



# UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

## DIPARTIMENTO SCIENZE DELLA VITA E DELL'AMBIENTE

TESI DI LAUREA

In

SCIENZE BIOLOGICHE

**Cascade trofiche in un ecosistema oceanico e ripristino degli stock di merluzzo**

**Trophic cascades in an ocean ecosystem and restoration of cod stocks**

Tesi di Laurea di:  
Lucia Gismondi

*Lucia Gismondi*

Sessione Luglio 2023  
Anno accademico 2022/2023

Docente Relatore:  
Emanuela Fanelli

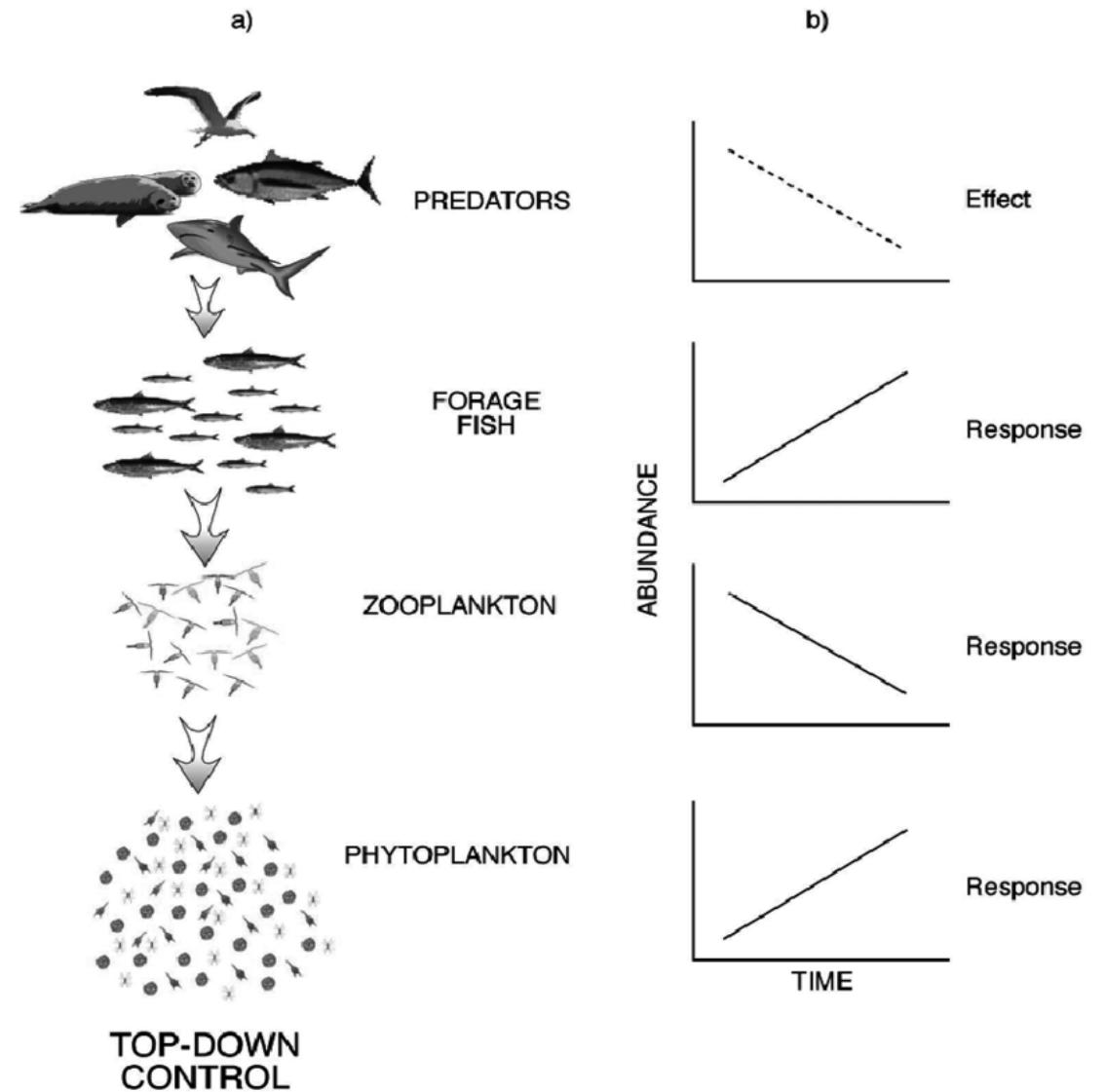
*Emanuela Fanelli*

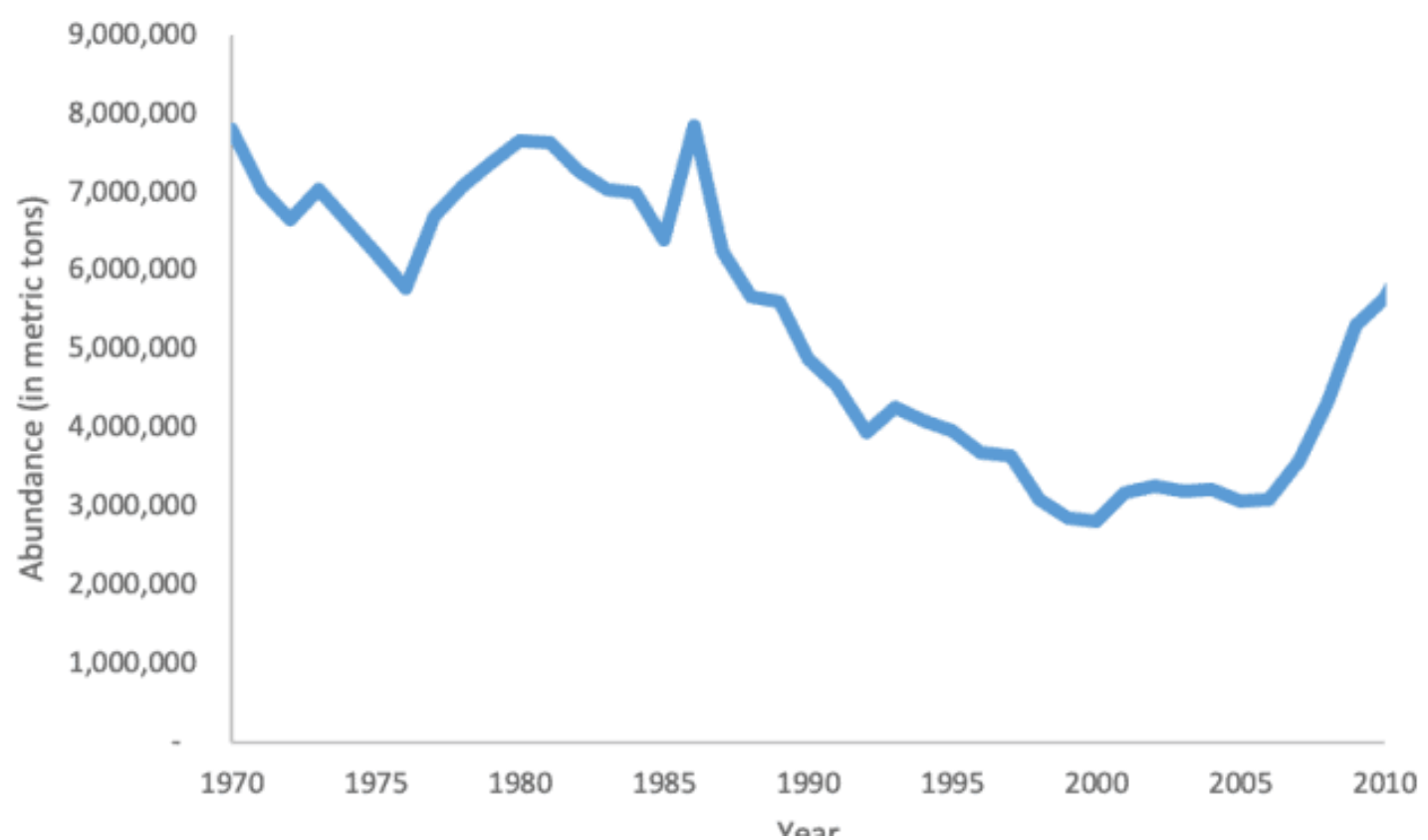
# CONTROLLO TOP-DOWN

Meccanismo di controllo all'interno degli ecosistemi che coinvolge un predatore apicale o comunque un consumatore di livello trofico elevato che con l'attività predatoria è in grado di controllare la densità di popolazione dei livelli trofici inferiori.

# CASCADE TROFICHE

Le cascate trofiche sono un fenomeno ecologico che si verificano quando vi è un cambiamento nella densità dei predatori apicali all'interno di una catena trofica. Spesso porta a cambiamenti significativi nella struttura dell'ecosistema e nel ciclo dei nutrienti.





E' possibile che le cascate trofiche possano essere presenti in ecosistemi oceanici aperti, più precisamente nell'Atlantico NordOccidentale, un tempo dominato dal merluzzo? E' possibile, in seguito al collasso di diversi stock, la loro ripresa?



