurata indagine fotointerpretativa eseguita su fotografie aeree, ed integrata da controlli a terra. Si sono potuti isolare così 33 bacini aventi ciascuno una superficie di un centinaio di ettari. Le ragioni circa la scelta della dimensione attorno al chilometro quadrato, vanno ricercate nella opportunità di avere delle aree fisiografiche sufficientemente omogenee e tuttavia rappresentative dell'ambiente considerato. Per quanto invece riguarda l'esposizione si è tenuto conto che, per le aree con forte sviluppo della morfologia calanchiva, si riteneva di notevole importanza la direzione dominante delle meteore autunnali che provengono di norma proprio da Sud-Ovest.

Dei 33 bacini iniziali si sono scelti quelli che più si avvicinano alle condizioni ideali, scartando quelli interessati o da riserve d'acqua artificiali, o attraversati da strade, o canali idrologicamente non ben controllabili, o logisticamente più scomodi, o quelli in cui la sede per l'ubicazione della speciale bocca tarata, prevista per la misura dei deflussi, avrebbe presentato particolari difficoltà tecnico-economico e logistiche di impianto.

I due bacini scelti per il paesaggio calanchivo sono stati così l'8° e l'11° della originaria selezione: il primo è un affluente diretto di destra del F. Era, il secondo del Botro dell'Alpino, a sua volta tributario di sinistra del fiume che dà il nome alla valle.

La coppia di quelli scelti, invece per il paesaggio non calanchivo è rappresentata dal 24° e 26°. Il primo è un affluente di sinistra del Fonsecaia che, a sua volta, è un tributario del Ragone; il secondo sfocia nel Botro della Macinaia, anche esso affluente di destra del Ragone.

G. Chisci

**LE RICERCHE IDROLOGICHE: IMPOSTAZIONE, METODOLOGIA, APPARECCHIATURE E RISULTATI.** (Cooperano: G. Chisci, G. D'Egidio, A. Ortolani, M. Panicucci, M. Tellini)

Nei bacini scelti, il bilancio idrologico viene studiato direttamente mediante la misura degli afflussi meteorici e dei deflussi.

Per la valutazione degli afflussi meteorici sono installati in ogni sottobacino due pluviografi del tipo a bilancia, di cui uno a registrazione quindicinale. I due pluviografi sono posti in ciascun bacino uno nella parte più a monte in sinistra idrografica, ed uno nella parte più a valle in destra idrografica, in modo da poter avere la migliore rappresentatività media degli afflussi su ciascun bacino imbrifero.

Per il calcolo dei deflussi nei bacini, si è adottata una apparecchiatura di misura tale da poter abbracciare con sufficiente attendibilità, e con una unica strumentazione, il massimo campo della variabilità delle portate prevedibili. Tale campo, infatti, può oscillare tra una portata nulla ed una di alcune decine di mc/sec.

In base a varie considerazioni è stato stabilito di installare un tipo di modulo che, mentre permette di effettuare misure già apprezzabili a partire da circa 1 l/sec., può garantire misurazioni abbastanza precise fino a circa 3000 l/sec. e sufficientemente attendibili tra i 3000 e i 5000 l/sec. Poiché la superficie dei bacini rappresentativi è, come si è visto, di circa 1 Km<sup>2</sup> la possibilità di misurare una portata caratteristica di 5000 l/sec./Km<sup>2</sup> consente di includere eventi da considerarsi piuttosto rari anche se non proprio eccezionali. Non è tuttavia da escludere che si possano verificare eventi pluviometrici di eccezionalità straordinaria che, in relazione alle caratteristiche geo-pedologiche e di copertura dei sottobacini considerati, diano luogo a portate di piena tali da non poter essere controllate fino al loro massimo.

Venendo ora ad analizzare brevemente le caratteristiche tecniche della soluzione adottata, possiamo rilevare che il tipo di modulo scelto è costituito da una bocca a stramazzo di forma trapezoidale a becco, studiata e tarata negli Stati Uniti e denominata HL. Su una delle pareti laterali della bocca è sistemato un tubo orizzontale di diametro di 100 mm collegato con un pozzetto dove pesca il galleggiante di un idrometrografo di tipo orizzontale con scala 1:5, che consente la misura continua nel tempo del livello dell'acqua sulla bocca stessa.

Si fa presente che nel bacino 24 a causa della mancanza di una adeguata cadente per l'installazione di una bocca a stramazzo, è stato adottato un modellatore a risalto.

I dati degli afflussi e dei deflussi, raccolti mediante le apparecchiature descritte, sono elaborati prendendo come base i singoli eventi idrologici, considerando con il termine di evento, l'arco di tempo compreso tra l'inizio di una determinata pioggia e la fine del deflusso attribuibile alla pioggia medesima. Per ciascun evento si prendono in considerazione i seguenti dati :

- intervallo di tempo tra l'inizio delle piogge e l'inizio del deflusso;
- intervallo di tempo tra l'ora della massa centrale delle piogge e l'ora del

- massimo deflusso (*lag time*);
- quantità della pioggia caduta prima che abbia inizio il deflusso;
- entità dell'afflusso;
- intensità media della pioggia;
- intensità massima oraria della pioggia;
- portata massima;
- entità di deflusso;
- coefficiente di deflusso.

Per misurare la quantità di materiali solidi asportati dai bacini, si è scelto di impiegare un *campionatore a singolo stadio* studiato per corsi d'acqua a regime torrentizio, adatto in special modo per zone impervie, lontane da centri abitati, dove è possibile solo un controllo saltuario. Questo tipo di campionatore è adottabile solo quando i sedimenti trasportati dalle acque sono costituiti da materiale molto fine. Detti campionatori vengono montati su un supporto verticale posto nel corso d'acqua: nel nostro caso una serie di tre campionatori è stata montata a differenti altezze (25 - 50 - 75 cm) allo scopo di avere più campionamenti delle torbide in tempi successivi, almeno nella fase di incremento dell'onda di piena.

Un altro problema è rappresentato dalla sistemazione delle colonne di campionamento sulla sezione trasversale del corso di acqua. Infatti, tenuto conto che la velocità dell'acqua e la carica solida variano dalle sponde al centro del canale, sono state poste tre colonne verticali di campionatori a 1/4, 1/2 e 3/4 della larghezza del canale.

Nei bacini 11 e 26, il prelevamento delle torbide si effettua anche con campionatori a pompa PS/69 della *Product Manufacturing Company*, che possono prelevare fino a 72 campioni, con intervalli di tempo che vanno da 15 minuti a 24 ore (cfr. appendice).

Si deve rilevare anzitutto che la ingente massa di dati idrologici raccolti sui bacini rappresentativi polimorfi 8 e 11 del paesaggio calanchivo a partire dal 1971 fino ad oggi non è stata ancora adeguatamente elaborata, mentre per il bacino 26, del paesaggio argilloso più dolce, detto del tipo a biancana, si è iniziata la raccolta dei dati molto più tardi, e cioè dal 1974.

In ogni caso, le elaborazioni già condotte, hanno consentito di trarre alcune prime considerazioni per quanto concerne il comportamento idrologico generale di queste formazioni che, pur suscettibili di essere modificate quando sarà presa in esame tutta la massa dei dati, sembrano già di notevole interesse scientifico e tecnico.

Alcuni risultati degli afflussi e dei deflussi nonché del coefficiente di deflusso medio annuale relativo ai bacini 8 e 11 del paesaggio calanchivo, sono riassunti nella tabella 1.

In generale, il coefficiente di deflusso medio annuo non differisce tra i due bacini. Esso sembra tuttavia lievemente superiore nel periodo invernale nel bacino 11, probabilmente a seguito della maggiore pendenza media di questo bacino rispetto al bacino 8.

Passando a considerare altre caratteristiche idrologiche (tabella 2), l'inter-

Tabella 1

Totali degli afflussi e dei deflussi in mm. per il biennio 1971-72 nei bacini 8 e 11.

mesi / anno	affl.	defl.	C. defl.	affl.	defl.	C. defl.
1 - 4	407.4	123.4	0.28	396.6	123.4	0.31
5 - 8	350.1	19.9	0.06	344.1	23.5	0.07
9 - 12	493.5	11.4	0.02	541.6	--	--
totale	1251.0	154.7	0.12	1282.3	146.9	0.12

Tabella 2

Frequenza di alcuni parametri idrologici di 23 eventi pluviometrici classificati a seconda che siano stati maggiori, uguali o minori in ciascun sottobacino

	Bacino 8	8 e 11	Bacino 11
Intervallo tra inizio pioggia e inizio deflusso	10	8	5
Entità afflusso prima dell'inizio del deflusso	13	7	3
Coefficiente di deflusso (*)	4	10	8
Deflusso max o vario (*)	12		11

(\*) Sono 22 anzichè 23 perchè manca 1 dato del bacino 11

vallo di tempo tra l'inizio della pioggia e l'inizio del deflusso, così come entità di acqua trattenuta dal bacino prima dell'inizio del deflusso, sembrano più frequentemente maggiori nel bacino 8 rispetto all'11. I dati sembrerebbero evidenziare che, pur avendosi delle differenze di comportamento nelle fasi iniziali degli eventi, probabilmente dovute ad una diversa capacità di ritenuta idrica dei due bacini, il contributo alla formazione dell'onda di piena e quindi le portate massime, risultano pressochè dello stesso ordine nei due bacini considerati.

Per i due bacini ubicati nel paesaggio calanchivo l'entità media del coefficiente di deflusso risulta alquanto modesta (circa 0,12 - 0,15) anche se non mancano casi di eventi che presentano un coefficiente di deflusso pari a 0,80-0,85 nel periodo di fine inverno.

Raffrontando le differenze di comportamento idrologico tra i due bacini, esse risultano minori di quanto ci saremmo attesi considerando che le differenze di pendenza si aggirano intorno al 6% a favore del bacino 11, corrispondenti, quasi completamente, al maggior sviluppo della superficie a calanchi in questo bacino.

E' pur vero che l'effetto favorevole ad un incremento del coefficiente di deflusso dovuto alla maggior pendenza del bacino 11 potrebbe essere compensato nel senso di una riduzione in conseguenza del maggior sviluppo della copertura boschiva che in tale bacino rappresenta un consistente 26% in più.

Peraltro le formazioni pedologiche delle zone boschive nel bacino 11 sono anche caratterizzate da un maggior grado di evoluzione, e quindi dotate di più elevata permeabilità e capacità idrica.

Passando alle asportazioni solide i tenori solidi medi nelle torbide di deflusso risultano tendenzialmente superiori nel bacino 11 rispetto al bacino 8, in particolare nel periodo invernale, mentre si eguagliano nel periodo autunnale (tabella 3).

**Tabella 3**

Carica solida media annuale ponderata in gr/litro nei bacini 8 e 11

Stagioni	bacino 8	bacino 11
1 - 4	0.43	0.65
5 - 8	0.26	0.15
9 - 12	0.17	0.17
Totale	0.39	0.54

**Tabella 4**

Asportazioni solide q/ha. Medie annuali dei due sottobacini 8 e 11

Stagioni	bacino 8	bacino 11
1 - 4	2.54	4.01
5 - 8	0.26	0.16
9 - 12	0.10	0.10
Totale	2.90	4.27

Circa le asportazioni solide (tabella 4) - in genere modeste dato che i bacini sono sistemati con briglie e traverse e i materiali pedologici sono scarsamente erodibili - esse si aggirano intorno a 0.35 Tonn/Ha/anno, inferiori dunque alle 1.8 Tonn/Ha/anno indicate come limite al disopra del quale si può parlare di erosione accelerata generalizzata.

In ogni caso tali asportazioni risultano superiori nel bacino 11 dove raggiungono le 0.54 Tonn/Ha/anno in confronto con le 0.29 Tonn/Ha/anno del bacino 8.

Alcune osservazioni, per ora su singoli eventi, studiati in parallelo su unità territoriali nettamente differenziate sotto il profilo morfologico e fisiografico - come il bacino 11 con morfologia calanchiva e il bacino 26 con morfologia tipo biancana - mettono in luce che, nel periodo invernale, i deflussi unitari sono in genere nettamente superiori nel secondo rispetto al primo mentre, nel periodo autunnale, sono superiori nel primo rispetto al secondo.

I deflussi nel bacino 26, iniziano in genere più tardi rispetto all'inizio delle piogge (lag time più lungo) e le code dell'idrogramma di deflusso, che indicano le portate di esaurimento del bacino, sono, in questo, notevolmente più lunghe di quelle del bacino 11. La stessa entità dell'erosione risulta molto più

accentuata nel bacino 26 confermando così che, probabilmente, la morfologia di quest'ultimo rappresenta una fase di smantellamento e di evoluzione più avanzata, mentre l'erosione idrometrica generalizzata assume caratteri molto più intensi e pericolosi rispetto al paesaggio con calanchi, dove la forma più consistente di erosione è del tipo concentrato o di massa (*gully erosion*).

Infine si è rilevato che i periodi stagionali più pericolosi per il verificarsi di movimenti franosi risultano quelli caratterizzati da deflussi minimi nel periodo autunno-inverno. Nel paesaggio più dolce di tipo a biancana, dove si ha una certa prevalenza della erosione generalizzata, il periodo in cui l'entità delle asportazioni solide è maggiore è invece quello di fine inverno - inizio primavera.

G. Chisci

### LE RICERCHE PEDOLOGICHE: METODOLOGIE E RISULTATI

(Cooperano D. Bidini, L. Lulli, G. Rodolfi, G. Ronchetti, M. Sfalanga)

La valutazione quantitativa dei fenomeni erosivi è lo scopo finale degli studi su piccoli bacini rappresentativi di un ambiente fisiografico. Poichè gran parte dell'erosione si manifesta a carico del suolo, una premessa fondamentale negli studi dell'erosione è la conoscenza, la localizzazione e la delimitazione dei tipi di suolo esistenti nella unità bacinale allo studio. Compito del pedologo diventa quindi la realizzazione di un modello descrittivo-interpretativo, la carta dei suoli, che permetta l'elaborazione dei parametri utili alla stima dell'erodibilità potenziale delle superfici.

Il rilevamento pedologico dei bacini poliformi rappresentativi 8 - 24 e 26 è in via di completamento mentre per il numero 11 disponiamo già di tutta la documentazione relativa.

Riportiamo quindi alcune considerazioni limitatamente a questo ultimo.

Il bacino 11 si presenta come una valle asimmetrica e profondamente incisa, caratterizzata da forme vistose di erosione calanchiva sui versanti esposti a meridione, ai quali si contrappongono delle superfici, in parte smantellate, che degradano verso il piano base con un susseguirsi di ripiani e scarpate. I ripiani sono semplicemente dei terrazzi, la cui origine è, per ora, indefinibile in quanto non si riconoscono depositi alluvionali di ricoprimento.

L'elemento più significativo del bacino è l'andamento dei crinali dei calanchi, che ripete quasi regolarmente il susseguirsi di ripiani e scarpate delle pendici a terrazzi. Il che fa pensare che lo sviluppo del bacino idrografico sia stato omogeneo, anche se sottoposto ad oscillazioni dell'intensità di smantellamento. Le forme calanchive in destra idrografica potrebbero aver accompagnato costantemente l'evolversi delle superfici terrazzate, molto meno erose, dei versanti esposti a settentrione. Una ipotesi questa che deve essere confermata da un rilevamento sistematico delle forme e dei suoli di tutta la Valdera.

Tre ordini di terrazzi si trovano all'interno del bacino: un primo di fondo, a 110 m, che si estende solo nella parte inferiore, nel quale sono ancora riconoscibili i sedimenti che lo hanno formato; un secondo, inclinato, che

occupa gran parte della superficie in sinistra idrografica, sui 150 m, che corrisponde ad una minore inclinazione della cresta dei calanchi; ed un terzo, fortemente smantellato, a 190 metri circa, cui corrisponde un ripiano sui calanchi che si raccorda con l'altopiano astiano di chiusura. Sui terrazzi di 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> ordine non si riconoscono, come abbiamo detto, depositi fluviali.

Come è difficile ricostruire la storia evolutiva del bacino dal suo solo aspetto, così la vegetazione attuale si presenta decisamente lontana dalle condizioni medie che per millenni hanno dominato l'ambiente. L'antropizzazione è stata tanto intensa che, di fatto, coperture vegetali continue, a querce e frassino, si trovano solo nelle profonde incisioni delle superfici terrazzate, tranne che una stazione sul secondo terrazzo che è stata rimboschita con conifere di varia specie. Tutta la zona calanchiva è coperta da piante annuali erbacee in quanto le piante arboree non potrebbero sopravvivere per la bassa fertilità fisico-chimica dei suoli. Tutto il resto è utilizzato a maggese in cui il prato pascolo e la sulla si alternano al grano.

Il fondo valle e le conche di riempimento alla base dei calanchi sostengono una vegetazione rigogliosa, in qualche caso palustre. Dobbiamo ricordare che tutto il bacino è stato sistemato da tempo con briglie le quali ne hanno modificato le condizioni naturali di evoluzione.

Il quadro completo della distribuzione e della tipologia dei suoli si è avuto solo dopo le osservazioni di campagna (Figura 13) e la realizzazione di una carta pedologica (Figura 14) che teneva conto della analisi multivariata effettuata sui sondaggi (Figure 15 e 16).

I sedimenti di fondovalle e le conche di riempimento dei calanchi, sono

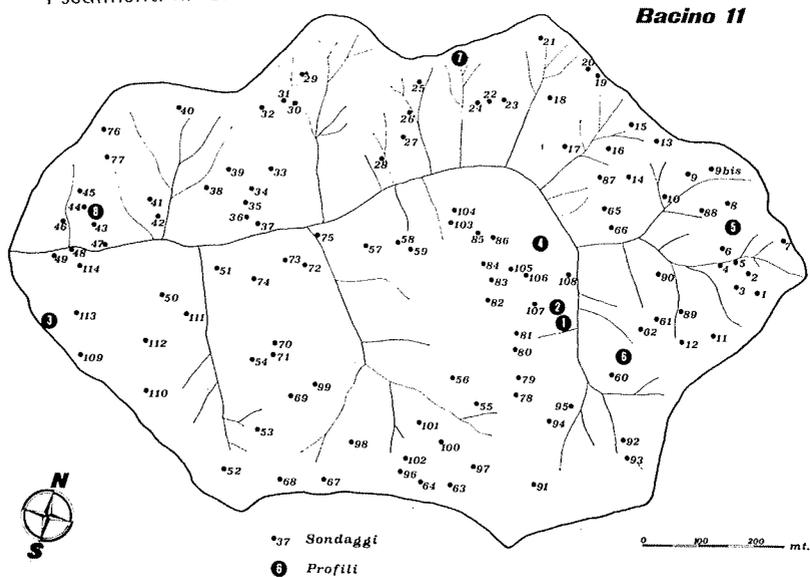


Fig. 13. La distribuzione dei punti di campionamento derivata dalla metodologia usata (campionamento stratificato e randomizzato) ed i profili descritti ed analizzati.

interessati dall'accumulo di materiali erosi delle dimensioni dei limi e delle sabbie; accumulo in parte esaltato dalle opere sistematorie attuate lungo l'alveo. I materiali depositati si evolvono tanto poco in queste condizioni che si può escludere l'esistenza di veri e propri suoli.

Sui calanchi e sulle superfici fortemente erose che si concentrano nelle esposizioni meridionali, sia in destra che in sinistra idrografica, i suoli rispecchiano i caratteri ereditati dalla roccia madre. Sono attraversati da profonde fessure, ed esternano un colore che passa dai valori neutri della roccia a bruno grigiastro (2,5Y5/2). La variazione cromatica e la migrazione di gesso insieme all'accumulo di materia organica e l'attività della fauna del suolo (specialmente lombrichi nel periodo primaverile) sono le uniche caratteristiche che evidenziano la trasformazione. Solo un occhio esercitato riesce a separare lo strato alterato (suolo) dalla roccia madre.

Alcuni suoli delle pendici erose, gli entisuoli delle profonde incisioni dei terrazzi, si associano, per i caratteri inclusi nell'analisi multivariata usata, ai suoli decisamente più evoluti delle superfici terrazzate. Poichè non si può imputare alla causa morfologica un raggruppamento di questo tipo, l'interrogativo che nasce sulle ragioni di tale associazione rimane aperto.

Il primo ordine di terrazzi manifesta una chiara sedimentazione stratificata. La variazione litologica che ne deriva caratterizza la genesi dei suoli, cosicchè vi sono delle alternanze di tessitura e di accumulo di materia organica direttamente dipendenti dalla dinamica fluviale. I suoli sono alle prime fasi di evoluzione per l'apporto continuato di materiali freschi che si è avuto sino al momento dell'abbassamento del piano base.

Sul secondo ordine di terrazzi invece i suoli sono influenzati da una falda acquifera fluttuante. La loro profondità è notevole e i caratteri più appariscenti sono quelli legati alla idromorfia temporanea. L'evoluzione si è spinta oltre alla migrazione dei sali più solubili e si notano concentrazioni di ferro e manganese in concrezioni, con un continuo di bande decolorate per migrazione di ferro all'esterno degli aggregati. Non si può escludere un'azione prolungata nel tempo per una differenziazione così evidente dei caratteri della roccia anche se il fenomeno è favorito dalla posizione geografica di questi suoli. Laddove la falda lascia spazio a fenomeni pedogenetici non legati alla idromorfia si nota migrazione e concentrazione di carbonati e una certa lisciviazione di argilla.

Difatti i suoli meno interessati dallo smantellamento del terrazzo più alto (3<sup>o</sup> ordine), che si può considerare il più antico, se non sono intervenute modificazioni strutturali posteriori alla incisione del bacino, manifestano prevalentemente il fenomeno della migrazione d'argilla ed una imponente concentrazione di carbonati in profondità (orizzonte calcico).

Quindi, considerando che il pedoambiente è ancora in parte saturato dai carbonati, il fenomeno della migrazione della frazione argillosa dovrebbe essersi sviluppato in un tempo decisamente lungo.

Tutti i suoli delle superfici spianate assumono dei colori bruno oliva chiaro (2,5Y5/4) che, se non molto lontani dai colori bruno grigiastri (2,5Y5/2) degli Entisuoli limoso argillosi, indicano, in questo ambiente, una decisa modificazio-

## CARTA PEDOLOGICA DEL BACINO 11

### LEGENDA

- D** — Depositi alluvionali sabbiosi o sabbioso-limosi con caratteri di idromorfia temporanea molto marcata, da profondi a molto profondi.
- At** — Suoli franco sabbioso, alluvionali, terrazzati, recenti, con alternanze di livelli più o meno organici, molto profondi; mescolati con suoli alluvio colluviali (**Ac**) franchi, profondi (**Typic Xerofluvents**).
- Co** — Suoli da franco sabbiosi a franchi di origine colluvio-alluvionale, alla base dei calanchi, profondi (**Typic Xeropsamments - Typic Xerorthents**).
- Re** — Suoli da franchi a franco-argillosi su depositi marini piacentiani, sottili, intensamente fessurati quando secchi, bruno grigiastri, con sali solubili (**Vertic Xerorthents**).
- Sa** — Suoli franco sabbiosi su depositi marini astiani, da poco profondi a profondi, bruno oliva chiari (**Typic Xerochrepts**).
- Fr** — Suoli da franco a franco-argillosi su depositi marini piacentiani, profondi nelle scarpate boscate, sottili lungo i terrazzi smantellati, bruno oliva chiari, in genere fortemente fessurati per movimento lungo la pendice, presentano fenomeni di idromorfia al contatto con la roccia madre (**Vertic Xerochrepts**).
- GI** — Suoli franco argillosi, idromorfi, profondi o molto profondi delle superfici terrazzate, presentano migrazione del ferro e concentrazione d'argilla per azione di massa dell'acqua, fessurano se asciutti. A volte è presente una bissequenza con un suolo superficiale con migrazione di carbonati e argilla (**Vertic Ochraqualfs**).
- Lc** — Suoli da franco sabbiosi in superficie ad argillosi in profondità se conservati, liscati, da sottili a profondi, presentano carbonati in concrezioni e fenomeni di idromorfia molto profondi (**Mollic Haploxeralfs**).

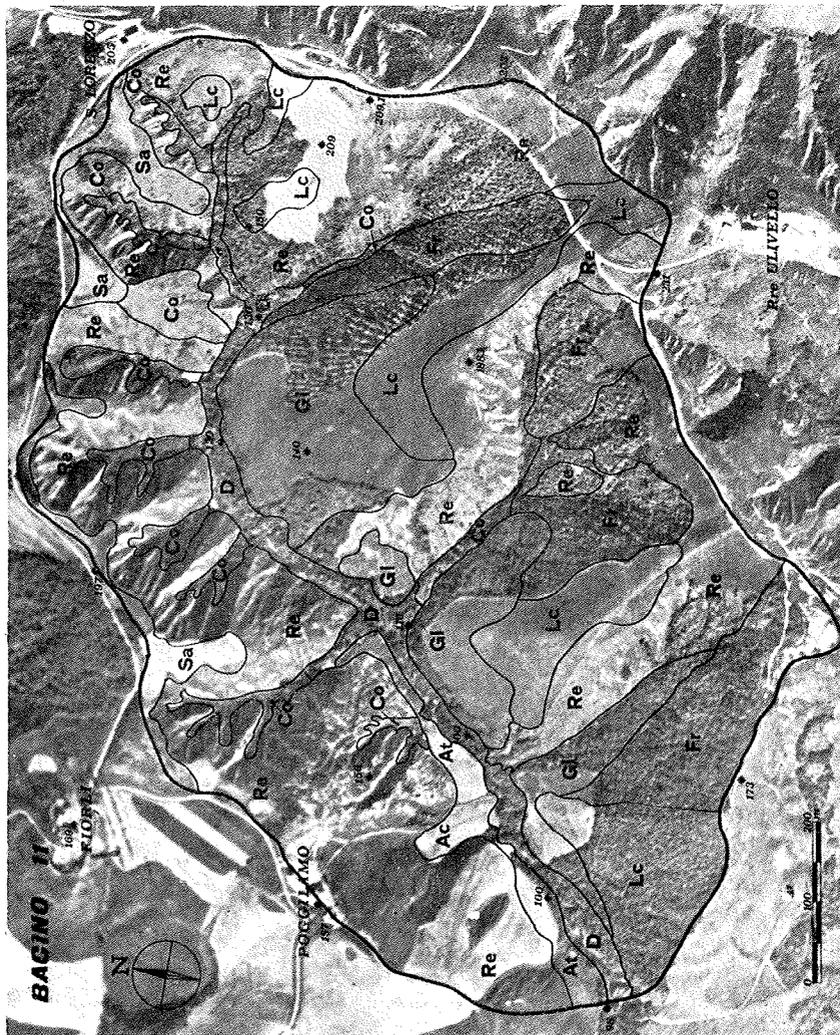


Fig. 14. Cartografia eseguita su foto aerea con autorizzazione IGM n. 911 del 21/11/75. Concessione dello Stato Maggiore dell'Aeronautica n. 592 del 14/11/69.



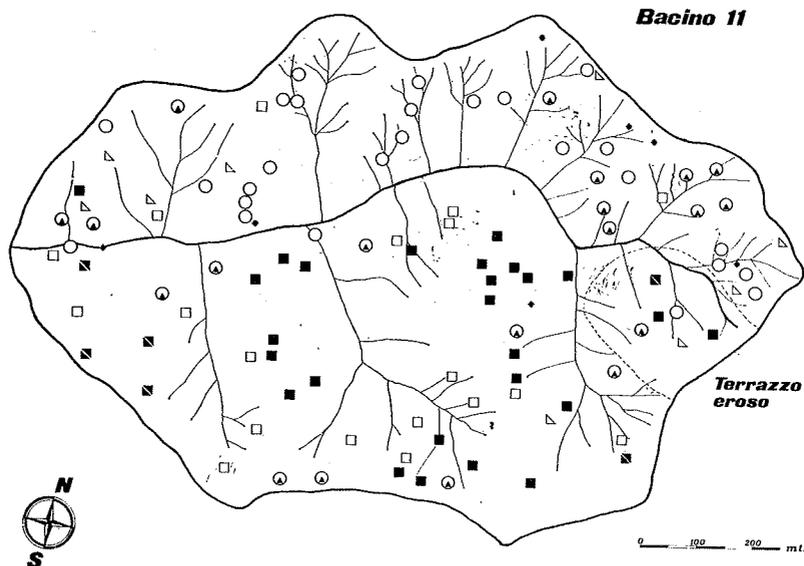


Fig. 16. Si può osservare come i suoli tendano a raggrupparsi in funzione delle forme della superficie: in alto nella figura, zona dei calanchi, dominano gli entisuoli (palline bianche), mentre in basso, zona dei terrazzi, dominano i suoli lisciviati associati ad inceptisuoli ed entisuoli delle profonde incisioni che li attraversano (quadratini neri e bianchi).

ne delle loro caratteristiche. Migrazione dei carbonati, migrazione e concentrazione del ferro e del manganese, modificazioni della natura e migrazione dell'argilla sono i caratteri principali che differenziano i livelli di genesi più avanzata dei terrazzi.

Se le osservazioni sui suoli non portano a conclusioni definitive, né attraverso le analisi diagnostiche di riferimento né attraverso l'uso di un tipo di classificazione numerica, tuttavia risulta chiaramente esternato un legame tra morfologia e suoli, nonché tra età delle superfici e grado di evoluzione. All'interno delle diverse unità morfologiche si osserva infatti una toposequenza che parte dai suoli poco evoluti delle alluvioni attuali, delle pendici erose e delle alluvioni terrazzate recenti, sino ad i suoli decisamente differenziati dai caratteri della roccia madre, quindi più evoluti, dei terrazzi di 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> ordine. Qualche cenno si può anticipare sui suoli delle morfologie più dolci su cui abbiamo una coppia di unità bacinali campione, quelle definite come bacino 24, si trova in sinistra del Foscecchia, subito dopo Orciatico, ed è stata in parte condizionata nel suo sviluppo da un evento vulcanico. Una intrusione selagitica, infatti, ha modificato le dimensioni originarie del bacino e ha provocato un sollevamento della zona a monte, interrompendo in più punti l'andamento normale del valle. Oltre a ciò ha innescato un fenomeno franoso lungo i due versanti del bacino.

Dal punto di vista pedologico si può notare che, nelle superfici terrazzate dalla

spinta plutonica e lungo le paleofrane, si sono evoluti dei suoli che ricordano molto i lisciviati del bacino 11, ma che per ora non sono stati ancora studiati a fondo, anche se la superficie è stata rilevata in dettaglio con la trivella.

Il bacino, dove non disturbato, ricorda molto il paesaggio a biancane, e lungo il versante in sinistra idrografica, si trovano suoli sottili, poco evoluti. Lungo le pendici in destra idrografica, invece, si nota una successione di ripiani che arriva sino alle sabbie residuali del crinale. Poiché, in questo caso l'evoluzione delle forme è stata in parte condizionata dal laccolite di Orciatico è molto difficile ipotizzare una successione di terrazzamenti dovuta alla sola azione di smantellamento erosivo. Tuttavia sui terrazzi e sui ginocchi di frana alcuni suoli sono da considerarsi decisamente evoluti per questo ambiente.

L. Lulli

### LE RICERCHE BIOLOGICHE: INFLUENZA DELL'ESPOSIZIONE SULL'ATTIVITA' BIOLOGICA DEL SUOLO

Al fine di una maggior comprensione dei processi evolutivi dei suoli riscontrati nell'ambito del bacino 11, durante il 1974 la Sezione di Biologia del suolo ha svolto un'indagine sull'influenza esercitata da differenti temperature sulla microflora di un suolo tipo *eutric rhegosol* (suolo A) esposto a Sud e di un altro, *ochric cambisol*, (suolo B) esposto a nord. Infatti al di là di quelle che sono le differenze dovute al substrato pedogenetico, una importante causa di fluttuazione della carica microbica durante l'anno è costituita dal variare della temperatura nel corso delle stagioni.

Attraverso una serie di rilievi preliminari condotti per due anni abbiamo riscontrato forti differenze fra i due suoli; in particolare, in estate, nel suolo a Sud la temperatura raggiunge punte massime di 40°C, mentre a Nord non si superano i 27°C; in inverno il terreno a Nord è sensibilmente più freddo dell'altro, per quanto anch'esso non arrivi mai a gelare.

I due suoli sono stati esaminati in laboratorio sottoponendoli alle temperature riscontrate più frequentemente in entrambi i versanti. I risultati hanno messo in evidenza un diverso comportamento, come si può rilevare dai grafici riportati nelle Figure 17 e 18. In particolare, le basse temperature esercitano sempre un effetto stimolante sulla microflora, effetto che è più marcato nel terreno esposto a Nord. La temperatura di 40°C influisce in modo opposto: all'azione negativa esercitata su batteri e attinomiceti nel suolo esposto a Nord si contrappone una forte stimolazione in quello esposto a Sud.

Ciò potrebbe indurre a ritenere che l'azione depressiva esercitata dalle alte temperature sulla microflora del suolo B debba essere attribuita ad un processo di selezione e adattamento alle basse temperature, dato che la temperatura di 40°C non viene mai raggiunta nell'ambiente naturale di questo suolo. Il fatto che nelle zone esposte a Sud le alte temperature stimolino la microflora, induce a pensare che queste ultime, come pure il notevole disseccamento da esse

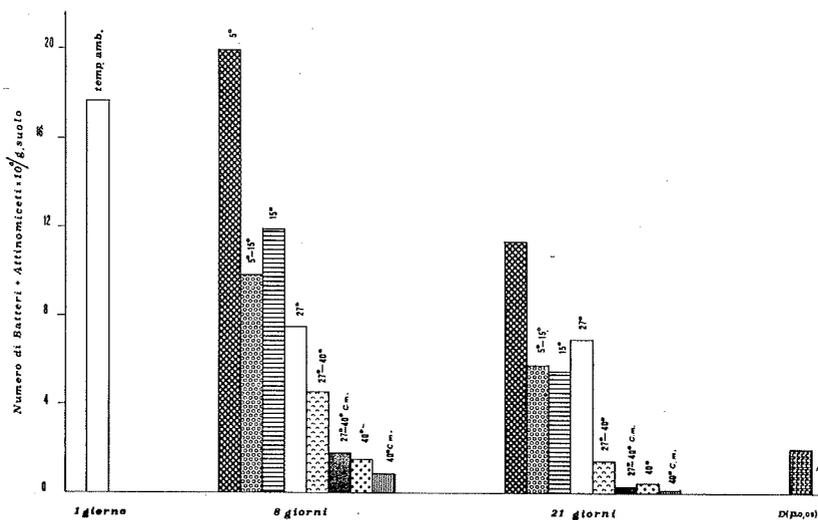


Fig. 17. Variazioni nel numero dei batteri e attinomiceti nel suolo B, incubato a diverse temperature, dopo 8 e 21 giorni.

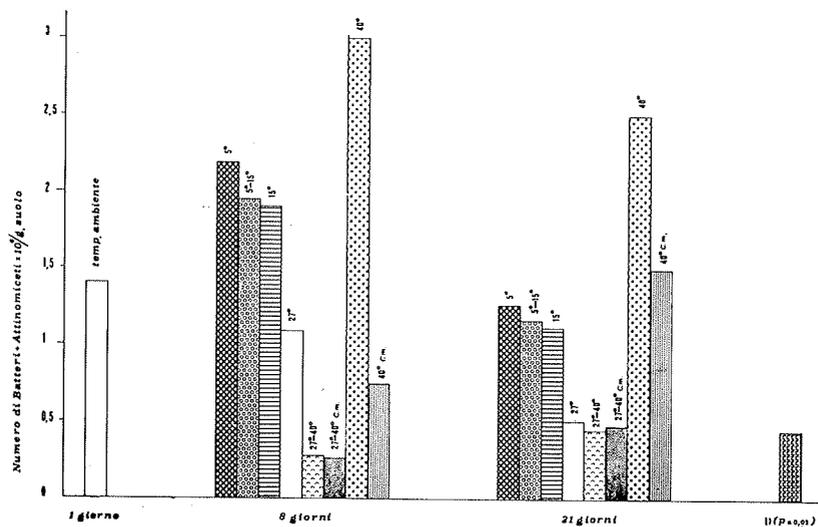


Fig. 18. Variazioni nel numero dei batteri e attinomiceti nel suolo A, incubato a diverse temperature, dopo 8 e 21 giorni.

provocato, non possano essere chiamati in causa come fattori predisponenti lo stato di apparente degradazione presentato da questi suoli che occupano in prevalenza la zona calanchiva del bacino.

