

Florida Bay Food Web

Advanced Data Science Analysis

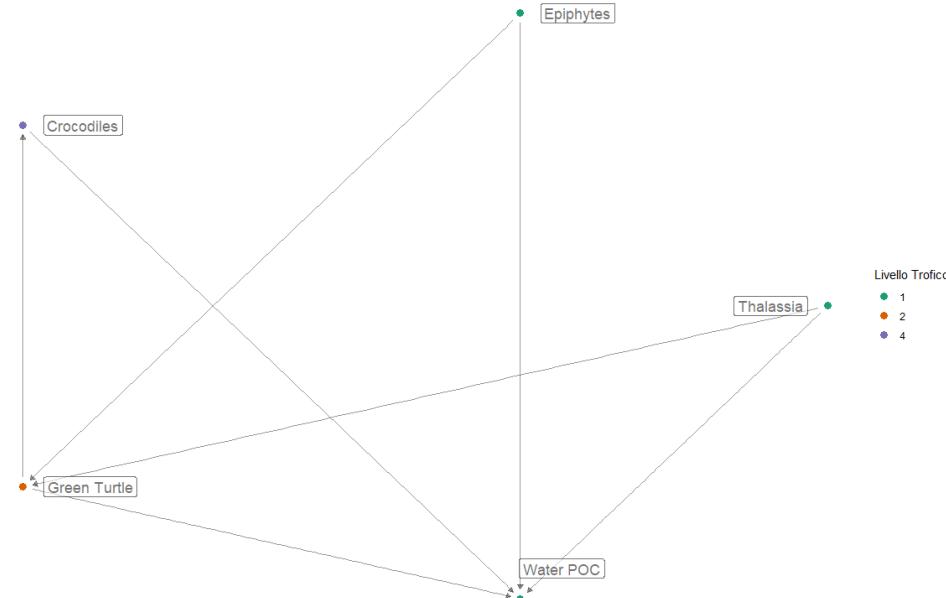
Patrik Cavina
2025/2026

Indice

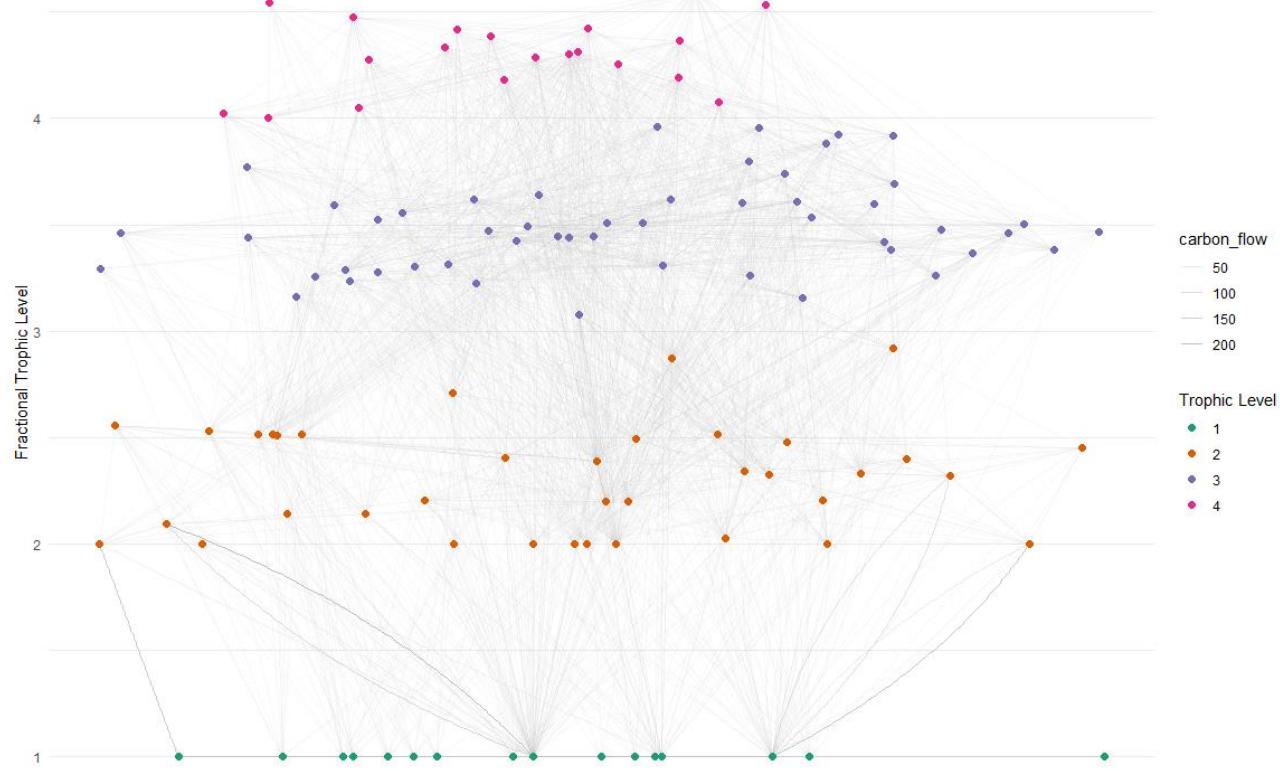
- 1 Introduzione
- 2 Dataset
- 3 Livello trofico
- 4 Domande di ricerca
- 5 Conclusioni

