

# L'ecologia ed i sistemi montano-forestali

## Premessa

Ritengo si possa asserire senza tema di smentita, che gli ecosistemi montano-forestali siano i più interessanti, in quanto sono senza dubbio i più completi ed i più complessi nel gioco dei molteplici fattori, che sono ad un tempo registi e protagonisti sul *set* del nostro pianeta.

Ovviamente questo assioma è tanto più valido quanto più, da un punto di vista geografico, l'ecosistema sia collocato in aree nelle quali alcuni pochi fattori non diventino predominanti e limitanti: ad es. in un lariceto posto ai confini altitudinali superiori della vegetazione forestale il clima diviene fattore limitante del numero, delle presenze e delle azioni di tutti gli altri componenti del sistema.

Forse in nessun altro ambiente, come in una foresta montana è possibile rendersi conto, non solo del significato dell'ecologia, ma anche degli effetti che in un determinato ecosistema, singole presenze o azioni, (apparentemente irrilevanti), possono avere a distanza di spazio e di tempo.

Allargando in modo più appropriato, l'interpretazione che ne aveva dato HAECKEL nel 1866 (Scienza dell'economia degli organismi animali), oggi si vuole intendere con questo neologismo (letteralmente ecologia significa: *discorso sulla dimora*), restando anche più aderenti alla definizione di ODUM, *lo studio delle strutture e delle funzioni della Natura*.

Si intende ovviamente per *Natura* l'insieme dell'aspetto fisico e di quello biologico del nostro pianeta, o meglio della nostra biosfera.

L'Ecologia va quindi intesa come la scienza che studia le relazioni tra l'ambiente fisico, inanimato e gli essere viventi che lo popolano, nonché le interrelazioni e le interazioni, spesso con effetto a *feed-back*, che si vengono a stabilire fra gli organismi stessi, presi individualmente o a gruppi.

Questi pochi, ma essenziali concetti confermano l'univocità dell'Ecologia e nel contempo la necessità dell'approccio sistemico nell'affrontare studi, ricerche e progetti che coinvolgano uno o più fattori ecologici.

Tanto va chiarito, al di là dei significati spesso banali che oggi si vogliono attribuire alla parola *ecologia*, e al di là delle indebite, settoriali e a volte strumentali appropriazioni da parte di neofiti che, nell'affrontare tematiche comunque afferenti al territorio, tendono a gerarchizzare l'importanza delle varie branche di studio, ponendo quasi sempre al vertice quella di specifica, personale competenza o professione.

Giova dunque richiamare quanto scriveva ODUM nel 1971: «*Non esiste nell'ecologia una rigorosa successione nell'esame degli argomenti che ne fanno parte*».

In un ecosistema le relazioni complesse di causa ed effetto ovviamente determinano la distribuzione nel tempo e nello spazio delle biocenosi, cioè delle comunità viventi, biocenosi che a loro volta sono capaci di modificare più o meno sensibilmente l'aspetto stesso dell'ambiente fisico.

Gli esempi più eclatanti sono forse: la *foresta*, in positivo, l'*uomo*, spesso in negativo.

Ci si può comunque rendere conto di come non sia mai facile affrontare studi, o anche semplici discussioni riguardanti temi di ecologia, mentre d'altro canto l'attuale peso dell'impatto antropico sull'ambiente naturale, o su quello che di esso è oggi rimasto, impone non solo di affrontare scientificamente le relative problematiche, ma anche di diffondere per quanto possibile una vera cultura ecologica a tutti i livelli.

## L'ecosistema

Se si condividono i presupposti dell'Ecologia, va accettato, come basilare riferimento di studio, il concetto di *ecosistema*. Questo va inteso come la risultante, in un determinato spazio temporale, dell'interazione continua fra le componenti fisiche e le componenti biologiche di un determinato ambiente.

Si ritiene caratteristica essenziale di un ecosistema il suo potere di autoregolazione (*omeostasi*), vale a dire la capacità di seguire una evoluzione, a cicli più o meno ampi nello spazio e nel tempo, compensando entro certi limiti eventuali fattori di disturbo, o variandone alcuni con altri di uguale valenza ecologica.

A beneficio di chi tende a sottovalutare, o addirittura negare l'importanza dell'approccio ecosistemico in fase di indagine ecologica, va chiarito che, più della definizione di *omeostasi* (letteralmente: restare uguale), va accettato il significato di *autoregolazione*, che implica appunto anche la capacità del sistema di tendere ad un «equilibrio dinamico», di norma evolutivo. Per restare in tema forestale, un concetto analogo è quello di *successione evolutiva verso il vertice del climax*.

I principali fattori fisici, o *abiotici* di un ecosistema sono, in senso lato, la *geomorfologia*, l'*atmosfera* ed il *clima*, peraltro fattori molto complessi e fra loro stessi interagenti.

I principali fattori biologici, o *biotici* sono gli *esseri viventi*, distinguibili in:

a) *autotrofi*, cioè produttori di sostanza organica che sintetizzano direttamente da elementi o sostanze minerali (le alghe e le piante verdi capaci di *fotosintesi*;

alcuni batteri capaci di *chemiosintesi*);  
b) *eterotrofi*, vale a dire i consumatori ed i riduttori di sostanza organica: gli animali a tutti i livelli trofici (fitofagi, xilofagi, erbivori, carnivori, omnivori, e quindi anche i cosiddetti «parassiti» ed i «saprofiti», tra i quali i funghi ed i batteri).

Mentre i *parassiti* vivono a spese di altri esseri viventi, i *saprofiti* (tra i quali molte specie di funghi e batteri) si nutrono di sostanze organiche già appartenenti ad altri esseri viventi. Nella definizione di un ecosistema questi residui organici (ad es. la copertura morta del bosco, resti di vegetali e di animali) vengono detti fattori *merobiotici*.

