

ELEMENTI DI PEDOLOGIA

La **Pedologia è a scienza che studia tutti gli aspetti del suolo inteso sia come terreno naturale che come terreno agrario**; studia le sue proprietà fisiche e chimiche, i fenomeni biologici dei quali è sede, la sua morfologia e la sua evoluzione. In senso molto ampio, **il suolo si può considerare un insieme naturale che comprende:**

1. la parte superficiale della **litosfera** (parte solida)
2. la parte bassa dell'**atmosfera**
3. una parte della **biosfera** (organismi viventi)

La creazione del suolo è il risultato dell'azione cumulativa e complementare dei alcuni **fattori** detti appunto **pedogenetici** che sono: **clima, vegetazione, substrato pedogenetico, rilievo e tempo.**

L'azione dei fattori pedogenetici è interdipendente e complementare e quindi un terreno, costituisce sempre un sistema dinamico in continuo sviluppo.

Il terreno (o suolo) che si è formato per azioni pedogenetiche puramente naturali si chiama **terreno naturale**; quello nel quale a tali azioni si è aggiunta l'attività dell'uomo agricoltore si definisce **terreno agrario**.

FORMAZIONE DEL TERRENO AGRARIO.

Il terreno è la risultante di processi di disgregazione e alterazione delle rocce di natura fisica (o meglio fisico-meccanica), **chimica e biologica.**

Le azioni fisico-meccaniche sono provocate:

- ❖ **dai ghiacciai:** che nel loro lento e continuo movimento verso valle sottopongono ad un processo di disfacimento il fondo roccioso su cui essi stessi si trovano ed esercitano un'azione di trasporto e deposito dei detriti;
- ❖ **dai venti:** che sollevano e trasportano particelle solide più o meno sottili che urtando contro le rocce le intaccano e, con il passar del tempo, le demoliscono;
- ❖ **dall'acqua:** che nei terreni montani scorre impetuosa e strappa e raccoglie materiale roccioso con il quale leviga e scava il suo letto; l'acqua compie un'altra importante azione disgregatrice ad opera del gelo: infatti, infiltrandosi nelle fessure delle rocce, con l'abbassarsi della temperatura congela e, aumentando così di volume, esercita una forte pressione sulle pareti delle fessure stesse; al disgelo la roccia si presenta, quindi, sconnessa e disgregata.
- ❖ **altre azioni meccaniche sono:** l'alternarsi di alte e basse temperature e lo sviluppo degli apparati radicali delle piante. Spesso le rocce sono composte da minerali diversi e quindi con diversi coefficienti di dilatabilità; il minerale che si dilata maggiormente eserciterà una forte azione disgregatrice nella massa dei minerali che circonda. Questa azione provocata dagli sbalzi di temperatura è particolarmente intensa nelle zone desertiche¹ dove a forti insolazioni diurne fanno seguito notti molto fredde; la formazione dei deserti di sabbia è dovuta a questa azione accompagnata da quella del vento. Le radici delle piante s'infiltrano dentro le fessure delle masse rocciose e, crescendo, ne determina il dirampimento per la fortissima pressione che esse esercitano.

Le azioni chimiche derivano dall'azione combinata di 3 agenti:

- ❖ **l'acqua:** che agisce con particolare efficacia sulle rocce madri formate da silicati trasformandole in argille;
- ❖ **l'anidride carbonica:** di cui è ricca l'acqua di pioggia, solubilizza ed asporta il carbonato di Ca (CaCO₃) che costituisce le rocce calcaree: se tale azione è molto energica, sul posto rimangono solo i minerali di Ferro e di Alluminio insolubili presenti nel calcare come impurità e si formano le cosiddette **"Terre Rosse"**
- ❖ **l'ossigeno:** che in presenza di acqua attacca per ossidazione soprattutto i minerali di ferro.

Le azioni biologiche avvengono **per opera di organismi viventi sia vegetali che animali.**

Sulla roccia nuda non è possibile la vita per le piante superiori ma possono insediarsi quelle inferiori, per primi i licheni² ed i microrganismi, poi le alghe ed i muschi.

In seguito alla loro azione biochimica sui minerali e all'accumularsi dei loro residui organici si viene a costituire un sottile strato di terriccio che rende possibile la vita di piante più esigenti, le quali agiscono per via meccanica, con le radici che penetrano a forza nelle fessure.