Per approfondire ulteriormente i fenomeni fin qui discussi abbiamo ritenuto necessario svolgere una serie di prove volte a misurare variazioni qualitative, oltre che quantitative, della microflora. I dati ottenuti sono stati messi a confronto calcolando i tassi relativi di sopravvivenza dei vari gruppi microbici (Tabella 5).

Dall'esame dei risultati appare evidente che le alte temperature esercitano una notevole azione sulla composizione qualitativa della microflora dei due suoli, riproducendo il distacco altrettanto notevole riscontrato nelle determinazioni quantitative. Inoltre l'analoga incidenza percentuale, nei due suoli, degli sporulanti aerobi unita al diverso segno del tasso di sopravvivenza degli attinomiceti e la predominanza, nel regosuolo, dei batteri denitrificanti, tendono a dimostrare che il forte scarto quantitativo presentato a 40°C dalla microflora nel suo complesso non può essere attribuito semplicemente ad una azione selettiva della temperatura ma ad una più complessa interazione tra temperatura, caratteristiche fisico-chimiche e sostanza organica del terreno.

Tabella 5

Tasso relativo di sopravvivenza (R) dei vari gruppi di microrganismi alle diverse temperature e dopo 21 giorni d'incubazione.

Microrganismi	Tasso relativo di sopravvivenza dei vari gruppi		
	5°	27°	40°
$R = \frac{I}{T} \cdot 100$			
<b>Suolo A</b>			
Attinomiceti	23	54	53
B. sporulanti aerobi	238	6.358	67.325
B. azotofissatori aerobi	286	2.372	0
B. denitrificanti	1.248.612	1.649.305	614.466
B. solfatoriduttori	154	866	175
<b>Suolo B</b>			
Attinomiceti	15	748	822
B. sporulanti aerobi	230	8.324	64.507
B. azotofissatori aerobi	213	179	0
B. denitrificanti	23.698	33.840	0
B. solfatoriduttori	49	373	3.787

Ci sembra perciò che questo debba consigliare un'estrema cautela nella generalizzazione degli effetti della temperatura sull'attività dei microrganismi e conseguentemente dell'influenza dei fattori climatici sul suolo.

P.G. Arcara - C. Piovanelli

## I BACINI MONOCOLTURALI

### IMPOSTAZIONE METODOLOGICA DELLE RICERCHE IDROLOGICHE SUI BACINI MONOCOLTURALI (Cooperano G. Chisci, G. D'Egidio, M. Falciai, G. Ronchetti).

Gli impianti sono in fase di realizzazione in 6 unità idrologiche monocolturali aventi una superficie unitaria variabile intorno ai due o tre ettari. Sono ancora delle unità in cui la definizione idrologica si affida a linee di ripartizione naturale delle acque.

Sui bacini monocolturali, scelti in generale all'interno di quelli polimorfi, vengono opportunamente sistemati dei pluviometri aggiuntivi per il rinfittimento ed il controllo della rete già esistente.

Per la misura del ruscellamento è stato adottato uno stramazzo tipo HS idoneo alla misura di portate fino a 13 l/sec., munito di pozzetto con idrometrografo per la registrazione dei deflussi, caratterizzato da rivoluzione giornaliera del tamburo, con un avanzamento orario di cm 1,2.

Per i rilievi torbiometrici, sono previsti dei campionatori a ruota idraulica, denominati ruote *Coshocton*, che raccolgono la centesima parte dell'acqua di ruscellamento. In sostanza questi strumenti, posti secondo norme ben precise al disotto dello stramazzo HS, sono formati da una ruota idraulica provvista di una particolare alettatura, per consentire il movimento, e di una fenditura attraverso la quale passa e viene raccolto in un apposito recipiente sottostante un campione delle torbide.

G. D'Egidio

## LE UNITA' MONOMORFOCULTURALI

Tali unità sono state impostate nell'Azienda Sperimentale S. Elisabetta, sui due versanti opposti del Botro Cavalcanti, in parcelle di diverse dimensioni.

Su ciascuna pendice si sono delimitate una serie di unità monomorfoculturali raggruppate come segue, in base alle finalità di indagine proposte mediante due programmi di ricerca A e B all'uopo programmati.

### A - IDROLOGIA, EROSIONE E PRODUTTIVITA', IN FUNZIONE DELLE TECNICHE DI COLTIVAZIONE E DELLE SISTEMAZIONI PROFONDE MEDIANTE DRENAGGIO TUBATO.

**IMPOSTAZIONE, METODOLOGIA ED APPARECCHIATURE. RISULTATI IDROLOGICI E CONSIDERAZIONI AGRONOMICHE** (Cooperano: G. Chisci, G. D'Egidio, M. Steinberg + , C. Zanchi).

L'esperimento è stato iniziato nel 1969 con i seguenti scopi principali :

- Misurare la ripartizione dell'acqua di pioggia in un suolo argilloso in funzione delle sue caratteristiche fisiche, delle tecniche di lavorazione e del tipo di coltura.
- Misurare l'entità dell'erosione superficiale in funzione dell'intensità di differenti eventi pluviometrici, delle proprietà fisiche di superficie, delle tecniche di lavorazione e del tipo di coltura.
- Studiare l'effetto delle tecniche di lavorazione e di sistemazione profonda mediante drenaggio sullo sviluppo biomorfologico e sulla produttività delle colture.
- Studiare l'evoluzione nel tempo delle caratteristiche pedologiche di un suolo argilloso, per quanto concerne le sue proprietà fisiche chimiche e microbiologiche, in funzione della sistemazione profonda mediante drenaggio, delle tecniche di lavorazione e del tipo di coltura.
- Misurare l'entità delle asportazioni, (in superficie e attraverso il sistema dei dreni) di sali ed altri elementi chimici aggiunti al suolo sotto forma di concimi e diserbanti.

Per raggiungere tali scopi, sulla pendice argillosa con esposizione Sud-Ovest, avente una pendenza generale uniforme del 12%, è stata impiantata, (parcelle 1 - 12 della Figura 19) la prova costituita dalle seguenti tesi - combinazioni :

A = drenaggi tubato	I - Terreno investito a prato-pascolo
	II - Terreno investito a grano continuo su minimum-tillage.
	X
B = assenza di drenaggio	III - Terreno investito a grano continuo su aratura normale

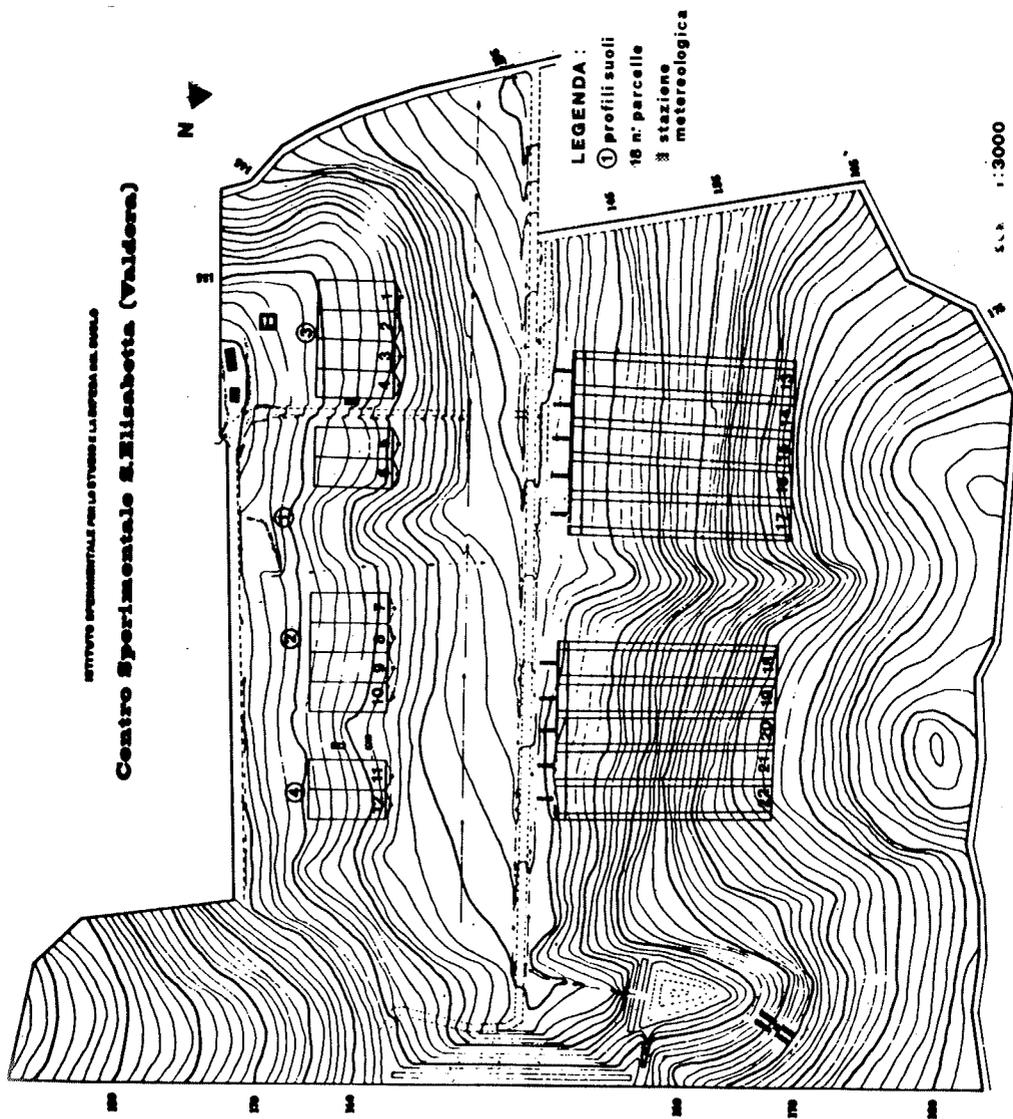


Fig. 19

Come si vede si tratta di 6 tesi-combinazioni che sono state ripetute 2 volte su parcelle di m 15 x m 40.

Le linee dei dreni sono state poste con una interdistanza di circa 8 m ed una profondità oscillante tra gli 80 ed i 90 cm . In considerazione che le parcelle hanno una superficie di 600 mq circa, in ciascuna di esse risultano perciò sistemate 5 file di dreni trasversali alle linee di massima pendenza, della lunghezza di circa 15 metri. I dreni, del diametro di 5 cm , presentano delle fessure trasversali rispetto all'asse longitudinale del tubo e le file di ciascuna parcella sono state raccordate ad un collettore privo di fessure, del diametro di 8 cm , posto nel senso della massima pendenza sul lato lungo della parcella, con lo scopo di raccogliere separatamente le acque di drenaggio.

Come materiale di copertura per i dreni è stato adoperato del polistirolo espanso a palline.

Nella parte terminale del collettore di ogni singola parcella drenata è stato posto uno strumento, il *Drain Discharge Recorder*, che consente la misurazione e la registrazione nel tempo dei deflussi profondi. Lo strumento è fornito di uno stramazzo particolare ad equazione di portata lineare con un massimo teorico di 3200 l/ora.

Ciascuna parcella è delimitata lateralmente da cordoli di terra battuta alti circa 30 cm e larghi 50 cm per impedire alle acque di ruscellamento di sconfinare nelle parcelle contigue. L'isolamento della soprastante pendice è stato ottenuto, invece, mediante un fosso di guardia superficiale e un dreno del diametro di 10 cm posto alla profondità di circa 1 metro. L'acqua di ruscellamento superficiale, raccolta nella porzione inferiore della parcella con una apposita canaletta metallica, viene fatta passare in un primo cassone. L'acqua eccedente la capacità nel 1° cassone viene convogliata attraverso un ripartitore in modo che 1/10 del surplus viene raccolto e convogliato in un secondo cassone. Dai due cassoni, evento per evento, vengono prelevati i campioni di torbida per le successive determinazioni di laboratorio sulla concentrazione di terra e di sali asportati.

Per quanto concerne un confronto tra il ruscellamento superficiale delle diverse tesi agro-pedologiche sulla base del valore medio quadriennale dei deflussi (Figura 20) si pone facilmente in evidenza che il grano su aratura sembra caratterizzato dal maggior ruscellamento superficiale, soprattutto per quanto concerne le tesi drenate. Il prato, di contro annulla quasi completamente l'entità del deflusso superficiale. Di fatto si è riscontrato in generale come l'entità dei deflussi superficiali medi di un biennio siano in genere molto modesti, mentre assai maggior consistenza assumono i deflussi profondi raccolti nel sistema drenate (tabella 6).

Le prove condotte mettono generalmente in evidenza la capacità del prato di ridurre in modo consistente l'entità del deflusso superficiale rispetto alle colture di cereali vernini. Anche il drenaggio, favorendo l'emungimento, dell'acqua in profondità, riduce mediamente l'entità del ruscellamento del suolo nelle tesi a *minimum-tillage* ove le crepacciature naturali - permanendo pervie nel corso dell'anno - stabiliscono con il drenaggio vie preferenziali per l'infiltrazione

Tabella 6

Precipitazioni mm.	546.4
Deflussi superficiali mm.	2.2
Deflussi profondi	92.5
Coeff. Deflusso superf.	0.004
Coeff. Deflusso profondo	0.16

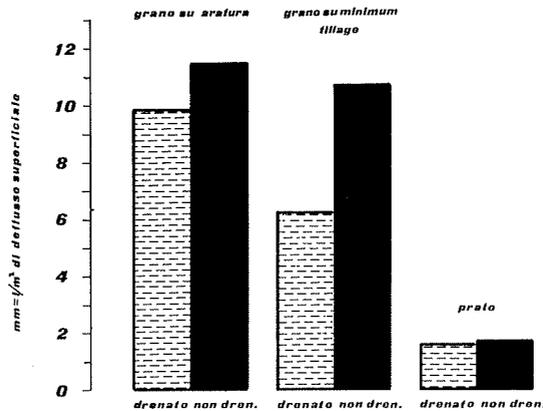


Fig. 20. Deflussi superficiali medi annuali del periodo 1971-74 in funzione della presenza o assenza di drenaggio e delle colture.

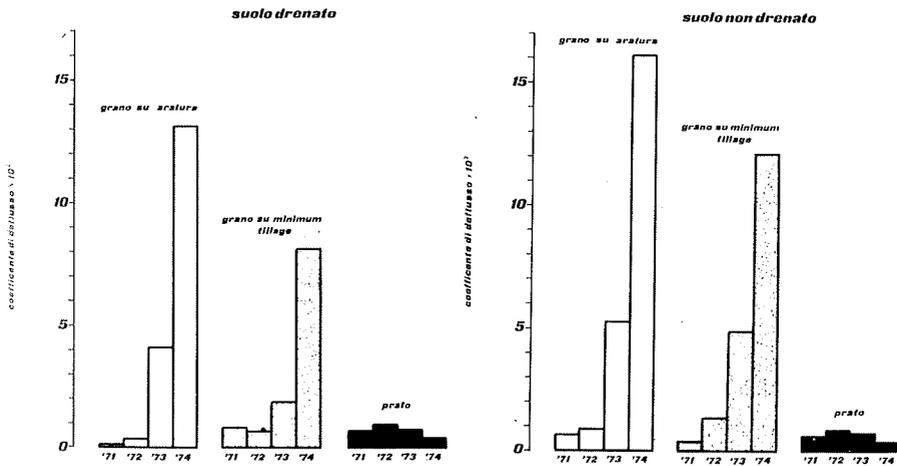


Fig. 21. Andamento dei coefficienti di deflusso delle varie tesi agro-pedologiche nel corso degli anni.

sono state ripetute 2 volte  
 distanza di circa 8 m ed una  
 considerazione che le parcelle  
 a di esse risultano perciò  
 massima pendenza, della  
 i 5 cm, presentano delle  
 tubo e le file di ciascuna  
 fessure, del diametro di 8  
 lungo della parcella, con lo  
 o.  
 adoperato del polistirolo  
 a parcella drenata è stato  
 consente la misurazione e  
 umento è fornito di uno  
 on un massimo teorico di  
 doli di terra battuta alti  
 cellamento di sconfinare  
 endice è stato ottenuto,  
 reno del diametro di 10  
 scellamento superficiale,  
 una apposita canaletta  
 eccedente la capacità  
 in modo che 1/10 del  
 sione. Dai due cassoni,  
 bida per le successive  
 e di sali asportati.  
 ento superficiale delle  
 adriennale dei deflussi  
 o su aratura sembra  
 orattutto per quanto  
 ompletamente l'entità  
 ale come l'entità dei  
 olt modesti, mentre  
 raccolti nel sistema  
 la capacità del prato  
 ficiale rispetto alle  
 ungimento, dell'ac-  
 ento del suolo nelle  
 anando pervie nel  
 li per l'infiltrazione

e lo smaltimento dell'acqua (Figura 21).

Per quanto concerne l'erosione i tenori medi ponderali quadriennali di residuo solido nelle acque di deflusso sono riportati nella tabella 7.

**Tabella 7**

Tenori medi ponderali, quadriennali di residuo solido in gr/litro nelle torbide di deflusso superficiale.

Stagioni	suolo drenato			suolo non drenato		
	grano arato	grano su min-tillage	prato	grano arato	grano su min-tillage	prato
1 - 4	5.41	3.63	2.87	6.13	4.79	0.99
5 - 8	5.26	1.80	0.39	5.69	2.19	0.32
9 - 12	4.34	1.77	0.93	4.55	1.92	0.42
<b>Totale</b>	<b>5.00</b>	<b>2.40</b>	<b>1.40</b>	<b>5.46</b>	<b>2.97</b>	<b>0.58</b>

Di fronte al valore medio di 5.23 gr/litro di terra nelle torbide provenienti dalla tesi del grano su aratura si scende a 2.68 nel grano su minimum-tillage a 0,98 gr/litro sul prato.

Passando a valutare l'entità dell'erosione idrometeorica sulle diverse tesi agro-pedologiche questa risulta nettamente superiore, almeno nella media degli anni considerati, nelle tesi a grano su aratura rispetto al grano su minimum-tillage. Tuttavia, quando si esaminano i singoli anni risulta che la differenza tra le due tesi è accentuata soprattutto nel 1973 per il periodo settembre-dicembre, nel 1974 per il periodo gennaio-aprile e maggio-agosto. Relativamente al prato, di contro, l'andamento è costante e indica una netta riduzione del materiale asportato dall'azione degli agenti idrometeorici sotto la copertura prativa, costantemente in tutte le stagioni (tabella 8).

**Tabella 8**

Entità media dell'erosione in q/ha (media 1971-74)

Stagioni	suolo drenato			suolo non drenato		
	grano arato	grano su min-tillage	prato	grano arato	grano su min-tillage	prato
1 - 4	6.70	1.72	0.07	7.89	2.40	0.06
5 - 8	3.12	0.32	0.01	3.90	0.46	0.01
9 - 12	4.48	0.55	0.11	5.81	1.00	0.04
<b>Totale</b>	<b>14.30</b>	<b>2.59</b>	<b>0.19</b>	<b>17.60</b>	<b>3.86</b>	<b>0.11</b>

In relazione alle asportazioni di materiali in soluzione nell'acqua di deflusso superficiale, i tenori medi di asportazione salina risultano nettamente superiori sul suolo non drenato rispetto a quello drenato, soprattutto per quanto concerne le tesi a cereali.

La coltura pratense favorisce una notevole riduzione del tenore di sali nelle acque di deflusso superficiale rispetto alle colture di cereali vernini, così come per le asportazioni totali di sali (tabella 9).

Tabella 9

Asportazioni medie di sali q/Ha

Stagioni	suolo drenato			suolo non drenato		
	grano arato	grano su min -tillage	prato	grano arato	grano su min -tillage	prato
1 - 4	0.30	0.14	0.07	0.68	0.47	0.02
5 - 8	0.06	0.02	0.000	0.13	0.04	0.00
9 - 12	0.11	0.05	0.001	0.14	0.24	0.01
Totale	0.47	0.21	0.08	0.95	0.75	0.03

E' noto che i suoli originati su argille plioceniche marine - molto diffusi in Italia - presentano, in generale, cattive proprietà fisiche per quanto riguarda molte colture agrarie, oltreché essere suscettibili di particolari tipi di erosione, specie quella di massa.

La presenza di una notevole quantità di minerali espandibili, dà ragione della elevata microporosità, plasticità e capacità di ritenzione per l'acqua di tali suoli.

Le piogge di poi sono, nell'ambiente climatico in questione, concentrate in autunno e in primavera, mentre si registra un prolungato periodo di siccità tra maggio e settembre.

La disidratazione del suolo nel periodo secco favorisce una considerevole contrazione di volume, seguita dalla formazione di crepacciature. Allo stesso tempo la coesione del suolo e la sua resistenza alla penetrazione degli apparati radicali delle piante aumentano considerevolmente.

La crepacciatura del suolo, tuttavia, è un fenomeno favorevole dal punto di vista fisico in quanto aumenta la macroporosità e riduce, in generale, la densità apparente, soprattutto negli strati più superficiali.

La macroporosità da crepacciatura costituisce la via preferenziale per la ricarica di acqua nel suolo nel corso dell'autunno ed è molto importante ai fini della coltivazione dei suoli argillosi in questione, essendo responsabile dell'immagazzinamento dell'acqua nel suolo.

Un'altra peculiare caratteristica dei suoli argillosi in questione è il self-mulching rappresentato dalla formazione di uno strato di piccoli aggregati terrosi

sulla superficie del suolo. Questo strato può raggiungere una profondità da 1 a pochi centimetri e la sua formazione, probabilmente, dipende dalle ragguardevoli variazioni della temperatura e dell'umidità relativa tra la notte e il giorno nel periodo estivo.

Nelle condizioni climatiche e pedologiche considerate, la coltivazione del frumento trova un abitat sufficientemente favorevole. L'accrescimento delle radici e della porzione aerea delle piantine di frumento (tabella 10) sembrano essere favoriti dall'aratura nei confronti del minimum-tillage. Inoltre, piccole ma significative differenze indicano che, in assenza di drenaggio, aumenta la massa radicale e aerea prodotta dal frumento mentre l'altezza del culmo diminuisce.

La produzione di granella del frumento risulta significativamente maggiore sul terreno arato rispetto al minimum-tillage (tabella 11).

Anche la presenza del drenaggio sembra favorire un aumento di produzione di granella, di più sulla serie di suolo *Mattaione* che non sulla *Pegolina*.

Cercando di mettere in relazione i dati relativi ad alcuni parametri pedologici e idrologici dei suoli, in relazione alle varie tesi sperimentali, si è potuto osservare che differenti livelli di ET misurati per le singole tesi non sembrano collegati con le differenze di crescita e di produzione del frumento.

Infatti, poiché la carenza idrica nel suolo inizia intorno a metà Aprile, le quantità di acqua normalmente immagazzinata nel suolo sembra sufficiente per i fabbisogni idrici durante la fase finale della maturazione del grano, sia nel suolo arato sia in quello a *minimum - tillage*.

Tabella 10

Rilievi morfologici su piante di frumento a differenti stadi di crescita (media di 2 anni)

lavoraz.	peso delle radici secche		lunghez. delle radici		peso delle foglie sec.		alt. dei culmi	
	(1)	(2) gr.	(1)	(2) cm.	(1)	(2) gr.	(1)	(2) cm.
Sarchia- tura	2.43	14.89	12.33	14.19	7.50	65.41	32.96	93.09
Sarchia- tura con drenaggio	1.64	10.64	12.27	16.75	7.42	57.80	28.45	99.79
Aratura	1.65	15.99	13.09	16.83	7.72	77.14	31.71	103.74
Aratura con dre- naggio	1.74	12.42	12.93	16.89	7.62	71.30	30.57	105.21
Totale ±	0.30	± 0.90	± 0.40	± 0.60	± 0.80	± 3.50	± 0.90	± 1.20

x Il peso si riferisce a un totale di 20 piante

(1) La sarchiatura è fatta circa 140-150 giorni dopo la semina (20-30 Marzo)

(2) Il raccolto avviene 230-240 giorni dopo la semina (1-10 Luglio)

Tabella 11

Produzione di granella di frumento in q/Ha in relazione alla serie di suolo, al sistema di sarchiatura al drenaggio.

Lavorazione	Anno 1972		Anno 1973		Anno 1975		Media	
	P	M	P	M	P	M	P	M
Sarchiatura	16.33	5.80	14.63	16.40	25.33	29.76	18.77	17.32
Sarchiatura con drenag.	11.50	20.17	24.43	28.73	30.50	39.00	22.14	19.30
Aratura	35.00	35.00	43.00	37.67	33.50	28.17	37.17	33.88
Aratura con drenaggio	30.33	50.33	32.70	44.20	38.50	31.17	33.84	41.90
	S.E. $\pm$ 4.06		S.E. $\pm$ 3.48		S.E. $\pm$ 3.49		S.E. $\pm$ 2.79	
	P = serie Pegolina							
Serie di suoli	M = serie Mattaione							

Anche il *self-mulching* risulta garantire un buon letto di semina naturale per la germinazione del grano e l'emergenza delle plantule. I dati sull'accrescimento del grano all'accestimento confermano che non ci sono differenze nello sviluppo di radici e culmi per effetto delle differenti tecniche di coltivazione.

A partire dall'allestimento, di contro, le piantine di frumento cominciano a soffrire per l'aumento di compattezza del suolo, causato dalla disidratazione dovuta alla riduzione delle piogge e all'aumento della evapotraspirazione.

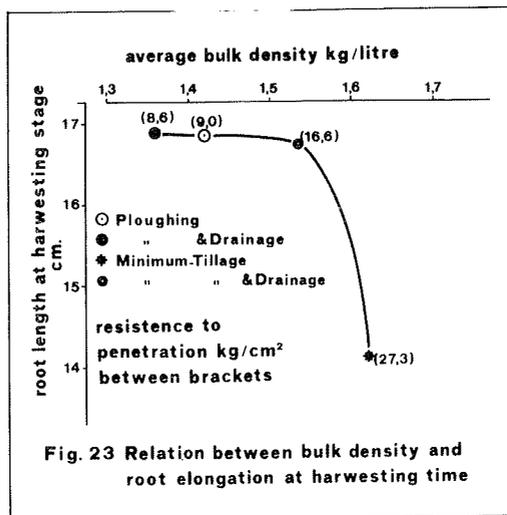
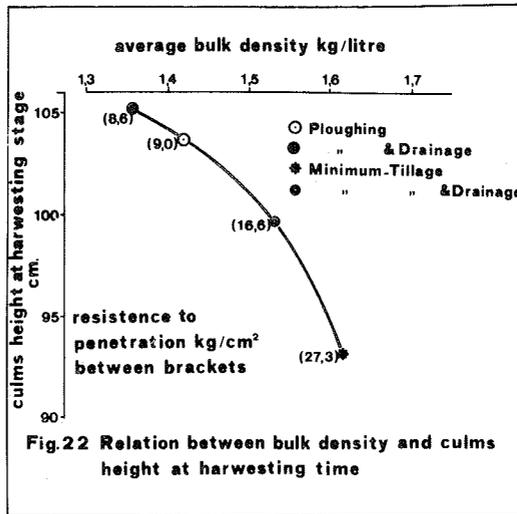
L'allungamento radicale sembra ostacolato per la maggiore resistenza opposta dal suolo alla penetrazione delle radici e per l'aumento della densità apparente (Figura 22).

Anche i culmi di frumento risultano accorciati in corrispondenza dei suoli più compatti, corrispondenti alle tesi a minimum-tillage (Figura 23).

Sembra quindi di poter concludere come nei suoli in questione una consistente riduzione della produzione di frumento possa risultare dalla applicazione del minimum-tillage, rispetto all'aratura, soprattutto come conseguenza dell'aumento di compattezza del suolo.

Il drenaggio sembra migliorare la stabilità dei suoli argillosi riducendo il deflusso superficiale ed eliminando l'eccesso idrico nel suolo, senza tuttavia ridurre la disponibilità di acqua per la coltura del frumento.

Passando ad alcune considerazioni sulla coltivazione dei prati, nell'ambiente I rilevamenti fatti non hanno messo in luce differenze ragguardevoli di produzione di sostanza secca in funzione della presenza o assenza di drenaggio così come per effetto dei differenti tipi pedologici presenti in ciascuna unità monomorfoculturale, risultando comunque le produzioni medie di sostanza



Figg. 22 - 23

in esame, il miscuglio di essenze seminato sulle unità monomorfocolturali era così composto :

Lotus corniculatus	Kg/Ha	5.6
Medicago lupulina	Kg/Ha	7.5
Lolium perenne	Kg/Ha	13.0
Festuca elatior	Kg/Ha	10.0

secca alquanto elevate (181 q/Ha nelle zone drenate e 196 q/Ha nelle zone non drenate).

Passando ai risultati delle analisi fitosociologiche condotte con il metodo Braun-Blanquet, nella versione modificata da Tomaselli, unico fattore che emerge costantemente è rappresentato dalla maggiore percentuale di copertura delle leguminose seminate sul suolo drenato rispetto a quello senza drenaggio, mentre l'opposto si verifica per le graminacee seminate.

Questo fatto, la cui causa presumibile è nella differenza di regime idrico tra unità drenate e non drenate, viene ulteriormente confermato dall'analisi botanica ponderale per grandi gruppi di specie: leguminose, graminacee e altre.

Per le leguminose (Figura 24) si può chiaramente evidenziare l'influenza

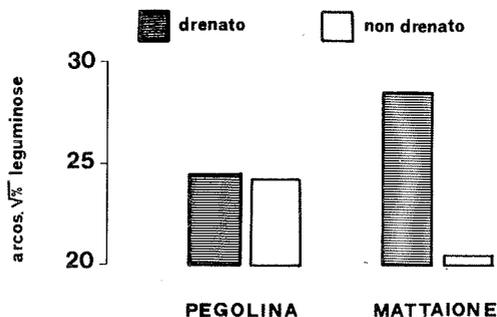


Fig. 24. Variazione della percentuale di leguminose nel prato (espressa in arcs.√%), in funzione del drenaggio e delle serie di suolo.

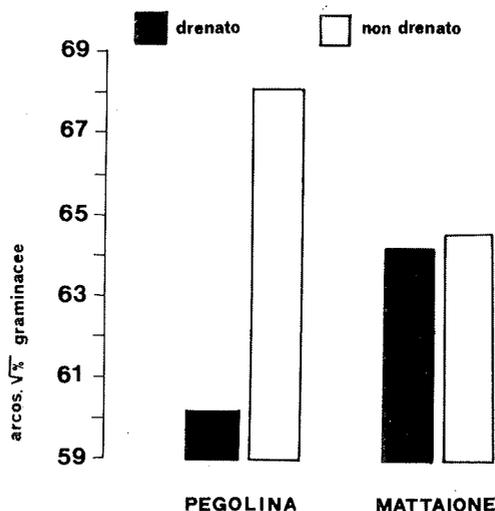


Fig. 25. Variazione della percentuale di graminacee nel prato (espressa in arcs.√%), in funzione del drenaggio e della serie di suolo.

favorevole del drenaggio del suolo sulla loro affermazione; questa si esplica soprattutto nella serie di suolo denominato *Mattaione*.

Passando alle graminacee (Figura 25) il drenaggio ha l'effetto di ridurre la loro percentuale, probabilmente a causa della minore disponibilità idrica negli strati più superficiali del suolo.

Appare interessante rilevare come, per quest'ultima famiglia, le differenze riscontrate tra presenza e assenza di drenaggio siano maggiori nella serie denominata *Pegolina*, che costituisce il tipo di suolo più evoluto.

Si può concludere dalle presenti provè che mentre le differenti serie pedologiche non sembrano esercitare effetti di rilievo sulla produzione del prato, il drenaggio favorisce - specie nei primi anni dell'impianto - l'incremento delle leguminose, cui corrisponde una diminuzione delle graminacee, più esigenti in fatto di disponibilità idrica.

Questo effetto risulta più evidente nella serie *Mattaione*, meno evoluta, per quanto concerne le leguminose e nella serie *Pegolina*, più evoluta, per quanto concerne le graminacee.

G. Chisci

#### **CONSIDERAZIONI SUI DEFLUSSI DELLA RETE DRENANTE (1970-1975)**

(C. Zanchi - G. Chisci - A. Ortolani)

I deflussi della rete drenante sono particolarmente elevati nei periodi gennaio - aprile e settembre - dicembre mentre, come era logico attendersi, risultano bassi nel periodo estivo.

Il coefficiente medio di deflusso per il periodo gennaio-aprile è risultato del 52,95% rispetto alle piogge attive (quelle cioè che hanno provocato deflusso) e del 35,91% sul totale della pioggia caduta in questo periodo stagionale.

Nel periodo maggio - agosto il coefficiente medio di deflusso è stato di 11,20% rispetto alle piogge attive e del 3,68% rispetto alla pioggia totale. Nel periodo settembre-dicembre il coefficiente medio di deflusso è stato del 29,00% rispetto alle piogge attive, e del 16,34% rispetto alle piogge totali.

Per quanto riguarda l'entità del deflusso profondo, nei confronti delle varie tesi colturali si è notato che il deflusso della rete drenante nelle parcelle coltivate a prato è stato più elevato, circa il 12% in più, rispetto a quello verificatosi nelle parcelle coltivate a grano su terreno lavorato a ed a grano su minimum-tillage. Le differenze tra queste due ultime tesi sono minime pur notandosi un maggior deflusso nelle parcelle a grano su lavorato.

Da un primo esame dei grafici di deflusso si è notato che l'intervallo medio di tempo tra l'inizio della pioggia e l'inizio del deflusso risulta minore nel

periodo estivo così come presenta un analogo andamento l'intervallo di tempo tra l'inizio ed il picco di massima portata del deflusso profondo.

C. Zanchi

**PEDOLOGIA DI DETTAGLIO DELLE PARCELLE 1-12 - (Cooperano L. Lulli, G. Ronchetti, M. Tellini).**

Un numero considerevole di sondaggi, eseguiti con la trivella, permettono di rappresentare graficamente la distribuzione dei suoli su una superficie. Le informazioni che si raccolgono sono in genere limitate, ma, se alcuni caratteri variano, è molto probabile che i suoli siano diversi. Nel caso che le differenze sfumino è necessario aumentare il numero dei sondaggi, per porre un limite di separazione tra le unità del suolo. All'interno delle unità cartografate dovrebbe esserci, alla fine, una sufficiente omogeneità.

Alla scala di 1:200, che è quella del nostro rilevamento, possono essere apprezzate molte sfumature, in quanto molto elevata è la possibilità di risoluzione.

I suoli delle parcelle 1-12 sono tutti argillosi limosi, ricchi di sali, sebbene non salini, si crepacciano, sono profondi, hanno carbonati e quindi danno effervescenza agli acidi. Si può dire che quasi tutti i caratteri rilevabili in campagna sono livellati e quindi che i suoli sono molto simili tra di loro: ad una scala piccola difficilmente potrebbero essere separati.

Tuttavia, per gli scopi che si propone questa cartografia, anche lievi differenze nella profondità o nella concentrazione di sali insolubili (conseguenza di una migrazione di sali solubili) o piccole variazioni di colore, possono dare indicazioni sulle risposte future della sperimentazione parcellare, o addirittura creare i presupposti di qualche ricerca; infatti la suscettibilità all'erosione dei suoli può variare tra tipo e tipo e la presenza o meno di un determinato suolo in una parcella può essere la ragione principale di una variazione di comportamento all'erosione.

