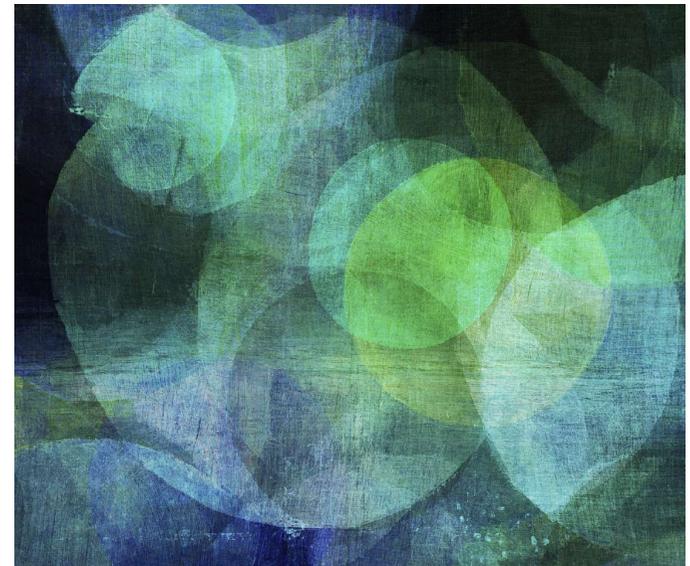


Università degli Studi di Trieste
A.A. 2021-2022

Corso di Studio in
Scienze e Tecnologie Biologiche

III anno – I Semestre

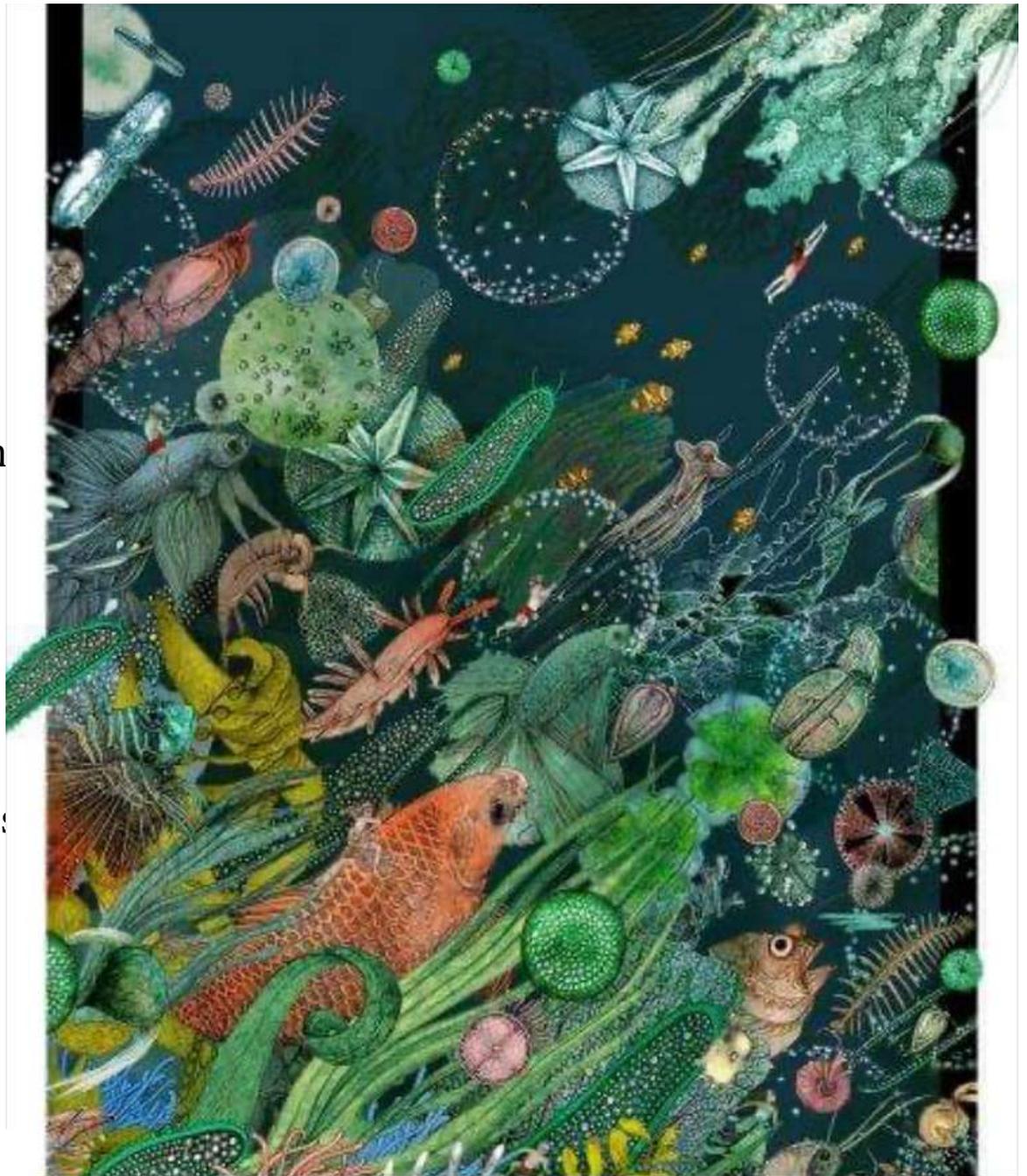


ECOLOGIA
Prof. Monia Renzi (BIO/07)
mrenzi@units.it

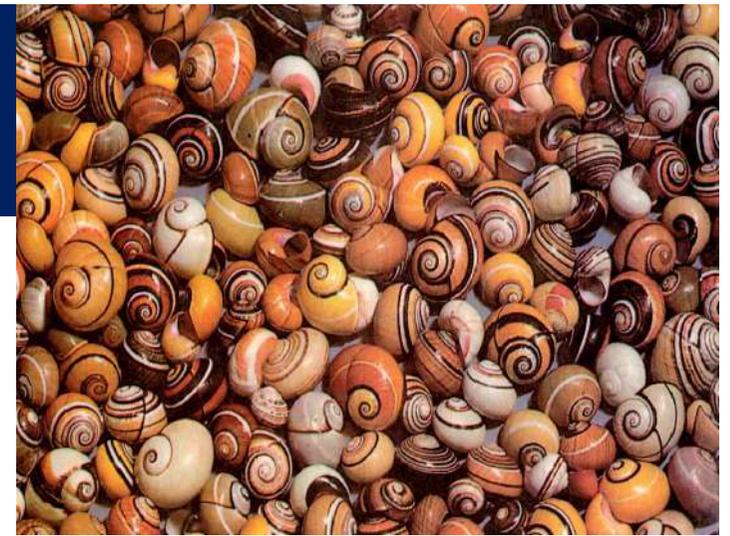
() Il materiale didattico fornito dal docente può contenere parti o immagini soggette a copyright, la diffusione e/o riproduzione non è autorizzata.*

Biodiversità e Conservazione degli ecosistemi

- ❖ Concetto di Biodiversità
- ❖ Tecniche di misurazione
- ❖ Curve di abbondanza e dominanza
- ❖ Indici di diversità
- ❖ Gradienti di diversità
- ❖ Biogeografia isole
- ❖ Perdita di biodiversità
- ❖ Resistenza e resilienza
- ❖ Ecosistemi soggetti a forte stress
- ❖ Ecosistemi eterotrofi
- ❖ Ecosistemi agricoli ed urbani
- ❖ Minacce alla biodiversità
- ❖ Meccanismi di evoluzione



Biodiversità



La biodiversità è definita da Wilcox (1984) come la varietà delle forme di vita, ruoli ecologici che esse svolgono e la diversità genetica che esse contengono

Le condizioni ambientali sono cambiate notevolmente nel corso della storia della vita sulla Terra e per questo molte specie sono arrivate all'estinzione e se ne sono formate di nuove. Il risultato di questi cambiamenti costituisce la diversità biologica, o biodiversità. Essa è rappresentata da tutte le forme di vita che meglio si adattano e sopravvivono alla varietà delle condizioni ambientali attualmente riscontrate sulla Terra

La ridondanza è fondamentale per mantenere i processi di un ecosistema garantendone la funzionalità nel suo complesso

Chapin (1992) ha definito le specie chiave per un ecosistema i «gruppi funzionali senza ridondanza» la cui perdita determina i danni maggiori per l'ecosistema.

Biodiversità

La diversità biologica o *biodiversità*, comprende:

- ✓ diversità di specie (varietà di specie in un determinato habitat)
- ✓ diversità genetica (variabilità del patrimonio genetico fra un individuo e l'altro nell'ambito di una singola specie o di una singola popolazione)
- ✓ diversità ecosistemica (varietà degli habitat naturali e delle comunità che interagiscono fra loro e con l'ambiente non vivente).

Secondo le migliori stime, tale numero risulta essere pari a circa **1,8 milioni**.

- ✓ 370.000 sono piante
- ✓ 4.500 mammiferi
- ✓ 8.700 uccelli
- ✓ 6.300 rettili
- ✓ 3.000 anfibi
- ✓ 23.000 pesci
- ✓ 900.000 insetti
- ✓ 500.000 altri gruppi tassonomici



Ancora oggi non siamo in grado di dare una risposta alla domanda «quante specie esistono sulla Terra?»

- ✓ Più conosciuti uccelli e mammiferi
- ✓ Scarsissime conoscenze su artropodi (insetti, crostacei e aracnidi)
- ✓ Appena 4.000 batteri catalogati

Biodiversità

Tecniche di misurazione



Conteggio del numero di specie assolute presenti

Campionamento rappresentativo e determinazione tassonomica

Numero di specie presenti

Dominanti ecologiche

Specie che predominano nell'ecosistema (rappresentano la maggior parte della biomassa)

Specie chiave

Specie che, anche se non dominanti, esercitano alcuni tipi di azioni di controllo della comunità

Abbondanze relative
Indici di diversità



Come definire un indice di diversità sulla base delle % con le quali ogni categoria è presente nel campione?

La descrizione dell'organizzazione delle popolazioni e delle comunità è caratterizzata da due differenti approcci:

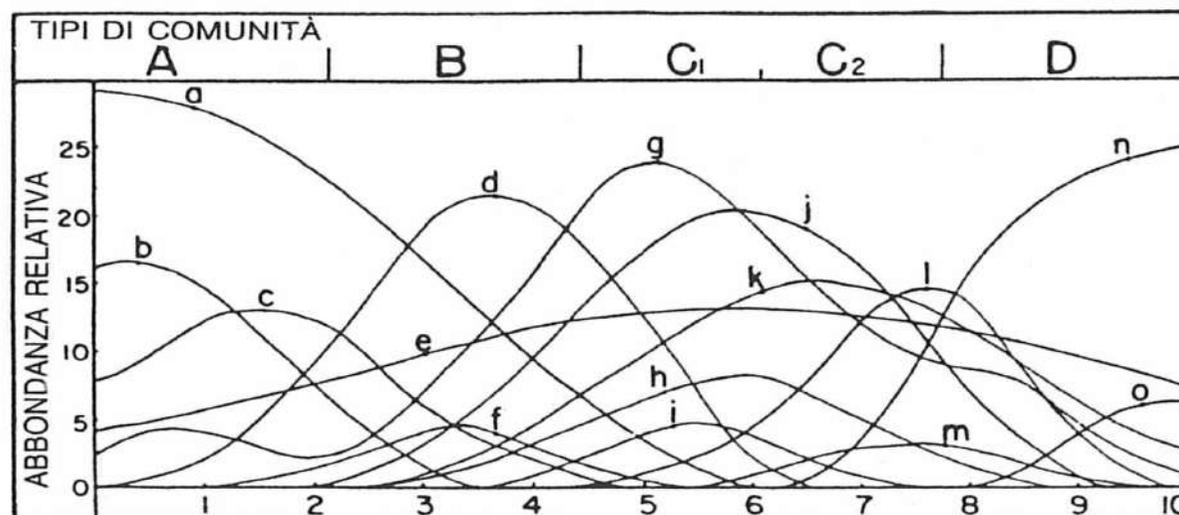
- 1) approccio zonale
- 2) analisi dei gradienti

Il termine ordinamento viene utilizzato per definire l'ordine delle comunità e il termine continuum per designare le comunità e le popolazioni ordinate.

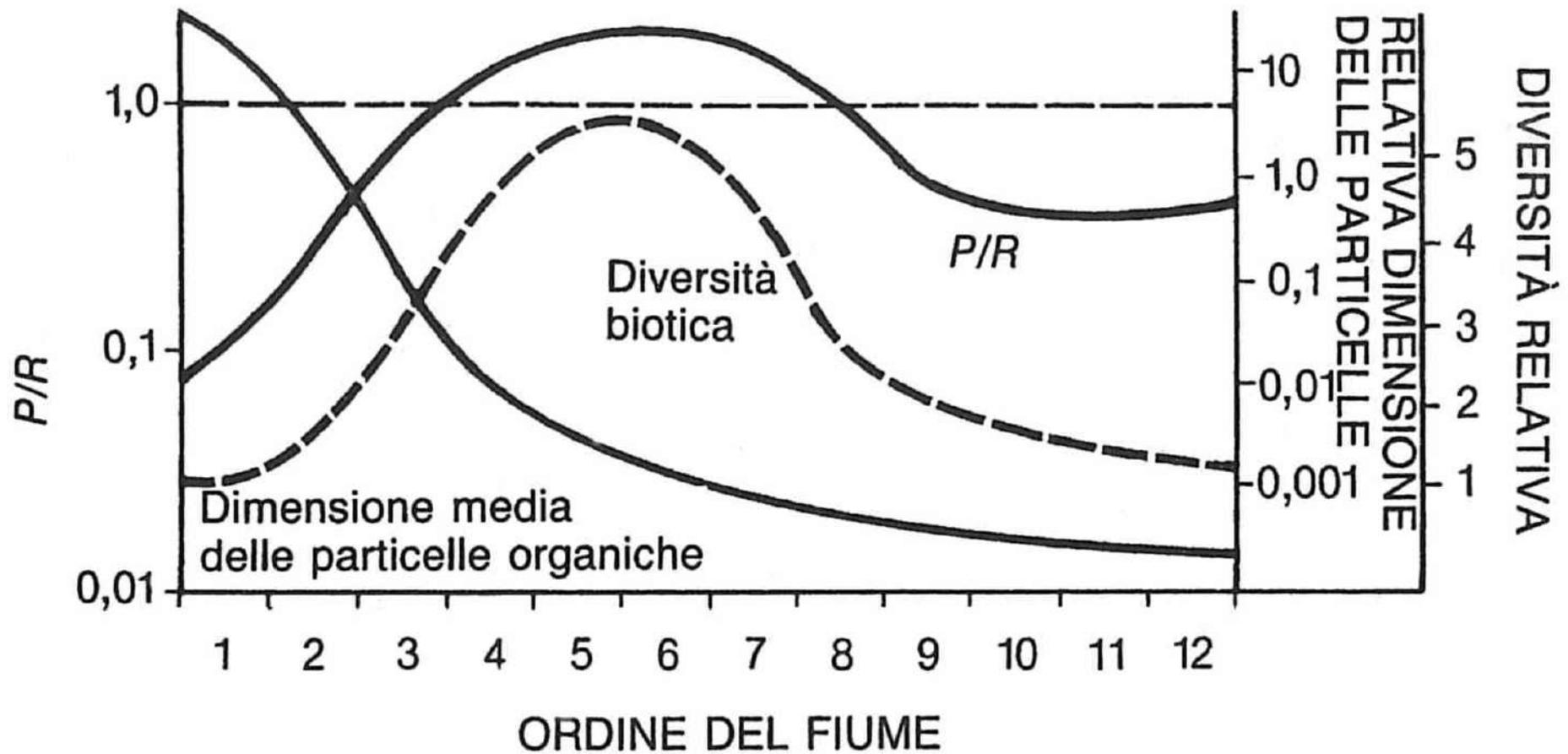
La zona di confine fra comunità diverse è detta ecotono.

La tendenza all'aumento della densità e della varietà alle confluenze è detta effetto margine.

Distribuzione delle popolazioni di alberi dominanti lungo un gradiente ipotetico da 0 a 10; le specie formano un "continuum" nella comunità.

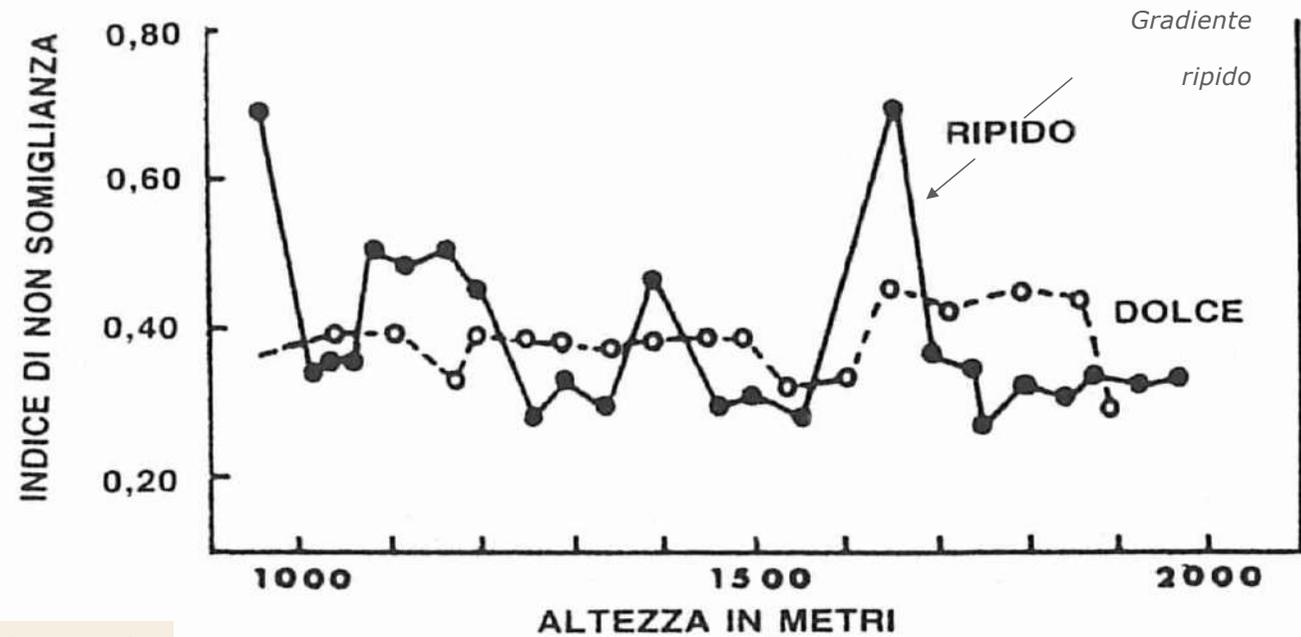


Il grafico della distribuzione di ogni specie ha la forma a campana, con il picco in posizioni diverse lungo il gradiente (% relativa); alcune specie presentano un maggiore intervallo di tolleranza (e in genere un minor grado di dominanza) di altre specie.



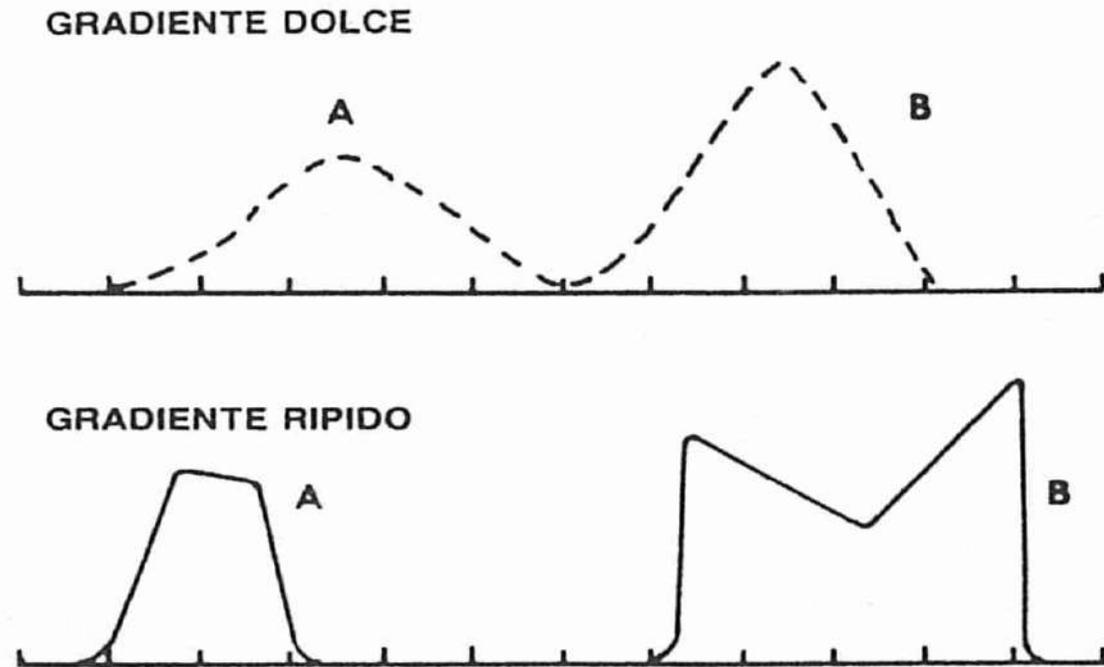
La continuità del fiume; modificazioni del metabolismo e della diversità nella comunità, e variazione della grandezza delle parti-celle partendo dalla sorgente fino alla foce.

Variazioni della vegetazione in un gradiente di altezza ripido (linea continua) e dolce (linea tratteggiata), aventi entrambi la stessa variazione altitudinale in Etiopia.



Sopra. Grafico dell'indice di non somiglianza di segmenti adiacenti lungo i gradienti.

Sotto. Distribuzione di frequenza di due specie, *Acacia senegal* (A) e *Carissa edulis* (B). Specie e comunità sono più nettamente delimitate lungo il gradiente ripido.



TECNICHE DI «ORDINAMENTO»

Indice di Shannon (\overline{H}) \ddagger $\overline{H} = - \sum (n_i/N) \log (n_i/N)$ oppure $- \sum P_i \log P_i$

n_i = valore di importanza per ciascuna specie

N = valore di importanza totale

P_i = probabilità di importanza per ciascuna specie = n_i/N

Indice di omogeneità di Pielou (e) \S $e = \frac{\overline{H}}{\log S}$

\overline{H} = indice di Shannon

S = numero di specie

Indice di ricchezza in specie (d) $*$ $d = \frac{S - 1}{\log N}$ (oppure: S/N se $N = 1.000$ individui)

S = n° di specie

N = n° di individui

Indice di Simpson (c) $+$ $1 - \sum (n_i/N)^2$ e $\frac{1}{\sum (n_i/N)^2}$ = indice di diversità

$c = \sum (n_i/N)^2$ oppure $\sum n_i \left(\frac{N_1 (n_1 - 1)}{N (N - 1)} \right)$ = indice di dominanza

n_i = valore di importanza per ogni specie (numero, biomassa ecc.)

N = valore di importanza totale

* Cir. Simpson, 1949.

+ Cfr. Margalef, 1958 (indice log); Menhinick, 1964 (indice radice quadrata);

H.T. Odum, Camion, e Kornicker, 1960 ($S/1000$ individui-indice).

\ddagger Cfr. Shannon e Weaver, 1949; Margalef, 1968.

\S Cfr. Pielou, 1966. Per un altro indice di omogeneità, cfr. Lloyd e Ghelardi, 1964.

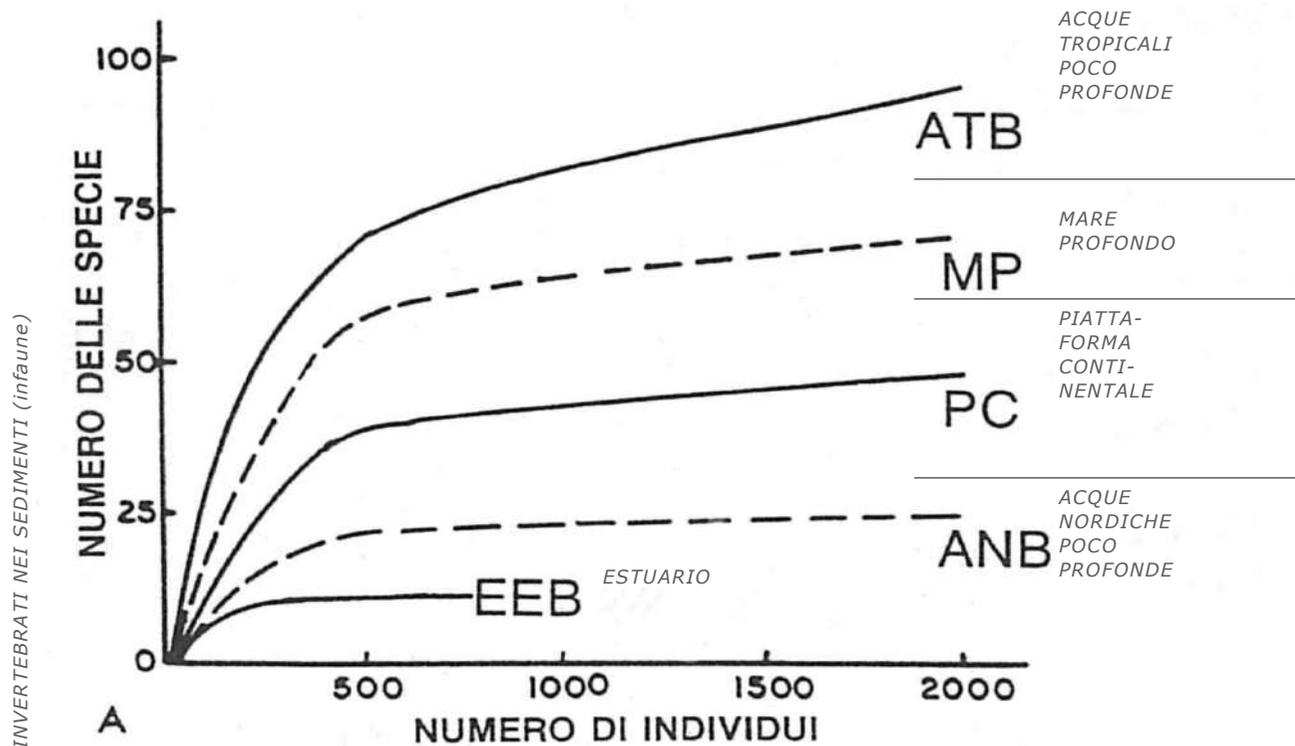
Nota: In d , H , ed e , usano in genere i logaritmi naturali (\log_e), ma talvolta i \log_2 si possono usare nel calcolo di H .

Densità e diversità di popolazioni di artropodi in un campo di miglio non mietuto confrontate con quelle della naturale comunità successionale che le ha rimpiazzate un anno più tardi

Indice	Popolazioni	Campo coltivato a miglio	Naturale successione di comunità
N°./m ²	Erbivori	482	156 ‡
	Predatori	82	117
	Parassiti	24	51 ‡
	Totale artropodi	624	355 ‡
Indice di varietà (<i>d</i>)	Erbivori	7,2	10,6 ‡
	Predatori	3,9	11,4 ‡
	Parassiti	6,3	12,4 ‡
	Totale artropodi	15,6	30,9 ‡
Indice di uguaglianza	Erbivori	0,65	0,79 ‡
	Predatori	0,77	0,80
	Parassiti	0,89	0,90
	Totale artropodi	0,68	0,84 ‡
Indice di diversità totale (<i>H</i>) +	Erbivori	2,58	3,28 ‡
	Predatori	2,37	3,32 ‡
	Parassiti	2,91	3,69 ‡
	Totale artropodi	3,26	4,49 ‡

1. Il numero degli insetti erbivori (fitofagi) risulta notevolmente ridotto, come pure la densità totale degli artropodi.
2. La componente di varietà della diversità e l'indice di diversità totale aumentano significativamente in ciascuna corporazione, come pure nell'intera comunità di artropodi.
3. L'indice di omogeneità o uguaglianza cresce.
4. Il numero, la diversità e la composizione percentuale dei predatori e dei parassiti aumenta considerevolmente; i predatori e i parassiti costituiscono solo il 17% della popolazione nel campo coltivato, mentre sono il 47% nel campo lasciato allo stato naturale (dove essi superano numericamente gli insetti erbivori).

METODO DELLE RAREFAZIONE

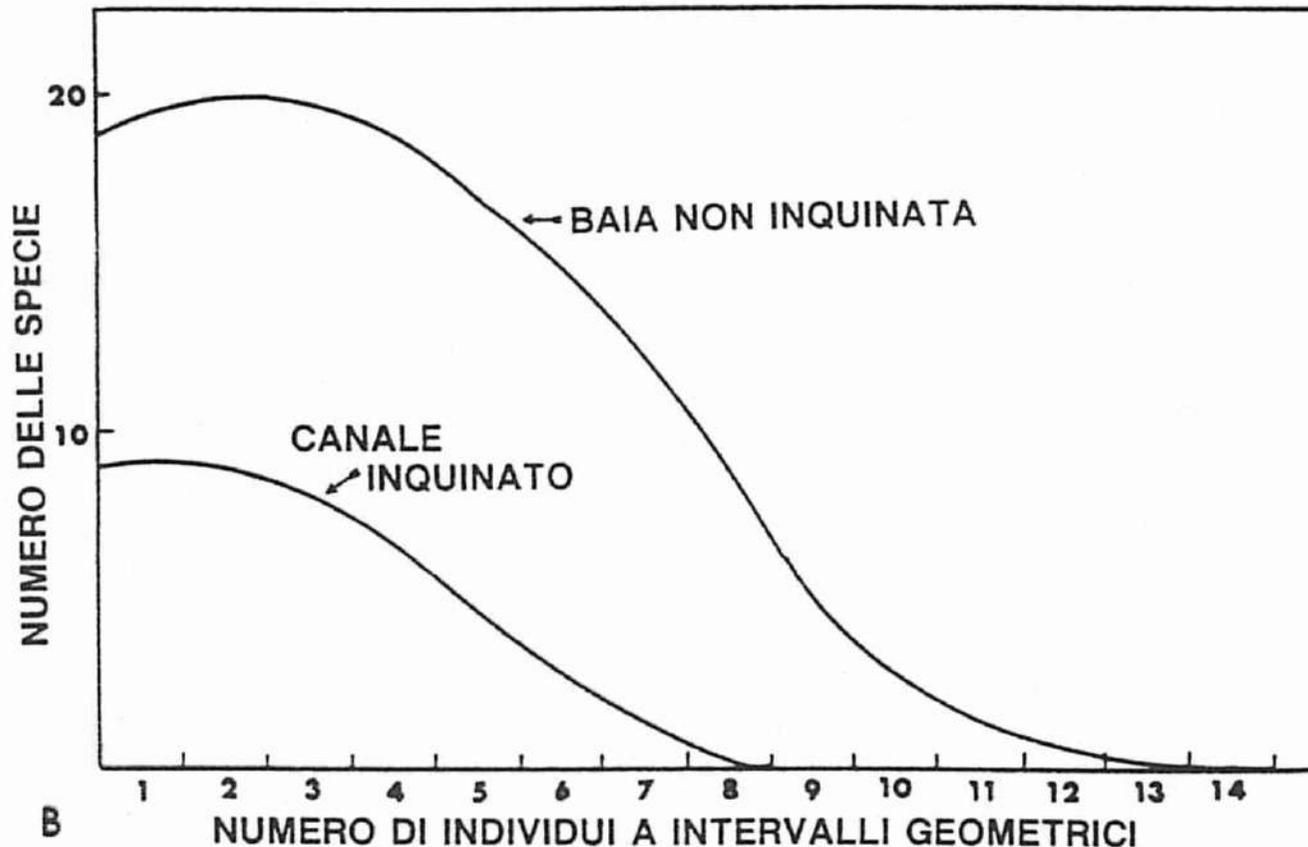


Uso delle curve di abbondanza di specie per confrontare la diversità in habitat differenti.

Metodo della "rarefazione": le curve vengono fatte in base alla composizione percentuale delle specie presenti in campioni singoli di sedimenti marini sufficientemente grandi da contenere da 500 a 3000 policheti e bivalvi; si calcola quindi il numero ipotetico di specie in campioni successivamente più piccoli.

Gli habitat, disposti in sequenza a partire da un'alta diversità di specie fino ad una bassa diversità, sono: acque tropicali poco profonde (ATB), mare profondo (MP), piattaforma continentale (PC), acque nordiche poco profonde (ANB), ed estuario dell'emisfero boreale (EEB). (Ripreso da Sanders, 1968).

