

CONOSCERE INSIEME IL SUOLO

UN'INTRODUZIONE AL
MONDO DEL SUOLO:
TRA INQUINAMENTO,
PRATICHE DI COMUNITÀ
E SCIENZA APERTA







INDICE

Introduzione ai manuale	4
Parte prima: identikit del suolo	6
• Che cos'è il suolo?	6
• Come si forma?	13
• Chi lo abita?	15
Parte seconda: il suolo e i cicli biogeochimici	18
• I cicli biogeochimici	18
• Una nuova epoca geologica: l'Antropocene	20
Parte terza: azioni antropiche con effetti negativi sul suolo	21
• Gli effetti diretti	22
• Gli effetti indiretti	31
Parte quarta: scienza aperta e pratiche di comunità per conoscere e difendere il suolo	34

INTRODUZIONE AL MANUALE

Ciao! State per iniziare la lettura del manuale sul "suolo" di A Sud.

A Sud è un'organizzazione ecologista indipendente, radicale, orizzontale, femminista, da vent'anni impegnata per la giustizia ambientale e climatica. Indaga le cause delle crisi ambientali, denuncia i responsabili, difende i diritti umani, costruisce strumenti per le comunità locali, forma e informa.

Giustizia climatica, educazione ecologista, economia circolare e riconversione energetica: sono i temi comunicati e condivisi con l'obiettivo di ripensare gli attuali modelli produttivi e promuovere piccoli e grandi cambiamenti nell'economia, la società e l'ambiente.

In questo manuale troverete alcune informazioni per comprendere meglio il suolo, una delle tre matrici ambientali (insieme ad aria ed acqua) che compongono il nostro ambiente, e che possono essere monitorate per comprendere il suo stato di salute.

Il suolo è un importantissimo strato che avvolge la superficie terrestre. Ricco di biodiversità batterica, fungina e animale, è fondamentale per lo sviluppo delle piante e in questo modo sostiene tutta la vita sul pianeta! È composto da sostanze organiche e inorganiche, e la sua formazione e rigenerazione necessita di lunghi tempi.

Urbanizzazione, agricoltura estensiva, allevamenti intensivi, deforestazione e attività industriali stanno diminuendo la superficie di suolo sano, cementificandolo, inquinandolo e depauperandolo di sostanze nutritive e di biodiversità.

La lettura di questo manuale vi permetterà di capire l'importanza e la bellezza del suolo, mettendovi in grado, con le esperienze pratiche descritte, di conoscere da vicino caratteristiche e stato di salute del suolo dei vostri territori. Per comprendere quanto dipendiamo da esso e cosa possiamo fare per proteggerlo e mantenerlo vivo!

NOTA SUL LINGUAGGIO

Abbiamo scelto di adottare un linguaggio inclusivo che mette la persona al centro della comunicazione, ed evita di stereotiparla e discriminarla.

Quando non ci siamo riusciti abbiamo deciso di usare lo schwa al singolare (ə) e al plurale (3).

Il linguaggio è la forma di espressione con cui ci relazioniamo con le altre persone e il linguaggio inclusivo contribuisce a una cultura rispettosa di tutte le diversità.

PARTE PRIMA

Identikit del suolo

1. CHE COS'È IL SUOLO?

Il suolo è lo strato più superficiale della crosta terrestre, avvolge tutte le terre emerse del pianeta, ed è stato definito "la pelle del pianeta Terra". Proprio come la pelle che avvolge i nostri corpi, si tratta di superficie porosa con la capacità di mettere in comunicazione il sopra con il suo interno.

Pensiamo a suoli che possono trovarsi anche a pochi chilometri di distanza, ma manifestare una elevata diversità. La terra di un parco giochi, marroncina e un po' polverosa; la terra della campagna più rossiccia, umida e a zolle oppure la sabbia del mare, granulare e color oro.

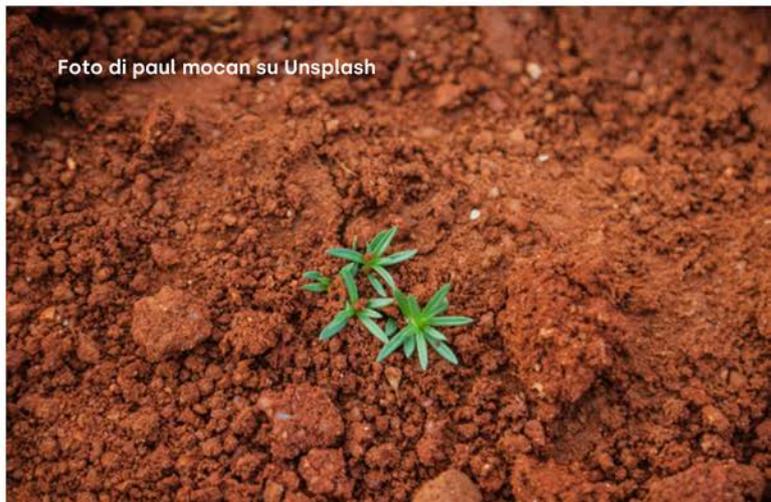
Questa diversità di suoli dipende da vari fattori (fisici, chimici e biologici) che raccontano la storia geologica del luogo e determineranno la composizione e la struttura tipica di quel suolo.

Nonostante le apparenze possano mostrarlo ai nostri occhi fermo e statico, il suolo è al contrario soggetto a eventi di costante trasformazione, si tratta un elemento naturale altamente dinamico.

Immaginiamo l'effetto che produce il vento sopra una spiaggia di sabbia oppure pensiamo al lavoro di scavo per opera di lombrichi che creano gallerie o alle radici degli alberi che crescendo si aprono nuovi spazi nel suolo per raggiungere l'acqua più in profondità.

Il suolo risulta anche estremamente vivo! Il suolo offre habitat a un'ampia diversità di organismi viventi (batteri, funghi, animali, piante). Si tratta di una risorsa imprescindibile per le forme di vita che vivono al suo interno e per quelle che vivono al di sopra.

Foto di paul mocan su Unsplash



Anche noi esseri umani siamo in una relazione di interdipendenza con il suolo, quindi è bene specificare che da questo strato di crosta terrestre dipende la nostra stessa esistenza.

Proprio per questo motivo è importante iniziare conoscendo da cosa è composto il suolo, quali sono le sue caratteristiche, la sua storia e inoltre diventa fondamentale sapere anche come i nostri comportamenti e le attività umane possono modificarlo.

Nella parte dedicata agli effetti sul suolo dovuti ad azioni antropiche, avremo modo di vedere come alcune attività, in particolare l'agricoltura, l'allevamento e l'edilizia, possono accelerare la trasformazione del suolo, spesso con risultati indesiderati per la sua salute.

COMPOSIZIONE DEL SUOLO

Il suolo è costituito da 3 componenti: gassosa (aria), liquida (acqua) e solida. Quest'ultima parte è suddivisa in sostanze organiche e sostanze inorganiche. Le sostanze organiche comprendono gli organismi vivi che vivono all'interno del suolo, le radici delle piante e tutta quella materia organica non più vivente ma in uno stato di decomposizione o già degradata, mentre per sostanze inorganiche si intende la parte minerale del suolo.

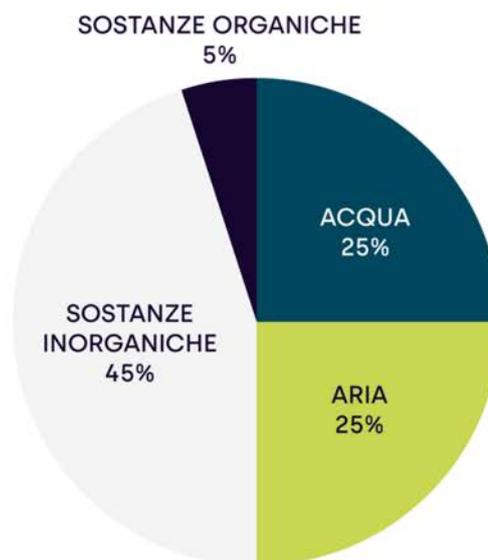
Nel grafico a lato sono indicate le rispettive percentuali delle diverse componenti.

ESERCIZIO DI FANTASIA: Immaginare il mondo senza suolo

Abbiamo visto brevemente che cos'è il suolo e da cosa è composto. Prima di vedere come si è formato e il suo utilizzo per le attività umane, riesci ad immaginare cosa succederebbe se non esistesse?

Suggerimenti di risposta:

- Non potremmo coltivare nulla e quindi non potremmo mangiare
- Dovremmo vivere su uno strato di rocce come sulla luna, un paesaggio completamente roccioso dove non ci sarebbe la vita.
- Non ci sarebbero alberi



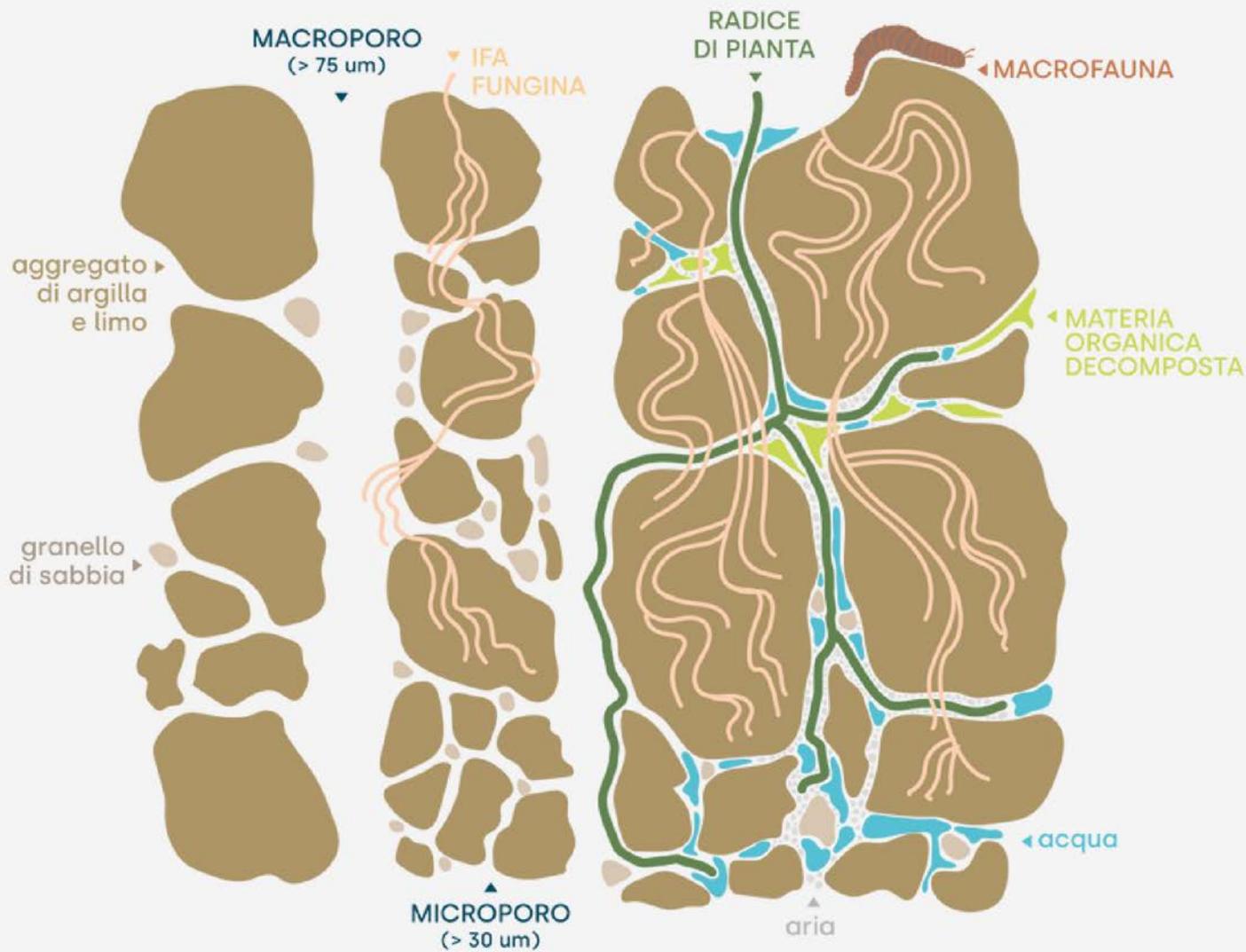


Illustrazione di sezione del suolo come matrice minerale e organica porosa e biologicamente attiva.



