

Ecologia

Anno Accademico 2024-25

Docente:

Prof. Stefano Martellos

martelst@units.it

(<http://dryades.units.it/SM>)



Carrying capacity



Carrying capacity (K) is the maximum number of individuals for a particular species that the environment can "carry" or sustain.

FOR EXAMPLE:

WHEN A POPULATION OF DUCKS IS "STABLE" (WHEN THEY GROW, THRIVE, AND REPRODUCE WITHOUT FIERCELY COMPETING FOR FOOD, WATER, SPACE, AND MATE), THE CARRYING CAPACITY IS REACHED.

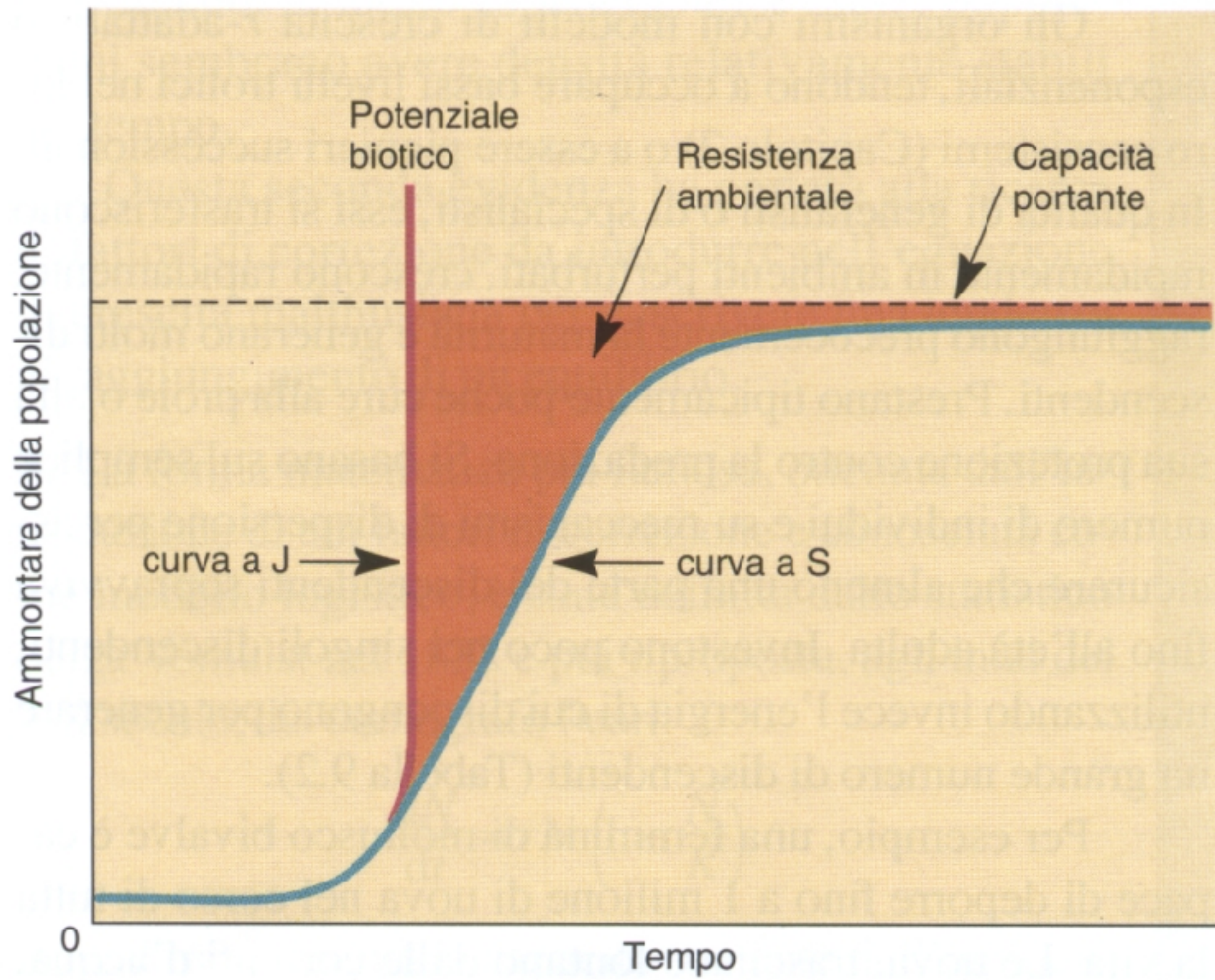
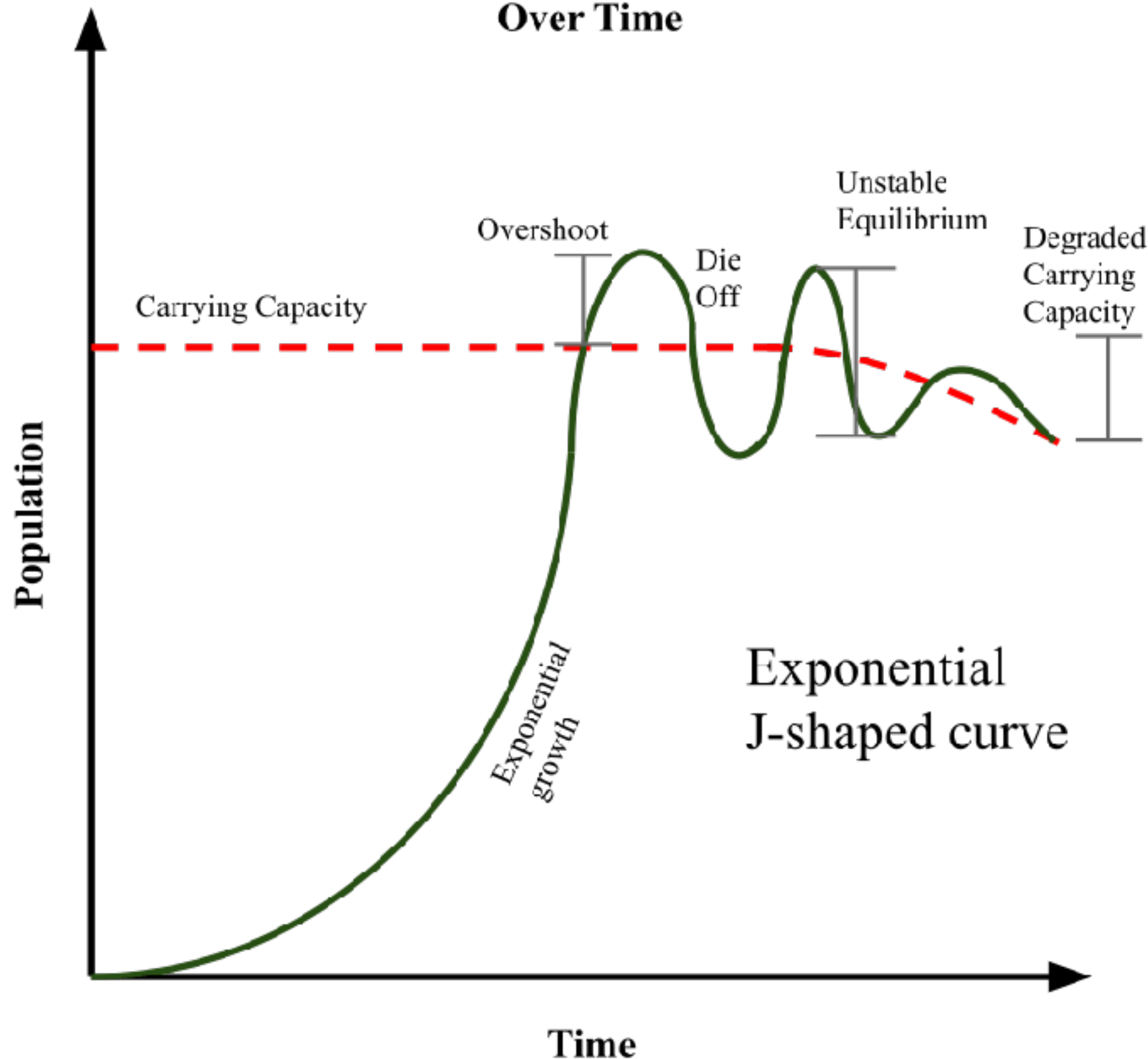


Figure 1: Exponential Growth of Population Size Over Time



Carrying capacity is the amount of organisms within a region that the environment can support sustainably

Overshoot occurs when the population growth exceeds the carrying capacity, leading to a die off for the individuals in the population