Introduzione

- **Food web:** insieme di catene alimentari all'interno di un ecosistema, che si collegano tra di loro formando una rete alimentare.
- I collegamenti all'interno di una food web indicano la relazione "chi mangia chi".



Introduzione



Dataset

128

Nodi (specie)

2106

Archi (interazioni)

Caratteristiche del Dataset

Ecosistema

- Florida Bay (sud Florida) wet season

Attributi nodi

- Biomassa
- Tipo ecologico

Attributi archi:

- Flusso di carbonio (g C/m²/year)

Livello Trofico (Trophic Level)

- Il **livello trofico** è un numero intero che indica la posizione di un organismo all'interno della food web.
- In sostanza, indica quanti passi separano la specie dall'inizio della catena
- Non è sempre possibile assegnare una posizione intera all'interno della food web, viene calcolato quindi il **fractional trophic level** (TL) per assegnare il livello trofico a ogni specie.

Livello trofico	Descrizione
1	Produttori primari (piante, fitoplancton)
2	Erbivori
3	Carnivori e onnivori
4+	Predatori apicali

$$TL_i = 1 + \sum_j (TL_j \cdot DC_{ij})$$

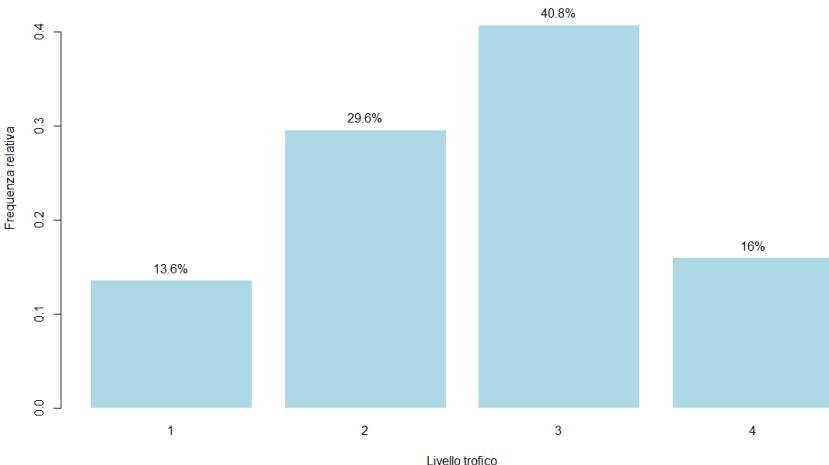
- TL_i livello trofico della specie i
- TL_j livello trofico della specie j predata da i
- DC_{ij} frazione della specie i nella dieta della specie j

Livello Trofico (Trophic Level)

- Nella food web analizzata la **maggioranza delle specie** sono di **livello trofico 2 e 3**.
- La maggior parte delle specie sono:
 - onivore
 - carnivore

Min	Mediana	Media	Max
1.0	3.28	2.93	4.6

Distribuzione delle specie nei livelli trofici



Domande di ricerca

Q1

Distribuzione della biomassa

Come si distribuisce la biomassa tra i livelli trofici?

Q2

Ecological efficiency

Qual è l'efficienza di trasferimento energetico tra i livelli trofici?

Q3

Potere delle specie

Quali sono le specie con più potere all'interno della food web?

Q4

Specie centrali

Quali sono le specie centrali?

Q5

Analisi dei gradi

Quali sono i super predatori e le super prede? Cosa emerge analizzando i gradi della rete?

Q6

Connettività

Studiando la connettività della rete, questa risulta resiliente?

Q7

Comunità

Analizzando le comunità della rete, quali sotto food web emergono? C'è varietà trofica all'interno delle comunità?

