

Importanza della protezione del suolo e delle falde acquifere

I riferimenti di qualsiasi genere a quanto concerne la protezione della natura e delle ricchezze naturali, portano quasi tutti noi a pensare agli esseri viventi che costituiscono i due regni animale e vegetale. L'azione di molte società per la protezione della natura si svolge essenzialmente, oppure esclusivamente, nel campo di piante ed animali minacciati di estinzione per cause varie. Quando si accenna anche a protezione di oggetti del regno minerale, ci si limita in genere a trattare di certe forme caratteristiche, di erosione o di accrescimento, che abbelliscono il paesaggio, quali piramidi di terra, massi erratici, concrezioni stalattiti e stalagmiti in grotte, ecc. Benchè anche questo lato estetico dei problemi di protezione della natura abbia la sua importanza, specialmente in un paese nel quale lo sviluppo del turismo rappresenta una vera necessità, voglio qui trattare di alcune ricchezze che il regno minerale offre all'uomo, da un punto di vista direi quasi economico.

Vorrei poter dimostrare come molte trascuratezze dell'uomo si risolvano con la distruzione inutile di ricchezze naturali che ci offre il mondo minerale. Si noti che tali ricchezze spesso portano notevolissimi benefici all'attività umana e che, soprattutto, esse sono di carattere tale da non potersi rinnovare oppure da potersi rinnovare a troppo lunga scadenza rispetto alla vita dell'uomo.

Mentre la rarefazione e la scomparsa di determinate specie animali e vegetali in natura rappresentano avvenimenti ai quali l'opera umana può ora porre rimedio parzialmente o totalmente, la distruzione di alcune ricchezze

del regno minerale è molto spesso pur troppo di carattere definitivo.

Prendiamo l'esempio dei giacimenti minerali: le materie prime in essi contenute sono indispensabili all'uomo e si può dire che l'importanza di una nazione dipende in buona parte dalle ricchezze minerarie che possiede. I giacimenti, una volta sfruttati ed esauriti, non si rinnovano più, benchè a profondità ed alla superficie terrestre continuino a perdurare le condizioni che favoriscono la genesi di nuovi giacimenti attraverso processi che durano decine e centinaia di migliaia d'anni. Con questa constatazione non si vuole assolutamente affermare la necessità di non sfruttare i giacimenti; occorre solo rendersi conto, affinchè l'attività umana possa beneficiare in pieno di queste ricchezze naturali, che tali ricchezze si possono proteggere impedendo le coltivazioni dei giacimenti inconsulte, a rapina, e cioè applicando uno sfruttamento il più razionale possibile, al fine di impedire che parte dei minerali utili venga abbandonata o resa inaccessibile ad ulteriori coltivazioni.

Pure non essendo un caso estremo di impossibilità di rinnovo come per i giacimenti, anche il terreno vegetale o suolo, nel quale le piante affondano le radici per trarne buona parte del loro nutrimento, è il prodotto di una opera secolare o millenaria, prodotta da alcune sostanze naturali denominate genericamente « agenti atmosferici » sopra quegli elementari costituenti omogenei della crosta terrestre che sono i minerali. Non mi è certamente possibile esporre una trattazione, sia pure condensata, delle modalità attraverso le quali i singoli minerali possono

produrre i più importanti componenti del suolo, cioè parlare dell'alterazione dei minerali. Tuttavia, con pochi cenni, mi permetto di richiamare l'essenza del processo per dimostrare la sua grande estensione nel tempo.

Considerando tutte le rocce che formano la parte più esterna del pianeta sul quale viviamo, possiamo constatare che esse sono costituite quasi esclusivamente da minerali appartenenti a poche famiglie: i più abbondanti sono i feldspati, che da soli rappresentano circa il 60 % in peso della parte esplorata della litosfera. Seguono altri silicati, quali miche pirosseni anfiboli olivine, e il quarzo. Sono proprio questi minerali che contribuiscono all'origine della parte inorganica del suolo e delle soluzioni nutritive che circolano in esso.