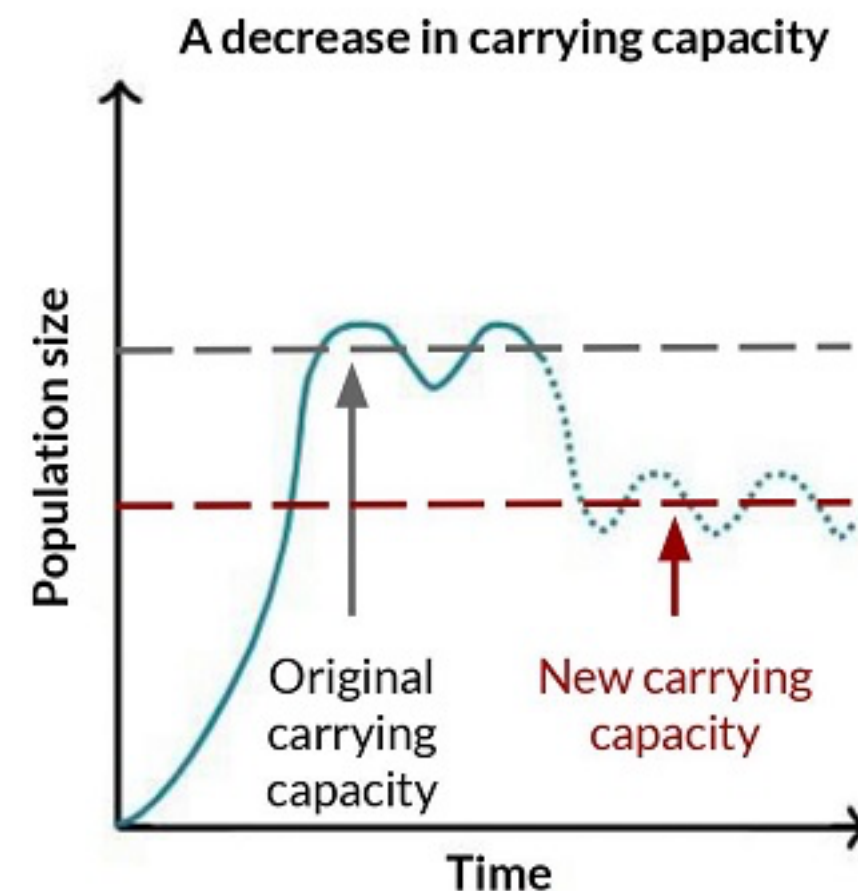
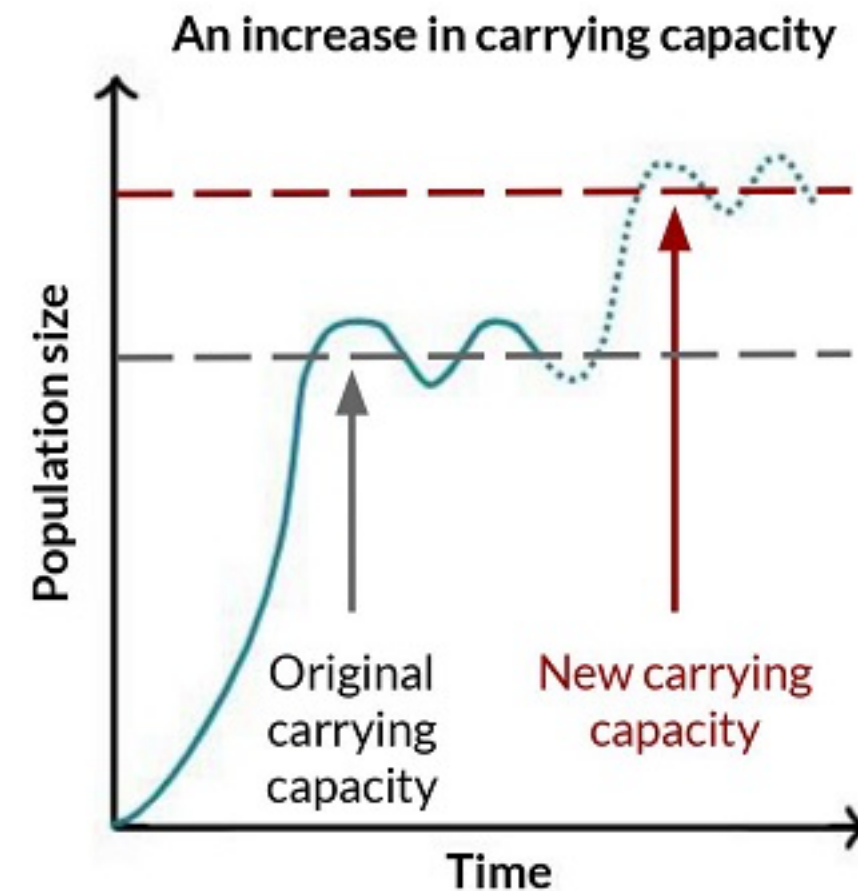
Unstable equilibrium is the fluctuation of the population above and below the carrying capacity, changing based on the relationship between natality and mortality

Degraded carrying capacity may be due to resource destruction during an overshoot, carrying capacity is not static

Non sono solo gli overshoot a potenzialmente modificare la capacità portante.

Anche perturbazioni endogene o esogene al sistema possono mutare la capacità portante.

La variazione della capacità portante può essere positiva o negativa, e può dipendere da qualsiasi fattore che influisce sulla sopravvivenza di una specie.

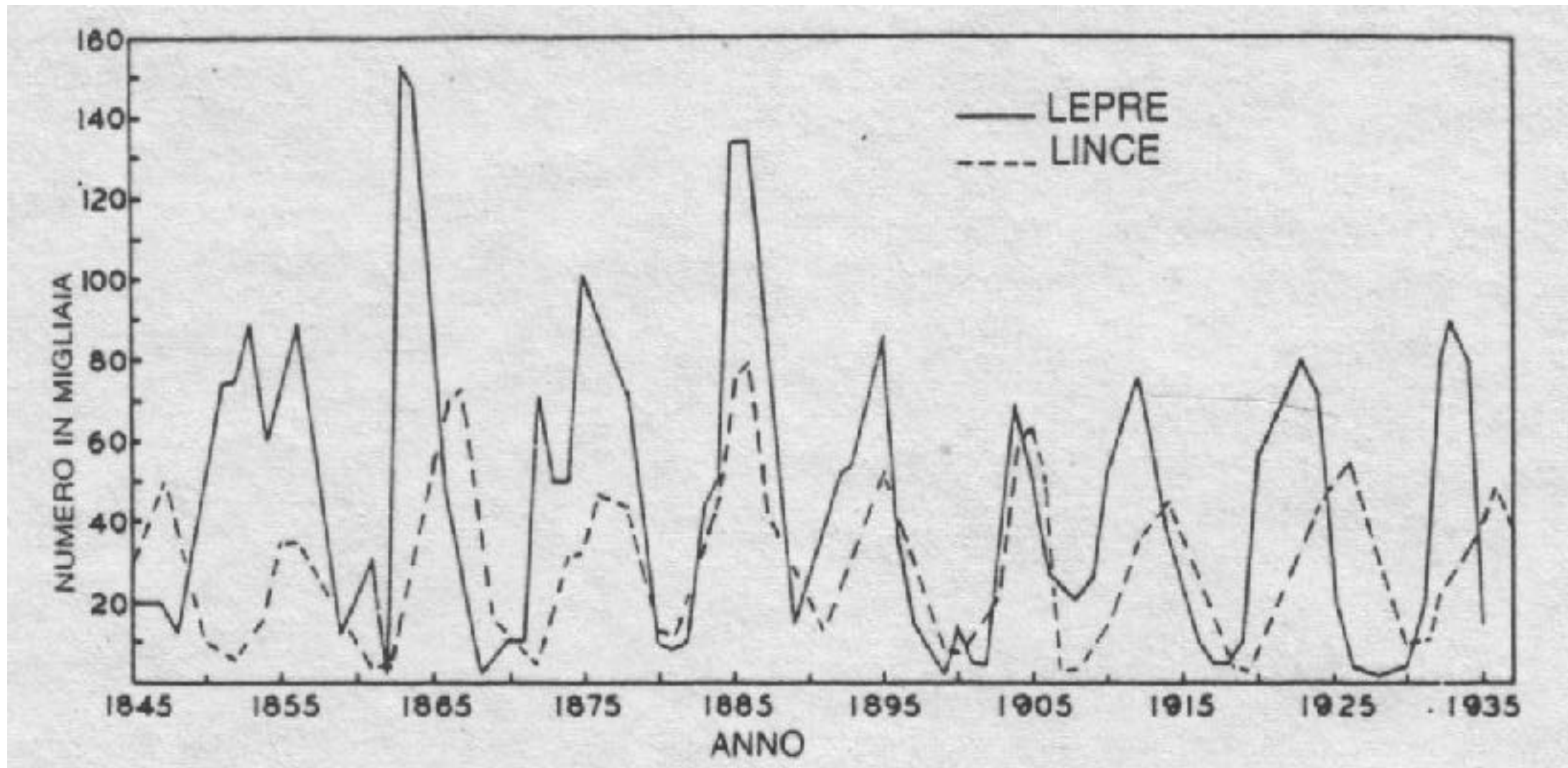


La **resistenza ambientale** è la somma di tutti i fattori che tendono a rallentare la crescita di una popolazione. La resistenza è densità-dipendente, ed aumenta al crescere della densità.

