

516139

TRAIAN DEMETER

# MORFOLOGIA SOLURILOR

Editura Universității din București



BIBLIOTECA CENTRALĂ  
UNIVERSITARĂ  
București

Cota

10 516 139

Inventar

C/ 1399 c 1325

**TRAIAN DEMETER**

# **MORFOLOGIA SOLURILOR**

*100-255*

**EDITURA UNIVERSITĂȚII DIN BUCUREȘTI  
1998**

Referenți științifici: Prof. dr. **Mihai Grigore**  
Prof. dr. **Mihai Geanana**



132 / 99

**B.C.U. București**



C199901385

© Editura Universității din București  
Șos. Panduri, 90-92, București - 76235; Tel./Fax 410. 23. 84.

Culegere computerizată: lect. dr. Traian Demeter, prep. Răzvan Oprea  
Tehnoredactare computerizată: lect. dr. Traian Demeter, prep. Răzvan Oprea  
Victoria Iacob

ISBN 973 - 575 - 280 - 8



## CUPRINS

<b>Cuvânt înainte (prof. dr. Mihai Geanana)</b> .....	<b>5</b>
<b>1. Considerații generale</b> .....	<b>6</b>
1.1. Morfologia solurilor-concept și importanță .....	6
1.2. Solul în cadrul ecosistemelor terestre .....	8
1.2.1. Solul în contextul peisajului .....	8
1.2.2. Funcțiile solului .....	8
1.2.3. Solul și Omul .....	9
<b>2. Profilul de sol</b> .....	<b>13</b>
2.1. Generalități .....	13
2.2. Procesele pedogenetice .....	13
2.2.1. Procese pedogenetice de transformare .....	15
2.2.2. Procese pedogenetice de translocare .....	17
2.2.3. Procese pedogenetice de uniformizare .....	18
2.2.4. Procese de aport și transport .....	19
<b>3. Orizonturile de sol</b> .....	<b>20</b>
3.1. Considerații generale .....	20
3.2. Tipuri de orizonturi de sol și proprietățile lor .....	20
3.3. Trecerea între orizonturile de sol .....	30
<b>4. Proprietățile morfologice ale solurilor</b> .....	<b>31</b>
4.1. Textura .....	31
4.1.1. Considerații generale .....	31
4.1.2. Categorii de particule .....	33
4.1.3. Determinarea texturii .....	34
4.1.4. Interpretarea caracteristicilor texturale .....	36
4.1.5. Importanța texturii .....	36
4.2. Scheletul solului .....	36
4.3. Culoarea .....	39
4.3.1. Considerații generale .....	39
4.3.2. Evaluarea culorii .....	39
4.3.3. Determinarea și interpretarea culorii .....	42
4.4. Neoformațiile și incluziunile .....	45
4.4.1. Neoformațiile .....	45
4.4.2. Incluziunile .....	54
4.5. Structura .....	55
4.5.1. Formarea structurii .....	55
4.5.2. Tipuri de structură .....	56
4.5.3. Determinarea structurii .....	58
4.5.4. Importanța structurii .....	61

4.6. Grosimea morfologică.....	65
4.6.1. Generalități .....	65
4.6.2. Determinarea și interpretarea grosimii morfologice.....	66
4.7. Alte proprietăți morfologice .....	68
4.7.1. Porozitatea .....	68
4.7.2. Coeziunea .....	72
4.7.3. Consistența.....	74
4.7.4. Plasticitatea și aderența .....	76
<b>5. Organismele din sol .....</b>	<b>80</b>
5.1. Sistemele radiculare .....	80
5.1.1. Caracteristici generale .....	80
5.1.2. Clasificare .....	81
5.1.3. Determinarea sistemelor radiculare .....	83
5.2. Fauna .....	85
5.3. Microorganismele .....	86
<b>6. Analiza morfologică a solului.....</b>	<b>87</b>
6.1. Localizarea observațiilor morfologice .....	87
6.2. Descrierea și interpretarea proprietăților morfologice .....	88
<b>Bibliografie selectivă .....</b>	<b>91</b>

## CUVÂNT ÎNAINTE

Cursul de "Morfologia solurilor" este primul de acest gen publicat în învățământul superior din România, fiind destinat studenților geografi urmărind să le demonstreze acestora că în activitatea de teren studiul morfogenetic și descrierea morfologică a solului reprezintă operații de mare importanță și răspundere.

Cunoscând însușirile de bază ale solului (culoarea, textura, structura, compactitatea, consistența, neoformațiile, etc.) putem să facem aprecieri în legătură cu geneza și evoluția solului, cu mediul geografic al cărui component este și cu unele aspecte agrosilvoproductive și ameliorative.

Studiul morfogenetic ne ajută de asemenea, la diagnoza și încadrarea solului în sistemul de clasificare precum și la gruparea lui în diferite moduri.

Adresată în primul rând studenților geografi lucrarea poate fi de un real folos doctoranzilor, studenților care urmează cursurile de master, profesorilor de geografie, practicienilor în domeniul pedologiei, etc.

Cursul oferă cunoștințe temeinice în domeniul morfologiei solurilor, motiv pentru care îl recomand nu numai studenților geografi ci și doctoranzilor din domeniul geografiei, studenților care urmează cursurile de "master", profesorilor de geografie din învățământul preuniversitar și chiar practicienilor din domeniul pedologiei.

prof. univ. dr. **MIHAI GEANANA**

## 1. CONSIDERAȚII GENERALE

### 1.1. MORFOLOGIA SOLURILOR - CONCEPT SI IMPORTANȚĂ

Solul reprezintă practic "epiderma" regiunilor emerse ale Terrei, pe care le acoperă sub forma unui înveliș superficial aproape continuu. Pe suprafața sa oamenii se deplasează, tot el reprezentând suportul în care plantele se înrădăcinează, principala sursă de hrană și mediul de viață a numeroase animale. Altfel spus, solul constituie pentru plante, animale și societățile umane o sursă de viață.

Abordarea științifică a învelișului de sol își are originea abia la sfârșitul secolului al XIX - lea, având ca promotoare școala naturalistă rusă și pe principalul ei reprezentant Dokuceaev V. V. Deci, comparativ cu alte științe naturale, cea referitoare la sol, denumită pedologie, s-a dezvoltat mai recent. Termenul de pedologie, provine din limba greacă, de la pedon = suport, bază, fiind preluat cu înțelesul de sol și de la logos = știință. În același timp, termenul de sol derivă din limba latină de la solum = suport, bază, ambii termeni dorind să indice rolul de suport al solului pentru organismele vii și în același timp cel de spațiu de interferență al lumii organice și al celei minerale.

Reprezentând un corp natural, solul are o alcătuire proprie, altfel spus o anatomie (*are organe la fel ca plantele și animalele*): orizonturi, pori, agregate structurale, concrețiuni etc.

De asemenea, solul prezintă o serie de caracteristici dintre care putem diferenția 3, ca fiind absolut esențiale pentru înțelegerea funcționalității acestui corp natural.

În primul rând, solul reprezintă un mediu organizat și structurat, constituenții săi nefiind dispuși întâmplător, aflându-se într-o strânsă interdependență, atât pe verticală, cât și pe orizontală, ceea ce determină o anumită morfologie care permite descrierea și analiza începând de la nivelul pedonului (*unitatea elementară de sol*) până la cel al peisajului.

Totodată, putem susține ideea că nu există sol la nivel individual, ci înveliș de sol (*pedosfera*), alcătuit din volume omogene din punct de vedere morfologic și analitic, separate prin discontinuități, ceea ce-i conferă cel de-al doilea caracter important, cel al continuității.

În sfârșit, solul reprezintă un mediu dinamic aflat într-o continuă transformare (fig.1).

Acest lucru atestă faptul că solul este un mediu viu, diferitele tipuri și subtipuri de sol existente într-o regiune geografică, nereprezentând altceva decât stadii evolutive aflate în strânsă corelare cu condițiile de mediu.



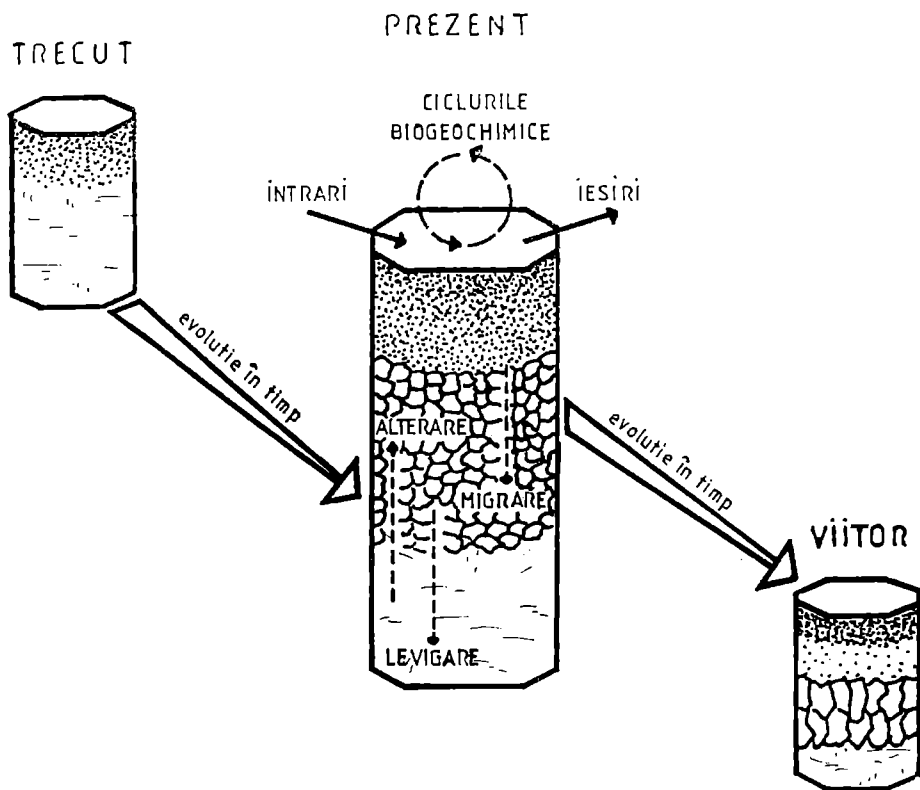


Fig. 1 Solul ca sistem deschis

Termenul de "**morfologie**" își are originea în limba franceză (*morphologie*) și a fost preluat cu înțelesul unui complex de discipline biologice care studiază forma exterioară și structura internă a organismelor plantelor și animalelor (DEX, 1975).

În domeniul pedologiei termenul de morfologie se referă la descrierea și analizarea alcătuirii, proprietăților și funcționalității solurilor.

Morfologia solurilor reprezintă o disciplină a științei solului (*Pedologie*) alături de Geografia solurilor, Fizica solurilor, Chimia solurilor, Biologia solurilor. Importanța acestei discipline rezidă pe de o parte din faptul că analiza morfologică în teren și laborator (*micromorfologie*) permite sesizarea transformărilor interne ale solurilor.

Pe de alta parte, suportul oricărui studiu pedologic îl reprezintă identificarea și analizarea tipurilor de sol dar și a proprietăților funcțiilor genezei și evoluției acestora în raport de utilizare toate acestea reprezentând orientări de bază ale Morfologiei solurilor. În acest fel Morfologia solurilor permite studierea evoluției în timp și spațiu a învelișului de sol cât și modul optim de amenajare și utilizare.

Nu în ultimul rând, proprietățile morfologice influențează fertilitatea, oferă informații care au permis dezvoltarea geochimiei, generează forme de relief (*proces de tasare, sărăcire, îmbogățire în constituenți, reținere de apă*) sau îi permit depistarea dezechilibrelor apărute ca urmare a intervenției antropice.

## 1.2. SOLUL ÎN CADRUL ECOSISTEMELOR TERESTRE

### 1.2.1. Solul în contextul peisajului

Peisajul, abordat în context geografic și nu artistic, poate fi definit ca reprezentând un aspect propriu unui anumit teritoriu, rezultat ca urmare a interacțiunii factorilor naturali cu cel antropic.

Analizând noțiunea de peisaj în modul exprimat anterior, devine evident faptul că solul reprezintă unul dintre componentele aflate într-o permanentă interacțiune și deci parte integrantă a peisajului geografic.

Totuși, comparativ cu alte elemente ale peisajului, solul este mai greu observabil, motiv pentru care este și mai puțin cunoscut, ceea ce a generat consecințe grave datorate utilizării improprii, în multe situații.

Solul se impune în peisaj în special prin culoare, în mod pregnant în cazul suprafețelor neacoperite cu vegetație.

Masiva intervenție antropică, exprimată prin crearea de șanțuri, canale, declanșarea eroziunii accelerate, au determinat o prezență tot mai accentuată a solului în peisaj, însă în mod negativ.

În același timp, caracterele solurilor se modifică spațial, corelat cu particularitățile celorlalte componente ale peisajului (*relieful, vegetația, roca, presiunea umană*), dar problema nu trebuie privită unilateral, deoarece dezechilibrarea printr-o anumită categorie de intervenție antropică a funcționalității învelișului de sol dintr-o anumită zonă, determină modificarea peisajului și în ceea ce privește celelalte componente.

Este acceptat faptul că cele două mari domenii în care este organizată materia pe această planetă, lumea minerală și cea organică (*vie*), se continuă unul pe celălalt, dar, în ultimii ani s-a acreditat ideea că ele s-ar afla chiar într-un proces de unificare, al cărui element de tranziție îl reprezintă solul. În acest sens, solul se află în relație directă atât cu lumea vie (*vegetală, animală, omul*) cât și cu cea minerală, realizând în permanență un schimb de substanțe, energie și informație cu cele două domenii, înlesnind în același timp schimburile directe între cele două domenii.

Acesta este modul în care înțelegem noi locul învelișului de sol în cadrul peisajului geografic și plecând de la această abordare trebuie analizat rolul peisagistic al solului.

### 1.2.2. Funcțiile solului

Reprezentând un component esențial al ecosistemelor terestre, solul deține cum era și normal, anumite funcții. Principalele categorii de funcții ale învelișului de sol (*Dobrovolschi, Nikitin, 1986*) sunt:

- **atmosferică**
- **litosferică**
- **hidrosferică**
- **biosferică**

### *Funcția litosferică*

În primul rând, solul determină alterarea și transformarea pedochimică a straturilor superioare ale litosferei, constituind în același timp, o sursă de substanțe pentru formarea de minerale și roci.

De asemenea, el are rolul unui ecran protector al reliefului și al unei geoderme (*membrane*) care reglează schimburile de substanțe ale litosferei cu celelalte geosfere, prin reținerea selectivă a anumitor elemente minerale.

Nu în ultimul rând, solul realizează un transfer de căldură acumulată în straturile superioare, către straturile adânci ale litosferei.

### *Funcția atmosferică*

Se referă la faptul că solul participă la reciclarea apei în atmosferă, la reglarea compoziției și la încălzirea (*indirect*) a acesteia.

În același timp, învelișul de sol absoarbe și reflectă radiația solară și realizează un transfer de căldură din straturile superioare în atmosferă. El se constituie de asemenea, într-o sursă de substanțe solide și microorganisme care pătrund în atmosferă.

### *Funcția hidrosferică*

Învelișul de sol participă la bilanțul de apă al uscatului prin determinarea mărimii scurgerii de suprafață și a infiltrației în adâncime. Solul reprezintă totodată, un rezervor de apă utilizată pentru acoperirea evapotranspirației și participă la determinarea compoziției chimice a apelor subterane și de suprafață.

Reprezintă un factor al productivității (*calității*) rezervoarelor de apă prin substanțele pe care le conține, dar și un filtru absorbant și protector al rezervoarelor de apă.

### *Funcția biosferică*

Solul, constituie în primul rând un habitat pentru organisme, inclusiv pentru așezările omenești și activitățile productive și un rezervor și sursă în același timp de substanțe și energie.

Totodată el se constituie într-o verigă de conexiune între ciclurile biologice și geologice.

Învelișul de sol asigură condițiile pentru protecția și funcționarea normală a biosferei.

## **1.2.3. Solul și Omul**

Venerarea solului reprezintă o tradiție care este prezentă în cazul marilor culturi terestre. Aceasta atestă conștientizarea de către ființele umane a faptului că solul reprezintă fundamentul umanității, cheia existenței noastre.

În limba ebraică solului i se spune "**adâmah**", de aici provenind numele primului om, "**Adam**". De asemenea, semnul japonez care simbolizează solul, are forma unei plante înrădăcinate.

După cum remarca Mircea Eliade, în miturile cosmogonice ale civilizațiilor antice se remarcă imaginea primordială a Pământului-Mamă (*Terra Genetrix*). Facem precizarea necesară că este vorba de partea fecundă a Pământului, în esență, solul, și nu de înțelesul global al termenului, acela de planetă. În acest sens, Pământul denumit de populațiile mediteraneene Terra Mater sau Tellus Mater este cel care dă naștere tuturor ființelor, corpul omenesc fiind produsul elementelor terestre fecundate de o esență cosmică, iar originea sufletului său este cerească.

Un profet indian din tribul Umatilla, pe nume Smohalla, refuză să muncească pământul datorită următoarei motivații:

**"E păcat să rănești sau să tai, să spinteci sau să zgârii, pe mama noastră a tuturor prin muncile agricole. Îmi cereți să muncesc ogorul? Să iau un cuțit și să-l împlânt în inima mamei? Mă va mai lua ea atunci la sânul ei? Îmi cereți să sap și să înlătur pietrele? Vreți să-i mutilez carnea și să ajung la os? Dar voi mai putea oare atunci să mă întorc în pântecele ei, pentru a mai mă naște odată?"**

Aceeași idee este redată și de poetul vedic:

**"Cerul este Tatăl meu, el m-a conceput  
Am drept familie toată această întindere celestă  
Mama mea este Terra  
Partea cea mai înaltă a suprafeței sale este matricea sa  
Acolo, Tatăl o fecundează pe cea care îi este soție și fiică".**

Aceste cuvinte ale poetului vedic închid de altfel secretul dublei origini a umanității. În cazul civilizației sumeriene, universul perceptibil apărea ca o boltă care lua forma unei jumătăți de sferă imense, a cărei bază plată și întinsă o reprezenta suprafața pământului și pe care o numeau **"An-ki"** (*an=cer; ki=pământ*).

Aztecii aveau la rândul lor, foarte multe zeități legate de Pământ, iar perechea generatoare a lumii era alcatuită din Citatlonac, cel care trăiește în cer și soția sa Coatlicue, stăpâna Pământului.

Și la egipteni, Soarele (*Ra*), cel care a pus ordine în haosul primordial, ia naștere din cer, numit Nut și pământ, numit Geb.

Religiile tibetane, prezintă un mit al originii asemănător, lumea fiind creată de zeii celești Phiva, denumiți munți ai cerului, care sunt legați de pământ prin **"funia mu"**.

Creștinismul, prin intermediul Bibliei, ne arată referitor la facerea lumii că: **"La început a făcut Domnul Dumnezeu cerul și pământul"**. În ceea ce-l privește pe om, în continuare, se spune: **"Atunci, luând Domnul Dumnezeu țărână din pământ, a făcut pe om și a suflat în fața lui suflare de viață și s-a făcut omul ființă vie"**.

Putem constata deci, că îmbrățișarea dintre cer și pământ semnifică ploaia de suflete care vin să fecundeze germenii terestrii, ea reprezentând de fapt, principiul fundamental al organizării materiei, fără de care aceasta nu ar reprezenta decât o masă inertă și difuză.

În acest sens, deosebit de interesant este mitul populației zuni referitor la creația lumii și a umanității, care ne spune că Pământul-Mamă și Cerul-Tată au fost făcuți de un Creator, din unirea lor rezultând ființe imperfecte, care trăiau sub pământ. După săvârșirea actului creației, Creatorul s-a transformat în soare, repetând în această ipostază procesul creaționist și dând naștere unor ființe inteligente, libere și perfecte care ies din adâncurile pământului.

În ceea ce-i privește pe geto-daci, credința lor, ne spune Herodot, este că ei nu mor și că cel care pierе se duce la Zalmoxis care era un zeu al cerului. Această credință se baza pe faptul că Zalmoxis a trăit trei ani într-o locuință subpământeană, pentru a reapărea în cel de-al patrulea, dorind să demonstreze în acest fel că nemurirea se poate dobândi prin întoarcerea la origini.



De altfel, orice regenerare implică reîntoarcerea la origini, o repetare a creației, ceea ce explică și ritualul funerar al îngropării morților.

Credința că Pământul a dat naștere oamenilor este universal răspândită, sentimentul unei solidarități mistice cu pământul natal supraviețuind până în zilele noastre. Însă, după cum bine remarcă Mircea Eliade, nu este vorba despre un sentiment profan al dragostei de patrie sau ținut, de admirație pentru peisajul familiar sau venerația pentru strămoșii îngropați de secole în jurul bisericilor satelor. Este vorba despre cu totul altceva, de experiența mistică a autohtoniei, sentimentul profund că ai ieșit din Pământ, că Pământul te-a născut, tot așa cum a dat naștere copacilor și florilor. A te simți **"om al locului"** este un sentiment de structură cosmică, care depășește cu mult solidaritatea familială sau ancestrală. Amintirea unei preexistențe în sânul Pământului a creat ființelor umane acel sentiment de înrudire cosmică cu mediul înconjurător. Fiecare om știa, desigur, că avea o mamă imediată, pe care o vedea mereu alături de el, dar mai știa și că vine de departe, că trăise în străfundurile pământului, fapt ce a lăsat urme chiar și în limbaj, romanii numind bastardul **"terrae filius"**, iar românii **"copil din flori"**.

Chiar și la moarte, marea dorință este de a regăsi Pământul-Mamă, de a fi înmormântat în solul natal, de aici provenind și frica omului de a-i fi înmormântate rămășițele în altă parte.

În acest fel se încheie ciclul, întorcându-ne acolo de unde am venit, așa cum spun și Vedele indiene: **"Tărăște-te spre Pământ care-ți e Mamă!"** sau **"Tu care ești pământ, în pământ te pun!"** sau cele rostite în timpul ceremoniilor funerare chineze: **"Fie ca oasele și carnea să se întoarcă în pământ!"**.

Concluzionând, pentru a te naște sau pentru a muri, exista un prag comun, Pământul natal, care nu reprezintă numai locul unde se inaugurează viața și viața după moarte, ci este și marele martor al inițierii într-un gen de viață nouă.

Numai Pământul trebuie să confirme, de îndată ce un nou-născut sau un muribund este așezat pe el, dacă nașterea sau moartea sunt valabile, dacă ele sunt percepute ca niște fapte firești.

Ritualul așezării pe pământ implică ideea unei identități între Rasă și Pământ. Dincolo de aspectul cultural al relației între sol și om, putem vorbi și de o componentă socială. Din cele mai vechi timpuri, resursele de hrană ale comunităților umane, dar și ale lumii animale, s-au aflat în strânsă dependență de resursele de sol.

Oamenii primitivi erau în bună măsură culegători, valorificând pentru hrană ceea ce natura le oferea prin intermediul solului. În urmă cu 15000-20000 de ani, odată cu trecerea de la economia primitivă a culegătorului la cea a cultivatorului, legăturile au devenit și mai strânse.

Întotdeauna, societățile umane au manifestat o preocupare deosebită în ceea ce privește utilizarea resurselor de sol în scopuri alimentare, în acest sens, stând drept mărturie amplele lucrări (*diguri, canale*) din Mesopotamia, Egipt, China, Imperiul Roman și Lumea Nouă.

Astfel, se constată și astăzi, în afara atașamentului profund al oamenilor față de familie, o legătură strânsă cu pământul. În societățile rurale există un accentuat simț al proprietății, nu atât în ceea ce privește locuința și obiectele din interiorul ei, cât în ceea ce privește pământul.

Acest sentiment a generat de-a lungul istoriei mari drame, tocmai datorită conștientizării de către oameni a faptului că pământul reprezintă baza umanității.

Din aceste motive, păstrarea echilibrului între fertilitatea potențială a solului și presiunea umană, reprezintă cheia viitorului.

În același timp, solul reprezintă o resursă importantă pentru activitățile din construcții, o anumită varietate de argilă fiind utilizată chiar și în industria farmaceutică.

Nu în ultimul rând, solul reprezintă suportul pentru toate activitățile umane, existând o evidentă relație de interdependență între cele două componente ale mediului.

Având în vedere cele prezentate mai sus, a apărut necesitatea unei abordări științifice a învelișului de sol, lucru care s-a petrecut la sfârșitul secolului al XIX-lea și se datorează școlii ruse, avându-l ca reprezentant marcant pe V. V. Dokuceaev.

Astfel a apărut o noua știință, **PEDOLOGIA**, care studiază inclusiv aspectele legate de raporturile existente între sol și factorul uman.

## 2. PROFILUL DE SOL

### 2.1. GENERALITĂȚI

Procesul de formare al solurilor este unul îndelungat și extrem de complex, solul nefiind altceva decât expresia sintetică a interacțiunii factorilor naturali.

Partea superioară a litosferei, a fost supusă, în fazele inițiale de formare, acțiunii agenților externi (*procese de îngheț-dezgheț, precipitațiile atmosferice, vântul*) care au determinat mai întâi, fisurarea rocilor și apoi dezagregarea acestora. Concomitent, are loc și transformarea chimică a materialelor rezultate prin dezagregare, datorată proceselor de oxido-reducere, dizolvare, hidratare, hidroliză și carbonatare.

Efectul este reprezentat prin apariția la suprafața litosferei a unui strat afânat, cu proprietăți noi - permeabilitatea pentru apă și aer, capacitatea de a reține apa - denumit scoarță de alterare.

Precizăm, că în acel moment, nu putea fi vorba despre sol, datorită absenței unei componente esențiale, cea organică. De altfel procesul de formare al solului nu poate începe și nu poate avea loc decât în prezența organismelor vegetale și animale cât și a microorganismelor.

Primele au apărut organisme inferioare, de genul mușchilor, lichenilor și ciupercilor, care în timp, au creat condiții favorabile și pentru instalarea organismelor superioare.

Rolul plantelor este determinant în procesul de formare al solului, prin aceea că, ele preiau și apoi transformă substanțele minerale solubile, care abundau în scoarța de alterare, în substanțe organice, care după încetarea ciclului biologic, sunt descompuse de către microorganisme.

O parte dintre aceste substanțe se reîntorc în sol sub formă de elemente minerale utile, iar o altă parte se acumulează în sol, sub formă de materie organică humificată.

Trecând de aceste stadii inițiale de formare, solurile au evoluat în mod diferențiat, în funcție de condițiile specifice de mediu (*climă, relief, rocă, vegetație, apă freatică, vârstă*) datorită manifestării unor procese proprii, denumite pedogenetice: acumularea materiei organice, formarea și migrarea argilei, stagnarea apei din pânza freatică și precipitații, etc.

În acest mod, s-au diferențiat o serie de strate naturale cu caracteristici morfologice și analitice proprii, denumite orizonturi de sol.

***Profilul de sol nu reprezintă altceva decât succesiunea orizonturilor de sol de la suprafață până la roca parentală (fig. 2).***

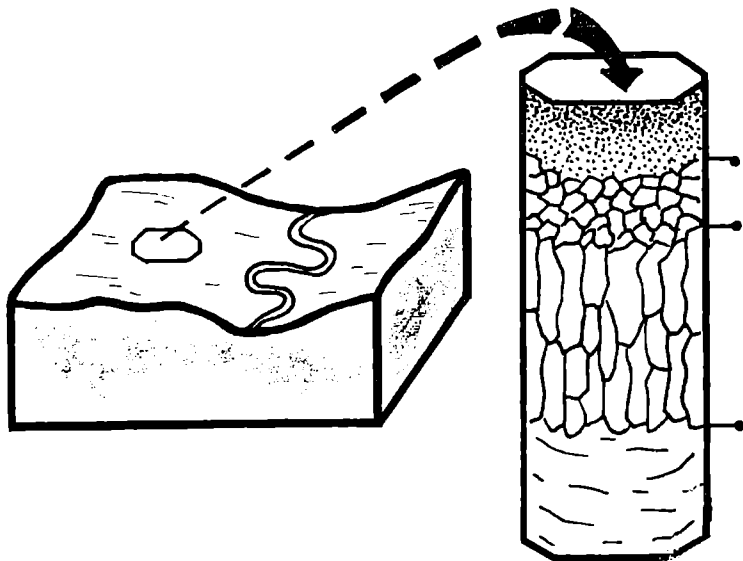


Fig. 2. Reprezentarea schematică a unui profil de sol

El se identifică practic cu o secțiune verticală realizată într-un sol și reprezintă unitatea naturală de studiu în domeniul pedologiei și implicit al morfologiei solurilor.

Apariția și existența profilului de sol, este condiționată de manifestarea unor procese specifice de formare a solurilor, denumite procese pedogenetice.

## 2.2. PROCESELE PEDOGENETICE

*Pedogeneza, în sensul procesului de formare al solului, reprezintă totalitatea fenomenelor fizice, chimice și biologice care se manifestă în pătura superficială a litosferei și care determină transformări și deplasări de substanțe și importante schimburi de energie și materie.*

Astfel, în sol se produc în permanență transformări și translocări ale constituenților, structurări și reorganizări ale acestora și pierderi sau aporturi de constituenți.

Toate aceste procese se desfășoară sub influența puternică a factorilor de mediu.

Energia necesară manifestării acestor procese este solară, sintetizată în biomasa din sol, gravitațională (*deplasarea apei în sol*) și chimică (*datorată reacțiilor de oxidare*).

Procesul de formare al solului este îndelungat și are ca punct inițial roca sau materialul parental și ca punct final stadiul de echilibru (*climax*) între condițiile de mediu, procesele pedogenetice și aspectul profilului de sol.

În acest fel, diferitele tipuri de sol, se află în multiple stadii evolutive, între punctul inițial și cel final al pedogenezei.

Procesele pedogenetice pot fi clasificate după cum urmează:

- - DE TRANSFORMARE
- - DE TRANSLOCARE
- - DE UNIFORMIZARE  
(HAPLOIDIZARE)
- - DE APORT ȘI TRANSPORT

## PROCESE PEDOGENETICE



## 2.2.1. Procese pedogenetice de transformare

Acest tip de procese, determină modificări pe loc ("*in situ*") care afectează atât componentul mineral cât și pe cel organic.

### 2.2.1.1. Alterarea

Procesul de alterare poate fi analizat sub două aspecte, primul aflat în strânsă legătură cu fazele inițiale ale formării solului și anume apariția scoarței de alterare, iar cel de-al doilea, legat de manifestarea directă în profilul de sol și condiționarea apariției unor orizonturi specifice.

În prima situație, alterarea se desfășoară pe două direcții, dezagregarea și alterarea chimică. ***Dezagregarea determină fărâmițarea rocilor sub acțiunea agenților externi. Alterarea chimică determină printr-o gamă largă de procese - hidratarea, hidroliza, dizolvarea, carbonatarea, oxido-reducerea - transformarea chimică a produselor rezultate în urma dezagregării.***

Manifestarea celor două procese conduce la apariția scoarței de alterare.

În cea de-a doua situație este vorba despre procesele de alterare care impun apariția unui orizont specific, Bcambic (Bv) căruia îi sunt caracteristice o ușoară îmbogățire în argilă și o culoare gălbuie.

Tot în acest context, trebuie adăugată și alterarea care se desfășoară în arealele cu roci vulcanice, unde există minerale fără organizare cristalină (*allofane*) și care impun caractere specifice orizontului Bcambic.

### 2.2.1.2. Bioacumularea

Reprezintă un proces esențial al formării solurilor, având de asemenea, un caracter general, în sensul că se manifestă la toate solurile.

***Bioacumularea constă în acumularea în sol și la suprafața acestuia, de substanțe organice, îndeosebi sub formă de humus.*** Acest proces depinde în primul rând de factorul biologic, prin care înțelegem cantitatea și calitatea resturilor vegetale lăsate anual de către plante și activitatea animalelor și microorganismelor din sol.

În funcție de regimul termic și aerohidric al solului, procesul de bioacumulare poate evolua în trei direcții:

- MINERALIZARE
- HUMIFICARE
- TURBIFICARE

În condițiile unui climat cald și umed, resturile organice sunt intens transformate având însă loc și o puternică mineralizare a acestora, fapt pentru care, în sol nu se acumulează humus, dar se produce o circulație activă a substanțelor minerale, în sistemul sol-plantă.

Pe de altă parte, în condiții climatice cu umiditate redusă (*în special regiunea de stepă-silvostepă*) procesele de humificare sunt dominante, comparativ cu cele de mineralizare, ceea ce determină o intensă acumulare a humusului în sol.

În regiunile reci, cu precădere în arealele cu exces de umiditate, transformarea resturilor organice este foarte lentă, acestea acumulându-se în sol sub formă de turbă (*resturi vegetale aflate în diferite stadii de descompunere*) datorită procesului de turbificare.

Ca urmare a manifestării acestor trei procese, caracterele morfologice ale orizonturilor de sol, formate prin bioacumulare vor fi diferite.

În situația în care rezultă materie organică bine humificată și intim amestecată cu partea minerală a solului, se formează un orizont de tip A (*molic, umbric, ocric*).

Atunci când, materia organică este slab humificată, în sensul că resturile vegetale se găsesc în diferite stadii de descompunere, se formează orizonturile organice O (*de litieră, de fermentație, de humificare*) și cel turbos, T (*fibric, hemic, sapric*), acesta din urmă, în prezența excesului de umiditate care impune ca proces dominant turbificarea.

