

*La biodiversità come elemento  
centrale per lo sviluppo sostenibile in  
un mondo che cambia*

***Gianluca Sarà***

*Professore Ordinario di Ecologia, Laboratorio di Ecologia  
(DISTEM)*

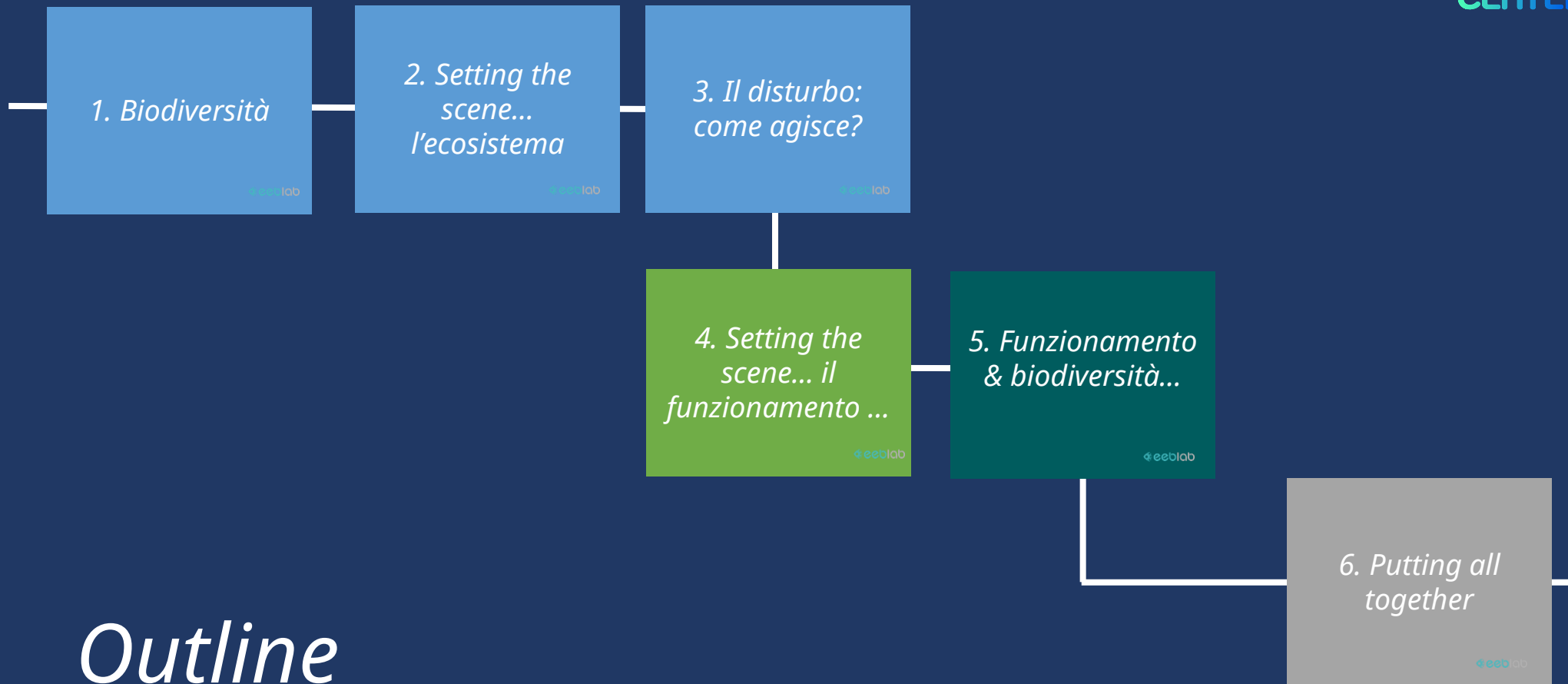
*Università degli Studi di Palermo*



[gianluca.sara@unipa.it](mailto:gianluca.sara@unipa.it); cell. 3206655574



**Università  
degli Studi  
di Palermo**



# Outline



*La diversità biologica (o biodiversità), cioè la quantità di variabilità contenuta in un sistema naturale, è definita come “...la variabilità tra gli organismi viventi di ogni tipo, provenienti da ecosistemi terrestri, marini e da altri ecosistemi acquatici, nonché dei complessi ecologici di cui fanno parte. Ciò include la diversità entro le specie, fra le specie e la diversità degli ecosistemi.”*

*Art. 2 della Convenzione sulla diversità biologica di Rio de Janeiro, 1992*





## Cosa è la BIODIVERSITÀ?

*La biodiversità è la variazione che esiste nell'ambiente naturale a tutti i livelli di organizzazione biologica. Tutti gli organismi in un'area definita, tutte le loro variazioni dovute ad interazioni tra loro e con l'ambiente fisico circostante*

*Con il termine biodiversità si può dunque fare riferimento a varietà di HABITAT, COMUNITÀ e PROCESSI ECOLOGICI in un ecosistema*

*Questo termine può indicare la diversità delle caratteristiche genetiche in una specie ma anche la varietà di specie in una determinata area*



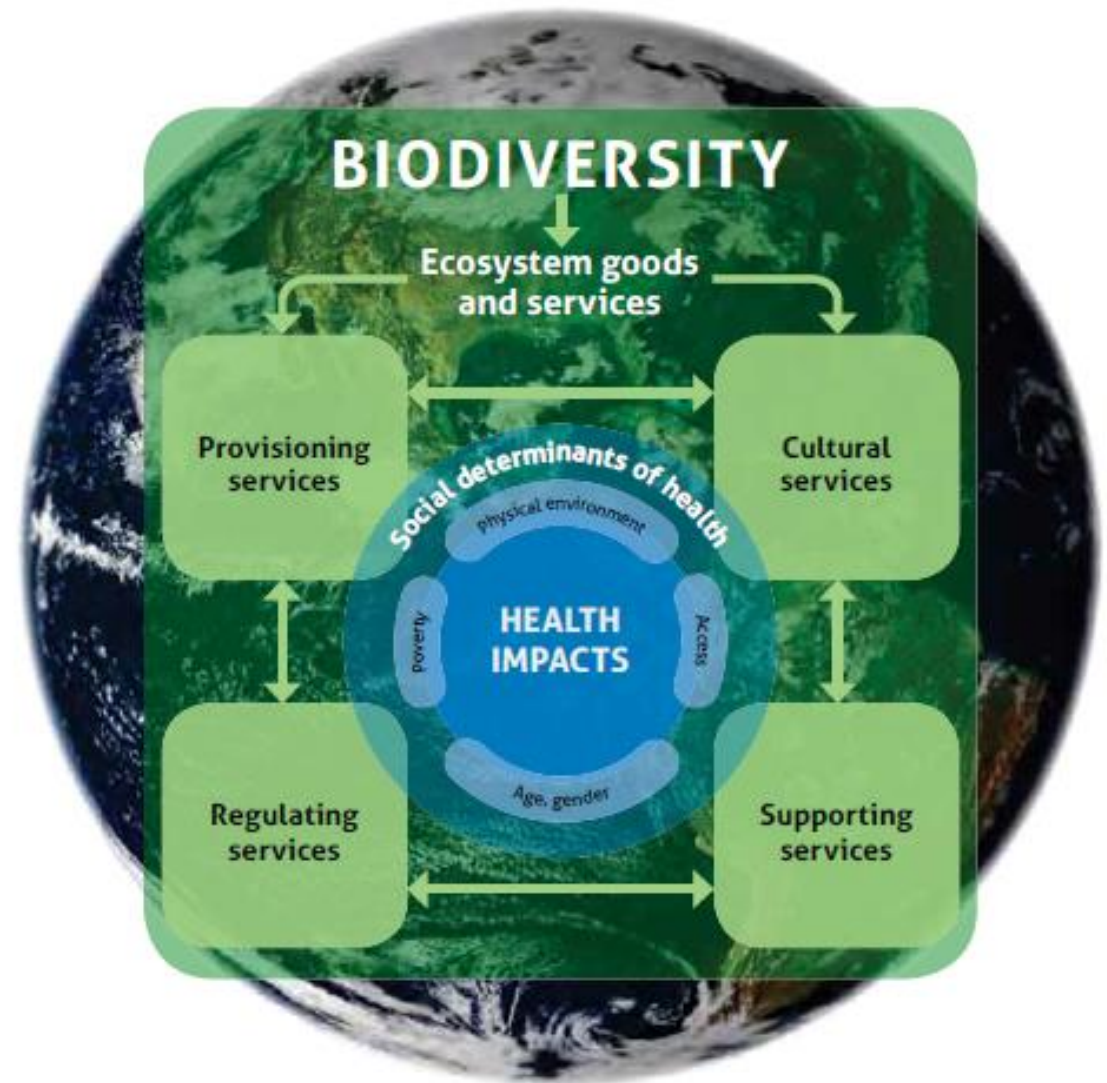
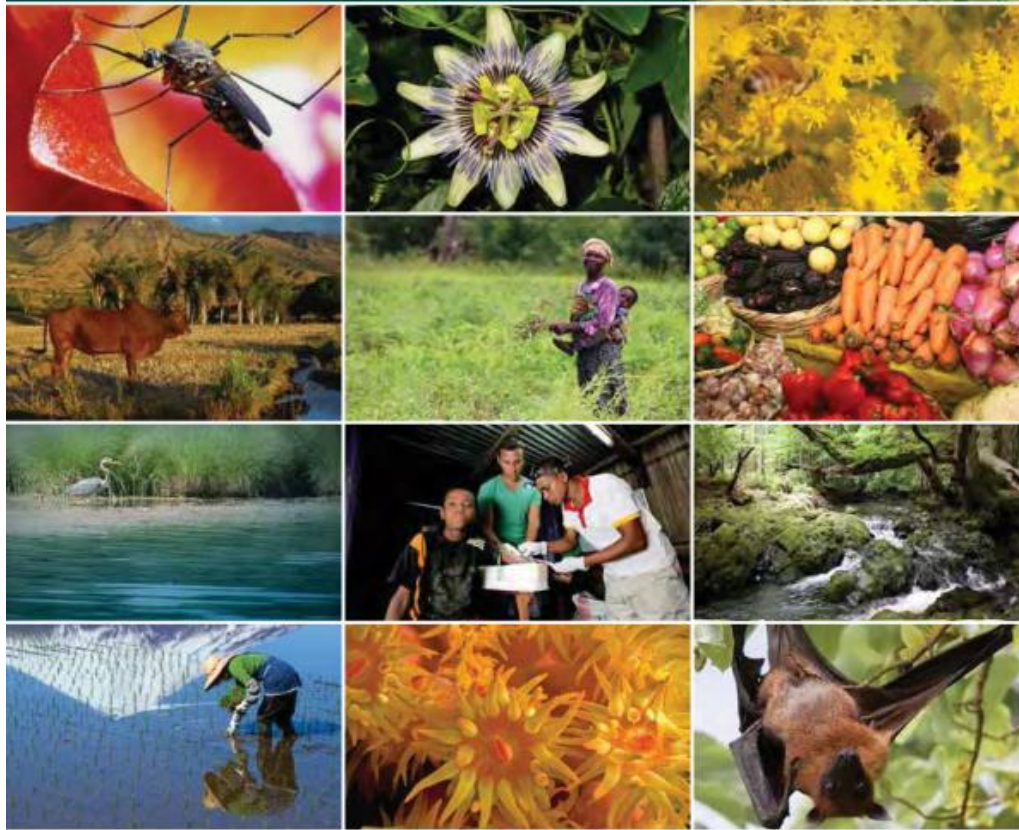
## *Perché la Biodiversità è importante?*

*Gli ecosistemi dipendono dai contributi congiunti, le interazioni, tra gli individui. La perdita di una specie potrebbe alterare il funzionamento ecosistemico*

*Un ecosistema con un alto livello di biodiversità è più resistente ai cambiamenti ambientali*

# Connecting Global Priorities: Biodiversity and Human Health

*A State of Knowledge Review*



Convention on  
Biological Diversity



World Health  
Organization



LABORATORIO DI ECOLOGIA UNIPA

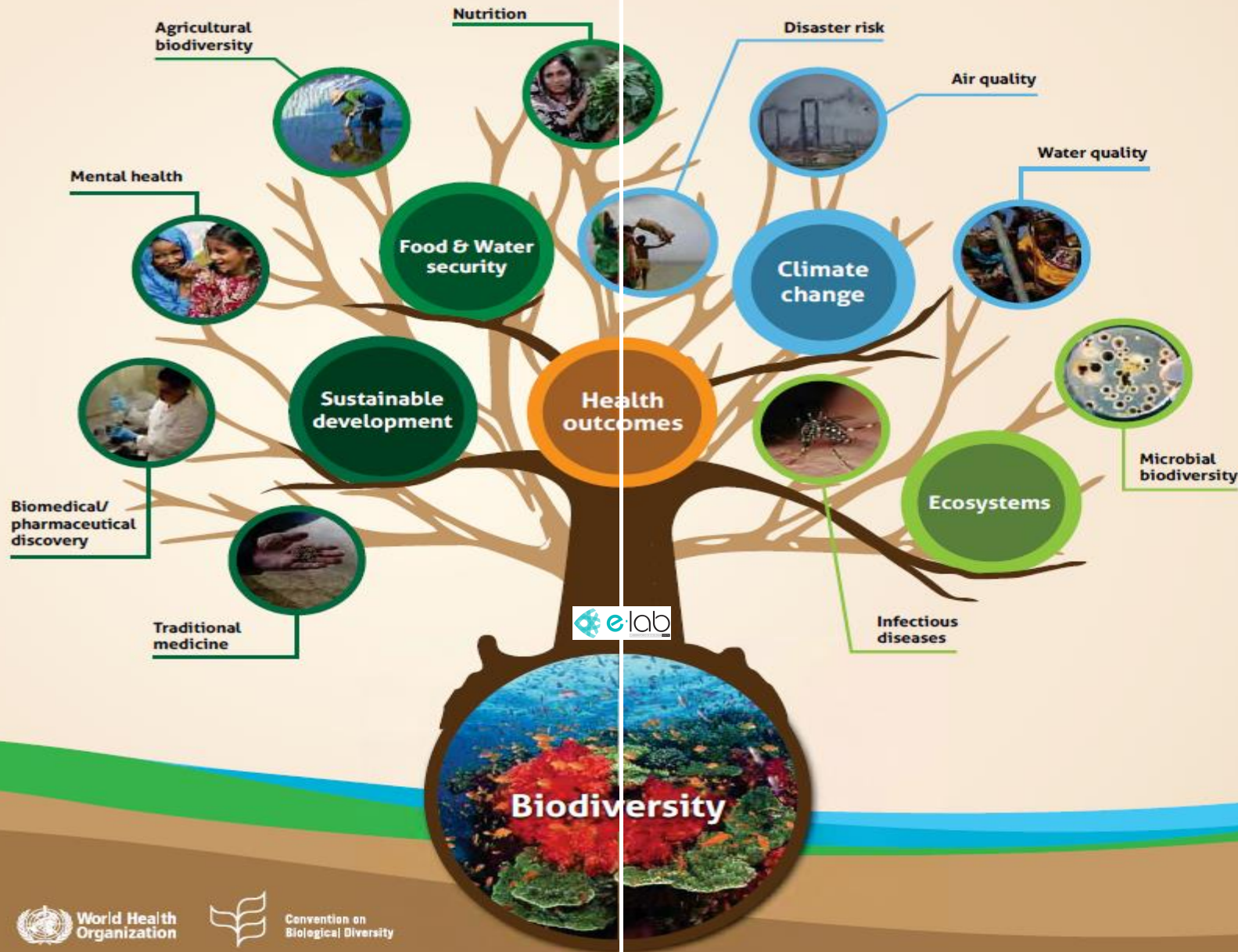
# Biodiversity and human health

**Health** "is a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity".

**Biological diversity** (biodiversity) is "the variability among living organisms from all sources including, inter alia, terrestrial, marine and other aquatic ecosystems and the ecological complexes of which they are part; this includes diversity within species, between species and of ecosystems."

**Biodiversity underpins ecosystem** functioning and the provision of goods and services that are essential to human health and well being.

The links between **biodiversity and health** are manifested at various spatial and temporal scales. Biodiversity and human health, and the respective policies and activities, are interlinked in various ways.



**Direct drivers** of biodiversity loss include land-use change, habitat loss, over-exploitation, pollution, invasive species and climate change. Many of these drivers affect human health directly and through their impacts on biodiversity.

**Women and men** have different roles in the conservation and use of biodiversity and varying health impacts.

**Human population** health is determined, to a large extent, by social, economic and environmental factors.

**The social and natural** sciences are important contributors to biodiversity and health research and policy. Integrative approaches such as the Ecosystem Approach, Eco-health and One Health unite different fields and require the development of mutual understanding and cooperation across disciplines.

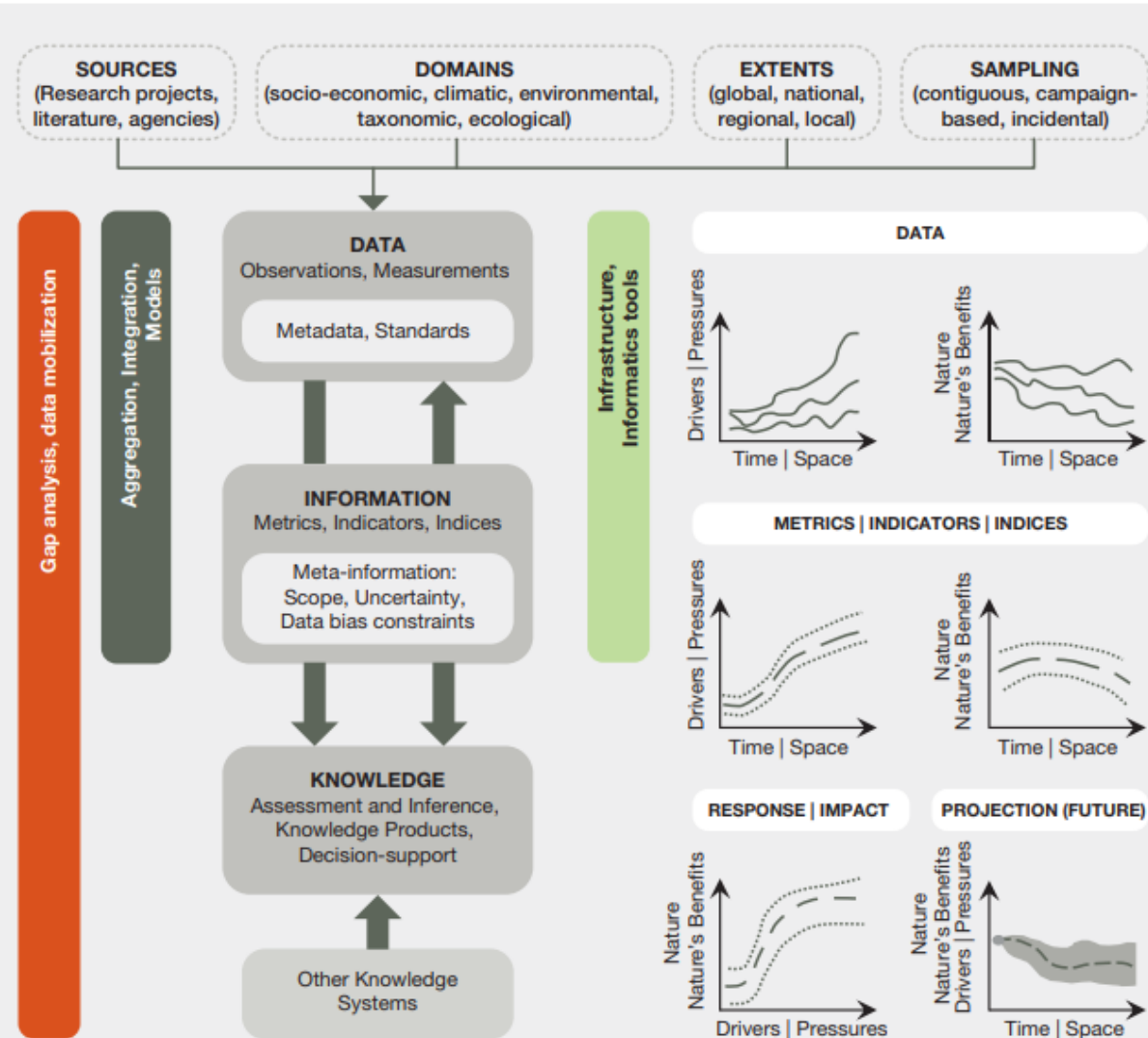
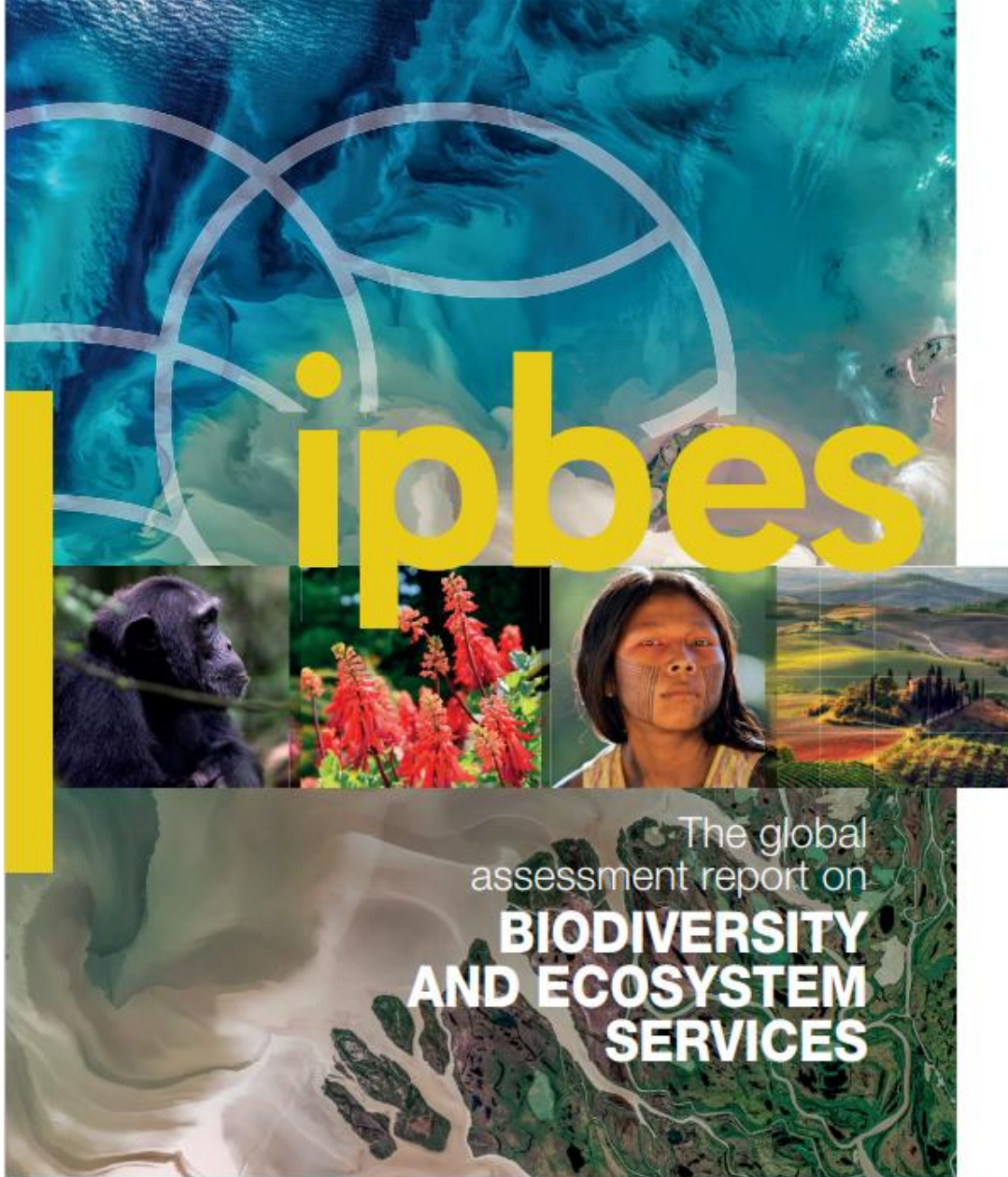


Figure 1.8 Conceptual connection among types of evidence.

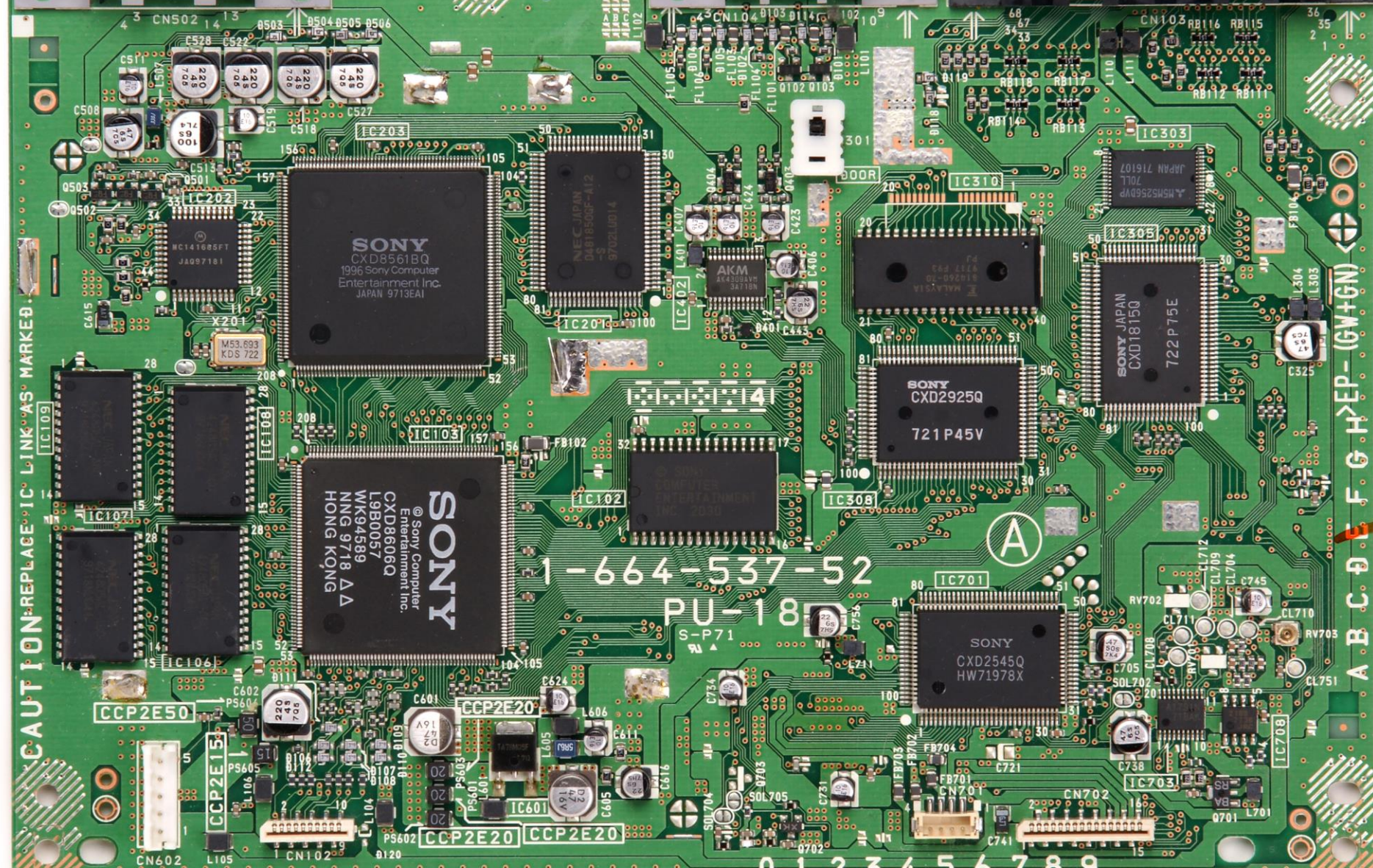
The left side conveys the flow of data to information and knowledge relevant to IPBES, facilitated by a variety of approaches highlighted in colored boxes. Data may lead to knowledge directly or, outside this hierarchy of scientific inference, come from other knowledge systems. The right portion illustrates how raw data on temporal or spatial variation in drivers and nature (biodiversity and ecosystem properties and processes) may be combined to establish information about them, such as in the form of metrics, indicators or indices. Other knowledge systems directly contribute to assessment and inference for future projection. A combination of data or information from science and other sources contribute to knowledge about causal associations between drivers and impacts, which may then be used for projection. Source: Walter Jetz, Yale University.

