



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA VITA E
DELL'AMBIENTE

Corso di Laurea in Biologia Marina

Classe di Laurea LM-6

Tesi di Laurea Magistrale

APPROCCI INTEGRATI DI BIOMASSA RELATIVA E
RESILIENZA PER LA VALUTAZIONE DI SPECIE CON
BASSO O NULLO VALORE COMMERCIALE IN ADRIATICO
SETTENTRIONALE

Relatore:
Prof.ssa Emanuela Fanelli

Laureando:
Margherita Burini

Correlatore:
Dott. Giuseppe Scarcella

ANNO ACCADEMICO 2022/2023

INDICE

ABSTRACT	5
1. INTRODUZIONE	7
1.1. ORIGINE ED EVOLUZIONE DELLA PESCA	7
1.2. LA PESCA CONTEMPORANEA	13
1.2.1. Sistemi e attrezzi da pesca	16
1.2.2. Impatto della pesca intensiva	20
1.2.3. Gestione sostenibile della pesca	28
1.3. ZONA FAO 37 – MEDITERRANEO E MAR NERO	32
1.3.1. Flotta peschereccia del Mediterraneo e Mar Nero	35
1.3.2. Produzione ittica del Mediterraneo e Mar Nero	38
1.3.3. Caratteristiche socioeconomiche	42
1.3.4. Bycatch: scarti e catture accidentali di specie vulnerabili	45
1.3.5. Stato attuale delle risorse ittiche	47
1.4. LA PESCA IN ITALIA	51
1.5. GSA 17 – ADRIATICO SETTENTRIONALE	61
1.5.1. Inquadramento ecologico, caratteristiche geografiche e ambientali	62
1.5.2. La pesca e il suo impatto	70
1.6. OBIETTIVI	76
2. MATERIALI E METODI	77
2.1. CAMPAGNA DI PESCA A STRASCICO “SOLEMON”	77
2.1.1. Metodo di campionamento	79

2.1.2. Caratteristiche dell'attrezzo da pesca "rapido"	82
2.2. ANALISI DEI DATI	84
2.2.1. Selezione delle specie	85
2.2.2. Metodo AMSY	89
3. RISULTATI	94
3.1. "STOCK ASSESSMENT"	98
3.1.1. Specie " <i>non-target</i> commerciali"	98
3.1.2. Specie "scarto"	132
3.1.3. Specie " <i>target</i> "	163
4. DISCUSSIONE	165
5. CONCLUSIONI	170
6. BIBLIOGRAFIA	172

ADRIATICO

*Luogo d'infanzia, di caldi ricordi
Dove l'anima respira ad ogni battito d'onda
Sinceramente libera e appagata*

ABSTRACT

Specie ittiche con un basso valore commerciale vengono raramente incluse nelle stime legate alla valutazione dello stato delle risorse marine, ancor meno quelle senza alcun valore commerciale, definite “scarto”. Pertanto, è stato recentemente sviluppato il nuovo metodo AMSY, che permette di valutare lo stato degli stocks ittici (vertebrati e invertebrati) non commerciali, per i quali non esistono dati sulle catture o risultano essere poco attendibili. Si tratta quindi di un metodo “data-poor” che utilizza esclusivamente i dati sulle serie temporali di abbondanza (CPUE) e sulla biomassa ottenuti tramite i survey scientifici sperimentali, i cosiddetti *fishery independent* data. In questa tesi di laurea sono stati utilizzati i dati provenienti dalla campagna sperimentale di pesca a strascico con rapido “SoleMon”, effettuata in alto Adriatico (GSA 17) per la valutazione dello stato delle risorse ittiche con un basso (*non-target* commerciale) o assente (scarto) valore commerciale. Sono state analizzate 34 specie commerciali *non-target* (19 attinopterigi, 7 molluschi gasteropodi, 4 molluschi cefalopodi, 2 crostacei decapodi, 2 molluschi bivalvi) e 24 specie “scarto” (10 echinodermi, 4 tunicati ascidiacei, 3 crostacei decapodi, 3 poriferi demosponge, 2 molluschi gasteropodi, 1 celenterato, 1 mollusco bivalvo), prelevate tramite la pesca a strascico con rapido tra il 2005 e il 2021. Nel