1970-1986: Pesci bentonici dominavano l'ecosistema



1990-periodo attuale: Sistema dominato da pesci pelagici/macroinvertebrati

# Piattaforma scozzese orientale al largo della Nuova Scozia, in Canada.

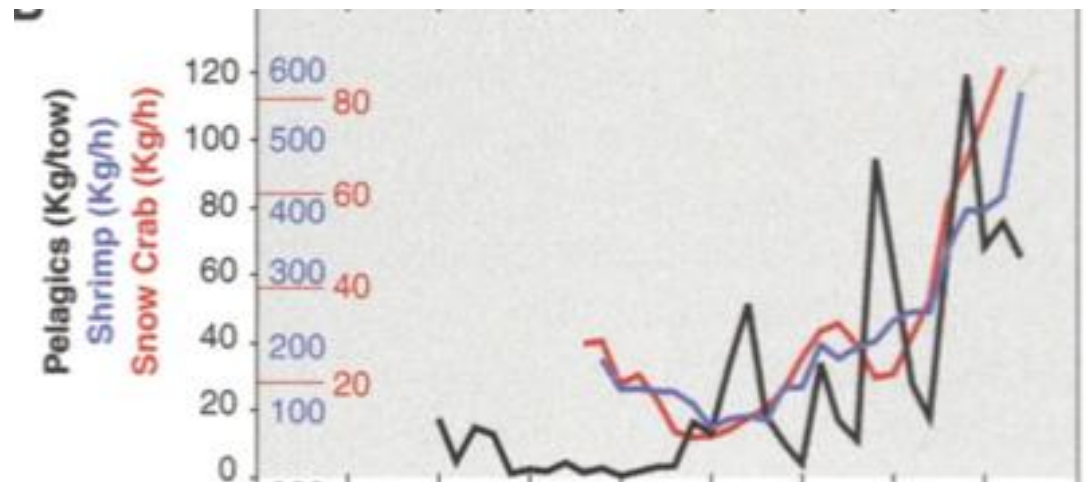
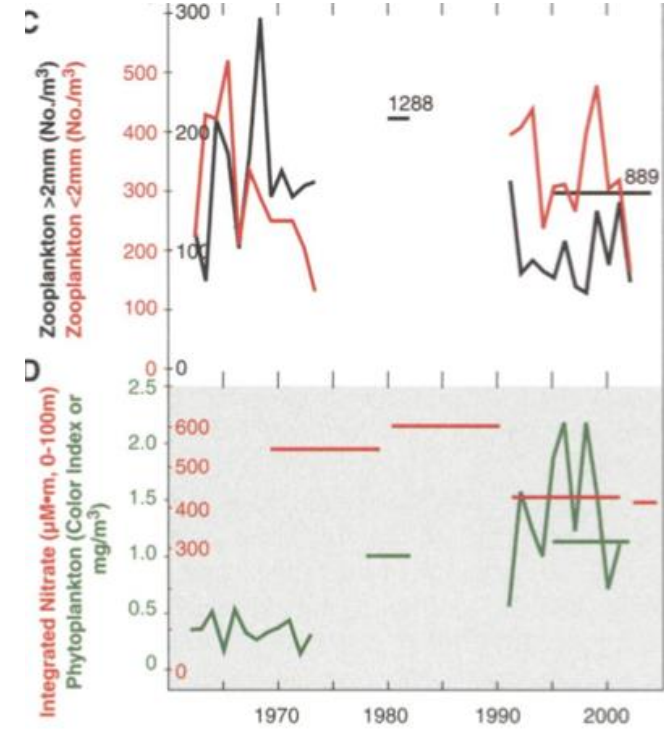
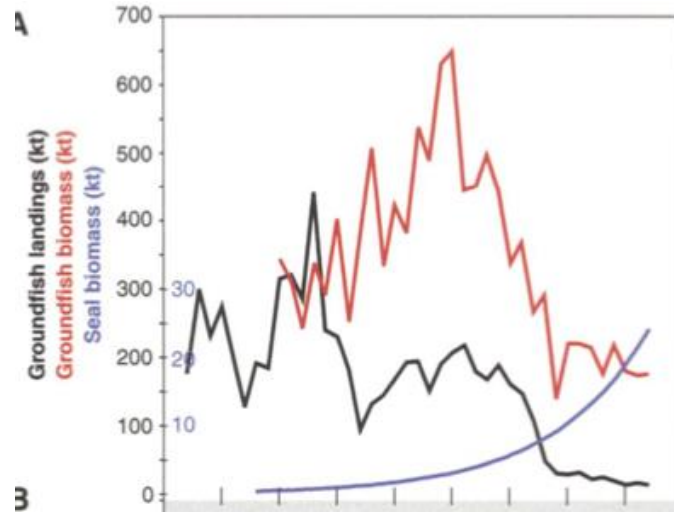
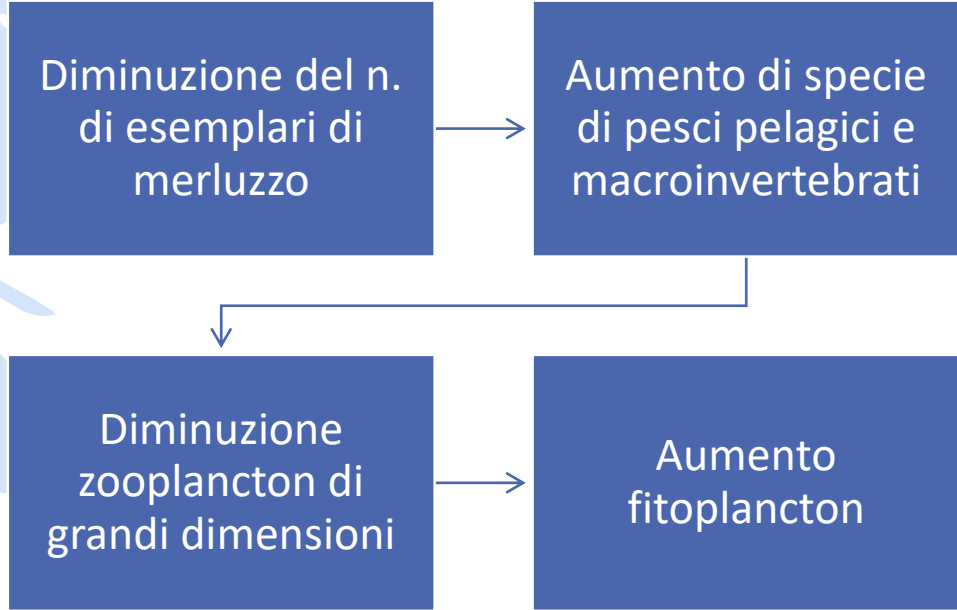
Grandi scale spaziali