### 2.2.1.3. Gleizarea și pseudogleizarea

Reprezintă procese pedogenetice similare, care se manifestă numai în condițiile existenței în sol a excesului de umiditate. Acesta poate fi de natură freatică, provenind dintr-o pânză freatică aflată aproape de suprafață (*ad. < 2 m*) sau de natură pluvială.

Procesele care au loc sub influența excesului de umiditate provenit din pânza freatică, poartă denumirea de procese de gleizare și afectează în special, partea inferioară a profilului de sol (fig. 3).

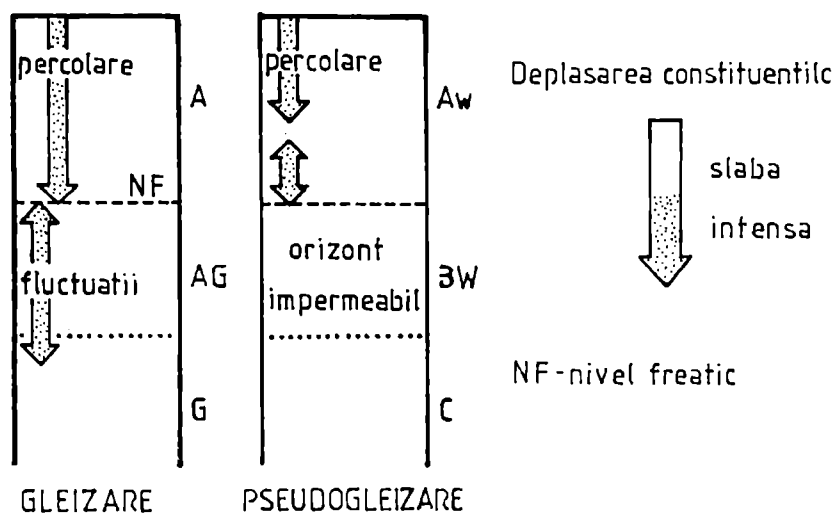


Fig. 3 Manifestarea proceselor de gleizare și pseudogleizare

Excesul de umiditate de natură pluvială afectează mai ales, partea superioară a profilului de sol și se datorează acumulării și stagnării apei provenite din precipitații, în zonele cu relief plan sau depresionare, cu precipitații ridicate și în condițiile existenței unui orizont de sol impermeabil. Excesul de umiditate de natură pluvială se mai poate manifesta la poalele și în partea inferioară a versanților din regiunea de deal-podîș.

Aceste procese sunt cunoscute sub denumirea de procese de pseudogleizare, termenul provenind de la "**pseudo**"=fals, în înțelesul de gleizare falsă, aceasta arătând că excesul de umiditate nu își are originea în pânza freatică.

Cele două procese ale căror esență este dată de prezența unor active reacții de oxido-reducere, imprimă orizonturilor de sol caractere morfologice specifice. În general, elementele chimice care suferă intense oxidări și reduceri sunt fierul și manganul.

În acest sens, se formează orizonturile gleice (G) și pseudogleice (W) caracterizate printr-un aspect marmorat, distrugerea structurii și implicit, creșterea masivității și compactității.

## 2.2.2. Procese pedogenetice de translocare

Acest tip de procese implică deplasarea unor compuși pe verticală, în interiorul solului, fapt care determină diferențierea profilului de sol.

### 2.2.2.1. Eluvierea și iluvierea

**Eluvierea reprezintă procesul de deplasare pe verticală, în profilul de sol, a constituenților prin intermediul apei.** Constituenții care pot fi deplasați sunt în general sărurile, argila, oxizii și silica.

În funcție de modul specific în care se realizează această deplasare, eluvierea poate fi fizico-chimică (*levigare*) și mecanică (*migrare*).

Levigarea se referă la săruri și presupune deplasarea acestora în soluție, în timp ce migrarea implică deplasarea în suspensie, fără schimbarea compoziției chimice și se referă la substanțele coloidale (*argilă, oxizi, humus, silica*).

Sărurile cu diferite grade de solubilitate, sunt levigate spre baza profilului de sol, cele greu solubile (*în special carbonatul de calciu*) menținându-se în profilul solurilor specifice stepei și silvostepii (fig. 4).

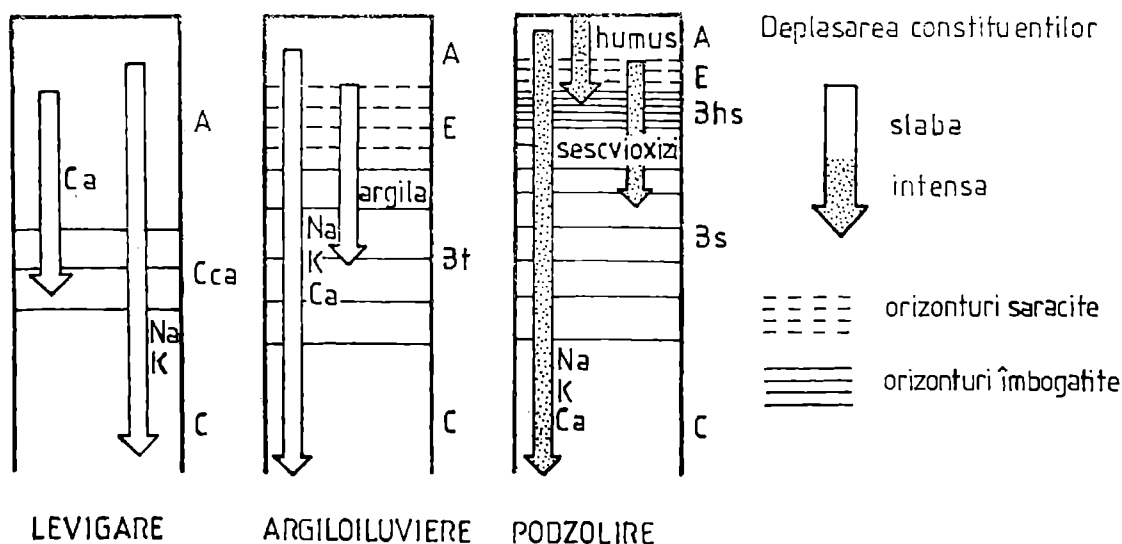


Fig. 4. Manifestarea proceselor de eluviere-iluviere

Migrarea este un proces specific coloizilor solului, care sunt deplasați descendent, în suspensie, sub formă de particule foarte fine, până la diferite adâncimi în profilul de sol.

Pentru a se produce migrarea, trebuie să se îndeplinească o condiție esențială și anume, îndepărtarea sărurilor, deoarece, prezența acestora, prin efectul lor coagulant, împiedică dispersarea coloizilor și trecerea lor în suspensie (fig. 4).

Acest tip de eluviere este specific zonelor mai umede, cum ar fi cele subcarpatice și carpatice.

Efectul manifestării proceselor de eluviere îl constituie apariția unui orizont sărăcit în constituenți, cu caractere morfologice proprii, denumit eluvial și notat cu E (*luvic, albic, spodic*).

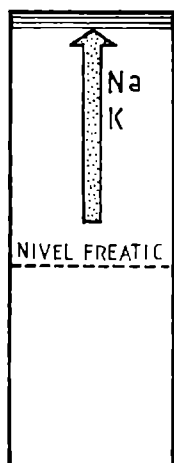
În același timp, constituenții eluviați din partea superioară a profilului de sol, se acumulează (*sunt iluviați*) în partea sa intermediară sau inferioară. **Practic, procesul de**



iluviere reprezintă acumularea constituenților eluviați din partea superioară a profilului de sol, în partea sa intermediară sau inferioară, într-un orizont B(*argiloiluvial*, *spodic*) sau C (*carbonatoluvial*), pe care le îmbogățesc, după caz, în carbonat de calciu, argilă, humus sau sescvioxizi.

### 2.2.2.2. Salinizarea și alcalizarea

Procesul de salinizare are ca efect îmbogățirea profilului de sol în săruri solubile (în special cloruri și sulfuri), iar cel de alcalizare, îmbogățirea complexului coloidal al solului, în sodiu adsorbit (fig. 5).



Salinizarea se produce în condițiile existenței unei pânze freatice mineralizate, situată la adâncime mică și a unui drenaj defectuos al solului, sau în prezența unui material parental salifer. În aceste situații, sărurile urcă prin capilaritate și îmbogățesc orizonturile superioare ale solului determinând formarea orizonturilor salic (*sa*) sau salinizat (*sc*), în funcție de intensitatea de manifestare a procesului.

Alcalizarea se produce în condiții asemănătoare salinizării, numai că de această dată, se constată pătrunderea în cantitate mare a ionilor de sodiu în complexul coloidal al solului și apariția orizonturilor natric (*na*) și alcalizat (*ac*). Acest tip de procese se asociază frecvent celor de gleizare.

### 2.2.3. Procese pedogenetice de uniformizare (*haploidizare*)

Acest tip de procese sunt contrare celor de diferențiere, generând omogenizarea profilului de sol.

Fig. 5. Manifestarea proceselor de salinizare

#### 2.2.3.1. Procesele vertice

Sunt specifice solurilor sau orizonturilor de sol cu conținut ridicat de argilă (> 30 %) gonflantă (*smectit*). Manifestarea acestui tip de procese imprimă solului caractere morfologice particulare, atât în stare umedă, cât și în stare uscată, determinate de proprietatea unor anumite varietăți de argilă de a-și mări volumul în stare umedă și de a se contracta în stare uscată.

Astfel, în timpul perioadelor uscate, argila se contractă, formându-se crăpături largi (>1 cm lățime) care fragmentează masa solului în agregate cu dimensiuni mari, având muchii și colțuri ascuțite.

Dimpotrivă, în perioadele mai umede, argila gonflează, ceea ce face ca agregatele de sol să preseze unele asupra celorlalte, să alunece, să se întoarcă sau să se răstoarne, lustruindu-și în acest mod suprefetele și determinând apariția fetelor de alunecare oblice (10-60° înclinare). Datorită acestor presiuni, existente în masa solului și a deplasării agregatelor de sol, la suprafața acestuia apar mici denivelări, care reprezintă microforme de relief specifice denumite "gâlgăi" sau "coșcove".

Din punct de vedere morfologic, se separă pe adâncimea de manifestare a acestor procese, orizontul vertic notat cu y, asociat orizonturilor A, B sau C.

#### 2.2.3.2. Procesele vermice

Denumirea provine din limba latină, de la *vermus*=vierme și se datorează activității faunei din sol. În acest sens, animalele din sol, prin galeriile pe care le sapă



determină deplasarea materialelor în sol, ceea ce implică amestecarea orizonturilor de sol și atenuarea clarității limitelor dintre acestea.

În acest mod, diferențierile între orizonturile de sol se estompează, profilul tinzând să se uniformizeze. Acest tip de proces este frecvent în orizonturile superioare ale solurilor din regiunea de stepă și silvostepă.

Trăsăturile specifice pe care activitatea faunei le imprimă solului (*neoformații biogene*) determină apariția așa numitului "**caracter vermic**", considerat ca fiind prezent în situația în care, cel puțin 50% din volumul orizontului A și cel puțin 25% din volumul orizontului subiacent, prezintă aceste trăsături specifice.

#### **2.2.3.3. Procesele criogenice**

Sunt specifice zonelor de tundră și se manifestă prin îngheț-dezghet repetat, în cazul solurilor saturate cu apă și care prezintă un orizont permanent înghețat (*permafrost*). Datorită forțelor mecanice care acționează, în sol apar caractere specifice de genul movilelor, cercurilor cu pietre, poligoanelor, a căror apariție se datorează crăpării solului și structurii lamelare, datorată formării lentilelor de gheață.

#### **2.2.4. Procese de aport și transport**

Acest tip de procese implică încetinirea pedogenezei și menținerea solurilor în stadii incipiente de evoluție. Sunt considerate ca făcând parte din această categorie următoarele procese:

- **SEDIMENTAREA**
- **DENUDAȚIA**
- **SOLIFLUXIUNEA**

Sedimentarea implică un aport de material depus la suprafața solului care este preluat în procesul de solificare. Acest proces este specific luncilor (*datorită aluvionării*), zonei de la baza versanților (*datorită eroziunii*), zonelor vulcanice (*datorită depunerii cenușii vulcanice*) și celor aride (*datorită depunerii prafului*).

În urma aportului continuu de material, pedogeneza este întreruptă, solurile menținându-se într-un stadiu incipient de evoluție, cazul solurilor aluviale, coluvisolurilor sau psamosolurilor.

Procesul natural de denudare, specific regiunilor montane și deluroase are ca efect întinerirea permanentă a solurilor prin echilibrarea raportului existent între rata denudării și cea a solificării. În această situație, solurile se află într-un stadiu incipient de evoluție, cazul regosolurilor, litosolurilor și al unor soluri brune eu-mezobazice.

Procesele de solifluxiune precum și alte procese de alunecare, specifice solurilor formate în zone de pantă, determină perturbări ale procesului de pedogeneză și implicit încetinirea acestuia.

### 3. ORIZONTURILE DE SOL

#### 3.1. CONSIDERAȚII GENERALE

În timpul solificării, datorită manifestării unor procese pedogenetice diferite, componenții minerali și organici suferă deplasări, acumulări și transformări, în profilul de sol formându-se straturi caracteristice, cu proprietăți diferite, numite orizonturi de sol.

***Orizontul de sol reprezintă un strat natural unitar din punct de vedere al proprietăților morfologice și analitice, format prin aceleași procese pedogenetice.***

Din punct de vedere morfologic, orizonturile de sol se diferențiază după culoare, structură, textură, consistență, prezența unor neoformații, etc. De asemenea, din punct de vedere analitic orizonturile de sol se deosebesc prin conținutul în humus, valoarea pH-ului, gradul de saturație în baze, indicii de diferențiere texturală, etc.

Orizonturile de sol pot avea anumite caracteristici definitorii pentru o clasă sau un tip de sol și în acest caz sunt considerate orizonturi de diagnostic.

***Orizontul de diagnostic reprezintă orice orizont de sol care constituie un criteriu pentru definirea unităților taxonomice din sistemul de clasificare al solurilor.***

Orizontul de diagnostic este caracterizat atât prin însușiri exprimate cantitativ (grosime, conținut de argilă, conținut de materie organică), cât și prin procesele pedogenetice care au contribuit la formarea lui. Totodată, din punct de vedere al alcătuirii lor, orizonturile de sol se diferențiază în:

- organice
- minerale

***Orizont organic este considerat orizontul format deasupra solului mineral, prin acumularea resturilor organice aflate în diferite stadii de descompunere.***

***Orizont mineral este considerat acel orizont de sol, care conține cel mult 35% materie organică (dacă partea minerală are > 60% argilă) sau cel mult 20% materie organică (dacă solul este sărac în argilă).***

#### 3.2. TIPURI DE ORIZONTURI DE SOL ȘI PROPRIETĂȚILE LOR

##### Orizontul A

***Reprezintă un orizont mineral, format în partea superioară a solului, prin acumularea de materie organică humificată, intim amestecată cu partea minerală, având culori închise.***

Acest tip de orizont apare aproape la toate solurile, excepție făcând erodisolul, solul desfundat și protosolul antropic. În cazul erodisolului, orizontul A, a fost îndepărtat prin eroziune, la solul desfundat a fost amestecat cu orizontul subiacent, iar la protosolul antropic el nu poate fi prezent, deoarece acesta este alcătuit din materiale provenite din activitățile umane, care au fost transportate și amestecate.

Orizontul A este poziționat în partea superioară a profilului de sol, fiind primul, cu excepția solurilor dezvoltate sub pădure, la care este situat sub orizontul O (fig. 6).

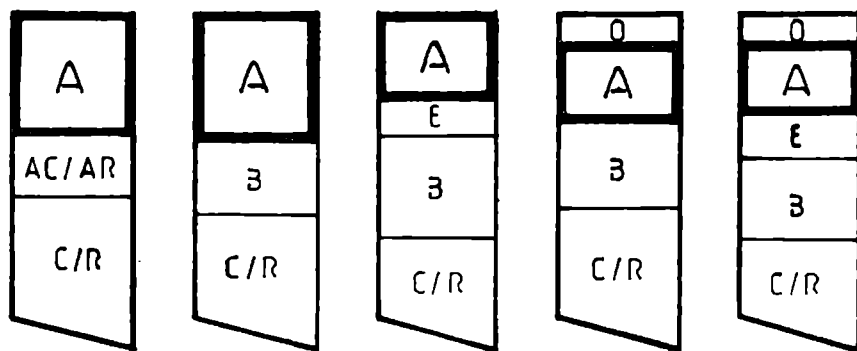


Fig. 6. Poziția orizontului A în profilul de sol

În funcție de tipul de sol, sub orizontul A apare un orizont de tranziție AC sau AR, un orizont B sau un orizont E. În cazul solurilor de câmpie, grosimea sa este mare, reducându-se în regiunea de deal-podîș și montană. Reprezintă de asemenea, orizontul de sol în care se înregistrează maximum de dezvoltare al rădăcinilor plantelor.

Orizontul A prezintă următoarele tipuri:

- MOLIC (Am)
- MOLIC-ELUVIAL (Ame)
- UMBRIC (Au)
- OCRIC (Ao)

Orizontul A molic prezintă următoarele proprietăți:

- bogat în humus
- culoare închisă, cu crome și valori < 3,5 în stare umedă și cu valori < 5,5 în stare uscată
- structură glomerulară, grăunțoasă sau poliedrică mică, bine dezvoltată
- consistență friabilă (*nu devine masiv și dur în perioada uscată a anului*)
- grad de saturație în baze > 55%
- grosime de cel puțin 25cm sau cel puțin 20cm la solurile cu orizont R situat în primii 50 cm și la cele cu orizonturi Ame, AC, AR, AG sau B având în partea superioară culori de orizont molic
- afânat, cu porozitate ridicată
- prezintă numeroase neoformații biogene, în special de natură animală (*cu precădere la solurile cernoziomice*)
- poate prezenta schelet în cantitate mică, în cazul rendzinei
- este specific mai ales solurilor de câmpie
- este orizont de diagnostic pentru clasa molisoluri și subtipul molic al unor tipuri de sol

Orizontul A molic eluvial prezintă următoarele proprietăți:

- asemănător celui molic, cu acumulări reziduale de grăunți de cuarț sau alte elemente minerale rezistente la alterare
- culoare brună-cenușie pe fețele agregatelor structurale, cu valori  $> 3$  și crome  $> 2$  în stare uscată

- este situat între un orizont Am și un orizont Bt sau Bv

- este orizont de diagnostic pentru solurile cenușii

Orizontul A umbric prezintă următoarele proprietăți:

- asemănător orizontului molic în ceea ce privește culoarea, conținutul de materie organică, grosimea, consistența, gradul de afânare și porozitatea
- structura este asemănătoare, dar mai slab dezvoltată
- grad de saturatie în baze  $< 55\%$
- poate prezenta schelet în cantitate mică
- prezintă numeroase rădăcini groase
- este specific solurilor montane
- este orizont de diagnostic pentru clasa umbrisoluri și subtipul umbric al unor tipuri de sol.

Orizontul A ocriu prezintă următoarele proprietăți:

- culoare mai deschisă decât a orizonturilor molic și umbric
- mai sărac în materie organică
- devine masiv și dur în perioada uscată a anului
- este specific solurilor din regiunea de deal-podiu și cea montană inferioară.

### Orizontul E (eluvial)

*Reprezintă un orizont mineral, intermediar, sărac în argilă sau materie organică și/sau sescvioxizi (datorită eluierii), îmbogățit rezidual în silice și alte minerale rezistente la alterare, având culori deschise (gălbui-cenușii).*

Se formează numai la solurile în profilul cărora se manifestă procese intense de eluierare a coloizilor.

Este poziționat în profilul de sol sub un orizont A și deasupra unui orizont B (Bt, Bhs, Bs). Numai în cazul erodisolului poate apărea la suprafață (fig. 7).

Se formează numai în cazul argiluvisolurilor (*sol brun roșcat luvic, brun luvic, luvisol albic, planosol*) și spodosolurilor (*podzol*).

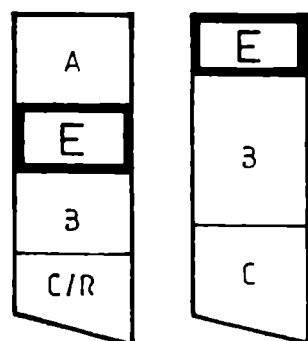


Fig. 7. Poziția orizontului E în profilul de sol

Are în general grosimi reduse și este nefavorabil dezvoltării rădăcinilor plantelor, datorită sărăcirii în constituenți.

Orizontul E prezintă următoarele tipuri:

- LUVIC (El)
- ALBIC (Ea)
- SPODIC (Es)

Orizontul E luvic prezintă următoarele proprietăți:

- se formează deasupra unui orizont Bt sau Bt<sub>na</sub>
- prezintă culori deschise în stare uscată (*gălbui-cenușii*), cu valori  $< 6,5$  sau valori  $> 6,5$  asociate cu crome  $> 3$ .

- structură poliedrică sau foioasă sau de multe ori nestructurat
- textură mai grosieră decât cea a orizontului subiacent
- este orizont de diagnostic pentru solurile brun roșcat luvic și brun luvic

Orizontul E albic prezintă următoarele proprietăți:

- se formează deasupra unui orizont Bt sau Bt<sub>na</sub>
- culori mai deschise decât la orizontul luvic în stare uscată, cel puțin în pete (*în proporție de cel puțin 50%*), cu valori  $> 6,5$  și crome  $< 3$  și diferență în ceea ce privește valoarea de cel puțin 2 unități între starea umedă și cea uscată
- structură poliedrică sau foioasă slab dezvoltată sau nestructurat
- textură mai grosieră decât cea a orizontului subiacent
- acumulare de obicei intensă a oxizilor și hidroxizilor de fier și mangan, sub formă de pete și concrețiuni
- este orizont de diagnostic pentru luvisolul albic și planosol.

Orizontul E spodic prezintă următoarele proprietăți:

- se formează deasupra unui orizont Bhs sau Bs
- culoare deschisă, având în stare umedă valori  $> 4$  și  $> 5$  în stare uscată
- este lipsit de structură
- prezintă textură ușoară (*nisipoasă sau nisipo-lutoasă*)
- conținut foarte redus de materie organică și fier
- îmbogățit rezidual în silice
- este orizont de diagnostic pentru podzol.

## Orizontul B

**Reprezintă un orizont mineral, format în partea inferioară a profilului de sol sub un orizont A sau E, rezultat în urma alterării pe loc a materialului parental, alterare care poate fi însoțită sau nu de o îmbogățire în argilă, materie organică sau sescvioxizi migrați din orizonturile superioare.**

Este poziționat în partea mijlocie a profilului de sol, sub un orizont A sau E și deasupra unui orizont C sau R. În cazul erodisolului poate să apară de la suprafață (fig. 8).

În general, orizontul B lipsește în regiunea de stepă, în cazul solurilor halomorfe de tipul solonchecului, la unele dintre andosoluri, soluri humico-silicaticice și la cele mai multe dintre solurile neevoluate, trunchiate sau desfundate (*litosol, regosol, psamosol, coluvisol, protosol aluvial, sol aluvial, unele erodisoluri, protosol antropic*).

Orizontul B prezintă următoarele tipuri:

- CAMBIC (B<sub>v</sub>)
- ARGILOILUVIAL (Bt)
- ARGILOILUVIAL-NATRIC (Bt<sub>na</sub>)
- SPODIC (B<sub>hs</sub>, B<sub>s</sub>)

Orizontul B cambic prezintă următoarele proprietăți:

- s-a format prin alterarea materialului parental cu precipitarea argilei pe locul formării (argilizare "in situ")

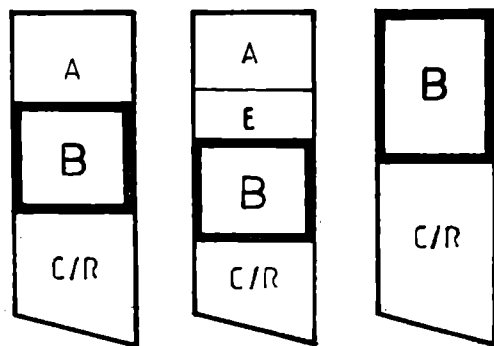


Fig. 8. Poziția orizontului B în profilul de sol

- grosimea de minimum 10cm
- culori mai închise decât materialul parental
- structură poliedrică medie și mare pe cel puțin 50% din volumul orizontului
- textura mai fină decât a materialului parental, plusul de argilă provenind prin argilizare "in situ"

- nu prezintă diferențiere texturală ( $Idt < 1,2$ )
- sărurile ușor solubile și carbonații sunt integral spălate, cu excepția orizonturilor B salinizate sau invadate de carbonați prin regradare

- este orizont de diagnostic pentru clasa cambisoluri și subtipul cambic al unor tipuri de sol

Orizontul B argiloiluvial prezintă următoarele proprietăți:

- grosime de cel puțin 15cm
- poate fi considerat orizont B argiloiluvial și un orizont B în benzi, în cazul în care benzile au o grosime de minimum 1cm și însumate până la adâncimea de 150cm, ating cel puțin 15cm grosime

- format prin iluvionarea argilei eluviate din orizonturile superioare, care formează pelicule la suprafața agregatelor structurale

- culoare mai închisă decât cea a materialului parental
- structură prismatică sau poliedrică
- prezintă diferențiere texturală ( $Idt > 1,2$ )
- nu conține carbonați sau săruri solubile, decât precipitate secundar
- poate să conțină sodiu schimbabil, în proporție  $< 15\%$  din capacitatea totală de schimb cationic

- este orizont de diagnostic pentru clasa argiluvisoluri și subtipul argiloiluvial al unor tipuri de sol

Orizontul B argiloiluvial natric prezintă următoarele proprietăți:

- este asemănător orizontului B argiloiluvial
- saturația în sodiu schimbabil este  $> 15\%$  din capacitatea totală de schimb cationic, cel puțin pe 10cm din primii 20cm ai orizontului

- structură columnară sau prismatică
- este orizont de diagnostic pentru soloneț

Orizontul B spodic prezintă următoarele proprietăți:

- grosime de minimum 2,5cm
- format prin acumularea materialului amorf, cu aport de sescvioxizi sau humus și sescvioxizi migrați din orizonturile superioare

- culoare, în general, în nuanțe de 7,5 YR sau mai roșii, cu crome mici dacă orizontul este de tip Bh<sub>s</sub> sau mari, dacă este de tip Bs

- nu prezintă structură sau cu structură foarte slab dezvoltată
- textură ușoară (în general greu de determinat datorită cantității mari de schelet)
- capacitate de schimb cationic relativ mare
- se notează cu Bh<sub>s</sub>, în cazul în care conține atât humus cât și sescvioxizi și cu Bs, atunci când conține predominant sescvioxizi

- este orizont de diagnostic pentru clasa spodosoluri și subtipul spodic al unor tipuri de sol

## Orizontul C

*Reprezintă un orizont mineral, situat la baza profilului de sol, alcătuit din materiale neconsolidate care constituie materialul parental al solului.*

Orizontul C există în cazul tuturor solurilor dezvoltate pe roci neconsolidate și este poziționat în partea inferioară a profilului de sol, sub un orizont A, B sau AC.

Poate apărea de la suprafață în cazul erodisolurilor (fig. 9).

Este specific solurilor din regiunea de câmpie, parțial celor de deal-podîș și luncilor.

Orizontul C poate prezenta următoarele tipuri :

- CARBONATOILUVIAL ( Cca )
- PSEUDORENDZINIC ( Cpr )

Orizontul C carbonatoiluvial prezintă următoarele proprietăți :

- grosime de minimum 15cm
- conținut de carbonați > de 12% (cel puțin 5% iluviați din orizonturile superioare)
- este situat sub un orizont Am sau B

Orizontul C pseudorendzinic prezintă următoarele proprietăți :

- este alcătuit din marne, marne argiloase sau argile marnoase, care conțin cel puțin 30% argilă și peste 12% carbonați
- este orizont de diagnostic pentru pseudorendzină și subtipul pseudorendzinic al unor tipuri de sol

În situația în care un orizont de sol nu este constituit din marne, marne argiloase sau argile marnoase sau care nu prezintă caractere diagnostice pentru orizonturile A, B, Gr sau Cca, el se notează cu C.

## Orizontul R

*Reprezintă un orizont mineral, situat la baza profilului de sol, alcătuit din roci compacte (se includ și pietrișurile), constituind roca parentală.*

Este prezent la toate solurile formate pe roci compacte și este poziționat în partea inferioară a profilului de sol, sub un orizont A, O, B sau AR (fig. 10).

Este specific în special, solurilor din regiunea montană și poate prezenta tipul:

- RENDZINIC ( Rrz )

Orizontul R rendzinic prezintă următoarele proprietăți :

- este constituit din calcare, calcare dolomitice, gips sau fragmente din asemenea roci precum și din roci metamorfice sau magmatice, bazice sau ultrabazice, care prin alterare nu formează material amorf

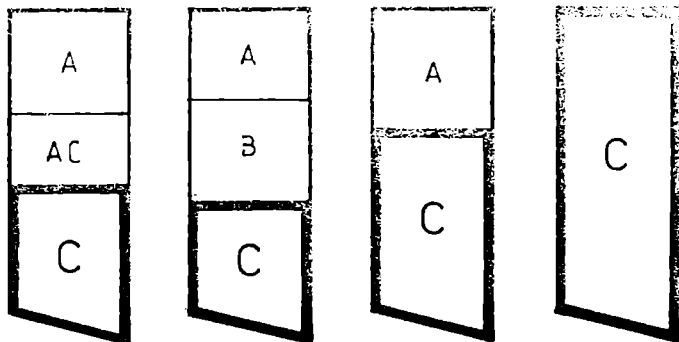


Fig. 9. Poziția orizontului C în cadrul profilului de sol

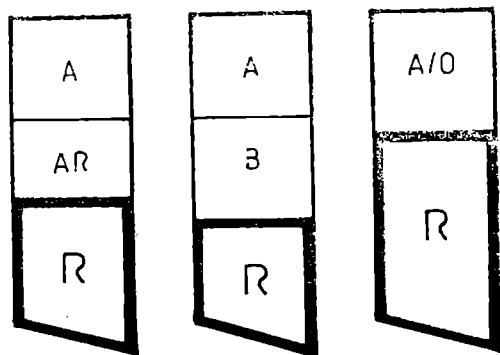


Fig. 10 Poziția orizontului R în profilul de sol

- este orizont de diagnostic pentru rendzină și subtipul rendzinic al unor tipuri de sol.  
În situația în care acest orizont este alcătuit din orice altă rocă dură cu excepția celor enumerate mai sus, se notează cu R.

### **Orizontul G (gleic)**

**Reprezintă un orizont mineral, format în partea mijlocie sau inferioară a profilelor de sol umezite excesiv (periodic sau permanent), de apă freatică provenită dintr-un strat acvifer situat la adâncime mică (< 2 m).**

Este situat sub un orizont T, A sau B, iar denumirea lui provine din limba rusă, gley = masă de sol.

Formarea și apariția orizontului gleic este specifică regiunilor de câmpie joasă, luncilor, deltelor, dar și zonelor care au suferit lucrări de indiguire și desecare (*lunca Dunării*).

Orizontul gleic prezintă următoarele tipuri :

- GLEIC DE OXIDARE (Go)
- GLEIC DE REDUCERE (Gr).

În general, orizontul gleic de reducere este situat în baza profilului de sol, iar orizontul gleic de oxidare se poate asocia altui orizont de sol (*AGo, BGo, CGo*). Întotdeauna, în cadrul profilului de sol, orizontul gleic de oxidare este situat deasupra celui de reducere.

Orizontul gleic de oxido-reducere prezintă următoarele proprietăți :

- este format în condiții de anaerobioză periodică
- aspect marmorat, cu culori de reducere în proporție de sub 50%, iar culorile de oxidare au nuanțe de 10 YR și mai roșii, cu crome > 2 și apar în pete în proporție de peste 16% din suprafața rezultată prin secționare
- o parte din suprafață poate prezenta culoarea materialului neafectat de gleizare
- segregare a sescvioxizilor sub formă de pete și concrețiuni
- este orizont de diagnostic pentru lăcoviști, soluri gleice și subtipul gleic și gleizat al unor tipuri de sol.

- Orizontul gleic de reducere prezintă următoarele proprietăți :
  - este format în condiții de anaerobioză cvasipermanentă
  - colorit uniform în culori de reducere (*cenușii-vineții*) sau aspect marmorat, în care culorile de reducere apar în proporție de peste 50 % din suprafața rezultată prin secționare
  - nestructurat
  - textură diferită
  - este orizont de diagnostic pentru lăcoviști și solurile gleice.

### **Orizonturile de pseudogleizare W, w**

**Reprezintă orizonturi minerale, formate la diferite niveluri ale profilului de sol, în condițiile manifestării unui exces de apă stagnantă provenită din precipitații, datorat drenajului insuficient și prezenței unui strat cu permeabilitate redusă.**

În condițiile manifestării procesului de pseudogleizare se pot forma următoarele tipuri de orizonturi de sol :

- PSEUDOGLEIC (W)
- PSEUDOGLEIZAT (w).



Orizontul pseudogleic prezintă următoarele proprietăți :

- se formează în condițiile unui exces prelungit de apă stagnantă provenită din precipitații
- aspect marmorat în care culorile de reducere ocupă  $> 50\%$  din suprafața orizontului
- sunt prezente și pete de oxidare
- precipitare a sescvioxizilor sub formă de pete și concrețiuni
- grosime de minimum 15cm
- se grefează pe orizonturi A, E sau B (*AoW, EaW, BtW*)
- este orizont de diagnostic pentru solurile pseudogleice și subtipul pseudogleic al unor tipuri de sol.