METODO DELLE RAREFAZIONE

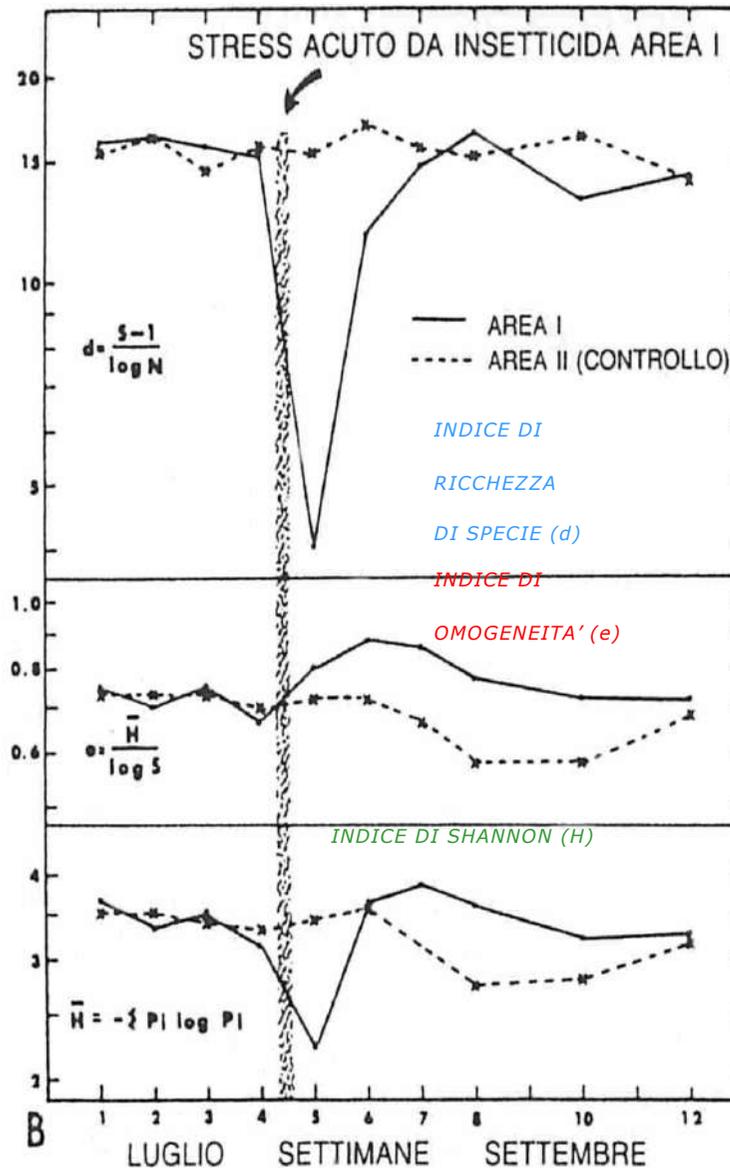
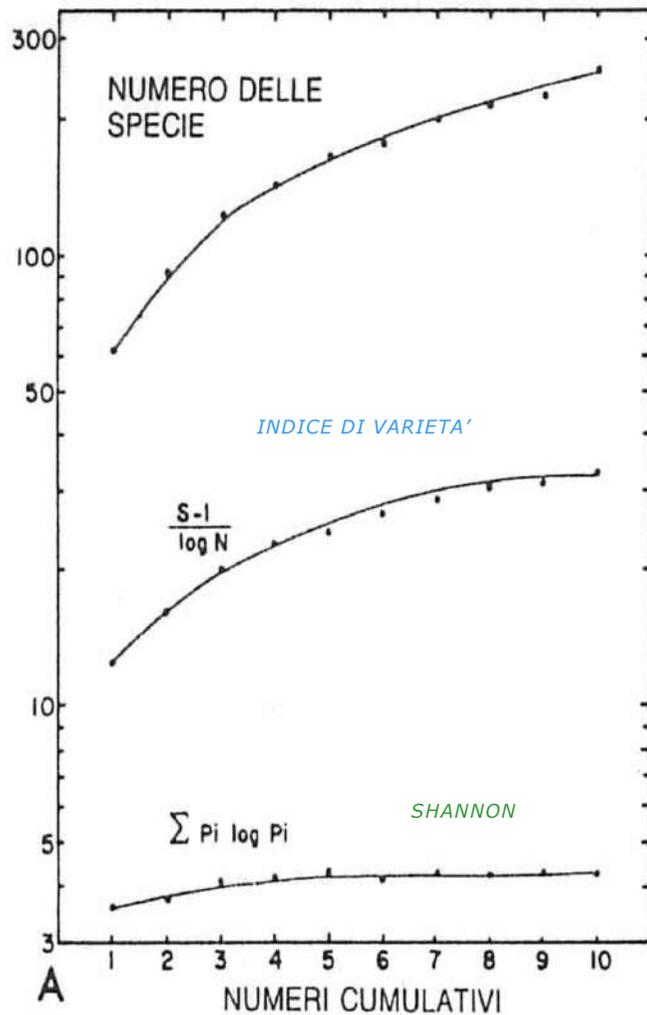


Uso delle curve di abbondanza di specie per confrontare la diversità in habitat differenti.

B. Struttura in specie della componente in diatomee di due comunità di estuario del Texas.

Le curve appaiono troncate a metà perché in ascisse sono riportate classi geometriche successive di frequenza; la prima classe è quella che comprende 1-2 individui, la seconda 2-4, la terza 4-8, la quarta 8-16, ecc. Nel canale inquinato (il canale navigabile di Houston) il numero di specie in tutte le classi di frequenza risulta notevolmente ridotto. (Ripreso da Patrick, 1967).

Effetto dell'aumento delle dimensioni del campione su due indici di diversità, espressi in scala semilogaritmica, insieme al numero cumulativo di specie di artropodi in campioni successivi di 0,1 m² nella vegetazione di un campo di miglio (Panicum) in Georgia (Secondo Barrett, 1969).



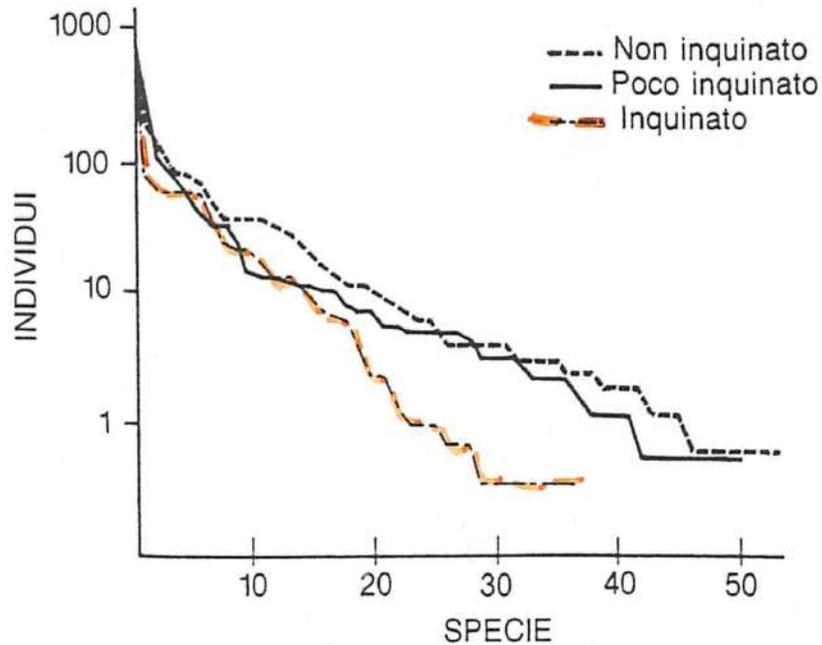
Effetto di una singola applicazione di insetticida Sevin (un ortofosfato che rimane tossico per circa 10 giorni) sulla popolazione di artropodi presente in un campo di miglio.

I due componenti della diversità (d ed e) e l'indice di diversità (H) sono basati su 10 campioni da 0,1 m² dell'area trattata e di un'area non trattata di controllo misurati settimanalmente o bisettimanalmente da luglio a settembre.

La scala semilogaritmica facilita un diretto confronto delle deviazioni relative risultanti dallo stress acuto dopo l'irrorazione.

(Secondo Barrett, 1969).

ESEMPI DI CURVE DOMINANZA - DIVERSITA' SOTTO "STRESS"



A. Profili dominanza-diversità per tre corsi d'acqua paralleli dello stesso bacino idrografico ma che differiscono tra loro per il grado di inquinamento da scarichi urbani. Gli indici della diversità di Shannon sono: fiume non inquinato 3,31; moderatamente inquinato 2,80; inquinato 2,45. (Secondo E.P. Odum e Cooley, 1980).

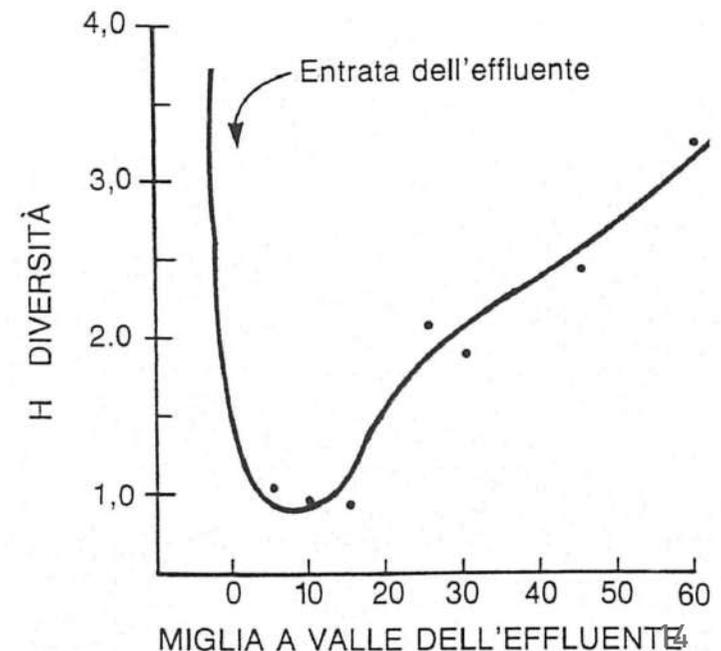
B. Variazioni dell'indice di Shannon (H) del bentos (organismi che vivono sul fondo) a valle dell'effluente urbano (rifiuti domestici e industriali di una piccola città), che indica il marcato effetto di un inquinamento cronico di un fiume a causa di scarichi non trattati. (Ripreso da Wilhm, 1967).

Diversità degli alberi di una foresta prima e dopo che la ruggine del castagno rimovesse i dominanti nella foresta Appalachiana meridionale *

Indice di Simpson della

	Area Basale	Dominanza	Diversità
1934; prima della ruggine	25	25	75
1953; dopo la ruggine	22	13	87
1970; dopo la ruggine	26	17	83

* Basato sui dati di Nelson (1955), Day e Monk (1974).

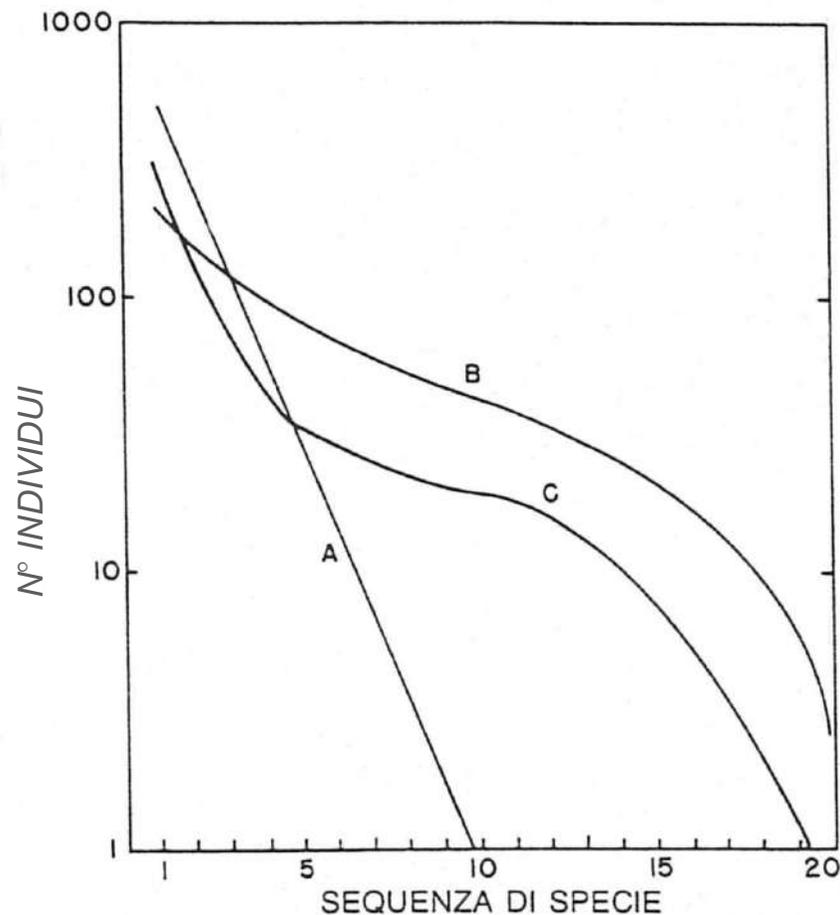


Biodiversità

Omogeneità o uguaglianza

DIVERSITÀ $B > C > A$

CURVE di DOMINANZA-DIVERSITÀ

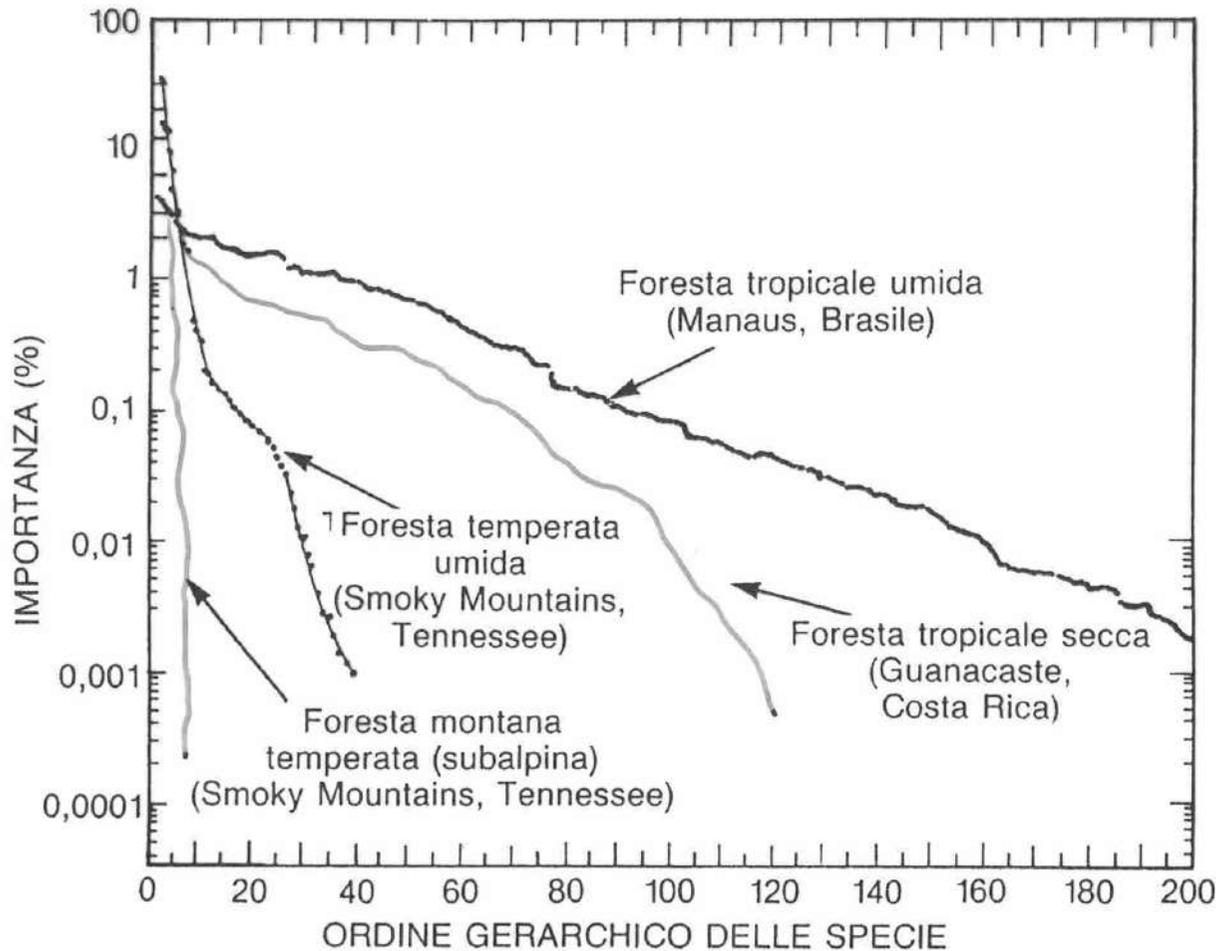


Campione ipotetico (mille individui di una comunità suddivisi in venti specie diverse)

In ordinata (Y) il numero degli individui di ogni specie, in ascissa (X) il numero di specie ordinate in sequenza, dalla più abbondante alla meno abbondante.

- A. Serie geometrica
- B. Nicchia casuale, non sovrapposta
- C. Tipo intermedio, con nicchia pluridimensionale e sovrapposizione, che genera una distribuzione logaritmica dell'importanza di specie

Confronto delle curve dominanza-diversità relativamente a due foreste tropicali e a due foreste temperate



I valori di importanza per le foreste temperate sono basati sulla produzione netta annua

I valori di importanza per le foreste in Costa Rica derivano dall'area di base (area della sezione trasversale di tutti gli steli di una data specie)

I valori di importanza della Foresta amazzonica sono basati sulla biomassa superficiale della pianta

Tassi di estinzione

Distruzione dell'habitat

Tempo di vita medio di una specie animale ricavata dai record fossili:
1-10 milioni di anni

Dai tassi di estinzione documentati nel secolo scorso si ricava una riduzione del tempo di vita media a **10.000 anni**

Dai tassi di estinzione correnti si ricava un tempo di vita medio per uccelli e mammiferi di **200-400 anni**

Il concetto di **diversità di specie** ha due componenti fondamentali:

- ✓ **ricchezza** (densità o varietà di specie) basata sul numero totale di specie presenti
- ✓ **omogeneità** (o uniformità) basata sulla relativa abbondanza di specie, sul grado della loro dominanza o della rarietà

La diversità di specie

Determinabile mediante lo studio delle **curve di abbondanza relativa e dominanza-diversità**; mediante lo studio degli **indici di diversità**.

Diversità e Complessità –

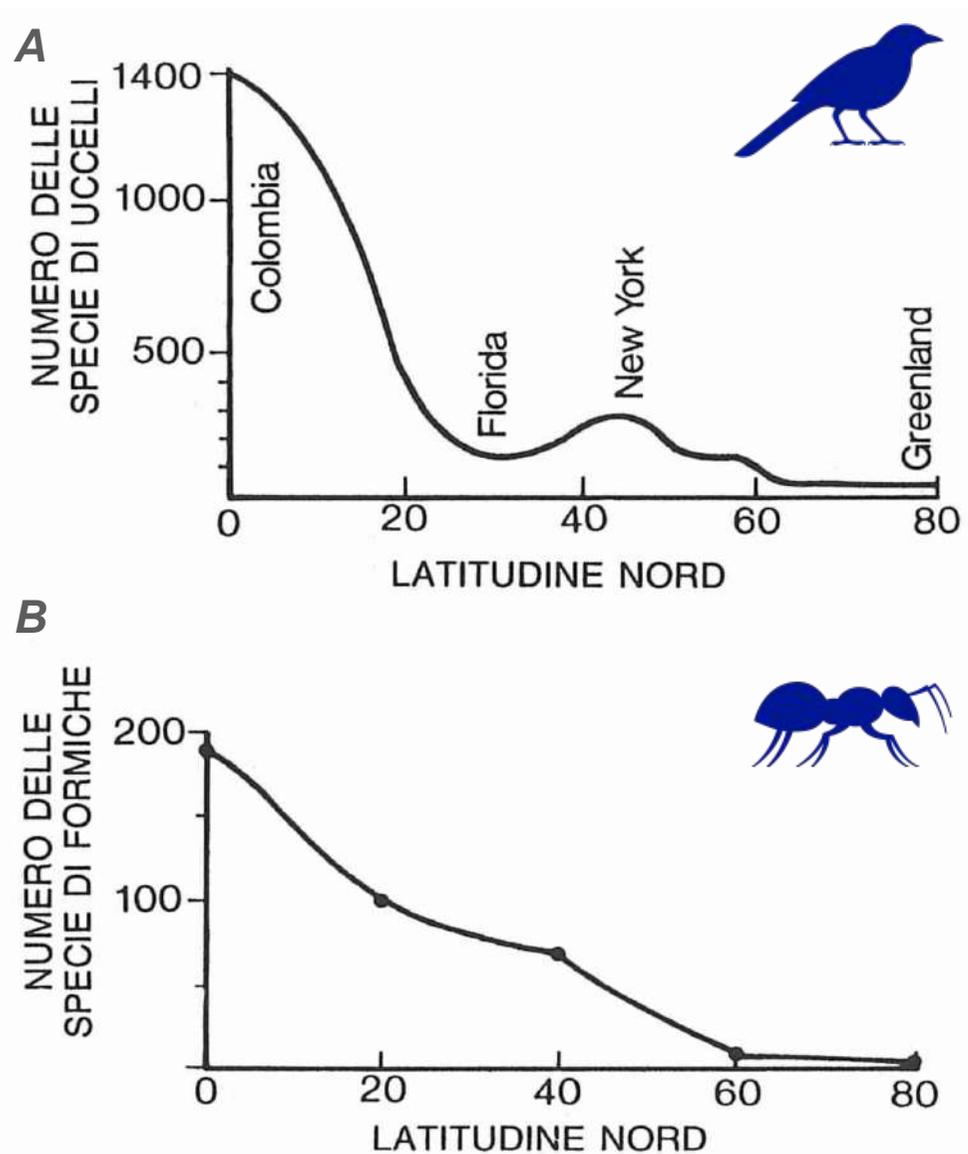
La diversità è stimata anche in modo relativamente oggettivo mediante indici sintetici convenzionali

Biodiversità

Gradienti di biodiversità

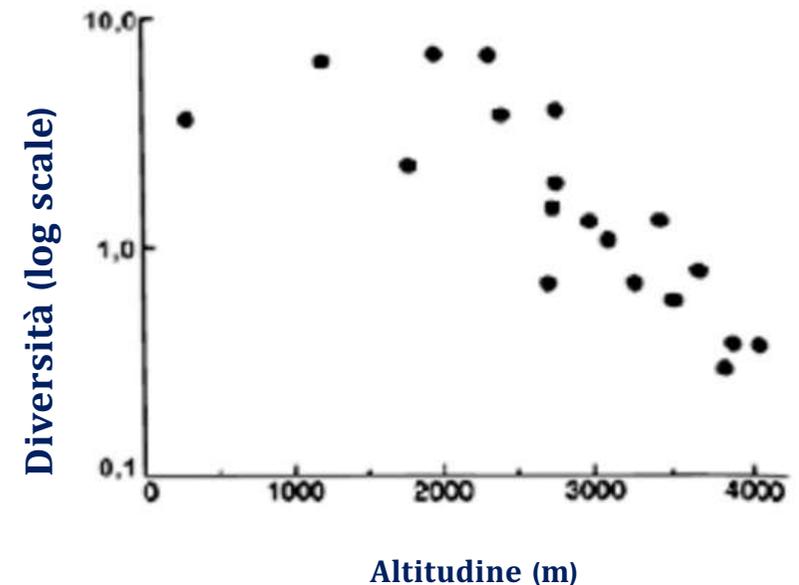
Gli ecosistemi artici sono meno diversi dei temperati i quali sono meno diversi di quelli tropicali

Gradiente latitudinale del numero di specie di uccelli (A) e di formiche (B) (Fischer, 1960)



Nelle penisole (es. Baja California, Florida) sono presenti meno specie di quante attese in base alla latitudine

Spesso la relazione tra altitudine e numero di specie non è diretta come evidenziato per le piante vascolari dell'Himalaya Nepalese (Whittaker, 1977)



Whittaker, R. (1977) Evolution of species diversity in land communities. *Evolutionary Biology*, 10:1-67.

Biogeografia delle isole

Relazione lineare tra numero di specie e superficie delle isole detta anche «**Effetto area**» di Preston

$$S = cA^z$$

Dove S è il numero delle specie e A è la superficie dell'isola, c e z sono costanti

Relazione inversa lineare tra numero di specie e la distanza delle isole dalla terraferma detta anche «**Effetto distanza**» di Diamond

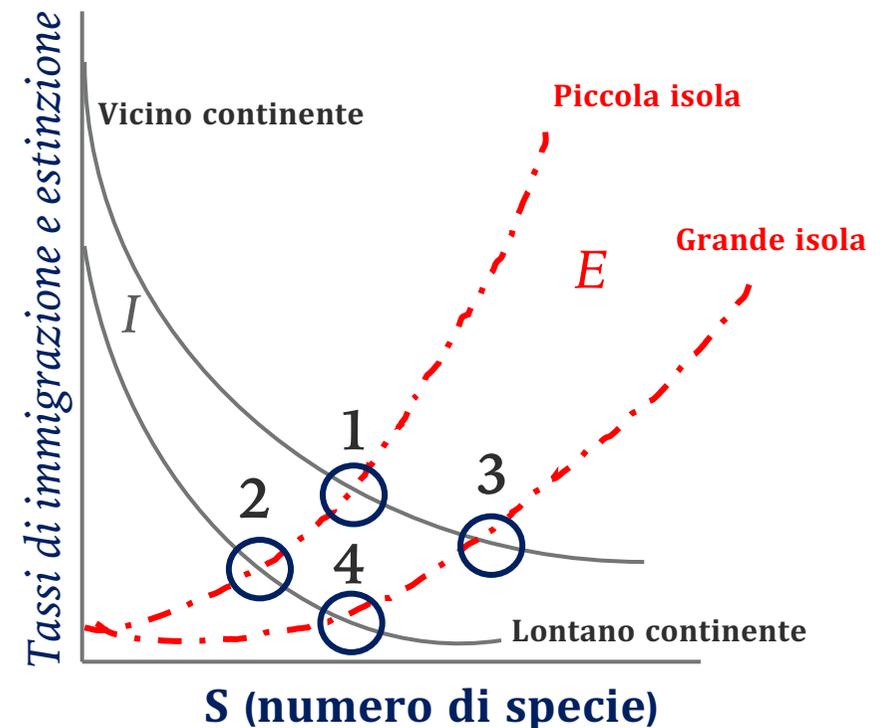
Peterson notò anche che il coefficiente z è, in moltissimi casi, pari a 0.3

Teoria di MacArthur e Wilson (1967)

S nelle isole è costantemente mutevole e varia nel tempo come risultato di immigrazione di nuove specie ed estinzione delle presenti

$$\frac{dS}{dt} = I(S) - E(S)$$

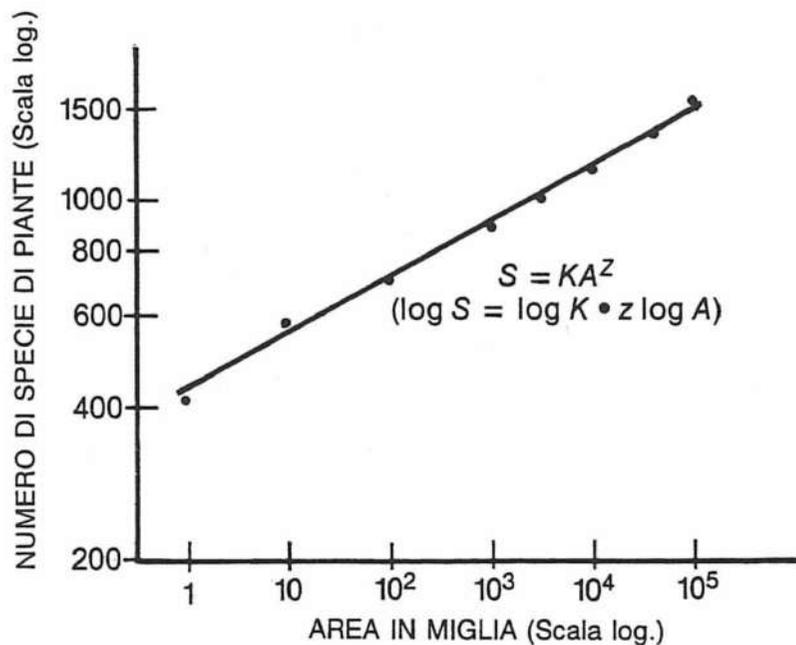
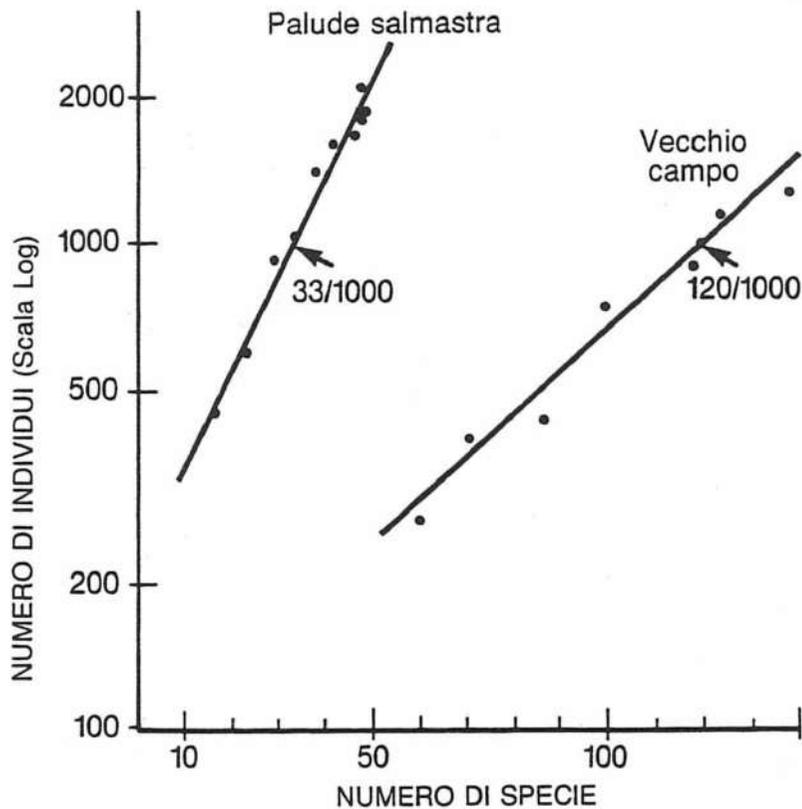
Dove S è il numero delle specie, $I(S)$ è il numero di specie immigrate, $E(S)$ è il numero di specie estinte



Preston, F. W. (1962). The canonical distribution of commonness and rarity. *Ecology*, **43**:185-215, 410-432.

Diamond, J. M. (1973). Distributional ecology of New Guinea birds. *Science*, **179**:759-769.

MacArthur, R. H. e Wilson, E. O. (1967). *The Theory of Island Biogeography*. Princeton University Press, Princeton, NJ, USA.



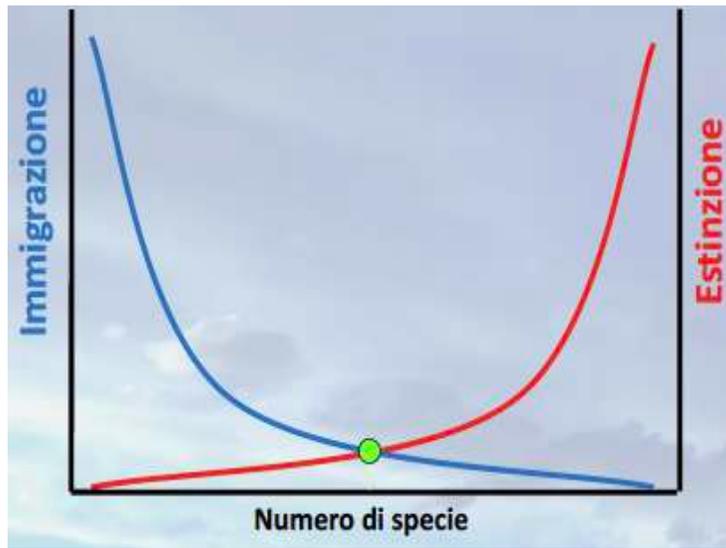
Relazione tra numero di specie e numero di individui in una palude salmastra ed in un vecchio campo della Georgia.

Nel caso di relazione logaritmica, il numero di specie/1.000 individui può essere usato come indice di diversità

Relazione area-specie per le piante in Gran Bretagna.

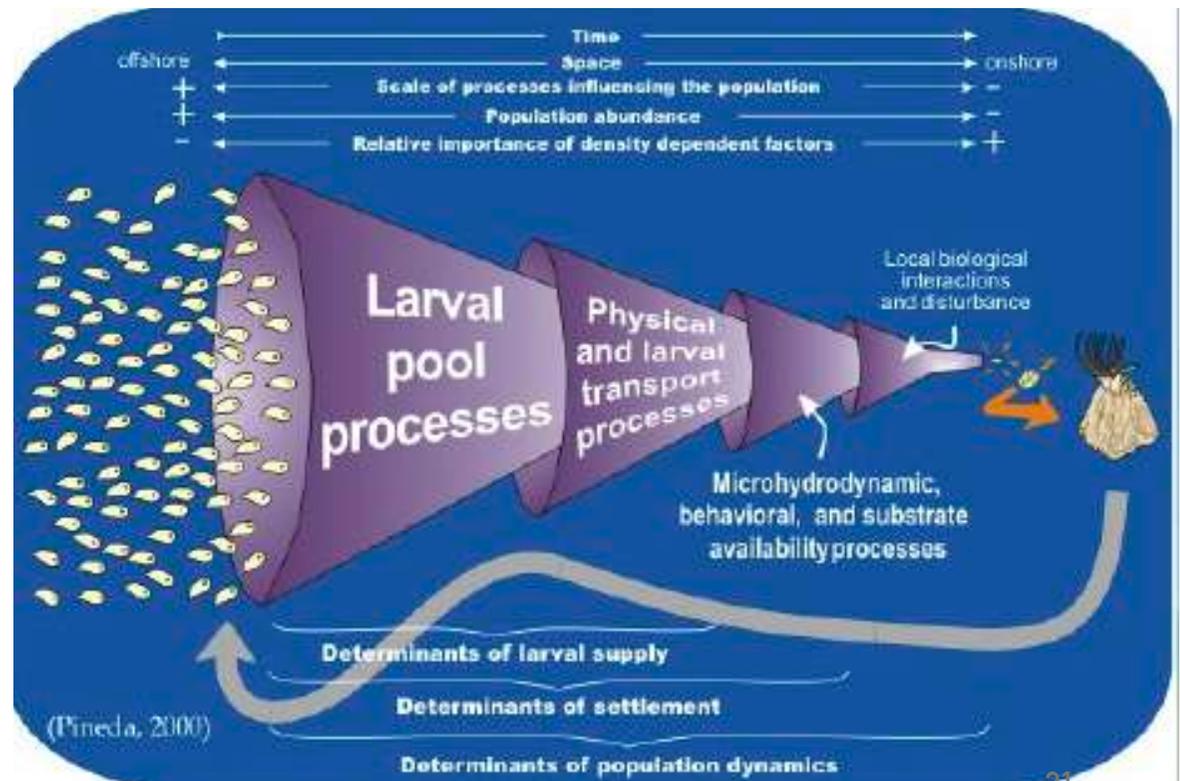
La pendenza della linea di regressione è compresa tra 0,1 e 0,35; con i valori più bassi sul continente e quelli più alti sulle isole

IMMIGRAZIONE ED ESTINZIONE



Il rifornimento è influenzato da produzione larvale, capacità dispersive, trasporto larvale, mortalità larvale, insediamento.