Dai silicati l'acqua circolante, talora avendo la sua azione idrolizzante accentuata da piccole quantità di altre sostanze in essa disciolte, strappa lentamente, uno ad uno, all'inizio gli atomi (si tratta in genere piuttosto di ioni) più grossi e meno fortemente legati: dai feldspati e dalle miche strappa così calcio, sodio, potassio, da pirosseni anfiboli ed olivine magnesio, ferro ed eventualmente ancora elementi alcalini. I reticoli dei minerali così attaccati dall'acqua vengono notevolmente indeboliti, la loro stabilità si fa precaria, finché in tante successive tappe l'acqua riesce a distruggere gli interi edifici reticolati dei singoli minerali. Naturalmente, l'opera di dilavamento e poi di demolizione si manifesta in un individuo cristallino gradualmente dall'esterno verso l'interno e talora può venire rallentata dalla formazione di involucri protettivi attorno ai singoli cristalli da parte di sostanze originate dalla distruzione del loro stesso reticolo cristallino.

Il risultato di questa lentissima opera è la totale dissoluzione dei cristalli dei minerali di alcune specie più diffuse, come feldspati, anfiboli, olivine, op-

pure la forte trasformazione di altri minerali più rari, come le miche, producendo ioni o gruppi ionici che vengono asportati da parte dell'acqua: il fatto è indicato come mobilizzazione di materia allo stato di soluzione ionica superficiale. La mobilizzazione è selettiva, come del resto selettivo è l'asporto iniziale degli ioni più debolmente legati nei reticoli cristallini, e può estendersi per vaste masse e permettere un movimento di ioni anche a grandi distanze, oppure limitarsi ai dintorni di un solo granulo cristallino.

In adatte condizioni ambientali, molti gruppi ionici si riuniscono in blocchi tanto grandi da formare veri cristallini di nuova formazione. Queste ricostituzioni di reticoli a spese di brandelli strappati da reticoli cristallini precedentemente demoliti avvengono in qualsiasi momento, purché si verifichino determinate condizioni chimico-fisiche di ambiente. Quello che a noi interessa è il fatto che i più abbondanti minerali di nuova formazione in tali processi sono i cosiddetti minerali argillosi. Questi minerali costituiscono, appunto, la parte più importante del suolo, in quanto le loro proprietà di adsorbimento e di assorbimento determinano la funzione di trattenuta e di cessione di acqua contenente ioni vari in soluzione.

Dunque, il risultato finale dell'alterazione dei minerali è la formazione di quella parte del suolo indicata come componente minerale colloidale e delle soluzioni che forniscono alle piante i diversi elementi chimici dei quali hanno bisogno per vivere: potassio da ortoclasio e da miche, sodio da plagioclasio, calcio da plagioclasio da pirosseni e da anfiboli, ferro e magnesio da pirosseni ed anfiboli, e così di seguito, fino ai più rari preziosi elementi, tutti strappati da reticoli cristallini di minerali costituenti le rocce. Naturalmente, nel suolo rimangono detriti di rocce e di minerali poco alterati, formandone lo

scheletro, mentre i vari prodotti di demolizione di reticoli e di ricostruzione lentamente si frammischiano ai detriti di vari organismi, che vengono a dare la parte organica del suolo e ne completano la composizione.

Mi sono permesso di dilungarmi un po' su questi processi per fare comprendere il complicato e lungo lavoro attraverso il quale essi si compiono. In paesi caldi e molto umidi la formazione della cuticola di suolo sopra le varie rocce può avvenire con relativa rapidità, in rapporto alla natura delle rocce stesse, sempre tuttavia misurabile in decine d'anni; ma in paesi temperati come il nostro ed ancora più nei paesi freddi, l'opera dell'acqua è lentissima ed il suolo può svilupparsi per spessori di pochi centimetri solo dopo il perdurare di tali azioni per secoli, sempre in rapporto alla composizione, alla tessitura ed alla struttura delle rocce.