Q8

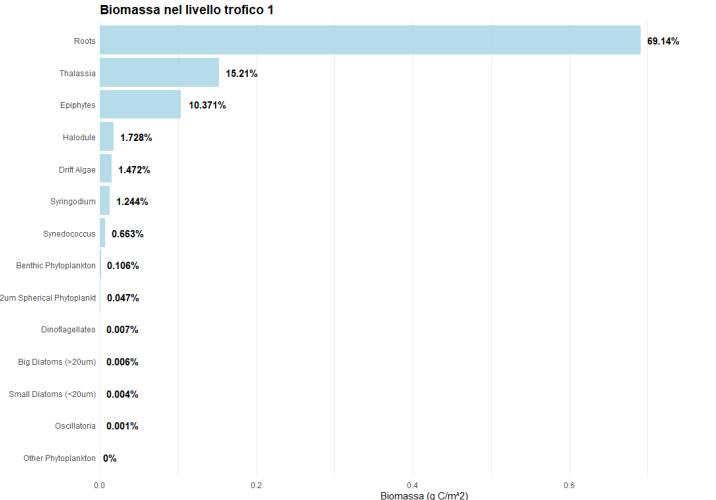
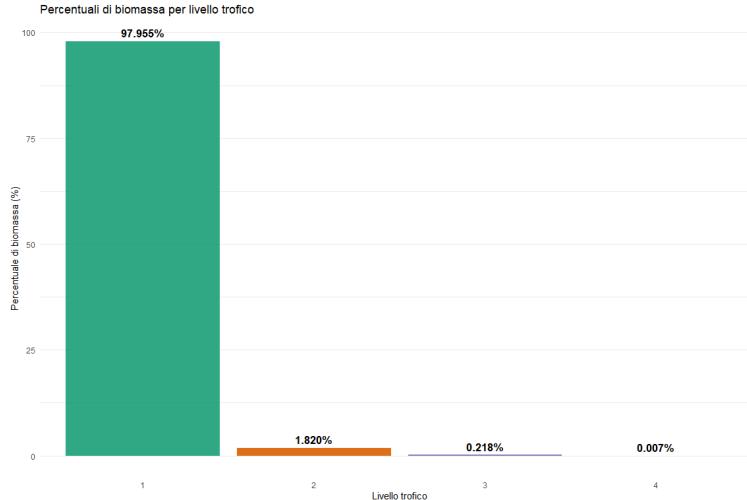
Small-world effect

Qual è la lunghezza massima dei cammini minimi? Si presenta lo small-world effect all'interno della rete?

Distribuzione della biomassa

Come si distribuisce la biomassa tra i livelli trofici?

- La maggior parte della biomassa "viva" è contenuta nel primo livello, mentre tutti gli altri livelli ne contengono poco più del 2%.
- La percentuale di biomassa cala all'aumentare del livello trofico.



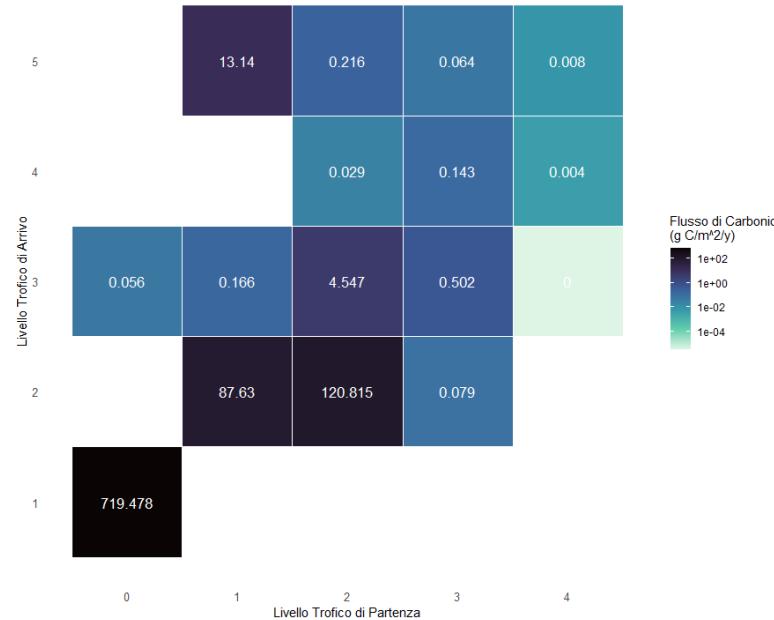
Ecological efficiency

Qual è l'efficienza di trasferimento energetico tra i livelli trofici?

- **Ecological efficiency:** efficienza con cui l'energia è trasferita da un livello trofico a quello successivo.
- Solo il 10% dell'energia trasferita da un livello trofico viene effettivamente immagazzinata come biomassa nel livello trofico successivo.

Livello trofico	Efficienza (%)
1	12.18%
2	5.19%
3	3.14%
4	5.77%
MEDIA	6.57%

Flusso di Carbonio tra Livelli Trofici



Potere delle specie

Quali sono le specie con più potere all'interno della food web?

- **Interpretazione:** una specie è potente se acquisisce molta energia da specie che ne acquisiscono poca
- **La maggior parte del potere è concentrato nei detriti.**
- Anche il livello trofico 2 sembra acquisire molta energia da specie con basso potere.

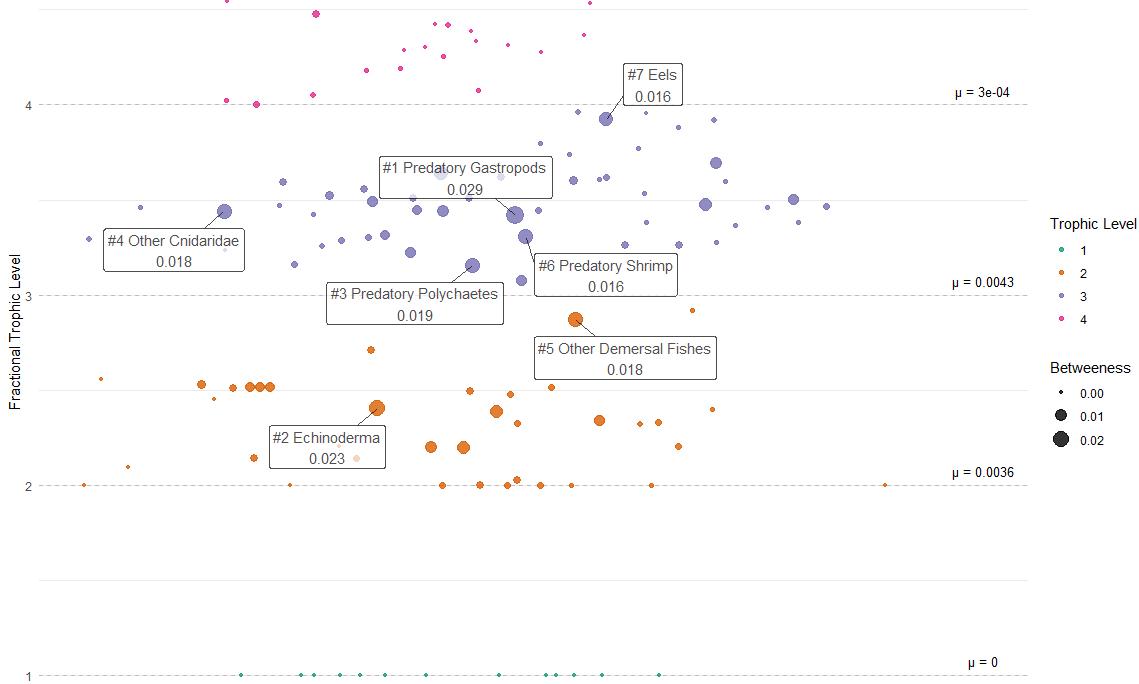


Specie centrali - Betweeness

NOTA: direzione degli archi invertita
predatore -> preda

Quali sono le specie centrali?

- **Betweeness** particolarmente bassa nei livelli estremi (1 e 4)
- Concentrata principalmente nei livelli intermedi, che fungono da intermediari tra i livelli finali

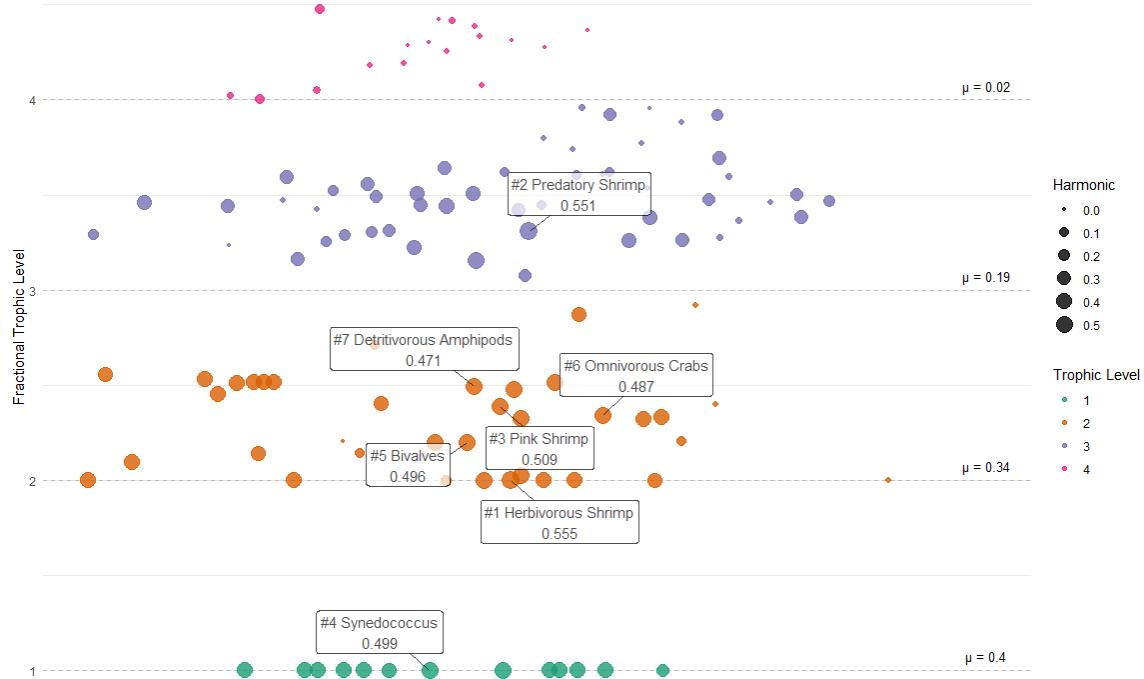


Specie centrali - Harmonic

NOTA: direzione degli archi invertita
predatore -> preda

Quali sono le specie centrali?

- **Harmonic centrality** definita come closeness ma con $1/d(u, v) = 0$ se non esiste un cammino tra u e v
- Decresce con il livello trofico

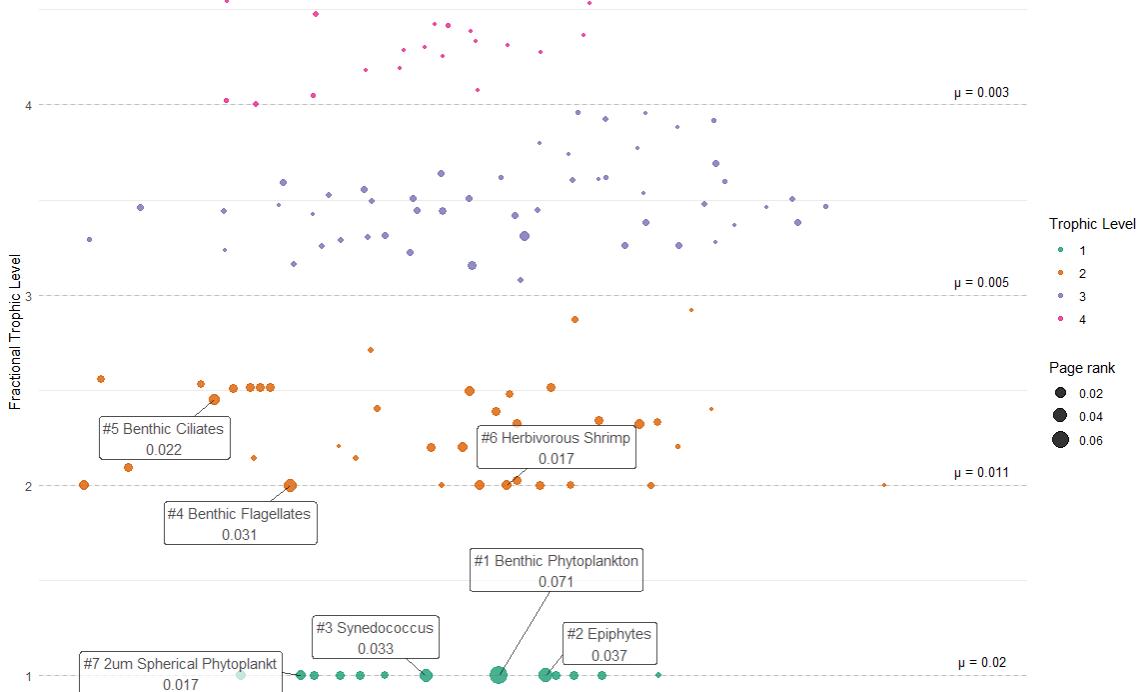


Specie centrali - Page rank

Quali sono le specie centrali?

NOTA: direzione degli archi invertita
predatore -> preda

- **Page rank** alto per specie di livello basso in quanto queste vengono mangiate da molti ma mangiano poche specie.
- Decresce con il livello trofico



Analisi dei gradi 1/2

Quali sono i super predatori e le super prede? Cosa emerge analizzando i gradi della rete?

- Con i **gradi entranti e uscenti** siamo in grado di estrarre quali **specie sono in cima alla catena alimentare e quali invece sono alla base**.
- Si nota che tra le prime super prede abbiamo:
 - shrimp
 - detritivori

SUPER PREDATORI			
Nome	# Prede (in-deg)	# Predatori (out-deg)	Livello Trofico
Crocodiles	39	0	4.36
Predatory Ducks	37	0	4.30
Raptors	37	0	4.60
Greeb	36	0	4.29
Dolphin	34	0	4.42
Loon	33	0	4.31

SUPER PREDE			
Nome	# Prede (in-deg)	# Predatori (out-deg)	Livello Trofico
Herbivorous Shrimp	2	60	2.00
Predatory Shrimp	13	60	3.31
Pink Shrimp	15	54	2.39
Omnivorous Crabs	11	45	2.34
Bivalves	9	43	2.20
Detritivorous Gastropods	5	37	2.02

Analisi dei gradi 2/2

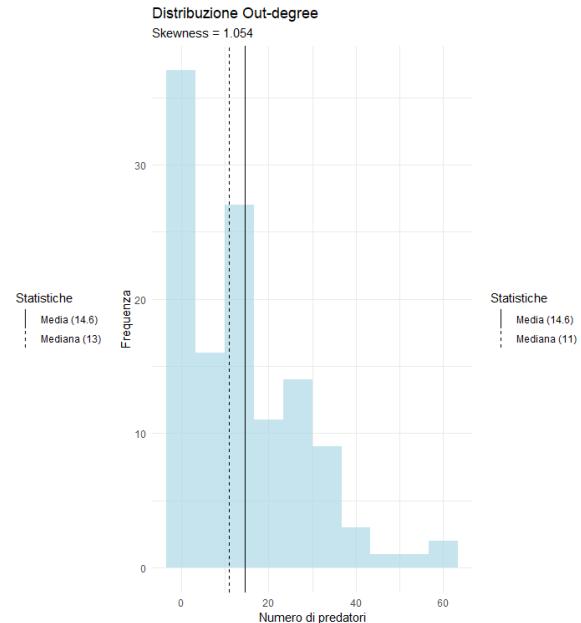
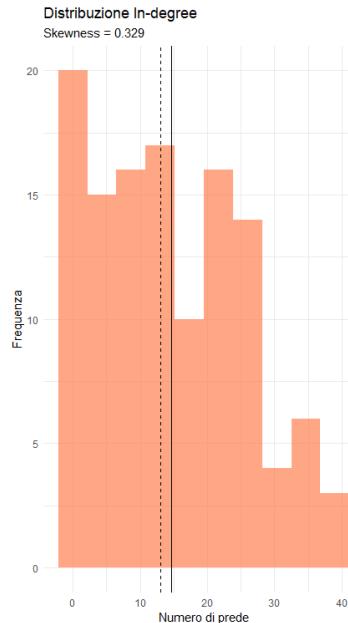
Quali sono i super predatori e le super prede? Cosa emerge analizzando i gradi della rete?

Gradi Entranti (disponibilità di prede)

- Distribuzione tendenzialmente uniforme con leggera asimmetria (skewness = 0.32)
- Presenza sia di predatori specialisti che generalisti

Gradi Uscenti (pressione predatoria)

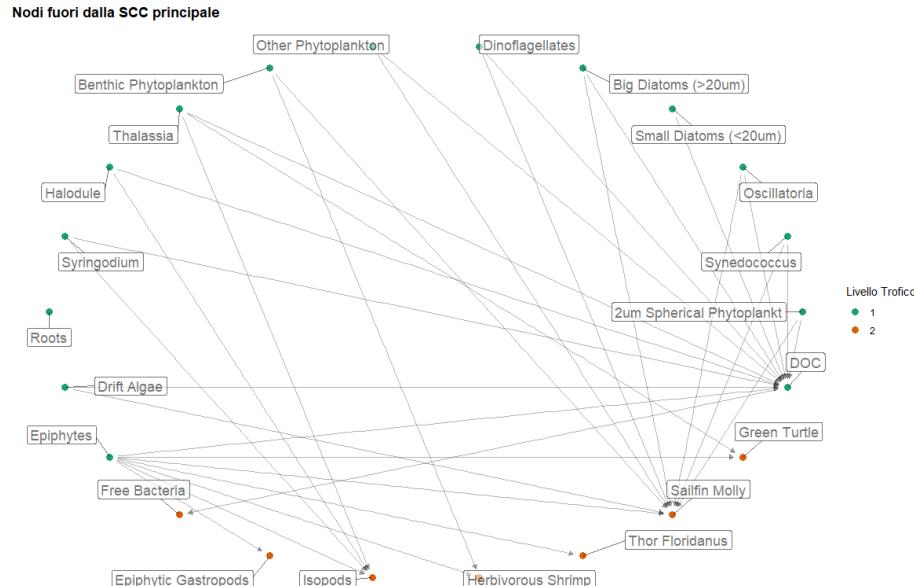
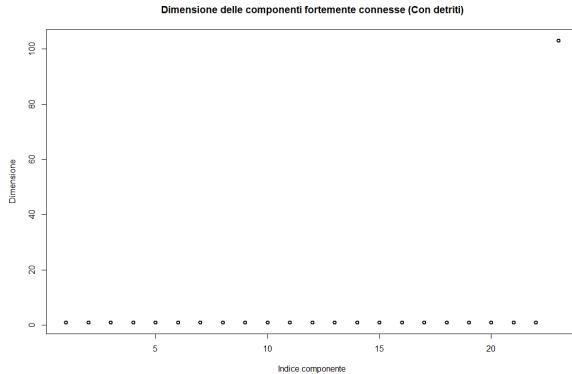
- Distribuzione a coda lunga (skewness = 1.05)
- Molte prede consumate da pochi predatori, poche prede consumate da molti predatori



Connettività 1/2

Studiando la connettività della rete, questa risulta resiliente?

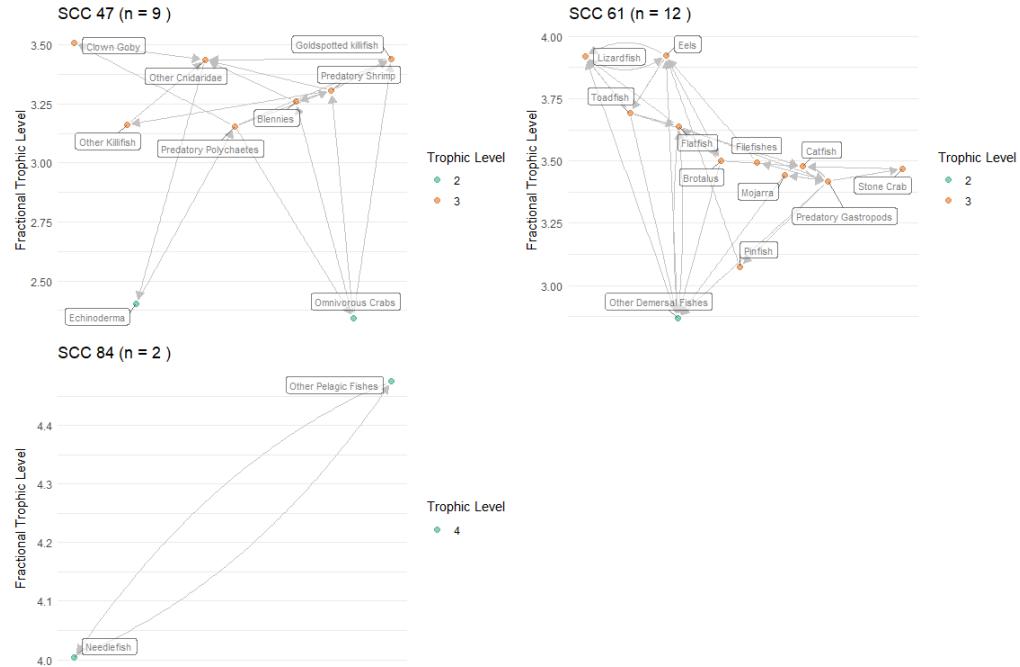
- Mantenendo i detriti troviamo una SCC che comprende la maggior parte dei nodi.
- I produttori basali (livello trofico 1) sono fuori dalla SCC in quanto sono sorgenti unidirezionali che non ricevono flussi di ritorno



Connettività 2/2

Studiando la connettività della rete, questa risulta resiliente?

- Rimuovendo i detriti la rete diventa sconnessa con piccoli cicli trofici isolati.**
- I detriti, grazie alle specie detritivore, reintroducono energia nel sistema.



Comunità

Analizzando le comunità della rete, quali sotto food web emergono? C'è varietà trofica all'interno delle comunità?

- L'analisi delle comunità all'interno della food web rilevano **compartimenti**, sotto gruppi di specie che interagiscono fortemente tra di loro.
- Teoricamente un'**alterazione di un
compartimento** (es. estinzione di una specie)
non influenza significativamente **gli altri**.
- In entrambi i metodi esistono delle comunità che al proprio interno non possiedono specie di livello trofico 1



Small-world effect

Qual è la lunghezza massima dei cammini minimi? Si presenta lo small-world effect all'interno della rete?

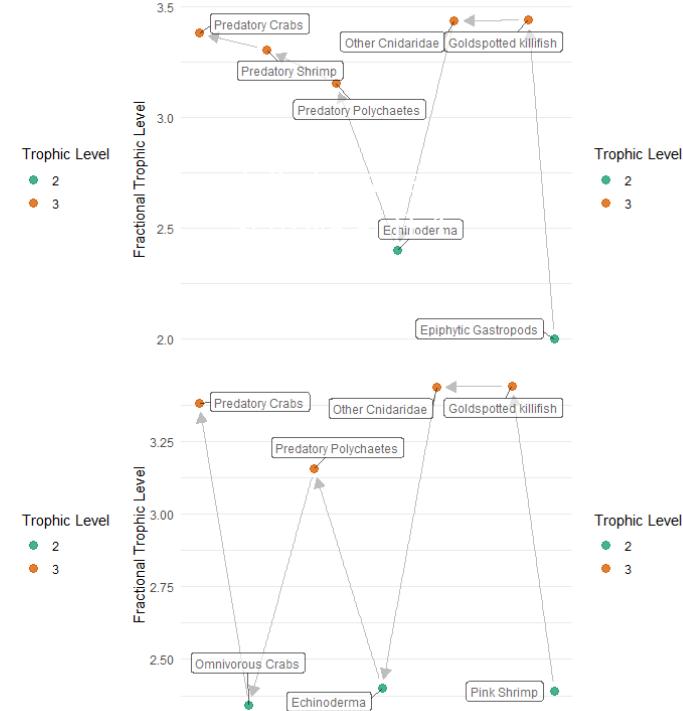
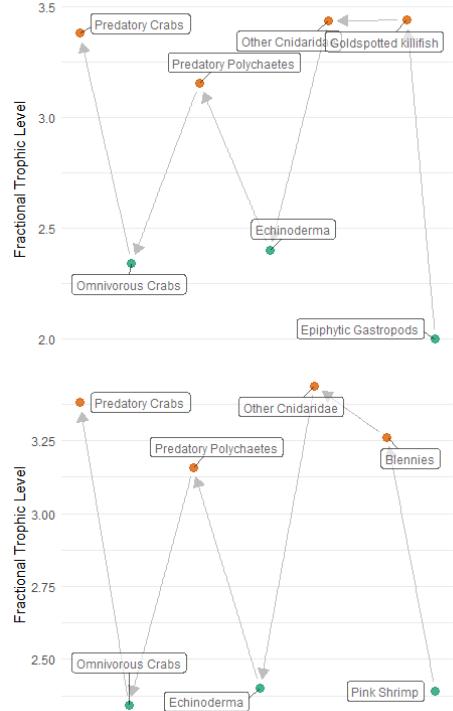
$$\log_2(n) = 6.93$$

Distanza attesa
(modello teorico)

1.96

Distanza media osservata
(senza detriti)

4/164 max cammini minimi (diametro = 6)



Conclusioni



L'analisi ha evidenziato come la **maggior parte della biomassa sia concentrata nei detriti** e nel primo livello trofico.



L'efficienza energetica della rete **diminuisce progressivamente** salendo di livello trofico.



Dal punto di vista comunitario, **la rete risulta organizzata in compartimenti che presentano eterogeneità di livelli trofici**.



A livello globale, i **detriti emergono come un elemento chiave per garantire la presenza di una grande componente fortemente connessa**.



Infine, la **food web mostra un effetto small-world**, indicando moderata connettività che potrebbe favorire la resilienza della rete a perturbazioni.

Grazie per l'attenzione

Patrik Cavina
2025/2026