Si suole attribuire solo al grande gruppo dei batteri il ruolo di *rimineralizzatori*, quale ultimo anello che va a chiudere, e a riaprire la catena trofica dell'ecosistema.

In realtà tutti gli esseri viventi sono in parte *rimineralizzatori* (produzione di ossigeno da parte dei vegetali, di anidride carbonica da parte degli animali).

Va anche precisato che un ecosistema non è mai del tutto chiuso in se stesso, ma esporta, in quote più o meno rilevanti, porzioni di materia e di energia che ha accumulato, così come ne importa dall'esterno.

L'autoregolazione significa in realtà soprattutto bilancio energetico positivo o in pareggio.

Tuttavia questo ecosistema non potrebbe esistere se mancasse l'*input* rappresentato dall'*energia radiante* del sole che perviene continuamente sul nostro pianeta e che ha già dato l'avvio (alcune centinaia di milioni di anni fa) al primo processo di fotosintesi e di chemiosintesi, e quindi alla formazione della prima molecola vivente (probabilmente qualche metro sotto il livello del mare).

È noto che il processo di fotosintesi, che costruisce tutto l'edificio vegetale del nostro pianeta, dalle colonie di alghe monocellulari alle foreste delle gigantesche sequoie e degli altissimi eucalitti, contribuisce a mantenere basso il tenore di CO<sub>2</sub> (circa 350 ppm) nell'atmosfera, permettendo così la vita degli animali.

A titolo di notizia si può ricordare che

un ettaro di foresta adulta di faggio, in attività vegetativa, produce in un'ora circa 5.000 Kg. di ossigeno, sufficienti alle necessità di respirazione di circa 7.000 uomini.

Ma è forse anche meno noto che il processo di fotosintesi è ad alto rendimento, in quanto utilizza (direttamente) a livello planetario appena il 2% dell'energia radiante del sole.

Va ancora annotato che a parità di fattori fisici, un ecosistema è tanto più (dinamicamente) stabile e capace di autoregolazione, quanto più sono le specie o i gruppi di specie insediatevi, indipendentemente dal numero assoluto di individui.

Vediamo ora di scendere nel concreto con qualche esemplificazione.

Un tipico esempio di ecosistema aperto, cioè con notevoli apporti e flussi da e verso l'esterno, è un *corso d'acqua*, le cui *componenti abiotiche* sono date dal substrato geomorfologico attraversato, dall'acqua stessa, intesa come ambiente, e dal clima; mentre le *componenti biologiche* sono rappresentate non solo dall'idrofauna e dall'idroflora presente nel corpo d'acqua (dai protozoi ai pesci, dalle alghe alle piante acquatiche), ma anche dall'avifauna e dalla vegetazione riparia e terrestre adiacente; esseri viventi questi che consentono il completamento della catena alimentare, ma che sono evidentemente condizionati dai fattori ecologici del corso d'acqua stesso.

L'apporto di sostanze organiche (residui vegetali ed animali) che provengono dalle sponde e dall'acqua stessa, rappresentano i fattori *merobiotici*.

Un altro esempio - che abbiamo già citato e sul quale necessariamente dobbiamo tornare - è la *foresta*, ecosistema complesso nella vasta gamma delle sue componenti.

Ricordiamo soltanto che in un ipotetico cilindro, del diametro di un solo metro, calato verticalmente dalla cima di un albero fino al substrato minerale sottostante l'apparato radicale, possono esser presenti alcune centinaia di milioni di esseri viventi (escludendo le alghe monocellulari ed i batteri), rappresentanti migliaia di specie, (sia terrestri che acquatiche).

Per la maggior parte questi microbionti (raggruppati sotto il termine di *pedofauna e pedoflora*) popolano i primi decimetri del profilo del suolo della foresta, di cui ne esaltano la feracità, ricevendone peraltro quanto è indispensabile alla loro stessa esistenza.

Gli esempi citati ci richiamano l'immagine di un sistema più vasto: quello montano-forestale.

Ma nasce prima spontanea una domanda: Quali sono i limiti di spazio e di complessità per definire un ecosistema?

Si può dire che in realtà non ne esistono. Una piccola pozza d'acqua, contenente migliaia di esseri viventi, può essere considerata un ecosistema, finché il sole non la prosciughi. Anche il nostro pianeta Terra, preso nel suo complesso, può considerarsi un ecosistema, finché ad esso pervenga l'input dall'esterno, cioè la continua radiazione solare, o finché l'uomo non dia ad esso un altro tipo di input, dall'interno, causandone la sua alterazione irreversibile, o addirittura la sua distruzione.

Così sorge un'altra domanda: Fra quali componenti dell'ecosistema (o degli ecosistemi) dobbiamo porre l'uomo?

Per la sua origine e natura, l'uomo, genere monospecifico della classe dei mammiferi, andrebbe collocato fra i fattori biotici, eterotrofi, al 2° e 3° livello trofico.

Ma in realtà ormai, in quasi tutti gli ecosistemi del nostro pianeta, l'influenza diretta od indiretta del fattore antropico, soprattutto nel volgere degli ultimi secoli ed in particolare degli ultimi decenni, ha tanto mutato i suoi rapporti biologici con l'ambiente, che la componente uomo può ritenersi contemporaneamente, e direi sempre più pesantemente, un fattore fisico, o meglio fisiografico, in quanto capace, con i suoi mezzi tecnologici sempre più potenti e sofisticati, di modificare le attitudini e la configurazione stessa di vaste superfici del territorio e di determinare gravi alterazioni nei meccanismi di autoregolazione degli ecosistemi.