Il rilevamento di dettaglio delle parcelle, ha messo in evidenza che lo studio dei suoli, fatto secondo l'analisi di alcuni profili non soddisfa e, sovente, travisa le conclusioni sulla omogeneità pedologica delle aree sperimentali, specie se si opera in ambienti poco conosciuti dal punto di vista pedogenetico. Infatti in un universo gradatamente mutevole di individui, pochi campioni esprimono solo le caratteristiche più salienti e costanti della popolazione, mentre un infittimento del campionamento mette in luce delle modificazioni lievi e progressive di caratteri che, nel corso di prove sul terreno, possono influire considerevolmente sulle risposte attese dalla sperimentazione. Per questa ragione un errore metodologico iniziale può portare alla conclusione che i suoli siano uniformi. Difatti lo

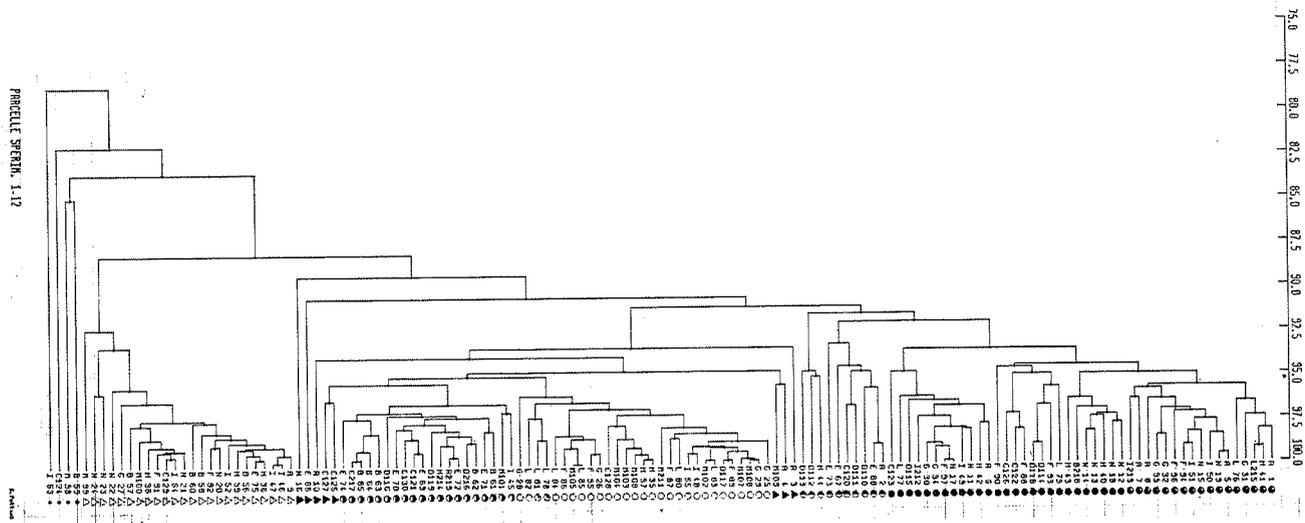


Fig. 26. Riduzione fotografica del dendrogramma così come è stato disegnato dal "plotter". Si possono notare tre raggruppamenti principali rappresentati da cerchi neri o parzialmente neri, da cerchi bianchi e da triangoli bianchi. E' possibile ipotizzare che il gruppo dei suoli con triangolo si inseriscano, ad un livello più basso di similitudine, tra i due gruppi principali.

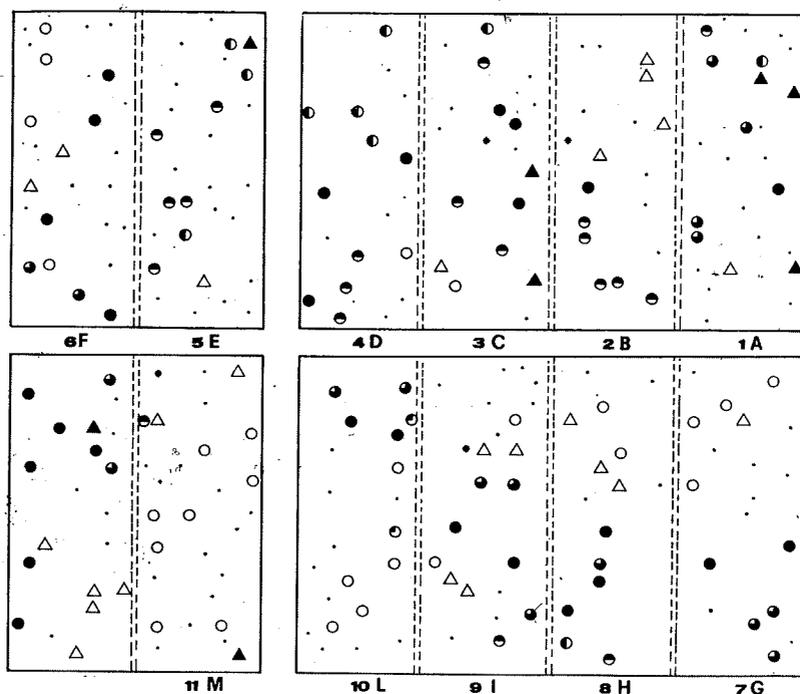


Fig. 27. Distribuzione dei suoli nelle parcelle sperimentali 1-12 in base all'analisi multivariata.

studio dei suoli di queste unità, effettuato nel periodo asciutto, aveva tratto in inganno il rilevatore, in quanto il limite tra suolo e roccia era praticamente indistinguibile. Veniva falsata allora sia la valutazione delle profondità del suolo, sia la presenza di un orizzonte genetico.

La cartografia di dettaglio, oltre a sensibilizzare l'osservatore e a facilitare con un numero elevato di campioni, una analisi oggettiva dei dati, favorisce la valutazione della consistenza reale e quantitativa di un determinato tipo e dei rapporti spaziali tra gruppi di suoli. Quelli delle parcelle sperimentali 1 - 12 sono risultati diversi nei caratteri genetici tanto da poter distinguere due "serie": la serie "Mattaione" e la serie "Pegolina". Le accompagna la presenza sporadica di un Vertisuolo.

Poiché per la serie "Mattaione" molti sono i caratteri ereditati dalla roccia madre e per la serie "Pegolina", alcuni caratteri sono di chiara origine pedogenetica, si presume che le risposte alle sollecitazioni delle due popolazioni di suoli siano diverse, così come lo sono le caratteristiche e le risposte del Vertisuolo.

Anche la suscettibilità teorica dell'erosione è risultata diversa. I coefficienti di erodibilità variano tra i tipi modali descritti e campionati.

Tutti i suoli rilevati ereditano alcune caratteristiche chimiche e chimico-

fisiche dalle formazioni argillose limose calcaree del Pliocene di origine marina: presentano reazione sub-alcalina, granulometria argilloso-limoso, basso contenuto di sostanza organica e di azoto, notevole quantità di calcare e di sali solubili (LULLI, RONCHETTI, TELLINI, 1973).

Dalle descrizioni dei profili 1,2,3 e 4 (Figura 19) e dalle analisi di laboratorio risultano delle differenze nei caratteri. Il suolo 1 è un Entisuolo sottile (Serie Mattaione, fase sottile), il suolo 2 è l'Entisuolo che rappresenta la Serie Mattaione; il suolo 3 è il Cambisuolo che rappresenta la Serie Pegolina, e il suolo 4 è il Vertisuolo che non è stato definito come Serie per la sua esigua estensione.

Le differenze trovate tra questi suoli, che non sono molto marcate per un buon numero di caratteri, convalidano i raggruppamenti ipotizzati dalla analisi multivariata (analisi di simiglianza) eseguita sui caratteri rilevati su un gran numero di sondaggi (Figure 25 e 26).

Si può rilevare che, al crescere della profondità tutti i suoli presentano un aumento costante dei sali, con una improvvisa diminuzione nella roccia madre; è da notare però che il profilo 3 (Cambisuolo, Serie Pegolina), che pure segue questo andamento generale, contiene, a quasi tutti i livelli una quantità di sali solubili notevolmente minore rispetto agli altri suoli.

Il profilo 3 non esprime ancora quel movimento di carbonati e quella diminuzione di sali che caratterizzano la Serie, ma si nota una certa tendenza alla concentrazione di carbonati sotto forma di concrezioni.

Nel profilo 4 (Vertisuolo) il più alto valore dei sali è presente nell'orizzonte A<sub>13</sub> e diminuisce a livelli più bassi. Non abbiamo per ora trovato una giustificazione convincente di questo fatto: le ipotesi possono essere molte e, tra queste, quella che ha più credito è l'effetto della maggiore evaporazione delle acque ricche di sali che percolano dalla pendice.

Il pH varia, in tutti i profili, in modo diverso dal contenuto dei sali, e ciò anche nel Vertisuolo.

La sostanza organica, pur presente in quantità non rilevante, diminuisce regolarmente con la profondità in tutti i suoli; è da notare che, nel profilo 4, essa mantiene, nei livelli bassi, un valore più alto che negli altri profili; anche questo confermerebbe che si tratta di un Vertisuolo. Analogo andamento si osserva per l'azoto; solo che questo tende a risalire a livello della roccia e, nel profilo 3, (serie Pegolina) anche nella fascia di alterazione. Non sono chiare le ragioni di tale comportamento.

La C.S.C. sempre assai bassa è relativamente minore nei profili 1 e 2 (serie Mattaione) e nel 3 (serie Pegolina) in confronto al profilo 4 (Vertisuolo) nel quale si nota una certa omogeneità. Apparenti anomalie si sono trovate nei livelli più superficiali.

Delle prime analisi sulla sostanza organica indicano che il Vertisuolo è più ricco di tutti gli altri in acidi umici, anche in questo caso sarà opportuno un approfondimento dello studio.

Di alcuni orizzonti tra i più caratteristici dei suoli descritti si sono determinati i limiti di consistenza. Il raffronto tra i dati provenienti dai campioni esaminati ha messo innanzi tutto in evidenza che, mentre il limite plastico è

piuttosto omogeneo e si aggira sul 23% il limite liquido varia notevolmente da un suolo all'altro e, sia pure in misura minore, anche il limite di ritiro fa altrettanto.

Infatti nella fase sottile del suolo meno evoluto (serie Mattaione) i limiti liquido e di ritiro sono assai simili a quelli che si riscontrano nella roccia in via di alterazione (bande di alterazione) e si aggirano rispettivamente sul 46% e sul 15% quando quelli del suolo relativo sono circa il 41% il limite liquido e del 16% quello di ritiro.

Nel profilo del suolo della serie Pegolina il limite liquido si stabilizza sul 43% e quello di ritiro sul 14% mentre nel "Vertisuolo" raggiungono addirittura il 52% e il 12% mettendo in evidenza ancora una volta la notevole diversità di questo suolo nei confronti degli altri.

L. Lulli

### RISULTATI BIOLOGICI

Nell'ambito delle ricerche sulle parcelle 1 - 12 è stata effettuata un'indagine mirante a verificare l'influenza della vegetazione e della lavorazione sull'attività microbiologica del terreno.

In un primo tempo, ritenendo che il suolo non variasse significativamente nell'ambito delle singole parcelle, le analisi vennero eseguite su un campione medio di terreno prelevato alla profondità di 5 - 15 cm. Dai risultati sembrava emergere una netta influenza del tipo di coltivazione sulle caratteristiche biologiche del suolo.

Il rilievo pedologico di dettaglio, eseguito successivamente, permise di identificare, nell'ambito delle singole parcelle, suoli diversi distribuiti in modo disforme.

Al fine di controllare le eventuali interferenze della variabilità del suolo sull'attività biologica, l'indagine venne allora ripetuta su due tipi di terreno rappresentati in tutte le parcelle.

Una volta reso possibile l'isolamento della variabile suolo, l'aspetto più saliente, emerso dai risultati sperimentali, è stata la mancanza di una interazione fra tipo di coltivazione e caratteristiche microbiologiche del terreno, evidenziandosi invece una diversità altamente significativa delle proprietà biologiche dei due suoli analizzati. Tale diversità, mentre risulta influenzata per taluni parametri, e dall'alternanza delle stagioni, non era interessata in maniera misurabile, almeno limitatamente ai due anni successivi dall'inizio delle coltivazioni, dai trattamenti agronomici operati nelle parcelle.

Sono venute così a cadere molte considerazioni suscitate dalla indagine preliminare, relativamente ai riflessi di questa o quella tecnica colturale sulla fertilità biologica ed è emersa chiaramente l'importanza di operare in un ambiente pedologico ben definito qualora si voglia valutare correttamente l'effetto delle lavorazioni e della vegetazione sul suolo.

Oltre ai rilievi sopraddetti, nell'ambito del medesimo tipo di suolo argilloso, è stata effettuata un'indagine sulla rizosfera aderente e lontana del grano impiantato secondo la tecnica del sod-seeding in confronto con quello seminato

su terreno arato. I risultati di questo lavoro hanno fornito le indicazioni che seguono.

L'effetto rizosfera, ossia la stimolazione in senso quantitativo dei microrganismi da parte delle radici, non subisce variazioni significative nella coltura del grano, secondo le due tecniche sopraddette. Anche la composizione della microflora, in relazione alle sue esigenze nutrizionali, non appare sostanzialmente modificata dalla tecnica colturale.

Variazioni di un certo rilievo sembrano insorgere invece sull'attività dei gruppi funzionali ed in particolare di quei microrganismi capaci di ridurre ad ammoniaca l'azoto amminico. Quest'ultimo punto potrebbe avere ripercussioni non indifferenti sulla nutrizione azotata del frumento e suscitare conseguentemente degli interrogativi sulla diffusione negli ambienti a cui l'indagine si riferisce, di una pratica agronomica che comporta tra l'altro un maggior impiego di composti ad azione erbicida, sulla cui sorte in questi suoli non tutto è stato chiarito.

G. Arcara

#### B - IDROLOGIA, EROSIONE E PRODUTTIVITA' IN FUNZIONE DELLE TECNICHE DI COLTIVAZIONE E DELLE SISTEMAZIONI SUPERFICIALI.

##### **IMPOSTAZIONE, METODOLOGIA E APPARECCHIATURE. RISULTATI IDROLOGICI E CONSIDERAZIONI AGRONOMICHE** (Cooperano: G. Chisci, G. D'Egidio, M. Tellini, M. Steinberg +, G. Zanchi.

Questa sperimentazione viene condotta nel Centro S. Elisabetta sulla pendice posta in destra idrografica del Botro Cavalcanti.

Le parcelle delle dimensioni di 1650 m<sup>2</sup> circa (110x15m) sono state isolate a monte mediante un tubo di drenaggio posto alla profondità di m 1.20 e una scolina profonda 0.50 m.

L'isolamento laterale è stato effettuato per mezzo di lastre di lamiera zincata infisse nel terreno alla profondità di 15 cm e sporgenti all'esterno di circa 10 cm, in modo da raccogliere i deflussi superficiali originati sulle parcelle ed evitandone così interferenze esterne.

Nella parte a valle è stata posta in opera una canaletta in lamiera zincata per la raccolta ed il convogliamento dell'acqua di ruscellamento in due pozzetti laterali collegati, con tubi sotterranei, alle apparecchiature di misura.

Quest'ultima è costituita da un ripartitore tipo Geib, composto di 3 cassoni del volume di 3 mc il primo, di 1 mc il secondo e di 0,5 mc il terzo, collegati in serie mediante apposite canalette in modo tale che il secondo cassone raccolga 1/11 dell'acqua eccedente la capacità del primo cassone e il terzo cassone 1/11 dell'acqua eccedente la capacità del secondo cassone.

Il primo cassone è inoltre collegato con un idrometrografo registratore che

permette la registrazione dell'andamento del deflusso in funzione del tempo.

La prova è stata studiata con molteplici fini ad integrazione di quella delle parcelle 1 - 12.

Il tipo di unità sperimentale è morfologicamente assai diverso rispetto alla prova precedente in quanto la pendenza si aggira intorno al 25% (anziché il 12%) e la lunghezza delle unità idrologiche è di circa 110 m (anziché 40 m).

La prova è realizzata in due blocchi: quello di sinistra risulta convenientemente spianato con l'impiego di un bull-dozer; quello di destra è stato mantenuto a morfologia naturale, con pendenza e contropendenze interne all'unità idrologica.

All'interno di ogni blocco si inseriscono 5 unità sperimentali con i seguenti trattamenti:

- A Grano su minimum-tillage
- B Grano su aratura
- C Prato di lunga durata
- D Terreno abbandonato dopo grano dal 1972
- E Grano su aratura su terreno condizionato con solfato ferrico (Glotal)

La distribuzione delle tesi sperimentali è riportata sulla mappa dell'azienda allegata.

Dai primi dati idrologici risulta che il coefficiente di deflusso è inferiore nella zona a morfologia naturale rispetto a quella spianata (tabella 12). Per quanto riguarda le diverse tesi di lavorazione e di coltura si rileva, in media, che nella zona a morfologia naturale il coefficiente di deflusso è inspiegabilmente più alto, almeno ad una prima analisi sommaria dei dati, nelle tesi a prato e a terreno incolto, rispetto alla tesi coltivate a grano che non presentano apprezzabili differenze in funzione delle tecniche di lavorazione e di condizionamento del suolo.

Di contro, nella zona a morfologia spianata, il coefficiente di deflusso è sensibilmente più basso nelle tesi a prato incolto, rispetto a quelle coltivate a grano che, anche in questo caso, non presentano variazioni notevoli in funzione delle differenti tecniche di lavorazione.

Un altro aspetto da mettere in evidenza è costituito dal fatto che il coefficiente di deflusso delle tesi a grano è in media maggiore nelle zone livellate rispetto a quelle a morfologia naturale, mentre l'inverso si verifica per il prato e l'incolto.

I risultati relativi alla coltivazione del frumento, mettono in evidenza che la produzione nelle zone livellate tende ad essere superiore rispetto a quella delle zone a morfologia naturale. Ciò è probabilmente dovuto alla migliore uniformità di semina, di esecuzione delle concimazioni e del diserbo, della raccolta meccanizzata ecc., nelle parcelle sistemate.

Viene riconfermata anche in questa prova la diminuzione netta di produzione delle tesi a minimum-tillage, rispetto al grano seminato su aratura (tabella 13).

Tabella 12

Alcuni risultati idrologici

	zona livellata			Coefficienti di deflusso						zona		
	grano sodo	grano arato	grano arato condiz.	abbandonato	prato	media	grano sodo	grano arato	gr. arato condiz.	abbandonato	prato	media
1 - 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1974 5 - 8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9 - 12	0.20	0.17	0.08	0.03	0.14	0.124	0.07	0.04	0.13	0.09	0.11	0.088
1 - 4	0.25	0.43	0.44	0.21	0.31	0.328	0.24	0.19	0.18	0.29	0.26	0.232
1975 5 - 8	0.16	0.10	0.04	0.005	0.02	0.065	0.08	0.04	0.04	0.01	0.05	0.044
9 - 12	0.30	0.45	0.40	0.21	0.27	0.326	0.30	0.27	0.21	0.34	0.29	0.282
1 - 4	0.38	0.24	0.46	0.24	0.12	0.284	0.16	0.28	0.29	0.16	0.10	0.198
1976 5 - 8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9 - 12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1 - 4	0.32	0.34	0.45	0.23	0.22	0.306	0.20	0.24	0.24	0.23	0.18	0.215
medio 5 - 8	0.16	0.10	0.04	0.005	0.02	0.065	0.08	0.04	0.04	0.01	0.05	0.044
9 - 12	0.25	0.31	0.24	0.12	0.21	0.225	0.19	0.16	0.17	0.22	0.20	0.185
medio	0.24	0.25	0.24	0.12	0.15	0.199	0.16	0.15	0.15	0.23	0.22	0.148

Tabella 13

Produzione di granella in funzione della tesi di sistemazione e di lavorazione.

	zona livellata			media	zona morfologia naturale			media
	min. tillage	aratura	aratura + aratura condiz.		min. tillage	aratura	aratura + aratura condiz.	
1971	14.21	22.80	23.83x	20.28	17.20	23.76	24.65 x	21.87
1972xx	6.00	20.94	21.17x	16.04	2.00	14.77	11.82 x	9.53
1973	14.46	28.7	28.92x	24.03	13.79	27.23	20.86 x	20.63
1974	--	--	--	--	--	--	--	--
1975	19.44	22.99	18.71	23.71	16.38	21.42	23.18	20.39
media	13.53	23.86		21.02	12.39	21.80		18.11

x - Non avevano ancora ricevuto il condizionatore.

xx - Mentre nelle altre annate la produzione si riferisce a frumento tenero "Funo" nell'annata 1972 venne seminato il grano duro cultivar "Ringo"

Tabella 14

Produzione di erba, di sostanza secca e analisi botaniche ponderali relativi ad un vecchio prato pascolo (zona livellata) e ad un prato di nuovo impianto (x)

		Produzione erba q/ha	Produzione Ss. q/Ha	Componenti botaniche %		
				graminacee	leguminose	altre specie
1972	prato vecchio	156	32.76	0.45	0.40	0.05
	prato nuovo	269	53.80	0.16	0.78	0.06
1973	prato vecchio	107	--	--	--	--
	prato nuovo	187	--	--	--	--
1974	prato vecchio	138	24.84	0.18	0.79	0.03
	prato nuovo	310	62.00	0.50	0.46	0.04
1975	prato vecchio	124	38.44	0.87	0.10	0.03
	prato nuovo	122	37.82	0.85	0.12	0.03

(x) Composizione del prato di nuova costituzione sulle zone non livellate:

*Lolium perenne* Kg/Ha 13; *Onobrychis sativa* Kg/ha 10; *Lotus corniculatus* Kg/Ha 5.6; *Dactylis glomerata* Kg/Ha 10.

Il grano duro, coltivato nel 1972 è quello che sembra risentire di più del grado di compattezza del suolo.

Per quanto concerne il condizionamento con il *Glotal* si tratta di dati di un solo anno che mettono tuttavia in evidenza un aumento di produzione nelle parcelle trattate. Si attende, negli anni a venire, una conferma di tale constatazione.

Per i prati si rileva una maggiore produzione del prato nuovo, anche perché posto nella zona a morfologia naturale dove non sono stati effettuati sbancamenti per il livellamento del terreno. Le produzioni tuttavia tendono ad avvicinarsi sino a risultare pressochè uguali nel 1975 (tabella 14). La composizione botanica è variabile ed indica una iniziale affermazione delle leguminose nel prato nuovo (*Medicago sativa* - *Onobrychis sativa* e *Lotus corniculatus*). Successivamente, nondimeno, in funzione dei particolari andamenti stagionali nelle diverse annate, si osservano delle inversioni di rapporti tra leguminose e graminacee nei due prati, mentre nel 1975 si nota un'uniforme netta prevalenza nelle due tesi delle graminacee.

G. Chisci

#### PRIME CONSIDERAZIONI PEDOLOGICHE (Cooperano: A. Arretini, L. Lulli, M. Orvieti)

Lungo il versante occupato dalle parcelle 13-22 si notano due ordini di terrazzi: il primo è l'omologo di quello su cui sono state impostate le parcelle 1-12, mentre il secondo, più alto, corrisponde alla superficie spianata che sta a monte della azienda sperimentale. Questa serie di terrazzamenti è ricorrente lungo numerose valli solcate dagli affluenti dell'Era e che si sono formate sui depositi pliocenici. Si ritrovano quindi nell'azienda le successioni terrazzate già viste lungo il Botro dell'Alpino (Bacino 11) e su tutti gli altri bacini polimorfi in istudio (Bacini 8,24,26).

I suoli all'interno delle parcelle ricordano molto le caratteristiche della serie Mattaione e Pegolina e sono da riferirsi alla successione pedologica a suo tempo notata nel rilevamento delle parcelle 1-12. Ma lungo i terrazzamenti, dove non si è provveduto al livellamento, i suoli raggiungono delle profondità insospettite che fanno pensare che lo smantellamento non sia così rapido come può apparire da una prima osservazione della pendice. Lo studio di questi suoli è ancora in corso in quanto stiamo trovando varie difficoltà nel comprendere la distribuzione dei suoli all'interno dell'area sperimentale.

L. Lulli - A. Arretini

## L'INVASO ARTIFICIALE COLOMBAINO ESISTENTE A MONTE DEL CENTRO SPERIMENTALE - NOTE E PRIME CONSIDERAZIONI.

Classico lago collinare con diga in terra, costruito a scopo irriguo nell'anno 1955, ha una superficie bacinale di circa 70 Ha, una capacità di circa 200.000 mc, con una superficie al massimo invaso di circa 6 Ha, che danno una profondità media di m 3,33. La profondità massima è di m 10 circa.

In questo lago è stata installata, con un criterio di massima economia, una attrezzatura per alcune determinazioni idrologiche.

Su una sponda è stato collocato un idrometrografo, che attraverso un tubo pesca fino a circa 2 m di profondità, e pertanto fornisce le escursioni di livello in una banda, che corrisponde a 2/3 circa del volume dell'invaso. Le variazioni nella parte inferiore dell'invaso - che comunque sono assai limitate in quanto una certa quantità di acqua rimane sempre sul fondo - sono rilevabili da una sala idrometrica ubicata sulla sponda del lago opposta a quella dell'idrometrografo, e che può servire anche da controllo dei valori dell'idrometrografo.

I volumi di acqua che defluiscono dall'invaso sono essi pure determinabili in base al carico sulla bocca dello sfioratore, che ha la sezione di uno stramazzo trapezoidale Cipolletti.

Poiché risulterebbe oltremodo difficile ed aleatorio valutare il carico sulla bocca quando esso sia di pochi centimetri è stata costruita sullo sfioratore una canaletta che convoglia le piccole portate (fino a circa 40 l/sec.) in un cassone munito di stramazzo triangolare e di relativo idrometrografo, e che permette di valutare anche le portate minime (fino a frazioni di litro) con un grado di precisione che certamente non si sarebbe potuto raggiungere altrimenti.

I dati ottenibili sono principalmente i seguenti:

- bilancio idrico afflussi-deflussi liquidi, cioè coefficiente di deflusso;
- bilancio afflussi-deflussi solidi (previo campionamento delle acque che sfiorano);
- valutazione dell'interrimento (dovrebbe essere compiuto nel corso della prossima stagione estiva).

I dati degli ultimi 2 punti forniscono, nel loro insieme, la misura dell'entità di erosione nel bacino imbrifero.

Altre indicazioni che è possibile trarre si riferiscono alle portate di massima piena ed ai tempi di corrivazione.

Non siamo in grado di presentare i dati di cui sopra in quanto ragioni tecniche contingenti hanno impedito le complete elaborazioni, comunque in base alle prime osservazioni possono essere fornite alcune indicazioni di massima sui probabili risultati.

Il coefficiente di deflusso annuo dovrebbe aggirarsi intorno al valore 0,35-0,45, cioè un valore decisamente superiore a quello che risulta dai primi dati dei bacini polimorfi rappresentativi. Sulle regioni di tale diversità potremo ritornare nel corso della discussione.

La portata di massima piena (al colmo) dovrebbe essere stata di circa 7 mc/sec., corrispondenti ad un valore di circa 10 mc/sec/Kmq. Il trasporto solido è piuttosto limitato (come del resto mettono ampiamente in evidenza anche le altre ricerche che si stanno effettuando nell'ambiente) contrariamente a quello che comunemente viene ritenuto. Anche per quanto riguarda l'interrimento dell'invaso, che ha ormai oltrepassato i 20 anni di vita, possiamo stimare che non si è ancora giunti ad una perdita di capacità del 30% il che significa che l'interrimento è sicuramente inferiore al 1,5%annuo.

E' da notare a questo proposito che questo limitato interrimento e trasporto solido non significano necessariamente, secondo noi, che i terreni delle pendici del bacino idrografico corrispondente siano poco erodibili; riteniamo infatti che esista un dinamismo bacinale tale da modificare i profili all'interno del bacino stesso attraverso un'azione di erosione e di rideposizione di materiale tra le zone altimetricamente più elevate e le zone più basse (dove vi sia una interruzione di pendenza) sempre a monte, però, della zona d'invaso. Ciò ci sembra che possa trovare conferma nel fatto che anche nei piccoli bacini sperimentali polimorfi si è avuto uno scarso trasporto solido alla stazione idrometrografica (almeno nei due bacini sistemati per i quali esiste già una discreta serie di dati), ma al contrario alcuni anni di misura del calo di denudamento su una pendice ad Ovest del lago hanno messo in evidenza su due sezioni di essa, pur in una situazione di atipicità della pendice stessa, un rilevante calo medio annuo di mm 3,7 e 4,9, rispettivamente, per la sezione più a monte e per quella più a valle. Tale calo di denudamento corrisponderebbe ad un volume di 3.700 - 4.900 mc/Kmq/anno. Da queste osservazioni e considerazioni ci sembra abbastanza logico dunque dedurre che all'interno di un bacino idrografico si ha erosione e deposito prima di arrivare alla rete idraulica, o comunque nei limiti degli ordini più bassi della rete stessa.

In sostanza in questo ambiente l'erosione dei suoli agrari può essere oggetto di considerazione a livello di una perturbazione dell'equilibrio idraulico-agronomico (asportazione di elementi nutritivi) di carattere, potremmo dire, aziendale, ma non sembra interferire sensibilmente sull'equilibrio idro-dinamico della rete idraulica vera e propria.

M. Panicucci

## APPENDICE

ELENCO DEI LAVORI PUBBLICATI SUGLI ANNALI DELL'ISTITUTO DEL SUOLO, CHE SI RIFERISCONO ALLE RICERCHE DESCRITTE.

- 1) - L. CARLONI — M. TELLINI — Ricerche chimico-fisiche sui terreni della azienda sperimentale di Vicarello (Vol. I).
- 2) - G. CHISCI — G. LODI — L. LULLI — G. RONCHETTI — Indagine preliminare sull'influenza di alcune modalità di lavorazione sulle variazioni di umidità di un suolo argilloso-limoso nel corso della stagione estiva (Vol. I).
- 3) - P.G. ARCARA — M. TELLINI — Primi rilievi sulle caratteristiche biologiche di suoli argillosi soggetti a diverse tecniche colturali (Vol. II).
- 4) - G. CHISCI — L. LULLI — M. PANICUCCI — G. RONCHETTI — Indagini sperimentali sugli aspetti della conservazione del suolo in piccoli bacini rappresentativi — I — Impostazione sperimentale e descrizione delle unità idrologiche (Vol. III).
- 5) - G. CHISCI — L. LULLI — G. RONCHETTI — C. ZANCHI — Ricerche parcellari sulla conservazione dei suoli argillosi — I — Impostazione sperimentale, metodologia e strumentazione (Vol. III).
- 6) - P.G. ARCARA — Ricerche parcellari sulla conservazione dei suoli argillosi. II — Revisione e completamento di un'indagine sulla microflora di suoli argillosi soggetti a differenti coltivazioni (Vol. III).
- 7) - G. CHISCI — M. DASSOGNO STEINBERG — Ricerche parcellari sulla conservazione dei suoli argillosi. — III — Influenza della sistemazione profonda e delle modalità di lavorazione sullo sviluppo e sulla produzione del frumento (Vol. III).
- 8) - P.G. ARCARA — Ricerche parcellari sulla conservazione dei suoli argillosi. — IV — Caratteri della rizosfera del grano coltivato su terreno arato ed a sod-seeding (Vol. III).
- 9) - M. SFALANGA - P. CANUTI — P. TACCONI — Ricerche di geomorfologia applicata nel bacino dell'Era (Vol. III).

- 10) - 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 (Vol. III).
- 11) - G. CHISCI — M. PANICUCCI — Indagini sperimentali sugli aspetti della conservazione del suolo in piccoli bacini. II — Primi risultati idrologici relativi alle argille plioceniche marine (Vol. IV).
- 12) - G. CHISCI — M. TELLINI — Indagini sperimentali sugli aspetti della conservazione del suolo in piccoli bacini. — III — Primi risultati sulle asportazioni solide stagionali su argille plioceniche marine (Vol. IV).
- 13) - L. LULLI — G. RONCHETTI — M. TELLINI — Ricerche parcellari sulla conservazione dei suoli argillosi. V — Studio pedologico di dettaglio in parcelle sperimentali (Vol. IV).
- 14) - G. CHISCI — C. ZANCHI — Ricerche parcellari sulla conservazione dei suoli argillosi. VI — Primi risultati sui bilanci idrici stagionali (Vol. IV).
- 15) - M. DASSOGNO STEINBERG — G. CHISCI — Ricerche parcellari sulla conservazione dei suoli argillosi. VII — Influenza della sistemazione profonda e della tecnica di lavorazione di un suolo argilloso sulla ramificazione radicale del frumento (Vol. IV).
- 16) - L. LULLI — G. RONCHETTI — Prime osservazioni sulla crepacciatura dei suoli delle argille plioceniche marine nella valle dell'Era, Volterra (Pisa). (Vol. IV).
- 17) - L. LULLI — D. MILANI — G. PETTINI — U. WOLF — Indagini sperimentali sugli aspetti della conservazione del suolo in piccoli bacini. IV — La cartografia e la classificazione numerica dei suoli applicata ad un piccolo bacino idrografico della Valdera (Toscana). (Vol. V).
- 18) - P.G. ARCARA — C. PIOVANELLI — Indagini sperimentali sugli aspetti della conservazione del suolo in piccoli bacini. V — Variazioni quantitative della microflora di due suoli argillosi con diverso contenuto di sostanza organica sottoposti a diverse temperature (Vol. V).
- 19) - C. PIOVANELLI — P.G. ARCARA — Indagini sperimentali sugli aspetti della conservazione del suolo in piccoli bacini. VI — Variazioni qualitative della microflora di due suoli argillosi sottoposti a diverse temperature costanti (Vol. V).
- 20) - G. CHISCI — M. DASSOGNO STEINBERG — Ricerche parcellari sulla conservazione dei suoli argillosi — VIII — Influenza delle caratteristiche del suolo e del drenaggio sulla produzione e sulla composizione botanica di un prato polifito asciutto (Vol. V).

- 21) - G. CHISCI — G. LODI — Ricerche parcellari sulla conservazione dei suoli argillosi. IX — Ruscigliamento superficiale in funzione della destinazione colturale e del drenaggio (Vol. V).
- 22) - G. CHISCI — M. TELLINI — Ricerche parcellari sulla conservazione dei suoli argillosi. X — Erosione superficiale in funzione della destinazione colturale e del drenaggio (Vol. V).
- 23) - G. CHISCI — M. TELLINI — Ricerche parcellari sulla conservazione dei suoli argillosi. XI — Asportazione di sali solubili nelle acque di ruscigliamento superficiale in funzione della destinazione colturale e del drenaggio (Vol. V).
- 24) - M. PANICUCCI — Ricerche parcellari sulla conservazione dei suoli argillosi. XII — Caratteristiche meteorologiche dell'area sperimentale di Vicarello in Valdera (Pisa). (Vol. V).
- 25) - M. DASSOGNO STEINBERG — Ricerche parcellari sulla conservazione dei suoli argillosi. XIII — Flora di alcuni ambienti destinati a pascolo o a sfalcio nell'azienda sperimentale nella valle dell'Era (Pisa). (Vol. V).
- 26) - M. SFALANGA — P. MALESANI — S. VANNUCCI — Relazioni tra caratteristiche mineralogiche e parametri fisici delle argille. Alcune considerazioni sulla stabilità dei versanti (Vol. V).
- 27) - M. SFALANGA — V. RIZZO — Caratteristiche tecniche delle argille plioceniche e pleistoceniche in relazione al loro assetto morfologico. Indagini preliminari in alcuni ambienti della Toscana e della Calabria (Vol. V).

#### NOTA SUL "PLUVIOMETRO DIREZIONALE" O "A SETTORI"

La misura delle precipitazioni secondo il metodo tradizionale è atta a fornire una corretta valutazione degli afflussi solo quando essa cade verticalmente e su superfici piane; non così accade quando ci si riferisca a superfici in pendenza e quando la pioggia giunga sul terreno con una certa inclinazione.

In tali casi, ed in particolare quando si manifestano insieme le due suddette condizioni, si possono determinare errori la cui valutazione, da un punto di vista teorico, conduce a valori straordinariamente elevati, e certo impensabili da chi non abbia giustamente considerato tale fenomeno.

Tanto per esemplificare dirò che se, per esempio, si avesse un rilievo con due pendici opposte aventi una pendenza del 50% e la pioggia cadesse con una deviazione dalla verticale di  $30^{\circ}$ , si determinerebbe tra le due pendici una

differenza effettiva di afflusso di quasi il 60% con un errore medio, rispetto alla quantità che verrebbe attribuita alle due pendici secondo la normale procedura, di quasi il 30% in difetto sulla pendice esposta alla meteora, e di quasi il 30% in eccesso sulla pendice sottovento. Ciò se ci si riferisse alla superficie del terreno misurata direttamente. Se ci si riferisse invece alla superficie del terreno misurata nella sua proiezione orizzontale, gli errori corrispondenti al caso esemplificato sarebbero, rispettivamente, del -36,39% e del +15,38%.