Il suolo può essere considerato come la nostra pelle attraversata da pori ovvero canali che mettono in comunicazione un ambiente esterno con un'altro interno (osservare l'immagine precedente).

Associare il suolo ad una spugna (proprio quella che utilizziamo per lavare le stoviglie oppure quella che usiamo per lavarci) potrebbe facilitarci ancora di più nella comprensione della struttura del suolo.



PICCOLO ESPERIMENTO: **il suolo come una spugna!**

Per mostrare il meccanismo di filtrazione dell'acqua all'interno del suolo, prendi una spugna, collocala su un recipiente e versa sopra una piccola quantità d'acqua. Osserva l'acqua scendere piano piano!

STRATI DEL SUOLO

Qui a lato sono rappresentati gli strati (o orizzonti) del suolo, dall'alto al basso e descrivono quello che viene chiamato "profilo del suolo". In questo disegno sono individuati 5 strati del suolo

Partendo dalla superficie il primo strato si chiama lettiera: è formato da materiale organico a vari stadi di decomposizione come foglie, rami, rametti, frutti, carcasse. Questo orizzonte, tipico delle zone boschive, contiene poche sostanze minerali.

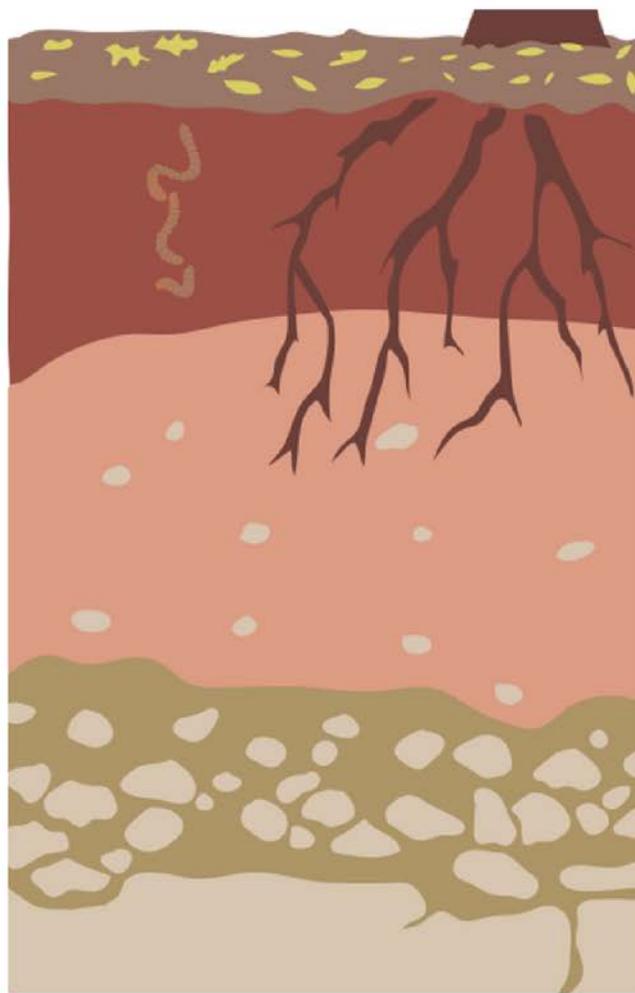
Il secondo strato è l'humus, formato da materiale organico ben degradato mescolato alle particelle minerali (sabbia, limo e argilla). E' l'orizzonte del suolo che determina la fertilità di un suolo e di solito è di colore marrone scuro, quasi nero.

Scendendo ancora, troviamo lo strato minerale, composto dai 3 principali componenti del suolo: sabbia, limo e argilla. All'interno di questo strato troviamo anche frammenti di roccia madre, elementi che caratterizzano il 4 strato.

Infine, si trova l'ultimo strato, la roccia madre, costituito da una roccia dura e compatta, Può chiamarsi anche materiale parentale. Si trova alla base del suolo.

Gli strati più superficiali risentono maggiormente dell'azione dei fattori di formazione del suolo (1.2) come dell'azione del clima e degli organismi.

Inoltre in base alla fascia climatica o alla topografia possiamo trovare profili di suolo con orizzonti molto diversi, ad esempio nelle zone con clima desertico la lettiera è inesistente.



Gli Strati del suolo

CARATTERISTICHE DEL SUOLO

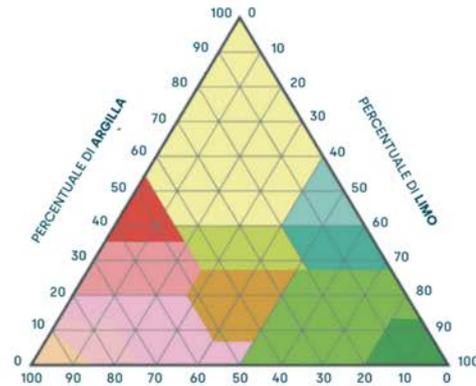
La tessitura del suolo è la caratteristica fisica che descrive la composizione in percentuale di sabbia, limo o argilla contenuta in esso.

Se immaginiamo il suolo come una maglia, queste diverse particelle sono di diversi tipi di filato. Ogni suolo non è formato mai unicamente da un filato, ma presenta composizioni differenti proprio come una maglia (poliestere, cotone, lana, etc).

Quelle della sabbia sono le particelle con granulometria maggiore, questo comporta che i pori fra le particelle di sabbia sono i più ampi (come si può osservare nell'immagine a lato). Perciò, quando l'acqua gli passa attraverso non viene trattenuta negli spazi fra i detriti, colando rapidamente fino in profondità e trasportando con sé le sostanze nutritive (processo di lisciviazione) e impedendo l'assorbimento da parte delle piante.

L'argilla invece è la particella più piccola e per alcune delle caratteristiche fisiche e chimiche crea una struttura molto compatta all'interno della quale esistono solo piccoli e sottili spazi. Per questo motivo, quando su un terreno argilloso piove, l'acqua si blocca in questi piccoli buchi, scorrendo molto lentamente verso il basso e permettendo in questo modo alle piante di assorbire acqua e i nutrienti disciolti al suo interno.

Quando l'humus si unisce alle particelle di argilla forma delle strutture definite "colloidi"



- | | | |
|-----------------|--------------------------------|------------------------------|
| ■ Sabbia | ■ Terriccio limoso | ■ Terriccio limoso argilloso |
| ■ Sabbia limosa | ■ Limo | ■ Argilla |
| ■ Limo sabbioso | ■ Terriccio sabbioso argilloso | ■ Sabbia argilla |
| ■ Terra grassa | ■ Terriccio argilloso | ■ Argilla limosa |

Triangolo della tessitura del suolo



Tessitura del suolo e movimento dell'acqua

del suolo, e anche in questo tipo di suolo si verifica un'immagazzinamento dell'acqua.

Il limo presenta caratteristiche intermedie tra sabbia e argilla, ha una buona capacità idrica e di assorbimento dei nutrienti, ma scarsa permeabilità all'aria e all'acqua. A seguito di forti piogge, i terreni limosi tendono a frantumarsi formando, una volta seccati, una dura crosta. Per questo i terreni limosi sono poco favorevoli allo sviluppo di colture.

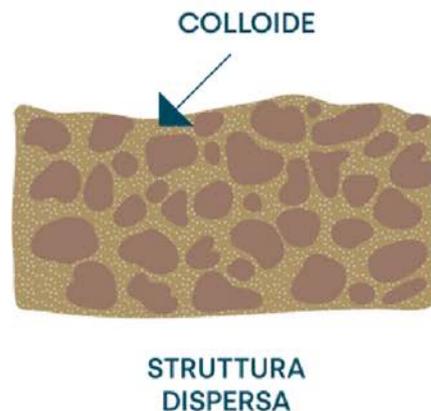
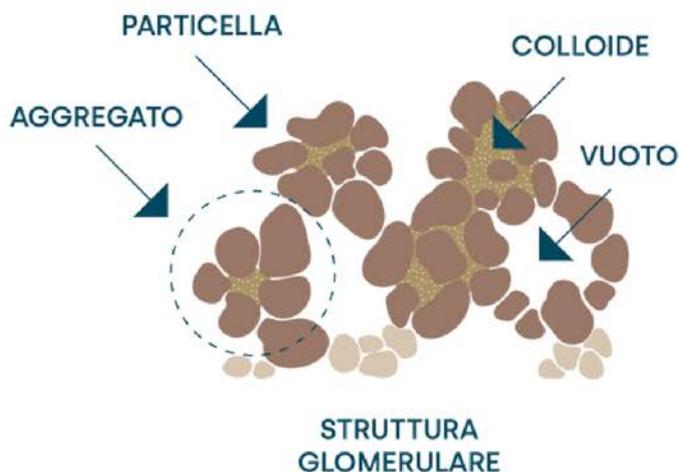
I pori nel suolo si possono distinguere in micropori, con un'ampiezza inferiore ai 30 micrometri, mesopori tra i 30-75 micrometri, e

macropori, con un ampiezza superiore ai 75 micrometri.

La porosità del suolo è indicata dal rapporto tra il volume generato dai pori e quello occupato dalla sua parte solida.

Invece il modo in cui le particelle di sabbia, limo e argilla si uniscono tra di loro, formando composti, chiamati aggregati, determina la struttura del suolo.

La struttura del suolo si definisce glomerulare se formata da aggregati con all'interno i colloidi e avente una forma grumosa; la struttura del terreno si chiama dispersa se i colloidi sono dispersi tra le singole particelle.



Tipologie di strutture del suolo con colloide

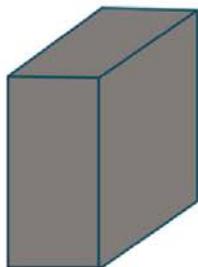
2. COME SI FORMA?

Il suolo è frutto dell'azione di processi che si sono susseguiti ed intrecciati per milioni di anni e con il termine pedogenesi si intende l'insieme di processi fisici, chimici e biologici che portano alla formazione del suolo.

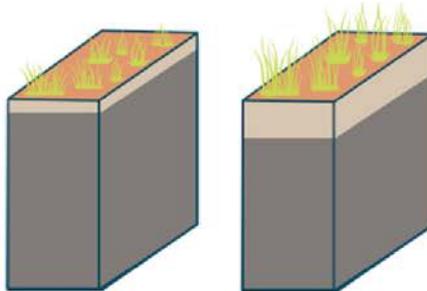
Per processi biologici si intendono, ad esempio, l'attività di decomposizione e di degradazione ad opera di organismi viventi, mentre con processi chimici e processi fisici si fa riferimento rispettivamente alle trasformazioni del suolo dovute a reazioni chimiche e alle modifiche relative alla struttura del suolo.

