



Gli impatti dei cambiamenti climatici sugli ecosistemi lacustri naturali e artificiali

Angela Boggero e i colleghi del CNR-IRSA di Verbania

angela.boggero@cnr.it

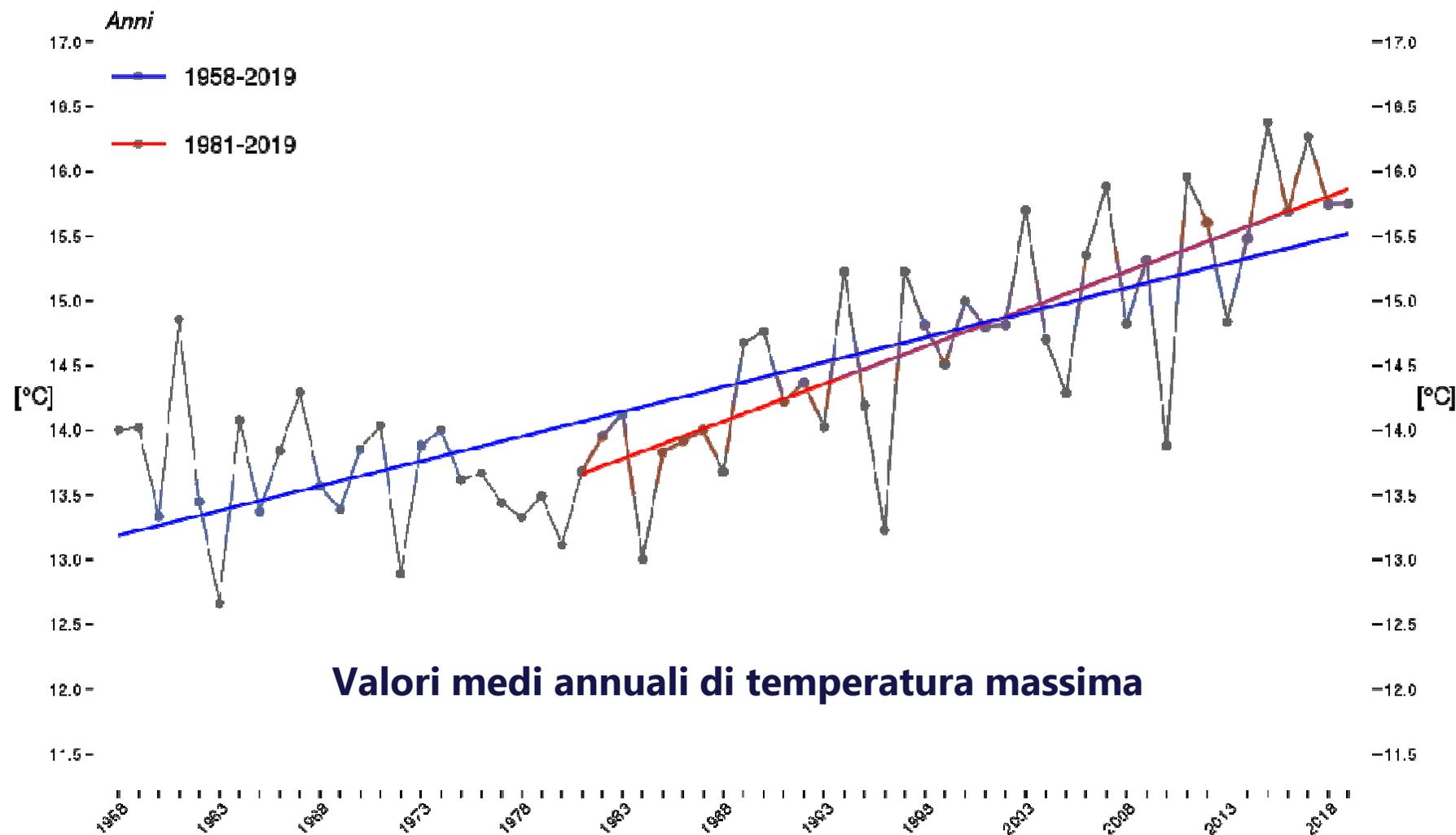
<http://irsa.cnr.it>

**Convegno
ECOSISTEMI ACQUATICI E CAMBIAMENTI
CLIMATICI Reggio Emilia 2 e 3 marzo 2023**

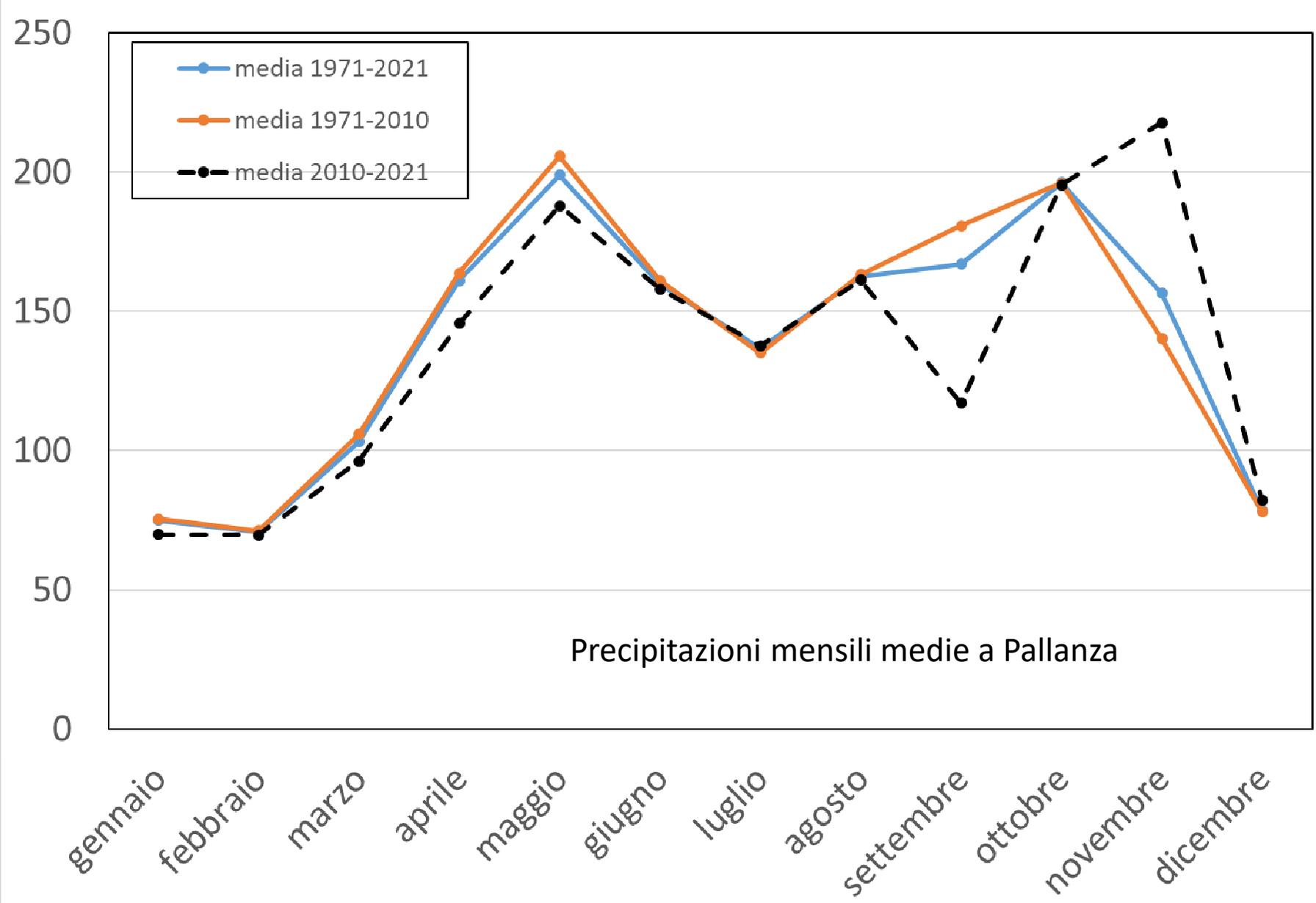




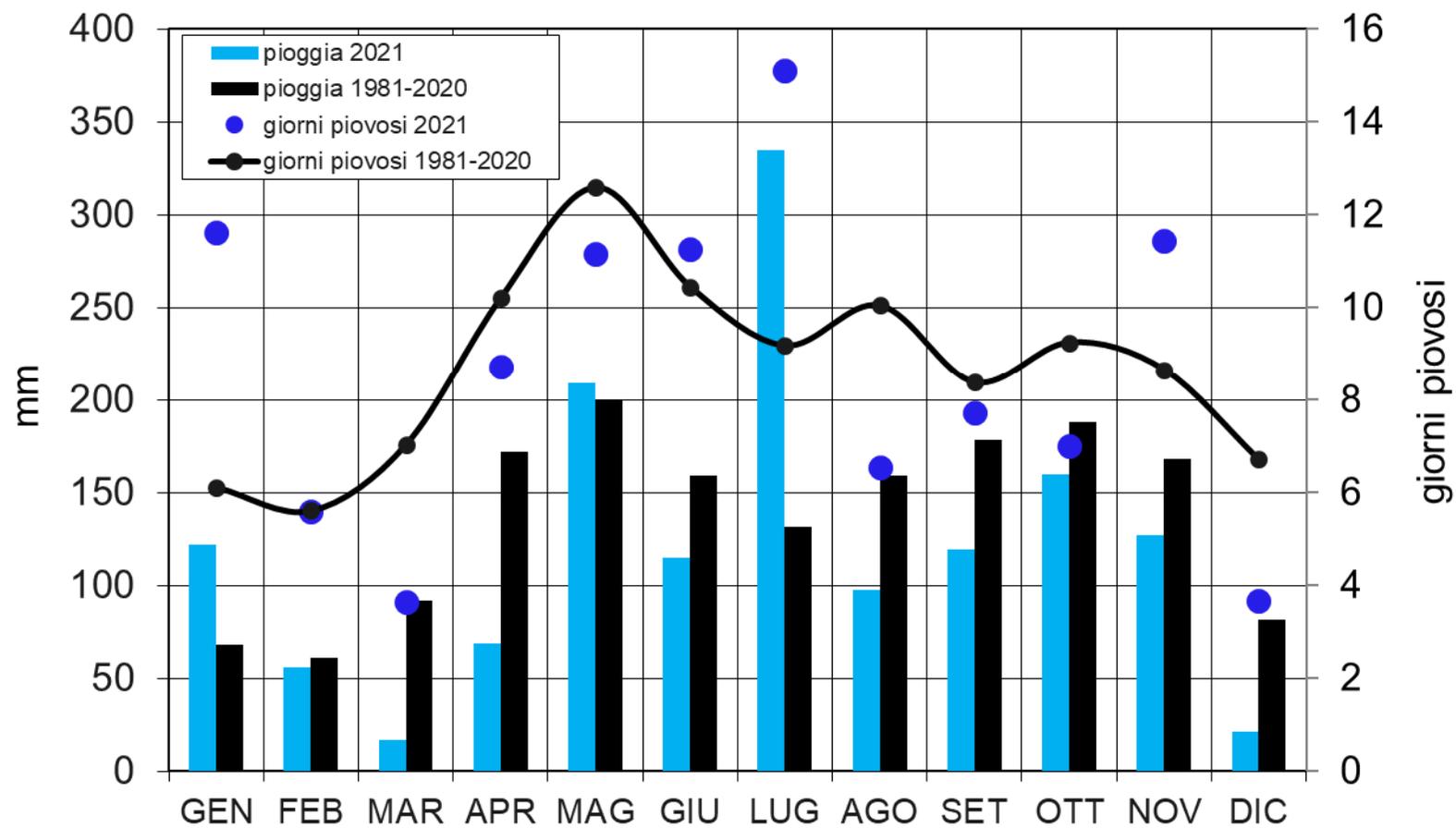
- I cambiamenti climatici sono una delle principali cause di perdita di biodiversità insieme all'arrivo di specie aliene, all'inquinamento, ai cambiamenti di uso del suolo, alla degradazione e frammentazione degli habitat, al crescente aumento della popolazione e ad una gestione non ottimale delle risorse idriche