Credo sia sufficiente questo esempio per rendere evidente quale sia l'entità dell'errore che può essere raggiunto in certe circostanze.

Mi limito a fare presente che una deviazione della pioggia dalla verticale di 30° è un fenomeno abbastanza frequente da osservare, soprattutto in certe zone ed in particolare in occasione di precipitazioni di grande intensità - e quindi di maggiore importanza - quali sono quelli di origine ciclonica. Una volta che mi si è rivelato questo fenomeno, ho cominciato a pensare ad un tipo di strumento che permettesse di tenere conto dei motivi di errore, conseguenti al fenomeno stesso, che si determinerebbero in molti bilanci idrologici.

Così dopo aver pensato inizialmente a soluzioni solo apparentemente più logiche e spontanee, sono pervenuto alla ideazione e realizzazione del tipo di pluviometro qui presente.

Credo sia sufficiente la sua vista per rendere evidente il principio di funzionamento, e credo altresì che risulti molto chiaro come tale strumento possieda la caratteristica, importantissima, di poter essere considerato anche un pluviometro normale e, di conseguenza, come sia salvaguardata la integrabilità dei dati risultanti da questo strumento con quelli di una precedente serie statistica o di una normale rete pluviometrica.

I dati ricavati da questo strumento dimostrano che nel loro complesso le precipitazioni provengono prevalentemente da Sud-Ovest, naturalmente con una variabilità più accentuata in relazione alle stagioni, e, all'interno dei periodi stagionali, in relazione ad ogni singolo evento.

Tali considerazioni portano a concludere che, per singoli eventi pluviometrici, potrebbero determinarsi errori rilevanti qualora si volessero effettuare bilanci idrologici di piccoli corsi d'acqua (deflussi, previsioni di portata di piena, ecc....) o di terreni (umidità del terreno, entità del drenaggio, evapotraspirazione, ecc.) servendosi del dato strumentale di un normale pluviometro.

M. Panicucci

#### **NOTA SUL CAMPIONATORE A POMPA PS 69**

Questo tipo di strumentazione, installato sui due bacini polimorfi 11 e 26 della nostra area sperimentale, ci permette di prelevare nel corso di ogni evento, fino a 72 campioni di torbide con intervalli di tempo che vanno da 15 minuti a 24 ore.

Il comando dell'inizio del campionamento è dato da un interruttore idrico sito nel corso d'acqua che mette in funzione il primo ciclo di prelevamento per mezzo di una piccola pompa. Questa espelle una certa quantità di acqua da un cassone di deposito, al fine di ripulire i circuiti idraulici della macchina da eventuale materiale depositato. Quando l'acqua nel cassone arriva ad un certo livello prestabilito, un apposito galleggiante comanda un interruttore che mette in funzione una seconda pompa, da 1/4 di HP, che inizia il prelevamento dell'acqua dal torrente immettendo in un primo tempo le torbide nello stesso cassone di deposito. Dopo un certo numero di secondi si energizza una valvola selenoide che, con il suo movimento, diverge un ugello mobile inserito nel circuito idraulico dall'imbuto che adduce l'acqua al cassone di deposito ad un secondo imbuto di adduzione dell'acqua alle bottiglie di contenimento dei campioni, attraverso una testina collegata con un braccio mobile il cui movimento, comandato da un motorino, porta la testina stessa in corrispondenza di un foro di adduzione corrispondente a ciascuna bottiglia.

Una volta finito il ciclo l'apparecchio si ferma fino al momento in cui un particolare sistema ad orologeria ne fa scattare uno nuovo.

L'abbassamento dell'acqua nel canale al disotto dell'interruttore ad acqua, arresta la serie di cicli di prelevamento dei campioni.

Qualora si arrivi al riempimento delle 72 bottiglie, corrispondenti ad altrettanti campioni prelevati secondo la sequenza temporale prevista, un apposito congegno di arresto blocca il funzionamento della macchina.

G. Chisci

#### **LA DETERMINAZIONE DEL LIMITE DI RITIRO E DELL'ACQUA E DI ASSORBIMENTO.**

Nel corso di una precedente ricerca sulle relazioni esistenti tra composizione mineralogica e proprietà fisiche dei materiali argillosi, si è potuto verificare che la metodologia e la formula comunemente impiegate (ASTM Designation: 247-39) per la determinazione del limite di ritiro non conducono al valore di tale parametro. E' stato anche possibile dimostrare per via sia sperimentale che analitica (P. MALESANI, M. SFALANGA e S. VANNUCCI, 1974; P. MALESANI, R. MARTELLI e S. VANNUCCI, 1975) che, adottando tale formula si ottiene, in un campione argilloso, il contenuto d'acqua corrispondente allo stato di massimo peso di volume.

Si è quindi concluso che il valore del limite di ritiro può essere determinato solo per via sperimentale seguendo la definizione che è stata data a questo parametro.

Riteniamo utile in questa sede descrivere schematicamente la metodologia che è stata adottata per individuare il reale valore del limite di ritiro, e che è

consistita nel seguire le variazioni di volume apparente che si verificano durante il processo di essiccamento su provini ottenuti con diversi tipi di materiali argillosi.

Questi provini, realizzati con polveri vagliate a 200 micron e portati oltre il limite liquido, sono stati posti in capsule di ritiro con l'interno spalmato di un sottile strato di siliceni.

I pesi e i volumi apparenti del provino, durante il processo di perdita d'acqua, sono stati misurati mediante una bilancia analitica (con sensibilità di 0,0001 gr) e un picnometro di precisione a mercurio (con sensibilità di 0,005 cm<sup>3</sup>). Il processo di essiccamento è stato realizzato in ambiente controllato (25°C e 50% di umidità relativa), e successivamente, da tenori di acqua di poco superiori o di poco inferiori al limite di ritiro, è proseguito a temperature crescenti fino a completo essiccamento a 105°C.

Se, durante il processo di essiccamento del provino, le misure di peso e di volume apparente sono sufficientemente ravvicinate, si giunge alla determinazione praticamente esatta del peso del campione al momento in cui cessano le diminuzioni di volume apparente. Si determina così il massimo contenuto d'acqua al di sotto del quale non si verificano più diminuzioni di volume apparente, ossia il limite di ritiro.

In formula :

$$W_s = \frac{P - P_s}{P_s} 100$$

ove: P = peso del campione al di sotto del quale cessano le diminuzioni di volume apparente;

P<sub>s</sub> = peso del campione essiccato a 105°C.

Si deve considerare che la metodologia appena descritta richiede, oltre che apparecchi di precisione, un'accurata sperimentazione che comporta un impiego di tempo forse sproporzionato all'utilità che il parametro cercato può offrire.

Pertanto, durante la ricerca sperimentale, si è cercato un parametro sostitutivo che fosse in grado di fornire uno stesso tipo di informazione in relazione al comportamento fisico del materiale e, nel contempo, determinabile con una metodologia più semplice e più rapida.

Questo parametro è stato individuato tramite la relazione esistente fra il peso del campione e i tempi corrispondenti durante il processo di essiccamento effettuato in ambiente controllato.

Si è constatato infatti, che la diminuzione di peso non è costante al variare del tempo; il grafico che la rappresenta risulta costituito da due segmenti, a pendenza notevolmente diversa, raccordati da una curva (Figura 28).

L'intersezione fra i due segmenti individua il punto in cui il campione, privo ormai dell'acqua di capillarità, comincia a perdere l'acqua più strettamente legata

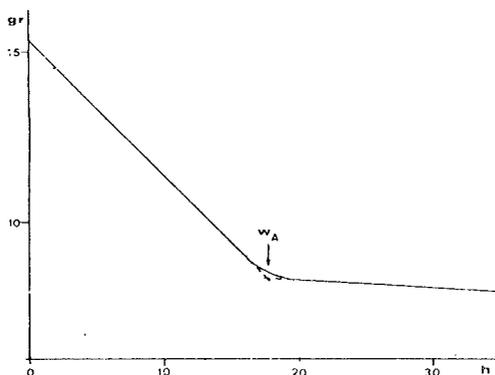


Fig. 28. Diagramma tempo di essiccamento - peso del materiale, costruito in base ai dati sperimentali ottenuti per uno dei campioni studiati.

alla superficie dei granuli, che può essere chiamata "acqua di adsorbimento".

Il peso corrispondente a tale punto e il peso allo stato secco permettono di individuare il relativo contenuto d'acqua,  $w_a$ , ossia l'"acqua di adsorbimento".

Questo nuovo parametro è di notevole interesse poichè si è constatato che, in condizioni naturali, un materiale argilloso non giunge mai a tenori d'acqua inferiori a tale valore; inoltre, al contrario del limite di ritiro, esso risulta di agevole e rapida determinazione. Pertanto ben si presta a caratterizzare il comportamento dei materiali argillosi in tutti i problemi geomorfologici e geotecnici nei quali abbia importanza la conoscenza dei fenomeni di ritiro, o di rigonfiamento e del volume minimo che il materiale può assumere in condizioni naturali.

P. Malesani, M. Sfalanga e S. Vannucci

#### NOTA SULLA RICERCA DEI PARAMETRI MECCANICI CARATTERISTICI DEI TERRENI NEL CENTRO "S. ELISABETTA"

I parametri meccanici che meglio caratterizzano i terreni sia per quanto riguarda la loro lavorabilità, sia per quanto riguarda la possibilità di ottenere dalle trattrici (gommate o cingolate) elevati sforzi di trazione al gancio, sono :

– la resistenza al taglio ( $\tau$ ) esprimibile con la nota legge di Coulomb  $\tau = c + \sigma \operatorname{tg} \varphi$ , ove  $c$  e  $\operatorname{tg} \varphi$  rappresentano rispettivamente la coesione e

l'attrito interno del terreno, essendo  $\sigma$  la corrispondente pressione normale;

– il potere portante del terreno, esprimibile mediante la correlazione fra la pressione  $p$  esercitata normalmente, ed il corrispondente affondamento  $z$ ; genericamente tale relazione viene rappresentata da una legge esponenziale del tipo  $p = k z^n$ , con  $k$  ed  $n$  dipendenti sia dalle caratteristiche e dallo stato del terreno, sia dalla forma e dimensioni del penetrometro impiegato.

Per la determinazione in campagna di tali parametri, è stata impiegata una unità automotrice, ideata dal prof. ing. G. Stefanelli, denominata PTT (Penetrazione - Taglio - Torsione), costituite essenzialmente da (Figg. 29 e 29a).

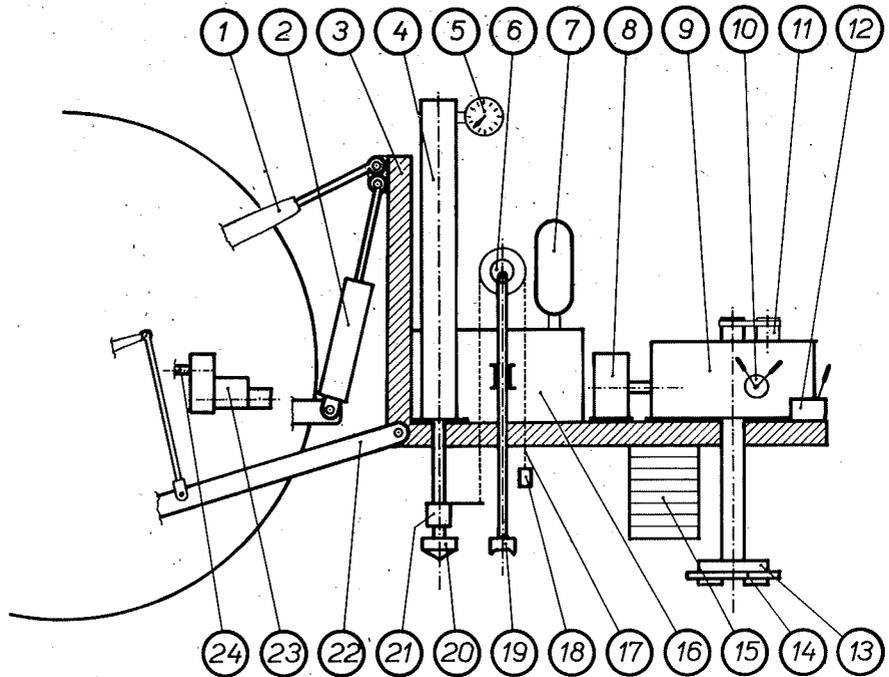


Fig. 29. Schema apparecchiatura PTT (penetrazione-taglio-torsione) impiegata nelle prove.

- 1) Terzo punto dell'attacco alla trattrice;
- 2) Martinetto per la regolazione della pressione del desometer sul terreno;
- 3) Telaio in acciaio profilato;
- 4) Martinetto del penetrometro;
- 5) Trasduttore di pressione per misurare la forza sul penetrometro;
- 6) Trasduttore di affondamento del penetrometro;
- 7) Accumulatore idropneumatico collegato al martinetto 2;
- 8) Motore idraulico di azionamento del desometer;
- 9) Riduttore a vite senza fibre per azionare il desometer;
- 10) Deviatori idraulici collegati ai due corpi della pompa 23;
- 11) Trasduttore di rotazione del desometer;
- 12) Distributore idraulico per azionare i martinetti 2 - 4 ed il motore 8;
- 13) Trasduttore di forza e di coppia agenti sul desometer;
- 14) Desometer;
- 15) Zavorrata del telaio;
- 16) Serbatoio dell'olio;
- 17) Cavetto del trasduttore di affondamento;
- 18) Tenditore del cavetto 17;
- 19) Riferimento scorrevole del trasduttore di affondamento;
- 20) Penetrometro;
- 21) Trasduttore di forza del penetrometro;
- 22) Bracci inferiori dell'attacco a tre punti;
- 23) Pompa olio, a doppio corpo;
- 24) Presa di potenza della trattrice.

$$F = F_1 + F_2 + F_3 + F_4$$

$$M = (H_1 + H_2 + H_3 + H_4)d$$

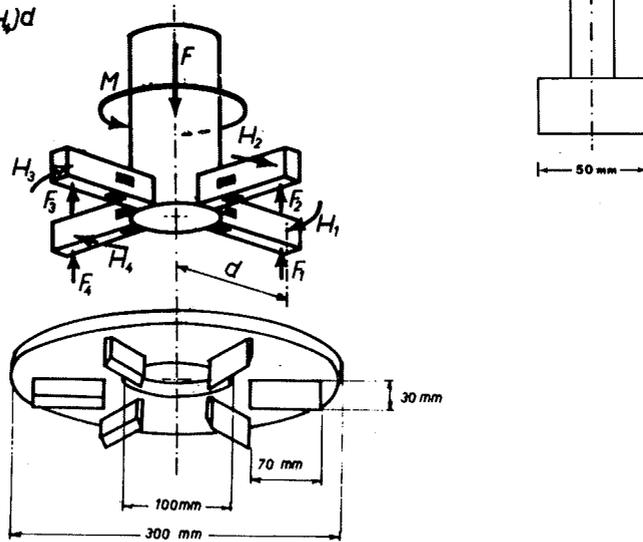


Fig. 29 a. Particolare del desometer (con i relativi elementi dinamometrici) e del penetrometro.

— un telaio in profilato di acciaio, zavorrato fino ad un peso complessivo di circa 700 Kp, portato dall'attacco a tre punti di una normale trattrice agricola;

— un impianto idraulico a circuito chiuso, azionato mediante una pompa dalla presa di potenza della trattrice, che serve a muovere gli elementi di misura, ed eventualmente ad appesantire oppure alleggerire il telaio, facendo forza sulla trattrice stessa;

— gli elementi di misura :

· un penetrometro, costituito da un martinetto idraulico a doppio effetto, sul cui stelo è fissato l'elemento penetrante (nel caso specifico, un disco piatto di acciaio del diametro di 50 mm); appropriati trasduttori potenziometrici ed estensimetrici misurano e trasmettono al registratore grafico (su due assi cartesiani) la pressione  $p$  esercitata sul terreno ed il corrispondente affondamento  $z$ . Nella Figura 30 sono riportate le curve ottenute nei vari terreni;

· un desometer, costituito da un disco di acciaio forato al centro e munito di alette radiali sulla faccia inferiore; questa viene premuta sul terreno, facendovi penetrare le alette, e vi esercita la pressione normale  $\sigma$ , quindi il disco viene fatto ruotare (sempre tramite azionamento idraulico) fino alla completa separazione fra la massa circostante ed il cilindro di terreno trascinato dalle alette. Anche qui opportuni trasduttori di forza e di rotazione permettono di registrare delle curve coppia-angolo di rotazione (Figura 31) per determinati

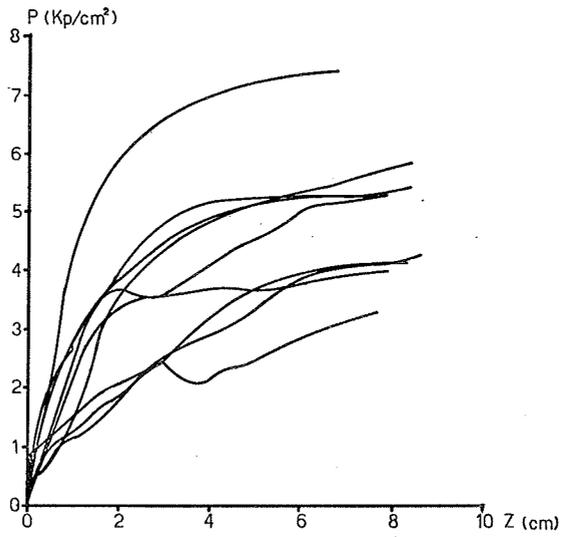
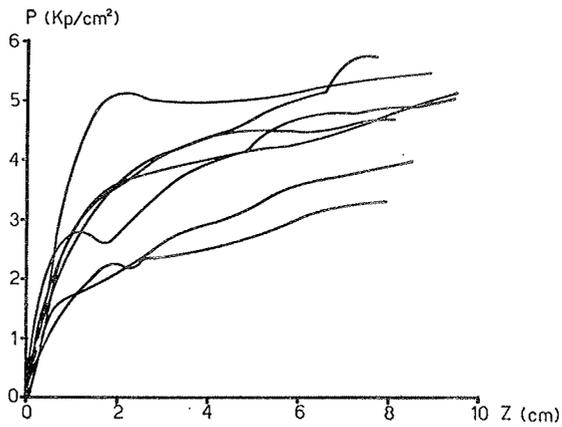
MATTAIONE (con cotica)MATTAIONE (senza cotica)

Fig. 30. Curve (P-z) pressione - fondamento ottenute con il penetrometro piano  $\varnothing$  50 mm.

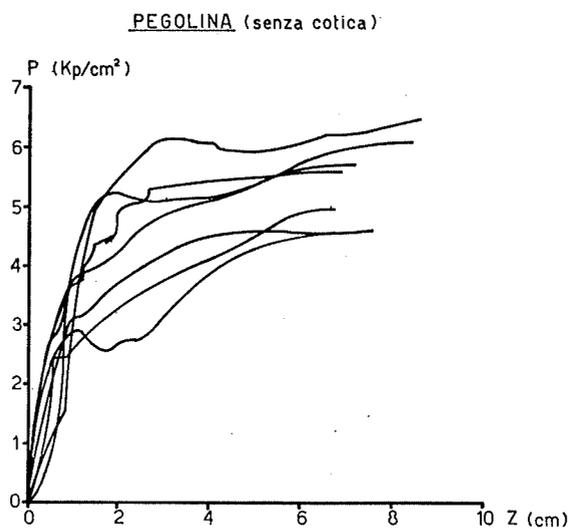
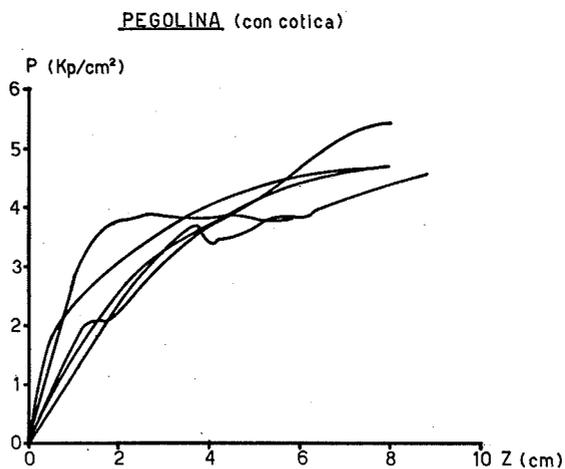


Fig. 30. Curve (P-z) pressione - fondamento ottenute con il penetrometro piano  $\varnothing$  50 mm.

mm.

VERTISUOLO (con cotica)

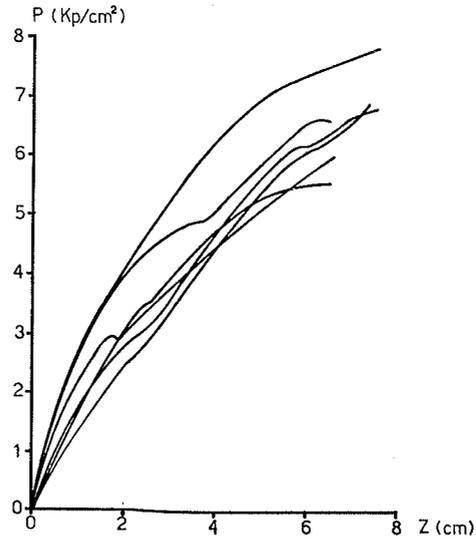


Fig. 30. Curve (P-z) -pressione-affondamento ottenute con il penetrometro piano 0 50 mm.

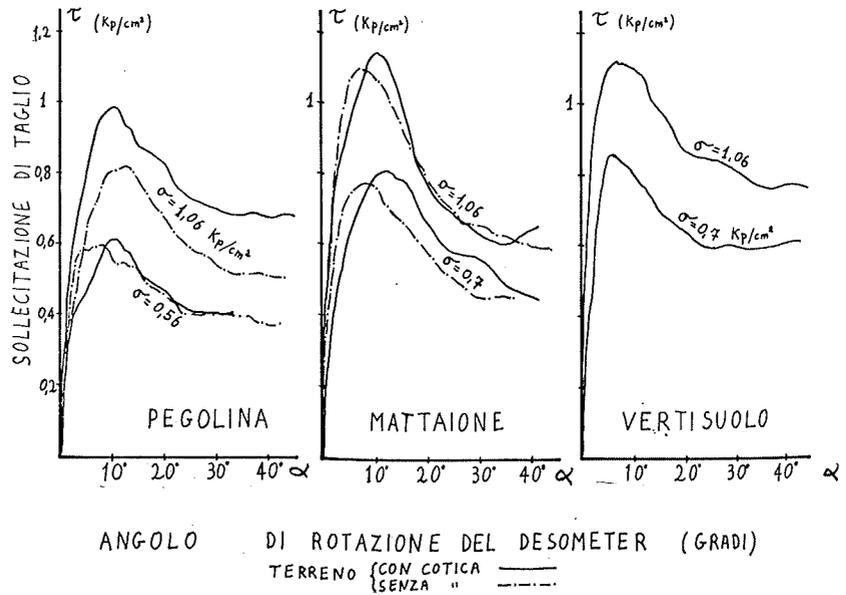


Fig. 31. Tipiche curve ( $\tau - \alpha$ ) ottenute con il desometer per valori diversi della pressione  $\sigma$ .

valori di  $\sigma$ . Da queste si ricavano, fra l'altro, i diagrammi  $\sigma - \tau$  riportati nelle Figure 32, 33 e 34.

Il giorno 18-5-1976 sono state effettuate alcune prove nel Centro "S. Elisabetta", su tre terreni (le cui caratteristiche sono riportate da altri Autori) denominati:

- Mattaione
- Pegolina
- Vertisuolo

Le prove sui primi due terreni sono state eseguite sia con la cotica erbosa, sia senza di essa; sul terzo invece solo con la cotica.

Per quanto concerne le prove di resistenza al taglio (Figure 32, 33, 34) la coesione varia da un minimo di  $0,215 \text{ Kp/cm}^2$  (Pegolina con cotica) ad un massimo di  $0,4 \text{ Kp/cm}^2$  (Vertisuolo con cotica).

L'attrito interno dei terreni ( $\text{tg } \varphi$ ) varia da un minimo di  $0,540$  (Pegolina senza cotica) ad un massimo di  $0,697 - 0,699$  (Mattaione senza cotica, Pegolina con cotica).

Le curve  $p - z$ , come è noto, presentano di norma per i terreni argillosi tre fasi caratteristiche:

- nella prima si può osservare una relazione approssimativamente lineare fra pressione  $p$  ed affondamento  $z$ ;

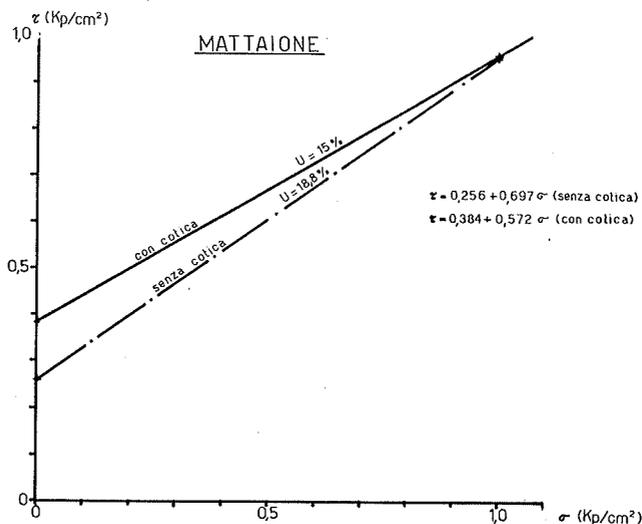
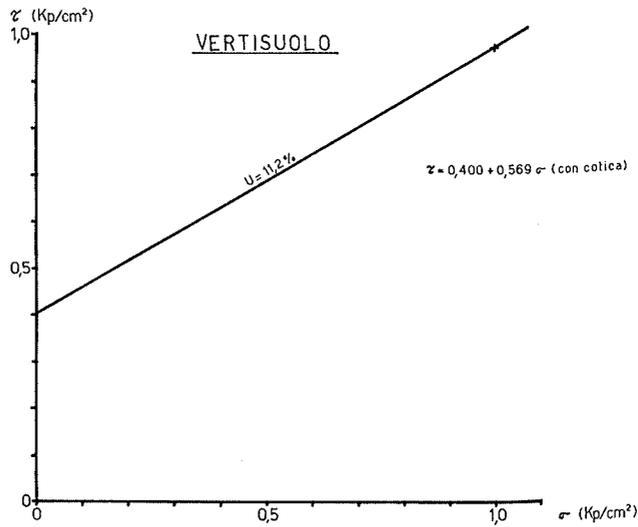
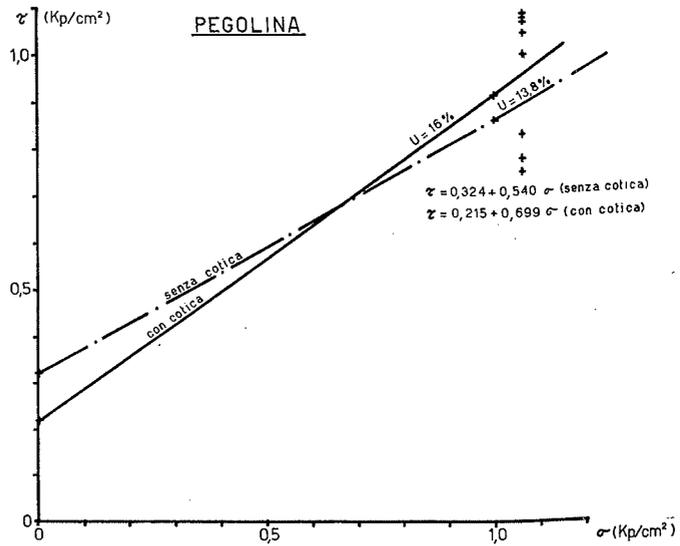


Fig. 32. Rette rappresentative della equazione di Coulomb ( $\tau = C + \sigma \text{ tg } \varphi$ ) ottenuti con il desometer.



Figg. 33 - 34. Rette rappresentative della equazione di Coulomb ( $\tau = C + \sigma \tan \phi$ ) ottenuti con il desometer.

- nella seconda la curvatura è sensibilmente più accentuata, e l'affondamento cresce sempre più velocemente rispetto al carico (pressione limite applicabile al terreno dalle macchine motrici);

- infine, superata la capacità portante del terreno, si osservano importanti affondamenti per incrementi anche modesti del carico.

La pressione limite, rilevata con penetrometro piano  $\emptyset$  50 mm, ha assunto valori variabili da 3-3,5 Kp/cm<sup>2</sup> corrispondenti ad un affondamento medio di 2-4 cm (Pegolina), fino a 3,5-4 Kp/cm<sup>2</sup> con analoghi affondamenti (Mattaione).

Per il Vertisuolo tali valori si innalzano fino ad oltre 6 Kp/cm<sup>2</sup> per affondamenti di 6-7 centimetri, senza che venga chiaramente superata la capacità portante del terreno.

Dai dati sopra esposti, anche se assai sintetici, risulta evidente la forte variabilità dei parametri meccanici nei terreni anche molto vicini fra loro. Poiché tali parametri condizionano il lavoro e le capacità delle macchine motrici ed operatrici, emerge l'importanza di un loro accurato studio, anche in relazione ad altre caratteristiche prese in considerazione da discipline diverse. <sup>(1)</sup>

A. Cioni e L. Uzielli

### CONSIDERAZIONI SOPRA ALCUNE CARATTERISTICHE CHIMICHE DEI TERRENI DERIVANTI DALLE ARGILLE PLIOCENICHE

Le ricerche effettuate in questi ultimi anni sui terreni provenienti dalle argille del Pliocene marino hanno consentito di modificare sostanzialmente alcuni concetti sulle loro proprietà chimiche e specialmente sul pH, sui sali solubili e sull'andamento del processo di lisciviazione.

Nei confronti della reazione questi terreni sono stati considerati per lungo tempo decisamente alcalini, mentre lo stesso estratto acquoso 1:2,5, che certamente non esprime una condizione naturale del terreno, presenta pH compresi fra 7,5 ed 8,5, un campo cioè moderatamente alcalino.

Secondo l'U.S. Salinity Laboratory il pH assume un significato molto più attendibile se determinato sull'"estratto a saturazione" ed in tale estratto si ottengono valori compresi fra 7,5 ed 8, ancora più lontani da 8,5, livello oltre il quale il terreno deve essere considerato alcalino.

Il criterio di esprimere la quantità di sali solubili in g per Kg di terreno non consente di giudicare con esattezza sufficiente le possibilità colturali del terreno

(1) Alla presente nota ed alle prove effettuate hanno fattivamente collaborato i Tecnici FRANCO BINI, MARINO PIVA, FERRUCCIO BARTALUCCI, dell'Istituto di Meccanica agraria dell'Università.  
Si ringrazia il Prof. RONCHETTI ed i suoi collaboratori, in particolare il Dr. LUCIANO LULLI ed il Dr. MICHELE SFALANGA per l'assistenza e l'accoglienza prestate per l'esecuzione delle prove in campagna.

anzitutto perchè è influenzato dal metodo di estrazione e secondariamente perchè assume significato diverso da un caso all'altro.

Una buona indicazione della salinità del suolo si può dedurre dalla conducibilità dell'"estratto a saturazione" che è ben correlata con la pressione osmotica della soluzione stessa da cui dipende in modo rigoroso la possibilità di sviluppo delle colture.

Si è ritenuto in passato che la salinità fosse costituita essenzialmente da cloruro di sodio mentre generalmente in questi terreni predominano o sono largamente rappresentati gli ioni calcio e solfato.

La lisciviazione dei sali è apparentemente un fenomeno molto semplice ma nelle condizioni naturali procede con estrema lentezza in quanto occorre circa un decennio per eliminare la maggior parte dei sali dall'orizzonte coltivabile di un terreno salino.

Nelle fasi intermedie del dilavamento si possono osservare nei diversi strati variazioni qualitative e quantitative della salinità, non solo a causa della differente mobilità dei singoli ioni ma anche per l'alternanza dei movimenti discendenti ed ascendenti dell'acqua.

Alla fine del processo di lisciviazione gli ioni sodio e cloruro risultano praticamente assenti fino ad un metro di profondità mentre la concentrazione del calcio e del solfato è ancora rilevante sotto i 50 cm.

Un'ultima considerazione riguarda il pericolo di alcalinizzazione che spesso accompagna la lisciviazione dei terreni salini. Nel caso dei terreni su argille plioceniche il sodio scambiabile, che inizialmente rappresenta fino il 50% della C.S.C. viene spostato completamente per azione dei cationi bivalenti che, provenendo dalla dissoluzione del gesso e del calcare, sono costantemente presenti nella soluzione.

Per conseguenza il pH non si allontana sensibilmente dai valori che si riscontrano comunemente nei terreni calcarei ed è da escludersi che si possa raggiungere un'alcalinità più elevata quale si può riscontrare soltanto in seguito all'idrolisi dell'argilla sodica o per la presenza di bicarbonato di sodio nella soluzione del terreno.

L. Carloni

#### RINGRAZIAMENTO

*A conclusione di questa prima parte, ci sentiamo in dovere di rivolgere un particolare e riconoscente ringraziamento al nostro collega Dr. Giuseppe LODI che, da qualche tempo in pensione, in occasione della preparazione e dell'organizzazione di questo incontro ha benevolmente accettato l'incarico di ritornare in Istituto per offrirci, gratuitamente, la sua preziosa esperienza e mettere a nostra disposizione il suo validissimo aiuto.*

ente

dalla  
ione  
tà di

e da  
sono

e ma  
circa  
le di

trati  
della  
enti

rano  
ione

esso  
gille  
della  
che,  
ente

e si  
ossa  
uito  
della

oni

un  
DI  
ga-  
are  
no-

## DIBATTITO

TENUTO NELL'ISTITUTO SPERIMENTALE PER LO STUDIO E LA DIFESA  
DEL SUOLO DI FIRENZE IL 26 MAGGIO 1976.

**MANCINI** — La seduta di oggi, come ricordate, ha lo scopo, in primo luogo, di porre una selva di domande a coloro che hanno illustrato l'escursione di ieri. Successivamente avremo un dibattito più ampio sui problemi della conservazione del suolo. Abbiamo la fortuna di avere qui oggi il padron di casa, il chiarissimo prof. Sergio Orsi, Presidente del Consiglio di Amministrazione di questo Istituto e gli dò subito la parola. C'è anche il chiarissimo prof. Stefanelli che non solo ha partecipato all'escursione di ieri, ma vuole recare qui oggi il saluto di una consorella, una più grande e più importante associazione scientifica: l'associazione italiana di Ingegneria agraria. Darei la parola prima al padron di casa.