complesso, 18 su 34 specie *non-target* commerciali (53%) e 11 su 24 specie “scarto” (46%) risultano non essere sovrasfruttate in termini di biomassa ($B/B_{MSY} > 1$). Considerando i 16 stocks commerciali *non-target* al di fuori delle soglie sostenibili, 4 risultano avere una pressione di pesca al di sotto del limite MSY ($F/F_{MSY} < 1$) e una biomassa quasi vicina ai livelli di sostenibilità ($B/B_{MSY} > 0.75$). Mentre, tra le specie “scarto” sovrasfruttate, soltanto 2 su 13 sono sottoposte ad una mortalità da pesca sostenibile ($F/F_{MSY} < 1$) e presentano una biomassa vicina ai livelli di sostenibilità ($B/B_{MSY} > 0.75$). Demospongiae ed Holoturoidea risultano essere le classi più suscettibili all’impatto della pesca, mentre si denota un aumento della biomassa da parte della maggior parte degli *scavengers*, a dimostrazione della correlazione tra l’elevata percentuale dei rigetti in mare (44.3%), legati anche alla pesca a strascico in Adriatico, e i cambiamenti che si osservano nella struttura della rete trofica marina.

1. INTRODUZIONE

Lo studio presentato è stato effettuato in collaborazione con l'Istituto per le Risorse Biologiche e le Biotecnologie Marine del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-IRBIM) di Ancona, grazie al quale è stato possibile ottenere ed elaborare i dati relativi alla campagna di pesca a strascico "Solea Monitoring" (SoleMon), effettuata in alto Adriatico.

1.1. ORIGINE ED EVOLUZIONE DELLA PESCA

La pesca è una pratica molto antica che affonda le proprie radici nel Paleolitico superiore, infatti, grazie allo studio degli isotopi stabili del carbonio e dell'azoto sul collagene contenuto nelle ossa di un uomo moderno rinvenuto nella caverna di Tianyuan nella regione di Zhoukoudian, in Cina, si è appurato che già 40 000 anni fa la popolazione in quell'area consumava regolarmente pesce di acqua dolce [1]. Per cui, la pesca ha rappresentato per millenni una fonte essenziale di cibo per i popoli che si erano insediati lungo i corsi d'acqua e in prossimità dei mari.

Tuttavia, negli ultimi anni sono emerse diverse evidenze a supporto della teoria secondo la quale anche l'uomo di Neanderthal affiancasse alla caccia la pratica della pesca durante il Paleolitico medio. Infatti, nella caverna di

Kudaro 3 situata nella parte centrale del versante meridionale del Gran Caucaso, sono stati ritrovati i resti di *Salmo labrax* del Mar Nero, e tramite l'analisi degli isotopi stabili del carbonio, dell'azoto e dello zolfo sulle ossa dei principali carnivori presenti all'epoca nella medesima area, è stato dimostrato che *Salmo labrax* non faceva parte della loro dieta, quindi, si è giunti alla conclusione che fossero i Neanderthal ad utilizzarne la carne come risorsa alimentare [2]. Allo stesso modo, gli scavi effettuati nella caverna di Figueira Brava a sud di Lisbona, in Portogallo, hanno confermato che l'uomo di Neanderthal si cibasse anche di molluschi e crostacei, in particolar modo di *Cancer pagurus* [3]. Tuttavia, non si trattava di una pesca particolarmente sviluppata: molto probabilmente crostacei e molluschi venivano prelevati a mano nelle pozze di marea che emergevano nella fascia intertidale ogni qual volta si abbassava la marea, mentre lungo le rive dei fiumi venivano costruite delle barriere in pietra per intrappolare e catturare i pesci [4]. Un'ulteriore prova dello sfruttamento delle risorse marine da parte dei Neanderthal è stata identificata con certezza sia in Italia sia in Grecia, dove per la prima volta sono stati recuperati degli utensili ricavati dalle valve di *Callista chione*, risalenti ancora una volta al Paleolitico medio [5].