Orizontul pseudogleizat prezintă următoarele proprietăți :

- se formează în condițiile unui exces de apă stagnantă provenite din precipitații de scurtă durată
- aspect marmorat în care culorile de reducere ocupă între 6 - 50% din suprafața orizontului și apar numai pe fețele agregatelor structurale
- se grefează pe orizonturi A, E sau B (*Aow, Eaw, Btw*)
- este orizont de diagnostic pentru subtipul pseudogleizat al unor tipuri de sol.

### **Orizonturile de salinizare sa, sc**

***Reprezintă orizonturi minerale îmbogățite secundar în săruri ușor solubile.***

Caracterizează zonele joase, cu pânză freatică mineralizată situată aproape de suprafață dar și pe cele irigate și poate prezenta următoarele tipuri :

- SALIC (sa)
- SALINIZAT (sc).

Orizontul salic prezintă următoarele proprietăți :

- grosime de minimum 10 cm
- conținut în săruri acumulate secundar de cel puțin 1% cloruri sau cel puțin 1,5% sulfati
- se grefează pe orizonturi A, B sau C (*Aosa, Csa*)
- este orizont de diagnostic pentru solonchec și subtipul salinizat al unor tipuri de sol.

Orizontul salinizat prezintă următoarele proprietăți:

- conținut în săruri acumulate secundar cuprins între 0,1-1% în cazul salinizării clorurice și între 0,15-1,5% în cazul salinizării sulfatice
- grosime de minimum 15cm
- orizont salinizat poate fi și un orizont organic care conține peste 0,25% cloruri sau peste 0,35% sulfati
- se grefează pe orizonturi preexistente (*Csc*)
- este orizont de diagnostic pentru subtipul salinizat al unor tipuri de sol.

### **Orizonturile de alcalizare na, ac**

***Reprezintă orizonturi minerale îmbogățite în ioni de sodiu datorită manifestării proceselor de alcalizare.***

Se formează în condiții asemănătoare celor specifice orizonturilor de salinizare și poate prezenta următoarele tipuri :

- NATRIC (na)
- ALCALIZAT (ac).

Orizontul natric prezintă următoarele proprietăți :

- conținut de sodiu schimbabil de peste 15% din capacitatea totală de schimb cationic, pe o grosime de minimum 10 cm
- se grefează frecvent pe orizontul B (*Bvna, Btna*)
- este orizont de diagnostic pentru soloneț.

Orizontul alcalizat prezintă următoarele proprietăți :

- conținut de sodiu schimbabil cuprins între 5-15% din capacitatea totală de schimb cationic
- se grefează pe orizonturi A, B sau C
- este orizont de diagnostic pentru subtipul alcalizat al unor tipuri de sol.

### **Orizontul vertic (y)**

***Reprezintă un orizont mineral care conține cel puțin 30% (frecvent peste 50%) argilă gonflantă.***

Orizontul vertic prezintă următoarele proprietăți :

- grosime de minimum 50 cm
- fețe de alunecare oblice (*10-60% înclinare*) sau agregate structurale mari, cu unghiuri și muchii ascuțite
- crăpături largi de peste 1 cm, pe o grosime de cel puțin 50 cm, în perioada uscată a anului
- se asociază orizonturilor A, B sau C (*Ay, Bty, Cy*)
- este orizont de diagnostic pentru clasa vertisoluri și subtipul vertic al unor tipuri de sol.

### **Orizontul organic nehidromorf (O)**

***Reprezintă un orizont organic, format la suprafața solului, în condițiile unui mediu nesaturat în apă, sub vegetație lemnoasă și este alcătuit din resturi organice aflate în diferite stadii de descompunere.***

Este situat primul în profilul de sol, deasupra unui orizont A și mai rar R (*cazul litosolului organic*) și nu include orizonturile formate prin descompunerea masei de rădăcini sub suprafața solului mineral (*caracteristic orizontului A*).

Se subdivide în :

- ORGANIC DE LITIERĂ (Oi)
- ORGANIC DE FERMENTAȚIE (Of)
- ORGANIC DE HUMIFICARE (Oh).

Orizontul organic de litieră este alcătuit din resturi organice nedescompuse, cel de fermentație din resturi organice parțial descompuse, iar cel de humificare din resturi organice aproape integral descompuse.

## Orizontul organic hidromorf sau turbos (T)

*Reprezintă un orizont organic, format la suprafața solului, în condițiile unui mediu saturat cu apă cea mai mare parte a anului, sub vegetație hidrofilă, alcătuit din resturi organice aflate în diferite stadii de descompunere.*

Apare în zonele mlăștinoase (*eutrofe și oligotrofe*) și se subdivide în :

- FIBRIC (Tf)
- HEMIC (Th)
- SAPRIC (Ts)

Orizontul turbos fibric conține resturi organice nedescompuse, cel hemic resturi organice parțial descompuse, iar cel sapric, resturi organice aproape integral descompuse.

Orizontul turbos prezintă următoarele proprietăți :

- grosime de minimum 20 cm
- alcătuit din resturi organice aflate în diferite stadii de descompunere
- este orizont de diagnostic pentru clasa solurilor organice și subtipul turbos al unor tipuri de sol.

## Orizontul desfundat (D)

*Reprezintă un orizont mineral, rezultat prin amestecarea mai multor orizonturi deranjate "in situ" prin desfundare sau altă acțiune mecanică.*

Orizontul desfundat prezintă următoarele proprietăți :

- grosime de minimum 50 cm
- în cuprinsul lui, orizonturile amestecate se recunosc cel mult sub formă de fragmente
- este orizont de diagnostic pentru solul desfundat.

## Orizontul Aarat (Ap)

*Reprezintă un strat de sol deranjat prin arătură sau altă acțiune mecanică, pe o grosime mai mică de 50 cm, indiferent de orizontul pe care se grefează A, E, B sau C.*

Simbolul "p" provine de la prelucrat și se referă la faptul că la solurile luate în cultură, partea superioară a orizontului A (*de regulă primii 20-25 cm*) are structura grăunțoasă caracteristică distrusă datorită arăturii, acest strat având un aspect bulgăros (fig. 11). În multe situații, sub orizontul arat apare un strat compactizat subțire (*până în 10 cm*) denumit tasat și notat cu At (fig. 11).

## Orizonturile de tranziție

*Reprezintă orizonturi de sol care realizează trecerea între două orizonturi diferite, având proprietățile ambelor orizonturi, fără ca vreunele să fie dominante.*

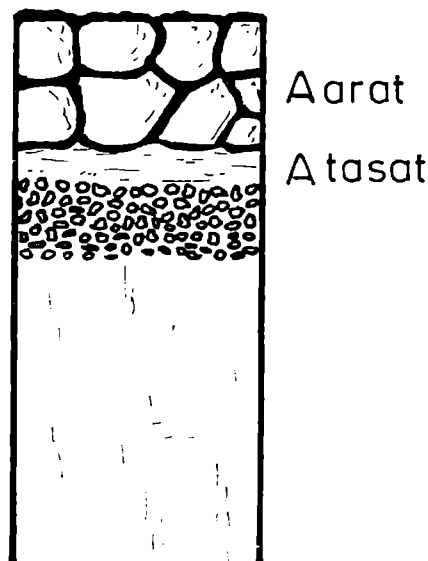


Fig. 11. Orizontul arat și tasat.

Se notează prin alăturarea simbolurilor celor două orizonturi, AC, AB, EB, BC, AR, primul trecându-se simbolul orizontului ale cărui caractere sunt mai evidente.

### Orizonturile de asociere

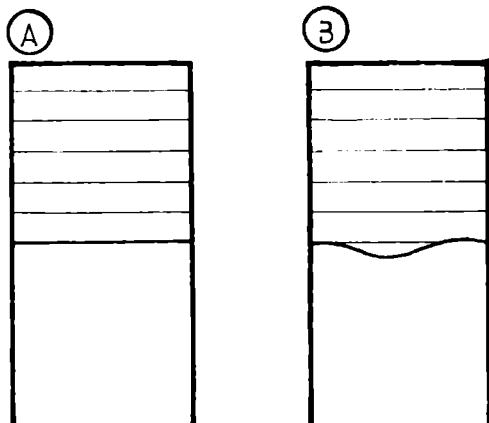
*Reprezintă orizonturi de sol formate prin asocierea a două sau mai multe procese pedogenetice.*

Se notează prin alăturarea simbolurilor orizonturilor de sol: Ay, Bta, Csc, Eaw, etc.

### 3.3. TRECEREA ÎNTRE ORIZONTURILE DE SOL

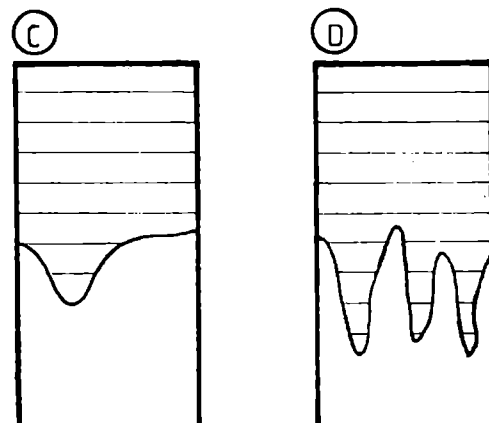
Delimitarea orizonturilor pedogenetice se realizează în profilul de sol, ținând seama de criteriile referitoare la forma și claritatea trecerii între acestea.

Din punct de vedere al criteriului formei, trecerea între orizonturile de sol poate fi:



DREAPTĂ

ONDULATĂ



NEREGULATĂ

GLOSICĂ

- DREAPTĂ
- ONDULATĂ - lățimea undulației mai mare decât adâncimea acesteia
- NEREGULATĂ - lățimea undulației mai mică decât adâncimea acesteia
- GLOSICĂ (*în limbi*) - adâncimea pătrunderilor mai mare de 3-5 cm, având lățimi de peste 1 - 1,5 cm
- ÎNTRERUPTĂ - orizont de trecere discontinuu (fig. 12).

În condițiile prezenței unei treceri în limbi între două orizonturi de sol, i se atribuie solului respectiv caracterul glosic, iar orizontul de tranziție se notează spre exemplu : E + B.

Din punct de vedere al criteriului clarității, trecerea între orizonturile de sol, în funcție de distanța pe care se realizează, poate fi:

- DIFUZĂ > 10 cm
- TREPTATĂ - 6 - 10 cm
- CLARĂ - 2 - 5 cm
- NETĂ - < 2 cm

Fig. 12. Caracterul trecerii între orizonturile de sol (după formă).

## 4. PROPRIETĂȚILE MORFOLOGICE ALE SOLURILOR

### 4.1. TEXTURA

#### 4.1.1. Considerații generale

Solul reprezintă un sistem eterogen polidispers, caracterul de eterogenitate fiind dat, de faptul că el este alcătuit din trei faze, una solidă, care include componentul mineral și cel organic, una lichidă, reprezentată prin apa din sol și una gazoasă, pe care o compune aerul din sol (fig. 13).

De asemenea, solul este considerat a fi un sistem polidispers, întrucât faza solidă se află în diferite grade de dispersie:

- dispersii moleculare sau ionice (*sărurile*)
- dispersii coloidale (*argila, humusul, hidroxizii de fier și aluminiu*)
- dispersii grosiere sau suspensii (*praful, nisipul*).

Particulele minerale care compun faza solidă a solului, provin din roca parentală, ca efect al alterării acesteia. Dimensiunile acestor particule variază de la mai puțin de 0,002 mm până la peste 200 mm.

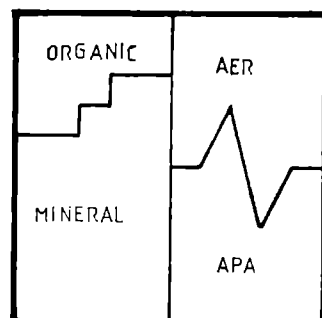


Fig. 13. Alcătuirea solului.

#### 4.1.2. Categoriile de particule

Aceea componentă a solului, alcătuită din particule având diametrul  $< 2$  mm și denumită "pământ fin" definește textura solului. În sol, însă se găsesc și fragmente de rocă, cu diametrul  $> 2$  mm care alcătuiesc "scheletul solului" și care se determină separat.

Criteriul de bază utilizat în gruparea particulelor care alcătuiesc faza solidă a solului este acela de a include în aceeași categorie, particulele care au aceleași proprietăți fizico-chimice (tabel 1).

Tabel 1

*Clasificarea categoriilor de particule (Atterberg)*

CATEGORIA DE PARTICULE	DIAMETRUL ( mm )
Bolovani	$> 200$
Pietre	$200 - 20$
Pietris	$20 - 2$
Nisip grosier	$2 - 0,2$
Nisip fin	$0,2 - 0,02$
Praf	$0,02 - 0,002$
Argilă	$< 0,002$

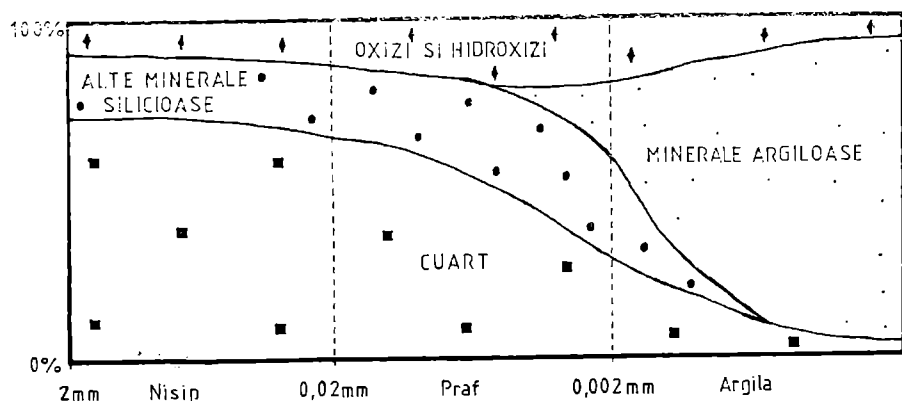


Fig. 14. Natura mineralogică a categoriilor de particule din sol.

**Textura solului reprezintă participarea procentuală a diferitelor categorii de particule (nisip, praf, argilă) la alcătuirea unui sol.**

Din punct de vedere textural, solul trebuie considerat ca reprezentând un sistem complex și nu un simplu amestec mecanic de categorii de particule, deoarece între acestea au loc reacții de neutralizare sau stimulare a efectelor lor în sol (fig. 14).

Spre exemplu, în cazul nisipului și argilei, dacă proporția argilei este foarte mare, proprietățile nisipului sunt practic anihilate de cele ale argilei. Totodată, influența nisipului asupra creșterii permeabilității se produce numai începând de la un raport argilă/nisip de 1/3. În cazul predominării categorice a prafului, influența argilei este minimă.

O influență semnificativă asupra proprietăților solului, sub aspect textural, au carbonatul de calciu și humusul, în sensul că o parte de carbonat de calciu sau de humus influențează textura, cât două părți de argilă.

Luând în considerare faptul că o categorie de particule este mai activă din punct de vedere chimic cu cât gradul de mărunțire este mai înaintat și că interacțiunea solului cu mediul este cu atât mai mare, cu cât acesta conține mai multe particule fine (*se mărește suprafața exterioară sau specifică*), apare necesitatea prezentării mai detaliate a categoriilor de particule.

#### • Categoria nisip

Este alcătuită din particule de cuarț, rezistente la alterare sau din particule ale mineralelor în curs de alterare (*mică albă, feldspat, carbonat de calciu*).

Prezintă un grad redus de mărunțire, este necoeziv și nu are plasticitate și aderență. De asemenea, nisipul are o capacitate redusă de reținere a apei, o permeabilitate ridicată, atât pentru apă cât și pentru aer și nu conține substanțe nutritive.

#### • Categoria praf

În alcătuirea sa predominante sunt particulele cuarțoase fine și prezintă proprietăți intermediare între nisip și argilă.

#### • Categoria argilă

Este alcătuită din particule de minerale argiloase, la care se pot asocia și particule de silice și sescvioxizi. Prezintă un grad înaintat de dispersie, este coezivă și are plasticitate și aderență ridicate.

Argila deține o capacitate mare de reținere a apei, dar și o permeabilitate redusă. În același timp, conține și eliberează substanțe nutritive, are capacitate ridicată de adsorbție cationică și prezintă proprietăți coloidale (*coagulare, peptizare, adsorbție*).

În funcție de participarea procentuală a celor trei categorii de particule, au fost stabilite clasele texturale (tabel 2).

**Tabel 2**

*Clasele texturale (I.C.P.A. 1987, simplificat)*

SIMBOL	DENUMIRE	ARGILĂ %	PRAF %	NISIP %
<b>g</b>	texturi grosiere	<12	<32	>56
<b>n</b>	nisip	< 5	<32	>63
<b>u</b>	nisip lutos	6-12	<32	56-94
<b>m</b>	texturi mijlocii	<32	>33	<67
<b>s</b>	lut nisipos	<20	>33	<67
<b>l</b>	lut	21-32	<79	<79
<b>f</b>	texturi fine	>33	<67	<67
<b>t</b>	lut argilos	33-45	<67	<79
<b>a</b>	argilă	>46	<54	<54

#### 4.1.3. Determinarea texturii

Se poate realiza atât în laborator cât și în teren, prin metode specifice. În laborator, după ce au fost separate prin cernere și sedimentare cele trei categorii de particule și după ce a fost înlăturat humusul și carbonatul de calciu, se calculează participarea procentuală și se stabilește textura, cu ajutorul diagramei triunghiulare (fig. 15).

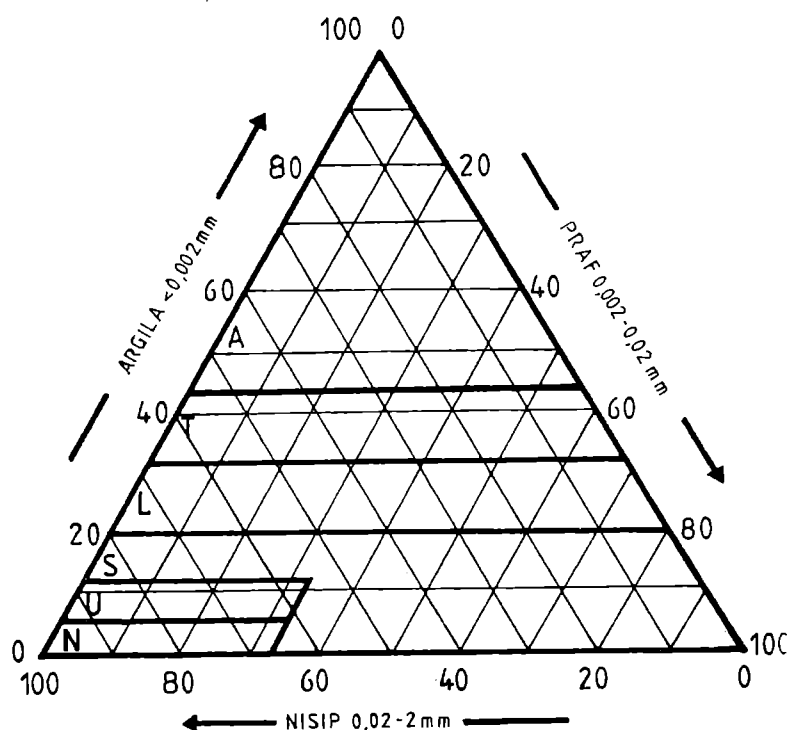
În teren, determinarea se realizează pentru fiecare orizont de sol în parte, prin metode specifice atât pentru starea uscată cât și pentru cea umedă:

- observația, inclusiv cu ajutorul lupei.

Se urmărește prezența grăunților de nisip.

- friabilitatea în stare uscată,

În cazul texturilor grosiere proba de sol se



N - nisip

L - lut

U - nisip lutos

T - lut argilos

S - lut nisipos

A - argilă

Fig. 15. Diagrama triunghiulară pentru stabilirea texturii.

sfarmă ușor la presarea între degete iar materialul rezultat prin sfărâmare are dimensiuni mici, fiind presărat cu grăunți de nisip.

În cazul texturilor mijlocii proba de sol se sfarmă relativ ușor la presarea între degete, iar materialul rezultat prin sfărâmare este prăfos.

În cazul texturilor fine proba de sol se sfarmă greu la presarea între degete, rezultând bucăți mari de pământ.

- senzația la frecare în stare umedă

Texturile grosiere dau o senzație aspră la frecarea materialului între degete, cele mijlocii făinoasă, iar cele fine unsuros-alunecoasă.

- aderența

Urmărește lipiciozitatea materialului, atât la contactul cu unelte de săpat, dar și cât de murdare rămân degetele.

- modelarea în stare umedă

Se observă următoarele caracteristici:

- materialul curge; nu se pot modela sfere - textură nisipoasă
- se pot modela sfere care se sfarmă la o presare ușoară, dar nu se pot modela suluri subțiri sau panglici - textură nisipo-lutoasă
- se pot modela suluri subțiri care crapă ușor la curbare și se rup dacă sunt ținute de un capăt - textură luto-nisipoasă
- se pot modela suluri subțiri care nu se rup dacă sunt ținute de un capăt, dar crapă la curbare; se pot modela panglici nerezistente la îndoire - textură lutoasă
- se pot modela suluri subțiri care se curbează în inel fără a crăpa; modelat în panglică materialul crapă la curbare - textură luto-argiloasă
- se pot modela filamente lungi sau panglici subțiri care nu crapă la curbare - textură argiloasă.

#### 4.1.4. Interpretarea caracteristicilor texturale

O importanță deosebită prezintă textura în orizontul superior, cel care se găsește în contact direct cu cea mai mare parte a rădăcinilor plantelor. În acest sens, în funcție de textură, solurile prezintă anumite însușiri fizico-chimice:

##### **Solurile nisipoase**

Au proprietăți asemănătoare nisipului, fiind foarte permeabile pentru apă și aer, dar reținând o cantitate redusă de apă. Pierd ușor apa prin infiltrație și evaporare (*nu pot forma rezerve de apă*), nu sunt coezive și aderente și nu au plasticitate, fiind ușor spulberate de vânt. Se încălzesc repede și pe adâncimi însemnate, sunt sărace în substanțe nutritive și au o capacitate redusă de reținere a acestora. În concluzie, au o fertilitate redusă, dar prezintă avantajul că se lucrează ușor.

Proprietățile acestor soluri se îmbunătățesc odată cu creșterea conținutului în humus.

##### **Solurile nisipo-lutoase**

Prezintă proprietăți asemănătoare celor nisipoase dar, datorită conținutului ceva mai ridicat de particule fine, asigură condiții mai bune pentru dezvoltarea plantelor, mai ales dacă sunt bogate în humus.



## Solurile luto-nisipoase

Deși conțin relativ mult nisip, creșterea procentului de praf și argilă determină îmbunătățirea proprietăților fizico-chimice.

## Solurile lutoase

Aceste soluri conțin nisip, praf și argilă în cantități aproximativ egale. Datorită acestui fapt, ele sunt moderat permeabile pentru apă și aer și au o capacitate bună de reținere a apei și a substanțelor nutritive. De asemenea, dețin un regim aerohidric corespunzător, prezintă coeziune, aderență și plasticitate moderate și sunt ușor de lucrat.

Solurile lutoase asigură cele mai bune condiții pentru dezvoltarea plantelor.

## Solurile luto-argiloase

Prezintă în general, proprietăți fizico-chimice asemănătoare solurilor argiloase.

## Solurile argiloase

Au proprietăți asemănătoare argilei, deținând o permeabilitate redusă pentru apă și aer și o capacitate ridicată de reținere a apei, motiv pentru care pot forma rezerve de apă însemnate. În stare prea umedă devin plastice și aderente, lucrându-se greu. În stare uscată crapă și prezintă o coeziune ridicată, lucrându-se de asemenea, greu.

Se încălzesc greu, mai ales atunci când conțin multă apă. Sunt bogate în substanțe nutritive și prezintă o capacitate ridicată de reținere a acestora. Proprietățile lor se îmbunătățesc odată cu creșterea conținutului de humus.

Aceste soluri prezintă o fertilitate potențială ridicată, diminuată însă de regimul aerohidric defavorabil, care le face și foarte pretențioase în raport cu lucrările agricole.

Textura solurilor este determinată în mare măsură de roca de solificare și prin urmare, ea ne oferă informații relativ precise referitoare la natura rocilor de formare. În același timp ea depinde și de însuși procesul de solificare, datorită căruia proporția inițială dintre diferitele categorii de particule se poate modifica. În acest sens, există situații în care modificările nu schimbă clasa texturală (solurile din stepă) sau dimpotrivă, datorită intensității proceselor de argilizare și de migrare a argilei, textura se diferențiază pe profilul de sol (*argiluvisoluri*).

Pentru caracterizarea din punct de vedere textural a solurilor, sunt utilizați "indicele de argilizare" ( $I_a$ ) și "indicele de diferențiere texturală" ( $I_{dt}$ ).

Indicele de argilizare se calculează în cazul solurilor fără diferențiere texturală ( $I_{dt} < 1,2$ ) și exprimă raportul existent între cantitatea de argilă din orizontul A și cea din orizontul C sau între cantitatea de argilă din orizontul A și cea din B cambic ( $B_v$ ) în cazul solurilor care prezintă acest orizont.

$$I_a = \text{argilă orizontul A} / \text{argilă orizontul C}$$

sau

$$I_a = \text{argilă orizontul A} / \text{argilă orizontul } B_v$$

Indicele de diferențiere texturală se calculează în cazul solurilor care prezintă această proprietate (*argiluvisoluri*) și exprimă raportul existent între cantitatea de argilă din orizontul B argiloiluvial și cea din orizontul A sau între cantitatea de argilă din orizontul B argiloiluvial și cea din orizontul E, în cazul solurilor care prezintă acest orizont (tabel 3).

**Idt = argilă orizontul Bt / argilă orizontul A**

sau

**Idt = argilă orizontul Bt / argilă orizontul E**

**Tabel 3**

*Clasele de diferențiere texturală*

VALOAREA Idt	CLASA
< 1,2	nediferențiat
1,3 - 1,5	slab diferențiat
1,6 - 2,0	mediu diferențiat
2,1 - 2,5	puternic diferențiat
> 2,6	foarte puternic diferențiat

#### **4.1.5. Importanța texturii**

Textura solului ne oferă informații în legătură cu intensitatea procesului de solificare și implicit, cu condițiile de formare ale acestuia, contribuind la caracterizarea genetică a solurilor, la prognoza evoluției lor și la separarea pe profilul de sol a orizonturilor B, E, sau y.

Acest fapt se datorează influenței deosebite pe care textura o exercită în procesul de solificare. Astfel, texturile ușoare determină o levigare mai intensă, formarea unor profile de sol cu profunzime mare și o diferențiere mai slabă a orizonturilor de sol.

Dimpotrivă, texturile grele încetinesc levigarea și impun formarea unor profile de sol mai puțin profunde. Totodată, orizonturile de sol sunt mai bine diferențiate, se creează condiții de evoluție sub influența excesului de umiditate și este stimulată acumularea humusului.

În concluzie, textura solului determină sau influențează toate celelalte proprietăți fizice, fizico-mecanice, chimice și biologice ale acestuia și în final, însăși proprietatea lui fundamentală, fertilitatea.

### **4.2. SCHELETUL SOLULUI**

#### **4.2.1. Determinarea conținutului de schelet**

Fragmentele de rocă cu diametrul > 2 mm constituie scheletul solului și apar, în mod frecvent, în profilul solurilor formate pe roci dure (tabel 1). Prezența scheletului reprezintă o caracteristică întâlnită predominant la solurile montane, a căror fertilitate este redusă prin diminuarea volumului edafic.

Aprecierea cantității de schelet se face odată cu determinarea texturii, urmărindu-se și natura mineralogică a acestuia, cât și proprietățile fizico-chimice ale diferitelor categorii de fragmente de rocă.

În laborator, determinarea conținutului de schelet se realizează prin metoda cernerii, avându-se în vedere separarea și cântărirea fragmentelor de rocă cu diametrul > 2 mm dintr-o probă de sol. Conținutul în schelet se exprimă în procente din volumul de sol, iar încadrarea se face în grupe de clase și clase de conținut de schelet (tabel 4).

Grupe de clase și clase de conținut de schelet

GRUPA	CLASA	LIMITE ( % din volum )
fără schelet	fără schelet	< 5
	slab scheletic	6 - 25
cu schelet	moderat scheletic	26 - 50
	puternic scheletic	51 - 75
	excesiv scheletic	76 - 90
roci compacte fisurate și pietrișuri (permeabile)	roci compacte fisurate și pietrișuri (permeabile)	> 91

**Exemplu:** dacă o probă de sol cântărind 100g conține 20g schelet, rezultă un conținut de 20% din volum, încadrarea făcându-se la grupa fără schelet și la clasa slab scheletic (tabel 4).

În teren, determinările se pot efectua atât pe fiecare orizont de sol în parte, cât și pe întreg profilul de sol, cu ajutorul planșei pentru determinarea proporției de schelet (fig. 16). Determinarea trebuie să urmărească mărimea fragmentelor de rocă, natura acestora, dispunerea, frecvența și dacă sunt colțuroase sau rotunjite. În cazul dispunerii, trebuie precizat dacă scheletul este repartizat uniform în masa solului sau sub formă de stratificații.

Încadrarea se face și în acest caz, în grupe de clase și clase de conținut în schelet, conform tabelului.

În strânsă legătură cu conținutul de schelet, se poate determina și volumul edafic al solului, care reprezintă volumul de sol până la roca dură care poate fi explorat de rădăcinile plantelor.

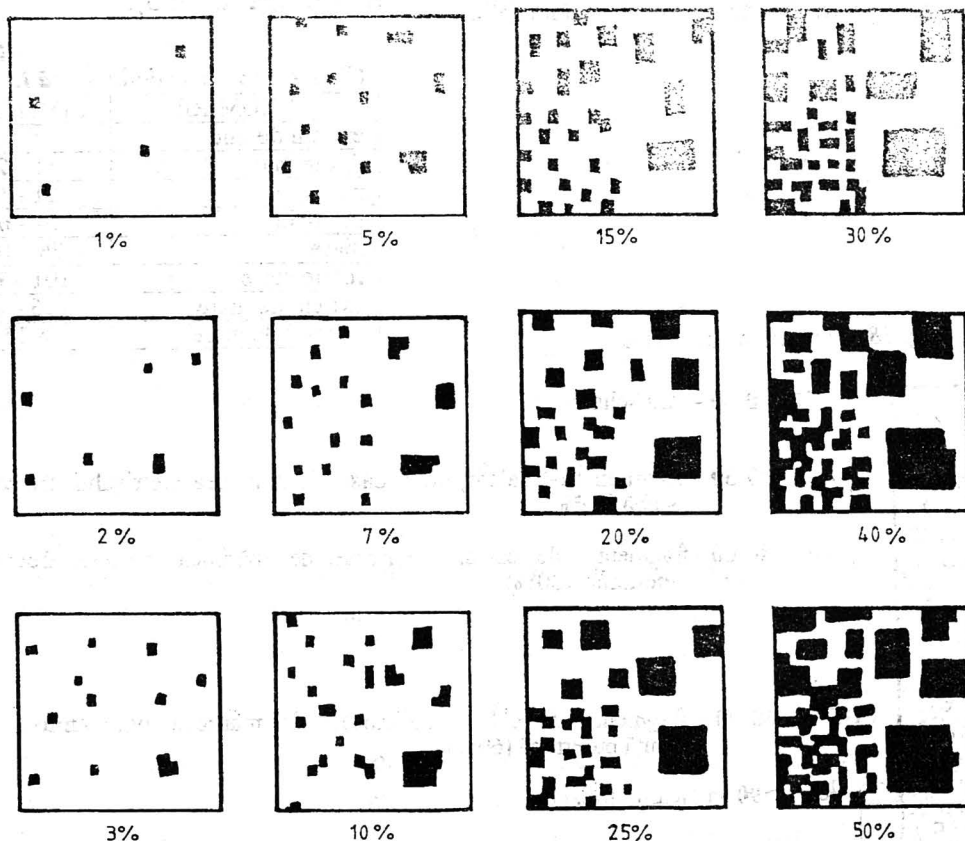


Fig. 16. Planșa pentru determinarea proporției de schelet (după I.C.P.A., cu modificări).

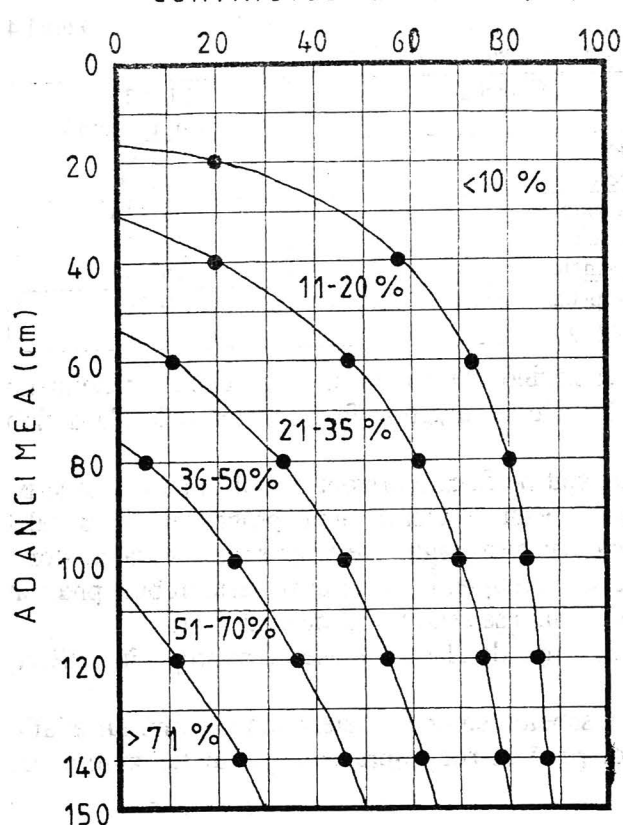


Fig. 17. Planșa pentru determinarea volumului edafic.