I fattori che regolano la crescita possono essere **intrinseci** (limiti ecologici, malattie da stress, ecc.) ed **estrinseci** alla popolazione. I fattori estrinseci possono essere **biotici** oppure **abiotici**. Quelli abiotici sono di solito **densità-indipendenti**, mentre quelli biotici dipendono solitamente dalla densità.

Esplosione demografica: improvvisa crescita di una popolazione
Si tratta spesso di fenomeni ciclici, che possono avere periodicità regolare (**oscillazioni cicliche**) oppure presentarsi occasionalmente (**oscillazioni stocastiche**).

Le esplosioni demografiche avvengono facilmente in ecosistemi dalla comunità semplice, con una sola o poche specie per ogni livello trofico. In questo caso l'oscillazione di un fattore limitante o l'intervento dell'uomo possono indurre delle modificazioni anche importanti nella struttura della comunità.



Le specie possono seguire un modello di crescita compreso tra due estremi. Questi due estremi sono dati dalle specie **r-adattate**, che investono gran parte delle loro risorse nella riproduzione, producendo un grandissimo numero di discendenti, e specie **K-adattate**, che invece investono nella competizione e nelle cure parentali.

Solitamente le specie r-adattate occupano i livelli trofici più bassi, mentre quelle K-adattate occupano quelli più alti.

La maggior parte delle specie segue modelli di crescita che sono intermedi tra questi due estremi, e possono anche modificare il modello di crescita, spostandolo verso un estremo piuttosto che un altro a seconda delle variazioni ambientali.

Tabella 1 – Strategie riproduttive contrastanti in due piante erbacee: esempi di *r*- e *K*-selezione in specie che vivono in ambienti diversi.

Comunità e Specie	Numero medio di semi per individuo	Percentuale in peso secco delle strutture riproduttive
Campo di un anno <i>Ambrosia artemisiifolia</i>	1190	30
Foresta <i>Dentaria laciniata</i>	24	1

Data da Newell e Tramer 1978.

TABELLA 9.2 Strategie riproduttive

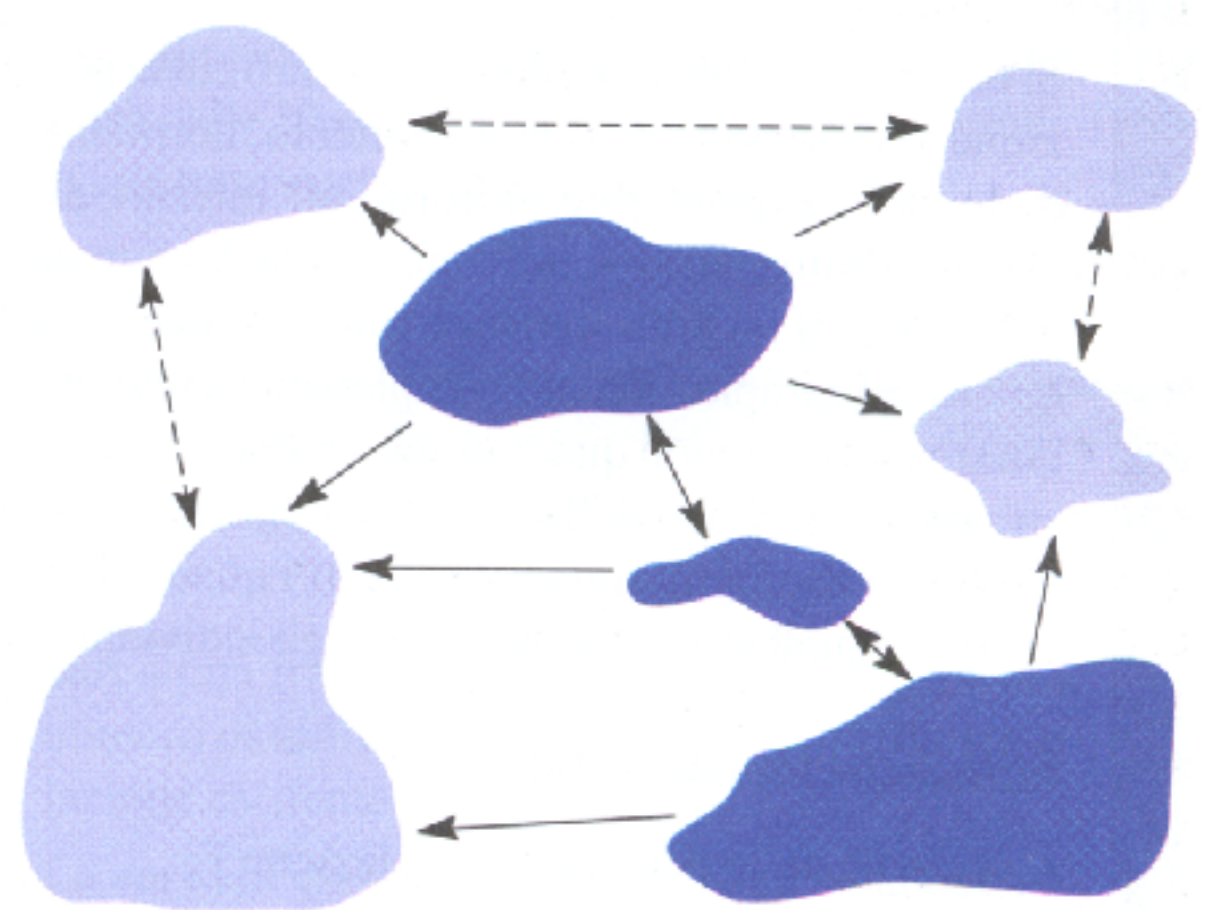
SPECIE <i>R</i> -ADATTATE	SPECIE <i>K</i> -ADATTATE
1. Vita breve	1. Vita lunga
2. Crescita rapida	2. Crescita più lenta
3. Maturità precoce	3. Maturità tarda
4. Molti discendenti piccoli	4. Pochi discendenti grandi
5. Poche cure e protezione parentali	5. Molte cure o protezione parentali
6. Pochi investimenti nei singoli discendenti	6. Molti investimenti nei singoli discendenti
7. Adattate ad ambienti instabili	7. Adattate ad ambienti stabili
8. Pioniere, colonizzatrici	8. Stadi successionali successivi
9. Generalisti di nicchia	9. Specialisti di nicchia
10. Predatore	10. Predatrici
11. Regolate principalmente da fattori intrinseci	11. Regolate principalmente da fattori estrinseci
12. Occupano livelli trofici bassi	12. Occupano livelli trofici elevati

Perché una popolazione non si estingua in una determinata area, il numero totale i individui che la compongono non deve scendere sotto una soglia definita **minima popolazione vitale (MVP)**.

Un numero eccessivamente basso di individui porta ad un fenomeno definito **deriva genica**, ovvero l'accumulo di mutazioni recessive potenzialmente dannose, che in grandi popolazioni verrebbero perse, o comunque rimarrebbero recessive ed inesprese

Un limite al rischio di estinzione in **habitat frammentati** è costituito dallo scambio di materiale genetico con popolazioni di frammenti attigui.