Più tardi, l'*Homo sapiens* iniziò ad utilizzare nella pesca gli stessi strumenti rudimentali che utilizzava anche nella caccia, come bastoni con punta d'osso o di pietra, arco e frecce, e solo successivamente le competenze in questo

ambito sono progredite. Infatti, l'amo da pesca più antico finora scoperto, realizzato tramite la lavorazione della conchiglia del gasteropode *Trochus*, risale a poco più di 23 000 anni fa ed è stato rinvenuto nella caverna di Sakitari ad Okinawa, in Giappone [6].

In seguito all'ultima grande glaciazione di Würm, terminata all'incirca 10 000 anni fa, le condizioni climatiche cambiarono sul pianeta Terra; infatti, a causa dell'aumento della temperatura le calotte glaciali che ricoprivano parte dei diversi continenti iniziarono a sciogliersi, causando così un aumento di circa 40 – 60 metri del livello del mare. Questo fenomeno portò ad una significativa riduzione delle piane costiere e quindi, dei terreni di caccia usufruiti dalle popolazioni neolitiche che vivevano in prossimità dei mari. Per cui, l'innalzamento del livello del mare e la presenza di un clima più arido influenzarono negativamente la disponibilità e la distribuzione territoriale delle risorse. Tali avvenimenti, associati ad un aumento demografico avvenuto durante il Neolitico preceramico, imposero in modo preponderante la ricerca di nuovi metodi e di nuove pratiche per sostenere il crescente fabbisogno alimentare della popolazione. Pertanto, è stato ipotizzato che tale situazione possa aver contribuito al passaggio da una condizione di uomo cacciatore e raccoglitore ad uno stile di vita basato su un sistema agro-pastorale-marino, grazie al quale le risorse ittiche assunsero

una maggiore importanza all'interno dell'alimentazione dell'*Homo sapiens* [7].

Lo sfruttamento delle risorse marine e di quelle fluviali è iniziato in prossimità delle coste e nelle acque basse dei laghi e dei fiumi, dove venivano adoperate attrezzature non selettive quali reti da lancio e reti fisse di origine vegetale, come hanno confermato anche i ritrovamenti archeologici e l'iconografia dell'Egitto preistorico [8]. Successivamente, in tutto il mondo le popolazioni neolitiche hanno ampliato il proprio areale di pesca grazie alla nascita delle prime imbarcazioni in legno; infatti, in molti insediamenti neolitici oltre al ritrovamento di pitture rupestri raffiguranti antiche barche [9] e alla presenza di ingenti quantità di assi di legno adibiti, con grande probabilità, alla costruzione degli scafi [5], sono state rinvenute le lische di pesci presenti tipicamente in acque profonde, come *Epinephelus marginatus*, *Seriola dumerili* [7] e le specie appartenenti alle famiglie Sparidae, Lethrinidae e Belonidae [10].

Più tardi, con l'avvento dell'età dei metalli l'uomo iniziò a fabbricare attrezzi da pesca sempre più resistenti e performanti, come ami in bronzo [4] o arpioni in bronzo, realizzati per la cattura di grandi specie ittiche [11].

L'evoluzione dello stile di vita dell'uomo, con il passaggio dalla condizione nomade a quella sedentaria, comportò non solo il miglioramento della strumentazione adoperata nell'ambito della pesca, ma permise inoltre di scoprire e usufruire di importantissime tecniche di conservazione degli alimenti, come l'essiccazione, l'affumicatura e la salagione. Si tratta quindi, di metodi molto antichi: infatti, risale a circa 10 000 anni fa la prima robusta prova legata alla salatura del pesce, riscontrata nel sito archeologico di Al Khiday nel Sudan Centrale, in Africa, [12].