Formula de calcul pentru volumul edafic este următoarea:

$$V \% = \sum [(100 - q_i) \cdot d_i] / 100$$

în care:

$V\%$  = volumul edafic exprimat procentual

$d_i$  = grosimea (cm) a fiecărui orizont luat în calcul

$q_i$  = procentul de schelet al fiecărui orizont

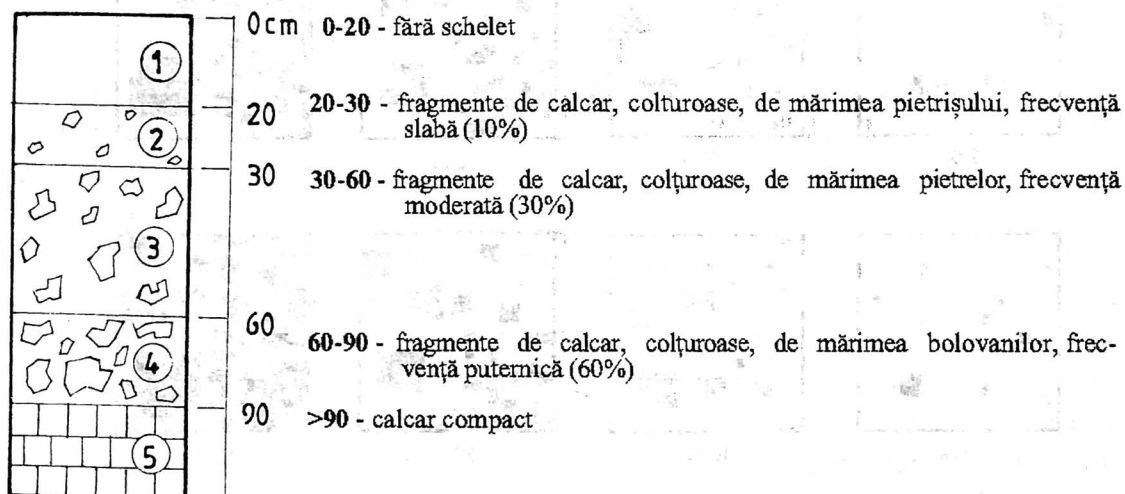
În general, adâncimea de referință utilizată pentru calcularea volumului edafic este de 100cm, dar pentru unele soluri agricole, cât și pentru unele soluri forestiere poate fi folosită și adâncimea de 150cm sau 200cm, caz în care valorile procentuale vor depăși 100. Calculul volumului edafic se mai poate realiza și cu ajutorul planșei (fig. 17).

Încadrarea solurilor în funcție de volumul edafic se realizează după cum urmează (tabel 5).

Tabel 5  
Clasele de volum edafic (după I.C.P.A.).

DENUMIRE	LIMITE %
extrem de mic	< 10
foarte mic	11 - 20
mic	21 - 50
mijlociu	51 - 75
mare	76 - 100
foarte mare	101 - 125
extrem de mare	126 - 150
excesiv de mare	> 150

Fig. 18. Exemplu de descriere:



## 4.3 CULOAREA

### 4.3.1. Considerații generale

Culoarea solului reprezintă un caracter morfologic important, care permite descrierea și recunoașterea diferitelor tipuri genetice de sol, motiv pentru care este larg utilizată în denumirea solurilor: cernoziom, sol bălan, sol brun-roșcat, sol cenușiu, sol roșu, etc.

De asemenea, schimbarea pe verticală a culorii profilului de sol reprezintă un criteriu important în diferențierea orizonturilor de sol.

***Culoarea solului este o proprietate fizică, morfologică, care permite separarea și caracterizarea morfogenetică a orizonturilor solului, având în același timp, caracter de diagnostic pentru încadrarea solurilor în unitățile taxonomice din cadrul Sistemului român de clasificare a solurilor.***

Este determinată de o serie de factori, cei mai importanți fiind:

- culoarea inițială a rocii parentale (*determinată de natura sa și de compoziția mineralogică*)
- caracterul procesului de solificare (*processe pedogenetice dominante*)
- natura și cantitatea substanțelor humice acumulate în sol.

În acest sens, s-a constatat o corelație evidentă între caracterul proceselor pedogenetice și culoarea solurilor, aceasta oferind în acest fel, informații semnificative în legătură cu geneza și evoluția diferitelor tipuri de sol.

Spre exemplu, culorile închise (*de la negru la cenușiu*) indică un conținut ridicat de humus și predominarea bioacumulării. Culorile deschise (*de la cenușiu deschis la albicios*) sunt generate de prezența silicei, caolinitului, carbonatului de calciu și magneziu, gipsului și a sărurilor ușor solubile, procesele pedogenetice care le determină fiind cele de eluviere, carbonatare sau salinizare. Totodată, culorile care oscilează între galben și roșu sunt determinate de gradul de hidratare al oxizilor ferici, indicând procese intense de oxidare. Tot procese de oxidare, dar de această dată a manganului, indică și petele de culoare negru-brună. În condiții de anaerobioză se produc intense reacții de reducere, care generează culori vineții-verzui datorate compușilor fierului feros.

În situația în care într-un anumit profil de sol se manifestă procese pedogenetice alternante, coloritul capătă un aspect marmorat (*pătat sau pestriț*).

### 4.3.2. Evaluarea culorii

Culorile întâlnite la diferite soluri rezultă în general, din suprapunerea în diferite proporții a celor patru culori de bază, negru, roșu, galben, alb și eventual din asocierea lor.

Atunci când se exprimă culoarea solului se folosesc de regulă, mai multe cuvinte, prin intermediul cărora se indică culoarea de bază, nuanța și chiar intensitatea (*ex.: brun-gălbui deschis*).

Pentru înlăturarea subiectivismului, în aprecierea culorii solului este necesară utilizarea unui standard de culori pentru comparație. Un sistem standard de culori care a fost adesea folosit este cel al discului rotativ, dar, în prezent, se utilizează sistemul atlasului colorat, denumit sistemul Munsell (*Munsell Soil Color Charts*), editat la Baltimore, Maryland, U.S.A. În forma lui originală, aplicată în toate domeniile în care

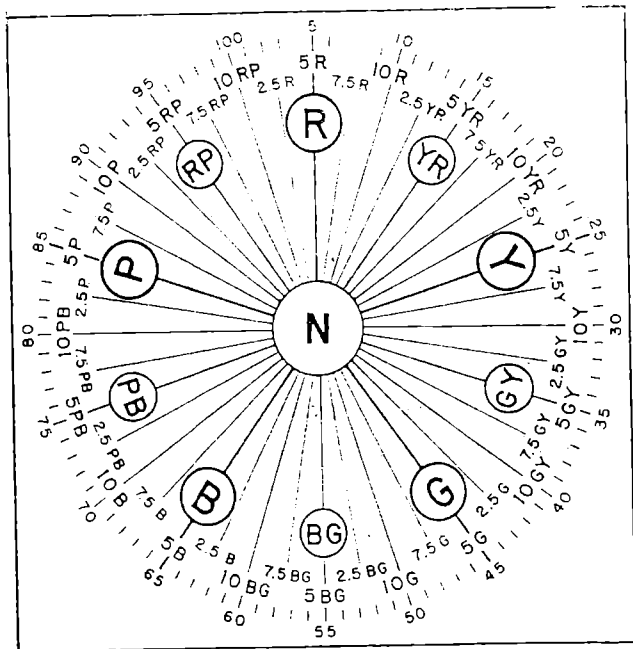


Fig. 19. Roza culorilor.

intermediare, YR (yellow-red), GY (green-yellow), BG (blue-green), PB (purple-blue) și RP (red-purple ; fig. 19).

Fiecare din cele zece domenii de nuanțe mai sus amintite, este gradat de la 0-10, din 2,5 în 2,5 gradații, aceste gradații exprimând intensitatea culorii, care este cu atât mai mare cu cât valoarea gradației este mai mică (exemplu: 2,5 exprimă intensitatea cea mai puternică, iar 10 intensitatea cea mai slabă).

Culorile într-o anumită nuanță rezultă din combinarea culorilor din scara neutrală cu culoarea de bază a nuanței respective, adăugată în proporții diferite.

Scara neutrală cuprinde gama de culori de la negru la alb și are 10 trepte, prima de jos în sus fiind negrul, ultima albul, iar între ele principalele combinații ale culorilor mai sus amintite. Ca urmare a combinării culorilor din scara neutrală cu culoarea de bază a nuanței planșei respective (7,5 YR), rezultă numeroase culori aranjate sistematic, în funcție de două variabile, denumite valoare și cromă (fig. 20).

Valoarea este trecută pe verticală, în partea stângă a planșei și este notată cu cifre de la 1 la 10, reprezentând combinarea culorii de bază a planșei cu culoarea din cadrul fiecărei trepte a scării neutrale.

Croma este trecută pe orizontală, în partea de jos a planșei și este notată cu cifre de la 0 la 8, indicând intensitatea culorii în cadrul fiecărei valori, pornind tot de la scara neutrală. În acest fel, variația culorii determinate de cromă rezultă în urma combinării fiecărei culori din scara neutrală cu culoarea nuanței de bază a planșei, în proporții crescânde.

este necesară determinarea și denumirea culorilor, sistemul Munsell stabilește întreaga gamă de culori posibile, în funcție de trei variabile, denumite "hue" (nuanță), în sensul de culoare, "value" (valoare), în sensul de strălucire/luminozitate și "chroma" (cromă), în sensul de saturație/puritate.

Nuanța exprimă culoarea dominantă spectrală și în vederea stabilirii acesteia, sistemul Munsell are ca punct de plecare roza culorilor, în care, central este situat cenușul neutral, notat cu N, considerată culoare neutră de referință, iar radial cinci culori de bază R (red), Y (yellow), G (green), B (blue), P (purple) și intercalate între ele cinci culori

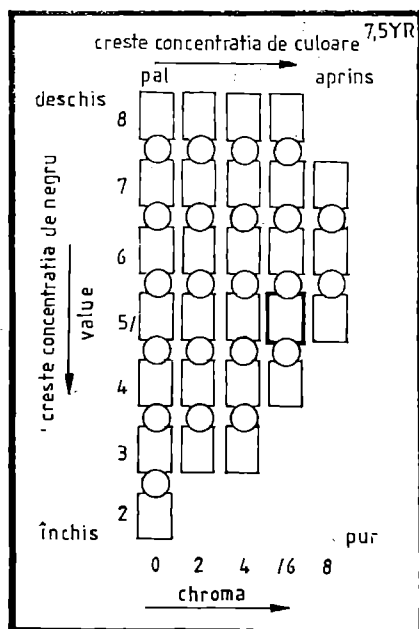


Fig. 20. Schema unei planșe din Atlasul Munsell; culoarea indicată este 7,5 YR 5/6 (brun intens).

Cu cât valorile și cromele sunt mai mari, cu atât culorile sunt mai deschise și mai puțin intense și cu cât sunt mai mici, culorile sunt mai închise și mai intense.

Notarea culorilor se face codificat, trecându-se mai întâi culoarea nuanței de bază aflată în colțul din dreapta sus al planșei și apoi sub formă de fracție, valoarea și croma (*exemplu* : 7,5 YR 5/6).

În cazul determinării culorii solului (*regiunea temperată*) sunt suficiente 7 planșe: 10 R, 2,5 YR, 5 YR, 7,5YR, 10 YR, 2,5 Y, 5 Y, cărora li se pot adăuga planșele 7,5 R și 5 R, utile în regiunile subtropicale și tropicale, precum și o planșă combinată cuprinzând culori cenușii, cenușii-verzui, cenușii-albăstrui, verzui, valabilă pentru solurile mlăștinoase.

Sistemul Munsell prezintă câteva avantaje comparativ cu celelalte metode utilizate pentru determinarea culorii solului :

- elimină subiectivismul
- permite exprimarea culorii în termeni universal valabili
- permite definirea și încadrarea orizonturilor de sol și tipurilor de sol și după

culoare (*caracter diagnostic*)

De remarcă este faptul că Sistemul român de clasificare a solurilor, a preluat din "**Taxonomia solurilor**" (*Soil Taxonomy*) caracterul diagnostic al culorii (tabel 6).

**Tabel 6.**

*Caracterul diagnostic al culorii.*

TIPUL DE SOL	ORIZONTUL DE SOL	CARACTERUL DIAGNOSTIC
1	2	3
sol bălan	Amolic A/C	culori închise cu crome >2 în stare umedă culori închise cu valori și crome < 3,5 în stare umedă cel puțin în partea superioară
cernoziom	Amolic A/C	culori închise cu crome < 2 în stare umedă culori închise cu valori și crome < 3,5 în stare umedă cel puțin în partea superioară
sol cernoziomoid	Amolic A/C sau B	culori închise cu crome < 2 în stare umedă culori închise cu valori și crome < 3,5 în stare umedă cel puțin în partea superioară pelicule organo-minerale care înregistrează diferențe de culoare (valori + crome) > 1,5 între starea umedă și cea uscată
sol brun-roșcat	Bargiloiluvial	culori roșcate (7,5YR) în partea inferioară sau sub formă de pete pe cel puțin 50% din volumul orizontului atât în interiorul cât și pe fețele agregatelor structurale
sol brun argiloiluvial	Bargiloiluvial	culori gălbui-ruginii (10YR) în proporție de cel puțin 50% și crome > 3,5 în stare umedă cel puțin în interiorul agregatelor structurale
sol brun eu-mezobazic	Bcambic	culori gălbui (5YR și mai galbene) cel puțin în pete pe 50% din volumul orizontului
sol roșu	Bcambic	culori roșii-ruginii (5YR și mai roșii) în partea inferioară și pete >50% în partea superioară cu valori și crome > 3,5 în stare umedă
sol humico-silicatic	Aumbric A/C, A/R, Bcambic	culori cu valori și crome < 2 în stare umedă culori închise cu valori și crome < 3,5 în stare umedă cel puțin în partea superioară

1	2	3
lăcoviște	Amolic AGo  Gleic de reducere	culori cu crome < 2 în stare umedă culori închise cu valori și crome < 3,5 în stare umedă cel puțin în partea superioară culori de reducere (2,5Y, 5Y) pe cel puțin 50% din volumul orizontului
	Amolic	culori închise cu valori și crome < 3,5 în stare umedă sau < 5,5 în stare uscată
	Aumbric	culori închise cu valori și crome < 3,5 în stare umedă sau < 5,5 în stare uscată
	Gleic de oxido-reducere	aspect marmorat cu pete de reducere (cenușii-vineții) < 50% din volumul orizontului
	Gleic de reducere	aspect marmorat cu pete de reducere (2,5Y, 5Y) > 50% din volumul orizontului
	Pseudogleic	aspect marmorat cu pete de reducere (cenușii-vineții) > 50% din volumul orizontului atât la suprafața cât și în interiorul agregatelor structurale
	Pseudogleizat	aspect marmorat cu pete de reducere ocupând între 6-50% din volumul orizontului numai la suprafața agregatelor structurale

De asemenea, în anumite situații, culoarea imprimă unui orizont de sol sau unui tip de sol un caracter specific :

- caracter cromatic - este specific vertisolului și se referă la culori cu crome > 2 în partea superioară a orizontului vertic la materialul în stare umedă.
- caracter rodic - se referă la un orizont Bargiloiluvial cu culori în nuanțe de 5YR sau mai roșii, cu valori și crome > 3,5 la materialul în stare umedă (*nuanță roșie moștenită de la materialul parental*).
- caracter melanic - se referă la prezența unui orizont Bargiloiluvial având într-unul din suborizonturile situate până la 100cm adâncime, culori închise, cu valori și crome < 3,5 la materialul în stare umedă.

#### 4.3.3. Determinarea și interpretarea culorii

În vederea determinării și descrierii culorii în teren trebuie să se țină seama de următoarele condiții :

- culoarea se determină pentru fiecare orizont de sol în parte
- culoarea se determină numai la o sursă de lumină naturală sau la una artificială puternică
- culoarea se determină atât în stare umedă cât și în stare uscată
- culoarea se determină atât în interiorul cât și la suprafața agregatelor structurale
- în cazul coloritului marmorat determinările se realizează pentru fiecare tip de pată în parte
- se precizează dacă coloritul este uniform sau neuniform.

În situația în care coloritul este marmorat, se apreciază cu ajutorul planșei proporția petelor (fig. 21), cât și frecvența (tabel 7), mărimea (tabel 8), forma (tabel 9), dispunerea (tabel 10) și contrastul (tabel 11).



Tabel 7

Frecvența petelor (după I.C.P.A.).

DENUMIRE	% DIN SUPRAFAȚĂ
nu apar	-
foarte rare	< 5
rare	6 - 15
frecvente	16 - 30
foarte frecvente	31 - 50

Tabel 8

Mărimea petelor (după I.C.P.A., cu modificări).

DENUMIRE	DIAMETRUL (mm)
mici	< 5
mijlocii	5 - 15
mari	> 15
mari și mijlocii	> 5
mijlocii și mici	< 15
variata	toate dimensiunile

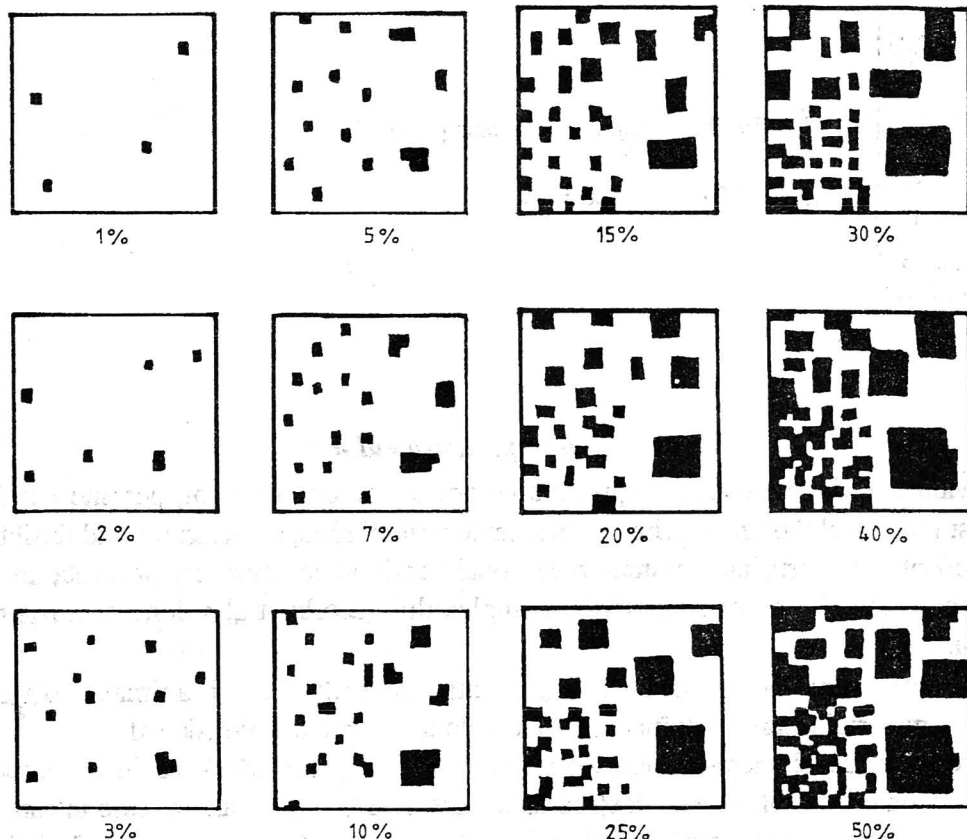


Fig. 21. Planșa pentru aprecierea proporției de pete (după I.C.P.A.).

Tabel 9

Forma petelor (după I.C.P.A., cu modificări).

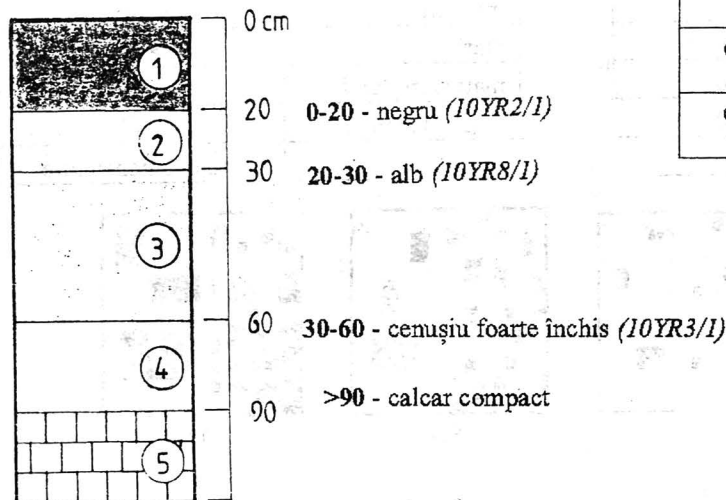
DENUMIRE
circulare
ovale
alungite
scurgeri sub formă de limbi
poligonale
neregulate
heteroforme (combinate)

Tabel 10

Dispunerea petelor (după I.C.P.A.).

SITUAREA PETELOR
pe fețele agregatelor structurale
pe canalele rădăcinilor
pe fisuri sau crăpături
pe elementele grosiere (pe fragmentele de rocă)
fără legătură aparentă cu alte caractere

Fig. 22. Exemplu de descriere



DENUMIRE	CRITERII
slab	diferență de < 2 intervale de nuanță sau < 1 valori+crome
distinct	diferență de > 2,5 intervale de nuanță sau > 1 valori+ crome
evident	diferență de > 3 intervale de nuanță și valori+crome

### Interpretarea culorii

Evaluarea, descrierea și interpretarea culorii orizonturilor de sol, permite explicarea alcătuirii și funcționalității învelișului de sol și nu în ultimul rând, aprecieri privind fertilitatea.

Referitor la fertilitate, putem face considerații în legătură cu prezența în sol a anumitor constituenți, la particularitățile complexului adsorbant al solului și a regimului apei în sol.

În acest sens, activitatea biologică, atât vegetală cât și animală, determină acumularea materiei organice și închiderea la culoare a orizonturilor de sol.

Procese de eluviere-iluviere determină pe de o parte, sărăcirea în constituenți a anumitor orizonturi de sol, care se deschid la culoare și îmbogățirea altora, care în funcție de constituentul care se acumulează capătă culori gălbui-brune (*argilă*), roșcate (*fier*), închise (*humus*), albicioase (*săruri*).

În ceea ce privește regimul hidric al solului, orizonturile cu drenaj bun capătă nuanțe roșcate (*oxidare*), cele cu drenaj mai puțin bun prezintă culori gălbui sau brune, iar cele cu drenaj deficitar au aspect marmorat sau culori cenușii-vineții (*reducere*).

Atlasul colorat Munsell permite și determinarea culorii țesuturilor diferitelor plante (*inclusiv cultivate*). Acest lucru este posibil atât în ceea ce privește varietățile aparținând aceleiași specii, cât și în cazul manifestării unor deficiențe grave: lipsă de nutrienți, prezența excesului de umiditate, temperaturi scăzute, activitate de fotosinteză puțin intensă, prezența unor boli.

Totuși, atlasul colorat Munsell reprezintă mai degrabă, un instrument pentru o evaluare corectă și o înregistrare precisă a culorilor, decât un catalog de manifestare a culorilor determinate de deficiențe de nutrienți sau de altă natură.

Afirmăm acest lucru bazându-ne pe faptul că varietatea culorilor datorate deficiențelor de nutrienți nu este aceeași la diferitele specii de plante.

Considerăm însă utilă prezentarea variațiilor de culoare ale țesuturilor câtorva specii de plante (tabel 12).

**Tabel 12**

*Exemple de culoare a țesuturilor plantelor*

SPECIA	CULOAREA ȚESUTULUI (codificat)	PARTICULARITĂȚI
fasole	7,5GY5/4-5/6	înrădăcinare bună
fasole	2,5GY7/4-7/8 și 5Y7/4-7/8	înrădăcinare deficitară
semințe de grâu	5G4/4-4/8	42/28 cromozomi
semințe de grâu	5RP3/2	14 cromozomi
molid de Colorado	2,5B5/4-5/6	albastru
molid de Colorado	7,5G5/2-5/4	gri
ciuperca boletus edulis	5Y7/4	comestibilă
ciuperca boletus fellus	5R7/4	necomestibilă
ulm american	5G3/4	frunze bătrâne
ulm american	7,5GY5/4-5/6	frunze tinere
porumb	2,5GY8/4-8/10	conținut redus de nitrogen
porumb	7,5GY4/2	conținut normal de nitrogen
porumb	2,5B3/6	conținut excesiv de nitrogen
tutun	5Y8/6-8/10	deficiență de magneziu
bumbac	5RP3/8	deficiență de magneziu
trifoi alsacian	5R4/4-3/6	deficiență de bor
lucernă	5Y8/8	deficiență de potasiu

Culoarea rocilor reprezintă o proprietate importantă referitor la semnificația genetică și la corelațiile care pot fi realizate prin evaluarea ei.

Culoarea rocilor este determinată de mărimea granulelor (roci sedimentare) și culoarea mineralelor care le alcătuiesc.

Sistemul Munsell manifestând, o largă aplicabilitate, permite și determinarea culorii mineralelor și rocilor, oferind astfel, informații utile în legătură cu compoziția și natura acestora.

## **4.4 NEOFORMAȚILE ȘI INCLUZIUNILE**

### **4.4.1. Neoformațiile**

#### **4.4.1.1. Considerații generale**

Reprezentând una din proprietățile morfologice ale solurilor cu implicații profunde în ceea ce privește morfologia profilului de sol, neoformațiile permit analizarea și explicarea din punct de vedere genetic și evolutiv a solurilor.

De asemenea, această proprietate morfologică constituie un criteriu important în separarea și încadrarea orizonturilor de sol, dar și în ceea ce privește încadrarea solurilor în unitățile taxonomice, în special la nivel de subtip și varietate.

*Neoformațiile reprezintă acumulări ale unor constituenți ai solului, care au proprietăți morfologice și analitice diferite, în raport cu masa acestuia și care s-au format în timpul și ca o consecință a procesului de pedogeneză.*

În general, neoformațiile se acumulează în sol datorită deplasării pe verticală și/sau orizontală a constituenților sau a acțiunii organismelor din sol, având deci, origine minerală sau organică.

Dintre constituenții solului a căror deplasare pe verticală și/sau orizontală determină astfel de acumulări, denumite neoformații cităm:

- argila, humusul, sărurile, oxizii.

Procese pedogenetice generatoare de neoformații sunt cele de eluviere-iluviere (*care includ atât levigarea sărurilor cât și migrarea coloizilor*), gleizare/pseudogleizare, vermice și cele de salinizare.

În ceea ce privește ultima categorie de procese, trebuie să remarcăm că, dacă în cele mai multe cazuri deplasarea constituenților pe profilul de sol se realizează de sus în jos, în cazul procesului de regradare (*readucerea sărurilor în profilul de sol prin ridicarea nivelului freatic*) deplasarea se realizează de jos în sus.

• acumularea diferiților constituenți sub formă de neoformații se realizează fie prin precipitare, fie prin sedimentare.

Luând în considerare modul în care se acumulează diferiți constituenți în sol, putem separa două categorii de neoformații, sub formă de pete sau pelicule și sub formă concreționară, la care adăugăm pe cele cauzate de către organisme, care au însă o factură specială.

#### **4.4.1.2. Tipuri de neoformații**

Prin prisma naturii neoformațiilor, altfel spus, după alcătuirea lor, putem separa cinci categorii :

- neoformații datorate acumulării de săruri
- neoformații datorate acumulării de oxizi
- neoformații datorate acumulării de argilă sau humus
- neoformații reziduale
- neoformații biogene

#### **Neoformații rezultate prin acumulare de săruri**

Caracterizează solurile specifice regiunilor aride și semiaride (*deșerturi, semideșerturi*), cât și pe cele din regiunea de stepă-silvostepă.

Se formează prin acumularea carbonaților (*în special de calciu, mai rar de magneziu*), și a sărurilor solubile (*cloruri, sulfați, gips*).

Formarea neoformațiilor de săruri este legată de transportarea acestora în soluție, pe verticală sau orizontală, prin intermediul apei infiltrate în sol. Depunerea se realizează prin precipitare/cristalizare, în condițiile apariției evaporării, în spațiile libere din sol (*pori, crăpături, canale, în lungul rădăcinilor*).

- Neoformații de carbonați

Sunt foarte frecvente la solurile din gama molisolurilor (*sol bălan, cernoziom, cernoziom cambic, cernoziom argiloiluvial*), cât și în cazul solurilor brune roșcate.

Caracterizează în general, solurile regiunii de câmpie, unde se manifestă un important deficit anual de umiditate, cantitatea insuficientă de precipitații atmosferice nepermițând levigarea carbonaților din profilul de sol.

În aceste condiții, carbonații se găsesc, în funcție de cantitatea de precipitații atmosferice, la diferite adâncimi în profilul de sol, de la suprafață, în cazul solurilor bălane și chiar al cernoziomurilor, la peste 1m la cernoziomul cambic, la peste 1,50 m la cernoziomul argiloiluvial și la 1,80-2 m la solurile brune roșcate (tabel 13).

**Tabel 13**

*Clase de adâncime a apariției carbonaților (după I.C.P.A.)*

DENUMIRE	CRITERII DE ÎNCADRARE
sol carbonatic	efervescentă în primii 20cm
sol semicarbonatic	efervescentă între 21-50cm
sol decarbonatat	efervescentă între 51-100cm
sol moderat levigat	efervescentă între 101-150cm
sol puternic levigat	efervescentă între 151-200cm
sol necarbonatic	efervescentă mai jos de 200cm

\* efervescenta se determină cu acid clorhidric diluat.

În situația unei levigări slabe a carbonaților, aceștia sunt răspândiți în întreg profilul de sol, generând următoarele tipuri de neoformații:

- eflorescențe - reprezintă depuneri sub formă de pulbere fină de carbonați, care pot avea forme diferite.
- pseudomicelii - reprezintă depuneri de cristale aciculare fine de carbonați, cu aspect de filamente ramificate asemănătoare miceliului ciupercilor. Caracterizează solurile cu fluctuații mari în regimul umidității.
- vinișoare - reprezintă depuneri de carbonați pe locul fostelor rădăcini subțiri descompuse, sau chiar în lungul rădăcinilor active.
- tubușoare - sunt asemănătoare cu vinișoarele, dar cu deosebirea că depunerea s-a realizat pe canalele rămase în urma descompunerii unor rădăcini mai groase.
- pungi sau cuiburi - reprezintă depuneri de carbonat cu aspect făinos, în spațiile libere din sol (*fisuri, canale, scobituri*). Caracterizează în special, solurile argiloase.

În situația unei levigări intense a carbonaților, aceștia se acumulează sub formă de concrețiuni, spre baza profilului de sol, în orizontul Ccarbonatoiluvial (*Cca*). Formarea concrețiunilor este legată de precipitarea calcitului în spațiile lacunare din sol, pe care la invadează progresiv mărindu-și volumul. În acest caz se formează următoarele tipuri de neoformații:

- concrețiuni de carbonați -denumirea provine din limba latină (*concrețio-onis*) și a fost preluat în sensul de agregat mineral de formă sferică sau neregulată, format prin depunerea substanțelor în jurul unui corp străin și prin concentrarea substanțelor minerale din soluții apoase (*DEX*). Au în general formă sferoidală sau ovoidală, dimensiuni diferite, pot fi dure sau friabile și caracterizează orizontul Ccarbonatoiluvial (*Cca*). În cazul în care aceste concrețiuni prezintă un gol în interior poartă denumirea de "**concrețiuni septarice**".
- bieloglasca (*ochi alb*) - denumirea provine din limba polonă și se datorează faptului că aceste concrețiuni fiind friabile, pot fi secționate în timpul săpării, apărând în profilul de sol sub forma unor pete albe pe fond mai închis. Pot avea dimensiuni cuprinse între 0,5-2cm diametru și caracterizează solurile specifice stepei aride (*sol bălan*) și regiunilor semideșertice.
- păpuși de loess - denumite și "**păpuși de calcar**", reprezintă concrețiuni foarte compacte de carbonați, cu forme variate și dimensiuni mari (*de la câțiva cm, la câteva zeci de cm*). Apar cu precădere în depozite loessoide, în apropierea stratului acvifer freatic sau la solurile care au avut un ciclu evolutiv anterior de sol de fâneată.

• concrețiuni carbonato-silicioase - cunoscute și sub denumirea de "**concrețiuni cenușii**" (Florea N., Rădulescu Ana, 1956), sunt mai dure și mai rezistente la acțiunea acidului clorhidric, realizând o efervescență slabă, fapt datorat silicifierii parțiale a masei lor. Acest tip de concrețiuni se formează în cazul solurilor halomorfe (*în special solonețuri*) la care este posibilă o migrare mai intensă a silicei.