Adesso scopriremo i principali fattori che hanno formato e che tutt'oggi condizionano e influenzano la formazione del suolo:

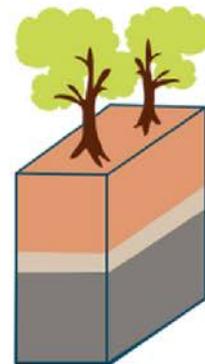
- il clima (temperatura, umidità, pioggia, radiazione solare, vento);
- gli organismi viventi (batteri, funghi, vegetali, animali);
- la roccia madre (detta anche materiale parentale);
- il rilievo (o geomorfologia).



ROCCIA MADRE



FASI DI ALTERAZIONE GEOLOGICA E PEDOLOGICA



SUOLO MATURO



Fattori implicati nella formazione del suolo

Anche il tempo è un fattore della pedogenesi: mediamente viene considerato necessario un tempo di 500 anni per produrre 2,5 centimetri di suolo (tempi lunghi se rapportati alla nostra vita media), ma teniamo in considerazione che esiste un' elevata variabilità, a seconda delle caratteristiche del territorio.



ESPERIMENTO: **lo studio diretto del suolo**

Prima di iniziare dalla teoria dello studio del suolo, consigliamo di iniziare subito la lezione con un esperimento. Questo servirà sia a fornire conoscenze dirette alle persone studenti, sia a fornire una base materiale alle persone docenti su cui articolare in maniera più approfondita la lezione sulle componenti biologiche, fisiche e chimiche del suolo.

L'esperimento potrà essere effettuato in classe ma consigliamo di farlo direttamente nel sito dove verranno prelevate le parti di suolo da utilizzare: questo garantirà da un lato che il suolo utilizzato ritorni direttamente nel luogo in cui è stato prelevato, dall'altro favorirà e stimolerà la curiosità delle persone studenti garantendo il collegamento mentale tra quello che studiano e il suolo in cui vivono.

Per far vedere le diverse trame e materiali che compongono lo strato di suolo in esame utilizzeremo uno strumento che permette di separarli: il divisorio degli strati, facilmente costruibile con materiale di riuso. In questo modo si potranno osservare diversi colori, dimensioni e trame che hanno origine dall'intersezione del suolo con acqua, clima o microrganismi. Inoltre, la sua composizione non è la stessa. Molti terreni hanno una percentuale maggiore di composti di sabbia, argilla, limo ecc. I costituenti nei vari strati di un profilo del suolo possono essere studiati

Materiale necessario alla costruzione del divisorio degli strati:

- 1 bottiglia di plastica (possibilmente recuperata)
- 1 coltello
- della terra



Procedimento:

1. Prendi una bottiglia di plastica trasparente e taglia la parte superiore a forma di imbuto.
2. Prendi la terra e introducila all'interno della bottiglia fino a riempirne circa la metà.
3. Versa dell'acqua sul campione fino a bagnare tutto il terreno.
4. Mescola energicamente con una bacchetta.
5. Lascia riposare il composto fino a quando non si deposita, si formeranno diversi strati di terreno che potrai osservare.

Consigli:

Per confrontare i diversi tipi di terreno, puoi prendere bottiglie diverse e prelevare campioni da luoghi diversi: parchi, vasi, quando vai in campo...

Esegui la stessa procedura indicata nei passaggi per tutti. Quindi puoi prendere appunti sui diversi tipi di terreno rispondendo ad alcune domande come queste:

Qual è il terreno con la tessitura più granulosa, qual è il più scuro e il più chiaro?

I terreni più granulari sono quelli con più vegetazione poiché questa consente il passaggio di acqua e aria. I più scuri sono quelli con più materia organica e i più chiari sono quelli con composti più sabbiosi o limosi. Coincide con i luoghi dove hai prelevato i campioni?

3. CHI LO ABITA?

La spiegazione sul suolo fin qui dovrebbe averci fatto capire come questo elemento naturale sia brulicante di vita!

È sorprendente sapere che questo elemento rappresenta uno dei bacini più ricchi di biodiversità, ovvero la varietà di specie di organismi viventi. Si stima¹ sia contenuto al suo interno un quarto della biodiversità di tutto il pianeta!

Un solo grammo di suolo può contenere un miliardo di batteri, dei quali solo il 3-5% è conosciuto dagli scienziati (Yunga - Soils Challenge Badge FAO, 2014). Questo dato ci racconta che in questa matrice ambientale ci sono specie ancora non identificate: effettivamente pensiamo al fatto che non è possibile immergersi al suo interno come possiamo fare nell'aria e nell'acqua, per questo risulta difficile raccogliere i dati.

Oltre ai batteri, la componente biologica prevalente nei terreni sono i protozoi (come le amebe), le alghe, e i funghi unicellulari.

La fauna del suolo viene classificata in base alla dimensione in: microfauna, che misura meno di 1 mm (protozoi come le amebe); mesofauna, la cui dimensione è tra i 0,5 e i 2 mm (come acari e e macrofauna o macroinvertebrati, che supera i 2 mm (come formiche, lombrichi, chioccioline e talpe).

¹ 25-30% di tutta la biodiversità biologica del pianeta sta sotto i nostri piedi in un sottile ma estesissimo strato di 30-70 cm. (Jeffrey S., Gardi C. - European Atlas of Soil Biodiversity EU Commission, 2010)



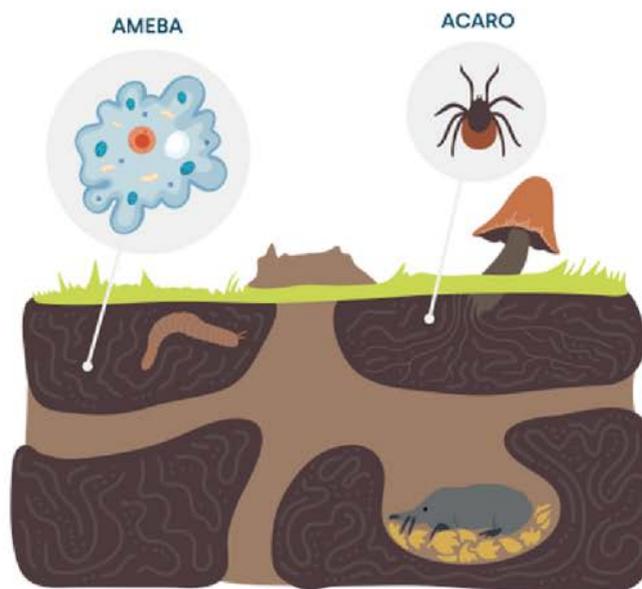
ESERCIZIO DI FANTASIA:

**immaginare un suolo
senza vita**

Cosa succederebbe se non ci fossero i batteri, i funghi e gli altri abitanti del suolo?

Possibili risposte:

- non ci sarebbe possibilità di far crescere le piante
- sarebbe impossibile la decomposizione e quindi il nutrimento del suolo



I lombrichi, molte specie di artropodi e un'enorme varietà di funghi e batteri svolgono l'importante funzione di decomposizione, ovvero trasformano sostanze organiche in sostanze inorganiche contribuendo alla formazione dello strato di humus.

E' anche interessante connettere la porosità di un suolo alla presenza di quegli animali che vivono o si rifugiano nel suolo e che proprio con il loro movimento rimescolano le sue particelle. Ci stiamo riferendo quindi ad animali scavatori come i lombrichi, le talpe, i conigli, e anche molti insetti. Inoltre l'attività di scavo da parte dei lombrichi comporta la regolazione del flusso dell'aria e dell'acqua nel suolo.

Passando a giocare con numeri che possono sorprenderci scopriamo che un ettaro (ovvero 10.000 m²) di suolo non cementificato e non degradato, come ad esempio una prateria, può contenere fino a 1000 kg di lombrichi, 2700 kg di funghi, 1700 kg di batteri, 1000 kg di artropodi.

Citiamo anche il ruolo di quei funghi capaci di stabilire strettissime interazioni con le radici delle piante (che possono estendersi in maniera capillare anche per chilometri), i quali facilitano la nutrizione delle piante. Precisamente, queste formazioni simbiotiche tra la parte sotterranea del fungo (le ife fungine), e gli apparati radicali delle piante, prendono il nome di micorrize.

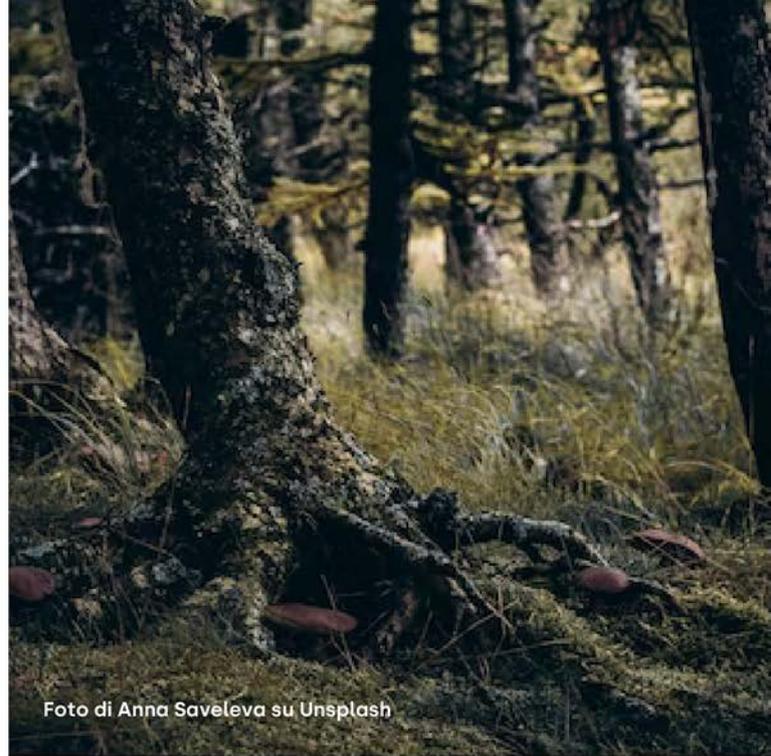


Foto di Anna Saveleva su Unsplash

Importante poi evidenziare il ruolo termoregolatore del suolo, che permette al terreno di non cambiare velocemente la sua temperatura dando la possibilità di sopravvivere anche nei periodi invernali a diverse specie vegetali. Proprio come una coperta che riscalda, il suolo garantisce una temperatura tendenzialmente mite ai semi che in questo modo possono resistere al freddo. Tale funzione svolta dal suolo è un esempio chiaro che permette di comprendere la relazione di interdipendenza che esiste tra organismi viventi e la matrice ambientale suolo.

Nel suolo troviamo anche reperti paleontologici che ci testimoniano la storia evolutiva che ha portato all'attuale biodiversità.



APPROFONDIMENTO: i lombrichi fanno la Storia?

Sembra strano domandarsi se i lombrichi fanno la Storia. Spesso, crediamo infatti che solo le comunità umane hanno una propria storia separata da questi organismi, ma bisogna fermarsi a riflettere sul ruolo ecologico che questi organismi cilindrici di colore rosaceo svolgono nel suolo e domandarsi, ad esempio: "Come si intrecciano alla nostra esistenza ea quella di altre specie?".