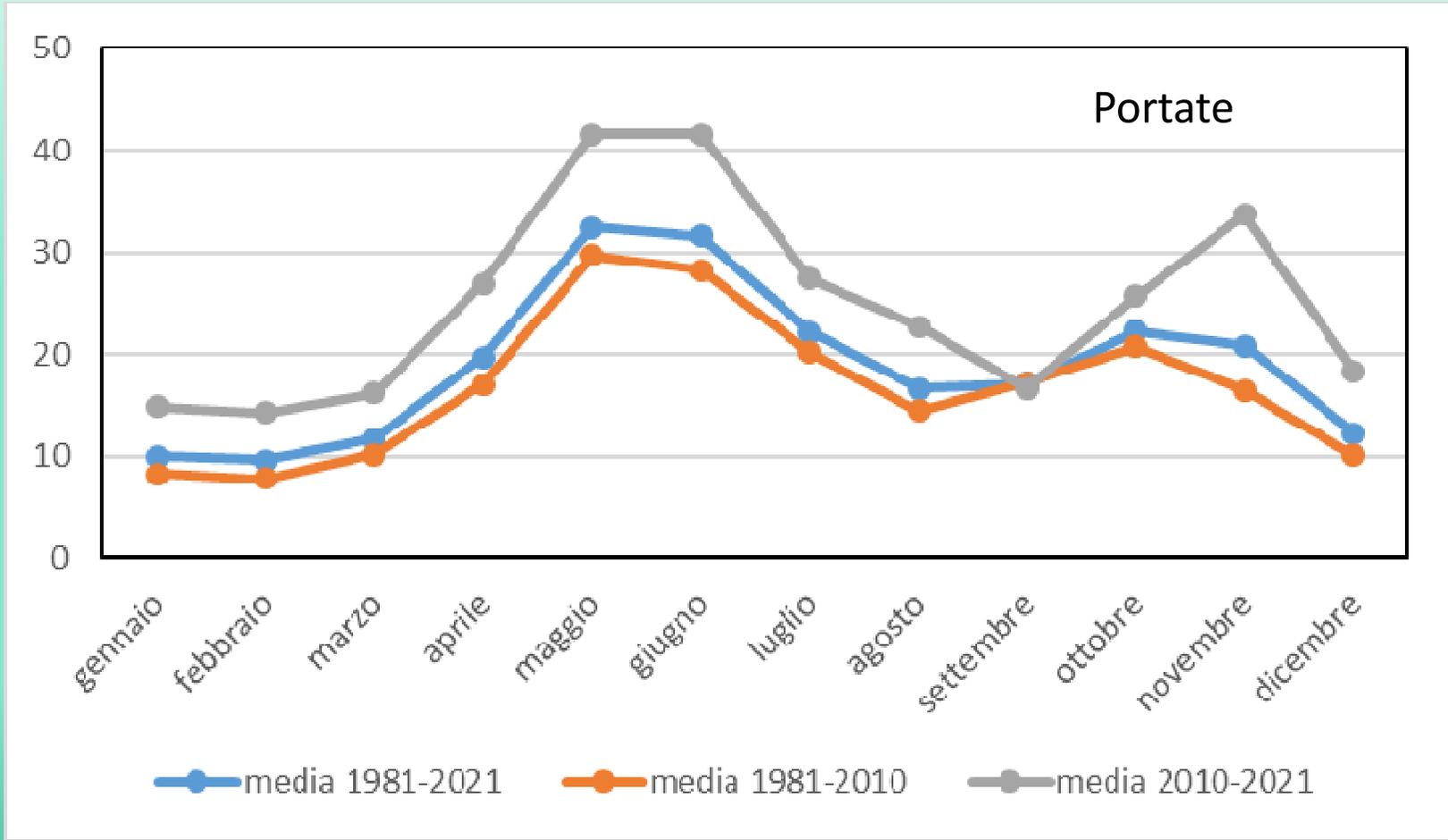
- trend positivo più accentuato nel periodo dal 1981 al 2019 ($0,58\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ anni}$) che nel periodo 1958 - 2019 ($0,38\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ anni}$);
- le **temperature massime sono aumentate di circa $+2,3^{\circ}\text{C}$ in 61 anni**;
- aumento più accentuato nelle zone montane.



Precipitazioni mensili medie a Pallanza

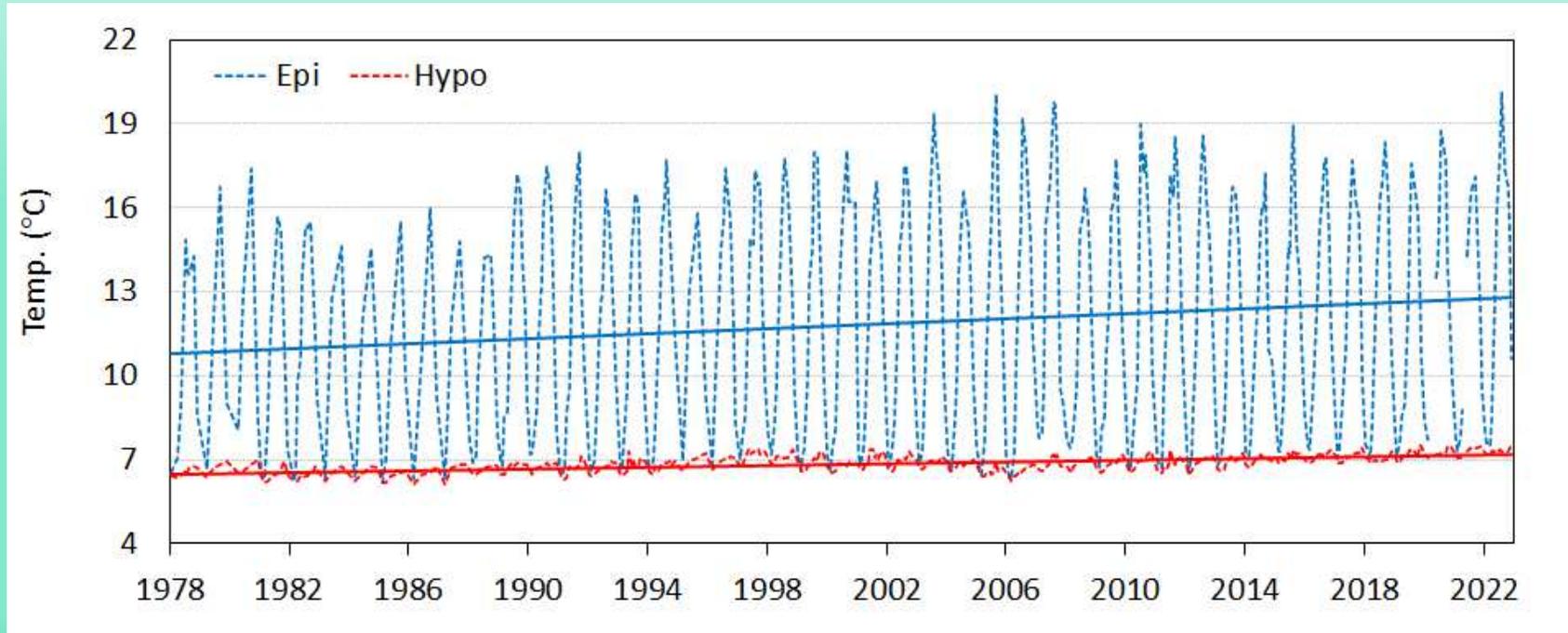


- In passato c'era una corrispondenza fra forti quantitativi di pioggia e numero di giorni piovosi
- attualmente, si assiste a forti quantitativi di pioggia distribuiti su un numero di giorni inferiore



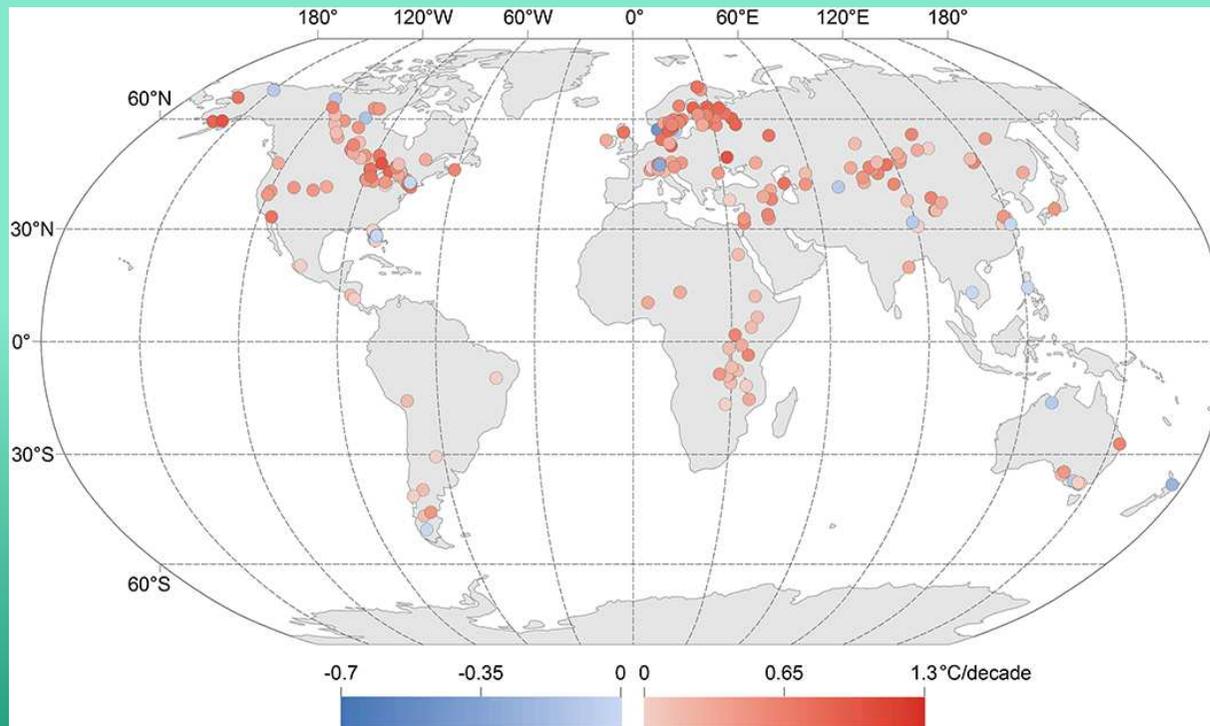
Effetti dei cambiamenti climatici sui laghi