**ORSI** — Il padron di casa, così mi ha identificato il collega prof. Mancini, non fa altro che portare a tutti i convenuti a questa riunione di Firenze un cordiale saluto dell'Istituto e dirvi che sono stato lieto di aver dato il mio gradimento all'organizzazione di questo dibattito perché il nostro Istituto è uno dei 23 Istituti Sperimentali del Ministero dell'Agricoltura e la specifica dei suoi compiti dice testualmente che l'Istituto è nato per studiare e difendere il suolo in vista dell'aumento della produzione agraria. Credo che a tutti loro non sfugga l'importanza di questa semplice frase che postula un aumento della produzione agraria in un paese così popolato come il nostro che ha poche terre buone e molte terre cattive. Fra queste terre cattive oltre tutto i 4/5 sono in pendio, il che complica ancora più la situazione. Devo dire che questo Istituto, oltre a studiare questi problemi del suolo in vista di un aumento della produzione agraria, ha anche un altro compito che è molto importante, cioè quello della difesa delle zone declivi perché, nelle poche zone di pianura, che sono un po' la polpa del nostro paese, difficilmente potrà essere realizzato tutto l'aumento di produzione necessario perché tutti gli anni, per urbanizzazione, per fabbriche, ecc... noi perdiamo centinaia, se non migliaia, di ettari; quindi noi saremo costretti nel futuro, ed io lo ripeto sempre, a mantenere a coltura terreni che in altri paesi sono lasciati normalmente a bosco ed a pascolo. Questa è una particolarità italiana, data la nostra densità di popolazione e la pochissima superficie di terre buone a disposizione. Occorrerà quindi evitare quello che è successo a me, di vedere che, ogni 20 anni, in relazione a situazioni economico-sociali che si presentano, si danno contributi per togliere bosco e pascolo e dopo 20, 25 anni, si danno altri contributi per ricreare boschi e pascoli. Bisognerà quindi fare un inventario delle nostre situazioni per vedere di scegliere quelle terre che oggi e domani potranno essere a disposizione dell'agricoltura, un tipo di agricoltura non certamente uguale a quella del passato, quando avevamo situazioni sociali diverse. Il cambiare della vita contadina ha alterato molte delle situazioni, oggi ci sono molte terre abbandonate, ma di queste terre abbandonate o marginali certamente una parte di queste *non potrà* ritornare al bosco: vuoi perché si tratta di terreni argillosi o fortemente argillosi poco adatti, almeno fino ad oggi, al rimboschimento, vuoi anche perché noi dobbiamo tener presente che questo nostro paese ha bisogno di trarre, anche da terreni di modesta possibilità produttiva, delle produzioni fra le quali quella di carne bovina ed ovina, è importante per il deficit relativo che è oggi di quasi 1.600 miliardi. Oltretutto

una valorizzazione foraggera è indispensabile per la difesa del suolo, perché il giorno che queste terre venissero completamente a spopolarsi e lo Stato e le Regioni dovessero pensare direttamente a difenderle senza valersi della possibilità e della presenza, anche se pur minima, umana, i costi relativi aumenterebbero a dismisura e molto difficile risulterebbe, per esempio, la lotta contro gli incendi dei boschi. Quindi l'Istituto del Suolo, con i suoi studi, le sue ricerche e specialmente con l'indicazione di norme tecniche da applicare su larga scala nel nostro Paese, crea le premesse per un'efficiente e prospera agricoltura.

Quindi io mi complimento con il collega Mancini, con il Segretario, e mi auguro che la gita che avete fatto ieri sia stata di Vostro gradimento, che abbiate visto che anche in queste terre argillose si sta lavorando, perchè questo è il problema della nostra agricoltura: assicurare la difesa contro accentuate erosioni e trovare schemi produttivi (cerealicoli e foraggero-zootecnici) adatti alla loro natura.

Io purtroppo non potrò assistere, come sarebbe stato mio desiderio, a tutti i Vostri lavori, perchè ho altri impegni in Facoltà; nel salutarVi quindi cordialmente ancora una volta, mi auguro che questa Vostra presenza a Firenze porti un contributo anche per la sperimentazione che si sta impostando qui all'Istituto del Suolo e che certamente progredirà se progredirà come noi speriamo fermamente la situazione del personale e dei mezzi che saranno messi a nostra disposizione.

**MANCINI** — Ringrazio molto il collega Sergio Orsi per le sue graditissime parole e darei senz'altro la parola al prof. Stefanelli Presidente dell'Associazione Italiana d'Ingegneria Agraria.

**STEFANELLI** — Ringrazio il Presidente di questa occasione, che mi dà, di portare qui alla Società Italiana della Scienza del Suolo il saluto — in qualità di presidente — dell'Associazione Italiana di Genio Rurale (A.I.G.R.), la quale funziona anche come sezione nazionale di quella grande confederazione di Associazioni su piano mondiale che è la Commission International du Génie Rural (C.I.G.R.), che ha sede a Parigi.

La nostra Associazione A.I.G.R. è organizzata — come la C.I.G.R. del resto — in 5 sezioni di cui la prima è dedicata alla "Scienza e Studio del suolo e delle acque": quindi è pertinente che io porti qui il saluto della nostra Associazione.

Le altre sezioni della A.I.G.R., come quelle internazionali della C.I.G.R., riguardano: le Costruzioni rurali in senso lato (abitazioni e fabbricati di esercizio); la Meccanica e meccanizzazione; le Applicazioni dell'energia elettrica all'agricoltura; l'Organizzazione del lavoro in agricoltura (macchine ed uomini).

Sono, quindi, compresi tutti i rami della Ingegneria applicata all'agricoltura e la finalità dell'Associazione è quella di promuovere lo sviluppo e gli studi in questo ordine di attività umana e di facilitare incontri fra tecnici e studiosi per favorire il progresso dell'agricoltura attraverso la riduzione dei tempi di lavoro e quindi dei costi, e la diminuzione della fatica fisica e psichica degli operatori; in

definitiva ottenendo un elevamento del loro tenore di vita.

Se si esaminano bene queste cinque branche di attività ingegneristica applicata all'agricoltura è facile vedere in sostanza che esse fanno perno su due elementi fondamentali: il terreno e le macchine.

Oggi il progresso delle attività agricole è sempre di più legato alla conoscenza ed allo studio del suolo.

Questo mio intervento non è pertanto fuori luogo, in quanto, come meccanico agrario, so bene quanto questo elemento base che è il terreno sia fondamentale, così per i problemi della propulsione delle macchine motrici (cingoli, ruote, ecc.), come per lo studio della resistenza offerta dagli attrezzi per la lavorazione del terreno, resistenza che si cerca di ridurre, oggi per esempio, per mezzo delle vibrazioni: sono, questi, due fondamentali e realistici aspetti del più vasto problema delle interazioni macchina-terreno (aspetto, come è noto, di uno specifico Corso della nostra Facoltà di Agraria); problema per il quale, se è necessario conoscere l'aspetto "macchina" è almeno altrettanto necessario avere conoscenza delle proprietà meccaniche del terreno. E queste proprietà, che sono, invero, abbastanza poco note, furono oggetto di una speciale Tavola Rotonda proprio ad iniziativa della S.I.S.S. nel 1969. E in quella occasione, presso questo stesso Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo, vennero per la prima volta affrontati con un'organica impostazione generale, i vari aspetti del problema che dettero luogo a discussioni amplissime e anche a divergenze di opinioni, che naturalmente sempre ci vogliono per far progredire le cose.

Fra le proprietà meccaniche del terreno, nella Tavola Rotonda S.I.S.S. del 1969, fu messo in evidenza il ruolo dominante di due caratteristiche: la resistenza alla penetrazione e la resistenza al taglio del terreno: caratteristiche che l'attrezzatura PTT, realizzata presso l'Istituto di Meccanica agraria di Firenze e applicabile ad un'ordinaria trattrice, si propone di misurare in modo rapido e in pieno campo, come da saggi dimostrativi si è visto qui nell'azienda sperimentale S. Elisabetta in occasione di questa escursione-dibattito; ciò conferma l'utilità di incontri interdisciplinari per l'esame dei complessi problemi del suolo.

Con l'augurio di ulteriori collaborazioni, rinnovo i rallegramenti per l'ottima organizzazione scientifica e logistica predisposta dal Prof. Ronchetti e dai suoi Collaboratori dell'Istituto del Suolo, e l'apprezzamento per l'attività e vitalità che alla S.I.S.S. il presidente prof. Mancini e gli altri Responsabili hanno saputo imprimere in modo veramente encomiabile.

Alla S.I.S.S., dunque, e all'Istituto per lo Studio e la Difesa del Suolo, a nome della A.I.G.R. e mio personale, rinnovo il saluto e l'augurio per una sempre più intensa attività ed una positiva incidenza negli specifici problemi della nostra Agricoltura.

**MANCINI** — Prima di iniziare la serie delle domande da porre a coloro che hanno illustrato i vari aspetti dell'escursione di ieri, devo ricordarvi che la società ha una scadenza immediata. Il Consiglio è scaduto, ha finito il suo ciclo biennale e noi dovremmo, prima delle vacanze estive, procedere al rinnovo delle

cariche accordato nel quadriennio scorso. Ho avuto una successione particolarmente difficile, perché il mio predecessore, il prof. Giampietro Ballatore aveva dato un impulso notevolissimo alla società. Spero che mi riconoscerete almeno la buona volontà. Devo anche dichiarare che è necessario un ricambio. Poiché la società è organizzata su sette commissioni, ed io sono venuto dopo un agronomo che veniva dopo un chimico agrario è ovvio che debba essere a mio avviso alla testa della società, qualcuno che non appartiene a queste discipline. Evidentemente dico questo non per influenzare il vostro suffragio ma perché mi pare che si debbano sentire le varie voci e seguire nuovi indirizzi che altri studiosi possono imprimere. Mi pare logico che alla testa della società venga qualcuno che sia l'espressione di una delle altre quattro commissioni che la società possiede. Allora se tu, presidente Orsi, ritieni, potremmo cominciare col porre le domande che ciascuno di noi si è appuntato a proposito dell'escursione di ieri.

**RONCHETTI** — Ieri vi abbiamo presentato ed illustrato l'attività sperimentale che stiamo conducendo nella Valle dell'Era e vi abbiamo altresì esposto "in diretta" le difficoltà a cui andiamo incontro nel portare avanti questo tipo di sperimentazione nel complesso settore della conservazione del suolo.

Ora attendiamo da voi tutte le domande e i suggerimenti che ritenete opportuno farci. Siamo qui pronti a chiarire anche le eventuali vostre perplessità e ad accettare le vostre osservazioni; sono convinto, infatti, che è solamente attraverso questo tipo di dibattito che sarà possibile non solo progredire nella ricerca, ma, come diceva il prof. Orsi in precedenza, preparare meglio quelle risposte che vengono richieste alle nostre Istituzioni.

Sappiate pertanto fin d'ora che ci troverete pienamente disponibili alle Vostre richieste e pronti nel contempo a recepire quanto ci vorrete proporre, consigliare ed eventualmente suggerire. Grazie.

**FIEROTTI** — Mi rallegro con l'amico Giulio Ronchetti e con tutti gli altri amici dell'Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo, che hanno collaborato alla riuscita di queste due interessantissime giornate che ancora una volta hanno messo in evidenza la passione e l'amore che li anima nella quotidiana fatica che la ricerca scientifica richiede. I risultati sono davvero esemplari, e non resta che da dire a tutti di continuare con lo stesso zelo e precisione che li ha distinti fino ad oggi.

Ma se mi permettete vorrei anche congratularmi per la capacità organizzativa, messa particolarmente in evidenza nella giornata di ieri allorché vi siete trovati di fronte ad un numero di partecipanti esattamente doppio di quello che si era prenotato, risolvendo brillantemente tutti i problemi logistici che improvvisamente si sono posti.

E passo alla domanda che ho in animo di fare.

I più vistosi e massicci fenomeni erosivi e calanchivi, come ha messo in evidenza il dott. Lulli e tutti abbiamo avuto la possibilità di osservare, si

manifestano sulla destra idrografica in un bacino dell'Era. Ieri ho avuto modo di osservare che, grosso modo, lì dove termina il settore interessato dalle vostre ricerche, terminano anche le manifestazioni calanchive. Per intenderci meglio, mi riferisco a quelle superfici, piuttosto lontano dal punto ove ci trovavamo, su cui alcuni trattori stavano effettuando lavorazioni di preparazione del terreno alle colture.

Ora data la notevole distanza che ci separava da questa zona non sono assolutamente sicuro che essa, oltre che dall'assenza di fenomeni calanchivi sia caratterizzata anche dall'assenza di altri fenomeni erosivi meno appariscenti. Se così è, gradirei sapere se ci si trova su una formazione pedologica differente da quella su cui si originano i calanchi e nel caso positivo gradirei conoscere come si classificano dal punto di vista pedologico detti suoli.

A me ciò sembra particolarmente importante perché una differente situazione pedologica, a parità di altre situazioni morfologiche, geologiche, etc., potrebbe rappresentare un punto fondamentale per la spiegazione di alcuni fenomeni osservati ieri.

D'altra parte la domanda trova anche un suo fondamento sulle osservazioni fatte sempre ieri sulla sinistra idrografica del bacino ove i fenomeni erosivi sono o del tutto assenti o solo marginali, ma dove anche la natura dei suoli è diversa da quella dei suoli ricadenti sulla destra idrografica. E a questo proposito sarebbe interessante conoscere se i suoli sulla sinistra idrografica siano assimilabili ai suoli della destra dell'Era ma non interessati dalla erosione. Grazie.

**MANCINI** — Per coloro che non hanno preso parte all'escursione, andrà detto che il prof. Fierotti si riferiva al bacino 11, cioè alla prima tappa. Si tratta di uno dei 4 bacini sperimentali che l'Istituto ha sotto osservazione, sono bacini armati di circa 1 Km<sup>2</sup> ed hanno alla loro base, alla sezione di chiusura, una serie di attrezzature per la misura sia della portata liquida che della portata solida. La risposta al dottor Lulli.

**LULLI** — Non è semplice rispondere alla domanda dell'amico Fierotti. Noi abbiamo elaborato all'interno dell'Istituto alcune ipotesi di evoluzione dei calanchi, la prima delle quali è stata fatta, a suo tempo, da Passerini e che affermava che certe espressioni calanchive si manifestano sulle pendici esposte a mezzogiorno. Questa è una ragione da ritenersi valida quando in un'area calanchiva omogenea si faccia il confronto fra versante nord e versante sud.

Un'altra ipotesi, per sola Valdera espressa da me, collega il fenomeno calanchivo alle coperture astiane, o comunque, a materiale che abbia una certa porosità o una certa resistenza o un diverso comportamento e che costringa ad un raccordo più ripido tra strati tale da scatenare il fenomeno calanchivo. In seguito studi più approfonditi fatti da Sfalanga e Vannucci, hanno dimostrato che in realtà tra il piacentino e l'astiano esistono dei passaggi

a depositi più siltosi che rendono questi materiali suscettibili di erosione calanchiva; e io, tutto sommato, penso che tutti questi aspetti, e forse anche un certo vincolo strutturale, determinino, all'interno delle aree studiate delle fasce calanchive, accompagnate da fasce che non lo sono. Non si può escludere infatti che la distribuzione dei calanchi sia condizionata anche da un'attività tettonica.

Ora, lo studio che abbiamo impostato per il futuro dovrebbe dimostrare se la diversa distribuzione del calanco sia realmente legata ai fenomeni che ho esposto o se è legata anche ad una variazione della matrice, o ancora se questa potrebbe essere dovuta, all'interno delle così dette argille plioceniche, a dislocamenti tettonici. E' chiaro come questa problematica del calanco si associ alla genesi di quelle forme dette "biancane" e a fasce di erosione modellate dal cosiddetto soliflusso mediterraneo, cioè ad erosione di massa per solifluzione. All'interno del nostro gruppo si incomincia a pensare, che anche la natura del materiale determini una differenziazione del comportamento, e che determini quindi tipi di erosione diversi.

**MANCINI** — Credo che ci sia bisogno anche di rispondere alla domanda: che tipo di suolo c'è in quel tratto lavorato?

**LULLI** — A proposito del suolo dobbiamo dire che non esiste collegamento diretto tra tipo di suolo ed erosione. Oltre che dall'osservazione del bacino visto ieri (che ha dei suoli decisamente più evoluti nelle aree terrazzate) la presenza di vistosi fenomeni erosivi si può dedurre dallo studio in corso in altre aree campione, poiché le zone a morfologia arrotondata presentano dei suoli analoghi a quelli delle pendici a calanchi. Un diretto collegamento quindi tra forme di erosione e suolo non è possibile, almeno per le aree studiate sino ad ora senza una cartografia di grande dettaglio. I caratteri genetici variano tanto poco che si può affermare che i suoli rimangono alle prime fasi di evoluzione sia sulle aree calanchive che in gran parte delle superfici stondate; a meno che non si tratti di superfici terrazzate. Tuttavia restano omogenei alcuni caratteri principali anche nella gran parte di quei suoli che si distaccano dal pedotipo più giovane, che sono poi caratteri legati al notevole contenuto di argilla ereditato dalla matrice. Sicché tutti i suoli si fessurano in qualche grado, sino a che il processo di migrazione dei sali e dell'argilla non proceda tanto da spostare l'equilibrio verso forme più avanzate di evoluzione, come succede nella gran parte delle superfici terrazzate.

**CASTIGLIONI** — Ringrazio i colleghi che hanno organizzato questo convegno e che mi hanno offerto la possibilità di vedere e ascoltare i risultati interessanti degli studi che si vanno compiendo.

Questo mio intervento riguarda i calanchi che abbiamo visto ieri, e a cui si è già cominciato ad accennare poco fa.

Secondo me sarebbe opportuno tener distinti due ordini di problemi, per

quanto siano collegati fra loro. Distingueri cioè le questioni relative (a) all'evoluzione d'insieme di queste valli con calanchi su un solo versante, (b) l'evoluzione attuale, che è largamente influenzata anche dai lavori antropici.

Su quest'ultimo punto (b) ricordo di aver visto ieri, sul versante calanchivo esposto a sud, dei canaletti che portano l'acqua esternamente ai calanchi, verso i piccoli crinali tra calanco e calanco; sono opere artificiali che, per esempio, già i colleghi geografi pisani avevano indicato se non erro, per l'area di Legoli. Ma si vedono anche altri segni di modellamento antropico, con spianamenti, risistemazione dei pendii, su vaste zone, come ieri ci mostravate. Queste trasformazioni devono essere seguite da voi con particolare attenzione, sia per le osservazioni utili dal punto di vista pratico che possono derivarne, sia per le conclusioni molto importanti che può trarne la geomorfologia.

Quanto all'altra questione (a) dell'evoluzione delle valli con calanchi orientati, vorrei tenerla provvisoriamente distinta, perché molti dei fenomeni erosivi e dei fenomeni pedogenetici che si vedono adesso in atto sono condizionati dal fatto che le valli sono già dissimetriche, con pendenze più forti su un lato, meno forti sull'altro lato dove, ci spiegavate ieri, si conservano lembi di terrazzi. Per tener conto di questa *dissimetria d'insieme* occorre capire il valore delle forme ereditate, oltre che il significato dei suoli attuali; occorre vedere l'influenza del substrato roccioso non solo per la pedogenesi attuale, ma anche per la pedogenesi e la morfogenesi del passato, occorre indagare sull'importanza dei movimenti in massa (anche di quelli ora inattivi) e sulla presenza eventuale di depositi colluviali sui versanti senza calanchi; inoltre capire il valore del fattore "esposizione" e "pendenza" dei versanti senza trascurare il comportamento del ruscello sull'asse della valle, che potrebbe essere un elemento importante nell'evoluzione della valletta in senso dissimetrico.

**MANCINI** — Prima di dare la parola a Cecconi volevo, prof. Castiglioni, sottolineare il fatto che i suoli sul versante sinistro come li ha esaminati il dr. Lulli (che ha tutti i titoli per integrare quello che sto per dire) hanno indubbiamente su alcuni terrazzi un'evoluzione lunga e sono dei suoli che coinvolgono per lo meno un interglaciale, forse alcuni qualche cosa di più. Non credo sia in condizione di datare in maniera assoluta nulla per ora, ma non c'è dubbio che su quelle formazioni lì in cui la padogenesi è per certi aspetti più rapida, per certi aspetti più lenta, è significativo il fatto di ritrovare dei suoli dello spessore di alcuni metri con una marcata differenziazione di orizzonti e con quindi caratteri ereditati da paleoclimi e con una policiclicità evidente.

E' stato un peccato che non abbiamo potuto esaminare uno di questi profili evolutivamente più avanzati. Direi che c'è proprio la testimonianza di un'evoluzione lenta, molto graduale, protetta da una coltre vegetale in grado di difendere efficacemente dall'erosione, perché in sostanza risultano non veritiere le nostre prime osservazioni di alcuni decenni fa, cioè che nel mondo delle argille dominassero i suoli alle primissime fasi di evoluzione. Infatti mi pare che proprio dalle ricerche dell'Istituto del Suolo in Toscana, estese poi con escursioni introduttive dall'Abruzzo fino alla Calabria, dove l'Istituto ha una sezione

operativa, dalle ricerche di Fierotti per la Sicilia, da altri dettagli che abbiamo, il mondo delle argille è molto più complesso e più affascinante di quanto non sembrava a prima vista.

**CECCONI** — Prima di addentrarci nelle cause dei diversi tipi di pedogenesi, vorrei sapere una cosa che probabilmente è già stata detta e che forse, per colpa mia, mi è sfuggita.

Il substrato profondo delle diverse zone è lo stesso oppure è diverso? Se non so questo, non riesco assolutamente a seguire la discussione.

Vorrei quindi che coloro che hanno compiuto le rilevazioni mi chiarissero se le differenze da loro riscontrate nelle zone più superficiali corrispondono o no a difformità esistenti nei rispettivi strati più profondi.

**MANCINI** — Qui c'è stato un intervento di Sfalanga, abbastanza chiaro ieri a questo proposito, su cui credo che potremmo aprire un momento il dibattito.

**PIETRACAPRINA** — Se mi consentite vorrei fare alcune considerazioni a proposito dei calanchi sulla base di quanto noi abbiamo visto ieri in mattinata.

Considerata la zona in cui ci troviamo e quindi le sue condizioni geo-morfologiche non posso essere d'accordo con l'amico Fierotti quando afferma essere qui il fenomeno calanchivo di estrema eccezionalità.

- Eccezionalità per l'evento? No, perché come ripeto le condizioni geomorfologiche sono le più idonee.
- Eccezionalità per la vastità del fenomeno? No, se noi rivolgiamo la mente a quanto è avvenuto e avviene nelle zone di Matera, dell'Appennino Emiliano e della qui vicina Volterra.

Altra considerazione si riferisce a quelle nicchie di distacco, attuali, osservate, sempre ieri mattina, in testata a delle piccole incisioni.

Vi domando se sono in corso sperimentazioni atte a chiarire l'interferenza del fattore acqua nel fenomeno.

Sono previste sperimentazioni che, a parità di evento, tengano sotto controllo due casi? Il primo senza alcuna regolamentazione dell'acqua di scorrimento; il secondo con regimazione in testata e quindi canalizzazione delle stesse acque.

Ultima considerazione: si conosce quale influenza può avere sul fenomeno e sulla celerità del suo evolversi, l'alternarsi nei mesi invernali di gelo e disgelo? Alternarsi che, a detta del dr. Panicucci, è normale nella stagione invernale.

Grazie per quanto vorrete informarmi in proposito.

**PANICUCCI** — Io vorrei, su questo discorso dei calanchi, invitarvi a compiere una riflessione molto attenta. Siccome credo che la maggior parte dei presenti sia costituita da pedologi, ho il timore che si possa assumere sempre maggior consistenza una visione di certi problemi che io ritengo un po' parziale e deformata.

Poco fa il collega Lulli ha parlato, a proposito della questione relativa alla formazione dei calanchi — ed io direi che forse non è il caso di distinguere troppo questo problema da quello di altre forme di erosione, della quale anche il calanco può essere considerato un aspetto — avanzando alcune ipotesi di carattere geo-litologico, che vengono integrate da altri colleghi con ipotesi di carattere mineralogico. Devo precisare che non ho alcuna difficoltà ad accettare la validità di dette ipotesi, però la mia posizione si diversifica da quella dei colleghi nella valutazione dell'influenza di quei fattori sul fenomeno calanchivo. Cioè io considero valide le ipotesi avanzate dai colleghi fino al punto in cui tali ipotesi si limitano a dar ragione di alcune delle cause predisponenti al calanco, ma aggiungo che, secondo me, la causa determinante nell'attivazione di tale fenomeno, come già accennato ieri e come ho scritto in una mia precedente memoria, non può essere che il clima. Infatti credo che non possano essere spiegate diversamente che con l'influenza climatica, non tanto le differenze tra un versante e l'altro di una stessa pendice o tra due versanti opposti all'interno di uno stesso bacino (come, ad esempio, abbiamo visto ieri nel caso del bacino n. 11), quanto le differenze che si manifestano all'interno di un calanco tra due punti a pochissimi decimetri di distanza tra loro su una piccola cresta calanchiva, tra la faccia che guarda supponiamo a nord-ovest e quella che guarda a sud-ovest. Se è possibile infatti ammettere che tra due versanti opposti possano esistere differenze di stratificazione o mineralogiche, mi sembra difficile pensare che differenze di tal genere possano esistere tra le due facce di una piccola cresta. L'unica differenza che esiste è, secondo me, di tipo vegetazionale (come anche ieri, sebbene si sia nel periodo meno favorevole, può essere stato notato) conseguenza, naturalmente, delle differenze che, spingendo all'estremo il significato del termine, potremmo definire microclimatiche.

Aprò una parentesi per dire che questa affermazione confortata da quanto emerse da altre osservazioni che ho avuto modo di compiere: ho effettuato infatti una serie di esperienze su 2 gruppi di casse lisimetriche riempite con lo stesso identico tipo di terreno, ma orientate in maniera opposta, ed ho visto che l'entità del deflusso solido (come del resto di quello liquido) nelle casse orientate a sud è stata sensibilmente ed indiscutibilmente superiore a quella verificatasi nelle casse orientate a nord. Ciò conferma, a mio avviso senza possibilità di dubbio, e vorrei che qualcuno potesse dimostrarmi il contrario, che solamente il clima può aver determinato questa diversità di erosione.

Ora, siccome il clima si può configurare come la risultante dell'azione delle due principali componenti climatiche che certamente sono la radiazione solare e le precipitazioni, può essere difficile valutare quanto possa essere il peso della radiazione solare — e quindi della temperatura che il terreno in funzione di essa viene ad assumere — e quale possa essere invece l'influenza delle precipitazioni,

che io peraltro reputo notevolissima. Ciò a seguito anche di altre osservazioni che ho avuto modo di compiere, servendomi tra l'altro del pluviometro "a settori" o "direzionale", che è stato visto ieri in azienda, osservazioni che mi hanno confermato che la dissimetria dei versanti va considerata non solo in riferimento alla radiazione (come è a tutti ben noto), ma anche in riferimento alla quantità reale di precipitazione che, per effetto dei venti piovosi dominanti, si viene a determinare sulle diverse pendici (valutazione questa che finora è stata completamente, ed a torto, trascurata).

**MANCINI** — Ha un'indagine statistica da cui risulta che nei versanti nord questi calanchi non ci sono o sono presenti in misura molto minore?

**PANICUCCI** — Come ho già riferito alcuni anni or sono in una relazione presentata ad un convegno internazionale, un'indagine cartografica per campionamento su tre zone (una in Emilia, sul versante Nord dell'Appennino; una in Toscana, nella Valdera; una in Calabria, sul versante Ionico) mi ha fornito il risultato complessivo che, in media, l'82% dei calanchi è orientato nei due quadranti adiacenti alla direzione Sud-Ovest, e solo il 18% è orientato nei due quadranti adiacenti alla direzione Nord-Est.

Naturalmente questo è il risultato derivante da un campionamento casuale molto limitato: ma se aggiungiamo quanto è emerso da tale indagine con le osservazioni sulle casse lisimetriche con diversa esposizione, e con le risultanze del rilevamento pluviometrico con lo strumento "direzionale" — che dimostrano come su certe esposizioni sia prevedibile una piovosità molto più elevata che su altre — credo che il significato globale di tutte queste osservazioni parziali possa essere considerato abbastanza significativo.

**LULLI** — Comincio subito dalla risposta al dott. Panicucci.

**MANCINI** — No, ma il dr. Panicucci non è ospite. Quindi discutete in casa, abbiate pazienza, per queste faccende; tanto si sa che c'è un divario di opinioni fra voi. Lo avete dimostrato già ieri. Direi, di rispondere ai congressisti.

**LULLI** — Ho avuto diverse domande e quindi inizierei con la risposta al Professor Cecconi che chiedeva giustamente se i minerali che noi troviamo nei suoli derivano da matrici non omogenee. Questo è uno dei dubbi che ho avuto fin dall'inizio, tanto che abbiamo aperto delle sezioni, fino a 2 o 3 metri, per vedere proprio la successione verticale dei materiali dalla superficie sino alla roccia. Si sono notate delle successioni all'interno dei suoli che ripetono tutte le fasi di evoluzione che troviamo distribuite sulla superficie: dai suoli sottili, alle prime fasi di pe-

dogenesi, sino ai lisciviati, in una sequenza che parte dalla roccia ed arriva alla superficie. Cioè quello che noi troviamo distribuito sulle superfici lo troviamo anche in successione continua nei suoli più evoluti. Alle volte ho avuto dei dubbi perché il materiale del terrazzo può essere stato sovralluvionato; però bisogna ricordare che in questi piccoli bacini il materiale di sovralluvionamento è molto simile al materiale in posto. Potrebbe esserci una differenziazione per il fatto che, a causa del diverso tipo di deposizione, l'alterazione progredisce più velocemente. Ma, non avendo trovato in campagna segni di rideposizione, penso che gran parte dei suoli di queste superfici siano in posto.

Perché lo penso? Perché tranne che per i terrazzi del bacino che abbiamo visto ieri, che sono abbastanza ben definiti e potrebbero anche essere alluvionali, per la maggioranza degli altri l'origine sembra strutturale, cioè dovuta a movimenti tettonici. Inoltre anche sulle superfici stondate, dove abbiamo dei ripiani che sicuramente possono avere avuto al massimo qualche apporto colluviale, abbiamo la stessa sequenza nei suoli. Quindi sono portato a pensare che ci sia un processo evolutivo che vada verso una precisa direzione, partendo da materiali in posto, anche in qualche modo dissimili tra loro.

L'altra risposta è per il dott. Castiglioni che metteva l'accento sugli interventi antropici e sui fenomeni del passato. Noi siamo convinti che la distribuzione dei calanchi sia legata a qualche ragione intrinseca, perché, osservando le foto aeree, alcuni fenomeni calanchivi evidenti si trovano in esposizione nord. In definitiva il calanco si lega a certe condizioni, chiamiamole anche predisponenti, indipendentemente da un intervento antropico. Tanto è vero che la bonifica effettuata sulle creste, che ha almeno 50 anni, ha modificato molto poco l'iniziale conformazione del calanco.

**SFALANGA** — Il prof. Castiglioni ha fatto delle osservazioni, che a mio avviso, contengono molti dei fattori che concorrono all'evoluzione generale del territorio da noi ieri visitato. In particolare ha accennato all'evidente dissimetria che caratterizza molti dei bacini idrografici che compongono l'intero bacino dell'Era. Tale dissimetria che è probabilmente innescata e condizionata da motivi strutturali (non dimentichiamo che il bacino è stato "travagliato" da un'intensa attività tettonica) può essere mantenuta, e in molti casi anzi esaltata, se il materiale non ha una certa omogeneità areale. E' chiaro che ad una diversa composizione granulometrica e/o mineralogica dei materiali corrisponda un diverso grado di erosività e direi, dalle osservazioni fatte in campagna, da un diverso grado e modo di erosione di massa.

I motivi sopra esposti, validi per le aree nelle quali le differenze della composizione granulometrica sono evidenti, vengono a cadere per le zone a composizione omogenea. In questo caso si possono avanzare due ipotesi: la prima, che l'ambiente sia molto vecchio ovvero che siano dei calanchi in fase di estinzione; la seconda, più probabile a mio avviso, che ad una predisposizione di carattere strutturale non abbia fatto seguito un'esaltazione di carattere litologico. In ogni caso comunque sono osservazioni che non sono state estese a tutto il

bacino e quindi hanno solo lo scopo di ipotesi di lavoro.

Circa la distribuzione e l'esposizione delle forme calanchive, se è vera l'ipotesi che tale forma di erosione si imposta su materiali caratterizzati da una certa composizione granulometrica, sarà preferenzialmente a Sud con le sue forme più esaltate in ambienti in cui l'affioramento litologico è omogeneo, sarà invece condizionata dalla litologia, in ambienti disomogenei. Ciò, ovviamente, ha valore in senso relativo in quanto è necessario analizzare anche tutti gli altri fattori che concorrono all'evoluzione morfologica del paesaggio (copertura vegetale, clima, antropizzazione, ecc.).

Mi sembra anche di aver capito, se sbaglio mi corregga, che l'assetto morfologico condiziona la pedogenesi. Io aggiungerei che in base alle ipotesi prima esposte la natura litologica (anche se condizionata dalla struttura) condiziona un certo assetto morfologico che, in qualità di fattore della pedogenesi, concorre alla formazione dei suoli.

Rifacendoci al bacino che noi abbiamo visitato ieri, dal punto di vista litologico è un bacino disomogeneo, è stata accertata infatti una sostanziale differenza nella composizione granulometrica a cui corrisponde anche un diverso assetto morfologico ed una diversa distribuzione dei suoli. A queste conclusioni si è giunti da una parte effettuando il rilevamento pedologico (Lulli) dall'altra effettuando indagini di carattere mineralogico-petrografico (Sfalanga ed altri). Direi quindi che in questo caso sia il rilevamento dei suoli che quello delle caratteristiche della roccia hanno condotto allo stesso risultato.

A questo punto mi rifaccio all'intervento del prof. Cecconi che ha chiesto se il substrato è lo stesso sia nei due versanti del bacino 11 che nel bacino 24 (quello cioè che non abbiamo potuto vedere per ragioni di tempo e che noi abbiamo indicato come tipico da un punto di vista morfologico per le sue forme stondate).

La definizione di substrato si è posta come problema di un certo rilievo durante le indagini di carattere mineralogico petrografico che stiamo conducendo su tali materiali. Abbiamo cioè notato che i fenomeni di alterazione pedogenetica che dovrebbero interessare i materiali più superficiali si spingono a profondità maggiori di quelle che normalmente si considerano. Basti pensare al sistema di fratture che interessa questi materiali nella parte più superficiale, che può essere notato in qualsiasi fronte di cava, per vedere come l'alterazione di carattere chimico-fisica possa spingersi in profondità. Con questo non possiamo certamente dire che il materiale che ha già subito una certa alterazione sia in grado di sostenere un consorzio vegetale. Data questa discontinuità che caratterizza il materiale è veramente problematico decidere sia il grado di alterazione che il limite del substrato oltre il quale il materiale può essere considerato non alterato. In ogni caso però a mio avviso tale limite deve essere posto molto al disotto di quello a cui attualmente si pone.

Noi per ragioni di mancanza di mezzi adeguati abbiamo potuto raggiungere la profondità media di circa 3-4 m e non siamo del parere di aver raggiunto la roccia inalterata.

**CECCONI** — Solo questo volevo sapere, se voi siete in grado, e non pretendo che lo dobbiate essere, di dirmi se la matrice, o come volete chiamarla, è la stessa, oppure è diversa, perché mi sembra che abbiate parlato di terreni dove avete trovato caolinite pedogenetica cioè caolinite formatasi sul posto, su un calanco, e di terreni addirittura decalcificati.

Mi sembra che siano situazioni che insieme non si accordano molto bene con quell'ambiente studiato. E' quindi per me molto importante, più che conoscere l'orientazione e la dislocazione dei vari terreni, sapere se si parte da materiali uguali, e allora il discorso del dr. Panicucci è molto valido, oppure se si parte da materiali molto diversi per cui le varie azioni si concatenano.

**SFALANGA** — Volevo chiarire il concetto di substrato e roccia inalterata e dei problemi che si sono incontrati per cercare tale limite. Comunque rispondo subito alla sua domanda più diretta e cioè se ci sono differenze: sì le differenze ci sono. Nel bacino 24, quello che ieri non abbiamo visto, ma che io ho indicato come un bacino a morfologia stondata, i materiali affioranti possono essere associati a delle "vere" argille. Intendo per tali, quei materiali che hanno un contenuto in fillosilicati maggiore del 50%.

**MANCINI** — Vuole sapere se su un adeguato numero di campioni di substrato c'è un'eguale o una diversa composizione.

**SFALANGA** — Nel bacino che noi abbiamo visto, cioè il bacino 11, abbiamo trovato delle sostanziali differenze tra il substrato e quello che è il vero e proprio suolo.

**MANCINI** — No ..... vuole sapere se su 10 campioni di substrato la composizione è uguale o diversa. La roccia varia o no?

**CECCONI** — Nello stesso substrato la roccia varia o no?

**SFALANGA** — La roccia varia. Mentre nel bacino 24 non abbiamo trovato nessuna differenza nel bacino 11 ci sono delle differenze a livello di substrato.

**STEEN** — Non ho chiaro un aspetto della formazione dei calanchi: gradirei conoscere se avete posto attenzione nelle vostre ricerche all'importanza che nel processo potrebbe avere avuto la copertura vegetale. Gradirei qualche informazione più precisa se avendo il terreno coperto da prato, macchia mediterranea o

una qualunque altra associazione vegetale, il rischio di formazione del calanco sia in qualche modo diverso.

Inoltre sarebbe interessante conoscere se questa forma erosiva è in qualche modo una fase o l'inizio di un processo di evoluzione del territorio a cui consegue una variazione microclimatica: della vegetazione, dell'idrologia e quindi dell'evoluzione pedogenetica.

