

Il declino della biodiversità nella dimensione territoriale

Pignatti Sandro

Forum Plinianum, Via della Piana, 00185 Roma; fax 06 49917130; e-mail forplin@tin.it

Pervenuto il 12.9.2002; accettato il 25.9.2002

Riassunto

Nel monitoraggio degli ecosistemi naturali si rilevano frequentemente esempi di scomparsa di specie vegetali ed animali, tuttavia questi eventi solo raramente risultano rilevabili attraverso dati statistici di valore globale. Infatti, attraverso la discussione di alcuni esempi, si dimostra che è facile accertare la presenza di una specie non osservata in precedenza, mentre è estremamente difficile dimostrare l'estinzione. Per questo motivo, i totali riguardanti i singoli paesi danno una visione ottimistica della realtà. Si propone pertanto di spostare l'obiettivo del monitoraggio dalla scala globale o continentale a quella del territorio, di singoli ecosistemi e delle popolazioni. I metodi di inventario floristico (recentemente estesi anche a singoli gruppi zoologici) permettono di rilevare una situazione drammatica; nel nostro paese sono documentabili casi nei quali l'impatto umano ha causato un grave declino della biodiversità: in qualche caso si arriva alla scomparsa del 40 % della flora preesistente.

PAROLE CHIAVE: biodiversità / flora / estinzione / ecologia urbana

Abstract

Decline of the biodiversity at the landscape scale

In monitoring natural ecosystems, frequent examples of species (both animals and plants) disappearing were registered; indeed, it seems rather difficult to give figures on a global scale. In fact, careful examination of some examples, shows that it is easy to assess the presence of a species not previously observed, while it seems extremely difficult to demonstrate the contrary, i.e. extinction. For this reason, gross totals of flora or fauna for large areas give an optimistic vision of reality. In consequence, the proposition is made to shift monitoring from the global or continental scale to the analysis of single landscapes, ecosystems and populations. The methods of floristic inventory (recently extended also to specific zoological groups) show a dramatic situation; in Italy some cases are documented in which human impact caused severe decline in biodiversity: sometimes up to 40 % of the original flora disappeared.

KEY WORDS: biodiversity / flora / extinction / urban ecology

1. INTRODUZIONE

Il concetto di biodiversità, che per molto tempo era rimasto nell'uso di pochi studiosi specializzati, viene ora reso accessibile al pubblico ed ai media. Dopo la conferenza di Rio (1992) si è infatti presa coscienza del fatto che la biodiversità è una delle variabili più significative per valutare lo stato della biosfera.

Oggi è opinione diffusa, almeno nel campo degli studiosi di ecologia e biologia ambientale, che la biodiversità sia minacciata dallo sviluppo tecnologico e

produttivo; la preoccupazione in questo senso ha portato alla stesura del protocollo di Rio che, appunto, impegna tutti i paesi alla salvaguardia della biodiversità. La biodiversità è minacciata dall'estinzione delle specie, che si ritiene proceda con una continua accelerazione e che, secondo stime autorevoli, potrebbe ammontare alla scomparsa di 350-1000 specie/anno, in gran parte insetti (WILSON, 1992). Molte specie animali, anche tra quelle di maggior significato simbolico, si

avvicinano al livello di estinzione, oppure lo sono state in tempi recenti: bisonte, tigre, rinoceronte, balene, scimmie antropoidi. Da questi dati si potrebbe concludere che stiamo attualmente di fronte ad un esempio imponente di estinzione di massa.

In un libro recente (MYERS & SIMON, 1994) si confrontano le opinioni di un ecologo (Myers) e di un economista (Simon). Il primo lancia l'allarme per la biodiversità; il secondo risponde con una puntigliosa enumerazione di dati: negli ultimi 50 anni la popolazione mondiale è passata da 2 a 6 miliardi di umani, ma la produzione agricola è aumentata di più del triplo così che ora la disponibilità di cibo pro capite è aumentata e, contemporaneamente, è aumentata la durata della vita media, è calata la mortalità infantile, etc. Tutto questo viene dimostrato con dati che tutti ben conosciamo e che si possono ritenere statisticamente affidabili. Ora, chiede l'economista, qual è il prezzo pagato per questo innegabile progresso? Di quante specie si può documentare l'avvenuta estinzione, mediante dati altrettanto validi sul piano statistico? E qui l'ecologo viene a trovarsi in difficoltà: è difficile, spesso impossibile, dimostrare un'estinzione ed eventualmente la perdita di poche specie note soltanto allo specialista sembra un fatto trascurabile di fronte ai bisogni dell'umanità.

Il significato della biodiversità per l'equilibrio della biosfera viene posto con autorevolezza da WILSON (1992). Tra i molti esempi, questo Autore cita il caso di Centinela (Ecuador), dove su una catena montuosa di piccole dimensioni erano note 90 specie di piante endemiche: in seguito alla trasformazione agricola, gran parte di queste non vengono ritrovate in seguito. Però non è possibile dare dati precisi e statisticamente validi sul numero delle specie effettivamente estinte: quante tra esse sopravvivono in popolazioni di pochi individui, o magari in un orto botanico? Non sappiamo.