1) Riscaldamento delle acque



235 laghi in tutto il mondo, analisi delle temperature superficiali (1985-2009)

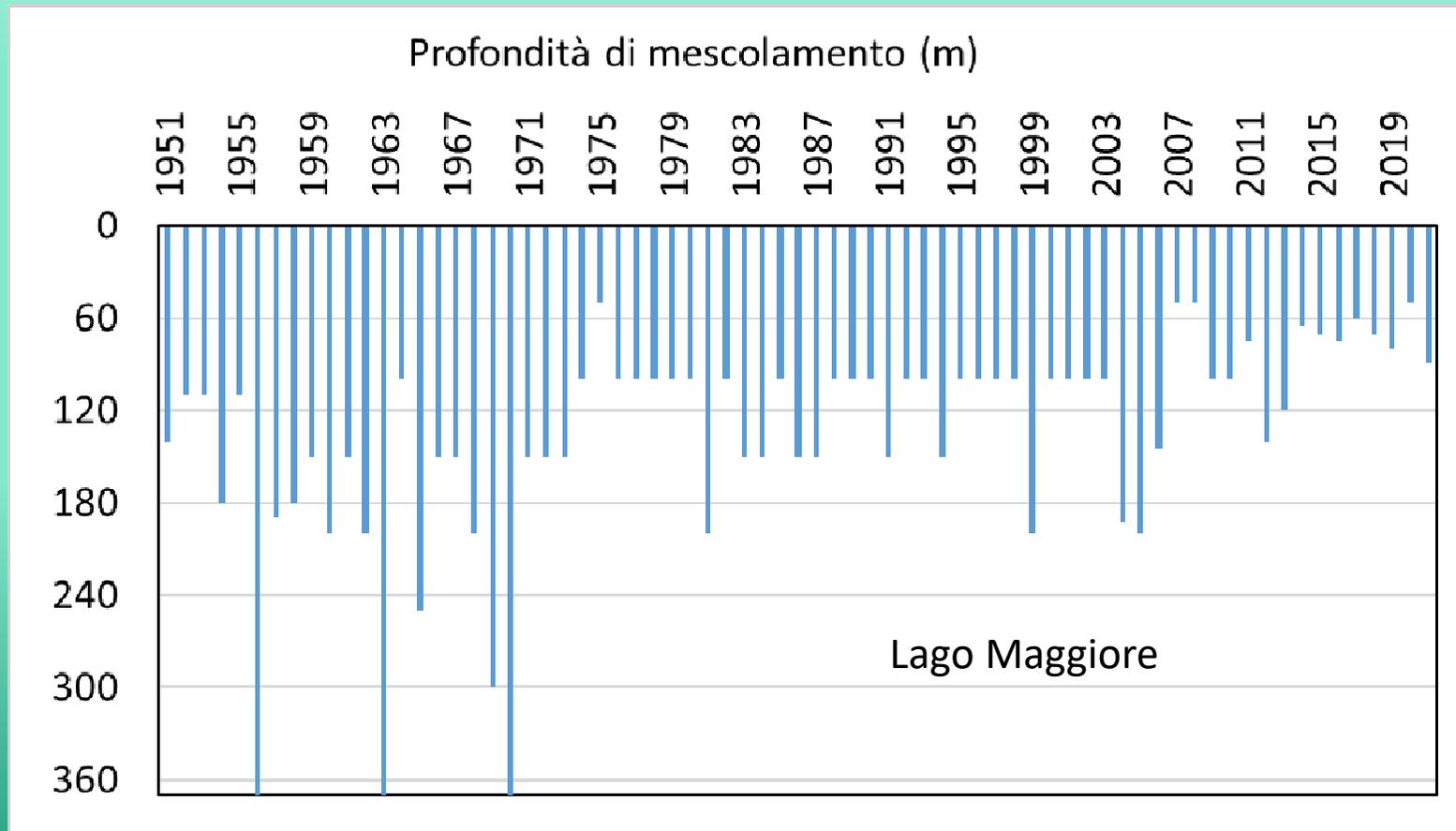
- ✓ I laghi si stanno scaldando più rapidamente dell'atmosfera
- ✓ Il riscaldamento dipende dal clima ma anche da fattori locali



- 1) Riscaldamento delle acque
- 2) Aumento della stabilità termica



progressiva riduzione delle profondità di mescolamento invernale



- 1) Riscaldamento delle acque
- 2) Aumento della stabilità termica
- 3) Diminuzione dell'ossigeno nelle acque profonde



Fotosintesi
(produce
ossigeno)

Respirazione
(consuma
ossigeno)



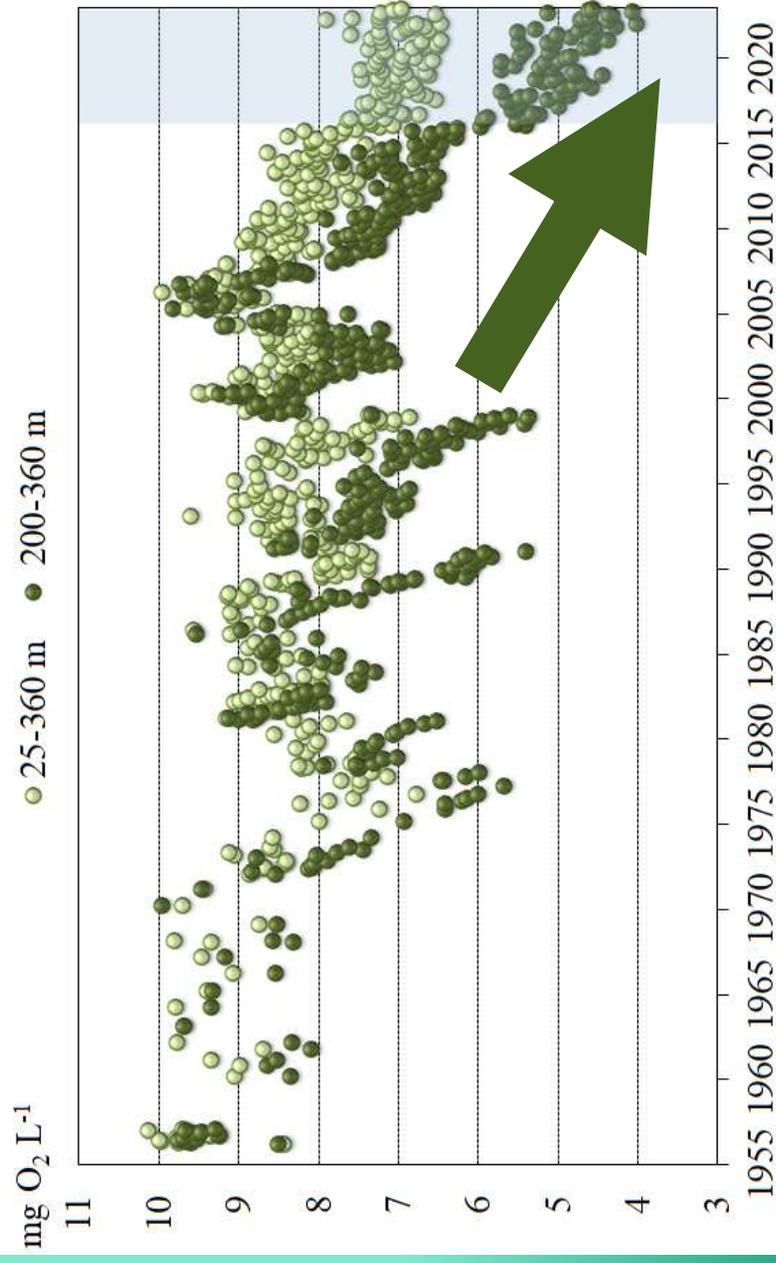
Article | Published: 02 June 2021

Widespread deoxygenation of temperate lakes

Stephen F. Jane, Gretchen J. A. Hansen, [...]Kevin C. Rose 

Nature **594**, 66–70 (2021) | Cite this article

11k Accesses | **2075** Altmetric | Metrics

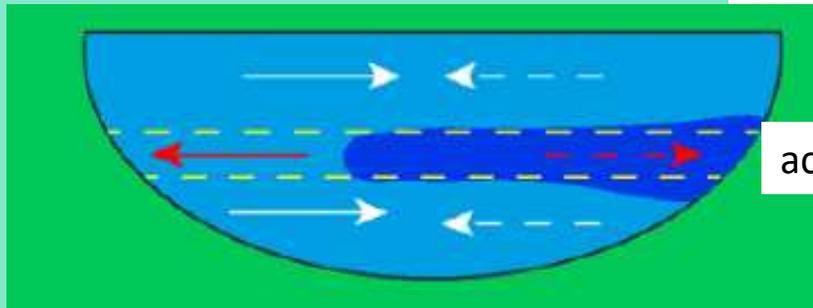
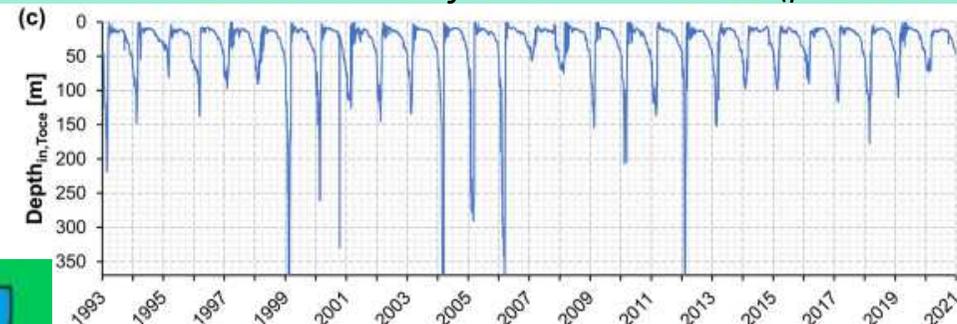