For more information on the list of Core and Highlighted Indicators please see Supplementary Material 1.6 and 1.7.



CAUTION REPLACE IC LINK AS MARKED.

61



SONY  
CXD8561BQ  
1996 Sony Computer  
Entertainment Inc.  
JAPAN 9713EA1

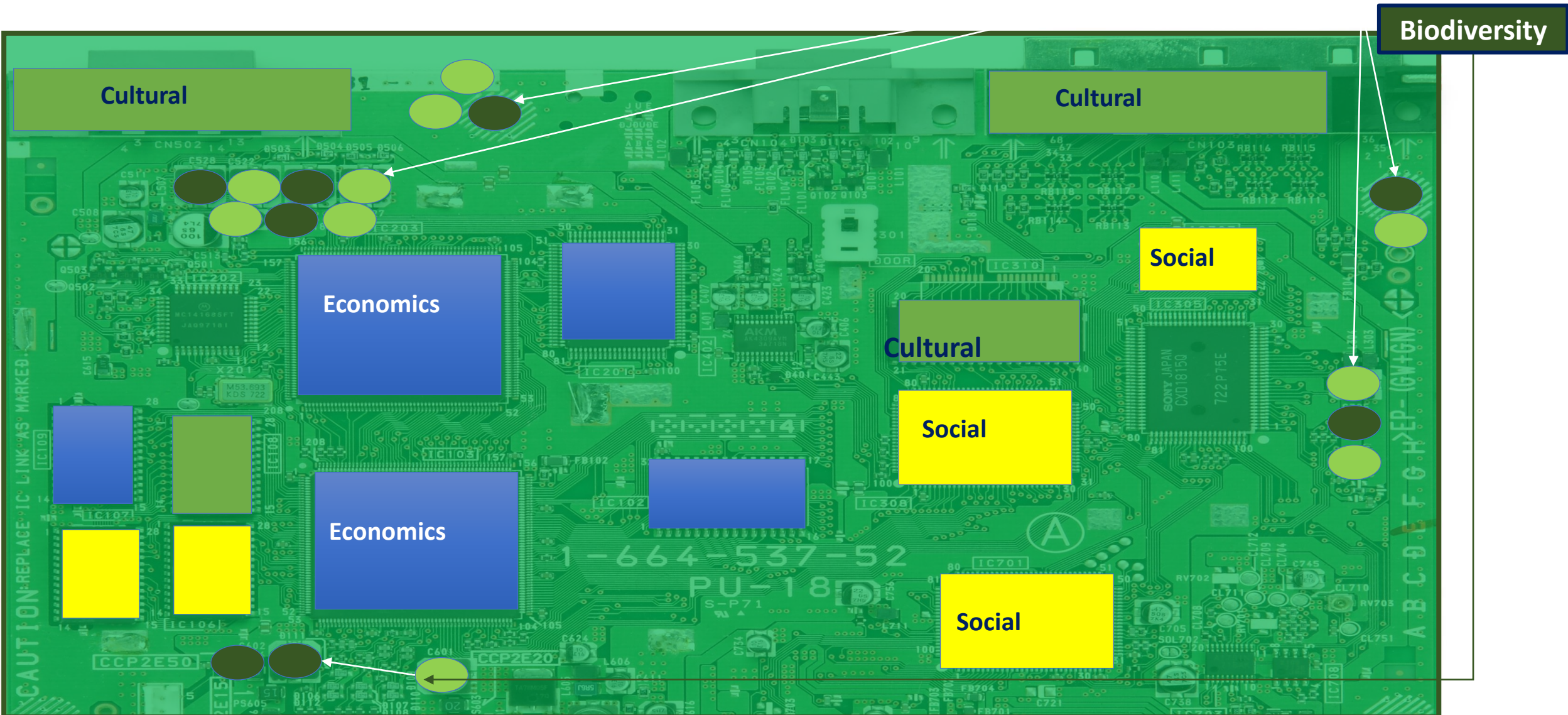
SONY  
© Sony Computer  
Entertainment Inc.  
CXD8606Q  
L9B0057  
WK94589  
NNG 9718 AA  
HONG KONG

1-664-537-52  
PU-18

A

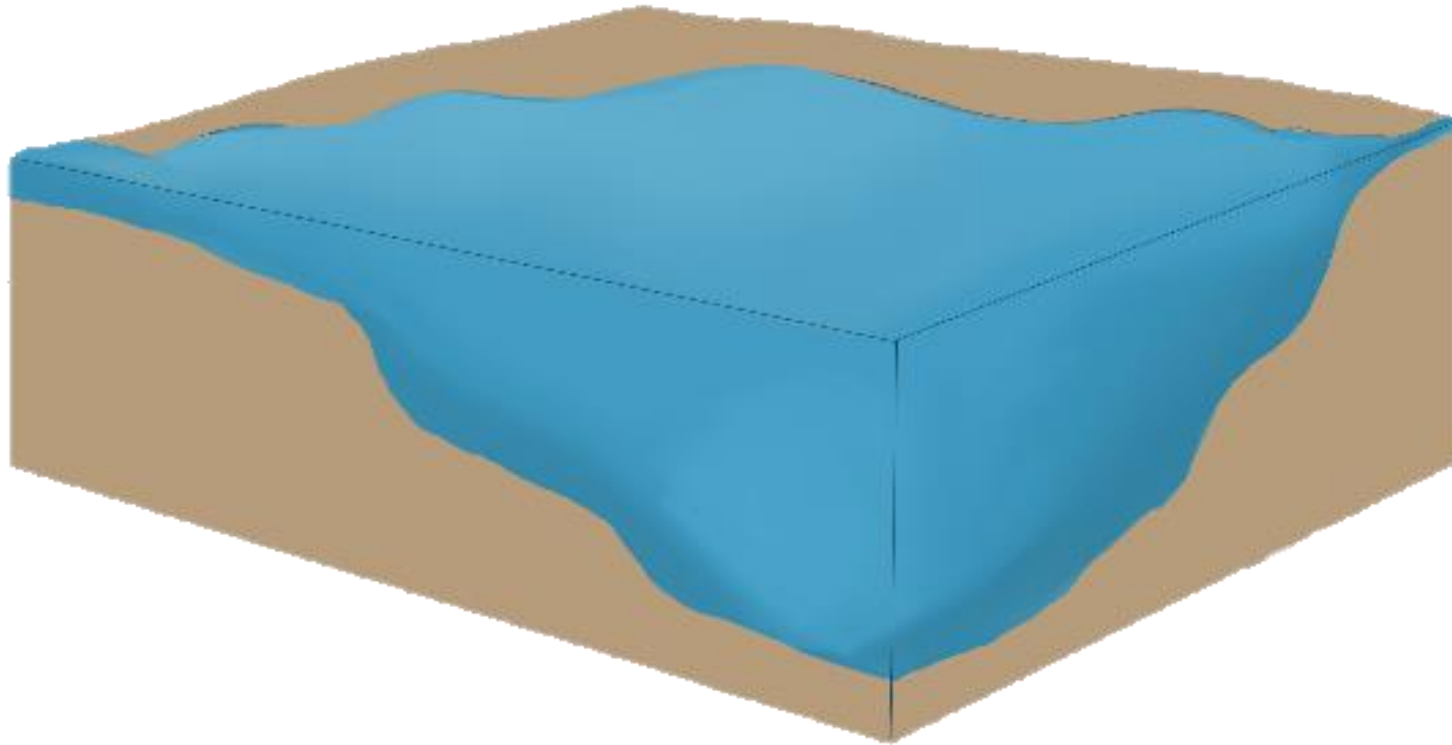
A B C D E F G H I P - (GW+GN)

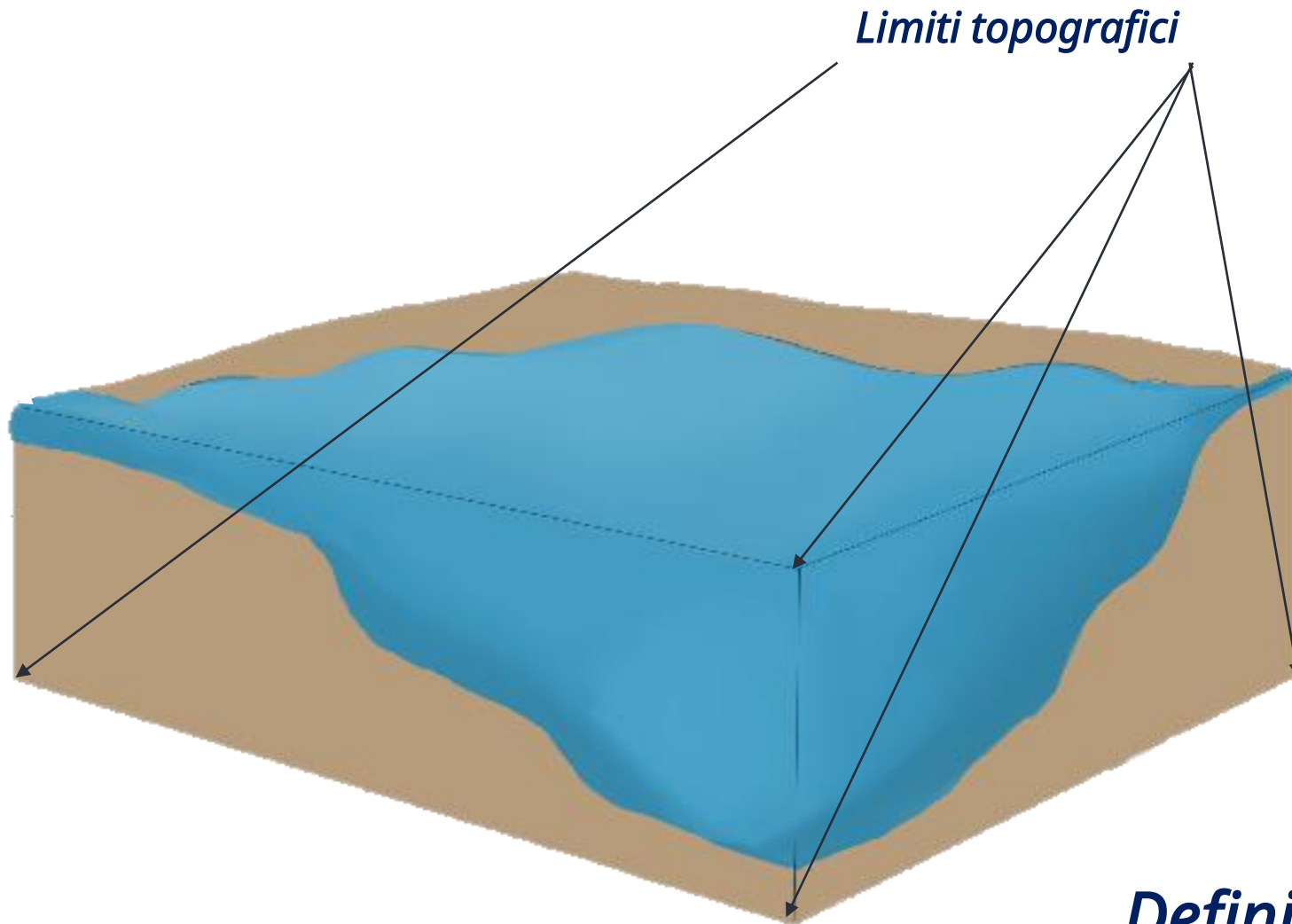
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9



**The Environment plus biodiversity are the basal layers on which other layers rely on!**

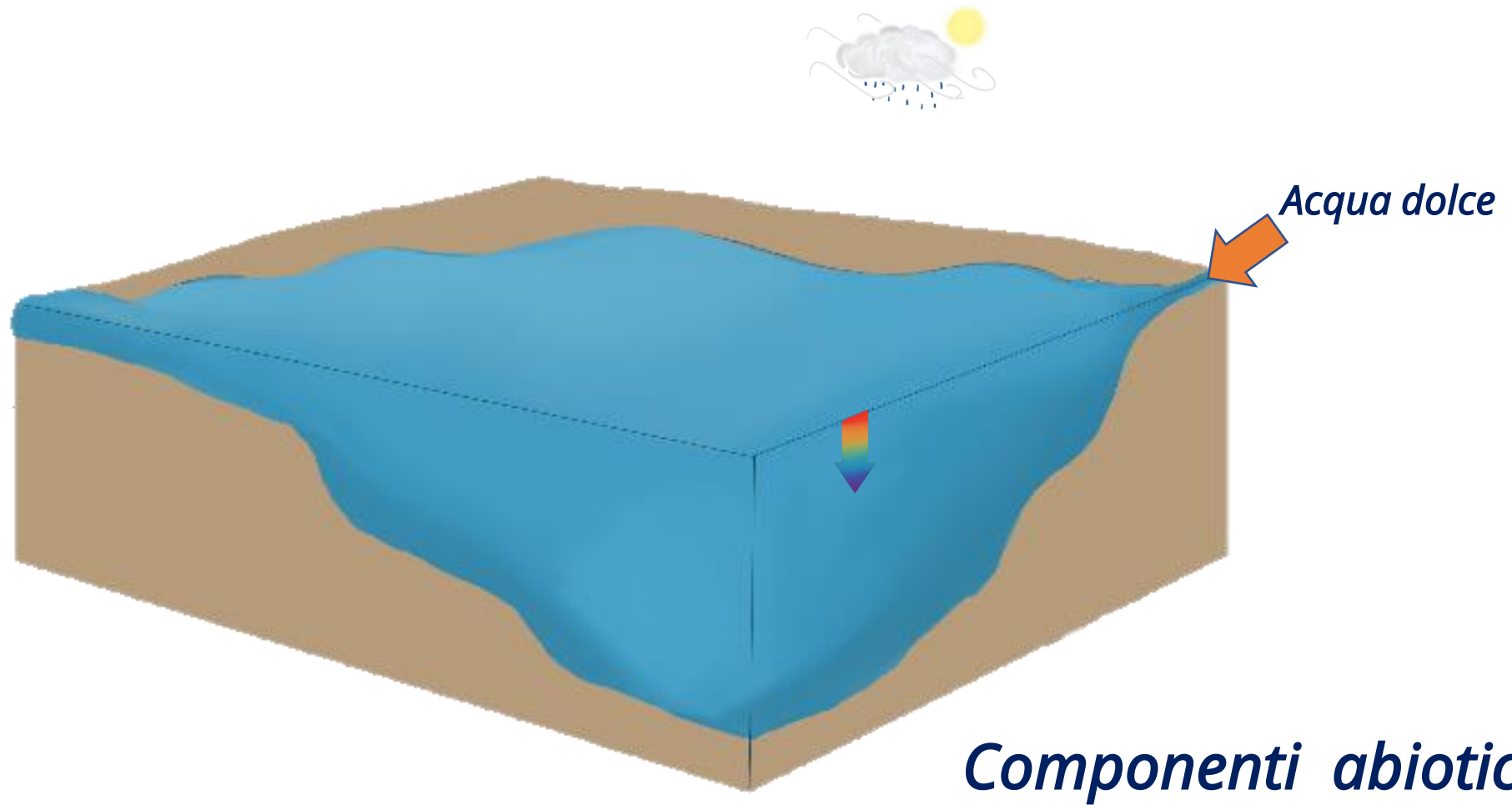
*La sostenibilità riguarda gli ecosistemi, sebbene si parli sempre di sostenibilità ambientale (e non ecologica)...ed allora fissiamo alcuni concetti sui principi ecologici che regolano gli ecosistemi, su quale sia la teoria più moderna che regola l'effetto del disturbo umano e quale sia il ruolo della biodiversità*