La concezione *antropocentrica ed autocrate* purtroppo guida ancora molte scelte della nostra civiltà consumistica nell'indiscriminata proliferazione e collocazione delle strutture ed infrastrutture urbanistiche, in-

dustriali e turistiche, nella presunzione di potere sempre ed ovunque dominare sul complesso del mondo naturale, del quale si ignorano o si sottovalutano le vere valenze ecologiche ed i limiti del carico di rottura. È un atteggiamento retrivo, assimilabile alle concezioni dogmatiche pregalileiane: *l'Uomo al centro della Terra, la Terra al centro dell'Universo!*.

Noi riconosciamo invece alla sottospecie *sapiens* dell'*Homo sapiens* fra tutte le componenti biologiche del pianeta, il ruolo di *primus inter pares* e come tale quello di maggior responsabile, ma non di dominatore e raziatore delle disponibilità fisiche e animate della Natura.

E tanto varrebbe anche secondo un principio di previdenza e di conservazione della stessa specie umana. Concezione che i forestali ben conoscono e sono soliti applicare: *Alteri saeculo maturum caedo*.

Pertanto appare spesso giustificato anche l'atteggiamento di valutazione antitetica tra l'ambiente naturale da una parte e l'uomo dall'altra, che viene assunto nelle indagini ecologiche, soprattutto nei casi ove la presenza antropica sia imputabile di avvenuti o presunti futuri squilibri.

Di questa consapevolezza, che va facendosi strada, ne sono testimoni gli attuali strumenti legislativi sulla valutazione dell'impatto ambientale.

Come abbiamo già accennato, non esistono ecosistemi del tutto chiusi, pur prescindendo dall'input dell'energia radiante. Sarebbe quindi più ecologico parlare di *sottosistemi*; tuttavia, una volta tenuta presente l'esistenza dei «flussi di energia e di materia» da un sistema all'altro, la distinzione non sarebbe che una sottigliezza sofistica.

### **Gli ecosistemi montano-forestali**

Nel contesto di una convenzionale tipologia dei grandi ecosistemi del nostro pianeta (ad es. ecosistemi marini, delle paludi salmastre, lacustri, delle foreste pluviali, delle grandi pianure, etc.) si inseriscono, con determinante presenza ed influenza, gli *ecosistemi montano-forestali* (con riferimento particolare in questa sede alle regioni alpine).

Senza la presenza dei rilievi orografici

non solo l'aspetto, ma anche la vita del pianeta Terra sarebbe – e sarebbe stata – del tutto differente. Sebbene il discorso possa per certi versi apparire assurdo, all'appiattimento delle terre emerse, corrisponderebbe una monotonia degli ambienti, ridotti presumibilmente, oltre agli oceani e ai mari, ai soli tipi dei deserti glaciali, delle steppe subartiche e delle paludi salmastre. Le catene alimentari e quindi la diversificazione ed il numero delle specie risulterebbero notevolmente ridotte (ivi comprese quelle degli ecosistemi marini).

Non vi è dubbio che le valenze e le funzioni degli ecosistemi montano-forestali travalichino i propri confini, per espandersi in misura rilevante nei territori circostanti di pianura (e a volte direttamente negli ambienti marini), condizionandone in senso generalmente positivo il grado di evoluzione ed il potere di autoregolazione.

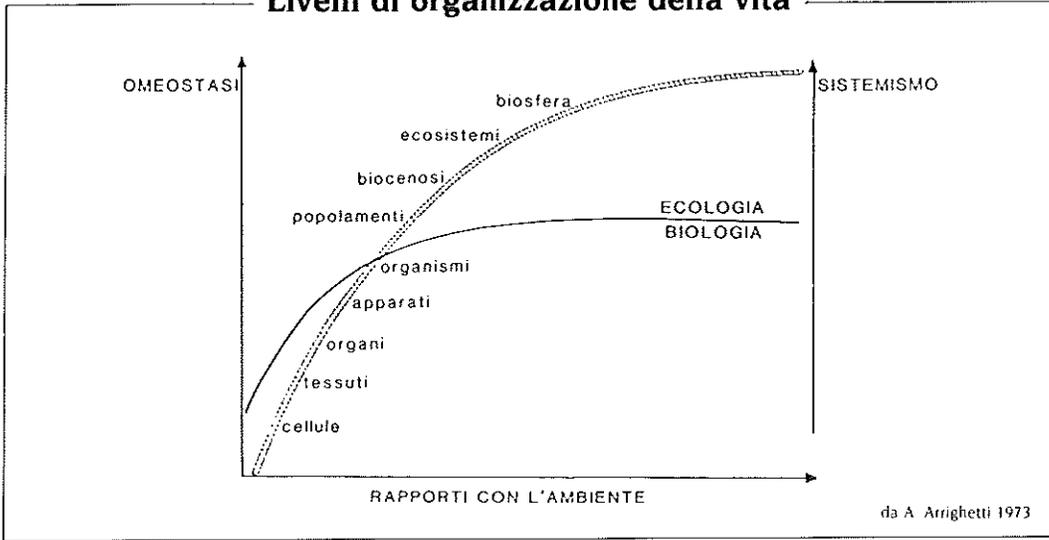
Si pensi soltanto alla funzione dei rilievi montani come serbatoio di riserve idriche, accumulate nei ghiacciai, nei nevai, nei laghi superficiali e sotterranei, riserve rese disponibili in tempi tanto più prolungati, quanto più presente ed efficiente è la copertura forestale ed il suo potere di regimazione. Da qui la disponibilità di sorgenti ed acque freatiche, la possibilità di utilizzo dell'acqua come forza motrice, il gratuito sollevamento della stessa in pianura dalle falde acquifere nelle diverse stratificazioni geologiche.