Hypolimnetic oxygen depletion in a deep oligomictic lake under climate change

Claudia Dresti¹ · Michela Rogora¹ · Andrea Fenocchi²

Profondità di intrusione (periodo 1993–2020)



acque fredde dai tributari

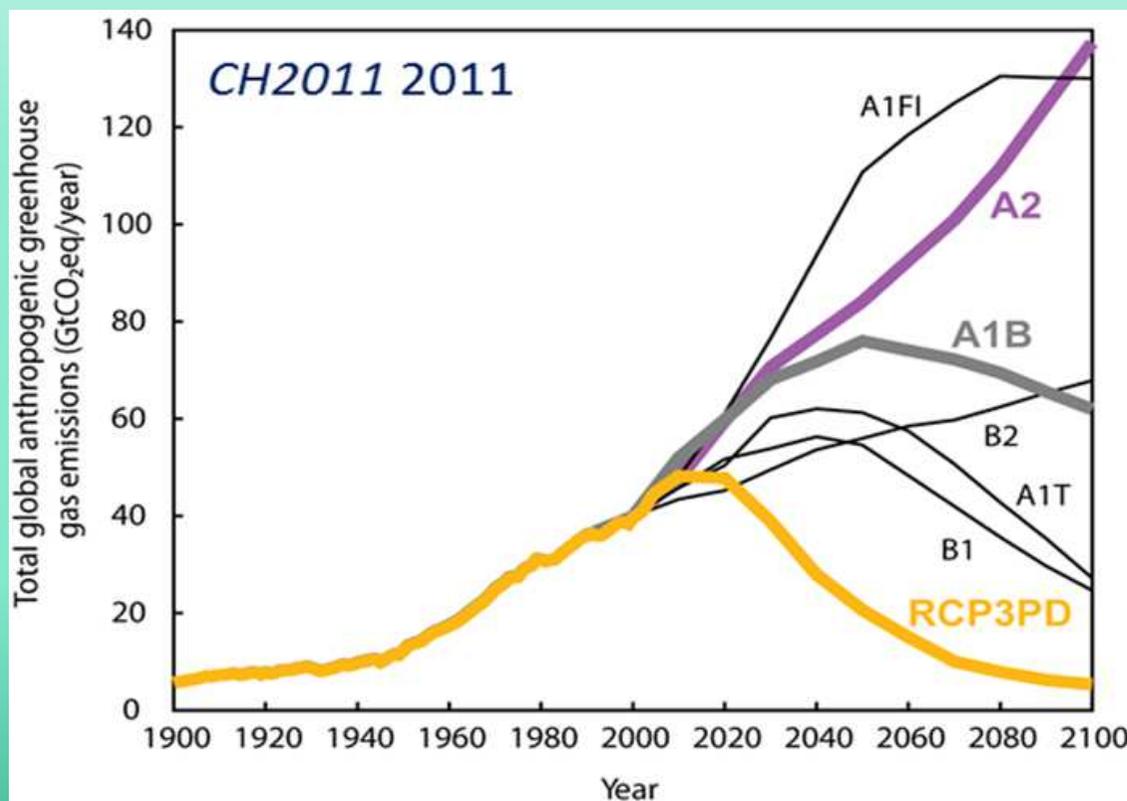
- Nei bacini delle aree temperate, l'aumento delle temperature superficiali dell'acqua porta ad un aumento della stratificazione termica, creando a un **crescente isolamento delle acque profonde**;
- possibile contributo in ossigeno dai tributari, ma
- gli inserimenti d'acqua in profondità sono diminuiti a causa dell'aumento delle temperature invernali



Forecasting the evolution in the mixing regime of a deep subalpine lake under climate change scenarios through numerical modelling (Lake Maggiore, Northern Italy/Southern Switzerland)

Andrea Fenocchi¹ · Michela Rogora² · Stefano Sibilla¹ · Marzia Ciampittiello² · Claudia Dresti²

Il futuro del Lago Maggiore



Business as usual
Possibile nessuna
circolazione

Riduzione GHG
dal 2050
1-3 circolazioni

Riduzione GHG
dal 2020
3-7 circolazioni

- Rischio di anossia sempre maggiore anche nel L. Maggiore sempre ben ossigenato in passato;
- Lavoro analogo per altri grandi laghi subalpini

- 1) **Riscaldamento delle acque**
- 2) **Aumento della stabilità termica**
- 3) **Diminuzione dell'ossigeno nelle acque profonde**
- 4) **Maggiore frequenza di fioriture algali, in particolare cianobatteri**

dati provenienti da studi su carote di sedimento relative agli ultimi 200 anni di storia di 108 laghi hanno dimostrato come il fenomeno della comparsa di queste fioriture sia notevolmente accelerato dal 1945 ad oggi, con un'ulteriore accelerazione nel 1973 e nel 1985.



Verbania Notizie

MENU ▾

nature

Article | Published: 14 October 2019

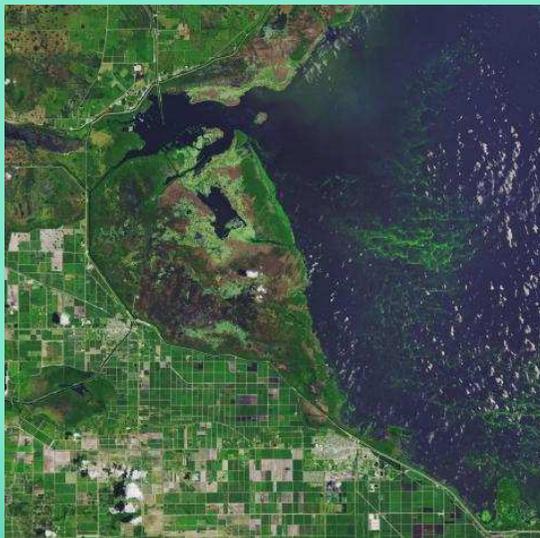
Widespread global increase in intense lake phytoplankton blooms since the 1980s

Jeff C. Ho , Anna M. Michalak  & Nima Pahlevan

Nature 574, 667–670(2019) | [Cite this article](#)

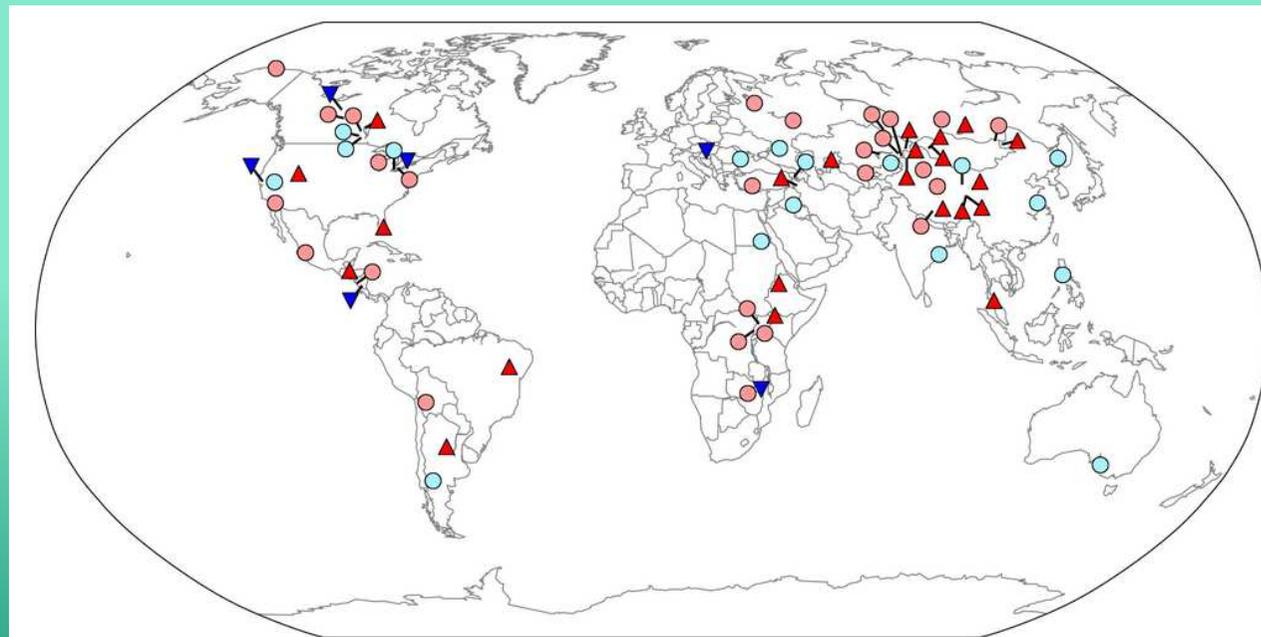


Lago de Cahora Bassa, Mozambico



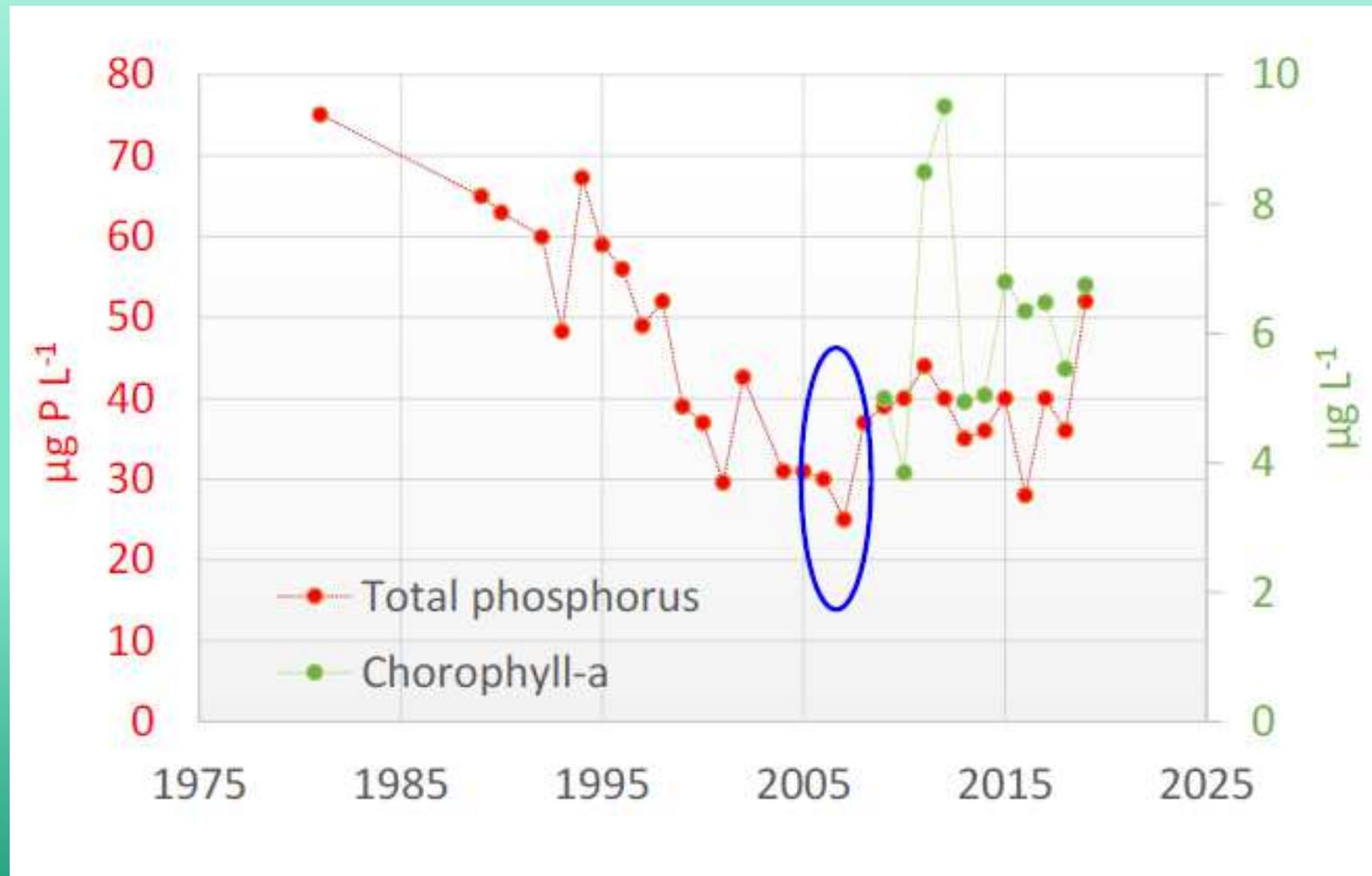
Lago Okeechobee in Florida. Fioriture algali tossiche hanno richiesto lo stato di emergenza nel 2016 e nel 2018

distribuzione globale dell'intensità di fioriture nei laghi:
intensità massima di fioritura in aumento dagli anni '80