Dobbiamo dunque concludere che la temuta estinzione di massa è solo una proiezione di una mentalità catastrofista?

Chi si occupa di biologia ambientale sa bene che non è così e che il problema è reale; tuttavia sembra attualmente impossibile fornire dati numerici altrettanto convincenti come quelli riguardanti i fenomeni socio-economici. Questo ha due motivazioni, tra loro strettamente connesse: anzitutto, manca fino ad ora una definizione di biodiversità convincente e generalmente accettata; in secondo luogo, e come conseguenza di ciò, manca un metodo per dare una valutazione numerica della biodiversità.

Da anni chi scrive si occupa di banche dati riguardanti la flora: vediamo che cosa si possa ricavare da queste per avvicinarsi ad una risposta a questo problema.

2. LO STATO DELL'ARTE

Consideriamo anzitutto il computo generale riguardante le specie indicate per la flora italiana: ci si limita alla flora vascolare (Tracheophyta), cioè pteridofite, gimnosperme ed angiosperme (monocotiledoni e dicotiledoni), in quanto per gli altri gruppi (alghe, miceti, briofite, licheni) non si dispone di dati storici omogenei. L'ultima revisione generale effettuata in occasione della pubblicazione della Flora d'Italia (PIGNATTI, 1982) dava i risultati esposti alla tabella I. Da questa si può constatare che il numero totale delle specie note per il nostro territorio è aumentato durante 130 anni da 4309 a 5599, cioè di 1290 specie, con un incremento pari a circa il 30 % rispetto alla cifra iniziale. Si tratta però di un dato poco significativo; infatti, come già osservato nel lavoro originale, non si tratta tanto di nuove specie entrate in Italia, quanto soprattutto di differenze nei criteri di valutazione del livello specifico utilizzati dai vari Autori.

Consideriamo ora le differenze intercorse dopo la pubblicazione dell'opera nel 1982 e fino ad oggi. Attualmente risultano indicate per l'Italia ben 224 specie in più, portando il totale generale a 5823; l'aumento, in poco meno di 20 anni è del 4 %, ed il rateo risulta non molto diverso da quello prima calcolato su un periodo di 130 anni. Va inoltre osservato che in questo caso i criteri utilizzati sono i medesimi, trattandosi dello stesso Autore. La seconda edizione della Flora è in fase di avanzata redazione ed è verosimile che alla fine del lavoro il numero delle specie da aggiungere sarà ancora superiore. Da questo tuttavia non si può concludere che la biodiversità sia aumentata, con oltre 200 specie in più rispetto a venti anni fa. Infatti, se i dati vengono

Tab. I. Specie di piante vascolari segnalate per l'Italia (semplif. da PIGNATTI, 1982)

Autore	data	n° specie
Bertoloni	1833-54	4309
Arcangeli	1894	4932
Fiori	1923-29	3877
Pignatti	1982	5599

Tab. II. Motivazioni per l'aggiunta di nuove specie alla Flora italiana

	numero	%
Nuovo criterio tassonomico	135	64,6
Ampliamento dell'areale	52	24,9
Specie esotiche naturalizzate (non definibili: 15 specie)	22	10,5
Totale	209	100,0

analizzati e raggruppati per tipologie, si nota (Tab. II) che le nuove segnalazioni sono dovute in larga maggioranza (64,6 %) ai progressi degli studi biosistemati, oppure (24,9 %) all'ampliamento di areali di specie già note: quasi sempre si citano campioni d'erbario, che dimostrano come queste specie fossero presenti già in passato, ma non fossero state identificate correttamente. Le specie certamente nuove sono il residuo 10,5 %, cioè le esotiche introdotte, direttamente o indirettamente, ad opera dell'uomo: 22 in tutto. Dunque, in realtà lo stock biologico è aumentato di solo 22 specie (0,4 %). È dubbio se questo possa venir considerato un aumento della biodiversità: si tratta di specie estranee al contesto della flora indigena, in alcuni casi (es. *Arctotheca calendula*) potenzialmente invasive.

L'approfondimento delle conoscenze biosistematiche presuppone un'intensa laboriosità da parte della comunità scientifica: in effetti questo aspetto caratterizza l'attività in campo floristico dopo la pubblicazione della Flora, nella quale è data l'indicazione di presenza/assenza a livello regionale, mettendo così in evidenza vistose lacune geografiche. È stata costituita una banca dati comprendente le segnalazioni degli ultimi venti anni di specie da ritenere nuove per la flora delle singole regioni italiane. Il numero di questi ritrovamenti, accorpato in classi triennali, mostra una chiara tendenza verso l'incremento, che si deduce dai dati della tabella III. Approfondendo l'analisi di questi dati, sono stati separati i ritrovamenti di specie esotiche, rispetto a quelli dovuti all'allargamento di areali di specie già note per altre regioni. Anche in questo caso si ha un'incidenza del 10 %, che mostra una rimarchevole rispondenza con il dato della tabella II.

Per quanto riguarda il problema delle estinzioni, non si può affermare che esistano esempi accertati di estinzioni avvenute nel periodo considerato. I casi nei quali una specie va esclusa dalla Flora italiana sono quasi sempre riconducibili all'approfondimento di conoscenze biosistematiche, come sopra indicate, e per lo più la specie eliminata viene rimpiazzata da un'altra specie congenere, quindi il tutto si risolve in cambio di nome, ma la consistenza dello stock biologico rimane invariata.

Tab. III. Numero di rilevanti scoperte floristiche, per le singole regioni italiane, in serie triennale (su 409 dati, pari a ¼ del totale)

anni	n°
1978-80	32
1981-83	72
1984-86	53
1987-89	44
1990-92	66
1993-95	56
1996-98	86

Un discorso più ampio riguarda la validità di questi dati, nei quali si ha a che fare con un totale generale (*gross total*): infatti essi tendono a dare un arrotondamento per eccesso. Quando si afferma che la flora d'Italia nel 1982 era composta da 5599 specie di piante vascolari, ciò significa che tale era il numero delle specie delle quali, in epoca antecedente, era stata accertata la presenza; però in moltissimi casi, soprattutto per specie rare, non era stato possibile verificare se esse fossero ancora effettivamente presenti al momento della pubblicazione dei dati. Va ricordato che alcune segnalazioni risalgono al sec. XVIII e non sono state ripetute successivamente.

Da questi dati si può giungere ad una prima conclusione parziale: nei vent'anni trascorsi lo stock biologico della flora italiana è rimasto sostanzialmente invariato, mentre si è avuto un aumento abbastanza cospicuo delle conoscenze scientifiche riguardanti la flora. Questo risultato sembra poter smentire la preoccupazione per il deperimento della flora.

3. ESTINZIONE, EFFETTIVA O PRESUNTA

Si possono qui esaminare criticamente alcuni casi ben noti e documentati di estinzione, che tuttavia si sono rivelati soltanto dei casi di morte presunta.

Cheilanthes persica – Una piccola felce ad ampia distribuzione (Asia Occidentale, Balcani) nota in Italia per un'unica popolazione sul M. Mauro nell'Appennino Romagnolo presso Faenza. Ben nota nel secolo scorso, ne esiste ricco materiale conservato in vari erbari; una ricognizione effettuata negli anni '60 ha dato esito negativo e se ne è dedotto che fosse estinta, opinione accettata anche in PIGNATTI (1982). Ricerche successive nello stesso posto su rupi poco accessibili hanno chiarito che ne esiste tuttora un'abbondante popolazione. Va osservato che comunque l'estinzione sarebbe stata relativa soltanto al territorio italiano, in quanto la sopravvivenza della specie è assicurata dalle popolazioni del mediterraneo Orientale.

Genista holopetala – Arbusto nano della flora illirica, molto raro; la sola popolazione italiana di M. Spaccato presso Trieste, ben nota e documentata, è stata distrutta nel 1943 da un incendio. Dopo le modifiche al confine orientale non ne rimanevano individui su territorio italiano, però in seguito è stata nuovamente osservata nei pressi di Trieste. Anche in questo caso l'estinzione eventuale sarebbe stata soltanto relativa alla flora italiana: in Slovenia e Croazia se ne conoscono altre popolazioni.

Ionopsidium thalianum – Nota per un'unica popolazione di poche decine di individui, nella Maremma: è specie annuale, dunque con ridotta capacità di sopravvivenza, endemica, e pertanto la scomparsa di questa popolazione avrebbe il significato di una perdita irre-

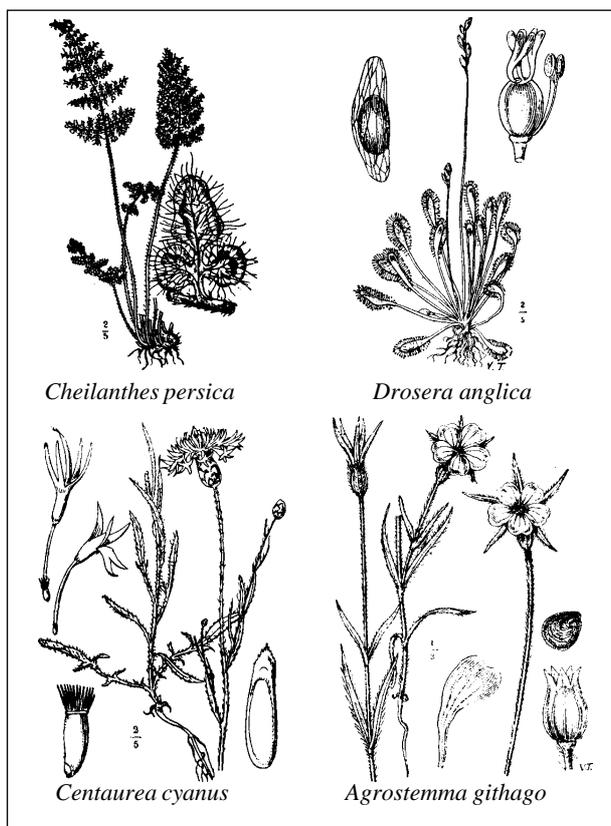


Fig. 1. Esempi di specie ritenute estinte in Italia, ma rinvenute in successive indagini.

versibile. Già prima del 1982, ricerche più estese ne avevano individuato altre due popolazioni, poi seguite da altri rinvenimenti, anche in Umbria e Lazio.

Drosera anglica – Le droseracee, piante carnivore della flora australe, nell'emisfero boreale sono ridotte a sole tre specie esclusive delle torbiere a sfagni in ambiente oligotrofo. Durante l'ultima fase fredda postwürmiana dovevano essere frequenti sulle Alpi, nell'alta Pianura Padana e sparse anche nella Penisola; oggi se ne conoscono poche popolazioni, tutte a rischio a causa dello sfruttamento delle torbiere, del drenaggio e dell'eutrofizzazione. Di *D. anglica* nel 1982 erano accertate solo 18 popolazioni, dalla Carnia al Piemonte; in seguito ne sono state identificate altre tre, però non sappiamo quante delle popolazioni precedentemente indicate siano ancora esistenti, forse due o tre soltanto. Comunque si tratta di specie diffusa nelle zone fredde dell'Eurasia.

Centaurea cyanuse Agrostemma githago– Fiordaliso e gittaione, due specie con fiori appariscenti che un tempo (fino al 1950 ed oltre) caratterizzavano la vegetazione commensale delle colture di frumento in Piemonte e Lombardia, con fioriture di grande bellezza, oggi scomparse. Il fiordaliso è ancora sporadicamente

presente in ambienti di agricoltura marginale sull'Appennino, mentre il gittaione è ormai una rarità. Non si conoscono le cause della scomparsa di queste due specie, ma si può supporre che essa sia collegata all'aratura meccanica ed all'uso di fertilizzanti di sintesi.

Altri esempi di "piante redive" sono *Trifolium latinum* e *Vicia pimpinelloides* della flora romana, descritte nei primi decenni del sec. XIX, non ritrovate successivamente e date per estinte (però ne esistono popolazioni nel Mediterraneo orientale!); tuttavia, mediante accurate ricerche, negli ultimi anni sono state nuovamente accertate.

Inverso è il caso di *Cistus laurifolius*: in Italia soltanto due popolazioni a Bibbiena e sui Colli Euganei; la seconda, di cui esistono campioni che risalgono al 1818, non è stata ritrovata in seguito e va considerata definitivamente scomparsa.

Merita qui ricordare la vicenda del Krakatau, la cui flora è stata completamente annientata dalla catastrofe del 1883, ma si è in seguito rapidamente ricostituita per introduzione passiva dalle isole vicine ed oggi conta circa 500 specie. La ricostruzione della copertura vegetazionale, avvenuta in maniera del tutto spontanea, dimostra le straordinarie capacità di recupero dell'ecosistema naturale.

L'analisi di questi casi (ai quali se ne potrebbero aggiungere molti altri) porta ad un riesame critico del concetto di estinzione. Va osservato che, se da un lato è facile dimostrare la presenza di una specie, mediante l'osservazione della stessa in popolazioni naturali, è invece molto difficile dare la prova dell'assenza di una specie, e questo è il caso dell'estinzione. Infatti, una ricerca che dia risultato negativo non è sufficiente per affermare che una specie sia effettivamente scomparsa in maniera irreversibile: essa può essere rimasta inosservata, oppure essere confinata in un'area inaccessibile, esser presente con semi o rizomi nascosti nel suolo, ma in grado di germinare quando le condizioni esterne siano favorevoli, ecc. La prova dell'estinzione si può raggiungere soltanto quando una specie è nota per un'unica popolazione, strettamente legata ad un determinato biotopo, che per cause esterne è andato completamente annientato. Si tratta di casi abbastanza eccezionali. Dunque, il *gross total* tende a sopravvalutare le presenze e sottovalutare le estinzioni. Queste possono venire realmente dimostrate soltanto a distanza di decenni, quando è ormai troppo tardi per intervenire.

4. VARIAZIONI DELLA BIODIVERSITÀ SU SCALA TERRITORIALE

Gli esempi esposti in precedenza riguardano casi di studio che assumono un significato se vengono esaminati nel contesto dell'intera flora italiana; consideriamo ora altri casi che appaiono rilevanti soprattutto a livello

territoriale.

Un esempio classico di diminuzione della biodiversità, relativo all'ittiofauna, è quello del Lago Victoria: il gruppo dei ciclidi era rappresentato fino al 1980 da circa 300 specie endemiche, un esempio unico di radiazione adattativa, basata essenzialmente sulle differenti abitudini alimentari e riproduttive. Dopo l'introduzione nel lago della perca del Nilo, pesce predatore, un gran numero di specie è stato annientato. Ad esempio, su un'area di controllo "scomparvero più di 80 delle 123 specie, pari al 70 %" (GOLDSCHMIDT, 1994).

Possiamo dunque chiederci se, nell'ambito della flora italiana, esistano casi analoghi di scomparsa di specie. Vengono scelti esempi, nei quali una diminuzione della biodiversità, rappresentata dalla scomparsa di specie vegetali, è un fatto evidente.

Il caso Zannone

Sul nostro territorio l'unico caso che permette una comparazione diretta è l'isola di Zannone, al largo della costa laziale, di 1 km² di superficie ed alta 194 m, priva di abitanti e gestita come riserva naturale. L'isola è stata studiata in tre occasioni ottenendo i seguenti risultati numerici (MENEGONI, dati ined.):

anno del rilevamento	specie n°
1902	272
1954	256
1991	198

La diminuzione nel numero di specie è evidente (circa il 25 % in novant'anni), ma sulle sue cause si possono soltanto fare ipotesi: potrebbe trattarsi di un generale inaridimento del clima, oppure delle conseguenze del pascolo dei mufloni, introdotti da pochi decenni.

La Pianura Padana

L'intera fascia planiziaria è completamente trasformata ad opera dell'uomo. La Pianura Padana aveva una vegetazione naturale con boschi e paludi fino alla conquista romana nel III sec. a. C. Da quel momento è stata in gran parte colonizzata, ma dopo il crollo dell'Impero è stata abbandonata e nell'alto medioevo era nuovamente occupata da boschi naturali o seminaturali. La colonizzazione successiva è stato un processo

lento, completato nel sec. XVIII per le aree con buon drenaggio naturale, mentre le aree soggette alle piene dei fiumi sono state bonificate solo dopo il 1900. Rimangono pochi lembi di bosco, conservatisi quasi per caso, che forniscono un quadro orientativo di quello che poteva essere il popolamento naturale della pianura. Per un paragone si possono utilizzare i dati recenti (rilievi degli ultimi trent'anni) di inventario floristico. La tabella IV sintetizza i dati di due esempi: il Bosco Olmé (prov. di Venezia: Fig. 2) ed il bosco di Muzzana (prov. di Udine: Fig. 3).

Nel primo caso (su dati originali inediti) le specie censite sull'area boscata sono 357, mentre nelle aree agricole circostanti si scende ad una media di 153 specie con una diminuzione di oltre il 50 %. Per il secondo caso (da POLDINI, 1991) sono state utilizzate aree di superficie maggiore, quindi i totali sono più elevati, tuttavia il fenomeno è analogo: anche qui la diminuzione nel numero di specie presenti sulle aree disboscate è prossima al 50 %. Siamo certamente di fronte ad un fenomeno generale, che potrebbe venire verificato in altri distretti intensivamente coltivati d'Europa (Languedoc, Olanda, Westfalia, Valacchia).

La variazione rispetto allo stato naturale è quantitativa, ma contemporaneamente anche qualitativa. La composizione della flora è nei due casi molto differente. Nella pianura coltivata in maniera intensiva si addensano le specie a distribuzione cosmopolita (45-57 su ciascuna area) mentre le endemiche scendono a solamente 1-3; al contrario, sulle vicine Prealpi Carniche (alta Val Meduna) le cosmopolite scendono a meno di 15 mentre le endemiche salgono a 21-27. Dunque, nella pianura coltivata non solamente si perde circa la metà della flora, ma il rimanente è costituito per un 20-25 % da specie ad ampio areale, dunque non strettamente collegate a questo ecosistema.

Il caso Paludi Pontine

La flora di quest'area, studiata da Béguinot negli anni '30, prima della realizzazione del parco Nazionale del Circeo, riflette le condizioni naturali di questo ambiente (oggi indicato come Agro Pontino). Nel settore planiziario bonificato e messo a coltura è stato effettuato dopo il 1990 un inventario floristico (osservazioni personali) su aree standard di 35 km², con i

Tab. IV. Numero di specie registrate in boschi planiziali relitti e in aree limitrofe.

	n° specie	med.	min.	max.	calo %
Bosco Olmé (1 area di 35 km ²)	357				
Aree limitrofe (6 su 35 km ²)		153	121	205	57,1
Bosco Muzzana (2 aree di 140 km ²)	534				
Aree limitrofe (4 su 140 km ²)		272	235	314	49,1

seguenti risultati:

	aree in condizioni naturali	dopo la bonifica	diminuzione %
Specie n°	400	180	55

Anche in questo caso il calo floristico è certamente causato dalla distruzione dell'ecosistema naturale e sua sostituzione con l'agroecosistema.

In questi casi esistono ancora le vestigia dell'ecosistema naturale, che è possibile utilizzare per un confronto; ma purtroppo abbiamo anche biotopi nei quali lo stato naturale è ormai scomparso irreversibilmente. Il Bosco Ramitelli presso Termoli oppure quello di

Rustigné	Oderzo	Motta di Livenza	Annone Veneto	Pradipozzo
121	127	140	141	144
Callalta	Priuli	Cessalto	S. Stino di Livenza	Bonazza
171	178	357	205	non rilevato

Fig. 2. Numero di specie registrate in 10 quadranti di 35 km² nella Pianura veneta (dati originali). Il quadrante grigio comprende il bosco di Olmé

Dignano	Campofornido
251	314
Codroipo	Talmasson
235	288
Cordovado	Muzzana
448	620

Fig. 3. Numero di specie registrate su 6 quadranti di 150 km² in Friuli (da POLDINI, 1996). I due quadranti grigi comprendono il bosco di Mezzana.

Policoro in Basilicata o quello di Rosarno: nel sopralluogo del 1951 l'autore, ancora studente, constatò che essi, in conseguenza della riforma agraria, erano stati tagliati pochi anni prima e non esistevano più (dati ined.). Non ne abbiamo una descrizione moderna, la struttura e composizione di questi monumenti millenari è perduta per sempre.

5. VARIAZIONI DELLA BIODIVERSITÀ ALLA SCALA DI COMUNITÀ

Non sempre l'impatto umano sugli ecosistemi naturali ha l'effetto di ridurre la diversità. Nell'ambiente mediterraneo è anzi normale avvenga il contrario, almeno per quanto riguarda la vegetazione. Le associazioni climax, come il caso tipico della lecceta, sono costituite da un numero ridotto di specie (PIGNATTI, 1988), circa una sessantina (comprese quelle rare ed accidentali), mentre nella macchia e nella gariga, che si formano come conseguenza di pascolo ed incendio, si ha una flora di 300-400 specie. Anche la flora sinantropica è molto ricca di specie: nell'area urbana di Roma, all'interno del Raccordo Anulare, sono state censite 1285 specie (CELESTI GRAPOW, 1995), cioè oltre 1/5 della flora d'Italia. Tuttavia anche in questo caso si hanno modificazioni importanti. Vengono di seguito analizzati alcuni casi esemplificativi.

Aree archeologiche a Roma

L'analisi della flora è stata effettuata su aree di saggio di 1,6 km² di superficie (CELESTI GRAPOW *et al.*, 1994; CELESTI GRAPOW, 1995). Sono stati distinti tre ambienti principali, ciascuno individuato mediante tre aree (Tab. V): aree archeologiche, aree che includono relitti di vegetazione forestale ed aree intensamente urbanizzate. Le aree archeologiche e quelle con vegetazione forestale hanno circa la medesima densità floristica (361-374 specie in media), mentre in quelle urbanizzate si scende a 173, con un calo del 53 %, molto vicino a quello osservato nella pianura friulano-veneta. Molto interessante però è la variazione nella concentrazione di nutrienti nel suolo (rilevata mediante indicatori vegetali, utilizzando gli indici di ELLENBERG, 1974): l'indice medio delle specie presenti nella vegetazione forestale è di 4,12, risulta un poco inferiore nelle aree

Tab. V. Relazione tra aumento dei nutrienti e decadimento della flora in Roma

	specie presenti			indicatori di nutrienti*		
	min	med	max	min	med	max
Aree archeologiche	367	374	381	3,72	3,87	3,99
Aree con ambienti forestali	265	361	450	4,0	4,12	4,19
Aree intensamente costruite	162	173	184	4,34	4,46	4,66

* media degli indici di ELLENBERG (1974) calcolata su tutte le specie presenti

archeologiche (ma si tratta di differenza scarsamente significativa), mentre aumenta decisamente (4,46) nelle aree urbanizzate.

La pineta di Castelporziano

La “duna antica” è un’area pianeggiante ricoperta dal bosco misto di caducifoglie, del quale sono stati analizzati numerosi esempi. Su circa 5 km² è stato effettuato attorno al 1900 un impianto con *Pinus pinea* per la produzione dei pinoli. La comparazione tra le flore delle aree con vegetazione naturale e delle aree rimboschite mostra un calo, sia pure non molto accentuato, delle specie presenti.

	foresta naturale	pineta di rimboschim.	diminuz. %
Specie n°: media	24	20	17
min-max	15-35	17-23	

Le differenze diventano invece cospicue se vengono paragonati i tipi distributivi delle specie presenti nei due ambienti: nella foresta naturale sono prevalenti le specie eurasiatiche e le sudeuropee, mentre nel rimboschimento si ha un forte contingente di specie esotiche e subcosmopolite.

Impianti sciistici di risalita

La conseguenza del calpestamento sul tappeto erboso nei prati di altitudine dell’Appennino Centrale (comunità a *Avenula praetutiana*) è stata valutata (PIGNATTI, 1993) mediante analisi dei pattern su 20 aree di 2 m² di superficie, lungo tre strisce rispettivamente sotto lo skilift (vegetazione calpestata) ed a 10 m di distanza sui due lati. I risultati (tab. VI) mostrano una diminuzione del numero di specie da 17,7-18,8 (med. 18,2) a 9,7, pari ad un calo del 47 %. Contemporaneamente anche l’indice di Shannon mostra una netta diminuzione, da 1,77-2,0 a 1,34, e ciò significa che con il calpestio la comunità diviene meno equilibrata ed una o poche specie tendono a prendere il sopravvento.

6. MONITORAGGIO DELLA BIODIVERSITÀ A DIMENSIONE TERRITORIALE

I dati sopra riportati, pur nella loro apparente contraddittorietà, permettono di avvicinarsi ad una conclusione.

La biodiversità appare il risultato di fenomeni complessi che si sovrappongono e condizionano a vicenda.

Il semplice conteggio delle specie presenti su una determinata superficie è un dato troppo grezzo per esprimere questa complessità e può avere un significato – eventualmente – soltanto nel paragone tra aree con superficie eguale o poco differente, e comunque in contesti ecologici simili tra loro. Va tenuto presente che nella dimensione locale o territoriale il totale delle specie presenti è fortemente determinato dalla competizione e dai fattori del suolo e del microclima che la regolano, mentre nella dimensione geografica il numero delle specie sembra dipendere soprattutto dai fattori climatici generali. Dunque, una comparazione tra dati su scala territoriale con altri su scala geografica appare priva di senso.

I dati qui presentati e discussi permettono di giungere ad alcune conclusioni riguardo al problema posto all’inizio, e cioè se l’allarme per il declino della biodiversità sia o meno giustificato. Considerando il fenomeno alla scala territoriale si notano i fatti seguenti.

1. L’analisi della flora dell’area urbana di Roma dimostra chiaramente che le aree più intensamente urbanizzate sono quelle nelle quali si registra il più vistoso calo nel numero delle specie presenti, e contemporaneamente si verifica l’aumento degli indicatori di nutrienti. Si ha l’impressione di trovarsi di fronte ad un fenomeno di portata generale, che viene confermato anche dai rilievi riguardanti la pianura friulana e veneta. Va tenuto presente che nei tre casi i rilievi floristici sono stati effettuati su quadranti di superficie diversa:

Roma (CELESTI GRAPOW, 1995)	1,6 km ²
Pianura Veneta (dati originali ined.)	35,0 km ²
Pianura Friulana (POLDINI, 1991)	140,0 km ²

Si tratta di valori che stanno nella relazione 1 : 25 : 100, ma comunque sempre al livello di unità territoriali omogenee.

2. La trasformazione dell’ambiente da uno stato semi-naturale (ma comunque compatibile con l’esistenza di una densa popolazione) allo sfruttamento agricolo intensivo oppure all’urbanizzazione comporta la scomparsa di una componente cospicua della flora, valutabile attorno al 50 % delle specie.

3. La flora residua viene profondamente modificata

Tab. VI. Relazione tra calpestio e decadimento della flora su piste sciistiche nell’Appennino centrale

	n° specie presenti			indice di Shannon		
	nat	skilift	nat	nat	skilift	nat
Scindarella (1948 m)	15,4	7,3	16,5	1,68	1,01	1,57
Valletta (2079 m)	17,7	9,7	18,8	2,0	1,34	1,77

nat: superfici in condizioni naturali;

skilift: striscia centrale calpestata

nella sua composizione, essenzialmente per l'immissione di un forte contingente di specie cosmopolite, per lo più di origine esotica, che possono raggiungere il 10-25 % del totale. Dunque la perdita di specie della flora indigena è certamente superiore al 50 %, ma viene parzialmente mascherata dall'ingresso di specie estranee.

4. Queste modificazioni sono causate non tanto dall'intervento diretto delle trasformazioni dell'ambiente fisico, che si esplicano a scala locale, ma soprattutto dalla immissione di sostanze estranee, soprattutto nutrienti, che avviene alla scala dell'intero sistema.

5. Le conseguenze di questa situazione sono scarsamente rilevabili alla scala geografica (cioè nel caso nostro sui totali relativi al Sistema-Italia) e ciò per le intrinseche caratteristiche di struttura del dato; esse invece divengono macroscopiche su scala locale. Tuttavia in ultima analisi il Sistema-Italia risulta dalla somma di un gran numero di sistemi locali, dunque il peggioramento a scala locale non può non portare ad un degrado anche su scala generale.

6. Le cause della decadenza della flora alla scala locale continuano ad agire a livello generale, soprattutto l'eutrofizzazione (come accumulo di composti d'azoto e fosforo nell'ecosistema); dunque si può prevedere un ulteriore aggravarsi della situazione.

I metodi per quantificare la biodiversità rimangono ancora da precisare. Il semplice conteggio delle specie ha i limiti sopra indicati. Poco diverso è il giudizio che si può dare sull'applicazione dell'indice di Shannon. Dunque, una valutazione quantitativa della biodiversità urta tuttora su gravi ostacoli metodologici.

Sembra chiaro che siamo di fronte ad un problema centrale per la salvaguardia degli ecosistemi, che pertanto non può venire trascurato, sia per motivi scientifici che applicativi. Sembra necessario pensare alla realizzazione di un sistema esperto in grado di acquisi-

re ed elaborare un gran numero di informazioni tra loro eterogenee, e cioè di tipo biologico, ecologico, climatico, etc. Questo sistema esperto dovrebbe permettere la gestione di un monitoraggio concentrato sul rilevamento alla scala territoriale, che meglio permette di evidenziare le modificazioni in atto.

7. SUL CONCETTO DI BIODIVERSITÀ

Le considerazioni qui sviluppate ci portano a considerare la biodiversità come un processo dinamico, e non soltanto come una somma di organismi conviventi. La biodiversità è il risultato del processo di auto-organizzazione della materia, che si esplica come evoluzione biologica e come interazione tra organismi nell'ecosistema. Per quest'ultimo aspetto, la biodiversità va considerata un fenomeno dipendente dalla scala (*scale dependent*). Questa può apparire una formulazione più comprensiva di quanto finora viene generalmente inteso, sebbene il principio dell'auto-organizzazione sia incluso, almeno in maniera implicita, anche nei migliori tentativi di definizione, come ad es. «...*the full array of organic diversity and the origin of that diversity, together with the methods by which it can be maintained and used for the benefit of humanity*» (WILSON, 1992).

Il carattere di processo fa comprendere la difficoltà di quantificare la biodiversità attraverso il semplice computo delle specie: infatti una specie non viene eliminata soltanto attraverso la distruzione degli individui che la compongono, come nel caso della caccia ad un vertebrato, ma soprattutto quando gli indispensabili mezzi di sussistenza vengono a mancare. Ciò avviene a causa di fenomeni che si esplicano su scala mondiale, come l'eutrofizzazione, alla quale possono essere aggiunti ancora: precipitazioni acide, cambio climatico ed, eventualmente, l'aumento della radiazione ultravioletta a causa del buco di ozono. Le conseguenze si rilevano anzitutto a scala locale, ma agiscono a livello globale, e questo fa intendere la gravità del problema.

BIBLIOGRAFIA

- CELESTI GRAPOW L., 1995. *Atlante della flora di Roma*. Argos ed., Roma, 222 pp.
- CELESTI GRAPOW L., PIGNATTI S., PIGNATTI WIKUS E., 1994. Analisi della flora dei siti archeologici di Roma. *Allionia* **32**: 113-118.
- ELLENBERG H., 1974. Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. *Scripta Geobot.* 9. Göttingen, 1974. 2. Aufl. (1979). 3. Aufl. (1992) in Ellenberg H. et al., *Scripta Geobot.* **18**: 9-166.
- GOLDSCHMIDT T., 1999. *Lo strano caso del Lago Vittoria*. Einaudi, Torino, 276 pp. (ed. nederlandese, 1994).
- MYERS N. & SIMON J.L., 1995. Scarcity or abundance? W.W. Norton & Co., Padova, 255 pp.
- PIGNATTI E., PIGNATTI S., HUANG C.C., DING G.Q., HUANG Z.L., 1991. β -diversity and phytogeographical patterns in the Ding Hu Shan Reserve forest vegetation. *Rend. Fis. Accad. Lincei* s. 9, 2: 79-85.
- PIGNATTI S., 1982. *Flora d'Italia*. Edagricole, Bologna, 3 voll.
- PIGNATTI S., 1988. The relationships between natural vegetation and social system in the Mediterranean basin, in Miyawaki A. et al. "Vegetation ecology and creation of new environments": 35-45. Tokai University Press, Tokyo (1987).
- PIGNATTI S., 1993. Impact of tourism on the mountain landscape of Central Italy. *Landscape and urban planning* **24**: 49-53.
- POLDINI L., 1991. *Atlante corologico delle piante vascolari nel Friuli-Venezia Giulia*. Reg. Aut. Friuli-Venezia Giulia. Udine, 899 pp.
- WILSON E. E., 1992. *The diversity of life*. Harvard University Press, 406 pp.