Indirettamente, poi, le piante contribuiscono ad originare il terreno per mezzo dei residui organici della loro vegetazione che, trasformati da vari microrganismi, generano l' "humus". Quando, infine, la vegetazione di vegetali superiori è giunta ad insediarsi in un terreno, sorgono possibilità di vita per gli animali che, a loro volta, contribuiscono a perfezionare l'opera di formazione del terreno agrario.

L'azione dell'uomo sulla formazione e sulle caratteristiche del terreno agrario è generalmente di scarsa importanza, ma talvolta può giungere a trasformare sostanzialmente il substrato originario. Esempi di tali trasformazioni operate dall'uomo sono: gli orti ottenuti su sabbie marine, gli agrumeti ed i frutteti sorti sulle lave dell'Etna, le magnifiche terre delle cascine lombarde create con il lavoro da un suolo che in origine era poco favorevole alle colture. Per contro, si

¹ Nei deserti si ha una notevole escursione termica diurna (intesa come la differenza tra la temperatura max. del dì e quella minima della notte) a causa della bassa "inerzia termica" (resistenza che un corpo oppone all'assorbimento e alla successiva cessione di energia termica: è massima per l'acqua e minima per i minerali) della sabbia di cui questi deserti sono composti.

² Licheni: associazioni simbiotiche di alghe e funghi.

ricordano le vastissime zone dei terra isterilite e rese desertiche dalla erosione, in seguito ad incontrollate e inavvedute opere di distruzione della vegetazione naturale per praticare le coltivazioni.

I vari agenti della pedogenesi ora visti non hanno sempre e dovunque la stessa importanza: l'uno può avere importanza maggiore o minore a seconda della natura litologica (tipologia minerale) della roccia, della morfologia e soprattutto del tipo di clima.

Ad es. nei climi umidi l'azione pedogenetica preponderante è quella chimica dell'acqua; nei climi desertici, invece, i ruoli principali sono assunti dalle azioni fisiche della temperatura e dalle azioni meccaniche dei venti.

Il terreno, man mano che si forma, può rimanere sul posto o può essere trasportato e depositato lontano dalla roccia da cui deriva: nel primo caso si parla di **terreni autoctoni o in posto**, nel secondo di **terreni alloctoni o di trasporto**. I terreni autoctoni hanno, in genere, caratteristiche poco favorevoli da un punto di vista agricolo: di solito sono poco profondi, di scarsa fertilità (presenza di elementi nutritivi e sostanza organica) e anche difettosi essendo costituiti da particelle uniformi e della medesima natura (cioè derivanti dalla degradazione delle stesse tipologie rocciose). I terreni alloctoni derivano dall'azione di trasporto di agenti diversi; i loro componenti inorganici derivano dalla degradazione di rocce svariatissime e non hanno alcun rapporto genetico con lo strato geologico su cui giacciono. Questi terreni sono di solito più ricchi e più fertili degli autoctoni perché, essendo spesso di notevole spessore e costituiti da particelle di natura e dimensioni diverse, presentano buone od ottime caratteristiche chimiche ed una tessitura assai favorevole alla vegetazione.

Gli agenti naturali che determina la formazione dei terreni di trasporto o alloctoni sono vari:

- **gravità:** derivano dai detriti staccatisi dalle pareti dei monti ed accumulatisi ai loro piedi, oppure dalla caduta di materiale eruttato dai vulcani. Questi terreni sono di limitata estensione e di poca importanza ma va ricordato che i primi sono dotati di scarsa fertilità mentre i secondi (quelli da eruzioni vulcaniche) sono ben provvisti di elementi nutritivi.
- **acque** (fluviali e marine): originano grazie all'azione di trasporto operata dalle acque; se il trasporto e la sedimentazione dei materiali sono avvenuti per opera dell'acqua corrente di un fiume, i terreni vengono detti **alluvionali**, se invece ad opera dell'acqua di mare (maree, correnti, moto ondoso) si chiamano terreni **litorali**. I **terreni alluvionali** hanno caratteri molto diversi a seconda delle dimensioni dei materiali depositati, cioè a seconda della velocità dell'acqua che ha operato il trasporto. Dato che la velocità di un corso di acqua va diminuendo dalla sorgente alla foce, i terreni più a monte saranno più grossolani, mentre quelli più a valle saranno formati da particelle più minute³. Questi ultimi sono terreni spesso profondi, di costituzione minerale e organica varia, complessa e quindi, in genere, fertili. In Italia molte pianure hanno origine alluvionale, come la Pianura Padana ad opera del Po e dei suoi affluenti, la pianura Veneta, la valle del Tevere e quelle degli altri fiumi appenninici. I **terreni litorali**, rappresentati dalle dune litoranee, sono di solito poco fertili perché a composizione grossolana.
- **ghiacciai:** I terreni glaciali, o diluviali o morenici sono estesi in Italia lungo l'arco alpino: si originano dall'accumularsi dei frammenti di roccia strappati e convogliati dai ghiacciai durante il loro lento movimento e depositati poi nelle zone di disgelo: sono costituiti da materiali di diversa grossezza, variamente mescolati.
- **vento:** quando l'azione di trasporto è operata dal vento si parla di terreni eolici. I più importanti sono i **loess**, enormi depositi di materiale polverulento asportato dalle zone desertiche e depositato altrove. Quando non manca l'umidità i terreni eolici sono tra i più fertili. Terreni eolici particolari sono quelli **dunosi**, costituiti da particelle piuttosto grossolane e incoerenti (sabbia): a causa della loro mobilità la messa a coltura si presenta ovviamente difficile.

³ La velocità di sedimentazione dipende dalla velocità del corso d'acqua: le particelle più grosse saranno trascinate dove la velocità è alta; dove la velocità del corso d'acqua è scarsa rimarranno in sospensione (e quindi trasportabili) solo le particelle minute.

COSTITUENTI DEL TERRENO.

SOSTANZE MINERALI	SOSTANZE ORGANICHE	ORGANISMI VIVENTI	ACQUA	ARIA
<p>Le particelle minerali che costituiscono la maggior parte della fase solida del terreno (oltre il 95%, salvo nei terreni organici e torbosi), sono derivanti dal materiale roccioso originario; sono una mescolanza di particelle differenti in dimensione, composizione e in proprietà fisiche e chimiche. Certe particelle hanno conservato imm modificata la natura del minerale originario da cui derivano, come il quarzo in forma di granelli di <u>sabbia</u>; altre, originatesi da materiali meno resistenti, sono profondamente trasformate, come le <u>argille</u>, derivate dai feldspati. Atri importanti costituenti inorganici sono gli Ossidi e gli idrossidi metallici (di Ferro e di Alluminio) e i carbonati (soprattutto diffuso è quello di Calcio).</p>	<p>E' la frazione solida del suolo di natura non minerale, ma derivante da diversi organismi. Tutte le s. organiche morte, come i residui della vegetazione, il letame, le spoglie di animali, ecc. appena giungono nel terreno vengono rapidamente attaccati e trasformati da svariati organismi terricoli. Durante questo complesso di degradazione si forma una quantità di composti intermedi e, alla fine, un materiale divenuto di struttura amorfa e di colore scuro detto humus. La quantità di sost. organica presente nel terreno varia molto: in genere essa è compresa tra il 2% e il 5% ma esistono casi di terreni con valori di molto inferiori o molto superiori. Anche se la sua presenza è contenuta, la sost. organica rappresenta un costituente di fondamentale importanza per il terreno e i vegetali che lo utilizzano per la propria nutrizione.</p>	<p>Nel terreno oltre alle radici delle piante superiori troviamo una grande varietà di forme animali e vegetali. Il peso totale di questi organismi, escluse le piante superiori, presenti nei primi 30 cm di terreno agrario fertile è stato calcolato in alcune decine di quintali per ettaro⁴. Gli animali superiori terricoli, come topi, arvicole, ecc. sono generalmente dannosi, in quanto i vantaggi che essi recano smuovendo il terreno e lasciando i loro residui non compensano il danno che causano alle piante coltivate. Gli artropodi (insetti, acari, millepiedi) sono numerosissimi e hanno vita breve: quando non sono direttamente dannosi attaccando le colture contribuiscono attivamente alla prima decomposizione delle sost. organiche morte, rendendo soffice il terreno muovendosi, e lo arricchiscono della loro sost. organica quando muoiono. I vermi superiori o lombrichi (anellidi) sono di grandissima utilità nella complessa opera di disgregazione della sost. organica e anche perché operano spostamenti nel terreno dagli strati più profondi a quelli superficiali, con notevoli benefici per il terreno. Molto dannosi sono invece i vermi inferiori (nematodi o nematelminti) che determinano vere e proprie malattie in molte piante. I funghi sono spesso dannosi perché attaccano le piante coltivate, ma quelli saprofiti⁵ svolgono utilissime attività disgregando i residui organici morti. Le alghe non sono molto comuni nel terreno, tuttavia sono da giudicare utili quando sono presenti perché arricchiscono il suolo di ossigeno in quanto effettuano fotosintesi. Di tutti gli esseri viventi nel terreno, quelli più diffusi e più importanti per numero ed attività sono sicuramente i batteri: molte funzioni e proprietà del terreno sono dovute proprio a questa microflora batterica.</p>	<p>L'acqua come l'aria nel terreno trova la sua sede negli interstizi che i costituenti solidi lasciano tra loro interposti. L'acqua nel terreno è in realtà una soluzione diluitissima di sali minerali. L'acqua nel terreno si trova con questo in rapporti fisico-chimici di natura diversa e quindi in stati di diversissimo valore per le piante, come si vedrà in seguito.</p>	<p>L'aria si trova negli interstizi del terreno non occupati dall'acqua; se si aggiunge acqua al terreno l'aria ne viene scacciata: è in conseguenza di ciò che le radici delle piante si trovano carenti di ossigeno in terreni sommersi o molto umidi (terreni tipicamente asfittici cioè carenti di ossigeno).</p>