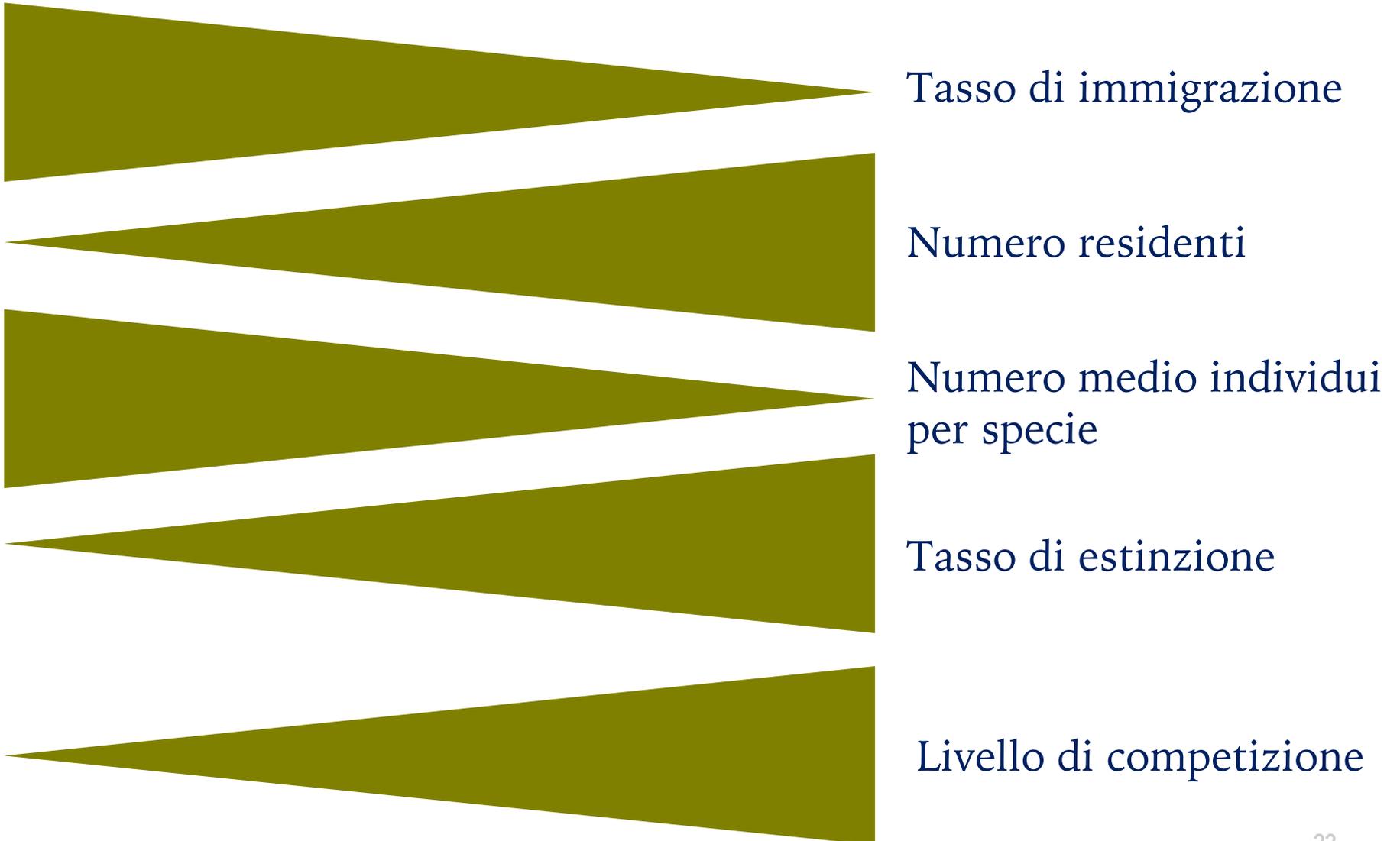
Il numero di specie è il risultato del bilancio tra immigrazione ed estinzione
Il bilancio è dinamico
Il tasso di immigrazione dipenderà dalla distanza dalla sorgente
Il tasso di estinzione dipenderà soprattutto dalla dimensione dell'isola



ANDAMENTO GENERALE DEL PROCESSO

Inizio

Fine del processo
di colonizzazione



Perdita di Biodiversità

Rarità – è una caratteristica applicabile a categorie omogenee di elementi ambientali di qualunque tipo; è definita come “scarsa disponibilità” di quel tipo di elemento

Rarefazione – Velocità di riduzione della presenza di una popolazione

È quantificabile come rapporto tra la quantità assoluta dell'entità e la quantità di ambiente complessiva

Una risorsa può essere localmente rara, una specie può essere localmente rara o localmente abbondante ma globalmente rara. Gli **ENDEMISMI** sono condizioni di unicità geografica

Secondo Halliwell, il valore di una specie è dato da:

SI (indice di Scarsità) *
(Superficie) ^(0,36)

Abbondanza di individui e siti di nidificazione per rettili marini

Species	Abundance	Nesting sites in Mediterranean Sea	Nesting sites in Black Sea	IUCN Concern (IUCN, 2012)
<i>C. caretta</i>	Common	7,200 /y (2010)	No nesting area	Endangered
<i>C. mydas</i>	In decline	1,500 /y (2010)	No nesting area	Endangered
<i>D. coriacea</i>	Rare	No nesting area	No nesting area	Critically Endangered ₃

Perdita di Biodiversità

Il tasso attuale di estinzione è 100-1000 volte maggiore a quello precedente la comparsa dell'uomo

Principali cause della perdita di biodiversità

	Specie estinte	Specie minacciate
Distruzione dell'habitat	20%	60%
Introduzione specie esotiche	22%	12%
Caccia	18%	11%
Cattura per commercio (animali domestici e zoo)	1%	9%
Malattie	1%	1%
Inquinanti e pesticidi	0%	1%
Disturbo umano	0%	2%
Uccisione accidentale	1%	1%
Causa sconosciuta	37%	3%

Alcuni studi riportano che il 10-20% delle specie attualmente viventi sul pianeta si estingueranno nei prossimi 50 anni.

Biodiversità

Valore e conseguenze derivanti dalla perdita

Culturale, intellettuale, estetico e spirituale, nonché un valore etico o esistenziale indipendentemente dal suo utilizzo

Servizi ecosistemici

Resistenza maggiore a epidemie ed eventi estremi

Ridondanza

Ricreativo (ecoturismo)

Valore indiretto

Potenziale curativo attuale e futuro

Salix alba → Principio attivo alla base dell'aspirina

Cinchona calisaya → Chinino curativo per la malaria

C. officinalis

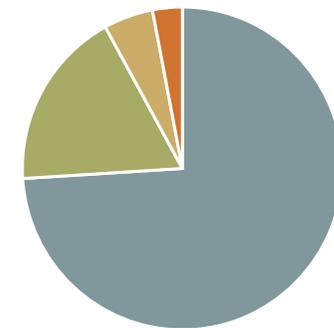


1971, Madagascar, isolate due molecole (vinblastina e vincristina) con efficacia chemioterapica contro la leucemia infantile; la sopravvivenza oltre i cinque anni d'età aumenta dal 10 al 90%.

Valore diretto

Disponibilità di risorse e materie prime (agricoltura, caccia, pesca)

Origine delle prescrizioni mediche in USA (%)



■ Piante ■ Funghi
■ Batteri ■ Vertebrati

L'80% delle prescrizioni mediche trae origine da organismi viventi

Minacce alla Biodiversità

Inquinamento, Disturbo & Stress

Degrado

Condizione ambientale che si allontana dal suo stato ottimale

Pressione Antropica

Complesso delle perturbazioni dell'ambiente (o di due specifiche componenti) causate direttamente o indirettamente dall'azione umana (Pressione da trasformazione e da disturbo)

Criticità ambientale

Complesso di caratteristiche che rendono la situazione precaria, suscettibile di degradi irreversibili

Fragilità

Facilità con cui un ecosistema può collassare quando sottoposto ai disturbi

Vulnerabilità

La vulnerabilità di una data realtà è definita come la capacità di subire degradi o collassi in conseguenza di pressioni esterne

Terre senza vita

Copperhill (Tennessee)



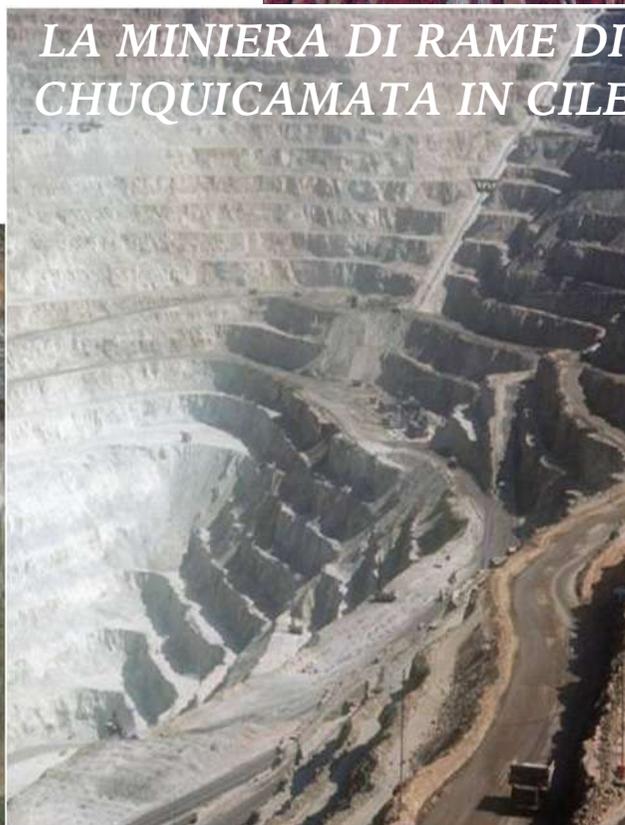
Bacino di rame



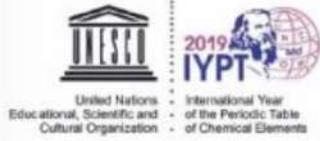
USA miniere di rame

Il Salar de Uyuni (Potosì Bolivia),
un'enorme distesa di sale che
occupa una superficie di più di 12
mila km² a 3.650 m slm.

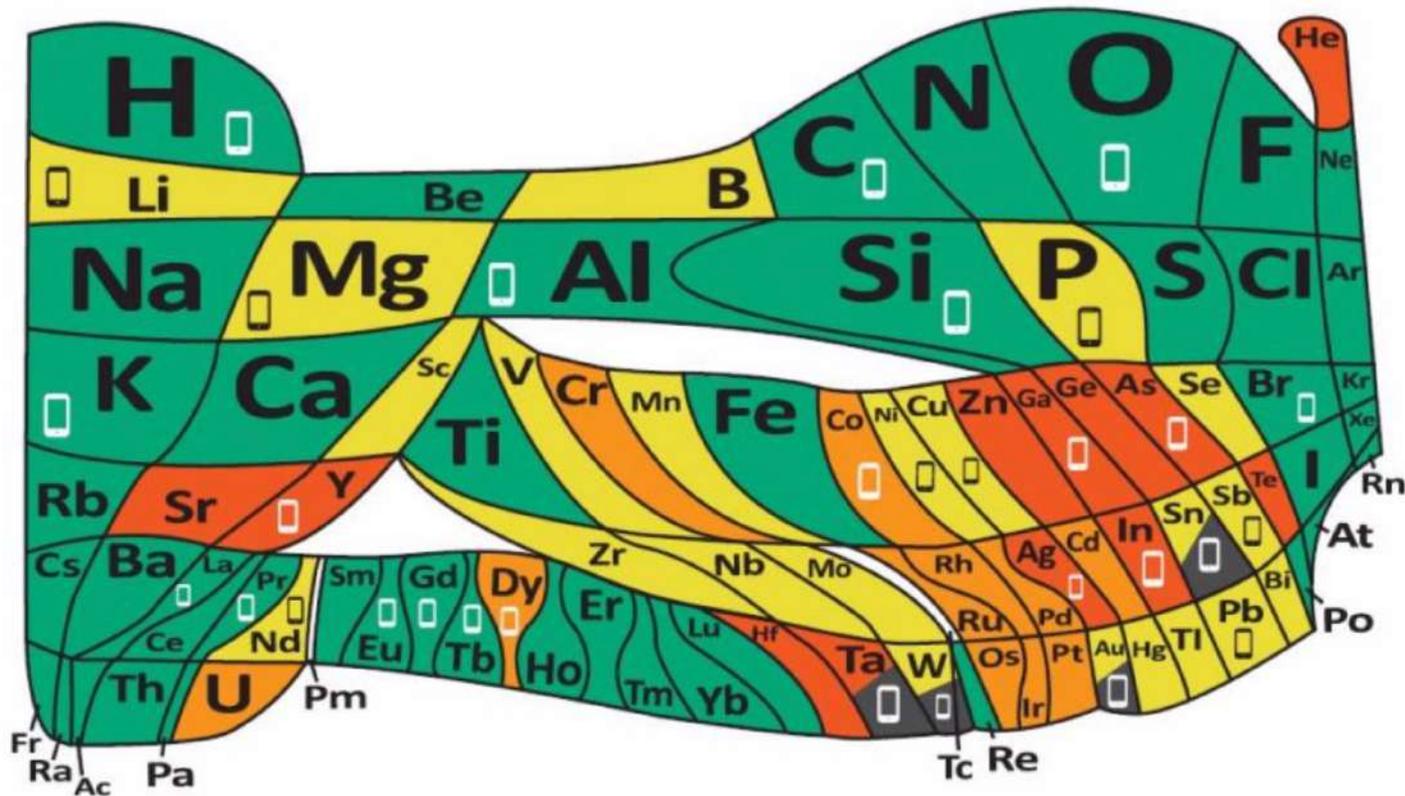
*LA MINIERA DI RAME DI
CHUQUICAMATA IN CILE*



Sovrasfruttamento di risorse non rinnovabili



90 elementi chimici e la loro disponibilità relativa sulla Terra. Ci basteranno?



- A grave rischio entro 100 anni**
- Sempre più a rischio per il crescente utilizzo**
- Disponibilità limitata, a rischio in futuro**
- Piena disponibilità**
- Di sintesi**
- Provenienti da minerali in zone di conflitto**
- Presenti negli smartphone**

Ispirato a WF Sheehan's A Periodic Table with Emphasis, pubblicato in Chemistry, 1976, 49, 17-18



Scopri di più e divertiti su www.euchems.org/IYPT

Quest'opera è rilasciata con licenza Creative Commons Attribution-NoDerivs CC-BY-ND



Ecosistemi soggetti a forte stress

Ecosistemi acquatici di transizione



Ecosistemi di subclimax

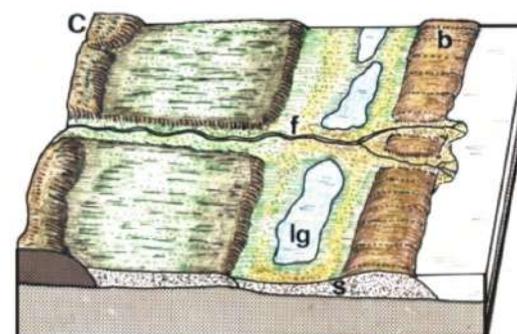
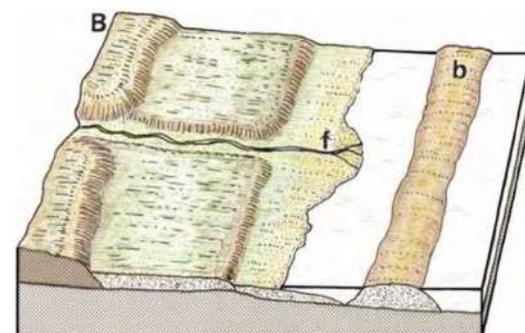
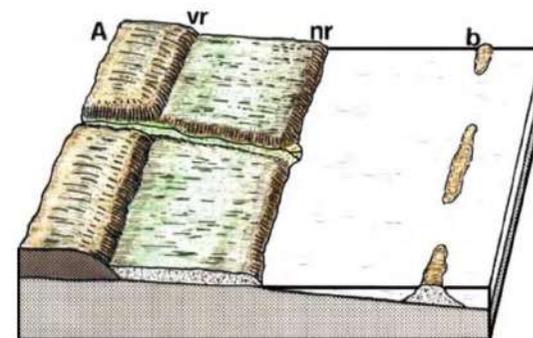


Immagine tratta da FORNERIS G., PASCALE M., PEROSINO G.C., ZACCARA P. Lezioni di idrobiologia (le acque continentali).

Ecosistemi soggetti a forte stress

Porti



Estuari



Tratti di costa



Canali



Insenature naturali



Ecosistemi soggetti a forte stress

Porto di Brindisi



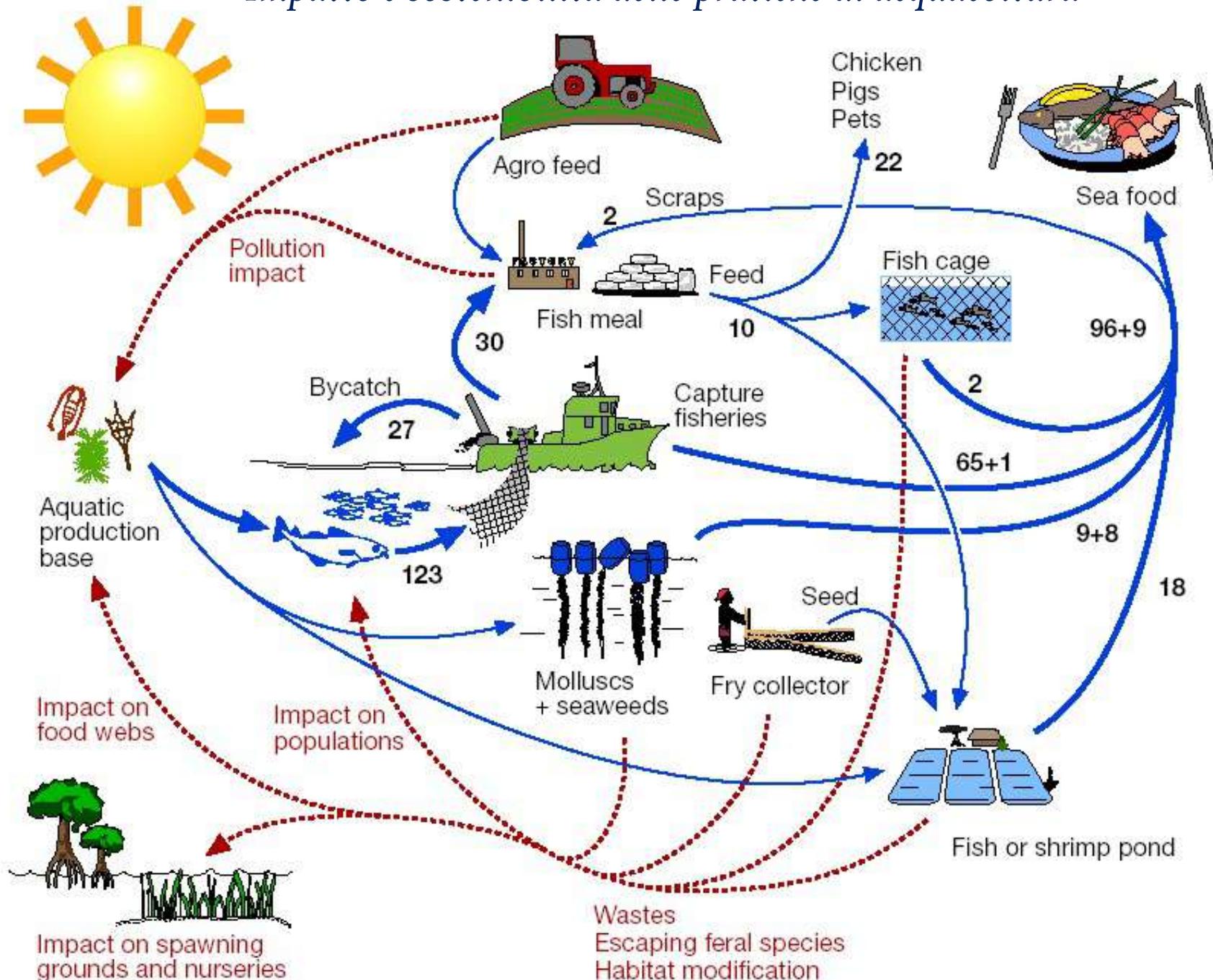
Ecosistemi soggetti a forte stress

Sistemi ambientali complessi



Connessioni ecologiche tra l'acquacoltura e l'ambiente

Impatto e sostenibilità delle pratiche di acquacoltura



Ecosistemi eterotrofi

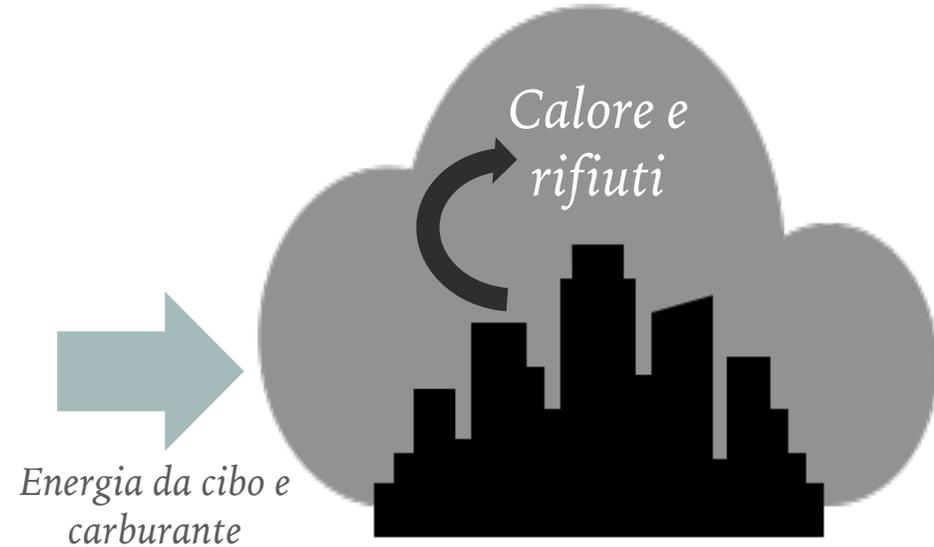
Consumano più energia di quanta ne producano

Colonia di bivalvi



Varie specie (ostriche, vermi, crostacei, mitili)

Città



Flusso di energia
Cal/m²/giorno



Ecosistemi soggetti a forte stress

Aree urbane

*Teoria della complessità
della rete*



I centri urbani sono sistemi complessi ad elevata energia, secondo la legge di Shannon il disordine crescente è proprietà di tutti i sistemi complessi. La legge della rete indica che il costo (C) per sostenere una rete (N) di servizi è dato da

$$C = N(N-1)/2 \text{ approssimabile a } N^2/2$$

Quando una città raddoppia in dimensione il costo per il suo mantenimento può quadruplicare (Pippenger, 1978)

Ecosistemi agricoli

Monocolture agricole

- ✓ Elevato dispendio energetico
- ✓ Uso di fertilizzanti e sostanze chimiche massiccio
- ✓ Sviluppo di organismi nocivi resistenti
- ✓ Incremento dell'erosione del suolo



Policolture agricole



Minacce alla Biodiversità

Frammentazione degli habitat

Divisione della popolazione distribuita sul territorio originale in sottopopolazioni in scarso contatto tra loro

Al di sotto di dimensioni critiche la presenza di un dato elemento ambientale non è più garantita (es. tonno)

Le sottopopolazioni sono meno consistenti della popolazione originaria e maggiormente vulnerabili a epidemie, fluttuazioni climatiche, disturbo antropico. La predazione è maggiore mentre la ricolonizzazione è minore con un maggiore rischio di estinzione.

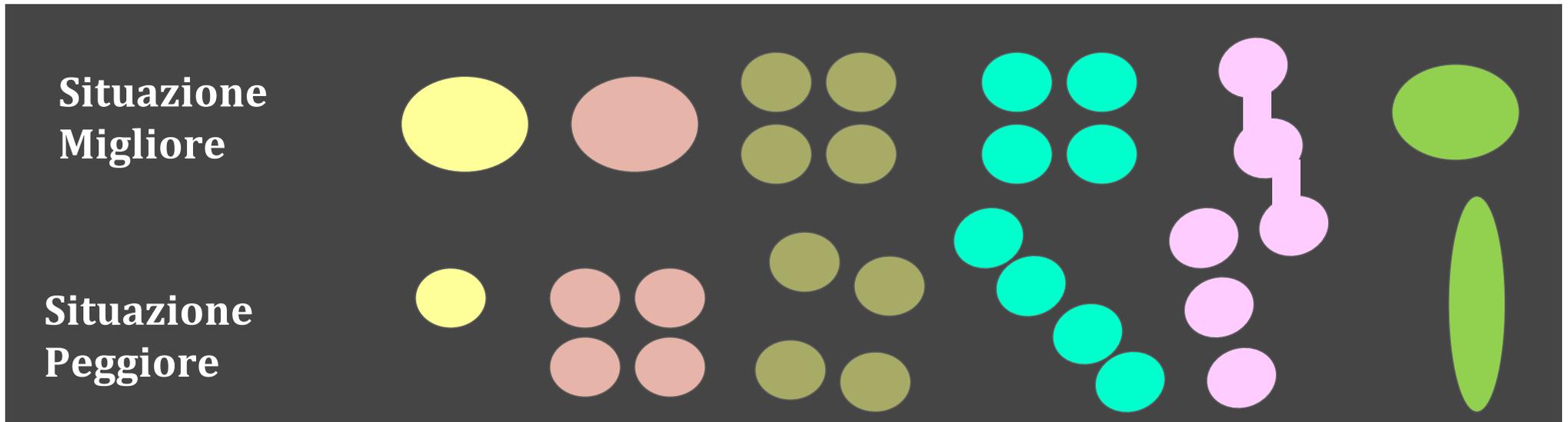
Numero delle specie in un'area = $K * (\text{Superficie})^C$

La frammentazione produce fenomeni simili a quelli riscontrati nella teoria della biogeografia delle isole (effetto area ed effetto distanza)

A differenza della teoria di MacArthur e Wilson, il serbatoio di specie esterno al sistema da cui si ha migrazione costante di specie verso le isole non è presente nel caso della frammentazione

I fenomeni di dispersione (immigrazione e emigrazione) riguardano solo le specie presenti nei diversi *patches*

Parametri fondamentali divengono la geometria, l'assetto funzionale, le dimensioni dell'area

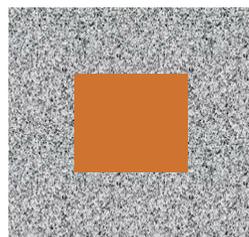
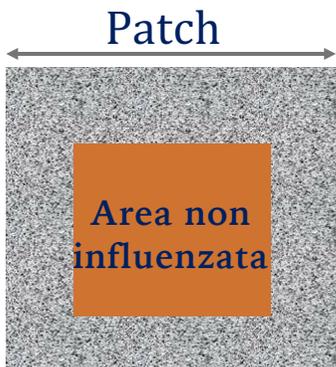


Al diminuire dell'area del patch aumenta la fascia penetrabile da altre specie



Aumenta il rischio di estinzione per le specie che necessitano di patch più ampi

Effetto confine



L'iniziale distruzione degli habitat porta infatti all'immediata perdita di qualche specie, ma la maggior parte delle estinzioni si verificano molto tempo dopo.



Minacce alla Biodiversità

Erosione del suolo

Il suolo è la più grande riserva di carbonio dopo gli oceani; ospita un terzo di tutte le specie viventi



7,5 x 10¹⁰ t /anno di suolo perso



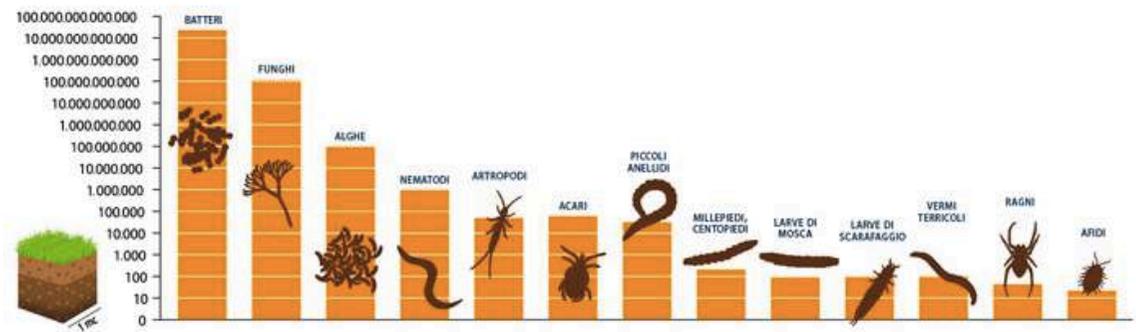
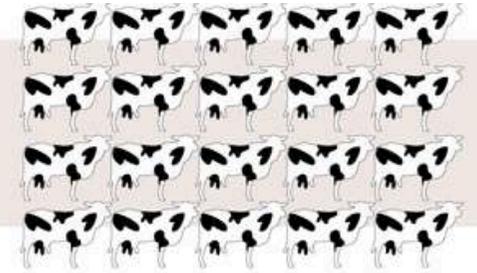
500 miliardi euro/anno stimati di costi indiretti della perdita di suolo



Immagine da L'Erosione del suolo, corso di Sistemazione dei bacini idrografici, Prof. Ing. Mario Fugazza.

un ettaro di terreno contiene

15 tonnellate di organismi viventi, equivalenti al peso di 20 vacche



Numero di microrganismi viventi in 1 mc di terreno fertile in clima temperato (scala logaritmica).

<https://www.fondazione Slow Food.com/it/i-nostri-temi/biodiversita/osservatorio-sulla-biodiversita/suolo-vita-salute-biodiversita-salviamolo/>

Minacce alla Biodiversità

Erosione del suolo

Costo dei fertilizzanti

1970



2011



Nel 2011 gli agricoltori, per pagare i fertilizzanti, dovevano produrre due volte e mezzo più cereali che nel 1970



Secondo le stime del SCS (Soil Conservation Service) Americana, un quarto di tutto il terreno agricolo è perso per erosione

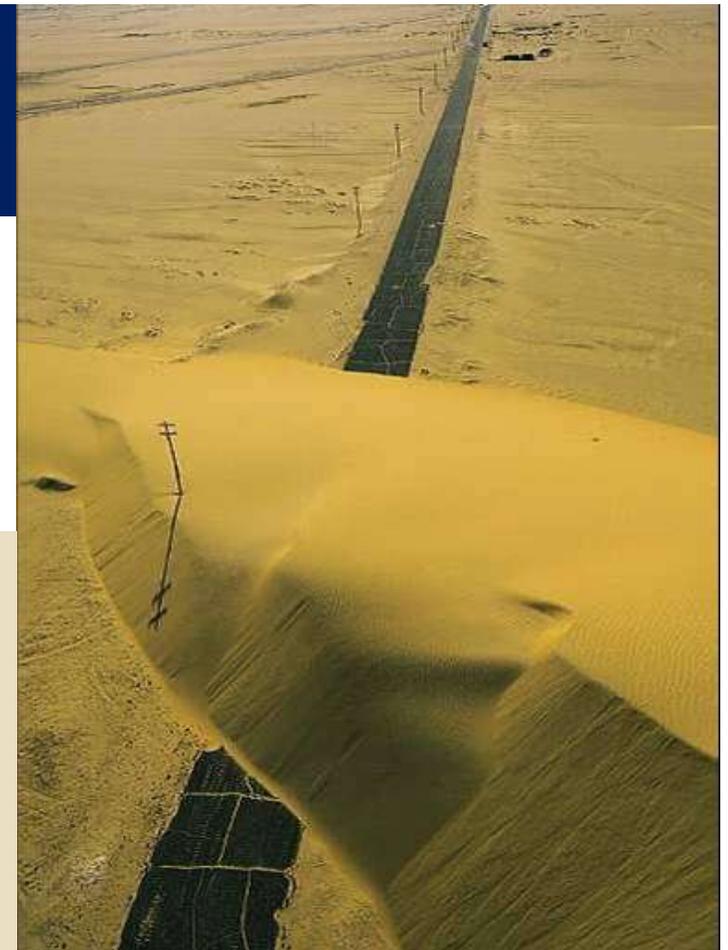
Ogni 2 cm di suolo superficiale perso porta una riduzione della resa agricola del 8%
(Langdale et al., 1979)

Minacce alla Biodiversità

Desertificazione



Processo climatico-ambientale, spesso indotto o accelerato dall'azione umana che porta alla degradazione del suolo, alla scomparsa dello strato fertile (humus), alla riduzione della capacità di ritenzione idrica ed alla conseguente scomparsa della componente biologica.



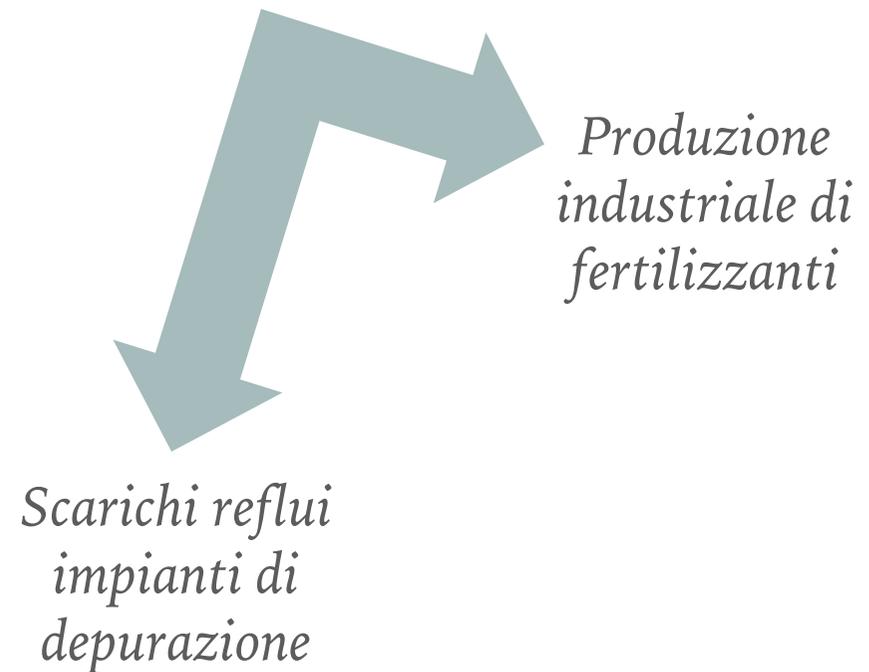
Conseguenza estrema di:

- *disboscamento*
- *erosione del suolo*
- *siccità prolungata*

Inquinamento e Alterazione dei cicli biogeochimici per azione umana

FISSAZIONE INDUSTRIALE DELL'AZOTO:
avviene durante il processo di HABER - BOSCH

Questo ingresso aggiuntivo di azoto utilizzabile nella biosfera è dovuto essenzialmente alla produzione industriale di fertilizzanti partendo dall'azoto atmosferico, utilizzando catalizzatori ed energia proveniente dai combustibili fossili.