Darwin studiò i lombrichi e comprese il loro fondamentale ruolo nella formazione dello strato fertile del suolo.

I lombrichi incorporano il materiale vegetale morto del terreno che verrà decomposto attraverso il processo digestivo. Le deiezioni del lombrico diventano una fonte notevole di elementi nutritivi per il terreno, ovvero il prezioso humus. Questo humus può contenere fino a 5 volte più azoto, 7 volte più fosforo e 11 volte più potassio della terra circostante.

Tale produzione raggiunge spesso numeri incredibili, infatti "1 milione di lombrichi, quantità media nel suolo, produce fino a 100 tonnellate di humus per ettaro ogni anno"².

² <https://www.pronatura.ch/it>



Questi alacri costruttori di gallerie, scavano instancabilmente il suolo e così provvedono all'aerazione, aumentano la capacità di assorbimento idrico e facilitano la crescita delle radici.

3 - Inoltre, nella produzione di frutta i lombrichi si sono rivelati efficaci antagonisti biologici di alcuni eventuali parassiti: infatti trascinando nel suolo e divorando il fogliame caduto degli alberi, eliminano gli organismi nocivi come le spore dell'ascomicete che causa la ticchiolatura del melo o gli insetti minatori delle foglie.

CURIOSITÀ!

Avete mai notato che dopo la pioggia è pieno di lombrichi? Questo succede proprio perché gli spazi di aria che ci sono nel suolo dopo la pioggia sono tutti occupati dall'acqua e questo determina la "risalita" di lombrichi e di molti altri organismi che altrimenti annegherebbero.

PARTE SECONDA

Il suolo e i cicli biogeochimici

In questa parte verrà fornito un quadro sul ruolo del suolo, evidenziando ulteriormente le connessioni che intercorrono tra i diversi compartimenti in cui è stato suddiviso il sistema Terra: litosfera, idrosfera, atmosfera e biosfera. Soltanto nella terza parte del manuale vedremo specificatamente quali azioni antropiche stanno mettendo a rischio gli equilibri dinamici dei cicli biogeochimici tanto da arrivare ad affermare l'inizio di una nuova era geologica. .



1. I CICLI BIOGEOCHIMICI

I cicli biogeochimici sono i processi di circolazione ciclica di elementi e composti chimici che passano continuamente dagli organismi viventi (biosfera) all'ambiente fisico (idrosfera, litosfera e atmosfera). Si tratta di processi in equilibrio dinamico, ovvero equilibri caratterizzati da due movimenti opposti che si compensano.

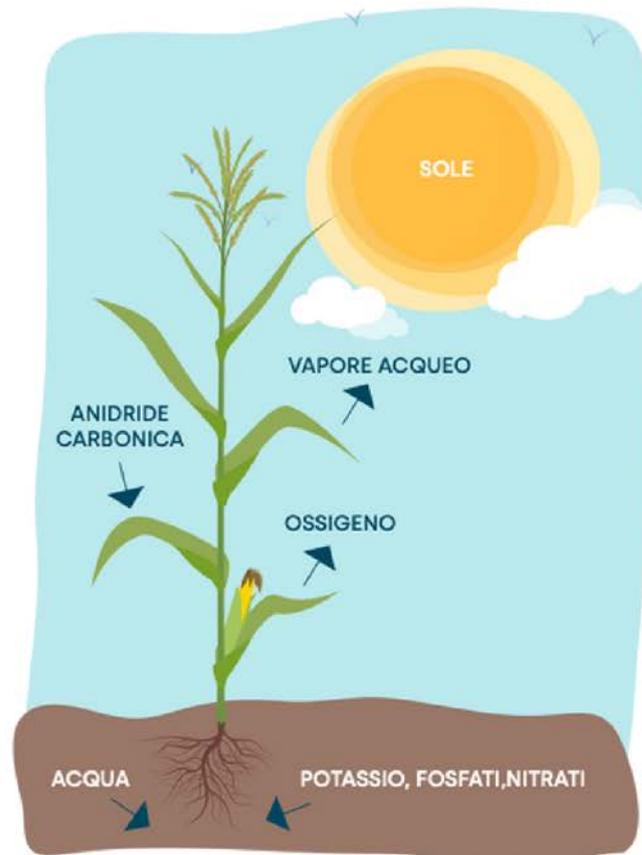
- Il suolo è direttamente coinvolto nella regolazione del ciclo dei nutrienti sulla Terra, attraverso i processi di decomposizione della materia organica in elementi più semplici inorganici resi nuovamente disponibili. Tra le sostanze nutrienti principali ci sono azoto (N), fosforo (P) e potassio (K).

I nutrienti si trovano nel suolo in 3 forme: possono essere solubili nell'acqua del suolo e quindi immediatamente disponibili per le piante; oppure possono trovarsi sotto forma di cationi o anioni legati a particelle di argilla e humus, che possono essere sia disponibili che di riserva e in ultimo ci sono nutrienti che si trovano bloccati dentro altri composti e non sono utilizzabili, anche se presenti.

Il ruolo del suolo all'interno del ciclo dell'acqua dipende dalle caratteristiche biologiche e fisico-chimiche del suolo, le quali determinano la capacità di assorbire e trattenere l'acqua.

Tali funzioni sono davvero importanti per diversi motivi. Il primo riguarda la vita delle piante: avendo quest'ultima bisogno di una disponibilità di acqua dolce regolare e costante, il suolo diventa per loro un grande serbatoio. Il secondo riguarda la capacità di riduzione del rischio di grandi inondazioni: la capacità di assorbimento del suolo impedisce infatti gravi episodi che si verificherebbero in sua mancanza. Il terzo riguarda infine la capacità di funzionare come un "impianto naturale di trattamento delle acque", riducendo la possibilità che inquinanti tossici raggiungano le falde acquifere, proteggendo conseguentemente le riserve di acqua potabile.

Spesso l'azione di riduzione delle emissioni di anidride carbonica proveniente da fabbriche e automobili viene associata solo agli alberi. Sebbene il ruolo di quest'ultimi sia fondamentale, non sono i soli con tali capacità.



Anche il suolo svolge infatti un ruolo fondamentale in questi processi: basti sapere che riesce ad incamerare una quantità di carbonio superiore alla quantità totale presente nell'atmosfera e nelle biomasse di superficie!

Dal momento che i tempi di entrata ed uscita del carbonio sono molto lunghi, in media di qualche migliaio di anni, ecco allora che il ruolo del suolo nel contrasto ai cambiamenti climatici diventa davvero importante ed essenziale.

2. UNA NUOVA EPOCA GEOLOGICA: L'ANTROPOCENE

Nel 2000 il premio Nobel Paul Crutzen, meteorologo e chimico olandese, durante una conferenza proclamò che l'epoca geologica dell'Olocene era finita e che una nuova era iniziata.

A questa nuova epoca diede il nome di Antropocene, termine composto da 2 parole greche: antropos, ovvero uomo, e kainos, che significa recente.

Il messaggio che si intendeva veicolare con questo termine era che ormai da almeno alcuni secoli³ gli esseri umani dovevano essere considerati una forza capace di influire sull'intero pianeta. Infatti, gli impatti delle azioni antropiche sono stati (e sono ancora) così tanto profondi da modificare in maniera importante i cicli biologici, fisici e chimici dell'intero pianeta.

Come detto all'inizio, l'Antropocene si configurerebbe come una vera e propria epoca geologica e questo significa che, attraverso l'analisi stratigrafica della Terra, è possibile rendersi conto dell'impatto antropico sul sistema.

Agricoltura intensiva, disboscamenti, cementificazione, diffusione di sostanze inquinanti sono alcuni degli argomenti che verranno trattati approfonditamente nella prossima sezione e si riflettono immediatamente nel suolo,

che per questo motivo è una perfetta cartina tornasole dei devastanti effetti della specie umana.

Prima di approfondire la storia di queste modifiche e dell'inquinamento del suolo è necessario però fare alcune precisazioni importanti riguardo il termine Antropocene. Il termine infatti rischia di generare alcune incomprensioni riguardo alle origini di questa nuova era geologica, ed in particolare sulle cause che l'hanno generata.

Se infatti è vero che è stata la specie umana ad essere responsabile della sua origine, va sottolineato come non tutti gli esseri umani hanno le stesse responsabilità.

Sicuramente alla base c'è stato un determinato modo di pensare l'ambiente e di usare le sue risorse, enfatizzato in Europa già nell'epoca coloniale nel XV e ancor di più con l'inizio del sistema di produzione capitalistico.



Foto di Renaldo Matamoro su Unsplash

³ Alcuni secoli possano sembrare un periodo di tempo molto lungo, ma è importante precisare che per il livello di trasformazioni subite dal pianeta non è così! Infatti, la storia della nostra specie è molto recente se la paragoniamo all'età della Terra: basti pensare che se condessimo tutti 4,5 miliardi di anni del nostro pianeta in un solo giorno, i primi esseri umani comparirebbero a meno di quattro secondi dalla mezzanotte.

PARTE TERZA

Azioni antropiche con effetti negativi sul suolo

Nelle parti precedenti abbiamo mostrato come il suolo sia un elemento naturale necessario alla sopravvivenza del pianeta Terra e tale conoscenza ora va accompagnata dalla consapevolezza della sua fragilità.

Ad esempio, è importante considerare che i processi responsabili della formazione del suolo durano migliaia di anni (la generazione di 10 cm di suolo sono necessari ben 2000 anni) e che i tempi della sua riproduzione non sono compatibili con i tempi di vita delle comunità umane che traggono da esso il suo sostentamento! Quindi, anche se non è possibile affermare che il suolo sia una risorsa non rinnovabile, è importante comprendere le motivazioni che hanno portato negli anni ad una drastica diminuzione della superficie fertile, un fenomeno che viene definito erosione del suolo.

Tale erosione ha raggiunto nell'età contemporanea livelli che rischiano di compromettere in maniera irreversibile gli equilibri del sistema Terra. Su scala planetaria, l'attività antropica ha infatti degradato il 52% dei terreni agricoli nel mondo⁴. I ritmi di questa erosione non stanno rallentando!

Prima di entrare nel vivo di quelli che sono gli effetti diretti sul suolo dovuti ad attività antropiche come ad esempio l'agricoltura intensiva, è importante ritornare sul concetto di erosione e specificare che i fenomeni di erosione del suolo non sono connessi necessariamente ad attività umane.

Tali processi possono essere di origine naturale come piogge abbondanti, venti forti, siccità: fattori che contribuiscono a rimuovere e redistribuire grandi quantità di suolo superficiale.

⁴ Save Soil, movimento globale di Conscious planet per "risvegliare l'attenzione dei cittadini sullo stato del suolo e sollecitare i governi ad agire"

Spesso questi eventi naturali hanno contribuito positivamente al benessere delle società umane. Un classico esempio di erosione è quello del cosiddetto "dono del Nilo": l'acqua trasportava un millimetro di limo fresco ricco di nutrienti dagli altipiani dell'Etiopia alla Valle del Nilo in Egitto alimentando l'agricoltura territoriale della piana del Nilo per oltre 5 mila anni.

Questo ci fa capire come spesso sia difficile distinguere tra le perdite dovute ad esempio da agenti atmosferici da quelle causate dall'essere umano. Ciononostante, l'impatto delle tecniche di produzione agricola, industriale e di consumo urbano sull'ecosistema del suolo sono evidenti e profonde così tanto da poter essere accuratamente analizzate e misurate.

Nelle prossime due sezioni andremo a riassumere quelli che sono gli effetti negativi diretti e quelli indiretti sul suolo generati dalle attività antropiche.