L'efficacia di queste metodologie di conservazione ha reso il pesce un alimento "trasportabile" anche su lunghe distanze: questo vantaggio assieme all'evoluzione del settore navale avvenuta durante il passare dei secoli ha significato per i pescatori poter addentrarsi maggiormente in mare aperto alla ricerca di nuove risorse ittiche, le quali potevano essere direttamente conservate sull'imbarcazione e commercializzate una volta raggiunta nuovamente la terraferma. La possibilità di poter esplorare nuove aree in mare è stata di fondamentale importanza per lo sviluppo e l'ampliamento del settore della pesca in molti paesi; basti pensare alla flotta portoghese, che nel XV secolo, oltre ad aver scoperto l'isola di Terranova in Canada, trovò abbondanti risorse ittiche nelle acque del nord Atlantico, ponendo così le solide basi del commercio marittimo in Europa, in particolare quello legato al Merluzzo Atlantico (*Gadus morhua*) [13].

Tuttavia, sin dal 1500 era fiorente anche la pesca della sardina (*Sardina pilchardus*) e del tonno (*Thunnus thynnus*) nei paesi costieri del Mare del Nord e della Francia, dove successivamente, grazie all'introduzione del processo di conservazione del pesce sott'olio e all'invenzione delle barche con motore a vapore, nel XIX secolo il mercato ittico europeo ebbe un'esponenziale crescita economica; infatti, nel 1889 la sola flotta peschereccia francese contava 680 battelli da pesca, un numero molto elevato per l'epoca, a dimostrazione dell'importanza che aveva assunto il commercio marittimo in Europa.

Inoltre, durante il 1800 iniziò ad affermarsi anche la pesca del "pesce vario" mediante pescherecci dotati di reti a strascico, indirizzando così il futuro della pesca mondiale verso una precisa direzione. Infatti, una delle problematiche circa la cattura della sardina e del tonno era legata alla cadenza stagionale di tale attività: si trattava appunto di una pesca effettuata durante i mesi estivi, motivo per il quale durante l'inverno questo settore subiva un fermo. Con l'introduzione della pesca mista, questo problema venne risolto, grazie al fatto che divenne un mestiere praticabile durante tutto l'anno.

Durante la prima metà del '900 il settore della pesca ebbe diverse fluttuazioni a causa dello scoppio della Prima e della Seconda guerra mondiale, che determinarono una riduzione del mercato ittico europeo. Tuttavia, nel periodo successivo si ebbe una rapida ripresa, grazie anche ai finanziamenti stanziati dai vari governi nel 1953 per la realizzazione di nuovi pescherecci in ferro, dotati di una capacità portante e una potenza motore maggiori rispetto alle imbarcazioni in legno dotate di vele o a motore utilizzate nel secolo precedente [14].

Successivamente, il potenziamento tecnologico delle flotte pescherecce non è diminuito con il passare del tempo, anzi, è aumentato ed è ancora oggi in costante aumento in tutto il mondo.

1.2. LA PESCA CONTEMPORANEA

Se inizialmente la pesca era per lo più un settore artigianale confinato ad un consumo quasi esclusivamente locale, da diversi decenni ha subito una forte industrializzazione, ampliando il commercio ittico su scala globale e consentendo così a molti paesi di poter accedere a quantità sempre maggiori e ad un'ampia varietà di prodotti ittici, che in passato erano disponibili soltanto in certe aree del mondo.

Nel 2020 è stato stimato dall'Organizzazione delle Nazioni Unite per l'Alimentazione e l'Agricoltura (Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO) che rispetto al 1961 il consumo globale delle risorse acquatiche provenienti dal settore della pesca e dell'acquacoltura, escluse le alghe, ha avuto un incremento medio annuo pari al 3%, quasi il doppio dell'aumento medio annuo della popolazione mondiale (1.6%) a partire dallo stesso anno. In termini di tonnellate, la produzione ittica globale destinata al consumo umano è passata da 28 milioni nel 1961 a 158 milioni nel 2020, e tale aumento è stato influenzato non solo dalla crescita della popolazione mondiale, ma anche dall'aumento delle forniture dovute all'avanzamento tecnologico degli attrezzi da pesca e dal cambiamento nella tipologia del consumatore: infatti, la richiesta di prodotti ittici è aumentata nei paesi ad alto reddito [15].