**MANCINI** — Chi è che vuole rispondere a questa interessantissima domanda che ha fatto il prof. Steen. Chiede se nell'innescò del calanco ci sono influenze notevoli della copertura vegetale in atto, cioè che cosa succede sotto macchia, su un prato permanente, su un seminativo, eventualmente su una coltura arborea, se è presente, e via discorrendo. Chi è che si butta? Al prof. Chisci volentieri dò la parola.

**CHISCHI** — La risposta a questa interessante domanda può essere solo parziale. Sta di fatto che non siamo in grado di risalire facilmente al processo storico della formazione dei calanchi nelle argille plioceniche marine, di cui ci occupiamo nella Valle dell'Era. Non possiamo quindi né affermare né escludere che il processo di formazione del calanco sia causato inizialmente da una variazione della copertura vegetale del territorio, con tutte le conseguenze che ne sarebbero derivate a livello microclimatico, idrologico e pedologico. Nondimeno, l'osservazione che sui calanchi esiste generalmente una vegetazione pioniera molto rustica, fa ritenere che esso costituisca una fase del processo di erosione geologica, nell'evoluzione del territorio. Le formazioni vegetali menzionate dal dr. Steen dovevano essere in origine le coperture caratteristiche delle sabbie plioceniche sovrastanti le argille plioceniche marine.

Tali associazioni vegetali sono probabilmente scomparse (ma talora permangono ancora sulle creste dove affiorano le sabbie) a seguito del processo di erosione geologica, scoprendo così la roccia argillosa che non consente, almeno nelle prime fasi di pedogenizzazione, il mantenimento di una vegetazione evoluta.

**MANCINI** — La domanda che volevo porre al prof. Chisci era in sostanza questa: dai dati che egli ci ha presentato così chiaramente risultano dei coefficienti di deflusso relativamente bassi, questo nei bacini armati di strumentazione, quindi c'è da prevedere che anche nei monoculturali avvenga qualche cosa di simile, comunque questa sarà una risposta del futuro.

L'impressione che si ha è che i terreni dei bacinetti per qualche ragione, anzi per differenti ragioni, siano in sostanza tutti terreni permeabili o penetrabili. I suoli giovani hanno fessurazioni abbondanti e quindi inghiottono, come qualcuno ha detto ieri, una notevole quantità d'acqua.

I suoli antichi avendo una massa enorme a disposizione con aggregazioni di

notevole stabilità, con una permeabilità, dunque, ben più elevata di quella del substrato, sono anch'essi dotati se non altro di un'altissima capacità di ritenzione e là dove coperti da una vegetazione o erbacea permanente o addirittura da bosco, da foresta, hanno la lettiera o i primissimi orizzonti anche ricchi di attività biologica, quindi condizioni di discreta porosità. Questo significa, che in sostanza, contrariamente a quello che si è sempre pensato, per una serie di motivi il complesso dei suoli argillosi è in grado di ricevere una notevole quantità d'acqua e di trattenerla. E questo spiegherebbe allora i coefficienti di deflusso bassi.

Questa è una considerazione che non so se sia esatta, se tu sei d'accordo, o non sei d'accordo. La domanda, allora, era questa: il fatto di avere talora dei fenomeni di precipitazione intense con dei tempi di ritorno lunghi, questo, quanto può influenzare in definitiva questi coefficienti di deflusso?

**CHISCI** — Una risposta precisa a questa domanda non saprei darla in questo momento. In via ipotetica si potrebbe rilevare che l'innesto di un processo calanchivo potrebbe aversi casualmente, in connessioni con eventi pluviometrici eccezionali in grado di produrre fenomeni erosivi intensivi di tipo franoso, anche ingenti. Noi non abbiamo tuttavia osservato, durante il tempo reale della nostra ricerca, nessun esempio di questo genere. Sarebbe stato forse molto interessante se in connessioni con gli eventi pluviometrici eccezionali del Novembre '66 fossero state fatte anche delle rilevazioni sulla formazione e sullo sviluppo dei calanchi. Tali rilevazioni avrebbero sicuramente dato la possibilità di comprendere meglio la genesi e l'evoluzione dei fenomeni calanchivi che invece non siamo ancora in grado di definire esattamente. Dobbiamo comunque ricordare che mentre parliamo di un coefficiente di deflusso annuo pari al 12% in piccoli bacini rappresentativi da noi controllati nell'ambiente considerato, non mancano eventi che danno un coefficiente di deflusso pari anche al 75-80%. Queste differenze dipendono molto dal periodo stagionale e si riferiscono naturalmente a singoli eventi.

Se la dinamica della formazione del calanco, anziché essere dovuta a una evoluzione graduale nel tempo, fosse da collegarsi ad eventi di eccezionale gravità, il discorso, evidentemente, dovrebbe avere una diversa impostazione. Un altro approccio al problema delle genesi dei calanchi può essere ricavato dall'osservazione delle differenti morfologie riscontrate sulle argille plioceniche marine. I due tipi di paesaggio che abbiamo rilevato su tali formazioni sembrano avere, nell'ambiente considerato, una distribuzione grosso modo casuale.

E' anche vero in molti casi che la pendice calanchiva, in ogni unità bacinale con morfologia più accidentata, presenta esposizione sud-ovest.

Questo è un fatto sufficientemente accertato, e non può essere sconosciuto. Tuttavia, poiché le due diverse morfologie bacinali riscontrate nel paesaggio argilloso della Valle dell'Era sembrano avere una distribuzione casuale, esistono anche nei bacini a morfologia più stondata pendici esposti a sud-ovest, che non

hanno tuttavia caratteristiche calanchive.

Sembra interessante inoltre sottolineare — sempre nell'ambito dei dati di fatto — la consistente differenza nell'entità dei deflussi e delle asportazioni solide per unità di superfici nei due bacini rappresentativi a differente morfologia, in connessione con un medesimo evento pluviometrico. Infatti, il bacino a morfologia accidentata con presenza di processi calanchivi aventi il 35% di pendenza media, erode (come sedimenti trasportati attraverso una sezione determinata dall'asta principale) una minore quantità di materiale terroso rispetto ad un bacino con morfologia più dolce con presenza di biancane avente il 16% di pendenza media. Si deve ricordare, peraltro, che tutti e due i bacini rappresentativi contengono numerose briglie nelle aste fluviali.

La valle dell'Era è dunque molto ben sistemata nel sistema idrografico, ciò favorisce una consistente decantazione dei materiali solidi lungo il sistema idrografico stesso con conseguente riduzione del materiale asportato attraverso la sezione di chiusura a valle dei bacini rappresentativi. Dobbiamo fare poi un'altra considerazione: le acque di deflusso dei bacini su argille plioceniche marine sono ricche di sali. Talvolta hanno un contenuto di sali in soluzione pari o superiore a quello di torbida. Si può pertanto ritenere che tali sali in soluzione favoriscono la flocculazione delle particelle argillose in sospensione nelle acque di deflusso per azione di massa.

Anche ciò può dar luogo a una riduzione della quantità di materiale solido asportato dai bacini. Rimane comunque il fatto che nel bacino col 16% di pendenza media (a morfologia più stondata) ha luogo una erosione maggiore di quella verificata sul bacino col 35% di pendenza media (a morfologia più accidentata).

Pare pertanto alquanto azzardato parlare di grandi fenomeni erosivi nel caso dei calanchi.

Sono fenomeni di erosione di massa molto appariscenti che creano condizioni di pendenza inadatte a qualunque destinazione agricola o forestale. Tuttavia, non sono certamente formazioni critiche per quanto concerne l'erosione idrometeorica. I calanchi sono caratterizzati da erosione di massa cioè si staccano a pezzi.

Sarebbe lecito pertanto domandarsi: non potrebbe essere che gli ambienti a morfologia più stondata, che in definitiva sembrano caratterizzati da un rinnovamento più rapido della superficie del suolo per effetto dell'erosione idrometeorica, costituiscono una fase più avanzata dell'evoluzione geomorfologica del paesaggio argilloso? Questo è un punto interrogativo che attende una precisa risposta. Infatti, un processo dell'evoluzione storica del territorio è in questi casi estremamente difficile.

Sarà comunque utile che i pedologici evoluzionisti tengano presente d'ora in avanti il diverso livello di erosione scoperto per i due paesaggi a diversa morfologia per interpretare con più precisione l'evoluzione di questi paesaggi.

**PANICUCCI** — Volevo dare una risposta al prof. Mancini integrando ciò che ha

detto il prof. Chisci a proposito dei coefficienti di deflusso risultanti dai rilievi sui bacini sperimentali. E' vero che i valori dei coefficienti di deflusso sono stati molto bassi; su ciò può avere influito il fatto che la piovosità in questi ultimi anni sia stata sensibilmente inferiore ai valori medi di lungo periodo, ed inoltre, cosa molto importante, senza che si siano manifestati eventi di intensità molto elevata (c'è stato un evento eccezionale l'anno scorso di circa 90 mm in 1 ora, ma si è verificato in estate, inserito in un periodo senza altre precipitazioni, per cui non ha avuto alcuna influenza sul deflusso), e ciò può essere senz'altro considerato uno dei motivi che ha concorso a mantenere bassi detti valori del coefficiente di deflusso. Però devo aggiungere che bisogna stare attenti a non interpretare in maniera eccessivamente rigida i dati, perché è mia opinione che i coefficienti di deflusso che si ottengono siano significativi fino ad un certo punto. E dico ciò principalmente in base a due osservazioni: prima di tutto se si estrapolassero, anche molto grossolanamente e con criterio prudenzialmente non restrittivo, i dati che noi otteniamo dai bacini sotto controllo a tutto il bacino del fiume Era, non si arriverebbe a spiegarci la portata che il fiume può raggiungere. Questo potrebbe già significare che in effetti ci deve essere dall'unità di superficie bacinale un contributo maggiore di quello valutato.

Il secondo motivo che rafforza questa mia convinzione è che il lago che abbiamo sotto controllo nell'azienda, anche se i relativi dati non sono stati ancora elaborati, ha fornito ad alcune osservazioni preliminari, l'indicazione di un coefficiente di deflusso notevolmente superiore a quello dei piccoli bacini sui quali sono state installate stazioni idrometrografiche.

Ora, come si potrebbe spiegare questo fatto?

Secondo me è abbastanza logico pensare che mentre nel caso del lago anche l'acqua che penetra in profondità, soprattutto per effetto del fenomeno della capricciosità del suolo, perviene nell'invaso perché naturalmente l'invaso possiede una profondità tale da poter intercettare anche le acque che raggiungono strati assai profondi, ai limiti della roccia madre, che può trovarsi anche a qualche metro dalla superficie del suolo, viceversa nei bacini sperimentali potrebbe succedere che le acque che penetrano in profondità diano luogo ad una circolazione ipogea, che porta le acque a sfuggire all'intercettazione da parte della stazione di misura. Che possa avvenire un fenomeno del genere si può ipotizzare anche esaminando i risultati emergenti dalle ricerche sulle parcelle sperimentali nelle quali è stato attuato il drenaggio: infatti sembra probabile di poter affermare che una parte cospicua dell'acqua raggiunga, almeno in certi periodi dell'anno, una profondità superiore a quella della rete drenante posta ad 80-90 cm, sfuggendo così alla misura. Questa porzione di acqua peraltro, attraverso un cammino ipogeo più o meno lungo dovrebbe arrivare in parte alla rete idraulica principale e quindi dare giustificazione dei valori più elevati del coefficiente di deflusso, di cui prima ho detto.

**MANCINI** — Siamo sicuri che il lago è impermeabile?

**PANICUCCI** — Al prof. Mancini che mi chiede, al fine di valutare l'attendibilità dei dati e delle considerazioni che ne deriva, se sono sicuro che il lago sia impermeabile, posso rispondere come non abbia assolutamente alcuna importanza la conoscenza di questa prerogativa, perché è lapalissiano che, a maggior ragione, se il lago non fosse impermeabile i valori del coefficiente di deflusso reale si discosterebbero ancora di più da quelli dei bacini, e quindi è evidente che le mie considerazioni risulterebbero anzi ancora più avvalorate.

Tutto ciò che ho detto tende pertanto a mettere in guardia nell'interpretazione di certi tipi di dati, perché altrimenti si potrebbe rischiare di trarre delle conclusioni forse un tantino azzardate.

**MANCINI** — Volevo motivare il mio parere sul fatto che molti dei dati sui coefficienti di deflusso della letteratura sono scadenti. Mi sono una volta bisticciato, alcuni anni or sono, con l'allora direttore del servizio idrografico, all'Accademia dei Lincei, perché non riuscivo a spiegarmi i bassissimi coefficienti di deflusso che si hanno per il fiume Orcia che i toscani sanno essere un affluente dell'Ombrone grossetano e che ha una buonissima parte del suo bacino imbrifero nelle crete senesi; quindi non tornava molto l'idea, che mi ero fatta allora, che le perdite avvenissero a vantaggio delle alluvioni ciottolose, in certi tratti ci sono, per cui le misure dell'idrometrografo, si riferivano esclusivamente alla portata superficiale. C'erano probabilmente delle portate di subalveo abbondanti. C'era anche in alveo, per un tratto del fiume, una placca di travertino che, come tutti sanno, è carsico. C'era anche indubbiamente una perdita in alveo. Quindi le fonti di errore sono numerose in queste misure e non c'è dubbio che dobbiamo andarci con estrema prudenza.

**CHISCI** — Comunque i problemi più grossi sono quelli che ci danno minori preoccupazioni.

**MANCINI** — Sì, sì, ma ce ne danno tante, vedrai che ce ne daranno tante anche quelle. Soprattutto ai giovanissimi colleghi qui presenti, a quelli che hanno barbe e capelli un po' grigi non mi azzardo a dirlo, ai giovanissimi va ricordato che il dubbio è salutare nella ricerca scientifica.

**LULLI** — Rispondo al prof. Cecconi, perchè la mia precedente risposta deve essere chiarita. All'interno del bacino 24 troviamo una certa uniformità nei materiali. Dico materiali, perché evidentemente dopo questa discussione non so più....

Io direi che possiamo fare una triplice distinzione: suolo, substrato, roccia. Vediamo se si chiarisce questo discorso. Allora, nel passaggio dalla roccia, o dal substrato, al suolo, non si trovano differenze nei materiali. Cioè all'interno del

bacino 24 che si sia in un versante est, in un versante sud, o in un versante esposto a nord non esistono differenze. Non esistono né sui ripiani sospesi, né nei fondovalle, però troviamo delle notevoli differenze nei suoli. All'interno del bacino 11 esistono invece due condizioni nettamente diverse tra i materiali in sinistra e quelli in destra idrografica. Dove vi sono fenomeni di erosione, dal punto di vista pedologico non si notano differenze, cioè i suoli esprimono in ambedue le situazioni l'influenza del clima, e l'indirizzo evolutivo è fortemente condizionato dalla tessitura ereditata: dunque, sia in destra che in sinistra, dove è eroso, abbiamo delle fasi sottili con caratteristiche ben precise: suoli che erodono per franamento e via di seguito. Mentre dove il suolo può evolversi si differenziano degli orizzonti pedogenetici e, in qualche caso, è tanto forte la modificazione delle condizioni originarie con acquisizione di nuove strutture migrazione di argilla e lisciviazione ed accumulo di sali in profondità che le variazioni originali dipendenti dal substrato non sembrano avere alcuna influenza sul processo evolutivo. Solo se si sente l'effetto della roccia, nei suoli che sono fasi sottili di erosione e nella gran parte dei suoli disturbati e rimescolati dai processi di erosione di massa o da accumulo, che sono la gran parte, ci possono essere delle caratteristiche ereditate, ma non sufficienti per una distinzione tra suoli, se non a livello molto basso di classificazione: visto l'effetto uniformante di un clima con moderata stagione secca e visto che, in ogni caso, il fenomeno della fessurazione è comune a tutti. Se questo è vero per gli aspetti macroscopici dei suoli, non può esserlo beninteso per i prodotti dell'alterazione.

**SFALANGA** — Volevo integrare quanto già affermato dicendo che il substrato (parte attualmente esplorata) del bacino 11 è diverso dal substrato del bacino 24. In quest'ultimo abbiamo trovato una composizione mineralogica petrografica praticamente uniforme sia in senso areale che in senso verticale. Nel bacino n. 11, accanto al substrato che interessa la forma calanchiva, si è osservato un affioramento di materiali argillosi che inglobano dei noduli, a dimensioni variabili, diagenizzati. In questo affioramento il materiale è molto argilloso e l'acclività in relazione ai calanchi è minore. Dal punto di vista dei minerali argillosi il bacino che ha una morfologia più accidentata presenta dei materiali a un contenuto in minerali argillosi a reticolo espansibile più basso. Inoltre esistono anche delle differenze sulla natura dei minerali argillosi: nel bacino 11 è presente la montmorillonite, nel 24 la vermiculite. Queste differenze comunque, sono state trovate a livello di substrato e non di roccia inalterata.

**CECCONI** — La roccia, cioè quella che ha dato origine al suolo è la stessa o è diversa? Lo sapete o no?

**SFALANGA** — Attualmente, data la poca profondità investigata, non siamo in grado di stabilire cosa sia da riferire al substrato e cosa sia da riferire alla roccia inalterata, giacché a nostro avviso quest'ultima non è stata raggiunta.

**CECCONI** — Ecco, cioè non lo sapete.

**SFALANGA** — Se lei si riferisce alla roccia inalterata: no.

**CECCONI** — Va bene!

Andiamo per gradi; siete arrivati a studiare la roccia poco alterata? ora, nei diversi punti a, b, c, ecc. questa roccia poco alterata ha le stesse caratteristiche mineralogiche o no?

**SFALANGA** — A livello di substrati esistono delle nette differenze tra il bacino 11 e 24 ed esistono anche all'interno del bacino 11 tra versante sinistro e versante destro.

**VIOLANTE** — Mi pare che non sia chiaro, almeno per me non è molto chiaro, quale è in realtà la natura dei minerali argillosi presenti nei suoli della Val d'Era.

Sembra che siano presenti quasi tutti. In momenti successivi ho sentito che sono state identificate la vermiculite, l'illite, la clorite ed infine anche la caolinite.

Vorrei chiedere al dott. Sfalanga: a che livello è stata spinta l'indagine per l'accertamento dei minerali presenti nella frazione argillosa? Cioè: è stata fatta solamente un'indagine di ricognizione oppure, almeno per alcuni campioni, lo studio è stato approfondito?

I risultati sono stati ottenuti esclusivamente con l'impiego della diffrattometria ai raggi X o sono stati confermati dall'analisi termico-differenziale? Sono stati fatti tentativi di caratterizzazione per spettroscopia I.R.?

Forse l'incompletezza delle notizie riferite dipende dal fatto che lo studio è rimasto limitato alla ricognizione iniziale.

Gradirei sapere se l'indagine è stata portata oltre questo punto.

**MALESANI** — Non capisco cosa voglia dire "ricognizione" o indagine ricognitiva; sarà per deformazione, ma l'indagine e il riconoscimento dei minerali argillosi necessita sempre un notevole approfondimento.

Fatta questa premessa, per lo studio dei minerali argillosi, non credo che l'analisi termica differenziale dia, da sola, dei risultati: è un metodo di conferma per il riconoscimento di minerali argillosi individuati per altra via. La stessa cosa si può dire, almeno allo stadio attuale delle ricerche, per l'infrarosso. L'unico metodo esistente oggi per l'identificazione dei minerali argillosi è il metodo a raggi X. L'individuazione dei minerali è eseguita tramite l'analisi non solo del campione tal-quale (in quanto, come è stato osservato in un intervento precedente, dallo spettro ottenuto — riflessioni a 14, a 10, a 7 e così via — si

possono dare indicazioni che non sono conformi alla composizione reale) ma trattando con glicol, riscaldando a 400° ed a 600°, nonché con altri trattamenti che volta à volta, necessitano per chiarire meglio una certa associazione mineralogica.

Quando si parla di caolinite, nella relazione presentata da Sfalanga e Vannucci, di tipo ordinato, questa non esiste nel substrato o almeno si presume che non esista. Infatti nei campioni di substrato, non si rinviene caolinite, o si rinviene una caolinite di tipo disordinato che all'attacco acido (acido cloridrico al 10%) viene distrutta. Nel caso del rinvenimento della caolinite ordinata non spetta a noi giustificare da un punto di vista pedologico, perché è presente. La nostra è una osservazione, competerà ai pedològi, penso, chiarire meglio questo fenomeno.

A parte ogni altra considerazione, mi preme sottolineare che le analisi eseguite non sono "ricognitive", ma fatte con estremo dettaglio e secondo le tecniche più aggiornate per l'individuazione dei minerali argillosi.

Sulle determinazioni quantitative è un altro discorso, ma i dati qualitativi sono quelli reali, cioè quando si parla di vermiculite vuol dire che era presente della vermiculite in quel campione; quando si parla di montmorillonite è montmorillonite. D'altra parte ai molti od ai pochi presenti che si interessano a questo campo, faccio presente che sia la montmorillonite che la vermiculite e la clorite ad esempio "cadono" nella stessa posizione, quindi in pratica dall'analisi del campione tal-quale non si può precisare il minerale o l'associazione mineralogica presente senza eseguire gli altri trattamenti prima specificati per l'individuazione di un minerale argilloso.

Per quanto concerne altri sistemi, l'esperienza mi ha portato a una loro non utilizzazione. L'analisi termica, ad esempio, può essere eseguita e i relativi dati possono anche essere oggetto di pubblicazione, però non è un sicuro metodo di analisi, anzi quando l'associazione mineralogica è assai complessa, è necessario un altro metodo per precisare la composizione e successivamente interpretare lo spettro dell'analisi termica.

Ci sono casi che, per composizioni complesse (tipo le argille che stiamo discutendo) l'analisi termica dà uno spettro continuo come fosse tutta sostanza amorfa o non fosse presente alcun minerale argilloso.

Si verifica che gli effetti endotermici ed esotermici si annullano e si ottiene una linea continua senza alcun effetto. Pertanto credo che l'unico sistema per individuare i minerali argillosi sia quello con i raggi X. Per quanto concerne l'analisi quantitativa il problema è attualmente irrisolto. Ogni analista esegue delle analisi semiquantitative secondo una determinata tecnica, che servono di confronto tra i campioni.

E' un concetto non molto scientifico, però, da certi risultati: possono essere raffrontati i dati ricavati con lo stesso metodo di determinazione.

**MANCINI** — Avrei 4 prenotati: il dott. Lo Cascio, la Prof.ssa Arduino, il prof. Ceconi e l'Ing. Pumo. Ricordiamoci anche che i Colleghi dell'Istituto del Suolo

vogliono da noi un discorso sulla difesa e la conservazione del suolo. La parola a Lo Cascio.

**LO CASCIO** — Vorrei chiedere se è stata trovata una relazione tra i dati parcellari fino ad adesso a disposizione ed i modelli previsionali quali Wischmeier od altri.

**CHISCI** — Noi stiamo tentando di fare un modello idrologico delle parcelle, cioè di vedere se è possibile valutare l'entità del deflusso tenendo in considerazione i dati degli afflussi e tutte le caratteristiche parametriche inerenti il suolo e la vegetazione che possiamo introdurre in un modello di tipo stocastico. Il lavoro ancora non è finito. Ai primi tentativi di costruzione del modello mediante espressione multipla il coefficiente di determinazione risulta pari soltanto al 45-50%.

Probabilmente dovremo prevedere, anziché delle semplici relazioni di tipo lineare, alcune trasformazioni dei dati o l'introduzione di funzioni implicite più precise per esprimere le relazioni tra alcuni dei caratteri considerati.

Un altro tentativo verso la costruzione di modelli dell'erosione per piccoli bacini consiste nello stabilire l'entità del "delivery ratio", vale a dire del rapporto che c'è tra la valutazione potenziale dell'erosione in una unità idrografica più grande, a partire dai dati ricavati da unità idrografiche più piccole, e la reale entità dell'erosione verificata nelle unità idrografiche più grandi. Questo tipo di rapporto dovrebbe dare un'idea della differenza tra una valutazione potenziale dell'erosione, fatta scomponendo l'unità fisiografica come una scacchiera in tante unità che abbiano determinate caratteristiche uniformi e attribuendo a ciascuna unità un valore ricavato dai dati delle unità idrografiche più piccole, per fare poi il confronto tra il dato previsionale ed il dato effettivamente registrato in un determinato evento pluviometrico.

Purtroppo, nell'attuazione di queste ricerche, si fronteggia giornalmente il grosso problema dell'enorme difficoltà a seguire tutte le apparecchiature che avete visto in giro, ed anche di trascrivere ed elaborare i dati in tempo reale, in quanto il numero delle persone che sono disponibili per la conduzione di queste ricerche è troppo esiguo.

Questo è il problema principale, la *conditio sine qua non* che non ci consente di andare oltre le elaborazioni più grossolane.

Stiamo operando nondimeno con risultati buoni, se non ottimali. Abbiamo ad esempio appurato che il "delivery ratio" varia secondo le morfologie dei bacini. Nel bacino 11 da alcuni calcoli fatti, il rapporto entità attuale e valutazioni potenziate dell'erosione sarebbe sull'80% mentre nel bacino 8 il rapporto scenderebbe notevolmente. Le cause di queste differenze non sono ancora chiare.

**ARDUINO** — A proposito di minerali argillosi, desidero dire che esiste in Italia il gruppo italiano dell'A.I.P.E.A., Association Internationale Pour l'Étude des Argiles; anzi il prof. Veniale (che ne è stato il presidente fino ad ora, sostituito per avvicendamento dal prof. Palmonari di Bologna) mi ha chiesto di comunicare che l'A.I.P.E.A. si propone uno studio sui minerali argillosi dei sedimenti italiani. Si vorrebbe cioè formare un gruppo di studio che accogliesse quanti sono interessati ai minerali argillosi dei sedimenti italiani.

L'A.I.P.E.A. avrà in ottobre, a Bari, il suo secondo congresso nazionale.

Per quanto riguarda i suoli della zona che abbiamo visitato volevo chiedere se è stato condotto uno studio sulla vegetazione, intesa come fattore legato al suolo e alla sua formazione.

Benissimo quel che diceva il prof. Cecconi, il substrato è la roccia e bisogna accertare se vi sono differenze o meno in queste matrici. Però, per quanto riguarda il tipo di suolo, un aiuto non indifferente potrebbe essere dato dall'indagine sulla vegetazione vista appunto come un fattore del ciclo vegetazione-suolo-ambiente.

**MANCINI** — C'è qualcuno che intende rispondere a questo punto?

**RONCHETTI** — Volevo ricordare che l'importante argomento riguardante il rapporto tra suolo e vegetazione, era stato curato, fino a non molto tempo fa, da una nostra collega, la dott.ssa Steinberg, che purtroppo ci ha lasciati.

Trattandosi però di un tema assai importante, come giustamente ha sottolineato la prof. Arduino, è nostra intenzione non solo portarlo avanti, ma anche ampliare le nostre conoscenze nel settore con l'ausilio e la collaborazione degli Istituti di Botanica delle Facoltà Fiorentine.

**PUMO** — Desidero ritornare al problema idrologico per fare due diverse considerazioni: una riguardante il coefficiente di deflusso e l'altra l'entità del trasporto solido.

Per quanto riguarda il coefficiente di deflusso penso che occorra porre molta cura anche alla misura delle piccole portate. Infatti, facendo un esempio, la portata continua di 10 l/sec in un anno corrisponde grosso modo, per un bacino esteso 1 Km<sup>2</sup>, a 300.000 mc di deflusso, ossia a 300 mm di altezza di pioggia. Se la pioggia annua caduta è di 650 mm, tale deflusso equivale a circa la metà del piovuto; e quindi, trascurandolo, si incorrerebbe in un grosso errore di valutazione del coefficiente di deflusso.

Ora a me sembra, dagli strumenti di misura delle portate che abbiamo visto ieri, che gli stessi siano sufficientemente precisi per le misure di portate di una certa entità, ma che potrebbero lasciarsi sfuggire il controllo delle piccole portate che, come abbiamo visto anche dall'esempio, sono pure molto importanti per la deduzione dei coefficienti di deflusso. Questi strumenti, a mio avviso, si potrebbero integrare con altri misuratori di portata più sensibili alle portate

piccole. Si potrebbe collocare, ad esempio, a valle dello strumento installato uno stramazzo "Thomson" che è in grado di misurare anche portate dell'ordine di grandezza di 1/2 l/sec. Questo strumento verrebbe ovviamente scavalcato dalle portate cospicue che verrebbero sempre misurate dallo stramazzo esistente.

La differenza dei coefficienti di deflusso che sono stati dedotti mediante la stazione di misura delle portate suddetta, in confronto a quelli che il dott. Panicucci ha potuto dedurre con misure volumetriche nel laghetto collinare, potrebbe essere dovuta anche a questo fatto; anche se, personalmente, sono scettico sulla possibilità di poter effettuare misure volumetriche sufficientemente precise in un serbatoio, tenuto conto della diversa densità degli strati di materiali solidi depositati e dell'eventuale presenza di vegetazione.

Il fatto che i coefficienti di deflusso siano risultati molto bassi potrebbe dipendere dalla distribuzione delle piogge nell'anno. Infatti, com'è noto, se la pioggia annua è costituita da molti eventi di modesta intensità viene assorbita in misura cospicua dal terreno. Quindi bisogna vedere anzitutto se i coefficienti segnalati si riferiscono ad un lungo periodo di osservazione e in qual modo si tiene conto, oltre che dell'entità della pioggia annua, anche della sua distribuzione temporale, e soprattutto se vengono trascurate le piccole portate.

A mio avviso si deve avere molto riguardo all'aspetto distribuzione delle piogge e bisogna cercare di mettere in relazione la distribuzione stessa con i coefficienti di deflusso rilevati. Ciò è stato fatto?

Per quanto riguarda l'entità del trasporto solido, vorrei sapere per quanti anni sono stati rilevati i dati e se gli eventi di pioggia sono stati di una certa rilevanza. Il fatto che in bacini meno pendenti si sia rilevato un trasporto solido maggiore che in bacini più pendenti, a parità di situazioni geologiche, di utilizzazione del suolo e di apporti fluviali, infatti sorprende. Se le piogge sono state di modesta intensità è probabile che in tale deduzione abbiano avuto molta influenza eventuali errori sperimentali o di misura. Potrebbe allora succedere che per precipitazioni di notevole entità, che in genere portano a valle enormi quantità di materiale solido, la situazione si capovolga riportandosi alla normalità.

In conclusione, se nel periodo di osservazione si sono verificati per entrambi i bacini precipitazioni notevoli restano certamente quelle perplessità segnalate e bisogna capire perché succede che il bacino meno pendente è soggetto ad una maggiore erosione del bacino più pendente. Se viceversa tali precipitazioni non si sono verificate, può darsi che, ai fini dell'entità del trasporto solido, la diversa distribuzione e intensità delle piogge abbiano avuto un peso maggiore rispetto all'influenza della pendenza dei versanti nei due bacini. Grazie.

**CHISCI** — La ringrazio dei suggerimenti e delle indicazioni, reputo che ci sia forse da dire ancora qualcosa in riferimento alle piccole portate. Le nostre bocche a stramazzo HL dell'U.S.D.A. hanno già la possibilità di misurare portate molto piccole minori di 1 l/sec.

Bastano 2-3 cm. di acqua perché l'idrometrografo, pur non avendo molta

sensibilità, riesca a registrare la portata nel canale con una bocca a stramazzo di questa particolare conformazione a trapezio rovesciato. D'altro canto, esaminando il tipo di eventi pluviometrici tipici dell'ambiente della Val d'Era e i relativi idrogrammi di deflusso, si rileva che anche d'inverno non vi sono piogge piccole e prolungate, cosicché gli idrogrammi di deflusso raggiungono normalmente il picco molto rapidamente e altrettanto rapidamente si esauriscono, per cui non si hanno lunghi periodi di piccole portate.

Comunque cercheremo di esaminare meglio gli idrogrammi di deflusso, soprattutto quelli dove non riusciamo bene a valutare la curva di esaurimento: riteniamo comunque che da un punto di vista quantitativo l'importanza di tali code non sia tale da suggerire di mettere un altro strumento, moltiplicando così il numero di apparecchiature, ciò che rappresenta per noi sempre un grosso appesantimento del lavoro.

In generale siamo comunque prudenti nell'affermare la scarsa importanza della misura delle piccole portate risalendo, i primi dati raccolti sul bacino 26 solo ad un paio di anni fa, anche se per i bacini 8 e 11, il periodo di rilevazione è stato molto più lungo.

Sull'argomento ci ripromettiamo di ritornare, anche in relazione alla misura degli errori concernenti la valutazione dell'erosione, quando avremo una più completa casistica.

**MANCINI** — Qual'è la portata minima che si misura con la bocca di ieri?

**CHISCI** — Con le nostre bocche a stramazzo di tipo HL, la portata minima data dagli americani, è di 2 litri/sec.

Se 2 l/sec. dovessero continuamente passare per lunghi periodi si tratterebbe di un volume di acqua non trascurabile. Bisogna però considerare che le nostre bocche tireranno 25-30 giorni all'anno nell'ambiente considerato, generalmente si tratta di eventi pluviometrici temporaleschi con deflusso a tipo torrentizio, per cui le portate minori di 2 l/sec. sono praticamente trascurabili.

**PANICUCCI** — Una breve integrazione di quello che ha detto il prof. Chisci. In effetti quel tipo di bocca ha una certa limitazione sulle piccole portate; d'altra parte quando è stata installata il problema principale che interessava risolvere era quello di misurare le portate più elevate, perché si pensava che costituissero il dato più importante, relativamente all'idrologia dei piccoli bacini. Pertanto era stata scelta quel tipo di bocca perché consentiva misure di portata abbastanza elevate, pur permettendo di valutare le piccole portate, seppure con una certa approssimazione. Queste le due esigenze che abbiamo dovuto conciliare.

Nel lago la misura delle portate è stata effettuata con diverso criterio. Infatti ci sono 2 bocche in serie; ce n'è una grande all'imbocco del canale sfioratore, che misura fino a 6-7 mc/sec., e c'è al termine dello sfioratore una

piccola bocca a stramazzo che permette di valutare con sufficiente precisione portate da 0,2-0,3 l/sec. fino a 30-35 l/sec. Con questo sistema si è coperto, dunque, tutto il campo di misura in un modo che io ritengo sufficientemente preciso.

Per quanto riguarda il problema del trasporto solido, mi sembra vi abbia già accennato il prof. Chisci, io credo che si possa dire che la sua entità, oltre ad essere collegata alla questione della scarsa piovosità nel periodo delle osservazioni, è influenzata dal fatto che sicuramente c'è sì erosione, ma avviene anche una rideposizione di materiale all'interno dei bacini, alcuni dei quali del resto sono sistemati anche con briglie, e pertanto vi si sono formate abbastanza rapidamente delle colmate e delle aree pianeggianti che costituiscono zone di calma, le quali favoriscono a loro volta la decantazione delle acque. Questo fatto dunque influisce sensibilmente sul bilancio del trasporto solido eseguito con i dati della stazione idrometrografica, però sulle pendici l'entità dell'erosione è sicuramente superiore a quella che la misura del trasporto solido lascerebbe supporre.

Quindi, secondo me, all'interno di un bacino si verifica una situazione per la quale esiste un problema di erosione che potrebbe interessare dal punto di vista agronomico, cioè come perturbazione dell'equilibrio all'interno della parcella o dell'unità aziendale anche per quanto attiene all'asportazione di elementi nutritivi, però non c'è un'influenza negativa rimarchevole agli effetti della funzionalità della rete idraulica sottostante.

Per quanto riguarda poi la correlazione tra i dati del bacino 11 ed i primi dati del bacino 26, che fornisce un risultato che appare diciamo quasi un po' inatteso, cioè quello di evidenziare che un bacino più coltivato, naturalmente non a scapito della superficie boschiva, fornisce un maggior volume di deflusso sia liquido che solido, secondo me, viceversa, non è da considerare una sorpresa; infatti un'indagine di carattere bibliografico, che attualmente sto approfondendo, relativa ad un gran numero di corsi d'acqua italiani, mi ha portato a trarre delle indicazioni che indirizzano verso una conclusione: cioè che i bacini nei quali diminuisce la quantità di terreni coltivati mostrano una tendenza alla diminuzione del deflusso liquido e di conseguenza, ancor più che proporzionalmente, anche di quello solido. Questo pertanto darebbe un colpo alla piuttosto diffusa e troppo generica teoria, ed agli slogan conseguenti, che la presenza dell'uomo sulla terra sia essenziale per il buon equilibrio idrogeologico dei versanti.

