

4

Erosione e degradazione dei suoli

Copyright © Esselibri S.p.A.

4.1 Definizione di suolo e pedogenesi

Il concetto e la definizione di suolo è molteplice nella lingua italiana. Tale termine viene spesso inteso come superficie del terreno su cui si cammina, oppure come terra, paese, territorio.

Nelle discipline tecnico-scientifiche, al termine suolo sono di frequente attribuiti significati abbastanza diversi, in relazione all'approccio ingegneristico, geologico, agronomico e così via.

Secondo la chimica del suolo, il terreno o suolo è una formazione naturale di superficie, di spessore variabile, derivante dalla disaggregazione fisica, dalla decomposizione chimica e biologica del substrato pedogenetico e dei residui animali o vegetali che formano la lettiera.

Il processo attraverso cui le rocce e i residui vegetali vengono gradualmente trasformati in terreno, si definisce "pedogenizzazione" o "pedogenesi"¹.

In pedologia, scienza del suolo per eccellenza, il terreno è definito come un corpo naturale tridimensionale attraverso il quale avviene uno scambio continuo di materia ed energia regolato, riflettendo o trattenendo flussi e sostanze; da un punto di vista tecnico-ingegneristico, il suolo è sempre costituito da terre, mentre è noto scientificamente che esso è composto dalla degradazione e dal disfacimento delle rocce ad opera dei fattori pedogenetici. Il suolo è un corpo naturale vivente, risultato di lunghi e complessi processi evolutivi determinati dall'agire dei fattori della pedogenesi (clima, roccia madre, morfologia, vegetazione e forme biotiche, tempo), che conducono ad una condizione di equilibrio dinamico soggetta all'interazione e all'influenza dell'ambiente e dell'uomo.

Secondo la definizione proposta dalla Soil Conservation Society of America (1986) il suolo è *"un corpo naturale costituito da particelle minerali ed organiche che si forma dall'alterazione fisica e chimico-fisica della roccia e dalla trasformazione biologica e biochimica dei residui organici"*. Capace di sostenere la vita delle piante, è caratterizzato da una atmosfera interna, da una flora e da una fauna peculiari e da una particolare economia dell'acqua; si suddivide in orizzonti aventi caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche proprie e rappresenta il mezzo di interazione dinamica tra atmosfera, litosfera, idrosfera e biosfera, la cosiddetta pedosfera. Il suolo costituisce una risorsa in larga misura non rinnovabile, sottoposta a crescenti pressioni, che nello svolgere le sue fondamentali funzioni

¹ Per "pedogenesi" si intende il ciclo di formazione e di trasformazione del suolo che ha inizio con l'alterazione della roccia madre causata da diversi agenti e che giunge alla formazione di composti minerali solubili.

FASI IN CUI SI ESPLICA LA PEDOGENESI

1. **Disgregazione fisico-meccanica della roccia** – nella prima fase di degradazione della roccia madre prevalgono le azioni disgregative di natura fisico-meccanica, il cui risultato principale è la riduzione delle dimensioni del substrato attaccato, fino alla formazione di materiale detritico, ciottoli, ghiaia
2. **Decomposizione chimica e biochimica** – in una fase successiva alla formazione dei detriti prendono il sopravvento le azioni di natura chimica e biologica, che portano ad un'ulteriore disgregazione del materiale detritico, ma soprattutto alla sua decomposizione
3. **Lisciviazione** – una parte dei composti minerali solubili percola in profondità e non è quindi più disponibile per l'assorbimento radicale: quando questa azione diventa prevalente il suolo può subire un'evoluzione in senso regressivo
4. **Erosione superficiale** – consiste nell'asportazione di parte dello strato superficiale del terreno, con il conseguente depauperamento di sostanze organiche e composti nutritivi dei quali i primi cm. di suolo sono particolarmente ricchi; i suoli più soggetti all'erosione sono soprattutto quelli che presentano scarsa coesione e una certa pendenza. I più importanti agenti erosivi sono il vento e l'acqua corrente; quest'ultima esplica il suo potere erosivo nei terreni inclinati
5. **Assorbimento radicale e microbico** – è la prima tappa del complesso ciclo di trasformazioni che avvengono in un terreno neutro. I composti minerali solubili, che costituiscono gli elementi nutritivi essenziali (oltre ad acqua e biossido di carbonio) per gli organismi autotrofi, vengono da questi assorbiti attraverso le radici (piante) o, direttamente, attraverso la membrana cellulare (microrganismi: batteri e funghi - sostanze organiche - humus e/o direttamente composti minerali)
6. **Decomposizione dei residui organici** – viene operata dai microrganismi decompositori, che svolgono una funzione ecologica attaccando i residui vegetali e le spoglie degli animali morti
7. **Humificazione** – è il processo di formazione dell'humus, complesso di sostanze organiche in via di lenta e continua mineralizzazione, la cui presenza nel terreno assicura un regolare rifornimento di sostanze nutritive alla pianta. Oltre a questa fondamentale funzione di 'serbatoio' l'humus, grazie alle sue proprietà colloidali, contribuisce a mantenere stabile la struttura del suolo ed esercita un notevole 'potere tampone' sulla sua reazione
8. **Mineralizzazione della sostanza organica** – è il processo di trasformazione delle sostanze organiche in composti minerali solubili, operato da molti microrganismi che vivono nel suolo; può seguire due vie:
 - mineralizzazione diretta - consiste in una rapida trasformazione dei residui vegetali e delle spoglie di animali in composti minerali solubili; prevale nei terreni dei climi caldi, dove si verifica un'ossidazione veloce della sostanza organica
 - mineralizzazione indiretta – avviene a carico della sostanza organica humificata, la quale è a sua volta trasformata nei composti minerali solubili; prevale nei terreni dei climi temperati, temperato-freddi e umidi