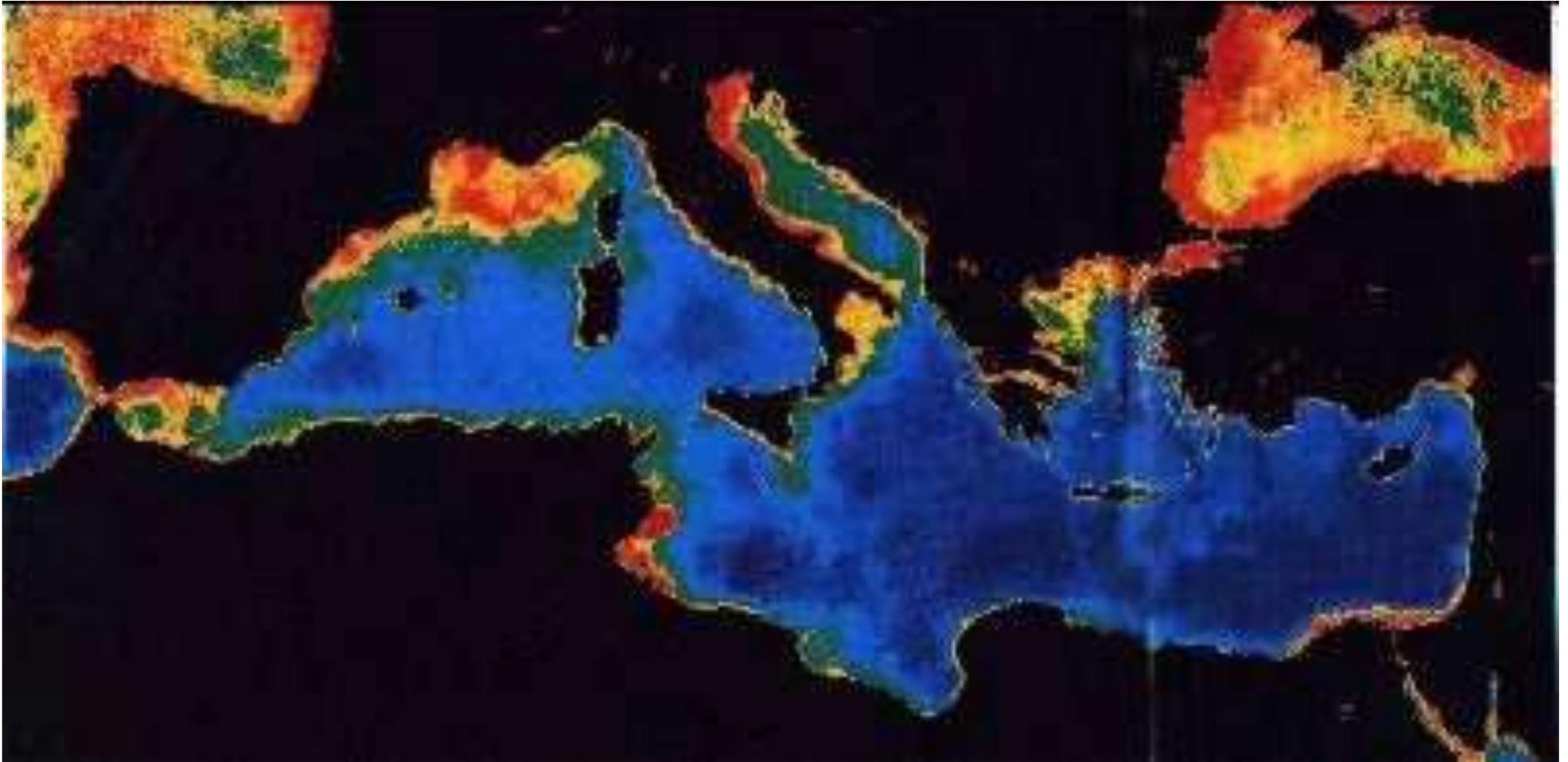
Eutrofizzazione

“arricchimento delle acque in sali nutritivi che provoca cambiamenti tipici quali l’incremento della produzione algale e di piante acquatiche, l’impoverimento delle risorse ittiche, il generale degrado della qualità delle acque ed altri effetti che ne riducono o precludono l’uso”

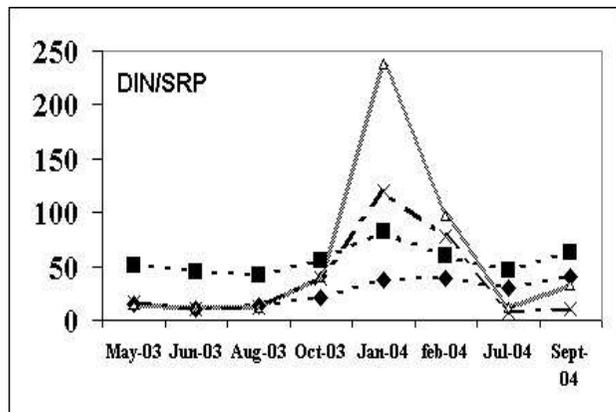
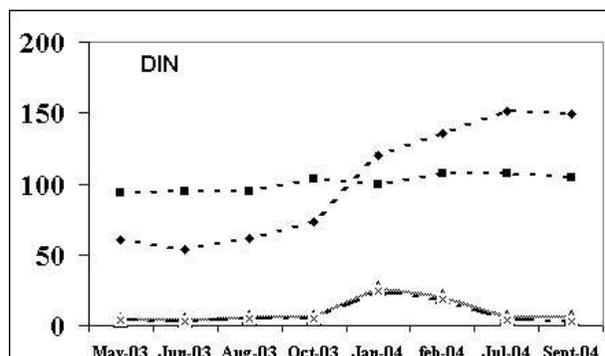
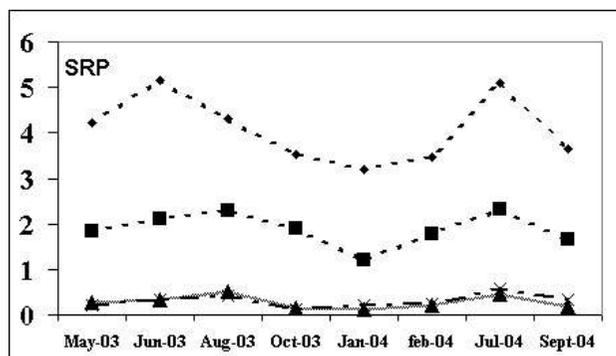
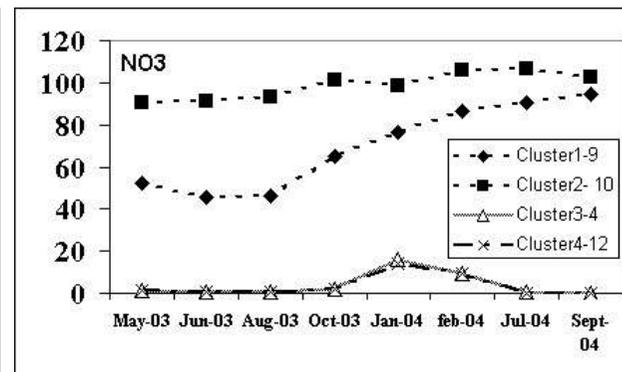
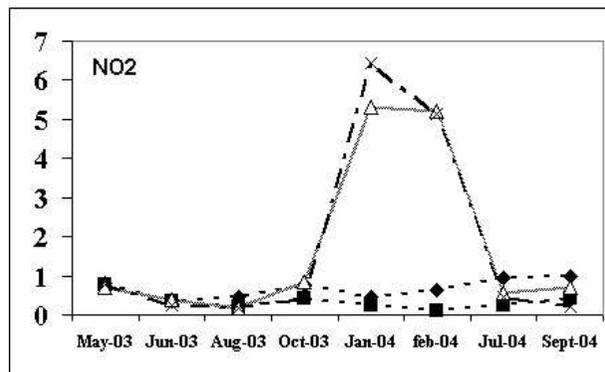
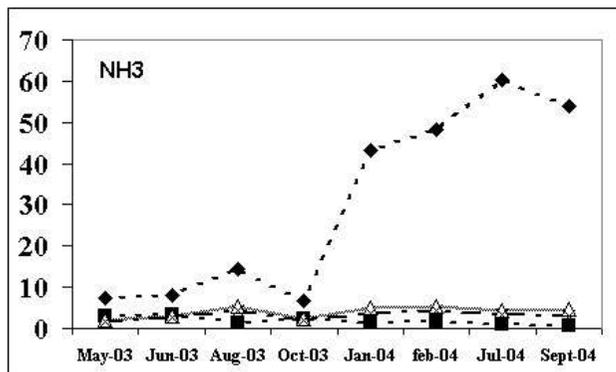
Fonte: OCSE (Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico), 1970

L’eutrofizzazione è un fenomeno di origine naturale. E’, tuttavia, fortemente accelerato dalle attività antropiche

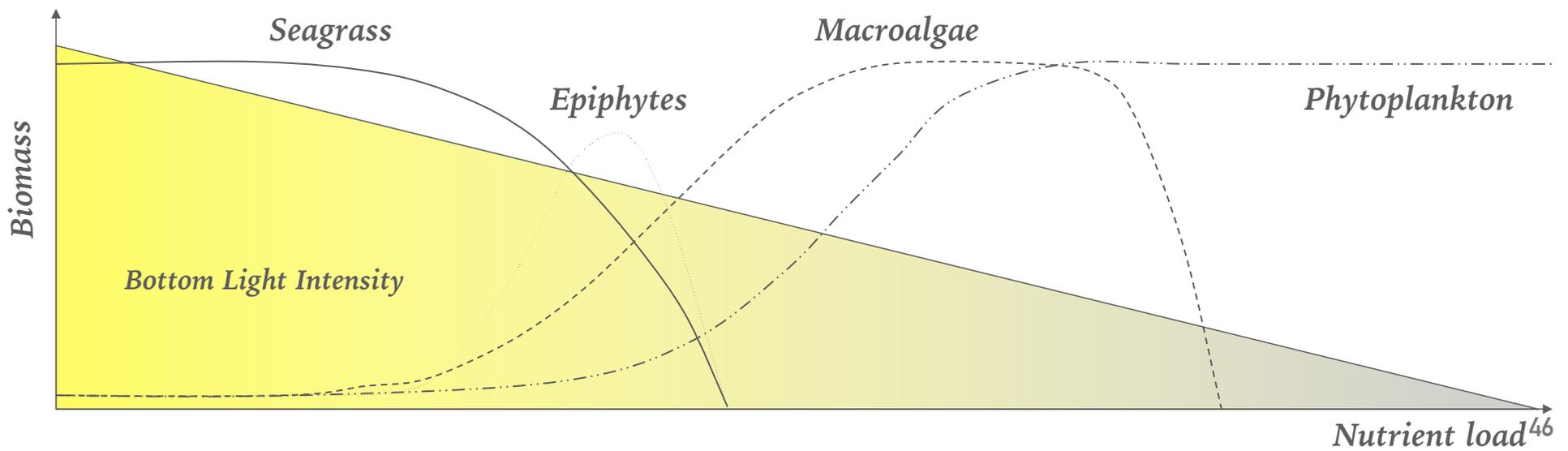
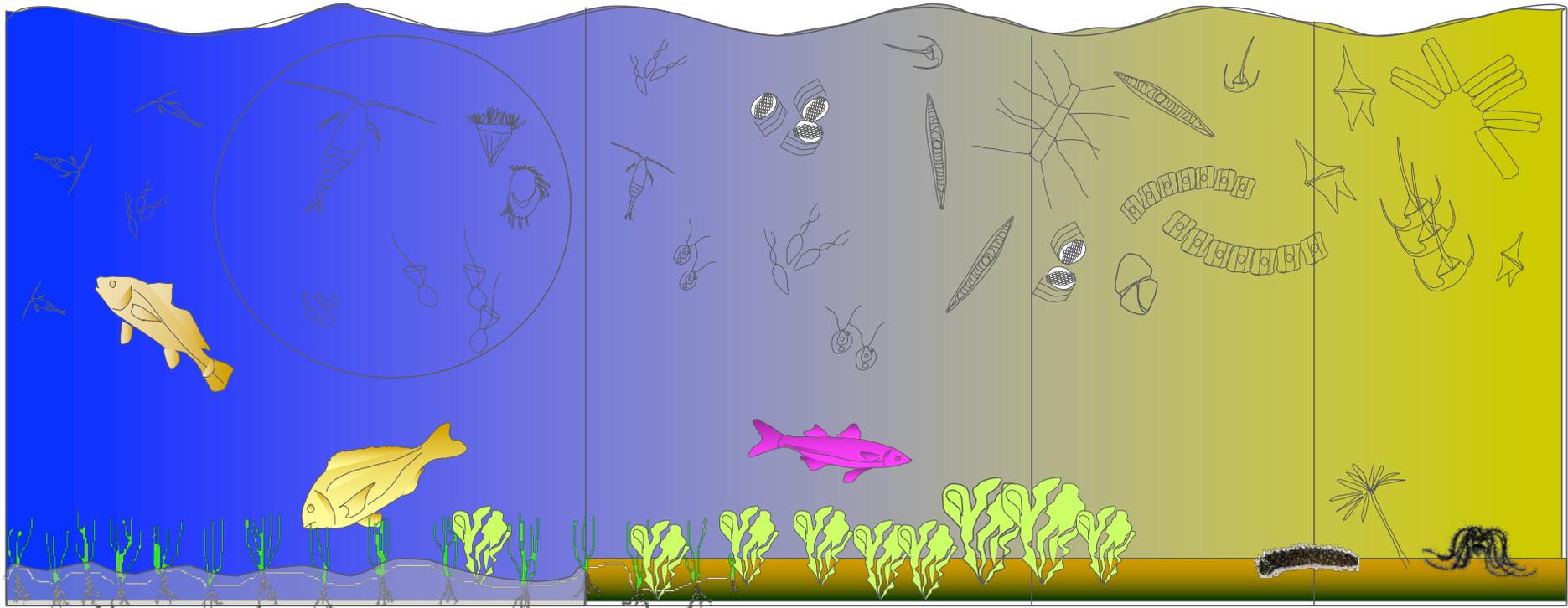
Eutrofizzazione nel Mediterraneo



Trend temporali legati alla stagionalità (μM)



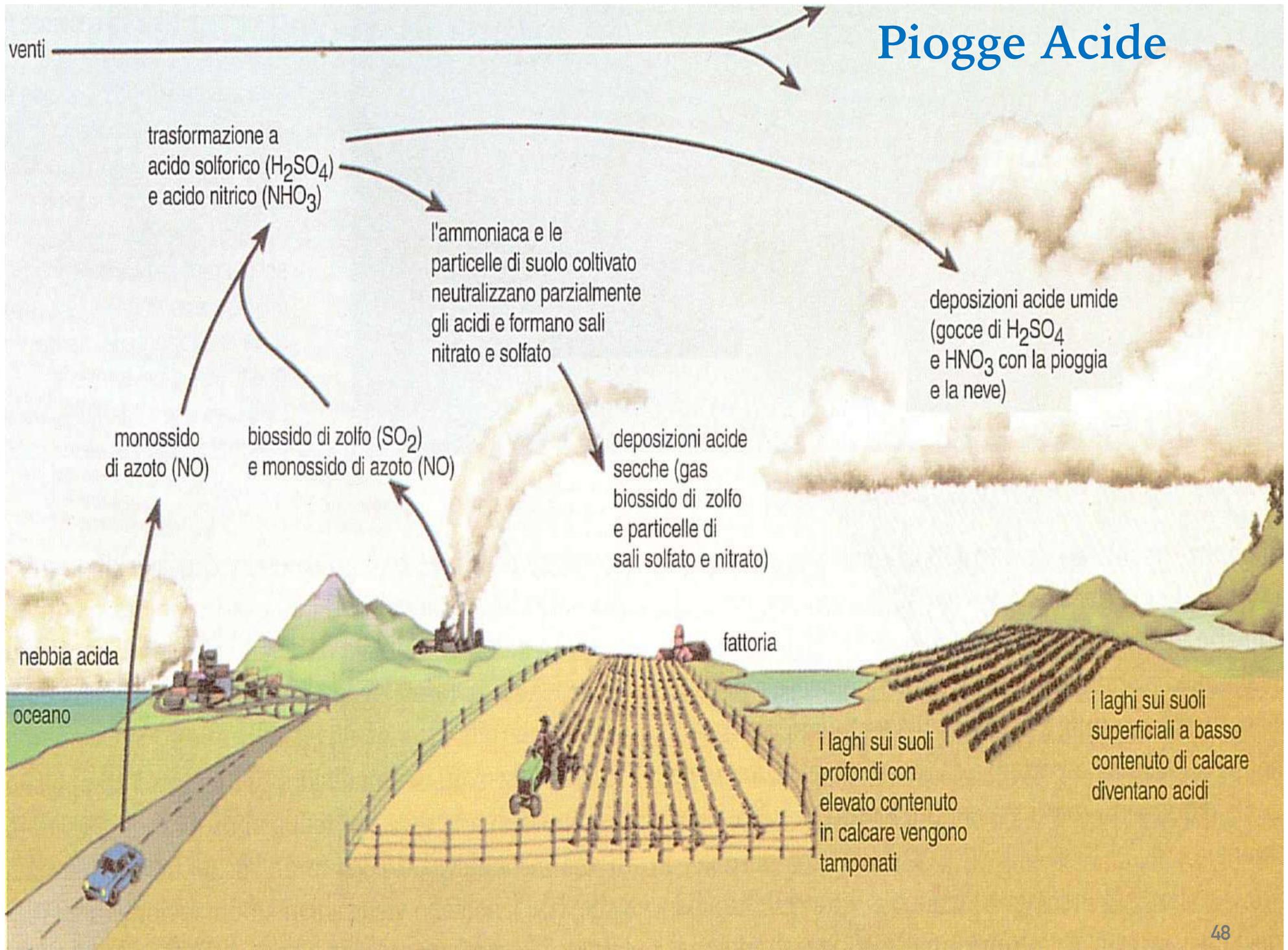
Effetti indotti sulle comunità biologiche



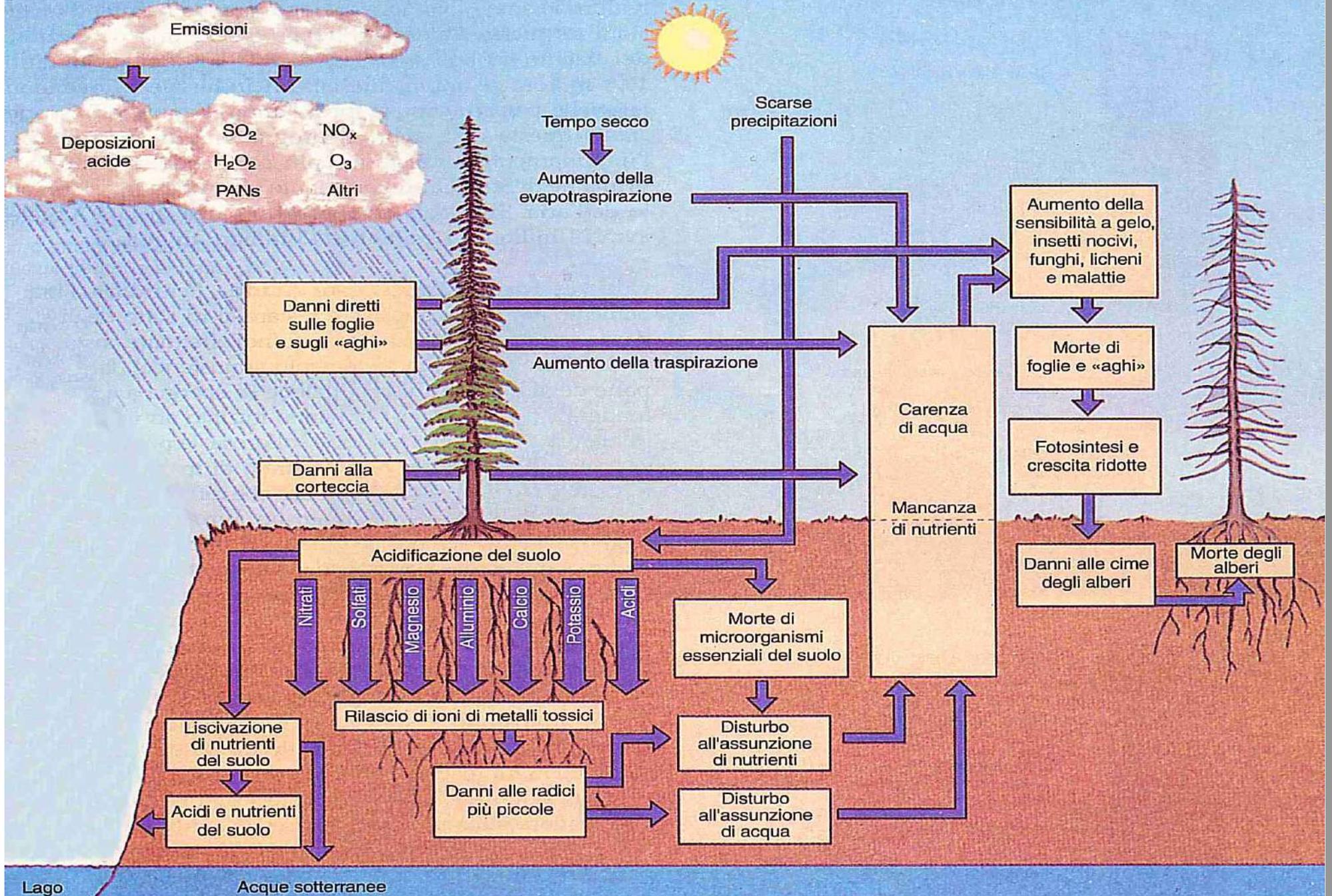
*Evoluzione del sistema eutrofico
verso la crisi distrofica*

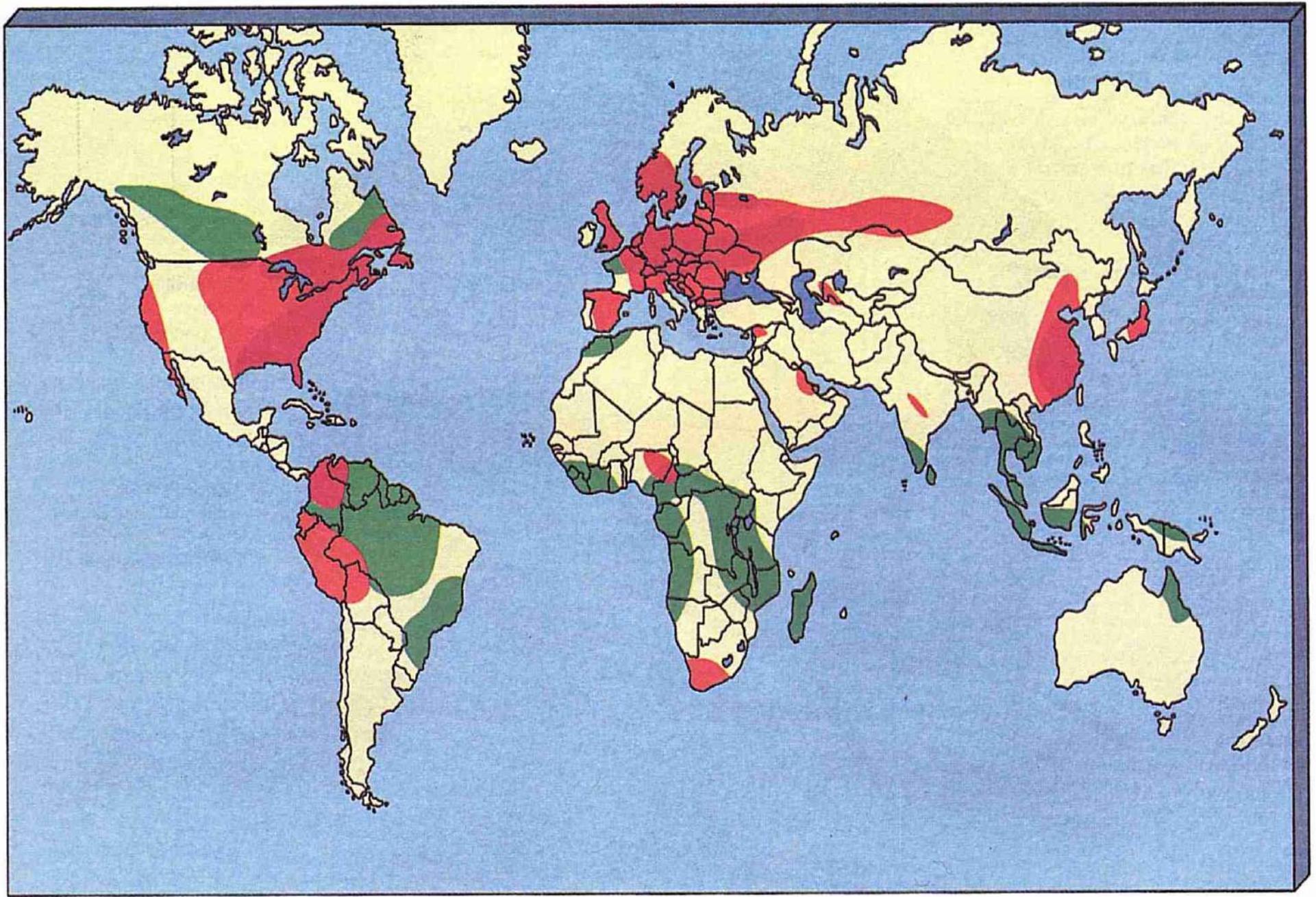


Piogge Acide



Effetti del tempo



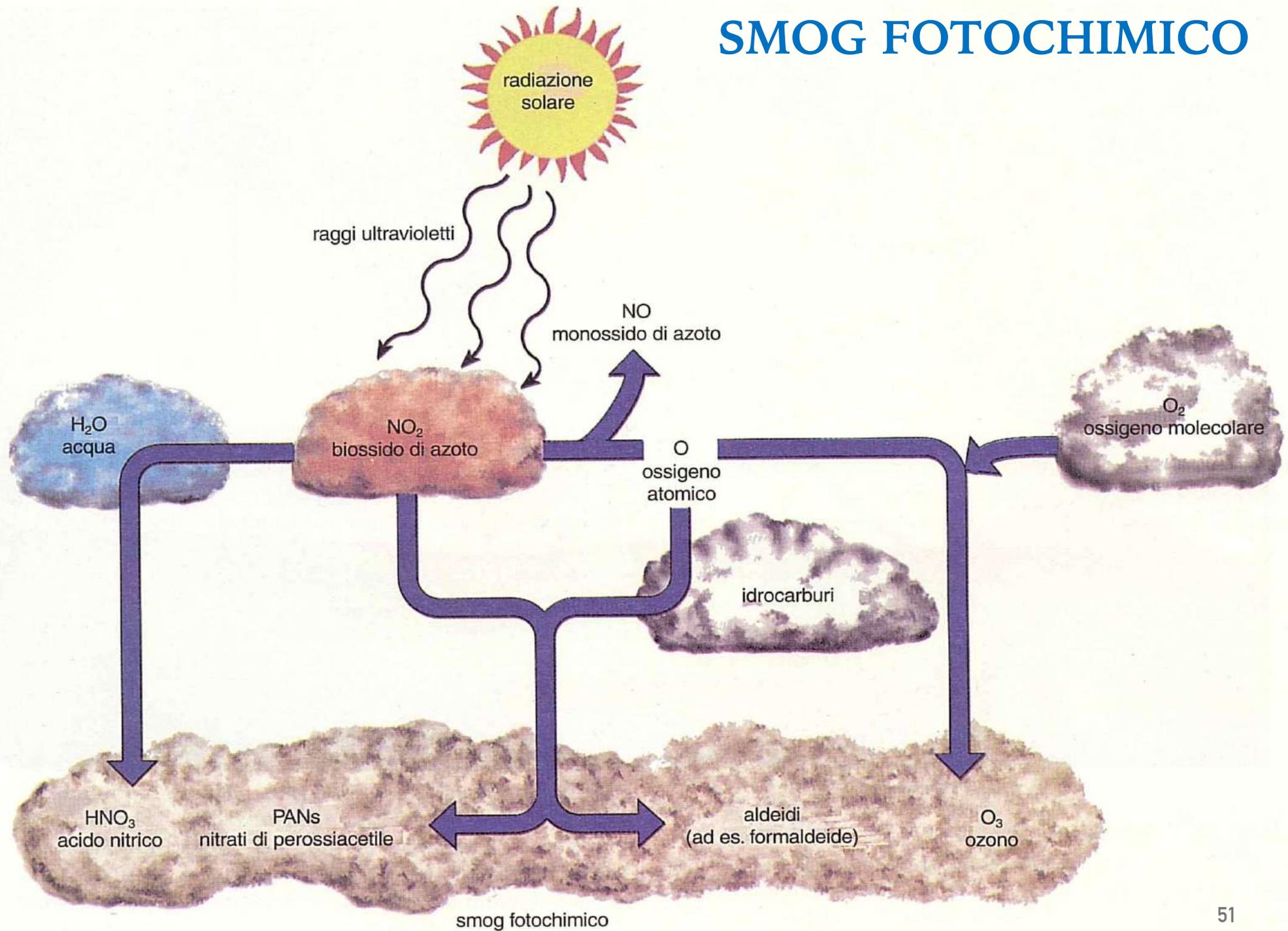


 Suoli sensibili: aree con problemi potenziali

 Aree con inquinamento atmosferico: le emissioni causano deposizioni acide

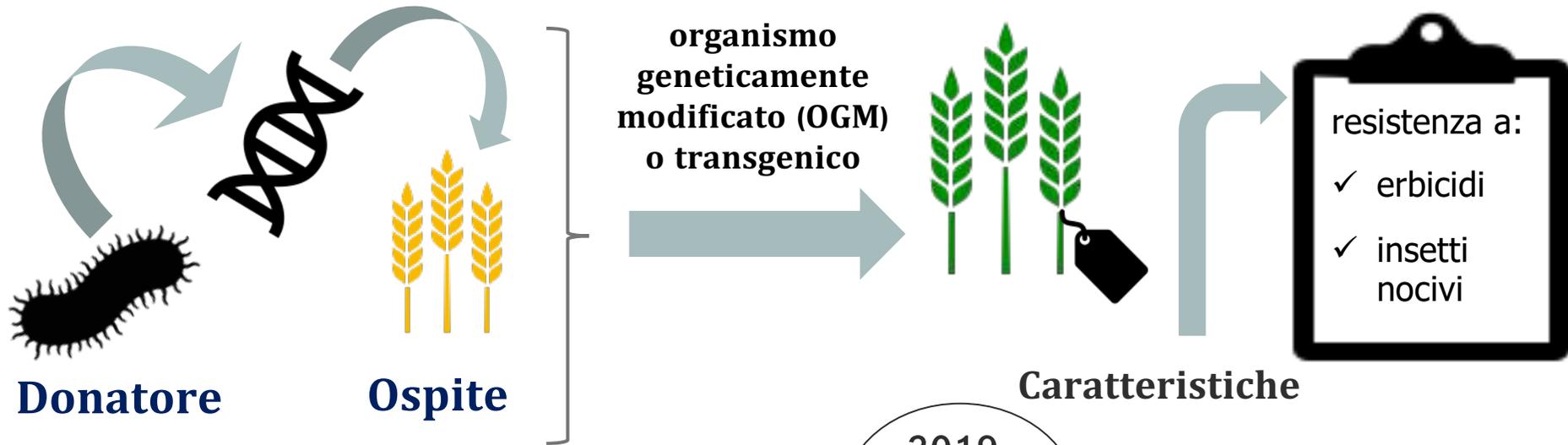
 Aree che presentano problemi (compresi laghi e fiumi)⁵⁰

SMOG FOTOCHIMICO



Minacce alla Biodiversità

Introduzione di OGM



soia, mais, patate, tabacco, cotone
pioppi ed eucalipti

Metà anni '90
1,7 milioni di ettari
*Immissione sul mercato
americano ed europeo*

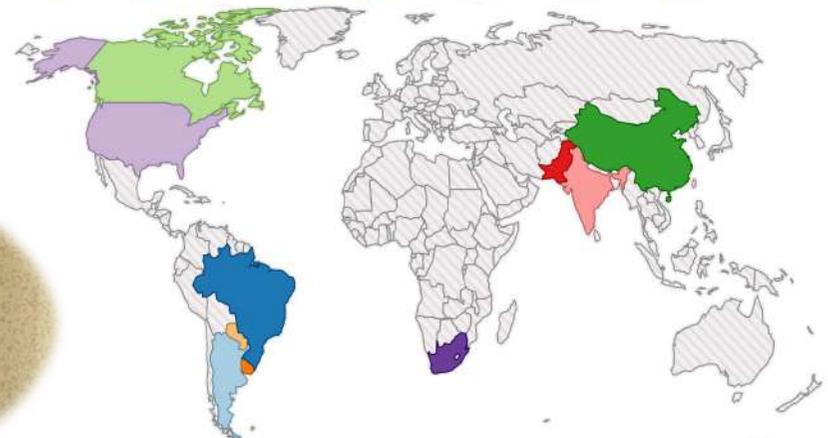
2000
39,9 milioni di ettari

2019
181,5 milioni
di ettari

USA - 73,1 milioni di ettari
mais, soia, cotone, colza, barbabietola,
erba medica, papaia, zucca

(cifre in milioni di ettari)

Stati Uniti Brasile Argentina India Canada Cina Paraguay Pakistan Sudafrica Uruguay



Minacce alla Biodiversità

Introduzione di specie alloctone

Oltre 13.000 specie aliene introdotte

Più di 1.300 determinano impatti negativi



Molti organismi infestanti sono specie innocue nel loro habitat naturale ma nocive se introdotte altrove



Rilascio volontario



Fuga accidentale



Fonti di immissione

Migrazione spontanea



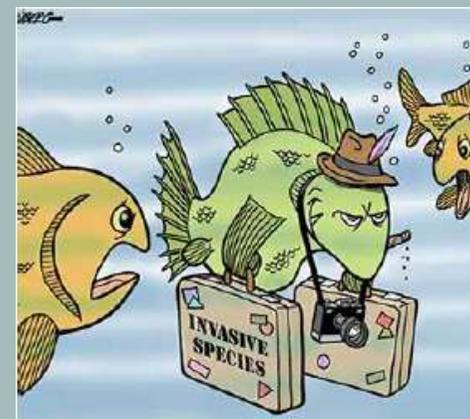
Trasporto involontario, corridoi e commercio



Migrazione lessepsiana (*)

Ingresso e la stabilizzazione di animali e vegetali dal Mar Rosso al Mediterraneo dal Canale di Suez

La migrazione **inizia nel 1869**, con l'apertura del canale. Si è stimato che dopo 130 anni **circa 350** delle 700 specie aliene presenti nel Mediterraneo siano arrivate dal canale di Suez.