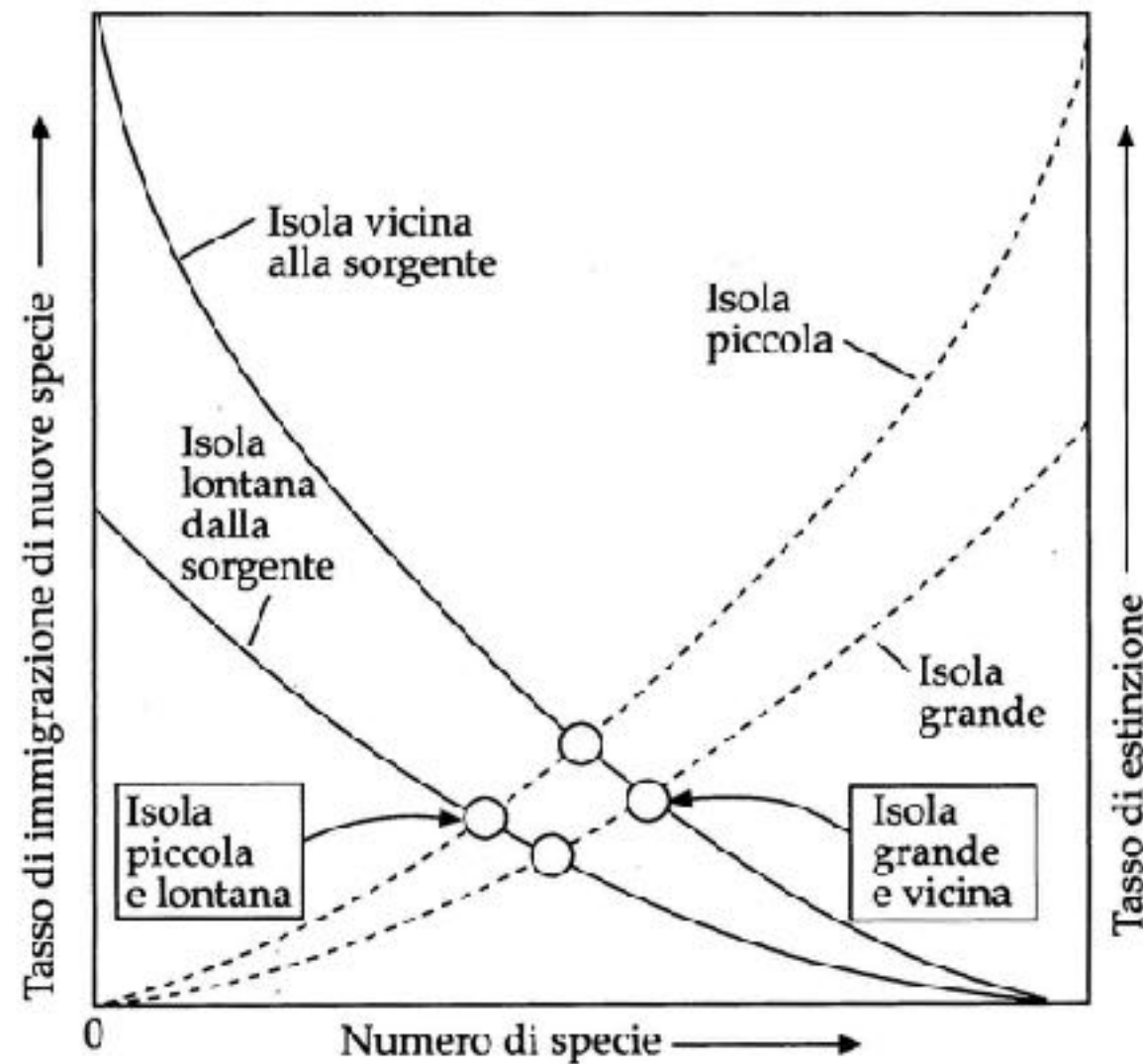
La **metapopolazione** rappresenta un insieme di popolazioni della stessa specie presenti in frammenti di habitat distinti tra le quali vi sia uno scambio genico. Questo può essere continuo o intermittente. Le popolazioni sorgente (**source**) sono popolazioni solitamente stabili, con un tasso di mortalità inferiore a quello di natalità, ed al di sopra del limite MVP. Queste possono “esportare” gli individui eccedenti nelle popolazioni **sink** (pozzo), che hanno tasso di mortalità più elevato di quello di natalità, e sono solitamente instabili ed al di sotto del limite MVP.



La **frammentazione degli areali** è uno dei problemi cardine nella conservazione della biodiversità. In un areale frammentato aumentano le aree di confine a scapito delle aree interne, a parità di superficie.

Alla frammentazione degli areali si applica la teoria della **biogeografia delle isole**, per la quale il numero di specie (S) su di un'isola dipende dall'area della stessa (A) e da due costanti, c (prossima a 1) e z, che dipende dalle caratteristiche degli organismi e dell'habitat e varia tra 0,15 e 0,35