#### • Neoformații saline

Apar tot ca urmare a acumulării sărurilor, dar de această dată, a celor ușor solubile. În categoria sărurilor solubile sunt incluse clorurile (*în special cele de sodiu, magneziu, calciu*) și sulfatii (*cei de sodiu și magneziu*), cărora li se adaugă gipsul, considerat a fi moderat solubil.

Acest tip de neoformații este specific solurilor halomorfe (*solonceac, soloneț*), dar și subtipurii salinizat al altor tipuri de sol.

Sunt prezente în regiunile cu nivel freatic mineralizat situat aproape de suprafață (*indiferent de cauză: naturală sau antropică*), cu regim hidric exsudativ, situație în care procesele de salinizare, mai ales, sunt foarte active.

Au în general o nuanță deschisă (*albicioasă*), apărând în masa solului sub formă de pete pe fond mai închis. După forma pe care o au se separă următoarele tipuri:

- eflorescențe
- tubușoare
- pungi sau cuiburi - conțin de obicei, cristale de gips sau sulfat de sodiu.
- pete de săruri
- cruste de săruri - sunt foarte frecvente la solurile cu regim hidric exsudativ (*regiunile aride și semiaride*).

#### Neoformații rezultate prin acumulare de oxizi

Această categorie de neoformații reprezintă consecința manifestării în profilul de sol a două procese pedogenetice, cel de eluviere/iluviere a oxizilor, specific solurilor podzolice și cel de gleizare/pseudogleizare, specific solurilor hidromorfe.

În primul caz este vorba despre solubilizarea oxizilor de fier, aluminiu și mangan și deplasarea lor pe verticală/orizontală, într-un orizont iluvial (*Bhs, Bs*), rezultând următoarele tipuri de neoformații:

• grăunți de nisip cu înveliș colorat - se formează prin migrarea oxizilor din orizonturile superioare și depunerea acestora în orizonturile inferioare, în jurul grăunților de nisip cărora le conferă culori brune (*mangan*), gălbui sau roșii (*fier*).

• concrețiuni grezoase - apar în orizonturile de sol alcătuite din material nisipos, în care se produce cimentarea sub formă concreționară, liantul fiind alcătuit predominant din oxizi de fier. Culoarea și dimensiunile acestor concrețiuni pot fi diferite.

• orizont de ortstein (*alios*) - denumirea provine din limba germană (*țară în care este frecvent*) și reprezintă straturi continue, cimentate, în special cu oxizi de fier, caracterizând cu precădere solurile podzolice formate pe depozite nisipoase (*apare și în România, în cazul podzohurilor formate pe gresii de Kliwa*), făcând parte din orizonturile iluviale ale acestor soluri. Pot apărea și situații în care nu se formează un orizont de ortstein, ci numai benzi transversale subțiri, discontinue și ondulate, care se deosebesc de restul orizontului prin două caracteristici: culoarea brună, gălbuie sau roșie și compactitatea mai mare. În acest caz trebuie specificată adâncimea pe care apar aceste benzi de oxizi, grosimea, culoarea și distanța dintre ele.

În cel de-al doilea caz, apariția neoformațiilor este generată de intensitatea mare a reacțiilor de oxido-reducere specifice solurilor afectate de procese de hidromorfism (*soluri hidromorfe și subtipurile gleizate/pseudogleizate ale altor tipuri de sol*). În această situație se formează următoarele tipuri de neoformații:

- pete de oxizi de mangan - apar în orizonturile aflate temporar sub influența excesului de umiditate și prezintă culori brune sau negricioase, care nu se schimbă prin încălzire

- dendrite - reprezintă tot depuneri de oxizi de mangan, având însă o formă specifică (*frunze, flori, rădăcini ramificate*). Caracterizează orizontul B al solurilor din regiunea forestieră.

- pete de oxizi ferici - prezintă culori gălbui-roșcate, roșcate sau ruginii și se datorează oxidării compușilor fierului.

- pete de reducere - apar în condițiile existenței unui exces de umiditate cvasi-permanent, care amplifică intensitatea manifestării reacțiilor de reducere și formarea compușilor fierului feros. Prezintă culori cenușii, verzui sau albaștrui, care își schimbă nuanța prin încălzire, în roșu, gălbui-roșcat sau brun-roșcat.

- concrețiuni ferimanganice (*bobovine/alice de pământ*) - se formează pe principiul perlelor, având o formă cvasisferoidală și fiind alcătuite din depuneri concentrice succesive de oxizi de fier și mangan, în jurul unui nucleu, reprezentat de cele mai multe ori, prin grăunți de cuarț. Prezintă culoare brună sau ruginie, în funcție de dominanța uneia din cele două categorii de oxizi care le alcătuiesc, pot fi dure sau friabile și au diametrul cuprins între 2-10 mm. Conțin de asemenea, în cantități reduse argilă și materie organică și caracterizează argiluvisolurile (*sol brun luvic, luvisol albic, planosol*) și solurile hidromorfe (*solul pseudogleic*). Pot apărea fie diseminate în masa orizontului, fie sub formă de aglomerări, fie sub forma unui orizont continuu, aproape compact. De obicei, cantități mari de concrețiuni ferimanganice se formează în cazul solurilor situate în cadrul formelor negative ale microreliefului (*luvisol albic, sol pseudogleic*).

- cuirase feruginoase - se formează în condițiile existenței a numeroase concrețiuni ferimanganice, care constituie practic un strat unitar, continuu, a cărui apariție este favorizată de climatul tropical.

### **Neoformații rezultate prin acumulare de coloizi**

#### **(argilă sau humus)**

Se formează în cadrul solurilor cu procese intense de migrare a argilei și/sau humusului, situate în regiunea umedă. Pot apărea pelicule depuse la suprafața agregatelor structurale, după cum urmează:

- pelicule de argilă - reprezintă minerale argiloase migrate din orizonturile superioare și depuse sub formă de pelicule subțiri la suprafața agregatelor structurale sau pe pereții porilor, în orizontul Bargiloiluvial (*Bt*). Aceste pelicule se deosebesc prin faptul că sunt orientate paralel cu suprafața agregatului structural, iar în comparație cu restul masei orizontului respectiv care are aspect rugos, sunt netede și au aspect cerat. Pot avea culoare brună - cenușie sau brună-roșcată, iar în cazul în care conțin și humus prezintă nuanță mai închisă decât restul masei orizontului. Acest tip de neoformații reprezintă unul dintre caracterele de diagnostic ale orizontului Bargiloiluvial (*Bt*).

- pelicule organo-minerale - sunt alcătuite predominant din humus, prezintă culori închise comparativ cu fondul orizontului respectiv și caracterizează partea mediană și inferioară a profilelor solurilor bogate în humus, din regiunea umedă (*soluri cernoziomoide*) pentru care constituie caracter de diagnostic.

## Neoformații reziduale

Caracterizează solurile cu procese intense de eluviere a constituenților (*argiluvisoluri*, *spodosoluri*) fiind prezente în orizonturile eluviale (E) sub următoarele tipuri:

- pudrări de silice - reprezintă aglomerări de particule fine (*cuart, feldspat*) fără peliculă coloidală, care îmbracă suprafața agregatelor structurale. Apar în toate cele trei orizonturi eluviale, luvic, albic, spodic, și se formează prin acumularea reziduală a particulelor de nisip și praf, după îndepărtarea coloizilor prin apa de infiltrație. În unele cazuri, pudra de silice pătrunde în orizontul Bargiloiluvial sub formă de limbi, scurgându-se cu ajutorul apei de infiltrație, situație în care stratul respectiv de sol este considerat orizont de tranziție, notat E+B conferindu-i solului caracterul glosic, des întâlnit la luvisolurile albice.

- aglomerări de particule fără peliculă coloidală - reprezintă grăunți de nisip sau de cuarț de pe care apa de infiltrație a îndepărtat pelicula coloidală (*humus, oxizi*). Acest tip de neoformații este foarte frecvent la solurile foarte acide (*spodosoluri*) atât în orizontul Aumblic, cât și în cel Espodic.

Se deosebesc prin faptul că sclipesc pe fondul închis al orizontului A sau apar sub formă de grăunți sticloși fără peliculă coloidală.

- pete de albire (*de eluviere*) - Au nuanțe deschise, de la brun deschis până la albicios și caracterizează orizonturile pseudogleice, apărând în alternanță cu petele de oxidare și cele de reducere. Reprezintă rezultatul migrării coloizilor, care se produce numai pe areale mici datorită prezenței apei în exces, care nu favorizează o migrare generalizată. Petele de albire, spre deosebire de cele de reducere, nu-și schimbă culoarea prin încălzire, căpătând cel mult nuanțe roz.

## Neoformații biogene

Reprezintă rezultatul acțiunii faunei și vegetației în sol și caracterizează în special, partea superioară a profilelor solurilor din regiunea de stepă-silvostepă (*molisoluri*). După proveniența lor, pot fi de natură animală sau vegetală:

- coprolite - reprezintă grăunciori de material pământos care apar de obicei, sub forma unor aglomerări rezultate prin trecerea unor cantități însemnate de sol prin tubul digestiv al rămelor. Se diferențiază net de restul masei solului prin aspectul caracteristic (*aglomerări de grăunciori*) și prin faptul că se separă (*desprind*) cu ușurință din profilul de sol.

- crotovine - reprezintă galerii ale animalelor din sol (*popândăi, hârciog, șobolani, șoareci de câmp*). Galerile pot fi vechi, situație în care sunt umplute cu pământ provenind dintr-un alt orizont și apar sub forma unor pete de cele mai multe ori circulare, sau recente, situație în care nu au fost umplute cu pământ și pot fi observate ca atare.

- cervotocine - reprezintă canale săpate de râme sau viermi, foarte sinuase și care prezintă în lungul lor numeroase coprolite. Uneori, pot fi umplute cu pământ și au diametrul mult mai redus comparativ cu crotovinele.

- culcușuri (*lăcașuri*) de larve - reprezintă scobituri în sol, în care s-au dezvoltat larvele insectelor, până la stadiul de metamorfoză.

- cornevine - sunt de fapt, canale de rădăcini mari provenind de la plantele lemnoase. Acestea apar la solurile forestiere și rezultă prin descompunerea rădăcinilor plantelor lemnoase care și-au încheiat ciclul biologic. De multe ori sunt umplute cu material provenind mai ales din orizontul A.



• dendrite - nu reprezintă altceva decât urme ale rădăcinilor imprimate pe suprafața agregatelor structurale și pot apărea și în cazul solurilor din regiunea de stepă-silvostepă.

• pete de humus - nu au legătură cu peliculele organo-minerale, situație în care humusul depus a migrat, ci se datorează fie acțiunii faunei (*material deplasat*), fie humificării rădăcinilor plantelor. Pot avea forme diferite în funcție de proveniență și apar în general în orizonturile sărace în humus.

• limbi de humus - prezintă o formă alungită pe verticală, culoare închisă și se formează datorită antrenării materialului din orizontul A de către apa de infiltrație în crăpăturile adânci din sol.

Luând în considerare faptul că multe din solurile care prezintă neoformații biogene au orizonturile amestecate și sunt mai afânate, a fost introdusă noțiunea de "**caracter vermic**" care se atribuie acelor soluri care prezintă neoformații biogene pe cel puțin 50% din orizontul A și pe cel puțin 25% din orizontul subiacent. În acest sens, trebuie menționat că cele mai multe dintre solurile regiunii de stepă (*soluri bălane, cernoziomuri*) prezintă caracter vermic.

#### 4.4.1.2. Determinarea și interpretarea neoformațiilor

Determinarea neoformațiilor se realizează pentru fiecare orizont de sol în parte, ținându-se seama de distribuția (tabel 14) și frecvența (tabel 15) acestora.

**Tabel 14**

*Distribuția neoformațiilor în sol  
(după I.C.P.A., cu modificări)*

MODUL DE DISTRIBUȚIE
în puncte
în cuiburi sau aglomerări
pe suprafața agregatelor structurale
pe canale de rădăcini
pe fisuri sau crăpături
pe suprafața particulelor de schelet
pe crotovine
difuz (uniform)

**Tabel 15**

*Frecvența neoformațiilor (după I.C.P.A., cu modificări)*

DENUMIRE	% DIN SUPRAFAȚĂ
rare	< 1
frecvente	1- 10
foarte frecvente	> 10

Depunerile sub formă de pelicule sau pete se analizează ținându-se cont de următoarele criterii:

- culoare
- dimensiuni (tabel 16, 17)

**Tabel 16**

*Clasificarea petelor după dimensiuni  
(după I.C.P.A., cu modificări)*

DENUMIRE	DIAMETRUL - mm -
mică	< 5
mijlocii	5 - 15
mari	> 15
variate	toate dimensiunile

**Tabel 17**

*Clasificarea peliculelor după dimensiuni  
(după I.C.P.A.)*

DENUMIRE	GROSIME - mm -
subțiri	< 0,5
groase	> 0,5

- suprafața ocupată (tabel 18)

**Tabel 18**

*Încadrarea petelor după suprafața ocupată (după I.C.P.A.)*

DENUMIRE	% DIN SUPRAFAȚĂ
foarte rare	< 5
rare	6 - 15
frecvente	16 - 30
foarte frecvente	31 - 50

- poziția în raport cu spațiile lacunare, agregatele structurale, rădăcini, particule grosiere, fisuri sau crăpături
- adâncimea de la care apar și cea la care dispar
- orizontul de sol în care apar
- zona de acumulare maximă
- formă (tabel 19)

**Tabel 19**

*Încadrarea petelor după formă (după I.C.P.A., cu modificări).*

FORMA PETELOR
circulare
ovale
alungite
scurgeri sub formă de limbi
poligonale
neregulate
heteroforme (combinat)

- natura constituenților
- gradul de dezvoltare (tabel 20)

• se mai poate determina și contrastul petelor față de culoarea dominantă (*matricea*) solului: contrast slab, distinct și evident.

Acumulările sub formă de concrețiuni se analizează după următoarele criterii:

- dimensiuni (tabel 21)

**Tabel 21**

*Clasificarea concrețiunilor după dimensiuni (după I.C.P.A.).*

DENUMIRE	DIAMETRU - mm -
foarte mici	< 1
mici	1 - 5
mijlocii	6 - 15
mari	> 15

- formă
- culoare
- duritate
- structură internă
- poziția în raport cu alte caractere morfologice
- orizontul de sol în care apar
- adâncimea de la care apar și cea la care dispar
- natura constituenților
- zona de acumulare maximă.

Neoformațiile biogene se caracterizează în funcție de:

- origine (*animală sau vegetală*)

**Tabel 20**

*Încadrarea peliculelor după gradul de dezvoltare (după I.C.P.A.)*

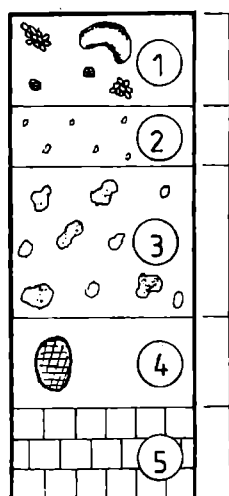
DENUMIRE
izolate și rare
discontinue
continue

**Tabel 22**

*Încadrarea neoformațiilor biogene după frecvență (după I.C.P.A.).*

DENUMIRE	% DIN SUPRAFAȚĂ
rare	< 25
frecvente	25 - 50
foarte frecvente	> 50

- formă (pentru crotovine, pete și limbi de humus)
- mărime (crotovine, pete de humus)
- culoare, în sensul contrastului față de fond (crotovine, dendrite, pete și limbi de humus)
- frecvență (tabel 22)
- orizontul de sol în care apar
- adâncimea pe care se extind
- zona de concentrare maximă.



0 cm Fig. 23. Exemplu de descriere:

- 0-20 - neoformații biogene de origine animală, sub formă de coprolite, cervotocine, culcușuri de larve, foarte frecvente.
- 20 20-30 - neoformații reziduale, sub formă de particule fără peliculă coloidală, diseminate în masa orizontului
- 30 30-60 - neoformații oxizi sub formă de pete, culoarea 2,5Y6/1 și 10 YR5/4, cu formă neregulată, în proporție de 25%, predominând cele de reducere.
- 60 60-90 - neoformații biogene de natură animală, sub formă de crotovine, cu formă ovală, mari, rare, având culoare închisă.
- 90 > 90 cm - rocă dură compactă.

Exceptând determinările organoleptice prezentate anterior, în teren pot fi realizate și determinări ale naturii chimice a constituenților :

- carbonați - determinarea efervescenței cu o soluție de acid clorhidric 1/3 (tabel 23).

Tabel 23

*Efervescența materialului de sol (după I.C.P.A.).*

DENUMIRE	CRITERII
slabă	efervescență slabă nepersistentă
moderată	efervescență evidentă persistentă
puternică	efervescență puternică persistentă
foarte puternică	fierbere nepersistentă
persistentă	fierbere persistentă
violentă	fierbere violentă dar scurtă

În funcție de această determinare se pot face interpretări asupra conținutului de carbonat de calciu al solurilor (tabel 24).

Tabel 24

*Aprecierea în teren a conținutului de  $\text{CaCO}_3$  după intensitatea efervescenței (după I.C.P.A.).*

EFERVESCENTĂ		DENUMIRE	CONȚINUTUL DE $\text{CaCO}_3$
efect vizual	efect auditiv		
fără efervescență	nu se aude	-	-
fără efervescență	slab	-	-
efervescență slabă	moderat	slab carbonatic	mic < 4
efervescență moderată	distinct		
efervescență puternică	zgomotos	moderat carbonatic	moderat 4,1 - 12,0
efervescență foarte puternică	zgomotos	puternic carbonatic	mare 12,1 - 25,0
efervescență persistentă	zgomotos	foarte puternic carbonatic	foarte mare 25,1 - 40,0
efervescență violentă și scurtă	foarte zgomotos (sfârâie)	excesiv carbonatic	extrem de mare > 40,1

- săruri ușor solubile :
  - cloruri - determinarea se realizează cu soluție de azotat de argint n/10, acidulată cu acid azotic (*rezultă un precipitat alb, care la lumină se înegrește*).
  - sulfati - se determină cu soluție de clorură de bariu n/10, acidulată cu acid clorhidric (*rezultă un precipitat alb*).
  - carbonat de sodiu - se identifică cu ajutorul fenolftaleinei 1% (*capătă culoare roz sau roșie*).
  - gips - nu face efervescentă și nu se dizolvă în apă, pot fi observate cristale cu ajutorul lupei.

- compușii fierului feros - se identifică prin tratare cu soluție de fericianură de potasiu 5%, acidulată cu acid clorhidric (*apare un colorit albastru*).

Interpretarea neoformațiilor prezente în sol permite explicarea genezei și evoluției solului respectiv. Astfel, prezența a numeroase neoformații biogene indică o activitate animală și vegetală intensă, după cum lipsa acestora certifică existența unor condiții nefavorabile (*exces de apă, compactitate ridicată*).

Neoformațiile de natură animală oferă informații în legătură cu textura solului respectiv, fiind foarte frecvente în cazul existenței unei texturi ușoare sau medii, dar și în privința permeabilității lui.

Prezența neoformațiilor de săruri atestă existența proceselor de salinizare, oferind în același timp informații referitoare la gradul de umiditate al regiunii respective și la tipul de regim hidric al solului.

Neoformațiile de oxizi atestă pe de o parte, prezența excesului de umiditate, iar pe de altă parte, manifestarea proceselor de podzolire, în ambele cazuri, fertilitatea solurilor respective fiind redusă (*regim aerohidric nefavorabil, prezența în cantități reduse a elementelor nutritive, prezența compușilor fierului feros toxici pentru plante, compactitate excesivă*).

Prezența peliculelor de argilă sau a celor organo-minerale, ne indică procese intense de migrare a acestor constituenți, având ca urmare apariția unui orizont sărăcit, cu textură ușoară, nestructurat (*E*), cât și posibilitatea existenței excesului de apă, cu toate consecințele sale, într-un orizont iluvial (*B*).

Neoformațiile reziduale confirmă existența unor procese intense de eluviere care determină apariția orizonturilor sărăcite în constituenți (*E*), nefavorabile plantelor.

#### 4.4.2. Incluziunile

Incluziunile din sol nu au nici o legătură cu neoformațiile și **reprezintă corpuri sau constituenți atât minerali cât și organici care au fost încorporați în sol, în mod întâmplător, fără a avea nici o conexiune cu procesul de pedogeneză.**

În categoria incluziunilor sunt cuprinse o serie de corpuri și constituenți dintre care menționăm :

- cenușă, cărbuni, cioburi de vase, fragmente de cărămizi, lemn putrezit sau silicifiat, unelte sau alte obiecte de folosință umană, oase.

Analizarea incluziunilor din sol prezintă o importanță deosebită, deoarece ele oferă informații importante în legătură cu geneza materialului parental, dar și cu vârsta și evoluția solului respectiv și chiar a întregii regiuni în care apar.

Important este faptul ca analiza să se realizeze numai în situația în care solul nu a fost deranjat, altfel, informațiile de natură genetică, stratigrafică și ecologică își pierd semnificația.

## 4.5. STRUCTURA

### 4.5.1. Formarea structurii

În natură, particulele care compun faza solidă a solului se găsesc de multe ori grupate în agregate având forme și dimensiuni diferite. Legătura între particulele de sol se realizează prin intermediul coloizilor solului: argilă, humus, oxizi.

***Structura solului reprezintă modul de asociere al particulelor de sol, în agregate cu forme și mărimi diferite.***

Structura reprezintă una dintre proprietățile morfologice importante ale solului, permițând atât caracterizarea genetică a solurilor, prin faptul că ea diferă de la un sol la altul și chiar de la un orizont de sol la altul, cât și din punct de vedere al fertilității, influențând în mod direct o serie de proprietăți fizice (*regimul hidro-termic și de aerare*).

Formarea structurii solului este determinată de manifestarea a trei procese :

- **flocularea (*coagularea*)** - formarea agregatelor structurale de floculare se datorează acțiunii electroliților (*soluții de săruri*).
- **exemplu:** formarea deltelor (*depunerea materialului fin adus de râuri se realizează la contactul cu apa marină sărată*).

Acest tip de agregate structurale nu se menține decât în prezența agentului coagulator (*electrolitului*), îndepărtarea acestuia determinând dispersarea agregatelor structurale. Caracterizează solurile halomorfe care conțin săruri solubile în cantități mari.

- **cimentarea** - acest proces determină lipirea particulelor de sol prin intermediul unui liant (*ciment*): humus, argilă, oxizii de fier, carbonatul de calciu și secrețiile plantelor.
- **fragmentarea** - se referă la fisurarea sau ruperea materialelor floculate și a celor cimentate. Se produce mai ales, în cazul solurilor argiloase, atunci când acestea se usucă.

Principalii factori determinanți ai formării agregatelor structurale sunt:

- **Coloizii solului (*lianti*)**

Argila impune formarea unor agregate structurale de dimensiuni mari, cu fețe care se îmbină în muchii și colțuri ascuțite, cu stabilitate mecanică mare, dar cu stabilitate hidrică redusă.

Humusul are o mare capacitate de structurare a particulelor de sol, generând agregate structurale cu dimensiuni reduse, rotunjite, având o mare stabilitate hidrică, dar cu o stabilitate mecanică redusă.

Oxizii, în special cei de fier și aluminiu, se asociază de obicei, acțiunii argilei și humusului. În condițiile în care se găsesc în cantitate mare, ei imprimă o stabilitate crescută agregatelor structurale specifice unor orizonturi de tip B aparținând solurilor forestiere.

În anumite situații, rol de liant poate juca și carbonatul de calciu, care pe de o parte, saturează coloizii imprimând o mai mare stabilitate, iar pe de alta, prin pierderea apei precipită, contribuind astfel la cimentarea agregatelor structurale.

- **Vegetația**

Prin secrețiile pe care le produc, rădăcinile plantelor determină coagularea coloizilor, același proces având loc și prin deshidratare, datorită utilizării apei din sol de către sistemele radiculare.

În același timp, rădăcinile plantelor fragmentează solul prin acțiuni mecanice și nu în ultimul rând, plantele manifestă și o influență indirectă materializată în faptul că, ele condiționează prin cantitatea și calitatea resturilor vegetale pe care le lasă anual la suprafața solului, cantitatea și calitatea humusului din sol.

- Fauna

Determină prin săparea unor galerii și canale, fragmentarea masei solului.

- Microorganisme

Pe de o parte, secretă substanțe care pot juca rol de liant, iar pe de altă parte influențează indirect structurarea solului, participând la formarea humusului.

- Procesele de îngheț-dezgheț

Au același efect ca și procesul de umezire-uscare repetată, acela de fragmentare a masei solului.

#### 4.5.2. Tipuri de structură

La aprecierea structurii solului se ține seama de forma, mărimea și gradul de dezvoltare al agregatelor structurale. Menționăm că există posibilitatea asocierii în cadrul aceluiași orizont de sol a mai multor tipuri de agregate, diferite ca formă și dimensiuni. Acest lucru se explică prin existența mai multor niveluri de îmbinare a agregatelor

Spre exemplu (fig. 24) un agregat structural prismatic se poate desface în agregate poliedrice, după cum acestea din urmă pot fi alcătuite din agregate grăunțoase.

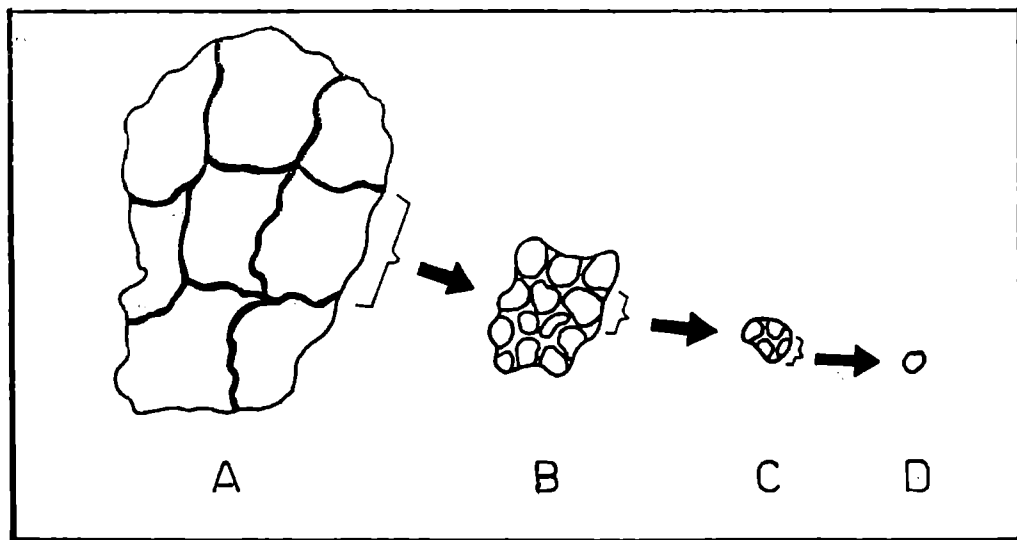


Fig. 24. Nivelurile de îmbinare ale agregatelor structurale.

- După formă distingem următoarele tipuri de structură:

##### **Grăunțoasă (granulară)**

Prezintă agregate structurale sferoidale (*rotunjite*), cu diametrul sub 10 mm, neporoase, cu așezare afănată. Caracterizează orizontul A, bogat în humus al solurilor.

##### **Glomerulară**

Este asemănătoare celei grăunțoase, prezentând aceleași agregate sferoidale, cu diametrul sub 5 mm, poroase, cu așezare afănată. Agregatele structurale sunt ușor friabile, au stabilitate hidrică mare și caracterizează orizontul Amolic.

##### **Poliedrică angulară**

Prezintă agregate dezvoltate aproximativ egal în direcția celor trei axe rectangulare, cu fețe plane care se intersectează în muchii și colțuri ascuțite, cu diametrul între

6-50 mm, cu așezare îndesată. Acest tip de structură caracterizează orizonturile de sol afectate de procese de pseudogleizare.

### **Poliedrică subangulară**

Asemănătoare celei angulare, prezintă însă, fețe, muchii și colțuri rotunjite. Caracterizează orizontul Bcambic și tranziția AB.

### **Prismatică**

Prezintă agregate dezvoltate mai mult pe verticală, cu aspect de prismă, având latura bazei cuprinsă între 10-100 mm. Fețele sunt plane, muchiile și colțurile ascuțite, iar așezarea îndesată. Caracterizează orizonturile bogate în argilă de tipul Bargiloiluvial.

### **Columnară**

Este asemănătoare celei prismatice, cu deosebirea că agregatele au capetele rotunjite (aspect de coloane) și caracterizează orizontul Bargiloiluvial natric.

### **Foioasă (lamelară)**

Prezintă agregate structurale dezvoltate mai mult pe orizontală, sub formă de lamele sau plăci, dispuse orizontal sau oblic, cu grosimi cuprinse între 1-10 mm. Caracterizează în general, orizonturile Ealbic, tranziția BC, cât și orizonturile tasate.

Formarea structurii grăunțoase/glomerulare este favorizată de prezența în cantitate mare a materiei organice, de saturația cu cationi de calciu a complexului adsorbant și de intensa activitate biologică, în special a rămelor și viermilor.

Structurile angulare, poliedrică/prismatică apar în condițiile prezenței argilei în cantitate mare (*peste 10-20%*), ale absenței activității biologice și a unui conținut redus de materie organică.

Structura columnară reprezintă un caz particular, formându-se numai în situația saturării cu sodiu a complexului adsorbant (*solonet*). Agentul coagulator fiind reprezentat printr-un electrolit, agregatele structurale au o stabilitate hidrică extrem de redusă, solul "mociirlindu-se" după ploaie, structura refăcându-se apoi prin uscare.

Formarea structurii foioase este favorizată de prezența unor roci șistoase (*șisturi, gresii*), de acumularea silicei sau a oxizilor în straturi succesive sau de alternanța proceselor de îngheț-dezghet în orizonturi luto-nisipoase.

• După mărime, agregatele structurale pot fi clasificate, în general, în următoarele categorii (tabel 24):

- foarte fină
- fină
- medie (*mijlocie*)
- grosieră
- foarte grosieră

**Tabel 24**

*Clasificarea agregatelor structurale după mărime (după I.C.P.A.).*

DENUMIRE	DIMENSIUNI (mm)		
	glomerulară grăunțoasă foioasă	poliedrică	prismatică columnară
foarte mică	< 1	< 5	< 10
mică	1 - 2	5 - 10	10 - 20
medie	3 - 5	11 - 20	21 - 50
mare	6 - 10	21 - 50	51 - 100
foarte mare	> 10	> 50	> 101

• După gradul de dezvoltare al structurii sau, altfel spus, după gradul de structurare al solului, putem distinge :

- nestructurat (*fără structură*).

Precizăm că pentru a se evita repetarea, nu s-au făcut comentarii la începutul acestui capitol asupra acestui mod de dispunere a particulelor de sol.

În natură, particulele elementare de sol sunt dispuse fie sub formă agregată (*soluri structurate*), fie sub formă neagregată (*soluri nestructurate*), altfel spus, particule de sol individuale, nelipite sau nelegate între ele.

Există două mari categorii de orizonturi de sol sau de soluri nestructurate (*pedologii francezi folosesc termenul de structură continuă, pe care o împart în particulară și masivă*):

- necoezive - în acest caz, particulele de sol nu prezintă nici un fel de coeziune între ele. Este situația orizonturilor de sol foarte nisipoase, formate fie pe depozite nisipoase (*arealele cu dune recente*), fie prin eluvierea accentuată a constituenților capabili de a juca rol de liant (*orizontul Espodic al podzolurilor*).

- masive - termenul masiv este folosit atunci când particulele de sol sunt cimentate (*lipite*) între ele, fără a forma agregate structurale, ci într-un strat continuu, care nu prezintă fisuri.

Atunci când încercăm să scoatem bucăți de pământ dintr-un astfel de orizont, acestea se smulg, se rup artificial, datorită acțiunii mecanice exercitate de noi cu cuțitul pedologic și nu se desprind natural conform fețelor existente în mod normal între agregatele structurale.

Orizonturile de sol masive se formează în cazul unor straturi nisipoase umezite (*deoarece nisipul capătă coeziune în stare umedă*) sau cimentate cu oxizi sau carbonat de calciu, fie în cazul orizonturilor gleice (*Gr*), formate în condițiile unui exces de apă de natură freatică care elimină liantul dintre particulele de sol.

Masivitatea mai poate apărea în cazul orizonturilor cu fenomene intense de tasare.

- slab structurat - apar elemente structurale greu observabile, la sfârșmare rezultă puține agregate structurale, cea mai mare parte a masei orizontului este nestructurată.

- moderat structurat - apar elemente structurale observabile, la sfârșmare rezultă multe agregate care au însă stabilitate moderată.

- bine structurat - apar elemente structurale distincte, la sfârșmare aproape întreaga masă de sol se desface în agregate rezistente la acțiunea de dispersare (*stabilitate mare*).

#### 4.5.3. Determinarea structurii

În teren, determinarea structurii se realizează pentru fiecare orizont de sol în parte și este recomandabil ca ea să se efectueze la o umiditate redusă sau în stare uscată.

Pentru determinarea structurii se procedează astfel:

- se presează ușor în palmă proba de sol, până aceasta se desface în agregate sau, se lasă să cadă liber de la 1-1,5 m înălțime proba de sol (*bulgăre*) pe o suprafață netedă.

