

## Ambiente e territorio

### Il degrado del suolo

Il suolo è un sistema dinamico in equilibrio con gli altri elementi dell'ambiente circostante, che l'uomo può compromettere attraverso le sue attività e comportamenti. Lo sviluppo urbano delle città, l'espansione industriale, la costruzione di infrastrutture quali ferrovie, strade, ponti, l'agricoltura, sono tutte attività che hanno modificato la destinazione del suolo nel corso del tempo e ne hanno in alcuni casi determinato il degrado. Il degrado del suolo si manifesta, in tempi più o meno lunghi, attraverso alcuni fenomeni: la desertificazione, l'erosione dello strato superficiale, l'aumento anomalo del contenuto in sali (salinizzazione), l'acidificazione e la presenza di inquinanti.

L'inquinamento del suolo è un fenomeno particolarmente grave poiché ha ripercussioni, oltre che sulla sua produttività, anche sulla composizione delle acque con cui viene in contatto (specialmente quelle potabili delle falde acquifere) e, sia pure in minor misura, dell'atmosfera. È pertanto importante che l'uomo svolga le proprie attività in modo compatibile con il mantenimento di un livello elevato di qualità ambientale del suolo, intervenendo, dove necessario, per eliminare l'inquinamento prodotto negli anni passati (attività di ripristino), e soprattutto evitando un suo sfruttamento eccessivo o errato.

L'inquinamento diretto del suolo, mediante il rilascio di inquinanti inorganici e/o organici, può avvenire: - nei terreni agrari, quando l'equilibrio naturale viene turbato dalle acque di irrigazione inquinate, dai fitofarmaci, dagli erbicidi, dai fertilizzanti, ecc. - nelle aree urbane, industriali, dismesse e vicino alle miniere, in conseguenza dello smaltimento non corretto di reflui (acque utilizzate nei processi produttivi o di fogna) e al deposito di materiali di scarto contenenti prodotti chimici inquinanti.

### L'erosione

Il termine erosione identifica il lento sgretolamento del suolo per azione di agenti come la pioggia battente, le acque di ruscellamento (acqua che proviene dalle precipitazioni e che scorre sulla superficie del terreno) e il vento. L'erosione è un processo naturale che dipende da numerosi fattori quali la conformazione topografica dell'area considerata, la composizione e la struttura del suolo (in particolare, la sua granulometria), il clima (soprattutto come regime delle precipitazioni) e lo stato della copertura vegetale. Alcune attività dell'uomo, quali l'agricoltura intensiva, la deforestazione, l'allevamento intensivo e l'impiego di sistemi di irrigazione inefficienti o inadeguati, accelerano ed intensificano il processo erosivo.

### La salinizzazione

La formazione di terreni salini è un processo che si sviluppa quando l'acqua si allontana dal terreno prevalentemente per evaporazione e traspirazione, anziché per percolazione. Ciò si verifica in modo particolare nelle zone aride, ove le precipitazioni non sono sufficienti ad eliminare i sali presenti nel terreno. La salinizzazione è però frequente anche nei terreni agricoli irrigati. L'irrigazione, indispensabile nelle regioni con clima arido, se è effettuata in modo non razionale o con acque non idonee, può causare un accumulo di sali (in particolare di cloruro e solfato sodico) tale da ridurre la capacità delle piante di assorbire attraverso le radici gli elementi nutritivi, rendendo pertanto sterile il suolo.

La bonifica dei suoli salini è apparentemente un processo molto semplice, in quanto i sali possono essere rimossi con l'acqua. Prima di irrigare è però necessario intervenire per aumentare la permeabilità del suolo, accrescendo cioè la sua porosità (numero e dimensione dei pori), per favorire il passaggio dell'acqua che allontana i sali in eccesso.

In natura esistono alcune specie vegetali che tollerano la salinità, cioè sono in grado di sopravvivere anche in presenza di un'elevata quantità di sali nel suolo.

### La desertificazione

La desertificazione è un fenomeno complesso a cui vanno incontro tutte quelle zone nelle quali le condizioni sfavorevoli di temperatura e di umidità, le due componenti fondamentali del clima, rendono impossibile o precaria la crescita vegetale. Come in molti altri casi che riguardano i processi naturali, l'uomo può influenzare in parte l'andamento della

desertificazione, a volte in maniera del tutto negativa. L'incendio e la distruzione della savana ai limiti della foresta tropicale, ai fini di liberare nuovo terreno per la coltivazione dei cereali o del foraggio, sono tra i peggiori esempi di eliminazione forse irreversibile di un delicato ecosistema favorendo l'avanzamento del deserto. Milioni di ettari di suoli sono ogni anno coinvolti in nuovi processi di desertificazione. Chiazze di terreno degradate possono trovarsi a centinaia di chilometri dal deserto più vicino: possono poi espandersi ed unirsi l'una con l'altra, creando delle condizioni simili a quelle desertiche.

### **Quali sono le aree a rischio?**

La maggior parte delle regioni che rischiano di tramutarsi in terre aride si trovano in prossimità delle cinque aree desertiche mondiali:

- il Deserto di Sonora tra Messico e Stati Uniti
- il Deserto di Atacama in Sud America
- una larga area desertica che dall'Oceano Atlantico corre verso oriente e comprende il Deserto del Sahara, il Deserto Arabico, i deserti dell'Iran e dell'ex Unione Sovietica, il Gran Deserto Indiano nel Rajasthan e infine i deserti del Taklamakan e del Gobi, che si trovano in Cina e in Mongolia
- il Deserto del Kalahari in Sud Africa
- gran parte dell'Australia.

Ciò non toglie che la minaccia della desertificazione sia presente anche in zone più temperate (seppure tendenzialmente aride), come il Sud d'Italia, o addirittura umide, come la Foresta Amazzonica.

### **Quali sono le cause?**

Fondamentalmente, le cause di origine umana della desertificazione sono tre:

- l'eccessivo sfruttamento delle aree a pascolo e delle aree adiacenti agricole, che causano la scomparsa della copertura erbacea e l'esaurimento delle fertilità dei suoli
- il sovraccarico d'acqua, che nelle zone umide provoca l'innalzamento progressivo della falda acquifera che danneggia le colture a partire dalle radici, mentre in quelle aride, causa la salinizzazione dei terreni per la forte evaporazione;
- il disboscamento, un fenomeno che, soprattutto nelle regioni umide, lasciando il terreno privo della protezione della vegetazione e riducendo la capacità di ritenzione dell'acqua nel suolo, permette alle violente piogge tropicali di esercitare una forte azione erosiva.

## **L'inquinamento del suolo**

Tra i vari inquinanti atmosferici che agiscono negativamente sull'equilibrio dei suoli vi sono i composti gassosi di origine fotochimica, come l'ozono e i radicali liberi, e tutti i composti solforati e azotati responsabili dell'aumento dell'acidità delle piogge. In particolare, le piogge acide determinano un abbassamento del pH del suolo (acidificazione) che, per i suoli agrari, può tradursi in un apporto utile, perché va a soddisfare i fabbisogni nutritivi di molte colture tolleranti l'acidità del terreno, mentre, per i suoli forestali, che sono già lievemente acidi, provoca un lento ma progressivo danneggiamento della vegetazione, fino a provocarne la morte. Infine, un'altra fonte di inquinamento del suolo sono le acque destinate all'irrigazione dei terreni coltivati. Le acque utilizzate per l'irrigazione possono contenere sostanze organiche naturali o di sintesi, sostanze minerali ed inorganiche o microrganismi, che provengono da scarichi industriali o fognari non correttamente depurati e sono trasmessi al terreno. Questo fenomeno può provocare l'introduzione nella catena alimentare di inquinanti dannosi, oltre a provocare un abbassamento della produzione agricola.

## L'inquinamento in agricoltura

Le moderne aziende agrarie utilizzano oggi prodotti chimici di origine industriale (fertilizzanti e fitofarmaci) in grande quantità. Se questi prodotti vengono utilizzati in modo improprio e in quantità eccessive, possono dar luogo a fenomeni di inquinamento delle acque, dell'aria e del suolo e a fenomeni di tossicità per l'uomo e gli animali. I vantaggi economici derivanti dall'uso di molte di queste sostanze hanno fatto trascurare a lungo gli effetti negativi che esse possono determinare, sia direttamente (per assunzione o contatto), sia alterando l'equilibrio dell'ecosistema esistente in origine. In particolare, l'impiego sempre più diffuso dei fitofarmaci ed il loro numero sempre crescente ha posto in primo piano il problema del loro destino una volta che hanno raggiunto il terreno e dell'effetto che essi possono esercitare sull'ambiente circostante.

## L'agricoltura sostenibile

Come abbiamo visto, il suolo è un elemento essenziale per la sopravvivenza dell'intera umanità. L'uomo ha sviluppato nel tempo modi di coltivare che consentono di ottenere buone produzioni a costi contenuti. L'agricoltura sostenibile nasce dall'integrazione di pratiche colturali tradizionali, che fanno uso di prodotti chimici come fertilizzanti e fitofarmaci, con quelle biologiche, ossia pratiche a minore impatto ambientale che richiedono una conoscenza profonda delle complesse interazioni tra suolo, acqua, vegetazione e animali.

Ogni anno 30-80 miliardi di tonnellate di suolo vengono perse per erosione: è come se un treno carico di terra scaricasse il proprio carico nello spazio 12 volte ogni anno. Per prevenire o arrestare l'erosione si impiegano diverse tecnologie e tecniche. Una delle tecniche più efficaci utilizza alcune piante, specie erbacee da prato, che, trattenendo con le radici le particelle di terra, limitano l'effetto erosivo del vento e dell'acqua. Spesso la semina delle specie erbacee avviene dopo aver coperto il suolo con una fitta rete biodegradabile, di origine vegetale (rafia o canapa), che funge da supporto ai semi durante la loro germinazione. Gli agricoltori adottano alcuni accorgimenti per ridurre o bloccare l'erosione del suolo da parte del vento o dell'acqua, quali: piantare alberi lungo i confini dei campi; piantare colture erbacee (come i cereali) in modo da ricoprire il suolo nei mesi di maggiore rischio di erosione (autunno e primavera), lavorare meno il terreno, ecc.

## Metalli pesanti

I metalli pesanti (cadmio, cobalto, cromo, rame, mercurio, manganese, nichel, piombo, zinco, molibdeno, stagno) sono tra i più importanti inquinanti del suolo. Sono, infatti, molto diffusi, tossici e persistenti, ovvero hanno la caratteristica di rimanere in circolo nell'ambiente (attraverso la catena alimentare, ad esempio) per molto tempo. Questi inquinanti, se superano determinate quantità, possono causare danni agli organismi con cui vengono in contatto o che li assorbono.

### ***Perché i metalli pesanti presenti nel suolo possono essere dannosi per gli organismi viventi?***

Di norma il metallo presente nei terreni è assorbito dalle radici delle piante e quindi trasportato nelle foglie e nei frutti. Foglie e frutti contenenti gli inquinanti sono mangiati direttamente dal consumatore primario (uomo o animale) che li assimila nel proprio organismo. Le sostanze inquinanti si possono ingerire anche mangiando la carne di un animale che si è alimentato con vegetali inquinati da metalli pesanti. Una volta accumulati nell'organismo (uomo, animale o vegetale) in concentrazioni superiori alla norma, possono produrre gravi danni alla salute e in alcuni casi provocare la morte. Quello appena visto è il metodo di trasmissione degli inquinanti all'interno della catena alimentare: per questo è importante mantenere elevata la qualità ambientale del suolo, per evitare che gli alimenti possano contenere sostanze dannose.

### ***Perché i metalli pesanti si possono trovare nel suolo?***

In natura, i metalli pesanti si trovano in giacimenti nel sottosuolo (vedi le pagine dedicate a questa risorsa), e senza l'intervento dell'uomo solo in pochi casi e con difficoltà riuscirebbero a diffondersi nell'ambiente circostante e in particolare nel suolo. Attualmente, infatti, la principale causa della loro diffusione è l'attività dell'uomo.

I metalli pesanti possono essere dispersi nell'ambiente o direttamente dall'industria durante alcuni processi produttivi (ad esempio dalle industrie minerarie che li estraggono dal sottosuolo oppure da altre industrie che emettono fumi e acque di scarico inquinate), o dal consumatore quando utilizza prodotti che li contengono (ad esempio le vernici, i pneumatici, i combustibili, ed altri ancora). Questi prodotti, quando vengono utilizzati o se non vengono smaltiti correttamente,

provocano la dispersione di alcuni tipi di metalli pesanti. I metalli pesanti, così come altri elementi tossici, provengono quindi non solo dalle attività industriali, ma anche dalle attività civili (sono contenuti, ad esempio, anche nei liquidi delle acque di scarico delle fogne).

### **E' possibile eliminare questo tipo di inquinamento?**

I governi di molti Paesi hanno posto grande attenzione a questo tipo di inquinamento e, negli ultimi anni, hanno obbligato le industrie a rispettare severi limiti di emissione di metalli pesanti e a produrre beni che ne contengono in minima quantità o non ne contengono affatto. L'obiettivo è di mantenere il loro livello di dispersione nell'ambiente quanto più possibile al di sotto di determinate soglie considerate di sicurezza per l'uomo, gli animali e la vegetazione.

## **Suolo acido**

Normalmente l'acidità dei suoli è da attribuire alla presenza di elevate quantità di idrogeno e alluminio. Sebbene alcuni suoli acidi derivino direttamente da rocce acide, la maggior parte di essi si forma in aree caratterizzate da elevata piovosità o coltivate. Infatti, la velocità di acidificazione dipende dalla velocità con la quale la maggior parte degli elementi nutritivi presenti vengono allontanati dal suolo (dalle piogge o, dopo essere stati assimilati dalle colture, con i raccolti) lasciando spazio agli elementi che conferiscono acidità. Nei suoli acidi è molto difficile che le piante possano crescere, anche se la sensibilità varia da specie a specie: esistono, infatti, alcune specie tolleranti ed altre che richiedono addirittura un'elevata acidità del suolo per crescere e produrre.

### **E' possibile eliminare questo tipo di inquinamento?**

La bonifica dei suoli acidi avviene mediante l'impiego di composti di calcio e di magnesio, come la calce (carbonato di calcio).

## **Trattamento e recupero**

Per il suo potere assorbente, la sua capacità tampone, l'intensa attività biotica che in esso si svolge, il suolo è incline all'autodepurazione o, quanto meno, è in grado di smorzare gli effetti negativi derivanti dall'immissione di sostanze inquinanti. E' evidente che la capacità autodepurante del suolo ha un limite. Se l'inquinamento supera questo limite il suolo può perdere la sua funzione di "filtro" in modo irreversibile, causando notevoli danni. A differenza dell'atmosfera e delle acque che, una volta rimosse le fonti di inquinamento, si decontaminano in tempi relativamente brevi, il terreno, pur possedendo un elevato potere di autodepurazione mediante meccanismi chimici, fisici e biologici, resta contaminato per tempi assai lunghi.

È stato osservato, infatti, che, per ridurre apprezzabilmente il contenuto in metalli pesanti di un terreno inquinato, non sono sufficienti quantità di acque corrispondenti a quelle di diversi decenni di piogge.

La presenza nel suolo di composti inquinanti, soprattutto se caratterizzati da elevata tossicità, può costituire un rischio per la salute umana e per l'ambiente tale da richiedere un intervento di risanamento da parte dell'uomo. La bonifica di un suolo può consistere nell'inattivazione o degradazione degli inquinanti (sono trasformati in sostanze meno pericolose o non pericolose del tutto) o nella loro rimozione mediante trattamenti chimici, fisici e biologici. La bonifica interessa generalmente i suoli agrari e le aree limitrofe a insediamenti industriali e a discariche abbandonate.

## **Una gestione sostenibile**

L'obiettivo perseguito dai programmi di gestione sostenibile è di conservare e migliorare la qualità del suolo e di rendere compatibili le attività dell'uomo con il mantenimento delle funzioni vitali svolte da questa risorsa nei confronti di tutta la natura. Il concetto di qualità del suolo è però spesso di difficile definizione e i criteri impiegati dipendono anche dalla destinazione finale del suolo. Ad esempio, la qualità dei suoli agrari viene valutata in base alla produttività (resa e qualità dei prodotti) e alla presenza di inquinanti pericolosi per i consumatori, quella dei suoli forestali secondo la loro integrità e stabilità, mentre, quella dei suoli edificabili in base alla presenza di inquinanti pericolosi per gli abitanti. È inoltre importante salvaguardare l'integrità dei suoli di ecosistemi particolarmente preziosi, come le zone umide, le foreste tropicali e la savana.