

# Frammentazione dell'habitat

La **frammentazione** si può definire come l'interruzione di continuità di un dato sistema ecologico (può essere un paesaggio, una comunità, un ambiente particolare) o di un dato processo (una successione ecologica).

La **frammentazione degli habitat** consiste nell'interruzione della continuità strutturale all'interno di un paesaggio.

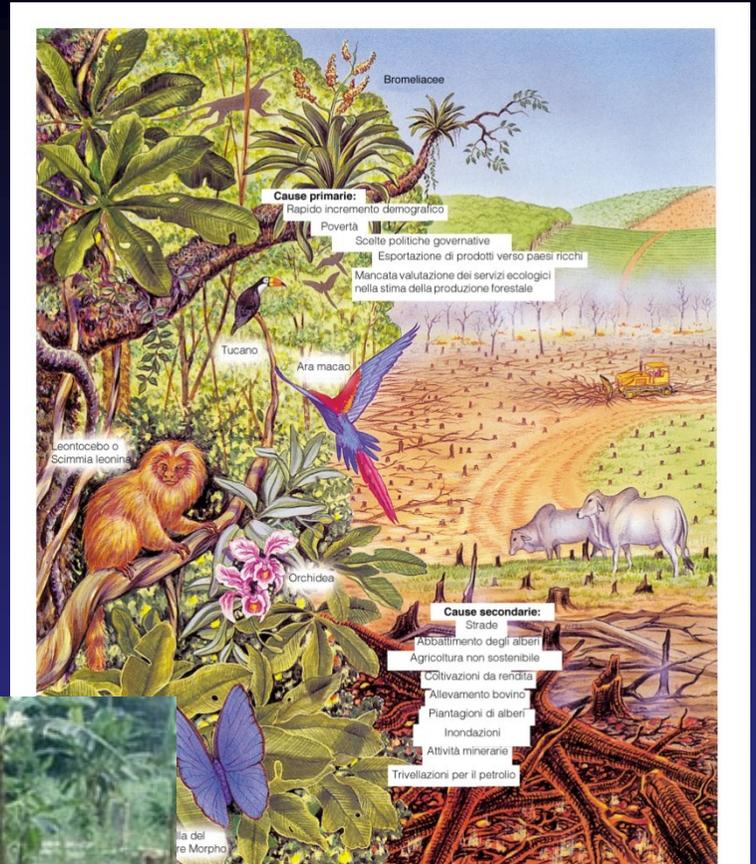
Per **habitat**, in questo caso, s'intende un contesto fisico caratteristico, cui corrisponde una strutturazione biologica originale. È comparabile con il nostro concetto di **biotopo**, ma anche col concetto più generico di “**ambiente**”.

**Frammentazione “naturale”**: prodotta da glaciazioni, incendi, corsi d’acqua, eventi catastrofici (frane, uragani, tsunami, inondazioni, eruzioni vulcaniche ecc.), in pratica da ogni fenomeno naturale che suddivide un ambiente (territorio) in più unità di scala inferiore.



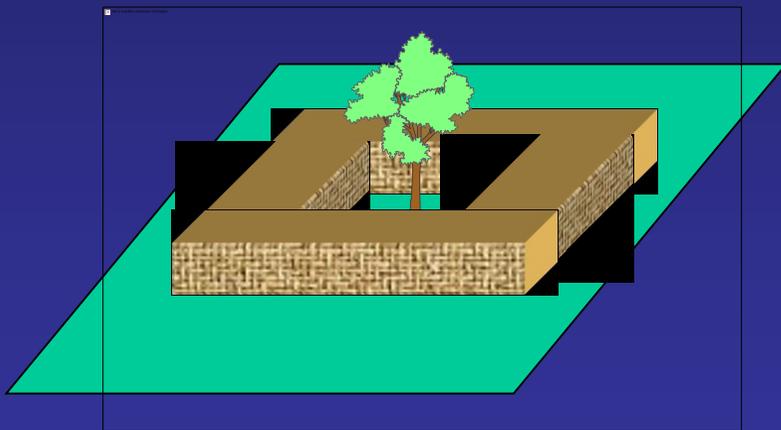
# Frammentazione antropogenica

Deforestazione con incendi, conversione dei terreni per l'agricoltura, legname, costruzione di strade ed altre vie di comunicazione ecc.

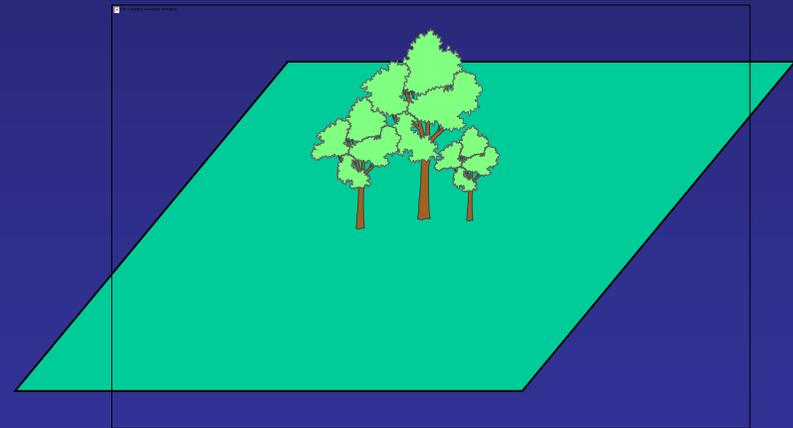


La frammentazione può avvenire per:

- 1 – isolamento , con la creazione di *barriere* che non permettono lo spostamento delle specie o dei loro propaguli;
- 2 - riduzione della superficie dell'area originaria dell'habitat.



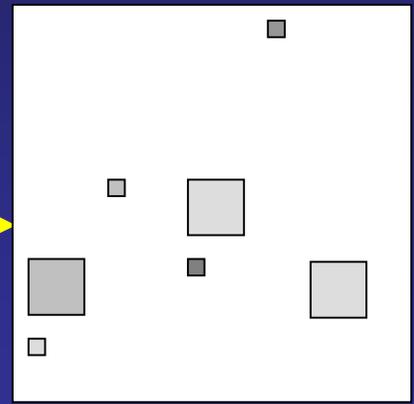
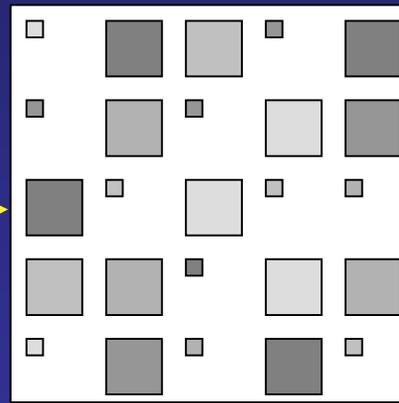
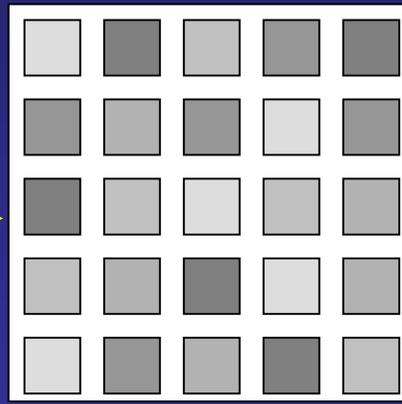
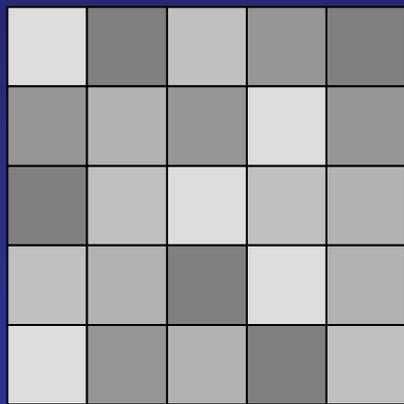
Isolamento



Riduzione

## La frammentazione ha 3 fasi:

- 1 - riduzione degli habitat naturali presenti in un paesaggio;
- 2 - frazionamento degli habitat residui in chiazze sempre più piccole e più isolate;
- 3 - Insularizzazione, cioè formazione di “isole di naturalità” all’interno di un “mare” antropizzato.



Riduzione

Frazionamento

Insularizzazione

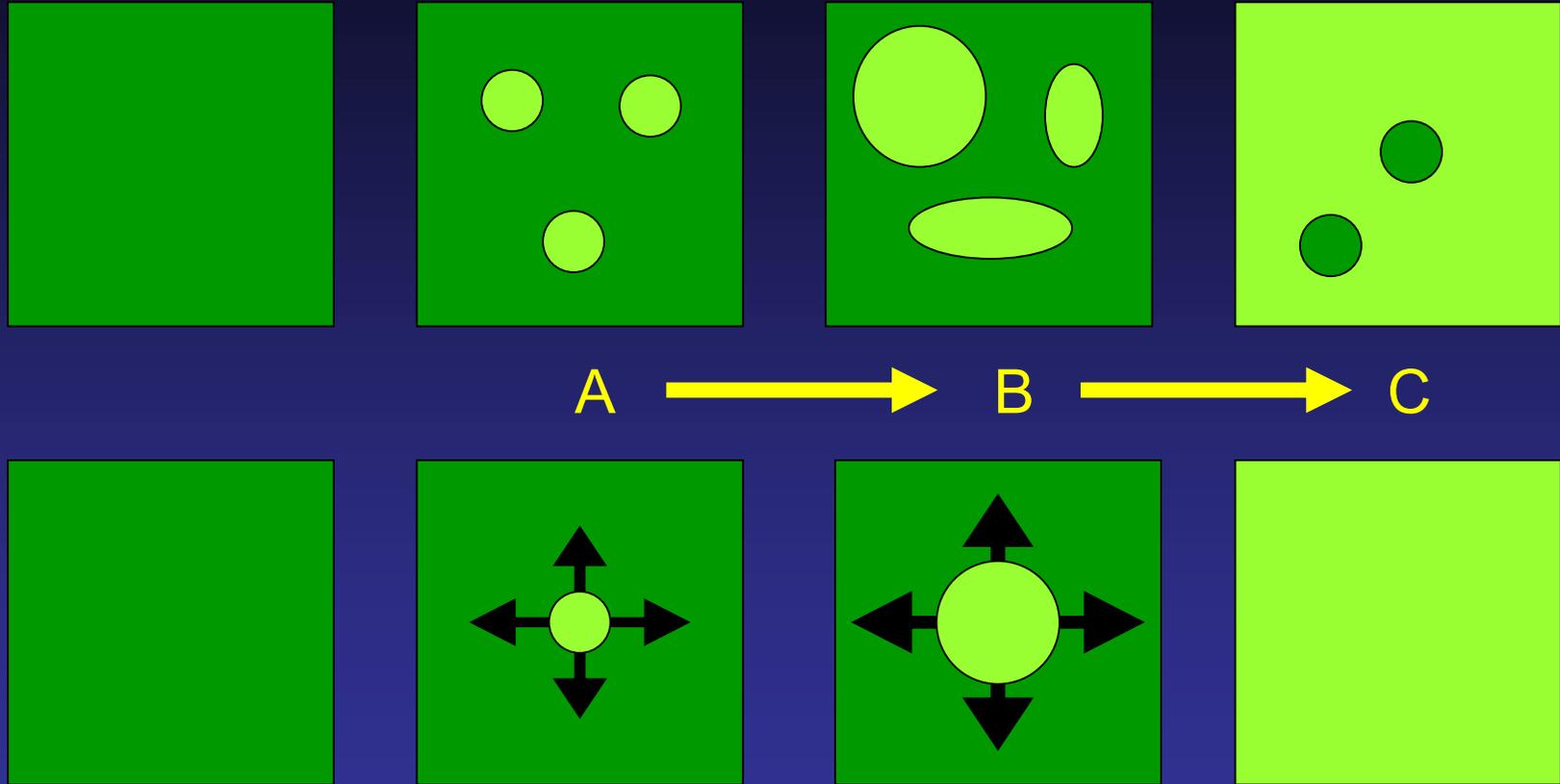
Il processo di frammentazione può avere due sviluppi:

1 - la **perforazione**: quando il processo di distruzione avviene dall'interno della matrice naturale verso l'esterno. La direzione è centrifuga. È il caso della costruzione di una strada o delle “radure” che vengono create nel caso di un'agricoltura primitiva.

2 - l'**isolamento**, quando il processo di distruzione avviene dall'esterno della matrice naturale verso l'interno. La direzione è centripeta. È il caso delle grandi deforestazioni per la creazione di campi coltivati.

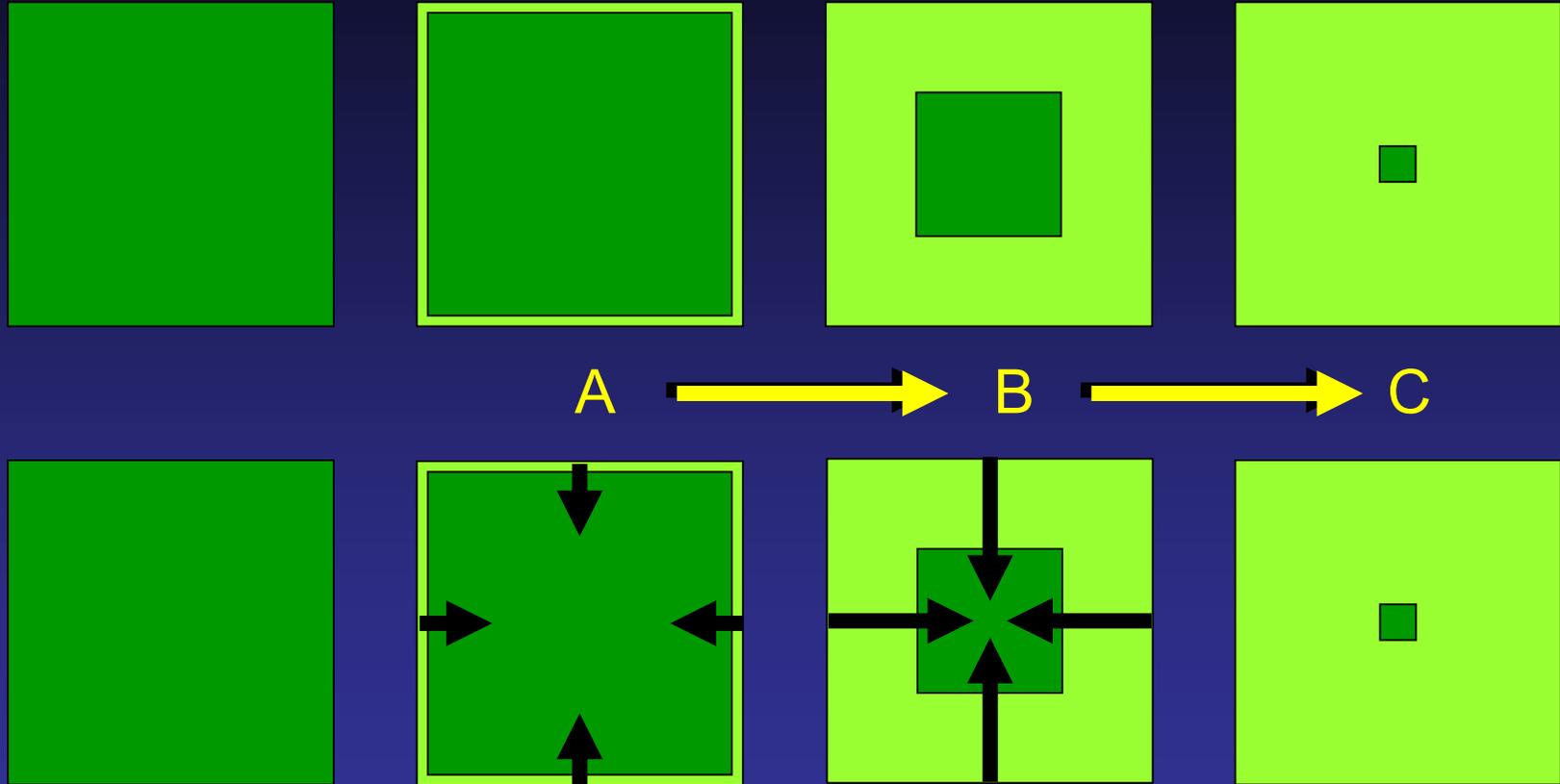


# Il processo di “perforazione”



Allargamento della matrice secondaria degradata verso l'esterno (*perforamento*).