consente di mantenere la produttività agricola, la protezione delle risorse idriche e l'equilibrio degli ecosistemi naturali: deve pertanto essere protetto come è riconosciuto sia dall'Unione Europea sia a livello mondiale. Il limite superiore del suolo è il limite tra esso e l'aria, mentre quello inferiore è difficile da definire e dipende da come passa verso il basso in roccia compatta. Per scopi classificatori si assume la profondità di due metri come limite inferiore del suolo.

Cinque sono i fattori della pedogenesi universalmente riconosciuti:

1. Clima
2. Organismi
3. Morfologia
4. Roccia
5. Tempo

Si ritiene che questi siano sufficienti a descrivere lo stato del sistema suolo in tutti gli ambiti terrestri, anche se localmente possono essere presenti altri fattori. La più nota e diffusa equazione che esprime le relazioni tra di essi è nota come “Equazione di Jenny”, chiamata anche “*clorpt equation*” dallo stesso autore.

Equazione fondamentale di *Jenny* (1941):

$$s = f (cl, o, r, p, t, \dots)$$

dove:

cl = clima

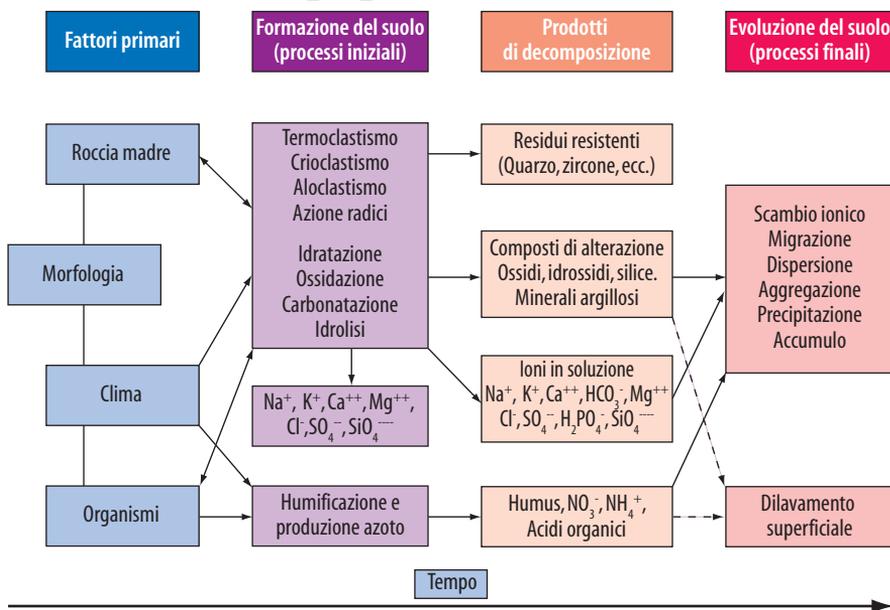
o = entità biologiche

r = forme del rilievo

p = parent material (matrice litologica)

t = tempo

SCHEMA RIASSUNTIVO DEI PROCESSI DI FORMAZIONE ED EVOLUZIONE DEL SUOLO (modificato da Yaalon, 1971)