Si pensi ancora all'effetto di enorme paravento contro le perturbazioni cicloniche e a quello diaframante e mitigante gli eccessi di correnti, fredde o calde, umide o asciutte.

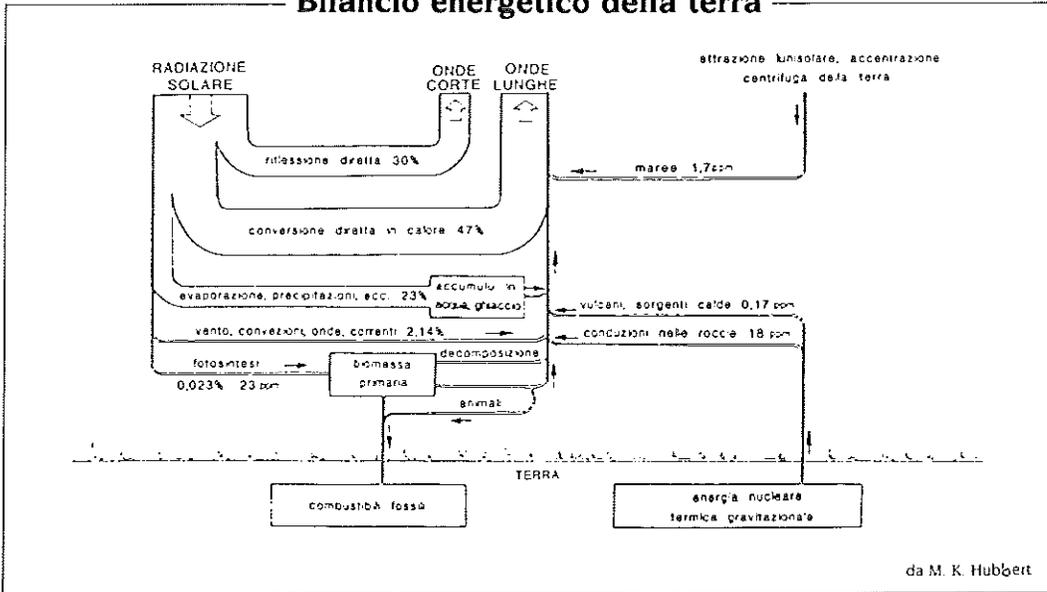
Ed ancora, non solo all'effetto mitigante delle brezze di valle o di monte, ma anche a quello determinante nella formazione delle nuvole e delle precipitazioni, nel gioco delle correnti ascensionali e delle differenze di temperature. Sotto questo profilo i rilievi montani vanno considerati come polmone di ricambio e di rimescolamento dell'atmosfera, nonché come agenti pronubi per la fecondazione e la disseminazione delle specie vegetali.

Questi solo alcuni degli effetti dei flussi di materia ed energia esportati dai sistemi montano-forestali.

## Livelli di organizzazione della vita



## Bilancio energetico della terra



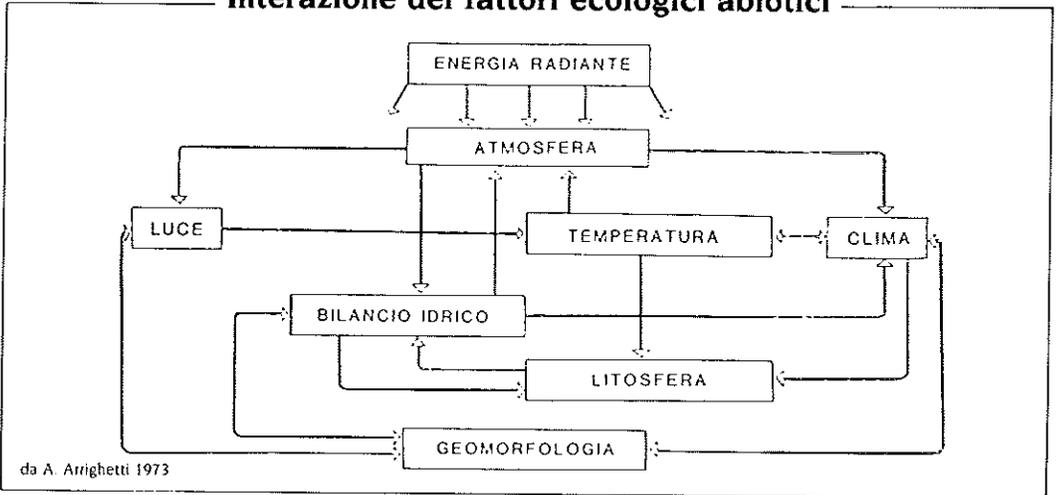
Nel proprio ambito inoltre, la scala delle altitudini, interrelata con i differenti effetti di continentalità di massa, con il variare delle pendenze, delle giaciture, delle esposizioni, dei differenti substrati geologici, creano molteplici premesse di diversificazione ambientale e quindi di possibilità di vita a più numerose specie vegetali ed animali e a più lunghe catene trofiche.