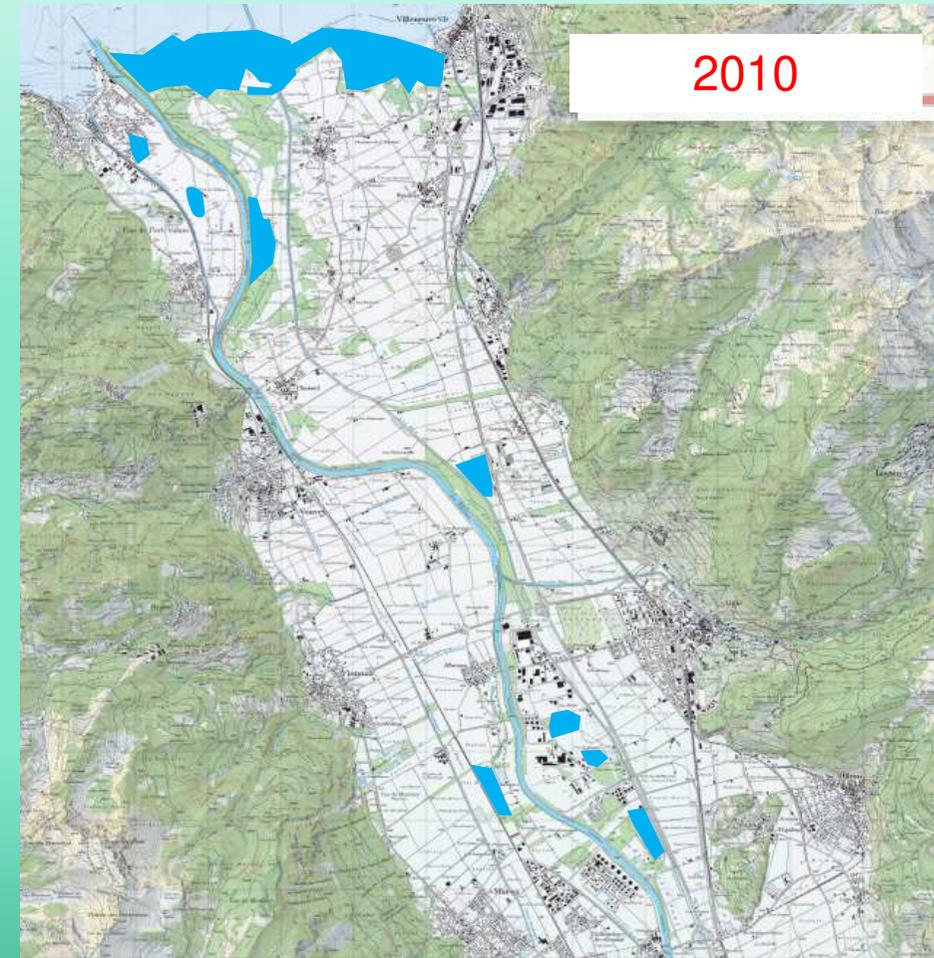
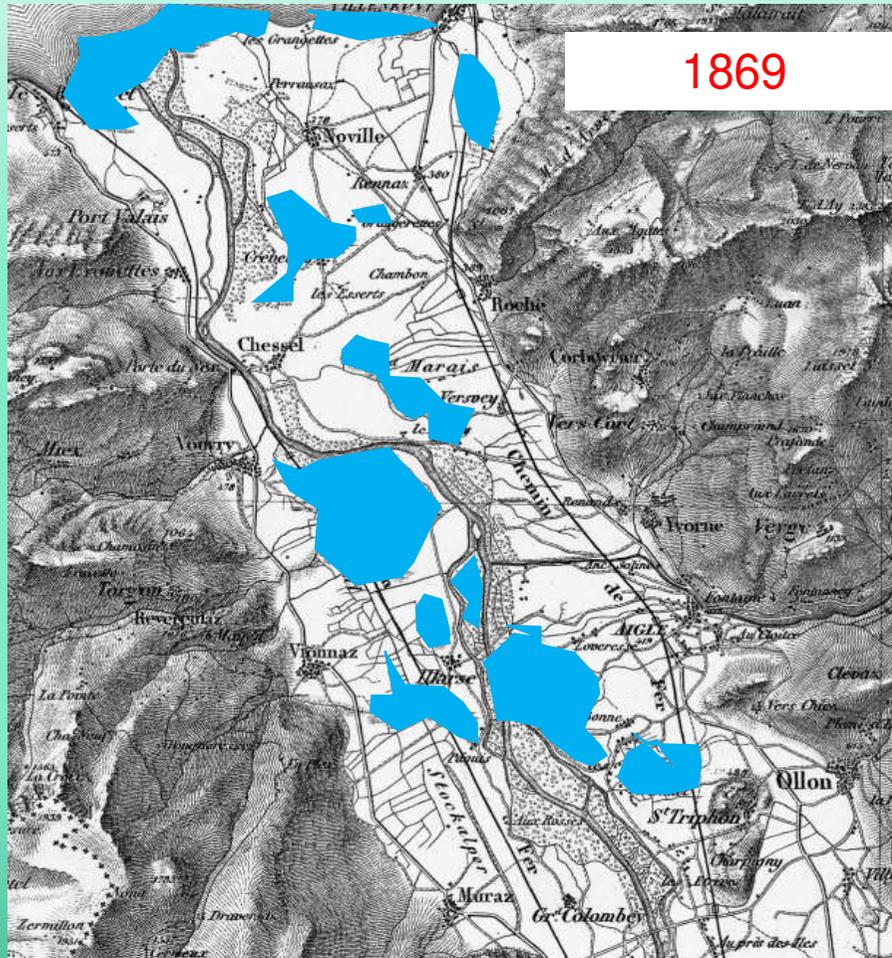


▼ Decreasing ($P < 0.1$) ▲ Increasing ($P < 0.1$)
○ Decreasing ($P > 0.1$) ○ Increasing ($P > 0.1$)

- 1) Riscaldamento delle acque
- 2) Aumento della stabilità termica
- 3) Diminuzione dell'ossigeno nelle acque profonde
- 4) Maggiore frequenza di fioriture algali, in particolare cianobatteri
- 5) Piene improvvise con molta acqua e molti nutrienti dilavati dai terreni

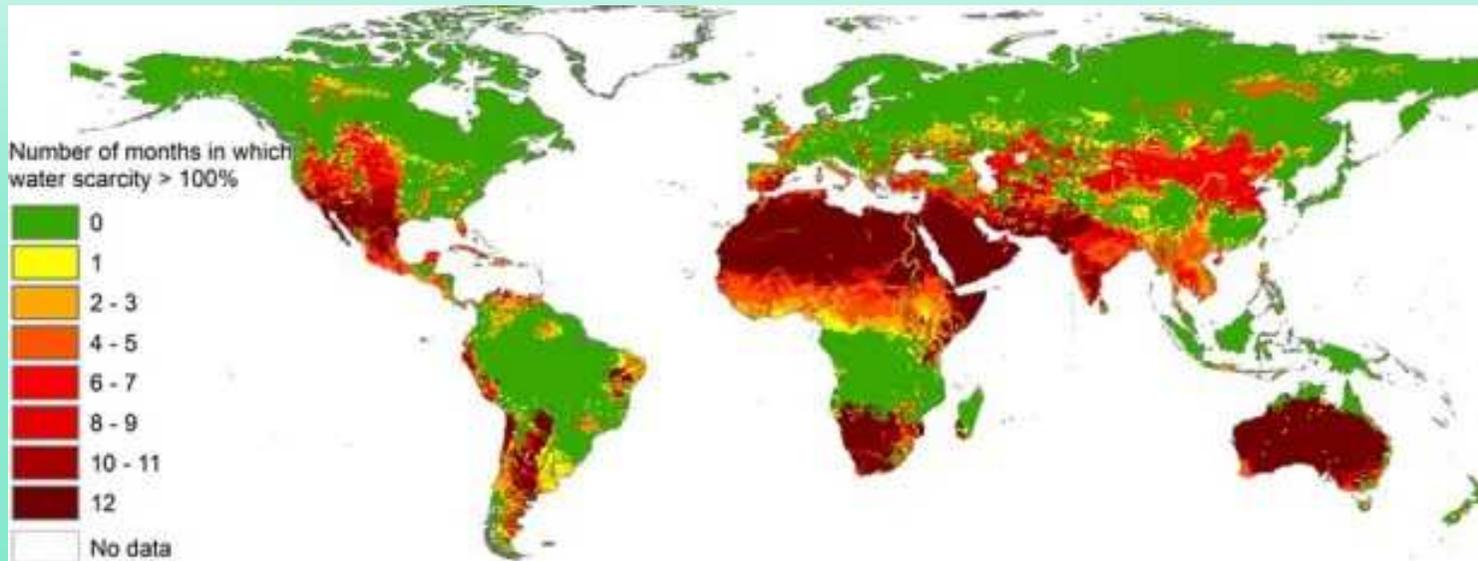


Impatti antropici diffusi con riduzione delle aree paludose: la foce del Rodano nel Lago di Ginevra



Swisstopo «Viaggio nel tempo»