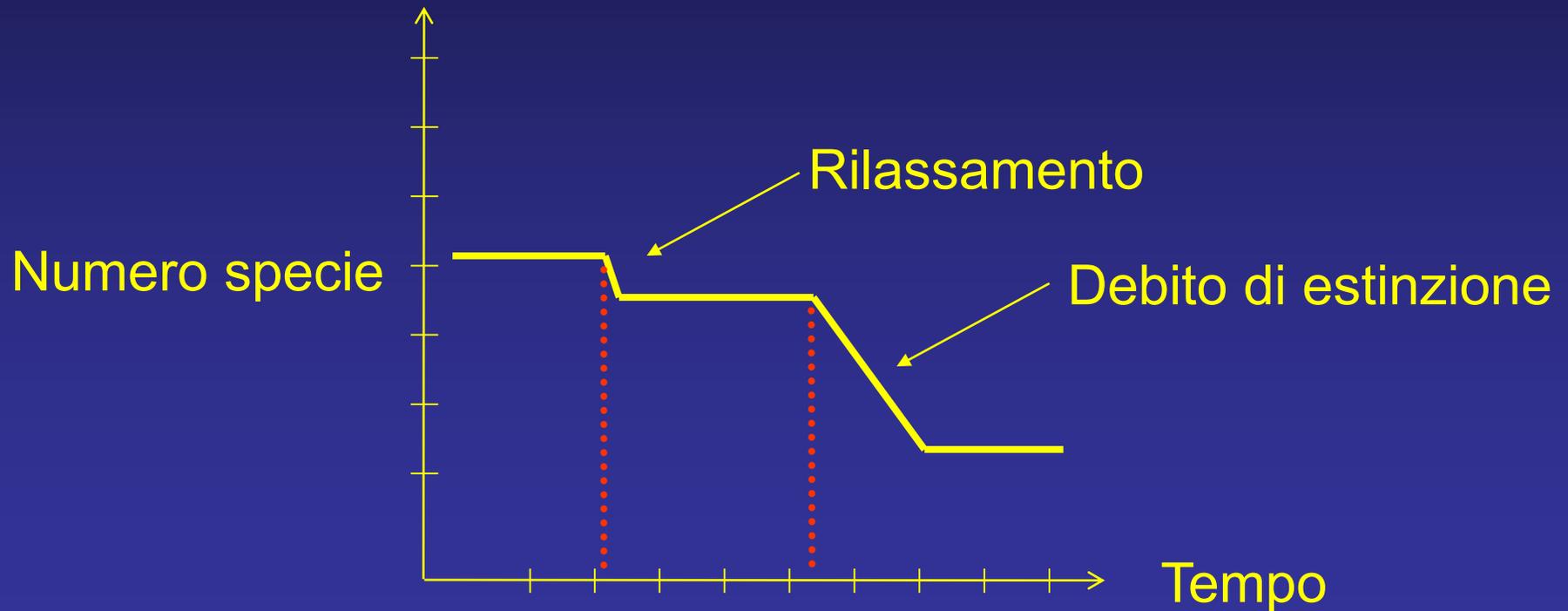
# Il processo di “isolamento”

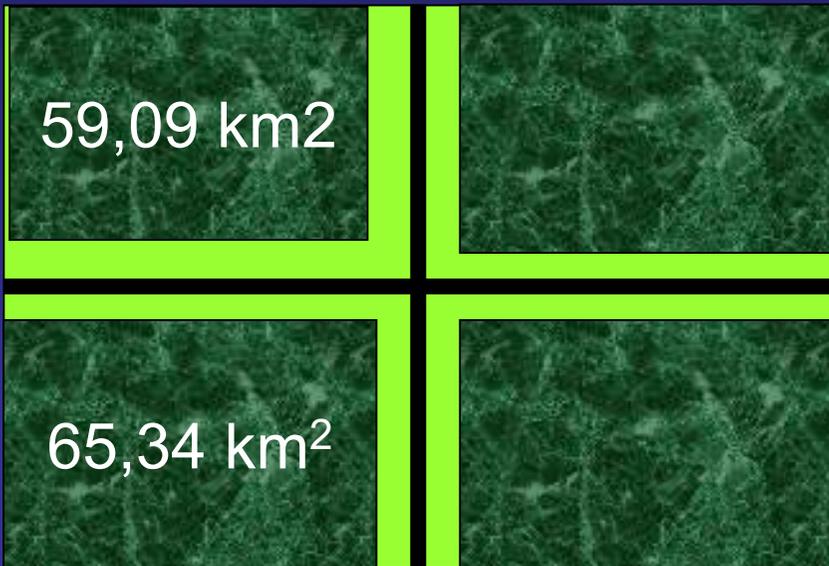
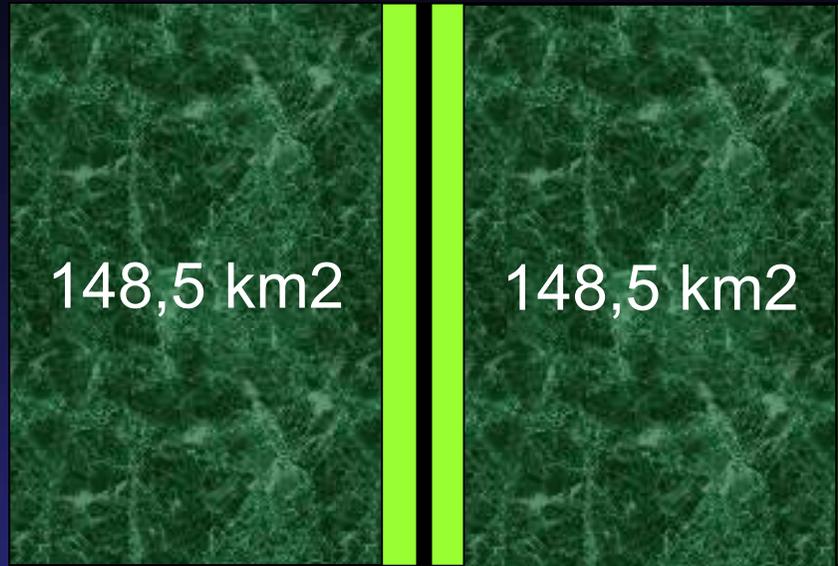
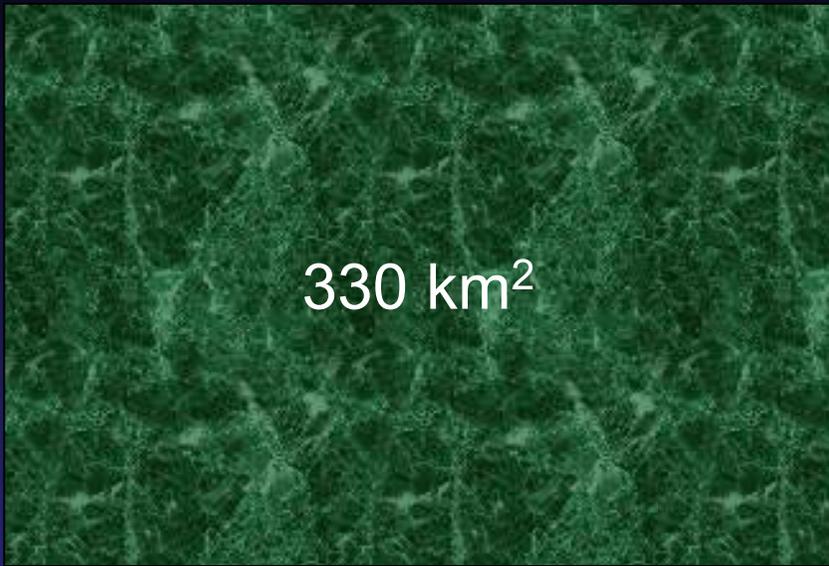


Allargamento della matrice secondaria degradata verso l'interno  
(*insularizzazione*)

In seguito alla frammentazione:

Lieve diminuzione delle abbondanze e della composizione in specie di fauna e flora associate a ciò che si è perso: è il rilassamento, al quale segue, nel tempo, il debito di estinzione.





**330 → 297 km<sup>2</sup>**

**→ “Emmental”**

**330 → 297 → 261,36 → 236,36 km<sup>2</sup>**

Il collasso del sistema (paradosso dell'*Emmenthal*: se crescono troppo i buchi ... il formaggio non esiste).



## Attenzione, però:

1 - è *tendenzialmente impossibile* che due ambienti diversi abbiano la stessa risposta di cambiamento.

2 - è *relativamente probabile* che due ambienti simili abbiano la stessa risposta al disturbo.

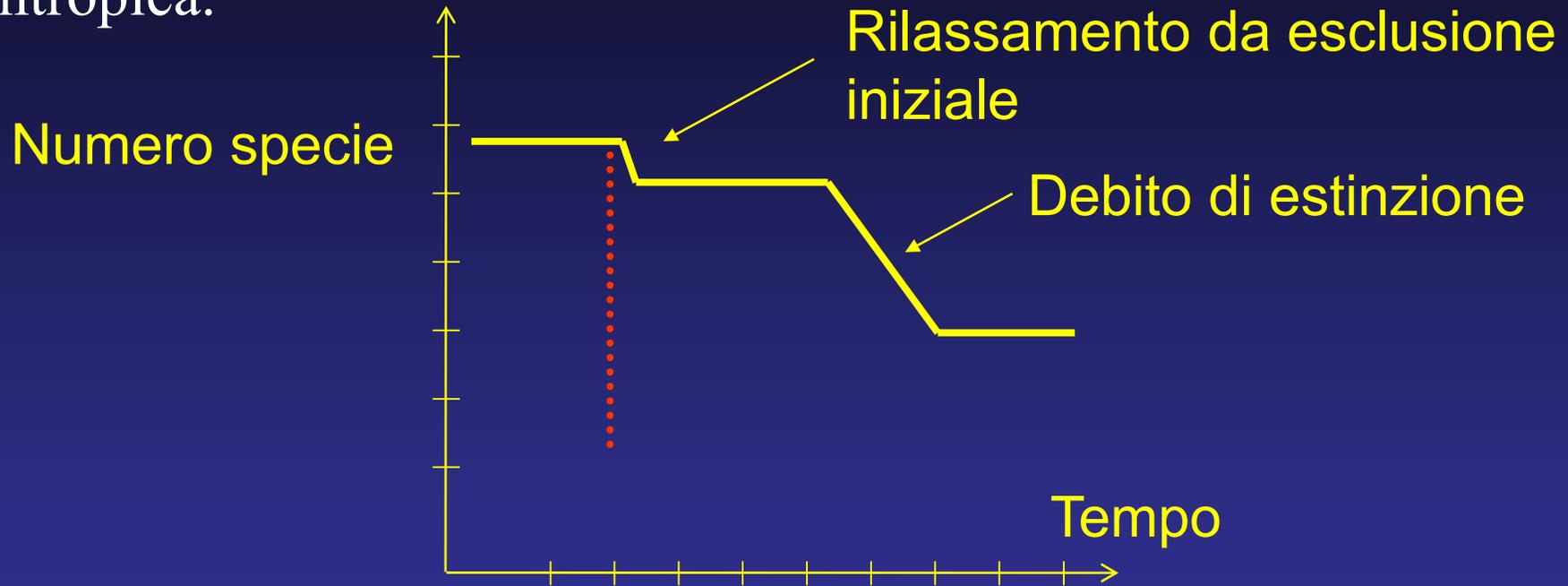
3 - non si conosce il *punto di non-ritorno* (livello-soglia) oltre il quale il sistema collassa: l'unica certezza è che, prima o poi, il sistema collasserà.

Esiste per certe situazioni un “effetto salvataggio”: in alcuni casi (isolamento non totale, presenza di “ponti” o “corridoi” con le “sorgenti”) il collasso non avviene perchè vengono reclutati propaguli da popolazioni vicine a sostegno della popolazione minacciata (→ *metapopolazioni*).

# **I problemi della frammentazione**

# 1 - Esclusione iniziale

Uno dei più rapidi ed ovvi effetti della frammentazione è la scomparsa delle specie da ambienti dove è molto forte la pressione antropica.



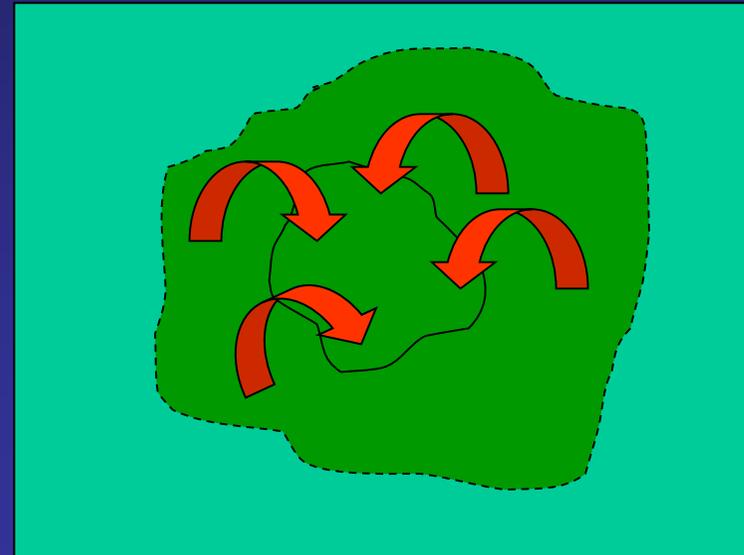
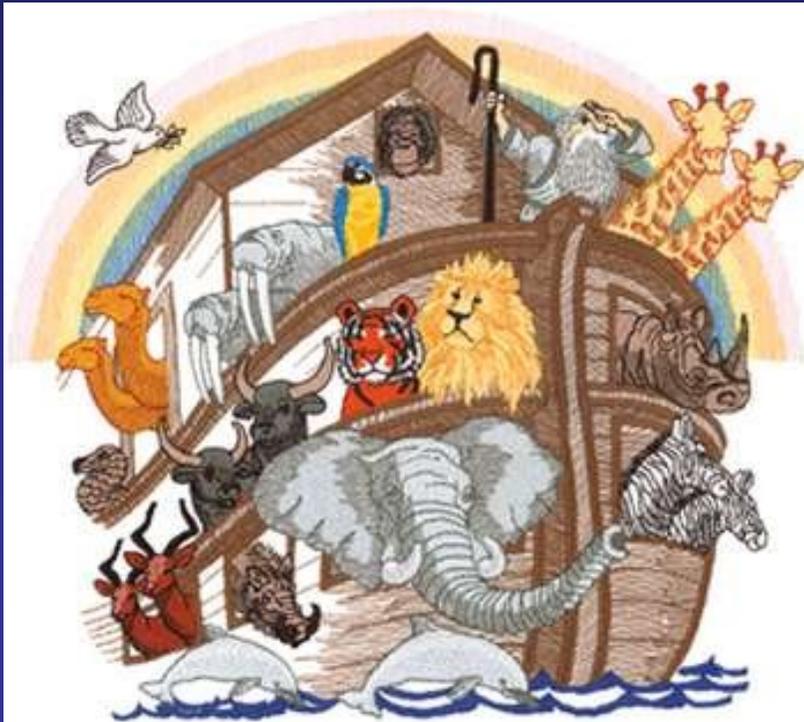
Molte specie *rare* sono anche *endemiche* ed hanno un ristrettissimo areale di distribuzione, che può includere in alcuni casi un unico tipo di habitat. Se questo viene alterato si ha l'estinzione locale o addirittura globale.