Se l'uomo per trascuratezza permette che piogge troppo violente, scorrimenti incontrollati di acque, allagamenti, erosioni provocate dalle stesse opere umane, distruggano porzioni di suolo anche limitate, sappia almeno quanto dell'opera di madre natura è andata perduta e si renda conto che presto o tardi tali sprechi si pagano. Il Prof. Gortani, più competente di me a questo riguardo, parlerà delle opere che sono necessarie in modo speciale per difendere il suolo dall'erosione e dalla degradazione.

Un'altra ricchezza del mondo minerale che è in pericolo, questa volta non per trascuratezza ma per avidità da parte di alcuni e per ignoranza da parte di molti altri, è quella delle falde acquifere sotterranee che alimentano sorgenti e corsi d'acqua.

È già ben noto che il lento progredire dell'erosione e la intensiva utilizzazione di sorgenti con lavori di drenaggio, determinano un graduale abbassamento dei livelli delle falde

acquifere. Purtroppo, a queste azioni di effetto molto limitato, si sovrappongono localmente le conseguenze imponenti di drenaggi operati dall'uomo per opere varie, che determinano improvvisi e spesso fortissimi e definitivi abbassamenti dei livelli delle stesse falde. Intendo riferirmi alle grandi opere di scavo delle gallerie, delle quali la moderna ingegneria va molto fiera. Ogni galleria scavata, sia per coltivazioni minerarie che per scopi idroelettrici e per comunicazioni ferroviarie e stradali, rappresenta un vero drenaggio delle falde acquifere nella parte soprastante la zona dello scavo.

Abbiamo evidenti e clamorosi esempi di tutti i tempi ed in tutti i paesi per quanto concerne gli sfruttamenti minerari. La coltivazione nei secoli dal XII al XVI delle famose miniere del Monte Argentario e altipiano del Calisio, a nord-est di Trento, con lo scavo di decine di migliaia di pozzi e decine di chilometri di gallerie, ha portato un impoverimento della circolazione idrica superficiale tale che attualmente il ridente altipiano non possiede alcuna vera sorgente e non può essere sfruttato turisticamente. Altrettanto è avvenuto in molte regioni della Germania, degli Stati Uniti d'America, del Sud Africa e di molti altri Paesi. Si tratta per lo più di scavi eseguiti in secoli lontani, quando la scarsità della popolazione non imponeva l'assillo di utilizzare ogni ettaro per scopi agrari o forestali.

Che si può dire di quanto si sta facendo ora, con piena consapevolezza delle conseguenze, scavando gallerie per il trasferimento di acqua da una valle all'altra? Anche in questo campo abbiamo davanti numerosi brucianti esempi di scomparse e di impoverimenti di sorgenti, talora in zone abitate e molto intensamente coltivate. Pure essendo consapevole che le mie parole non saranno gradite in qualche ambiente, non posso fare a meno di citare alcuni casi molto istruttivi: nel Tren-

tino occidentale lo scavo di un reticolo di gallerie ha provocato la diminuzione di portata, spesso molto forte, di molte sorgenti captate a scopo potabile in Val Rendena, tanto che per alcuni paesi di questa valle si pongono ora assillanti e spesso insolubili problemi di rifornire d'acqua la popolazione stabile ed i villeggianti. Lo scavo della galleria Adige-Garda ha fatto praticamente scomparire le sorgenti che alimentavano gli acquedotti del grosso centro abitato di Mori. L'esecuzione della galleria Avisio-Adige, da Stramentizzo a S. Floriano, ha provocato la scomparsa o la forte diminuzione di portata di molte sorgenti utilizzate nella zona del paese di Cauria. Potrei continuare in queste citazioni per ore e ore, passando in rassegna lavori in tutte le regioni alpine.