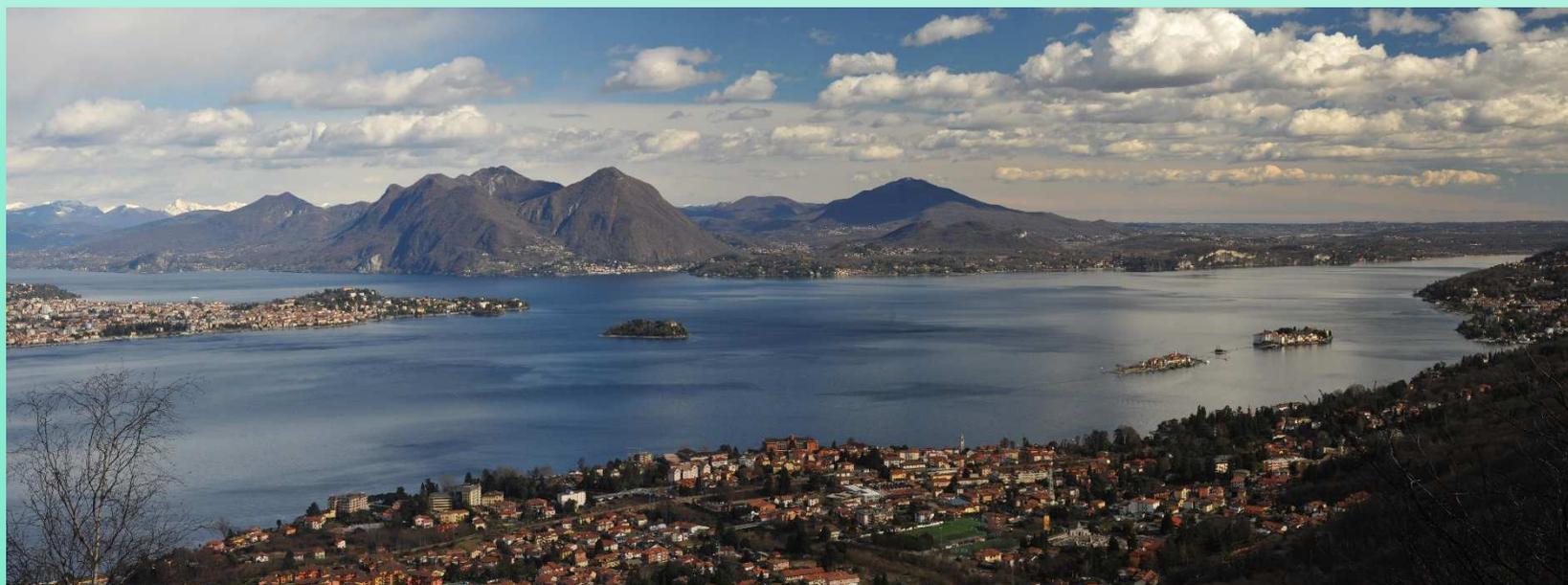
- 1) **Riscaldamento delle acque**
- 2) **Aumento della stabilità termica**
- 3) **Diminuzione dell'ossigeno nelle acque profonde**
- 4) **Maggiore frequenza di fioriture algali, in particolare cianobatteri**
- 5) **Riduzione livelli d'acqua**



- Arrivo tardivo della neve, prolungata evaporazione, inevitabile scioglimento di nevai e ghiacciai
- effetti negativi sull'approvvigionamento idrico, l'uso di infrastrutture come banchine e moli e sugli ecosistemi costieri, e si prevede che questi impatti continueranno a peggiorare anche in futuro
- circolo vizioso di richieste d'acqua sempre maggiore nel tentativo di mantenere alti i livelli delle risorse idriche per sopperire alle richieste.



**Il Lago Maggiore, il Fiume Ticino sublacuale e le aree naturali protette.
Verifica e sperimentazione di scenari di gestione sostenibili e condivisi**

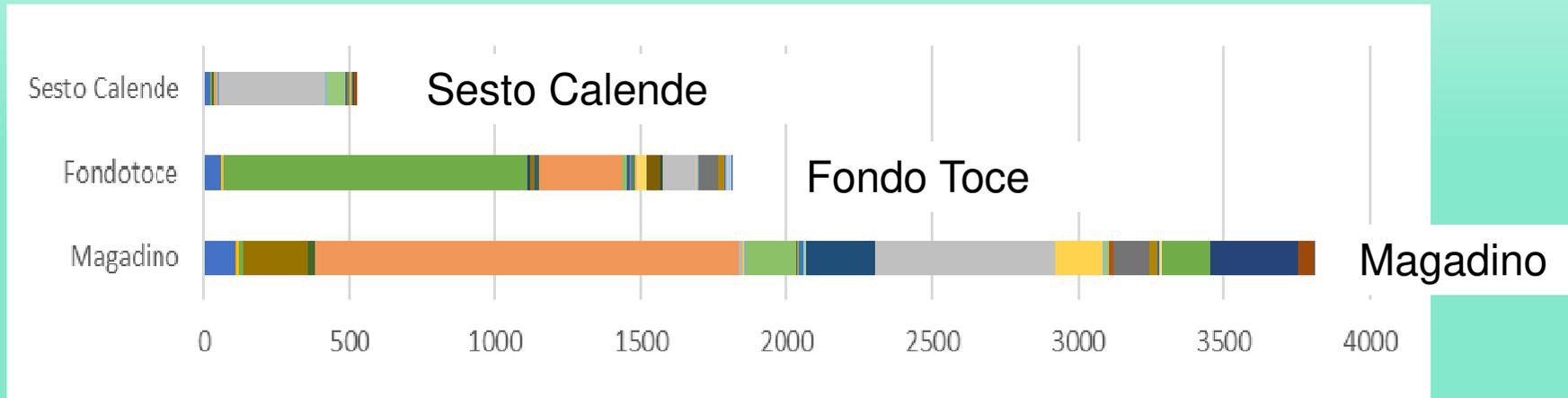


Capofila

Partner

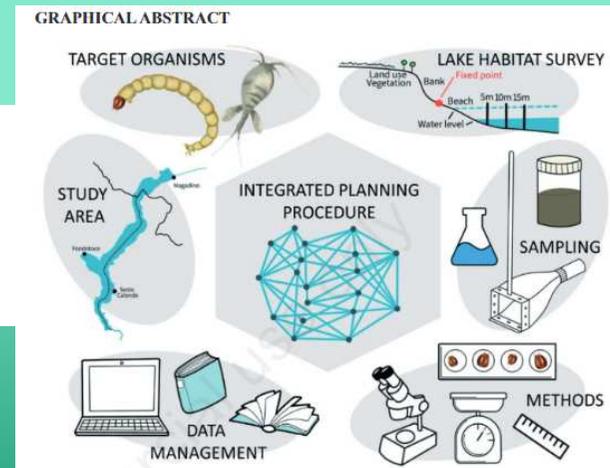


Obiettivo generale del progetto era valutare gli effetti della gestione dei livelli dell'acqua (stress idromorfologico) sulla macrofauna litorale

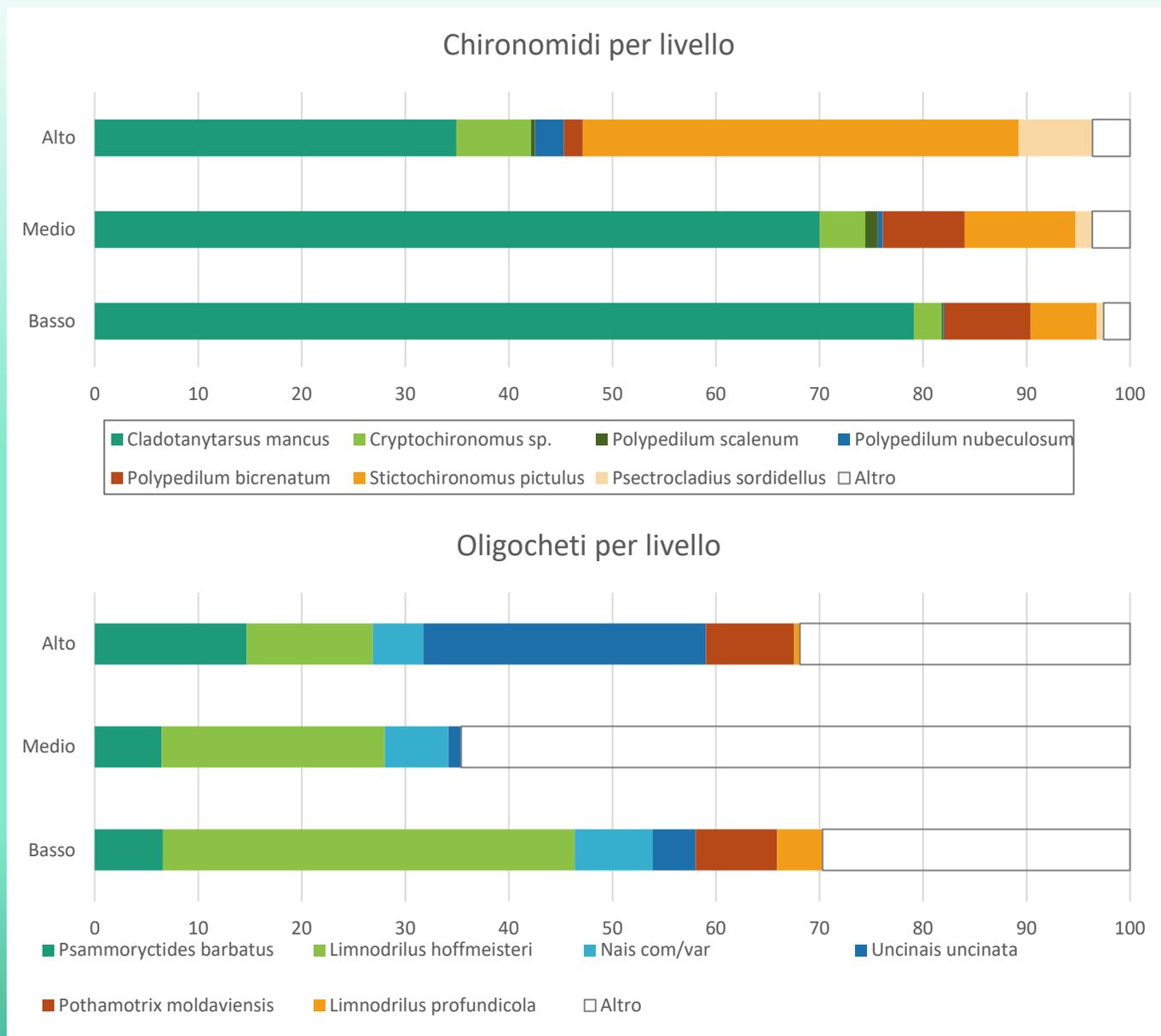


Sampling and laboratory protocols to study the effects of water-level management on the littoral invertebrate fauna in deep and large temperate lakes

Angela Boggero,^{1*} Lyudmila Kamburska,¹ Silvia Zaupa,¹ Marzia Ciampittiello,¹ Daniele Paganelli,¹ Marco Cifoni,² Michela Rogora,¹ Tiziana Di Lorenzo²