Questa può essere una opinione molto discutibile, ma indubbiamente questi miei risultati sembrerebbero collimare con i risultati sperimentali che veniamo acquisendo.

**SPADA** — Io volevo ricollegarmi alla domanda che è stata fatta in precedenza per quanto riguarda il bacino n. 11 che abbiamo visto ieri.

Nei piccoli inizi di calanco e mi pare di aver visto, c'è una zona di erosione superficiale a cotica erbosa, frastagliata. Io volevo sapere questo: dato che siamo in presenza di una neoerosione, che metodologia pensate di applicare per la

sistemazione di questi calanchi?

Siccome sono forestale ho pensato subito come poter fermare questo inizio di erosione superficiale prima che si arrivi a conseguenze irreversibili.

La seconda domanda si ricollega al bacino 11, in cui le percentuali di bosco, leggo dagli Annali, sono: cespuglio continuo e bosco 37,5%, zone nude o con cespugli isolati 32,3%, terreni coltivati 30%; vorrei sapere che entità di bosco ha il bacino 24?

Appunto perché sarebbe interessante sapere anche la differenza che c'è tra questi due bacini, per quanto riguarda la zona boscata e la zona cespugliata, che io personalmente cercherei di non mettere sotto la voce zone nude e cespugliate perché la zona nuda ha un tipo di erosione e un tipo di trasporto solido ben differente dalla zona cespugliata.

Quindi vorrei sapere anche la percentuale di terreno nudo, non coltivato.

Riferendomi poi a quello che Lei ha detto ieri che nella zona prativa, in quelle particelle che abbiamo visto, l'erosione superficiale, benché minima, è senz'altro inferiore a quella delle zone coltivate. Appunto per questa ragione vorrei sapere quanto questa zona cespugliosa o prativa è in percentuale rispetto al nudo. E che cosa intende per nudo? Non coperto da cotica erbosa, oppure non coperto da vegetali di altro genere.

Queste sono le mie domande.

**CHISCI** — Risponderei solo ad una delle domande in riferimento alla questione delle frane.

Noi non interveniamo in alcun modo nella sistemazione e nella difesa dalle frane nei nostri piccoli bacini sperimentali. Essi vengono lasciati nelle condizioni naturali e antropiche loro proprie.

Quest'anno è stata una annata molto piovosa, che ha favorito in maniera eccezionale la manifestazione di fenomeni franosi superficiali. Si ritiene peraltro di poter affermare, in base alle nostre attuali conoscenze, come non sembri esserci un legame preciso tra l'apparire di piccoli fenomeni franosi e l'affermarsi del fenomeno calanchivo.

**PANICUCCI** — Per quanto riguarda la sistemazione del calanco gli operatori, quando hanno problemi di stabilità che riguardano i loro terreni, operano con un sistema che è stato ideato in Valdera: creano dei fossetti sulla cresta dei calanchi in modo che l'acqua incanalata nei fossetti tende a smantellare le creste principali a vantaggio ...

**CHISCI** — Questo sistema è stato ideato dai forestali e non serve assolutamente a niente.

**MANCINI** — Non ho un bellissimo campanaccio, ma posso fare din don se è

proprio necessario,

**LULLI** — I calanchi che si trovano nel bacino 11, a mio avviso, sono calanchi da lunga data.

Pensare a delle variazioni climatiche nel passato tali che abbiano permesso degli insediamenti vegetali di tipo diverso da quello attuale erbaceo, è possibile; però dal momento che noi ci troviamo in ambiente mediterraneo, sono convinto che il calanco si è formato e proceda con un certo ritmo continuo da sempre. Se poi si pensa allo stesso fenomeno calanchivo come un insieme di vincoli intrinseci ed estrinseci, il calanco una volta insediato, rimane. Il processo calanchivo, secondo me, è un processo di erosione normale, o geologica e, come tale, difficilmente colonizzabile.

A proposito poi della vegetazione arborea, bisogna dire che il bosco nel bacino 24 non esiste perchè avendo una pendenza media del 14% è stato completamente colonizzato. L'utilizzazione agricola è continua con i soliti avvicendamenti del nostro ambiente. D'altra parte i boschi che si trovano in sinistra idrografica, nel bacino 11, sono boschi che si insediano su suoli molto profondi e sono in una condizione del tutto particolare. Non penso, nel tentativo di anticipare alcune intenzioni del dott. Spada, che si possa fare una bonifica forestale in Valdera nelle zone in cui l'erosione di massa si è insediata.

Un'altra cosa volevo dire: non ho visto, e, con le mie conoscenze, non immagino in Valdera una erosione regressiva sufficiente per innescare un processo calanchivo partendo da una frana o da uno sliding superficiale o altro, e che si verifichi con materiali e con pendenze diverse. Cioè, secondo me, vi sono delle cause predisponenti precise che localizzano i calanchi in aree ben definite.

Questa è un'ipotesi, non è un'affermazione definitiva.

**MANCINI** — Il raffronto tra il nudo e il cespugliato.

**LULLI** — Ho inteso "nudo" quelle aree che hanno, durante il periodo invernale, una certa copertura erbacea, ma che rimangono quasi completamente denudate durante il periodo estivo. Mentre per "cespugliato" si intendono quelle aree, in genere esposte a Nord, che hanno una copertura arbustiva e sono interessate da fenomeni franosi, e quelle aree, alla base dei calanchi, dove l'erosione selettiva ha permesso l'accumulo di sedimenti sabbiosi.

**CECCONI** — Prima di tutto mi compiaccio con i relatori dello Istituto del Suolo, che non possono essere certamente accusati di conformismo.

Per quanto riguarda il problema delle differenze fra terreno lavorato e non lavorato, ma coperto di vegetazione, anche se non si può prendere niente come scontato, penso che i risultati riportati in letteratura oltre quelli osservati di

persona, abbiano ormai chiarito la questione.

D'altra parte ricordiamoci che la Valdera non rappresenta una zona calanchiva classica. Nei terreni presi in esame infatti, la sensibile concentrazione di solfato di calcio provoca un alto rapporto  $\frac{Ca + Mg}{Na}$  con conseguente maggiore permeabilità all'acqua, e quindi crea un ambiente assai diverso dai terreni dove il rapporto  $\frac{Ca + Mg}{Na}$  è invece molto basso.

Rispondendo, molto brevemente, al Prof. Malesani, dico che sono senz'altro d'accordo con la questione dell'analisi quantitativa, e con il fatto che la termo-differenziale e l'infrarosso sono mezzi prevalentemente ausiliari alla roentgenografia e che spesso vengono usati più per avere grafici da mostrare che per effettiva necessità.

Per quanto riguarda la caolinite mi guardo bene dal dire che voi avete sbagliato, ma solo che ho forti dubbi che la caolinite ordinata da voi reperita sia, in questo clima, caolinite pedogenetica.

Nei tanti anni della mia esperienza di lavoro in questo campo io ho trovato la caolinite, in quantità non certo predominante, nei suoli dei nostri climi temperati in forma disordinata e, quando, come ad es. nel bacino dell'Agri la caolinite era bene cristallizzata, essa era presente anche nella roccia argillosa, era cioè chiaramente ereditata.

Questo ho riscontrato ripetutamente, ma non escludo categoricamente che possa trattarsi di numerosissimi casi particolari.

**MANCINI** — Allora c'è il prof. Fierotti, se non sbaglio.

**FIEROTTI** — All'Azienda Vicarello, abbiamo avuta la possibilità di osservare tre profili di tre differenti suoli. Uno rappresentativo della serie Mattaione, uno rappresentativo della serie Pegolina ed uno rappresentativo dei Vertisuoli.

Si tratta di tre suoli differenti l'uno dall'altro e quindi, molto probabilmente, con erosione superficiale differente.

Gradirei avere delucidazioni sul comportamento che i tre suoli hanno di fronte non solo all'erosione superficiale ma anche di fronte all'erosione verticale, interna cioè al profilo, la quale molto spesso può essere apprezzata anche a vista e può costituire un elemento chiarificatore nella dinamica dell'erosione stessa.

Dando una scorsa poi alle analisi effettuate sui campioni di suolo prelevati lungo i profili rilevo che non sono state effettuate misure dell'indice di stabilità strutturale, cosa che a me sembra che invece vada fatta. Malgrado questo indice, vada inteso più in senso agronomico che pedologico, nel caso specifico esso può assumere un'importanza particolare. Infatti questa indagine se interessa i diversi orizzonti del profilo del suolo può dare utili indicazioni sul comportamento del suolo stesso di fronte all'erosione.

Per esempio gli elementi strutturali di alcuni vertisuoli hanno in genere un indice di stabilità strutturale molto elevato, di conseguenza questo tipo pedologico, fra i tre osservati a Vicarello, dovrebbe essere il meno esposto all'erosione.

Per quanto riguarda le considerazioni fatte in questa sede sull'azione esercitata dal clima e dal micro-clima sull'evoluzione del suolo sono d'accordo. Tuttavia, nei riguardi dell'erosione, il suolo è attore primario, ed è al suolo, come giustamente hanno fatto i pedologi dell'Istituto, che vanno dirette le maggiori attenzioni attraverso le più accurate ricerche ed indagini sia di laboratorio che di pieno campo. Grazie.

**LULLI** — Poiché la differenziazione dei suoli è stata realizzata dopo che le parcelle sperimentali erano già state allestite, è quasi impossibile misurare la risposta dei tre suoli trovati alle cause che li sollecitano. Di questi, tuttavia, abbiamo valutato il fattore di erodibilità, il K di Wischmeier, che è risultato diverso tra suolo e suolo.

Studi poi sull'erosione verticale non ne abbiamo fatti; abbiamo fatto semplicemente delle osservazioni. Vi è un movimento verticale dei sali ed esiste, in parte, anche una migrazione di materiale fine. Però, poiché si tratta di suoli con caratteri vertici solo raramente si possono osservare dei fenomeni di colamento. Che questi abbiano influito sul comportamento del suolo all'erosione non lo posso assolutamente dire.

La stabilità strutturale infine non l'abbiamo ancora trattata.

**RONCHETTI** — Abbiamo già comperato la strumentazione, e dato il notevole interesse, di questo tipo di studio, è nostra intenzione porlo presto in atto.

**PIETRACAPRINA** — Credo che in situazioni come quelle viste ieri mattina allorché, per motivi vari, si verifica un distacco o una rottura nella cotica erbosa lungo un pendio noi siamo inizialmente in situazione di frana ma potenzialmente avviati verso un'evoluzione di tipo calanchivo.

E adesso, una domanda al prof. Chisci; vorrei sapere se nella misurazione delle torbide che prelevate durante le precipitazioni interessanti il territorio in istudio tenete presente la possibilità di continuare il prelievo o per lo meno l'osservazione anche a situazione stabilizzata ovvero a torbidità scomparsa. Questo perché, così come avviene in molte zone argillose delle alte vallate Lucane, potrebbe verificarsi una ripresa del ciclo torbiditico per scollamento a monte di placche argillose contenenti acqua anche diversi giorni dopo il termine delle precipitazioni.

A mio avviso sarebbe importante tenere sotto controllo tale eventualità poiché, verificandosi, dimostrerebbe una fase calanchiva in atto.

**CHISCI** — Al momento non abbiamo alcuna misura del contenuto di torbida delle acque di deflusso durante l'evolversi dell'evento.

Nei nostri bacini sperimentali, generalmente le curve di esaurimento dell'idrogramma di deflusso finiscono a zero. Difficilmente abbiamo un deflusso

di base all'iniziare di un evento, ed abbastanza sporadici sono i casi, nel periodo invernale, in cui si ha ancora, durante la fase di esaurimento dell'idrogramma di deflusso, una ripresa della piovosità e quindi una seconda piena.

Nuovi dati sulla misura delle torbide anche durante la fase di recessione dell'idrogramma di deflusso, potranno essere, ottenuti con il campionatore a pompa PS-69 che abbiamo installato quest'anno, in quanto l'apparecchio consente di avere campioni durante tutto l'arco di tempo in cui si verifica il deflusso. Fino a questo momento, invece, abbiamo operato con un campionatore a singolo stadio (*single-stage bottle*), con il quale abbiamo potuto avere soltanto un campionamento integrato nel corso della formazione dell'onda di piena, cioè quando l'acqua arrivava all'altezza del sifone di entrata nella bottiglia, corrispondente ad un'altezza dell'idrogramma di deflusso determinabile, attraverso la quale possiamo leggere il tempo del prelevamento.

Per tornare alle frane ripeto che non prevediamo di sistemarle ma non possiamo impedire agli agricoltori di farlo se lo credessero opportuno, perché essi operano del tutto liberamente sui terreni che si trovano nei bacini sperimentali.

Vorrei sottolineare che, fino a questo momento, non abbiamo avuto inconvenienti di sorta né con gli agricoltori del luogo, né con cacciatori che abbiano sparato agli strumento. Questo ci conforta molto e speriamo che tale atteggiamento continui anche per il futuro.

**SFALANGA** — Vorrei rispondere al prof. Pietracaprina che ha fatto nei suoi due interventi una serie di osservazioni molto interessanti e che evidenziano in modo chiaro la difficile e complessa problematica dell'assetto morfologico che caratterizza l'ambiente da noi ieri visitato.

Una delle forme erosive più esaltate, quella calanchiva, sembra avere destato in generale un notevole interesse, sia per le sue forme particolarmente aggressive, che danno al paesaggio un aspetto frastagliato e discontinuo, che per i fenomeni di erosione (diffusa e di massa) osservabili in quella sede.

Preciso subito che noi non abbiamo ancora tutti gli elementi necessari a stabilire le cause che determinano l'instaurarsi di una tale forma di erosione. Abbiamo tuttavia fatto numerose osservazioni di campagna a carattere generale e sono in corso una serie di indagini di laboratorio su un limitato numero di campioni prelevati in due aree specifiche; una a morfologia spiccatamente calanchiva (bacino 11, da noi ieri visitato) ed una a morfologia stondata (bacino 24). Si tratta quindi di una indagine preliminare che serve a "testare" una serie di ipotesi di lavoro, una delle quali è che la composizione granulometrica e l'associazione mineralogica possano rappresentare un elemento fondamentale per l'instaurarsi di una simile forma erosiva.

Infatti come era stato già notato dal Mazzanti (1961) la distribuzione delle aree calanchive nella valle dell'Era è localizzata al passaggio tra le sabbie Astiane e le argille Piacenziane. Tale passaggio litologico corrisponde in pratica ad una variazione di condizioni di sedimentazione che da un litotipo prevalentemente sabbioso conduce, attraverso una serie di episodi più o meno siltosi, verso le vere

e proprie argille.

Ecco allora che se noi seguiamo l'assetto morfologico in una sezione ideale che da Volterra ad esempio prosegue verso Nord-Ovest, incontriamo per primo le sabbie, su cui è edificata Volterra, (che in questo punto sembrano avere una potenza di oltre un centinaio di metri circa), che hanno dato origine alle famose "balze" e proseguono ininterrottamente fino alla base del dirupo. A queste fanno seguito dei silt che da sabbiosi verso l'alto passano ad argillosi verso il basso. Su questi materiali sono impostate le forme calanchive che sono esaltate dai caratteristici anfiteatri che vi si possono osservare. Ancora verso valle, infine, i sedimenti diventano prettamente argillosi e il paesaggio diventa meno aspro e dalle forme più stondate.

A questa distribuzione di forme corrisponde quindi una variazione della composizione granulometrica e necessariamente è associata ad una variazione di ambiente di sedimentazione. Tale caratteristica influenza direttamente l'assetto morfologico condizionando le proprietà fisico-meccaniche, a cui tale assetto è strettamente legato.

Risulta altresì che al variare dei rapporti tra le frazioni granulometriche si abbiano notevoli diversità nei comportamenti acqua-terreno, che sono il motivo fondamentale della differenziazione a livello erosivo dei materiali.

A quest'ultimo proposito si può affermare che a parte l'erosione diffusa, che a mio avviso è strettamente legata ai minimi contenuti di umidità naturale che il materiale può raggiungere nei periodi in cui l'essiccamento è più spinto, quella che maggiormente colpisce per la sua ciclicità, sembra abbastanza regolare, è l'erosione di massa.

Questa si manifesta ed interessa in maniera preferenziale quasi tutti i versanti degli anfiteatri calanchivi. Quivi si notano delle frane superficiali, che normalmente localizzano il piano di scivolamento nel suolo e precisamente nell'orizzonte C. Quell'orizzonte cioè dove sono già in atto i fenomeni di alterazione fisico-chimica legati alla pedogenesi, ma in cui ancora è abbastanza evidente l'organizzazione strutturale della roccia madre.

Questi movimenti di massa avvengono preferenzialmente in due periodi dell'anno: in autunno in corrispondenza delle prime piogge, ed in primavera inoltrata durante il periodo di maggiore essiccamento. Si nota anche, a volte, qualche movimento di massa durante l'inverno che può essere associato alle frane di liquefazione ma, data la scarsa quantità di minerali argillosi a reticolo espandibile, non rappresentano un fenomeno diffuso. Si verificano solo in casi e situazioni particolari. (es. su materiali già disarticolati da movimenti precedenti, in particolari zone di accumulo di acqua, ecc.).

Le condizioni fisiche del materiale legate ai periodi in cui questi movimenti di massa avvengono sono alquanto diverse. Comincerò con il descrivere quelli che avvengono in corrispondenza delle prime piogge autunnali.

In questo periodo il materiale si trova abbondantemente fratturato sia in superficie che in profondità. Attraverso tali superfici di discontinuità penetrano le acque meteoriche. Ma essendoci una differente organizzazione, sia in dimensioni che in struttura, in questa rete di fratture fra suolo e substrato si creano in

corrispondenza dell'orizzonte C (che è quello di transizione tra la roccia e il suolo) dei contenuti in acqua che portano il materiale in prossimità del limite liquido. Considerando infatti che normalmente questi materiali si trovano a pendenze notevoli e che, data la composizione granulometrica, basta in media il 30-40% di acqua riferita al peso secco per arrivare al limite liquido, si spiega facilmente come avvengono questi fenomeni di scivolamento.

Durante la primavera inoltrata il fenomeno è inverso, il materiale più superficiale torna ad essere in disequilibrio per perdita differenziata di acqua. Cioè da una massa che ha inizialmente circa lo stesso contenuto di acqua per evaporazione si riforma la vecchia struttura di fratture, sempre nello stesso punto, (come è stato dimostrato già da qualche anno da alcuni colleghi) lungo le quali data la diversa aereazione si arriva ad un contenuto di acqua differenziato che si trasforma in una differenza di consistenza del materiale e quindi in una diversa resistenza, la quale risulta minima ancora al passaggio tra roccia e suolo.

Questo fenomeno, che è stato solo osservato ma non studiato, presenta una certa ciclicità. Infatti i piani di scivolamento lungo i quali sono avvenuti i movimenti di massa resteranno stabili per diversi anni. Ciò permetterà al materiale di riorganizzarsi ed alterarsi dal punto di vista pedologico fino a formare dei regosuoli i quali saranno ancora una volta asportati da un successivo evento franoso.

Purtroppo come dicevo prima sono fenomeni osservati e non studiati per cui non siamo in grado di proporre nessun rimedio. Ma ritengo personalmente che non sia sufficiente una sistemazione e regimazione delle acque, anche perché dato il sistema di fratture di cui è interessato tutto il materiale, la circolazione sotterranea è maggiore di quella superficiale. Resta comunque valida l'ipotesi che questo modo di erodere è tipico delle aree calanchive, e più di un'area di dissesto è da considerare una normale forma d'erosione.

**MANCINI** — Per evitare delle confusioni, a prescindere dal fatto che sarà difficile trovare nel vocabolario la parola "stondato", vi pregherei di non confondere le superfici dove ci sono i paleosuoli, ci sono resti di terrazzi, ecc. .... da quelle a morfologia più dolce dove questo non avviene. Altrimenti non ci intendiamo.

**ARU** — Diversi anni fa in Valdera ha operato, nel campo delle sistemazioni idrauliche, il Consorzio di Bonifica di Volterra. Tali sistemazioni sono state eseguite sotto la direzione di Gino Passerini, a seguito di numerosi studi sui deflussi liquidi e solidi sia in laboratorio che in campagna.

Le informazioni su questi deflussi sono contrastanti con quelle che ci avete dato in questi giorni. Le stesse notizie sulle produzioni cerealicole sono nettamente migliori rispetto a quelle che conoscevo.

Ne risulta pertanto un quadro diverso dell'ambiente soprattutto sotto l'aspetto della potenzialità.

Vorrei sapere ora il vostro parere in merito alla potenzialità di questi suoli e se avete pensato ad una metodologia per poterla valutare quantitativamente.

**CHISCI** — Non è possibile certo estrapolare direttamente i dati quantitativi dell'erosione sulle parcelle a tutta la Valle dell'Era. Questi dati parcellari si riferiscono peraltro a tecniche di coltivazione molto precise. Dal punto di vista agronomico, essendo peraltro diversi anni che operiamo in questa nostra azienda di Vicarello siamo arrivati ad un certo perfezionamento anche in relazione agli aspetti tecnologici dell'esercizio dell'agricoltura in questi tipi di terreno.

Volendo estrapolare dai dati delle produzioni dell'azienda sperimentale alle condizioni ordinarie di agricoltura nell'area argillosa della Val d'Era bisognerebbe fare delle valutazioni più prudenti. Non vi è dubbio però che in annate non particolarmente sfavorevoli, le produzioni possono essere e sono di fatto abbastanza soddisfacenti, anche in queste zone ritenute di agricoltura povera. Gli imprenditori agricoli che operano in queste località attualmente, secondo la mia opinione, se la cavano piuttosto bene, specialmente con l'attività pastorizia ovina sviluppata da imprenditori sardi. Anche l'attività strettamente agricola è abbastanza soddisfacente, attraverso la coltivazione dei cereali e l'allevamento bovino da ingrasso.

Dunque il potenziale per un buon sfruttamento agricolo c'è. In relazione alle opere sistematorie nel sistema idrografico si deve rilevare che ne esistono troppe, ed anche a livello capillare, in tutta la zona argillosa della valle dell'Era.

Questa sovrasistemazione del sistema idrografico è probabilmente collegata alla necessità d'impiego della mano d'opera nei cantieri di lavoro di enti pubblici, al fine di assorbire i disoccupati del luogo.

I nostri dati, sebbene non siano ancora sufficientemente estesi nel tempo, mettono comunque in evidenza che le necessità di opere di difesa nel sistema idrografico è realmente piuttosto modesta, sia per quanto concerne una riduzione dei coefficienti di deflusso, sia in relazione al controllo del trasporto solido.

**MANCINI** — Non c'è dubbio però, che nel comprensorio della Valdera, e per la spinta data dal prof. Passerini, e per la capacità operativa dell'ing. Gabellieri, che ha diretto per tanti anni il consorzio, abbiamo bacini sistemati piuttosto bene.

Come il Levisone affluente della Sieve è il monumento del nostro maestro Livio Zoli, così direi che nel bacino dell'Era c'è ottima testimonianza dell'opera di questi due studiosi.

**SANTORO** — Un'osservazione che ha fatto ora il prof. Chisci mi dà lo spunto ad un brevissimo intervento. Il prof. Chisci ha detto: sappiamo come sono fatti i progetti di sistemazione.

Quindi in taluni casi, a suo parere, che io penso di poter condividere, si è arrivati a costruire opere forse in numero maggiore di quelle strettamente necessarie. Ma c'è un pericolo più grande, è cioè che si intervenga laddove

l'urgenza della realizzazione dell'opera sistematoria non è, in realtà, manifesta.

Il discorso allora si pone in questi termini: sarebbe opportuno disporre di uno strumento per la valutazione della priorità degli interventi. In altre parole, i progetti di sistemazione seguono talora criteri che sfuggono al "buon senso tecnico" a causa del deprecabile rapporto che fatalmente finisce con l'instaurarsi tra "tecnico" e "politico".

Credo però che se si potesse disporre di carte tematiche, le quali indichino le vie di priorità da seguire, e quindi consentano una pianificazione degli interventi, si compirebbe un'opera meritoria.

Io vado sostenendo da qualche tempo, anche se ho tante perplessità, che carte tematiche le quali si rivolgano essenzialmente a due fattori, che sono poi quelli fondamentali nella definizione quantitativa dell'erosione del suolo, per esempio al clima e quindi all'influenza dell'aggressività della pioggia, e alle caratteristiche intrinseche del terreno e quindi all'attitudine del terreno ad essere eroso, potrebbero portare proprio un grosso contributo alla valutazione qualitativa di cui ho fatto cenno prima. Le carte dovrebbero servire a mettere in evidenza quali sono le zone in cui si deve intervenire in via prioritaria, perché in esse si combinano la più grande aggressività della pioggia e la maggior attitudine del terreno all'erosione. Poco fa era stato chiesto dal prof. Lo Cascio se questi dati sperimentali, questi dati parcellari che l'Istituto va ricavando, avevano subito un confronto per esempio con i valori di perdita di suolo che si potrebbero dedurre dall'equazione di Wischmeier. Mi rendo conto, il prof. Chisci lo ha messo bene in evidenza, che i dati forse sono ancora pochi. Però mi è sembrato di capire che qualche elaborazione di calcolo dell'indice di aggressività certamente è stata già fatta.

Con questo non è che voglia dire che io credo ciecamente all'equazione cosiddetta "universale" della perdita di suolo. E conosco bene il pensiero del prof. Mancini al riguardo.

Però dico che, indipendentemente dal valore in t/ha x anno, che si potrebbe dedurre dall'applicazione di un'equazione del tipo di quella di Wischmeier, nel paragone tra i risultati dei calcoli che possono venire fuori da queste equazioni, applicate a diverse zone del territorio, si potrebbe arrivare all'importante risultato di indicare appunto quali sono le zone che necessitano di un intervento prioritario. Grazie.

**CHISCI** — Noi abbiamo calcolato, il coefficiente K delle parcelle che è un elemento fondamentale della formula di Wischmeier ed esprime l'erodibilità del suolo. Abbiamo anche calcolato il coefficiente R, di erosività delle piogge, per vari tipi di eventi piovosi al fine di vedere, anche mediante un nostro modello di tipo stocastico, le correlazioni tra questi fattori nel caso concreto dei suoli argillosi della Val d'Era. E' ben noto che l'equazione previsionale delle asportazioni di suolo di Wischmeier è una formula dimensionale, influenzata da tutte le

condizioni di base che hanno interagito nel costituirle, risultando perciò valida soprattutto nello stesso ambiente dove i dati sono stati rilevati. Orbene negli Stati Uniti la piovosità è tipicamente estiva e questo cambia tutto in una formula dimensionale, dove ci sono delle interazioni non esplicitate.

Questa ed altre ragioni fanno sì che quando con la formula si intendono fare delle previsioni quantitative sull'erosione in ambienti diversi da quello originario, si va incontro a degli insuccessi. La formula di Wischmeier è stata usata in Polonia, in Marocco, in varie regioni dell'Africa, ecc. ma quasi ovunque i risultati diretti non sono stati soddisfacenti. Noi abbiamo cercato di ricalcolare alcuni elementi della formula per introdurli in un modello stocastico che potrebbe consentirci di fare con sufficiente precisione una previsione del deflusso e dell'erosione.

Vorrei dare ora la parola anche agli altri colleghi che hanno ultimato proprio in questi ultimi giorni alcuni rilevamenti preliminari sulle relazioni tra erosività delle piogge ed entità dell'erosione nelle varie parcelle.

**ZANCHI** — Abbiamo elaborato prima l'indice di aggressività della pioggia, il fattore R, secondo la metodologia descritta da Wischmeier. E' stato calcolato per gli anni dal '70 al '75, ma soltanto negli ultimi 2 anni, il '74 ed il '75, abbiamo avuto una distribuzione delle piogge assimilabile a quella media trentennale. Ora, il valore R, calcolato secondo quanto prescrive Wischmeier, è venuto oscillante da 30 a 40 unità. Inoltre è stata fatta una valutazione di quello che era il valore di erodibilità, K, del suolo (LULLI). E' stato infine, tramite formule ed abachi, calcolato l'indice del fattore morfologico (pendenza e lunghezza della pendice).

Quindi è stata fatta la valutazione del fattore coltura tenendo presente i diversi fattori di copertura per il prato, il grano arato e il grano tillage.

Infine è stato valutato l'ultimo elemento della formula di Wischmeier, cioè il fattore conservazione per il quale non abbiamo dei dati riferibili al nostro ambiente, nel senso che per esempio in nessun reperto bibliografico ho trovato alcuna valutazione dell'effetto del drenaggio o dell'effetto delle lavorazioni di traverso. Cioè un effetto quantizzabile da inserire in formula. E questo è oggetto di un ulteriore lavoro che stiamo facendo. Dunque, dalla valutazione di tutti questi fattori, è venuto fuori che, applicando la formula di Wischmeier, l'asportazione teorica, almeno per le prime elaborazioni fatte, sia circa tre-quattro volte superiore a quella che noi abbiamo registrato in pratica. Questi primi risultati sono tuttavia puramente indicativi.

**TACCONI** — Vorrei fare due osservazioni, la prima riguarda il campionamento del trasporto solido.

Il campionamento del trasporto solido sia in sospensione che al fondo è certamente la fase più delicata di una ricerca sperimentale su tale problema. Nei bacini sperimentali in Val d'Era, essendo interessati da rocce incoerenti o pseudocoerenti a granulometria molto fine, la parte di trasporto al fondo può

essere piccola, ma è sorprendente il basso contenuto di sedimenti in sospensione misurati alle sezioni sotto controllo. I sistemi di campionamento visti sono due: le bottiglie di campionamento fisse piazzate a diverse altezze della sezione di misura e il campionatore tipo US PS 69 della Product Manufacturing CO.

Mi chiedo se la piccola quantità di trasporto solido in sospensione possa essere in relazione ai sistemi di campionamento, infatti le bottiglie, fisse a varie altezze, prelevano il campione relativo a diversi stati d'acqua, ma sempre nella parte alta della corrente, subito sotto il pelo libero, dove verosimilmente il trasporto in sospensione è minore che in prossimità del fondo.

Alcune considerazioni sul campionatore US PS 69: tale campionatore è fornito di un tubo di prelevamento di notevoli dimensioni che costituisce un ostacolo per la corrente; l'acqua entra nel tubo (e in parte ne esce) da dei piccoli fori posti anteriormente, lateralmente e posteriormente al tubo. Ad intervalli stabiliti viene aspirata una certa quantità di acqua che attraverso un condotto delle stesse dimensioni del tubo di prelevamento, posto in verticale, viene convogliata alle bottiglie di campionamento; in un primo momento l'acqua viene eliminata per effettuare un lavaggio del circuito. Possono verificarsi diversi inconvenienti, alcuni dei quali tendono ad aumentare ed altri a diminuire il contenuto solido nel campione:

- 1) La presenza del tubo devia i filetti liquidi e nella sua parte anteriore dove esistono i piccoli fori di entrata dell'acqua, si modifica (probabilmente diminuisce) la sua velocità e quindi la sua capacità di trasporto.
- 2) Nel tubo si determina una caduta di velocità che può favorire il deposito e l'accumulo dei sedimenti nella sua parte bassa.
- 3) Nel tratto verticale del condotto la velocità dell'acqua può essere non sufficiente a trasportare la parte meno fine dei sedimenti.

La seconda osservazione si riferisce all'efficienza del sistema di crepacciatore osservate nelle parcelle sperimentali.

Sono d'accordo nel ritenere che il sistema di crepacciatore funziona da rete drenante nel suolo; tuttavia penso che così come viene misurato questo flusso nelle parcelle, siamo abbastanza lontani dalla realtà. Perché? Consideriamo un versante abbastanza lungo, cioè abbastanza alto, dove esista questo sistema di crepacciatore. La prima acqua, abbiamo visto, è quella che si infiltra nelle crepacciatore e le riempie; contemporaneamente si muove nelle stesse verso la parte bassa del versante. Quando le crepacciatore sono piene, o meglio quando l'acqua in arrivo supera la quantità massima che queste possono smaltire, inizia il ruscellamento superficiale.

Se consideriamo una sezione molto bassa nel versante, le crepacciatore devono smaltire l'acqua contenuta nelle crepacciatore a monte e quella che affluisce direttamente nella zona considerata. Tali condizioni, evidentemente, provocheranno ad una certa distanza dal crinale, un'azione di rigurgito che diverrà sempre maggiore via via che ci spostiamo nella parte bassa del versante. Quindi quella efficienza delle crepacciatore che può esserci nei primi metri da un crinale verso l'asta drenante, oppure, come nelle parcelle, nella zona compresa

fra due dreni, durante l'evento piovoso, è superiore a quella che viene ad esserci lungo tutto il versante dal crinale all'impluvio.

**CHISCI** — Una brevissima risposta alle osservazioni molto sottili, e pertinenti del prof. Tacconi. Cominciando dal campionatore a singolo stadio è senz'altro vero che esso raccoglie il campione in superficie, vicino al pelo libero dell'acqua. Penso tuttavia che con un materiale così sottile come quello rappresentato dal materiale argilloso in sospensione la distribuzione profilometrica alla sezione di misura non dovrebbe risultare molto diversificata. Alla sezione di misura, peraltro, dopo un percorso più o meno lungo nel sistema idrografico la sospensione dovrebbe essere abbastanza stabilizzata e ridotta, pertanto anche l'effetto di trascinamento, sia pure di particelle delle dimensioni della sabbia fine.

Passando al campionatore a pompa PS-69, non mi sentirei di fare un'analisi critica troppo radicale dell'apparecchio che pure presenta non pochi difetti al fine di un campionamento molto preciso del trasporto solido. Questo è uno strumento di largo impiego negli S.U. d'America, in una ventina di grossi progetti di ricerca su bacini sperimentali di varia ampiezza. Ora, piuttosto che inventare uno strumento nuovo, noi abbiamo inteso prendere uno strumento pratico, efficiente e rustico, che ha soprattutto il pregio di poter essere lasciato in un ambiente lontano dall'abitato.

Negli Stati Uniti, d'altro canto, hanno provato una gamma notevole di sistemi di determinazione delle torbide in sospensione di un corso d'acqua, ed anche vari sistemi di misura del materiale trascinato. Per ora, nelle prove di pieno campo, si è riscontrato che, per la determinazione del contenuto solido in sospensione nelle acque, gli strumenti che anche noi abbiamo adottato sono quelli che rispondono meglio sotto diversi aspetti.

In relazione al problema della potenza della pompa sufficiente a estrarre dal corso d'acqua un campione rappresentativo, posso rilevare che essa ha una potenza già preordinata per prelevare in pochi secondi un campione con una notevole carica solida e svuotare, senza lasciare residui tutti i tubi, come abbiamo constatato in laboratorio.

D'altro canto c'è un ciclo inverso della pompa che serve a ripulire i circuiti idraulici dell'apparecchio prima di prelevare il nuovo campione.

Per quanto riguarda le parcelle, l'esame critico dei loro difetti mi trovano perfettamente d'accordo. Il loro funzionamento come unità idrologiche è certamente difettoso. Di fatto c'è nella parte a valle un certo movimento d'acqua sotto-superficiale, che non può essere trattenuto all'interno della parcella e quindi non viene misurato.

Agli effetti di un bilancio pertanto, dobbiamo ammettere una probabile perdita d'acqua non misurata. Il bilancio è dunque molto approssimativo, però è un bilancio su una superficie territoriale molto estesa per la quale, ad esempio, sarebbe impossibile pensare alla costruzione di un lisimetro.

Sarebbe interessante — come ha suggerito lo stesso prof. Tacconi — integra-

re queste parcelle con dei lisimetri, in maniera da vedere le eventuali differenze nel bilancio idrologico. Purtroppo ci sono difficoltà nel realizzare questo progetto in quanto sarebbe necessaria una maggiore disponibilità di personale tecnico di cui, purtroppo, il nostro organico è particolarmente carente.