- se urmărește modul în care se desfac bucățile de sol atunci când sunt aruncate din profilul de sol în timpul săpării acestuia.

Analiza agregatelor structurale are în vedere forma, mărimea, gradul de dezvoltare și stabilitatea mecanică și hidrică a acestora. Se va urmări de asemenea, claritatea agregatelor structurale, cu alte cuvinte cât de distincte/ușor observabile sunt acestea și



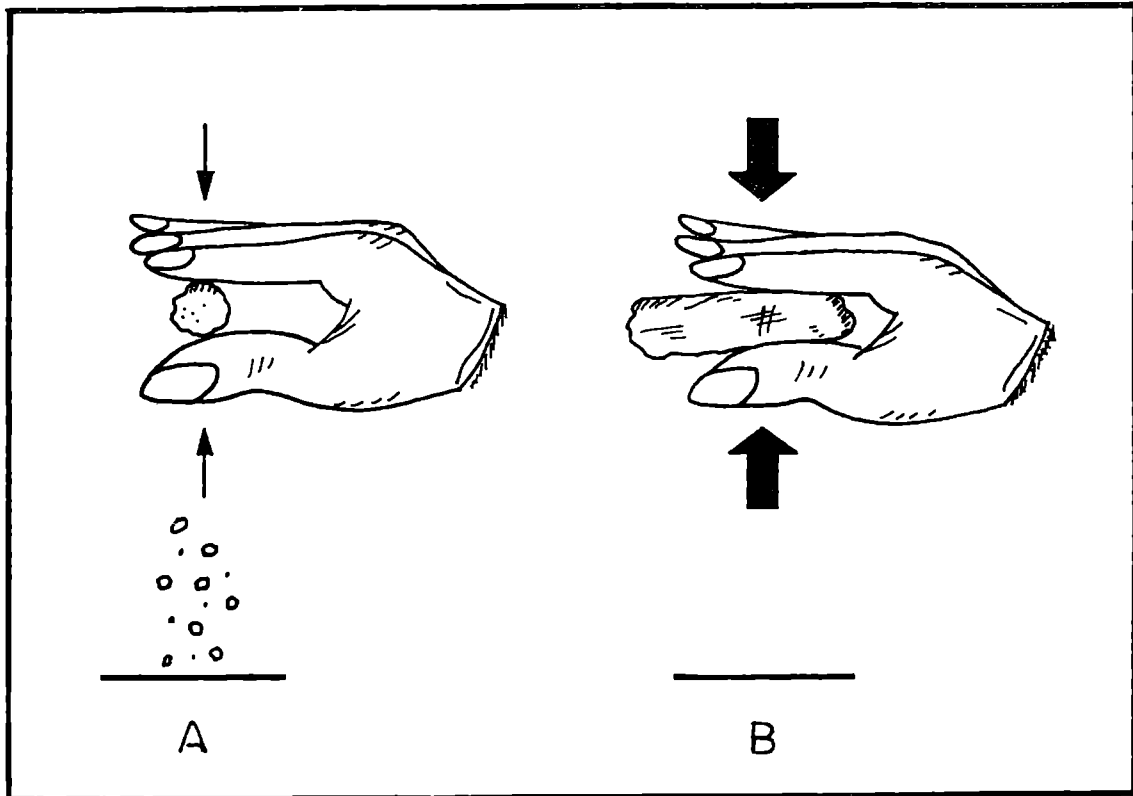


Fig. 25. Determinarea stabilității mecanice a agregatelor structurale.

coexistența în cadrul aceluiași orizont a mai multor tipuri de structură sau modul în care se desfac agregatele mari.

Stabilitatea mecanică a agregatelor structurale se referă la rezistența acestora la acțiuni mecanice (*presare între degete*; fig. 25).

În acest sens, agregatele structurale care conțin mult humus sunt foarte friabile, deci au o stabilitate mecanică redusă, iar cele cu conținut ridicat de argilă sunt dure, având o stabilitate mecanică ridicată (fig. 25).

Stabilitatea hidrică se referă la cât timp rezistă agregatele structurale acțiunii apei. De această dată, situația se inversează, agregatele cu conținut ridicat de humus prezentând o stabilitate ridicată, iar cele cu conținut ridicat de argilă, dimpotrivă (fig. 26).

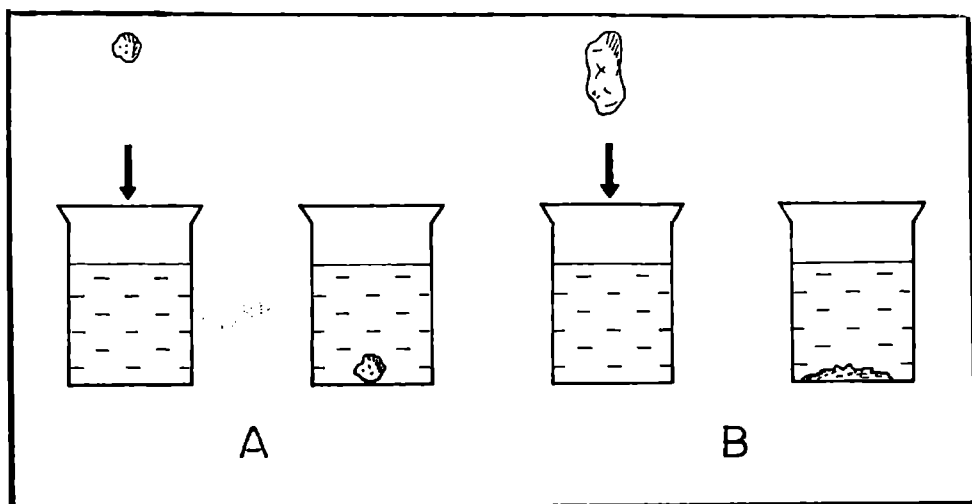


Fig. 26. Determinarea stabilității hidrice a agregatelor structurale.

Menționăm faptul că stabilitatea mecanică se poate modifica în strânsă legătură cu gradul de umiditate al orizontului de sol respectiv.

Pentru determinarea în teren a caracteristicilor structurale ale solurilor se utilizează planșa tip:

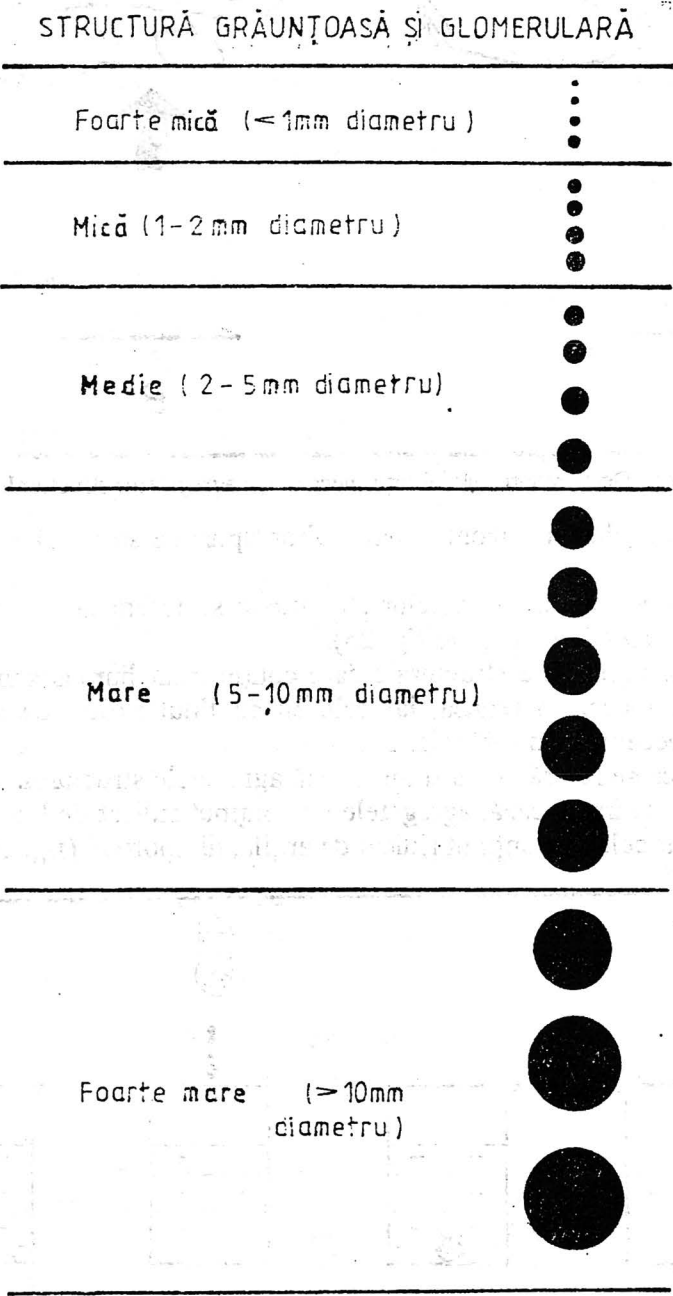


Fig.27. Planșa tip pentru determinarea structurii glomerulare/grăunțoase (după I.C.P.A.).

## STRUCTURĂ POLIEDRICĂ

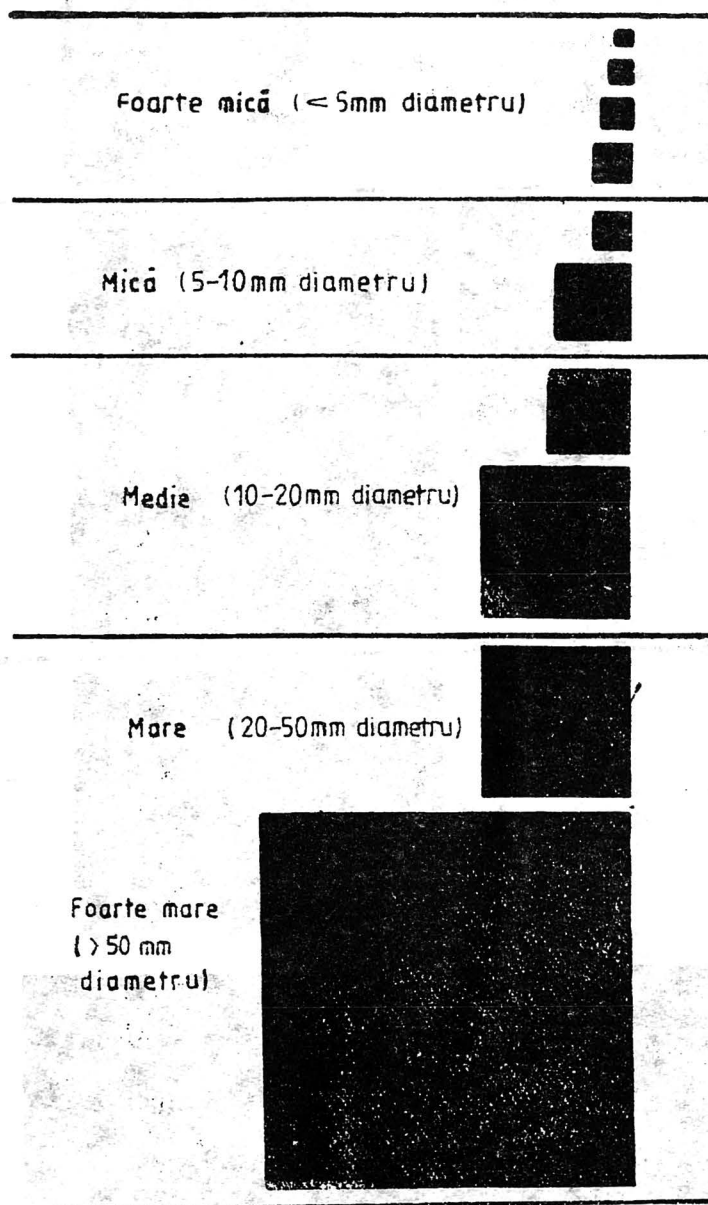


Fig. 28. Planșa tip pentru determinarea structurii poliedrice (după I.C.P.A.).

### 4.5.4. Importanța structurii

Structura solului influențează în principal regimul hidrotermic și de aerare al solului, cu impact direct asupra fertilității. În acest sens, structura asigură coexistența a două proprietăți fizice importante ale solului, permeabilitatea și capacitatea de reținere a apei.

În același timp, prezența structurii îmbunătățește regimul substanțelor nutritive din sol și reduce intensitatea eroziunii.

Analizând diferitele tipuri de structură, putem concluziona că un orizont de sol este favorabil organismelor vegetale și animale atunci când agregatele structurale care îl compun sunt rotunjite, de dimensiuni reduse și friabile, ceea ce favorizează:

- circulația apei și a aerului

## STRUCTURĂ PRISMATICĂ ȘI COLUMNARĂ

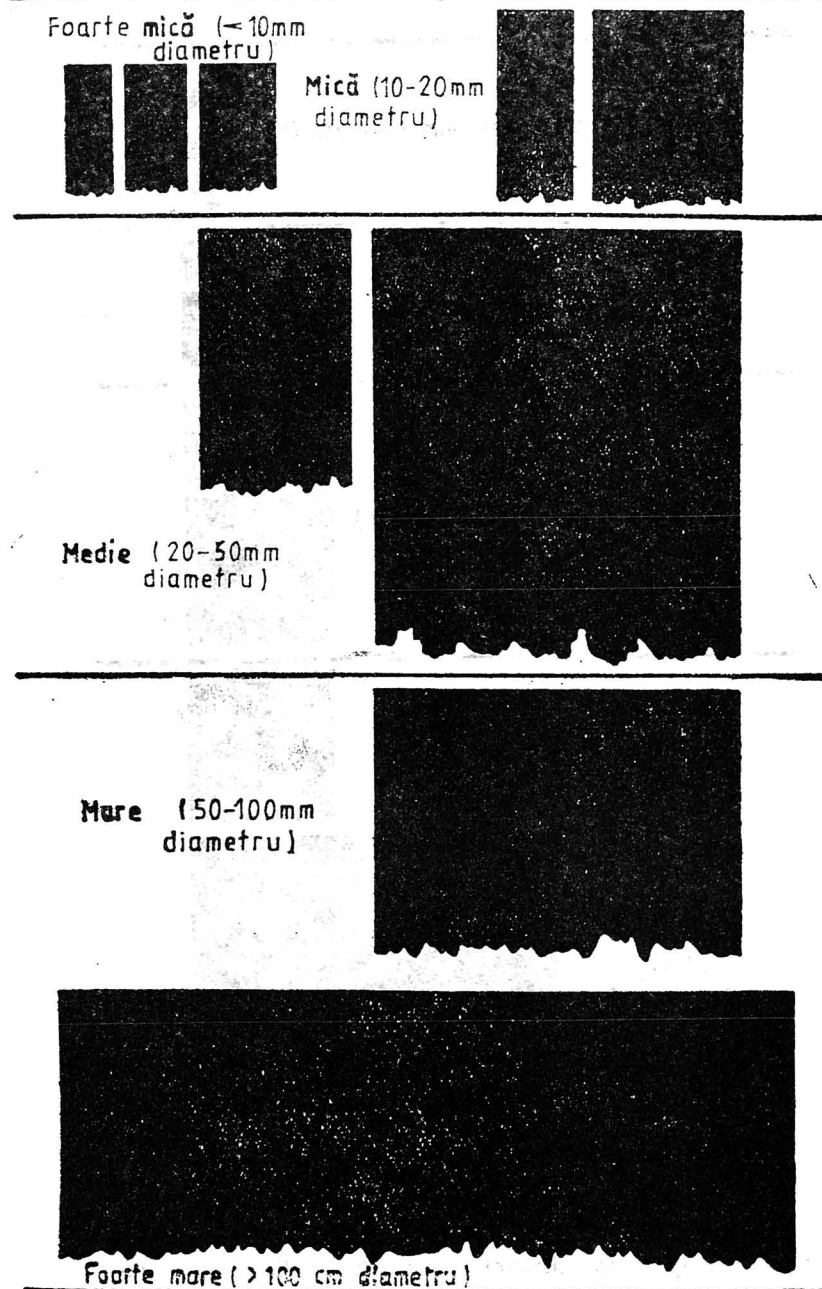


Fig.29. Planșa tip pentru determinarea structurii prismance/columnare (după I.C.P.A.).

• dezvoltarea sistemelor radiculare și o intensă activitate a faunei în sol  
Existența acestui tip de structură este condiționată de :

- prezența materiei organice saturate în baze
- prezența unui complex adsorbant saturat în calciu (80%)
- activitatea biologică intensă
- în general, existența unui mediu neutru sau slab alcalin

Toate aceste caracteristici conduc la apariția unor proprietăți fizico-chimice extrem de favorabile și deci, a unei fertilități ridicate.

În același timp, acest tip favorabil de structură se dezvoltă și într-un mediu foarte acid ( $pH < 5,5$ ), de această dată, datorită prezenței materiei organice acide și a

## STRUCTURĂ FOIOASĂ

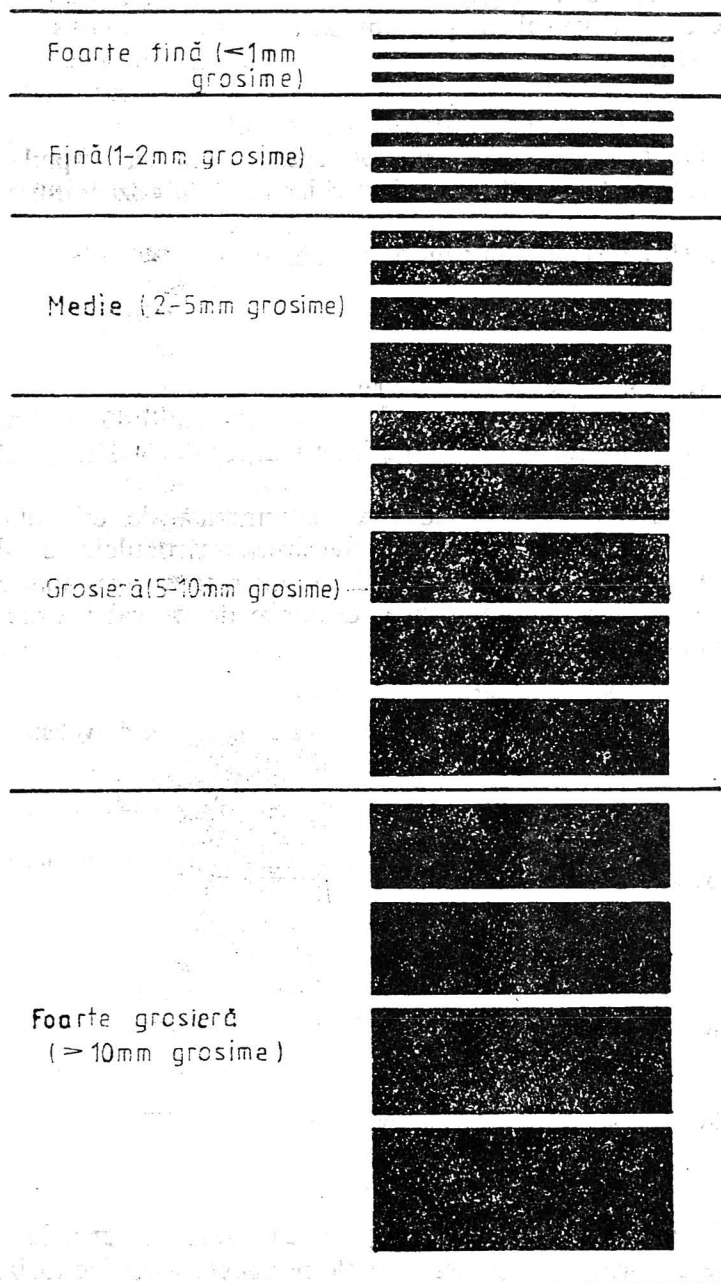


Fig. 30. Planșa tip pentru determinarea structurii foioase (după I.C.P.A.).

aluminiului cu rol structurant. În acest caz, deși proprietățile fizice sunt bune, cele chimice nu mai sunt favorabile :

- elemente nutritive în cantități reduse
- exces de aluminiu cu caracter toxic pentru multe plante

În același timp, intervalul de pH 5,5-6,5 prezintă un grad mare de risc, deoarece lipsind atât aluminiul, cât și calciul, există pericolul destructurării și compactizării accentuate.

Existența unor structuri angulare cu agregate mari, compacte, generează efecte negative, reducând volumul de sol explorat de sistemele radiculare și de animale înrăutățind regimul hidric și de aerăție. Prezența acestui tip de structură este condiționată de:

- existența în cantități mari a argilei, în special a celei gonflante
- conținutul redus de materie organică
- conținutul scăzut în calciu al complexului adsorbant
- excesul de sodiu
- cimentarea excesivă
- în general existența unui mediu slab-moderat acid.

Având în vedere cele prezentate anterior, apare ca evident faptul că distrugerea structurii solului are consecințe nefaste, mergând chiar până la dezechilibrarea întregului areal afectat.

Cauzele distrugerii structurii solului sunt de natură:

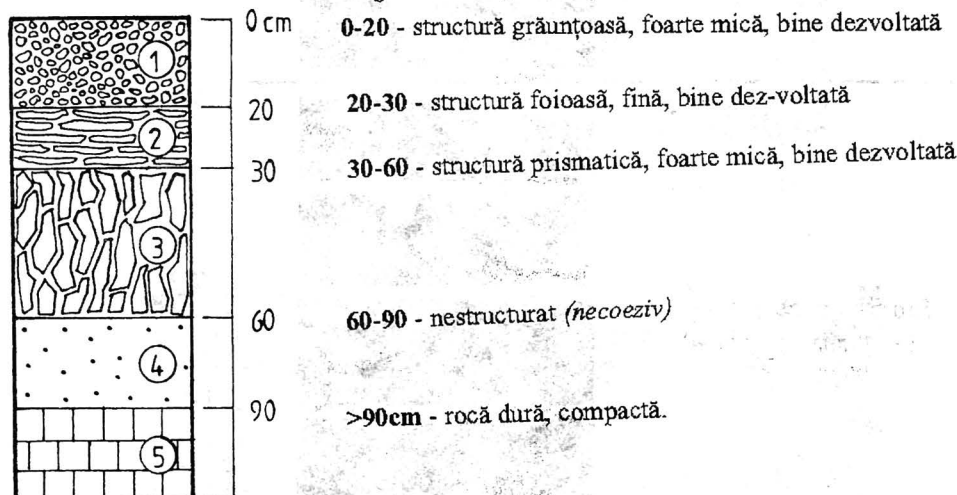
- mecanică
- fizico-chimică
- biologică.

În categoria cauzelor mecanice menționăm :

• precipitațiile atmosferice - procesul distructiv se manifestă în cazul solurilor cu textură lutoasă luate în cultură, datorită fragilității agregatelor structurale din partea superioară a orizontului A.

Distrugerea agregatelor structurale este determinată de efectul de izbire al picăturilor de ploaie, care desfac agregatele și pulverizează particulele de sol. Astfel, prin uscare se formează la suprafața solului o crustă subțire (*câțiva mm*) foarte frecventă la solurile de stepă, datorită conținutului ridicat de carbonat de calciu, care favorizează formarea crustei prin cimentarea particulelor de sol.

Fig. 31. Exemplu de descriere:



• acțiunea instrumentelor agricole și deplasarea mașinilor agricole - determină pe de o parte, distrugerea structurii grăunțoase/glomerulare specifice orizontului A al solurilor cultivate și formarea așa numitei structuri bulgăroase (*bulgări sau bolovani cu forme neregulate*).

Se formează astfel, în partea superioară a orizontului Amolic, orizontul Aarat sau prelucrat, notat cu Ap (fig. 11). Sub acest orizont, datorită efectuării arăturii la aceeași adâncime, structura este de asemenea distrusă, formându-se un orizont compactizat, de câțiva cm grosime denumit Atasat și notat cu At (fig. 11).

• pășunatul nerațional - implică de asemenea, distrugerea structurii în partea superioară a orizontului A, datorită presiunii prea mari exercitate de animale.

• irigațiile - atunci când sunt efectuate defectuos, determină băltirea apei, fenomen care se produce și în cazul furtunilor violente.

Băltirea apei, induce desfacerea agregatelor structurale și trecerea particulelor de sol în suspensie, acestea începând apoi să se sedimenteze în funcție de dimensiuni: mai

întâi, nisipul, apoi praful și în cele din urmă argila. După dispariția apei în exces, pătura sedimentară nou formată se usucă și crapă.

Se formează astfel, un tip aparte de structură (*denumită de francezi "scămoasă"*), formată din plăci subțiri, lucioase și netede, cu marginile îndoite, toate aceste caractere datorându-se proprietăților argilei depuse în partea superioară.

În categoria cauzelor fizico-chimice includem:

- înlocuirea cationului de calciu din complexul coloidal
- sărăturarea

Ambele procese impun scăderea stabilității agregatelor structurale și desfacerea acestora.

Dintre cauzele biologice cităm:

• mineralizarea humusului - reprezentând descompunerea substanțelor humice, acest proces implică sărăcirea în humus a orizonturilor de sol respective și, bineînțeles, scăderea gradului de structurare.

## 4.6. GROSIMEA MORFOLOGICĂ

### 4.6.1. Generalități

Grosimea reprezintă unul dintre caracterele morfologice importante ale unui sol, oferindu-ne informații în legătură cu condițiile de mediu și având în același timp o importanță practică considerabilă.

***Grosimea morfologică reprezintă distanța măsurată în secțiunea verticală a profilului, de la suprafața solului până la roca parentală.***

Această proprietate morfologică a solului este influențată în mod diferit de către relief, rocă, gradul de acoperire cu vegetație, caracterul intervenției antropice.

Relieful influențează grosimea solu-rilor prin intermediul pantei. Pe versanți cu înclinare mare sau în cazul celor concavi, grosimea este redusă datorită intensității mari a eroziunii, în timp ce, în situația unor versanți slab înclinați sau la baza acestora, grosimea este mare (fig. 32).

În general, grosime redusă a profilelor de sol se înregistrează în regiunea montană, în corelație cu valorile mari ale fragmentării reliefului, în timp ce în regiunea de câmpie acest lucru este posibil numai în cazul versanților văilor puternic adâncite sau al frunților de terasă, situații care nu sunt însă comparabile cu cele din regiunea montană.

Grosimea solurilor prezintă mari variații și în zonele cu frecvente alunecări de teren, datorită deplasării unor importante mase de pământ.

Roca determină grosimea solurilor prin duritate și alcătuirea mineralogică, în sensul că pe rocile dure, compuse din minerale rezistente la alterare, grosimea va fi redusă (fig. 33).

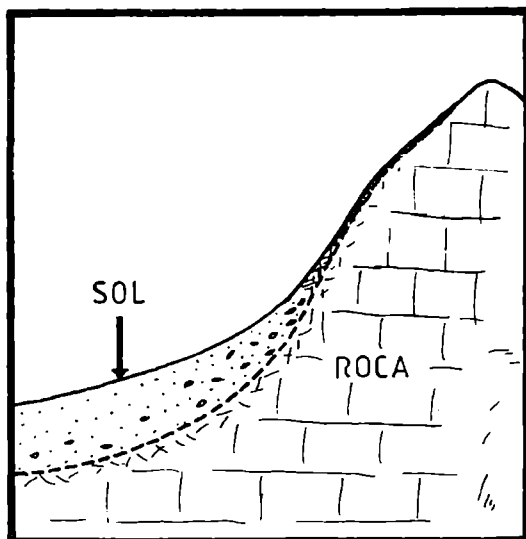


Fig. 32. Influența reliefului asupra grosimii solurilor.

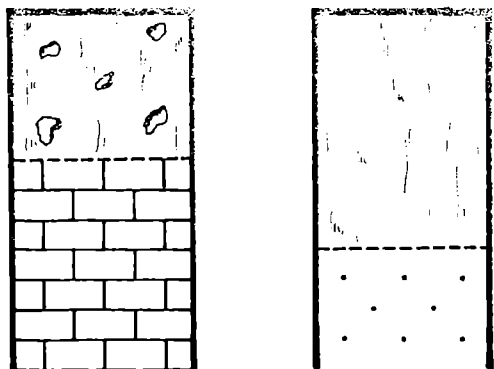


Fig. 33. Influența rocii asupra grosimii solurilor.

Gradul de acoperire cu vegetație își manifestă influența, în special, în regiunea montană și deluroasă, prin aceea că vegetația frânează manifestarea procesului de eroziune, contribuind astfel, la creșterea profunzimii solurilor.

Omul poate interveni la rândul său influențând pozitiv sau negativ evoluția unui sol și implicit grosimea acestuia. Pe de o parte, despădurirea și aplicarea unor agrotehnici necorespunzătoare contribuie la reducerea grosimii solurilor, în timp ce măsurile de prevenire și combatere a eroziunii solului conduc la creșterea acesteia.

Referitor la solurile României, grosimea cea mai mare o înregistrează profilele de sol din regiunea de stepă și silvostepă (*molisolurile cernoziomice*). La polul opus se situează solurile neevolute (*regosol, litosol, solurile de luncă*), cele trunchiate (*erodisol*), rendzinele și numeroase dintre solurile zonale specifice regiunii montane.

De asemenea, la baza versanților, este depus materialul fin erodat de pe versant, apărând soluri îngropate (*colmatate*) și coluvisoluri.

De altfel, grosimea reprezintă în anumite situații criteriul cel mai important de încadrare a solurilor la nivel de tip și subtip și nu numai. Spre exemplu, în cazul solurilor dezvoltate pe roci compacte, adâncimea la care apare roca parentală determină încadrarea la tipul litosol ( $<20\text{cm}$ ), sau la subtipul litic (fig. 34).

Totodată, în cazul coluvisolului materialul acoperitor trebuie să aibă o grosime de cel puțin 50cm, iar al solului desfundat, desfundarea trebuie să se producă pe o adâncime identică. Condiții de grosime apar la multe dintre orizonturile de sol și există chiar și un caracter de diagnostic, caracterul cumulic, care se referă la prezența unui orizont A gros de peste 75cm, rezultat din acumulare de material provenit din orizonturile superioare ale profilelor de sol și transportat pe versant sau la baza acestuia gravitațional sau prin șiroire.

#### 4.6.2. Determinarea și interpretarea grosimii morfologice

Determinarea grosimii solurilor se realizează atât pentru fiecare orizont de sol în parte, cât și pentru întreg profilul de sol (fig. 35).

Grosimea solurilor se determină la verticala locului respectiv (fig. 36) și nu perpendicular pe suprafața terenului.

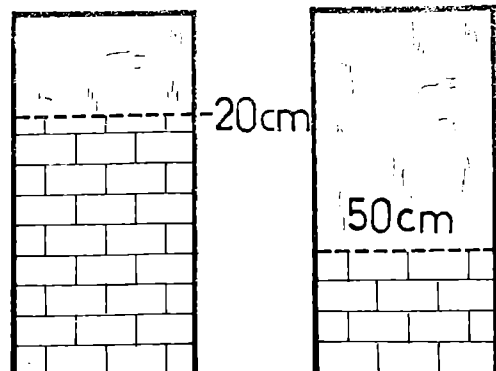


Fig. 34. Litosolul și subtipul litic.

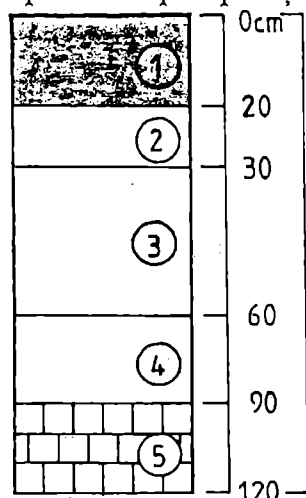


Fig. 35. Exemplu de determinare a grosimii.

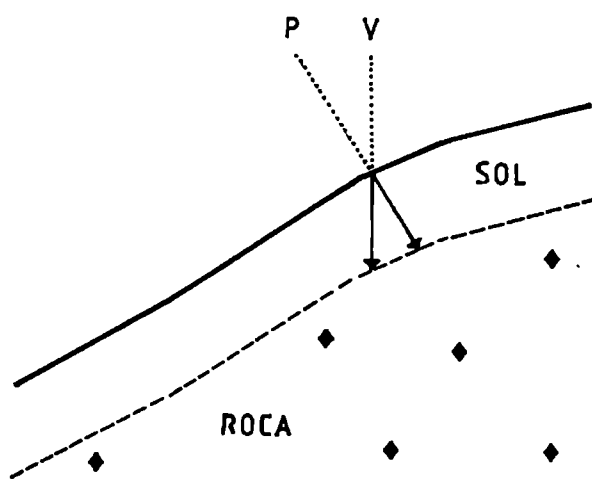


Fig. 36. Determinarea grosimii solurilor de pe pante



Având în vedere faptul că determinările se efectuează în teren, în secțiunea profilului de sol, ar fi fost nefiresc și dificil ca aceasta să fie oblică, atât din punct de vedere al ușurinței de determinare, cât și al săpării profilului de sol. Pe de altă parte, s-a luat în considerare faptul că direcția normală de infiltrare a apei în sol este verticală și nu oblică.

Grosimea până la roca compactă reprezintă grosimea fiziologic utilă, adică aceea pe care se pot dezvolta normal rădăcinile plantelor (tabel 25).