- Il sistema alpino: se si osserva una carta

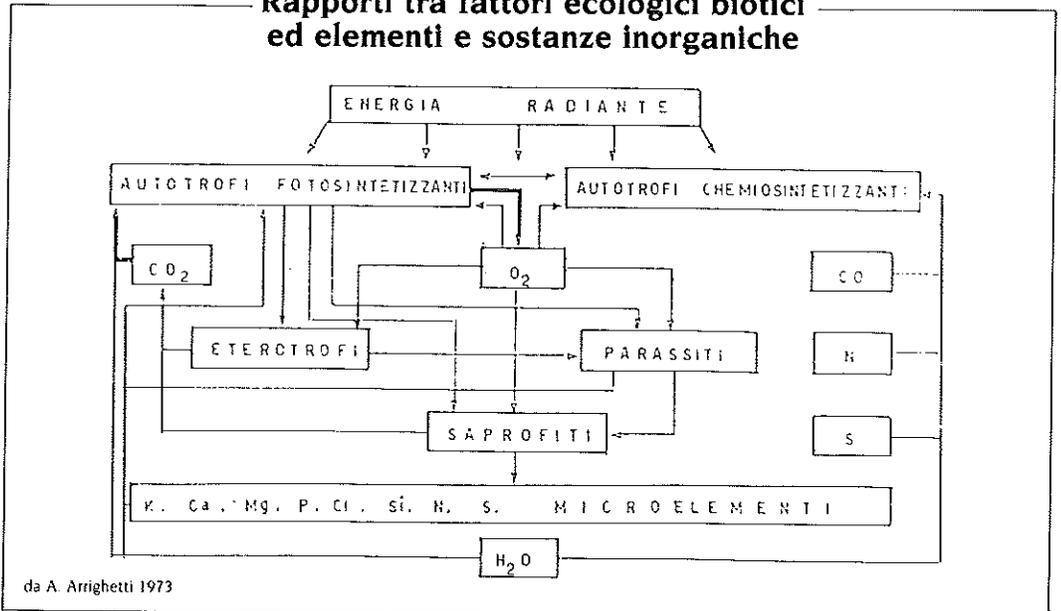
geografica fisica a grande denominatore, ci si può rendere conto di come le Alpi non rappresentino una catena isolata, non solo in rapporto all'Europa, ma anche nel più vasto panorama geografico euro-afro-asiatico.

Ed infatti per origine e struttura geologica, le Alpi fanno parte di quel lungo e potente sistema orografico (ora continuo, ora ramificato, ora separato da bracci di

## Interazione dei fattori ecologici abiotici



## Rapporti tra fattori ecologici biotici ed elementi e sostanze inorganiche

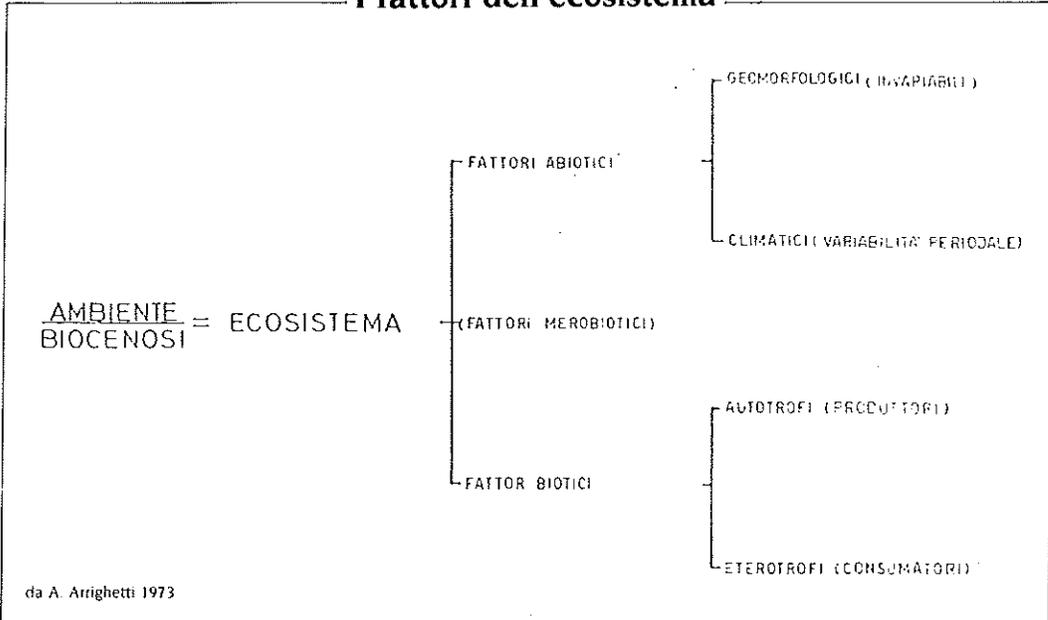


mare più o meno ampi e profondi) che parte dalle due dorsali dei Pirenei e dell'Atlante, si ricollega attraverso la Sicilia alle Alpi Marittime e, compiuto appunto l'Arco alpino che delimita la Penisola italiana, si divide nuovamente in due rami, dei quali uno più a Nord va a formare i Carpazi, l'altro scende in Jugoslavia nelle Alpi Dinari- che. Da qui il sistema si separa ad Est nei Balcani e a Sud nel Pinto greco. Al di là dei Dardanelli e del Mar Nero si alza nei

Monti dell'Anatolia, dell'Armenia e nel Caucaso; quindi prosegue verso Est nelle Catene Iraniane ed Afgane, fa da testata al bacino dell'Indo e raggiunge il più potente ed alto «tetto del mondo» formato dal Tibet e dall'Himalaya.

L'età alpina, cioè il tempo trascorso dai movimenti di corrugamento della crosta terrestre che hanno sollevato le Alpi, è a confronto di altre zone (ad es. la Sardegna), relativamente giovane, ma sempre

## I fattori dell'ecosistema



## Organismi nel terreno in 1 mq. (nei primi 15 cm di profondità)

GRUPPI O SPECIE	N° mq	PESO in g/mq
BATTERI - FUNGHI - ALGHE	→ 15 <sup>11</sup>	2.000
PROTOZOI	→ 15 <sup>12</sup> (150 miliardi)	38
NEMATODI - ENCHITREIDI	→ 80 <sup>8</sup> (80 milioni)	6
ACARI - COLLEMBOLI - PROTURI	→ 15 <sup>4</sup>	80
ALTRI ARTROPODI - MOLLUSCHI	→ 45 <sup>3</sup>	1,5
LUMBRICIDI	→ 300	400
VACCINIUM MYRTILLUS	→ 200	3.000
PICEA ABIES	→ (0,05)	(60.000)

K, Ca, Mg, P, Cl, Si, N, S. MICROELEMENTI

da A. Arrighetti 1981

dell'ordine di alcune centinaia di milioni di anni.