Attualmente, l'industria della pesca poggia le proprie fondamenta su 4.1 milioni di pescherecci distribuiti in tutto il mondo, in particolare in Asia, dove troviamo il 65.4% dell'intera flotta peschereccia mondiale, seguita dall'Africa (23.5%), dall'America (>9%), dall'Europa (2%) e dall'Oceania (>1%).

Di questi 4.1 milioni di pescherecci 2.5 milioni sono motorizzati e per la maggior parte (81%) si tratta di unità con una lunghezza fuori bordo (Length

overall – LOA) pari o inferiore a 12 metri. Questo significa che la piccola pesca artigianale ha un ruolo chiave all'interno dell'economia e dell'approvvigionamento ittico mondiale. Tuttavia, si tratta di una categoria eterogenea e con un numero variabile di imbarcazioni: infatti, se per i pescherecci con una lunghezza fuori bordo superiore ai 12 metri è obbligatorio possedere una licenza, per quanto riguarda i piccoli natanti non è sempre così. Perciò in molti casi queste imbarcazioni non vengono segnalate sui registri ufficiali delle autorità portuali, rendendo così difficile poter stimare correttamente il loro numero [15].

La piccola pesca artigianale oltre ad avere un ruolo preponderante all'interno del commercio internazionale, è di fondamentale importanza per la sopravvivenza di molte famiglie residenti nei paesi a basso reddito, compresi alcuni piccoli stati insulari in via di sviluppo (Small Island Developing States – SIDS), come ad esempio Kiribati, una città in Oceania con il più alto consumo pro capite di alimenti acquatici al mondo.

Se a livello globale le risorse ittiche forniscono in media il 17% delle proteine di origine animale e il 7% delle proteine totali, per 3.3 miliardi di persone ogni anno rappresentano in media il 20% di proteine animali consumate pro capite, fino ad arrivare ad una percentuale superiore al 50%

in alcune regioni del mondo, come Cambogia, Sierra Leone, Bangladesh, Indonesia, Ghana e Mozambico [15].

È evidente quanto il settore della pesca sia importante per la sopravvivenza di intere popolazioni, sia in termini economici e sia in termini nutrizionali.

1.2.1. Sistemi e attrezzi da pesca

Il primo tentativo dedito alla classificazione e alla standardizzazione degli attrezzi da pesca è stato compiuto dalla FAO nel 1971, con la pubblicazione ufficiale della “Classificazione statistica internazionale standardizzata degli attrezzi da pesca” (The International Standard Statistical Classification of Fishing Gear – ISSCF CG), applicata inizialmente alla pesca nell’Atlantico nord-occidentale, fino ad espandersi su scala globale.

L’ISSCF CG fornisce un potente strumento che consente di rendere compatibili e confrontabili i dati delle catture effettuate in marinerie differenti, permettendo così di elaborare statistiche più accurate riguardo all’impatto ambientale dei diversi sistemi di pesca adoperati nel mondo. Inoltre, contribuisce alla prevenzione e al monitoraggio della pesca non regolamentata (Illegal, Unreported, Unregulated Fishing – IUU), fornendo una lista degli attrezzi da pesca autorizzati a livello internazionale.

Attualmente l'ISSCFCG in vigore è quella adottata nel 2016 dall'unità operativa FAO (Coordinating Working Party on Fishery Statistics – CWP), impegnata nello sviluppo di statistiche relative al settore della pesca [16], **(Tab. 1.1)**.

Tab. 1.1 – Classificazione standard internazionale rivisitata degli attrezzi da pesca (ISSCFG), Rev.1 (2016) [16].

Gear categories (First tier)	Categorie attrezzi (Primo livello)	Subcategory (Second tier)	Sottocategoria (Secondo livello)	Standard abbreviations	ISSCFG code
SURROUNDING NETS	RETI A CIRCUZIONE				01
		Purse seines	Reti a circuizione a chiusura meccanica o Cianciolo	PS	01.1
		Surrounding nets without purse lines	Reti a circuizione senza chiusura o Lampara	LA	01.2
		Surrounding nets (nei)	Reti a circuizione	SUX	01.9
SEINE NETS	SCIABICHE				02
		Beach seines	Sciabiche da spiaggia	SB	02.1
		Boat seines	Sciabiche da natante	SV	02.2
		Seine nets (nei)	Sciabiche	SX	02.9
TRAWLS	RETI A STRASCICO				03
		Beam trawls	Sfogliare e Rapidi	TBB	03.11
		Single boat bottom otter trawls	Reti a strascico a divergenti	OTB	03.12
		Twin bottom otter trawls	Reti a strascico gemelle a divergenti	OTT	03.13
		Multiple bottom otter trawls	Reti a strascico multiple a divergenti	OTP	03.14
		Bottom pair trawls	Reti a strascico in coppia	PTB	03.15
		Bottom trawls (nei)	Reti a strascico da fondo	TB	03.19
		Single boat midwater otter trawls	Reti a strascico pelagiche a divergenti	OTM	03.21
		Midwater pair trawls	Reti a strascico pelagiche a coppia	PTM	03.22
		Midwater trawls (nei)	Reti a strascico pelagiche	TM	03.29
		Semipelagic trawls	Reti a strascico semipelagiche	TSP	03.3
		Trawls (nei)	Reti a strascico	TX	03.9
DREDGES	DRAGHE				04
		Towed dredges	Draghe tirate da natanti	DRB	04.1
		Hand dredges	Draghe a mano usate a bordo di natanti	DRH	04.2
		Mechanized dredges	Draghe meccanizzate	DRM	04.3
		Dredges (nei)	Draghe	DRX	04.9
LIFT NETS	RETI DA RACCOLTA				05
		Portable lift nets	Reti da raccolta portatili	LNP	05.1
		Boat-operated lift nets	Reti da raccolta manovrate da natanti	LNB	05.2
		Shore-operated stationary lift nets	Reti da raccolta manovrate da terra	LNS	05.3
		Lift nets (nei)	Reti da raccolta	LN	05.9
FALLING GEAR	TRAPPOLE A CADUTA				06
		Cast nets	Reti da lancio	FCN	06.1
		Cover pots/Lantern nets	Reti a lanterna	FCO	06.2
		Falling gear (nei)	Trappole a caduta	FG	06.9

Gear categories (First tier)	Categorie attrezzi (Primo livello)	Subcategory (Second tier)	Sottocategoria (Secondo livello)	Standard abbreviations	ISSCFG code
GILLNETS AND ENTANGLING NETS	RETI DA IMBROCCO E RETI ANALOGHE				07
		Set gillnets (anchored)	Reti da posta (ancorate)	GNS	07.1
		Drift gillnets	Reti da posta derivanti	GND	07.2
		Encircling gillnets	Reti da posta circuitanti	GNC	07.3
		Fixed gillnets (on stakes)	Reti da posta fisse (su pali)	GNF	07.4
		Trammel nets	Tremaglio	GTR	07.5
		Combined gillnets-trammel nets	Reti combinate (imbrocco-tremaglio)	GTN	07.6
		Gillnets and entangling nets (nei)	Reti da imbocco e reti analoghe	GEN	07.9
TRAPS	TRAPPOLE				08
		Stationary uncovered pound nets	Reti stazionarie scoperte	FPN	08.1
		Pots	Nasse	FPO	08.2
		Fyke nets	Cogolli e Bertovelli	FYK	08.3
		Stow nets	Reti a sacco	FSN	08.4
		Barriers, fences, weirs, etc.	Barriere, recinzioni, sbarramenti, ecc.	FWR	08.5
		Aerial traps	Trappole aeree	FAR	08.6
		Traps (nei)	Trappole	FIX	08.9
HOOKS AND LINES	AMI E PALANGARI				09
		Handlines and hand-operated pole-and-lines	Lenze a mano e lenze a canna (manovrate a mano)	LHP	09.1
		Mechanized lines and pole-and-lines	Lenze a mano e lenze a canna (meccanizzate)	LHM	09.2
		Set longlines	Palangari fissi	LLS	09.31
		Drifting longlines	Palangari derivanti	LLD	09.32
		Longlines (nei)	Palangari	LL	09.39
		Vertical lines	Lenze verticali	LVT	09.4
		Trolling lines	Lenze trainate	LTL	09.5
		Hooks and lines (nei)	Ami e palangari	LX	09.9
MISCELLANEOUS GEAR	ATTREZZI VARI				10
		Harpoons	Arpioni	HAR	10.1
		Hand implements (Wrenching gear, Clamps, Tongs, Rakes, Spears)	Strumenti manuali (chiavi inglesi, morsetti, tenaglie, rastrelli, lance)	MHI	10.2
		Pumps	Pompe	-	-
		Electric fishing	Pompe	MPM	10.3
		Pushnets	Elettropesca	MEL	10.4
		Scoopnets	Reti a pressione	MPN	10.5
		Drive-in nets	Retini	MSP	10.6
		Diving	Reti guidate	MDR	10.7
			Reti da immersione	MDV	10.8
GEAR NOT KNOWN	ATTREZZATURA NON CONOSCIUTA				99
		Gear not known	Attrezzatura non conosciuta	NK	99.9

1.2.2. Impatto della pesca intensiva

Negli ultimi settant'anni la produzione ittica è aumentata esponenzialmente, tanto da diventare una minaccia per la sopravvivenza della maggior parte degli stocks ittici marini, i quali risultano essere sfruttati in modo eccessivo rispetto alla loro capacità di riprodursi. Difatti, le catture totali a livello globale tra il 1950 e il 1990 sono passate da 20 a 80 milioni di tonnellate, fino a raggiungere il picco massimo nel 2018 di 96.5 milioni di tonnellate [15].

È stato possibile ottenere delle quote di pesca così elevate grazie ai miglioramenti tecnologici avvenuti nel secolo scorso. Infatti, il potenziamento dei motori ha permesso ai pescherecci di navigare a velocità più sostenute, e quindi, di trainare reti anche di maggiori dimensioni, aumentando così la quantità del pescato. Inoltre, i motori hanno anche consentito di introdurre a bordo delle imbarcazioni diversi ausiliari di coperta meccanizzati, quali verricelli, salpareti, salpapalangari, salpacalamenti e tamburi avvolgirete, che non solo hanno velocizzato le operazioni di cala e di salpata delle reti, tipicamente effettuate a mano, ma hanno anche permesso di introdurre la pesca di profondità, agevolata anche dall'avvento delle reti sintetiche, molto più resistenti di quelle in fibre tessili usate in precedenza.

Un ulteriore ammodernamento e semplificazione dell'attività di pesca è legato all'introduzione di strumenti elettroacustici (scandagli, sonar, sonde a rete) e di posizionamento (radar e GPS) in grado di geolocalizzare in mare gli stocks ittici bersaglio.

Infine, la possibilità di installare frigoriferi e macchine per la produzione del ghiaccio a bordo delle imbarcazioni ha migliorato la conservazione del pescato, consentendo ai pescherecci di rimanere più a lungo in mare e di usufruire anche delle risorse ittiche presenti in aree più remote. [17].

Se da un lato la diffusione di tutte queste innovazioni ha aumentato l'efficienza nelle catture delle flotte pescherecce internazionali, dall'altro ha avuto molteplici ripercussioni non soltanto sui costi di produzione e su quelli del carburante, ma soprattutto ha avuto un enorme impatto sulla conservazione delle risorse alieutiche, a causa del repentino aumento dello sforzo di pesca avvenuto negli ultimi decenni. Infatti, a partire dagli anni '70 e '80 sono emersi i primi dati legati al sovrasfruttamento e al declino di importanti stocks ittici commerciali, come ad esempio quello dell'iconica specie nordatlantica *Gadus morhua* [18].