**Tabel 25**

*Clase de grosime fiziologic utilă (după I.C.P.A., simplificat).*

DENUMIRE	LIMITE - cm -
sol foarte superficial	2 - 20
sol moderat superficial	21 - 50
sol semiprofund	51 - 75
sol moderat profund	76 - 100
sol puternic profund	101 - 125
sol foarte puternic profund	126 - 150
sol extrem de profund	> 150

În cazul orizonturilor de sol dezvoltate în benzi, se măsoară grosimea fiecărei benzi în parte și se însumează grosimea acestora pe întreg orizontul respectiv.

O situație aparte este cea a solurilor colmatate prin apă sau vânt și a celor acoperite antropic, încadrarea acestora realizându-se conform celor prezentate mai jos (tabel 26).

**Tabel 26**

*Gradul de colmatare și acoperire al solurilor.*

DENUMIRE	GROSIMEA MATERIALULUI ACOPERITOR (cm)
colmatat slab	< 5
colmatat moderat	5 - 20
colmatat puternic	21 - 50
acoperit slab	< 5
acoperit moderat	5 - 20
acoperit puternic	21 - 50

Grosimea morfologică a solurilor influențează în mod direct fertilitatea acestora și în acest mod dezvoltarea plantelor. Din acest motiv, foarte importantă este calcularea **indiciului biofizic (Ibf)**.

Indicele biofizic se calculează conform relației:

$$Ibf = 0,1 * d * v * PA$$

în care,

d - grosimea solului (cm)

v - volumul edafic (vezi "scheletul solului")

PA - porozitatea de aerapie (vezi porozitatea)

Pentru a se obține indicele biofizic se adună valorile pe orizonturi, pe grosimea fiziologic utilă, solurile fiind încadrate în următoarele clase (tabel 27):

**Tabel 27**

*Clase de indice biofizic (după I.C.P.A.).*

DENUMIRE	LIMITE
extrem de mic	< 1,0
foarte mic	1,1 - 5,0
mic	5,1 - 10,0
mijlociu	10,1 - 15,0
mare	15,1 - 20,0
foarte mare	20,1 - 25,0
extrem de mare	> 25,1

Menționăm faptul că, cu cât valorile acestui indice sunt mai mari, cu atât condițiile de dezvoltare oferite de sol plantelor sunt mai favorabile. De asemenea, mai poate fi calculat și **indicele biohidrofizic ( $I_{bh}$ )**, cei doi indici oferindu-ne o imagine de ansamblu asupra regimului aerohidric al solului.

## 4.7. ALTE PROPRIETĂȚI MORFOLOGICE

### 4.7.1. Porozitatea

În așezarea particulelor de sol, indiferent de mărimea acestora, rămân spații libere, denumite pori, care pot fi ocupate cu apă, aer sau de organisme vii.

**Prin porozitatea solului se înțelege volumul spațiilor umplute cu aer, apă sau ocupate de organisme vii, exprimat în procente din volumul total al solului.**

Porozitatea variază de la un orizont de sol la altul, între 20% (*orizont slab poros*) și 80% (*orizont foarte poros*).

În teren, observațiile privind porozitatea sunt destul de dificile, având în vedere faptul că porii de dimensiuni reduse nu pot fi identificați decât cu ajutorul lupei sau microscopului. Există însă, câteva metode de calcul care simplifică analiza și care vor fi prezentate ulterior.

Porii din sol se analizează și se descriu după următoarele criterii:

- morfologie
- origine (*natură*)
- dimensiuni.

În funcție de criteriul morfologic și al originii distingem (fig. 37):

- pori de alterare
- pori texturali
- pori structurali.

Porozitatea de alterare include porii rezultați prin alterarea mineralelor care alcătuiesc rocile. Acest tip de pori nu pot fi observați decât la microscop și sunt primii care apar în timpul formării solului.

Porozitatea texturală se referă la porii care există între particulele de sol ce alcătuiesc un agregat structural. Morfologia și volumul acestui tip de pori depind de:

- dimensiunile și forma particulelor de sol

- presiunile exercitate asupra particulelor de sol: contractarea datorită uscării, presiunea exercitată de rădăcini și de deplasarea animalelor în sol.

În general, variațiile în timp ale porozității texturale sunt dependente de cantitatea de apă care înconjoară particulele de sol și de elasticitatea acestora.

Porozitatea structurală cuprinde porii rezultați prin activitatea organismelor (*cavități, canale*) și cei dintre agregatele structurale. În cazul orizonturilor argiloase, porii

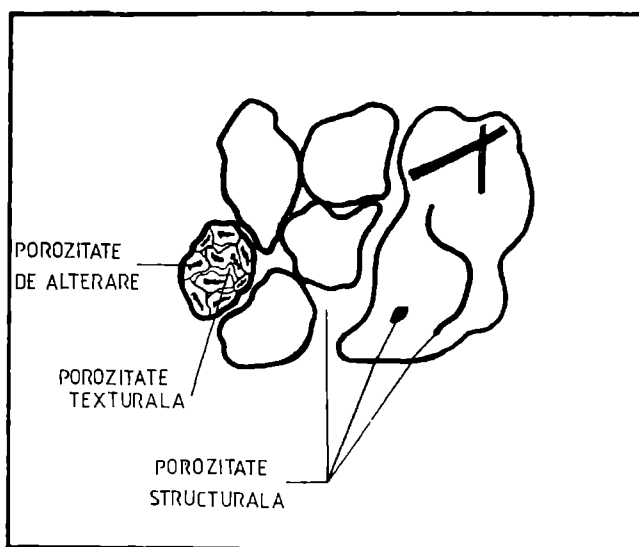


Fig. 37. Tipurile de pori după morfologie și origine.

rezultă prin fisurarea masei orizontului, datorită variațiilor de volum ale argilelor în timp ce, în cazul orizonturilor bogate în humus porii rezultă la îmbinarea agregatelor sferoidale (*rotunjite*).

Conform dimensiunilor porii pot fi clasificați în:

- necapilari, diametrul >1mm
- capilari, diametrul < 1mm

Porii necapilari sunt cei dintre agregatele structurale, prin care apa circulă gravitațional, infiltrându-se rapid. Ei sunt de obicei umpluți cu aer și alcătuiesc macroporozitatea sau porozitatea necapilară (*de aeratie*).

Porii capilari se găsesc în interiorul agregatelor structurale, aici apa circulând prin capilaritate. Acest tip de pori reține apa care este utilizată de către plante și alcătuiesc microporozitatea sau porozitatea capilară (fig. 38).

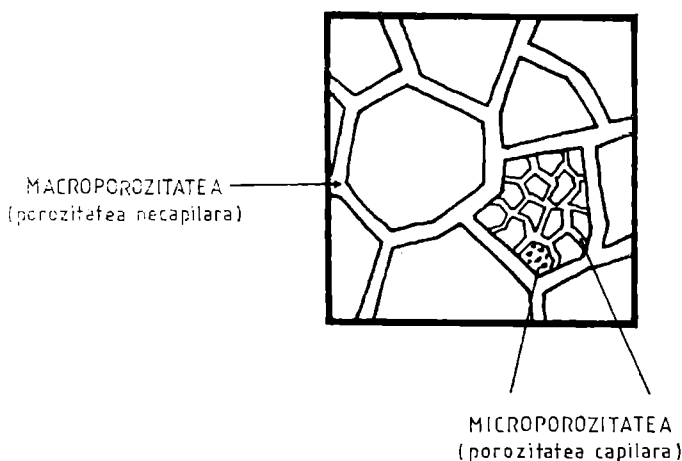


Fig. 38. Macroporozitatea și microporozitatea.

În general, porozitatea solurilor depinde de textură, structură, gradul de afânare/tasare și de natura constituenților solului.

### Determinarea porozității

Se realizează atât în teren cât și în laborator, bazându-se pe observații directe efectuate în teren, la microscop și pe formule de calcul.

În teren se pot realiza observații referitoare la porii necapilari și la spațiile goale create de activitatea biologică (*cavități, canale*). Obser-

vațiile trebuie raportate și la alte caractere morfologice: culoare, neoformății, structură.

Continuarea observațiilor la microscop permite și analizarea porilor capilari, în funcție de poziția, morfologia și relațiile lor cu constituenții solului. Având în vedere influența majoră pe care o are regimul umidității asupra porozității, este recomandabil ca aceasta să fie determinată sezonier.

**Porozitatea totală** a solului ( $P$ ) reprezintă volumul ocupat de porii necapilari și de cei capilari.

Formula de calcul este următoarea:

$$P = 100 (1 * Da/D) \text{ sau } P = 100 (1 * Gv/Gs)$$

în care:

$Da$  ( $Gv$ ) - reprezintă densitatea aparentă (*greutatea volumetrică*)

$D$  ( $Gs$ ) - reprezintă densitatea (*greutatea specifică*)

Macroporozitatea (*porozitatea necapilară*) se calculează după formula:

$$Pa = P - CC * Da (Gv)$$

în care:

$CC$  - reprezintă capacitatea de apă în câmp.

Pentru a înțelege mai bine aceste formule trebuie făcute câteva precizări.

**Densitatea ( $D$ ) sau greutatea specifică ( $Gs$ ) reprezintă greutatea unității de volum a fazei solide a solului.**

$$D (Gs) = G/V_{pt}$$

în care,

G - reprezintă greutatea unei probe de sol uscat

V<sub>pt</sub> - reprezintă volumul particulelor solide

Densitatea solului înregistrează în medie, un coeficient de 2,65 și depinde de:

- compoziția mineralogică
- conținutul în humus

În continuare prezentăm densitatea principalilor constituenți ai solului (tabel 28).

**Tabel 28**

*Densitatea principalilor constituenți ai solului.*

NR. CRT.	CONSTITUENTUL	DENSITATEA
1	cuart, feldspat, carbonat de calciu, minerale argiloase	2,5 - 2,8
2	mică	2,7 - 3,1
3	oxizi ferici ( <i>limonit, hematit</i> )	3,4 - 5,2
4	materie organică humificată	1,25 - 1,80
5	resturi vegetale proaspete	0,85 - 0,95

Prezentăm de asemenea, valorile densității solurilor, în funcție de alcătuirea lor (tabel 29).

**Tabel 29**

*Densitatea solurilor în funcție de alcătuirea lor (după Astapov).*

NR. CRT.	ALCĂTUIREA SOLULUI	VALOAREA DENSITĂȚII
1	nisipo-lutos	2,70
2	luto-nisipos	2,65
3	lutos	2,60
4	luto-argilos/argilos	2,55
5	orizontul A al cernoziomurilor bogate în humus	2,40

Densitatea solului oferă date în legătură cu:

- compoziția solului
- proporția existentă între partea minerală și cea organică
- calcularea porozității
- determinarea alcătuirii granulometrice a solului.

**Densitatea aparentă (*Da*) sau greutatea volumetrică (*Gv*) reprezintă greutatea unității de volum total al solului (particule + pori).**

$$Da (Gv) = G/Vt$$

în care,

G - reprezintă greutatea unei probe de sol uscat

V<sub>t</sub> - reprezintă volumul total al solului.

Prezintă valori mai reduse decât cele ale densității, cuprinse între 1 - 2. Densitatea aparentă este mai mică la solurile bogate în humus, nisipoase, structurate și în orizonturile de sol superioare și mai mare la solurile sărace în humus, argiloase, nestructurate și în orizonturile de sol inferioare (*în special Bt, Bt<sub>na</sub>, G*).

Densitatea aparentă oferă date referitoare la:

- compoziția solului
- gradul de afânare/tasare
- calcularea porozității sau a rezervei de diferite componente.

Determinarea în teren a porozității se realizează urmărind următoarele criterii:

- mărimea (tabel 30)
- frecvența (tabel 31)

Tabel 30

Mărimea macroporilor (după I.C.P.A.).

DENUMIRE	DIAMETRUL - mm -
mici	< 2
mijlocii	2 - 5
mari	> 5

Tabel 31

Frecvența macroporilor (după I.C.P.A.).

DENUMIRE	PORI/dmp
rari	< 50
frecvenți	51 - 200
foarte frecvenți	> 200

Corelat cu determinările referitoare la porii din sol, se realizează și determinări legate de prezența fisurilor și crăpăturilor, după aceleași criterii ale mărimii și frecvenței (tabel 32, 33).

Tabel 32

Mărimea fisurilor sau crăpăturilor  
(după I.C.P.A.)

DENUMIRE	LĂRGIMEA - cm -
foarte fine	< 1
fine	1 - 2
mijlocii	3 - 10
mari	> 10

Tabel 33

Frecvența fisurilor sau crăpăturilor (după I.C.P.A.).

DENUMIRE	DISTANȚA ÎNTRE CRĂPĂTURI - cm -
foarte rare	> 50
rare	31 - 50
frecvente	10 - 30
foarte frecvente	< 10

## Interpretarea porozității

Porozitatea influențează în mod direct fertilitatea solului și deci, relațiile dintre sol și organisme vii.

Porozitatea influențează în mod benefic fertilitatea solului, în următoarele condiții:

- existența unei porozități necapilare (*macroporozitate*) suficiente pentru a evita excesul de apă.

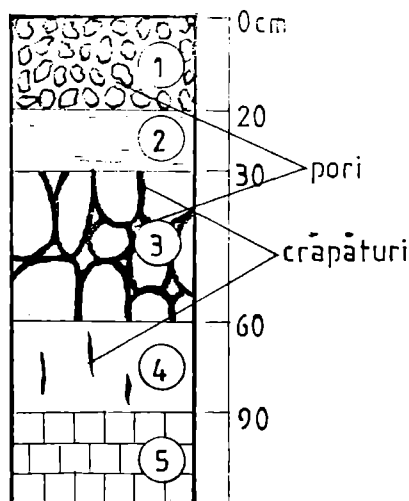


Fig. 39. Exemplu de descriere:

0-20 - pori mici (< 2mm), foarte frecvenți, nu prezintă crăpături.

20-30 - pori mici, rari, nu prezintă crăpături.

30-60 - pori mijlocii, frecvenți, crăpături fine, foarte frecvente.

60-90 - nu prezintă pori, crăpături foarte fine, rare.

>90cm - rocă dură, compactă.

- existența unei porozități capilare (*microporozitate*) suficiente pentru a fi reținută cantitatea de apă necesară plantelor.

- absența variațiilor bruște de porozitate, atât între orizonturile de sol, cât și între cele două tipuri de pori.

- existența unor variații în timp ale porozității, determinate de regimul umidității, cât mai reduse.

- când permite solului să joace rol de filtru (*epurator*), în sensul că este suficient de ridicată pentru a lăsa apele poluate să se infiltreze în orizonturile decantoare (*cele bogate în argilă și materie organică*).

În general o porozitate bună este considerată a fi aceea care permite circulația continuă a aerului și apei în sol. O astfel de porozitate apare în orizonturile de sol cu structură grăunțoasă/glomerulară, afânate, bogate în materie organică, cu textură lutoasă și caracterizate printr-o intensă activitate biologică.

În cadrul acestor orizonturi (A) porozitatea este stabilă, fiind slab influențată de variațiile regimului umidității, atingând valori de 50-60%.

Porozitatea este defavorabilă în orizonturile argiloase sau nestructurate, cu structură prismatică mare, cu conținut ridicat de argilă, în care spațiile poroase diminuează foarte mult odată cu creșterea umidității. În aceste orizonturi (Bt, Bt<sub>na</sub>, G) apa stagnează, solul neaerisindu-se.

### **Importanța porozității**

Porozitatea determină în primul rând, relațiile și schimburile de substanțe ale pedosferei cu atmosfera, hidrosfera și biosfera. În acest sens, ea influențează:

- dinamica schimbului de gaze între sol și atmosferă
- funcționalitatea cantitativă și calitativă a râurilor și pânzelor freatice. Determină încărcarea pânzei freatice, regimul de scurgere al râurilor, influențând și compoziția chimică a acestora

- declanșarea eroziunii superficiale
- dezvoltarea plantelor.

### **4.7.2. Coeziunea**

Între particulele solului se manifestă forțe de atracție reciprocă care fac ca acesta să aibă coeziune. Această proprietate a solului este determinată de:

- forțele electrostatice de atracție dintre ioni.
- forțele de atracție moleculară
- forțele capilare
- coagularea coloizilor
- gradul de structurare
- cimentarea particulelor elementare cu compuși chimici insolubili
- legarea particulelor sub acțiunea substanțelor organice rezultate în urma activității microorganismelor din sol

Solul luat ca întreg, manifestă coeziune ridicată numai în cazul solurilor nestructurate sau a căror structură a fost distrusă (*așezare îndesată a particulelor*). În cazul solurilor bine structurate, coeziunea se manifestă numai în interiorul agregatelor structurale, forțele de atracție dintre acestea fiind practic neînsemnate. Altfel spus, coeziunea solului implică atât legăturile existente în interiorul agregatelor structurale, cât și cele care se manifestă între particulele ce alcătuiesc masa nestructurată a solului.

***Coeziunea solului reprezintă proprietatea acestuia de a se opune forțelor ce tind să desfacă pe cale mecanică, particulele care îl alcătuiesc.***

Forțele mecanice exterioare care pot acționa asupra solului sunt următoarele:

- forfecarea
- penetrarea
- tracțiunea
- presiunea

Coeziunea solului depinde de:

- alcătuirea granulometrică
- gradul de structurare

- umiditatea solului
- conținutul în humus
- natura cationilor adsorbiți

Coeziunea solului se află în relație de dependență directă cu alcătuirea lui granulometrică, înregistrând valori maxime în cazul solurilor argiloase. Totodată, cu cât crește procentul fracțiunii nisipoase, cu atât scade coeziunea, solurile nisipoase și aluviunile recente fiind de multe ori, practic lipsite de coeziune.

Gradul de structurare al solului determină scăderea coeziunii la cele bine structurate (*în special în cazul structurii grăunțoase/glomerulare*), datorită forțelor slabe de atracție dintre agregatele structurale. În cazul solurilor nestructurate, coeziunea crește cu cât acestea sunt mai îndesate, fapt explicat prin sporirea numărului punctelor de contact dintre particulele care alcătuiesc respectivele soluri.

Referitor la influența umidității solului, trebuie reținut faptul că solurile argiloase prezintă coeziunea cea mai ridicată în stare uscată, în timp ce solurile nisipoase nu manifestă în aceeași stare nici un fel de coeziune. Este adevărat însă, că la un anumit grad de umiditate, solurile nisipoase capătă o coeziune slabă, datorată capacității moleculelor de apă de a uni între ele particulele de nisip. Scăderea coeziunii în cazul solurilor argiloase umezite puternic, se explică prin faptul că aceleași molecule de apă se interpun între particulele de sol, slăbind legăturile dintre ele.

Humusul, la rândul său, determină scăderea coeziunii solurilor argiloase și creșterea ei la cele nisipoase, în acest ultim caz, datorită legării particulelor de nisip prin intermediul substanțelor organice.

Natura cationilor care saturează complexul adsorbativ al solului influențează coeziunea, aceasta înregistrând valori mai ridicate în cazul saturației cu sodiu (*solonet*), decât la cele saturate cu calciu (*soluri cernoziomice*).

Analiza coeziunii solurilor se realizează prin determinarea stării de compactitate (tabel 34).

**Tabel 34**

*Clasele de compactitate a solului (după I.C.P.A.).*

DENUMIRE	CRITERII
foarte afânat	nu opune nici o rezistență la pătrunderea cuțitului
afânat	cuțitul pătrunde cu ușurință în sol, fără efort
slab compact	cuțitul pătrunde ușor în sol pe câțiva cm, necesitând un efort mic
moderat compact	cuțitul pătrunde greu în sol pe 2-3 cm printr-o împingere puternică
foarte compact	cuțitul nu pătrunde în sol, iar săparea solului nu se poate face decât cu ranga și târnăcopul

În general, foarte afânate sunt solurile nisipoase, afânate, cernoziomurile, moderat compacte argiluvisolurile și foarte compacte, vertisolurile.

Uneori, particulele de sol pot fi cimentate prin intermediul unor compuși chimici sau coloizi ( $CaCO_3$ , *oxizi*), apărând necesitatea determinării gradului de cimentare al solului (tabel 35).

**Tabel 35**

*Clasele de cimentare a solului (după I.C.P.A.).*

DENUMIRE	CRITERII
necimentat	masa solului nu este cimentată sau dură
slab cimentat	masa solului este dură, dar poate fi sfărâmată cu mâna
puternic cimentat	masa solului este dură, dar se poate sfărâma ușor cu ciocanul
foarte puternic cimentat (indurat)	masa solului este foarte cimentată și nu-și schimbă gradul de cimentare la umezire prelungită; se sparge numai la lovire puternică cu ciocanul (la lovire cu ciocanul sună)

## Determinarea compactității/ cimentării

Aprecierea stării de compactitate și a cimentării se realizează pentru fiecare orizont de sol în parte, fie după ușurința cu care se pot lucra, fie după ușurința cu care sunt penetrate de cuțitul pedologic.

O atenție deosebită se acordă determinărilor făcute pe grosimea fiziologic utilă.

Fig. 40. Exemplu de descriere.

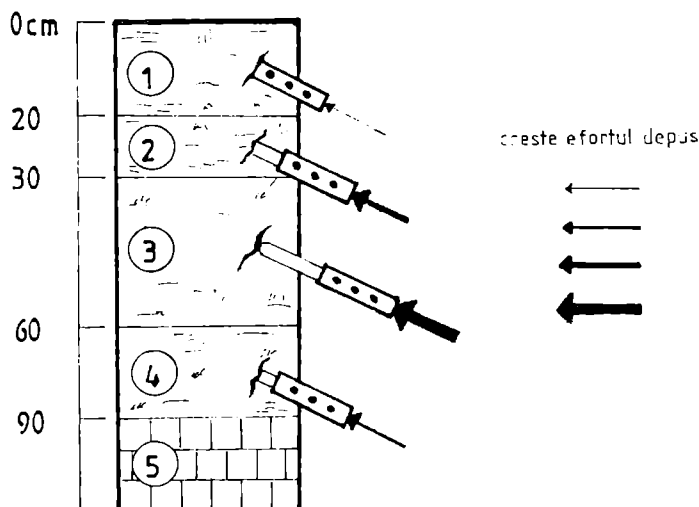
0-20 - foarte afânat

20-30 - slab compact

30-60 - moderat compact

60-90 - afânat

>90cm - rocă dură, compactă



### 4.7.3. Consistența

**Consistența reprezintă modul în care se comportă solul, la acțiunea mecanică de deformare sau rupere.**

Această proprietate morfologică depinde de:

- textură
- structură
- conținutul în humus
- natura cationilor adsorbiți
- starea de afânare sau îndesare
- umiditatea solului

Textura nisipoasă determină o consistență slabă a solului, deoarece particulele de sol fiind groșiere, forțele de atracție dintre ele sunt practic nesemnificative, iar posibilitatea de legare a lor de către alte substanțe, anevoioasă. Cu cât textura devine mai fină, cu atât consistența crește, devenind maximă în cazul solurilor cu textură argilooasă.

Structura influențează consistența în mod diferit, mărind-o la solurile nisipoase și micșorând-o la cele argiloase. În general structura ca și conținutul în humus influențează în mod favorabil consistența solurilor.

Natura cationilor adsorbiți exercită o influență indirectă în ceea ce privește consistența solurilor, prin rolul pe care îl au în structurarea acestora. În acest sens, complexe coloidale saturate în calciu și magneziu determină o bună structurare, cu efect pozitiv în raport cu consistența, în timp ce, influență negativă au hidrogenul și sodiul adsorbiți în cantitate mare.

Consistența este mare în cazul solurilor compacte, scăzând la cele afânate. De asemenea, consistența variază mult în funcție de umiditatea solului, deosebindu-se astfel, consistența în stare uscată (tabel 36) și consistența în stare umedă (tabel 37).



Tabel 36

Clasele de consistență ale solului în stare uscată (după I.C.P.A., cu modificări).

DENUMIRE	CRITERII
necoeziv	material mobil
slab coeziv	materialul se sfarmă cu ușurință, rezultând praf sau grăunți de nisip
moderat coeziv	materialul se rupe ușor între degete
dur	materialul poate fi rupt în mână fără dificultate, dar greu între degete
foarte dur	materialul poate fi rupt în mână cu dificultate
extrem de dur	materialul nu poate fi rupt în mână

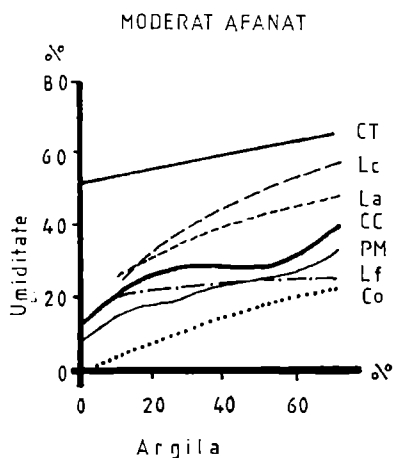
Tabel 37

Clasele de consistență ale solului în stare umedă (reavăn I.C.P.A.)

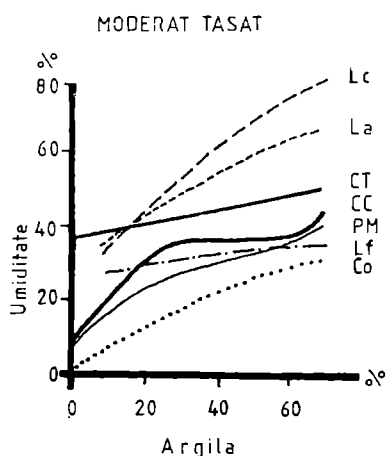
DENUMIRE	CRITERII
necoeziv	material mobil
friabil	materialul se sfarmă ușor la presiune între degete
tare	materialul se sfarmă greu la presiune între degete, sau nu se poate sfărâma

În funcție de conținutul în apă, solul poate căpăta următoarele forme de consistență (fig. 41):

- **tare** - caracterizează solurile uscate
- **friabilă** - caracterizează solurile cu umiditate redusă
- **plastică** - se manifestă în intervalul de plasticitate și poate fi:
  - lipicioasă
  - nelipicioasă



Lc - limita de curgere  
Lf - limita de framantare  
Co - coeficient de ofilire  
CC - capacitate de camp



PM - plafon minim al umiditatii  
La - limita de adeziune  
CT - capacitate totala pentru apa

Fig. 41. Consistența solurilor în funcție de gradul de umezire (după Canarache).

• **fluidă** - caracterizează solurile umezite peste limita superioară de plasticitate și poate fi:

- vâscoasă
- lichidă.

O importanță deosebită prezintă unele aspecte ale consistenței în stare umedă și anume, aderența și plasticitatea care vor fi prezentate separat.

Consistența influențează regimul aerohidric al solului, circulația elementelor nutritive, dezvoltarea sistemelor radiculare și efectuarea lucrărilor agricole.

#### 4.7.4. Plasticitatea și aderența

##### 4.7.4.1. Plasticitatea

Plasticitatea reprezintă una dintre proprietățile fizico-mecanice ale solului a cărei manifestare este determinată în special, de prezența particulelor fine (*argilă*), care atunci când sunt înconjurate de pelicule de apă, alunecă unele peste altele. În acest sens, plasticitatea se află în strânsă dependență de textura solului, dar și de gradul de umezire.

**Plasticitatea reprezintă proprietatea solului de a-și schimba forma sub acțiunea unei forțe exterioare la o anumită umiditate și de a-și păstra forma dobândită, după încetarea acțiunii forței exterioare și pierderea apei.**

Plasticitatea este influențată în principal, de următoarele caracteristici ale solului:

- gradul de dispersie al materialului mineral
- natura mineralelor argiloase
- conținutul de materie organică
- natura cationilor adsorbiți
- gradul de umiditate

În acest sens, solurile argiloase, care au un grad mare de dispersie a părții minerale, sunt cele mai plastice, în timp ce solurile nisipoase nu manifestă însușiri de plasticitate.

Pe de altă parte, s-a constatat că natura mineralelor argiloase influențează plasticitatea, montmorillonitul având o plasticitate mai mare comparativ cu caolinitul.

La rândul său, conținutul de humus influențează în mod direct, în sensul că determină o oarecare plasticitate în cazul solurilor cu textură grosieră, micșorând-o, în același timp, în cazul solurilor cu textură fină.

Referitor la natura cationilor adsorbiți, s-a observat că sodiul imprimă o plasticitate mai mare în raport cu alți cationi.

Plasticitatea nu se manifestă în situația în care solul este prea uscat sau prea umed, ci numai între anumite limite ale umidității (*limite de plasticitate*).

**Cantitatea minimă de apă din sol, exprimată în procente, la care plasticitatea începe să se manifeste constituie limita inferioară de plasticitate (limita de frământare).**

**Cantitatea maximă de apă până la care se menține plasticitatea, constituie limita superioară de plasticitate (limita de curgere).**

**Diferența dintre procentul de apă corespunzător limitei inferioare și a celei superioare de plasticitate, sau mărimea intervalului de umiditate de-a lungul căruia solul are consistență plastică, constituie indicele de plasticitate (fig. 42).**

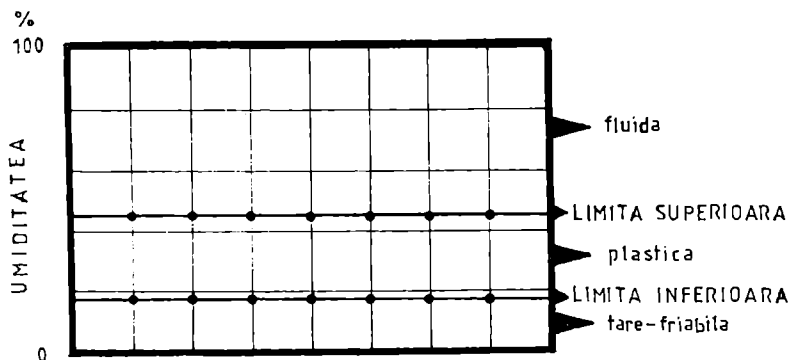


Fig. 42. Limitele plasticității.

Între valorile indicelui de plasticitate și mărimea plasticității, raportul este direct proporțional.

Plasticitatea ridicată exercită o influență negativă asupra creșterii plantelor și executării lucrărilor agricole. În consecință, solurile cu plasticitate ridicată înregistrează procese intense de gonflare/contractie, care dăunează prin presiunile pe care le exercită asupra rădăcinilor și tuberculilor, dezvoltării generale a plantelor.

De asemenea, aceste soluri, opun rezistență mare la arat și prezintă un interval optim de umiditate pentru a fi lucrate foarte scurt, ceea ce generează de cele mai multe ori, distrugerea structurii în partea superioară a orizontului A (tabel 38).

**Tabel 38**

*Clasele de rezistență a solului la arat (după I.C.P.A.).*

DENUMIRE	REZISTENȚA LA ARAT LA UMIDITATEA OPTIMĂ - kgf/dmp
foarte mică (soluri ușoare)	< 35
mică (soluri mijlociu-ușoare)	36 - 45
mijlocie (soluri mijlocii)	46 - 55
mare (soluri mijlociu-grele)	56 - 60
foarte mare (soluri grele)	61 - 75
extrem de mare (soluri foarte grele)	> 76

## Determinarea plasticității

Solurile pot fi clasificate din punct de vedere al plasticității în patru clase (tabel 39).

**Tabel 39**

*Clasele de plasticitate ale solului (după I.C.P.A.).*

DENUMIRE	CRITERII
neplastic	materialul de sol umed nu formează suluri prin rulare între degete
slab plastic	se pot modela suluri, dar masa de sol se deformează ușor sau se sfărâmă la încercarea de modelare
moderat plastic	se pot modela suluri; masa solului se deformează la o presiune ușoară iar sulurile crapă dacă sunt îndoit
foarte plastic	se pot modela suluri și panglici; deformarea masei de sol necesită o presiune relativ mare; la îndoire, sulurile și panglicile nu crapă

Plasticitatea se determină numai în cazul solurilor umezite, mai precis, care se găsesc în intervalul de plasticitate, pentru fiecare orizont de sol în parte.

De obicei, caracterele de plasticitate se analizează împreună cu cele referitoare la aderență, în legătură directă cu gradul de umiditate.

### 4.7.4.2. Aderența

**Aderența sau adeziunea solului reprezintă proprietatea acestuia de a se lipi (adera) la un anumit grad de umiditate, de corpurile cu care vine în contact.**

Această proprietate a solului se manifestă atunci când, datorită apei, forța de atracție dintre particulele de sol este mai mică decât cea dintre particulele de sol și obiectele cu care vin în contact.

În acest sens pot fi separate (Nichols, 1931) trei faze:

- de frecare - sol uscat
- de adeziune - sol moderat umezit
- de lubrificare - sol puternic umezit

Deci, aderența depinde în primul rând de gradul de umezire al solului, dar și de textură, conținutul în humus și cationii adsorbiți.

Aderența nu se manifestă în cazul solurilor cu umiditate redusă (*sub 16-18%*) crescând odată cu sporirea umidității, până la valoarea maximă de adeziune, corespunzătoare unei umidități de 28-30%. Această variație impusă de umiditatea solului se datorează faptului că lipirea (*aderarea*) particulelor de sol de obiectele străine, nu se produce direct ci prin intermediul moleculelor de apă. De altfel, acesta este și motivul pentru care solurile uscate, sau cu umidități sub limita inferioară de plasticitate nu prezintă aderență.

Totodată, la umidități care depășesc limita superioară de plasticitate, apa ajunge în exces și începe să joace rol de lubrefiant, aderența scăzând. S-a constatat în același timp, că aderența solului se modifică în funcție de cationii adsorbiți, cele mai ridicate valori înregistrându-se în cazul solurilor saturate cu sodiu, iar cele mai scăzute la cele saturate cu calciu. Acest lucru se explică prin faptul că prezența calciului imprimă o mai mare stabilitate agregatelor structurale, legăturile dintre particulele de sol fiind mult mai puternice decât în cazul predominării sodiului.