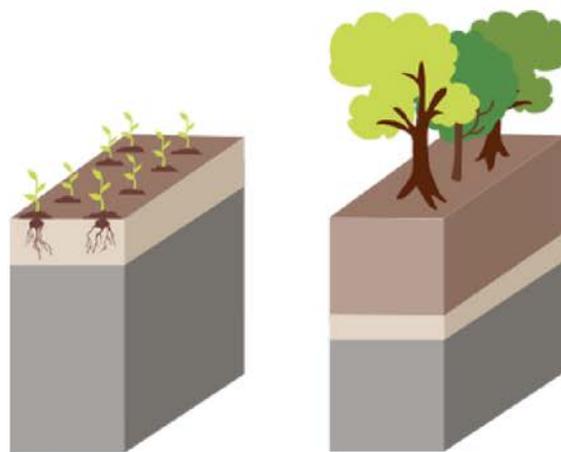
1. GLI EFFETTI DIRETTI

LE ATTIVITÀ ANTROPICHE E GLI EFFETTI DIRETTI SUL SUOLO

Per un buon suolo attivo è necessaria una equilibrata quantità di sostanza organica, che non deve essere né troppa né troppo poca. Senza sostanza organica il suolo diventa sterile, fino a rimanere privo completamente di sostanze nutrienti.

È quello che avviene con l'utilizzo di tecniche di agricoltura intensiva: la coltivazione di una grandissima densità di piante della stessa specie nella stessa area (le cosiddette monocolture intensive) e l'utilizzo frequente di fertilizzanti e fitosanitari impoveriscono e inquinano i terreni provocando danni, spesso permanenti, alla struttura e al funzionamento del suolo.

Qui sotto trovate un esempio schematico di diversità tra due tipologie di suoli. Si può notare che nel suolo ad uso agricolo il primo strato di lettiera è sparito.



CULTURA AGRARIA

BOSCO

Riprendendo la metafora del tessuto, possiamo immaginare i terreni ricchi di sostanza organica come maglioni di lana (presenza di argille) o di cotone (se invece prevalgono limi e sabbie), mentre i suoli antropogenici, poveri in sostanza organica, come maglie in microfibra.

Il tipo di maglia dipende dagli intrecci, che nel primo caso sono molto stratificati e creano un tessuto spesso e resistente, mentre nel secondo sono sottili e poco densi e per questo meno resistenti. Questo paragone è utile nel comprendere come i due suoli si comportano quando piove e si bagnano.

Nel primo caso, un po' come un maglione di lana, quando il suolo si inzuppa, assorbe molta acqua e impiega molto ad asciugarsi. Allo stesso modo, come un maglione di lana, è anche in grado di mitigare le variazioni di temperatura e proteggere la comunità vivente del suolo dagli sbalzi caldo-freddi.

Nel secondo caso un terreno antropogenico è come una maglia in tessuto sportivo che protegge poco dal calore ma permette una buona aerazione e quando si bagna si asciuga molto velocemente proprio perché queste fibre lasciano passare velocemente l'acqua al suo interno.

È necessario sottolineare che non tutte le tecniche agricole compromettono irrimediabilmente il suolo. I modi in cui le varie comunità umane in giro per il mondo hanno deciso di coltivare e far crescere le piante sono infatti molto differenti, e variano a seconda della cultura e della zona geografica.

L'agricoltura intensiva, nata nelle piantagioni in età coloniale nei regni europei e i nuovi metodi contemporanei che richiedono una grande quantità di prodotti fitosanitari e fertilizzanti sintetici, possono essere considerati i veri responsabili dei fenomeni sistematici e sempre più gravi di erosione del suolo: si stima infatti che un terzo del suolo terrestre è gravemente degradato da pratiche agricole intensive⁵.

I danni provocati dall'agricoltura intensiva non si fermano però alla sola riduzione della sostanza organica. Anche l'adozione di alcune tecnologie d'irrigazione possono avere conseguenze drammatiche provocando allagamenti e fenomeni di salinizzazione, che avvengono proprio quando l'acqua in eccesso risale dal sottosuolo portando in superficie i sali che si trovano naturalmente nei basamenti rocciosi, che sono però dannosi per la maggior parte delle piante. In Italia il fenomeno di salinizzazione causato dall'agricoltura, riguarda 4500 km² di suolo, circa l'1% del territorio nazionale, una porzione elevatissima⁶!

Infine, tra le tante responsabilità dell'agricoltura intensiva c'è sicuramente quella relativa ai fenomeni di compattazione: l'utilizzo di grandi macchinari che schiacciano con il loro peso il terreno, primi tra tutti i trattori, compromette la porosità del suolo (la quale dipende sia dalla composizione del suolo, che dall'azione di organismi che scavano gallerie, che dalla crescita delle radici).

⁵<https://www.theguardian.com/environment/2017/sep/12/third-of-earths-soil-acutely-degraded-due-to-agriculture-study>

⁶ <https://greenreport.it/news/clima/degrado-del-suolo-e-siccita-ripristinare-la-natura-e-il-test-per-la-nostra-generazione/>

⁷https://www.researchgate.net/publication/296707270_La_salinizzazione_in_Italia

La porosità permette la circolazione dell'aria necessaria alla vita dei microrganismi presenti all'interno del suolo.

A causa della compattazione molti microrganismi muoiono asfissati, la fertilità diminuisce così come la capacità di assorbire l'acqua, aumentando i fenomeni di dilavamento superficiale, ovvero l'azione erosiva del suolo dovuta alle piogge. La compattazione è sicuramente uno dei fenomeni che causa maggiore erosione del suolo nei terreni agricoli.

Un altro grave responsabile dell'erosione del suolo legato alla produzione alimentare riguarda i grandi allevamenti intensivi: oltre alle problematiche connesse alle grandi sofferenze inflitte agli animali allevati costretti in piccoli spazi, quest'ultimi consumano moltissima acqua e un grandissimo numero di risorse alimentari, tanto che la maggior parte degli ettari destinati all'agricoltura servono proprio a nutrire questi animali. Solo in Unione Europea si stima che il 70% della superficie agricola (coltivazioni, seminativi, prati per foraggio e pascoli) è destinata a produrre mangime e foraggio per gli animali invece che cibo per le persone.

La grande quantità di terreno occupate dall'agricoltura e gli allevamenti intensivi sono una delle prime cause del disboscamento, specialmente nelle regioni tropicali, ed in particolare della preziosissima foresta amazzonica.

Uno studio del 2022 pubblicato sulla rivista Science⁸ conferma infatti che tra il 45% ed il 65% di deforestazione nelle regioni tropicali è dovuta all'espansione dell'attività agricola nelle foreste.

La deforestazione genera degrado ed erosione del suolo: facendo posto alle colture e rimuovendo conseguentemente il manto vegetativo, il terreno si trova spoglio ed esposto per mesi agli agenti atmosferici, amplificando notevolmente i fenomeni di erosione, come avremo modo di approfondire attraverso un esperimento presente nella quarta parte del manuale.

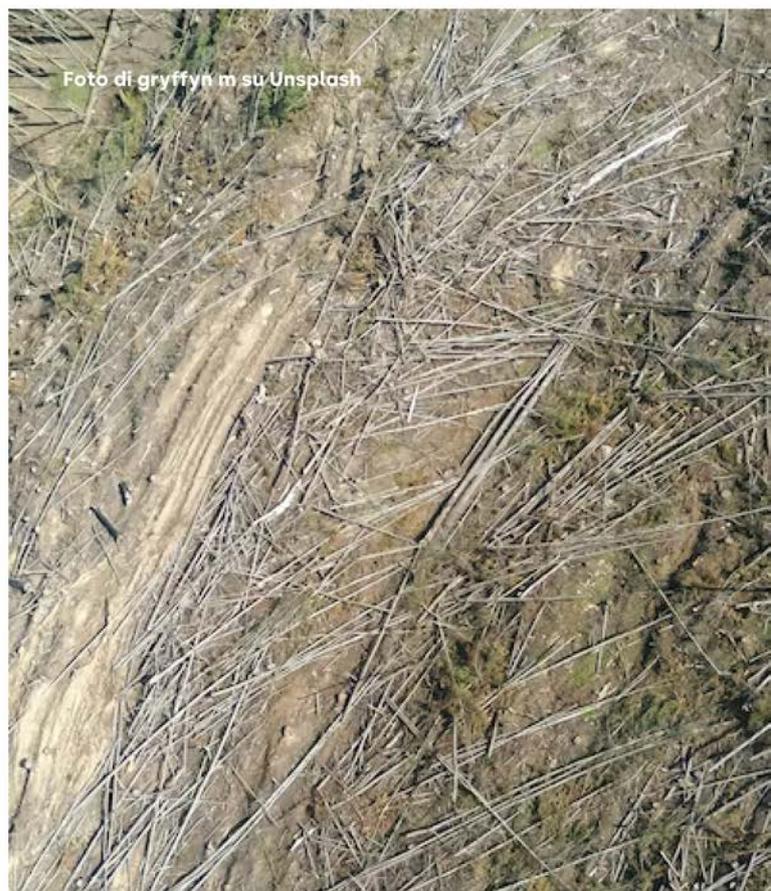


Foto di gryffyn m su Unsplash

⁸ <https://www.science.org/doi/10.1126/science.abm9267>



APPROFONDIMENTO **l'arrivo dei fertilizzanti sintetici e le loro conseguenze**

Nell'immaginario culturale i fertilizzanti sono state le sostanze capaci di permettere l'aumento della produttività agricola in epoca moderna e la conseguente possibilità di sfamare un grande numero di persone con porzioni di terreno sempre più ridotte.

Naturalmente, come è facilmente intuibile, i processi di produzione agricola tradizionale in epoca pre-moderna si affidavano al contrario a processi "naturali".

Fu solo a partire dagli anni quaranta del XIX secolo che venne introdotto un approccio chimico all'agricoltura grazie alle invenzioni dello scienziato tedesco Justus von Liebig: attraverso l'inserimento nel suolo di nutrienti specifici utili alla crescita delle piante (in particolare azoto e fosforo) ottenuti in laboratorio, si poteva contare su resa nettamente maggiore rispetto a quella ottenuta con processi naturali e con i concimi organici.

Tuttavia, l'utilizzo dei fertilizzanti chimici divenne predominante rispetto a quelli organici solo a partire dagli inizi del 1900, con l'invenzione del processo Haber-Bosch, capace di catturare azoto nell'atmosfera e fissarlo nel terreno aumentando così esponenzialmente la possibilità di crescita delle coltivazioni.

Il suo utilizzo, entrato a pieno regime agli inizi degli anni cinquanta del novecento, cambiò radicalmente i metodi agricoli permettendo l'aumento esponenziale della produzione dapprima in Europa occidentale e successivamente, a partire dagli anni sessanta del novecento, in tutto il mondo attraverso la loro diffusione massiccia ad opera di governi occidentali e grandi aziende.

Queste trasformazioni e miglioramenti però fecero dipendere sempre di più le tecniche agricole dalle competenze scientifiche e dalle aziende produttrici di fertilizzanti piuttosto che dalle conoscenze dell'ambiente locale, ed avvennero a scapito della biodiversità e della fertilità a lungo termine del suolo. Infatti, da un lato l'introduzione di monoculture specializzate che rispondevano meglio all'utilizzo dei fertilizzanti provocò una drastica riduzione della biodiversità agricola: la maggior parte del cibo coltivato nel mondo infatti proviene da solo quattro varietà ad alto rendimento (mais, patata, riso e grano). Dall'altro invece i fertilizzanti, più che nutrire i suoli e renderli fertili, ha semplicemente mascherato i problemi sostanziali di erosione accelerata, compattamento e impoverimento di sostanze organiche: il loro utilizzo infatti, aumenta la resa agricola nel breve periodo ma interferisce con le attività microbiche che rendono fertili i suoli, impoverendoli ed aumentando esponenzialmente i fenomeni di erosione nel lungo periodo.