Le componenti del suolo non sono isolate o indipendenti, ma tra loro intimamente collegate in un insieme di interazioni di notevole complessità, tanto che modificandone una possono aversi imprevedibili e lontanissime ripercussioni sulle altre. Le variabili condizioni che si generano dalle interazioni delle componenti del terreno (a cui si devono aggiungere anche le condizioni climatiche locali) influiscono profondamente sulla vita dei vegetali, ossia sulla fertilità del suolo e rappresentano quelle che vengono definite come le PROPRIETA' DEL TERRENO che si possono schematicamente raggruppare in Proprietà CHIMICHE, BIOLOGICHE e FISICHE.

⁴ ETTARO: unità di superficie agraria pari a 10.000 mq.

⁵ SAPROFITI e PARASSITI: i funghi saprofiti si nutrono di sostanze organiche morte; quelli parassiti attaccano organi vegetali viventi di cui si nutrono.

PROPRIETA' CHIMICHE DEL TERRENO.

- 1. SOLUZIONE CIRCOLANTE:** la fase liquida del terreno di cui si è sopra accennato con il termine acqua è in realtà una soluzione d'ultraelevatissima di sali, detta soluzione circolante perché caratterizzata da estrema variabilità e mobilità; essa è il mezzo dal quale le piante traggono le sostanze nutritive e l'acqua necessarie al loro metabolismo. Le sostanze disciolte provengono dalle particelle solide del terreno, minerali e organiche, dai concimi somministrati dall'uomo, dai sali portati dalle acque di irrigazione o di pioggia. I sali minerali presenti nella soluzione circolante generalmente si trovano dissociati in ioni.⁶
- 2. POTERE ASSORBENTE:** il terreno ha la proprietà di sottrarre e trattenere dalle soluzioni o sospensioni poste a suo contatto componenti di natura diversa: Tale caratteristica è detta potere assorbente del terreno. Dal punto di vista agrario l'aspetto più importante è certamente il potere d'assorbimento cationico, detto anche potere di scambio, dovuto ai colloidi elettronegativi del suolo (argilla e humus), che fissano gli ioni carichi positivamente (cationi) della soluzione circolante. L'importanza pratica del potere assorbente è evidente e grandissima: elementi nutritivi apportati con i concimi che altrimenti potrebbero andare dispersi per dilavamento sono tenuti immagazzinati al sicuro pur mantenendosi disponibili per le piante.
- 3. REAZIONE:** la reazione del terreno o pH è un carattere di notevolissima importanza per le piante sia per gli effetti diretti che per quelli indiretti che esso determina. Un pH troppo elevato o troppo basso può essere improprio per la vita o le funzioni dell'apparato radicale. Ma soprattutto importanti sono gli effetti indiretti dell'acidità o dell'alcalinità: di molti fondamentali elementi nutritivi (Fe, Mn, Cu, P, ecc.) varia grandemente l'assimilabilità col variare del pH; in certi casi essi diventano totalmente inutilizzabili. Gli organismi del terreno hanno un'attività che è fortemente influenzata dal pH: per esempio in terreni acidi i batteri vivono ed agiscono stentatamente, mentre i funghi prosperano; pertanto è chiaro come tutte le attività biologiche che hanno sede nel terreno risentiranno della sua reazione. In genere i terreni acidi e sub-acidi si trovano nelle zone a clima piovoso dove il dilavamento dei sali solubili è intenso. Viceversa, i terreni alcalini sono frequenti nelle regioni aride dove il dilavamento è scarso o nullo e dove, invece, l'intensa evaporazione superficiale provoca movimenti di risalita di acqua e di sali solubili dagli strati profondi. Tra le varie specie coltivate il pisello, la segale, il lupino, la patata prosperano in terreni sub-acidi; la barbabietola, l'orzo, i cavoli preferiscono invece terreni leggermente alcalini.