<http://www.biocritics.net/news/bioscienza/specie-aliene-rare-nostrum/>

Minacce alla Biodiversità

Specie invasive



Il documento «*100 of the World's Worst Invasive Alien Species*» stilato dal gruppo di studio sulle specie invasive della IUCN riporta 100 tra le specie di organismi alieni che hanno provocato i danni maggiori nell'habitat in cui sono stati inseriti.

Le specie sono selezionate a scopo dimostrativo dei possibili danni che possono creare predando attivamente le popolazioni locali, infettandole, oppure soppiantandole nella competizione delle risorse

100 OF THE WORLD'S WORST INVASIVE ALIEN SPECIES

MICRO-ORGANISM

avian malaria (*Plasmodium relictum*)
banana bunchy top virus (*Banana bunchy top virus*)
rinderpest virus (*Rinderpest virus*)

MACRO-FUNGI

chestnut blight (*Cryphonectria parasitica*)
crayfish plague (*Aphanomyces astaci*)
Dutch elm disease (*Ophiostoma ulmi*)
frog chytrid fungus (*Batrachochytrium dendrobatidis*)
phytophthora root rot (*Phytophthora cinnamomi*)

AQUATIC PLANT

caulera seaweed (*Caulerpa taxifolia*)
common cord-grass (*Spartina anglica*)
wakame seaweed (*Undaria pinnatifida*)
water hyacinth (*Eichhornia crassipes*)

LAND PLANT

African tulip tree (*Spathodea campanulata*)
black wattle (*Acacia mearnsii*)
Brazilian pepper tree (*Schinus terebinthifolius*)
cogon grass (*Imperata cylindrica*)
cluster pine (*Pinus pinaster*)
erect pricklypear (*Opuntia stricta*)
fire tree (*Myrica faya*)
giant reed (*Arundo donax*)
gorse (*Ulex europaeus*)
hiptage (*Hiptage benghalensis*)
Japanese knotweed (*Fallopia japonica*)
Kahili ginger (*Hedychium gardnerianum*)
Koster's curse (*Cleidemia hirta*)
kudzu (*Pueraria montana var. lobata*)
lantana (*Lantana camara*)
leafy spurge (*Euphorbia esula*)
leucaena (*Leucaena leucocephala*)
melaleuca (*Melaleuca quinquevnia*)
mesquite (*Prosopis glandulosa*)
miconia (*Miconia calvescens*)
mile-a-minute weed (*Mikania micrantha*)
mimosa (*Mimosa pigra*)
privet (*Ligustrum robustum*)
pumpwood (*Cecropia peltata*)
purple loosestrife (*Lythrum salicaria*)
quinine tree (*Cinchona pubescens*)
shoebuttan ardisia (*Ardisia elliptica*)

LAND PLANT (CONTINUED)

Siam weed (*Chromolaena odorata*)
strawberry guava (*Psidium cattleianum*)
tamarisk (*Tamarix ramosissima*)
wedelia (*Sphagnetocola trilobata*)
yellow Himalayan raspberry (*Rubus ellipticus*)

AQUATIC INVERTEBRATE

Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*)
comb jelly (*Mnemiopsis leidyi*)
fish hook flea (*Cercopagis pengoi*)
golden apple snail (*Pomacea canaliculata*)
green crab (*Carcinus maenas*)
marine clam (*Potamocorbula amurensis*)
Mediterranean mussel (*Mytilus galloprovincialis*)
Northern Pacific scastar (*Asterias amurensis*)
zebra mussel (*Dreissena polymorpha*)

LAND INVERTEBRATE

Argentine ant (*Linepithema humile*)
Asian longhorned beetle (*Anoplophora glabripennis*)
Asian tiger mosquito (*Aedes albopictus*)
big-headed ant (*Pheidole megacephala*)
common malaria mosquito (*Anopheles quadrimaculatus*)
common wasp (*Vespa vulgaris*)
crazy ant (*Anoplolepis gracilipes*)
cypress aphid (*Cinara cupressi*)
flatworm (*Platydemus manokwari*)
Formosan subterranean termite (*Coptotermes formosanus shiraki*)
giant African snail (*Achatina fulica*)
gypsy moth (*Lymantria dispar*)
khapra beetle (*Trogoderma granarium*)
little fire ant (*Wasmannia auropunctata*)
red imported fire ant (*Solenopsis invicta*)
rosy wolf snail (*Engelmannia rosea*)
sweet potato whitefly (*Bemisia tabaci*)

AMPHIBIAN

bullfrog (*Rana catesbeiana*)
cane toad (*Bufo marinus*)
Caribbean tree frog (*Eleutherodactylus coqui*)

FISH

brown trout (*Salmo trutta*)
carp (*Cyprinus carpio*)
large-mouth bass (*Micropterus salmoides*)

FISH (CONTINUED)

Mozambique tilapia (*Oreochromis mossambicus*)
Nile perch (*Lates niloticus*)
rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)
walking catfish (*Clarias batrachus*)
Western mosquito fish (*Gambusia affinis*)

BIRD

Indian myna bird (*Acridotheres tristis*)
red-vented bulbul (*Pycnonotus cafer*)
starling (*Sturnus vulgaris*)

REPTILE

brown tree snake (*Boiga irregularis*)
red-eared slider (*Trachemys scripta*)

MAMMAL

brush-tail possum (*Trichosurus vulpecula*)
domestic cat (*Felis catus*)
goat (*Capra hircus*)
grey squirrel (*Sciurus carolinensis*)
macaque monkey (*Macaca fascicularis*)
mouse (*Mus musculus*)
nutria (*Myocastor coypus*)
pig (*Sus scrofa*)
rabbit (*Oryctolagus cuniculus*)
red deer (*Cervus elaphus*)
red fox (*Vulpes vulpes*)
ship rat (*Rattus rattus*)
small Indian mongoose (*Herpestes javanicus*)
stoat (*Mustela erminea*)

Species were selected for the list using two criteria: their serious impact on biological diversity and/or human activities, and their illustration of important issues of biological invasion. To ensure a wide variety of examples, only one species from each genus was selected. Absence from the list does not imply that a species poses a lesser threat.

Development of the *100 of the World's Worst Invasive Alien Species* list has been made possible by the support of the Fondation d'Entrepise TOTAL (1998 - 2000).

For further information on these and other invasive alien species consult *The Global Invasive Species Database*:

54
www.issg.org/database

Lowe S., Brown M., Boudjelas S., De Poorter M. (2000) *100 of the World's Worst Invasive Alien Species A selection from the Global Invasive Species Database*. Published by The Invasive Species Specialist Group (ISSG) a specialist group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN), 12pp. First published as special lift-out in *Aliens 12*, December 2000. Updated and reprinted version: November 2004.

Impatto di specie aliene

Alcuni esempi



Circa il 20% delle estinzioni di uccelli e mammiferi è dovuto ad animali introdotti (mammiferi)



R. philippinarum



R. decussatus

Ruditapes philippinarum (Adams & Reeve, 1850), vongola verace orientale, o vongola filippina ha portato alla scomparsa della specie autoctona (*Ruditapes decussatus*, L. 1758)



S. carolinensis

Sciurus carolinensis, scoiattolo grigio di importazione nordamericana, ha soppiantato lo scoiattolo rosso europeo (*Sciurus vulgaris*).

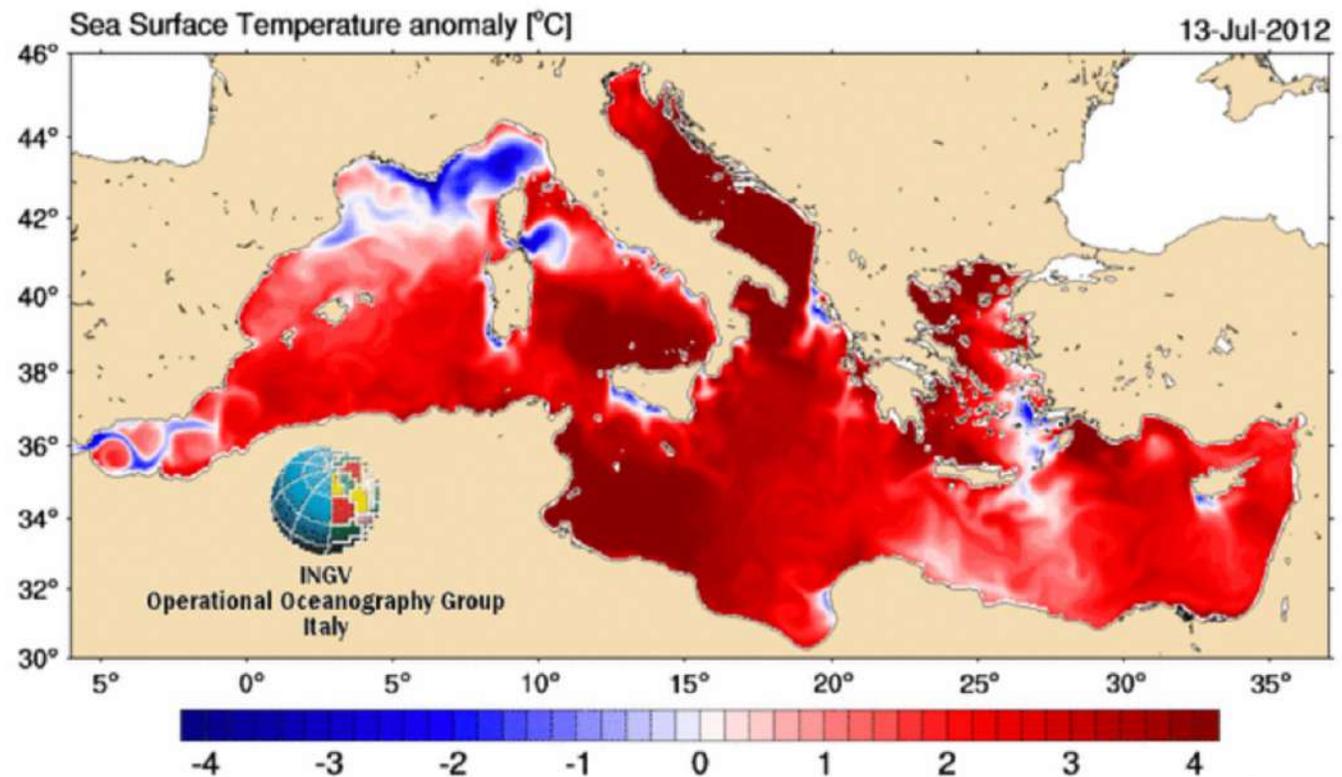
Meridionalizzazione e tropicalizzazione del Mediterraneo

Meridionalizzazione del Mediterraneo

Tendenza di organismi termofili ad affinità subtropicale tipici delle coste meridionali ad ampliare / spostare il proprio areale verso regioni più temperate in cui erano assenti o molto rari

Tropicalizzazione del Mediterraneo

Processo di insediamento nel Mediterraneo di specie provenienti da aree tropicali o sub-tropicali in precedenza estranee a questo mare



***EFFETTI DELLA
“TROPICALIZZAZIONE”
DEL MEDITERRANEO***



Pesce coniglio



Monacanto



Sardina del Mar Rosso



Pesce palla maculato



Pesce scorpione



Pesce timone



Pesce scoiattolo



Triglia del Mar Rosso



Pesce strano non identificato

Surriscaldamento Terrestre

3 – La presenza di un'elevata quantità di gas serra in atmosfera fa aumentare la quantità di calore ri-irradiato verso la superficie terrestre. Aumenta la temperatura del pianeta.

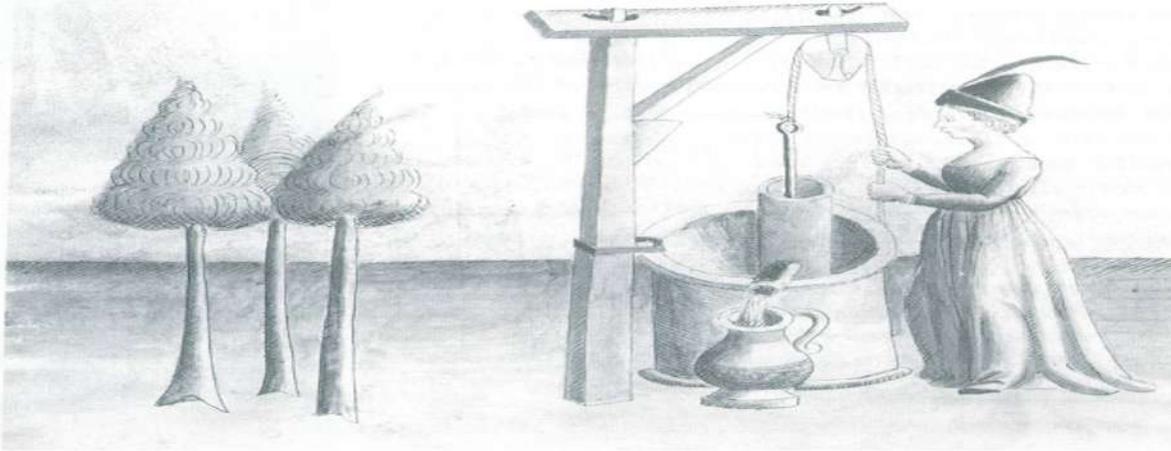
2 – La superficie terrestre irradia parte di questo calore verso l'atmosfera e esso tende a disperdersi nello spazio. I gas serra lo assorbono e lo ri-irradiano verso la superficie terrestre.

1 - Le radiazioni solari penetrano nell'atmosfera e riscaldano la superficie terrestre



Minacce alla Biodiversità

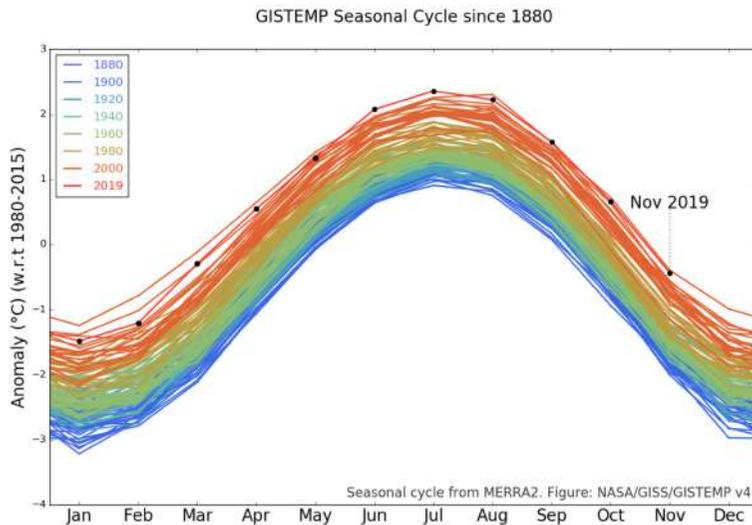
Cambiamenti climatici globali



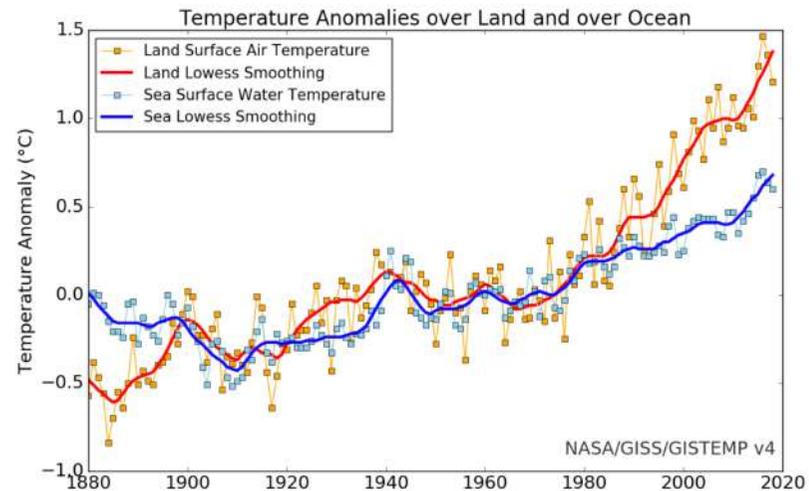
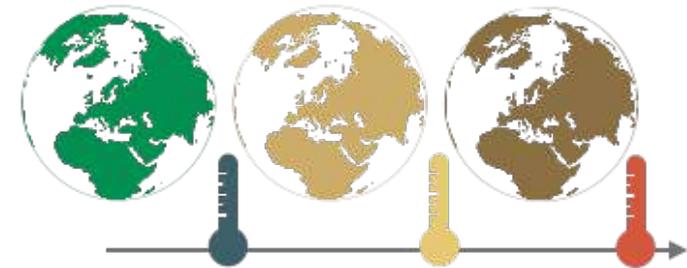
Finchè il pozzo non diventerà asciutto non riusciremo a comprendere il reale valore dell'acqua.

Benjamin Franklin

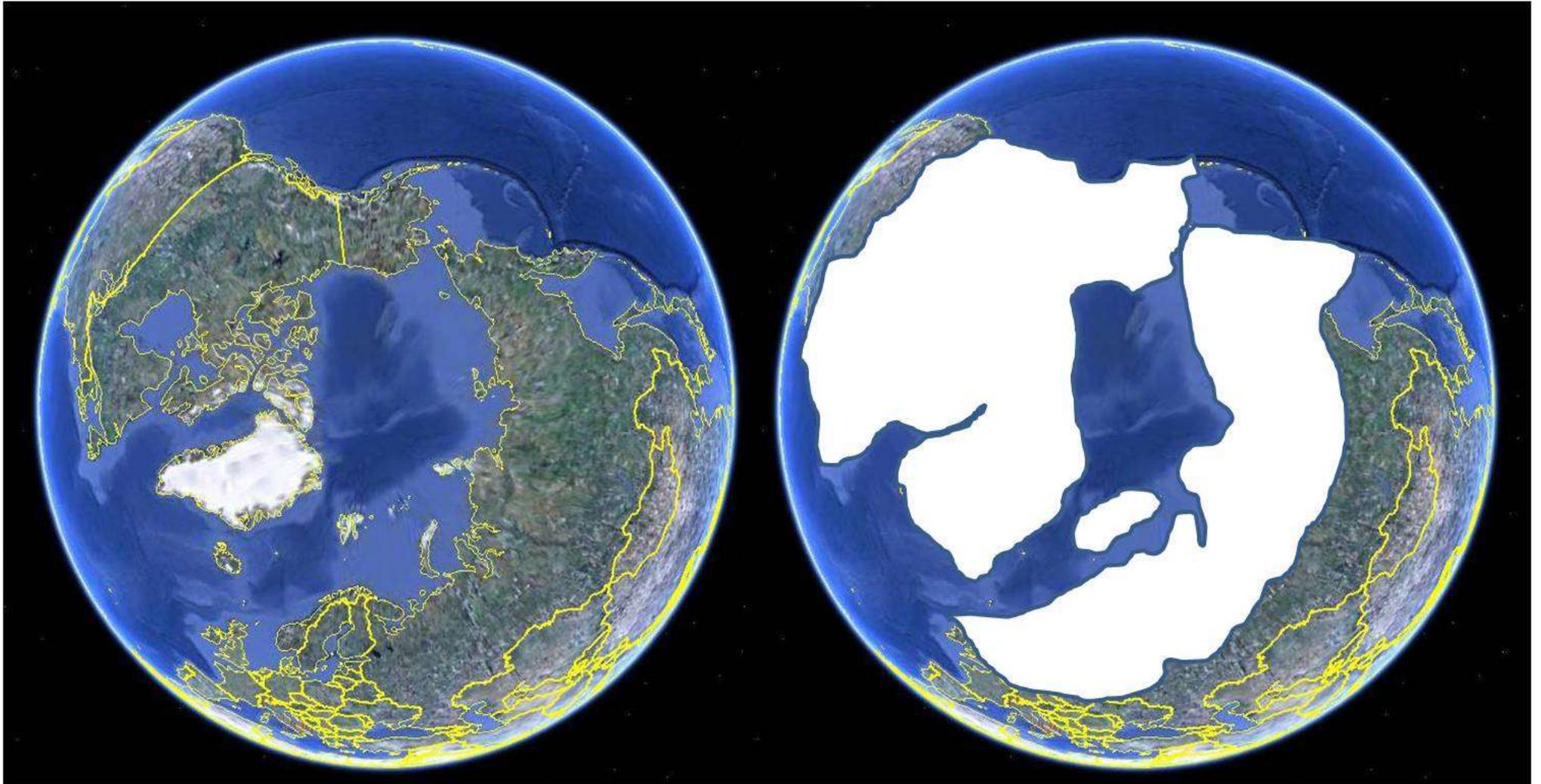
Le temperature medie superficiali sono in progressivo aumento



La maggiore riserva di acqua dolce sulla terra è rappresentata dai ghiacci



***Estensione dei ghiacci nell'emisfero settentrionale del pianeta oggi
(a sinistra) e nel corso dell'ultima glaciazione (a destra)***

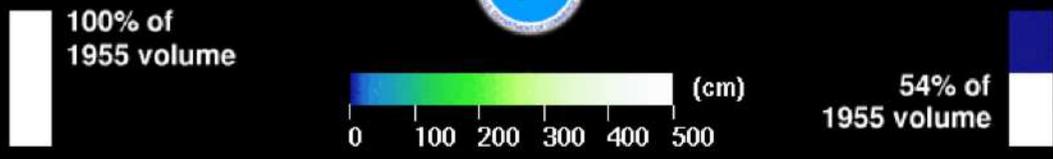
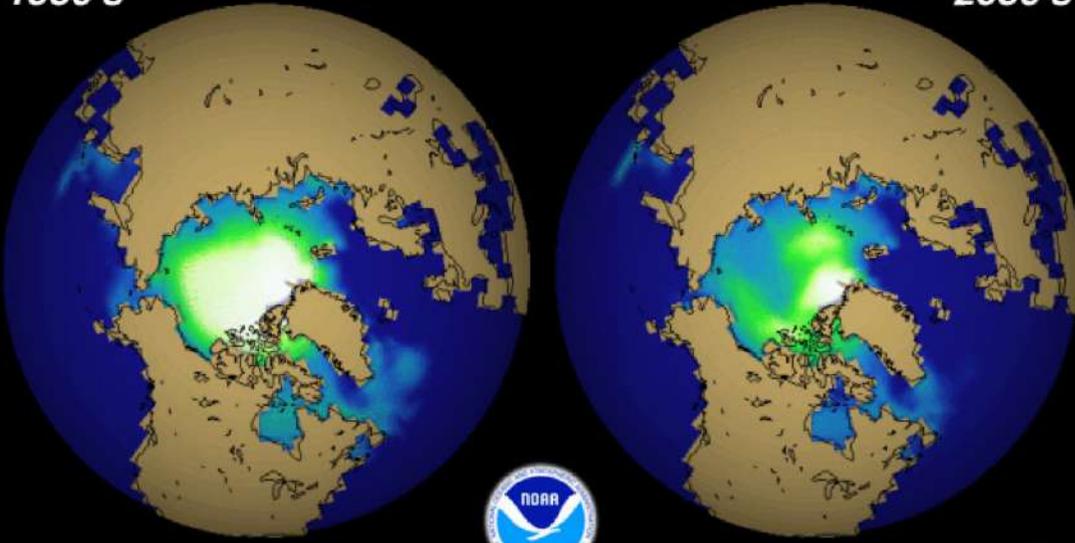


Negli ultimi 10.000 anni abbiamo goduto del relativo calore dell'ultimo periodo interglaciale (chiamato Olocene), durante il quale le temperature superficiali hanno subito fluttuazioni di solo 0,5-1,0 C° in un periodo di 100-200 anni.

Sea Ice Thickness (10-year average)

1950's

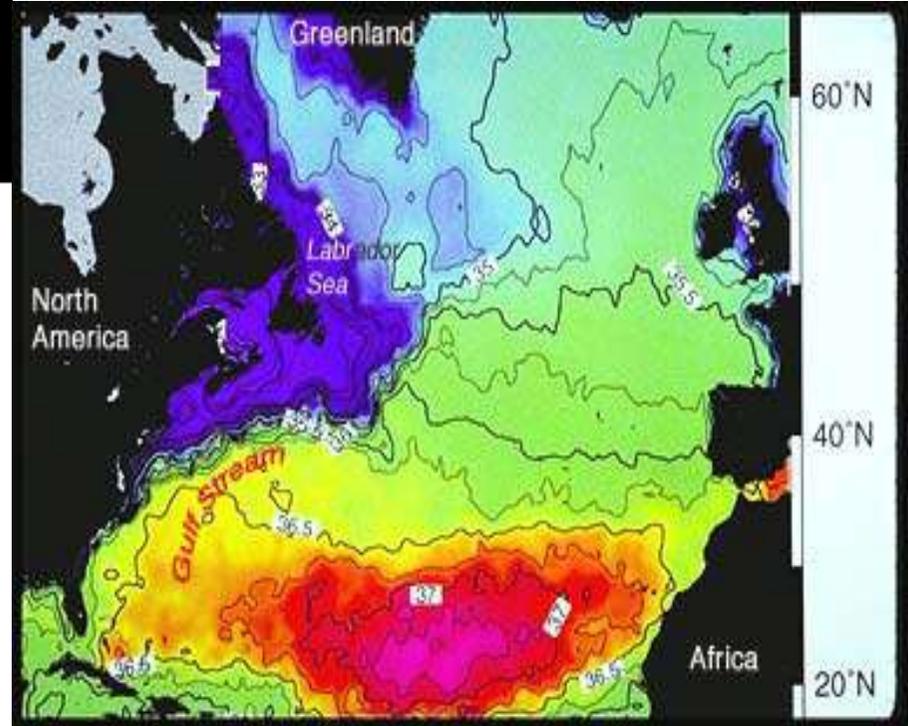
2050's



<https://www.travel365.it/specie-animale-rischio-estinzione-nel-mondo.htm>

Previsioni relative alla copertura di ghiaccio al Polo Nord, nel 2050 (apertura del passaggio a Nord-Ovest)

Diminuzione della salinità delle acque oceaniche alle latitudini più elevate



Map of salinity in Atlantic Ocean, 2002. Red = more saline. Blue = fresher. Courtesy Drs. Ruth and Bill Curry, Woods Hole Oceanographic Institute

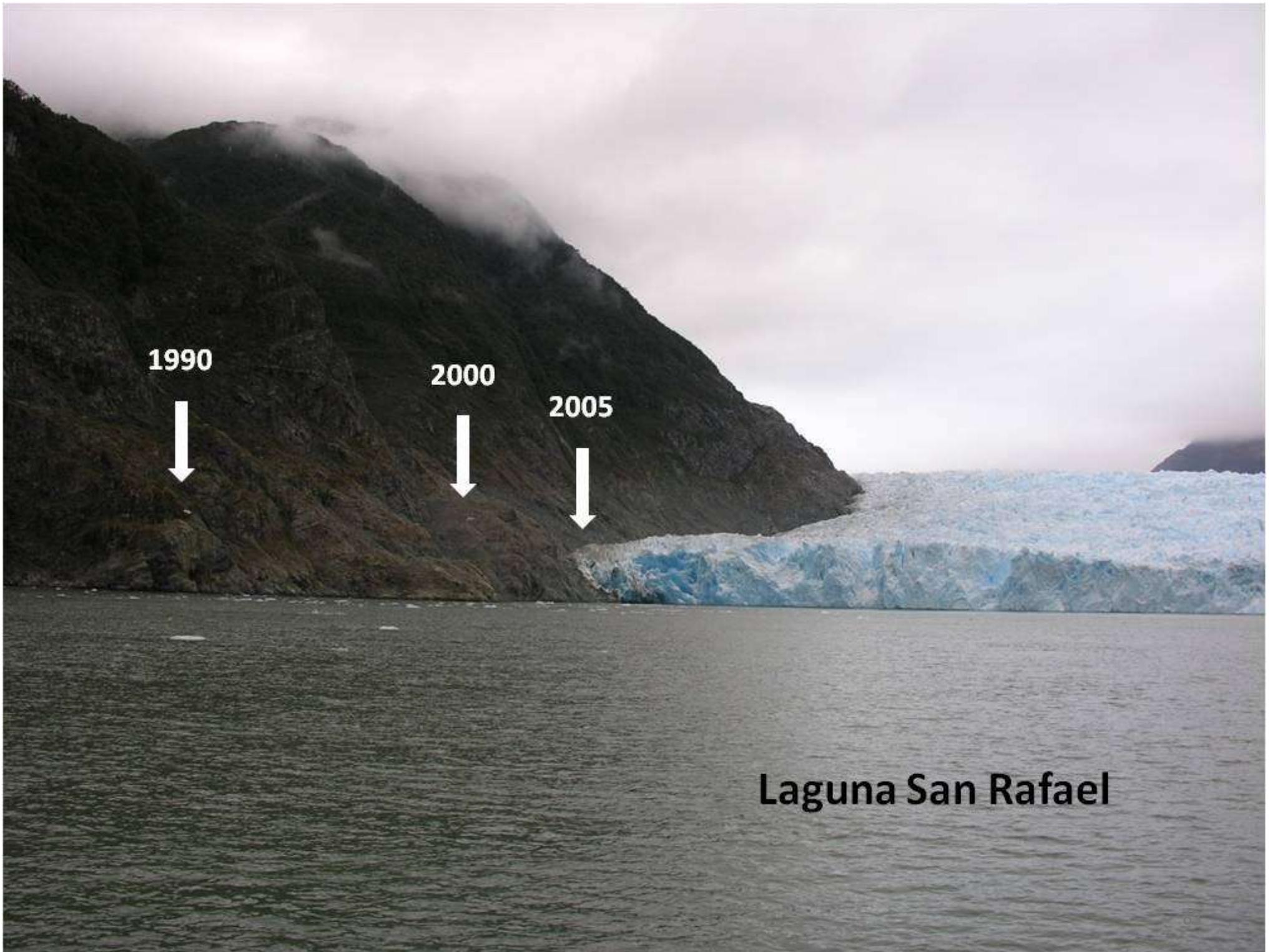
Minacce alla Biodiversità

Perdita di copertura dei ghiacciai

I ghiacciai dell'Alaska stanno retrocedendo ad una velocità due volte maggiore di quella prevista.

Il ghiaccio è retrocesso oltre il limite visibile.





