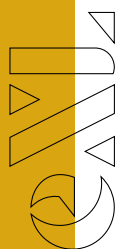


ricerca e formazione



Climate Change Tower, Ny Ålesund, Svalbard

ZONA CRITICA

DOVE LA ROCCIA INCONTRA LA VITA

Critical zone

*di Antonello Provenzale,
Ilaria Baneschi,
Mariasilvia Giamberini
e Marta Magnani **

Le interazioni fra geosfera e biosfera e i cicli biogeochimici possono essere studiati ovunque ci sia un ecosistema, e quindi in qualunque luogo del pianeta. Nelle foreste, nelle praterie, negli oceani, in Artico e in Antartide. Ma a qualunque latitudine ci si trovi, sulla terraferma avvengono in modo preponderante in quel sottile strato che sta fra la roccia indisturbata (o quasi) e la cima della vegetazione. È la cosiddetta “**ZONA CRITICA**”, termine usato per descrivere quel complesso insieme di roccia frantumata, suolo, acqua, batteri, funghi, vegetali e animali, dove “la roccia incontra la vita”.

Qui avvengono i processi di alterazione delle rocce e formazione di suolo, la fotosintesi e la respirazione delle piante, la decomposizione e l'attività batterica, la circolazione dell'acqua sotterranea e superficiale, processi che sostengono gli ecosistemi e quindi anche la produzione agricola, l'allevamento e in definitiva il benessere dell'uomo.

Inquinamento, fertilizzazione eccessiva e devastazione del ciclo dell'azoto, perdita di biodiversità, specie invasive e esplosioni di parassiti, erosione e impoverimento del suolo, modifiche nel ciclo dell'acqua dovute ai cambiamenti climatici, siccità e aumentato rischio di incendio sono tutte minacce che possono danneggiare severamente la zona critica.

In altre parole, rischiamo di perdere i benefici che una "zona critica" in buona salute ci può fornire, ancor prima di aver capito bene come funziona. Per questo motivo, negli ultimi anni all'Istituto di Geoscienze e Georisorse abbiamo intrapreso un lavoro di studio multidisciplinare di questo sistema, con colleghi di altri Istituti, delle Università di Pisa e di Torino e con gruppi di ricerca internazionali. Un grande progetto europeo (*Ecopotential*), dedicato alle osservazioni satellitari degli ecosistemi, ha avuto una parte importante di attività dedicate allo studio della zona critica in tutto il mondo.

La comprensione di come funziona questo complicato sistema richiede di misurarne e monitorarne le caratteristiche e di costruire modelli concettuali (e matematici) dei processi che ne governano la dinamica. Occorre istituire degli "**Osservatori di Zona Critica**". Nel nostro caso, abbiamo ritenuto

importante focalizzarci su **ambienti che hanno caratteristiche estreme**, o per localizzazione geografica, o per caratteristiche climatiche e ambientali. Questo perché negli ambienti estremi le interazioni fra geosfera e biosfera sono più visibili, i vincoli esterni sono più forti, i processi sono più espliciti e l'intero sistema è più fragile.

Il nostro primo **osservatorio** è del 2016 presso l'**altopiano del Nivolet**, nel **Parco Nazionale Gran Paradiso**, a circa 2.700 metri di altitudine. Questa zona è caratterizzata da praterie di alta quota e tundra alpina e ospita sia ungulati selvatici come camosci e stambecchi sia, durante la breve estate, bestiame di allevamento, bovini e ovini. Qui analizziamo i flussi di acqua e di anidride carbonica fra suolo, vegetazione e atmosfera mediante campagne di misura con camere di accumulo mobili, installa-

OSSERVATORI DI RICERCA DALLA TUNDRA A PIANOSA

zioni di misuratori fissi basati sulla tecnica di *Eddy Covariance* e camere fisse. Analizziamo le proprietà fisiche e chimiche del suolo, dell'acqua e della neve, i parametri meteorologici e climatici, mentre il Parco conduce campagne di misura della biodiversità, censimenti degli ungulati e misure nei laghi che costellano la zona di studio. Nel prossimo futuro, utilizzeremo la flotta di droni dell'Area della Ricerca di Pisa per





Villaggio di ricerca Ny Ålesund, affacciato sulla Baia del Re nell'isola di Spitzbergen in Norvegia

ottenere nuove informazioni e nuovi dati. Grazie a queste misure, abbiamo sviluppato modelli matematici che permettono di individuare le variabili che controllano la dinamica dei flussi di anidride carbonica tra suolo, vegetazione e atmosfera, della fotosintesi e della respirazione, e quindi di stimare la risposta della zona critica alpina ai cambiamenti climatici e ambientali.

Successivamente, abbiamo installato un altro osservatorio nella zona del **torrente Bayelva presso Ny Ålesund**, nella tundra artica dell'**isola di Spitzbergen**, nei pressi della base di ricerca "Dirigibile Italia" del Cnr. Qui andiamo regolarmente, in estate e in inverno, per misurare i flussi di anidride carbonica, le caratteristiche del terreno, la profondità dello strato di suolo scongelato e la neve, di nuovo per capire cosa controlli la zona critica artica, dove il forte aumento delle temperature (circa il doppio rispetto al resto del mondo) e lo scongelamento del permafrost, il suolo perennemente ghiacciato delle alte latitudini possono indurre cambiamenti drammatici che hanno la capacità potenziale di amplificare ulteriormente il riscaldamento globale.

A breve installeremo nuovi strumenti per condurre analisi in altri luoghi estremi: sull'**Etna**, dove "geo" e "bio" si incontrano e scontrano in modo certamente vivace;

sull'**isola di Pianosa**, dove l'aridità estiva vincola la dinamica dell'ecosistema e il potenziale aumento dello sfruttamento delle risorse idriche sotterranee può creare situazioni nuove i cui effetti sono da verificare. Ma anche sul **Monte Pisano**, dove i recenti incendi del Monte Serra e di Vicopisano hanno modificato le caratteristiche ambientali ed è importante valutare come l'intero sistema della zona critica risponderà nei prossimi anni. E poi di nuovo in montagna, sul **Monte Rosa**, e in **Antartide**.

Insomma, la zona critica è una frontiera fra conoscenze e approcci diversi. C'è bisogno di geologi, biologi, fisici, chimici, agronomi, ma anche economisti e sociologi. Perché la nostra società è, in gran parte, basata sul buon funzionamento della zona critica.

** Istituto di Geoscienze e Georisorse, Cnr, Pisa*

Interactions between geosphere, biosphere and biogeochemical cycles can be studied wherever there is an ecosystem. In forests, grasslands, oceans, the Arctic and Antarctica. But, at whatever latitude you are, on the mainland they predominantly occur in the thin layer lying between the undisturbed rock and the top of vegetation. It is the so-called "critical zone": that complex set of fractured rock, soil, water, bacteria, fungi, plants and animals, where rock meets life.