Su uno zoccolo più antico di rocce vulcaniche eruttive (graniti, porfidi, ecc.) e in parte metamorfiche (scisti, gneiss, filladi), cioè modificate, trasformate dalle pressioni, si sono qua e là sovrapposte rocce sedimentarie di origine fisico-chimica, o di origine biologica (calcarei, dolomie), che erano state depositate in più vasti e caldi ambienti marini.

Le spinte di sollevamento sembra siano avvenute con direzione generale da Sud verso Nord.

Se osserviamo i profili geomorfologici trasversali, si può notare come in molte parti della catena Alpina essi siano a morfologia più ripida, più profondamente solcata, più tormentata nel versante prospiciente la Pianura padano-veneta. E questo non è tanto una conseguenza della situazione geologica, quanto la risultante dei

fattori climatici, più decisamente incidenti sulla morfologia del versante Sud: maggiore assolazione ed insolazione, escursioni termiche giornaliere e stagionali più ampie, variazioni meteorologiche improvvise e più sensibili.

Va pure rilevato che a seguito di tale situazione sul versante meridionale, nell'era geologica attuale (la quaternaria, iniziata poco meno di un milione di anni fa) durante i periodi di ritiro delle quattro grandi glaciazioni ed in quelli interglaciali, si sono verificati e di verificano tuttora, effetti più rilevanti di modellamento glaciale e di escavazione fluvio-torrentizia, accompagnati da estesi fenomeni di erosione, di franamenti, di crolli.

In un tipico processo di *feed-back*, l'insieme di tali fenomeni ha anche limitato su gran parte dei versanti meridionali l'evoluzione pedogenetica verso suoli più attivi e profondi.

Meno estese sono le *formazioni forestali* ecologicamente più stabili ed a migliore funzione regimante ed antierosiva. Si sono create invece le premesse a suoli più superficiali ed erodibili, a soprassuoli forestali più radi, più deboli, tendenzialmente più xerofiti e perciò più esposti agli incendi, assommando dunque altri fattori negativi alla costituzionale fragilità dei versanti stessi.

Ma prese nella loro totalità, in ogni caso le Alpi costituiscono ancora oggi la più grande *riserva forestale* (circa il 60%) ed il più grande serbatoio di *riserve idriche* (circa il 50%) dei sette Paesi che le circondano (oltre a Lussemburgo, Belgio, Olanda), alimentando inoltre i grandi *fiumi europei* (Reno, parte del Rodano, Po, Adige, Danubio).

Data la posizione di latitudine e di non grande distanza dello spartiacque dal mare (meno di 300 km il punto più lontano), troviamo sulle Alpi una vasta gamma di situazioni fitoclimatiche e quindi di presenze specifiche proprie sia di fitocenosi artiche, come di quelle circummediterranee, e persino qualche entità montano-equatoriale e qualche testimonianza relitta della Flora Terziaria.

Limitandoci alla botanica forestale, è però interessante osservare come tutto il

sistema orografico già citato, che si estende dai Pirenei alle Alpi, ai Balcani e Carpazi (per restare in Europa), lungo una fascia quasi orizzontale fra il 40° ed il 50° parallelo, abbia rappresentato, durante le glaciazioni, una barriera insormontabile per molte specie già vegetanti nell'Europa centrale transalpina. Spinte dal freddo discendente dalla calotta glaciale artica, nel tentativo di defilare verso il Sud, si trovarono la strada sbarrata dai ghiacciai alpini le cui colate scendevano ad occupare anche le quote più basse delle vallate; in parte furono così costrette a soccombere. Questo fatto contribuisce a spiegare, insieme ad altre vicende geologiche più antiche, due realtà:

- l'esiguo numero di Conifere oggi presenti in Europa rispetto all'America, dove il sistema orografico Montagne Rocciose - Sierre - Ande, correndo quasi lungo i meridiani, ha permesso a molte specie di defilare verso Sud durante le glaciazioni, per poi risalire verso Nord nei periodi interglaciali. Si noti ad es. che del *genere Pinus*, che conta oggi un centinaio di specie, 60-70 sono presenti tra l'America settentrionale e la centrale, mentre in Europa se ne contano appena 10-12; analoghe proporzioni valgono per il *genere Abies*, per il *genere Picea*, ed il *genere Larix*. Sono inoltre scomparsi dall'Europa interi generi come *Tsuga*, *Cryptomeria*, *Araucaria*, *Taxodium*.
- La Penisola italiana, povera di copertura forestale, è peraltro la regione europea più ricca di specie, in parte mediterranee o submediterranee, ma sull'Arco alpino annovera tutte le specie forestali transalpine.

### **Cenni sull'impatto antropico**

Si è detto come sotto l'aspetto geomorfologico, il sistema *montano-forestale* alpino sia caratterizzato da una certa fragilità fisica, esaltata dall'interazione climatica, e particolarmente accentuata nel versante meridionale.