## 2 – Effetto affollamento

Quando un'area viene isolata dalla distruzione degli habitat naturali circostanti, le densità delle popolazioni delle specie animali dotate di movimento inizialmente crescono nel frammento.

La crescita iniziale della densità di popolazione, in queste aree isolate, è seguita dal collasso delle specie per sovraffollamento.

Questo fenomeno è stato definito “*affollamento dell'arca*”.

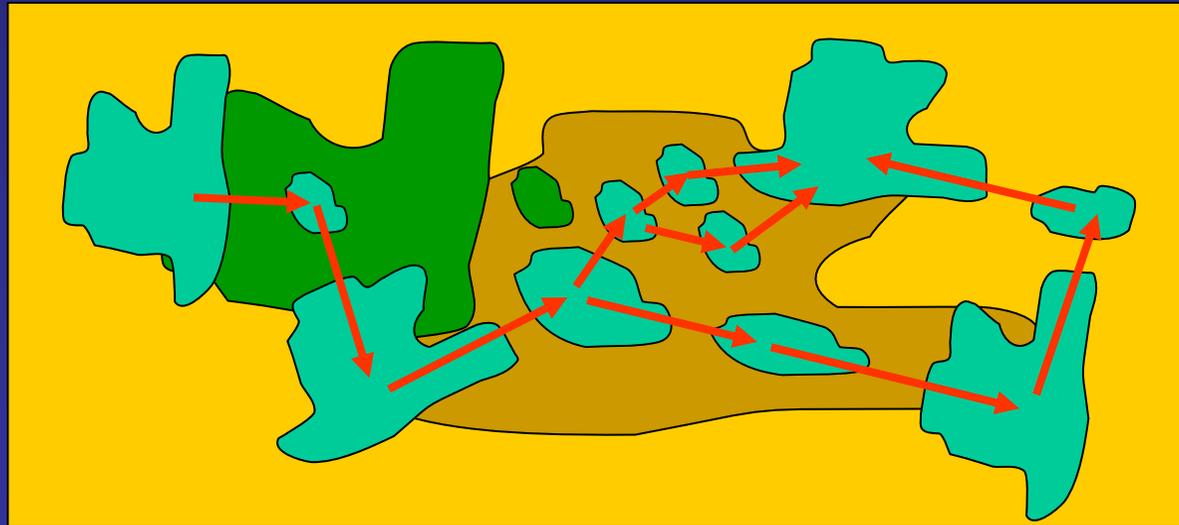


### 3 – Barriere

L'isolamento degli habitat, dovuto a barriere che non permettono lo spostamento, è un effetto della frammentazione importante quanto la riduzione dell'habitat.

Molte specie animali richiedono per la loro esistenza un insieme di porzioni di habitat differenti, con risorse distinte (per es. luoghi di alimentazione, luoghi di riproduzione, luoghi di riposo).

Se queste aree, strettamente correlate tra loro, vengono separate da barriere, le popolazioni possono andare rapidamente incontro ad estinzione.



Le strutture create dall'uomo (strade, aree urbane e campi coltivati) inibiscono notevolmente lo spostamento di molte specie, soprattutto animali e, potenzialmente, di piante (soprattutto quelle che usano gli animali come vettore di dispersione).

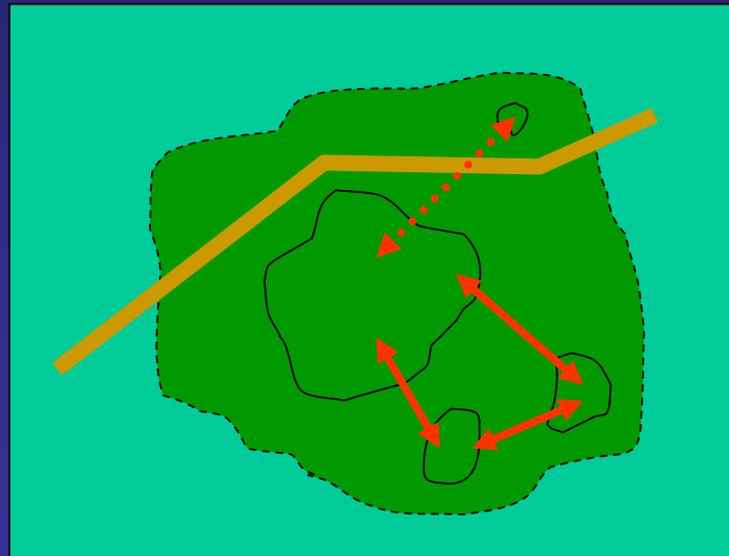
Di contro, quelle che possono considerarsi “barriere” per alcune specie, per altre possono invece rappresentare “corridoi” di passaggio.



## 4 – Estinzioni locali

La dinamica di popolazione ci suggerisce che persino le specie comuni non sono immuni dagli effetti della frammentazione e dell'alterazione dell'habitat.

Quando si ha isolamento di *piccole popolazioni* locali, queste vanno incontro ad un'altissima probabilità di estinzione.



# **Specie a rischio per la frammentazione**

# 1) Specie rare per motivi naturali.

Alcuni autori hanno concluso che la rarità è un indice di vulnerabilità. Le principali categorie di specie rare naturali sono:

**A - specie con limitata distribuzione geografica (areale);**

**B - specie con specificità di habitat;**

**C - specie con piccola dimensione di popolazione, per perdita di variabilità genetica, per cambiamenti climatici o demografici;**

**D - specie con popolazione in declino, che possono estinguersi prima che le cause di estinzione siano conosciute.**

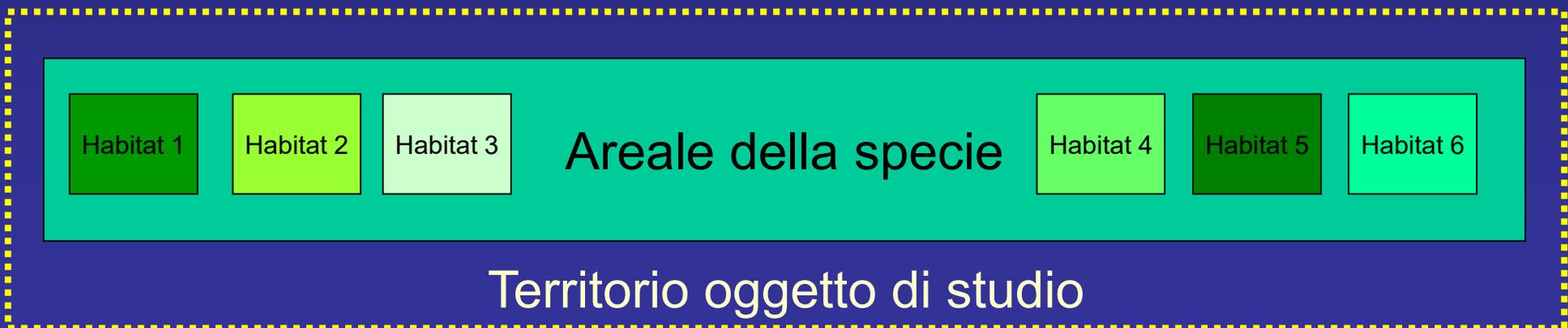
Alcune specie, ovviamente, possono ricadere in più categorie.



# Categorie di RARITA'

Le 8 categorie di *rarietà*, basate su modelli di distribuzione a 3 fattori: areale, specificità di habitat, dimensione della popolazione.

| <b>Areale</b>                 | <b>Ampio</b>     |                | <b>Ristretto</b> |                |
|-------------------------------|------------------|----------------|------------------|----------------|
| <b>Specificità di habitat</b> | <b>Larga</b>     | <b>Stretta</b> | <b>Larga</b>     | <b>Stretta</b> |
| <b>Popolazione numerosa</b>   | TIPO 1<br>Comune | TIPO 2         | TIPO 3           | TIPO 4         |
| <b>Popolazione ristretta</b>  | TIPO 5           | TIPO 6         | TIPO 7           | TIPO 8         |