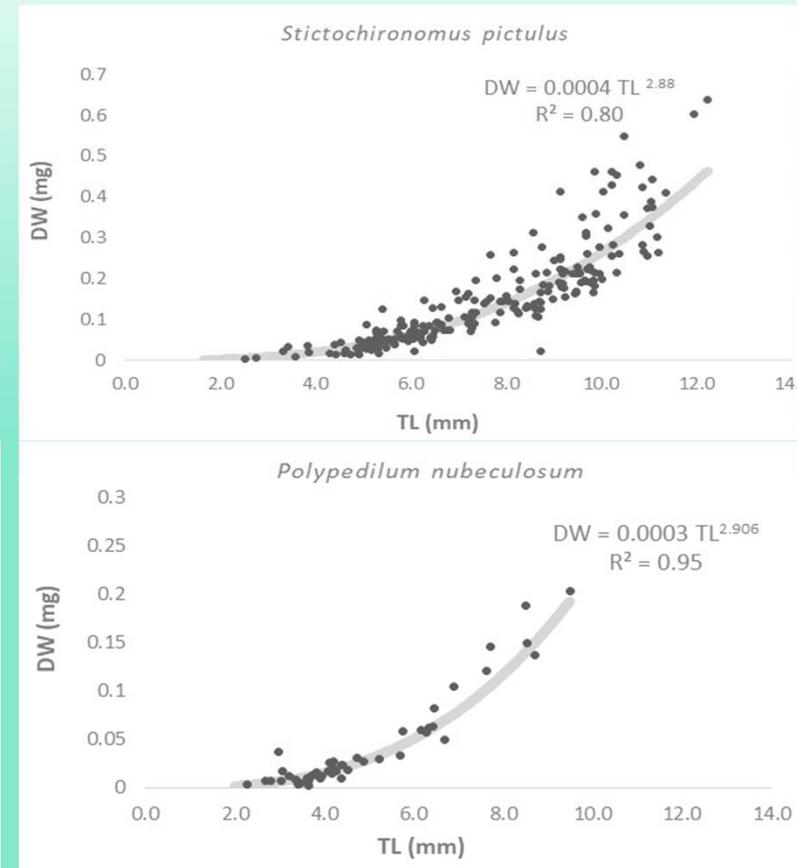
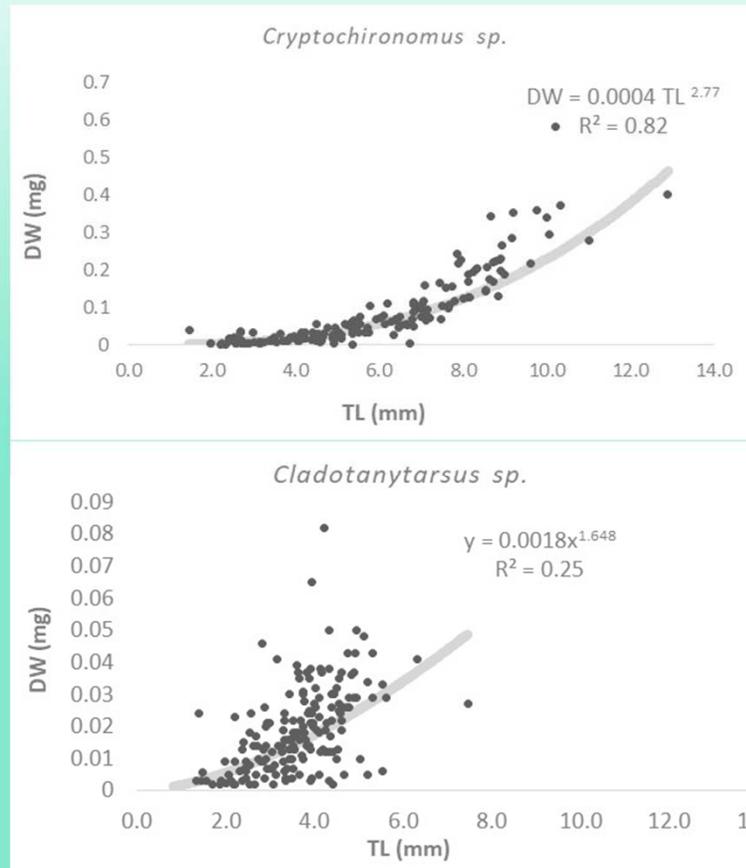


Approccio morfologico



le variazioni del livello dell'acqua influiscono pesantemente sulla presenza e abbondanza di taluni taxa influenzando la struttura di comunità

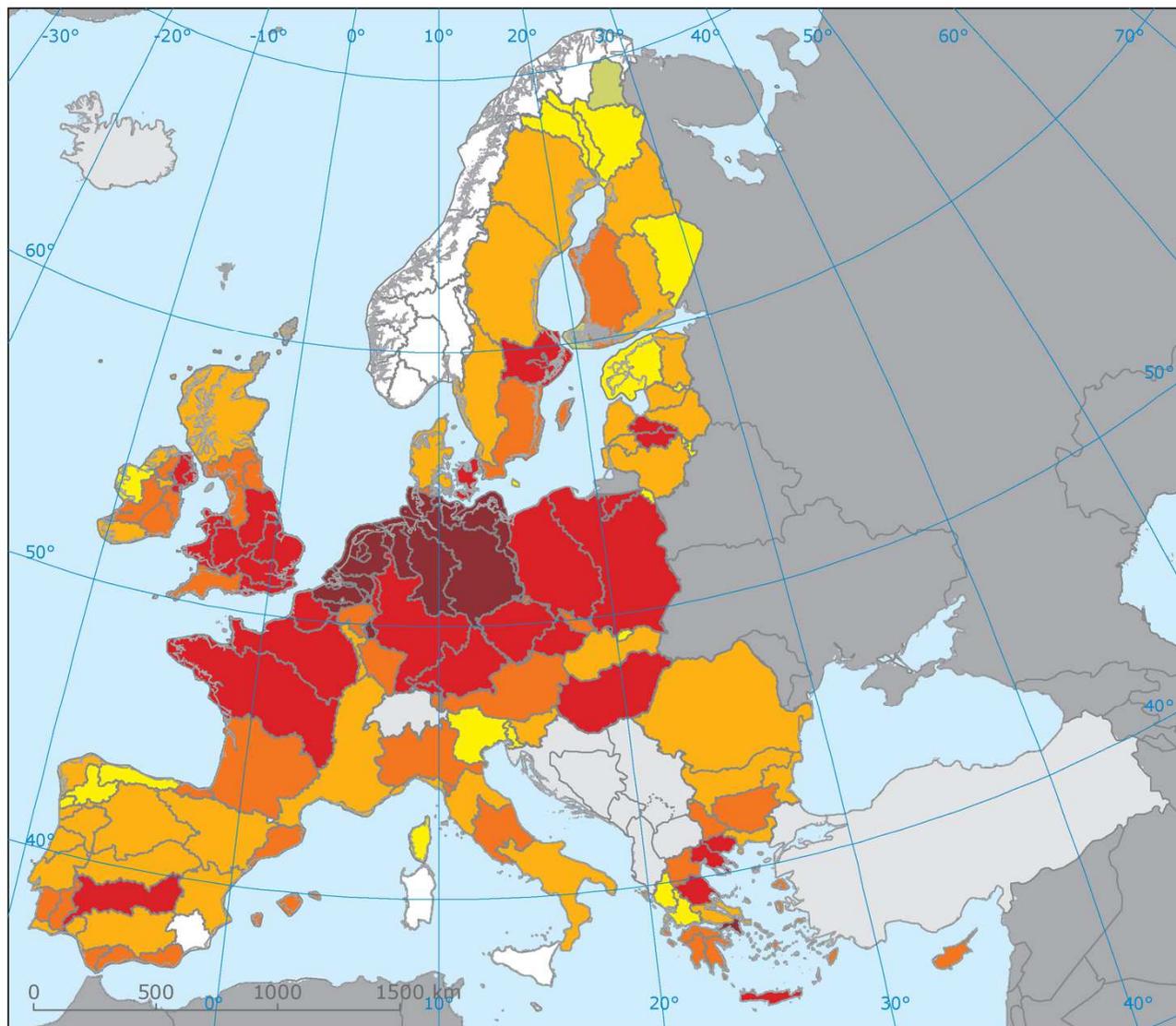
Approccio funzionale



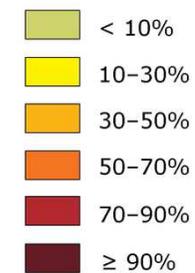
- le variazioni del livello dell'acqua influiscono sulle dimensioni corporee: **con livelli alti proliferano taxa di dimensioni maggiori rispetto a quelle dei livelli bassi**
- Queste **variazioni dimensionali incidono sulla rete trofica e sui flussi di energia**
- i predatori catturano meno prede per ottenere lo stesso input energetico, ma questo dipende dal relativo **valore nutrizionale**

Cosa possiamo fare?

- **mantenere alta la vigilanza sulla qualità delle acque**



Proportion of classified river and lake water bodies in different River Basin Districts (RBD) holding less than good ecological status or potential