Elevata diversità di specie

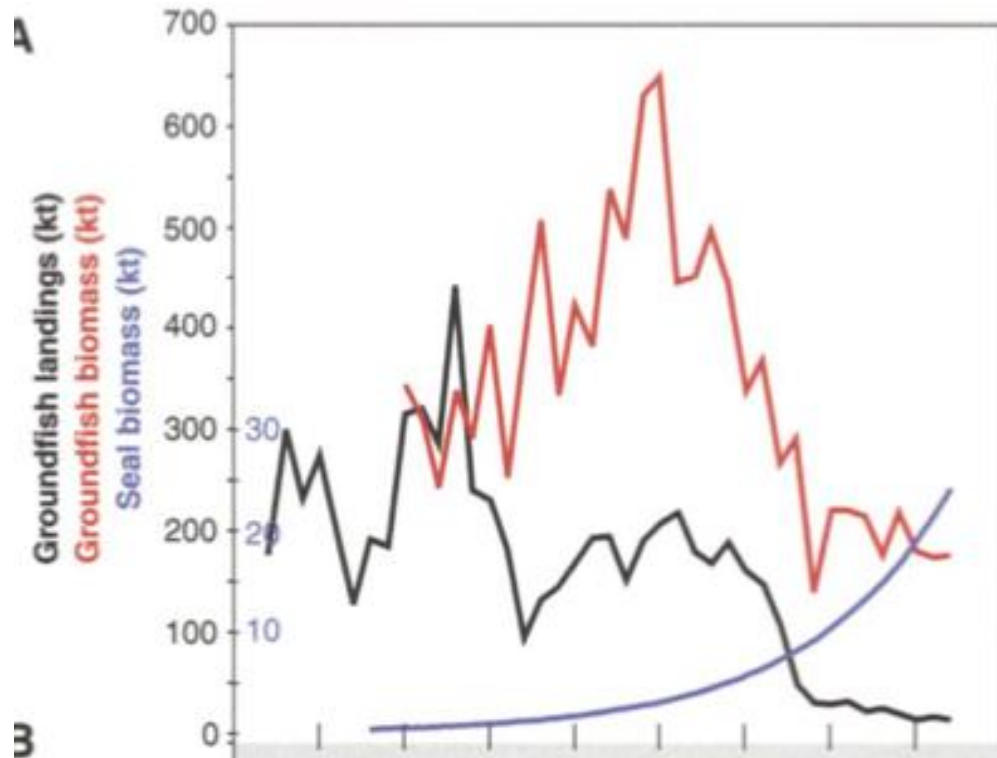
Complessa rete alimentare

Quattro livelli trofici e di nutrienti





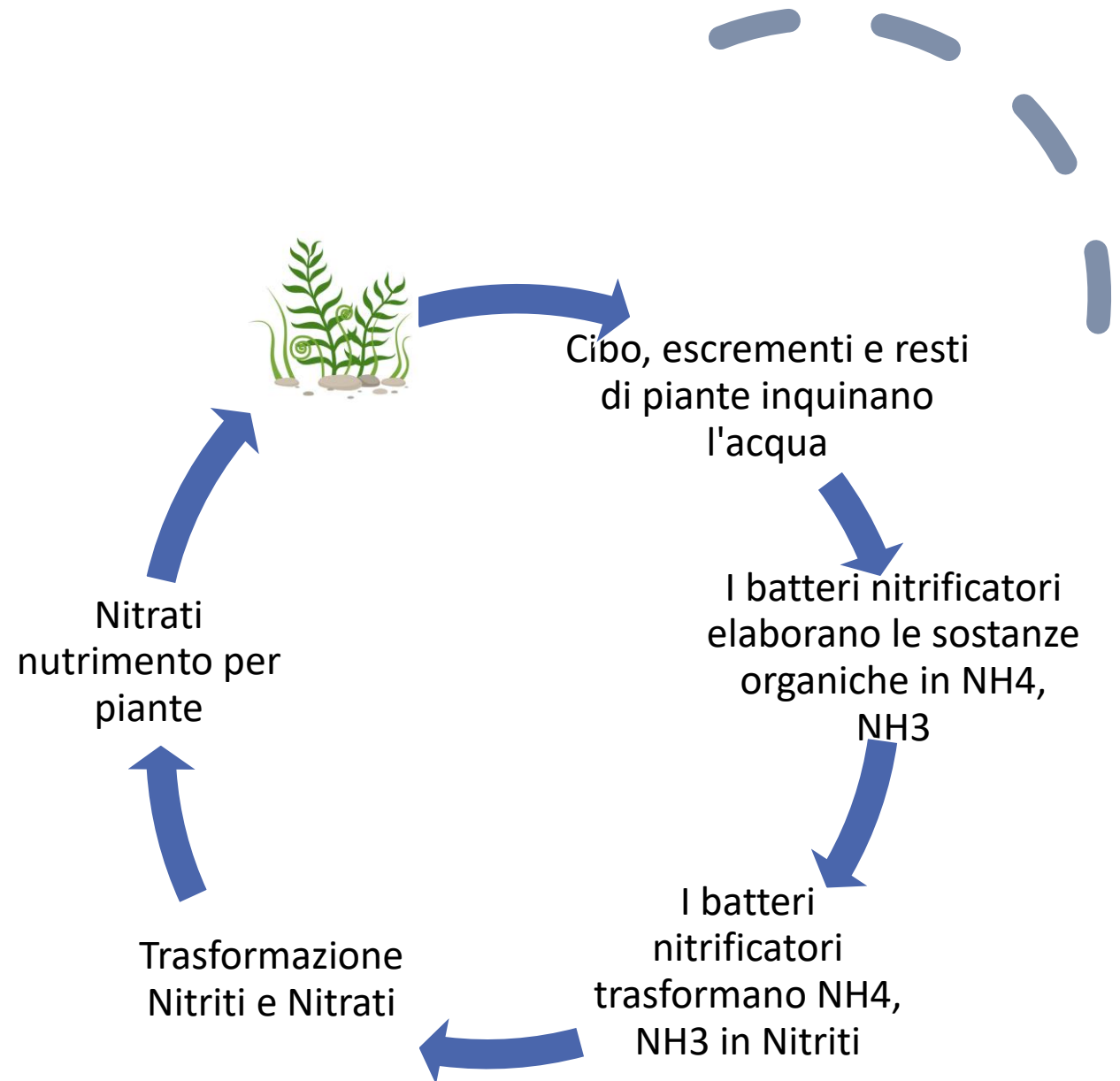
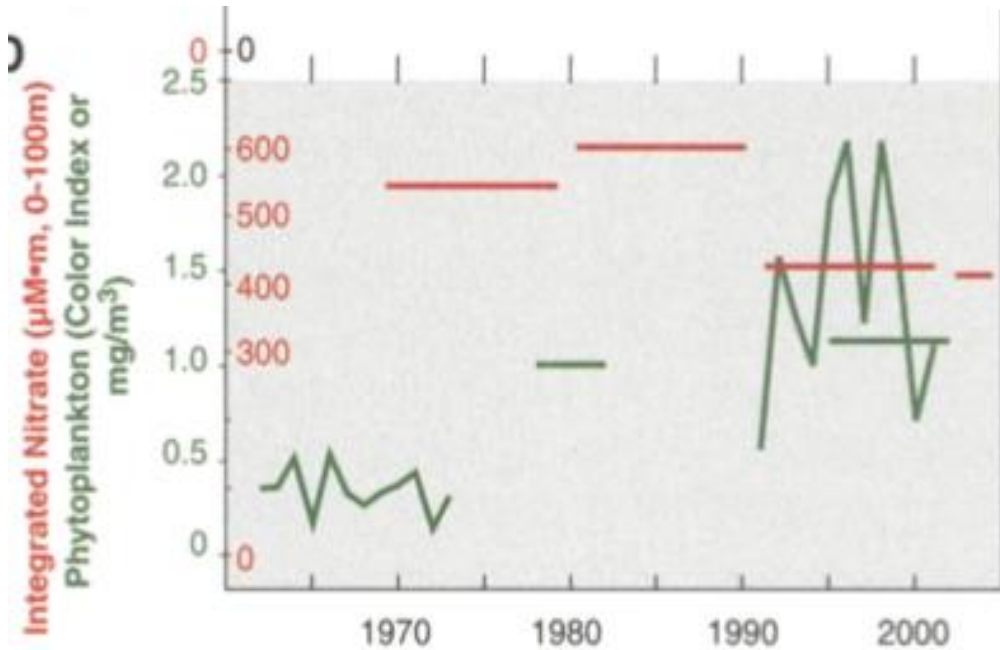
C'è stato anche un cambiamento di biomassa della foca grigia. Le foche hanno tratto vantaggio dal collasso del merluzzo, che ha provocato la "liberazione" (perché non più predati) della loro base foraggera (piccoli pesci pelagici e invertebrati bentonici).