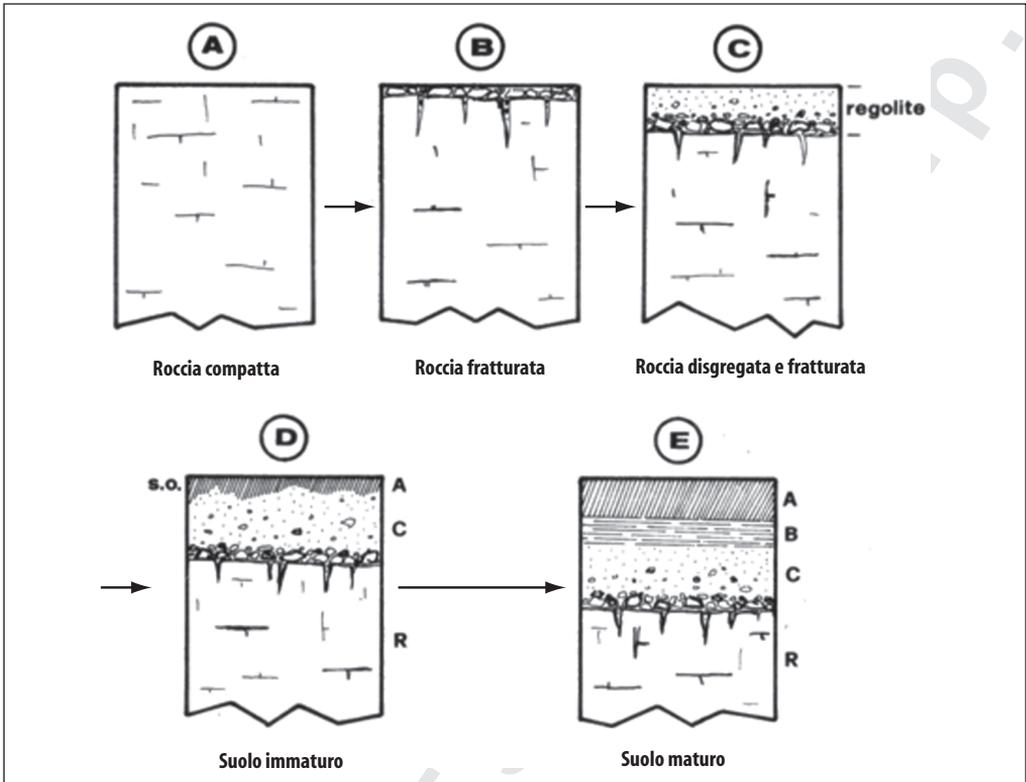


Fig 4.1 Schema di formazione ed evoluzione climax del suolo.



Fig 4.2 Profilo di un suolo su calcari lacustri: è possibile riconoscere i limiti tra i principali orizzonti pedogenetici (rhodic luvisols).

Foto Istituto per lo Studio e la Difesa del Suolo, ISDS-CRA, Firenze.



Fig. 4.3 Profilo di un suolo (podzol crioturbato): è possibile riconoscere i limiti tra i principali orizzonti pedogenetici (Friuli Venezia Giulia). Fonte STA studio Dr. Castellani Federico.

ORIZZONTI PEDOGENETICI

- O** Lo strato più superficiale prende il nome di "orizzonte superiore", comunemente indicato con la lettera **O**, è caratterizzato dalla sostanza organica indecomposta.
- A₀** L'orizzonte immediatamente sottostante composto da sostanza organica in via di decomposizione prende il nome di "orizzonte umico" ed è indicato con **A₀**.
- A** L'orizzonte **A** è costituito sia da sostanza organica decomposta, che da sostanze minerali derivanti dalla alterazione della roccia sottostante a causa dei processi di eluviazione, viene indicato anche come "orizzonte eluviale".
- E** Orizzonte impoverito dei composti chimici solubili e di quelli allontanabili in sospensione, principalmente argille; prende il nome di orizzonte **E**.
- B** L'orizzonte **B** è rappresentato da uno strato fortemente alterato ove, a causa di processi di illuviazione, si sono concentrati alcuni elementi e composti provenienti dall'orizzonte **A**. Viene indicato anche con il nome di "orizzonte illuviale".
- C** L'orizzonte **C** è costituito da roccia alterata di transizione verso il substrato inalterato.
- R** L'orizzonte **R** rappresenta la roccia sottostante inalterata comunemente indicata come roccia madre.