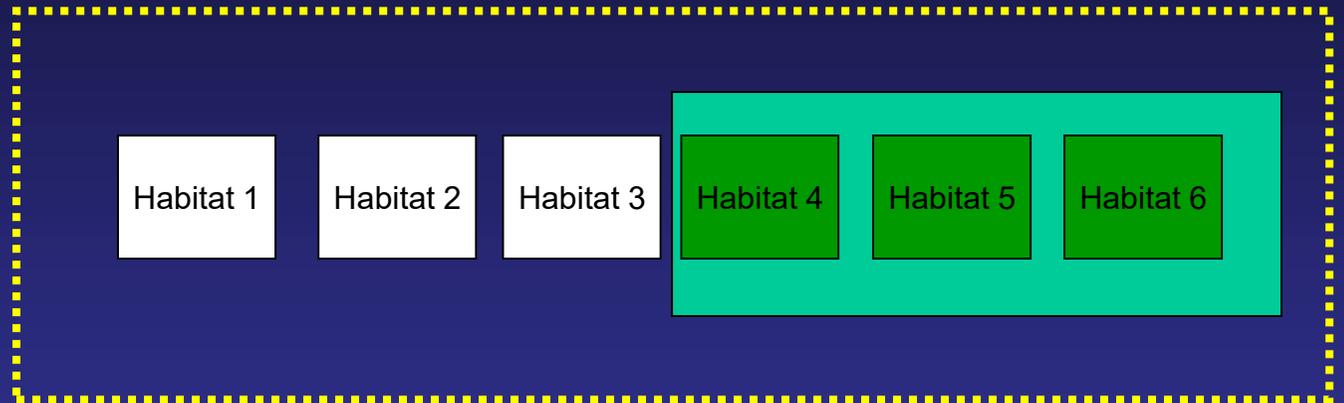
## TIPO 2

Abbondante in un ampio areale ma in un habitat specifico



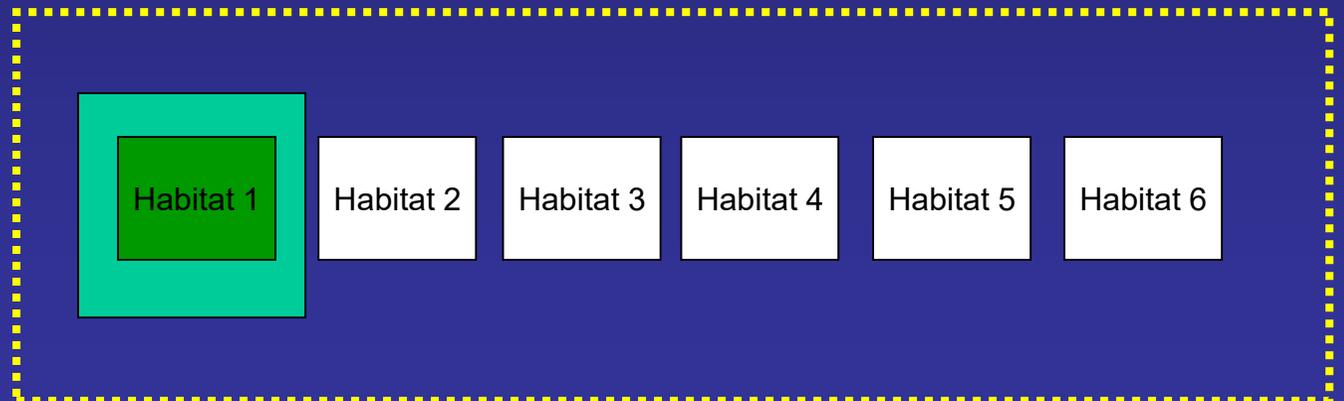
## TIPO 3

Abbondante in alcuni habitat ma ristretta geograficamente



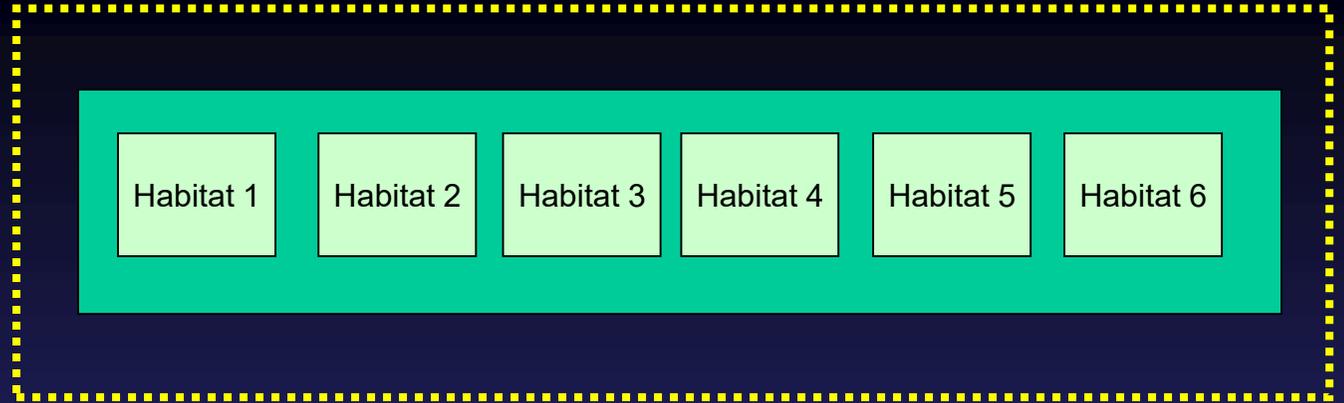
## TIPO 4

Abbondante in un habitat specifico ma ristretta geograficamente



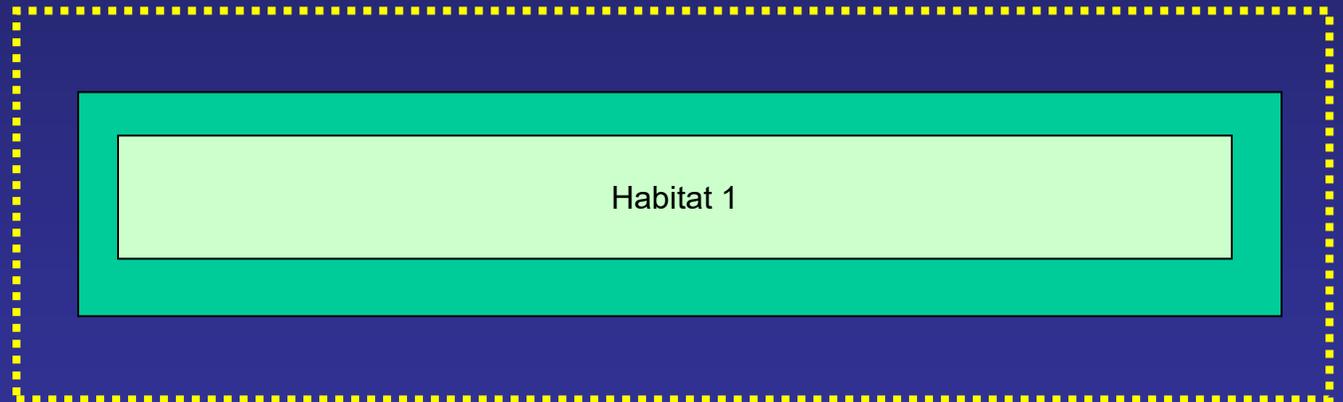
## TIPO 5

Poco abbondante in un ampio areale ed in parecchi habitat



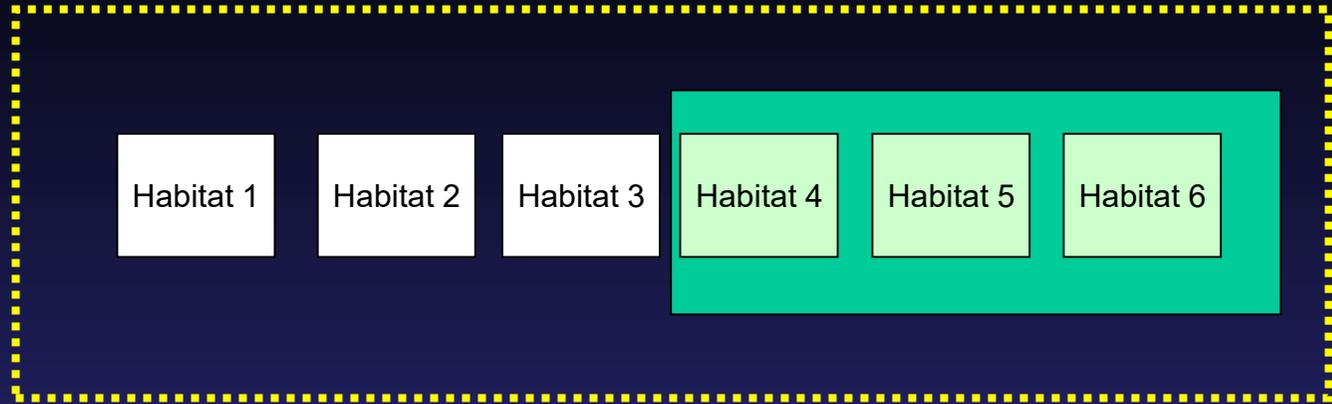
## TIPO 6

Poco abbondante in un ampio areale, ma in un habitat specifico



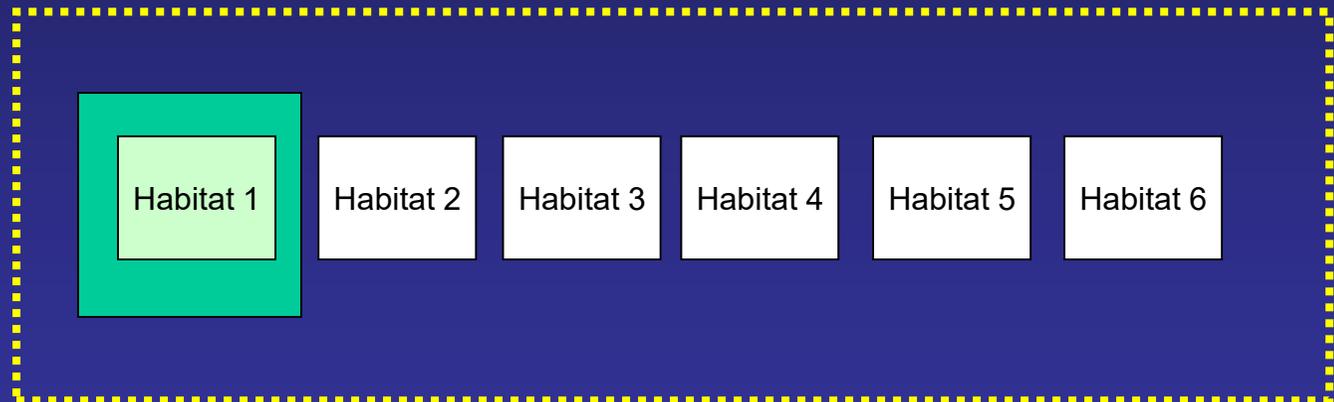
## TIPO 7

Poco abbondante e ristretta geograficamente in alcuni habitat (forse non esiste !)



## TIPO 8

Poco abbondante e ristretta geograficamente in un habitat specifico



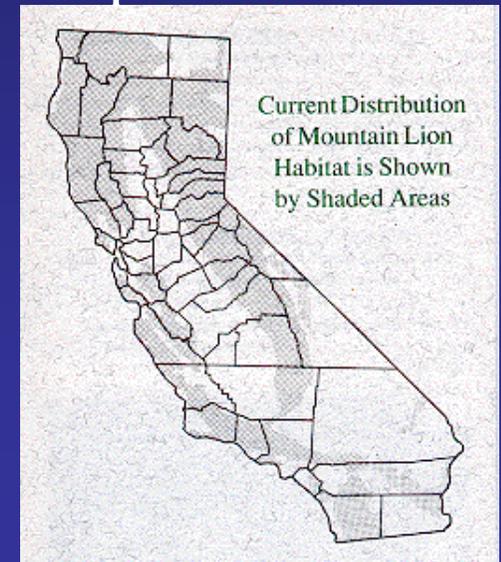
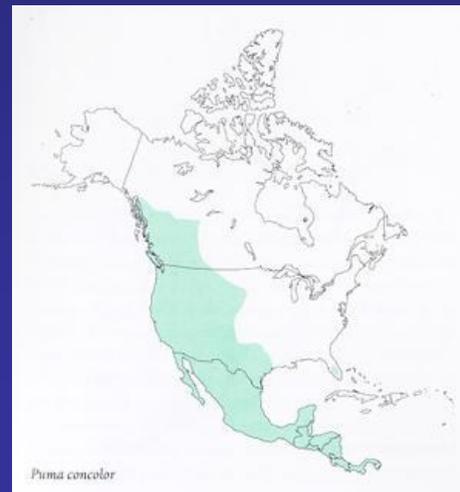
## 2) Specie ad ampio areale e di grandi dimensioni

Alcuni animali, come i grossi mammiferi e gli ungulati, percorrono vaste aree nel corso dei loro spostamenti giornalieri e stagionali.

Perciò, anche aree molto ampie potrebbero non permettere la sopravvivenza delle popolazioni di queste specie.

Durante i loro spostamenti è spesso inevitabile che incontrino barriere (ad es. strade e agglomerati urbani), che rappresentano fonti di mortalità per gli individui.

Anche animali che durante il loro ciclo vitale abitano in ambienti eterogenei, come gli **anfibi**, sono molto vulnerabili alla presenza di barriere.



### 3) Specie poco vagili

Specie con una bassa capacità di dispersione possono spostarsi poco dal luogo di nascita, oppure possono facilmente essere bloccate da barriere insignificanti, come una strada secondaria o una radura.

Senza un arrivo occasionale di immigranti a supporto della popolazione (“effetto salvataggio”), le popolazioni di specie poco vagili non sopravvivono a lungo in un ambiente frammentato.



## 4) Specie a bassa fecondità

Una specie con bassa capacità riproduttiva non è capace di ricostituire velocemente la sua popolazione in seguito ad un forte disturbo di qualsiasi natura.

Queste specie possono andare incontro a deterioramento genetico, non essendo capaci di ristabilire adeguati livelli di variazione genetica dopo delle perdite di individui.



## 5) Specie dipendenti dall'habitat e dalle risorse.

Specie “specializzate” in habitat o in risorse specifiche sono spesso soggette ad estinzione, specialmente quando queste risorse non sono prevedibili nello spazio e nel tempo.

Quando le risorse fluttuano stagionalmente o annualmente, le specie dipendenti fluttuano di conseguenza.

Le popolazioni possono anche fluttuare a causa di condizioni meteorologiche estreme o di altre variazioni legate all'ambiente fisico. Più alto è il livello di fluttuazione, minore è la *prevedibilità* del sistema di supporto e maggiore è la possibilità che una popolazione vada incontro ad estinzione.





Circa 1600 panda ancora in natura.  
Habitat: foreste di bambù tra i 1200 ed i 3400 metri di altitudine.

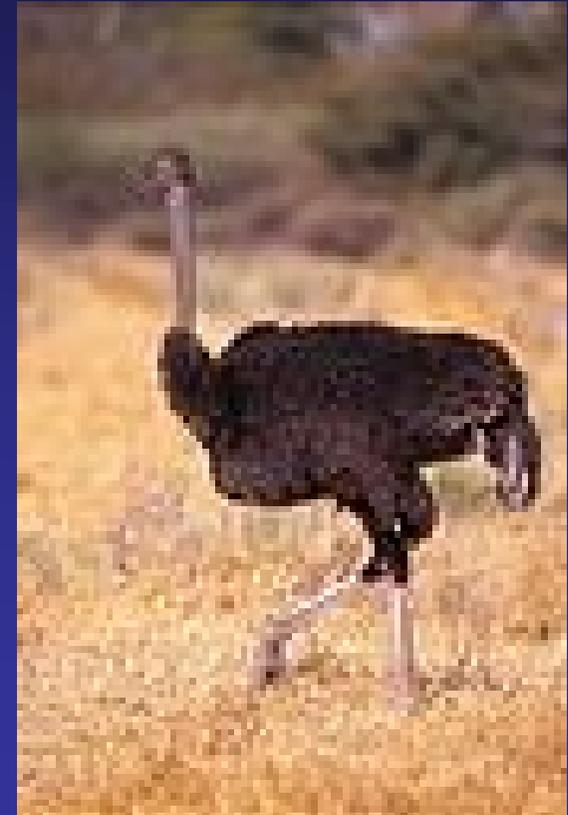
Panda gigante: distruzione dell'habitat e caccia illegale.



## 6) Specie nidificanti al suolo

La nidificazione a terra è una potente causa di estinzione in ambienti frammentati.

I *ground nesters*, come lo struzzo, sono animali molto vulnerabili ad attacchi di “mesopredatori opportunisti” che abbondano nelle aree di margine di ambienti frammentati.



## 7) Specie “interne”

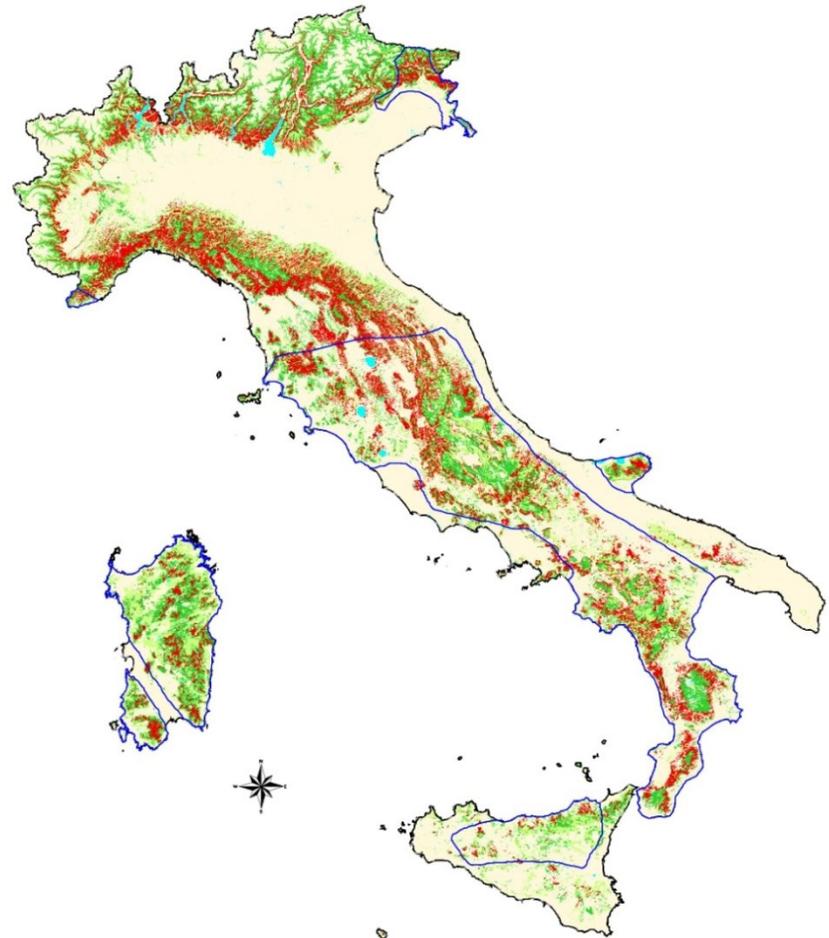
Alcune specie, come il gatto selvatico (*Felis silvestris*), evitano i confini (i margini) del loro habitat e si distribuiscono principalmente nella parte interna (definita “centro” o *core*), spesso a maggiore eterogeneità ambientale, di foreste, praterie ed altri habitat, mentre saranno assenti in ambienti piccoli, isolati o dove non esistono delle vere e proprie “aree interne” indisturbate.





■ Aree di *Felis silvestris*

100 km  
Proiezione UTM32



Modello di idoneità ambientale per *Felis silvestris*



100 km  
Proiezione UTM32

## 8) Specie vulnerabili a causa dell'uomo

Alcune specie vengono utilizzate o perseguitate dall'uomo per i motivi più disparati (pellicce, medicine, cibo, uso domestico o altro) o uccise per il solo e semplice fatto di essere potenzialmente pericolose (molti serpenti ecc.).

Questo determina degli effetti diretti sulle specie stesse ed indiretti sui loro predatori o sulle loro prede.



# Adattamenti alla frammentazione

A livello di specie, esistono essenzialmente 3 modi per resistere in ambienti altamente frammentati.

1 - Alcune specie possono sopravvivere ed addirittura prosperare nella matrice delle terre sfruttate dall'uomo; un elevato numero di specie erbacee *opportuniste* a distribuzione mondiale testimoniano questo caso.



2 - Le specie possono sopravvivere in un ambiente frammentato attraverso il mantenimento di popolazioni capaci di ricoprire frammenti di habitat individuali (un solo albero) o ridotti (pochi alberi), ma dipende dal loro “stile di vita” (ad es. i Cerambicidi).



3 - Un terzo modo per sopravvivere in un ambiente frammentato è l'alta mobilità.

Una specie molto *vagile* può utilizzare un elevato numero di “chiazze” di habitat.

# L'effetto margine

Per effetto margine si intende l'insieme dei cambiamenti cui sono sottoposte le componenti biologiche di un determinato **habitat** (*ecosistema*) quando ne vengono modificati (in forma o struttura) i margini.

Questi cambiamenti possono dipendere da variazioni sia di fattori *biotici* (aumento della predazione, intrusione di specie alloctone ecc.), sia di fattori *abiotici* (temperatura, illuminazione, umidità ecc.).