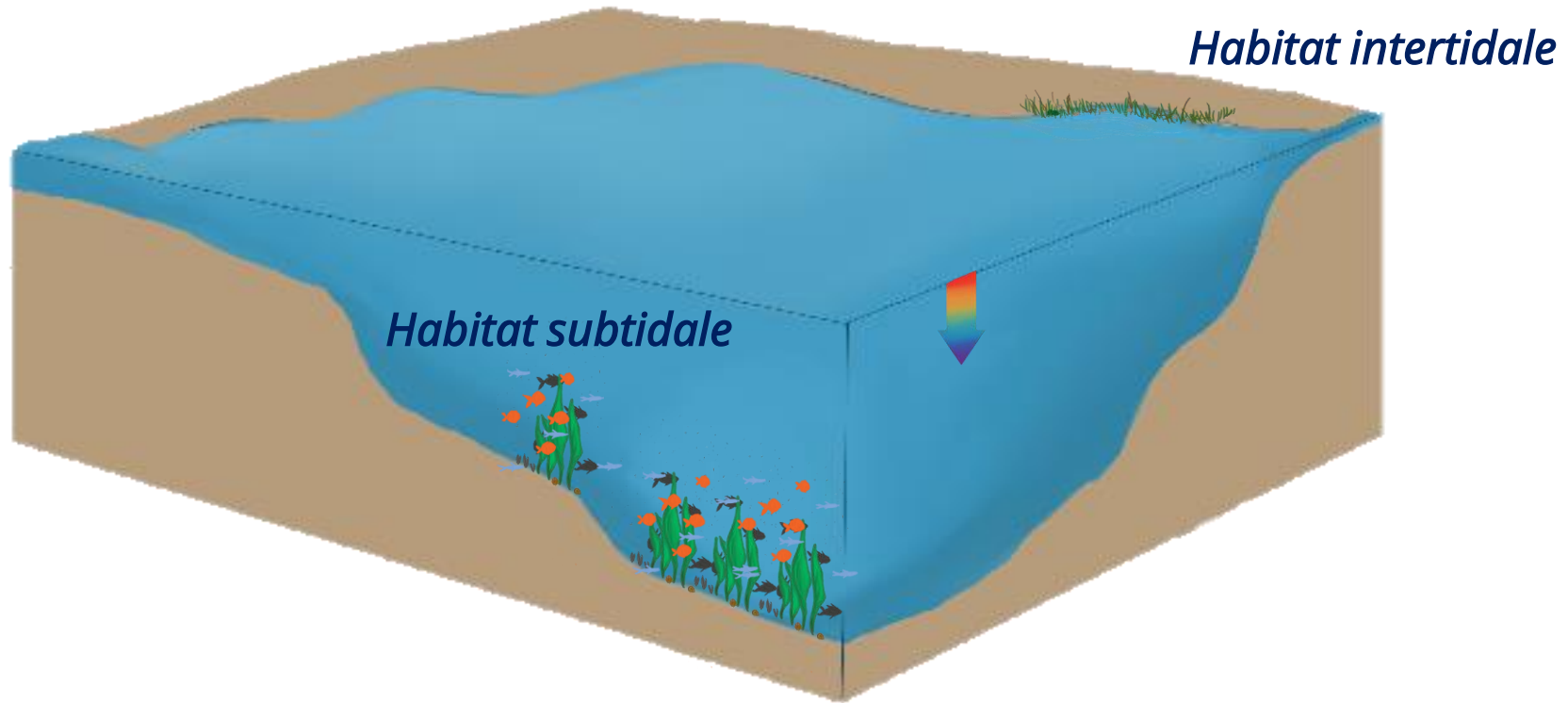
*Limiti topografici*

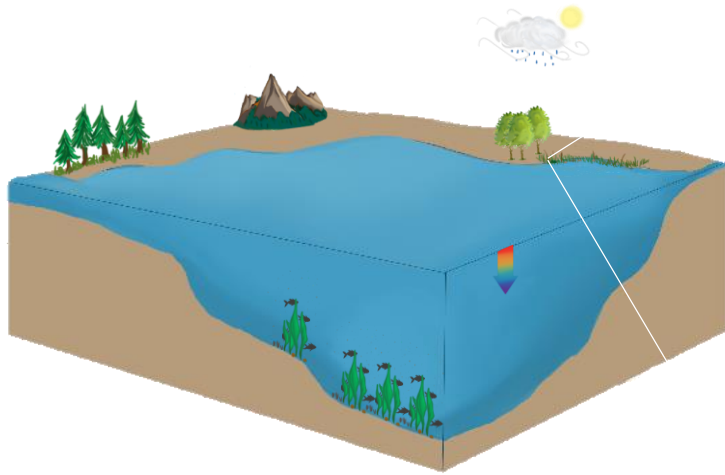
*Definiamo i confini*



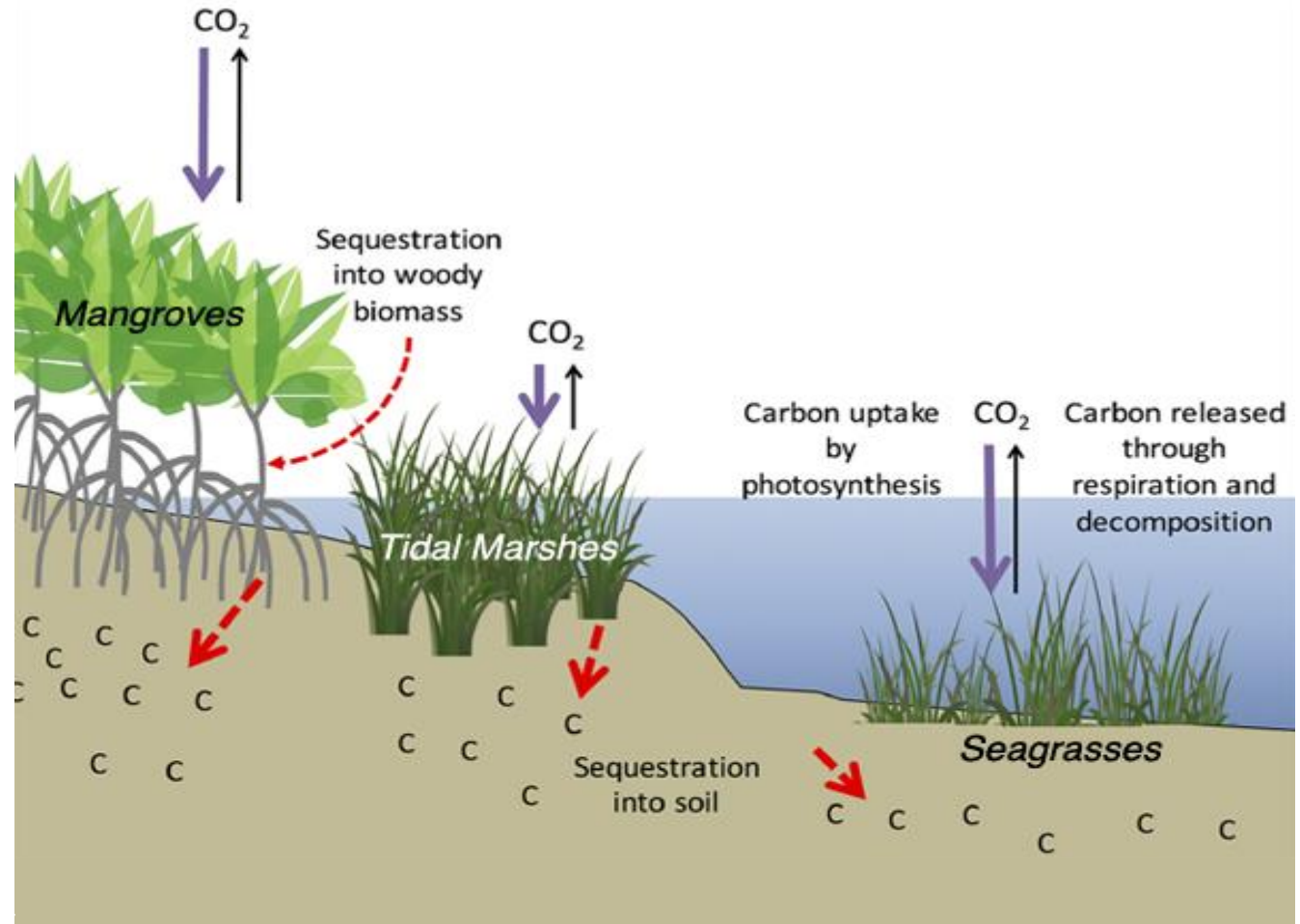
*Componenti abiotiche*

# Componenti biotiche





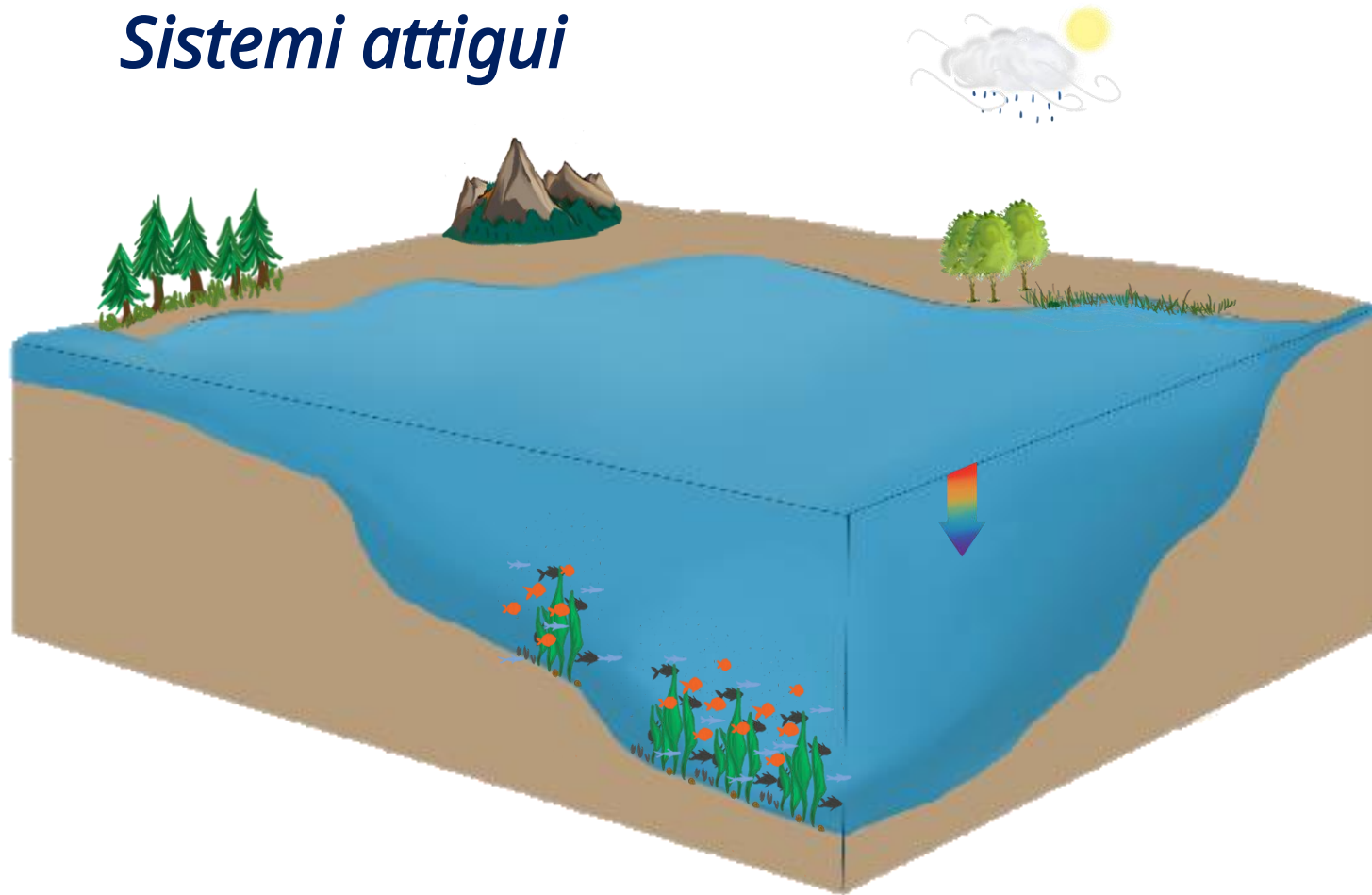
*...una riva del nostro ecosistema...*



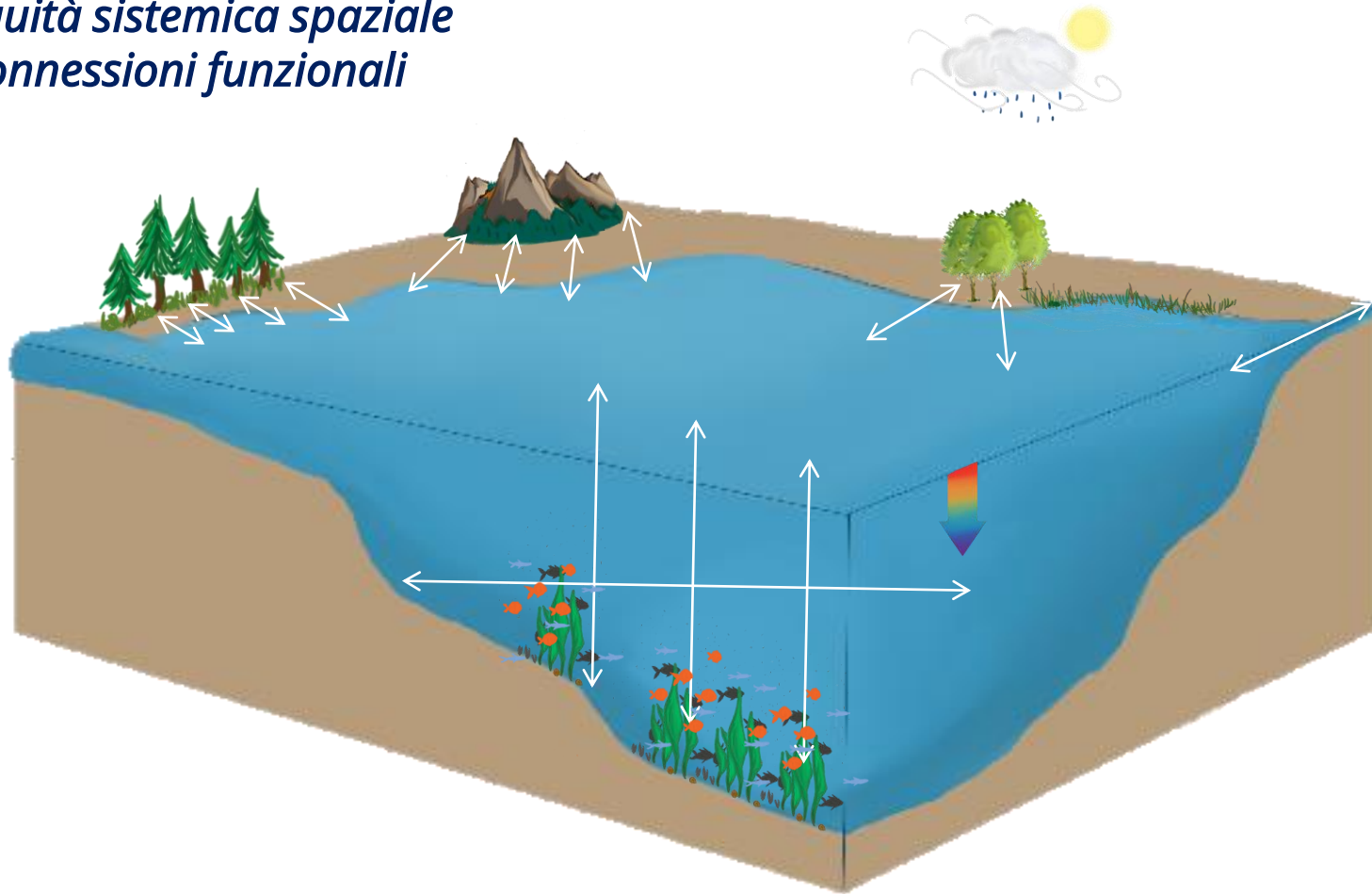
*Variabili di stato: una caratteristica dello stato descrive l'ecosistema in un momento specifico (e.g. quantità di carbonio fissata o di biomassa totale, stato dell'acqua del suolo) e fornisce un'istantanea di una serie di caratteristiche dello stato dell'ecosistema in un momento specifico.*

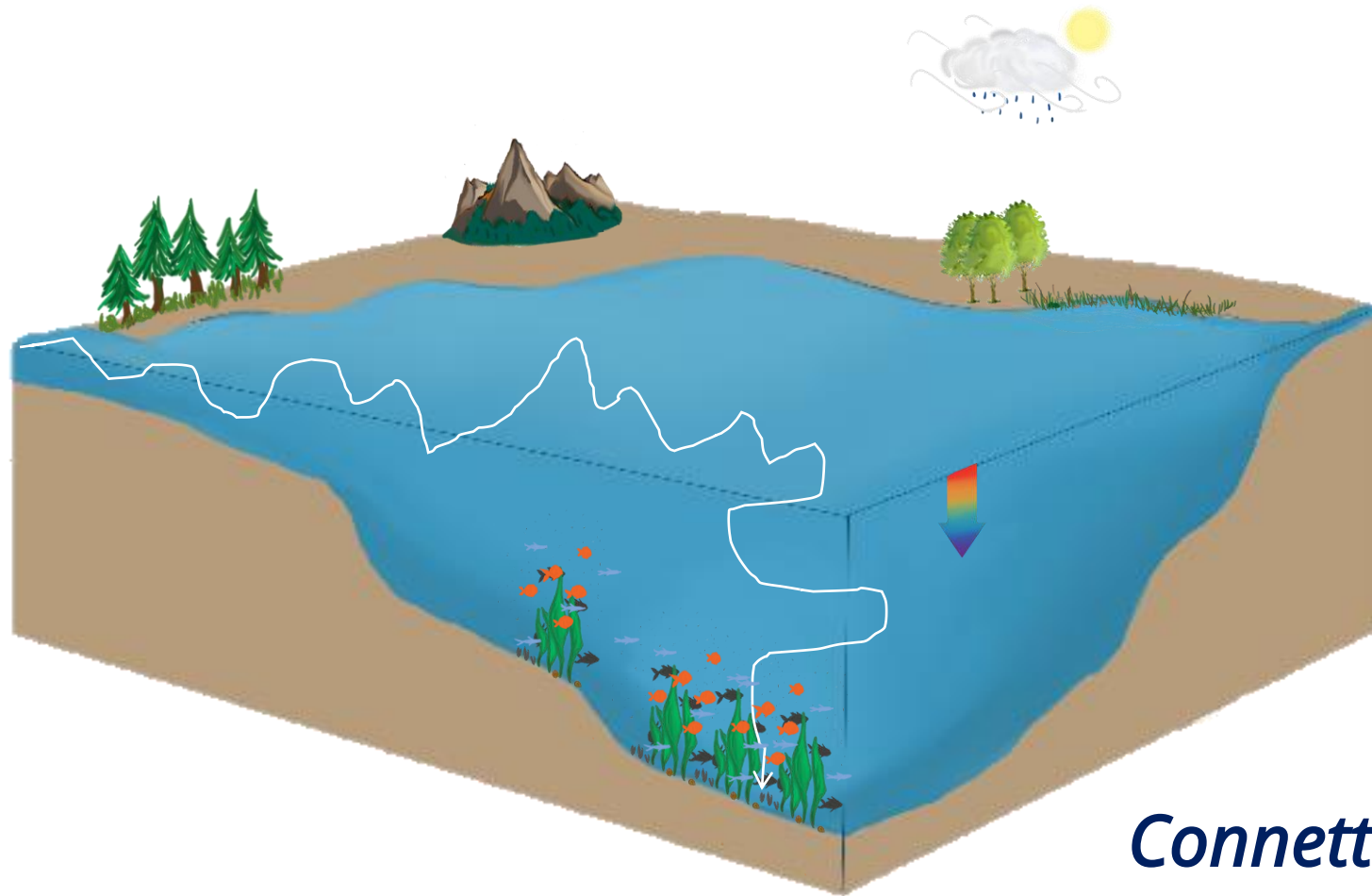


# *Sistemi attigui*



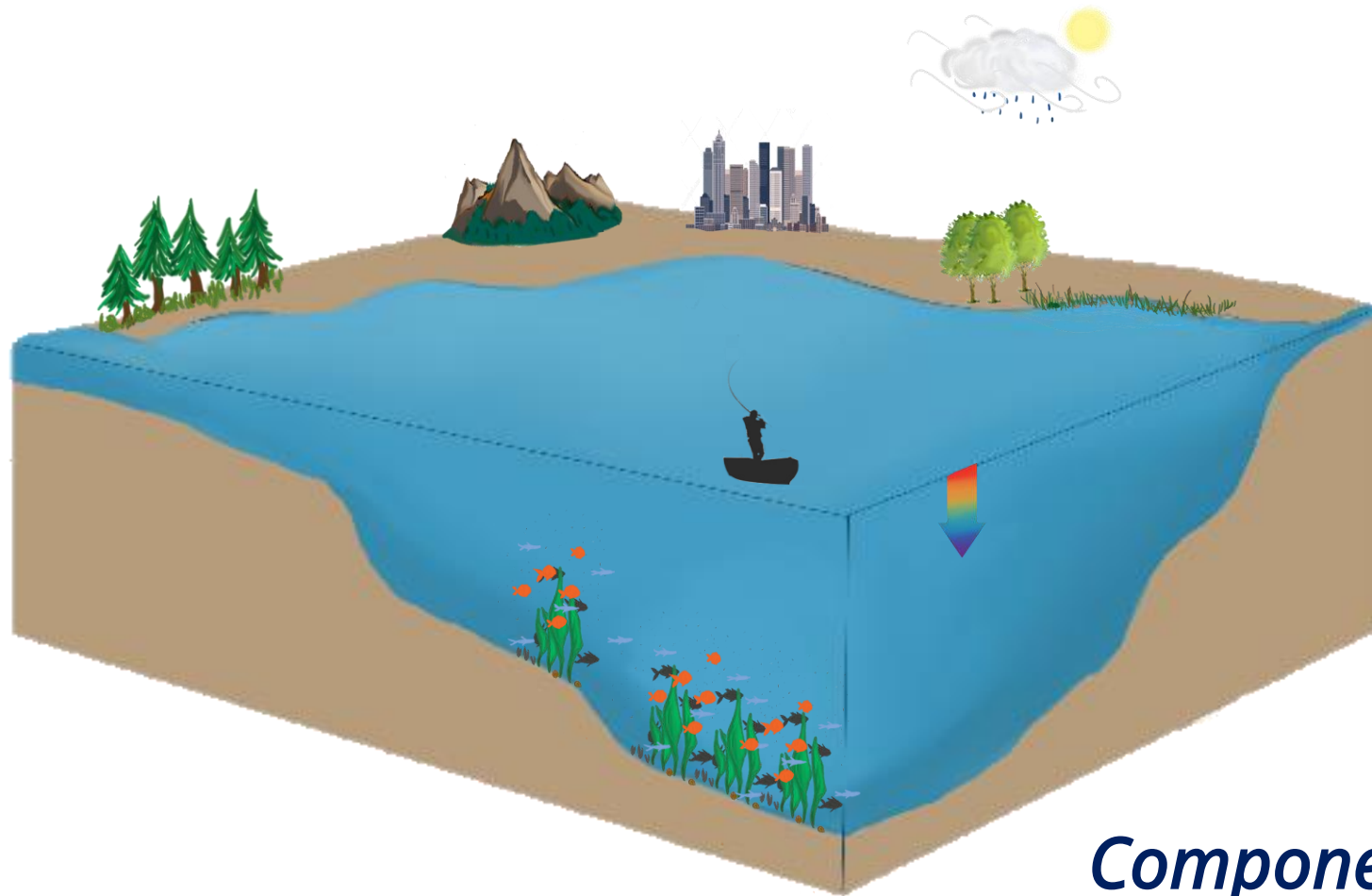
*Contiguità sistemica spaziale  
& connessioni funzionali*



