



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Faculty of Mathematics, Physics and Natural Sciences

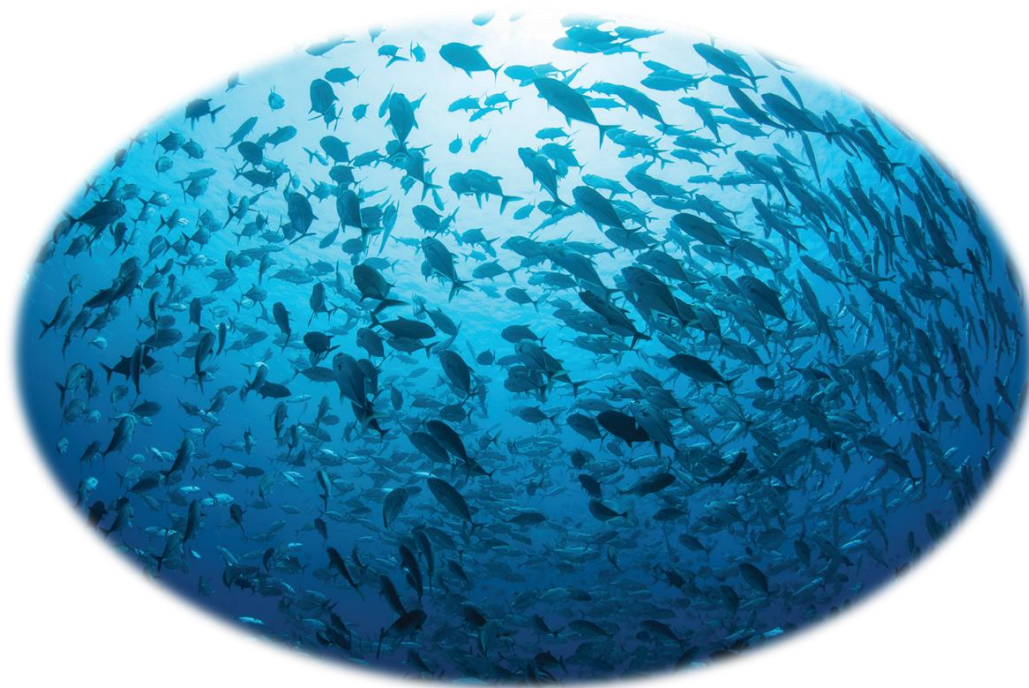
Ph.D. in Environmental and Evolutionary Biology

Curriculum: Animal Ecology

XXXVII° cycle

(A.Y. 2023/2024)

Functional diversity, resilience and compensatory dynamics of Mediterranean fish communities



Ph.D. candidate: Salvatore Valente

Tutor: Prof. Luigi Maiorano, Department of Biology and Biotechnologies “Charles Darwin”, University of Rome La Sapienza, Rome, Italy

Co-Tutor: Dr. Francesco Colloca, Department of Integrative Marine Ecology, Stazione Zoologica “Anton Dohrn”, Rome, Italy

Coordinator: Prof. Giorgio Manzi

La borsa di dottorato è stata cofinanziata con risorse del Programma Operativo Nazionale Ricerca e Innovazione 2014-2020, risorse FSE REACT-EU Azione IV.4 “Dottorati e contratti di ricerca su tematiche dell’innovazione” e Azione IV.5 “Dottorati su tematiche Green”.



UNIONE EUROPEA
Fondo Sociale Europeo



Abstract ITA

Questa tesi di dottorato esplora come le comunità di pesci del Mediterraneo rispondano alle pressioni combinate del cambiamento climatico e della pesca, con particolare attenzione al ruolo della biodiversità nel rafforzare la resilienza. Basandosi sui dati di abbondanza standardizzati del Mediterranean International Trawl Survey (MEDITS) e impiegando metodi basati su tratti funzionali, questo lavoro identifica i principali andamenti delle comunità di pesci demersali su un ampio arco spaziale e temporale, fornendo una base critica per comprendere le loro risposte agli stress antropici. Il tema centrale della tesi riguarda uno degli argomenti fondamentali negli studi ecologici, vale a dire la relazione tra diversità e stabilità, analizzata attraverso quattro principali capitoli del lavoro. Inizialmente, si caratterizzano le dinamiche spaziali, temporali e funzionali delle comunità ittiche, evidenziando la distribuzione delle specie e dei loro tratti a diverse profondità e in diverse macro-regioni. Le comunità di piattaforma (0–200 m) ospitano costantemente specie più costiere e a crescita rapida, mentre le comunità di scarpata (200–800 m) comprendono taxa di dimensioni maggiori e dalla vita più lunga, associati ad acque più fredde. La ricchezza di specie raggiunge i massimi in aree come l'Adriatico e le piattaforme del Mediterraneo centrale, mentre la ridondanza funzionale rimane relativamente bassa in tutto il bacino, indicando che molte specie rilevate recentemente occupano nicchie nuove piuttosto che sovrapporsi a quelle residenti. Gli indici di diversità funzionale sono quindi collegati a metriche di stabilità a livello di comunità per valutare come l'asincronia tra specie possa attenuare le fluttuazioni della biomassa totale. I risultati indicano un'influenza complessivamente positiva della diversità dei tratti e dell'asincronia delle specie sulla stabilità, sebbene il grado con cui esse mitigano i disturbi vari a seconda delle comunità ittiche e delle condizioni regionali. I capitoli successivi si concentrano sui recenti cambiamenti indotti dal clima, compresi gli spostamenti nella temperatura media del fondale e nella composizione delle comunità di pesci. Le analisi indicano che le specie termofile sono in espansione, mentre i taxa associati ad acque più fredde potrebbero potenzialmente diminuire. Un caso di studio sulla costa occidentale dell'Italia mostra pattern di riscaldamento localizzato che sembrano superare la capacità di adattamento delle comunità ittiche, evidenziando come un'elevata pressione di pesca possa amplificare gli effetti del riscaldamento. È degno di nota che alcune regioni del Mediterraneo (ad esempio l'Egeo, lo Ionio e il Mediterraneo occidentale) abbiano recentemente sperimentato una riduzione dello sforzo di pesca, con un conseguente aumento complessivo della biomassa ittica totale. Questa tendenza potrebbe offrire una mitigazione parziale per le specie tradizionalmente legate ad acque fredde, da sempre bersaglio della pesca, riducendo i tassi di prelievo complessivi e consentendo a queste popolazioni di mantenere o recuperare parte della loro abbondanza passata di fronte ai rapidi cambiamenti ambientali. Per rispondere all'esigenza di informazioni precise sulle tolleranze ambientali delle specie, l'ultimo capitolo presenta un dataset di preferenze termiche specifiche per la macrofauna demersale e bentonica del Mediterraneo, generato integrando i dati di temperatura del fondale con i dati di biomassa derivati dai campionamenti MEDITS.

Abstract eng

This PhD thesis explores how Mediterranean fish communities respond to the combined pressures of climate change and fishing with a particular focus on the role of biodiversity in enhancing resilience. Building on standardized abundance data from the Mediterranean International Trawl Survey (MEDITS) and employing trait-based methods, the research identifies key patterns in demersal fish communities across a broad spatial and temporal range, providing a critical foundation for understanding their responses to anthropogenic stressors. The central theme of the thesis is one of the fundamental topics in ecological studies, namely, the relationship between diversity and stability, which is examined through four primary analyses. Initially, the spatial, temporal, and functional attributes of fish communities are characterized, highlighting the distribution of species and their traits across different depth strata and macro-

regions. Shelf communities (0–200 m) consistently harbor more coastal, fast-growing species, while slope communities (200–800 m) include larger, longer-lived taxa associated with colder waters. Species richness peaks in areas like the Adriatic and the Central Mediterranean shelves, yet functional redundancy remains relatively low throughout, indicating that many newly recorded species occupy novel niches rather than overlapping with resident taxa. Functional diversity indices are then linked to community-wide stability metrics to evaluate how asynchrony among species can buffer total biomass from fluctuations. The results point to an overall positive influence of trait diversity and species asynchrony on stability, although the degree to which they mitigate disturbances varies according to fish communities and regional conditions. Subsequent chapters focus on recent climate-driven changes, including shifts in mean bottom temperature and the composition of fish communities. Analyses indicate that thermophilic species are expanding, while colder-water taxa face potential declines. A case study from the western coast of Italy illustrates localized warming patterns that appear to outpace fish communities' capacity to adapt, underscoring how high fishing pressure can compound warming effects. Notably, some Mediterranean regions (e.g. the Aegean, the Ionian and the Western Mediterranean) have recently experienced a reduction in fishing effort, leading to an overall increase in total fish biomass. This trend may offer partial mitigation for traditional cold-water species, which have historically been targeted by fisheries, by reducing overall harvest rates and allowing these populations to maintain or recover some of their prior abundance in the face of rapid environmental change. To address the need for precise information about species' environmental tolerances, the final chapter presents a dataset of thermal preferences tailored to demersal and benthic macrofauna in the Mediterranean, incorporating specific bottom temperature records with survey-based biomass data. Together, these findings reinforce the importance of both preserving functional breadth and managing resource use in order to maintain resilient marine ecosystems under intensifying climate impacts. By uniting trait-based approaches, stability frameworks, and explicit thermal data, the thesis provides a basis for future management strategies aimed at safeguarding the ecological integrity of Mediterranean fish communities.