De asemenea, aderența este mai ridicată la solurile cu textură fină, nestructurate și bogate în humus.

Solurile cu textură grosieră, indiferent de conținutul de apă, practic nu aderă. Aderența este o proprietate a solului cu mare importanță practică, în special în agricultură și construcții.

### Determinarea aderenței

Aderența se determină numai la solurile aflate în stare umedă (*între limita inferioară și cea superioară de plasticitate*) pentru fiecare orizont de sol în parte, o atenție deosebită acordându-se orizontului superior al solurilor cultivate.

Gradul de aderență se determină împreună cu caracterele de plasticitate, în strânsă legătură cu gradul de umiditate (tabel 40).

**Tabel 40**

*Clasele de adezivitate ale solurilor (după I.C.P.A.).*

DENUMIRE	CRITERII
neadeziv	materialul nu aderă de degete prin presare
slab adeziv	materialul aderă de degete dar se desprinde ușor, degetele rămânând curate
moderat adeziv	materialul aderă de degete și se desprinde cu greutate de pe degete, care rămân ușor murdare
foarte adeziv	materialul aderă puternic de degete și se întinde evident când degetele se îndepărtează; materialul se desprinde foarte greu de pe degete care rămân murdare de pământ

### Determinarea umidității solului

Starea de umiditate influențează în mod direct multe dintre proprietățile morfologice ale solului. Din acest motiv, determinarea ei în teren este necesară și se realizează prin metode organoleptice sau cu ajutorul hârtiei de filtru.

Din punct de vedere al umidității, solurile se pot afla în următoarele stări:

- uscat
- reavăn

- jilav
- umed
- ud
- saturat.

Solurile aflate în stare uscată eliberează praf, iar prin umezire se închid la culoare.

Dimpotrivă, atunci când un sol este reavăn, nu eliberează praf nu umezește hârtia de filtru prin presare și dă senzația de rece la presare în palmă.

În cazul orizonturilor de sol jilave, acestea se deschid la culoare prin uscare, la presare mâna nu se umezește, dar hârtia de filtru da.

Pentru starea umedă, la presare se observă că proba de sol umezește liber atât mâna cât și hârtia de filtru.

În situația în care un orizont de sol este ud, se observă pelicule de apă între agregatele structurale, proba strânsă în mână lăsând să cadă picături de apă, iar pe pereții profilului de sol se prelinge apă.

Starea saturată implică îmbibarea cu apă a solului, altfel spus, toți porii sunt umpluți cu apă.

## 5. ORGANISMELE DIN SOL

### 5.1. SISTEMELE RADICULARE

#### 5.1.1. Caracteristici generale

Rădăcinile plantelor prezintă o importanță pedologică deosebită, atât prin prisma circulației biologice a substanțelor în cadrul sistemului sol-plantă, cât și prin cea referitoare la morfologia solurilor.

Studierea în teren a caracteristicilor sistemelor radiculare în secțiunea profilului de sol, oferă o informație amplă asupra fertilității, proprietăților și morfologiei solului.

Aceasta se explică prin faptul că structura sistemelor radiculare se identifică pe de o parte, prin particularitățile biologice ale unor plante, iar pe de altă parte prin proprietățile solului pe care se dezvoltă:

- alcătuirea granulometrică
- structura
- regimul hidrotermic și de aerăție
- conținutul în substanțe nutritive.

De asemenea, sistemele radiculare reprezintă componentul nemijlocit al solului (*partea organică*) oferindu-ne informații asupra:

- regimului de umiditate
- aerăție
- caracterului orizontului humifer
- adâncimea la care apar și natura unor neoformații.

În funcție de tipul de vegetație - *plante lemnoase sau ierboase* - apar deosebiri esențiale în ceea ce privește caracterul sistemelor radiculare.

Astfel, rădăcinile plantelor lemnoase formează o rețea de ramificații care cuprinde un volum mare de sol, pătrunzând în profunzime și alcătuind mecanismul de sprijin și nutriție. Rădăcinile de sprijin sunt groase și rare, în timp ce rădăcinile de nutriție sunt subțiri și dense. Se remarcă o dezvoltare diferențiată a sistemelor radiculare specifice plantelor lemnoase, pe orizontală (*bradul*) sau pe verticală (*mesteacănul*), unele mai profunde (*stejar*), altele mai puțin profunde (*conifere*), dar în toate situațiile, masa cea mai mare a rădăcinilor se dezvoltă în orizonturile O și A.

Sistemele radiculare specifice plantelor ierboase sunt destul de variate ca structură, dar și în acest caz, cea mai mare parte a rădăcinilor este cantonată în orizontul A.

Adâncimea până la care pătrund rădăcinile în sol este condiționată atât de particularitățile biologice ale plantelor, cât și de proprietățile solului. În acest sens, în cazul solurilor de luncă, cu nivel freatic situat aproape de suprafață, rădăcinile străbat întreg volumul de sol, până la nivelul freatic sau orizontul gleic, pe o adâncime de câțiva zeci de cm. Dimpotrivă, în stepele uscate, există cazuri în care rădăcinile unor plante, în căutare de apă, pătrund în sol pe o adâncime de câțiva metri.

În unele situații, în sol apar obstacole în calea răspândirii rădăcinilor în adâncime, constituite din anumite orizonturi de sol care nu pot fi penetrate:

- orizonturi tasate
- orizonturi foarte compacte
- orizonturi toxice - gleice, salinizate, alcalizate

Din acest motiv, în apropierea acestor orizonturi de sol se observă îndoirea rădăcinilor în lateral sau în sus (fig. 43).

Al doilea maxim al dezvoltării sistemelor radiculare, în afara celui situat în orizonturile superioare O și A, este legat deseori, de prezența unui al doilea orizont humifer, care poate fi iluvial sau îngropat.

Se mai observă de asemenea, o dezvoltare intensivă a rădăcinilor în apropierea pânzei freatice.

În general, orice abatere de la normal, în răspândirea sistemelor radiculare în profilul de sol, este legată de proprietățile variate ale solului ca mediu biotic al plantelor.

### 5.1.2. Clasificarea sistemelor radiculare

În analiza morfologică a profilului de sol, multitudinea de rădăcini care apar într-un orizont sau altul, sunt descrise după mai multe criterii:

- morfologic
- frecvență
- grosime.

#### **Clasificarea morfologică (după Weaver și Walter)**

- sisteme radiculare cu extensiune verticală.

Sunt constituite dintr-o rădăcină pivotantă puternică și cu ramificații slab dezvoltate (fig. 43). Anumite specii, în special arbuștii din regiunile aride (*alhagi/Oriental Apropiat, andira humilis/Brazilia*) ating o lungime a sistemelor radiculare de mai mulți metri, având în acest fel acces la rezervele de apă, fiind numit acest tip de rădăcini și "*freatofile*".

- sisteme radiculare cu extensiune laterală.

Se formează prin dezvoltarea predominantă a rădăcinilor laterale, în solurile ale căror orizonturi inferioare sunt nefavorabile (fig. 43) și uneori, în regiunile aride, în care precipitațiile atmosferice sunt în cantități insuficiente pentru a umecta profilul de sol în adâncime (*cacteele, caligonum*).

- sisteme radiculare cu extensiune mixtă.

Din punct de vedere morfologic, rădăcinile sunt dezvoltate atât în profunzime, cât și în lateral (fig. 43). Reprezintă tipul cel mai răspândit și cel mai bine adaptat la condiții edafice diferite (*frasin*).

- sisteme radiculare intensive.

Aspectul morfologic este asemănător cu tipul anterior, cu deosebirea existenței unei rețele alcătuite din numeroase rădăcini fasciculate pe care se dezvoltă multe radicele (fig. 43; graminee).

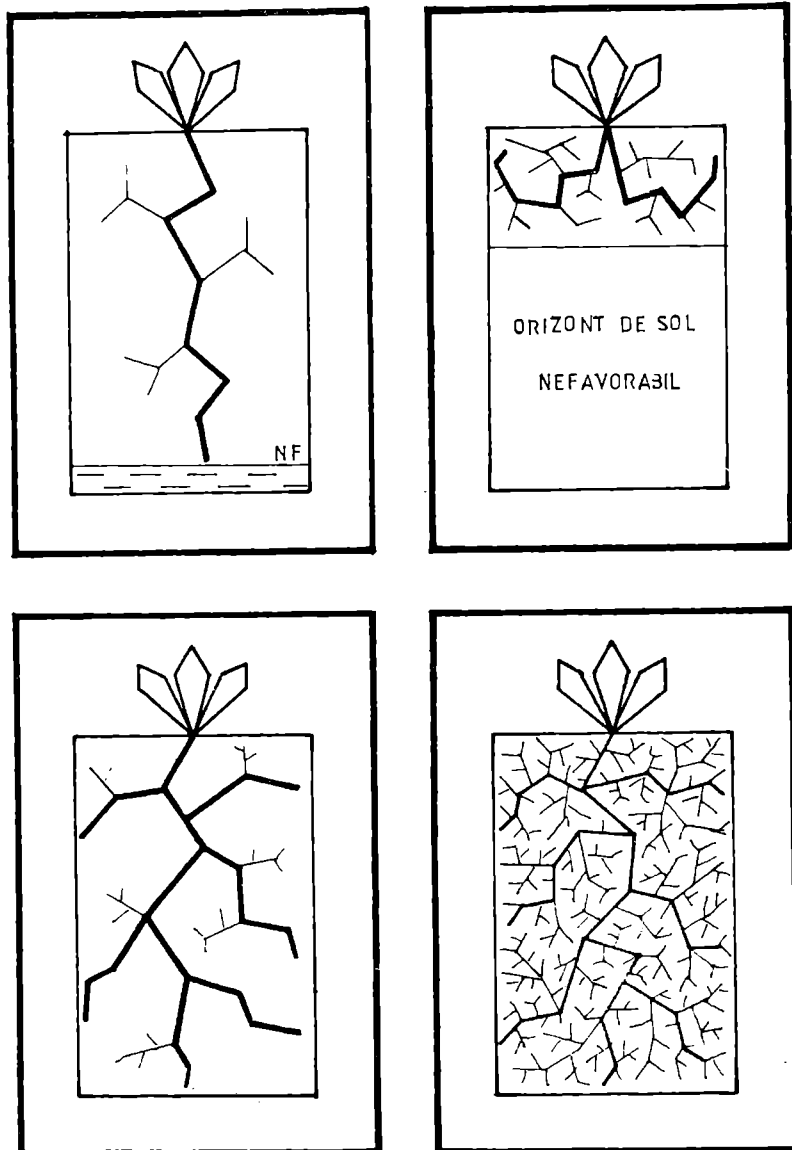


Fig. 43. Clasificarea morfologică a rădăcinilor.

**Exemplu:** agropirom cristatum/Europa Estică, a format în 2 ani, 500km de rădăcini, repartizate într-un spațiu de 1,20/2m.

#### Clasificarea după grosime

În funcție de grosimea pe care o prezintă rădăcinile se clasifică astfel (tabel 41):

Tabel 41

*Clasificarea rădăcinilor după grosime (după I.C.P.A.).*

DENUMIRE	DIAMETRUL - mm -
foarte subțiri	< 1
subțiri	1 - 3
mijlocii	4 - 10
groase	11 - 20
foarte groase	> 20



## Clasificarea după frecvență

În funcție de densitatea rădăcinilor acestea pot fi clasificate astfel (tabel 42):

Tabel 42

*Clasificarea rădăcinilor după frecvență (după I.C.P.A.).*

DENUMIRE	CRITERII (distanța între rădăcini în cm)
rare	> 5
frecvente	2 - 5
foarte frecvente	< 2
păslă de rădăcini (telină)	

### 5.1.3. Determinarea rădăcinilor

Se realizează în secțiunea profilului de sol, atât pe grosimea fiziologic utilă, cât și pentru fiecare orizont de sol, ținându-se cont de următoarele caracteristici:

- grosimea rădăcinilor (fig. 44).
- frecvența rădăcinilor
- masa principală a rădăcinilor - reprezintă grosimea pe care se dezvoltă 75% din rădăcini
- adâncimea maximă de răspândire a rădăcinilor
- caracterul răspândirii rădăcinilor în fiecare dintre orizonturile de sol (*grosime, frecvență, caracterul ramificării*)
- raportul rădăcinilor cu structura solului - se dezvoltă în interiorul agregatelor structurale sau între acestea.

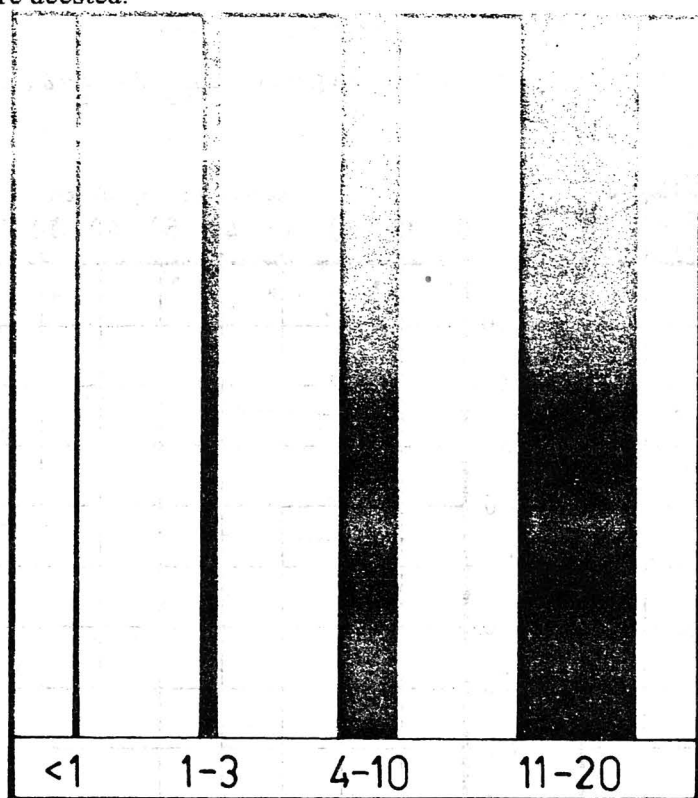


Fig. 44. Planșă pentru determinarea grosimii rădăcinilor în teren.

Înregistrarea caracteristicilor legate de grosimea și frecvența rădăcinilor se realizează cu ajutorul planșelor pe care le prezentăm mai jos (fig. 45; 46).

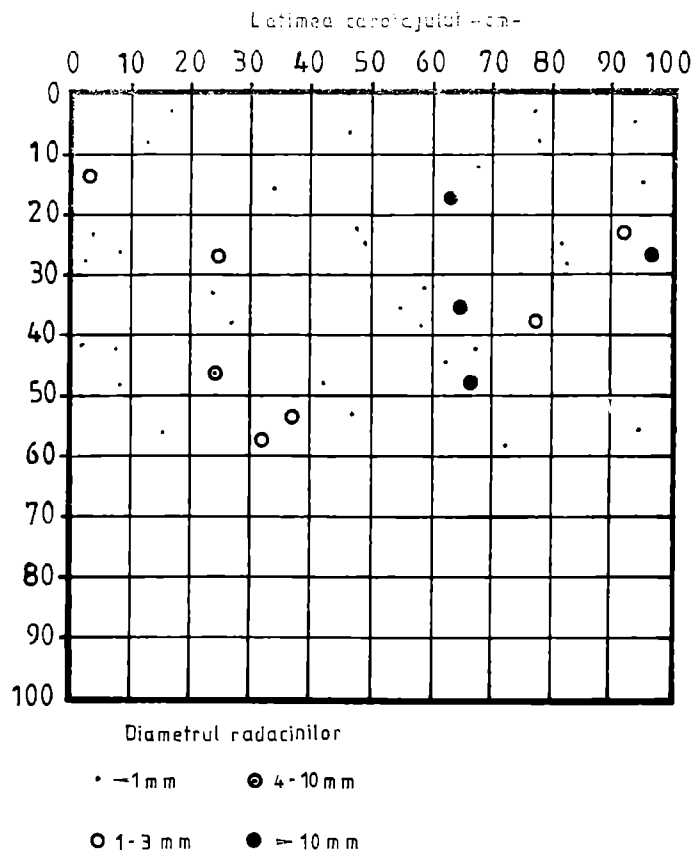
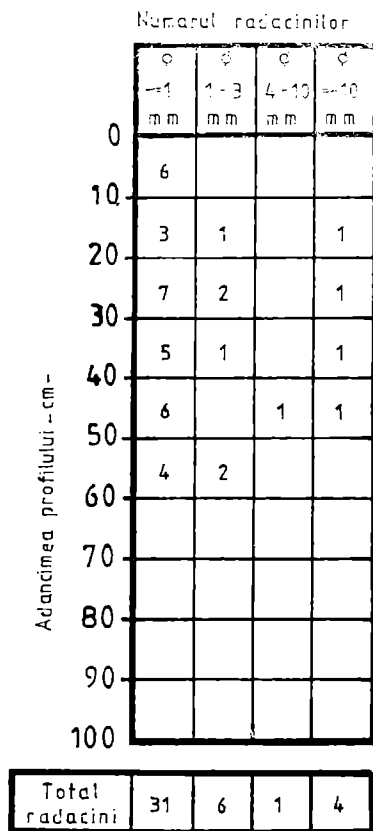


Fig. 45. Fișa de teren pentru înregistrarea grosimii rădăcinilor (după I.C.P.A.).

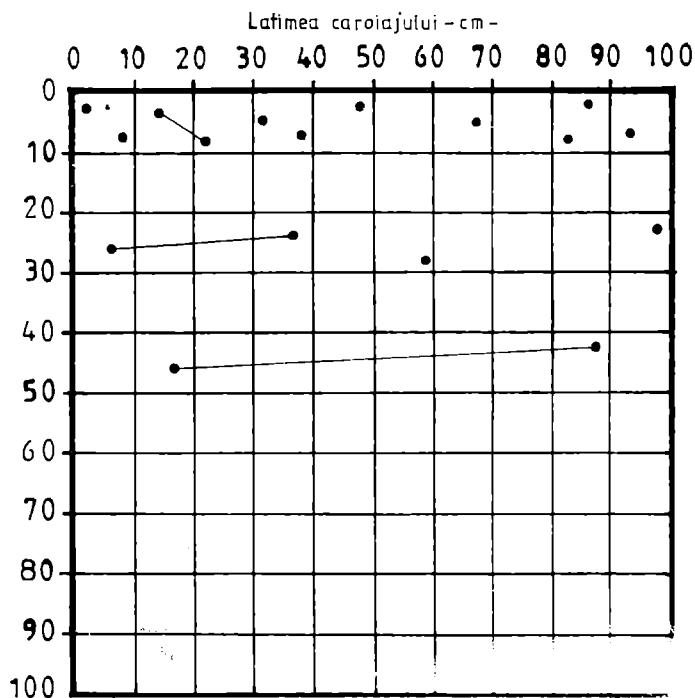
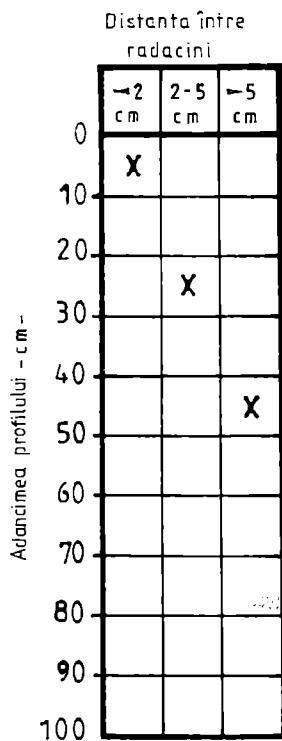


Fig. 46. Fișa de teren pentru înregistrarea frecvenței rădăcinilor (după I.C.P.A.).

## 5.2. FAUNA

Lumea animală din sol este variată și bine reprezentată numeric, putând servi conform unor cercetări din domeniul biologiei solului, ca indicator de diagnostic al formării acestuia.

Fauna din sol are un rol important în accelerarea proceselor de humificare și mineralizare a resturilor vegetale, în structurarea solurilor, influențând totodată permeabilitatea și aerarea solului (*descompunerea literei se produce de 2 ori mai rapid în prezența animalelor; Chiriță C.D., 1974*).

În general, fauna solului include animalele care își au mediul de viață în sol integral sau parțial (*larvele*).

Numărul animalelor din sol variază foarte mult, în condiții ecologice diferite, putând ajunge la 500 milioane (*Bachelier, 1971*) în cazul protozoarelor (tabel 43).

**Tabel 43**

*Abundența medie a principalelor grupe de animale din solurile unor biotopuri (după Chiriță C.D., 1974).*

BIOTOP	INSECTE ȘI LARVE	LUMBRIC IDE	ENCHY TREIDE	COLLEM BOLE	ACARIENI	NEMATODE
pădure nr./mp kg/ha	3.10 -	78 400	3,5.10 100	4.10 -	8.10 -	6.10 60
pajiște nr./mp kg/ha	4,5.10 -	97 500	10,5.10 300	2.10 -	4.10 -	5.10 50
culturi nr./mp kg/ha	1.10 -	41 200	2.10 60	1.10 -	1.10 -	4,5.10 45

Pentru clasificarea animalelor care alcătuiesc fauna solului sunt utilizate o serie de criterii, care i-au în calcul dimensiunile corpului, adaptarea la condițiile edafice, regimul de hrană.

După dimensiunile corpului animalele din sol se împart în (*Van der Drift, 1951; Dunger, 1964; Brauns și Bachelier, 1971*):

- **microfauna** - 0,02-0,2 mm, protozoare, nematode, rizopode, care trăiesc în mediul lichid din interiorul agregatelor structurale.

- **mezofauna** - 0,2-4 mm, colembolă, acarieni, enchytreide, miriapode mici, insecte mici și larvele lor, care trăiesc în porii din interiorul și dintre agregatele structurale.

- **macrofauna** - 4-80 mm, lumbricide (*râme, viermi*), moluște, isopode, miriapode, aranee, insecte superioare (*furnici, termite*).

- **megafauna** - > 80mm, vertebrate mici, inclusiv micromamifere, insecte mari (*scorpioni*), șerpi, crabi, broaște țestoase, rozătoare, bursuci, cârțițe, vulpi.

În raport cu adaptarea organismelor animale la viața în sol, distingem (*Ghiliarov, 1965*):

• **organisme geobionte** - acele animale pentru care solul reprezintă mediul de viață permanent: lumbricide, enchytreide, acarieni, collembolă, miriapode.

• **organisme geophile** - reprezintă animalele care își petrec în sol numai o parte a vieții: stadiile larvare.

• **organisme geoxene** - reprezentate prin animale aflate în sol pentru iernare, adăpost sau refugiu temporar.

După regimul hranei pot fi separate următoarele grupe de animale (*Chiriță, 1974*):

• **fitofage** - se hrănesc cu părțile plantelor aflate în sol.

• **zoofage** - se hrănesc cu alte animale

• **necrofage** - se hrănesc cu corpurile animalelor moarte

- **micofage** - se hrănesc cu hife de ciuperci
- **saprofage** - se hrănesc cu resturi vegetale aflate în descompunere
- **scatofage (coprofage)** - se hrănesc cu excremente de animale.

Se constată de asemenea, adaptarea faunei din sol la condițiile diferite de umiditate (Varga, 1956):

- **organisme higrobionte** - se dezvoltă în apa capilară și cea legată
- **organisme higrofile** - apar în condiții de umiditate ridicată
- **organisme mezofile** - se dezvoltă în condiții de umiditate normală
- **organisme xerofile** - preferă solurile uscate.

În sol organismele animale sunt răspândite în funcție de proprietățile acestora, observându-se ca și în cazul microorganismelor, o microzonalitate.

Mai mult decât atât, unele animale din sol sunt deosebit de pretențioase la factorii ecologici, constituind chiar caracter de diagnostic pentru unele tipuri de sol și de orizonturi de sol.

În general, fauna solului se grupează în comunitățile care populează asociațiile de plante mici (*hiperedaphon*), comunitățile de pe suprafața solului (*epiedaphon*), cele care populează litiera și orizontul humifer (*hemiedaphon*) și cele din orizonturile minerale (*euedaphon*; Chiriță, 1974).

### 5.3. MICROORGANISMELE

În sol există mai multe categorii de microorganisme, care pot fi grupate astfel:

- **alge**
- **bacterii**
- **actinomicete**
- **ciuperci.**

Din categoria algelor, specifice solului sunt cele albastre, cele verzi și diatomeele. Acestea reprezintă microorganisme adaptate la condiții ecologice foarte variate, ceea ce determină o largă răspândire a lor în soluri. Îndeplinesc roluri importante în procesul de fotosinteză și în fixarea azotului.

Bacteriile populează anumite soluri în număr foarte mare (*miliarde/1g sol*) și se împart în general, în două grupe:

- **autotrofe** - acționează asupra compușilor minerali procurându-și bioxidul de carbon din aer și energia prin oxidarea substanțelor anorganice.
- **heterotrofe** - acționează asupra compușilor organici procurându-și bioxidul de carbon și energia prin oxidarea substanțelor organice.

Bacteriile pot fi de asemenea, aerobe sau anaerobe și sunt specifice în general, solurilor formate sub vegetație ierboasă, cu o reacție slab acidă/slab alcalină. Au un rol important în procesul de fotosinteză și în transformarea resturilor vegetale.

Actinomicetele reprezintă o treaptă evolutivă intermediară între bacterii și ciuperci, fiind foarte prezente în solurile cu reacție neutră/alcalină și mai puțin în cele acide. Au o capacitate mai mare decât celelalte microorganisme de a descompune substanțe organice rezistente (*lignine, celuloza*).

Ciupercile sunt microorganisme heterotrofe și aerobe, care se dezvoltă în soluri cu reacție acidă, formate în general sub pădure, având de asemenea un rol important în transformarea resturilor vegetale.

Microorganismele din sol se diferențiază în sensul că unele sunt specifice fazei lichide a solului, iar altele celei solide a acestuia. Se constată de asemenea, o zonalitate a răspândirii acestora, determinată bioclimatic.

Totodată, la nivelul profilului de sol se evidențiază o microzonare a distribuției microorganismelor, generată de proprietățile fizico-chimice ale orizonturilor de sol. Multe microorganisme sunt corelate cu prezența anumitor neoformații, care își datorează originea tocmai activității acestora: neoformațiile fierului, manganului și sulfului.

## 6. ANALIZA MORFOLOGICĂ A SOLULUI

### 6.1. LOCALIZAREA OBSERVAȚIILOR MORFOLOGICE

Analiza morfologică a solului stabilește însușirile de bază ale acestuia și pornește de la nivelul elementar exprimat prin proprietățile morfologice (*grosime, culoare, textură, structură, schelet, neoformații, porozitate, consistență, plasticitate, aderență, compactitate, umiditate, efervescentă, organisme*), trecând apoi la determinarea și analizarea orizonturilor de sol și implicit, a tipurilor de sol.

Analiza morfologică se finalizează prin realizarea unor interpretări în legătură cu funcționalitatea unităților de sol, determinată de proprietățile morfologice.

În acest mod, analiza morfologică a solului permite studierea evoluției în timp și spațiu a acestora, cât și modul optim de amenajare și utilizare.

Studierea morfologică și nu numai, a solurilor se realizează într-o secțiune verticală denumită profil de sol, reprezentată prin succesiunea de orizonturi genetice de sol, de la suprafață până la roca parentală.

Amplasarea profilului de sol trebuie să corespundă situației reprezentative a suprafeței de teren pe care o analizăm din punct de vedere pedologic.

Profilul de sol are o formă dreptunghiulară, dimensiunile fiind de 1m lățime/2 m lungime, se sapă în trepte, iar pământul se aruncă numai în lateral, de preferință într-o singură parte, în așa fel încât spațiul din preajma peretelui pe care se realizează observațiile să rămână degajat (fig. 47).

Orientarea gropii se realizează în așa fel încât, în momentul examinării peretele din fața treptelor să fie luminat de soare sau să aibă expoziție sudică.

Suprafața peretelui pe care se realizează observațiile se împropătează cu ajutorul cuțitului pedologic, de sus în jos, pe o lățime de minimum 25cm.

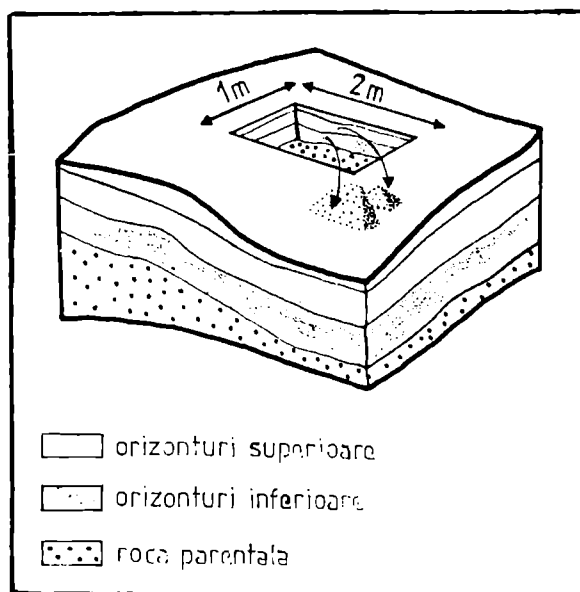


Fig. 47. Executarea profilului de sol.

## 6.2. DESCRIEREA ȘI INTERPRETAREA PROPRIETĂȚILOR MORFOLOGICE

Descrierea se realizează sistematic, analizându-se toate caracteristicile morfologice pe orizonturi de sol.

Pentru început, se notează adâncimea (*cm*), care se referă la limitele orizonturilor de sol (**exemplu:** 0-42*cm*, *Amolic*; 43-78*cm* *A/C*; 79-182*cm*, *Ccarbonatoiluvial*).

Simbolurile orizonturilor de sol se notează la sfârșit, după determinarea caracteristicilor morfologice.

În continuare se fac aprecieri legate de:

- trecerea între orizonturile de sol, urmărindu-se claritatea și forma
- culoare
- textură
- schelet
- umiditate
- structură
- consistență
- plasticitate
- adezivitate
- compactitate/cimentare
- porozitate
- fisuri/crăpături
- efervescentă
- neoformații
- incluziuni
- rădăcini
- faună.

În situația în care determinările nu pot fi efectuate din motive obiective sau subiective se recomandă recoltarea de micromonoliți pentru a se realiza determinările ulterior în laborator.

Descrierea profilului de sol se realizează pe fișe tipizate (fig. 48).

[illegible]





## BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

- BACHELIER G.** (1963), Pedobiologia, Editura Științifică, București.
- BRIDGES E. M.** (1982), World Soils, Cambridge University Press, Cambridge
- BULLOCK P., MURPHY C. P.** (1985), Soil Micromorphology, A. B. Academic publishers, Berkhamstead, Herts, G.B.
- CANARACHE A.** (1990), Fizica solurilor agricole, Editura Ceres, București.
- CHIRIȚĂ C. D.** (1974), Ecopedologie cu baze de pedologie generală, Editura Ceres, București.
- CRUICKSHANK J. G.** (1972), Soil Geography, David and Charles.
- DEMETER T.** (1994), Influența rocii în pedogeneză, Analele Universității din București, Geografie, XLIII.
- DUCHAUFOR PH.** (1988), Pedologie, Masson, Paris.
- FLOREA N.** (1964), Cercetarea solului pe teren, Editura Științifică, București.
- GEANANA M., OCHIU I.** (1990), Pedogeografie-lucrări practice, partea I-a și a II-a, Tipografia Universității din București.
- GRECU F., DEMETER T.** (1997), Geografia formațiunilor superficiale, Editura Universității din București.
- IANOȘ GH.** (1995), Geografia solurilor, partea I-a, Editura Mirton, Timișoara.
- LEMEE G.** (1967), Precis de biogeographie, Masson, Paris.
- LEMEE G.** (1978), Precis d'ecologie vegetale, Masson, Paris.
- LUPĂSCU GH., RUSU C.** (1995), Pedologie-caiet de lucrări practice, Editura Universității "Al. I. Cuza", Iași.
- MONEY D. C.** (1982), Climate, soils and vegetation, Norwich University.
- PAPACOSTEA P.** (1976), Biologia solului, Editura Științifică și Enciclopedică, București.
- PUTU Ș.** (1980), Pedologie, Editura Ceres, București.
- PUTU Ș., ISPAS Ș.** (1997), Pedologie-manual practic, Editura Domino, Târgoviște.
- RUELLAN A., DOSSO M.** (1993), Regards sur le sol, Foucher, Paris.
- U.S.D.A.** (1992), Keys to Soil Taxonomy, Pocahontas Press Inc., Blacksburg, Virginia, U.S.A.
- WILLIAMS V. R.** (1950), Pedologie, Editura Științifică București.
- \*\*\* (1987), Metodologia elaborării studiilor pedologice, I.C.P.A., București.
- \*\*\* (1989), F.A.O. (U.N.E.S.C.O.), Soil Map of the World, I.S.R.I.C., Wageningen, Holland.
- \*\*\* (1980), Sistemul Român de clasificare a solurilor, I.C.P.A., București.



---

Tiparul s-a executat sub c-da nr. 482/1998 la  
Tipografia Editurii Universității din București

---



**ISBN 973 – 575 – 280 – 8**

**Lei 8200**