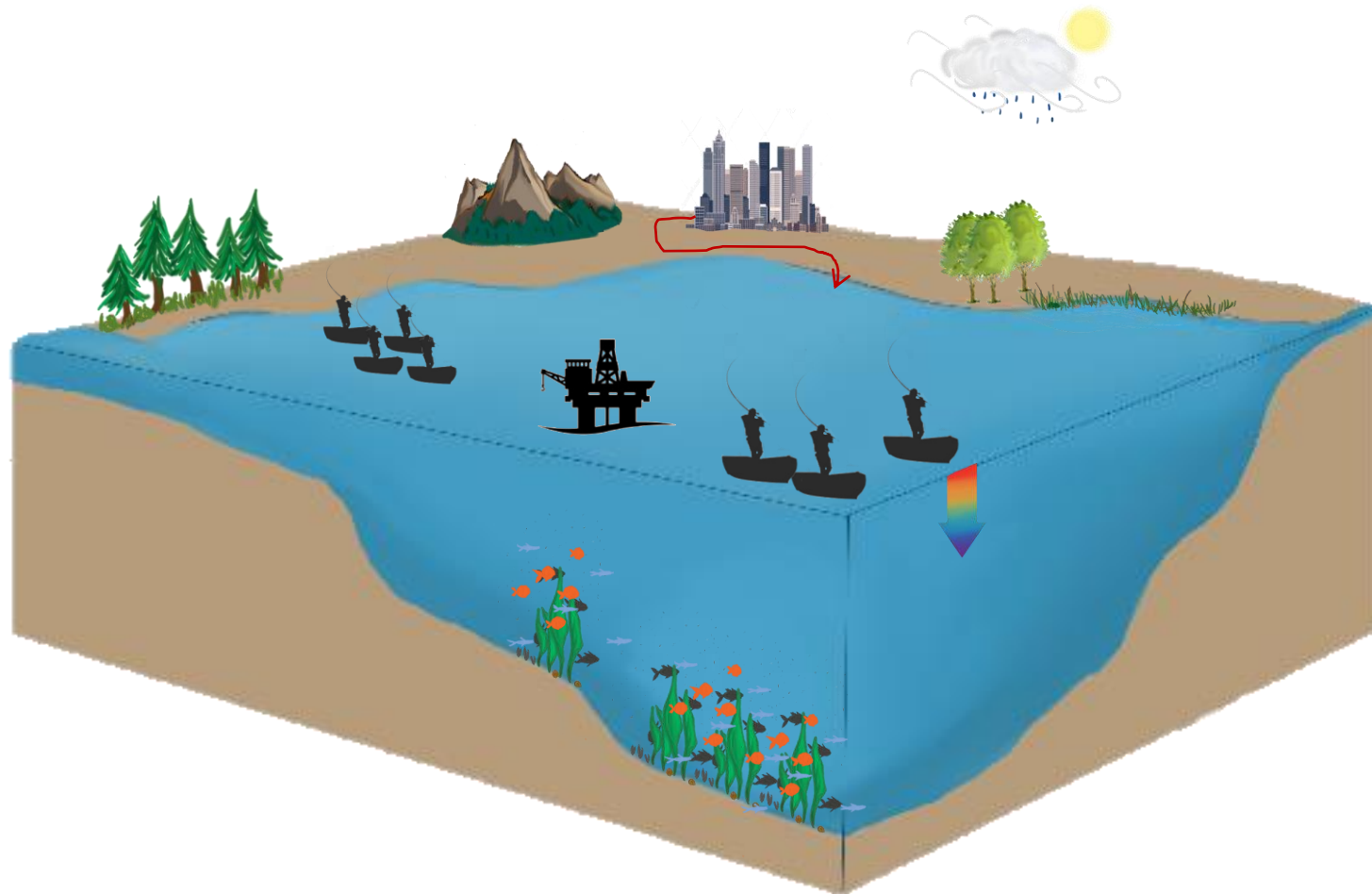


*Connettività spaziale*



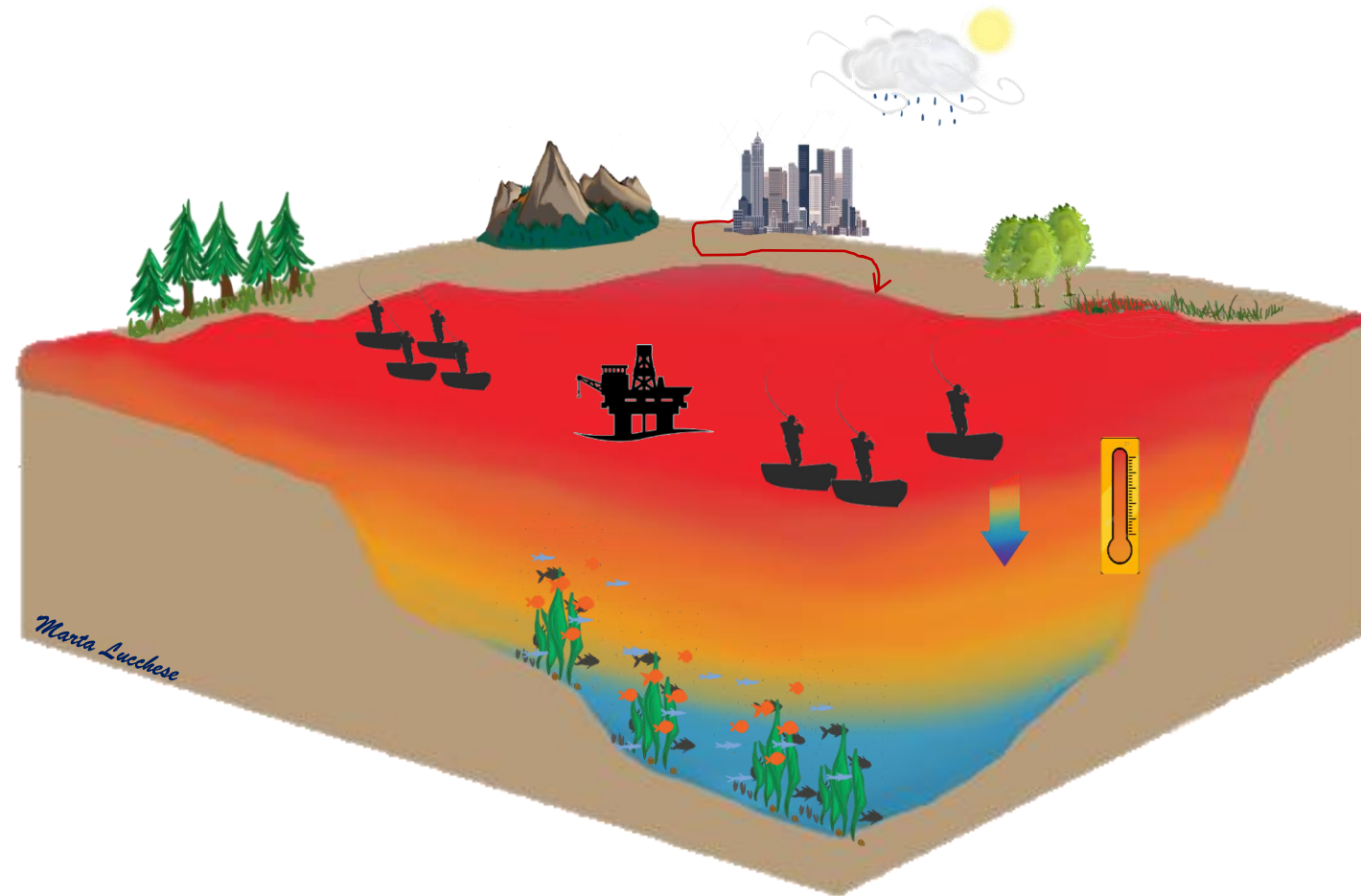


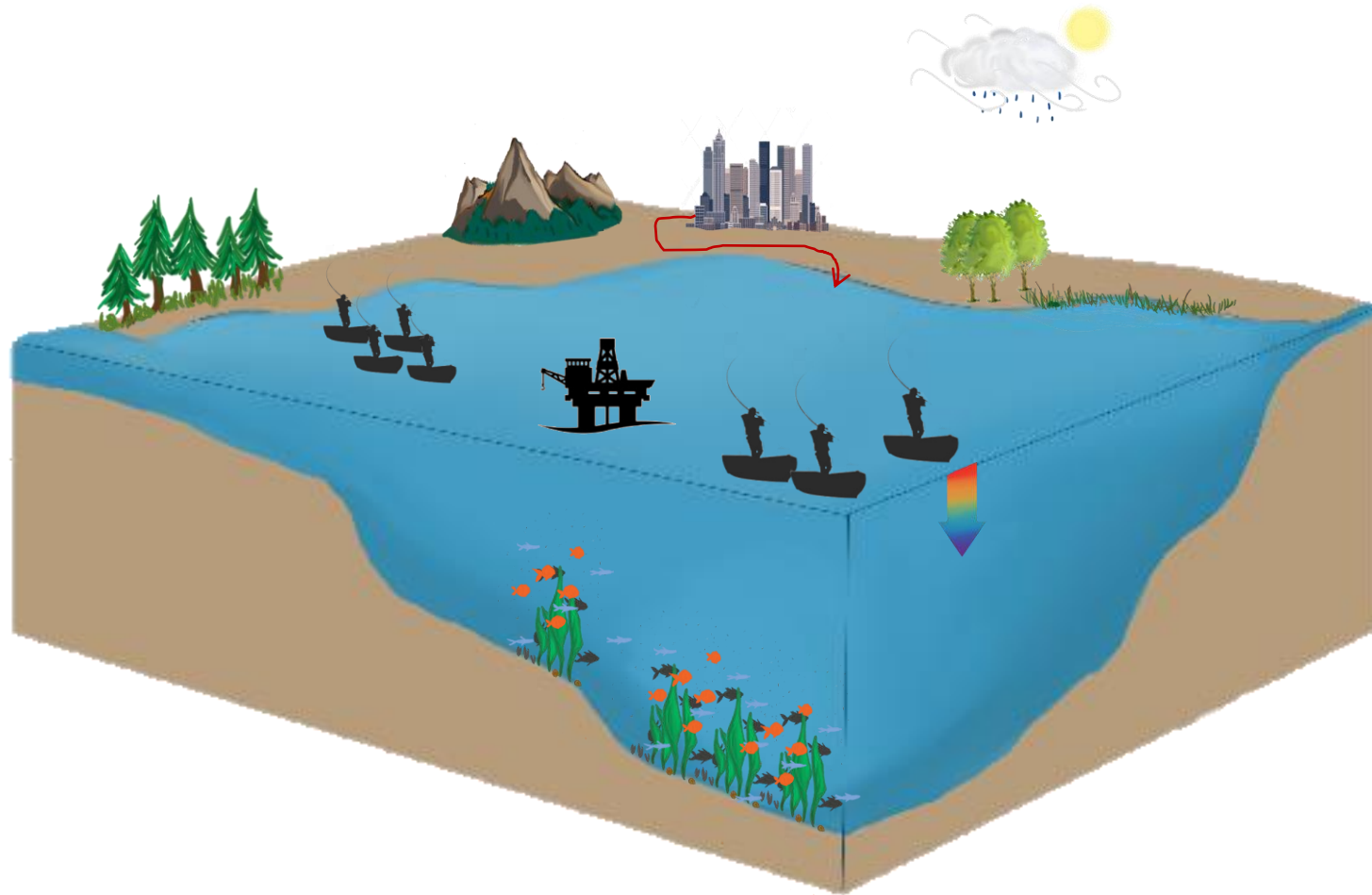
*Componenti sociali*



*Azione dell'uomo = pressione cumulativa*

# Azione dell'uomo = Interazione di scala dei driver multipli



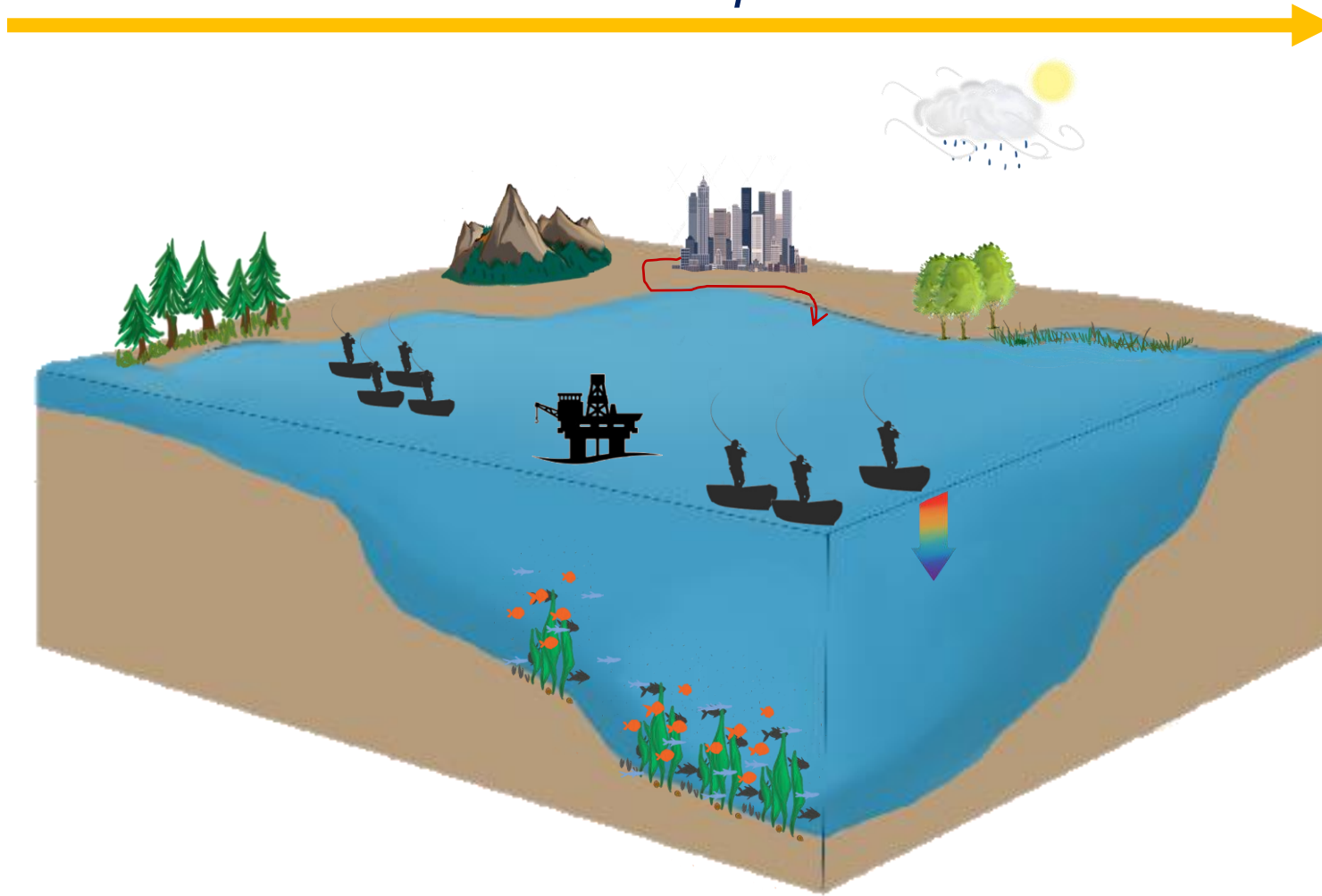


## Interazione multipla

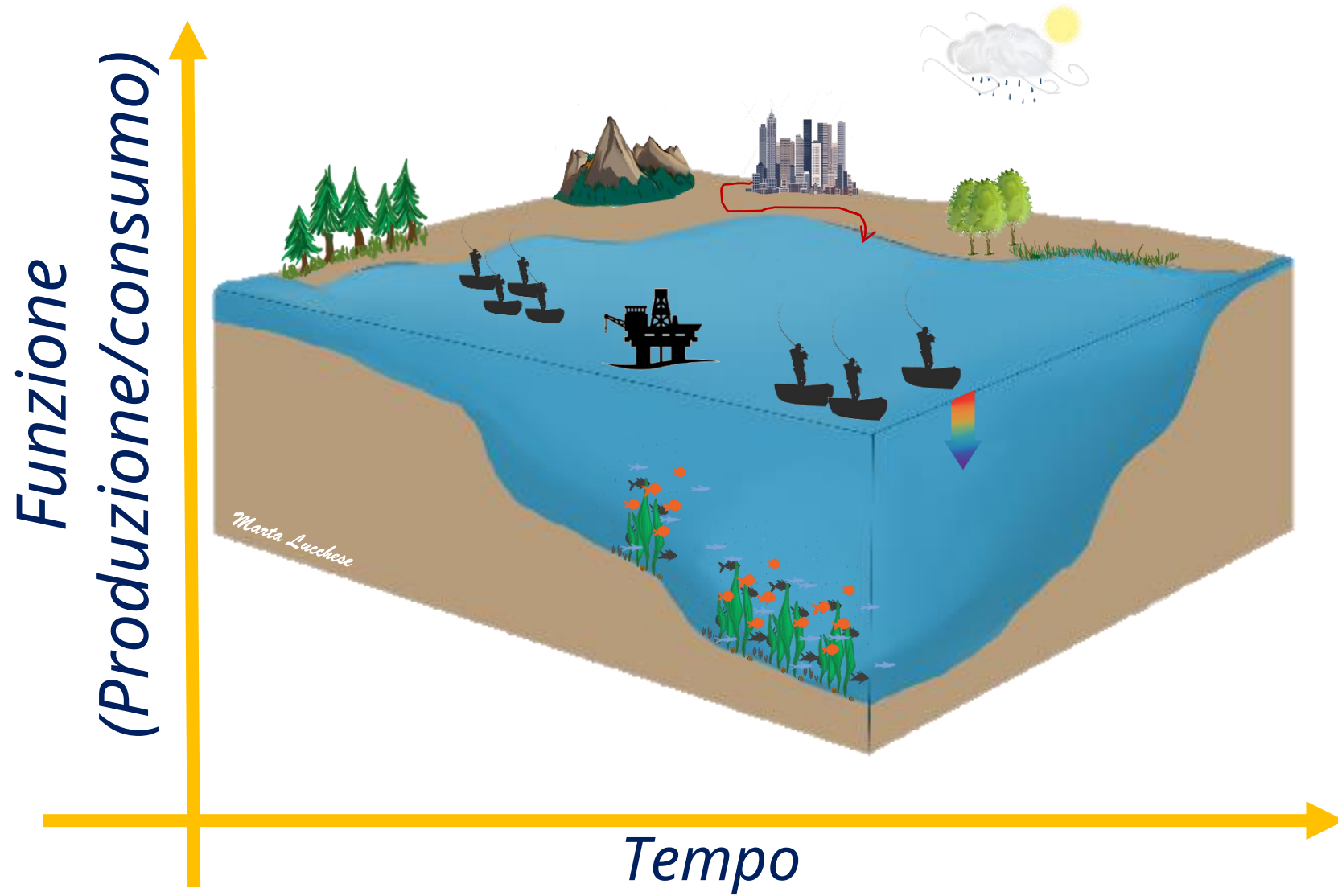
*\*un concetto - logica conseguenza - che permette di «cristallizzare» la reale complessità delle interazioni ecosistemiche ammettendo l'«uomo» come componente essenziale e per collegare quindi attività umane, pressioni sulla biodiversità e i loro effetti «adattativi» diretti o indiretti sulle molteplici funzioni e sui servizi ecosistemici.*

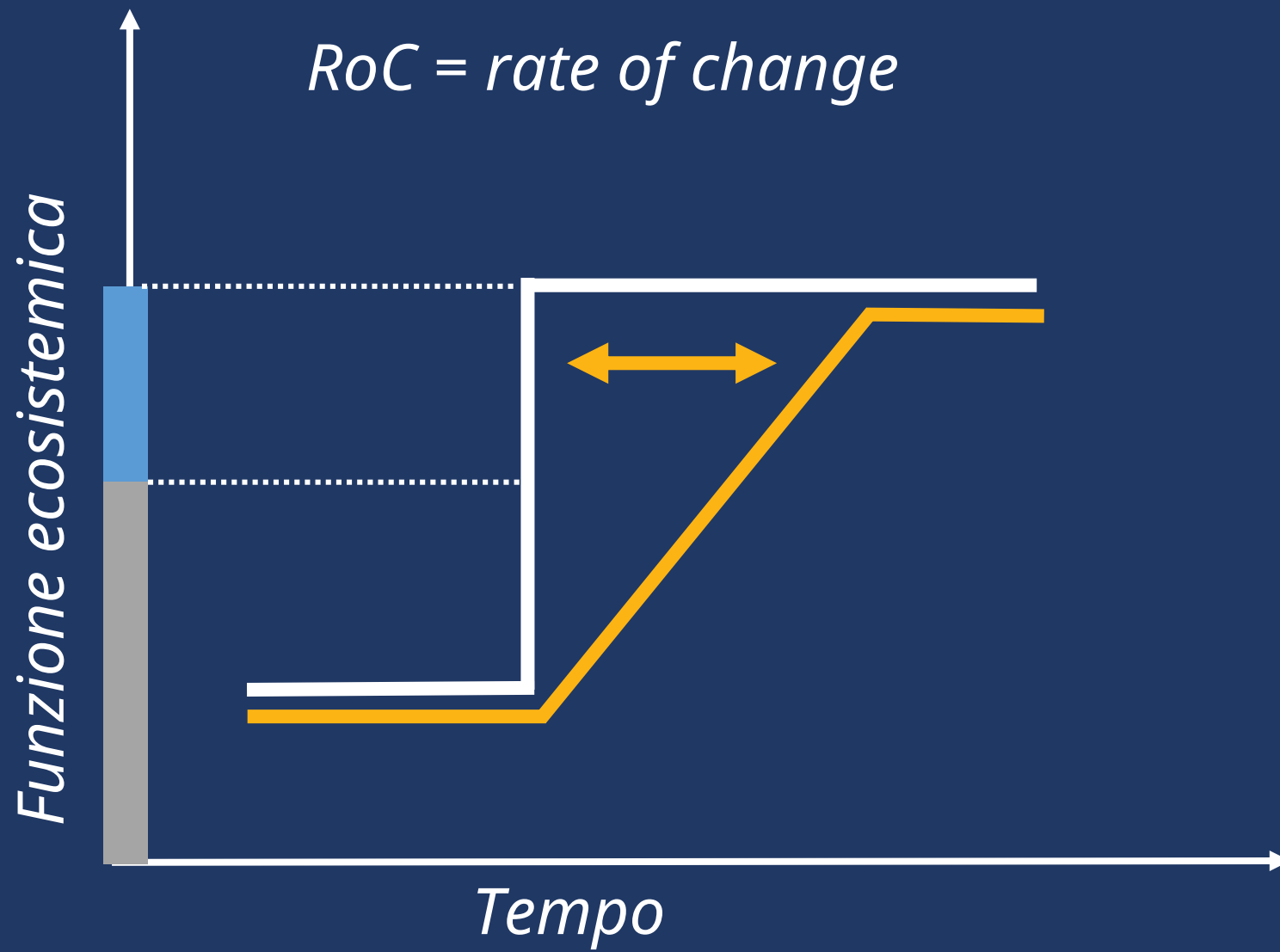


Tempo



*Time in Ecology: una componente esplicita →  
la fenologia conta!*

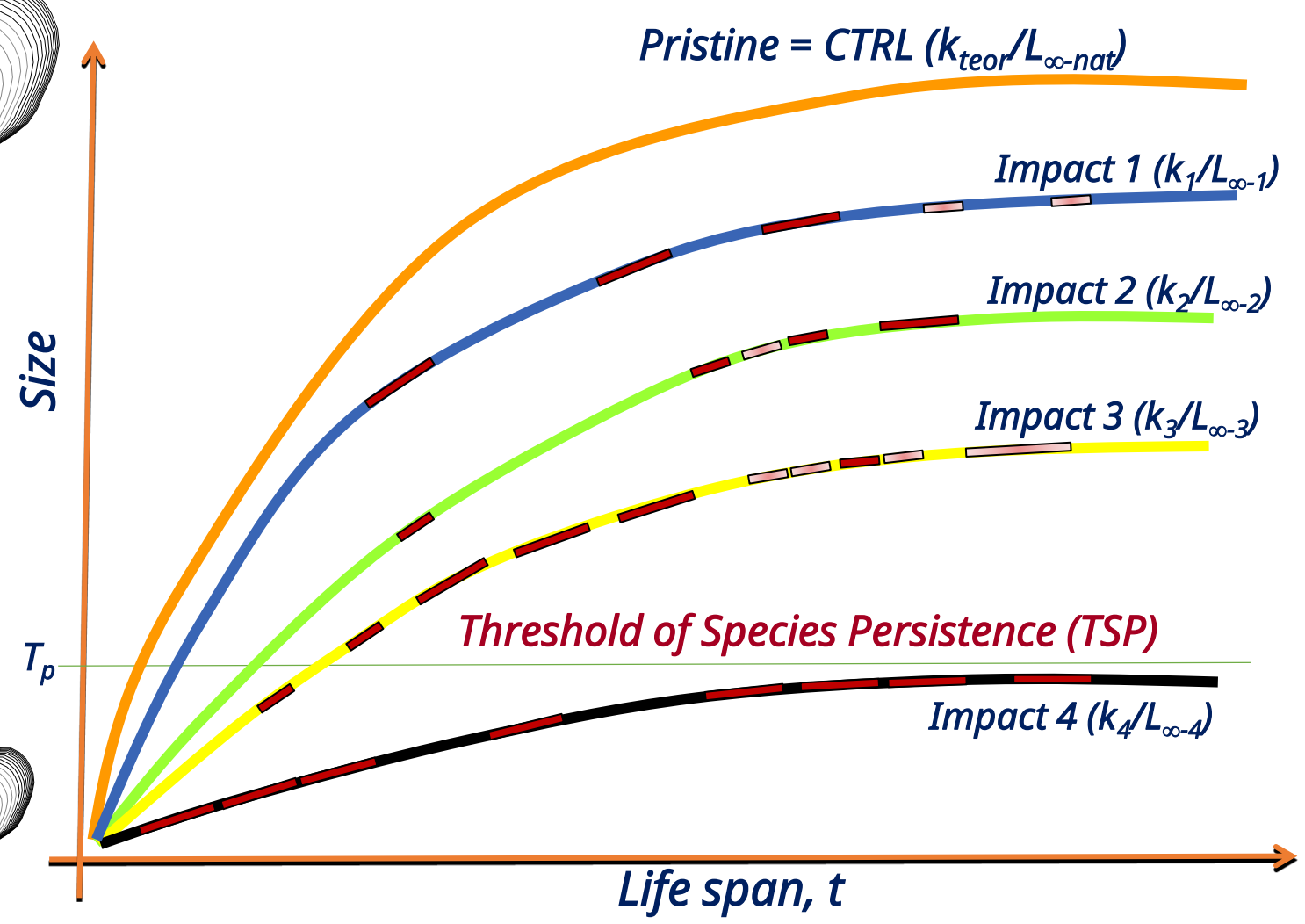
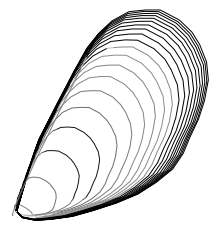


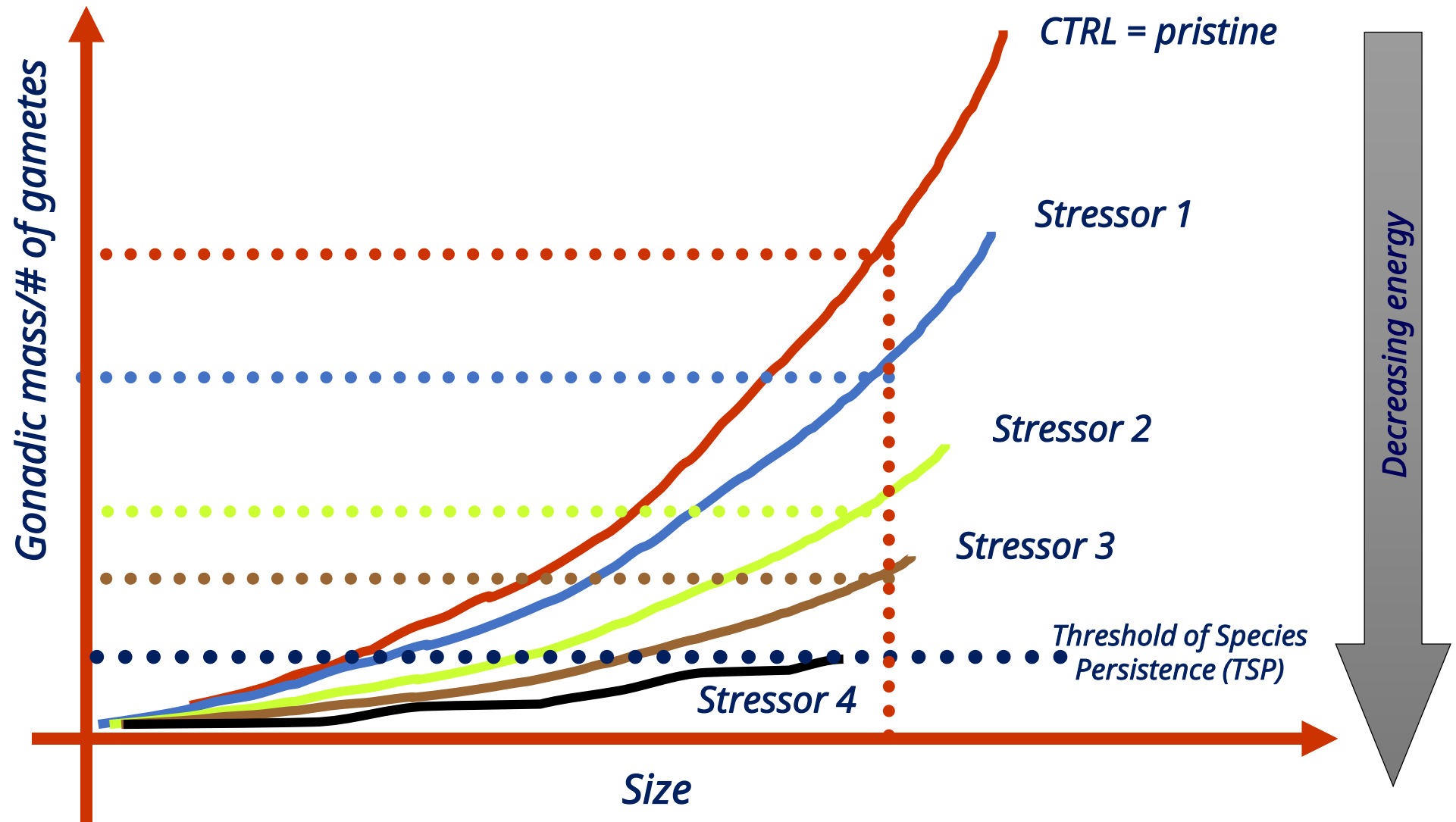


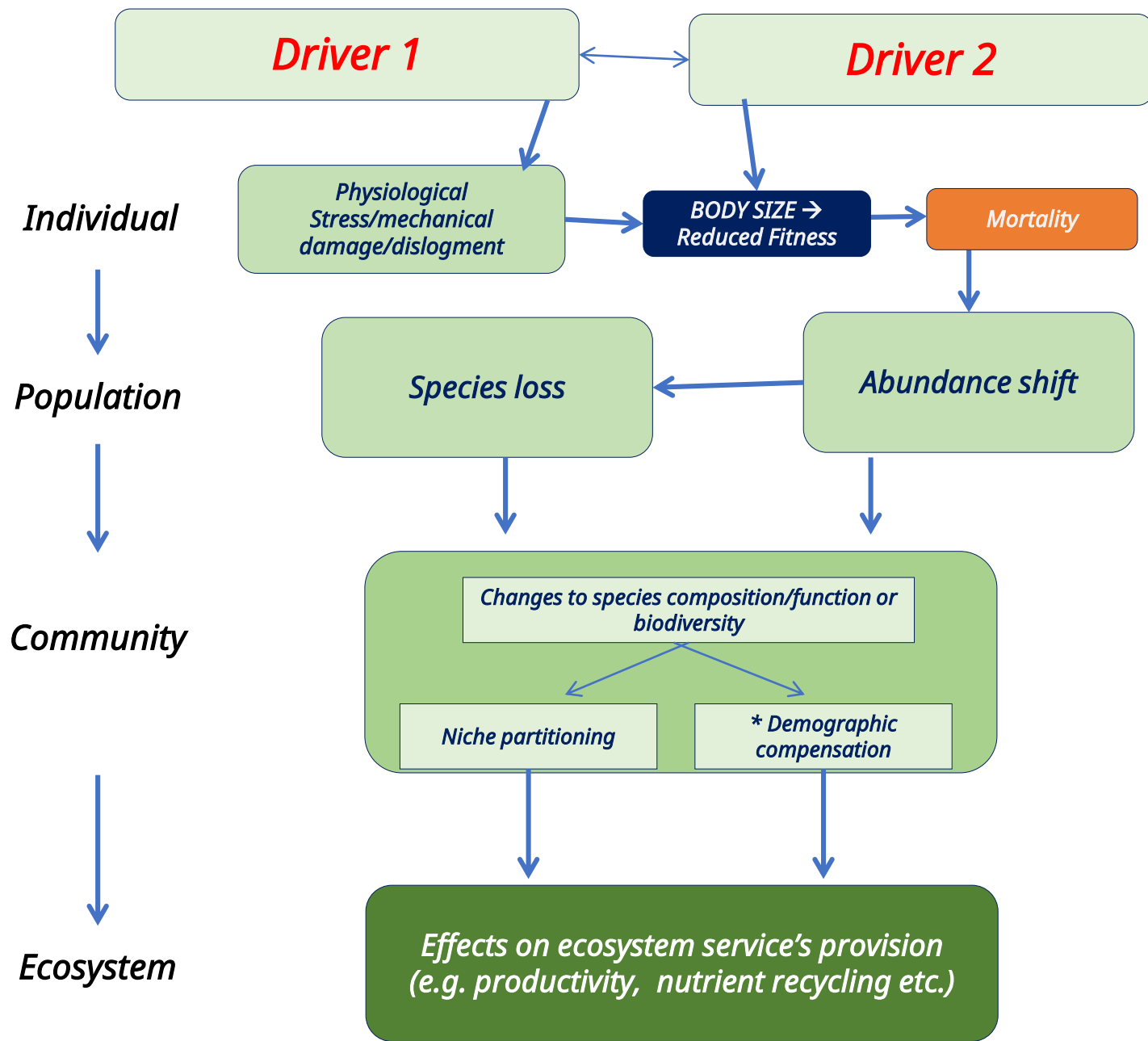
*Ma se parliamo di tasso di  
cambiamento, dobbiamo zoomare  
su come entra il disturbo negli  
ecosistemi*

*La porta di entrata sono gli  
organismi! Il disturbo agisce a a  
livello individuale*