1990



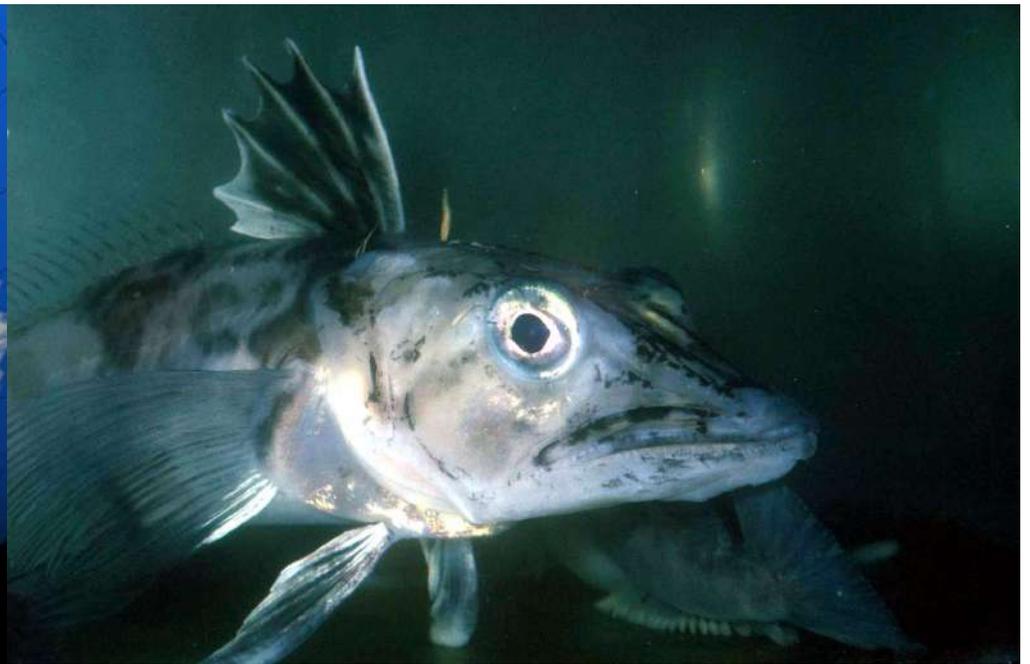
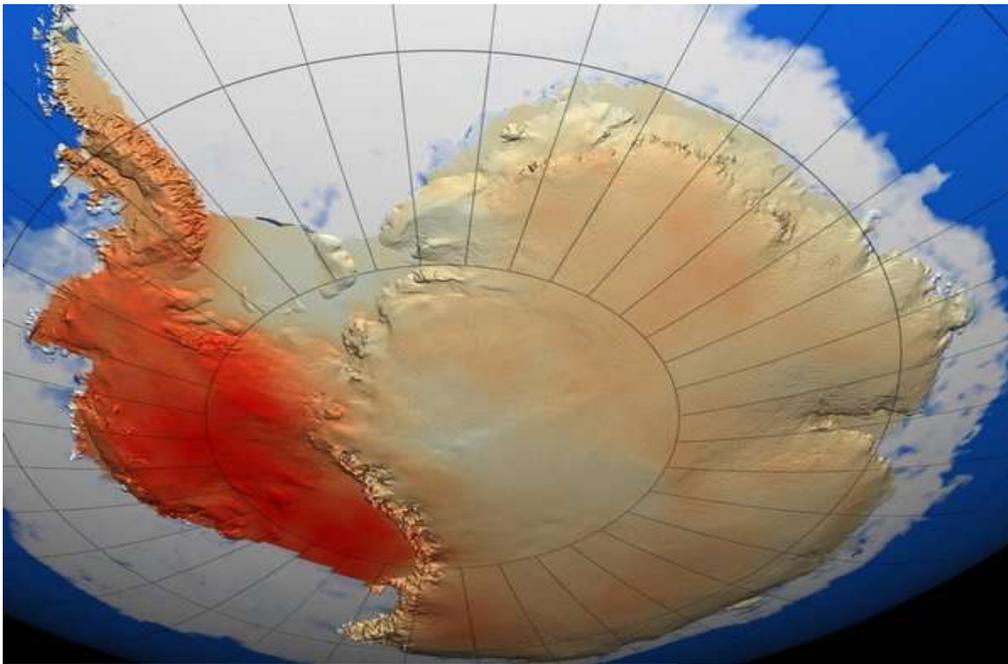
2000



2005



Laguna San Rafael



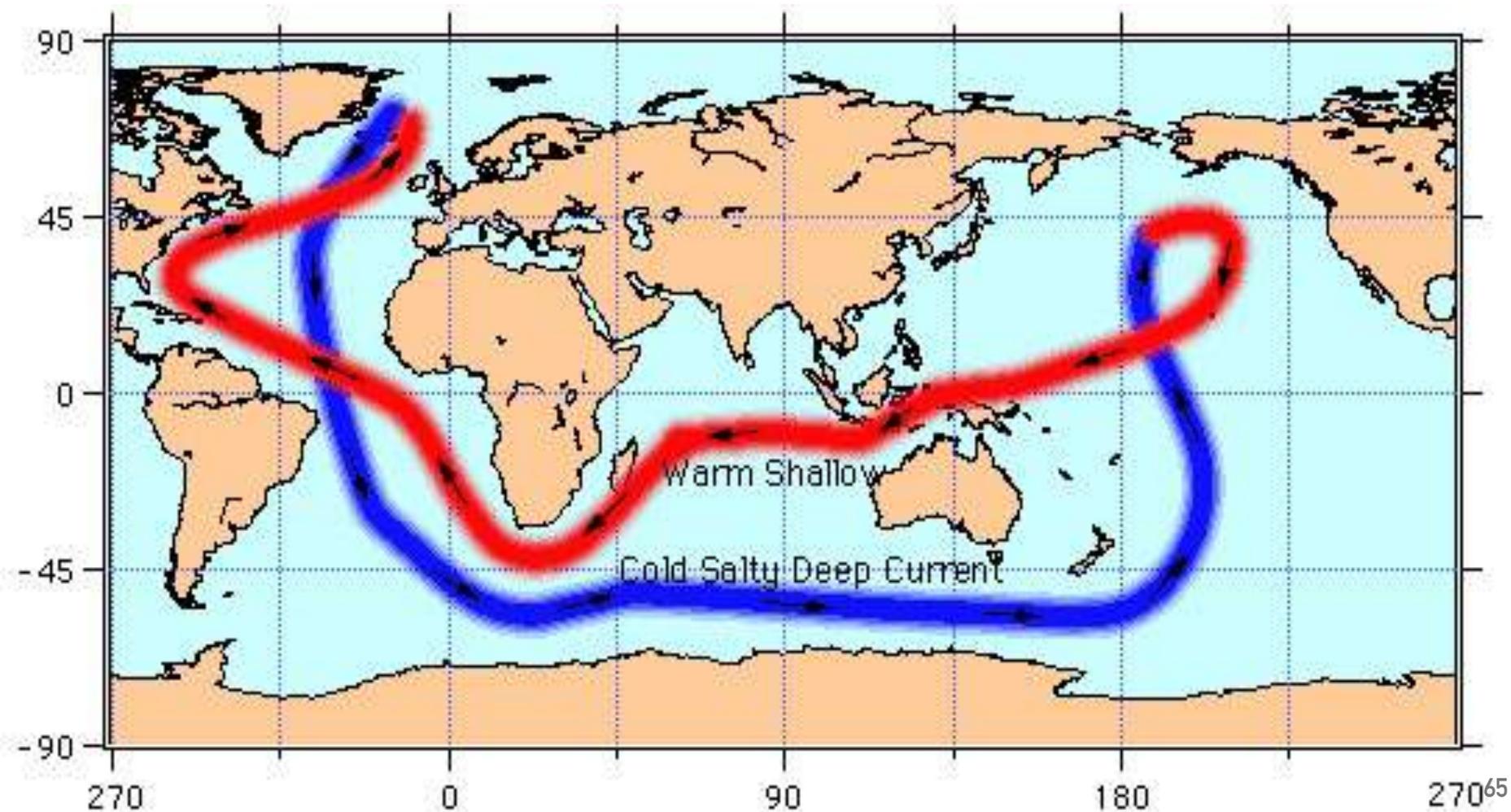
L'ice-fish antartico, vive a $-1,8^{\circ}\text{C}$; non sopravvive quando la temperatura supera gli 0°C

Le specie che vivono in Antartide sono adattate alle condizioni estreme che caratterizzano questo ambiente, le variazioni climatiche anche minime possono essere fatali

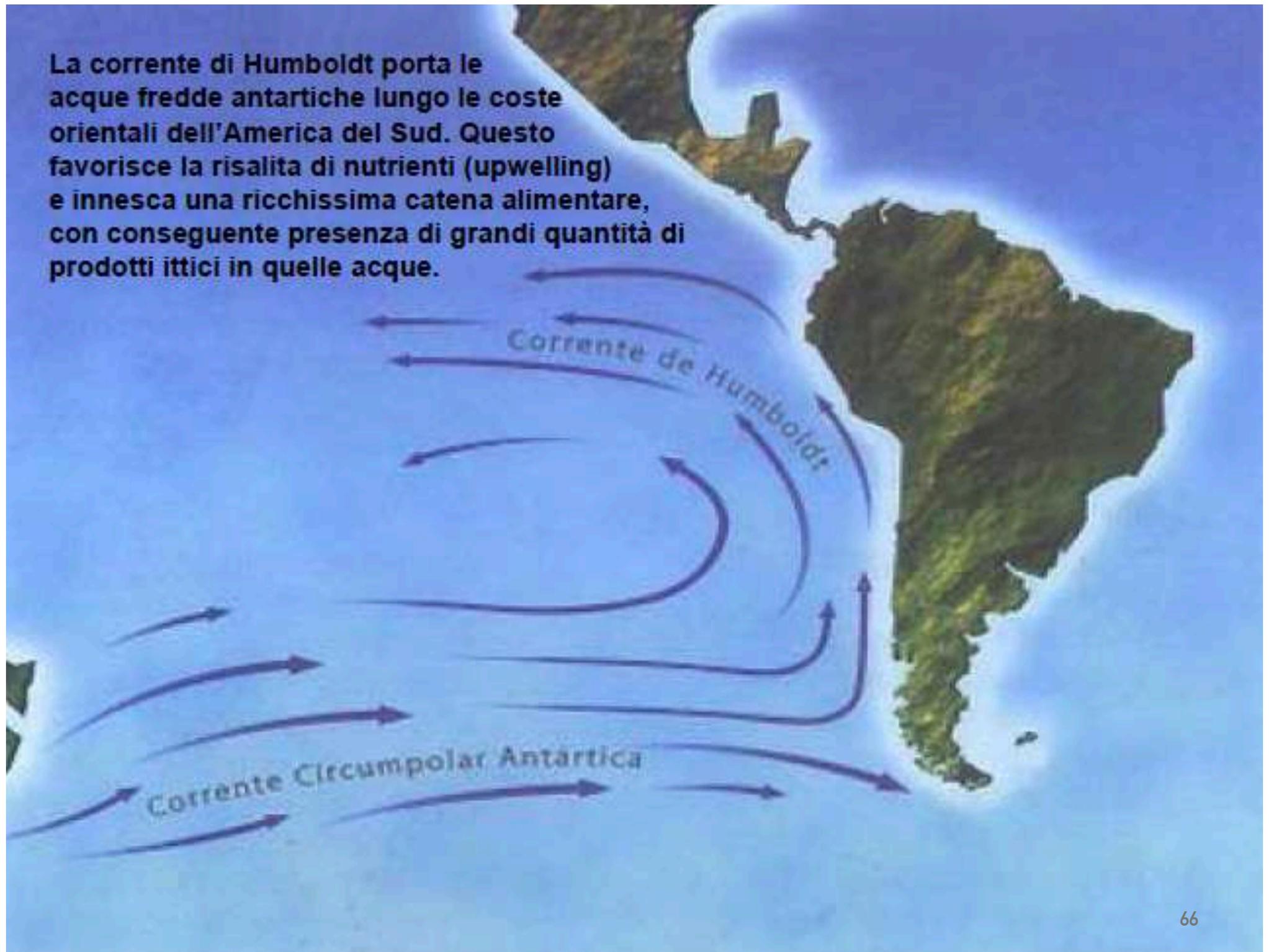
Gli impatti non sono legati solo alla temperatura: alterazione delle correnti oceaniche, effetti sul Great Ocean Conveyor Belt

Il “grande nastro trasportatore oceanico”, noto anche come “corrente oceanica di densità” è un esempio di circolazione termoalina.

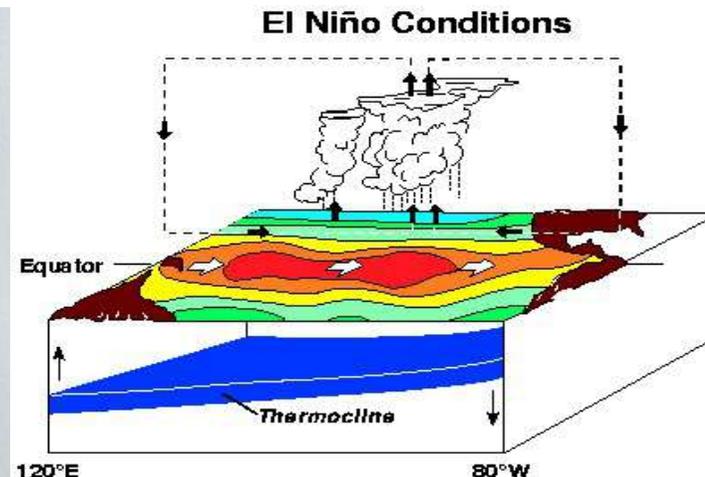
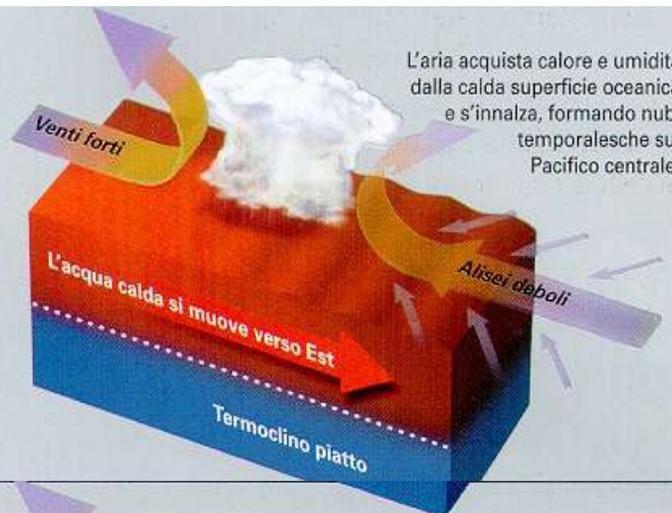
La corrente è forzata da differenze in temperatura e salinità che condizionano la densità dell'acqua su base globale.



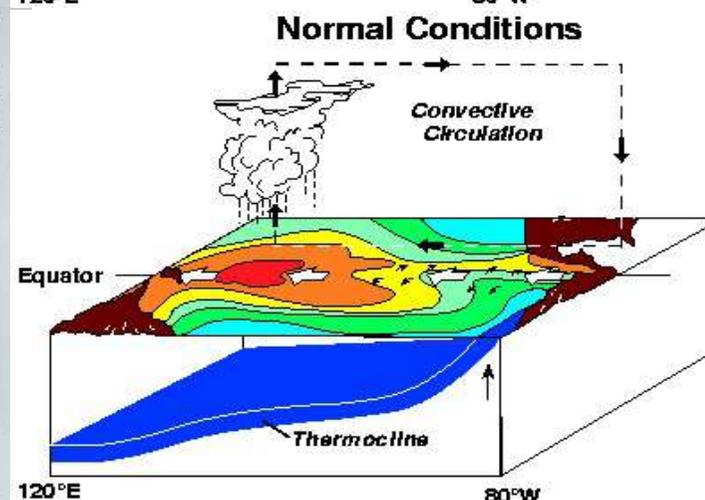
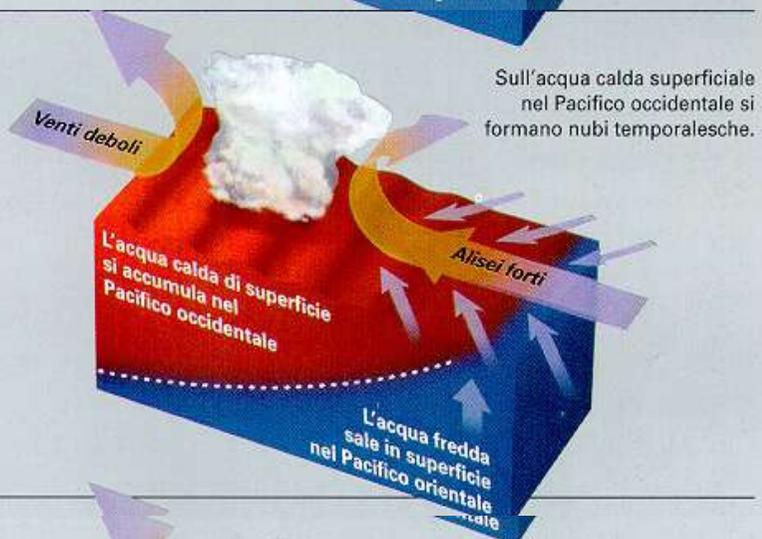
La corrente di Humboldt porta le acque fredde antartiche lungo le coste orientali dell'America del Sud. Questo favorisce la risalita di nutrienti (upwelling) e innesca una ricchissima catena alimentare, con conseguente presenza di grandi quantità di prodotti ittici in quelle acque.



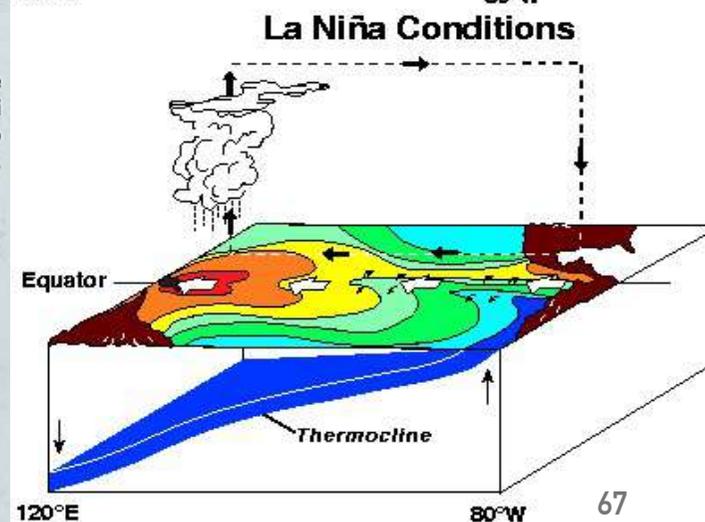
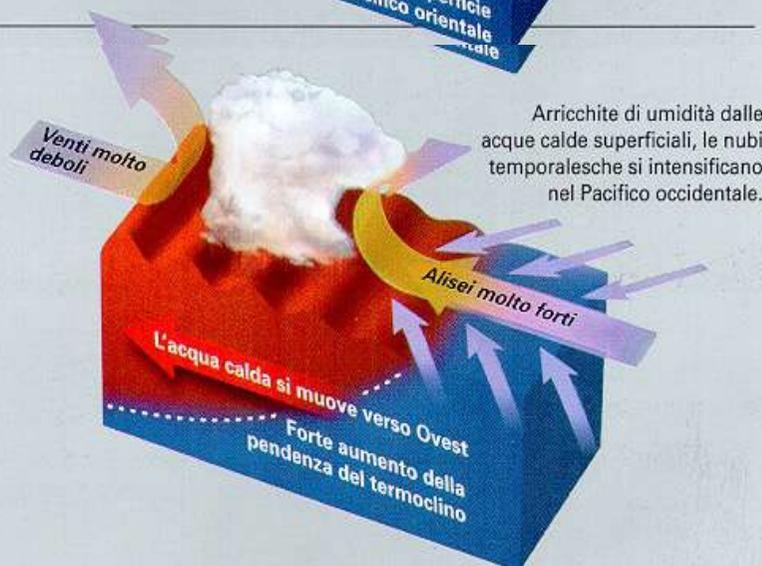
EL NIÑO / RISCALDAMENTO Mentre gli alisei da Est si indeboliscono, l'acqua calda del Pacifico occidentale si sposta a oriente. Questo strato, in genere profondo 150 m, scivola su acqua più fredda, ricca di nutrienti, ne blocca la risalita lungo l'America del Nord e del Sud, e la vita marina può patire per la scarsità di cibo.



NORMALE Gli alisei d'abitudine mantengono un equilibrio fra l'acqua calda del Pacifico occidentale e l'acqua fredda del Pacifico orientale. Il sole continua a scaldare l'acqua a oriente, ma il termoclino, cioè il confine tra l'acqua calda e quella fredda, ricca di nutrienti, si trova a 40 metri sotto la superficie.



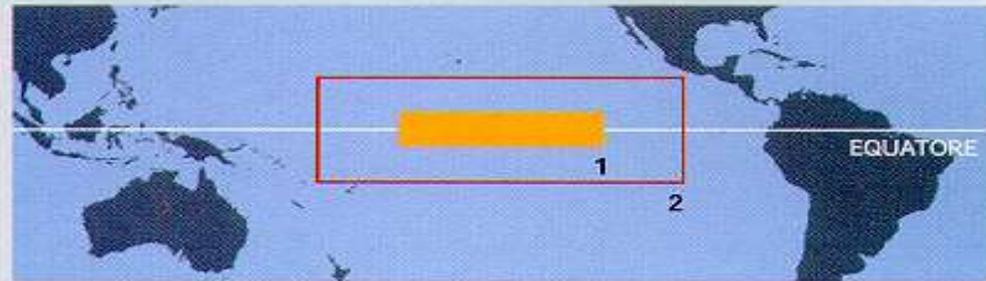
LA NIÑA / RAFFREDDAMENTO Spinta verso Ovest da forti alisei, l'acqua calda superficiale scorre verso l'Asia. L'acqua più fredda e profonda sale in superficie lungo le Americhe. I nutrienti diventano più abbondanti e l'evaporazione cala: si riduce così la formazione di nubi temporalesche e diminuisce la pioggia sulla regione.



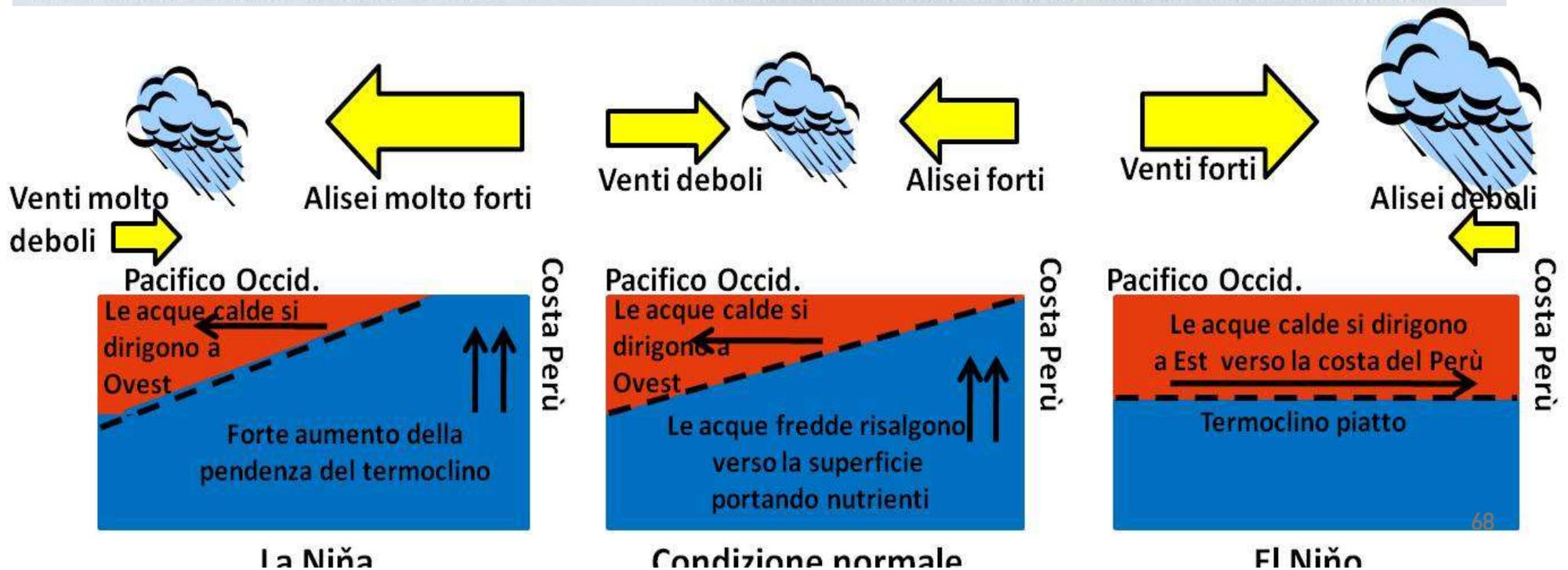
Condizioni del Niño e della Niña



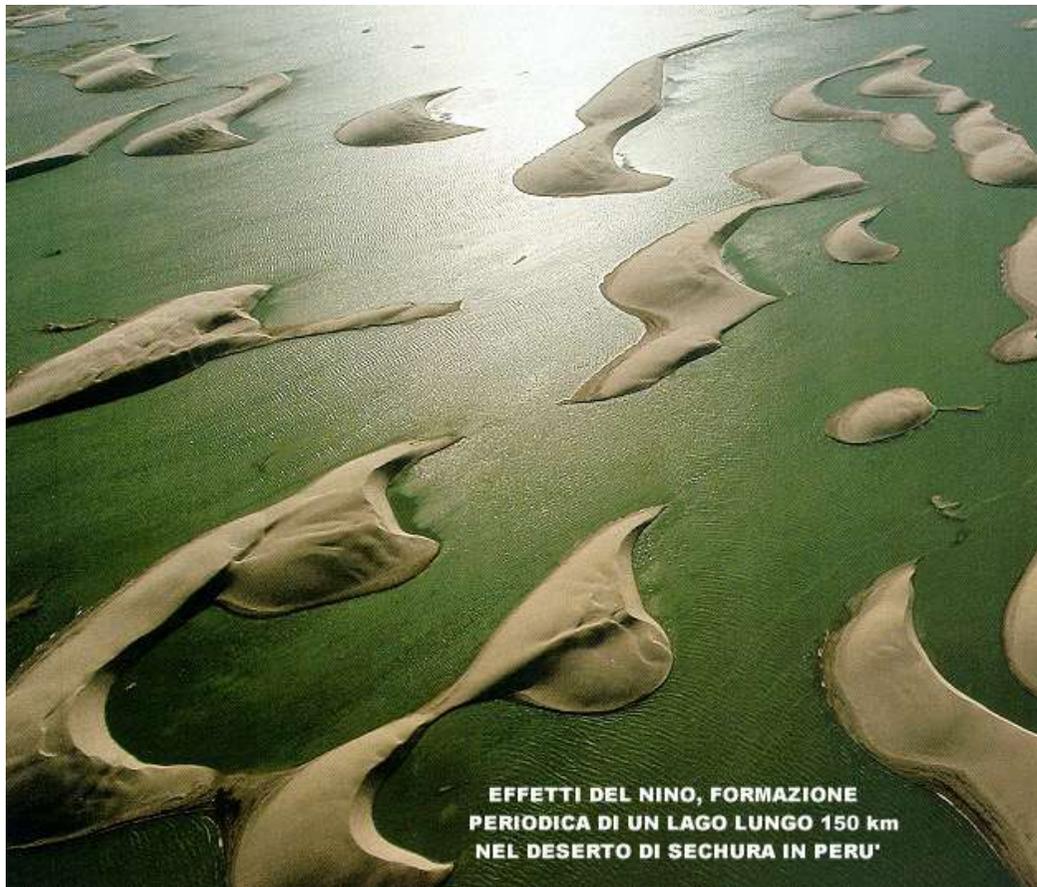
Come un titanico recipiente in cui il liquido sciaborda da una parte all'altra, il Pacifico contiene enormi masse di acque calde e fredde contrastanti. Negli ultimi 50 anni, il lento ciclo delle acque ha creato nel 31% dei casi le condizioni per l'arrivo di El Niño; nel 23%, le condizioni per La Niña.



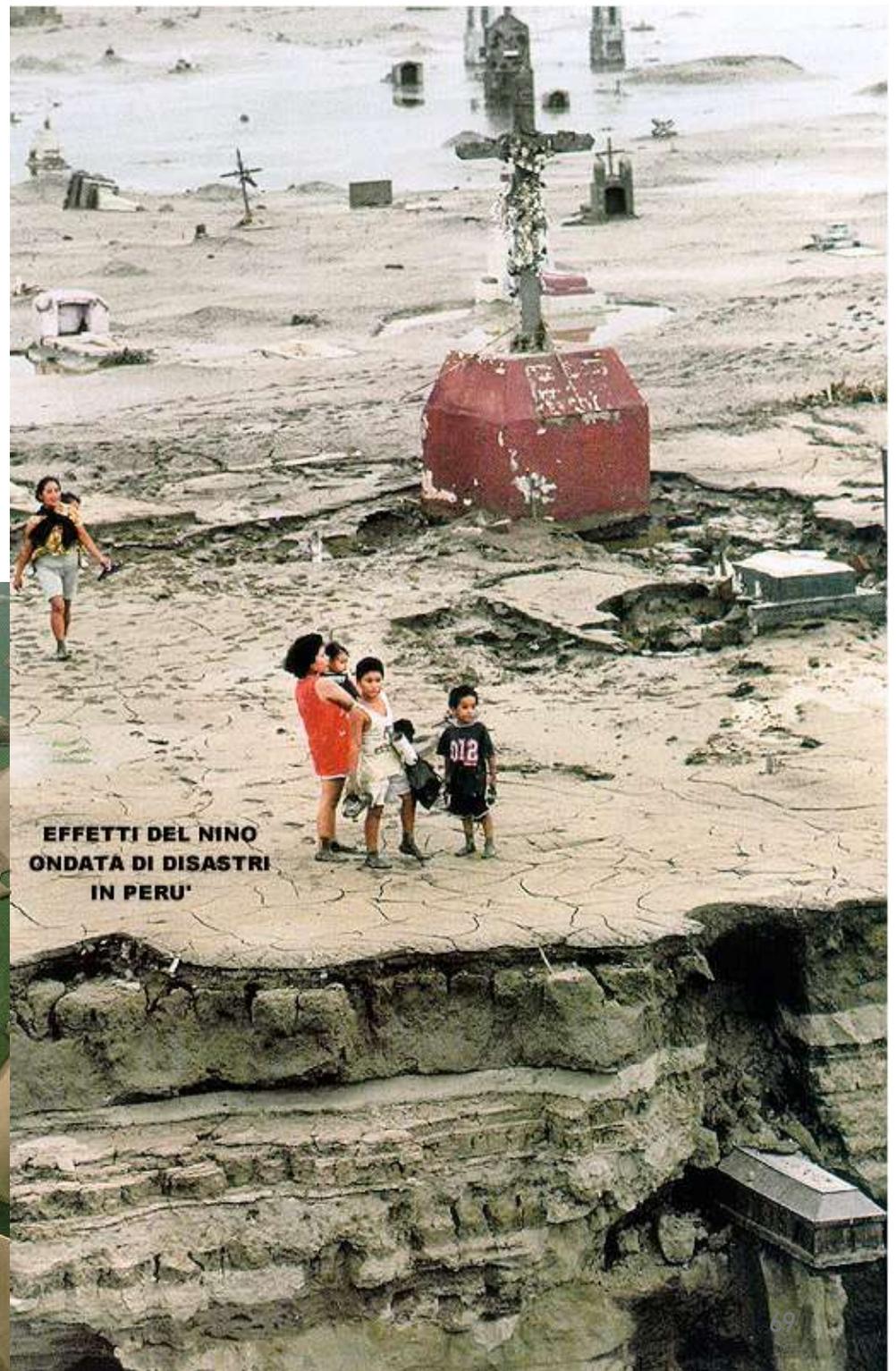
1. I dati del grafico (sopra) sono ricavati da rilevamenti in una zona a Ovest del Perù. 2. Il rettangolo delimita l'area rappresentata in sezione (sotto).



Devastazioni ambientali ed eventi critici sempre più violenti



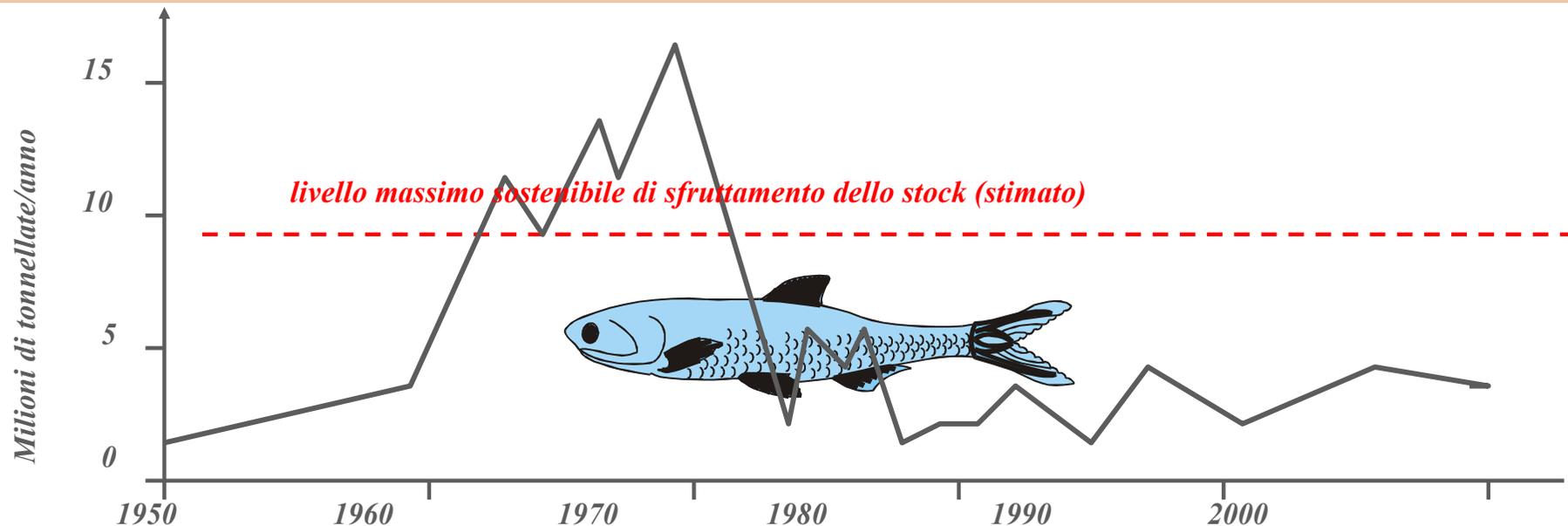
EFFETTI DEL NINO, FORMAZIONE PERIODICA DI UN LAGO LUNGO 150 km NEL DESERTO DI SECHURA IN PERU'



EFFETTI DEL NINO ONDATA DI DISASTRI IN PERU'

Effetti delle variazioni climatiche sugli stock ittici

Pesca dell'acciuga peruviana: la crisi degli anni '70



La pesca delle acciughe è andata in crisi con conseguenze socio-economiche importanti a seguito dello sfruttamento eccessivo dello stock e del cambiamento climatico legato al Niño.

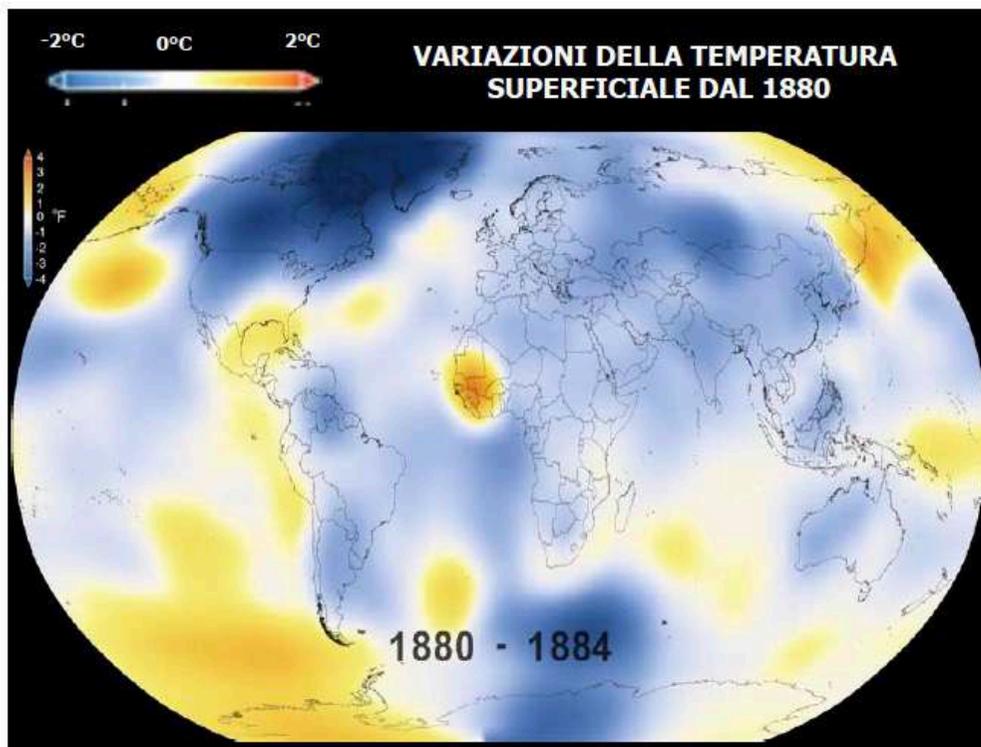
Il fenomeno meteorologico è legato ad un innalzamento della temperatura dell'acqua dell'oceano con un conseguente appiattimento del termoclino.

Le variazioni del termoclino determinano lo spostamento dell'areale di distribuzione delle acciughe, rendendone più difficile la cattura da parte delle flotte pescherecce locali.

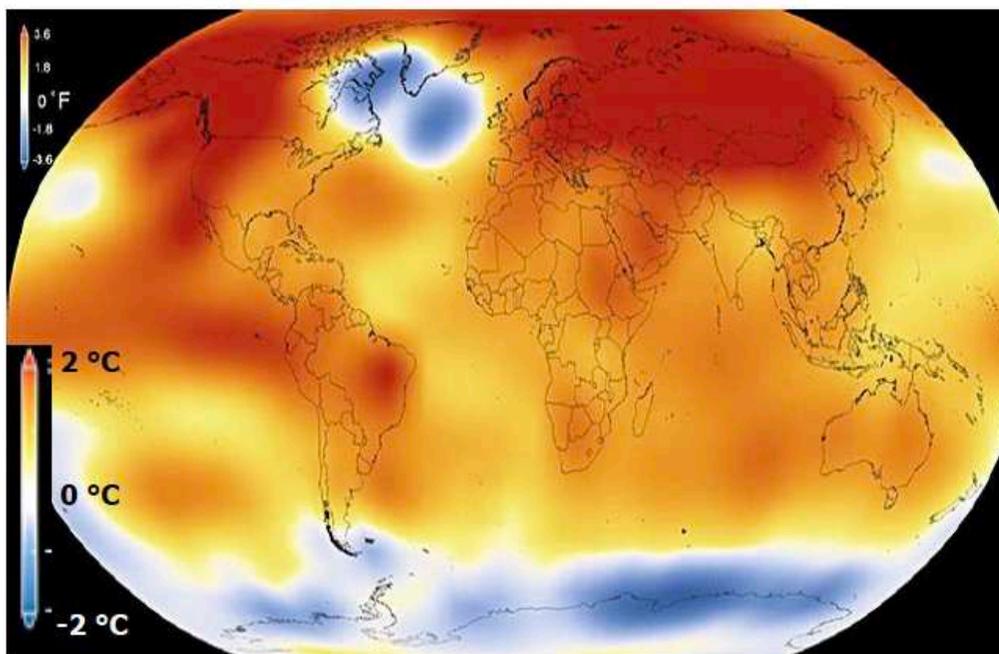
**I pinguini delle Galapagos
"a rischio" per l'aumento di
temperatura derivato dal Nino**



*Lo spostamento delle acque
calde dovuto al Niño ad Est
verso la costa del Perù
porta impatti termici
significativi anche nelle
Galapagos*



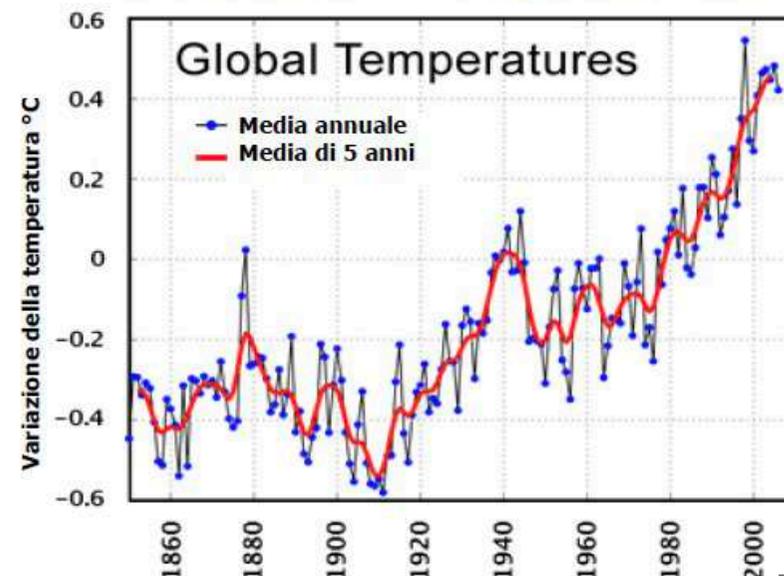
NEL 2015 LE TEMPERATURE SUPERFICIALI DELLA TERRA SONO STATE LE PIÙ ELEVATE DAL 1880, ANNO DI CUI DISPONIAMO MISURE ATTENDIBILI (dati NASA e NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration).



Si calcola che ogni anno il sole irradia sulla Terra 20.000 miliardi di TEP (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) rispetto ad una domanda annua di energia notevolmente inferiore, di circa 12 miliardi di TEP (in Italia si utilizzano annualmente circa 200 milioni di TEP).

Praticamente quasi tutta l'energia che oggi utilizziamo ha origine dalla radiazione solare, compresi i combustibili fossili, ed è una fonte praticamente inesauribile su scala temporale lunga (si prevede che il sole completerà il suo ciclo in circa 4 miliardi di anni).

L'Era Industriale: Negli ultimi 100 anni si è avuto un aumento significativo delle temperature del pianeta, collegato all'aumento delle emissioni di gas serra a causa delle attività dell'uomo.

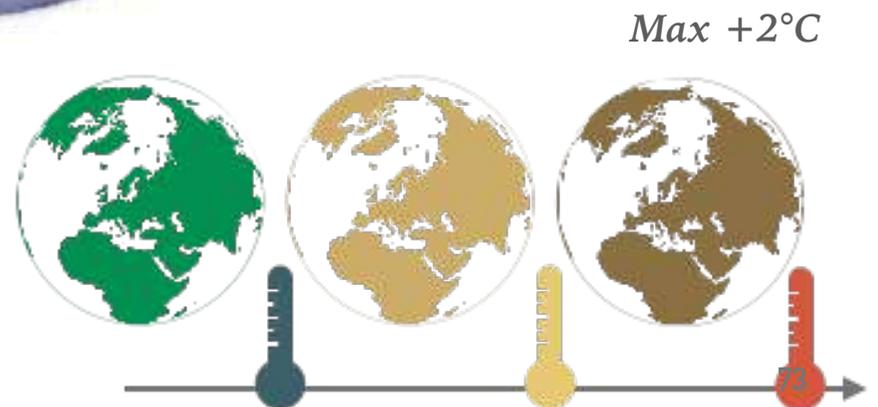


2005: International Scientific Symposium on Stabilization of Greenhouse Gases



Il mondo deve rimanere al di sotto di un aumento della temperatura globale media di $+2^{\circ}\text{C}$ per prevenire i peggiori impatti del riscaldamento globale

© *Malte Meinshausen*



Produzione globale e decomposizione

Ogni anno sulla Terra la fotosintesi produce 10^{17} grammi di sostanza organica (100 miliardi di tonnellate). Una quantità approssimativamente uguale viene decomposta da parte degli organismi viventi, con la respirazione, ad anidride carbonica ed acqua.



Se la fotosintesi (produzione) e la respirazione (decomposizione) sono della stessa dimensione (10^{17} grammi di sostanza organica per anno), non si avranno variazioni della vegetazione sul pianeta e della CO_2 in atmosfera. Quando predomina in maniera significativa la produzione si ha un aumento della vegetazione sul pianeta, ed una diminuzione della CO_2 atmosferica. In caso contrario diminuisce la vegetazione e aumenta la CO_2 atmosferica.

Per molto tempo sul nostro pianeta, a partire da 1,6 miliardi di anni (Cambriano), la produzione ha superato la decomposizione. Questo ha portato in molti milioni di anni alla rimozione della maggior parte dell'anidride carbonica nell'atmosfera e alla liberazione nella stessa dell'ossigeno che è elemento fondamentale per la vita.

Circa 300 milioni di anni fa, un eccesso di produzione ha portato alla formazione di una grande copertura vegetale, che successivamente ha costituito i depositi fossili (carbone e petrolio) che oggi utilizziamo per produrre energia.



Concetto artistico della foresta pluviale del Carbonifero (Immagine cortesia Mark Ryan. Tutti i diritti riservati)

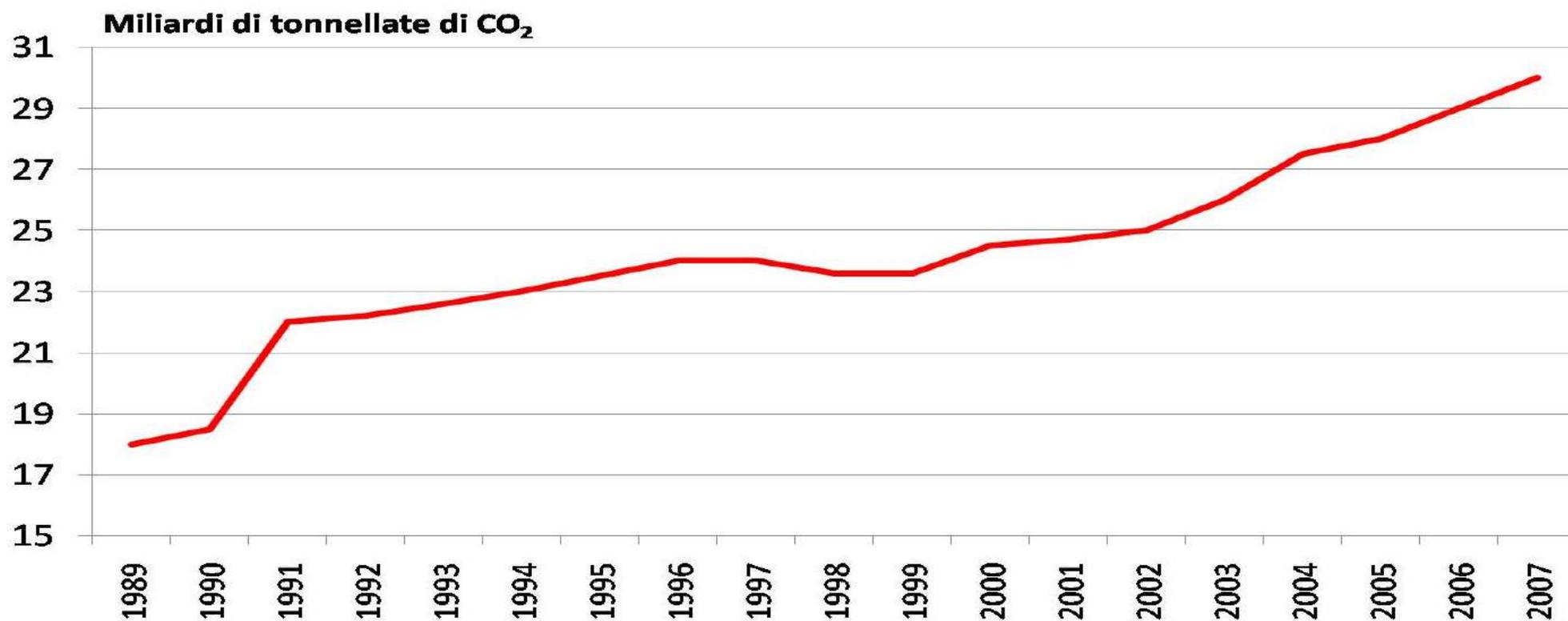
Produzione globale e decomposizione oggi

Negli ultimi 100 anni, il forte aumento delle attività agricole ed industriali, ha portato ad una notevole immissione di anidride carbonica in atmosfera (bruciare il carbone e il petrolio ad esempio aumenta la decomposizione, seppur di materiali prodotti molti milioni di anni fa).

Questo sta causando un potenziamento dell'effetto serra che determina un sensibile aumento della temperatura del pianeta con gravi conseguenze non solo a livello climatico, ma anche sulla struttura degli ecosistemi (ad esempio si sta verificando con l'innalzamento della temperatura dell'oceano la scomparsa di alcune barriere coralline).



Emissione di anidride carbonica dal consumo di combustibili fossili negli ultimi anni.

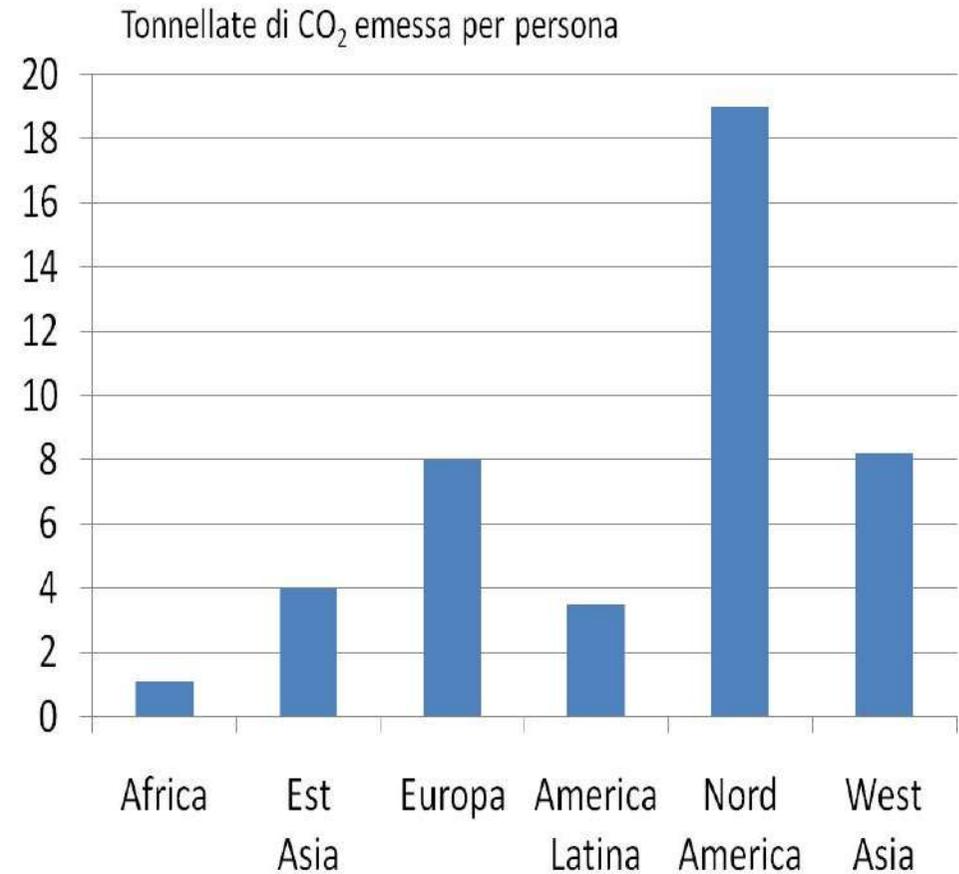
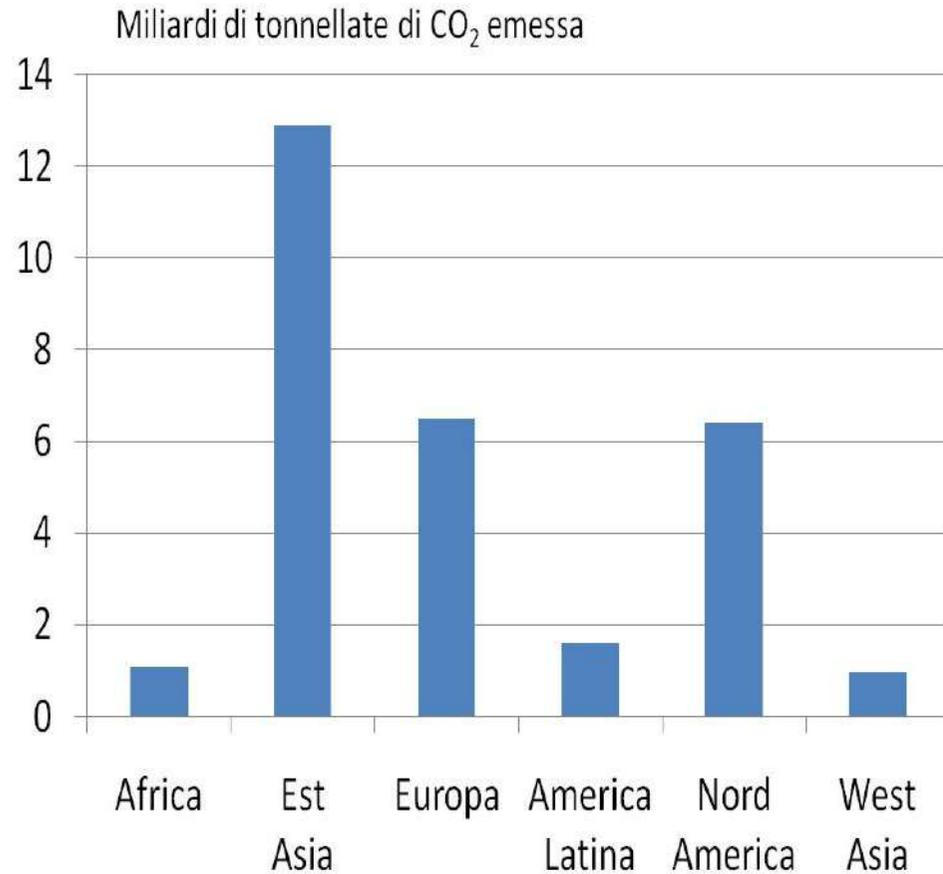


Negli ultimi venti anni le emissioni di anidride carbonica legate al consumo di combustibili fossili in tutto il pianeta è passato dai 17 miliardi di tonnellate del 1989 a 30 miliardi di tonnellate nel 2007. Il Comitato Intergovernativo sul Cambiamento Climatico (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) nel suo Rapporto del 2007 ritiene che la temperatura media del pianeta sia aumentata di circa 0,76°C dalla fine del XIX° secolo. Inoltre, sulla base delle tendenze attuali di emissione dei gas serra, vi è la stima di un ulteriore aumento della temperatura media terrestre tra 1,1 e 6,4°C nel corso del XXI° secolo.



Oltre che irta di ostacoli, la strada da percorrere è ancora lunga. La crisi energetico-climatica è inestricabilmente legata ad iniquità e disuguaglianze, come sottolineato da papa Francesco nella sua enciclica [*Laudato si*] e documentato da un recente rapporto Oxfam (<https://www.oxfam.org/en/research/extreme-carbon-inequality>). E' una crisi generata dai ricchi che però colpisce maggiormente i poveri. Il 50% delle emissioni è attribuibile al 10% della popolazione più ricca.

Emissione di anidride carbonica nell'anno 2007 per aree e procapite.

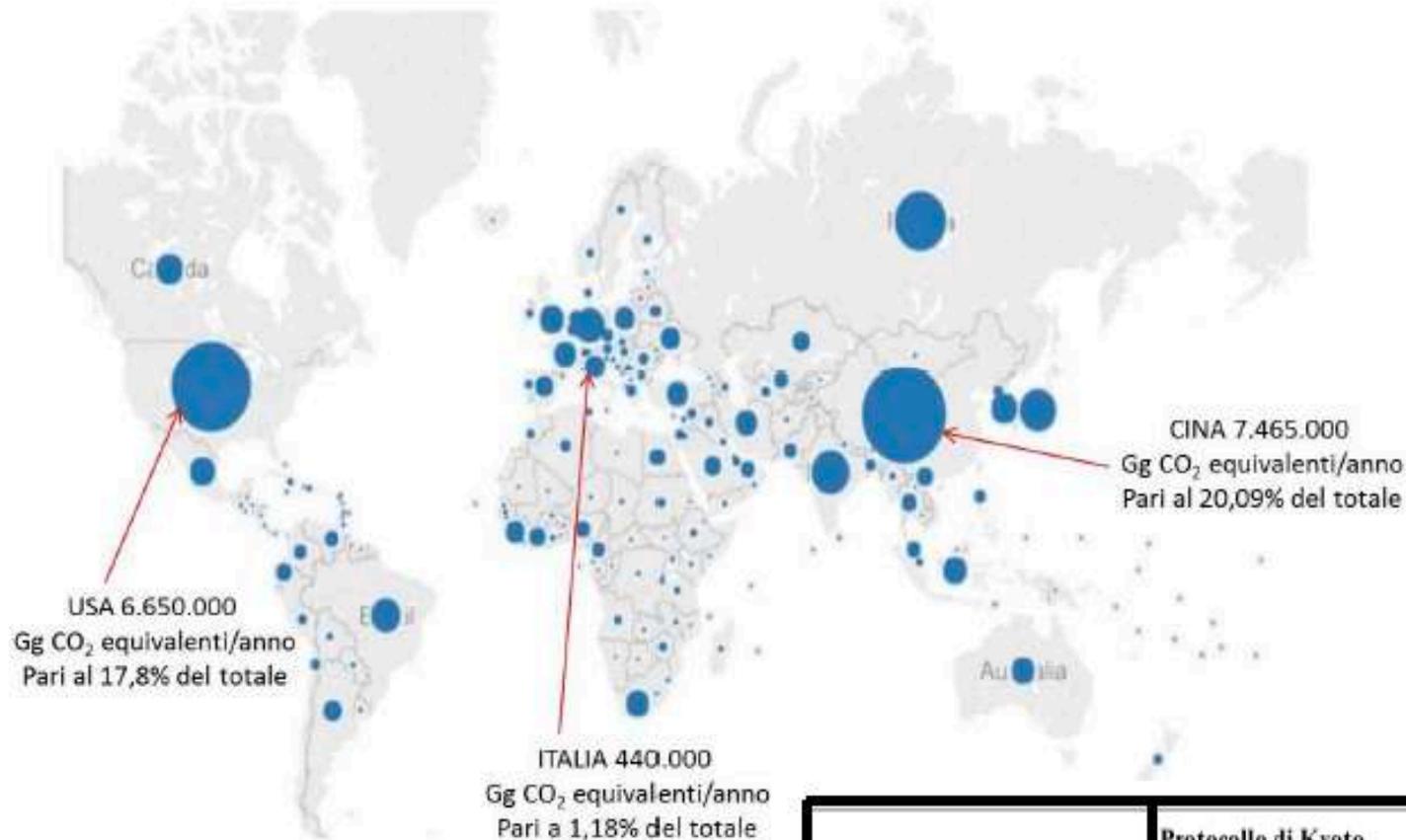


Il progresso che si farà nella riduzione delle emissioni dei gas serra nell'immediato futuro determinerà il livello di riscaldamento globale a cui dovranno andare incontro le generazioni che verranno. L'approccio dovrà essere necessariamente coordinato, infatti i progressi fatti con la riduzione delle emissioni in un determinato settore possono essere facilmente compromessi dall'aumento delle emissioni in un altro.

In ogni caso le azioni intraprese finora a livello internazionale e locale non sono confortanti e la situazione continua a peggiorare.

EMISSIONI DI CO₂ NEI VARI PAESI DEL MONDO (anno 2013)

Totale calcolato 38.000.000 Gg CO₂ equivalenti

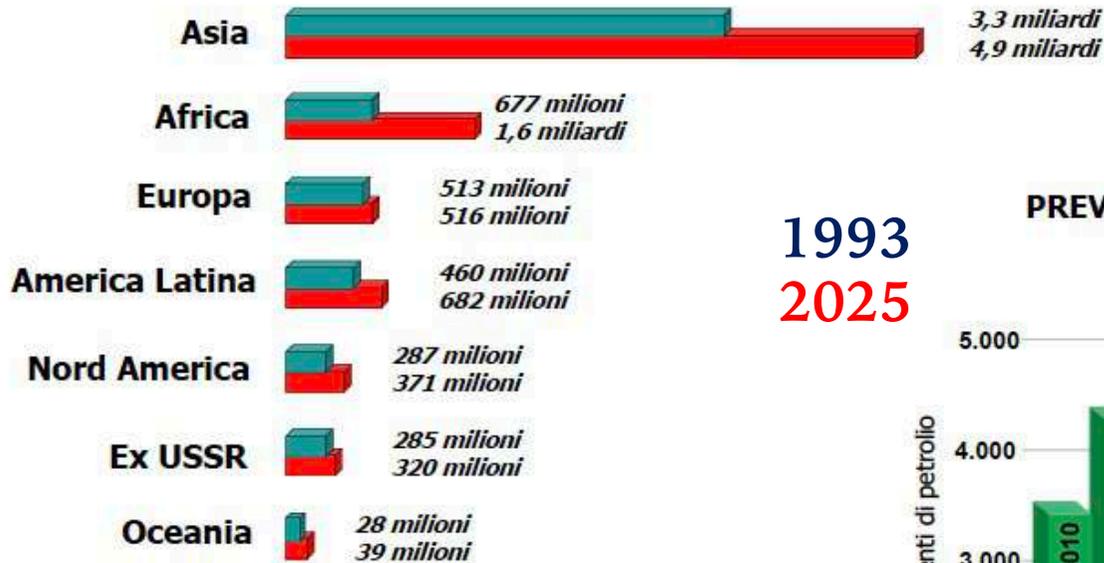


	Protocollo di Kyoto	Accordo di Parigi
Paesi con impegni di riduzione	37 paesi industrializzati, responsabili di meno del 30% delle emissioni globali nell'anno 2005, anno di entrata in vigore del Protocollo	Impegni di riduzione volontari sono stati presentati da oltre 180 paesi, responsabili di almeno il 95% delle emissioni globali nell'anno 2012
Entità della riduzione prevista rispetto ad uno scenario 'baseline' senza politiche climatiche	1,5 Gt CO ₂ nel 2010 2,8 Gt CO ₂ nel 2020	8 Gt CO ₂ nel 2020 11Gt CO ₂ nel 2030

Previsioni della popolazione per regioni, nel 1993 e nel 2025

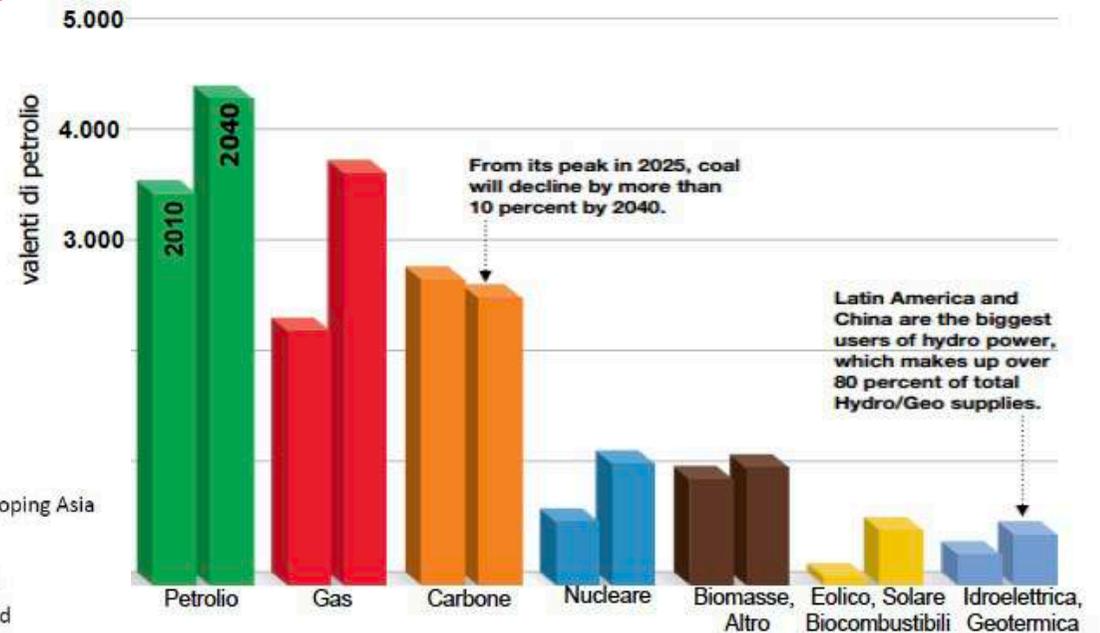
(Dati dal Population Reference Bureau e dalla World Bank)

Quale futuro ci attende?

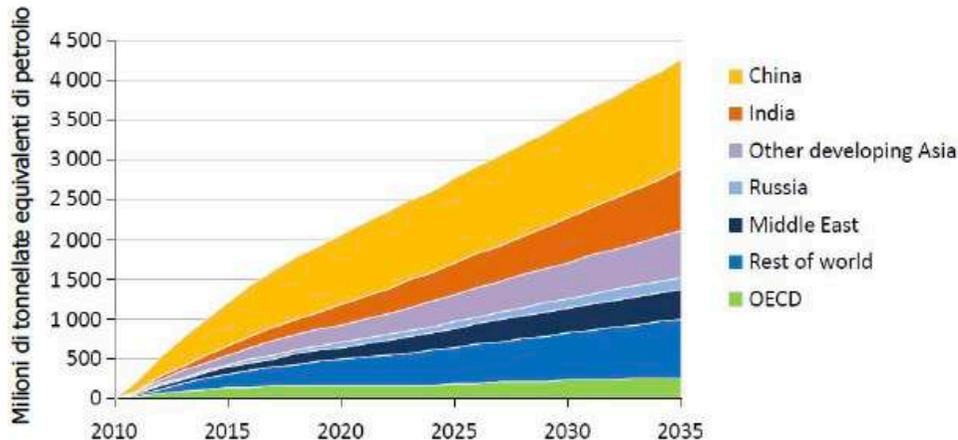


1993
2025

PREVISIONE DELLA RICHIESTA GLOBALE DI ENERGIA PER TIPO DI FONTE (2010 – 2040)

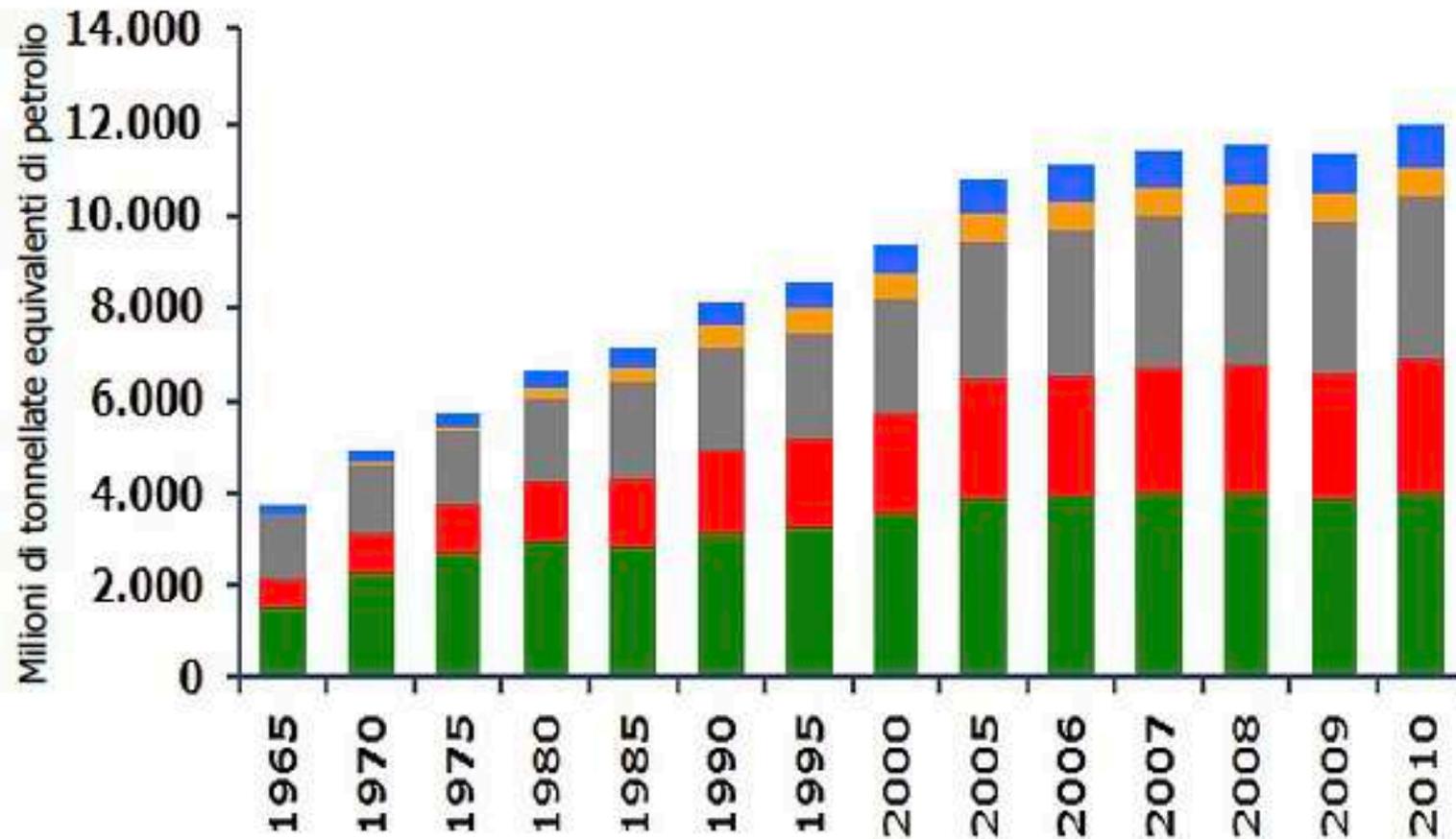


I CONSUMI DEI PROSSIMI 25 ANNI



La domanda di energia dovrebbe crescere di circa 1/3 nei prossimi 25 anni. Il 90% di questo incremento verrà dai paesi non OCSE, con due paesi che avranno un ruolo fondamentale: Cina e India. La Cina nel 2035 avrà una domanda di energia per persona che è la metà di quella USA, quindi avendo ancora enormi margini di aumento.

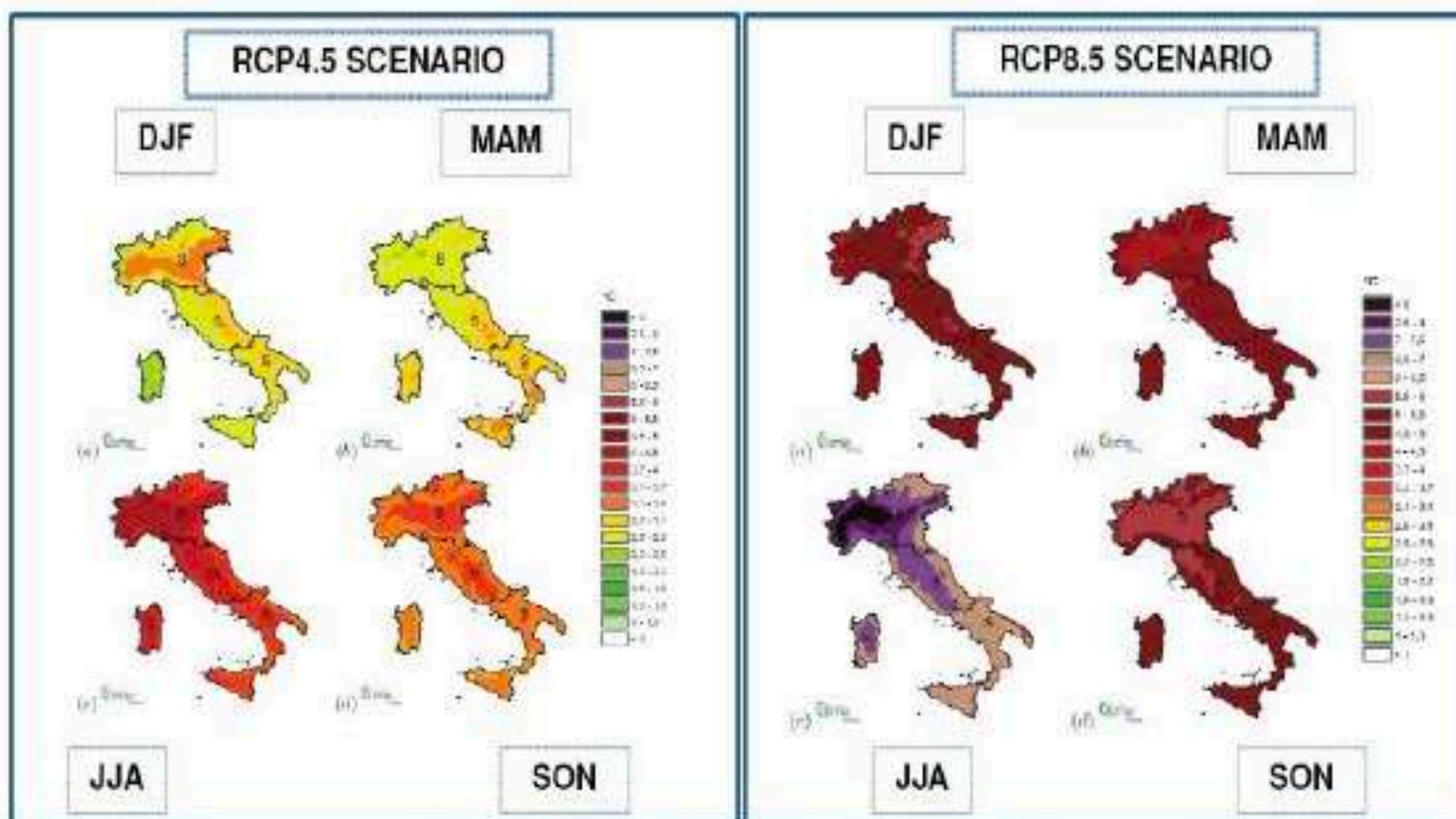
Consumi di energia per fonte - Mondo -



Fonti: Elaborazioni OPEF su dati BP

■ Petrolio ■ Gas ■ Carbone ■ Nucleare ■ Rinnovabili

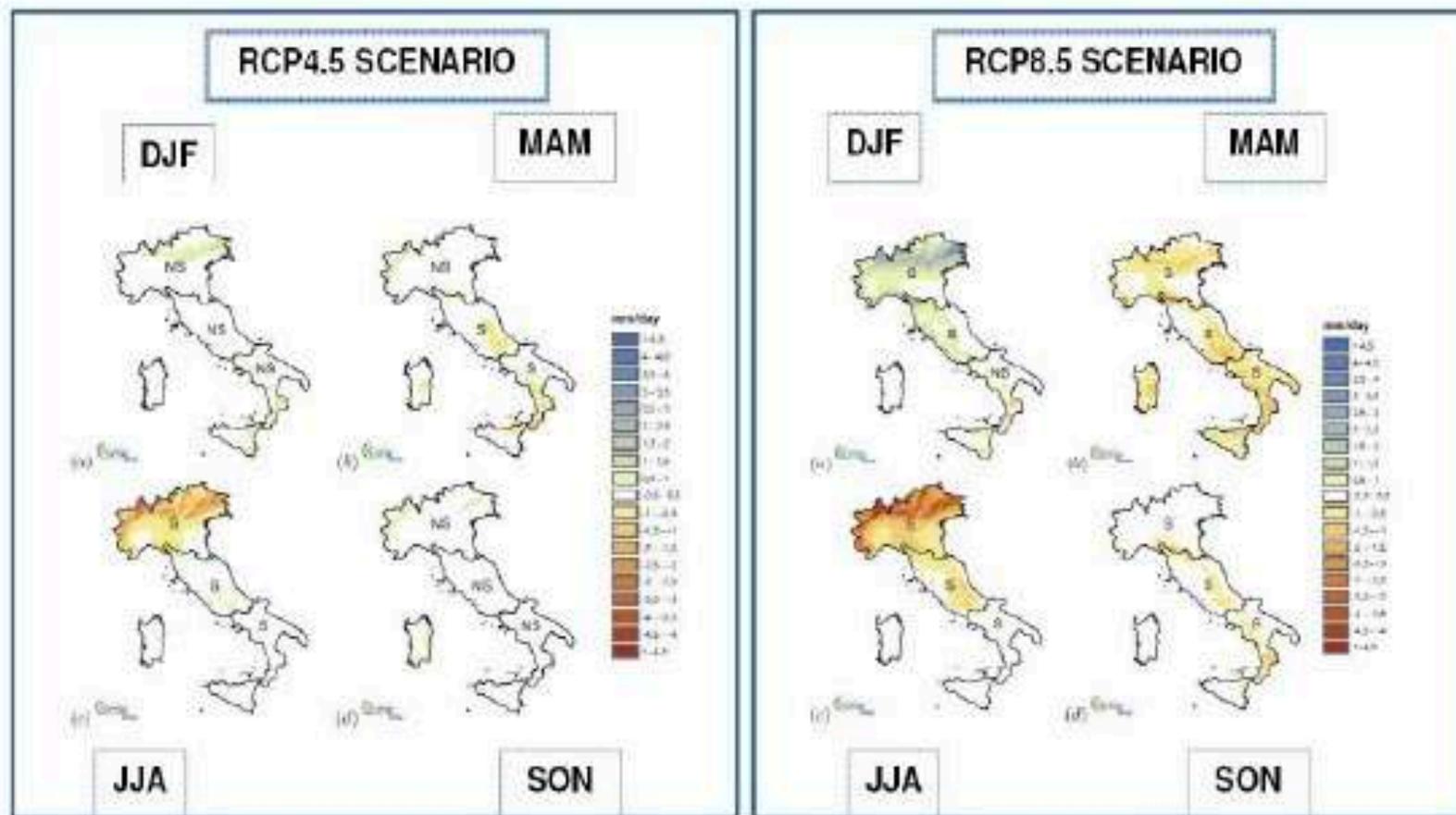
PROIEZIONI SULL'ANDAMENTO DELLE TEMPERATURE: CONFRONTO DEL PERIODO 2071-2100 RISPETTO AL PERIODO 1971-2000



Lo scenario RCP4.5 prevede un riscaldamento medio in Italia di 3°C, con picchi di 4°C nella valle del Po in inverno

Lo scenario RCP8.5 prevede un riscaldamento medio molto più elevato, con forti differenze stagionali.

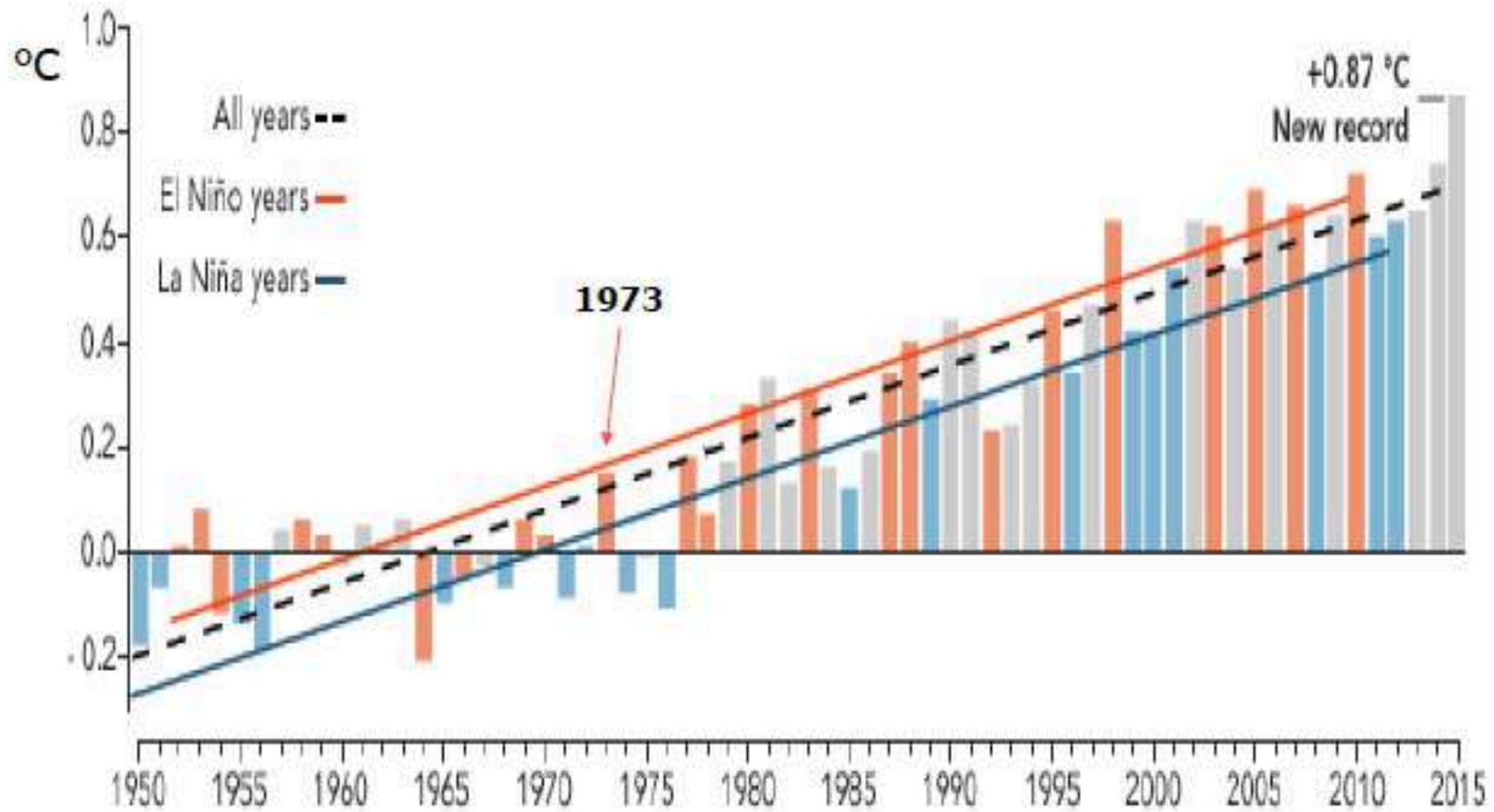
PROIEZIONI SULL'ANDAMENTO DELLE PRECIPITAZIONI: CONFRONTO DEL PERIODO 2071-2100 RISPETTO AL PERIODO 1971-2000



Lo scenario RCP4.5 prevede
Una diminuzione delle precipitazioni
in estate nel Nord Italia e nei mesi di
marzo, aprile e maggio nel Sud.

Lo scenario RCP8.5 prevede
nell'Italia centrale e meridionale
un aumento delle precipitazioni
In inverno e una forte riduzione
in estate.

ANDAMENTO DELLE TEMPERATURE IN RELAZIONE AI FENOMENI DEL NIÑO E DELLA NIÑA TRA IL 1950 E IL 2012



**UN RECENTE STUDIO DELLA NASA EVIDENZIA COME IL CAMBIAMENTO CLIMATICO
STIA ANTICIPANDO I TEMPI DEL RACCOLTO DELL'UVA IN FRANCIA E IN SVIZZERA**

**Gli indicatori di qualità del vino dimostrano che gli anni migliori sono quelli caratterizzati
da estati calde con piogge iniziali seguite da un periodo di siccità**





**CAMBIAMENTI CLIMATICI GLOBALI:
LE BARRIERE CORALLINE SONO A RISCHIO**



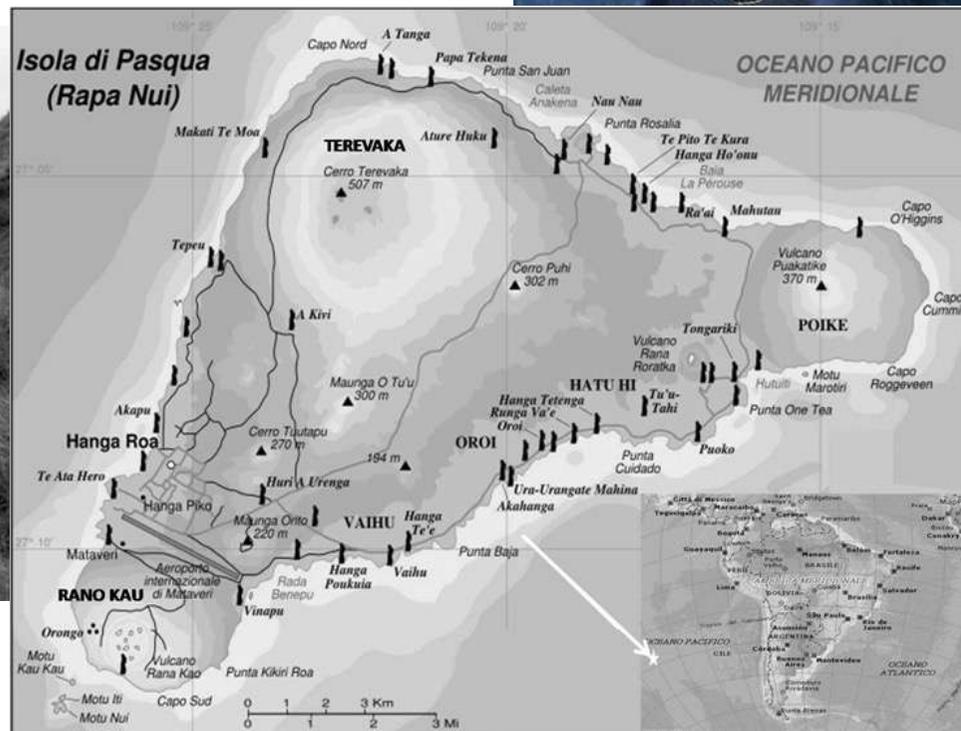
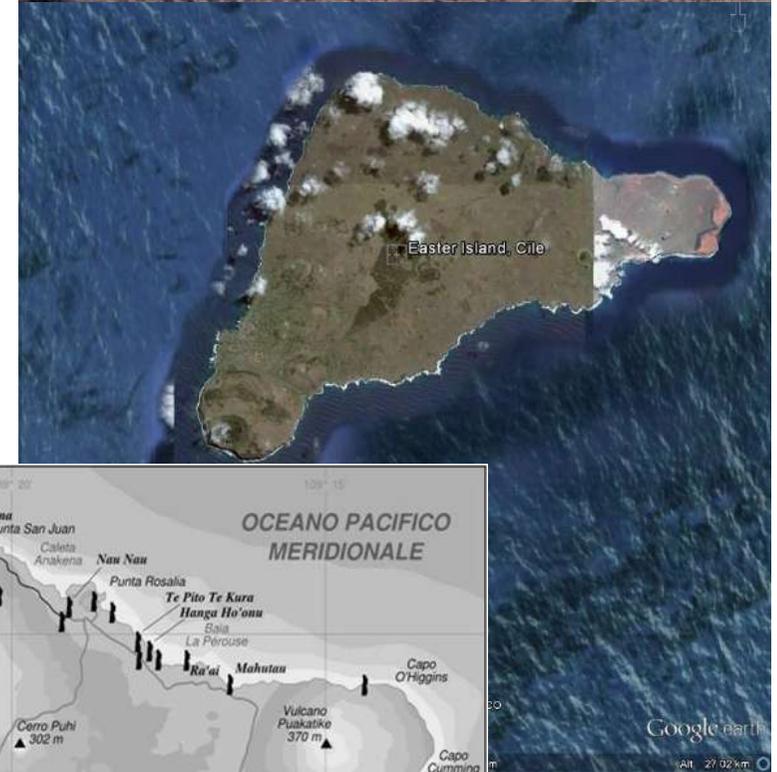
Minacce alla biodiversità

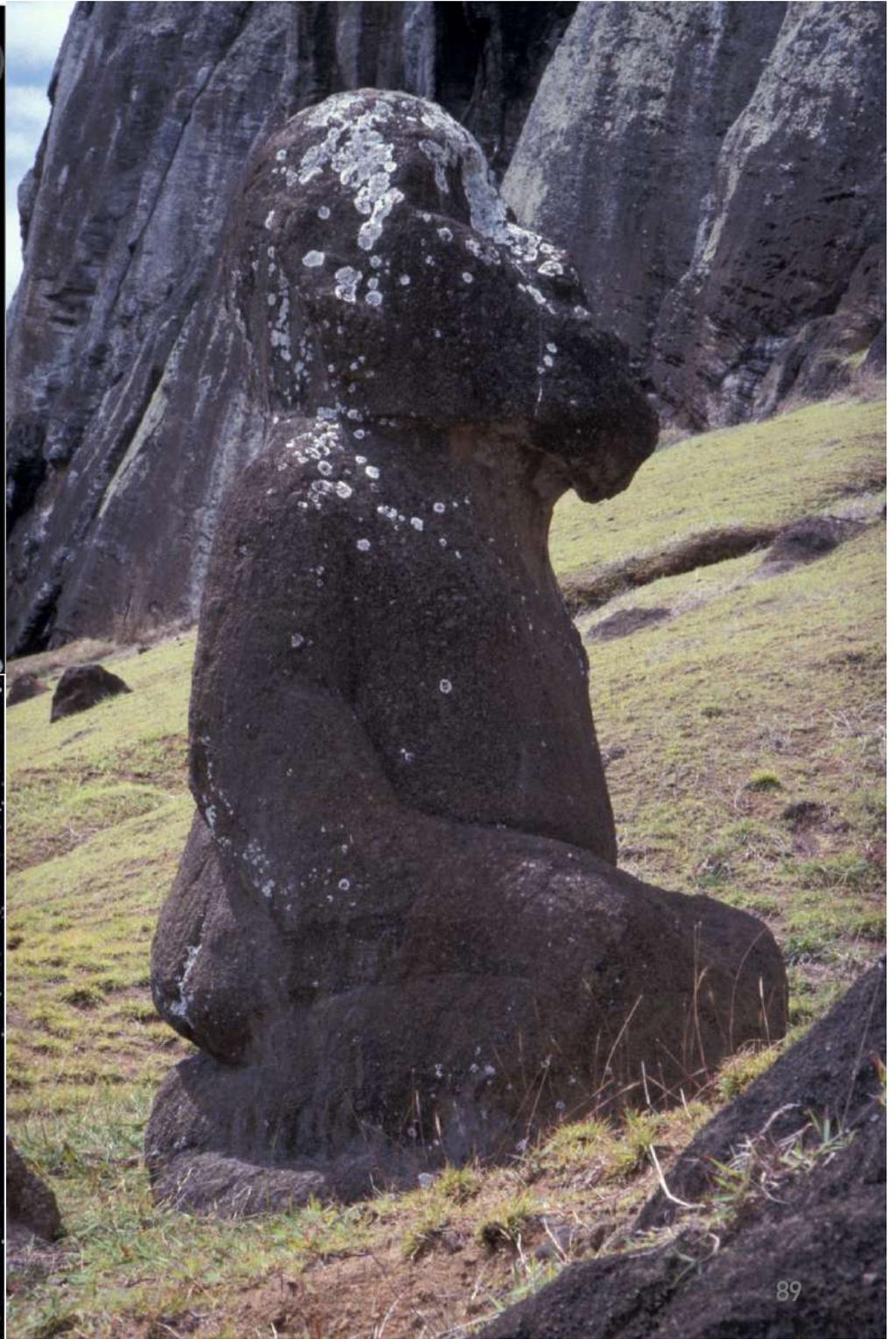
Sovrasfruttamento delle risorse



MOAI

Il caso dell'Isola di Pasqua

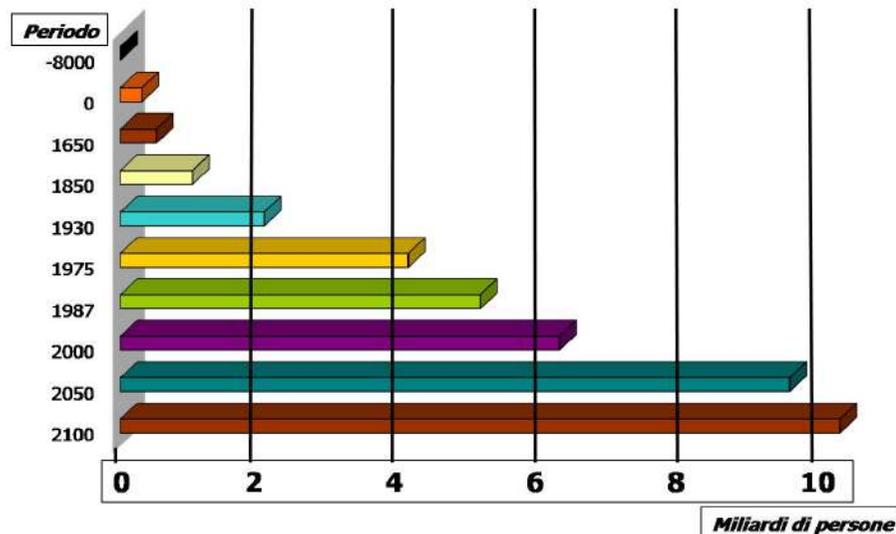




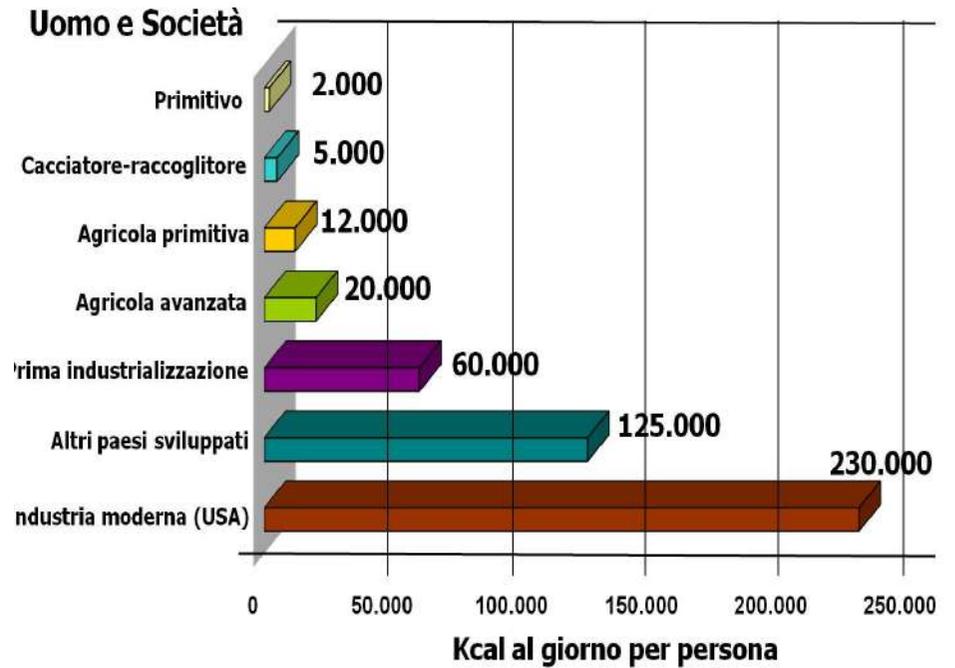
LA TERRA COME L'ISOLA DI PASQUA?



CRESCITA ESPONENZIALE DELLA POPOLAZIONE MONDIALE FINO AL 2100



ENERGIA MEDIA PER PERSONA UTILIZZATA NEI VARI STADI DI SVILUPPO DELLE SOCIETÀ UMANE



SOVRAPPOPOLAZIONE DA PERSONE

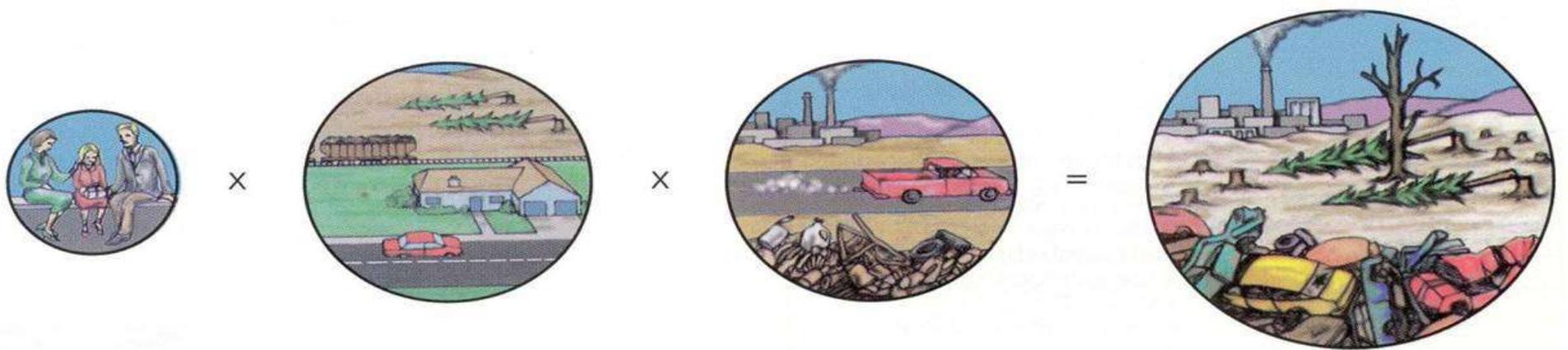


**Numero
di
persone**

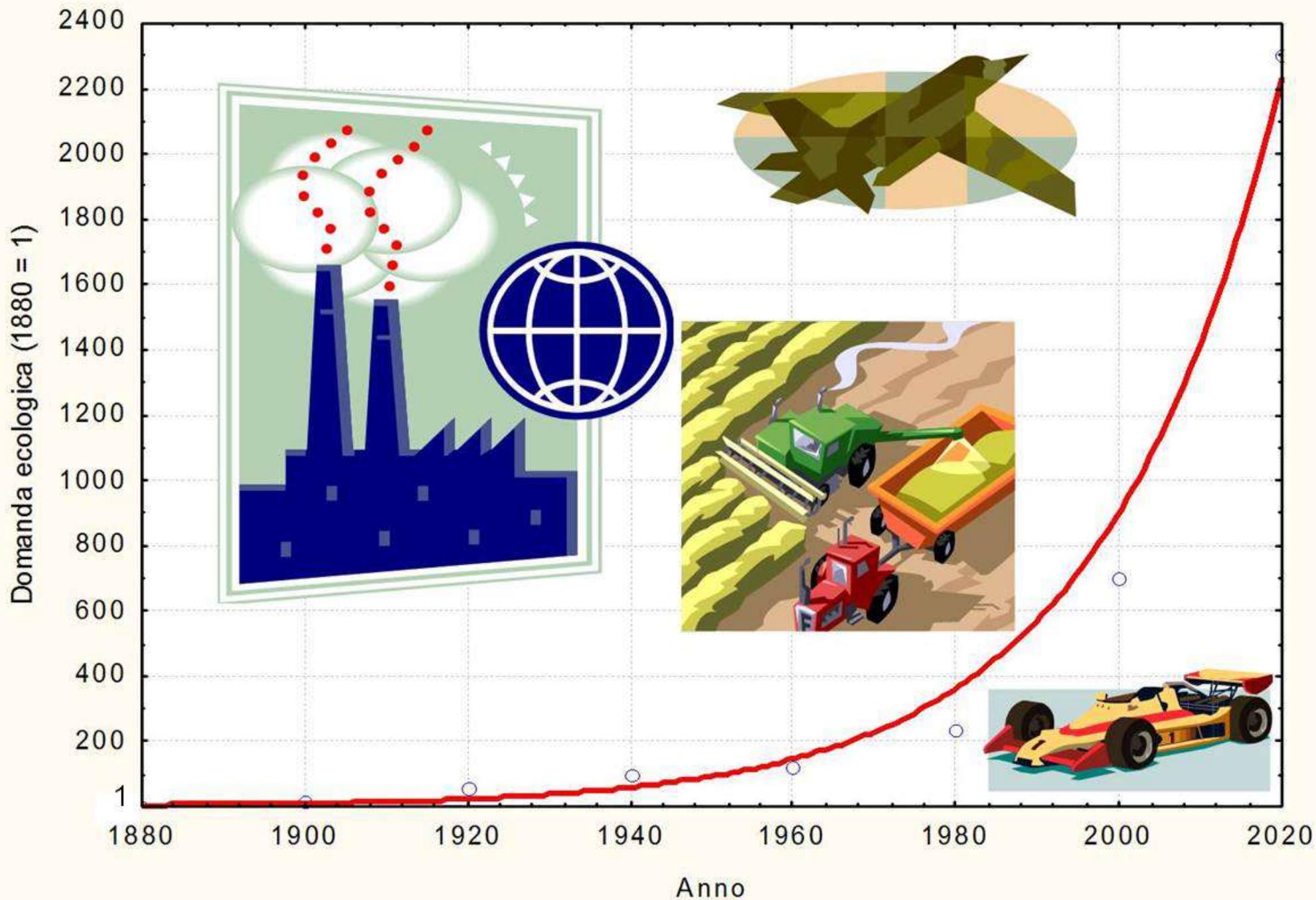
**Numero di
unità di risorse
usate per persona**

**Impatto ambientale
per unità di
risorsa usata**

**Impatto
ambientale
della popolazione**



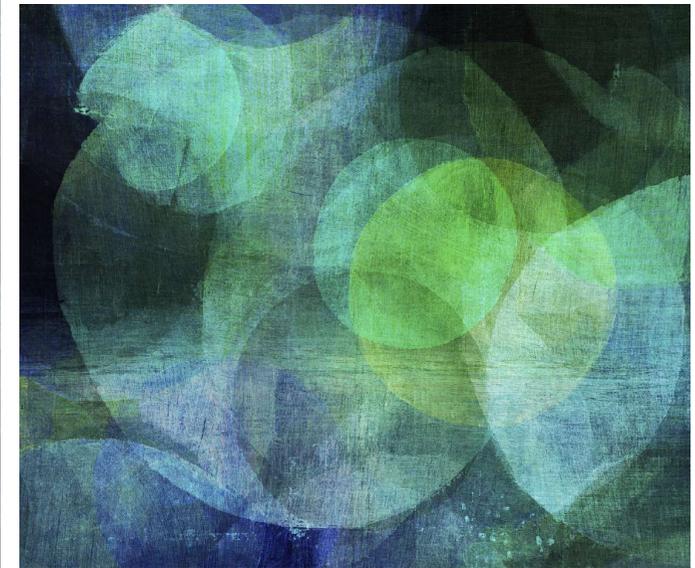
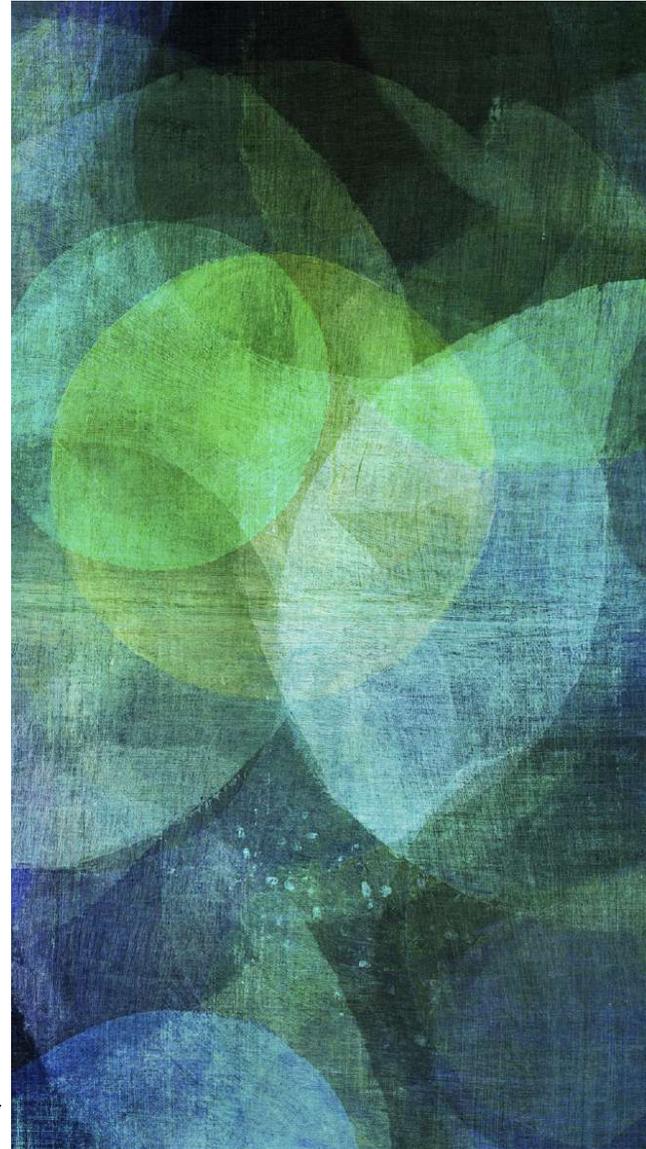
SOVRAPPOPOLAZIONE DA CONSUMI



CRESCITA ESPONENZIALE DELLA DOMANDA ECOLOGICA TOTALE⁹²

Che tipo di futuro ci attende?





DOMANDE??