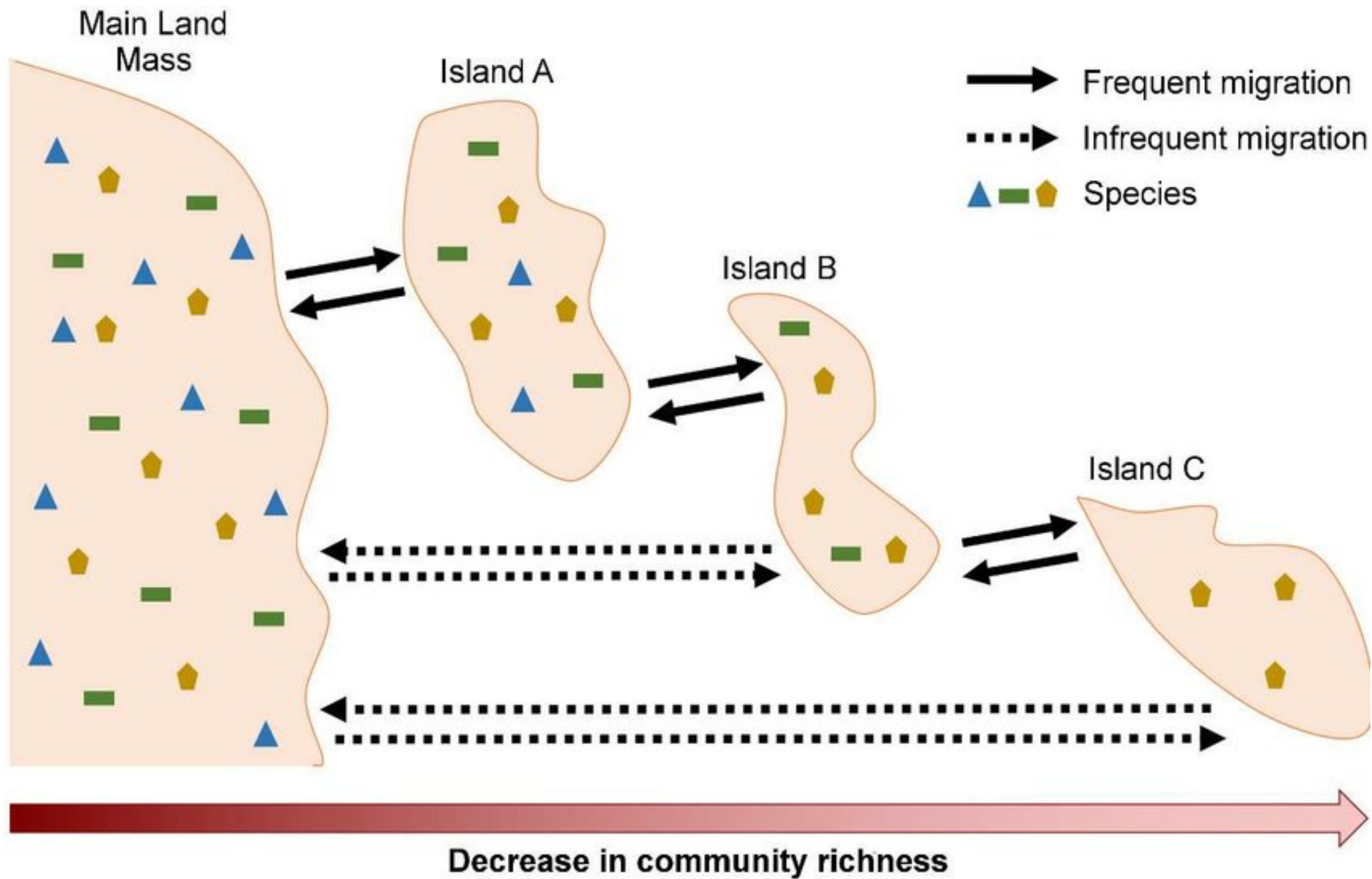
$$S = cAz$$



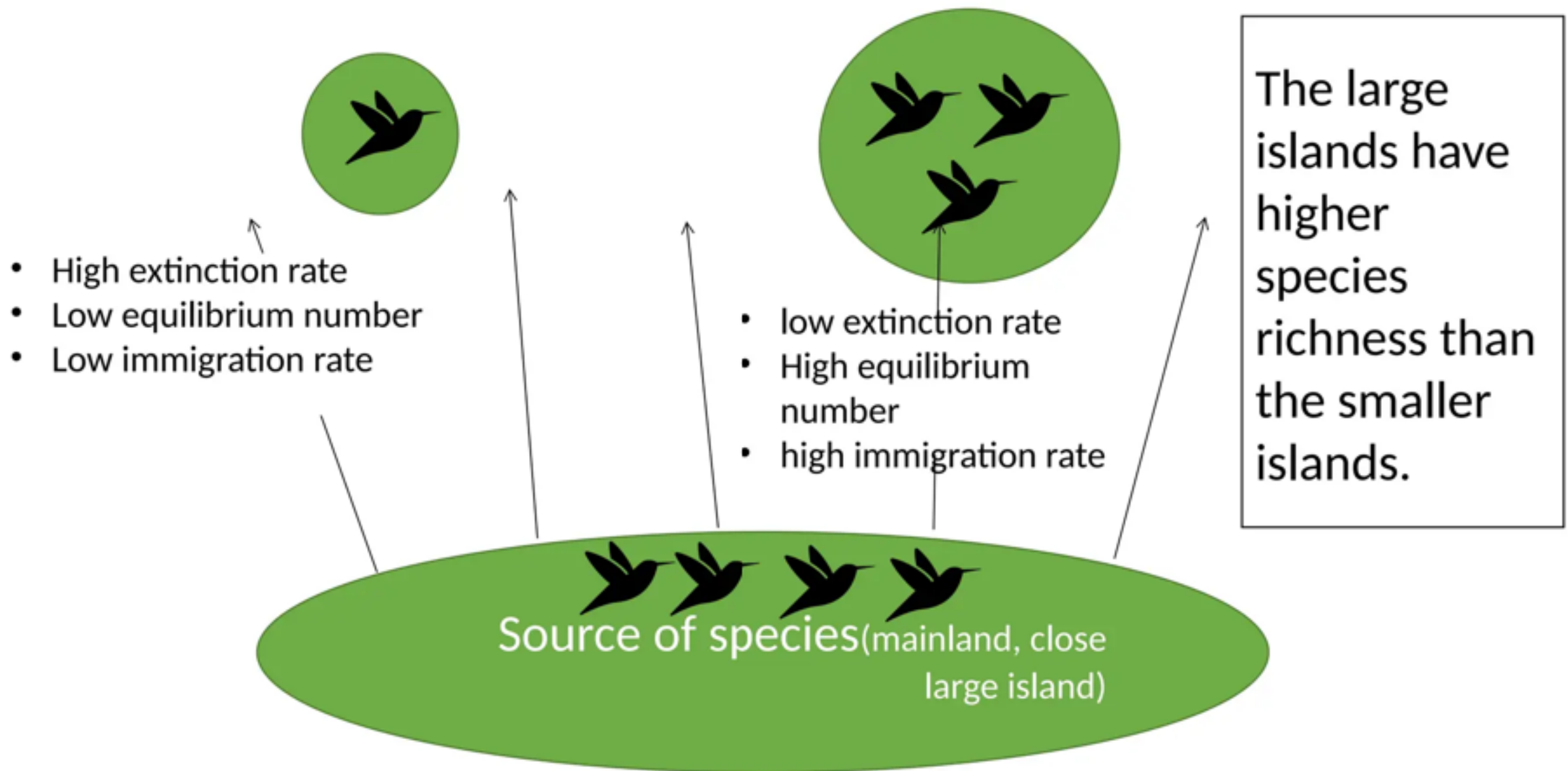
Supponendo che S_0 sia il numero di specie all'istante 0 e S_n il numero di specie al tempo n dopo una variazione delle dimensioni dell'habitat, ed A_0 e A_n le aree corrispondenti, vale l'equazione

$$S_n / S_0 = (A_n / A_0)^z$$

che è indipendente dalla costante c ma dipendente da z .