*(Maltby 1999 Ecol Appl; Shaffer and Piggott 2018 GBC)*



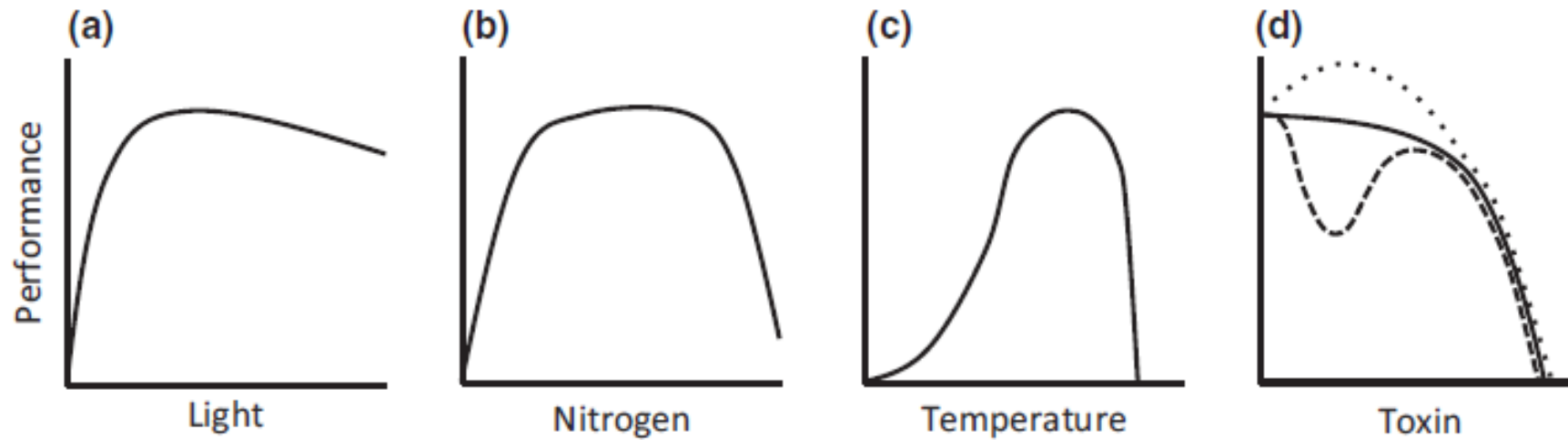


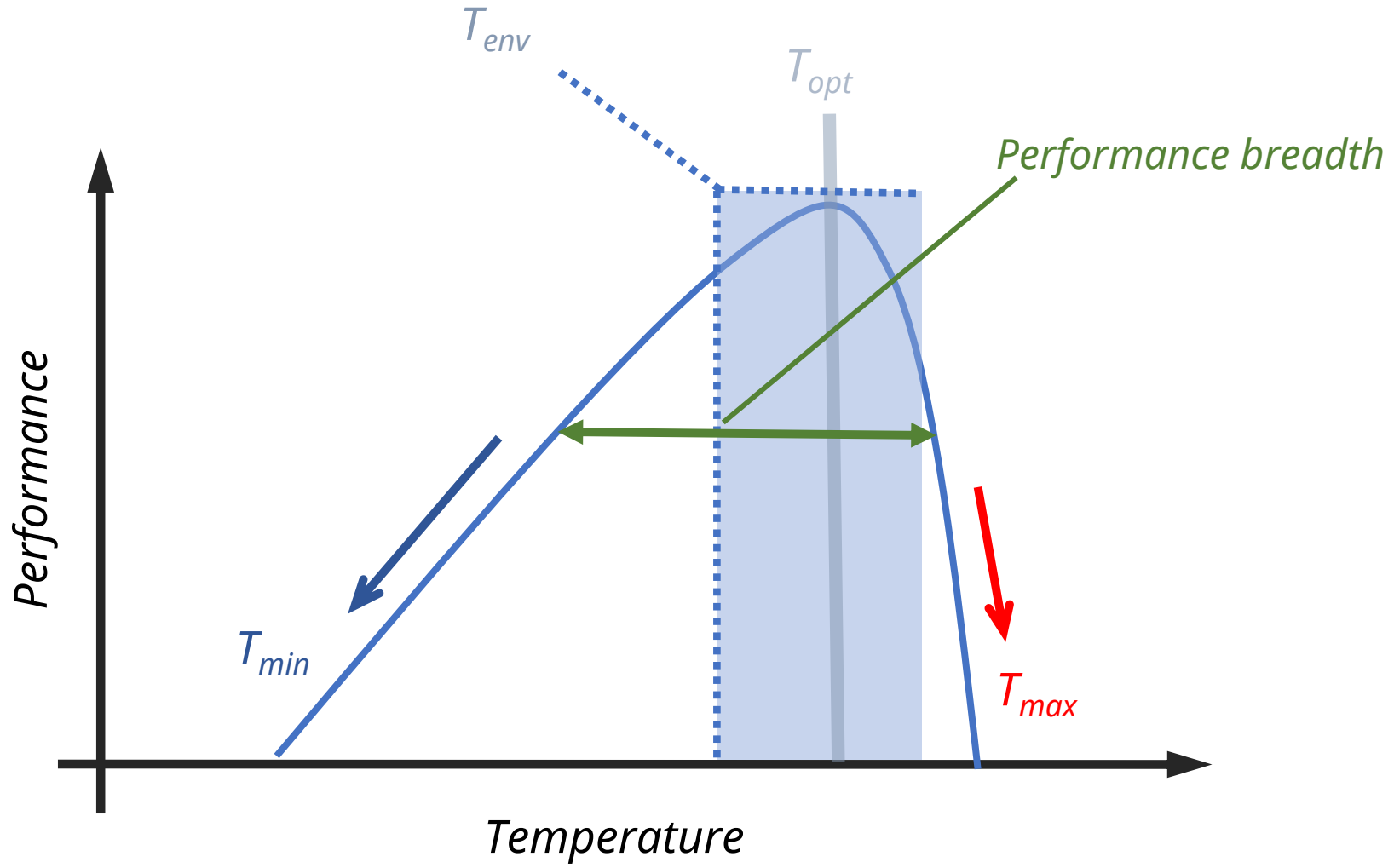


*The Hierarchical Performance Paradigm (Violle et al. 2007)*



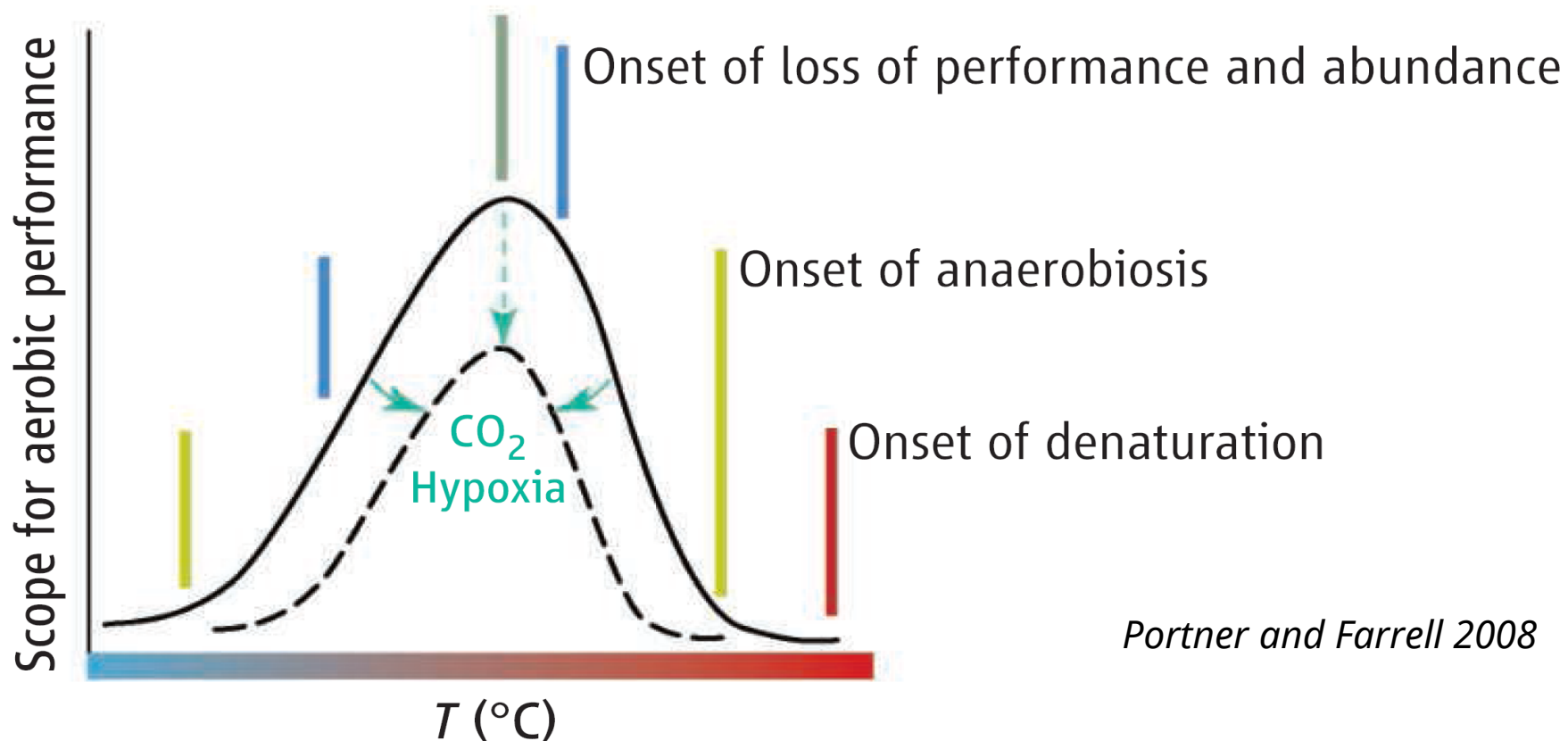
# *Tolerance curves*





*Oxygen and Capacity Limited Thermal tolerance model  
(OCLT)*

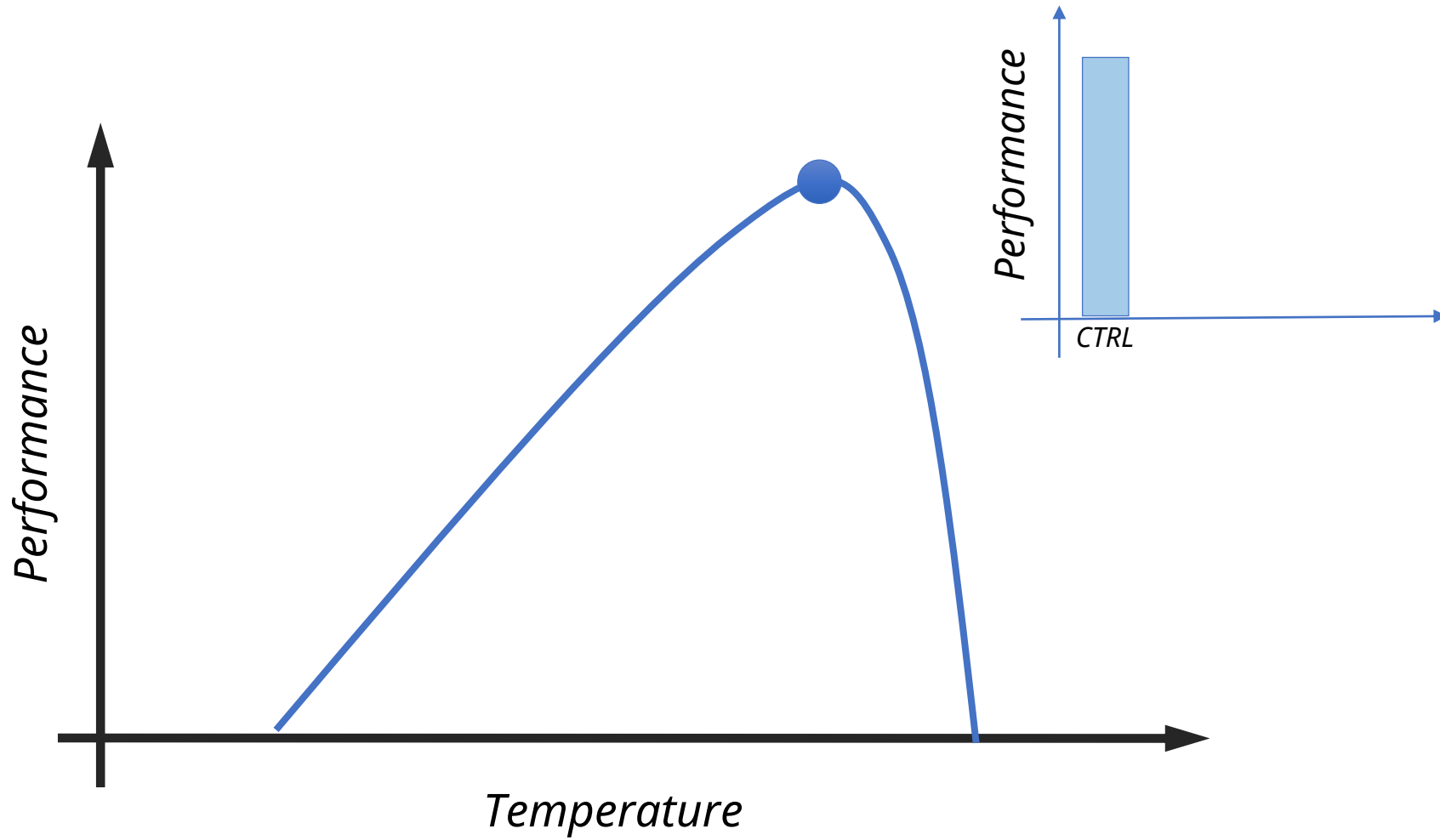
**Thermal windows for animals  
(may include time dependent shifts through acclimatization)**

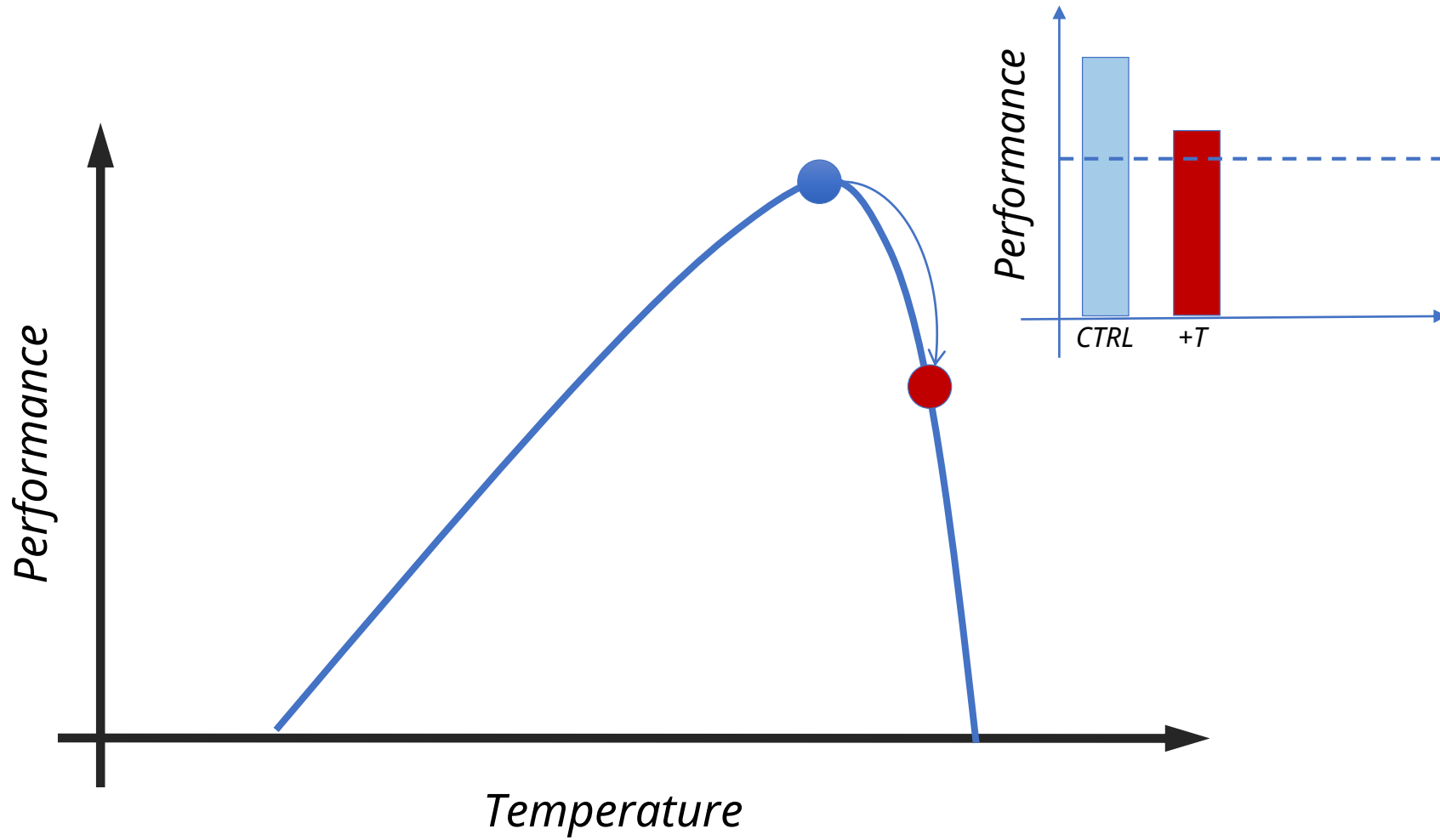


*Portner and Farrell 2008*

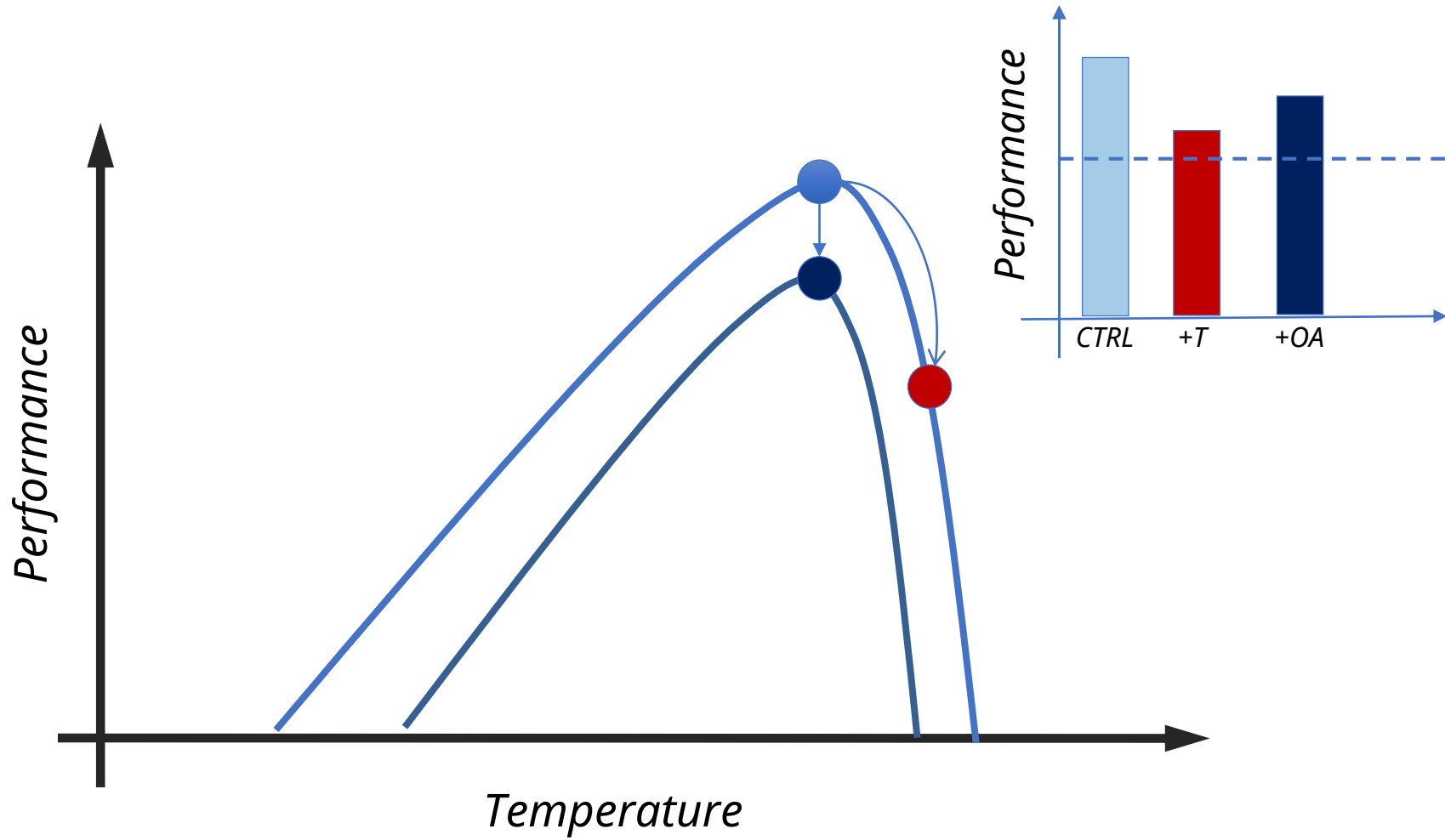
- |  |  |
|--|--|
|  Critical temperature |  Optimum temperature      |
|  Pejus temperature    |  Denaturation temperature |