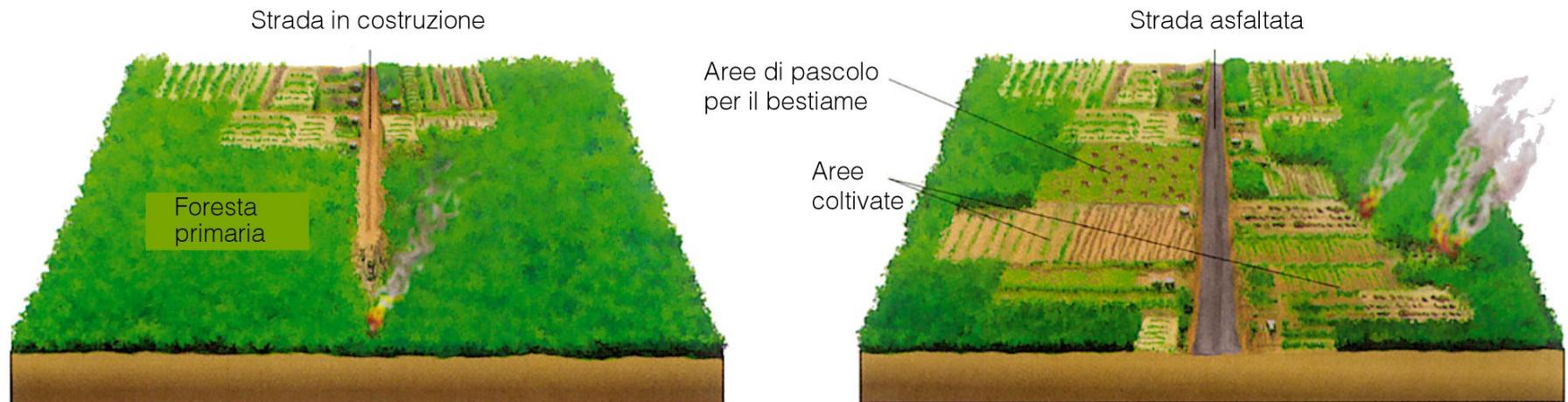


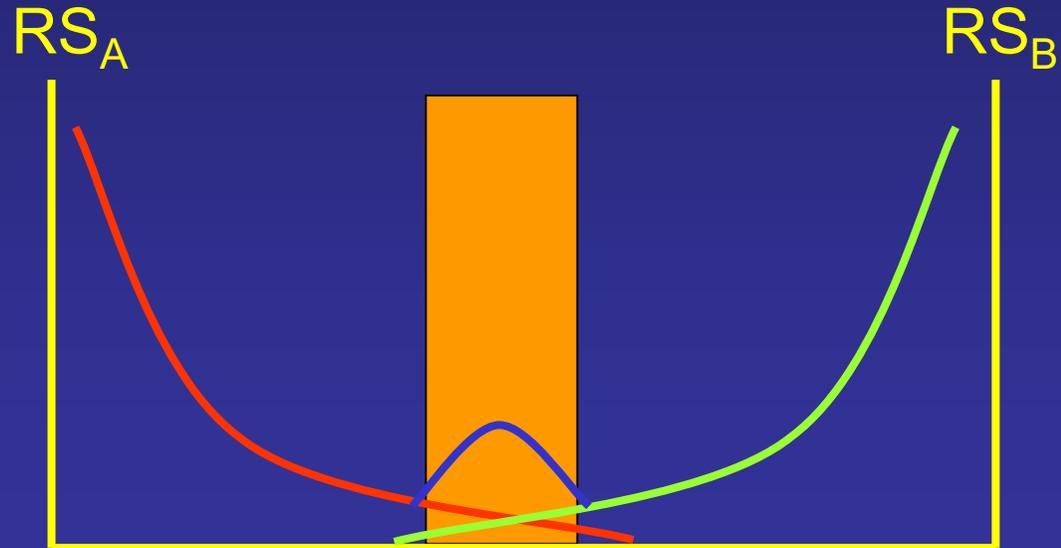
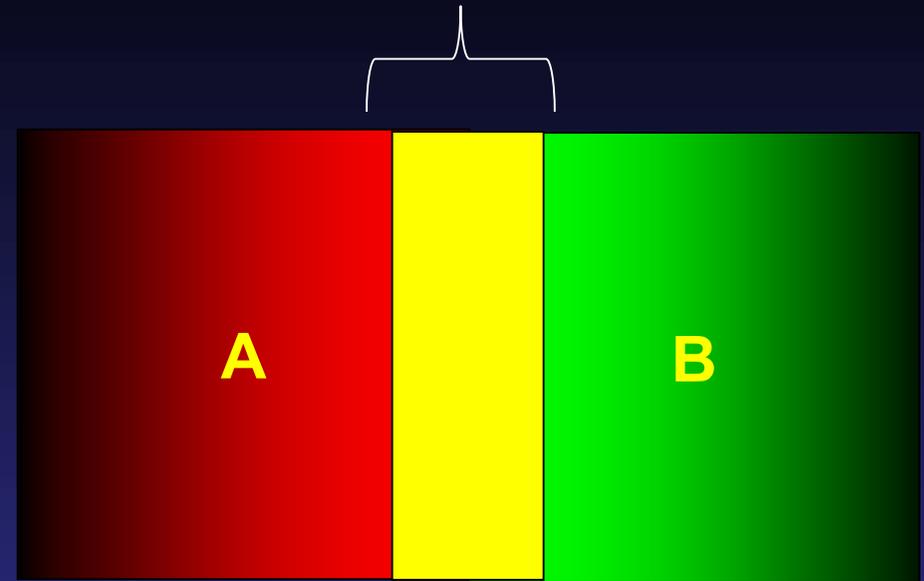
Figura 17-6

Il margine è una *transizione* tra due comunità, nel quale la sostituzione di specie tra la comunità A e quella B è rapida, anche se vi è coesistenza di specie appartenenti alle due comunità .

Nel margine l'ambiente fisico varia rapidamente causando variazioni ancora più drastiche nella distribuzione delle specie.

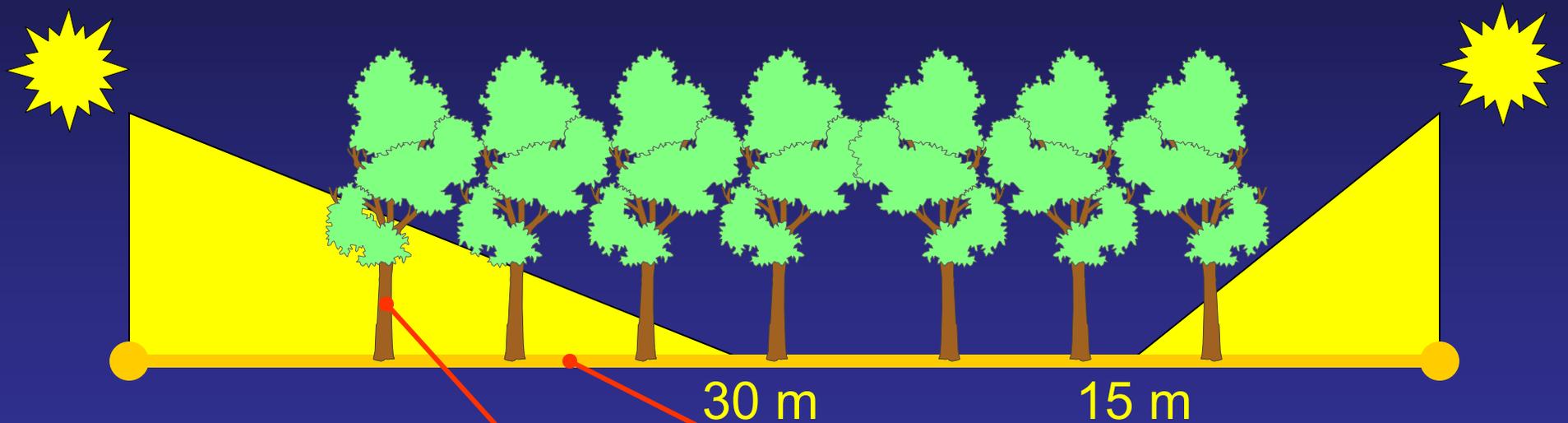


Transizione



1) La formazione di margini determina anche un cambiamento fisico delle aree *di transizione* di una foresta, che possono essere utilizzate in fasi diverse del ciclo vitale di una specie.

irradianza



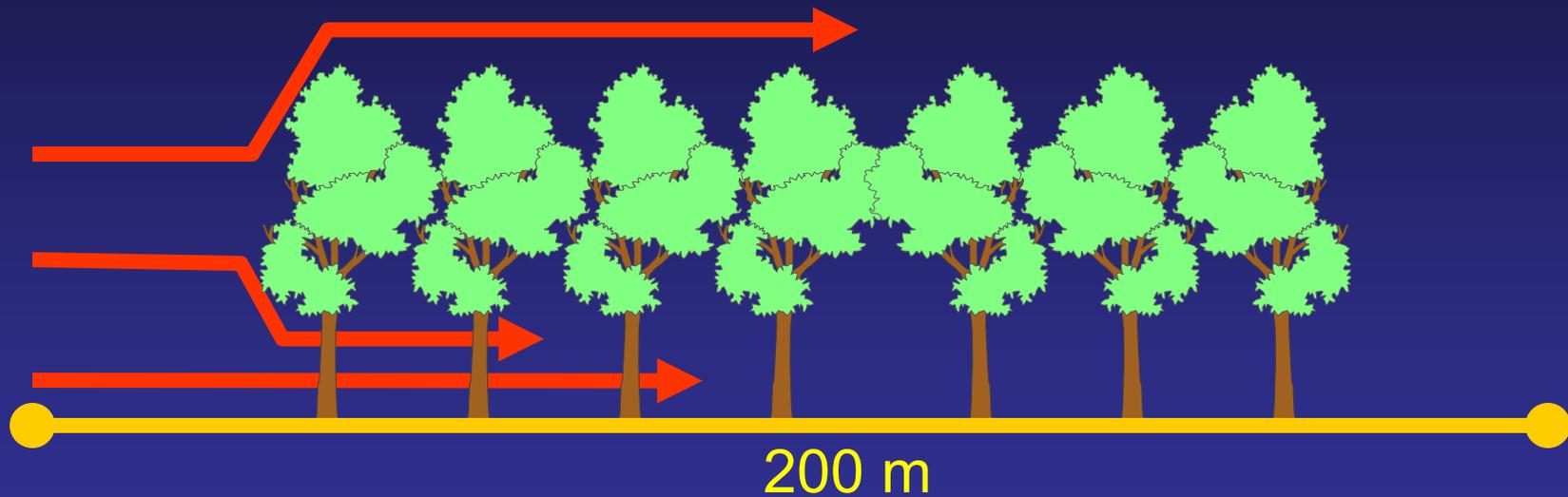
Ovest



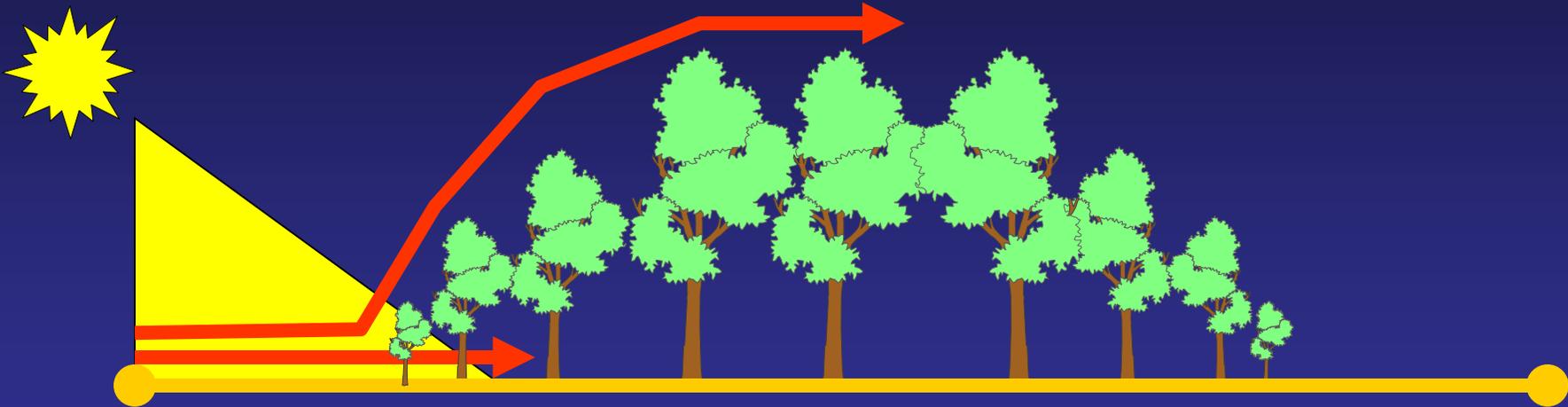
Est

*Lucanus cervo*

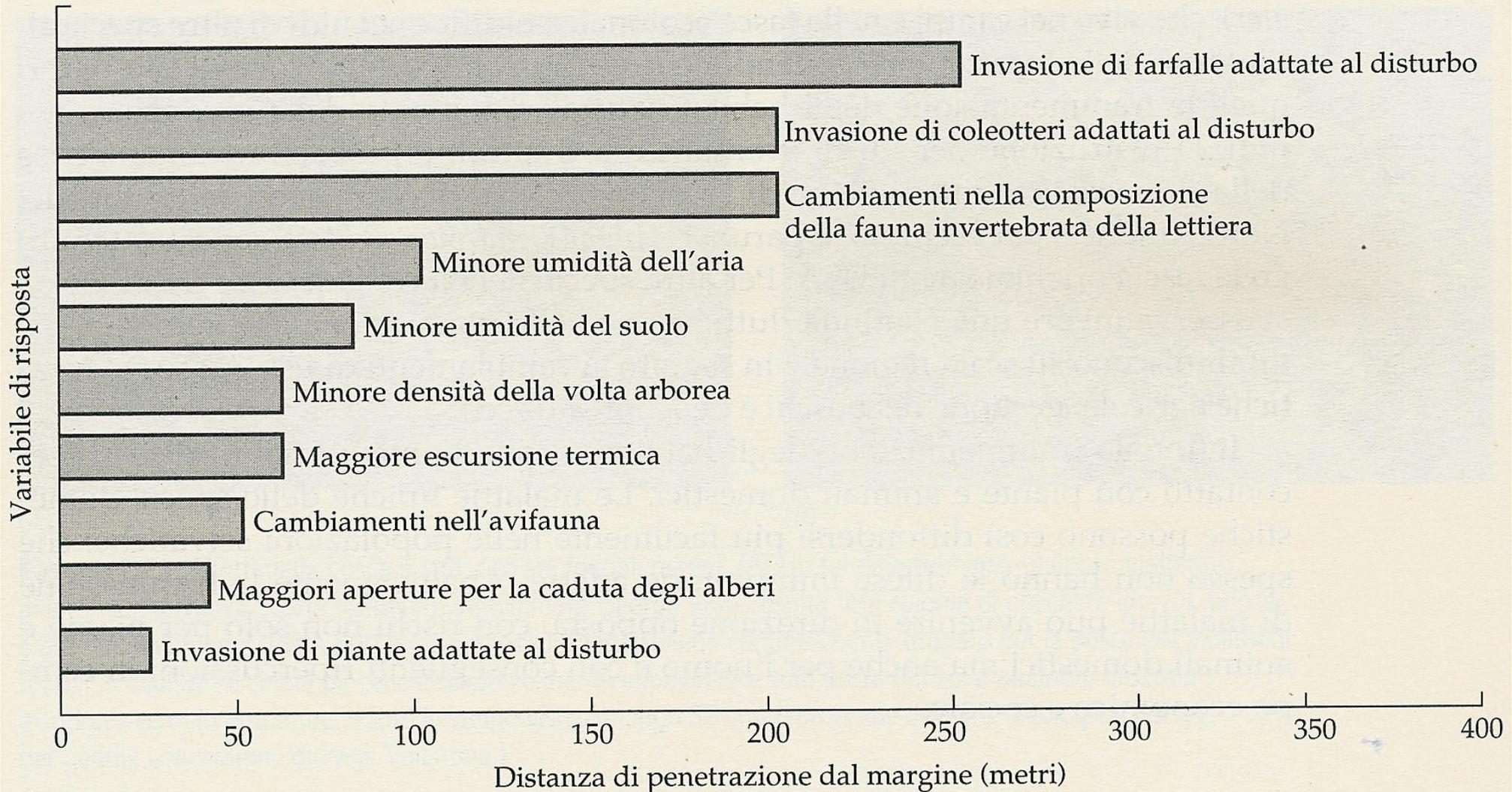
# Effetto del vento nella stratificazione di un bosco