Un paragone - con i dovuti distinguo - tra la situazione *transalpina* e quella *cisalpina* può essere fatto osservando ad es. il versante sinistro, esposto a Sud, e quello de-



Indipendentemente dall'insulto al paesaggio, il degrado preoccupante è quello dell'efficienza del sistema suolo-soprasuolo (foto A. Arrighetti)

stro, esposto a Nord, della Val Venosta. È facile rendersi conto dei risultati negativi dell'interazione fra i fattori geologico-climatici e l'azione antropica. I vecchi sistemi culturali adottati dall'uomo, a mezzo di estese deforestazioni, spesso attuate col fuoco (*Brandkultur*), per garantirsi vaste aree prative e pascolive, hanno ridotto il versante esposto a Sud in una precaria situazione di dissesto sia idrogeologico che vegetazionale, in netto contrasto con la situazione del versante opposto, dove l'uso selvicolturale del territorio ha permesso il mantenimento di una equilibrata situazione ecologica.

Pertanto se ai fattori negativi costituzionali si sovrappone una scarsa sensibilità dell'uomo, i guasti che ne possono derivare (dissesto idrogeologico, incendi, attacchi parassitari), aggravano notevolmente la situazione, ritardando o vanificando il potere autoregolatore degli ecosistemi.

È indiscutibile che la pressione antropica di questi ultimi decenni sta avvicinandosi al carico di rottura della resistenza fisica ed ecologica del territorio su diffuse aree dell'Arco alpino.

Se è vero che già da secoli l'uomo ha

intrapreso la deforestazione di vasti areali montani, è altrettanto vero che tali azioni erano dettate da necessità, spesso inderogabili, di alimentazione e di sussistenza, e che in ogni caso ad ecosistemi naturali venivano sostituiti sistemi paranaturali, mantenendo sui suoli una copertura vegetale, sia pure di più basso valore ecologico.

Forse il primo impatto negativo, non motivato da necessità alimentari o di sussistenza, fu quello causato da Annibale, che nel 220 a.C. dovette aprirsi la strada attraverso il *valico del Monginevro* (o del Piccolo S. Bernardo, o del Moncenisio, secondo i vari storici, per far passare i suoi 26.000 uomini e soprattutto i suoi 37 *elefanti*, T.I.R. viventi da 50 tonnellate ciascuno, con i quali creò ben 18 anni di guai ai Romani.

Più tardi furono i Romani stessi ad aprire con le loro *strade lastricate* almeno 5 valichi attraverso le Alpi: il Brennero, lo Spluga, il Piccolo S. Bernardo, il Monginevro, il Col di Tenda.

Si può ritenere che la rete viaria creata dai Romani anche attraverso le Alpi, rimase tale fino dopo la metà del 18° secolo. Comunque l'impatto sull'ambiente è da ri-

tenersi esiguo, data la tecnica costruttiva ed i mezzi a disposizione, costituiti soltanto da mano d'opera umana e da animali da traino o da soma.

Minimo l'impatto antropico sulle Alpi durante il Medioevo, se si eccettua, verso la fine di tale periodo, l'utilizzazione della foresta sia per *legna da ardere* che per *legname da costruzione e da cantieristica navale*. Ma risorsero nel contempo (già i Romani ne avevano emanate) le leggi e le norme di tutela della foresta.

Dopo il primo forte incremento demografico del 18° secolo, con la diffusione dell'*Alpicoltura*, fu iniziata una vasta opera di disboscamento, soprattutto nella fascia alta della foresta, fino al limite della vegetazione arborea, per far luogo ai pascoli alti di montagna, dove purtroppo, specialmente sul versante meridionale, assieme ai bovini, e spesso più numerosi di questi, pascolavano ovini e caprini.

Questa forma di Alpicoltura ha notevolmente alterato i già delicati equilibri delle fasce periglaciali, con sensibili effetti negativi anche più a valle, sia per la sottrazione del manto forestale, come per la distruzione della rinnovazione (a causa del pascolamento libero all'interno della foresta). Si innescò così un processo di riduzione del potere regimante ed antierosivo del sistema integrato suolo/soprasuolo, nonché una sensibile modificazione negativa nelle presenze e nei rapporti specifici e di gruppi della fauna selvatica.

Sempre sotto la spinta delle necessità alimentari, si era però già dato corso anche alla erosione del manto forestale dell'orizzonte submontano, per far spazio a più estese colture, con analoghi effetti negativi, tuttavia in parte contenuti, per quanto attiene alla regimazione idrica, da terrazzamenti ed altre opere di sostegno e di canalizzazione delle acque.

Inoltre furono iniziati, e portati innanzi fino a qualche decennio addietro, vaste opere di bonifica dei fondovalle, eliminando così le naturali aree di espansione dei corsi d'acqua, aree tanto provvidenziali durante le piene. Alla *agricoltura di montagna* di questo secolo si deve pure, per il crescente uso ed abuso di *concimi chimici* e di *pesticidi*, il diffuso inquinamento delle falde

acquifere, ad iniziare anche da quote relativamente elevate.

Ma è a partire dalla seconda metà del 19° secolo che l'uomo ha iniziato un assalto indiscriminato al sistema alpino, assalto continuato con progressione geometrica fino a tutt'oggi.

Con *insediamenti, strutture ed infrastrutture*, la pressione antropica si è manifestata in quasi tutti i campi di attività, incidendo sulla integrità fisica e sulla funzionalità degli ecosistemi montano-forestali.

Ne citiamo le tipologie più evidenti:

- sfruttamento di *miniere e cave*; queste ultime in un crescendo di sfregi al paesaggio;
- costruzione di ferrovie di attraversamento della catena alpina: Brennero (1867), Frejus (1871), S. Gottardo (1880), Sempione (1890), realizzate sulle o sotto le direttrici delle *strade* di superamento dei relativi valichi, già da tempo aperte;
- costruzione o allargamento di nuove *strade ed autostrade*, fino a coprire il territorio con un reticolo viario a maglie molto strette;
- a lato delle opere di bonifica, sono stati eseguiti, ad iniziare ormai da qualche secolo, notevoli interventi di *raddrizzamento del letto dei corsi d'acqua* nei fondovalle e nel contempo lunghe *arginature* in muratura, a difesa delle terre bonificate o degli insediamenti umani. Questi lavori, portati spesso ad una esasperata *cementizzazione*, provocano da un lato gli stessi effetti sopradescritti, per quanto riguarda il deflusso idrico (scaricando a valle i pericoli ed i danni delle piene e delle esondazioni), dall'altro alterano in senso negativo gli *ecosistemi fluviali e delle fasce riparie*;
- la costruzione di *bacini idroelettrici*, già diffusa nella prima metà del secolo, ha avuto dopo gli anni '50 un notevole sviluppo nell'Arco Alpino, finché non si ebbero grandi e poco costose disponibilità di petrolio prima, e finché non si pensò all'energia nucleare in seguito. Va osservato che l'ambiente alpino, nel quale numerosi sono i *laghi* naturali che hanno avuto origine da sbarramenti morenici o da frane, bene si presta alla

formazione di *laghi di sbarramento artificiale*; la forza motrice che se ne ricava si può considerare pulita e, nel bilancio energetico naturale, gratuita e poco dispersiva.

Ma in questo tema il dissesto ecologico provocato dai bacini idroelettrici è imputabile – a mio parere – a tre fattori: le grandi dimensioni delle opere; la captazione di tutte le sorgenti e vene d'acqua a monte per mezzo dei cosiddetti canali di gronda; i forti squilibri nelle portate dei corsi d'acqua a valle della diga.

Un significato ben diverso, anche sotto il profilo ecologico, possono assumere invece i bacini artificiali a precui scopi di *serbatoi di riserve idriche e/o di contenimento delle piene*, non escludendo, con determinate garanzie, pure l'utilizzo idroelettrico.

– *l'urbanizzazione del territorio montano*, iniziata negli anni '60, con una vera e diffusa trasformazione degli spazi aperti in grandi parchi di divertimento, con criteri di pianificazione analoghi a quelli dell'urbanistica delle grandi metropoli, sia per il *turismo estivo*, che soprattutto per *l'industria della neve*.

È inutile dilungarci in questa sede sugli effetti negativi di tali rapporti tra l'uomo ed il territorio alpino-forestale. Ma è certo che al di là della sottrazione di spazi aperti e verdi e degli effetti di dissesto fisico e di inquinamento idrico ed atmosferico, vanno messe in rosso sul bilancio ecologico, compromissioni indotte e che purtroppo non vengono valutate in sommatoria con il giusto peso, all'atto di stimare l'effetto d'impatto di un singolo nuovo progetto.

Ovviamente oltre all'impatto diretto (insediamenti, piste da discesa e impianti di risalita), va tenuto conto delle opere di urbanizzazione primaria e secondaria a continua rincorsa delle iniziative turistico-residenziali (strade di accesso, acquedotti, fognature, elettrodotti, viabilità di collegamento, aree di servizio, ecc.). Tali opere, oltre al costo monetario sociale, rappresentano veri e propri diaframmi alla continuità naturale del suolo e del sottosuolo. Il fenomeno è acuito dal *sovradimensionamento* degli insediamenti ricettivi, delle reti viarie, delle disponibilità di energia e soprattutto di acqua, per un utilizzo effettivo

in molti casi di solo alcune settimane all'anno.

Il problema dell'acqua merita di spendere ancora poche parole: oggi, affiancato a quello dell'atmosfera (in relazione ad es. alle «piogge acide»), e peraltro collegato a questo, è ricorrente l'allarme per l'inquinamento idrico, per quanto attiene la disponibilità e la qualità dell'acqua potabile ed irrigua. È inutile rifarci a San Francesco per renderci conto di quale bene e servizio insostituibile essa rappresenti. È perciò necessario garantire anche a livello del sistema alpino, le condizioni per la conservazione qualitativa e quantitativa, di questo patrimonio, che sarà con tutta probabilità la materia prima più preziosa dopo il 2000.

Queste sono le compromissioni effettive alla stabilità e alle funzioni ecologiche degli ecosistemi montano-forestali, la cui valutazione deve avere precedenza e preminenza, indipendentemente dal disturbo arrecato alla cosiddetta *ecologia del paesaggio*. A questa espressione noi riteniamo di dover attribuire un importante significato a valenza estetico-soggettiva ed antropocentrica e nella quale il termine *ecologia* ci appare piuttosto improprio, soliti come siamo di riservare ad esso invece il significato attribuitogli, e avvalorato da studi specifici di REITER (1865), HAECKEL (1866), SCHRÖTER (1896), NEGRI (1912), GAMS (1918), TANSLEY (1923), DE PHILIPPIS (1937), e via via fino ad ODUM (1971 et seg.). In questa sua reale accezione il termine è anche più vicino al corretto sinonimo usato dagli americani sul finire del secolo scorso: *Wildlifebiology*.

E vorrei concludere con una considerazione forse un po' romantica: l'ecosistema montano-forestale ci offre, anche sotto l'aspetto visivo, l'immagine di una realtà amica, dove a volte sembra che le cime dei monti e quelle degli alberi facciano da tramite fra la Terra ed il Cielo. E nella realtà fisica le cose non stanno poi in modo tanto differente. Dicevano i Pellerossa, forse guardando le eccelse Sequoie, che «*gli alberi sostengono il Cielo; se li tagliamo il Cielo ci cadrà addosso*».

Al di là del significato letterale, c'è molta verità in queste parole.

**prof. dott. Attilio Arrighetti**