*...but most curves are not symmetrical...*

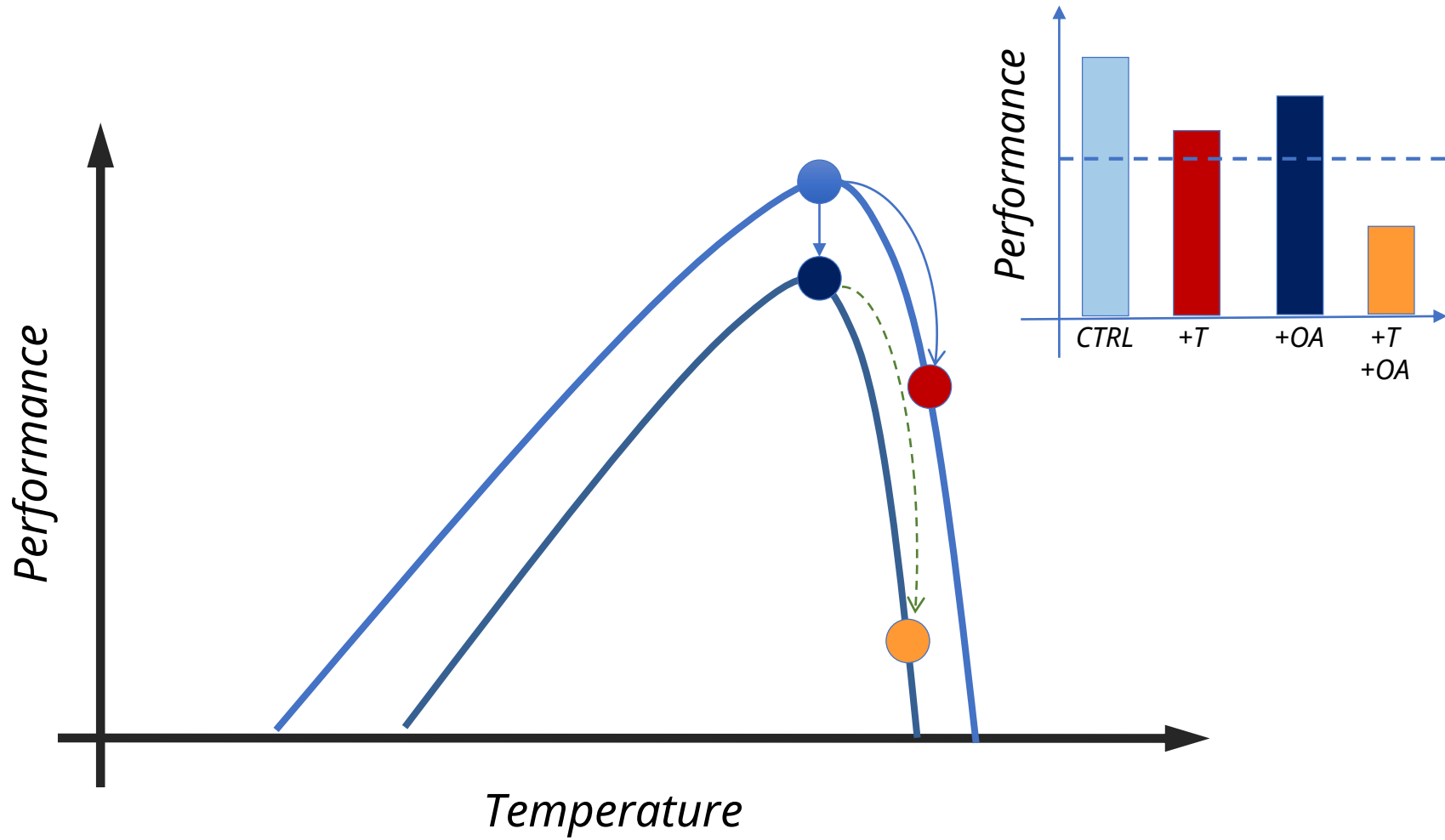




*Courtesy Chris Harley; Sarà under review PRS-B*

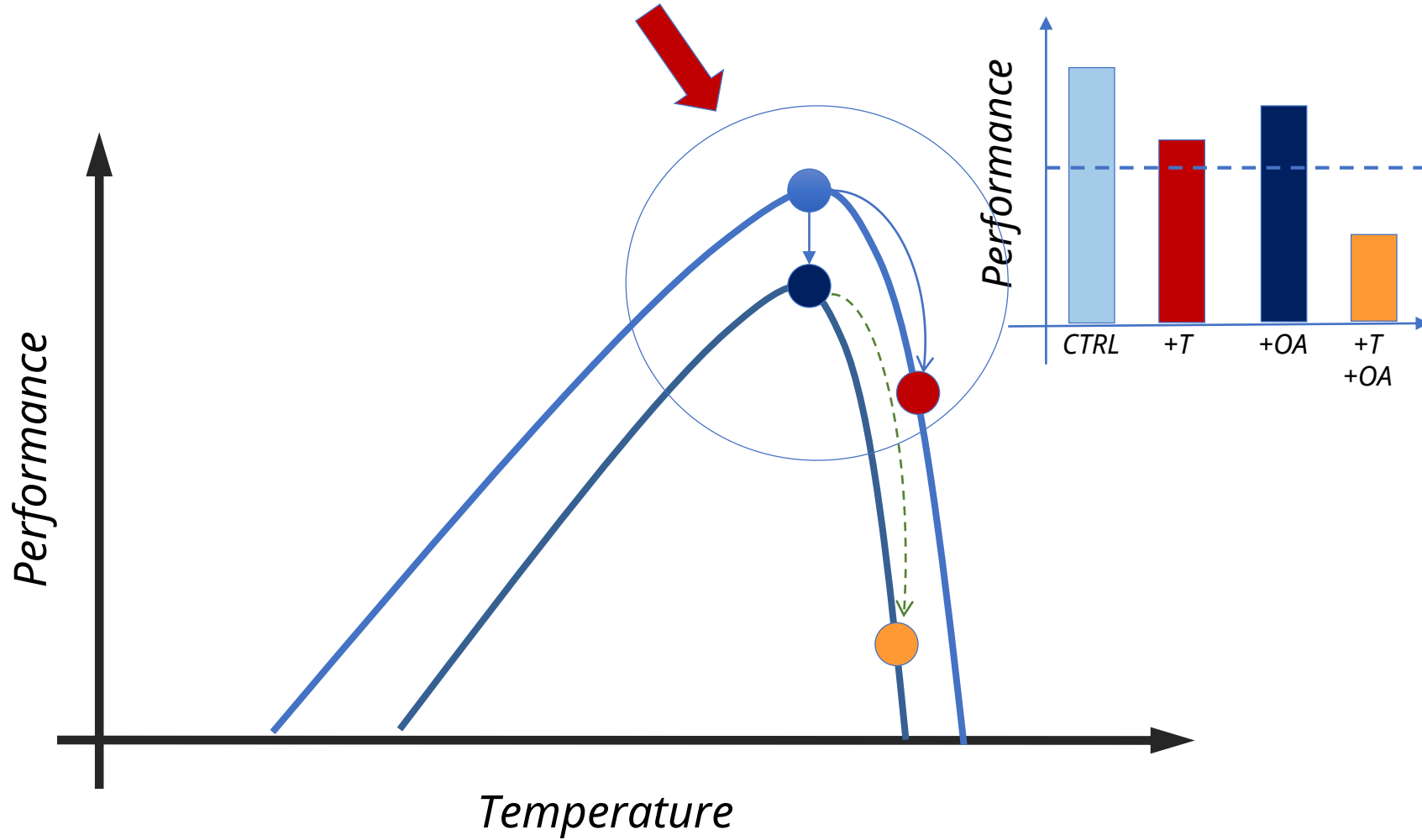


*Courtesy Chris Harley; Sarà under review PRS-B*

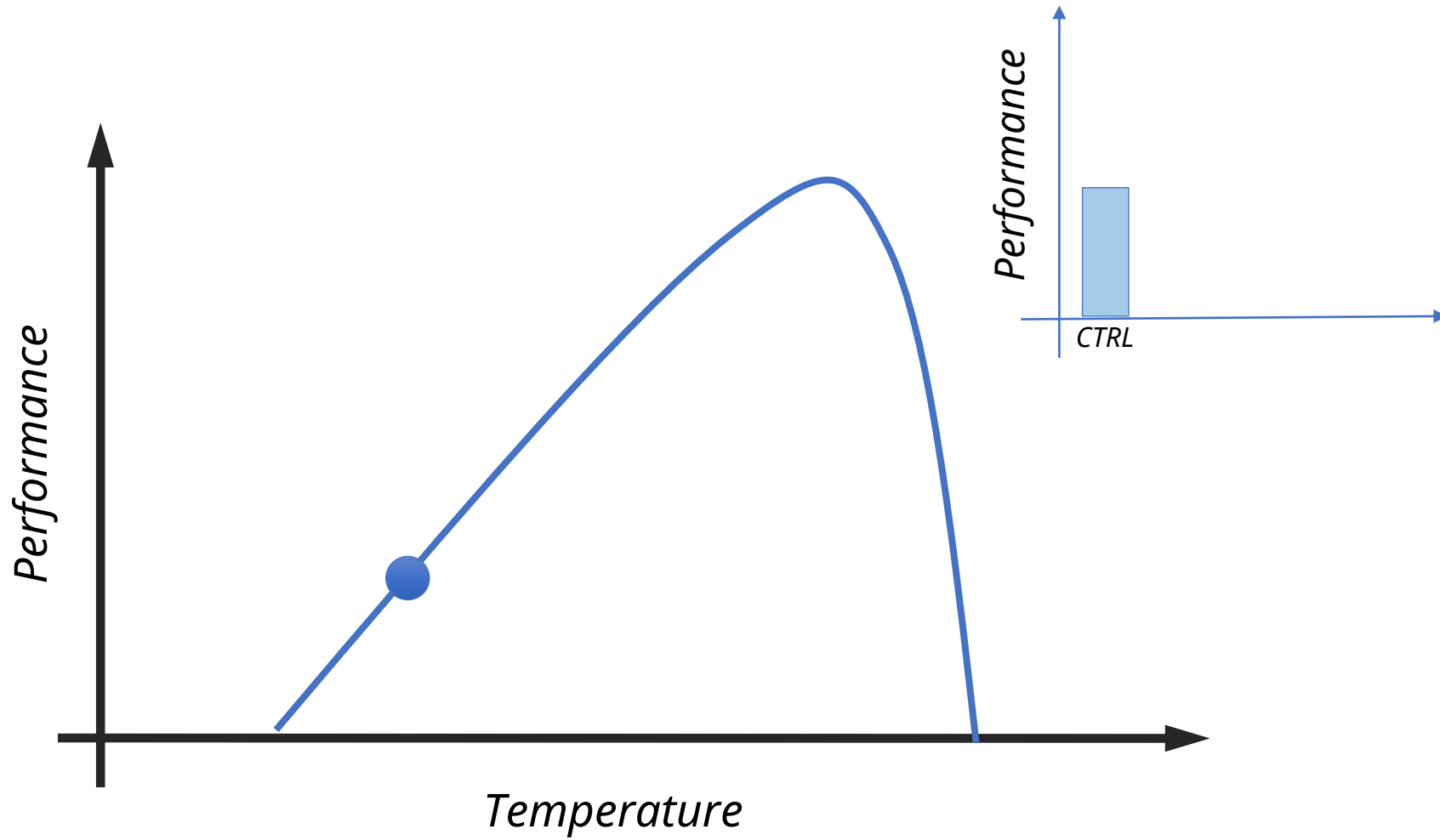


Courtesy Chris Harley; Sarà under review PRS-B

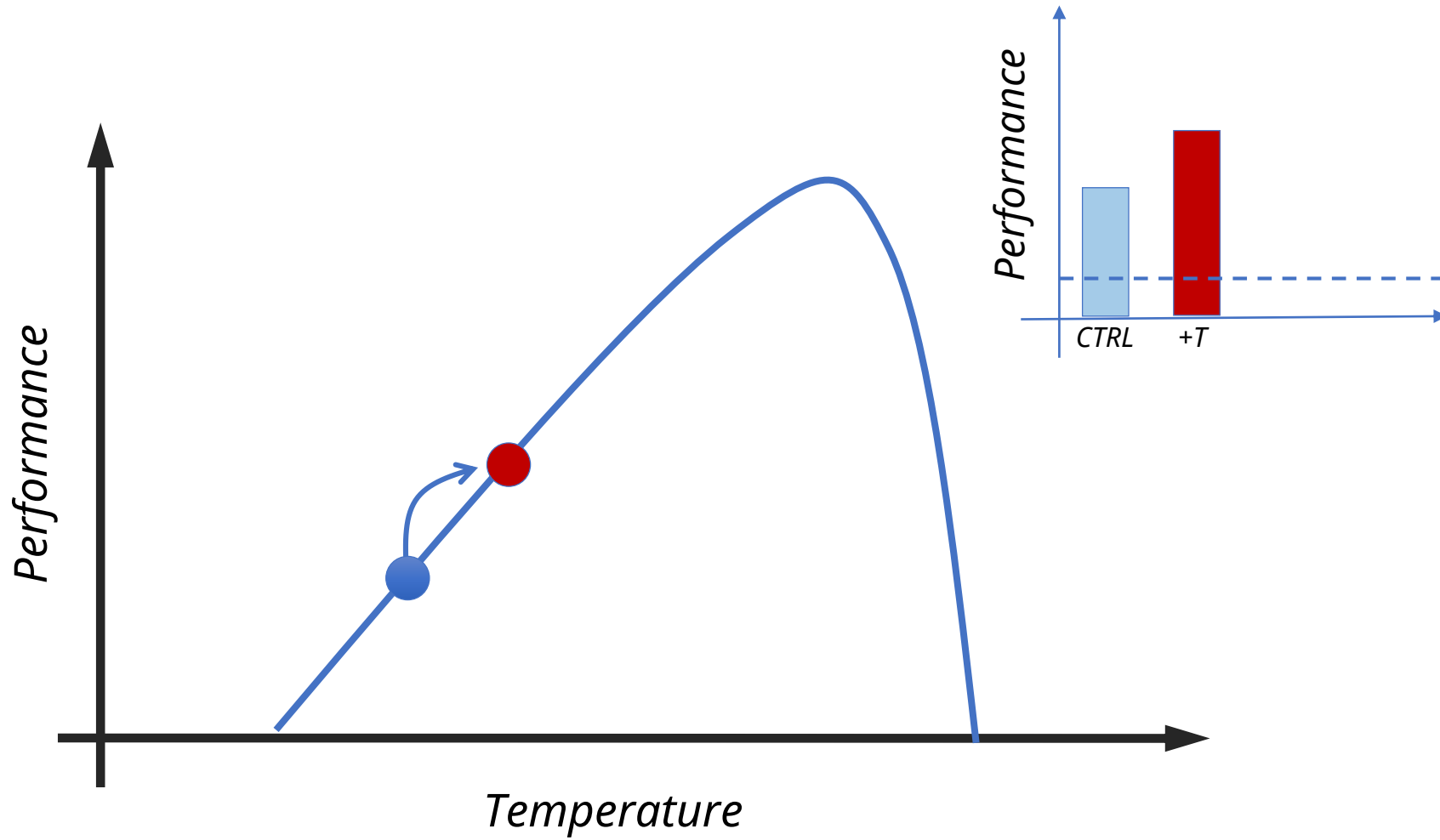
*Life on the edge = most intertidal organisms*



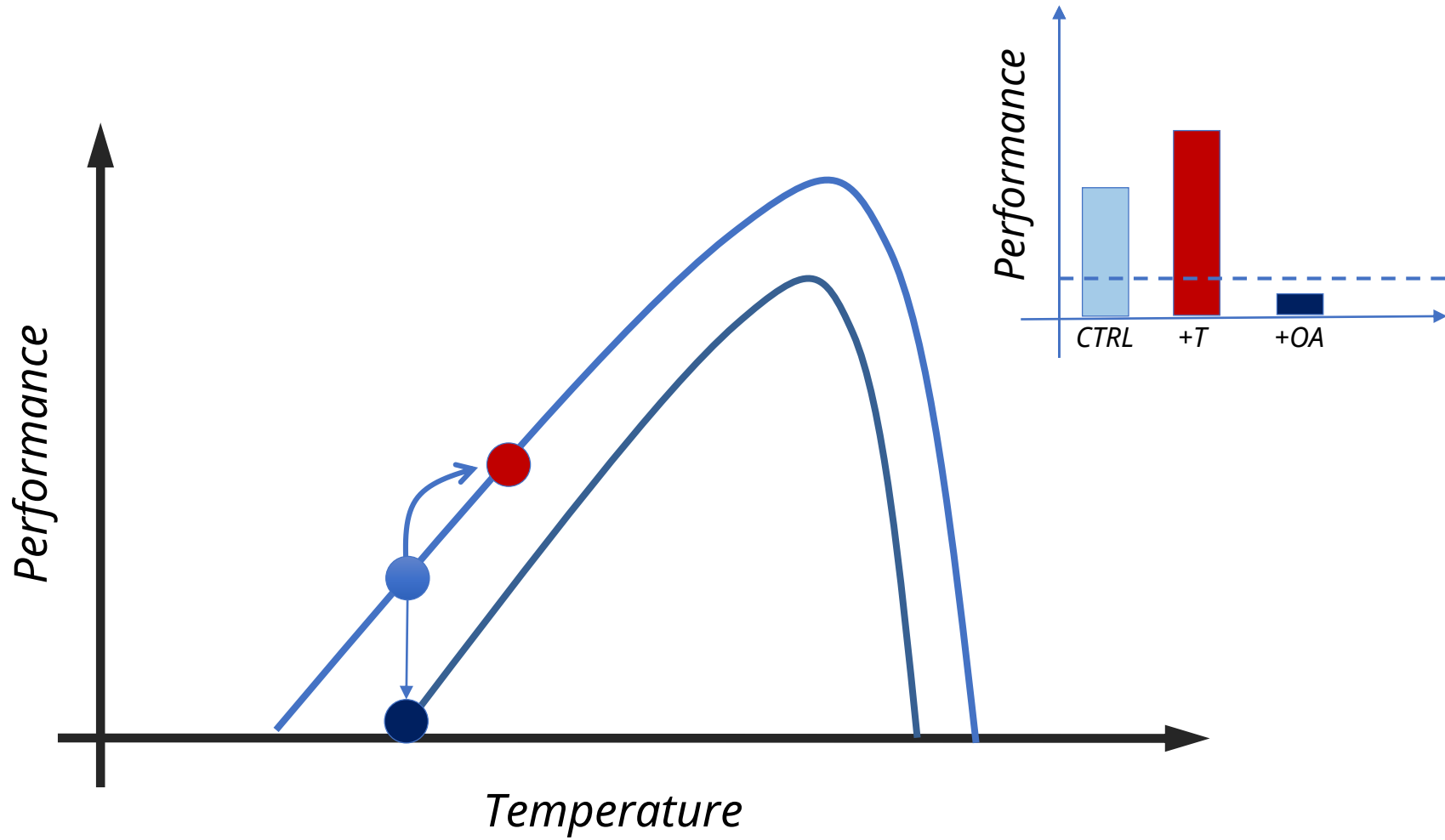




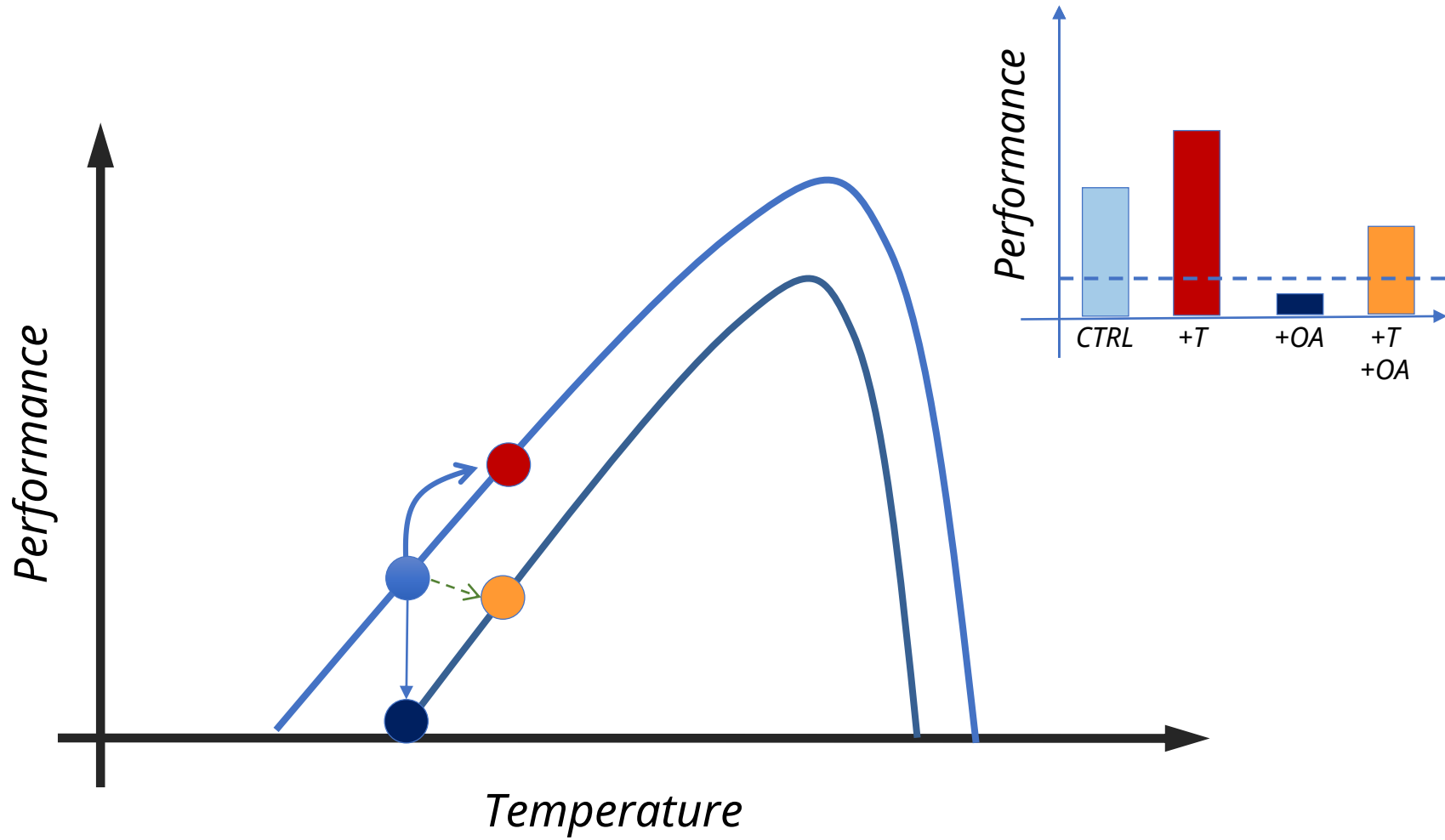
*Courtesy Chris Harley; Sarà under review PRS-B*



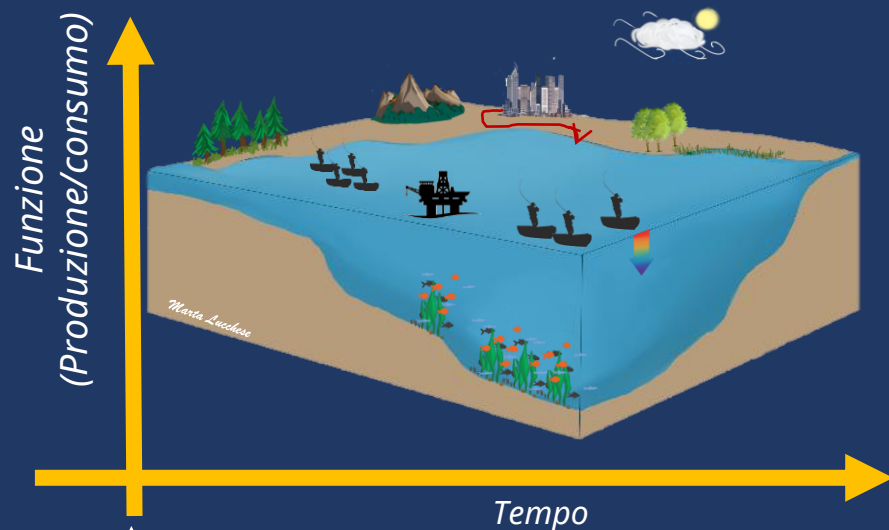
*Courtesy Chris Harley; Sarà under review PRS-B*



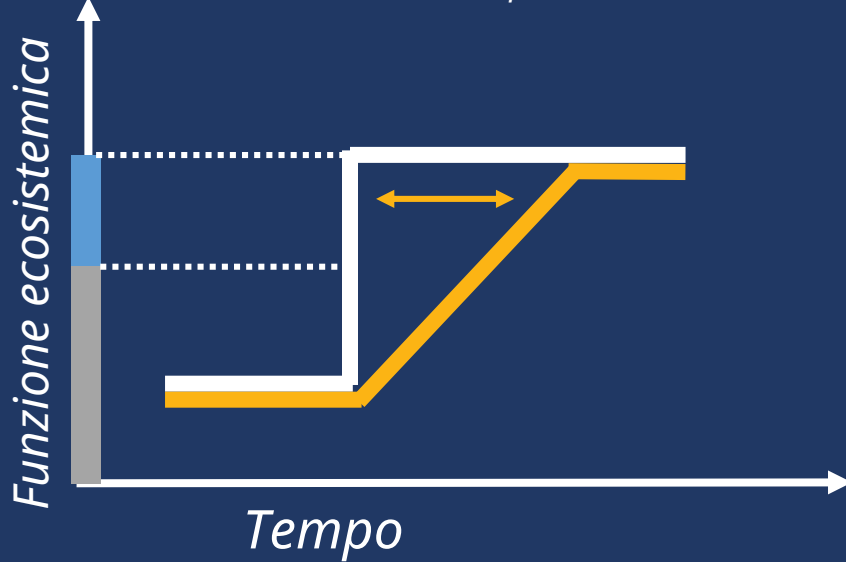
*Courtesy Chris Harley; Sarà under review PRS-B*



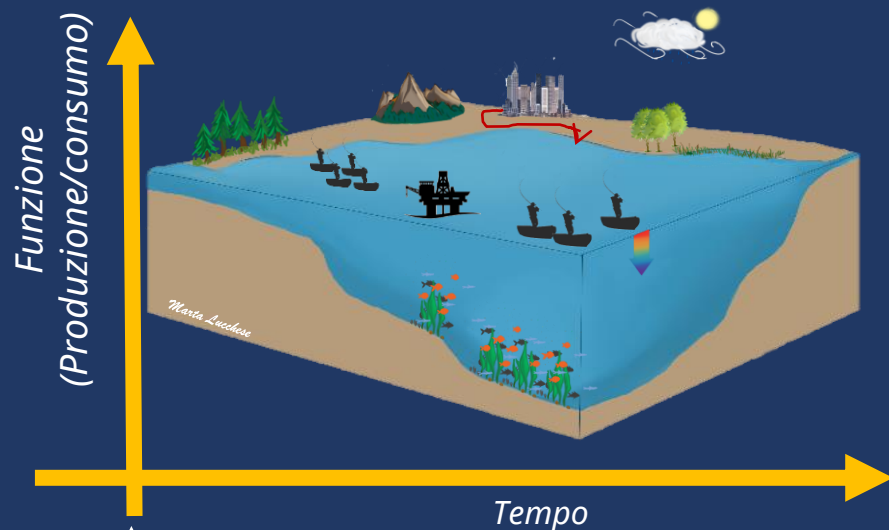
Courtesy Chris Harley; Sarà under review PRS-B



*Richiamiamo il tempo in gioco! E spostiamo il paradigma del nostro approccio, poichè passiamo da un approccio categorico (protetto vs non protetto; abrupt vs gradual) ad un approccio di tipo quantitativo e continuo (e.g. consumo  $h^{-1}$ ), che rappresenta la realtà e riduce le ambiguità. Quindi esplorare come le forzanti di cambiamento (e.g. disturbo) influenzano trasversalmente le componenti della gerarchia ecologica, permette di implementare le nostre predizioni che riguardano le risposte socio-ecologiche al variare dei driver di cambiamento.*



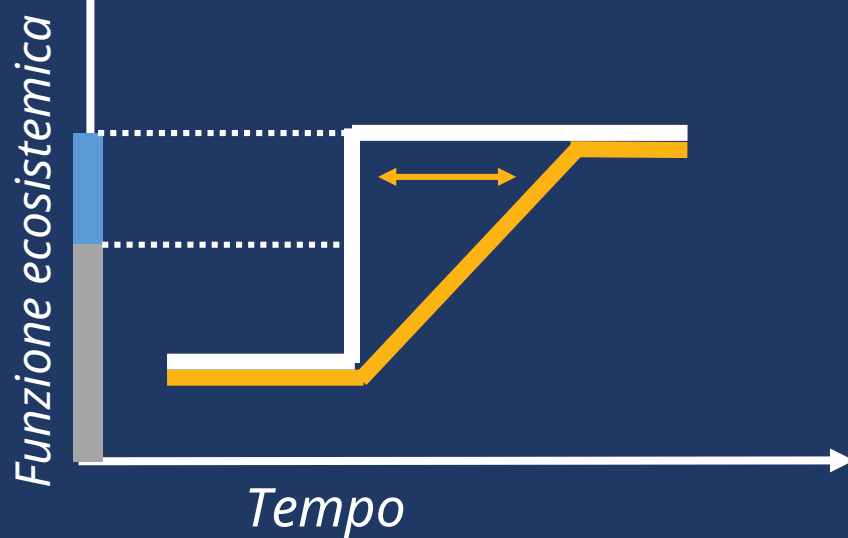
Funzione ecosistemica = ogni caratteristica dell'ecosistema che cambia come funzione del tempo (e.g. produzione primaria) e del disturbo

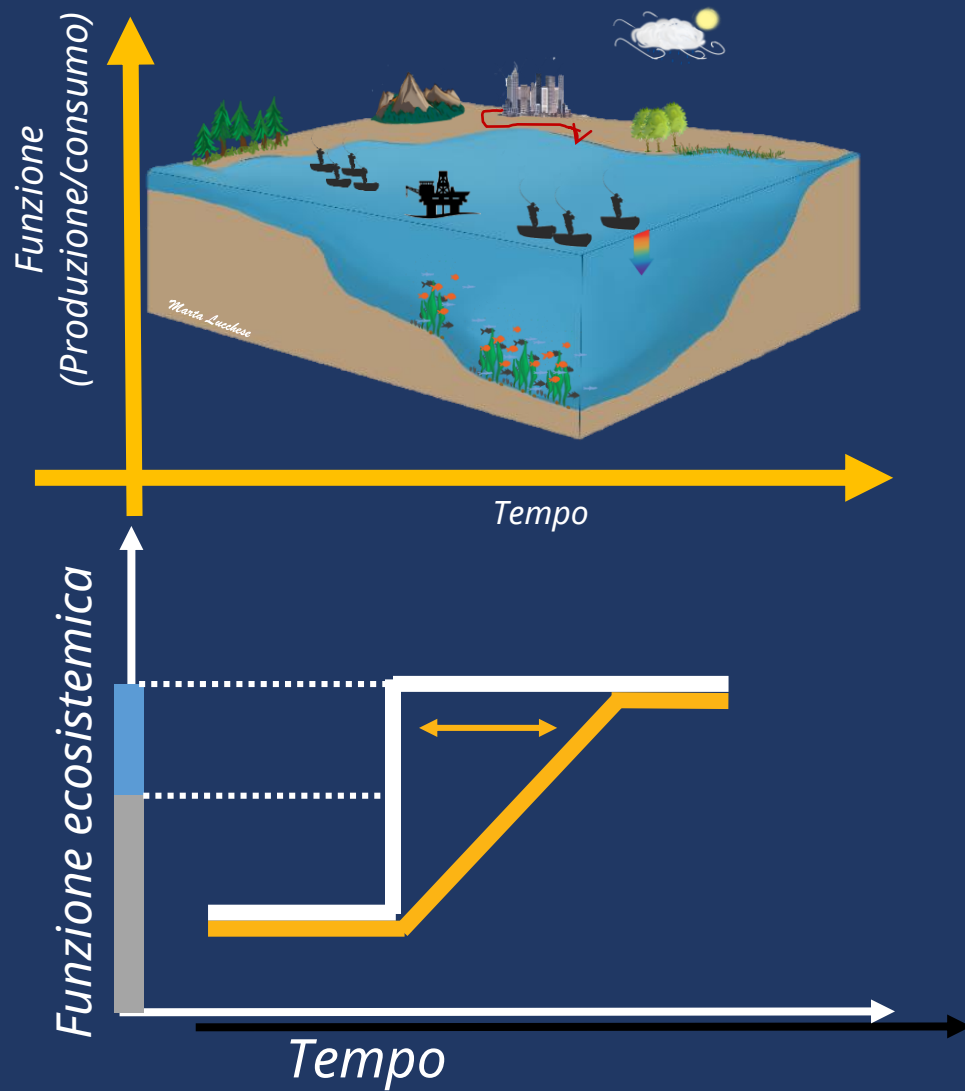


*Naeem (2002) sfruttò il concetto matematico di funzione per introdurre un core meccanicistico per esprimere il concetto di «funzionamento».*

*Definì quindi la «funzione ecosistemica» come «la dipendenza di una caratteristica ecosistemica da un set di covariate (tra cui quelle del disturbo) ed introdusse anche un termine di errore  $\varepsilon$ »:*

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n, \varepsilon)$$





*Esempio: la produzione di biomassa della Posidonia oceanica, una foresta marina o di una foresta terrestre può essere espressa come funzione della qualità delle acque e dei sedimenti e della disponibilità di CO<sub>2</sub> nel tempo, ma anche di **tratti funzionali** come dipendenza da «body temperature» oppure da «body size».*

*Naeem 2002*



*Il concetto di funzionamento è quindi un «conceptual umbrella/cluster» (Jax 2005): «La persistenza o l'esistenza continuativa di proprietà specifiche o di prodotti individuati come indicatori di funzionamento...».*

*Ma riprendiamo le nostre definizioni di ecosistema possiamo allora integrarle per ottenere una definizione finale:*

*il sistema **funziona** sin quando organismi in senso tassonomico e le loro **interazioni** «**persistono**»*