Gli **orizzonti** rappresentano degli strati di spessore variabile, con andamento circa parallelo alla superficie del suolo, che presentano caratteristiche omogenee per quanto riguarda particolari proprietà come colore, tessitura, struttura, pH, carbonati, acidità del suolo, ecc.

La sequenza degli orizzonti, osservata lungo una sezione verticale di suolo, prende il nome di **profilo**. La presenza o l'assenza di orizzonti, così come il manifestarsi di particolari loro sequenze o di specifiche situazioni, viene utilizzata come chiave di lettura nella **classificazione dei suoli**², per cui si parla di orizzonti diagnostici.

² Ogni metodo di catalogazione prevede un certo numero di classi principali di suoli, che vengono a loro volta suddivise in più sottoclassi.

I sistemi più usati a livello internazionale sono la *Soil Taxonomy Usda*, classificazione statunitense del *Soil Survey Staff*, e il sistema FAO-UNESCO, sviluppato dalla *Food and Agriculture Organization* delle Nazioni Unite. Entrambi studiano il profilo dei suoli partendo dagli 'orizzonti diagnostici' che si susseguono lungo il profilo. La classificazione della FAO è stata rimpiazzata dal sistema di classificazione WRB (*World Reference Base for soil resources*, ossia "base di riferimento mondiale per le risorse pedologiche"), nato dall'esigenza di avere un riferimento univoco a livello internazionale, tale da permettere una migliore correlazione fra i sistemi nazionali. Nel 1998 il sistema di classificazione WRB è stato adottato dall'International Union of Soil Sciences (IUSS) e rappresenta lo standard per la nomenclatura pedologica.

4.2 La degradazione del suolo

Il concetto di qualità del suolo viene comunemente inteso secondo due valenze: una agricola, sviluppata principalmente dalla scuola americana; l'altra ambientale, di grande rilevanza in Europa.

Tralasciando in questa sede gli aspetti connessi a quelle che sono le funzioni agronomiche sensu strictu ed ecologiche del suolo intimamente connesse alla produttività, la genesi e la tassonomia, ci riferiremo al concetto di suolo considerato per le sue qualità ambientali ed ingegneristiche in relazione alle problematiche erosive e di dissesto.

Ogni suolo può essere soggetto a diverse forme di degradazione:

- per modificazione puntuale o diffusa delle caratteristiche chimiche (degradazione chimica), dovuta ad apporto antropico di sostanze tossiche, oppure a fenomeni fisici di salinizzazione
- per modificazione della componente organica (degradazione biologica), intesa sia come diminuzione del contenuto di sostanza organica che come diminuzione della biodiversità colonizzatrice
- per modificazione della struttura (degradazione fisica), con conseguenti fenomeni di erosione, impermeabilizzazione e compattazione, sovente causa di inondazioni e smottamenti.

I fenomeni di degrado dal suolo molto spesso rappresentano il primo passo verso la successiva evoluzione in forme di degradazione più ampie e profonde: dai dati diffusi dall'Atlante Nazionale della Desertificazione, prodotto dall'Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo (ISSDS) del Centro per le Ricerche in Agricoltura (2002-2004), risulta infatti che almeno il 21.3% della copertura pedologica nazionale soffre di uno o più processi di degradazione del suolo (41.1% del centro e sud Italia).

L'erosione idrica del suolo è il processo più diffuso; frane e alluvioni, diminuzione della sostanza organica, perdita di biodiversità sono processi in buona parte legati all'erosione idrica.

L'inaridimento del suolo dovrebbe essere considerato come una minaccia specifica, anche perchè potrebbe crescere notevolmente a seguito dei cambiamenti climatici e di uso del suolo.

Secondo il programma Corine le aree a rischio elevato di erosione potenziale per i paesi europei del Mediterraneo variano tra l'1% e il 43%, potendo raggiungere anche il 68% in Portogallo e superare il 70% in Turchia.

Le perdite di suolo variano mediamente da 15 a 250 t/ha per anno (Giordano, 1994). L'area interessata in Italia da elevato rischio potenziale di erosione sarebbe all'incirca pari al 27% e quella interessata da rischio attuale pa-