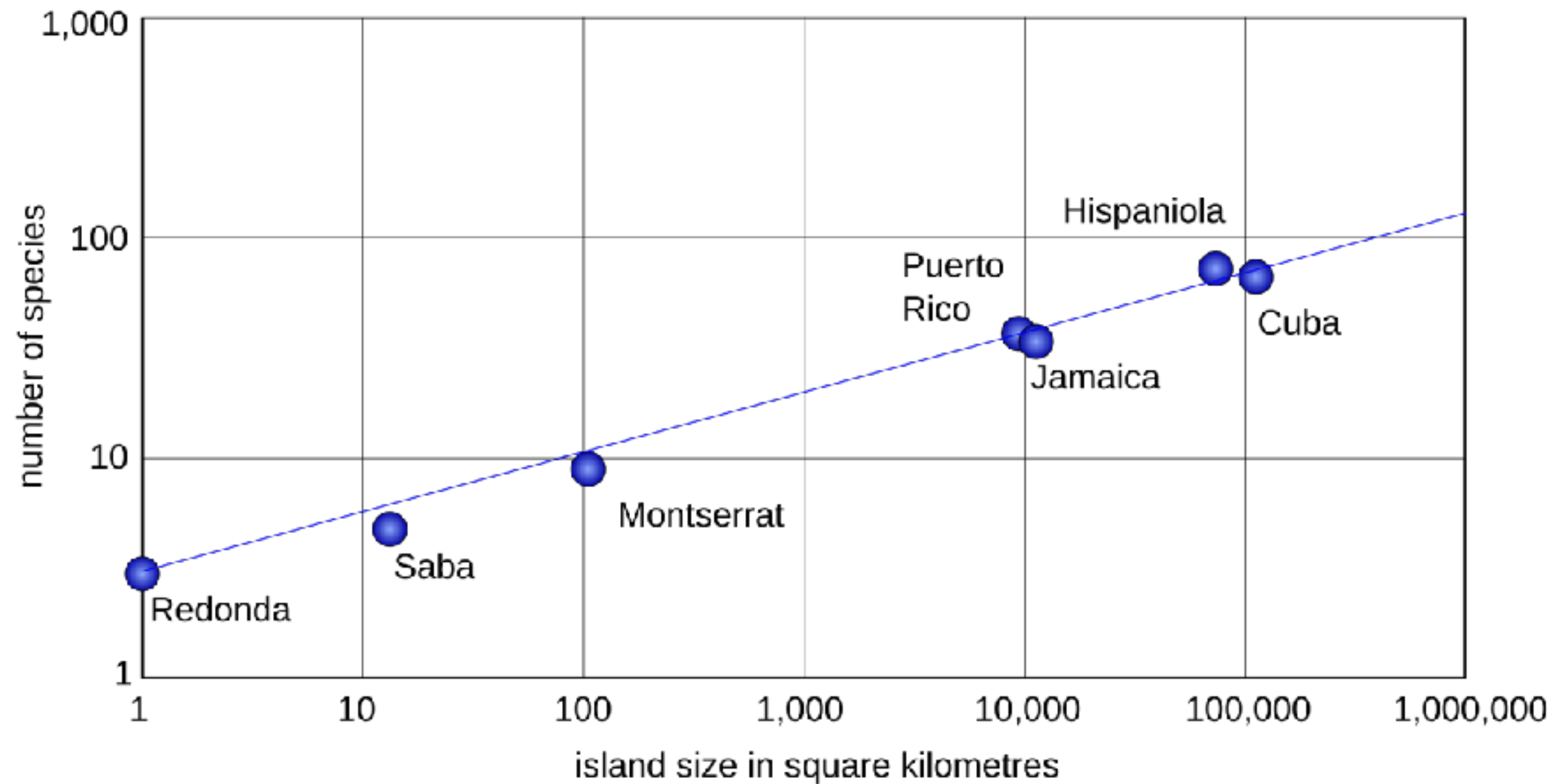


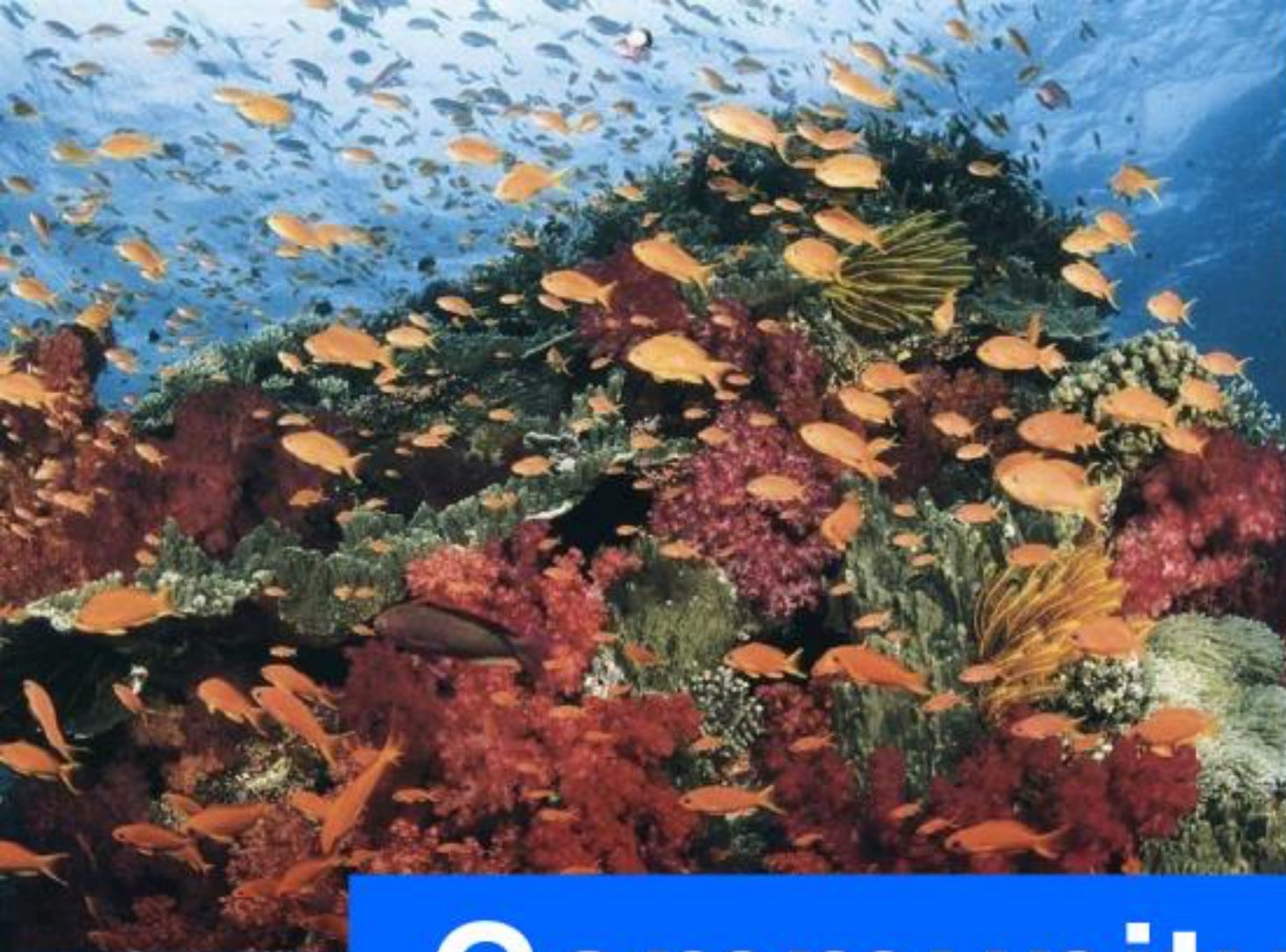
Island size



Isole troppo piccole possono ospitare MVP per poche specie. Quindi anche se le specie migrano, si estinguono localmente.

Numero di specie di rettili e anfibi in isole di diversa dimensione



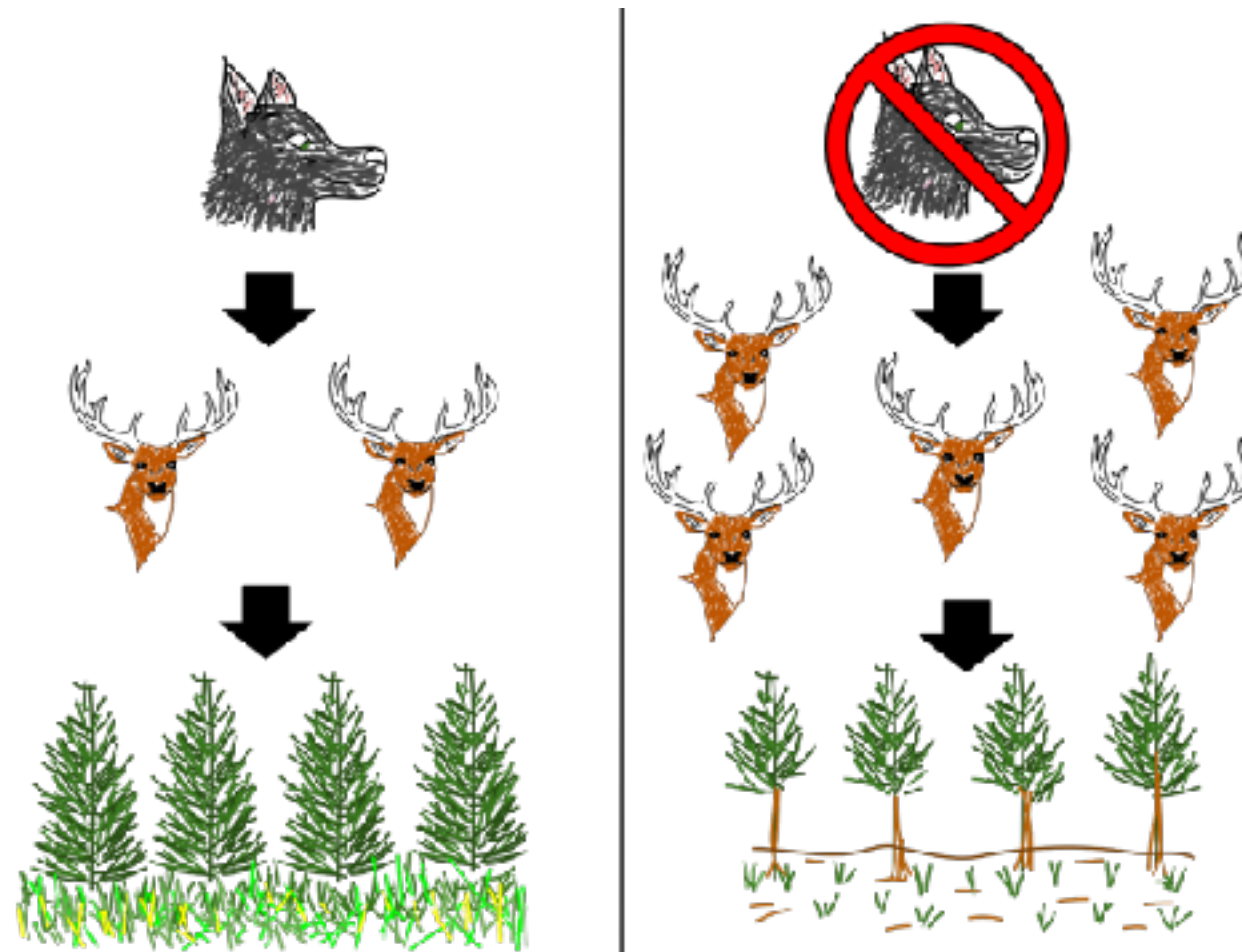


Community Ecology



L'ecologia di comunità è quella branca dell'ecologia che studia le interazioni tra le specie in una comunità su scala spaziale e temporale, tenendo conto di abbondanza, struttura, distribuzione e interazioni tra le diverse popolazioni.

Un concetto fondamentale è quello di specie chiave (**keystone species**). Queste specie hanno un'influenza sulla comunità non proporzionale alla dimensione delle loro popolazioni, anche se dipendente da essa. La loro rimozione può provocare effetti catastrofici sull'intera comunità.





WOLVES KEEP YELLOWSTONE IN BALANCE

⬇️ **IN THE 1920S**, government policy allowed the **extermination of Yellowstone's gray wolf** — the apex predator — triggering an ecosystem collapse known as *trophic cascade*

⬆️ **IN 1995** — through use of the Endangered Species Act — the conservation community **reintroduced the gray wolf** to restore balance.

The impact is dramatic



⬆️ **Elk populations exploded** without their primary predator, resulting in severe overgrazing of willows and aspen needed by beavers for food, shelter and dam building.