*il sistema funziona sin quando **i processi** si svolgono «regolarmente» **nello spazio e nel tempo***

*il sistema funziona sin quando vi è **persistenza della fornitura di EG&S***

*il sistema funziona sin quando organismi che determinano il **paesaggio** «**persistono**»*

*il sistema funziona sin **quando tutti gli organismi che noi pensiamo esser presenti nell'area** «**persistono**».*



*Il concetto di funzionamento è quindi un «conceptual umbrella/cluster» (Jax 2005): «La persistenza o l'esistenza continuativa di proprietà specifiche o di prodotti individuati come indicatori di funzionamento.»*

*Ma rip  
definiz*

*il siste*

*«persi*

*il siste*

*il siste*

*il sistem*

*il sistema funziona sin **quando tutti gli organismi che noi pensiamo esser presenti nell'area «persistono».***

*La mia sintesi: l'ecosistema funziona quando le interazioni, i processi e le strutture persistono nel tempo e nello spazio, e se esse garantiscono una fornitura di EG&S significativamente non differente rispetto alla baseline naturale/reference point.*

*Il concetto di funzionamento è quindi un «conceptual umbrella/cluster» (Jax 2005): «La persistenza o l'esistenza continuativa di proprietà specifiche o di prodotti individuati come indicatori di funzionamento.»*

*Ma rip  
definiz*

*il siste*

*«persi*

*il siste*

*il siste*

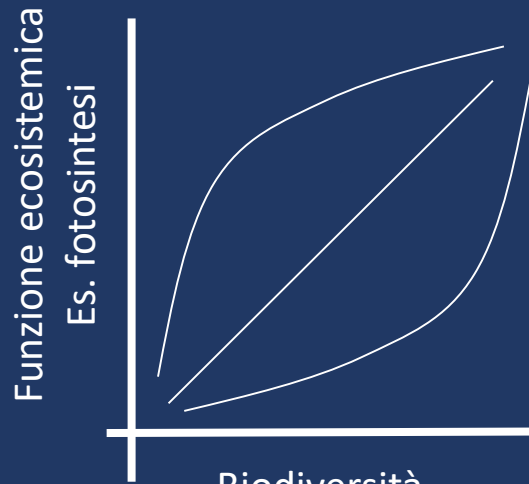
*il sistem*

*il sistema funziona sin **quando tutti gli organismi che noi pensiamo esser presenti nell'area «persistono».***

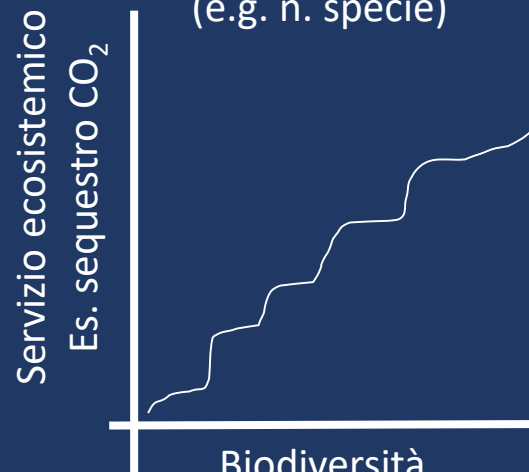
*Ma... c'è un ma... il disturbo umano ha effetti  
significativi sul funzionamento ecosistemico e ora  
dobbiamo tenerne conto.*

*na*

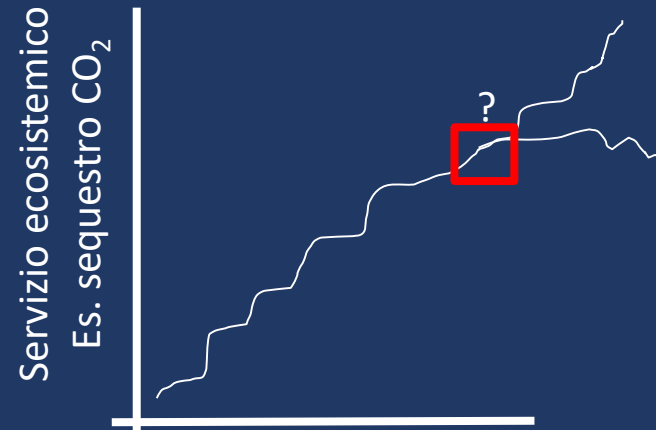
*o*



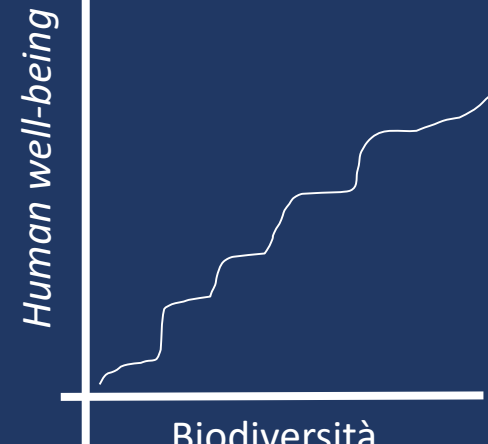
Biodiversità  
(e.g. n. specie)



Biodiversità  
(e.g. n. specie)



Funzione ecosistemica  
Es. fotosintesi



Biodiversità  
(e.g. n. specie)

*La funzione meccanicistica per eccellenza è la quella che lega la biodiversità al funzionamento. Senza entrare nei dettagli dei differenti modelli (e.g. Cardinale et al. 2012), possiamo certamente asserire in base alla ricerca sin qui effettuata che un **incremento in biodiversità porta ad un incremento di funzioni esprimibili all'interno di una comunità e quindi nell'ecosistema...***

*Quelle di Cardinale et al. 2012 (o meglio di Peterson et al. 1998) sono le più semplici, perché non tengono conto di aspetti come eterogeneità di habitat e dispersal.*

*Ad ogni modo, i quattro grafici dovrebbero poter rappresentare bene come stanno le cose e quali sono le relazioni base che legano biodiversità a funzioni, funzionamento, EG&S e benessere umano.*

# Ciascuna di queste specie ha un ruolo ed una funzione



SITO A: 3 specie



SITO B: 1 specie



SITO C: 4 specie



SITO D: 16 specie



= produttore/fotosintesi



= consumatore/detritivoria



= consumatore/omnivorica

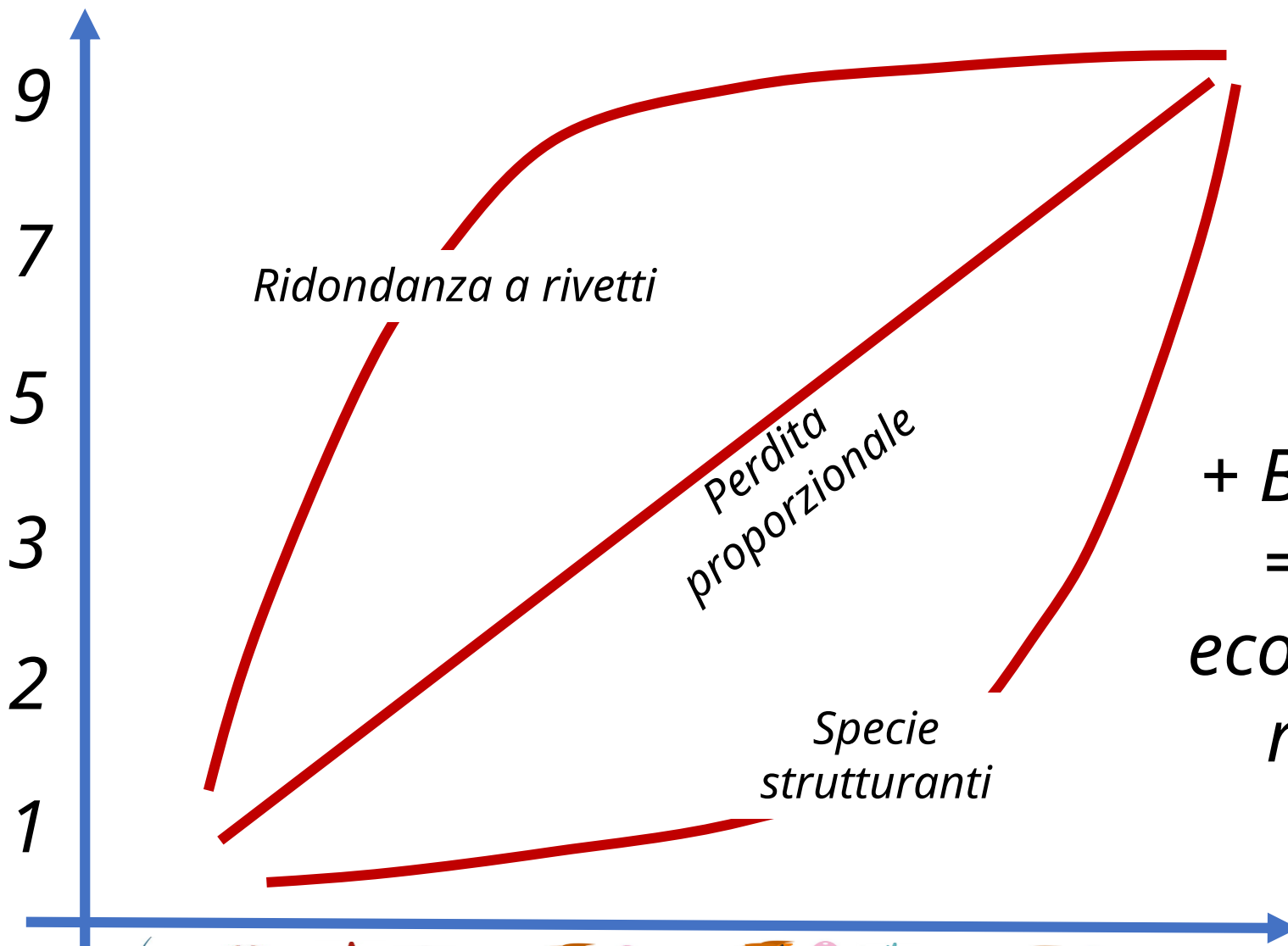


= consumatore/filtratore

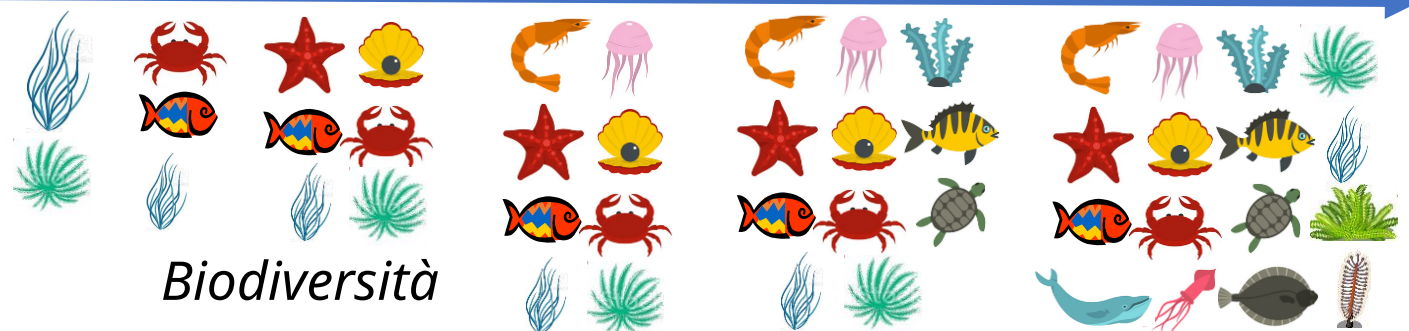


= consumatore/carnivoria

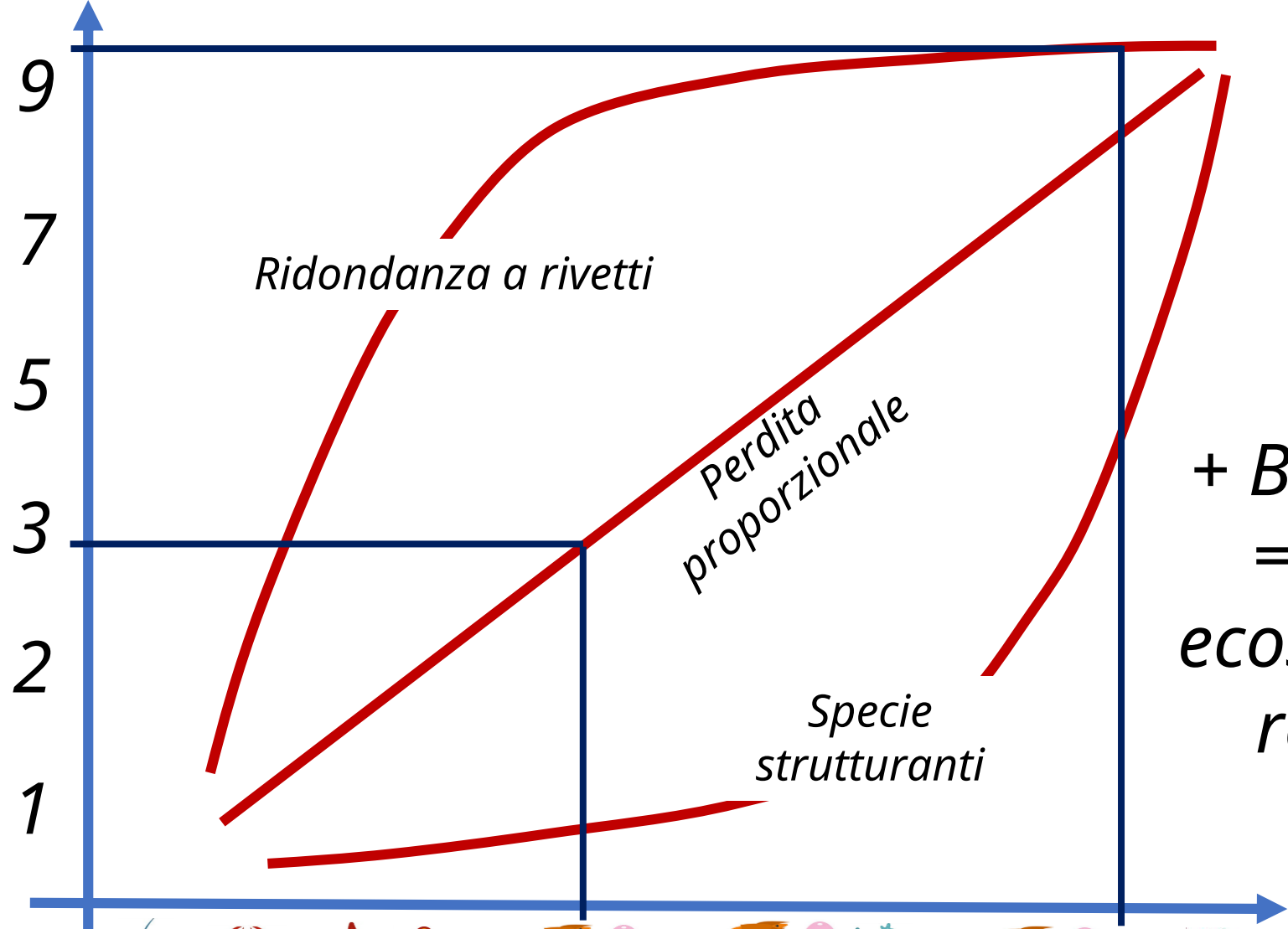
Funzionamento  
ecosistemico,  
cioè  
numero di  
funzioni  
espresse



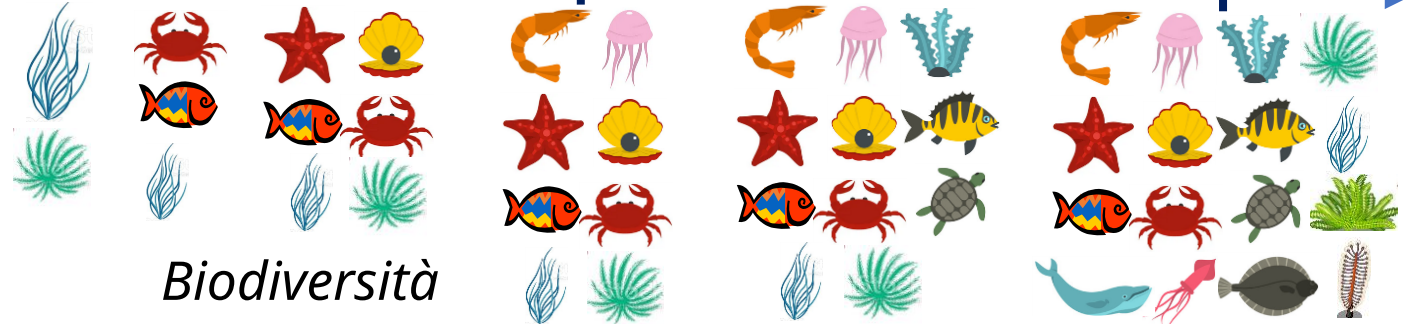
+ *Biodiversità*  
= + *salute*  
*ecosistemica e*  
*resilienza*



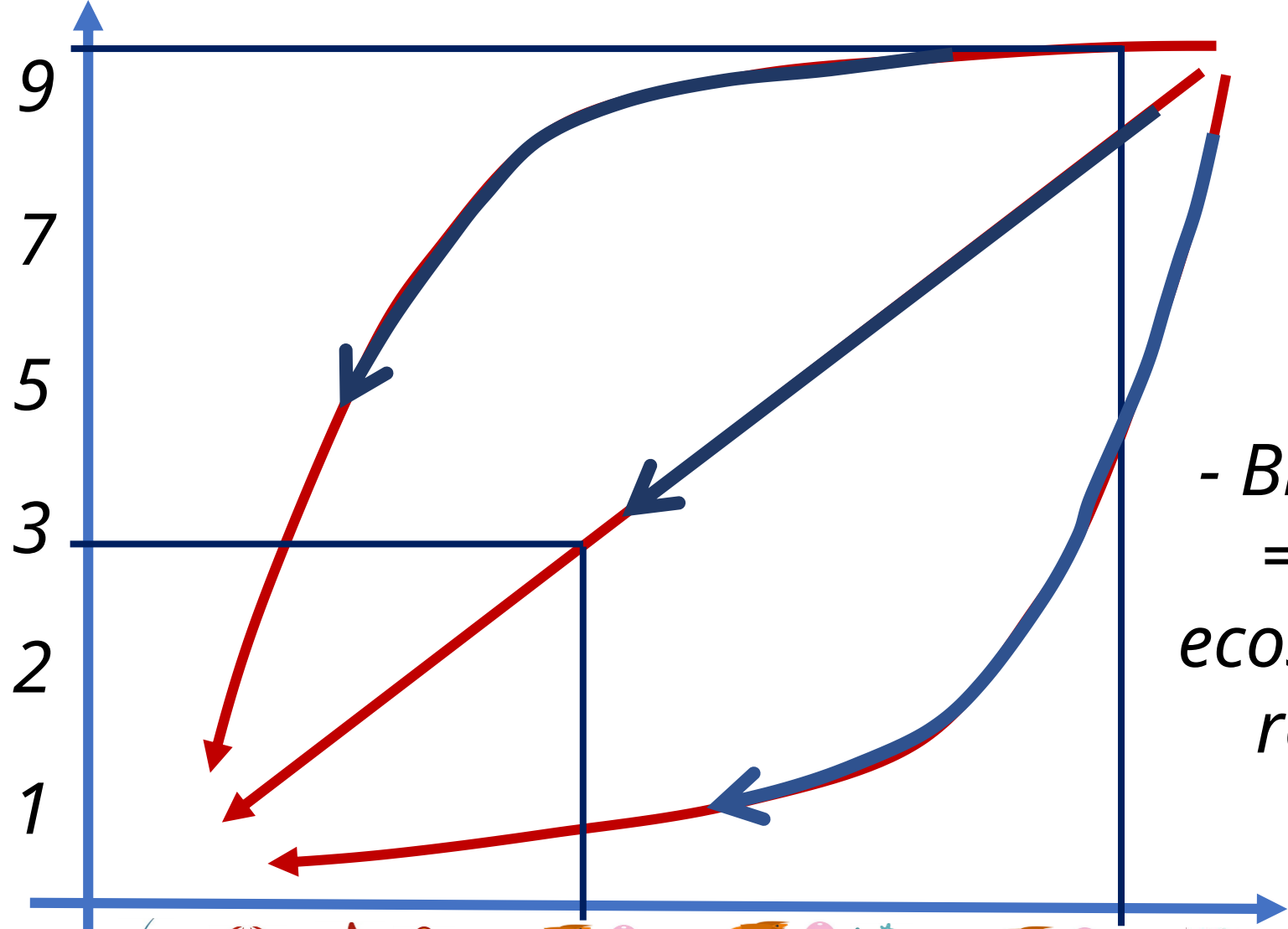
Funzionamento  
ecosistemico,  
cioè  
numero di  
funzioni  
espresse



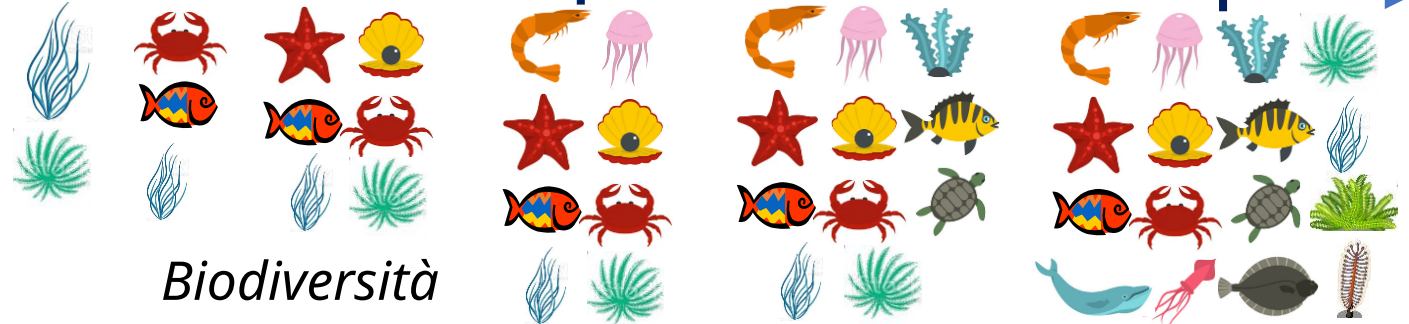
+ *Biodiversità*  
= + *salute*  
*ecosistemica e*  
*resilienza*



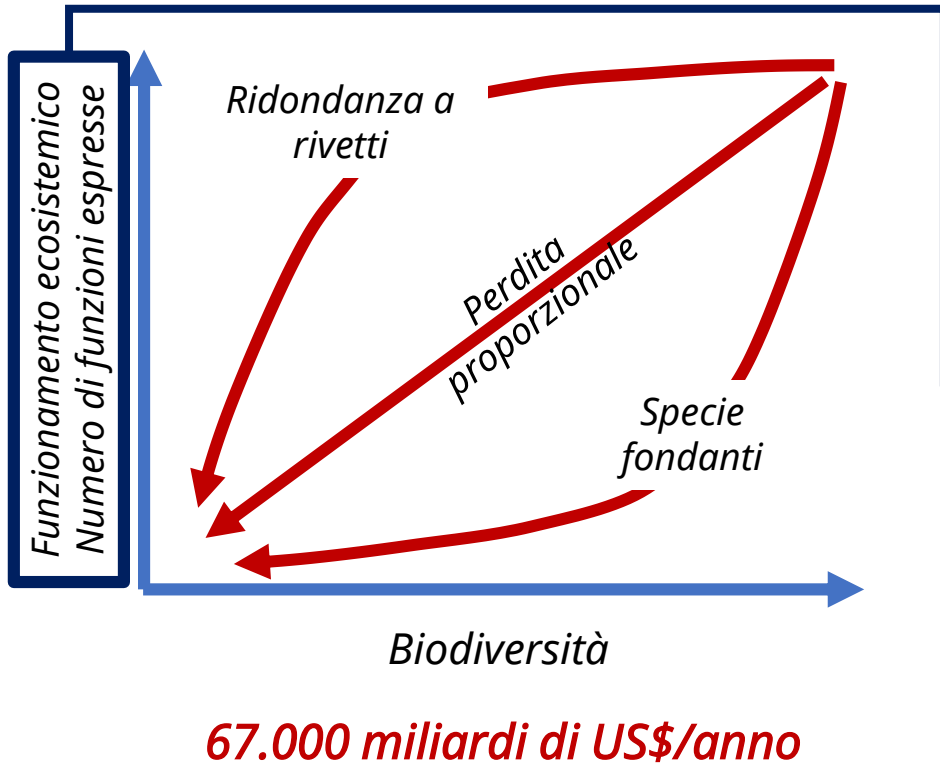
Funzionamento  
ecosistemico,  
cioè  
numero di  
funzioni  
espresse



- Biodiversità  
= - salute  
ecosistemica e  
resilienza



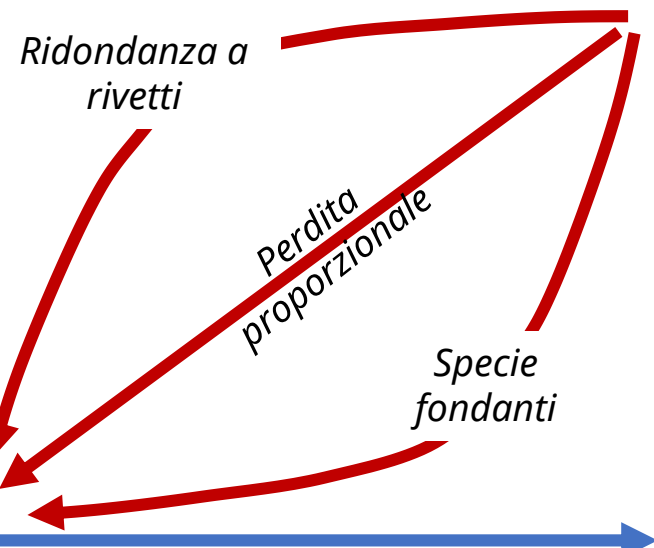
**Quasi il 66% del PIL mondiale dipende dai servizi offerti dagli ecosistemi e quindi dalla biodiversità**



**Figura 6: Servizi ecosistemici**



Funzionamento ecosistemico  
Numero di funzioni espresse



Biodiversità

**Esempio 1** - Qualità degli habitat: servizio di supporto (integrità)

**Esempio 2** - Sequestro e stoccaggio di carbonio: servizio di regolazione (fotosintesi)

**Esempio 3** - Impollinazione: servizio di regolazione e approvvigionamento

**Esempio 4** - Produzione agricola, legname, pesca etc.: servizio di approvvigionamento (biomasse e tassi di accrescimento)

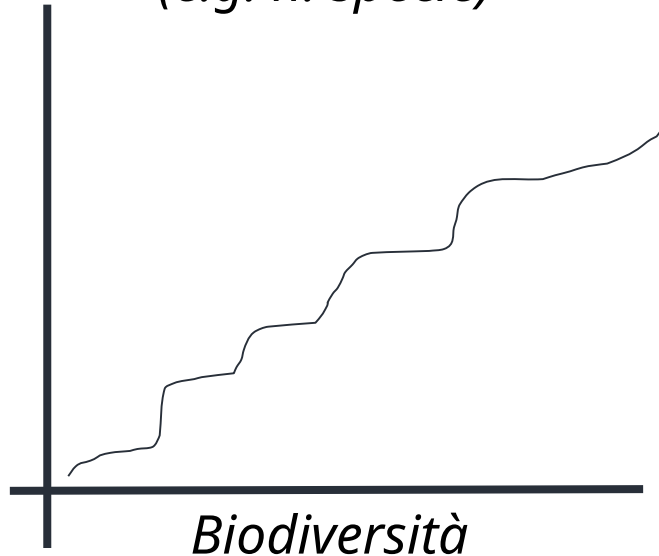
**Esempio 5** - Mitigazione dell'erosione idrica del suolo: servizio di regolazione (presenza delle specie... piante)

**Esempio 6** - Mitigazione erosione costiera: servizio di regolazione (presenza delle specie... Posidonia oceanica)

**Esempio 7** - purificazione dell'acqua: servizio di regolazione (presenza delle specie)

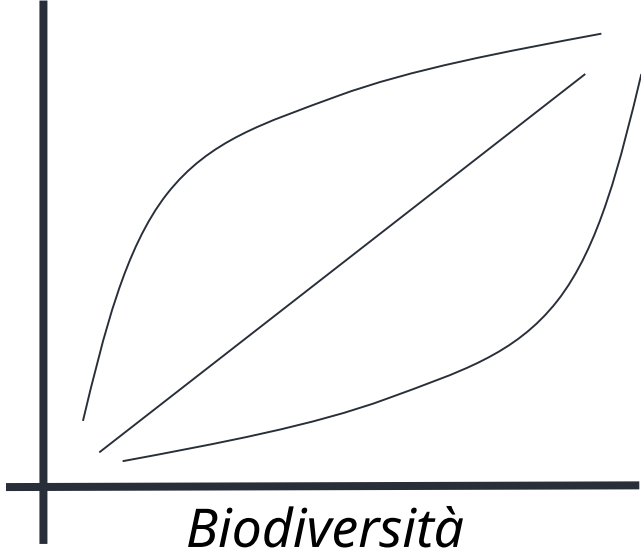
**Esempi 8** - Eredità e identità culturale, arricchimento esperienziale, spirituale, intellettuale, i valori estetici e ricreativi: servizi culturali ...