# NITRATI

- Fattore limitante nei sistemi marini
- Utilizzato dai produttori primari
- Nutriente principale per la fotosintesi
- Stimola crescita delle alghe



L'analisi delle variabili biotiche, abiotiche e umane, ha fornito un'evidenza statistica del cambiamento della struttura dell'ecosistema.

## Fattori abiotici

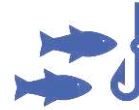


Indicatori  
Oceanici



Temperatura dei  
fondali

## Variabili umane



Sbarchi e ricavi  
della pesca



Area di pesca a  
strascico



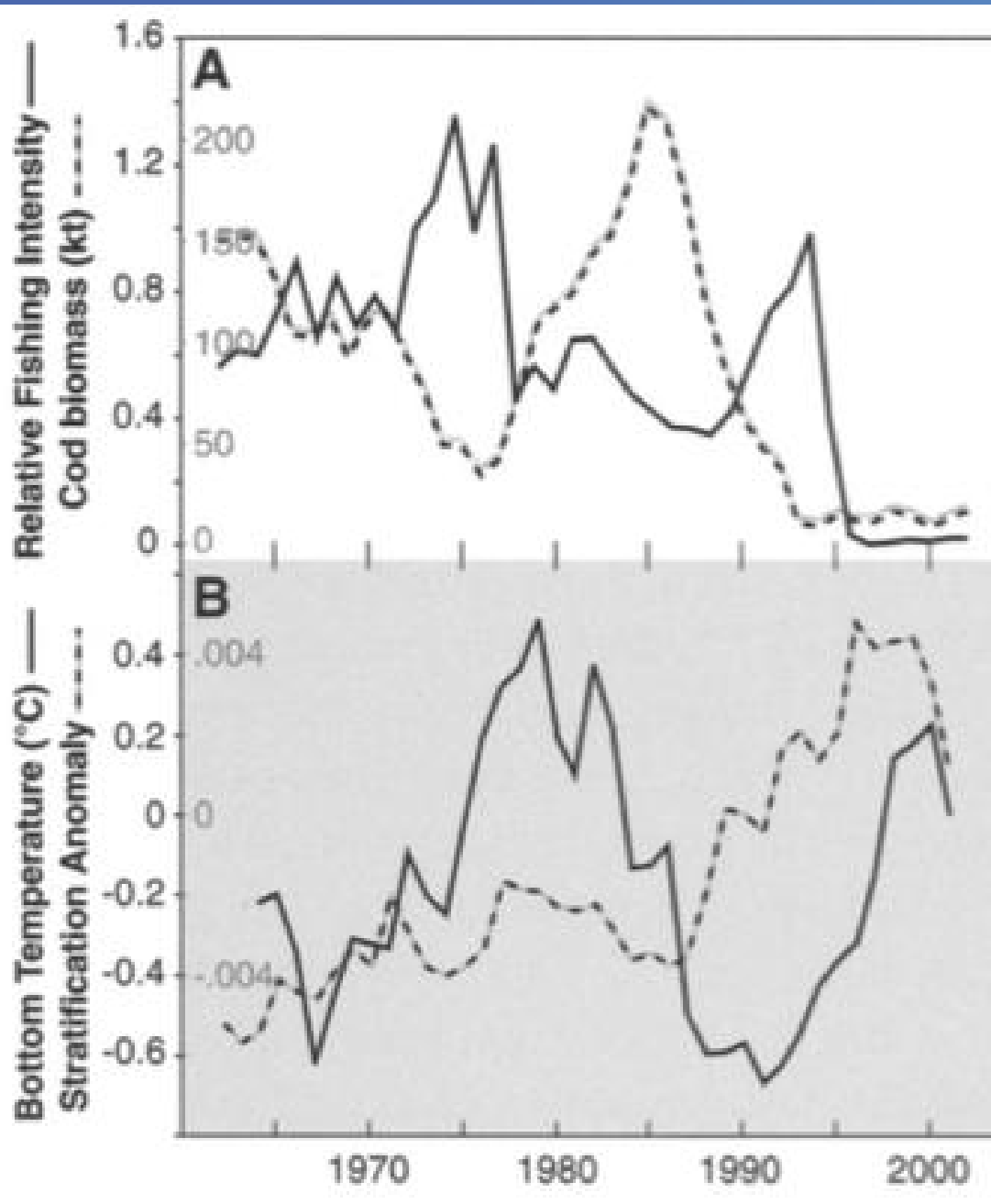
Dimensioni  
popolazione  
nuova scozia

## Fattori Biotici



Abbondanza, Distribuzione e  
composizione di pesci, invertebrati,  
fitoplancton, zooplancton e mammiferi  
marini





I cambiamenti fisici ambientali possono aver contribuito alla ristrutturazione della rete alimentare


Durante la metà degli anni '80, le temperature medie delle acque profonde sono diminuite di  $-1^{\circ}\text{C}$ . Questo calo è iniziato circa 4 anni prima del collasso del merluzzo e di altri pesci bentonici. Recentemente, le temperature sono state normali o superiori alla norma senza un corrispondente aumento dell'abbondanza di pesci bentonici.

La stratificazione verticale della colonna d'acqua si è intensificata dopo il collasso ed è quindi improbabile che sia stata un fattore significativo dei cambiamenti osservati.

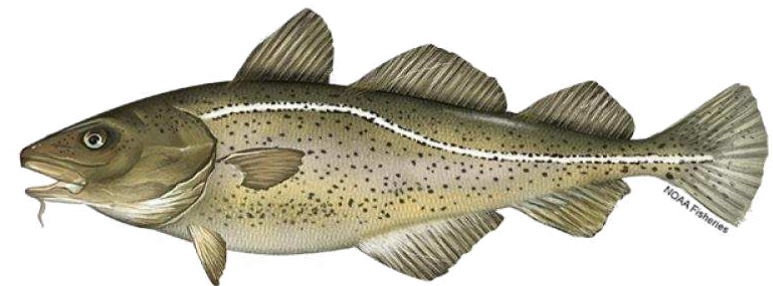
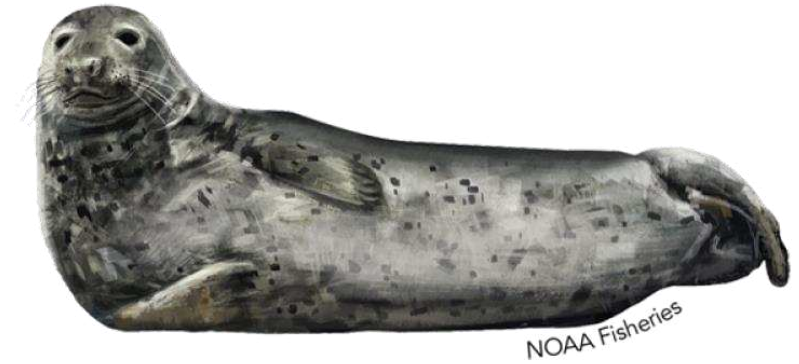


## Azioni intraprese per il recupero dell'ecosistema

- 1982 istituito un fermo di pesca
- 1993 istituita una moratoria sulla pesca diretta delle specie ittiche bentoniche dominanti
- Sviluppate nuove attività di pesca
- Ridurre al minimo la possibilità di perturbazione della riproduzione e/o la mortalità accidentale causata dai sondaggi sismici per la ricerca di petrolio e gas
- Ridurre al minimo la distruzione dell'habitat bentonico utilizzato dai giovani merluzzi

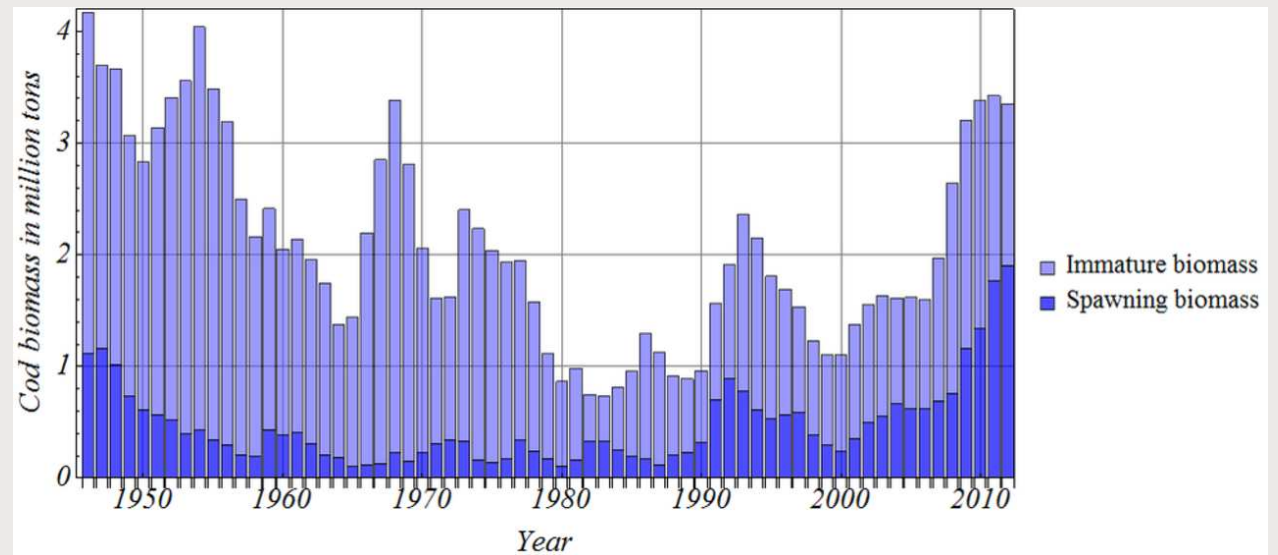


I modelli degli effetti della predazione della foca grigia sul merluzzo della piattaforma scozzese orientale indicano che questo non è stato un fattore importante nel collasso dello stock di merluzzo all'inizio degli anni '90. Tuttavia, la questione se la predazione della foca grigia possa inibire la ripresa del merluzzo rimane aperta.





Possiamo concludere quindi, tenendo conto delle ricerche e dei dati raccolti nel periodo tra 1980 e 1990, che anche in sistemi oceanici aperti di grandi dimensioni possono essere presenti cascate trofiche, influenzate da cambiamenti nell'abbondanza di grandi predatori (merluzzi), pesci e macroinvertebrati. Inoltre una conclusione generale tratta dall'esperienza al largo del Canada orientale è che l'uomo potrebbe avere una capacità limitata di "ricostruire" gli stock di merluzzo che sono scesi a livelli molto bassi.



## **Cascade trofiche in un ecosistema oceanico e ripristino degli stock di merluzzo**

L'ecosistema è costituito da i fattori ambientali abiotici e dall'insieme degli organismi viventi.

Gli ecosistemi sono sistemi aperti, con scambio di materia ed energia con l'esterno.

All'interno di un ecosistema un organismo occupa un determinato livello trofico, cioè il posto che occupano rispetto al livello trofico di base che è rappresentato dagli autotrofi.

La specie al vertice della catena trofica, sequenza lineare di organismi attraverso la quale passano nutrienti ed energia, viene definita predatore apicale/ consumatore. Interazione tra le varie catene trofiche vengono definite rete trofica.

In un ecosistema è più corretto parlare di rete trofica, insieme di interazioni alimentari tra gli organismi.

Cambiamenti su uno dei livelli della rete trofica risulta in una serie di cambiamenti sul resto dei livelli trofici, questi cambiamenti vengono definiti cascata trofica.

Uno dei meccanismi di controllo dell'ecosistema è il meccanismo top-down, dove il sistema può essere considerato guidato dai predatori. I predatori influenzano l'abbondanza o la biomassa delle popolazioni di organismi ai livelli trofici sottostanti.

Spesso porta a cambiamenti significativi nella struttura dell'ecosistema e nel ciclo di nutrienti e implica cambiamenti reciproci nelle popolazioni relative di predatori e prede lungo la catena alimentare.

Possono cambiare le condizioni di un sistema e avere un impatto su una varietà di attività, come interazioni tra habitat, cicli biogeochimici e servizi ecosistemici.

Le cascate trofiche sono frequenti sia negli habitat terrestri che acquatici.

Per quanto riguarda gli habitat acquatici, sono state osservate in reti alimentari semplici o su piccola scala, ma non in grandi ecosistemi oceanici aperti.

E' quindi possibile che le cascate trofiche possano essere presenti in ecosistemi oceanici aperti, più precisamente nell'Atlantico NordOccidentale, un tempo dominato dal merluzzo? E' possibile, in seguito al collasso di diversi stock in altre aree geografiche, la loro ripresa?

Le cascate trofiche sono state dimostrate soprattutto negli ecosistemi che presentano uno o più dei seguenti elementi: bassa diversità di specie, reti alimentari semplici e dimensioni geografiche ridotte. Caratteristiche tipiche di ecosistemi di acqua dolce.

Per gli ecosistemi marini di piattaforma continentale, non erano ancora state rivelate prove inequivocabili di cascate trofiche. E' stata però provata l'esistenza di una cascata trofica nel grande ecosistema della piattaforma scozzese orientale al largo della nuova scozia, in Canada.

Questo ecosistema marino di piattaforma continentale presenta grandi scale spaziali, elevata diversità di specie e complessità della rete alimentare.

La cascata nell'oceano nordatlantico includeva quattro livelli trofici e di nutrienti ed è stata influenzata da cambiamenti nell'abbondanza dei grandi predatori (principalmente merluzzi) di pesci e macroinvertebrati.

La variazione del numero di esemplari di merluzzo si è verificata negli anni '80 fino ai primi anni '90, e ha portato ad un aumento dei piccoli pesci pelagici e macroinvertebrati bentonici, prede principali della comunità ittica bentonica.

Durante lo stesso lasso di tempo si è visto che le abbondanze di fitoplancton sono state basse negli anni '60 e '70 e alte negli anni '90 e oltre, mentre si è rilevata un'abbondanza maggiore di zooplancton di grandi dimensioni nei primi anni '80 rispetto alla fine degli anni '90. C'è stata anche una variazione della concentrazione di clorofilla, anche se minima, i livelli erano più alti negli anni '90. C'è stato anche un cambiamento di biomassa della foca grigia. Le foche hanno tratto vantaggio dal collasso del merluzzo, che ha provocato la "liberazione" (perché non più predati) della loro base foraggera (piccoli pesci pelagici e invertebrati bentonici). I nitrati sono un'importante fattore limitante nei sistemi marini. Il nitrato è il principale composto azotato utilizzato dai produttori primari nell'oceano; è uno dei principali nutrienti necessari per la fotosintesi. Stimolano la crescita delle alghe. A livelli moderati, le alghe servono come cibo per gli organismi acquatici, compresi i pesci. Le concentrazioni di nitrati hanno mostrato la risposta reciproca prevista alle variazioni di abbondanza del fitoplancton. Infatti con l'aumento della concentrazione di fitoplancton, nel periodo degli anni '90, si registra una diminuzione della concentrazione dei nitrati.

L'analisi dei dati riguardanti variabili biotiche, abiotiche e umane, ha fornito un'evidenza statistica del cambiamento della struttura dell'ecosistema.

Le variabili biotiche includono l'abbondanza, la distribuzione e la composizione di pesce, invertebrati, fitoplancton, zooplancton e mammiferi marini. Le variabili abiotiche includono gli indicatori oceanici e atmosferici del clima oceanico (temperature dei fondali). Le variabili umane includono gli sbarchi e i ricavi della pesca, l'area di pesca a strascico e le dimensioni della popolazione della Nuova Scozia.

In seguito a questi studi e analisi dei vari dati si è cercato di riportare questo sistema allo stato precedente.

I cambiamenti fisici ambientali possono aver contribuito alla ristrutturazione della rete alimentare. Durante la metà degli anni '80, le temperature medie delle acque profonde sono diminuite di  $-1^{\circ}\text{C}$ . Questo calo è iniziato circa 4 anni prima del collasso del merluzzo e di altri pesci bentonici. Recentemente, le temperature sono state normali o superiori alla norma senza un corrispondente aumento dell'abbondanza di pesci bentonici. La stratificazione verticale della colonna d'acqua si è intensificata dopo il collasso ed è quindi improbabile che sia stata un fattore significativo dei cambiamenti osservati.

Tra le varie azioni intraprese, per il ripristino dell'ecosistema, nel 1987 è stato istituito un fermo di pesca su due grandi banchi d'altura che comprendono circa il 15% dell'area dell'unità di gestione, nel 1993 è stata istituita una moratoria sulla pesca diretta delle specie ittiche bentoniche dominanti e sono state sviluppate nuove attività di pesca volte a dirottare la mortalità per pesca dalle restanti specie ittiche bentoniche.

Nel 1995 sono state istituite indagini sentinella, a integrazione delle indagini scientifiche esistenti, per monitorare e documentare la ripresa prevista.

Ridurre al minimo la possibilità di perturbazione della riproduzione e/o la mortalità accidentale causata dai sondaggi sismici per la ricerca di petrolio e gas. La più recente revisione degli effetti del suono sismico sui pesci e su altre specie marine non ha riscontrato casi documentati di mortalità dei pesci a causa dell'esposizione al suono sismico in condizioni di campo e conclude che è improbabile che tale esposizione provochi la mortalità diretta dei pesci. Si sa abbastanza sul suono nell'ambiente marino per concludere che ci sono conseguenze per la fauna e, anche se non sembrano essere di natura catastrofica, tali misure di mitigazione sono giustificate. Ridurre al minimo la distruzione dell'habitat bentonico utilizzato dai giovani merluzzi.

Questa strategia per l'attuazione di un piano di conservazione degli ecosistemi e degli habitat, prevede incorporazione di misure di protezione bentonica nei programmi pertinenti, come ad esempio i programmi di pesca. Queste misure si baseranno su un sistema di classificazione degli habitat bentonici che identifica le aree ecologicamente e biologicamente sensibili. È probabile che gli habitat ricchi di strutture verticali, come le praterie di corallo, siano i principali candidati alla protezione. I modelli degli effetti della predazione della foca grigia sul merluzzo della piattaforma scozzese orientale indicano che questo non è stato un fattore importante nel collasso dello stock di merluzzo all'inizio degli anni '90. Tuttavia, la questione se la predazione della foca grigia possa inibire la ripresa del merluzzo rimane aperta.



Le conoscenze attuali sul funzionamento dell'ecosistema della piattaforma scozzese orientale sono rudimentali e le conseguenze degli interventi sono molto incerte. Non c'è alcuna garanzia che le azioni intraprese abbiano un effetto positivo sul merluzzo. Possiamo concludere quindi, tenendo conto delle ricerche e dei dati raccolti nel periodo tra 1980 e 1990, che anche i sistemi oceanici aperti di grandi dimensioni possono essere presenti cascate trofiche, influenzate da cambiamenti nell'abbondanza di grandi predatori (merluzzi), pesci e macroinvertebrati. Inoltre una conclusione generale tratta dall'esperienza al largo del Canada orientale è che l'uomo potrebbe avere una capacità limitata di "ricostruire" gli stock di merluzzo che sono scesi a livelli molto bassi. La semplice sospensione della pesca diretta potrebbe essere insufficiente a promuovere la ricostituzione. Le proprietà degli stock stessi e lo stato degli ecosistemi in cui i merluzzi sono inseriti possono essere tali da costringere gli stock a rimanere ai nuovi livelli di bassa abbondanza per un periodo di tempo considerevole.