Alla luce di questo, è importante riconsiderare il ruolo dei prodotti chimici in agricoltura. Fin troppo spesso infatti, a partire dalle scuole e dalle università agrarie, vengono sottolineati solo gli aspetti positivi mascherando il vero impatto che causano al suolo e alla biodiversità.

L'acqua è uno tra gli elementi fondamentali per la vita del suolo. Quando però quest'ultimo viene ricoperto di asfalto o cemento, perde immediatamente la capacità di poterla assorbire: ecco allora che il suolo subisce processi di impermeabilizzazione.

Se è vero che anche alcune pratiche agronomiche sono all'origine di fenomeni di compattazione che generano impermeabilizzazione, la causa principale di quest'ultima è sicuramente l'urbanizzazione. Si tratta di un processo di formazione e di crescita delle città attraverso edifici commerciali, residenziali, fabbriche ed infrastrutture iniziato in particolare dopo la prima rivoluzione industriale in occidente ed esploso dopo la seconda guerra mondiale anche nei paesi del sud del mondo. Tutto questo ha comportato un grandissimo utilizzo di risorse, spesso in contrasto con gli equilibri ecosistemici dei territori in cui si sviluppa, anche se con grandi differenze a seconda delle culture e delle aree geografiche.

In generale il modello di città basato su un ampio numero di abitanti, una fitta rete di scambi commerciali ed industriali e l'utilizzo maggioritario del trasporto privato motorizzato (automobili e motorini) rispetto a quello pubblico (autobus, treni, tram ecc) comporta seri problemi di impermeabilizzazione. Questo avviene perché i materiali utilizzati per la costruzione delle città impediscono la normale traspirazione e assorbimento del suolo (per approfondire, focus su cementificazione).

L'impermeabilizzazione, oltre alla riduzione della capacità di assorbimento, impedisce il processo di evapotraspirazione e diminuisce l'umidità del suolo.

Quest'ultimo non è quindi più in grado di funzionare da serbatoio, diminuendo conseguentemente la capacità di ricarica delle falde acquifere necessarie al rifornimento di acqua potabile e alla crescita delle piante.

Inoltre, l'incapacità delle aree impermeabilizzate di assorbire la maggior parte delle acque aumenta notevolmente lo scorrimento di acqua superficiale. Questo può causare forti allagamenti ma anche il trasporto di contaminanti che si creano durante le fasi di costruzione (emissioni dei veicoli, rifiuti), di manutenzione (diserbanti, sali antighiaccio, sabbie, drenaggi, ecc.) e di demolizione (polveri, emissioni, rifiuti, ecc.) delle città.





APPROFONDIMENTO: **I danni della cementificazione**

Cementificare significa distruggere irreversibilmente l'ecosistema del suolo. Cementificare significa infatti mettere uno strato impermeabile al di sopra della nostra ormai nota porosa spugna-suolo e uccidere tutto il suo ecosistema vivente impedendo l'accesso dell'acqua e riducendo immensamente quello dell'aria, essenziali per tutte le forme di vita. In particolare l'assenza di acqua impedisce la maggior parte dei processi generando reazioni molteplici che a catena vanno a bloccare tutti le funzioni e le capacità del suolo.

Il suolo, senza la rete di viventi che lo attraversa, diventa polvere! Perché si viene proprio a spezzare e a sfilacciare tutta quell'intricata rete di legami che accumula acqua e raccoglie vita e che di riflesso permette un'uguale proliferazione di organismi anche sullo strato superiore.

Ma i principali nemici del suolo connessi alla cementificazione non riguardano solo la costruzione di edifici residenziali e commerciali, ma tutto il sistema della logistica: la costruzione di strade, poli di magazzini e parcheggi che aumentano ogni giorno ad un tasso spaventoso continuando ad impermeabilizzare i terreni.

I servizi che un suolo può offrire ad una comunità sono innumerevoli, tra cui quella di prevenire inondazioni, riciclare sostanze e restituirle come nutrienti, ridurre le temperature, essere un bacino di biodiversità indispensabile per l'equilibrio di tutte le comunità di viventi di cui noi facciamo parte e attraverso le quali ci sosteniamo/nutriamo, così anche di ridurre le sostanze nocive presenti grazie ad una lenta attività di degradazione.

Come ogni ecosistema il suolo possiede però una capacità di resilienza che è quanto più maggiore quanto questo è integro. Se pensiamo nuovamente al suolo come una pelle, è evidente come una pelle integra e sana può proteggere meglio il nostro corpo da eventi estremi (nel nostro caso per esempio dai batteri). Al contrario, nel caso di una pelle piena di ferite e sciupata al contatto di un potenziale ma innocuo agente infettivo, non sarà in grado di reagire con una risposta adeguata e prevenire l'inizio di un'infezione. Per il suolo è la stessa cosa: più è in cattive condizioni e meno è in grado di sopperire alle sue normali attività/funzioni.

Cementificare significa quindi intaccare gli equilibri e le funzioni del suolo irreversibilmente per le comunità umane, considerando che, come abbiamo visto, i tempi di rigenerazioni sono davvero molto lunghi.

Per approfondire consigliamo la visione di:
Il suolo minacciato - www.educlaim.it

LE CAUSE E GLI EFFETTI DELL'INQUINAMENTO SUL SUOLO

Se il suolo è come una spugna i cui pori intrappolano e assorbono qualsiasi cosa, sarà facile intendere perché la contaminazione e l'inquinamento sono tre le principali cause dei processi di erosione. L'inquinamento del suolo e del sottosuolo è infatti un fenomeno di alterazione della composizione chimica naturale del suolo causato dall'attività umana. In particolare sono i prodotti dell'industria, dell'agricoltura intensiva e dell'urbanizzazione a causare i maggiori danni debiti ad inquinamento: materiali plastici, oli, vernici provenienti da fabbriche chimiche, rifiuti urbani, polveri di scarico dei trasporti motorizzati e tanti altri materiali prodotti quotidianamente dall'agricoltura intensiva, dall'industria e dalle aree urbane, si infiltrano quotidianamente nel suolo avvelenandolo attraverso reazioni chimiche nocive e compromettendo perciò il suo normale funzionamento.

È sicuramente con l'inizio della rivoluzione industriale e la nascita dei primi grandi centri urbani moderni che l'inquinamento del suolo raggiunge il suo apice: l'introduzione di macchinari che funzionavano attraverso l'energia prodotta dai combustibili fossili, lo sversamento degli scarti dei materiali tossici non trattati nei corsi d'acqua, l'aumento dei rifiuti e delle discariche, il massiccio aumento di estrazione di materie prime debito all'aumento dei consumi e della popolazione, la costruzione di strade, edifici e industrie con materiali inquinati.

Troppo spesso lo sviluppo industriale viene descritto attraverso le lenti del progresso economico e dell'aumento del benessere sociale, tralasciando il grave impatto che esso ha a scapito di ecosistemi e del loro stato di salute (compreso lo stato di salute umano), come abbiamo avuto modo di mostrare attraverso la descrizione dell'epoca geologica dell'Antropocene.

Abbiamo visto nella seconda parte come il suolo è relazionato e interdipendente con l'idrosfera, la biosfera, l'atmosfera, pertanto la contaminazione di uno implica inevitabilmente il contagio degli altri compartimenti in cui è suddiviso il pianeta Terra. Nei casi più gravi l'inquinamento raggiunge le falde acquifere, compromettendo l'utilizzo di acqua potabile necessaria all'intero ecosistema umano e non umano. Questo porta inesorabilmente ad un aumento rilevante delle malattie e delle morti delle comunità che vivono all'interno di quei territori.

Nonostante i dati globali siano difficili da stimare, è possibile fornire degli esempi locali che possono aiutarci a comprendere la gravità degli effetti dell'inquinamento sulla salute. Cercheremo di mostrare quest'ultimi attraverso l'approfondimento dei Sin (siti di interesse nazionale) Italiani, zone altamente inquinate da anni di attività industriale.



APPROFONDIMENTO: **I SITI IN ITALIA**

A partire dalla seconda guerra mondiale l'Italia entra nell'era dell'industrializzazione e della motorizzazione di massa, iniziando una grande trasformazione del settore produttivo con la costruzione di un grande numero di raffinerie e industrie petrolchimiche, nonché l'aumento del numero di discariche contenenti rifiuti urbani e speciali. Se è vero che queste trasformazioni hanno consentito l'aumento dei posti di lavoro, è altrettanto vero che tale aumento è stato accompagnato da un'altrettanto grande aumento dell'inquinamento.

Queste industrie hanno infatti inquinato enormemente l'aria, i terreni, i fiumi e le falde idriche, compromettendo in maniera devastante la salute degli operai e delle comunità che vivevano nei dintorni delle fabbriche. Nonostante molte di queste industrie ormai siano state chiuse, gli effetti provocati continuano a ripercuotersi ancora nei nostri giorni, considerando che il numero e l'estensione delle aree inquinate è davvero impressionante. Basta infatti considerare i cosiddetti SIN, ovvero i siti di interesse nazionale, che rappresentano delle aree contaminate molto estese classificate come pericolose dallo Stato Italiano e che necessitano di interventi di bonifica del suolo,

del sottosuolo e/o delle acque superficiali e sotterranee per evitare danni ambientali e sanitari. Tante sono le motivazioni che possono aver provocato un tale livello di inquinamento, anche se per la maggior parte sono riconducibili a fabbriche altamente inquinanti (in particolare chimiche, petrolchimiche, acciaierie e centrali di produzione di energia elettrica) e discariche.

I siti attualmente definiti come SIN sono attualmente 42 e la loro estensione è davvero elevata, considerando che la loro identificazione ufficiale è iniziata già da alcuni decenni: secondo i dati ISPRA infatti la superficie complessiva a terra dei SIN è di circa 170.000 ettari di suolo mentre l'estensione complessiva delle aree a mare ricomprese nei SIN è di circa 77.000 ettari (vedere immagine alla pagina seguente).

E' il rapporto Sentieri, la cui ultima indagine risale al 2022 a confermare i danni alla salute umana prodotti da queste aree, confermando il netto aumento di malattie tumorali, congenite, respiratorie che portano di conseguenza ad un aumento rilevante delle morti e delle ospedalizzazioni. Un altro dato preoccupante è sicuramente il numero di persone coinvolte: sono infatti 6,2 milioni le persone che vivono in quelle aree (circa il 10% della popolazione italiana). Il rapporto non considera inoltre le morti delle comunità animali non-umane e delle specie vegetali, il cui aumento possiamo immaginare almeno altrettanto elevato. Vedremo attraverso l'esempio di uno dei tanti SIN presenti in Italia quali possono essere le cause e gli effetti concreti che si manifestano all'interno di un territorio.

IL CASO DELLA CAFFARO DI BRESCIA

A pochi chilometri da quello che oggi è il centro cittadino bresciano sorge nel 1906 la Società elettrica e elettrochimica della Caffaro, azienda privata nata per produrre soda caustica e specializzata in seguito nella produzione di composti organici del cloro, in particolare Pcb, utilizzato dall'industria elettrica come liquido refrigerante e isolante termico nei trasformatori. Nonostante le ricerche e i casi di intossicazione che già dagli anni '70 avevano mostrato la loro alta nocività, questi composti nocivi continuano ad essere prodotti ancora per decenni, sversati nei terreni e nei canali di scolo adiacenti alla fabbrica. I risultati si ripercuotono nella città di Brescia e nelle sue campagne ancora oggi, con effetti nefasti sulla salute della comunità.

Per quanto riguarda l'estensione, ricerche dell'Arpa stimano che ci siano oltre tre milioni di metri cubi di terreno da bonificare. Un'area gigantesca dove la fertilità e salubrità del suolo è ormai irrimediabilmente compromessa. In questi terreni è vietata ogni tipo di coltivazione ed in molti casi è vietato anche solo passeggiare, tanto che in molti parco giochi presenti nell'area sono tutt'oggi affissi dei cartelli che vietano alle persone più giovani di giocare con l'erba e sdraiarsi sul prato. Tali divieti sono dovuti ai riscontri sulla salute della popolazione: entrando nei suoli agricoli inoltre il Pcb si è diffuso anche nel sangue della popolazione bresciana, aumentando notevolmente il numero di malattie, in particolare tumorali, come mostra sempre il rapporto Sentieri.



Foto di Chris Leboutillier su Unsplash

Per approfondire:
<https://www.internazionale.it/reportage/marina-forti/2017/02/01/brescia-inquinamento-industriale>

2. GLI EFFETTI INDIRETTI

Gli effetti antropici indiretti vengono definiti così in quanto l'essere umano, a differenza delle azioni dell'agricoltura intensiva, dell'inquinamento e dell'urbanizzazione, non agisce negativamente sul suolo in maniera diretta.

Ad esempio tra gli effetti indiretti dovuti alle attività antropiche che impattano negativamente sul suolo troviamo il cambiamento climatico. Questa sessione nasce con l'intento di illustrare le principali connessioni tra cambiamenti climatici e suolo (specifichiamo che il cambiamento climatico sarà affrontato in maniera più strutturata nel manuale sull'aria).

I CAMBIAMENTI CLIMATICI: UNA BREVE SPIEGAZIONE

Non è compito di questa sessione spiegare approfonditamente come hanno origine i cambiamenti climatici. Semplificando è possibile affermare che la loro origine risiede nella produzione di energia attraverso la combustione dei combustibili fossili, iniziata in maniera sistematica in Occidente durante la prima rivoluzione industriale (XVII secolo) all'interno del sistema di produzione capitalistico. La combustione dei combustibili fossili rilascia in atmosfera determinati gas (in particolare anidride carbonica, metano e diossido di azoto) che sono responsabili dell'aumento del cosiddetto effetto serra.

Va sottolineato come quest'ultimo è un fenomeno del tutto naturale da cui dipende la temperatura della superficie terrestre, ed è dovuto proprio alla presenza nell'atmosfera dei gas serra (anidride carbonica, metano, ossido nitroso, ozono e clorofluorocarburi), la cui presenza è altrettanto naturale.

Anzi, si può affermare che la presenza dei gas serra e del fenomeno dell'effetto serra è necessaria alla vita del nostro pianeta! Il problema risiede nella loro presenza "eccessiva" all'interno dell'atmosfera: in questo caso l'aumento dell'effetto serra ha come conseguenza l'aumento della temperatura media globale generando quelli che definiamo cambiamenti climatici.

L'aumento delle temperature genera vari effetti che si ripercuotono sugli ecosistemi globali e sulle comunità umane e non umane che li compongono. Tra questi: riduzione dei ghiacci terrestri e marini, acidificazione degli oceani, intensificazione degli eventi estremi, come alluvioni e siccità, modifiche nella circolazione atmosferica ed oceanica.

Inoltre è sempre importante sottolineare la disparità geografica tra cause ed effetti dei cambiamenti climatici: se infatti le prime sono riconducibili prevalentemente all'utilizzo di risorse ambientali e di combustibili fossili da parte dei Paesi maggiormente industrializzati, ed in particolare da parte delle classi sociali più potenti e privilegiate presenti al suo interno, gli effetti principali si ripercuotono prevalentemente in quei Paesi del mondo la cui responsabilità è nettamente inferiore.

SUOLO E CAMBIAMENTI CLIMATICI

Il clima è tra i fattori che esercita maggiore influenza sulle proprietà del suolo: sono infatti l'umidità e la temperatura a controllare la velocità dei fenomeni bio-geo-chimici che regolano il suolo. Ecco allora che cambiamenti rilevanti in questi fattori incidono sulla sua capacità di rigenerazione.

L'aumento delle temperature favorisce infatti l'attività biologica nel suolo, implicando conseguentemente l'accelerazione della decomposizione della sostanza organica e la degradazione dell'humus. Questo implica perdita di fertilità, riducendo inoltre la capacità di trattenere il carbonio.

Le capacità di autoregolazione vengono fortemente alterate anche a causa dei fenomeni di siccità che il cambiamento climatico implica. In questo caso viene ritardata la capacità di decomposizione della sostanza organica (riducendo conseguentemente l'humus) e viene diminuita la capacità di trattenere il carbonio. L'Organizzazione delle Nazioni Unite ha dichiarato che: "Ogni anno, più di 12 milioni di ettari di terreno vengono persi a causa della desertificazione, del degrado del suolo e della siccità".

Parlando nuovamente di fenomeni meteorologici estremi, il loro aumento è direttamente proporzionale all'intensificazione del fenomeno dell'erosione: infatti piogge intense, siccità, ondate di calore e tempeste comportano infatti l'aumento della scomparsa di strati superficiali fertili di suolo necessari alla riproduzione delle piante.

Solo in Italia, come riportano i dati di Legambiente, da gennaio a luglio 2022 si sono registrati 132 eventi climatici estremi, il numero più alto dell'ultimo decennio. Il dato complessivo degli ultimi anni è altrettanto preoccupante: dal 2010 a luglio 2022 nella Penisola si sono verificati 1318 eventi estremi i cui impatti più rilevanti hanno interessato 710 comuni italiani. Questi dati collocano l'Italia, secondo lo studio di German Watch, al sesto posto mondiale per vittime di catastrofi ambientali.

Un altro elemento influenzato dalla crisi climatica e che, indirettamente, contribuisce al fenomeno dell'erosione è l'aumento degli incendi, che da un lato determinano la perdita totale o parziale della vegetazione, mentre dall'altro influenzano le proprietà idrauliche del suolo, che può risultare più vulnerabile all'erosione.

Tra i fattori che aumentano in maniera rilevante la perdita del suolo vi è anche l'innalzamento del livello del mare. Quest'ultimo può infatti modificare il suolo delle aree costiere ma anche apportare contaminanti di origine marina che contribuiscono all'erosione, come nel caso del sale.

Infine, una delle principali minacce dei cambiamenti climatici sul suolo riguarda l'anidride carbonica e il metano stoccati nel permafrost nelle regioni boreali, in particolare Siberia.

Il riscaldamento globale provoca infatti la fusione del permafrost, un suolo permanentemente gelato. Lo scongelamento del ghiaccio nel permafrost causa la disintegrazione della materia organica sequestrata nel suolo e, di conseguenza, il rilascio in atmosfera di massicce quantità di gas serra, che accelerano quindi il riscaldamento globale ben oltre le capacità di controllo dell'essere umano.



Foto di Aleksandr Gorlov su Unsplash

Tra le funzioni del suolo mettiamo in evidenza il ruolo fondamentale nello stoccaggio dell'anidride carbonica dall'atmosfera: infatti il suolo è il secondo serbatoio di assorbimento naturale del carbonio (dopo le masse oceaniche).

Questo significa che ha una azione mitigatrice sul cambiamento climatico riducendo la concentrazione di anidride carbonica atmosferica. Infatti, la coltivazione di piante⁶ permette di catturare l'anidride carbonica dall'atmosfera. Inoltre, i terreni sani trattengono il carbonio presente nel sottosuolo all'interno del sottosuolo.

Nel 2017 secondo la Food and Agriculture Organization of United States (FAO): "il degrado di un terzo dei suoli mondiali ha già riversato una quantità enorme di carbonio nell'atmosfera. Il ripristino di queste terre potrebbe portare all'assorbimento fino a 63 miliardi di tonnellate di carbonio, riducendo in modo significativo gli effetti dei cambiamenti climatici. "

Avere suoli fertili, non erosi e non contaminati è quindi essenziale non solo per determinate comunità di esseri viventi, ma anche per la protezione degli equilibri che regolano il funzionamento del sistema Terra, aiutando a contrastare l'aumento della temperatura media globale.

Il ripristino degli ecosistemi e il miglioramento della qualità del suolo sono sicuramente le misure migliori per contrastare i cambiamenti climatici, in quanto permetterebbero alle comunità umane e non umane di vivere all'interno di territori più sani. Infatti, oltre a ridurre l'anidride carbonica nell'atmosfera, molte aree naturali e seminaturali fungono da potenti linee di difesa dagli effetti dei cambiamenti climatici.

PARTE QUARTA

Pratiche di comunità per conoscere e difendere il suolo

In questa quarta ed ultima sezione offriamo sinteticamente alcuni metodi per approfondire la conoscenza del suolo all'interno delle scuole.

Lo scopo è quello di costruire con l'intera classe, in maniera esperienziale e condivisa, le conoscenze necessarie a una maggiore consapevolezza dell'importanza del suolo e del suo stato di salute nel territorio dove si vive.

Molto spesso infatti la consapevolezza viene trasmessa solamente in maniera passiva attraverso testi scritti, i quali a loro volta forniscono dati spesso difficili da interpretare, e di cui non viene dato modo di conoscere le metodologie utilizzate per registrarli.

Questo rischia di creare conoscenze slegate dalla realtà materiali in cui viviamo, creando in questo modo due potenziali effetti negativi: da un lato il disinteresse da parte delle persone studenti debito allo studio di concetti che considerano solamente astrazioni, dall'altro una mancanza concreta dei saperi utili alla difesa effettiva del suolo.

Queste mancanze non riguardano solo le persone studenti fin troppo spesso infatti alle comunità che risiedono in territori affetti dall'inquinamento industriale, agricolo e/o urbano, nonché dai fenomeni di disboscamento e cementificazione ad esso correlato, viene negata la possibilità di conoscere gli effettivi pericoli sulla salute umana e in generale degli ecosistemi. Come sottolinea A Sud infatti "fin troppo spesso le informazioni sullo stato di salute dei territori e delle popolazioni che vi risiedono rimangono nelle stanze dei tecnici. Inoltre, nei territori interessati da forti contaminazioni legate a mala gestione amministrativa e politica, esiste una forte diffidenza generale in relazione alla documentazione prodotta da enti scientifici la cui indipendenza è spesso messa in discussione dall'ingerenza degli interessi della politica e delle lobbies economiche. Le comunità organizzate nelle aree di conflittualità ambientale esprimono quindi la necessità di produrre conoscenza a partire dalle loro necessità"⁹.

⁹ <https://asud.net/ultima/il-potenziale-rivoluzionario-della-citizen-science/>

È proprio per soddisfare queste necessità in ottica comunitaria e pedagogica che abbiamo pensato e strutturato due esperienze pratiche da poter svolgere nelle scuole e una possibile soluzione alternativa per bonificare terreni inquinati. La prima esperienza servirà a conoscere in maniera esperienziale l'importanza della vegetazione e della biodiversità per il contrasto all'erosione del suolo. Nella seconda verranno utilizzati gli strumenti della citizen science e servirà ad acquisire una conoscenza diretta dello stato di salute del suolo. Con la possibile soluzione alternativa si cercherà invece di spiegare l'importanza delle piante non solo per il contrasto all'erosione, ma anche per il risanamento di terreni oggetto di contaminazione.

CAPIRE ESPERIENZIALMENTE IL RUOLO DELLA VEGETAZIONE PER CONTRASTARE L'EROSIONE DEL SUOLO

La prima esperienza pratica riguarda un'esplorazione collettiva utile a comprendere la necessità di un determinato ecosistema per mantenere vivi quei processi che garantiscono la riproduzione delle forme di vita nel suolo.

Nello specifico, se nella prima parte abbiamo avuto modo di vedere già un piccolo esperimento che aiuta nella comprensione delle componenti essenziali del suolo, adesso si tratta di capire in maniera più approfondita le relazioni esistenti tra precipitazioni, erosione del suolo, tutela dei corsi d'acqua e vegetazione.

L'apprendimento esperienziale di queste conoscenze aiuterà sicuramente ed in maniera più efficace ad aumentare consapevolezza della sua importanza!

Troppo spesso non facciamo attenzione alle forme di vita che vivono all'interno del suolo, così come troppo spesso nasciamo in contesti in cui domina il cemento e troppo poco spazio viene lasciato al contatto diretto con la terra, il suolo. Per capirne il ruolo è utile allora sporcarsi le mani insieme.

Il primo esperimento consisterà quindi nella comprensione dei fenomeni di erosione dell'acqua sul suolo, mostrando come tipi di suolo diversi forniscono risposte diverse all'assorbimento delle piogge. Questo, come accennato, servirà a mostrare in maniera più generale il rapporto tra il suolo e la copertura vegetale del terreno, sottolineando l'importanza della crescita di quest'ultima per evitare o quanto meno non amplificare i fenomeni di erosione di cui abbiamo parlato nella seconda parte di questo manuale.





ESPERIMENTO: **EROSIONE DEL SUOLO IN** **RELAZIONA ALLA** **COPERTURA VEGETALE**

Materiali necessari:

- 6 bottiglie di plastica (possibilmente recuperate)
- Forbici
- Spago
- 1 sacchetto di terra (la quantità necessaria a riempire le dimensioni delle bottiglie scelte)
- Resti vegetali morti (foglie secche, rami, pigne, e tutto quello che si può trovare nel giardino della scuola)
- Piante da trapiantare

Procedimento:

- Prepariamo le tre bottiglie di plastica, tagliando come nella figura solo una piccola parte lungo tutta la bottiglia, quanto basta per permettere al terreno di respirare e alle piante di crescere ma senza esagerare (altrimenti la terra rischia di fuoriuscire durante l'esperimento).
- Posizioniamo le bottiglie in una superficie piana (può andare bene una tavola di compensato), cercando di fissarle e farle rimanere immobili il più possibile (si può utilizzare della semplice colla). Il collo della bottiglia deve necessariamente sporgere fuori dalla superficie.

- Distribuiamo in ogni bottiglia la stessa quantità di terra, cercando di premere per compattarla quanto possibile e mantenendo il suo livello al di sotto dell'apertura della bottiglia.
- Tagliamo il fondo delle altre tre bottiglie di plastica, come in figura, e pratichiamo due fori per inserire la cordicella. Queste coppette hanno la funzione di raccogliere, durante l'esperimento vero e proprio, l'acqua in eccesso delle innaffiature che riproduce l'acqua piovana. Come da figura, legare al collo della bottiglia la corda con attaccate il fondo delle bottiglie, in modo che rimangano sospese al di sotto della superficie piana.
- A questo punto compiamo tre azioni diverse per ogni bottiglia: in una trapiantare le piante scelte, in una distribuiremo sopra la terra i residui vegetali morti, nell'ultima invece verrà lasciata solo la terra.
- Ora che il materiale è pronto può iniziare l'esperimento! Versiamo molto piano la stessa quantità d'acqua per ogni bottiglia piena di terra. È importante fare attenzione a versare la stessa quantità d'acqua nello stesso punto, ovvero l'estremità opposta all'apertura della bottiglia.
- Osserviamo quello che accade! Vedremo come l'acqua che sgorga nei tre fondi di bottiglia ha tre diversi livelli di limpidezza. In quella dove c'è della vegetazione l'acqua è molto più limpida delle altre due, e dove ci sono i residui vegetali morti l'acqua risulta molto più pulita rispetto a quella dove non c'è nessun tipo di vegetazione.

CAPIRE INSIEME I RISULTATI DELL'ESPERIMENTO

Ragioniamo insieme all'3 alunni3 come a seconda della quantità e del tipo di vegetazione il suolo è in grado di trattenere sostanze che lo attraversano insieme all'acqua nonché quantità di suolo che altrimenti sarebbero state perse.

Consigliamo di fornire una spiegazione partendo da alcune domande correlate. Per esempio si può iniziare la spiegazione con le seguenti domande: "quale dei seguenti suoli secondo voi è in grado di evitare o quantomeno limitare i fenomeni di erosione?", "quale dei seguenti terreni è in grado di filtrare in maniera più corretta eventuali sostanze inquinanti presenti nel suolo".

In generale nella formulazione e nella risposta alle domande sarà importante sottolineare il collegamento tra l'acqua filtrata nei fondi di bottiglia e le riserve di acqua presenti sotto il suolo. Come abbiamo visto nella seconda sezione infatti, il suolo è in grado di agire da filtro per evitare che le falde acquifere siano compromesse facilmente. Naturalmente però non basta molta vegetazione per evitare l'inquinamento. Il sistema di filtraggio serve infatti a contenere i danni ed evitare fenomeni di erosione consistenti, ma nella maggior parte dei casi, tutto questo non impedisce a sostanze inquinanti di raggiungere le falde acquifere nei casi di grave compromissione dei territori.



SCIENZA APERTA E MONITORAGGI PARTECIPATI

La seconda pratica che proponiamo ha l'obiettivo di aumentare la consapevolezza dei potenziali inquinanti che possono essere presenti nel suolo.

Nella seconda sezione abbiamo visto come molto spesso i suoli sono contaminati ed inquinati da sostanze tossiche provenienti da aziende, cantieri, costruzioni di edifici, produzione di energia e tecniche di agricolture zoo-agricole intensive. Ecco allora che lo studio dei contaminanti presenti nel suolo del proprio quartiere, città ma anche della propria scuola, può aiutare lo studio del suolo. E lo può fare non solamente dal punto di vista biologico. Lo studio dei contaminanti è anche uno studio storico e culturale, in quanto aiuta a comprendere le ragioni e le cause che a livello storico hanno contribuito a contaminare i terreni nei quali viviamo.

Per queste ragioni crediamo sia importante utilizzare la metodologia della citizen science, una modalità partecipativa di raccolta dati attraverso strumentazioni che ogni membro della comunità può utilizzare.

Nello specifico iniziamo quindi a comprendere come monitorare il suolo insieme, attraverso metodi e strumenti accessibili anche alle scuole. Molto spesso infatti i materiali necessari alla rilevazione dei contaminanti del suolo sono molto costosi: solamente le università, gli enti pubblici e le aziende private possono permetterseli. Monitoraggi sofisticati e precisi sono sicuramente necessari. Ma crediamo che sia altrettanto

necessario che anche le comunità possano permettersi di acquisire autonomamente una conoscenza del suolo che permetta loro di sapere su quale terreno coltivare un orto, o semplicemente dove si può giocare. Infatti fin troppo spesso le ricerche sui terreni e sulla salute delle persone legate all'ecosistema (inquinato) in cui vivono è carente. Diventa quindi necessario, per prendersi cura di se stessi, se stesse e della comunità in cui si vive, trovare soluzioni per salvaguardare la salute del proprio territorio.

Nelle schede specifiche troverete tutto il materiale necessario per iniziare a farlo con la propria classe!



RIGENERARE IL SUOLO È POSSIBILE (GRAZIE ALLE PIANTE)!

Dopo aver visto e monitorato l'inquinamento dei suoli possiamo ora a vedere possibili soluzioni per ridurre gli effetti dei contaminanti.

Il metodo che prevede di piantare specie di vegetali per ottenere un effetto di risanamento del suolo è definito fitorimediazione.

È prima di tutto necessario sapere che a seconda dei tipi di sostanze tossiche presenti nel terreno, alcune piante sono più adatte al risanamento piuttosto che altre.

Inoltre a seconda delle diverse piante, le sostanze inquinanti subiscono un processo differente: possono essere fitometabolizzate, cioè metabolizzate e trasformate in qualcos'altro; fitodepositate, ovvero accumulate dal vegetale; fitoestratte, cioè recuperate dalla pianta attraverso la combustione delle foglie.

Quindi per prima cosa è necessario, anche attraverso i metodi che abbiamo analizzato precedentemente (avendo l'accortezza però di utilizzare anche analisi più approfondite nel caso ce ne sia bisogno), sapere le principali tipologie di contaminanti presenti nel terreno. Successivamente consultare guide che sapranno consigliare quali piante saranno più adatte al fitorimediazione.

Un avvertimento è necessario: tali metodi non sono da intendersi come soluzione applicabile a tutti i contesti, e probabilmente nell'utilizzo che potremo farne noi non sono neanche del tutto risolutive. La loro importanza sta nel mostrare come migliorare i suoli è possibile, come è possibile cercare di trovare soluzioni che permettano di rigenerare ciò che è stato inquinato spesso per molto tempo. Sperando di poter almeno in parte migliorare l'ambiente diretto dove si vive una buona parte della propria vita, con la consapevolezza che tutto questo non basta: è necessario contrastare le origini primarie degli inquinanti, capendone le cause e cercare pratiche collettive per cambiare tutto il sistema che ha permesso che buona parte dei nostri suoli venisse erosa ed intossicata.

Ad esempio la canapa e il vetiver metabolizzano metalli pesanti (come zinco, piombo, nichel, selenio e cadmio); anche la comune colza e girasole sono piante usate per decontaminare suoli degradati da accumulo di metalli pesanti. Anche il pioppo ha la capacità di assorbire notevoli quantità di metalli duri.

Durante il processo di fitorisanamento il terreno deve inoltre essere sottoposto a continue analisi per capire l'andamento del processo ed, eventualmente, intervenire con altri tipi di piante. A tal proposito consigliamo di abbinare questa terza pratica con la pratica del monitoraggio del suolo grazie alla quale possiamo vedere il miglioramento nel corso del tempo. Piantare le piante insieme alle classi, mostrando loro che è grazie allo studio collettivo del suolo che si è riusciti a trovare rimedi utili a migliorare la sua salute, è davvero un'esperienza arricchente per tutte le persone studente (ma anche per le persone docenti)!





Foto di Ermelinda Martín su Unsplash





Foto di engin akyurt su Unsplash

CREDITI

Realizzato da ASUD con il contributo di:

Jessica Ferretti
Nicole Marcellini
Daniele Mingardi
Chiara Segalla
Alessandra Parfumi

Progettazione grafica:
www.wmelon.co.uk

Design e illustrazioni:
Chiara Arnone

Scarica la versione
digitale qui:





Via Macerata 22A, 00176 Roma
+39 06 96030260 segreteria@asud.net
www.asud.net



Il portale di e-earning di Asud
www.trainingforchange.it