Servizio ecosistemico  
Es. sequestro CO<sub>2</sub>



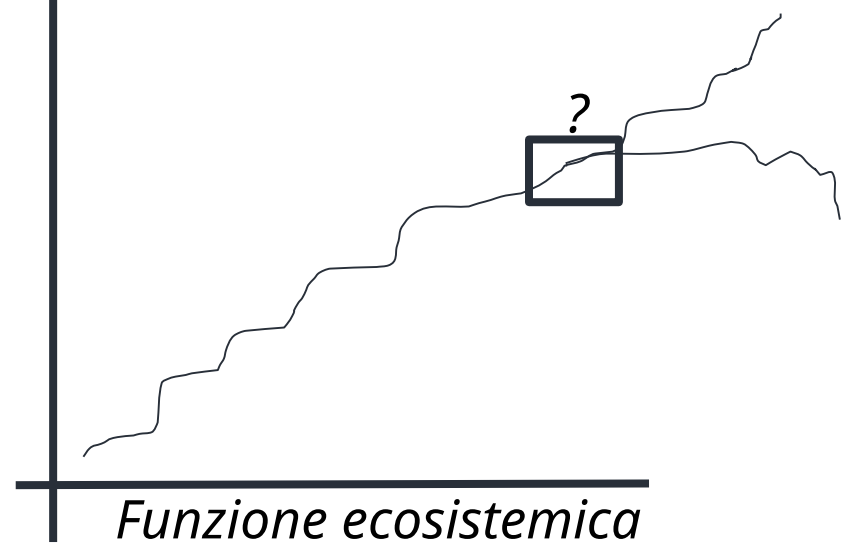
Biodiversità  
(e.g. n. specie)

Funzione ecosistemica  
Es. fotosintesi



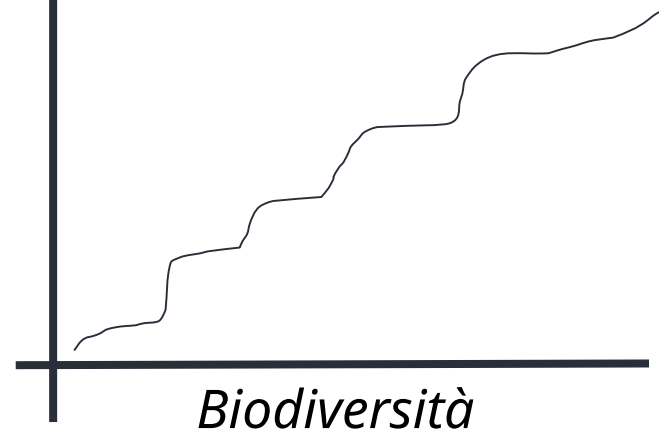
Biodiversità  
(e.g. n. specie)

Servizio ecosistemico  
Es. sequestro CO<sub>2</sub>



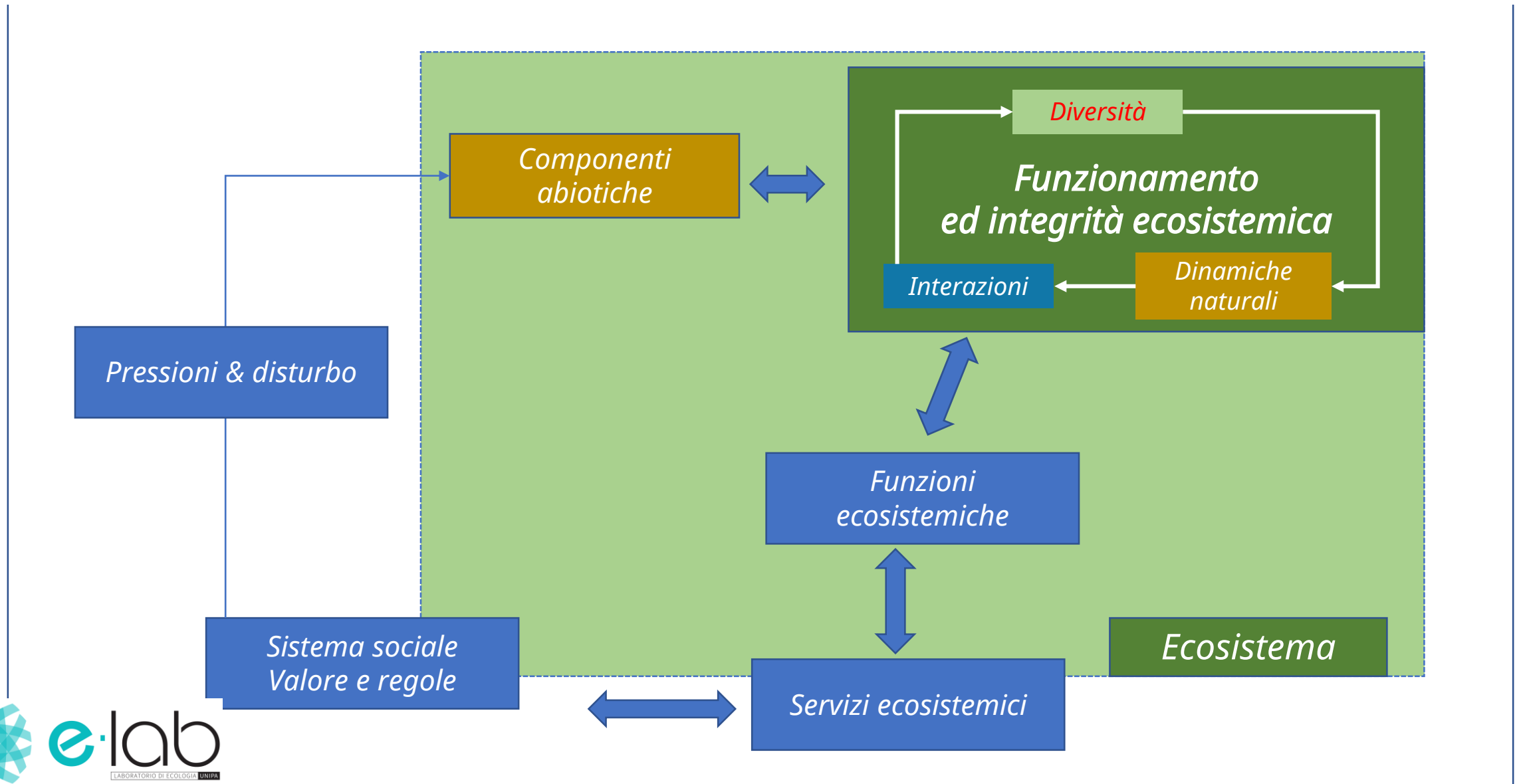
Funzione ecosistemica  
Es. fotosintesi

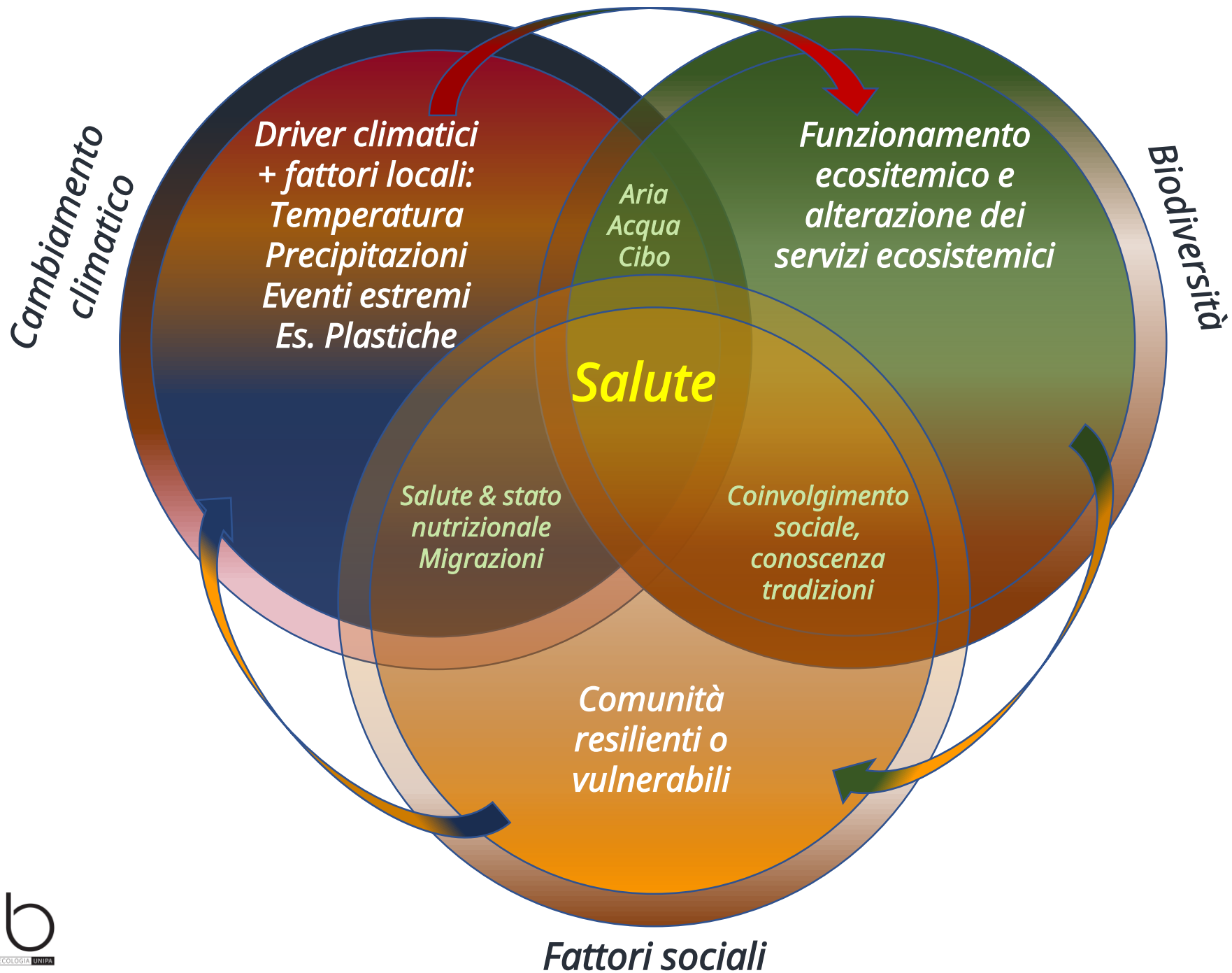
Human well-being



Biodiversità  
(e.g. n. specie)

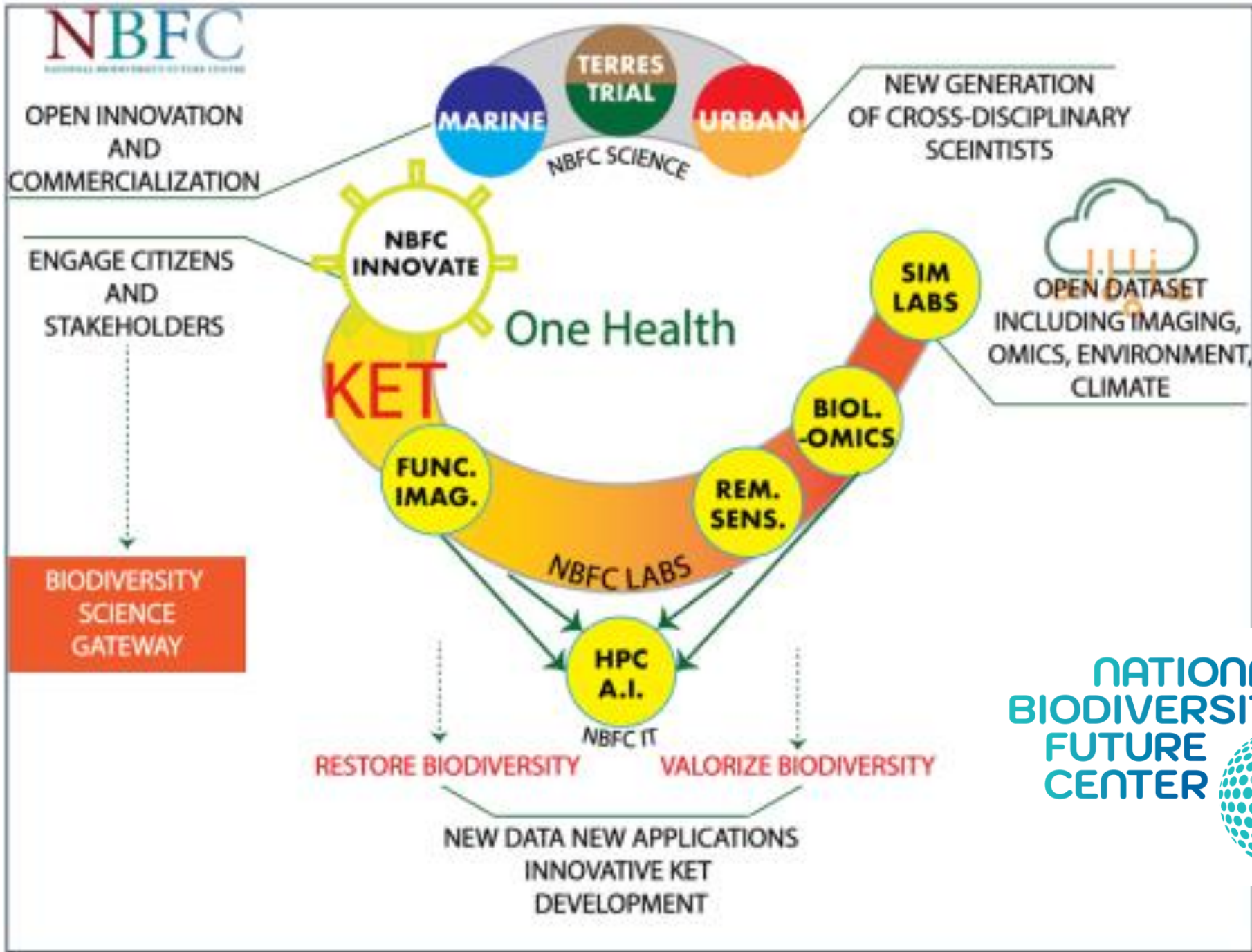
*L'ecosistema ed il suo funzionamento sono l'obiettivo di un «approccio ecosistemico» finalizzato alla gestione dei sistemi socio-ecologici ed alla conservazione della biodiversità che diventa quindi NON un obiettivo ma l'obiettivo principale per evitare perdite di performance nella fornitura dei servizi ecosistemici*



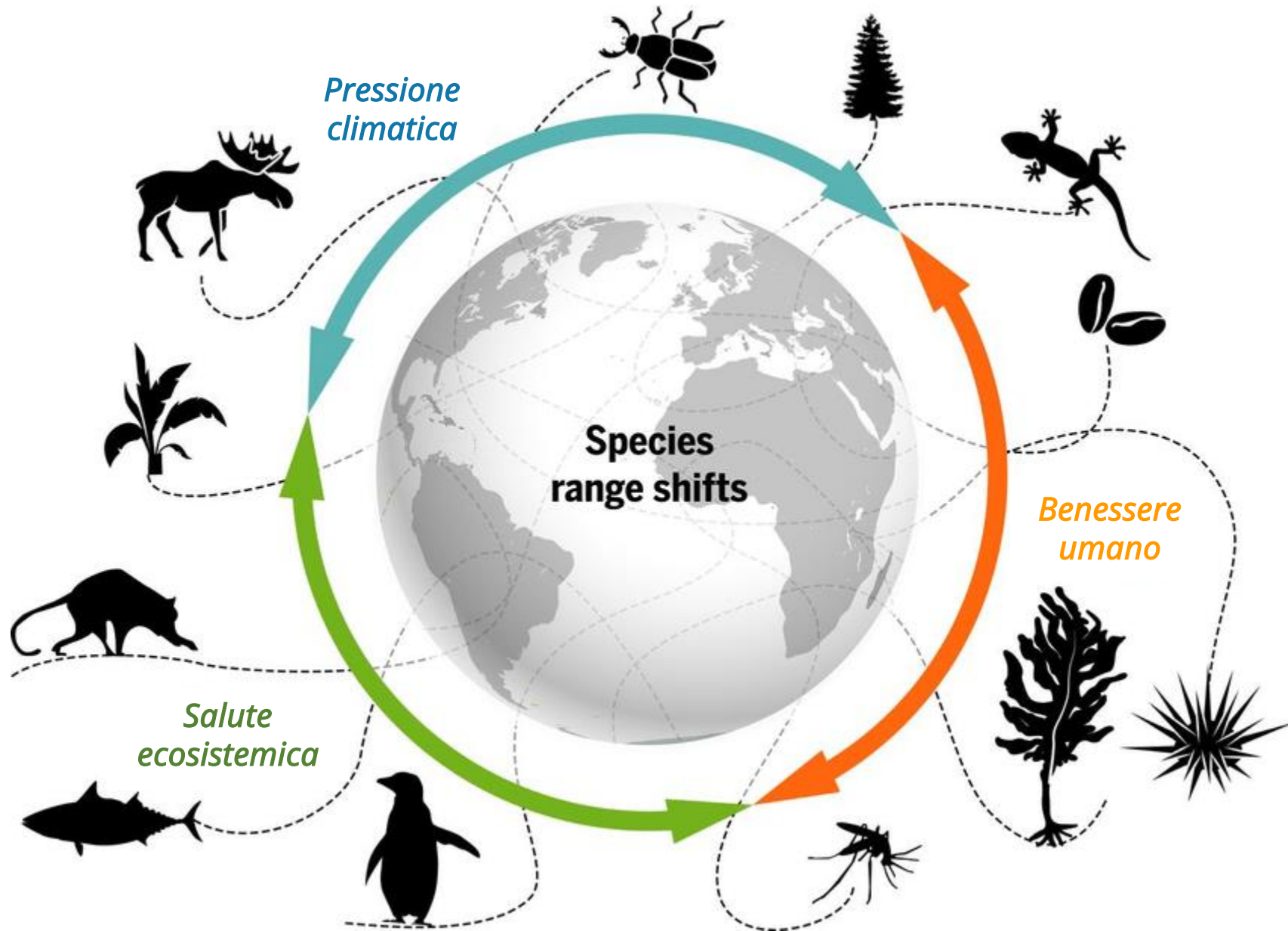




**Università degli Studi di Palermo**

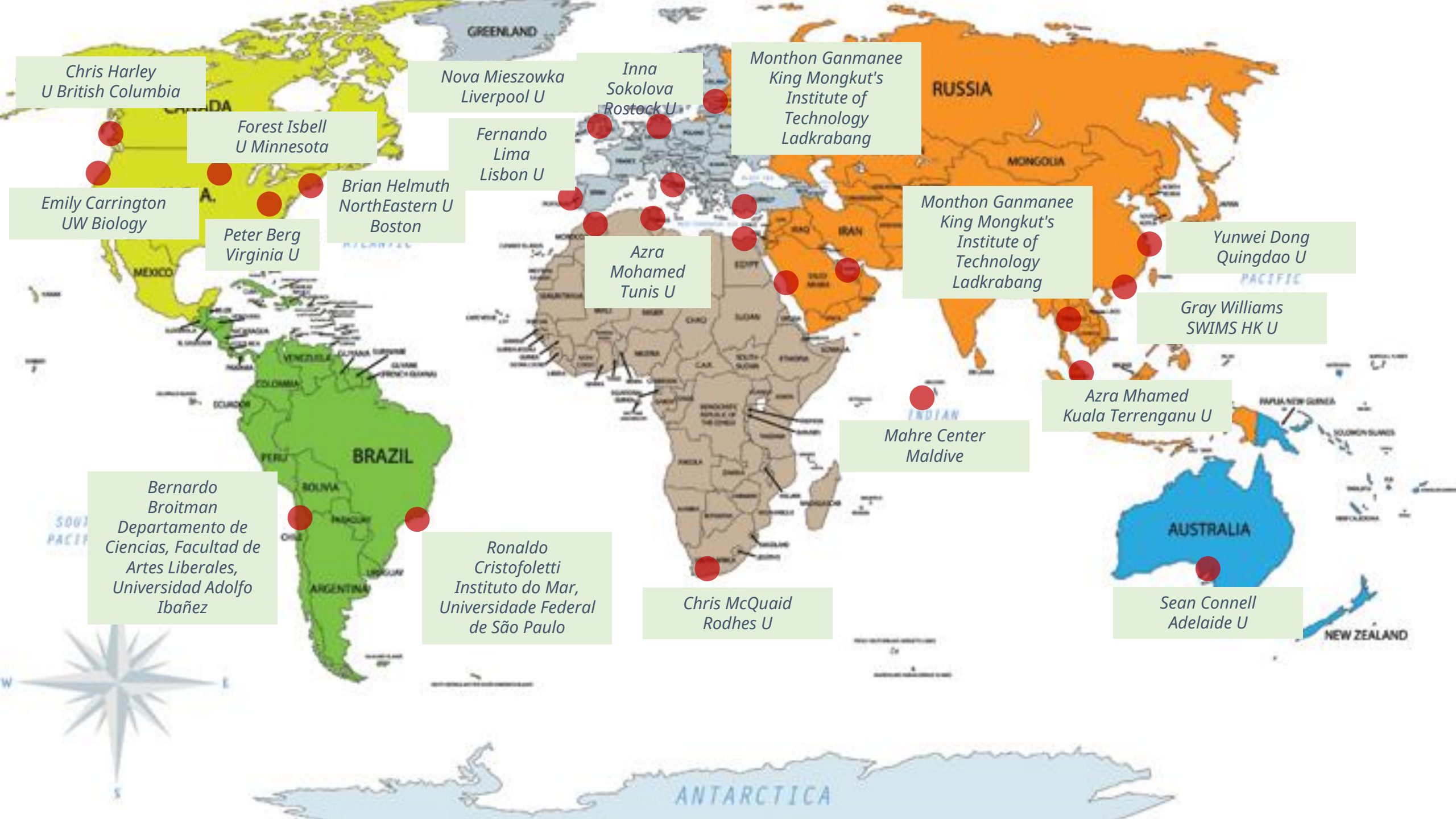


**NATIONAL BIODIVERSITY FUTURE CENTER**



*Il lab team del  
Laboratorio di Ecologia  
Dipartimento di Scienze della  
Terra e del Mare Università di  
Palermo (@03/2023)*





Chris Harley  
U British Columbia

Forest Isbell  
U Minnesota

Nova Mieszowka  
Liverpool U

Inna Sokolova  
Rostock U

Monthon Ganmanee  
King Mongkut's  
Institute of  
Technology  
Ladkrabang

Emily Carrington  
UW Biology

Peter Berg  
Virginia U

Brian Helmuth  
NorthEastern U  
Boston

Fernando Lima  
Lisbon U

Azra Mohamed  
Tunis U

Monthon Ganmanee  
King Mongkut's  
Institute of  
Technology  
Ladkrabang

Yunwei Dong  
Quingdao U

Gray Williams  
SWIMS HK U

Bernardo Broitman  
Departamento de  
Ciencias, Facultad de  
Artes Liberales,  
Universidad Adolfo  
Ibañez

Ronaldo Cristofolletti  
Instituto do Mar,  
Universidade Federal  
de São Paulo

Mahre Center  
Maldive

Azra Mhamed  
Kuala Terrenganu U

Chris McQuaid  
Rodhes U

Sean Connell  
Adelaide U





# e-lab



*Ringrazio Delia Chillura per l'invito*

*e tutti i miei collaboratori grazie al cui lavoro quotidiano rendono il Laboratorio di Ecologia di UNIPA un luogo vivido, fertile (e rumoroso...)*



**Università  
degli Studi  
di Palermo**