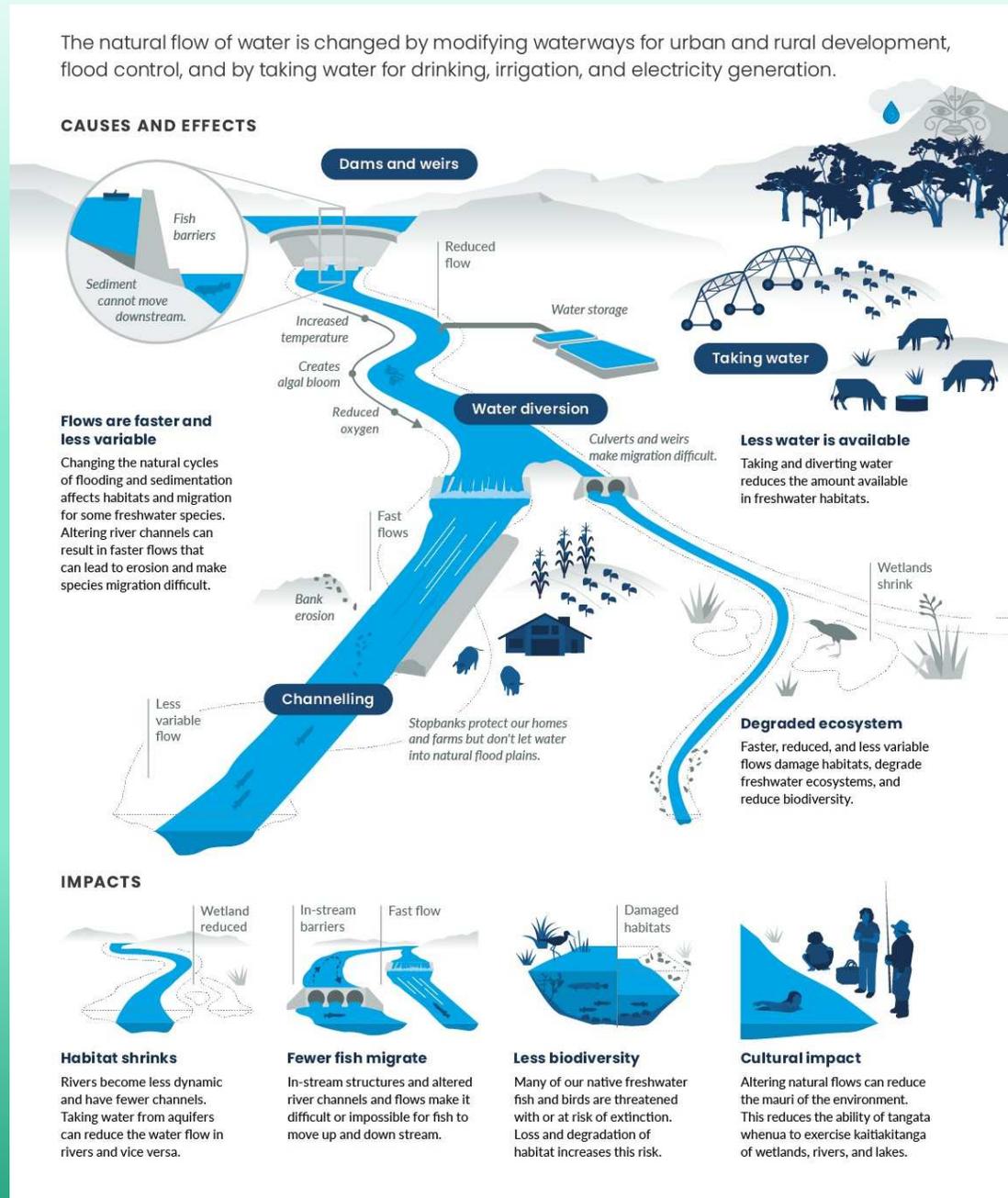


EEA member countries not reporting under Water Framework Directive

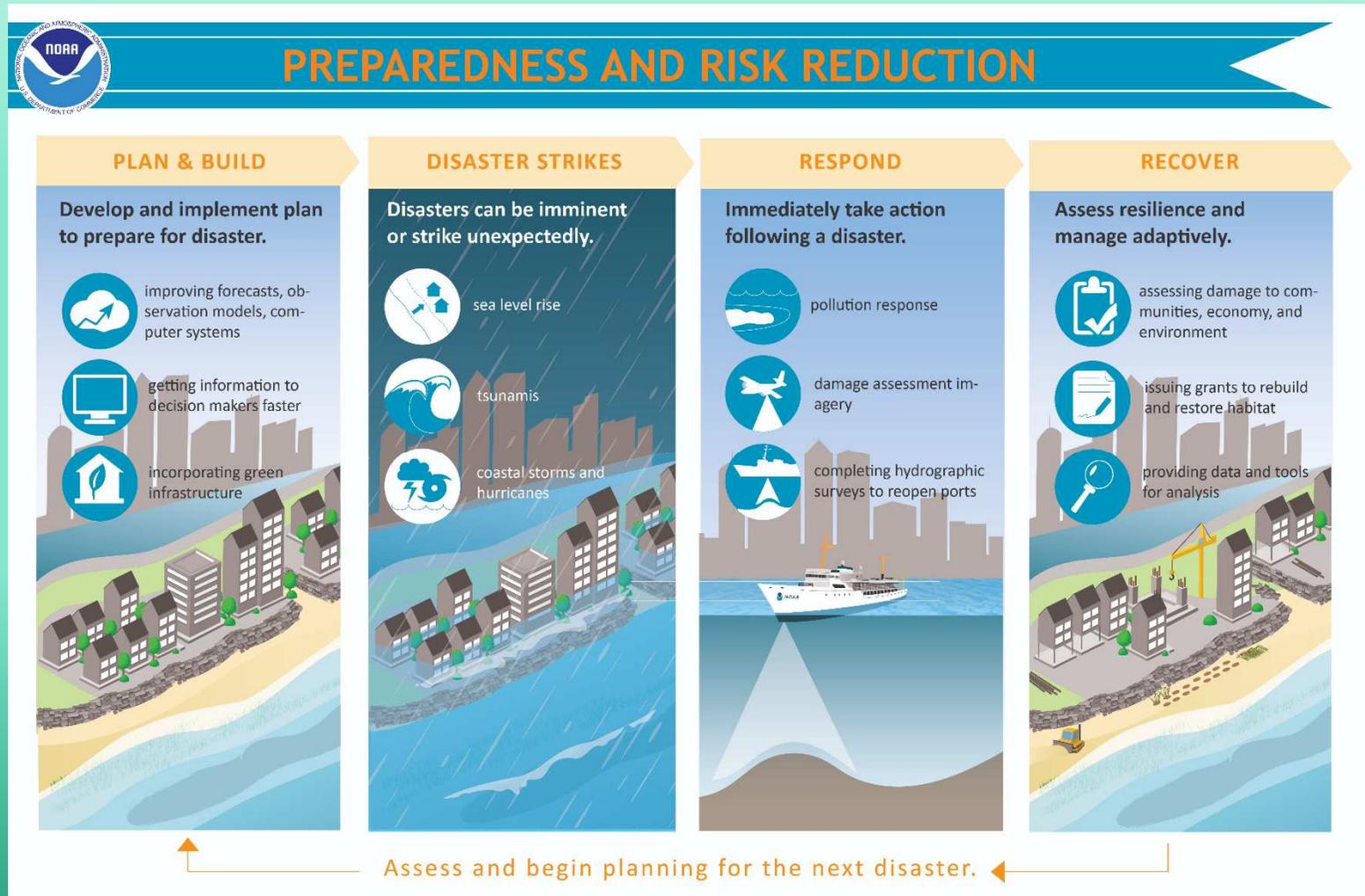
No data

Outside coverage

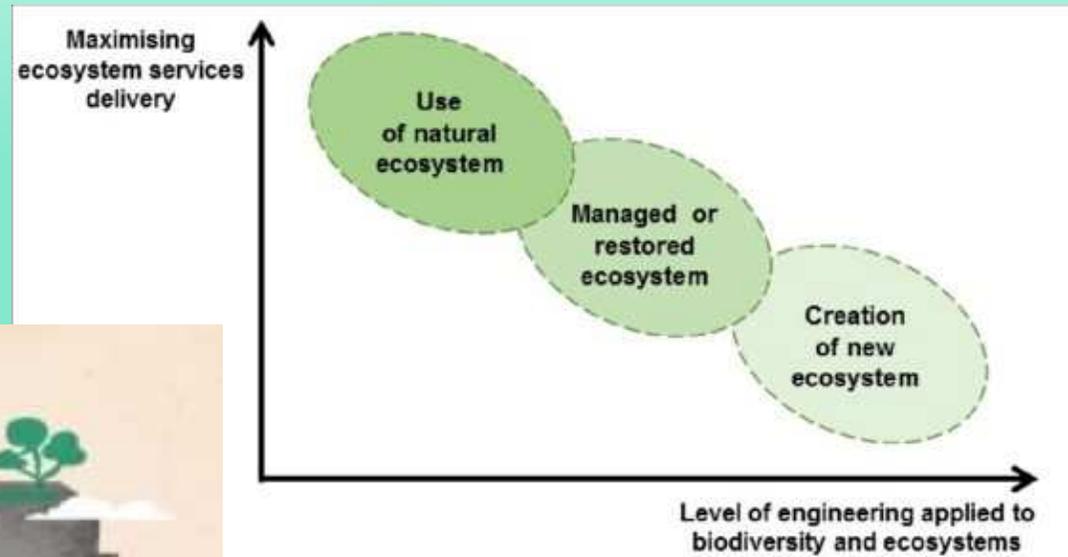
- mantenere alta la vigilanza sulla qualità delle acque
- rallentare i flussi di acqua a monte dei laghi



- mantenere alta la vigilanza sulla qualità delle acque
- rallentare i flussi di acqua a monte dei laghi
- **aumentare la resilienza delle aree costiere rispetto a eventi estremi sempre più frequenti**



- mantenere alta la vigilanza sulla qualità delle acque
- rallentare i flussi di acqua a monte dei laghi
- aumentare la resilienza delle aree costiere rispetto a eventi estremi sempre più frequenti
- **adeguare la gestione delle acque tenendo in considerazione le entrate e le uscite**



- mantenere alta la vigilanza sulla qualità delle acque
- rallentare i flussi di acqua a monte dei laghi
- aumentare la resilienza delle aree costiere rispetto a eventi estremi sempre più frequenti
- adeguare la gestione delle acque tenendo in considerazione le entrate e le uscite
- **ridurre i consumi di acqua personali diventando consapevoli degli sprechi e modificando le proprie abitudini:**



- mantenere alta la vigilanza sulla qualità delle acque
- rallentare i flussi di acqua a monte dei laghi
- aumentare la resilienza delle aree costiere rispetto a eventi estremi sempre più frequenti
- adeguare la gestione delle acque tenendo in considerazione le entrate e le uscite
- ridurre i consumi di acqua personali,
- **ma anche in agricoltura, con innovazioni tecnologiche come l'irrigazione di precisione e incentivando colture che chiedono meno acqua (legumi, aglio, rucola, topinambur, carciofi).**

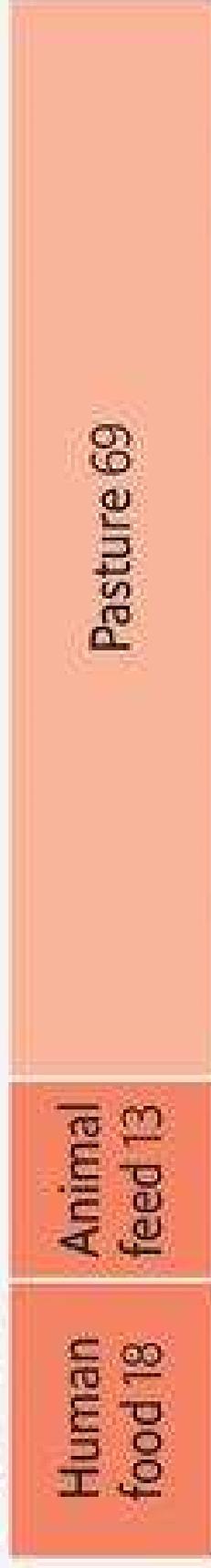


Share of agricultural land by diet, %

The Economist

Current diet 100

Cropland 30



Vegan diet



- mantenere alta la vigilanza sulla qualità delle acque
- rallentare i flussi di acqua a monte dei laghi
- aumentare la resilienza delle aree costiere rispetto a eventi estremi sempre più frequenti
- adeguare la gestione delle acque tenendo in considerazione le entrate e le uscite
- ridurre i consumi di acqua personali,
- ma anche in agricoltura, con innovazioni tecnologiche come l'irrigazione di precisione e incentivando colture che chiedono meno acqua
- **educare i consumatori a nuovi stili di vita più rispettosi dell'ambiente perché è l'acqua che ci permette di vivere e dobbiamo conservarla**

*Strategia nazionale per lo sviluppo sostenibile,
spreco di risorse e le risorse idriche*



*Campagna pubblica di sensibilizzazione Spreco Zero
Last Minute Market*



**Convegno
ECOSISTEMI ACQUATICI E CAMBIAMENTI
CLIMATICI Reggio Emilia 2 e 3 marzo 2023**



CISBA
Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale