

Panel 3: Quale è lo stato di salute dell'ecosistema lagunare e quali possono essere le strategie per migliorarlo?

MODELLISTICA DELLA CATENA TROFICA

Simone Libralato (OGS)

Gruppo di lavoro: Davide Agnetta, Igor Celić (OGS),

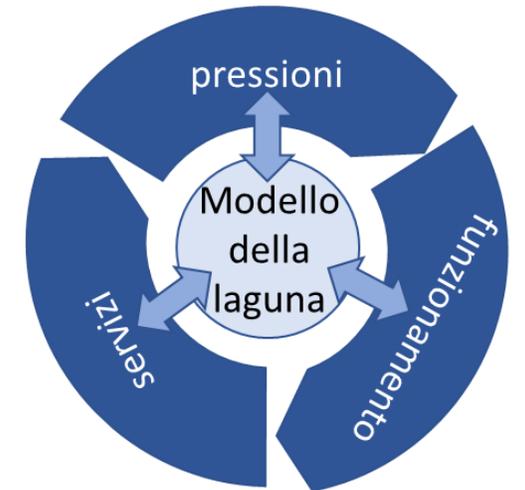
A. Barausse, Luca Palmeri (UNIPD), F. Pranovi (UNIVE), C. Solidoro (OGS)



Servizi ecosistemici ed ecosistema lagunare

L'attività si prefigge di costruire uno **strumento innovativo e calibrato, spazialmente esplicito dell'ecosistema lagunare** da utilizzare per analisi degli effetti causati da fattori sia naturali che antropici sulle capacità della laguna di produrre servizi ecosistemici attraverso scenari.

Regolazione/supporto	Regolazione del clima <ul style="list-style-type: none">● Purificazione delle acque/ciclo dei nutrienti Prevenzione dell'erosione Biostabilizzazione dei fondali <ul style="list-style-type: none">● Mantenimento cicli vitali
Approvvigionamento	<ul style="list-style-type: none">● Pesca artigianale● Pesca ricreativa Caccia <ul style="list-style-type: none">● Raccolta vongola verace
Culturali	Tradizioni Turismo Navigazione ricreativa



Strumento quantitativo a supporto di decisioni gestionali che tenga conto di fattori molteplici che influenzano la laguna quali la **pesca**, alcuni effetti **del cambiamento climatico**, che possa includere informazioni sperimentali e da altri **modelli biogeochimici**, modifiche agli **habitat e alla morfologia**, che possa integrarsi con altre **linee del Venezia2021**.

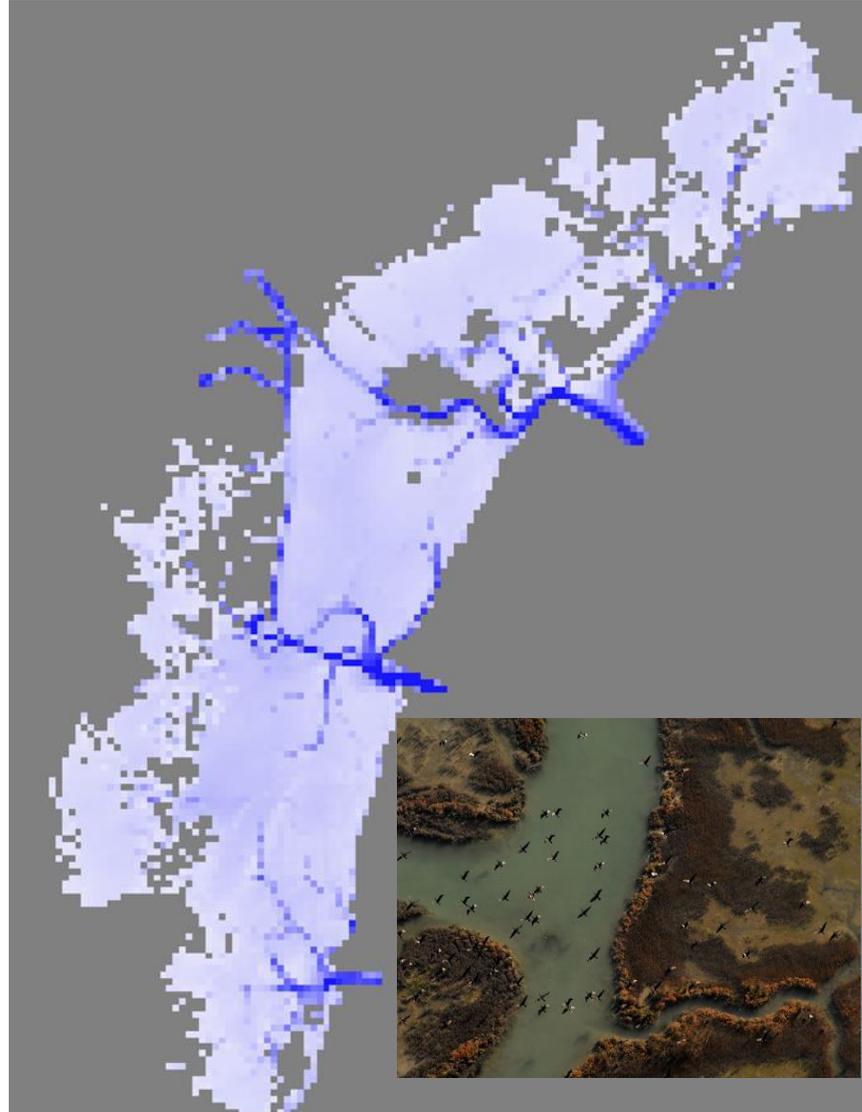
- *Servizi che sono collegati in modo esplicito, quantitativo e diretto al funzionamento ecosistemico dal modello di rete trofica*



Un modello 2D di funzionamento dell'ecosistema lagunare

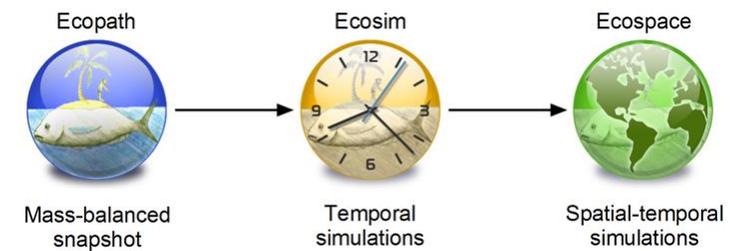


Un modello di rete trofica che tenga conto delle variabilità spaziali della laguna in termini di condizioni ambientali, di profondità, di popolamenti dominanti e di comunità biologiche



Dominio del modello: circa 400 km², ovvero la laguna escluso le valli chiuse

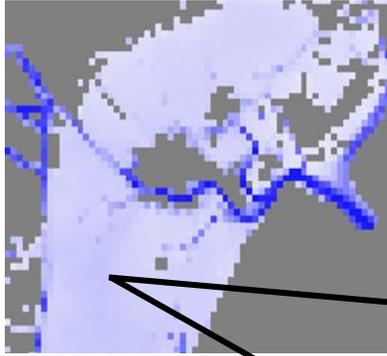
La risoluzione scelta (celle da 250 x250 m; 5623 celle) è quella conveniente per i dati raccolti, basata su un pregresso di informazioni e utile per definire le differenze di habitat in laguna.





Un modello del funzionamento dell'ecosistema

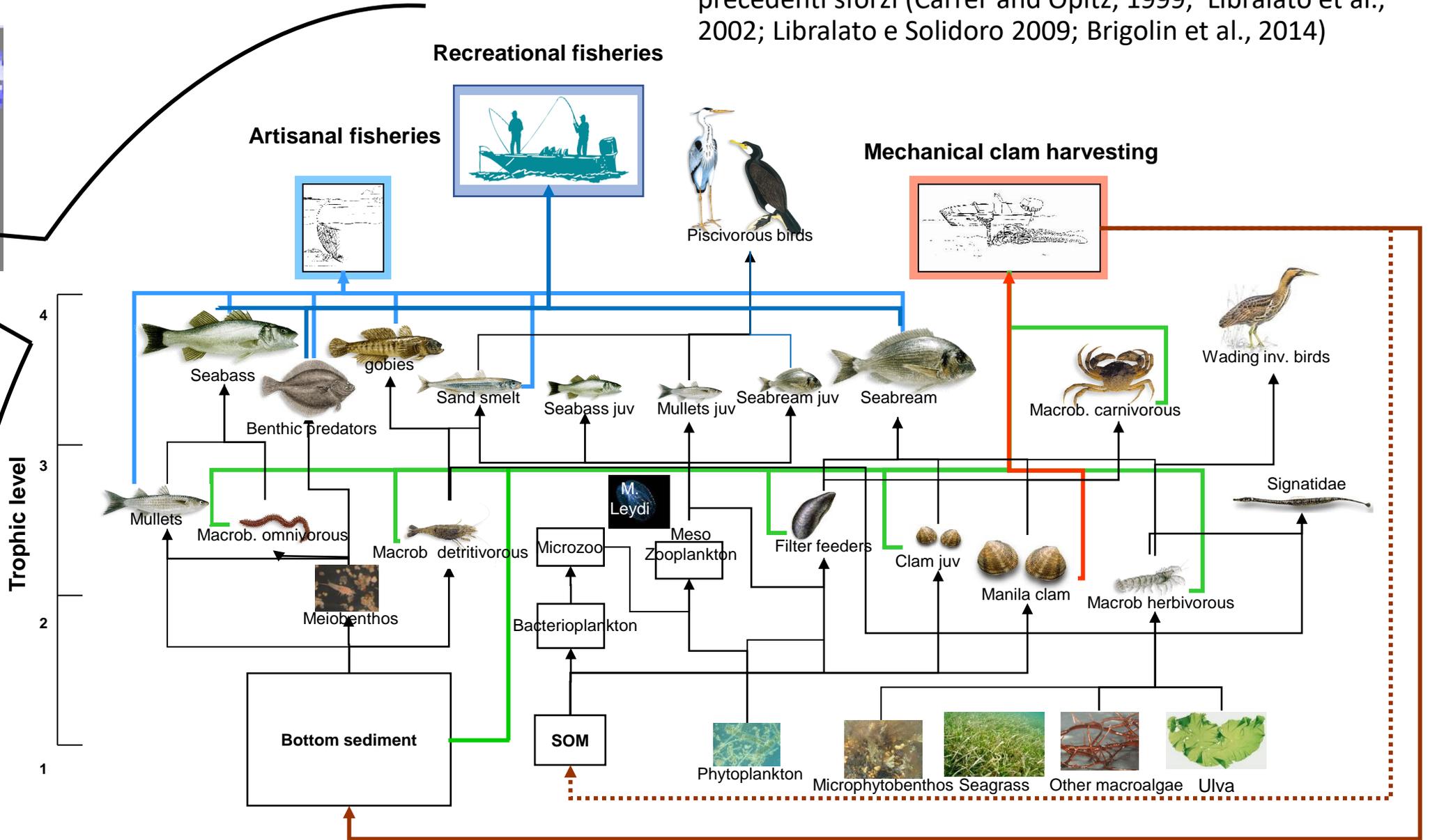
Modello di rete trofica a media complessità: struttura trofica della laguna rappresentativa dei primi anni 2000 sviluppo di precedenti sforzi (Carrer and Opitz, 1999; Libralato et al., 2002; Libralato e Solidoro 2009; Brigolin et al., 2014)



Per ogni cella 250m x 250m

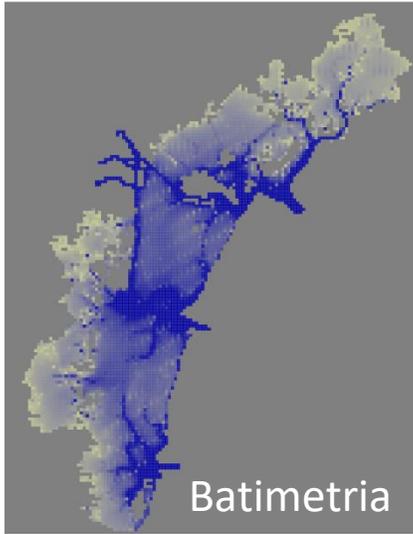
Dal 2000 al 2019 (calibrazione)

e scenari futuri al 2050

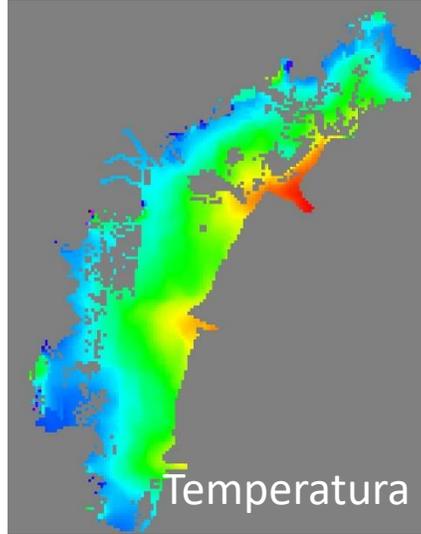




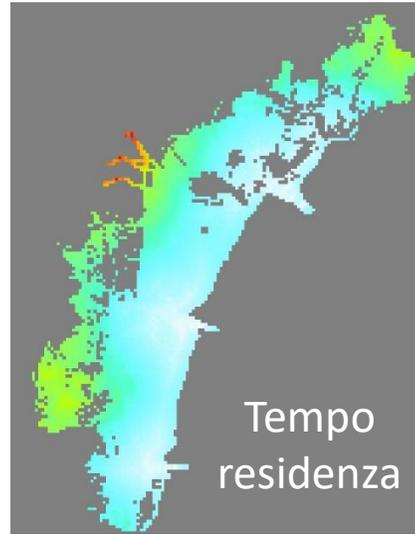
Principali forzanti ambientali



Batimetria

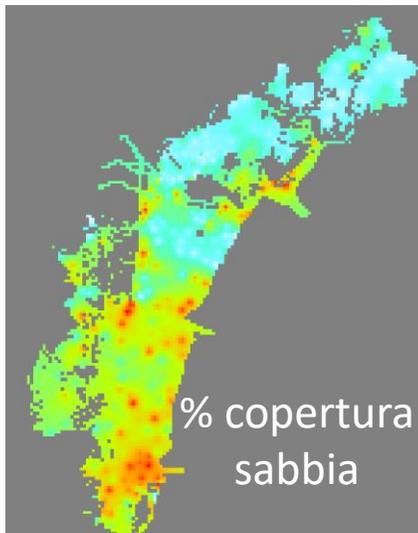


Temperatura



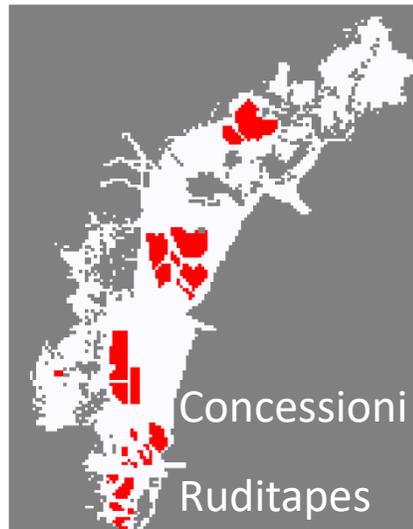
Tempo
residenza

Linea 1.3_Canu et al. OGS



% copertura
sabbia

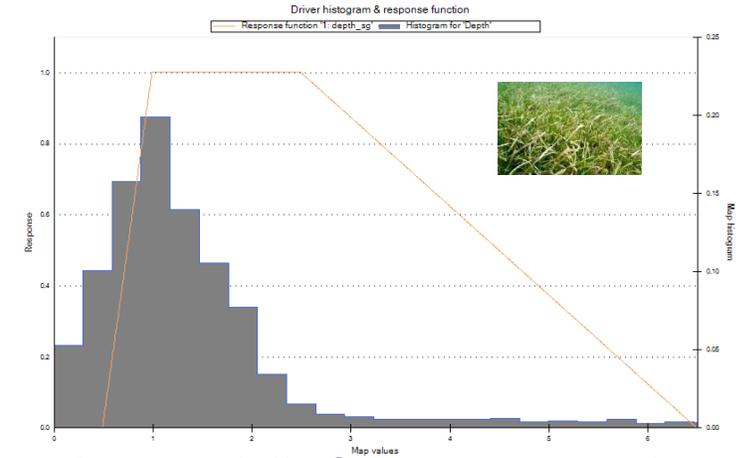
Zonta et al. 2008



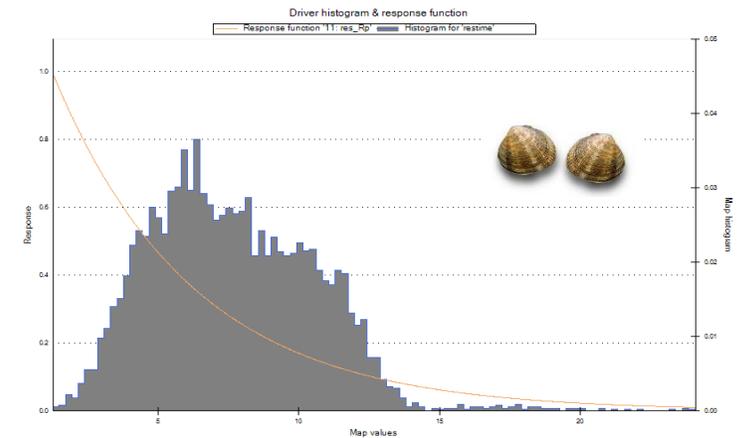
Concessioni
Ruditapes

Atlante della laguna

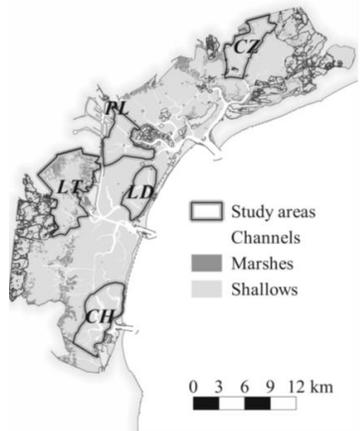
**Influenzano
in modo
specifico i
singoli
comparti del
modello**



Risposta delle fanerogame marine (SG) alla profondità

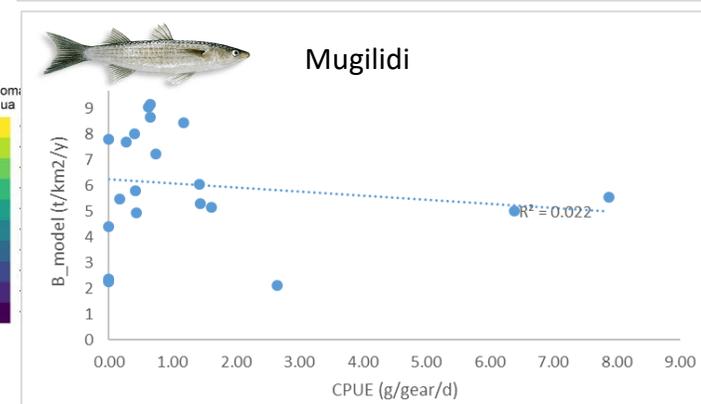
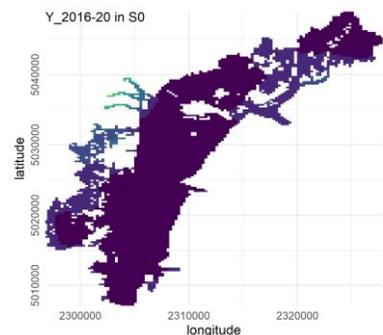
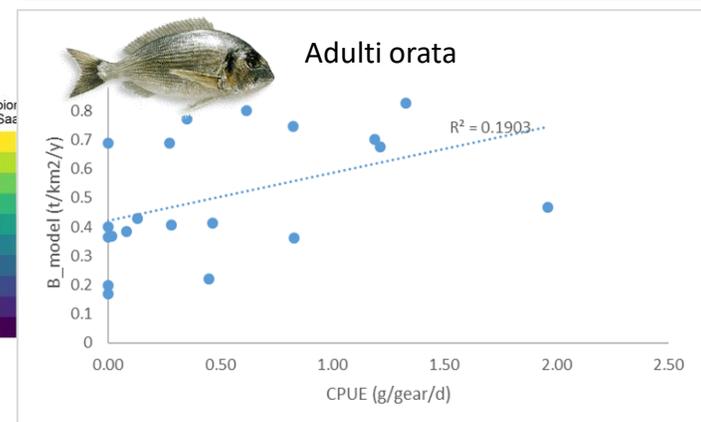
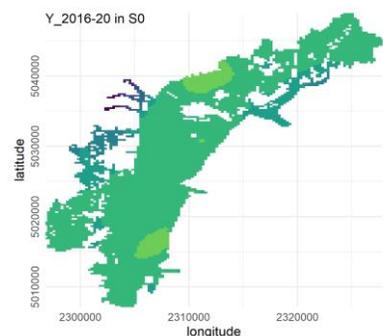
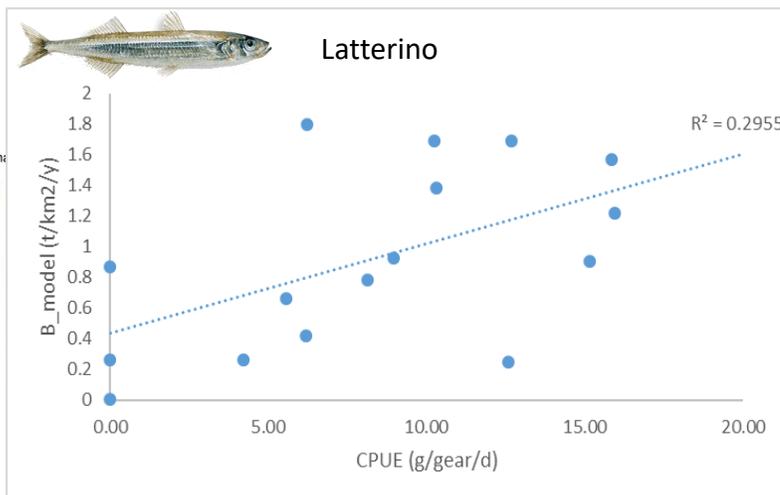
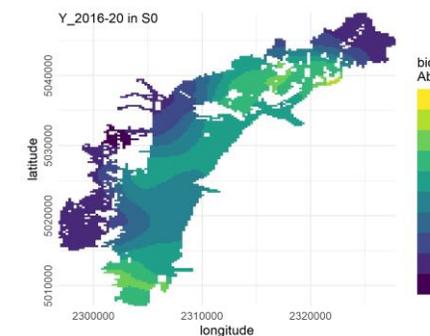
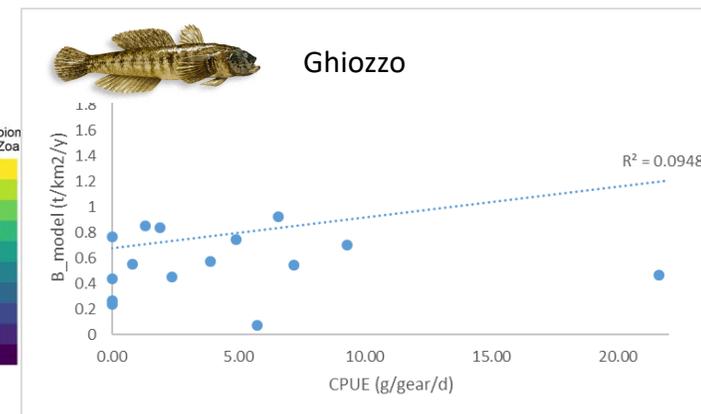
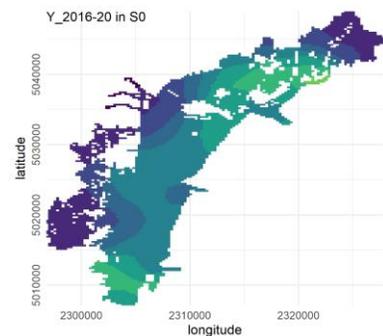
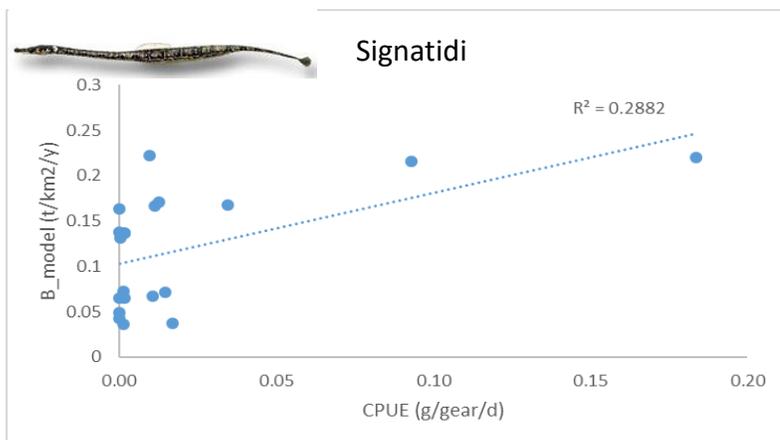
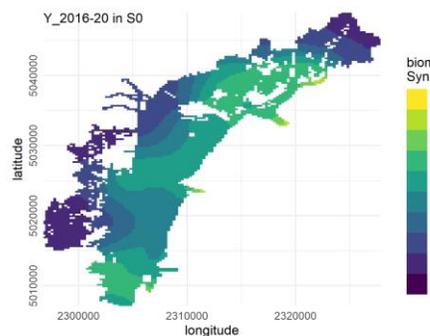


Risposta di *R. philippinarum* (Rp) al tempo di residenza



Accuratezza del modello

Dati raccolti nei campionamenti cogolli (Prof. P. Franzoi e Dott. M. Zucchetta) espressi in Cature per Unità di sforzo (CPUE, g/cogollo/giorno) medie annuali (2009, 2010, 2013 e 2015) per ogni area di pesca (CZ, PL, LD, CH) contro B (t/km²) modello.





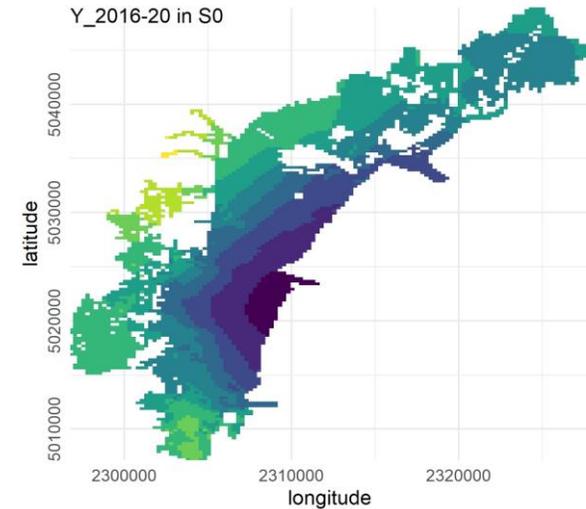
Stato dell'ecosistema lagunare

Batteria di indicatori applicati ai risultati annuali (2000-2050) della rete trofica per valutare **il capitale naturale**, la capacità dell'ecosistema di sostenere **servizi di approvvigionamento** (catture da pesca artigianale, ricreativa e venericoltura), **la biodiversità e la struttura della piramide ecologica**.

Alcuni esempi dello stato attuale (medie valori 2016-2020)

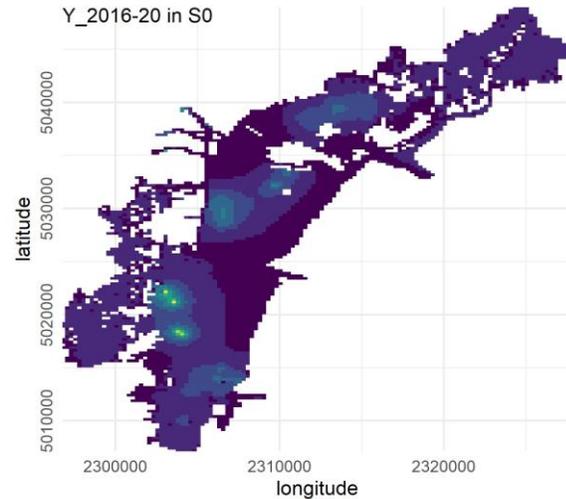
CAPITALE NATURALE biomassa totale [t/km²]

Y_2016-20 in S0



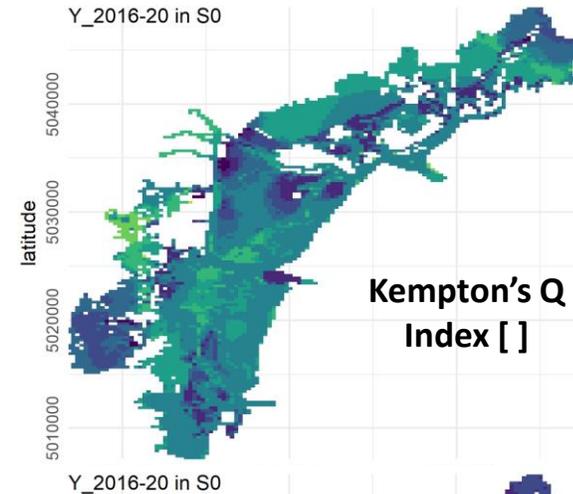
SERVIZI DI APPROVVIGIONAMENTO biomassa commerciale [t/km²]

Y_2016-20 in S0

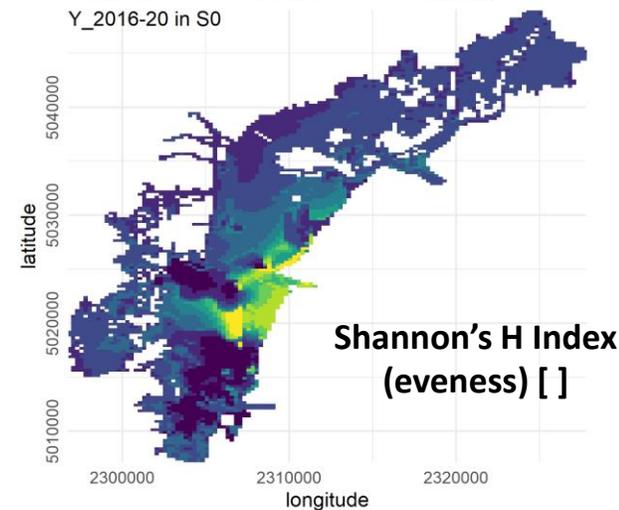


BIODIVERSITÀ

Y_2016-20 in S0

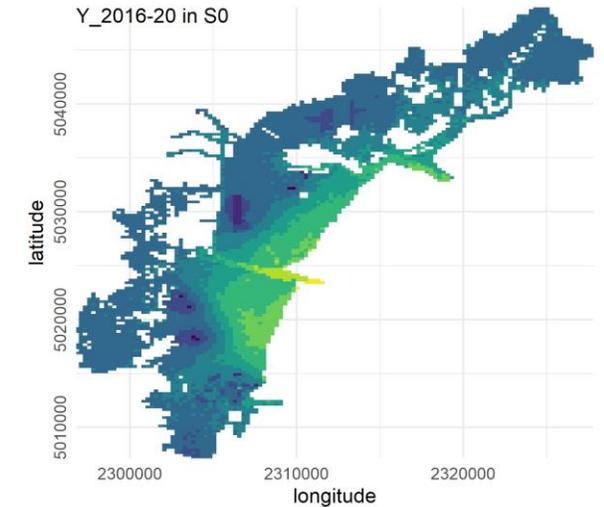


Y_2016-20 in S0



STRUTTURA PIRAMIDE ECOLOGICA Livello trofico medio []

Y_2016-20 in S0

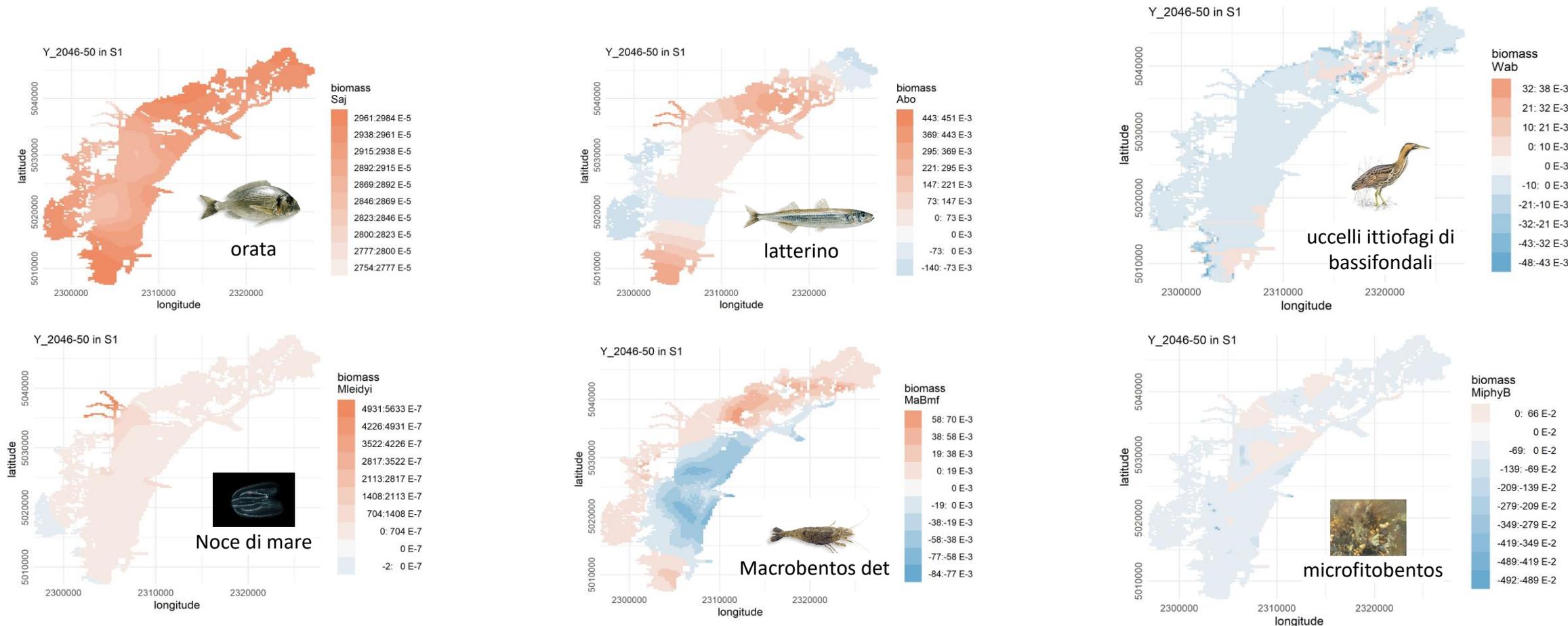




Scenari futuri: il cambiamento climatico

Scenario climatico IPCC RCP8.5 ottenuto forzando le condizioni di batimetria, produzione primaria, microzooplancton ottenuti dal modello SHYFEM (Linea 1.3), altri fattori (es. pesca e venericoltura) costanti dal 2019 (scenario S1). Valutazione dell'effetto sulla rete trofica simulato fino al 2050 e riportato in termini di variazione di biomassa (anomalie) tra scenario gestionale e scenario di riferimento (condizioni attuali).

Anomalie Clima-Riferimento (in t/km²), medie anni 2046-2050: alcuni esempi



Nessuna significativa differenza in Scenario climatico con MOSE attivo (S2)!



Scenari con implementazione pratiche gestionali

Scenario S1: climatico con scenario IPCC RCP 8.5

Scenario S5: IPCC 8.5, **MOSE attivo, concessioni vongole -25%**

Scenario S7: IPCC 8.5, **MOSE attivo, concessioni vongole -25%, pesca artigianale +25%**

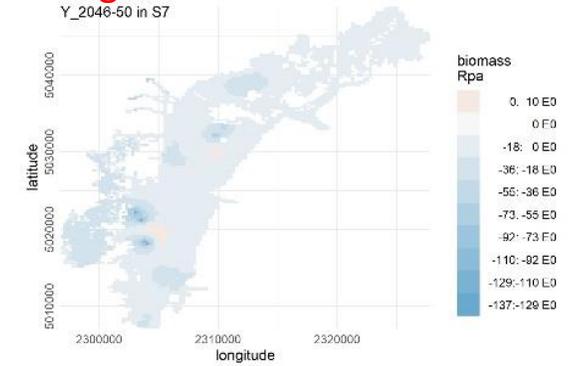
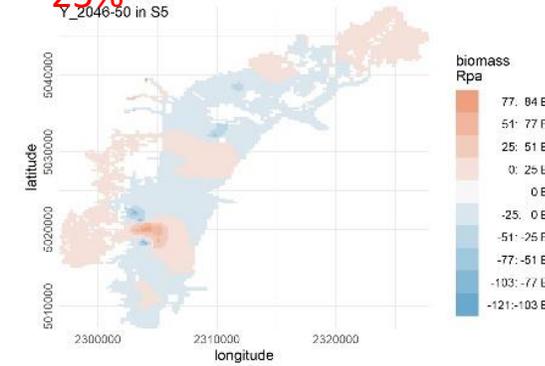
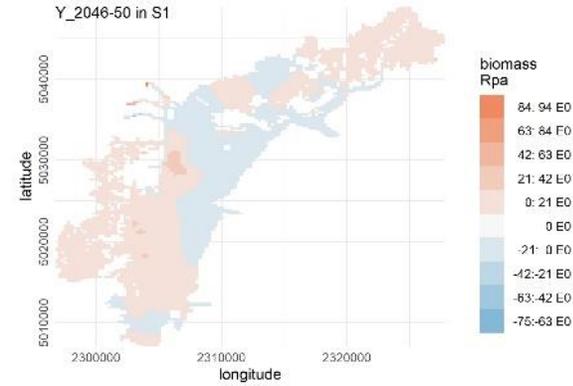
Anomalie 2046-2050

Scenario-Riferimento

(in t/km2)



vongola



Scenari con attività di gestione:

- **MOSE attivo**



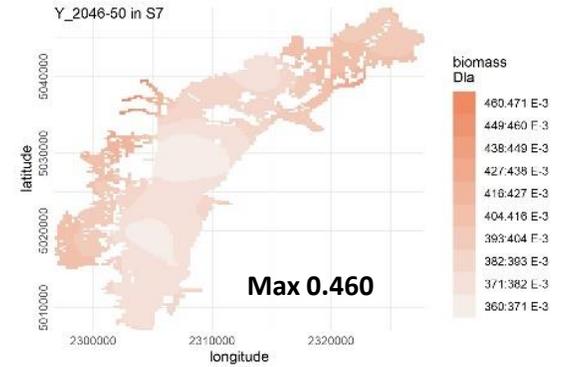
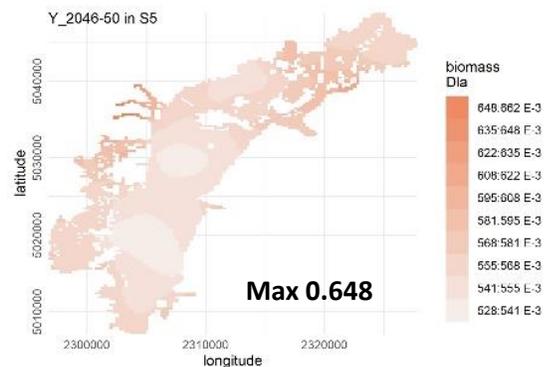
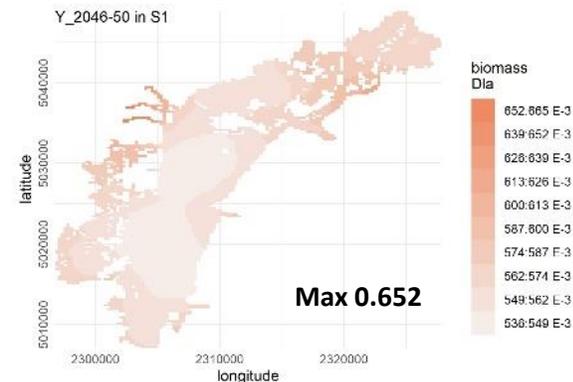
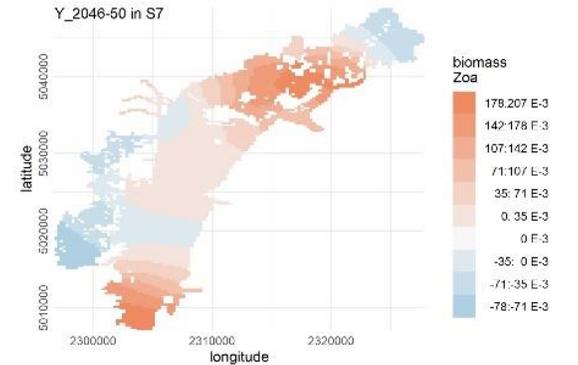
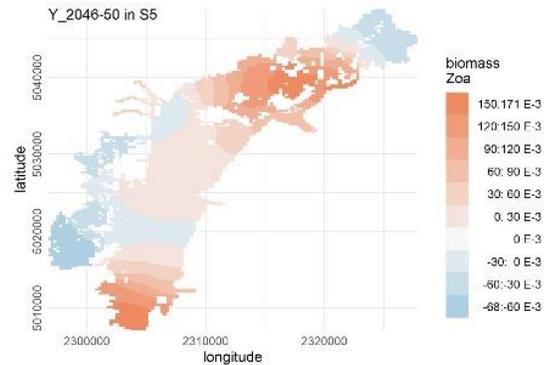
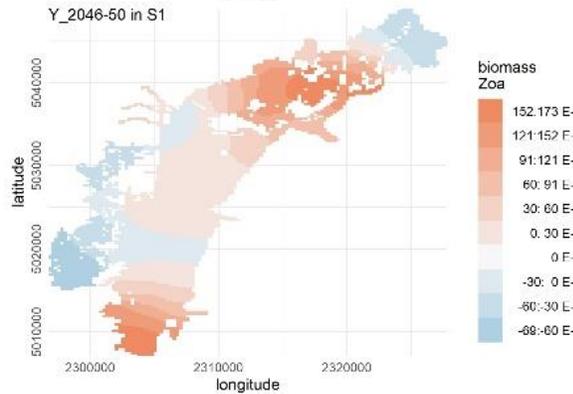
ghiozzo

- **Modifiche alle concessioni di pesca delle vongole**

- **Modifica allo sforzo di pesca**



Pesce predatore





Effetto della gestione sullo stato della laguna

Anomalie (scenario-riferimento) degli indicatori di stato della laguna negli scenari gestionali (medie 2046-2050).

Le concessioni a vongole hanno un effetto marcato anche su altri comparti (effetti indiretti del prelievo)

SERVIZI DI APPROVVIGIONAMENTO
biomassa commerciale
[t/km²]

BIODIVERSITÀ
Shannon's H Index
(eveness) []

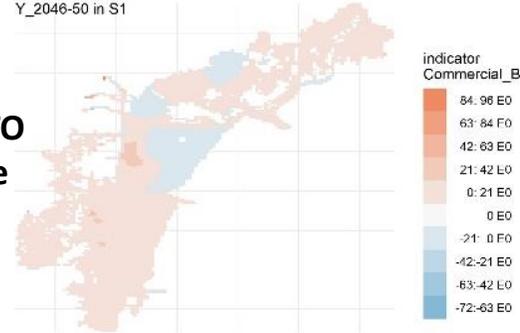
STRUTTURA PIRAMIDE ECOLOGICA
Livello trofico medio
della comunità []

Scenario S1: climatico con scenario IPCC RCP 8.5

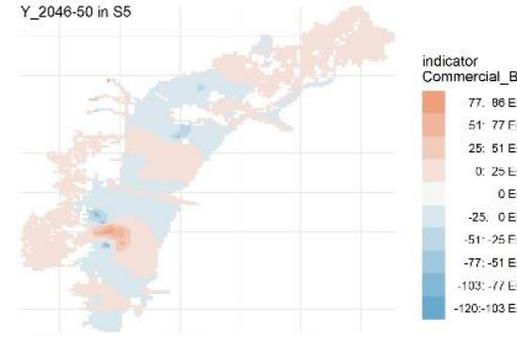
Scenario S5: IPCC 8.5, MOSE attivo, concessioni vongole -25%

Scenario S7: IPCC 8.5, MOSE attivo, concessioni vongole -25%, pesca artigianale +25%

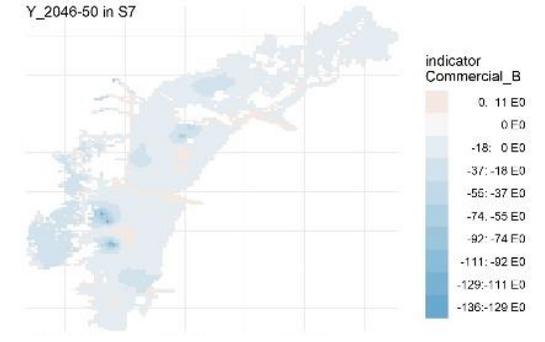
Y_2046-50 in S1



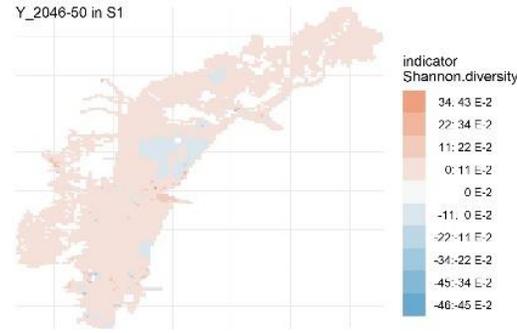
Y_2046-50 in S5



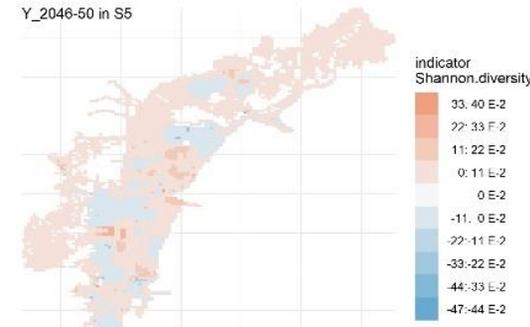
Y_2046-50 in S7



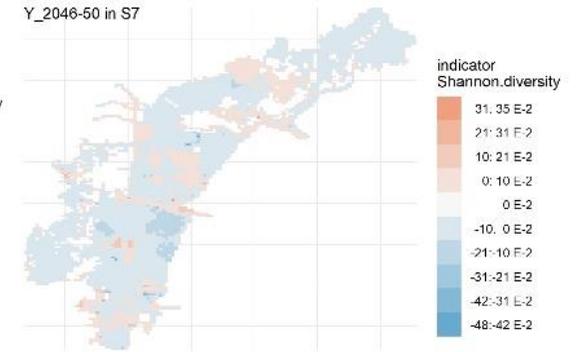
Y_2046-50 in S1



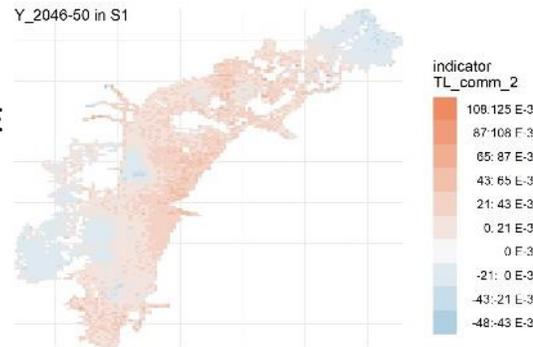
Y_2046-50 in S5



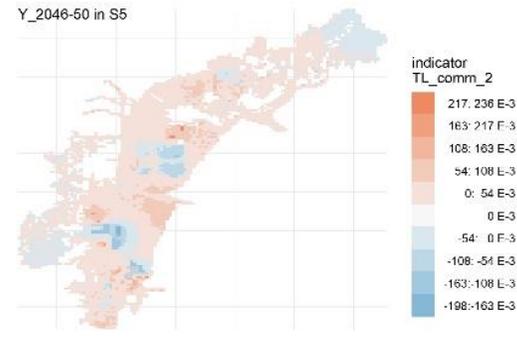
Y_2046-50 in S7



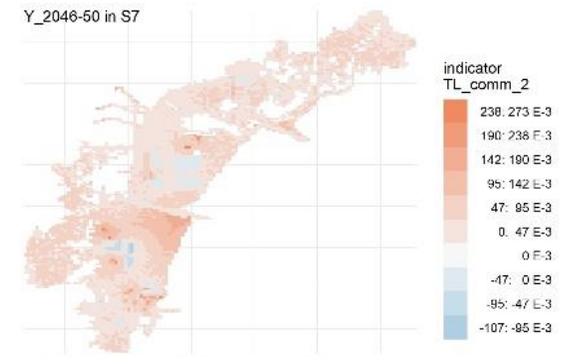
Y_2046-50 in S1



Y_2046-50 in S5



Y_2046-50 in S7





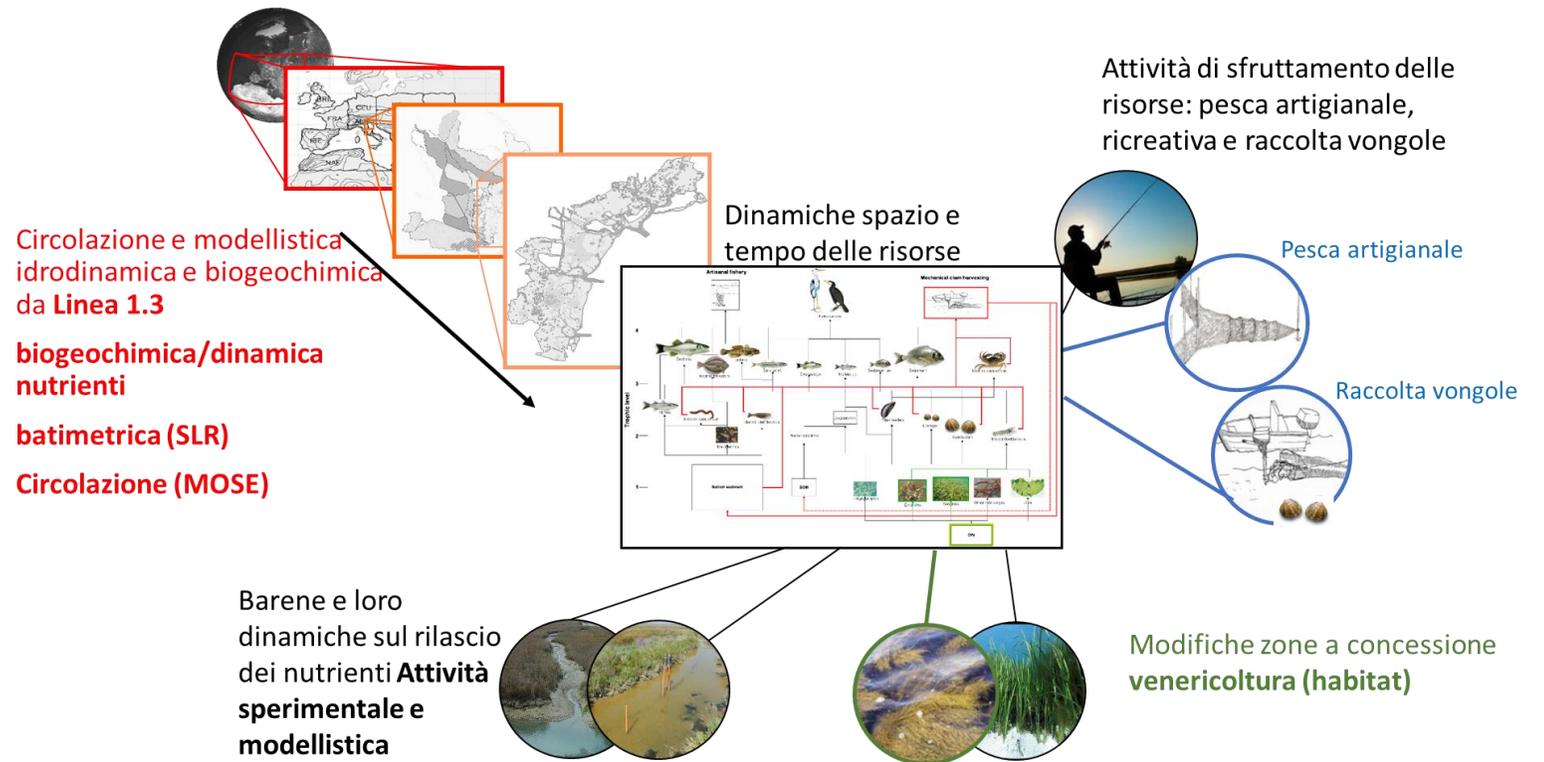
Conclusioni

Lo strumento sviluppato consente di integrare informazioni «dalla fisica alla pesca»

Strumento quantitativo ad alta risoluzione (250m) che include informazioni di habitat, di sfruttamento delle risorse naturali rinnovabili e delle loro dinamiche

Per informare su potenziali impatti ecologici della gestione

Potenziale strumento di base a supporto del Marine Spatial Planning della laguna



GRAZIE A:

Donata Melaku Canu, Celia Laurent, Leslie Aveytua (OGS) (risultati SHYFEM)
Carlotta Mazzoldi, Alberto Barausse, Andrea Sambo (UNIPD) (dati pesca e pescato)
Piero Franzoi, Matteo Zucchetto (UNIVE) (dati «cogolli»)
Davide Tagliapietra, Marco Sigovini (CNR) (dati macroinvertebrati bentonici)
Adriano Sfriso (UNIVE) (dati nutrienti e produttori primari)
Nicola Baccetti, Marco Zanatello (ISPRA) (avifauna)

Gruppo di lavoro:



Libralato Simone, Davide Agnetta, Igor Celić, Cosimo Solidoro
Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale – OGS, Trieste
ECHO - Modellistica Ecologica ed Idrodinamica



Fabio Pranovi
Università Ca' Foscari di Venezia
Dipartimento di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica



Alberto Barausse, Luca Palmeri
Università degli Studi di Padova
LASA – Laboratorio di Analisi dei Sistemi Ambientali

GRAZIE!



Scenari di laguna regolata

scenario	Descrizione sintetica	
S0	Riferimento	Forzanti da SHYFEM relative all'anno 2019 ripetuti ciclicamente fino al 2050; pesca e biomassa uccelli come nel 2019
S1	Clima IPCC RCP 8.5, NO MOSE	Introduzione risultati scenario climatico IPCC RCP 8.5 da SHYFEM fino al 2050
S2	Clima IPCC RCP 8.5, MOSE	Introduzione risultati scenario climatico IPCC RCP 8.5 da SHYFEM fino al 2050 con MOSE
S3	No concessioni	Scenario di riferimento senza concessioni venericoltura dal 2020
S4	Riduzione 25% concessioni	Scenario di riferimento con riduzione 25% concessioni venericoltura dal 2020
S5	Clima IPCC RCP 8.5, MOSE e riduzione concessioni	IPCC RCP 8.5 da SHYFEM fino al 2050 con MOSE riduzione 25% concessioni venericoltura dal 2020
S6	Clima IPCC RCP 8.5, MOSE e riduzione concessioni e pesca	IPCC RCP 8.5 da SHYFEM fino al 2050 con MOSE riduzione 25% concessioni venericoltura dal 2020, e riduzione sforzo di pesca del 25%
S7	Clima IPCC RCP 8.5, MOSE e riduzione concessioni e aumento pesca	IPCC RCP 8.5 da SHYFEM fino al 2050 con MOSE riduzione 25% concessioni venericoltura dal 2020, e aumento sforzo di pesca del 25%
S8	Riferimento con aumento pesca	Scenario di riferimento con aumento sforzo di pesca del 25% dal 2020

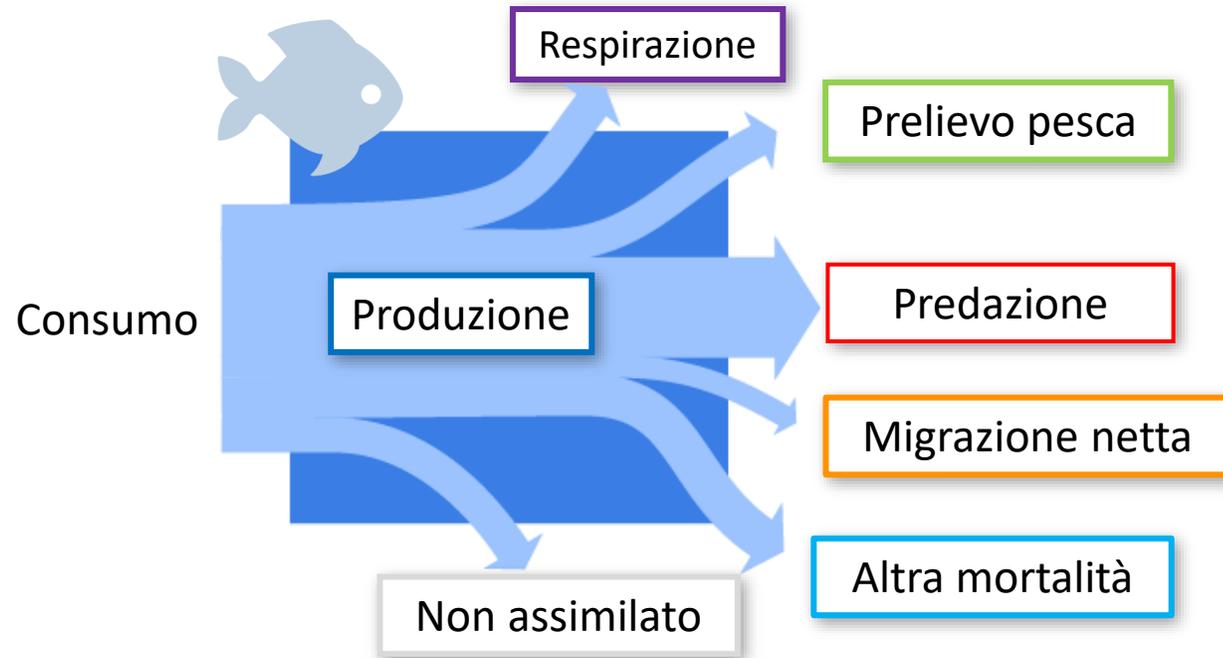
Sviluppo scenari spazio-temporali dal 2000 al 2050: con parte di «hindcast» identica e alternative di gestione dal 2019 al 2050 confrontate con scenario di riferimento



Modello: parametri e condizioni iniziali



Mass-balanced snapshot



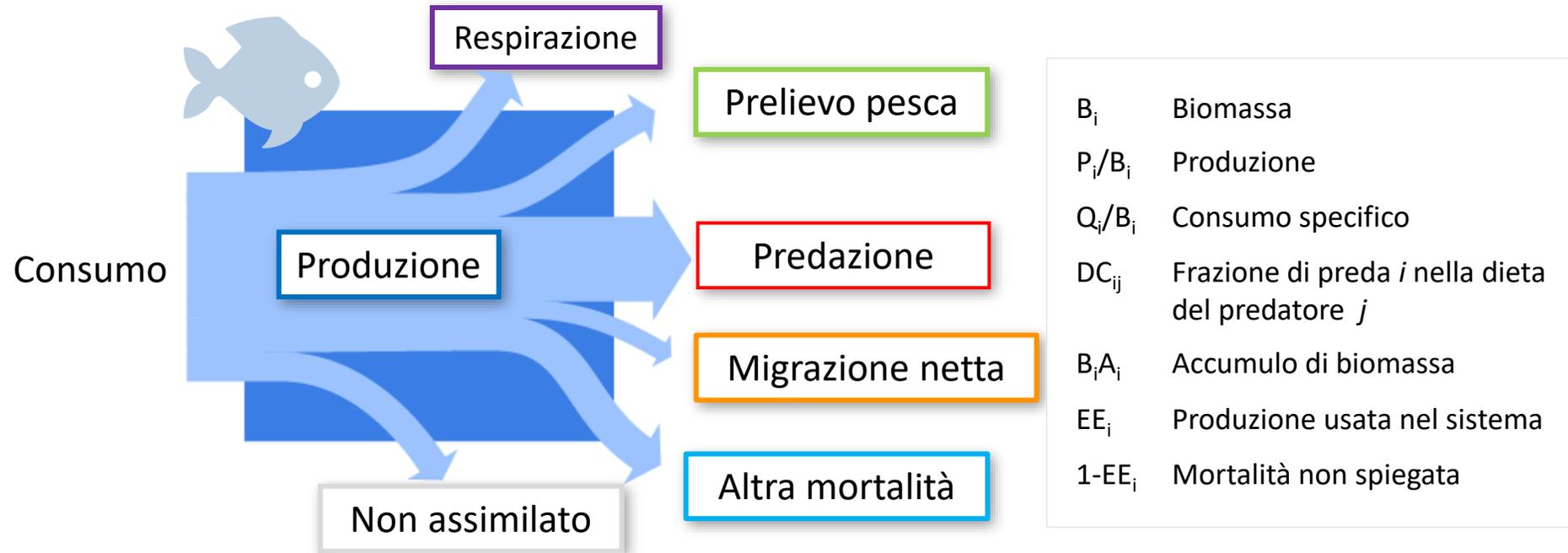
B_i	Biomassa
P_i/B_i	Produzione
Q_i/B_i	Consumo specifico
DC_{ij}	Frazione di preda i nella dieta del predatore j
$B_i A_i$	Accumulo di biomassa
EE_i	Produzione usata nel sistema
$1-EE_i$	Mortalità non spiegata

$$1. \left(\frac{Q}{B}\right)_i \cdot B_i = \left(\frac{P}{B}\right)_i \cdot B_i + R_i + UN_i$$

$$2. \left(\frac{P}{B}\right)_i \cdot B_i = \sum_{Pred_j=1}^n \left(\frac{Q}{B}\right)_j \cdot B_j \cdot DC_{ij} + E_i + Y_i + BA_i + \left(\frac{P}{B}\right)_i \cdot B_i \cdot (1 - EE_i)$$



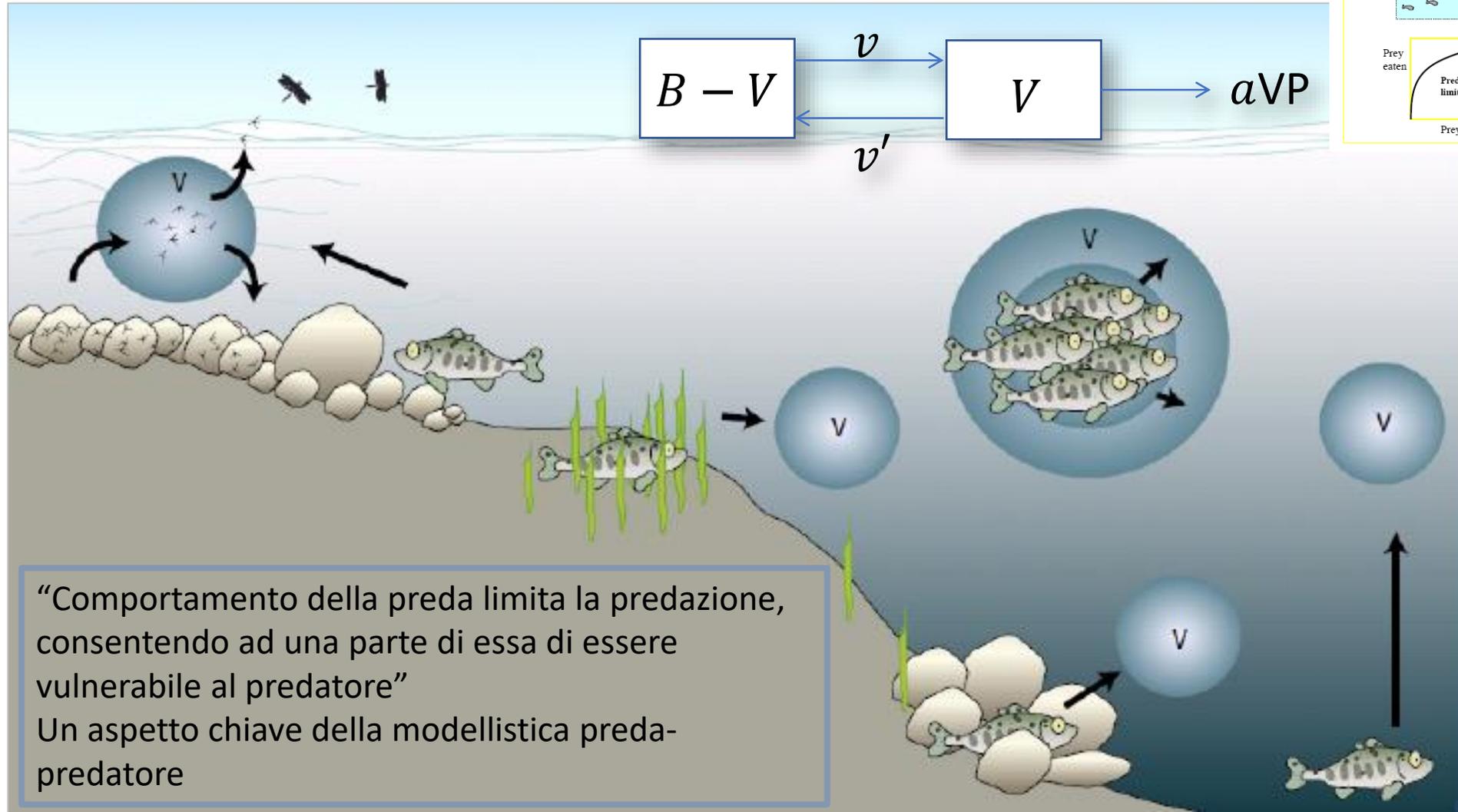
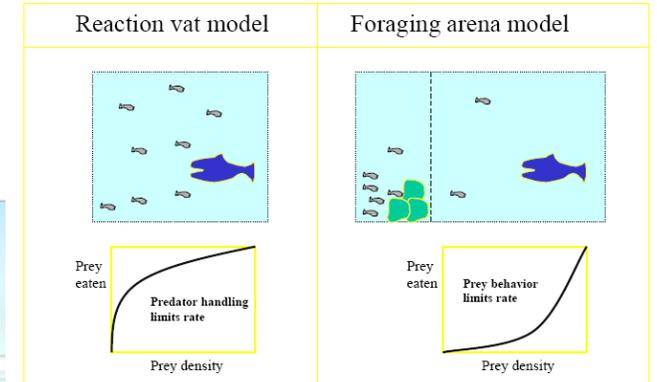
Modello con dinamica di popolazione



$$\frac{dB_i}{dt} = \underbrace{g_i \cdot \sum_{Pred_j=1}^n c_{ji}(B_i, B_j)}_{\text{Consumo sulle prede}} - \underbrace{\sum_{Pred_j=1}^n c_{ij}(B_i, B_j)}_{\text{Consumo dei predatori}} + \underbrace{I_i}_{\text{Immigration}} - \underbrace{(M0_i + F_i + e_i) \cdot B_i}_{\text{Mortalità naturale, da pesca, emigrazione}}$$



Calibrazione del modello

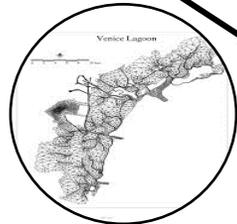


“Comportamento della preda limita la predazione, consentendo ad una parte di essa di essere vulnerabile al predatore”
Un aspetto chiave della modellistica preda-predatore



Passo successivo: integrazione end-to-end

Circolazione e modellistica idrodinamica e biogeochimica da **Linea 1.3**

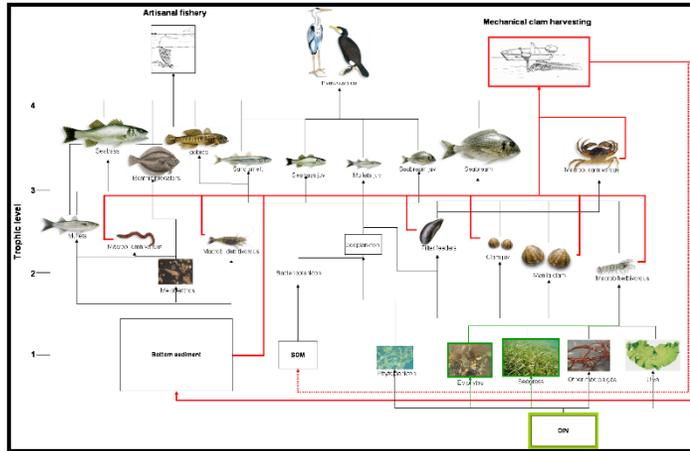


Idrodinamica

Dinamiche nutrienti in acqua



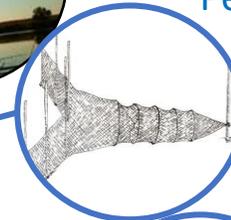
Dinamiche spazio e tempo delle risorse



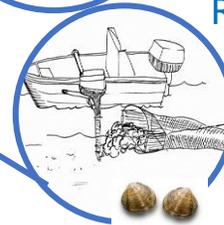
Attività di sfruttamento delle risorse: pesca artigianale, ricreativa e raccolta vongole



Pesca artigianale



Raccolta vongole



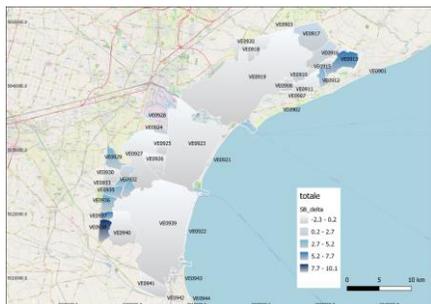
Barene e loro dinamiche sul rilascio dei nutrienti **Attività sperimentale e modellistica**



Modifiche zone a concessione **venericoltura (habitat)**



Inclusione nel modello di dati da varie fonti



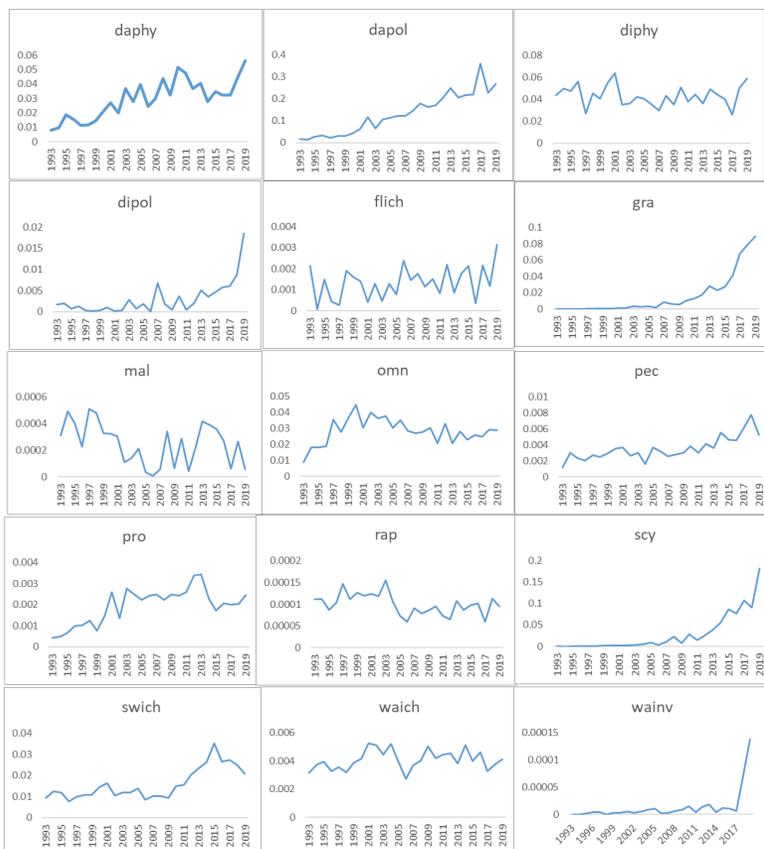
Consistenza avifauna:
ISPRA
(N. Baccetti, M. Zenatello)

Le specie sono state raggruppate in 15 gruppi funzionali che hanno specifici trend di biomassa (gww/m^2):

dabbling poliphagus (dapol) ovvero le specie di anatidi mostrano un incremento rilevante

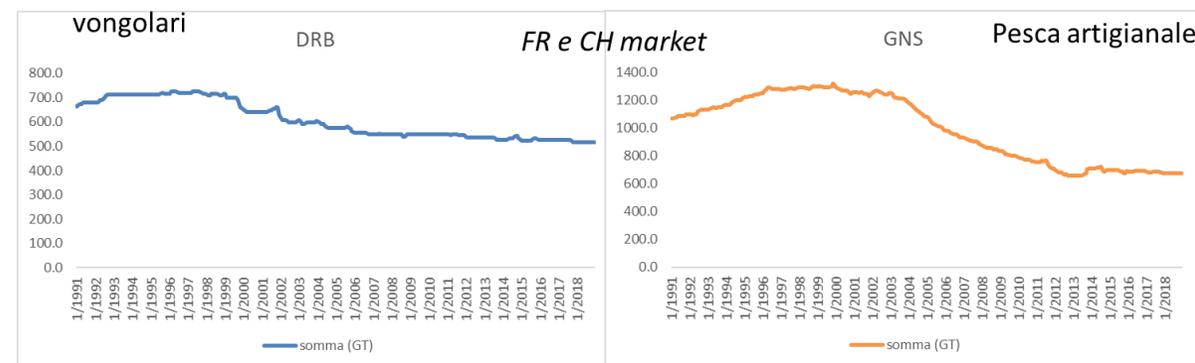
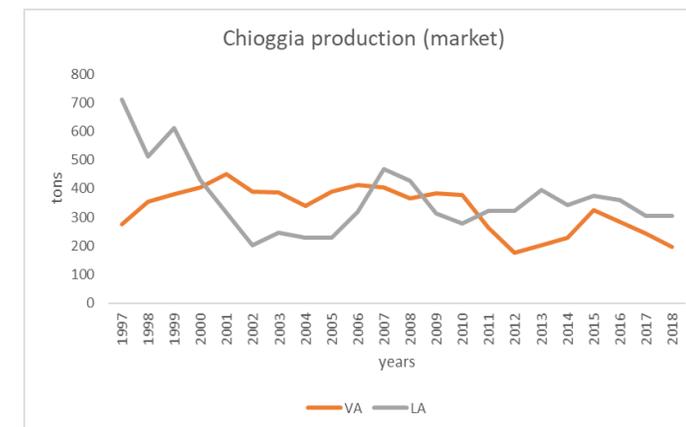
Predatori di bivalvi (mal) e rapaci (rap) mostrano un leggero decremento

Ittiofagi natanti (swich) includono cormorani e marangoni con un trend di medio periodo crescente, ma una recente diminuzione



Catture e capacita di pesca: Università di Padova (C. Mazzoldi, A. Barausse, A. Sambo)

Serie storica (1997-2018) di produzione di pesca rilevata dal mercato di Chioggia proveniente dalle valli (VA) e dalla laguna (LA). Somma di tutte le specie rilevate (fonte dati Mercato Ittico di Chioggia).





Osservazione avifauna svernante

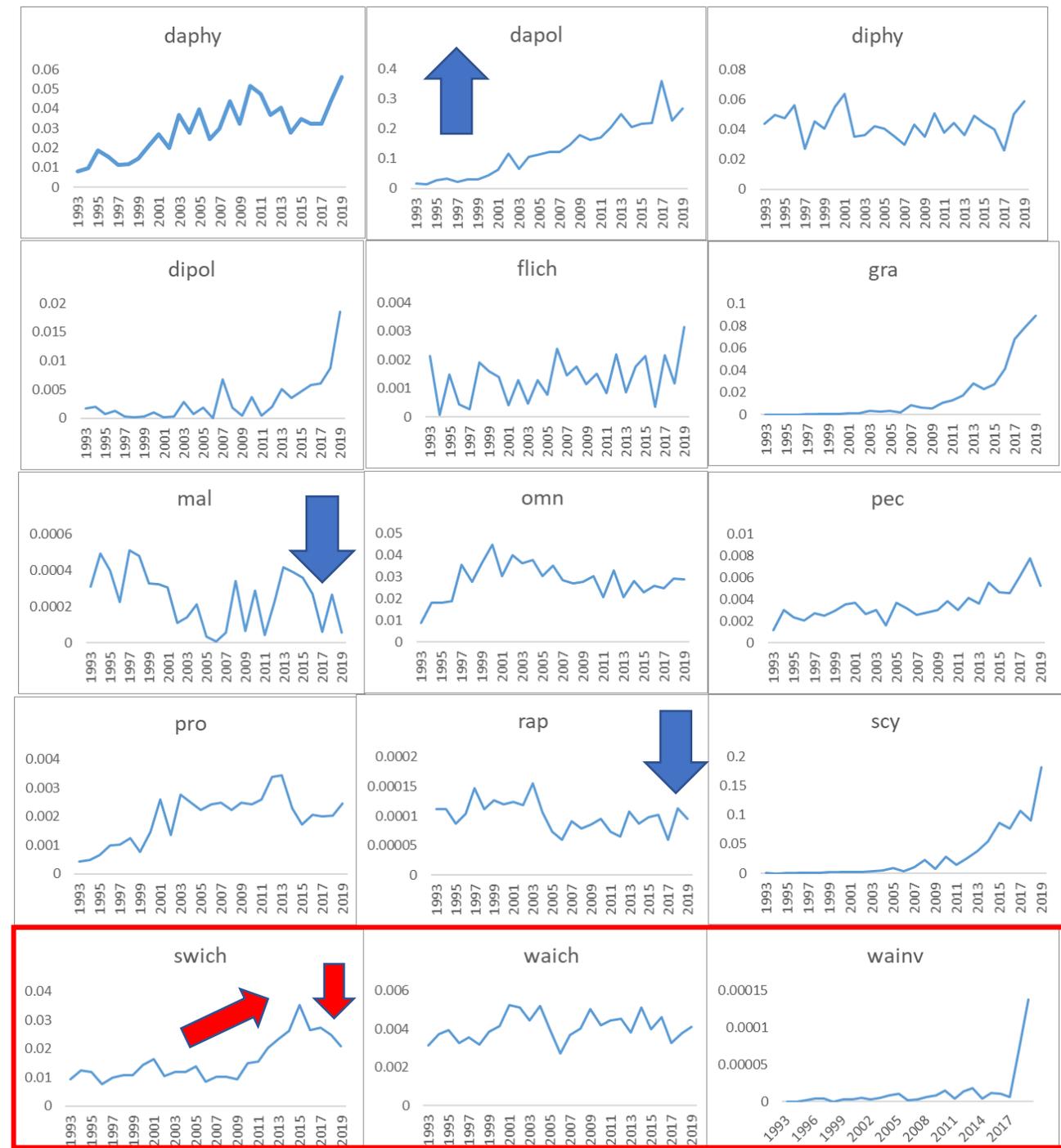
Le specie sono state raggruppate in 15 gruppi funzionali che hanno specifici trend di biomassa (gww/m²):

dabbling poliphagus (dapol) ovvero le specie di anatidi mostrano un incremento rilevante

Predatori di bivalvi (mal) e rapaci (rap) mostrano un leggero decremento

Ittiofagi natanti (swich) includono cormorani e marangoni con un trend di medio periodo crescente, ma una recente diminuzione

Collaborazione con ISPRA
(N. Baccetti, M. Zenatello)

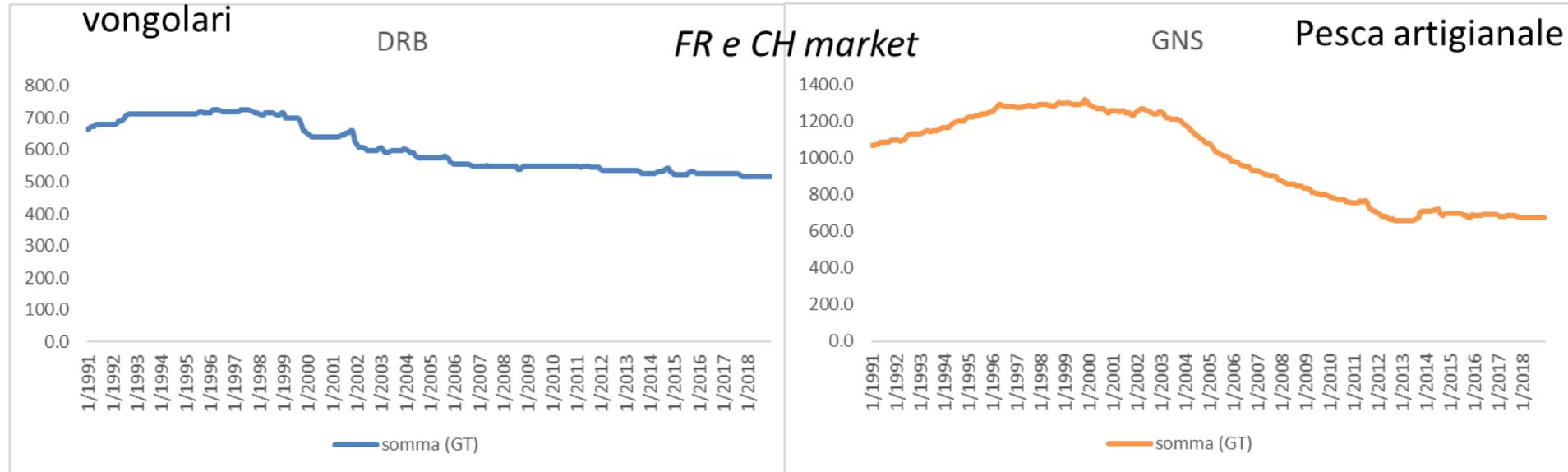




La capacità di pesca

Università di Padova (C. Mazzoldi, A. Barausse, A. Sambo)

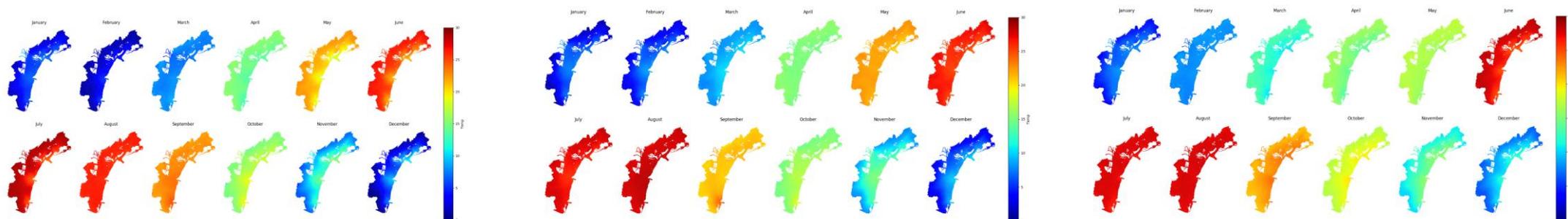
Capacità di pesca: top-down forcing functions



L'evoluzione nel tempo della capacità di pesca in laguna è stata ottenuta dall'incrocio dei dati di pesca del mercato di Chioggia (2013-2018) e i dati del fleet register (FR) relativo al porto. Sono state identificate 22 unità della flotta lagunare e 152 della flotta di mare attraverso le caratteristiche medie (lunghezza fuori tutto, stazza lorda e potenza motore) proprie di ogni flotta (laguna vs mare). La flotta lagunare è caratterizzata da barche con LOA<10, GT <10 e Kw <50. Tenuto conto di tale risultato è stato possibile estrapolare dal FR, l'andamento della capacità di pesca artigianale (es. GNS) e commerciale (es. DRB) del porto di Chioggia, Venezia, Burano e Pellestrina. Accertato che l'indicatore di capacità per tipologia di pesca avesse un andamento simile nei diversi porti è stata impostata un'unica forzante per ogni tipologia di pesca come somma mensile del tonnello di stazza lorda (GT). A causa dei pochi dati disponibili, la pesca ricreativa è stata mantenuta costante.