**MANCINI** — Avevo da fare una domanda ma non so bene a chi farla. La domanda è: Queste fessure dei suoli si ha un'idea di quanto siano indipendenti l'una dall'altra. Se costituiscono una rete o se sono invece delle singole unità completamente indipendenti, cioè dei micro invasi. Nel qual caso il discorso sulla pendice non è più accettabile.

Se si pensa che il servizio idrografico prelevava alle nove di mattina con un campionatore, che il campione andava all'essiccamento e che su questo si è calcolata l'erosione e il calo di denudamento per tutto il paese, mi pare che siamo già molto migliorati.

**RONCHETTI** — Per quanto riguarda le crepacciature, abbiamo cercato di affrontare il loro studio seguendo il fenomeno per un paio d'anni — sia in superficie sia in profondità — e i risultati di tale prima indagine si possono trovare sugli Annali dell'Istituto.

E' nostro vivo desiderio tuttavia approfondire la ricerca anche con la collaborazione del Laboratorio per la Chimica del Terreno di Pisa, diretto dal prof. P. Sequi, in quanto riteniamo, come è stato detto più volte, che al fenomeno crepacciatura non solo sia legata strettamente la dinamica pedogenetica ma anche l'idrologia e in definitiva anche la dinamica evolutiva del paesaggio caratterizzato da questi suoli.

Dalle prime indagini sopra citate, eseguite soprattutto su sezioni verticali, si è potuto constatare infatti, come, a seconda dell'andamento degli eventi meteorologici (caratteristiche, intensità ed epoca delle precipitazioni), esiste spesso, nell'apertura e nella chiusura delle crepacciature del suolo, una notevole diversificazione tra quello che avviene in superficie e in profondità, ciò che comporta, appunto, dei riflessi assai notevoli sul drenaggio e sui fenomeni erosivi.

**MALESANI** — Il prof. Cecconi ha citato un caso che non conosco relativo al bacino dell'Agri. Posso dire di conoscere invece le varie formazioni geologiche della Toscana; in queste non si rinviene mai una caolinite di tipo ordinato, ma si riscontra sempre, quando è presente, di tipo disordinato. Quindi nei casi citati nella relazione presentata al convegno siamo al di fuori di questa "norma". La caolinite ordinata è presente prevalentemente nelle zone a calanchi, per una profondità di 1-2 m, si presume che sia un fatto successivo alla sedimentazione. Per quanto riguarda invece le vermiculite o altri minerali, non saprei dire se sono ereditati dalla roccia in posto, perché non disponiamo di dati sufficienti.

Per quanto riguarda un altro problema che è stato sollevato dal prof. Tacconi sulla bassa quantità di materiale trasportato dai corsi d'acqua, questo fatto non mi ha eccessivamente meravigliato in quanto il diagramma di Hjulström dimostra che al decrescere delle dimensioni delle particelle è necessaria, per essere erose, un'energia notevolmente più elevata. Quindi in pratica, in un bacino prevalentemente argilloso, occorrerebbe un'energia notevolmente elevata per poter avere un trasporto torbido notevole.

Per quanto riguarda infine un problema di notevole interesse che è quello delle sistemazioni idrauliche sollevato in un precedente intervento, avrei delle forti perplessità sulle ' sistemazioni prioritarie''.

E' difficile determinare quali sono le priorità. Soprattutto in questo bacino, che ricordo, è sotto studio per un grosso invaso: il cosiddetto invaso di Peccioli, proposto da vari studiosi e poi accettato anche dal "progetto pilota Arno". E' un bacino di 90 milioni di m<sup>3</sup>, che indubbiamente altererà la situazione a monte.

Non saprei se è realizzabile in queste proporzioni o il progetto andrà ridimensionato (me lo auguro, altrimenti c'è poco da salvare nella Val d'Era). D'altra parte sembra che sia, fra quelli proposti, il meno costoso anche se, è uno sbarramento lungo 1.700 metri, che mi lascia perplesso sul costo finanziario calcolato.

Quindi valutare le sistemazioni idrauliche prioritarie mi sembra di estrema difficoltà, specie in questo momento che è allo studio un bacino di queste dimensioni.

Infine desidero porre una domanda al prof. Chisci. Mi è sembrato di capire che, secondo il suo modo di vedere, non ci sono rapporti in tutta la Val d'Era fra forme morfologiche e altri presupposti (strutturali, geologici, pedologici e così via): vorrei un chiarimento su questo problema cioè se non esiste nessun rapporto, cioè se il modello è del tutto casuale. Grazie.

**MANCINI** — Diamo ora la parola al prof. Sequi e poi vorrei non privare l'auditorio di un commento di un agronomo di chiarissima fama e così vasta esperienza quale il prof. Haussmann.

**SEQUI** — Un breve intervento sul crepacciamento del terreno: un fenomeno di grande importanza che nel nostro laboratorio stiamo studiando con l'ausilio di una strumentazione ottico-elettronica, anche in collaborazione con l'Istituto del Suolo di Firenze. Indubbiamente in un terreno crepacciato le migrazioni dell'acqua hanno una velocità di un ordine di grandezza diverso rispetto a quello rilevabile per i terreni non fessurati; è necessario abituarsi a pensare in termini di portata idraulica piuttosto che di permeabilità. Per quanto concerne la possibilità di rigurgiti di acque da crepe poste nelle parti inferiori delle pendici, ritengo che sia del tutto improbabile o per lo meno occasionale. Un dubbio apparentemente più fondato è che le crepe restino chiuse per lunghi periodi di tempo a causa dei fenomeni di rigonfiamento dei costituenti pedologici espandibili. La chiusura

completa delle crepe è invece solo occasionale, quando non esiste una falda prossima agli orizzonti superficiali del suolo, e lo si può rilevare anche empiricamente: sulla superficie delle crepe si presentano tutti quei fenomeni di accumulo e cristallizzazione dei sali, di umidificazione e di attività biologica, che risultano invece del tutto assenti ad una certa distanza dalle crepe. Al di là delle osservazioni empiriche esistono però in letteratura dati precisi che mostrano come a tutti i valori di umidità inferiori a quello della cosiddetta "capacità di campo" le crepe restino sempre aperte; in altre parole, in condizioni normali, il sistema delle crepe può costituire una vera e propria rete drenante.

Desidero chiedere agli amici dell'Istituto del Suolo se oltre ai dati climatici hanno raccolto dati sulle variazioni dell'umidità e della temperatura nel terreno. Ritengo che essi potrebbero fornire informazioni molto utili.

**ARCARA** — Ringrazio il prof. Sequi della sua domanda che mi dà l'occasione di confermare, alla luce delle esperienze svolte dalla Sezione di Biologia del Suolo e riferite ieri in forma sintetica, la naturale importanza delle variazioni di temperatura e di umidità dentro il terreno.

Rispondendo direttamente alla domanda, faccio presente che i valori della temperatura del suolo, sui versanti opposti del bacino n. 11, sono stati registrati per due anni consecutivi, dalla superficie fino alla profondità di 50 cm circa. L'osservazione dei dati raccolti ha messo in evidenza che i suoli del bacino studiato non gelano mai e che i suoli esposti a sud presentano temperature assai elevate (fino a 40°C.) nel corso dell'estate ed escursioni termiche giornaliera molto pronunziate, nei primi 10 cm di profondità, all'inizio della primavera e dell'autunno.

Riguardo all'influenza della temperatura sulla pedogenesi di questi ambienti, vorrei ricordare (tentando anche di dare una risposta agli interrogativi sollevati dal prof. Arduino) che l'indagine sulla microflora ha messo in risalto una netta differenza di reazione della medesima ai trattamenti termici in funzione del suolo di appartenenza.

Infatti, nel caso del suolo esposto a sud, abbiamo riscontrato una attività biologica assai più intensa a 40°C. e a livelli di umidità estremamente ridotti che alle basse temperature e con livelli ottimali di umidità. Dati gli stretti rapporti che legano micro e macroflora, tali fenomeni sono destinati a riflettersi sulla vegetazione e lasciano intravedere la probabile affermazione in questi ambienti di piante caratterizzate da fabbisogni idrici e nutrizionali profondamente diversi da quelli della flora dei suoli circostanti.

**HAUSSMANN** — Non posso intervenire su problemi pedologici così specialistici come sono stati fino qui discussi, perché non sono specialista in materia. Prima di tutto voglio dire che tutta la tematica che ho sentito discussa ieri ed oggi, mi ha estremamente interessato e mi ha anche dimostrato che l'Istituto ha fatto parecchi progressi nella sua attività. Mi ricordo di essere stato qui qualche anno

fa ad un altro convegno analogo e constato ora una notevole espansione di studi in varie direzioni che completano il quadro della situazione dei terreni studiati. Tra le cose che mi hanno maggiormente colpito come agronomo, v'è innanzi tutto quello che ho visto ieri sulle *parcelle lunghe* a Vicarello (Parcelle 13-22), vale a dire quanto constatato sul terreno abbandonato dalla coltura del grano ed inerbitosi spontaneamente. Orbene, il fatto che in questo terreno l'erosione sia diminuita rispetto alla coltura attuale del grano e si è parificata con quella scarsissima della cotica prativa, mi ha indotto alle stesse considerazioni fatte da Panicucci, e cioè che, probabilmente, si è esagerato nel considerare l'abbandono dei terreni, proprio in Toscana, come un fenomeno del tutto negativo nei confronti dell'erosione, delle alluvioni ed altro.

Per quanto conosco di queste zone, già in partenza avrei affermato che tali considerazioni erano in gran parte infondate; è chiaro ora che la sperimentazione attuata conferma l'inesistenza di simili gravi conseguenze per la stabilità dei terreni in conseguenza dell'esodo e dell'abbandono dei terreni declivi da parte dell'uomo, i fatti riscontrati mi confermano nell'idea che, in sostanza, quando l'uomo ha cominciato a coltivare i terreni declivi, egli ha rotto un equilibrio che era positivo per la conservazione del suolo, e questa è una constatazione, dal punto di vista agronomico, molto importante. Certamente le osservazioni fatte sono ancora modeste nel tempo e nell'estensione, ma il fatto che già in un posto dove l'erosione è in atto, si sia potuto accertare il fenomeno accennato, è senza dubbio un'acquisizione positiva per poter considerare con un altro occhio, anche dal punto di vista ecologico, l'esodo dei coltivatori da certe zone declive. Il rilievo interessa molto anche la zona alpina: in quella zona, si suole invocare sempre la presenza dell'uomo come condizione indispensabile per evitare frane e altre manifestazioni dell'erosione. Ora, una presenza del genere, la vedrei in tutt'altra prospettiva: un certo controllo delle situazioni naturali dell'evoluzione geomorfologica dei terreni è incontestabilmente utile, ma non è certo la presenza dell'uomo *agricoltore* che può rimediare ai fatti incriminati, anzi essa può semmai favorirli.

Un altro rilievo sperimentale molto suggestivo era quello (sempre nelle parcelle su ricordate) riguardante il comportamento differenziato della vegetazione su terreni praticamente identici, ma nei quali le condizioni di abitabilità si dovevano ritenere palesemente diverse. Questo fatto richiama la necessità, secondo me, di integrare le ricerche specifiche sul suolo con l'intervento sistematico di un fitosociologo perché certamente le osservazioni sulla vegetazione, per noi agronomi, sono importanti così come quelle sul terreno. La vegetazione è quell'aspetto dell'ambiente, a cui noi prestiamo particolare attenzione, se non altro in quanto utilizzabile come pascolo. Il poter interpretare in qualche modo le situazioni pedologiche attraverso la vegetazione è assai utile e riesce a chiarire talora diversificazioni in apparenza inspiegabili. Concordo che ricerche approfondite del tipo in corso all'Istituto sono fondamentali per procedere con ordine; siccome però tutti gli studi in parola vengono svolti in funzione applicativa all'agricoltura, l'esame tempestivo — proprio sotto il punto di vista fitosociologico — del comportamento della vegetazione spontanea ed

eventualmente di quella agraria, mi sembra di cospicuo interesse.

Purtroppo la dott.ssa Steinberg che si era occupata di questo argomento non è più tra noi, e così anche il materiale da essa raccolto in merito non è stato ancora del tutto elaborato: una lacuna, questa, che auspichiamo possa venir colmata proprio per l'importante integrazione che tale indagine specifica può fornire ai rilievi pedologici. Il medesimo problema è stato sollevato anche dal collega svedese, che appunto sulla vegetazione ha richiamato la nostra attenzione, e credo in proposito che l'impostazione della ricerca in questo campo deve prevedere una sistematica continuità, perché è proprio dall'evoluzione nel tempo della vegetazione che si possono trarre delle considerazioni sull'evoluzione pedogenetica in atto. Le osservazioni continuative nel tempo potrebbero spiegare in parte anche l'origine di certe forme orografiche come ad esempio i calanchi.

Per concludere, vorrei ribadire che riterrei molto positivo uno stretto legame del lavoro dell'Istituto con quello degli agronomi, perché gli agronomi hanno degli interessi specifici. Al riguardo, si presentano due fasi distinte di collaborazione: una dovrebbe considerare la conservazione, il mantenimento, la difesa del suolo, e proporre suggerimenti su che cosa *non si deve fare* sul terreno per non distruggerlo, e quali interventi occorrono per mantenerlo nello stato più sano, esente da fenomeni dell'erosione. L'altra fase andrebbe rivolta alla definizione della migliore utilizzazione del suolo: è un problema analogo a quello che si riscontra nel discorso sull'ecologia, v'è chi dice che il problema ecologico consiste nel conservare tutto quello che nell'ambiente esiste allo stato naturale, mentre secondo altri, importa l'utilizzazione razionale dell'ambiente, senza danneggiarlo, ma facendolo godere nella maniera meno lesiva per la "natura". Anche per quanto riguarda l'agricoltura, non si tratta solo di conservare, ma di potenziare, migliorare ecc., rispondendo alle esigenze ineliminabili dell'uomo. Orbene in queste due fasi, mentre per la difesa e la conservazione, la ricerca pedologica sul suolo può dare delle risposte precise, per quel che concerne l'utilizzazione è indispensabile l'intervento dell'agronomo. Ecco perché è auspicabile una stretta collaborazione tra agronomia e scienza del suolo, e quindi anche la partecipazione di sempre più numerosi agronomi alle manifestazioni come la presente, estremamente efficaci ed istruttive.

**MANCINI** — Ringrazio il prof. Haussmann e per le sue osservazioni specifiche su quanto abbiamo visto ieri e per queste sue conclusioni di grande rilevanza.

**FIEROTTI** — L'ing. Santoro ha messo l'accento sul problema delle carte tematiche e dell'importanza che esse rivestono. In proposito sta per essere varato un progetto finalizzato del C.N.R. sulla conservazione del suolo che prevede un sub-progetto sulla dinamica dei versanti dove appunto sarà affrontata la tematica della cartografia dei suoli vista principalmente in funzione di difesa e conservazione del suolo.

Sarà così possibile poter disporre fra qualche tempo di una serie di documenti cartografici di cui altri Paesi già dispongono per l'intero territorio.

Circa la conclusione del prof. Haussmann non posso che concordare sull'auspicio formulato di una maggiore intesa fra Agronomi e Pedologi; personalmente mi sono formato in un Istituto di Agronomia sotto la guida del caro ed indimenticabile prof. Ballatore e quindi sono particolarmente sensibile a queste necessità che mi auguro siano sempre più sentite e condivise nel futuro. Grazie.

**MANCINI** — Desidero concludere queste nostre due giornate di lavoro accennando ad alcuni aspetti. Mi pare, in primo luogo, che tutti noi abbiamo approfittato largamente in questi giorni d'escursione, del lavoro, della passione e dell'abilità che i colleghi ed amici dell'Istituto del Suolo hanno dimostrato in questi anni. E' stato un arricchimento per molti di noi e quindi sento con vivissimo affetto e con profonda gratitudine il desiderio di ringraziare tutti loro per quello che ci hanno donato. Oso sperare che le nostre osservazioni e i nostri suggerimenti, le nostre critiche, siano state accettate con lo spirito con il quale venivano proposte, cioè di darvi una mano per il vostro operare che è veramente meritorio.

L'Istituto, come diceva stamani Orsi, è calato nella realtà agronomica e agricola del Paese e, come sottolineava Haussmann, qui si tratta di portare un contributo ecologico. Chisci ricordava ieri che tutto era visto come un ecosistema: credo che ciò sia una cosa di fondamentale importanza: non allontanarsi dalla natura, non sopravvalutare l'opera dell'uomo, anzi cercare di indirizzarla nel migliore dei modi; Haussmann diceva "utilizzare senza danneggiare anzi migliorare" direi che questo potrebbe essere il motto che ci dovrebbe portare avanti per i prossimi anni. Con questo penso di dover ringraziare nuovamente tutti i colleghi dell'Istituto del Suolo. Vogliamo anche esprimere il desiderio che riunioni di questo tipo si ripetano anche in futuro; rientro con la manifestazione di oggi nei ranghi della Società come uno dei Soci più vecchi in quanto nel 1950 ad Amsterdam ho partecipato alla ricostituzione della ISSS poi qui a Firenze con Passerini alla fondazione della SISS.

C'è un augurio che voglio fare a tutti voi, giovani, di avere grande successo nella carriera e di seguitare a lavorare sodo. Il Paese ha bisogno di operosità, di vivacità d'ingegno, di tenacia e di larga partecipazione da parte di tutti.

Vi ho portato il saluto del caro amico Lippi Boncambi che non è potuto essere qui oggi. E' un collega più anziano che sente affetto per la Società e per tutti i Soci, saluto che contraccambiamo. Desidero inoltre salutare un notevole gruppo di amici che hanno raggiunto la cattedra: Malesani, Radaelli, Pietracaprina, Giovagnotti e altri che mi possono essere sfuggiti. In sostanza anche per la Scienza del Suolo si va preparando uno stuolo di specialisti. Vi auguro di avere allievi così bravi come io ho avuto e sto avendo: avrete così delle soddisfazioni notevoli. Vi auguro un lavoro sereno per i prossimi anni e pieno di successo per i traguardi ai quali puntate.

**RONCHETTI** — In chiusura di questa manifestazione, ritengo d'interpretare il pensiero dei Colleghi del mio Istituto, prodigatisi in questi giorni nel preparare nel migliore dei modi l'escursione di ieri, ringraziando tutti voi per essere intervenuti. Nel prospettare ciò che stavamo facendo, il rischio che correavamo era grosso in quanto vi portavamo a vedere direttamente non solo ciò che avevamo raggiunto con la nostra attività, ma contemporaneamente mettevamo allo scoperto anche i dubbi e le perplessità che tale sperimentazione ha comportato e comporta.

Non abbiamo voluto nascondere infatti neppure le esperienze negative che, di volta in volta, l'attività in atto ci ha dato modo di registrare, Direi però che oggi, grazie al dibattito e in conseguenza delle vostre incalzanti domande, sono state chiarite varie cose e altre sono state meglio focalizzate.

La discussione di ieri ed il dibattito di oggi hanno costituito per tutti noi un'aggiuntiva occasione di notevole stimolo.

Le voci giunteci attraverso questo dibattito contribuiranno dunque a colmare certe nostre manchevolezze e a migliorare l'impostazione delle ricerche intraprese.

Mi auguro che questo incontro sia stato un'occasione per conoscerci meglio e per capire più da vicino lo sforzo che andiamo facendo nonché le difficoltà che stiamo incontrando: penso infatti che abbiamo tutti avuto l'occasione di rendere conto come la sperimentazione nel settore della conservazione e della difesa del suolo sia un impegno tutt'altro che facile in quanto coinvolge numerosissime tematiche.

Purtroppo nell'interno della nostra struttura non possiamo trovare contemporaneamente tutte le competenze richieste e quindi, per il momento, facciamo quello che l'attuale organico (per la verità assai modesto) ci permette di fare. Ci sforziamo, tuttavia, di superare questo inconveniente cercando la collaborazione con studiosi di vari Enti e offrendo nel contempo la nostra disponibilità. A tale proposito mi fa molto piacere vedere che numerosi colleghi di quegli Istituti con i quali la nostra collaborazione è da tempo piena e costruttiva, abbiano partecipato a questo dibattito e abbiano così vissuto assieme a noi l'occasione di apprendere la possibilità di migliorare sempre più il nostro impegno nei vari settori.

Ringrazio il prof. Haussmann per aver fatto cenno ad un tema che, come Direttore d'Istituto di recente nomina, mi tocca quotidianamente tra non poche difficoltà: far sì che le varie competenze siano coordinate in modo tale da garantire lo studio più completo dei fenomeni al fine di trarre quelle risposte applicative che da noi si attendono.

Non vi nascondo che questo è uno dei miei compiti più difficili e tuttavia, nello stesso tempo, quello su cui insisto maggiormente in quanto sono perfettamente certo che non si attua ricerca finalizzata nel campo della difesa e della conservazione del suolo se non si approfondiscono, interdisciplinariamente e con convinzione da parte dei Ricercatori, tutte le problematiche che ad essa afferiscono: dalla geolitologia e dalla dinamica morfologica dell'ambiente nel quale siamo chiamati ad operare, allo studio approfondito dei suoli e alla loro

delimitazione, dalle ricerche nel settore meteorologico, idrologico, fisico ed idraulico a quelle nei settori agronomico, forestale e biologico.

Ritengo che le giornate che abbiamo passato insieme ci abbiano aiutato anche in questo e cioè ad approfondire ancora di più i nostri impegni di cooperazione al fine di raggiungere meglio quegli scopi e quelle finalità che vengono chieste al nostro Istituto.

Desidero ancora una volta ringraziare tutti, i soci che vedo qui numerosi e soprattutto i non soci che, rispondendo appieno al nostro invito, hanno voluto intervenire per condividere con noi questa nuova esperienza in seno alla società.

Anche come segretario uscente della Società ritengo infine che, nei vari campi della Scienza del Suolo ci sarebbero maggiori possibilità di progresso, se quelle problematiche che più ci assillano per la loro complessità e difficoltà d'interpretazione, venissero di volta in volta affrontate nell'ambito della nostra Associazione, contemporaneamente da più specialisti.

Questa è la prima manifestazione nata sotto la forma di *escursione-dibattito*; l'abbiamo sperimentata assieme e, ritengo che i risultati siano stati tali da incoraggiare tipi di manifestazioni analoghe in quanto permettono una maggiore vivacità di scambi di idee e una migliore possibilità di conoscenza diretta tra i singoli Soci. Grazie ancora a Lulli.

## ELENCO DEI PARTECIPANTI

- AGNESE Carmelo - Ist. Idraulica agraria - Viale delle Scienze - Palermo  
ANTONIAZZI Domenico A. - Via Ugolini, 18 - Forlì  
ARCARA Pier Giacomo - Ist. Studio e Difesa Suolo - P.za d'Azeglio, 30 - Firenze  
ARDUINO Enza - Ist. Chimica agraria - Via P. Giuria, 15 - Torino  
ARU Angelo - Centro regionale Agrario Sperimentale - Via L.B. Alberti, 22 -  
Cagliari  
BALDACCINI Paolo - P.za Belgio, 3 - Cagliari  
BASILE Gino - Ist. Chimica agraria - Portici (NA)  
BIDINI Donatella - Ist. Studio e Difesa Suolo - P.za d'Azeglio, 30 - Firenze  
BUONDONNO Corrado - Ist. Chimica agraria - Portici (NA)  
CANUTI Paolo - Ist. di Geologia - Via Lamarmora, 4 - Firenze  
CARTON Alberto - Ist. di Geologia - Corso Ercole d'Este - Ferrara  
CASTIGLIONI Giovan Battista - Ist. Geografia - Via del Santo, 26 - Padova  
CECCONI Sergio - Ist. Chimica agraria e forestale - P.le Cascine, 27 - Firenze  
CHISCI Giancarlo - Ist. Studio e Difesa Suolo - P.za d'Azeglio, 30 - Firenze  
CIONI Aldo - Ist. Meccanica agraria - P.le Cascine, 15 - Firenze  
DURANTI Giovanni - Centro Sper. agricola e forestale - E.N.C.C. - Roma  
ENRICO Daniele - Ist. Chimica agraria - P.le Cascine, 27 - Firenze  
ESCHENA Tommaso - Ist. Chimica agraria - Portici (NA)  
FARINI Anna - Ist. Chimica agraria - Via Celoria, 2 - Milano  
FATTORELLI Sergio - Ist. Sistemazioni idraulico-forestali - Via Gradenigo, 6 -  
Padova  
FEDERIGO-GOLDBERG Linda - Ist. Chimica agraria - Via Celoria, 2 - Milano  
FERRARI Giovanni - Ist. Geologia applicata - P.le Cascine, 15 - Firenze  
FIEROTTI Giovanni - Ist. Agronomia e Coltivazioni erbacee - Parco d'Orleans -  
Palermo  
FRISON Giuseppe - Ist. Sperimentale per la Pioppicoltura - Casale Monferrato  
(AL)  
GENEVINI Pier Luigi - Ist. Chimica agraria - Via Celoria, 2 - Milano  
GOVI Mario - Laboratorio Protezione Idrologica Bacino Padano - Via Vassalli  
Eandi, 18 - Torino  
HAUSSMANN Giovanni - Viale Piacenzi, 25 - Lodi (MI)  
KOWALIK Piotr - Institut of Hydrotechnics - ul. Majakowskiego, 11 - Gdansk 6 -  
Polonia  
LEVI-MINZI Renato - Ist. Chimica agraria - Via S. Michele, 2 - Pisa  
LO CASCIO Benedetto - Ist. Agronomia generale - Viale delle Scienze - Palermo  
LULLI Luciano - Ist. Studio e Difesa Suolo - P.zza d'Azeglio, 30 - Firenze  
LUZZATI Ada - Ist. per la Nutrizione Piante - Via Onnea, 47 - Torino  
MAGALDI Donatello - Ist. Geologia applicata - P.le Cascine, 15 - Firenze

- MALESANI Piergiorgio - Ist. Mineralogia - Via Lamarmora, 4 - Firenze  
MANCINI Fiorenzo - Ist. Geologia applicata - P.le Cascine, 15 - Firenze  
MANNINO Saverio - Ist. Chimica agraria - Via Celoria, 2 - Milano  
MANTOVANI Franco - Ist. Geologia - Corso Ercole d'Este - Ferrara  
ORSI Sergio - Ist. Agronomia - P.le Cascine, 18 - Firenze  
PALMIERI Francesco - Ist. Chimica agraria - Portici (NA)  
PANICUCCI Mario - Ist. Studio e Difesa Suolo - P.zza d'Azeglio, 30 - Firenze  
PASSINO Anna Maria - Ist. Mineralogia e Geologia - Via E. De Nicola - Sassari  
PELAGALLO Andrea - Geotecnico - San Lorenzo in Campo - Pesaro  
PICCONE Giuseppe - Ist. Chimica agraria - Via P. Giuria, 15 - Torino  
PIETRACAPRINA Antonio - Ist. Mineralogia - P.za Conte di Moriana - Sassari  
PIOVANELLI Carlo - Ist. Studio e Difesa Suolo - P.za d'Azeglio, 30 - Firenze  
PIRAZZI Renzo - Centro di Sperimentazione agricola e forestale - E.N.C.C. -  
Roma  
PORCELLI Sergio - Ist. Sperimentale di Agronomia - Via Ulpiani, 5 - Bari  
PREVITALI Franco - Ist. Idraulica agraria - Via Celoria, 2 - Milano  
PULINA Mariantonia - Ist. Mineralogia - Via De Nicola - Sassari  
PUMO Domenico - Ist. Idraulica agraria - Viale delle Scienze - Palermo  
RODOLFI Giuliano - Ist. Studio e Difesa Suolo - P.za d'Azeglio, 30 - Firenze  
RONCHETTI Giulio - Ist. Studio e Difesa Suolo - P.zza d'Azeglio, 30 - Firenze  
ROSSI Nino - Ist. Chimica agraria - Via S. Giacomo, 7 - Bologna  
SARTORI Franco - Ist. di Mineralogia - Università - Via S. Maria - Pisa  
SANTORO Mario - Ist. Idraulica - Fac. Ingegneria - Viale delle Scienze - Palermo  
SAPETTI Carlo - Ist. Chimica agraria - Via P. Giuria, 15 - Torino  
SEQUI Paolo - Via Garibaldi, 36 - Pietrasanta (LU)  
SERRA Salvatore - Ist. di Geologia - Via Trentino, 51 - Cagliari  
SFALANGA Michele - Ist. Studio e Difesa Suolo - P.zza d'Azeglio, 30 - Firenze  
SILANOS Luciano - C.R.A.S. Sez. di Pedologia - Via L.B. Alberti, 22 - Cagliari  
SILVA Sandro - Ist. Chimica agraria - Univ. cattolica S. Cuore - Via Emilia  
Parmense, 84 - Piacenza  
SPADA Guido - Ist. Sistemazioni Idraulico Agrarie e Forestali - Via Gradenigo,  
6 - Padova  
SPALLACCI Pasquale - Ist. Sperimentale agronomico Sez. Modena - Via Caduti  
in Guerra, 134 - Modena  
STEFANELLI Giuseppe - Ist. Meccanica agraria - P.le Cascine, 15 - Firenze  
STEEN E. - Dipartimento Ecologia - Collegio Agricoltura - Uppsala - Svezia  
TACCONI Paolo - Ist. Geologia e Palinologia - Via Lamarmora, 4 - Firenze  
TELLINI Maria - Ist. Studio e Difesa Suolo - P.za d'Azeglio, 30 - Firenze  
UZZIELLI Luca - Ist. Tecnologia Forestale - Via S. Buonaventura, 13 - Firenze  
VANDONI Maria Vittoria - Ist. Chimica agraria - Via Celoria, 2 - Milano  
VANNUCCI Sergio - Ist. Mineralogia - Via Lamarmora, 4 - Firenze  
VIGANO' Piero - Ist. Chimica agraria - Via Celoria, 2 - Milano  
VIOLANTE Antonio - Ist. Chimica agraria - Portici (NA)  
VIOLANTE Pietro - Ist. Chimica agraria - Portici (NA)  
VIDRICH Veriano - Ist. Chimica agraria - P.le Cascine, 27 - Firenze  
ZANCHI Camillo - Ist. Studio e Difesa Suolo - P.za d'Azeglio, 30 - Firenze

## INDICE

<i>Presentazione del Presidente (F. Mancini)</i> . . . . .	Pag.	3
<i>Introduzione (G. Ronchetti)</i> . . . . .	“	5

### PARTE GENERALE

LA VALLE DELL'ERA E I SUOI LINEAMENTI FISIOGRAFICI GENERALI (G. Rodolfi) . . . . .	“	7
CENNI DI GEOLOGIA (G. Rodolfi - M. Raglione) . . . . .	“	8
ASPETTI GEOMORFOLOGICI DELLE FORMAZIONI NEOAUTOCTONE (G. Rodolfi - M. Sfalanga) . . . . .	“	13
PROBLEMI CONNESSI CON LA MORFOLOGIA DEI SEDIMENTI "ARGILLOSI" (M. Sfalanga - S. Vannucci) . . . . .	“	15
CARATTERISTICHE CLIMATICHE ED ALCUNE IPOTESI DELLA INFLUENZA DEL CLIMA SUI FENOMENI EROSIVI (M. Panicucci) . . . . .	“	20
LINEAMENTI PEDOLOGICI (L. Lulli) . . . . .	“	24
LE RICERCHE SULLE ARGILLE PLIOCENICHE COME INDAGINE DI UN ECOSISTEMA (G. Chisci) . . . . .	“	27

### SPERIMENTAZIONE

#### I BACINI POLIMORFI RAPPRESENTATIVI

GENERALITA' (G. Chisci) . . . . .	“	32
LE RICERCHE IDROLOGICHE: IMPOSTAZIONE, METODOLOGIA, APPARECCHIATURE E RISULTATI (G. Chisci) . . . . .	“	33
LE RICERCHE PEDOLOGICHE: METODOLOGIE E RISULTATI (L. Lulli) . . . . .	“	37
LE RICERCHE BIOLOGICHE: INFLUENZA DELL'ESPOSIZIONE SULL'ATTIVITA' BIOLOGICA DEL SUOLO (P.G. Arcana - C. Piovanelli) . . . . .	“	44

## I BACINI MONOCOLTURALI

IMPOSTAZIONE METODOLOGICA DELLE RICERCHE IDROLOGICHE SUI BACINI MONOCOLTURALI (G. D'Egidio) . . . . .	“	47
---	---	----

### LE UNITA' MONOMORFOCOLTURALI

A. IDROLOGIA, EROSIONE E PRODUTTIVITA', IN FUNZIONE DELLE TECNICHE DI COLTIVAZIONE E DELLE SISTEMAZIONI PROFONDE MEDIANTE DRENAGGIO TUBATO		
IMPOSTAZIONE, METODOLOGIA ED APPARECCHIATURE. RISULTATI IDROLOGICI E CONSIDERAZIONI AGRONOMICHE (G. Chisci)	“	48
CONSIDERAZIONI SUI DEFLUSSI DELLA RETE DRENANTE (1970-1975) (C. Zanchi) . . . . .	“	58
PEDOLOGIA DI DETTAGLIO DELLE PARCELLE 1-12 (L. Lulli) . . . . .	“	59
RISULTATI BIOLOGICI (G. Arcara) . . . . .	“	63
B. IDROLOGIA, EROSIONE E PRODUTTIVITA' IN FUNZIONE DELLE TECNICHE DI COLTIVAZIONE E DELLE SISTEMAZIONI SUPERFICIALI		
IMPOSTAZIONE METODOLOGIA E APPARECCHIATURE. RISULTATI IDROLOGICI E CONSIDERAZIONI AGRONOMICHE (G. Chisci) . . . . .	“	64
PRIME CONSIDERAZIONI PEDOLOGICHE (L. Lulli - A. Arretini) . . . . .	“	68
L'INVASO ARTIFICIALE COLOMBAINO ESISTENTE A MONTE DEL CENTRO SPERIMENTALE		
NOTE E PRIME CONSIDERAZIONI (M. Panicucci) . . . . .	“	69

### APPENDICE

ELENCO DEI LAVORI PUBBLICATI SUGLI ANNALI DELL'ISTITUTO DEL SUOLO CHE SI RIFERISCONO ALLE RICERCHE DESCRITTE . . . . .	“	71
NOTA SUL "PLUVIOMETRO DIREZIONALE" O "A SETTORI" (M. Panicucci). . . . .	“	73
NOTA SUL CAMPIONATORE A POMPA PS 69 (G. Chisci) . . . . .	“	74
LA DETERMINAZIONE DEL LIMITE DI RITIRO E DELL'ACQUA DI ASSORBIMENTO (P. Malesani, M. Sfalanga e S. Vannucci) . . . . .	“	75

NOTA SULLA RICERCA DEI PARAMETRI MECCANICI CARATTERISTICI DEI TERRENI NEL CENTRO "S. ELISABETTA" (A. Cioni - L. Uzielli) . . . . .	"	77
CONSIDERAZIONI SOPRA ALCUNE CARATTERISTICHE CHIMICHE DEI TERRENI DERIVANTI DALLE ARGILLE PLIOCENICHE (L. Carloni) . . . . .	"	85

### DIBATTITO

MANCINI	Pagg.	89 - 90 - 91 - 93 - 94 - 95 - 96 - 98 - 101 - 102 - 105 - 106 - 109 - 111 - 113 - 115 - 116 - 117 - 121 - 122 - 127 - 128 - 131 - 132.
ORSI	"	89
STEFANELLI	"	90
RONCHETTI	"	92 - 111 - 118 - 127 - 133.
FIEROTTI	"	92 - 117 - 131.
LULLI	"	93 - 94 - 98 - 106 - 116 - 118.
CASTIGLIONI	"	94
CECCONI	"	96 - 101 - 107 - 108 - 116
PIETRACAPRINA	"	96 - 118
PANICUCCI	"	97 - 98 - 104 - 106 - 113 - 115
SFALANGA	"	99 - 101 - 107 - 108 - 119
STEEN	"	101
CHISCI	"	102 - 103 - 106 - 110 - 112 - 113 - 115 - 118 - 122 - 123 - 125
VIOLANTE	"	108
MALESANI	"	108 - 127
LO CASCIO	"	110
ARDUINO	"	111
PUMO	"	111
SPADA	"	114

ARU	“	121
SANTORO	“	122
ZANCHI	“	124
TACCONI	“	124
SEQUI	“	128
ARCARA	“	129
HAUSSMANN	“	129