PROPRIETA' BIOLOGICHE DEL TERRENO.

Le attività biologiche di importanza preminente dal punto di vista agrario che hanno luogo nel terreno agrario sono le seguenti:

UMIFICAZIONE	MINERALIZZAZIONE	DENITRIFICAZIONE	FISSAZIONE DELL' AZOTO ATMOSFERICO
Le materie organiche che sotto forma di residui vegetali, di spoglie animali, i concime organico o altro, vanno ad arricchire il terreno, sono subito aggredite dai vari tipi di organismi terricoli; dopo un certo tempo la sost. organica è diminuita di peso e trasformata profondamente. Alla fine di questo processo di umificazione si ha una massa colloidale, amorfa, nerastra chiamata humus.	La sost. organica umificata va incontro ad un ulteriore processo di degradazione che la trasforma in composti estremamente semplici: acqua, anidride carbonica, ammoniaca e altri sali minerali. La mineralizzazione può essere considerata secondo 2 tappe successive: <u>AMMONIZZAZIONE:</u> è la formazione di azoto ammoniacale ad opera microbica nel processo di mineralizzazione dell'humus; <u>NITRIFICAZIONE:</u> l'ammoniaca ad opera di particolari batteri nitrificanti, viene ossidata in acido nitroso prima e nitrico poi. Questa reazione è molto importante in quanto le piante preferiscono assorbire azoto nitrico invece di quello in forma ammoniacale.	E' un processo biochimico molto nocivo per l'economia dell'azoto del terreno, consistente nel passaggio dell'azoto nitrico ad azoto elementare o ad ossidi di azoto gassosi che, quindi, si disperdono nell'atmosfera. Questo processo assume una intensità notevole nei terreni poco arieggiati, asfittici, contenenti acqua in eccesso.	Nel terreno esistono microbi detti azoto-fissatori capaci di assimilare l'azoto gassoso dell'atmosfera. Un gruppo di tali microbi vive liberamente nel terreno (AZOTOFISSATORI NON SIMBIOTICI) e la sua importanza pratica è limitata; un altro gruppo, ben più interessante, vive sulle radici di particolari piante, soprattutto della famiglia Leguminose, in simbiosi con esse (AZOTOFISSATORI SIMBIOTICI: Rizobium, Azospirillum) Tali microrganismi combinano l'azoto dell'atmosfera circolante nel terreno con gli idrati di carbonio (zuccheri) elaborati dalla pianta ospite; questa poi utilizza la sostanza azotata dei loro corpi. Il terreno attraverso i residui delle leguminose si arricchisce così di azoto.

⁶ Cationi metallici come: NH₄⁺, K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Al⁺⁺⁺ ecc.; Anioni: nitrati (NO₃⁻), fosfati (PO₄⁻⁻⁻), SOLFATI (SO₄⁻), ecc.