

# Diversità e Stabilità

## Gli habitat possono variare

### nel tempo:

costante - condizioni restano favorevoli o sfavorevoli indefinitamente

stagionale - alternanza regolare di periodi favorevoli e sfavorevoli

imprevedibile - periodi favorevoli di durata variabile sono inframezzati da periodi sfavorevoli altrettanto variabili

effimero - periodo favorevole di durata prevedibilmente breve seguito da periodo sfavorevole di durata indefinita

### nello spazio:

continuo - l'area favorevole è > di quella che l'organismo è in grado di coprire anche usando meccanismi di dispersione specializzati

eterogeneo (a chiazze) - aree favorevoli e sfavorevoli sono frammiste, ma l'organismo riesce facilmente a disperdersi da un'area favorevole ad un'altra

isolato - area favorevole ristretta, troppo lontana da altre perché un organismo riesca a disperdersi tra esse, tranne di rado o per caso

## SELEZIONE $r$ E SELEZIONE $K$

MAC ARTHUR & WILSON (1967) – PIANKA (1970):

1. individui soggetti a selezione  $r$  sono stati favoriti per la loro capacità di riprodursi rapidamente (hanno un alto valore  $r$ )
2. individui soggetti a selezione  $K$  sono stati favoriti per la loro capacità di portare un grande contributo relativo a una popolazione che rimane alla sua capacità portante ( $K$ )

Il concetto si basa sull'esistenza di 2 tipi contrastanti di habitat:  
a selezione  $r$  ( $r$ -selettivi)  
a selezione  $K$  ( $K$ -selettivi)

Una popolazione soggetta a **selezione K** vive in un habitat costante o prevedibilmente stagionale nel tempo:

1. è soggetta in piccolissima misura alle fluttuazioni casuali dell'ambiente
2. si stabilisce pop affollata di ammontare piuttosto costante
3. intensa competizione tra gli adulti, i cui risultati determinano i tassi di sopravvivenza e di fecondità
4. intensa competizione tra i piccoli, poche possibilità di insediarsi come adulti riproduttivi
5. pop vive in un habitat in cui sono vantaggiose sia le dimensioni degli individui che le quelle della prole

I caratteri previsti degli individui soggetti a selezione K saranno:

1. dimensioni + grandi
2. riproduzione ritardata
3. iteroparità (riproduzione + estesa)
4. una + bassa allocazione riproduttiva
5. prole + grande (e perciò – numerosa)
6. + cure parentali

Gli individui investiranno:

**in una > sopravvivenza** (rispetto a una > riproduzione)

ma, a causa dell'intensa competizione, molti di essi avranno vita molto breve

Una popolazione soggetta alla **selezione r** vive in un habitat che è imprevedibile nel tempo oppure effimero:

1. pop soggetta a periodi benigni di rapido accrescimento demografico, libera dalla competizione (quando l'ambiente, nelle sue fluttuazioni, entra in un periodo favorevole; o appena è stato colonizzato un sito effimero)
2. periodi benigni inframezzati da periodi maligni di mortalità inevitabile (fase sfavorevole imprevedibile; sito effimero sfruttato completamente e scompare)
3. tassi di mortalità di adulti e giovani sono altamente variabili e imprevedibili
4. tassi indipendenti dalla densità della popolazione e dalle dimensioni dell'individuo interessato

I caratteri previsti da individui soggetti a selezione r saranno:

1. dimensioni + piccole
2. maturità + precoce
3. semelparità
4. > allocazione riproduttiva
5. prole + piccola (e perciò + numerosa)

Gli individui investiranno:

**poco nella sopravvivenza**

che comunque varierà notevolmente, dipendendo dall'ambiente imprevedibile in cui si trovano

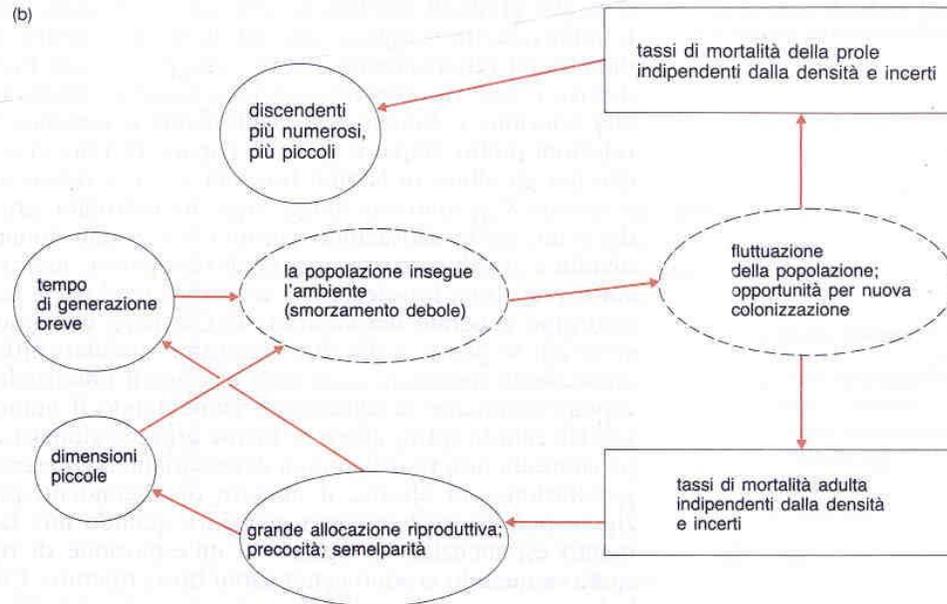
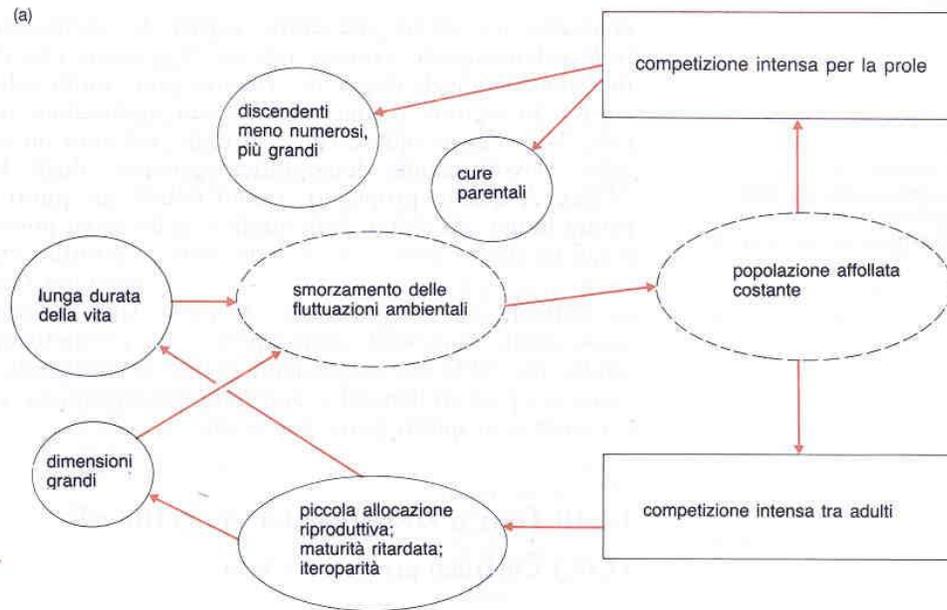
Il concetto r/K immagina 2 tipi contrastanti di individuo (o popolazione, o specie) e prevede:

- associazione di individui di tipo r con ambienti in cui agisce la selezione r
- associazione di individui di tipo K con ambienti in cui agisce la selezione K

Catene di causa ed effetto che presumibilmente originano:

- (a) individui soggetti a selezione K in ambienti in cui agisce selezione K  
 (b) individui a selezione r in ambienti in cui agisce la selezione r

*(ovale continuo: caratteri del ciclo biologico;  
 ovale tratteggiato: attributi della popolazione;  
 rettangoli: fattori di mortalità)*



## DATI A SOSTEGNO DEL CONCETTO r/K: CONFRONTI GENERALI FRA TAXA

Es: vertebrati superiori (soggetti a selezione K)

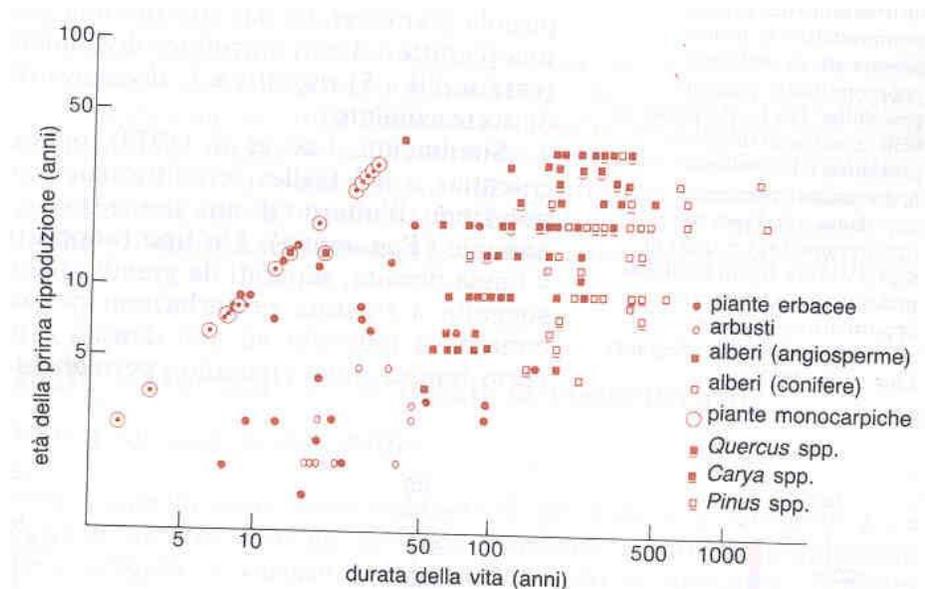
1. dimensioni grandi
2. vita lunga
3. produzione riproduttiva bassa
4. alto grado di regolazione omeostatica

Es: insetti (soggetti a selezione r)

1. dimensioni piccole
2. vita breve
3. alta produzione riproduttiva

Similmente per alberi in habitat forestale:

1. vita lunga
2. maturità ritardata
3. grandi dimensioni dei semi
4. bassa allocazione riproduttiva
5. grandi dimensioni degli individui
6. iteroparità



# Biodiversità delle comunità

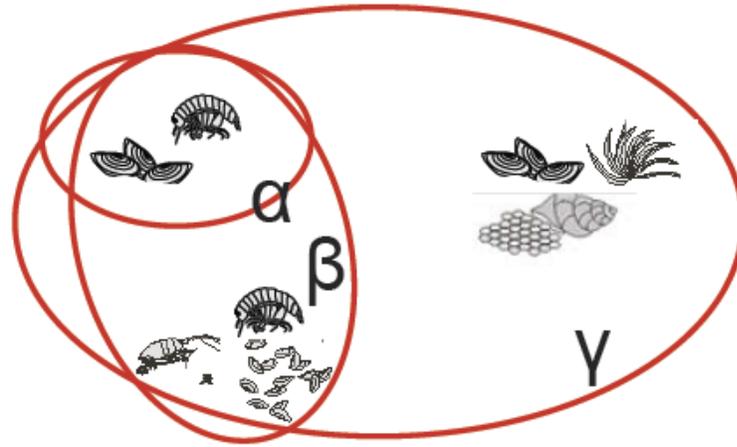
Varietà di specie che compongono le comunità

Organizzazione gerarchica del fenomeno biodiversità  
(diverse componenti):

**Diversità  $\alpha$**  La ricchezza in specie di una comunità

**Diversità  $\beta$**  Il grado di cambiamento o sostituzione nella  
composizione in specie tra diverse comunità nell'ambito di un  
paesaggio

**Diversità  $\gamma$**  La ricchezza in specie  
dell'insieme di comunità che  
formano un paesaggio  
(scala regionale)



# Misurare $\alpha$ diversità

- indice di Shannon-Wiener

$$\mathbf{H} = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 (p_i)$$

dove  $S$  = numero di specie;  
 $p_i$  = proporzione della  $i$ -esima specie nel campione

Esprime il grado di uniformità relativa della consistenza numerica di tutte le specie nel campione

- indice di Shannon-Wiener

$$H = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 (p_i)$$

H assume valori crescenti all'aumentare della ricchezza di specie e dell'uniformità dell'abbondanza relativa delle diverse specie.

Varia tra 0 (min) e  $\log S$  (max)

Quando  $S = 1 \rightarrow H = 0$  (minima diversità)

$p=1 \rightarrow \log(p)=0 \rightarrow H= 0$

$S > 1 \rightarrow H$  tende a 0 quanto più la ripartizione entro la comunità è sbilanciata a favore di una specie.

# Diversità $\alpha$

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 (p_i)$$

$p_i = n_i/N$

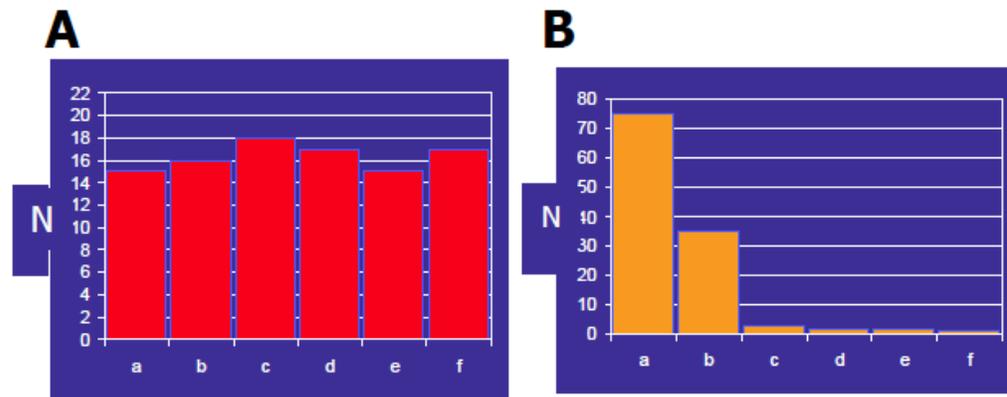
$\log_2 p_i$

$p_i * \log p_i$

Campioni (j)			specie			specie			specie		
Specie (i)	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
a	15	75	a	0.15	0.64	a	-271	-0.65	a	-0.41	-0.42
b	16	35	b	0.16	0.30	b	-261	-1.75	b	-0.43	-0.52
c	18	3	c	0.18	0.03	c	-244	-5.30	c	-0.45	-0.13
d	17	2	d	0.17	0.02	d	-253	-5.88	d	-0.44	-0.10
e	15	2	e	0.15	0.02	e	-271	-5.88	e	-0.41	-0.10
f	17	1	f	0.17	0.01	f	-253	-6.88	f	-0.44	-0.06
<b>N<sub>j</sub></b>	<b>98</b>	<b>118</b>	<b>N</b>	<b>1</b>	<b>1</b>						
<b>S<sub>j</sub></b>	<b>6</b>	<b>6</b>									

$$H'_A = -(-0.41-0.43-0.45-0.44-0.41-0.44) = -(-2.58) = 2.58$$

$$H'_B = 1.33$$



## Misurare la $\beta$ -diversità

La  $\beta$ -diversità è anche denominata **diversità tra comunità**, e misura il grado di variazione della diversità nelle comunità presenti in una data area.

Se la  $\beta$ -diversità è studiata lungo gradienti ambientali, può essere utile considerarla una stima del **turnover specifico** lungo il gradiente considerato.

Secondo Whittaker la si può misurare come rapporto tra  $\gamma$  e  $\alpha$ -diversità:

$$\beta = \gamma / \alpha_{\text{medio}}$$

### Bray-Curtis Index of Similarity ( $\beta$ -diversità)

$$BC_{ij} = \sum \frac{|n_{ik} - n_{jk}|}{(n_{ik} + n_{jk})}$$

CLASSE/FAMIGLIA	SPECIE	FAVIGNANA	LEVANZO	MARETTIMO
Centracanthidae	<i>Spicara flexuosa</i>	0.0	0.0	11.8
	<i>Spicara maena</i>	23.5	65.6	38.2
	<i>Spicara smaris</i>	0.0	3.1	0.0
Labridae	<i>Coris julis</i>	2.9	3.1	8.8
	<i>Labrus merula</i>	17.6	34.4	47.1
	<i>Labrus viridis</i>	23.5	25.0	29.4

## Misurare la $\gamma$ -diversità

La  $\gamma$ -diversità (**diversità regionale totale**), esprime la diversità specifica totale di un paesaggio.

Può essere considerata come equivalente all' $\alpha$ -diversità del livello ambientale immediatamente superiore alla comunità.

La si può misurare semplicemente dal numero di specie censite nell'areale:

$$H_{MAX} = \ln S$$

La maggior parte dei dati sulla  $\gamma$ -diversità sono basati su regioni approssimativamente definite: le cosiddette faune o flore locali

# Esistono limiti alla diversità massima dei diversi ambienti?

---

Due Teorie:

- Esiste un limite massimo alla biodiversità (intesa come no. di specie), diverso x ogni ecosistema, che coincide col no. delle nicchie ecologiche potenziali.
- Non esiste nessun limite teorico all'aumento del numero di specie, perché l'evoluzione crea nuovi tipi di risorse e perciò sempre nuove nicchie.

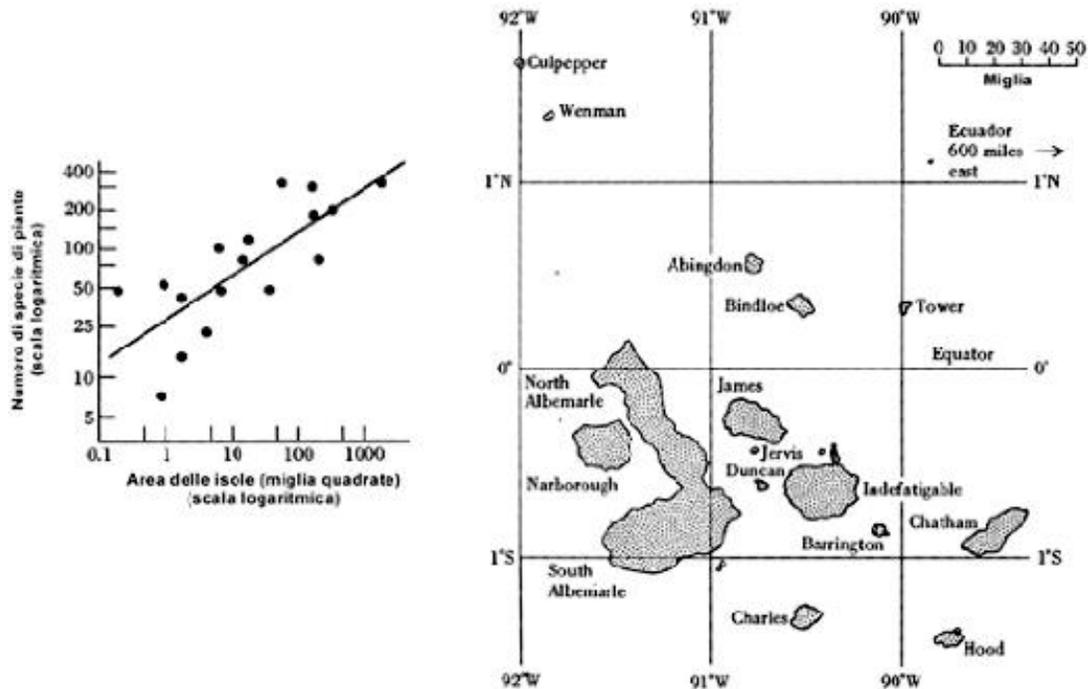
# 1. Esiste un limite massimo alla biodiversità

---

Modello di MacArthur & Wilson (1967) per le popolazioni insulari:

- In ogni isola esiste un no di specie che rappresenta la condizione d'equilibrio;
- Il valore max di diversità dipende dalla superficie, dall'eterogeneità di habitat, dalla competizione intra – interspecifica, dal clima etc.;
- Ogni isola è soggetta ad un costante afflusso di organismi da siti circostanti. All'inizio la colonizzazione è veloce, ma l'immigrazione rallenta in modo proporzionale al no di specie già insediate nell'isola;
- Opposto è l'andamento dell'estinzione: la velocità all'inizio della colonizzazione è bassa e aumenta proporzionalmente al no di specie

Gli ecosistemi insulari sono sempre stato oggetto di particolare attenzione da parte di naturalisti ed ecologi. Infatti la ovvia discontinuità terra-acqua pone dei limiti ben precisi alla distribuzione delle specie rendendo le comunità insulari sostanzialmente chiuse ad interazioni ecologiche con l'esterno. La diversità nelle isole ha delle caratteristiche molto interessanti.



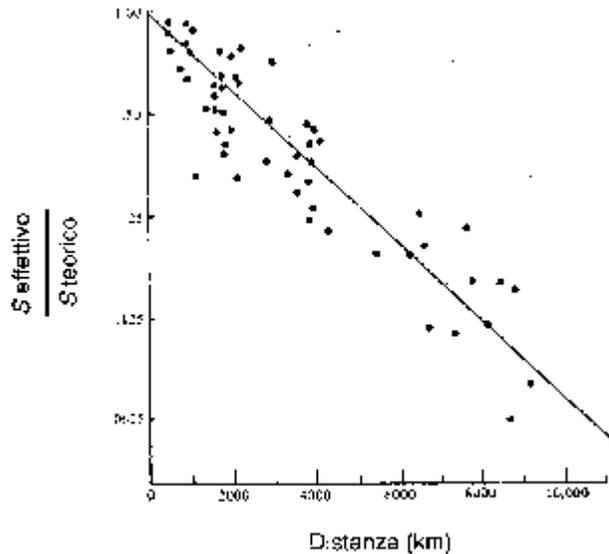
Relazione tra numero di specie di piante terrestri e area dell'isola per l'arcipelago delle Isole Galapagos

La Figura riporta, in funzione dell'area delle diverse isole, il numero delle piante terrestri che si trovano in ciascuna isola. Si può notare che tale relazione è approssimativamente lineare. In altri termini si ha:

$$S (fz) A$$

dove A è l'area dell'isola.

La seconda caratteristica della diversità delle isole è il cosiddetto *effetto distanza*.



Dati sulla diversità degli uccelli nidificanti nelle isole dell'arcipelago della Nuova Guinea distanti più di 500 km dalla isola madre.

L'asse delle ascisse rappresenta la distanza dalla Nuova Guinea.

L'asse delle ordinate rappresenta (in scala logaritmica) il rapporto tra il numero effettivo di specie di uccelli che si trovano su ciascuna isola e il numero di specie (teorico) che ci si aspetterebbe di trovare su di un'isola della stessa area situata a meno di 500 km dalla Nuova Guinea

Il numero di specie su un'isola è funzione decrescente della distanza dalla terraferma.

L'effetto distanza suggerisce che è l'immigrazione dalla terraferma (tanto più difficile quanto maggiore è la distanza) a rifornire di specie le isole.

Il numero di specie presente su di un'isola varia come risultato di **due forze contrapposte**: da una parte specie non ancora presenti sull'isola possono giungere sull'isola dalla terraferma, dall'altra le specie già presenti possono estinguersi..

# Diversità biologica

---

Il livello di diversità biologica in ogni ambiente in ogni momento è dato dall'equilibrio tra:

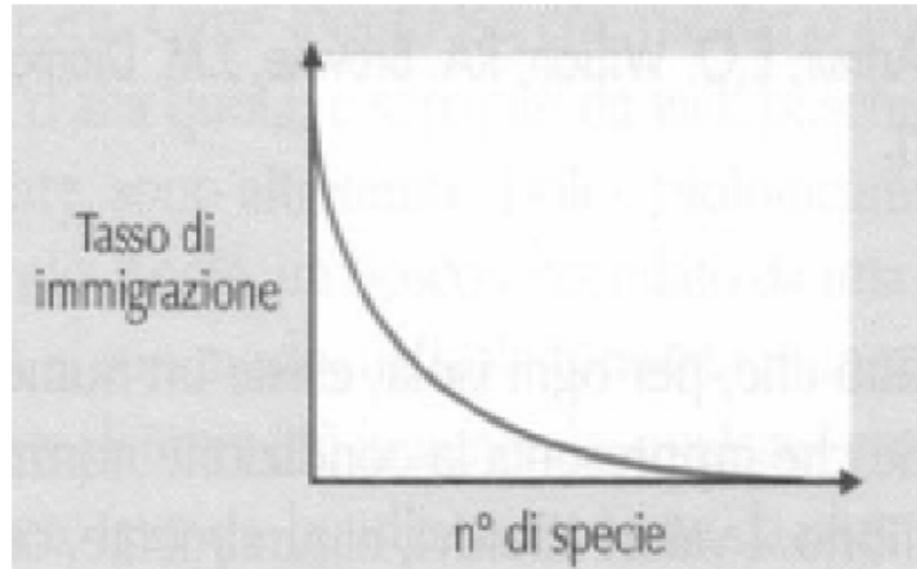
1. Speciazione
2. Estinzione
3. Immigrazione
4. emigrazione

# immigrazione

---

All'inizio in un'isola l'immigrazione ha maggior successo (meno competizione per risorse e nicchie), ma col tempo l'insediamento di nuove specie rallenta.

il tasso di colonizzazione (immigrazione) è inversamente proporzionale al numero di specie già presenti

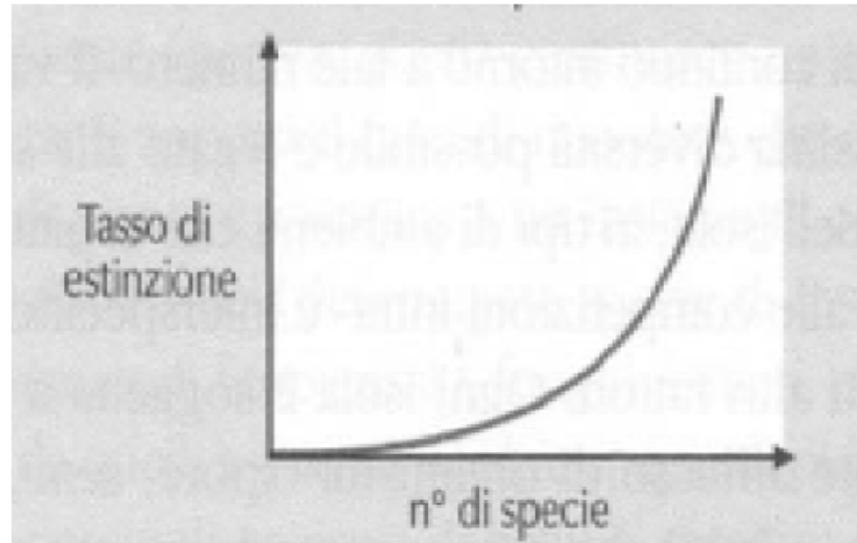


# estinzione

---

Più un'isola diviene ricca di specie, più facilmente alcune popolazioni si estinguono.

Il tasso di estinzione è direttamente proporzionale al numero di specie già presenti.



Come mai si ha questa possibilità di estinzione?

Le popolazioni delle specie insulari sono in generale molto più piccole di quelle ospitate dalla terraferma e le popolazioni di piccole dimensioni sono soggette a una serie di problemi:

1. **effetto Allee**, cioè il fatto che a basse densità il tasso di mortalità può essere più grande del tasso di natalità a causa di difficoltà di accoppiamento, maggiore esposizione alla predazione, distruzione della struttura sociale di una popolazione;
2. **"inbreeding"** cioè accoppiamento tra individui tra di loro imparentati, che porta al deterioramento genetico della popolazione e quindi alla diminuzione di sopravvivenza e fertilità;
3. **forte influenza di eventi casuali sfavorevoli**: la probabilità che muoiano contemporaneamente, per ragioni puramente casuali, pochi individui è molto più alta della probabilità che muoiano molti individui (*stocasticità demografica*)

Quindi:  $dS/dt = I(S) - E(S)$

dove  $I(S)$  è il tasso di immigrazione di nuove specie ed  $E(S)$  è il tasso di estinzione delle specie già presenti.

Vediamo ora come variano **I** ed **E** con il numero di specie presenti sull'isola.

Se indichiamo con  $S_0$  il numero di specie presenti sulla terraferma, è ovvio che  $I(S_0)=0$ , poiché, se tutte le specie sono già presenti sull'isola, non ci può essere alcuna immigrazione di nuove specie.

Inoltre **I** deve essere decrescente con **S**, perché tanto maggiore è il numero di specie presenti sull'isola tanto minore è la probabilità che un esemplare che approda sull'isola appartenga a una specie nuova.

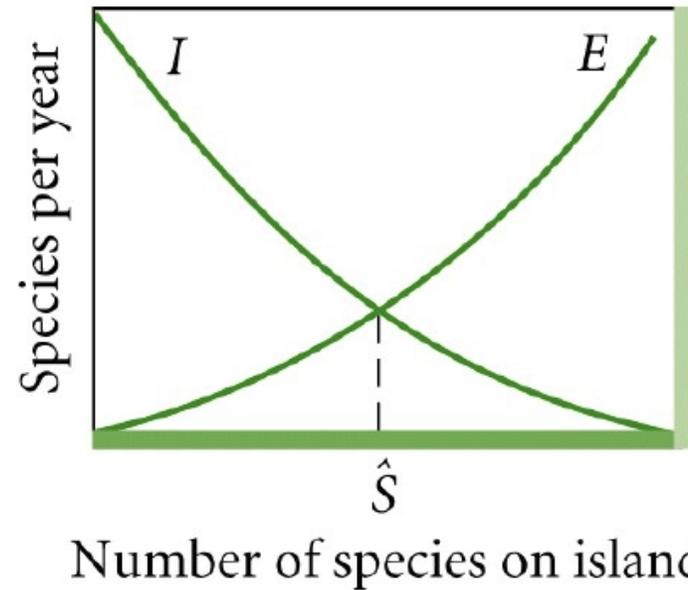
Il tasso di estinzione è invece una funzione crescente di **S** e si annulla per  $S=0$ .

Maggiore è il numero di specie presenti e maggiore è la competizione interspecifica, minore il numero di nicchie lasciate vacanti sull'isola, minore l'abbondanza media di ciascuna popolazione, maggiore insomma la probabilità che una singola popolazione vada estinta.

# equilibrio

---

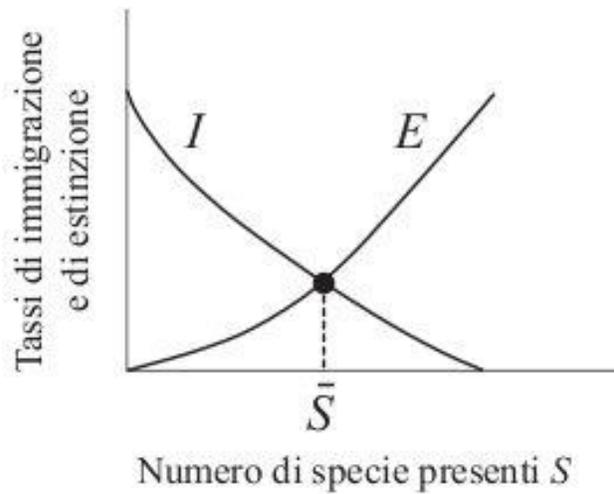
il punto d'incontro delle curve corrisponde al numero di specie di equilibrio per l'isola (il valore delle ascisse) ed al tasso di *turnover* (il valore delle ordinate)



I = tasso di immigrazione

E = tasso di estinzione

$\hat{S}$  = no di specie all'equilibrio (condizione dinamica)



Andamenti del tasso di immigrazione di nuove specie e del tasso di estinzione di specie già presenti in un'ipotetica isola rifornita da una terraferma che alberga  $S_0$  specie.

$S_{\text{medio}}$  è il numero di specie all'equilibrio stabile.

Esiste un valore in corrispondenza del quale si uguagliano il tasso di immigrazione e il tasso di estinzione.

Se  $S < S_{\text{medio}}$ , il numero di specie sull'isola tende a crescere, perché  **$I > E$**

Se  $S > S_{\text{medio}}$ , il numero di specie sull'isola tende a diminuire, perché  **$I < E$** .

Perciò  $S_{\text{medio}}$  è una condizione di equilibrio stabile.

$S_{\text{medio}}$  è un equilibrio dinamico: quello che rimane costante è il numero di specie, non l'identità delle specie.

In corrispondenza di  $S_{\text{medio}}$  sia il tasso di immigrazione **I** sia quello di estinzione **E** sono positivi (e uguali), non nulli. C'è quindi un ricambio delle specie presenti sull'isola.

Un territorio frammentato risulta per certi aspetti simile a un arcipelago: i *patches* adatti ad una certa specie sono simili a isole e l'ambiente circostante, meno ospitale, è simile all'Oceano.

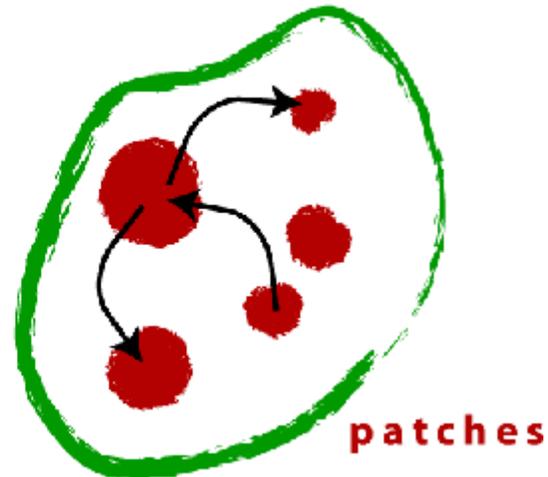
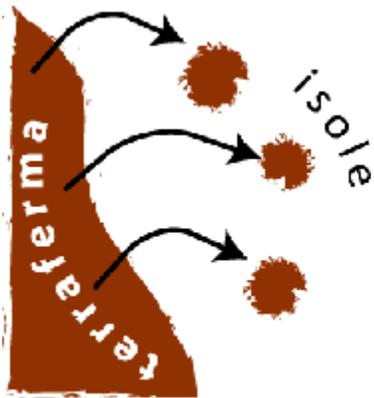
Le cime delle montagne, i tronchi caduti, le chiazze di vegetazione o, meno intuitivamente, le regioni di temperatura o umidità ottimale per una specie, sono tutte isole per gli organismi appropriati.

In tali frammenti valgono allora le considerazioni per le isole: dato l'esiguo numero di individui che compongono le popolazioni locali, è facile che si inneschino dei meccanismi di tipo effetto Allee, che vi sia *inbreeding* e che sia elevata la probabilità di estinzione della popolazione locale a causa di eventi sfavorevoli del tutto casuali (stocasticità demografica).

*Patches* con aree minori sono in grado di ospitare un minor numero di specie (*effetto area*). Questo comporta che la diminuzione delle dimensioni di un *patch* per perdita, alterazione o frammentazione di habitat ha come inevitabile conseguenza l'estinzione delle specie che necessitano di spazi vitali maggiori alla dimensione del *patch* e, quindi, la diminuzione del numero di specie in esso presenti.

Anche l'*effetto distanza* riveste una notevole importanza in ambiente frammentato. Il tasso di colonizzazione di un *patch* risulta, infatti, dipendere dalla sua distanza dagli altri *patches* e, quindi, un *patch* più isolato ha più difficoltà ad essere raggiunto e ricolonizzato

## metapopolazione



Nella teoria della **biogeografia delle isole** la terraferma è un serbatoio di specie esterno al sistema (a) mentre nel caso di ambiente frammentato le specie presenti sono tutte interne al sistema e si muovono tra i patches (b).

## 2) Non esiste nessun limite teorico all'aumento del numero di specie:

---

1. Il numero delle specie non ha un tetto perché le nicchie ecologiche occupate sono sempre una piccola parte di quelle ipotizzabili
2. L'evoluzione stessa dei viventi crea nuovi tipi di risorse e nuove nicchie, quindi il numero di specie può aumentare senza limiti

# Perchè è importante la biodiversità?

---

- *Valore economico*
- *Valore estetico*
- *'Ecosystem services'*: produzione primaria, secondaria, controllo sul clima, qualità delle acque, fertilità dei suoli ...

→ La perdita di biodiversità influenza il funzionamento degli ecosistemi e quindi gli *'ecological goods and services'* forniti all'uomo?

---

# Importanza della biodiversità

---

## Uso consumistico

- **Risorse alimentari mondiali:** la biodiversità è essenziale per mantenimento degli stock.
  - Animali, pesci, piante
- **agricoltura:** solo un piccolo numero di piante è stato utilizzato su amèia scala per fini alimentari
  - 10- 50,000 sono edibili ma solo 150 sono usate per l'alimentazione umana
  - 90% del cibo mondiale proviene da 15 specie
  - grano, mais & riso forniscono i 2/3 del totale
  - Le grandi carestie sono state aggravate dalla dipendenza da poche risorse - **Irlanda nel 1845-1847, un fungo ha danneggiato il raccolto di patate, 1 milione di persone sono morte di fame e tifo**

# Importanza della biodiversità

---

## Valore produttivo:

- **Bioprospecting:** è l'esplorazione, l'estrazione e lo screening della diversità biologica alla ricerca di valore commerciale di risorse genetiche e biochimiche *es: Bacillus thuringiensis (BT toxin) venduto come biopesticida*
- **Biopirateria:** le conoscenze della natura da parte degli indigeni sono sfruttate per fini commerciali senza compensazione per i popoli indigeni O  
privatizzazione delle risorse genetiche (comprese quelle derivate da piante, animali, microrganismi e umani) da quei popoli che li possiedono e li mantengono *es: albero di Neem e il brevetto sull'estrazione di azadiractina, impiegato in agricoltura come insetticida*
- **Medicina:** potenzialità di scoprire nuovi componenti medicinali *es: Vincristine, Vinblastin (anticancerogeni)*

# Importanza della biodiversità

---

## valore ambientale

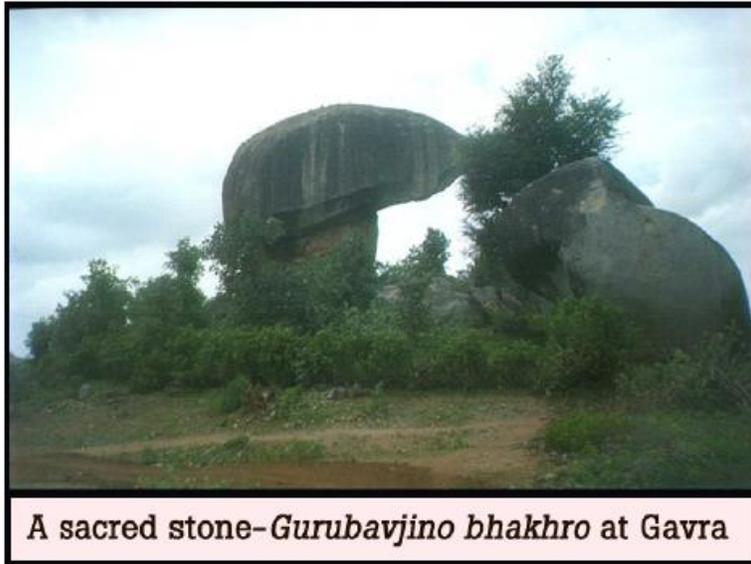
- Mantenimento dell'atmosfera
- Protezione di risorse terrestri e acquatiche
- Formazione e mantenimento della struttura del suolo e ritenzione idrica
- Immagazzinamento e ciclo di nutrienti
- Controllo dell'inquinamento
- Stabilità degli ecosistemi e del clima

# Importanza della biodiversità

---

valore sociale / etico / morale

- La conservazione della biodiversità è importante per l'identità culturale
- Apprezzamento della biodiversità attraverso sentimenti culturali e religiosi
- foreste e montagne sacre sono banche genetiche



A sacred stone-*Gurubavjino bhakhro* at Gavra



Monte Kailash, Tibet

# Importanza della biodiversità

---

## Valore estetico

- Apprezzamento del valore estetico
- Viaggi e turismo
- Ispirazione artistica

## Valore opzionale

- Tenere aperte possibilità future
- Impossibile predire quali risorse ci saranno utili in futuro, ma il ritorno alle sementi originali selvatiche per un arricchimento delle attuali colture è certo





## CONSTITUENTS OF WELL-BEING



Source: Millennium Ecosystem Assessment

**ARROW'S COLOR**  
Potential for mediation by socioeconomic factors

- Low
- Medium
- High

**ARROW'S WIDTH**  
Intensity of linkages between ecosystem services and human well-being

- Weak
- Medium
- Strong

# HIPPO dilemma

---

## Principali minacce per la biodiversità

- **H**abitat loss
- **I**ntroduced species
- **P**opulation growth
- **P**ollution
- **O**ver-consumption



# Relazione tra diversità e stabilità

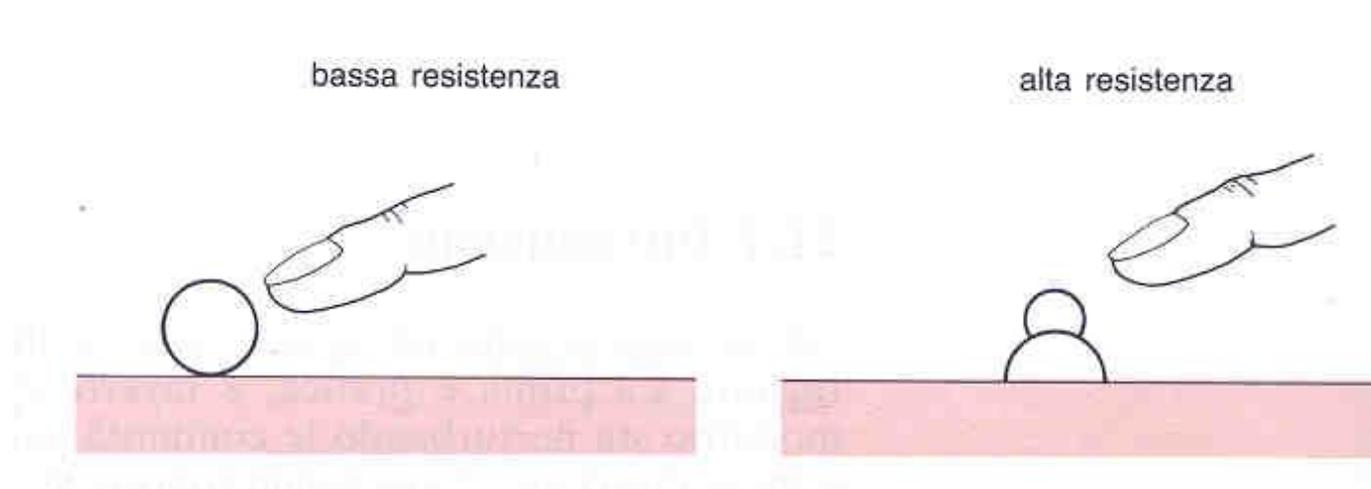
---

## Stabilità e Biodiversità

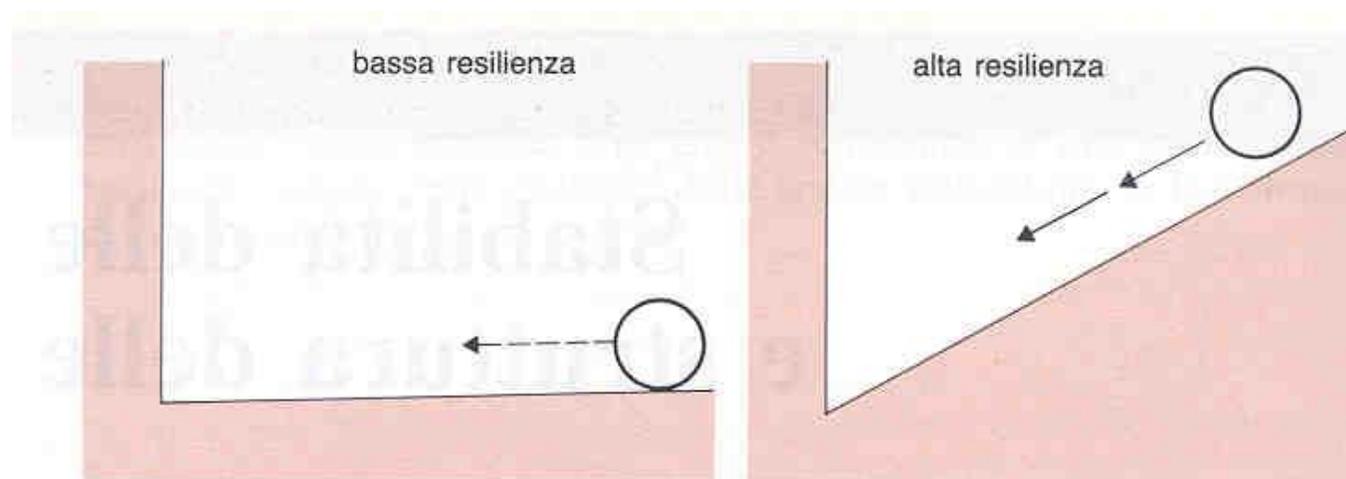


- **Persistenza:** tendenza di un sistema a rimanere nello stesso stato nel tempo
- **Resistenza:** tendenza di un sistema a rimanere nello stesso stato nonostante le pressioni esercitate da fattori esterni
- **Resilienza:** tendenza di un sistema a tornare al suo stato originario dopo un'alterazione

RESISTENZA di una comunità: capacità di evitare lo spostamento



RESILIENZA di una comunità: velocità con cui una comunità ritorna al suo stato precedente dopo essere stata perturbata e spostata da quello stato



# diversità e stabilità

---

Sistemi + stabili hanno più elevata resilienza, ovvero tempi più brevi di recupero.

Non esiste un unico punto di stabilità, ma un sistema può avere un "dominio" di stabilità con possibilità di riorganizzazione sulla base di un nuovo set di parametri.

La resilienza, in senso ecologico, è la misura di quanto "disturbo" è necessario per trasformare un sistema da un determinato stato caratterizzato da un set di parametri, ad un altro stato formato da un nuovo e riorganizzato set di parametri.

**STABILITA' LOCALE:** tendenza a ritornare allo stato iniziale (o ad uno stato vicino ad esso) quando viene sottoposta ad una piccola perturbazione

**STABILITA' GLOBALE:** designa questa tendenza quando la comunità viene sottoposta ad una grave perturbazione

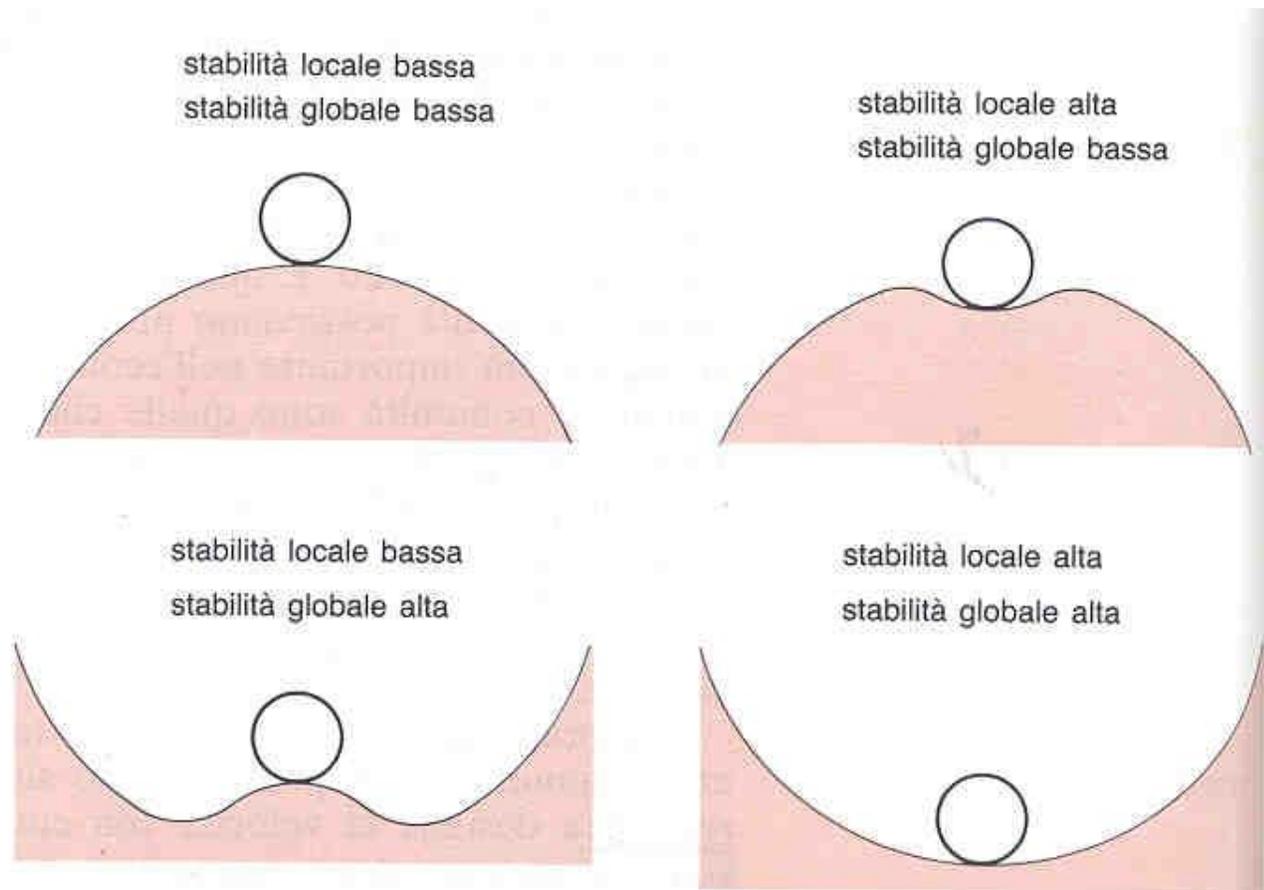
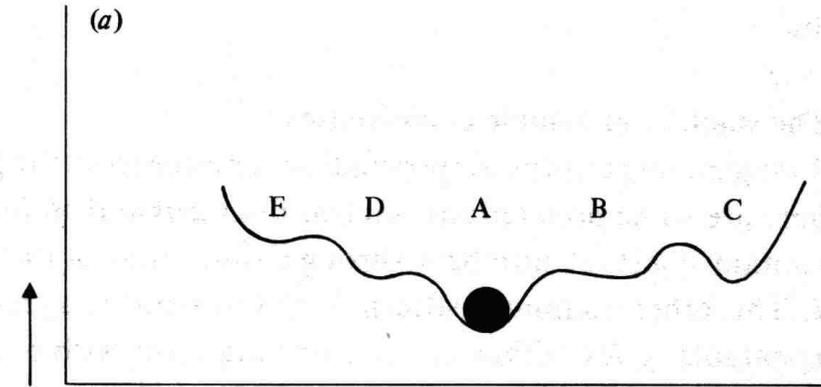


Fig. 7.8. Models of the stability of communities. The ball represents the community, which can be perturbed from stable equilibrium. (a) In neighbourhood stability there are many locally stable points (A–E). (b) In global stability there is one unique stable point.

a) Stabilità locale



b) Stabilità globale

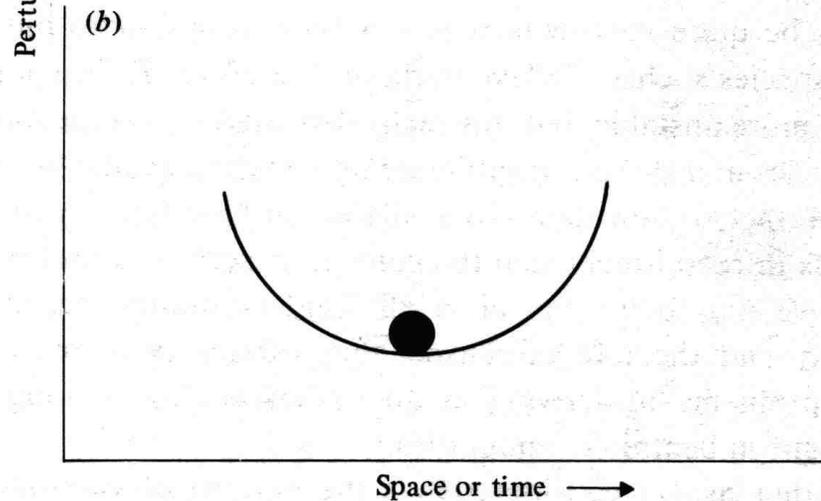
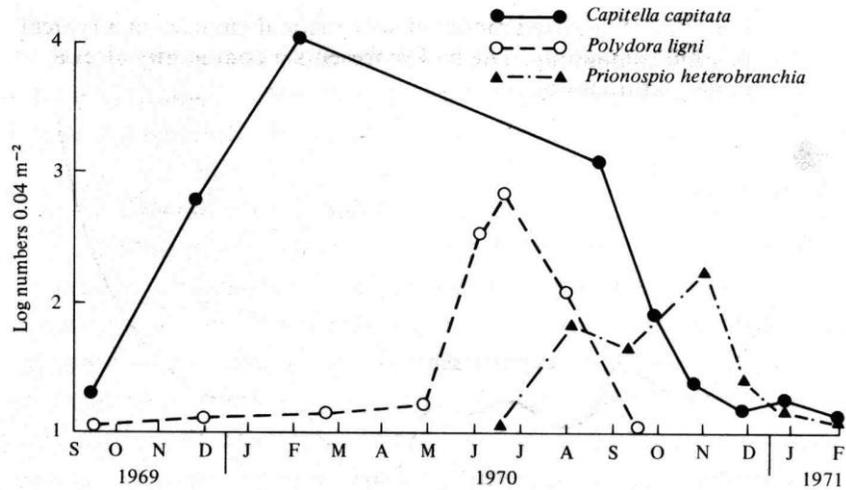
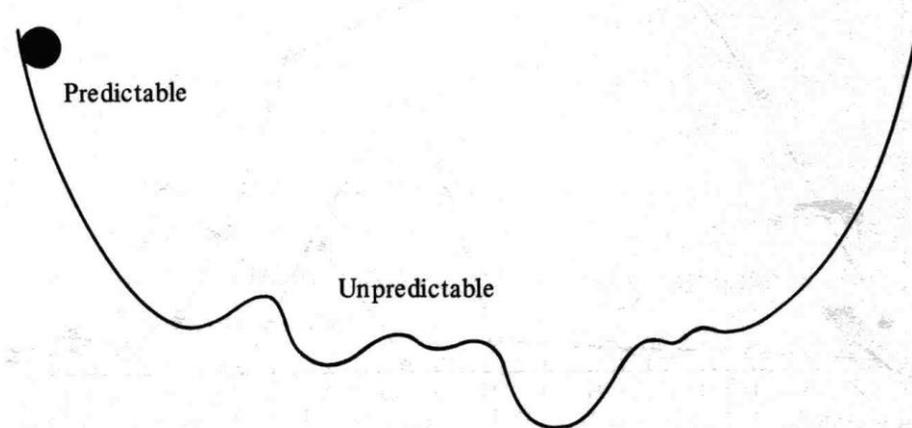


Fig. 7.9. Recolonisation sequence following an oil spill in Massachusetts (Station B1 at 3 m depth). (Data from Grassle & Grassle (1974); not all species are shown).



Un esempio di ricolonizzazione dopo un evento di disturbo (oil spill in mare)

Fig. 7.10. Suggested model of successional changes in a typical benthic community. The ball represents a community after a large perturbation.



L'intera valle è globalmente stabile (specie e relative abbondanze sono abbastanza prevedibili)

Il fondovalle è invece accidentato (non è prevedibile quale specie dominerà e con quali abbondanze..)

La stabilità di una comunità dipende dall'ambiente in cui essa esiste, nonché dalla densità e dai caratteri delle spp che la compongono.

Una comunità stabile soltanto entro uno stretto campo di condizioni ambientali, o soltanto per un campo limitato di caratteri delle spp è detta **DINAMICAMENTE FRAGILE**.

Una comunità stabile entro un ampio campo di condizioni e caratteri è **DINAMICAMENTE ROBUSTA**.



**Comunità complesse e fragili in ambienti stabili e prevedibili (regioni tropicali)**

**Comunità semplici e robuste in ambienti variabili e imprevedibili (regioni temperate)**

Infine, probabilmente esiste un importante parallelo tra le proprietà della comunità e le proprietà delle popolazioni che la compongono

Negli ambienti stabili, le popolazioni saranno soggette a un grado relativamente elevato di selezione K

Negli ambienti variabili saranno soggette a un grado relativamente alto di selezione r

**Le popolazioni soggette alla selezione K (alta capacità competitiva, alta sopravvivenza intrinseca, ma bassa produzione riproduttiva) saranno RESISTENTI alle perturbazioni ma, dopo essere state perturbate, avranno scarsa capacità di recupero (BASSA RESILIENZA)**

**Le popolazioni soggette alla selezione r avranno SCARSA RESISTENZA ma ALTA RESILIENZA**