⬆️ **Without wolves**, the coyote became an apex predator, driving down populations of pronghorn antelope, red fox and rodents, and birds that prey on small animals.



⬆️ **Beavers virtually disappeared** in the northern range. Dams disintegrated, turning marshy ponds into streams. Massive loss of mature willows and aspens. Heavy stream erosion. Many plant and animal species were affected.



⬆️ **Various scavenger species suffered** without year-round wolf kills to feed on.



⬆️ **Today, biodiversity is enriched** and scavenger species reap the benefits of regular, wolf-supplied meals.



⬆️ **As the wolf returns**, coyote numbers drop by half, allowing antelope, rodent and fox populations to increase.



⬆️ **After wolf reintroduction** in the northern range, elk numbers drop and beaver colonies increase from 1 to 12. Insects, songbirds, fish, and amphibians thrive.



The wolf

a keystone species

Trees grow well near wolf denning and resting sites, because deer avoid grazing there

Wolf-spotting: enjoy but keep a safe distance

Electric fencing and livestock guardian dogs help to protect livestock from wolves

Wolf prey leftovers serve as food for numerous scavenger species

Wolves reduce ungulate winter mortality as they rid the herds of sick and weak animals

A wolf pack consists of an adult male and female, their cubs and yearlings. After two years the young will establish their own territories

Foxes avoid wolves. This benefits other animals locally

Wolves keep grazers on the move. This reduces overgrazing and results in a more varied landscape

red kite

carion crow

cinereous vulture

white-tailed eagle

wild boar

raven

Eurasian magpie

common whitethroat

curlew

dog rose

mallow

goat's-beard

wall brown

agrimony

hawthorn

linnet

rabbit

© Jeroen Helmer / ARK Nature
www.wolfennederland.nl





Types of Keystone Species

Keystone Predators



Wolves – Regulate prey populations and prevent overgrazing, keeping ecosystems in balance and promoting vegetation recovery.

Ecosystem Engineers



Beavers – Build dams that create wetlands, providing new habitats and improving water quality for countless species.

Keystone Mutualists



Hummingbirds – Pollinate tropical plants that rely solely on them, ensuring food sources and biodiversity thrive.

Foundation Species

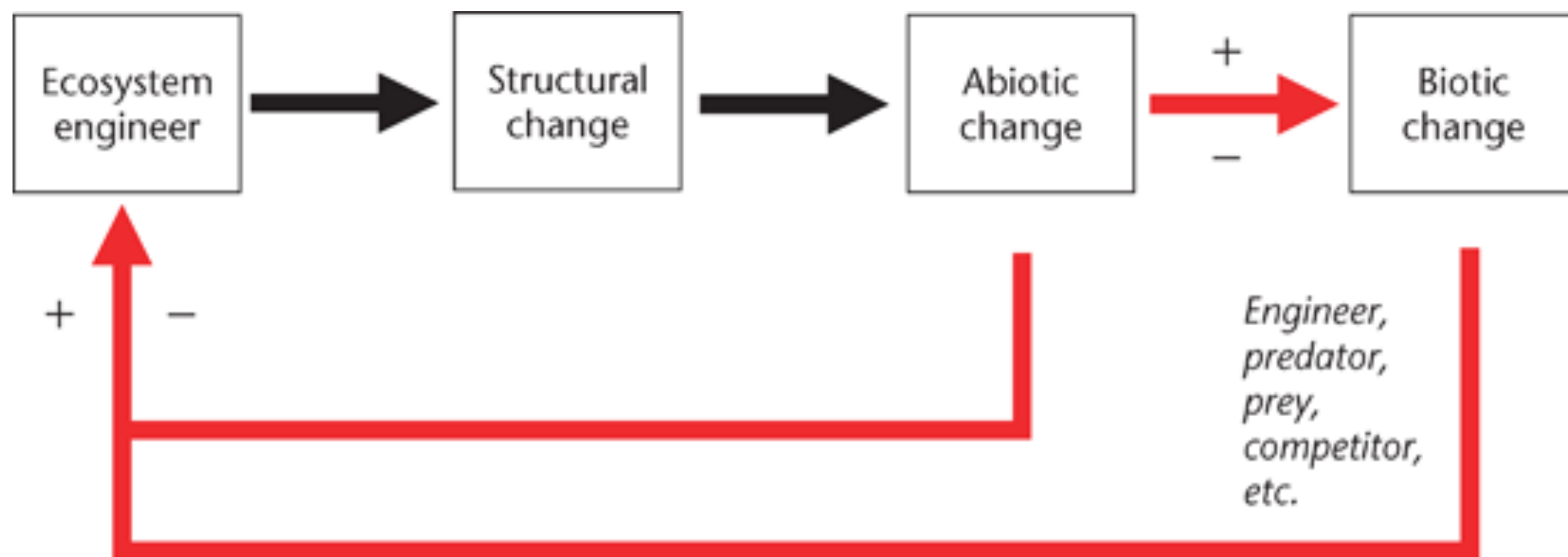


Kelp – Form underwater forests that shelter marine life, shaping entire ecosystems through sheer abundance.

Specie keystone sono anche quelle che, con la loro stessa presenza o con la loro opera, modificano l'ambiente per se stesse e per altre specie, di fatto creando o eliminando nicchie ecologiche, e che quindi hanno un effetto sulla struttura della comunità.

Queste specie vengono definite “**ingegneri ecosistemici**” quando hanno un ruolo fondamentale nel creare, modificare, mantenere o distruggere un ecosistema. Vengono invece definite “**foundation species**” (specie “fondamenta”) quando il loro ruolo è quello di strutturare una comunità.

In entrambi i casi le specie keystone vanno a modificare, ovviamente, la struttura del sistema.



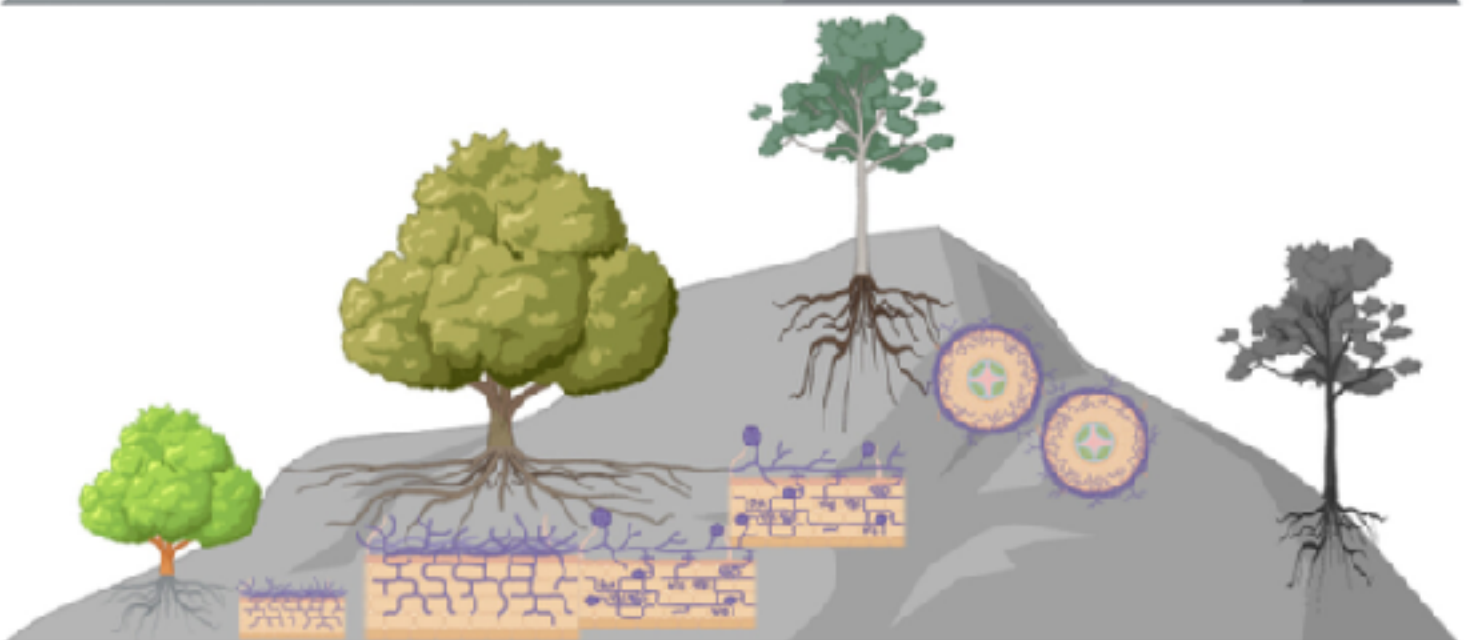
→ Ecosystem engineering process

→ Ecosystem engineering consequence

+ / - Positive or negative effects on other organisms and on the engineer

Ecosystem engineers

Biodiversity



Diverse ecosystem functions,
slope stability, climate mitigation



Foundation Species



Cora Reefs



Giant Kelp



Mangroves



Seagrasses



Oak Trees

Un esempio: le foreste di mangrovie.



Mangrove forest functions

Reduce CO₂, Increase O₂

Coast, shoreline protection

Flooding prevention

Filter runoff

Erosion control

Water temperature

Habitat forming

Soil conservation

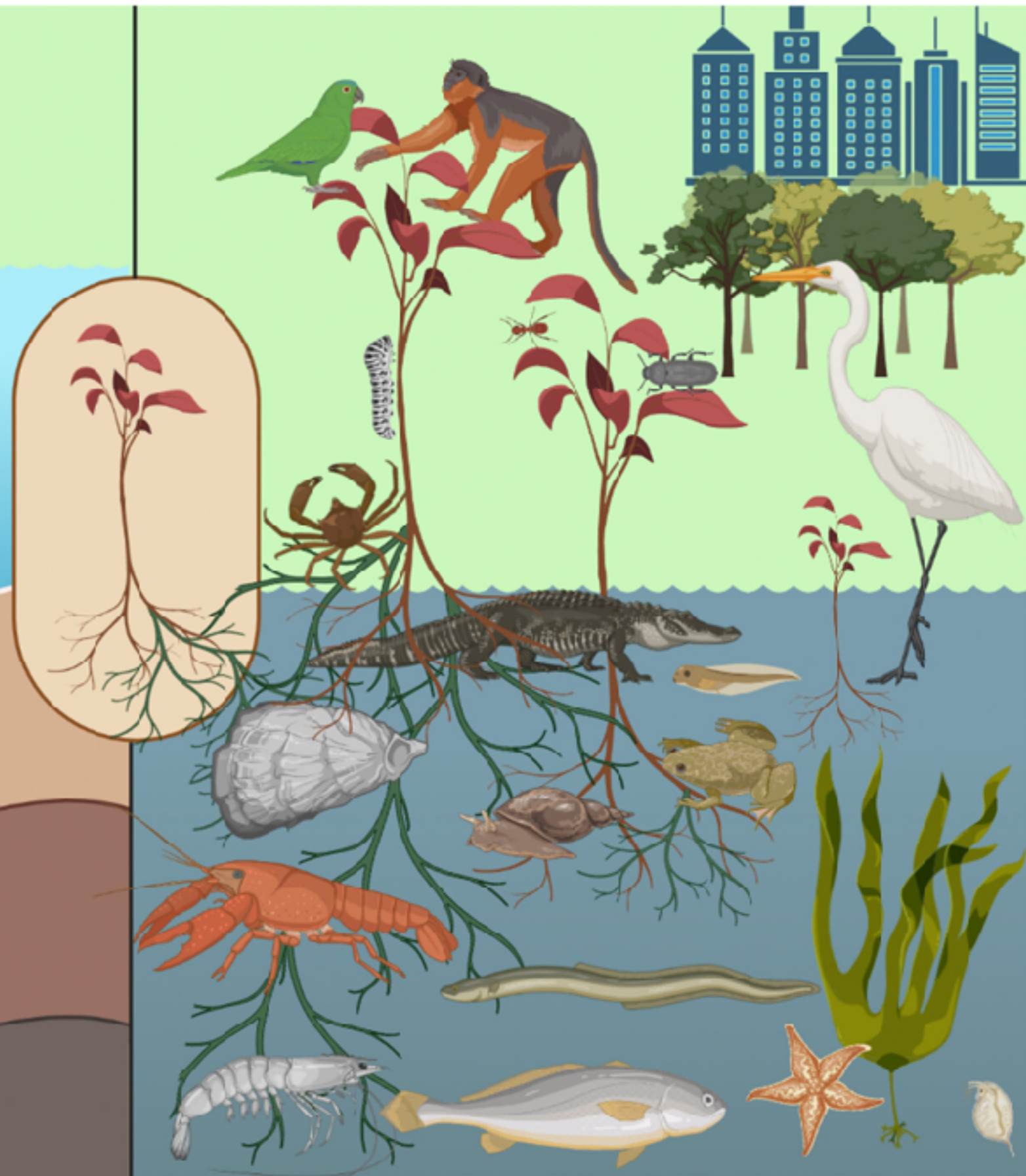
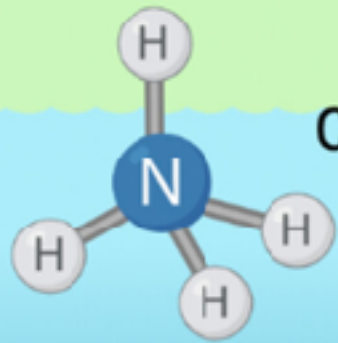
Ecological network development

Spawning, nursery grounds

Sediment transport and deposition

Stabilize C, N, P, Fe, S cycles

Bacteria decomposition



Un altro esempio: i castori.



Caratteristiche e struttura delle comunità

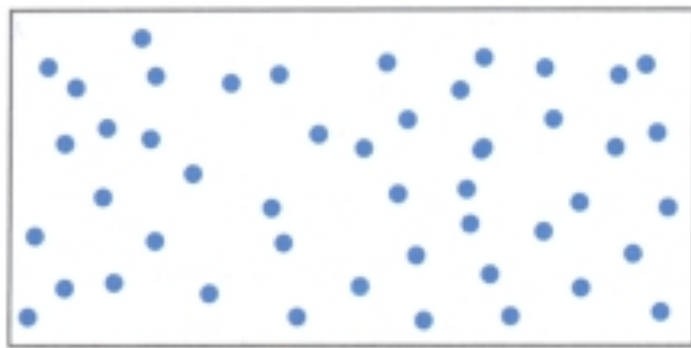
Abbondanza: numero di organismi presenti in una comunità. Può essere **specifica** (numero di organismi della stessa specie) o **totale**.

Diversità: numero di specie, nicchie ecologiche o variazioni genetiche presenti in una comunità.

Clima e storia ecologica sono fattori fondamentali nel determinare la diversità in una determinata area. Alta produttività ed assenza di fattori fortemente limitanti sono fondamentali per lo sviluppo di una elevata diversità.

Abbondanza specifica e diversità sono spesso inversamente proporzionali. Comunità come le foreste tropicali, con elevata diversità, tendono ad avere pochi individui per ogni specie. Al contrario ecosistemi semplici come la tundra artica tendono ad avere poche specie, con un gran numero di individui per ognuna.

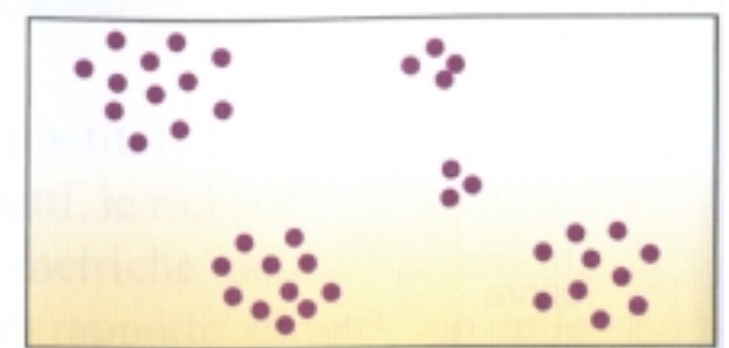
La **distribuzione** dei membri di una popolazione all'interno della comunità può seguire tre forme: distribuzione **casuale**, **uniforme** ed **aggregata**. La distribuzione può dipendere da uno o più fattori ecologici, come la competizione, la disponibilità di risorse, ecc.



(a) distribuzione casuale



(b) distribuzione uniforme



(b) distribuzione aggregata

La distribuzione può variare anche in senso **verticale**. Un ecosistema complesso come una foresta tropicale ha diversi piani o strati, ciascuno con diverse condizioni ambientali e popolati da diverse combinazioni di specie.

Connessione: numero e frequenza delle interazioni tra le specie di una comunità

Complessità ecologica: numero di specie ad ogni livello trofico e numero dei livelli trofici