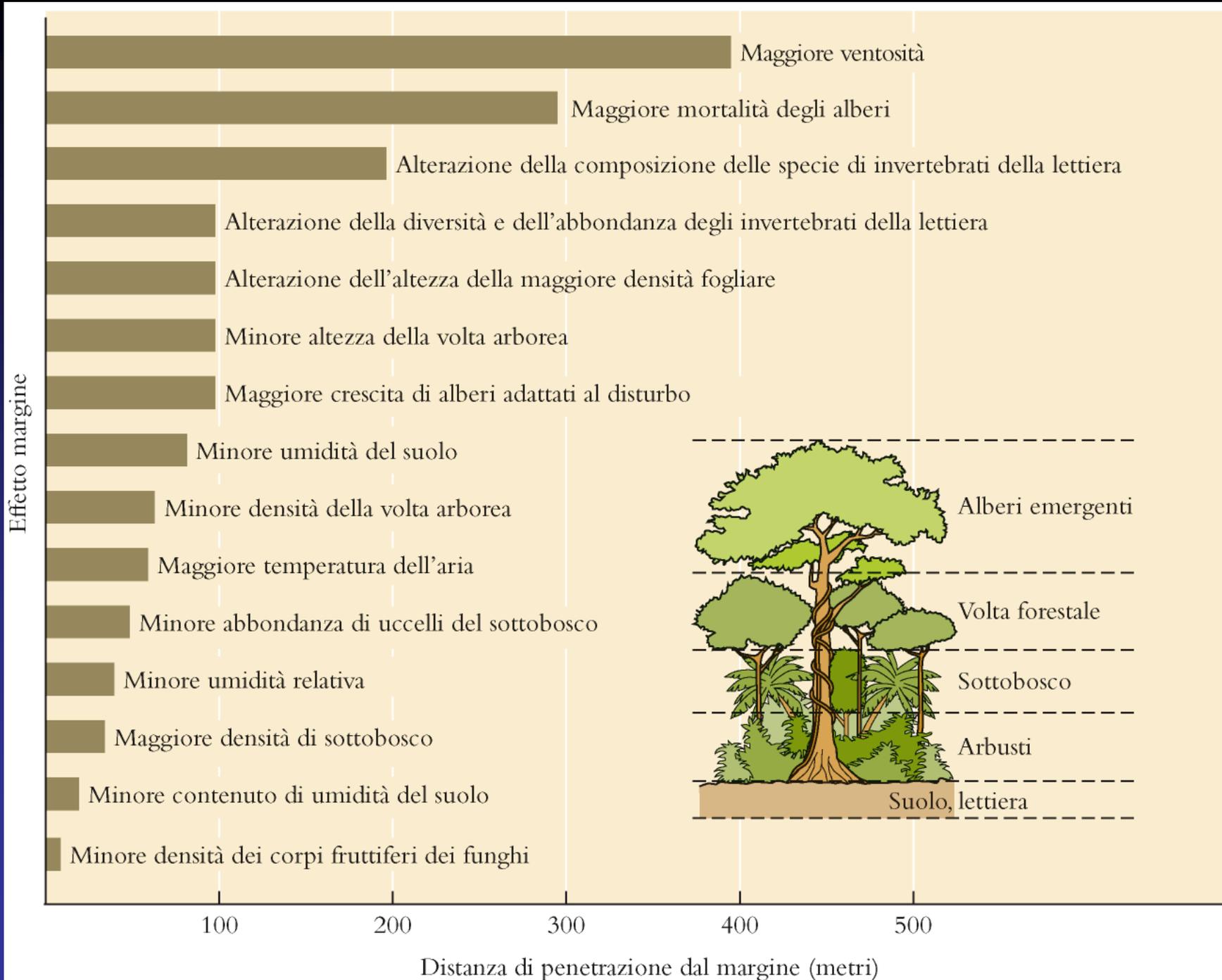


*Gradienti di vento e irradianza tra margine ed interno di un bosco: effetto sulla struttura .*

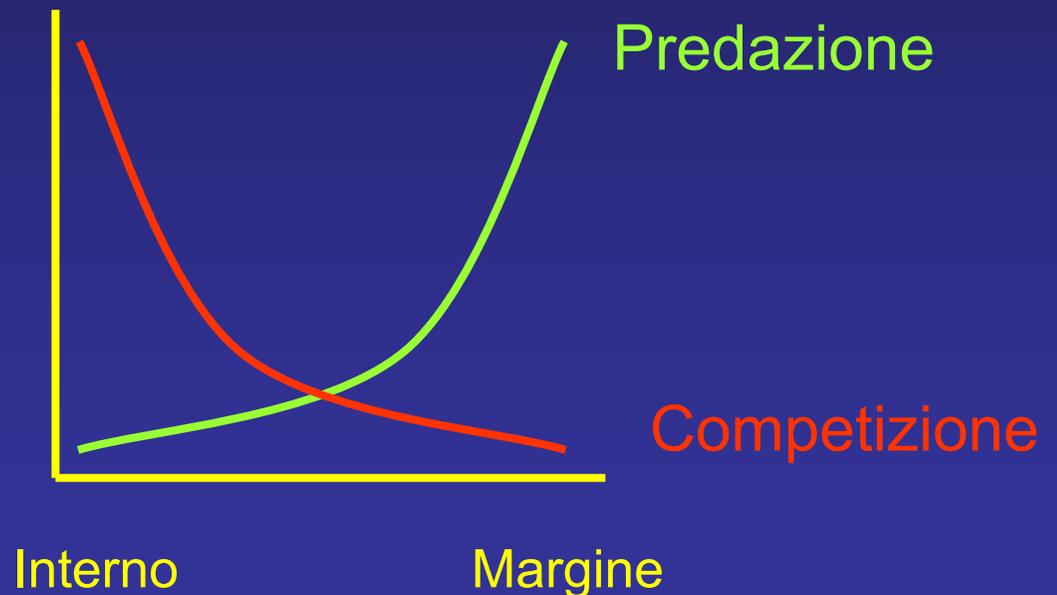
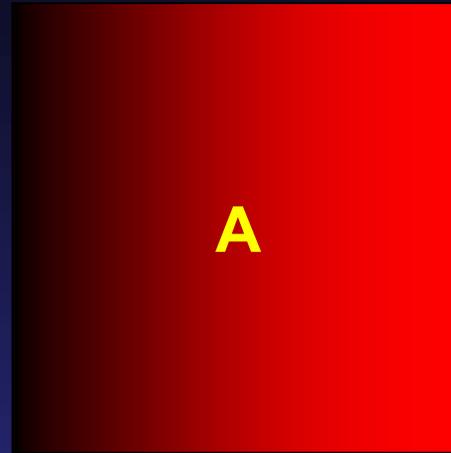


# Cambiamenti al margine di un bosco



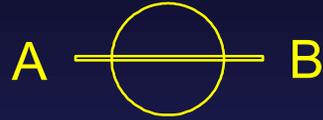


2) Nel marginale il rapporto predazione / competizione tra specie è sempre  $> 1$  poiché la minore densità di unità strutturali e la maggiore *lacunarità* dei sistemi permette l'ingresso ed il foraggiamento di un numero maggiore di predatori opportunisti.

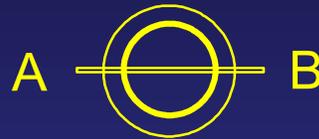


3) Oltre all'intrusione di predatori l'effetto margine influenza anche quella delle **specie alloctone**: importanza della presenza di una "zona tampone" (*buffer zone*).

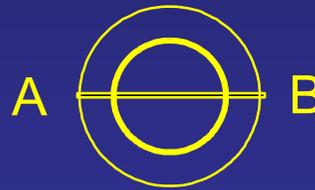
Senza *buffer*



Con piccolo *buffer*



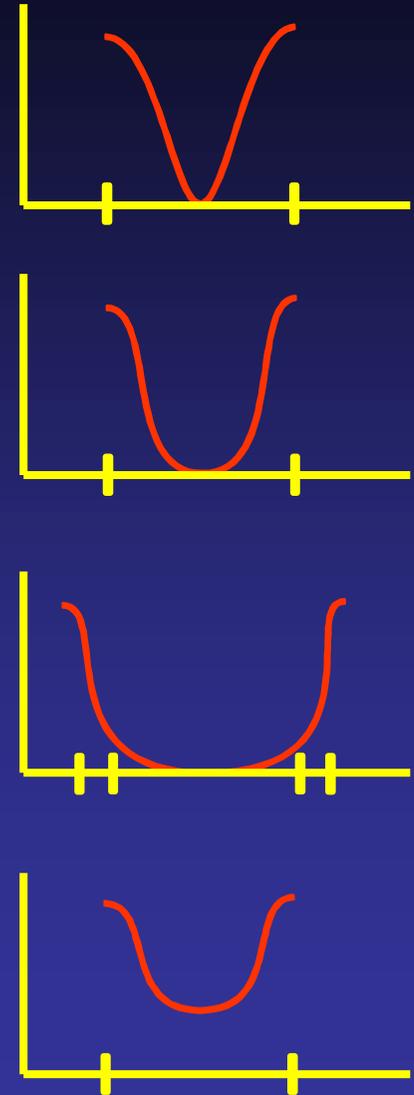
Con grande *buffer*



Con piccolo centro



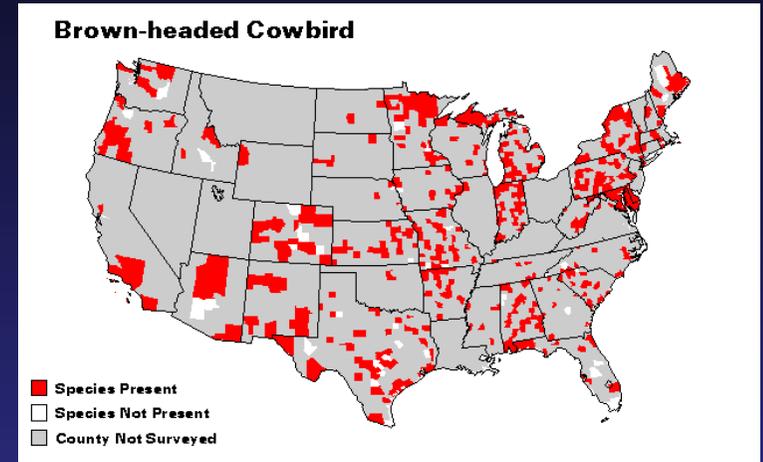
RS intruse nell'area protetta



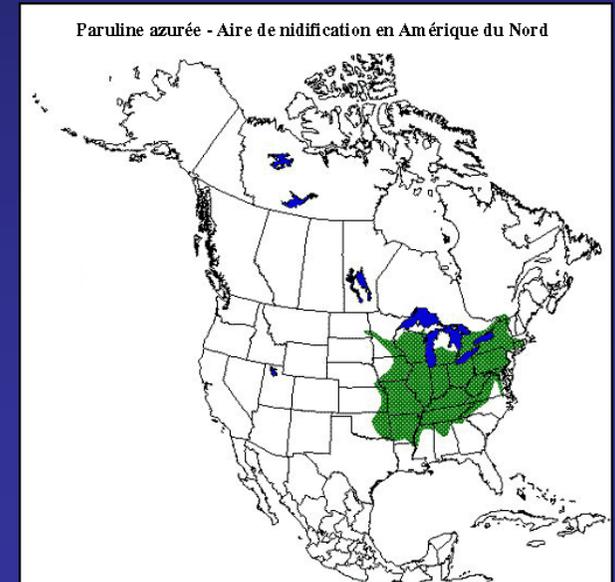
## 4) Specie ecotonali



Il molotro americano (*Molothrus ater*) è una *specie ecotonale* che nidifica nei nidi di altre specie distruggendo le covate.

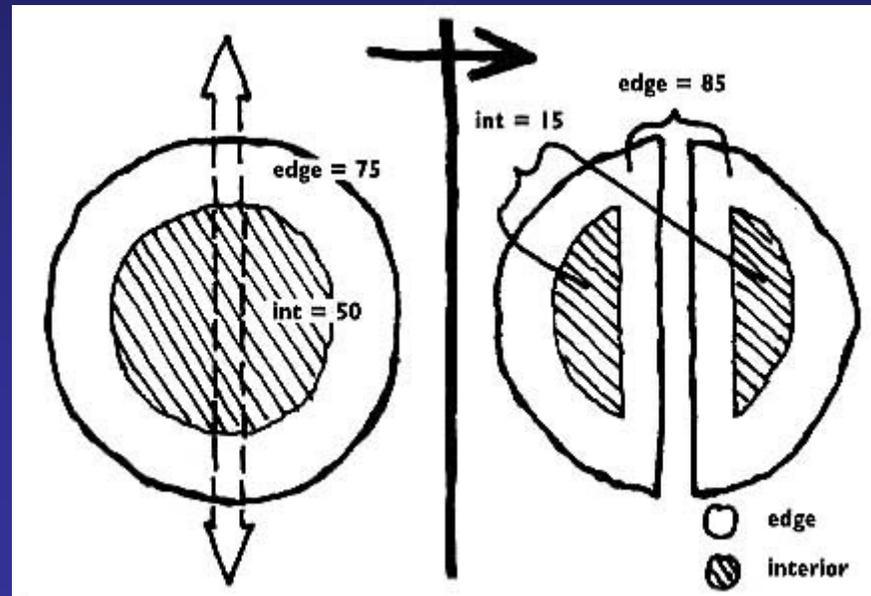
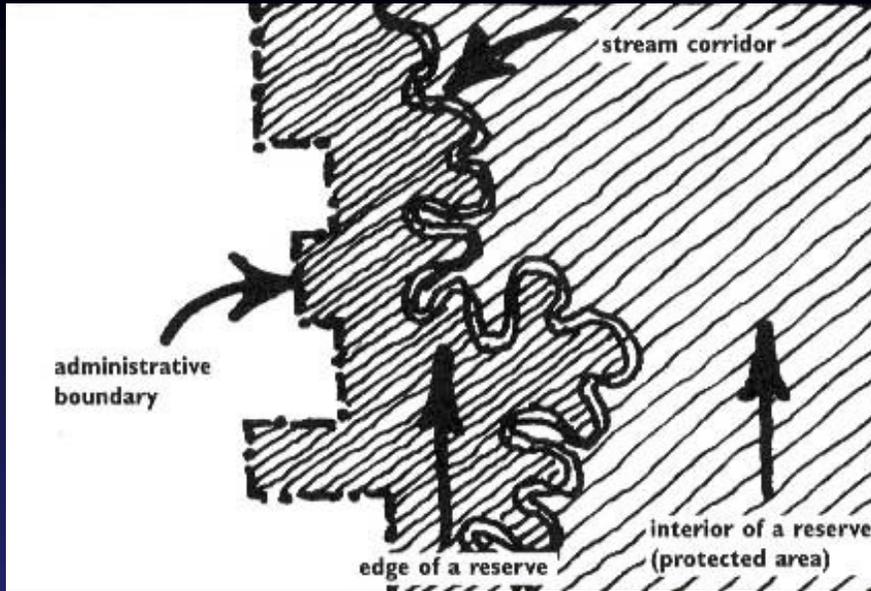


La specie si sta espandendo portando alla diminuzione specie più sensibili come *Dendroica caerulea*.



## 4) Margini e forma delle chiazze

Si deve prestare attenzione alla *forma* di una riserva in relazione ai suoi *margini*. Talvolta si possono costruire aree protette interamente sotto l'influenza del margine.

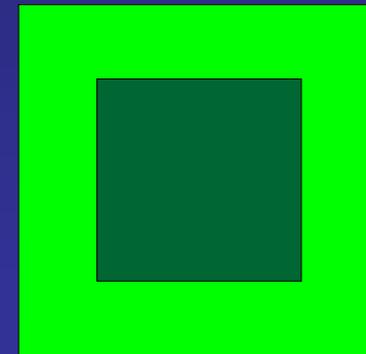


A



Area: 40 ha - Centro: 0 ha

B

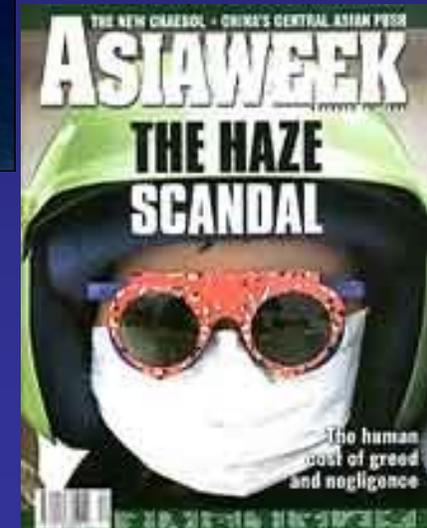
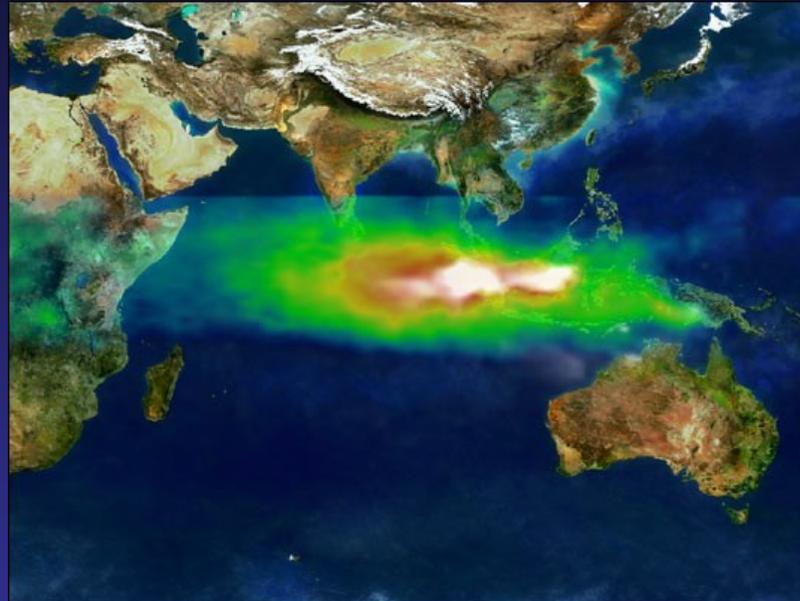


Area: 40 ha - Centro: 20 ha

La creazione di margini innaturali in una foresta aumenta il rischio di incendi (strade “tagliafuoco”).