Spatio-temporal framework

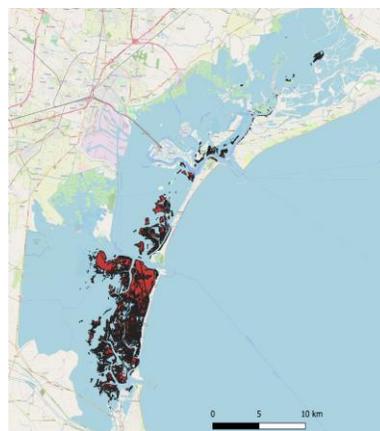
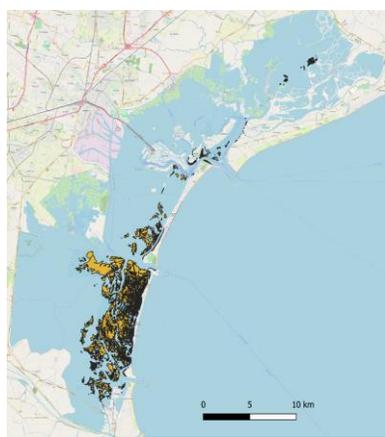
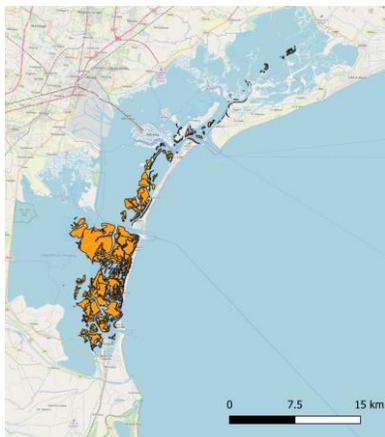


temperatura

2005

2008

2019



2002

2004

2009

2010

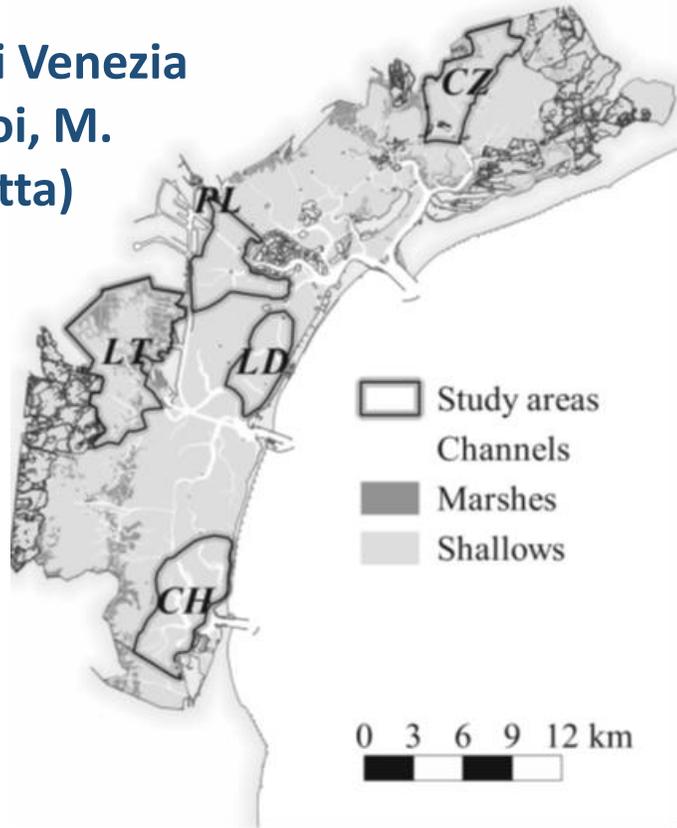
2017

Copertura fanerogame

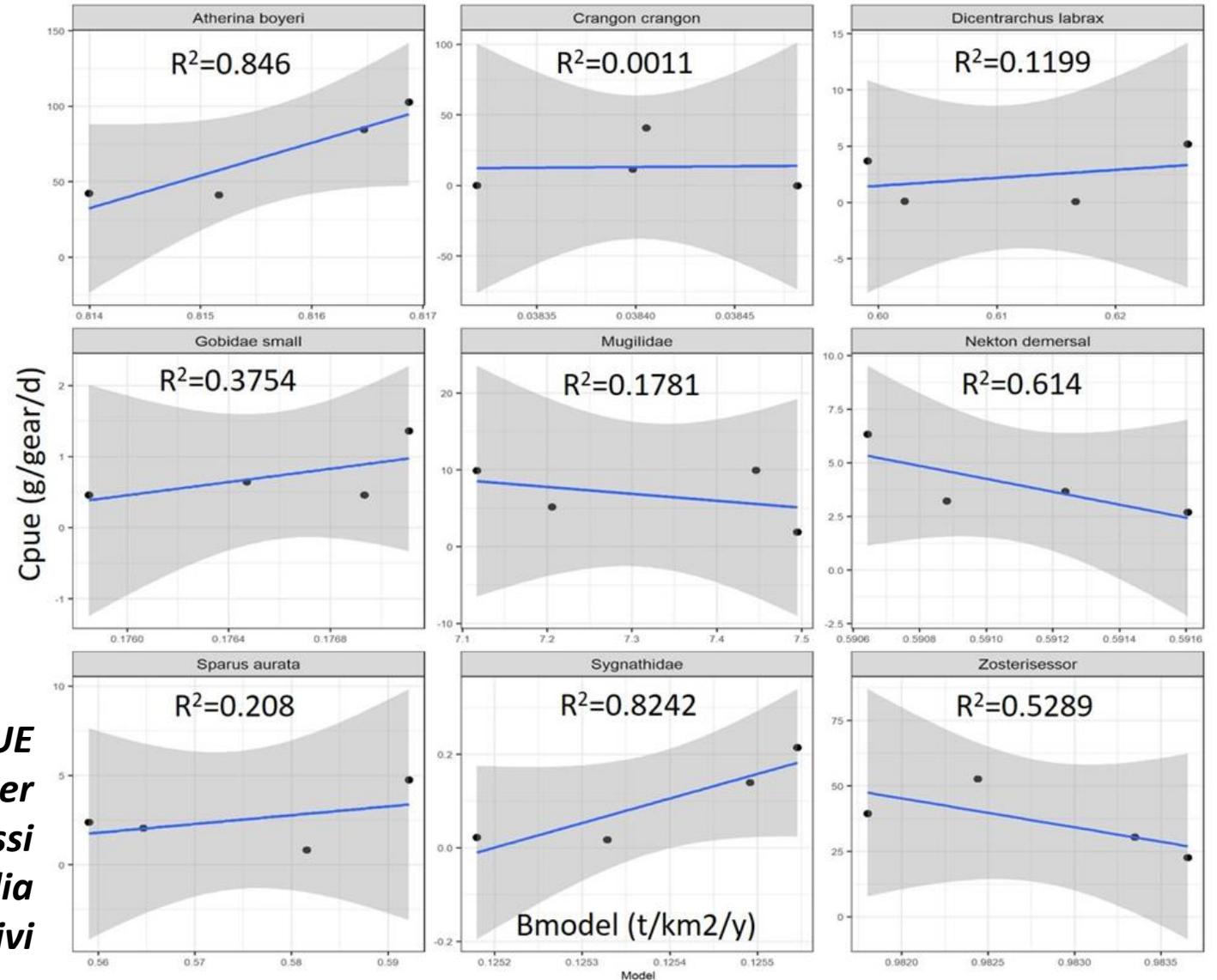


Confronto con dati ittiofauna (cogolli)

Università di Venezia
(P. Franzoi, M. Zucchetta)

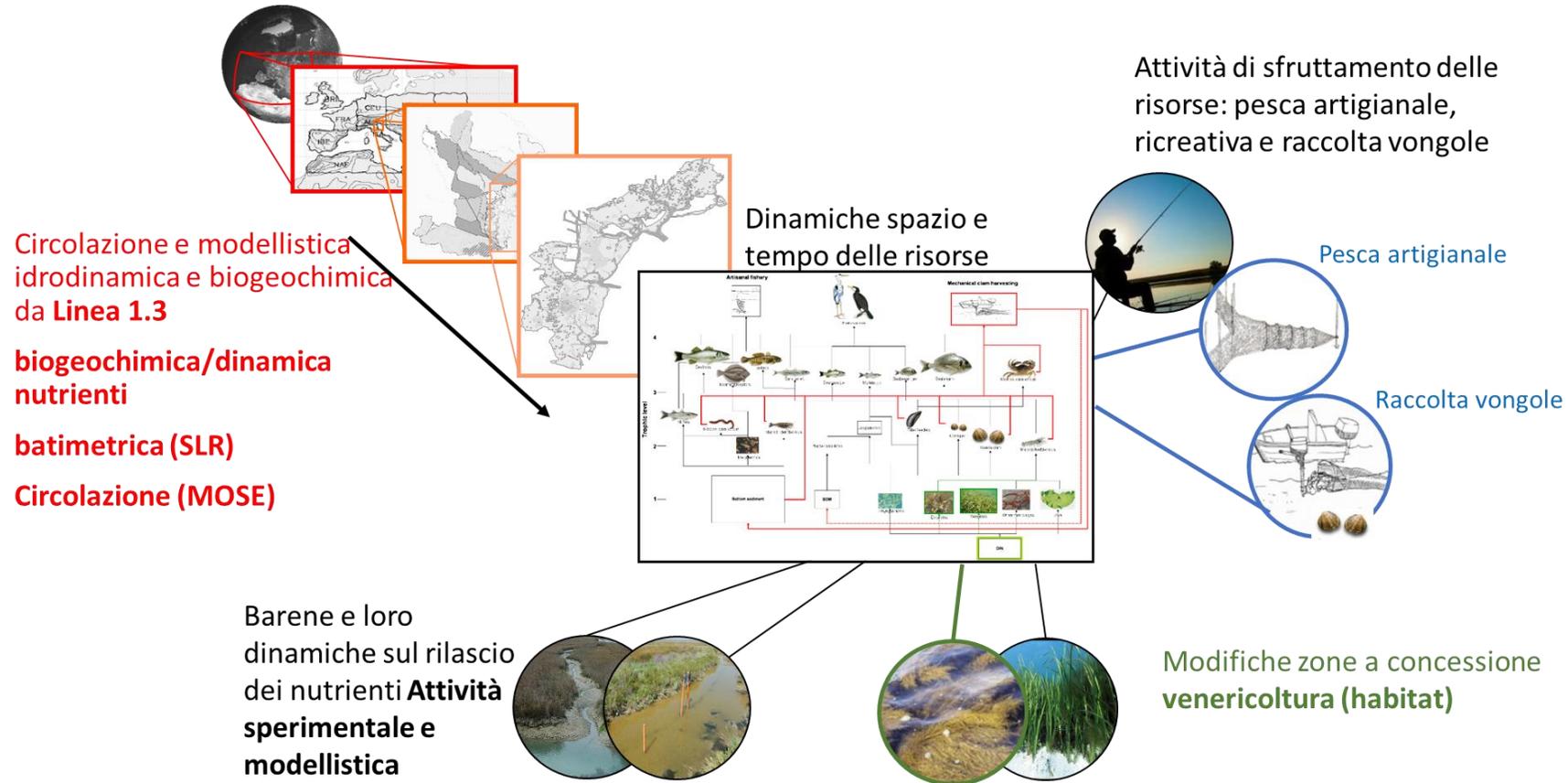


Validazione delle biomasse da modello con le CPUE di alcuni importanti gruppi ittici. I dati disponibili per 4 aree della laguna per taxon sono stati espressi come media di CPUE e confrontate con la media delle celle corrispondenti nel modello. Dati relativi agli anni 2009, 2010, 2013 e 2015.





Integrazione end-to-end (off-line coupling)



Forzanti:

[0D] Sforzo di pesca artigianale (2000-2019)

[0D] Sforzo di pesca vongole (2000-2019)

[0D] Anomalia produzione primaria (2000-2019)

[0D] Biomassa avifauna (2000-2019)

[2D] batimetria (2000-2050) SHYFEM

[2D] biomassa fitoplanctonica (2000-2050) SHYFEM

[2D] biomassa microzooplancton (2000-2050) SHYFEM

[2D] concessioni venericoltura (2005, 2010, 2015) interpolate