Del resto non è necessario che andiamo a cercare esempi lontani, quando sappiamo che lo scavo della galleria ferroviaria per la direttissima Bologna-Firenze ha convogliato verso l'esterno una imponente massa di acqua, che viene evidentemente sottratta alle falde dei territori soprastanti. È chiaro che, in un caso come questo, il progresso delle comunicazioni imponeva certi sacrifici come inevitabili; è altrettanto chiaro che per certi sfruttamenti idroelettrici vale la pena di sacrificare la fertilità di campi e prati di montagna e talora anche la produttività di qualche zona forestale.

Tuttavia si deve osservare che in molti casi lo scavo di gallerie per trasferimento di acqua a scopi idroelettrici, si potrebbe evitare, sia pure con qualche aumento di costo della opera totale, determinando la condotta dell'acqua in canalizzazioni alla superficie o poco profondamente scavate nella roccia: infatti, opere di questo genere ledono il precario ed instabile equilibrio delle falde acquifere solo in una zona assolutamente superficiale,

lasciando quasi inalterato il patrimonio idrico.

Mi sembra che in ogni progetto di utilizzazione idroelettrica che comporti notevoli scavi di gallerie, si dovrebbe cercare di ridurre al minimo indispensabile i drenaggi delle falde acquifere. Questo è possibile limitando strettamente i tratti di gallerie e situando le stesse in zone non abitate o poco intensamente coltivate, facendo fluire le acque in queste zone entro canalizzazioni. Mi è nota l'osservazione che un buon rivestimento delle pareti e della volta delle gallerie, con accurata cementazione, riduce al minimo il drenaggio. Questa è una induzione da ritenersi, nel maggior numero dei casi, completamente teorica. Fra il rivestimento di cemento della galleria e la roccia in posto filtra spesso tanta acqua da potere influire fortemente sull'equilibrio delle falde acquifere della zona soprastante lo scavo. Chi ha visitato in dettaglio molte miniere a varie profondità può rendersi conto come avvenga l'essudazione di acqua e lo stillicidio dalla volta e dalle pareti delle gallerie e non può illudersi circa una completa riuscita di una cementazione di rivestimento.

Conclusivamente, è da ritenere che in molti casi, per lo scavo di gallerie per il passaggio di acqua a scopo idroelettrico, non sia necessario rompere profondamente l'equilibrio delle falde acquifere con drenaggi eccessivi, e che perciò sia possibile preservare le ricchezze idriche e le sorgenti di molte zone con un po' di buona volontà.

Un'altra pericolosa tendenza rivelata di recente da alcuni grandi lavori per impianti idroelettrici, è quella del trasferimento di notevoli masse d'acqua da una ad un'altra vallata, proprio mediante quelle gallerie di cui ho parlato poco fa. Anche a questo riguardo, l'attività dell'uomo procede purtroppo con gli occhi bendati: non si pensa

alle conseguenze che una forte variazione dell'equilibrio della circolazione idrica può portare in una regione. È ovvio che l'allontanamento di una parte dell'acqua da un bacino imbrifero dovrà necessariamente essere accompagnato da una diminuzione della circolazione superficiale e delle falde sotterranee. A tale allontanamento dovranno fatalmente seguire abbassamenti dei livelli delle falde, diminuzioni di portata di sorgenti e persino abbassamento dell'umidità nel suolo.

Fra le cause che provocano il pauroso fenomeno dello spopolamento della montagna, sono anche la scarsità d'acqua, l'aridità e la degradazione del suolo. Dunque, oltre che con prov-

videnze fiscali e con costruzioni di strade e di edifici, si può provvedere all'innalzamento delle condizioni dei nostri montanari anche difendendo quelle ricchezze che ci sono offerte dalla natura e, in questo caso, precisamente dal mondo minerale.

Vorrei augurarmi che queste mie parole riescano a portare il pensiero dei presenti ai rimedi concreti che si possono stabilire per la difesa in genere del suolo e in particolare delle falde acquifere.

Prof. CIRO ANDREATTA

Relazione al Congresso Nazionale per la Protezione della Natura in relazione ai problemi dell'economia montana, Bologna 18-20 giugno 1959.