La frammentazione delle foreste causò (inverno 1997-1998) soprattutto nel Borneo la distruzione di milioni di ettari di foresta primaria.

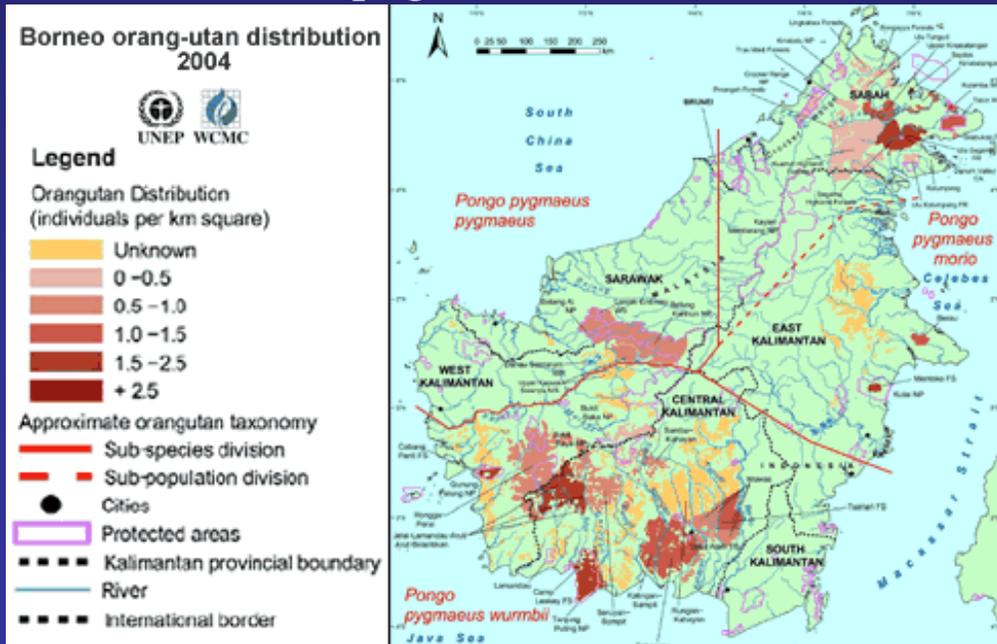
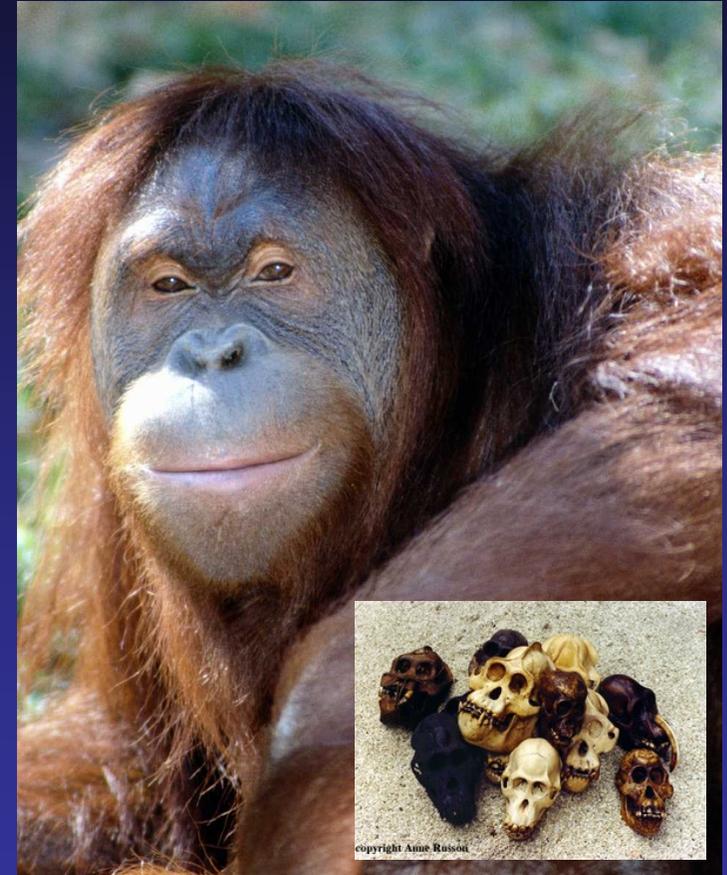
Il fuoco, non spento dalle piogge monsoniche (deviate da El Niño nel Pacifico centrale), dilagò.





**Minacce:** perdita e degradazione dell'habitat come risultato dell'estrazione del legname, degli incendi e della deforestazione per le pratiche agricole e gli insediamenti umani.

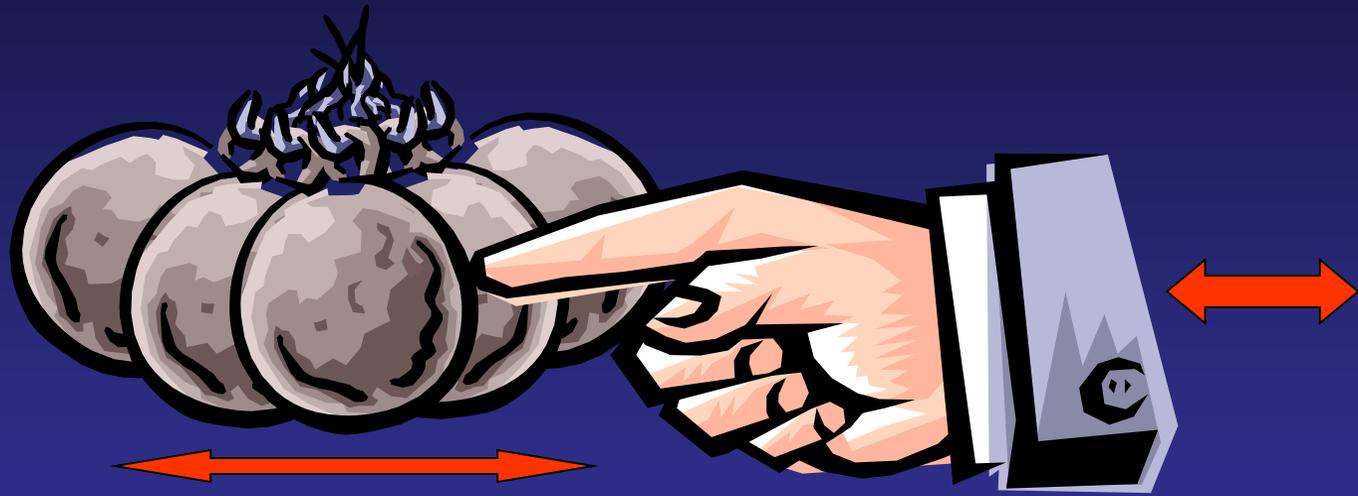
L'Orang-utan è anche cacciato per la carne ed i giovani esemplari sono catturati per la vendita come animali da compagnia.



39% di declino in una generazione di **Orang-utan**

**«Eterogeneità» e «Frammentazione»**

L'eterogeneità è la quantità di variazione osservata ad una determinata “scala” (dimensione dell'area nella quale si conducono le osservazioni e tempo durante il quale queste vengono condotte).



Il disturbo o “perturbazione” (in inglese: *disturbance*) è qualsiasi evento, o fattore, che allontani il sistema dal suo stato stazionario. È una *interferenza* che modifica lo svolgimento di un qualsiasi processo con conseguenze sulla struttura del sistema.

Fattori naturali di disturbo, influiscono sulla formazione dell'eterogeneità degli habitat (ad es. il crollo di un vecchio albero in una foresta).

Il mosaico di spostamento, o «mosaico spazio-temporale», è il modello di variazione dovuto a *perturbazioni naturali*.



Perchè l'eterogeneità o “mosaicizzazione” (naturale) (*patchness*) è positiva e invece la frammentazione (antropica) è negativa ?

Si possono fare 3 distinzioni tra paesaggi *eterogenei* o mosaicizzati (“naturalmente” a chiazze) e paesaggi frammentati («artificialmente» a chiazze, a causa dell'azione antropica).

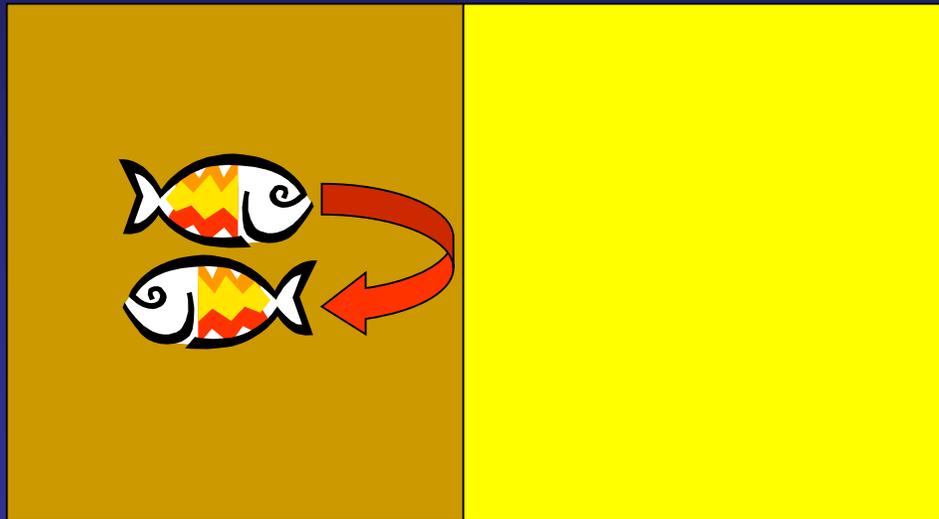
1 - un paesaggio *mosaicizzato* ha una struttura interna molto ricca (differenti strati di vegetazione, popolazioni ben strutturate, radure formate a causa della caduta naturale degli alberi);

- un paesaggio *frammentato* invece presenta delle chiazze semplici, poco eterogenee e poco strutturate (ad es. i campi di cereali ed i boschi mono-specifici “coltivati”, con individui tutti delle stesse dimensioni e della stessa età).

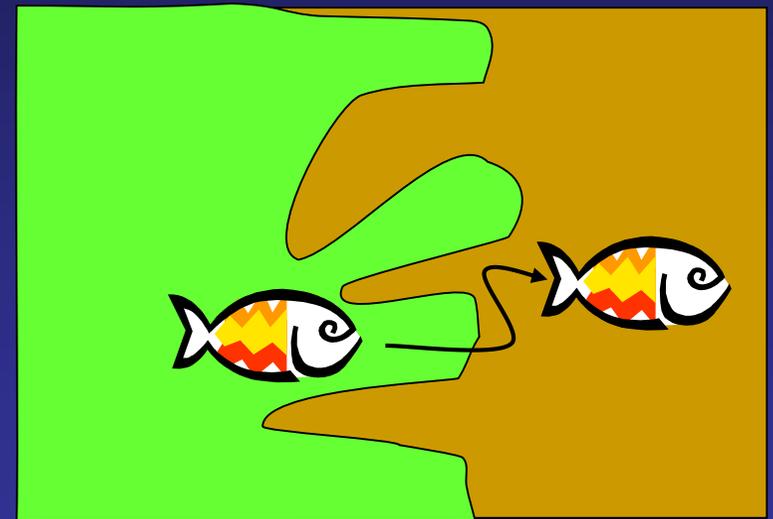


2 - Un paesaggio *mosaicizzato* presenta margini tra aree adiacenti meno netti rispetto ad un paesaggio *frammentato* e, quindi, potenzialmente un minore *effetto margine* perché è come se acquisisse un'area di buffer.

Inoltre, non costituisce una barriera per il passaggio di specie interne.

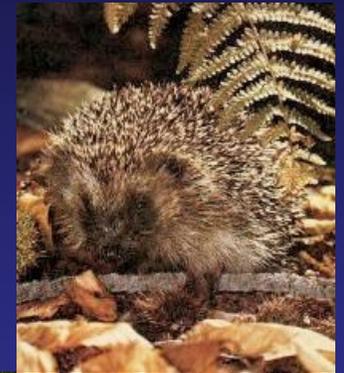


frammentato



mosaicizzato

3 - Alcune caratteristiche di un paesaggio *frammentato*, come le strade, l'agricoltura e le diverse attività umane, rappresentano una minaccia diretta per le specie più vulnerabili.



# **Alcune raccomandazioni**

1 - Condurre una seria analisi ambientale nella quale determinare le distribuzioni e le connessioni tra gli habitat e correlarle alle necessità delle specie di quegli ambienti.

Domande:

A - Dove sono gli habitat meno frammentati ?

B - Possono essere mantenute o ristabilite le connessioni tra i diversi habitat ?

C - Le popolazione delle specie come potrebbero reagire ?

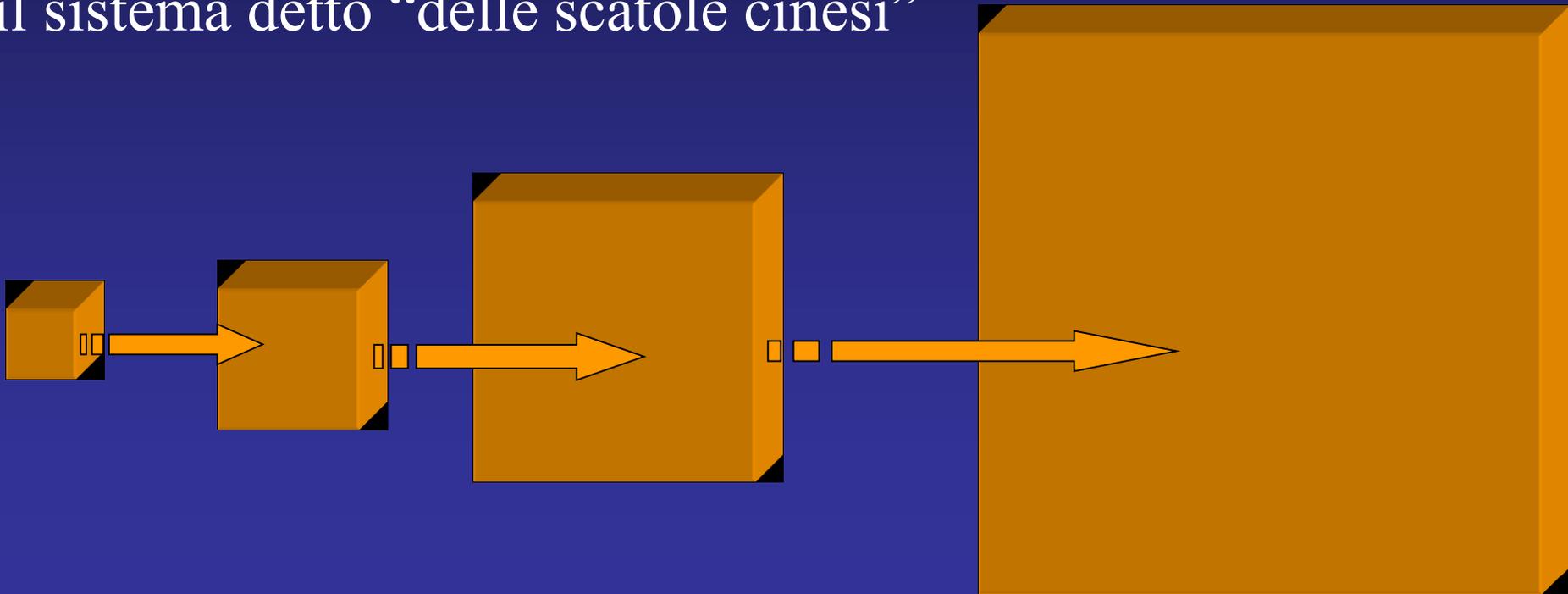
Queste analisi rientrano nei modelli di popolazione “spazialmente espliciti”, di cui parleremo in seguito.

2 - Valutare l'ambiente d'interesse in un contesto molto ampio.

A - Fa parte di un complesso sistema di connessioni tra ecosistemi a scala regionale?

B - Qual'è l'importanza di quest'ambiente, ai fini della conservazione, in scala regionale, nazionale o globale ?

È il sistema detto “delle scatole cinesi”



3 - Evitare ulteriori frammentazioni o isolamenti di aree naturali.

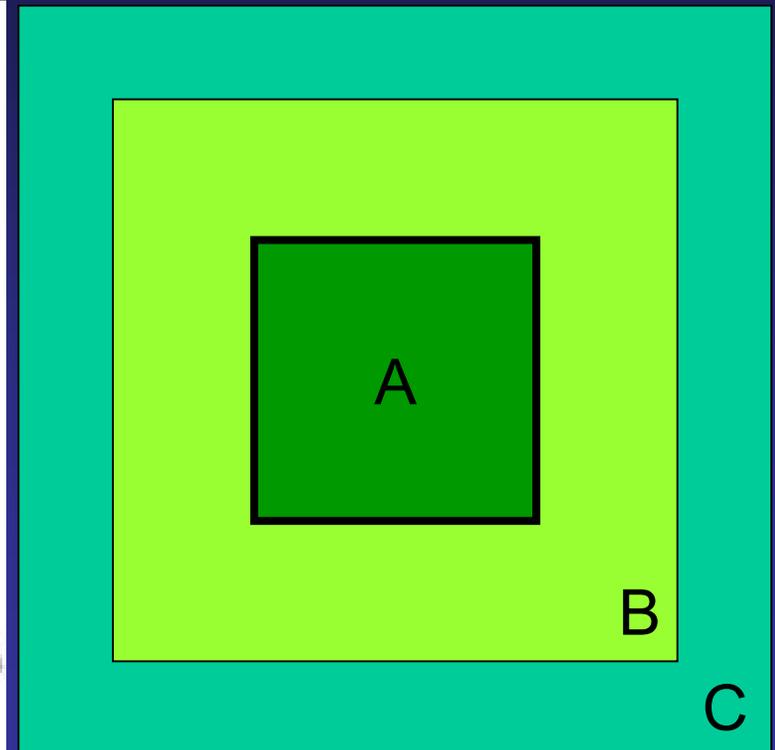
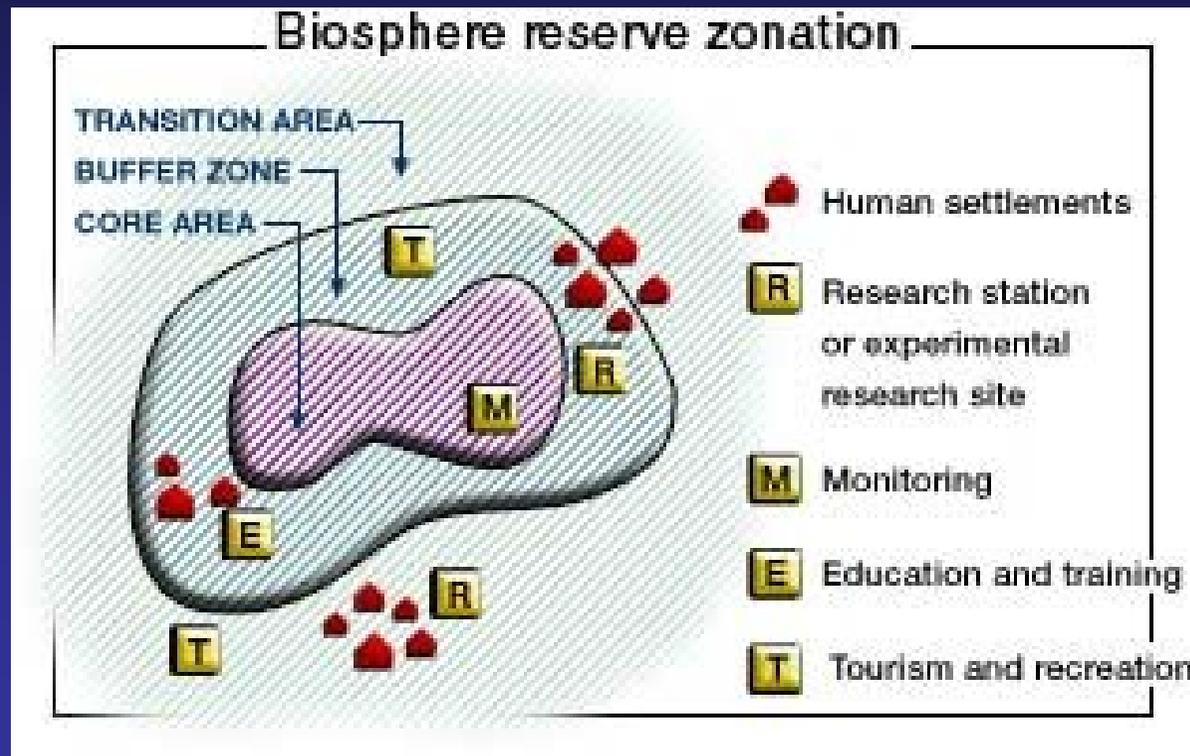
Costruzioni, attività di estrazione di risorse e altri usi del territorio dovrebbero essere circoscritti, in maniera tale da lasciare intatti gli ambienti naturali.

Nella realizzazione di riserve naturali, accentuare, dove possibile, la necessità di vaste aree di riserva *integrale* (cosiddetta “zona A”).

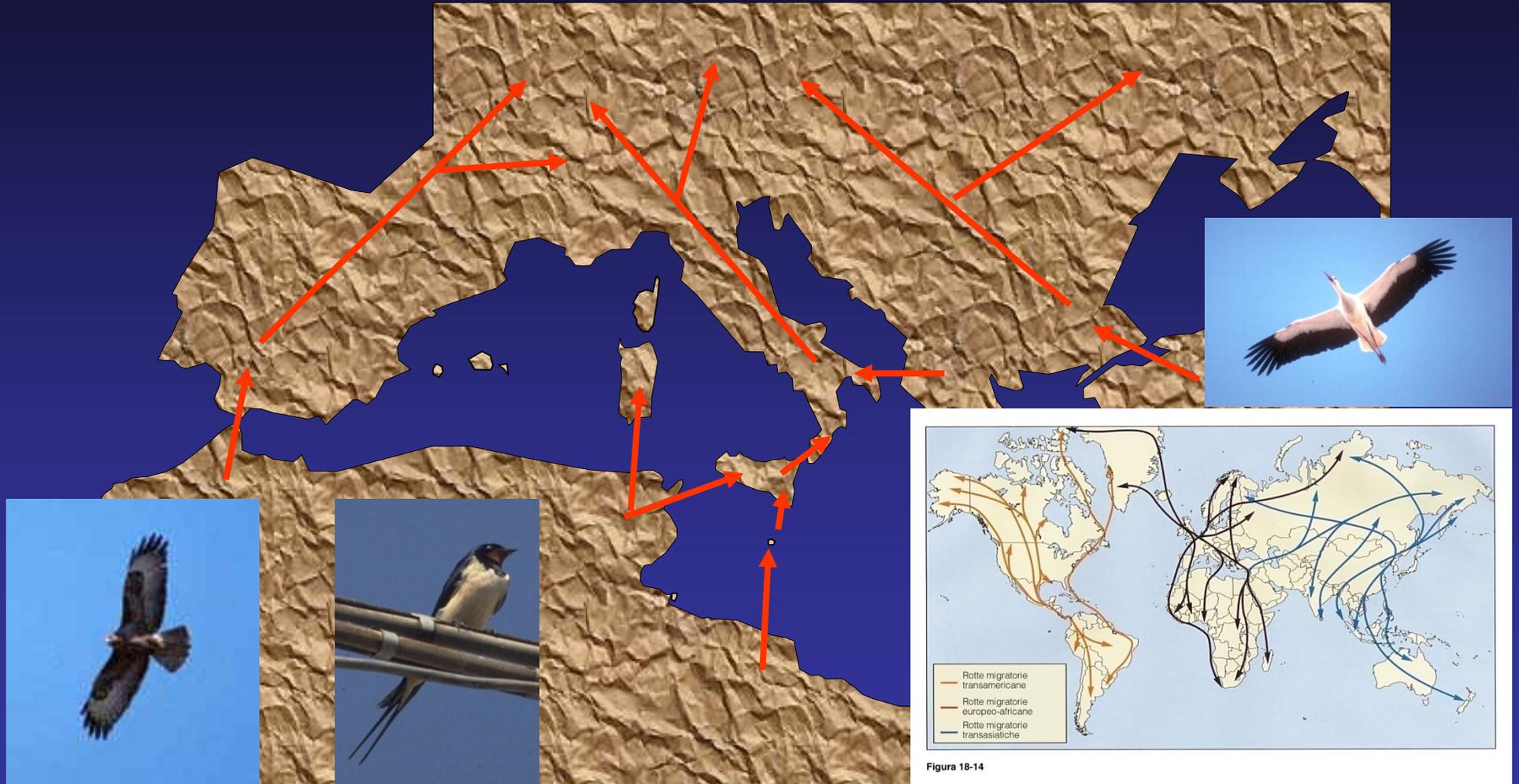


## 4 - Minimizzare l'effetto margine attorno le aree naturali.

Questo può essere fatto prevedendo delle “zone tampone” (*buffer*), a basso sfruttamento da parte dell'uomo, con un sistema di suddivisione del territorio “a buccia di cipolla”.



5 - Identificare le tradizionali vie di migrazione delle specie e proteggerle (ZPS, convenzione di Ramsar).



6- Mantenere la vegetazione riparia originaria lungo corsi d'acqua, assicurando loro una “portata minima vitale” .

Mantenere la vegetazione ai lati delle strade, degli steccati e di altri potenziali corridoi, per minimizzare la *frammentazione* e l'*effetto margine* da disturbo umano e mantenere un minimo di *connettività* tra gli habitat.



7- Minimizzare l'influenza degli ambienti artificialmente disturbati e dominati da specie esotiche, per prevenire e ridurre le potenziali invasioni biologiche di aree naturali.



**Perché limitare le estinzioni ?**

1 - Motivi etici e religiosi, legati all'eguale diritto di piante ed animali alla vita (sono argomenti ultra-scientifici).

A. Ogni specie ha lo stesso diritto di esistere. Il valore intrinseco di una specie è indipendente dalle necessità dell'uomo.

B. L'uomo deve vivere con le stesse limitazioni ecologiche delle altre specie, ciò dipende dalla “capacità portante” dell'ambiente (oltre un certo limite tutto il sistema collassa).

C. L'uomo ha responsabilità della salvaguardia della Terra.

D. Il rispetto verso il prossimo (la vita umana in generale, compresa la diversità umana) è compatibile con il rispetto per la diversità biologica.

E. La natura ha un valore “estetico” e “spirituale”, che trascende dal suo valore economico (“utilitaristico”).

F. La diversità biologica ed il suo mantenimento sono necessari per capire l'origine della vita e di noi stessi.

## 2 - Motivi estetici (anche in questo caso gli argomenti sono extra-scientifici).

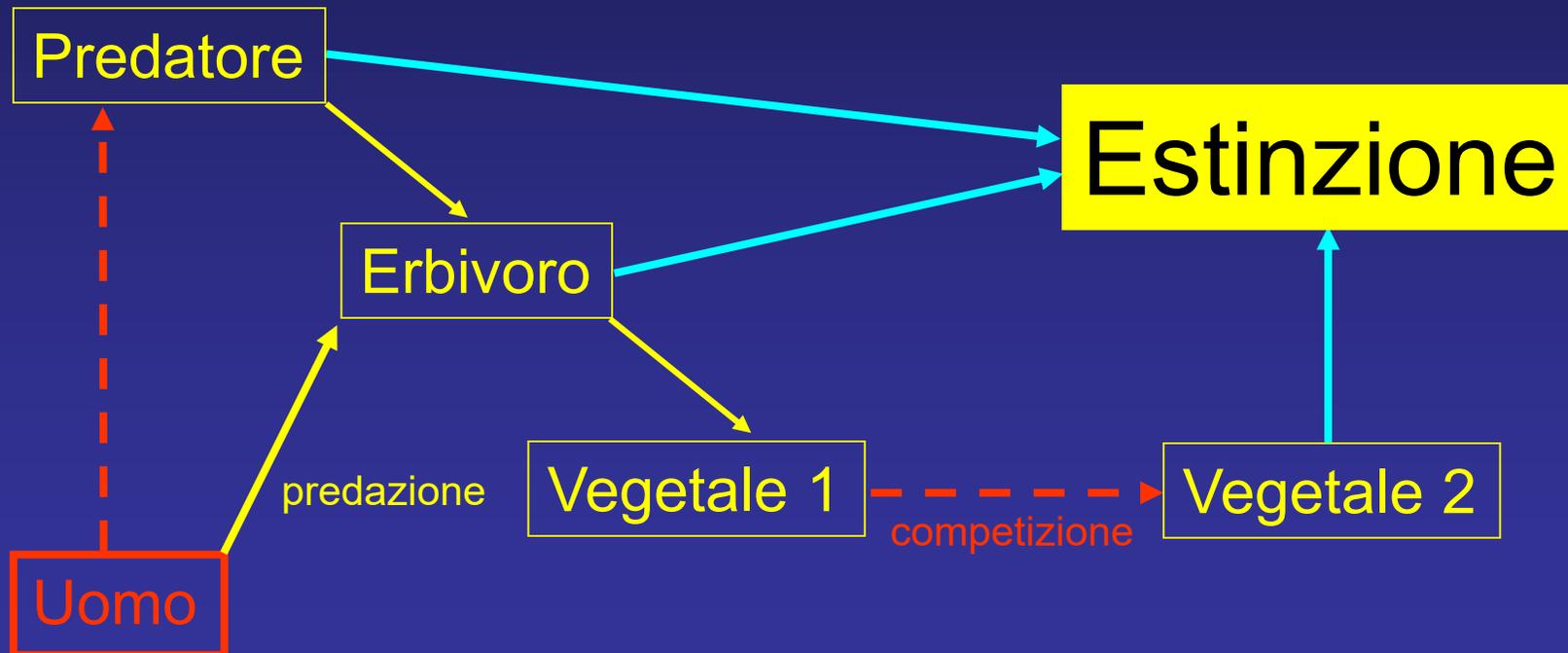
Le specie viventi arricchiscono la nostra vita sia direttamente che attraverso la letteratura, la poesia, l'arte in genere.

C'è anche un valore *medico-psichiatrico* di molte specie (nella cura delle depressioni, l'uso dei giardini, delle conchiglie sulle spiagge o di animali di compagnia).



3 - Motivi ecosistemici: dato che in un ecosistema le specie sono legate sia funzionalmente che energeticamente, l'estinzione di una specie può provocare il cosiddetto “effetto a cascata” di altre estinzioni.

Se è l'intero ecosistema che crolla, le ripercussioni si possono avere per via sempre più larga: locale, regionale e, a volte, globale (bisogna riflettere sulla situazione delle foreste tropicali).



4 - Motivi economici: le specie possono essere utilizzate in agricoltura, medicina, farmacologia, industria, ricerche teoriche ecc. (ricordare le dopamine che si estraggono dalle *Cycas*, le conotossine dai *Conus*).

Erosione genetica dei genomi delle 16 piante dalle quali dipende l'alimentazione mondiale.