Secondo la valutazione effettuata dalla FAO nel 2019 sullo stato delle risorse della pesca il 35.4% degli stocks ittici globali è in stato di sovrasfruttamento (overfishing e overfished), mentre circa il 60% viene pescato al massimo

della propria capacità portante [15]. Si tratta di dati allarmanti, considerando anche il fatto che negli ultimi vent'anni gli stocks ittici sovrasfruttati sono aumentati del 13.4% [17], contribuendo in questo modo al cosiddetto **“Fishing down marine food webs”** [19], ovvero al cambiamento strutturale della rete trofica marina, correlato ad una graduale transizione nella composizione del pescato. Infatti, a causa del depauperamento delle risorse ittiche iniziato nel 1950, le catture sono passate dall'esser composte prevalentemente da predatori di grosse dimensioni appartenenti ai livelli trofici superiori, ad un assetto costituito principalmente da specie piccole che occupano i livelli trofici inferiori, come invertebrati e pesci planctivori.

Una pesca intensiva quindi, non solo va a minare in termini di biomassa gli stocks ittici naturali, ma determina anche una semplificazione della rete trofica, andando a rimuovere specie ittiche con importanti ruoli ecologici all'interno dell'ecosistema marino, causando così variazioni nelle dinamiche di popolazione e una perdita sempre maggiore della biodiversità sul lungo periodo. Infatti, l'eccessiva riduzione della biomassa oltre i limiti di sicurezza per la salute e la salvaguardia delle specie, non comporta soltanto una perdita in termini di guadagno per il settore della pesca, ma compromette irreversibilmente le risorse in mare. Una popolazione il cui numero di individui è stato ridotto eccessivamente va incontro al cosiddetto “bottleneck

effect”, ovvero subisce anche un importante impoverimento del polimorfismo genetico di partenza, diminuendo così la fitness di tale popolazione e rendendola molto vulnerabile sia agli stress ambientali sia a quelli antropogenici. Il ripristino della variabilità genetica di partenza non è un processo così scontato, anzi, richiede il susseguirsi di innumerevoli generazioni, che tuttavia non garantiscono in futuro il recupero totale del pool genetico di partenza.

Per questo motivo gli stocks ittici sovrasfruttati hanno una elevata probabilità di giungere rapidamente al collasso, processo ulteriormente accelerato dalla attuale problematica dei cambiamenti climatici, che sottopone la già compromessa resilienza di queste popolazioni ad una ulteriore fonte di stress.

Un sistema di pesca altamente diffuso in alcune zone del mondo è quello della **pesca a strascico**, una pratica molto versatile che può essere utilizzata su diverse tipologie di substrato e fino a profondità maggiori di 1000 metri. Ogni anno gli sbarchi globali ottenuti tramite questa pesca raggiungono circa le 19 tonnellate, quasi 1/4 del pescato mondiale [20].

Tuttavia, si tratta anche di uno dei sistemi più impattanti al mondo, che perturba l’ecosistema marino su diversi fronti. Infatti, da un lato distrugge meccanicamente i fondali e le comunità macrobentoniche associate,

dall'altro presenta il maggior numero di catture accessorie, andando così a contribuire anche alle problematiche del “bycatch” e dello “scarto”.

Le reti a strascico a divergenti (otter trawl) sono il tipo di attrezzo che causa il minor impatto, rispetto alle sfogliare e ai rapidi (beam trawl), rimuovendo mediamente ad ogni passaggio il 6% della fauna macrozoobentonica e penetrando nel fondale in media fino a 2.4 cm di profondità. Inoltre, le comunità bentoniche associate ai fondali molli sono soggette anche alla risospensione dei sedimenti; infatti, è stato stimato che i sedimenti risospesi sono all'incirca l'equivalente di tutti i sedimenti che vengono riversati ogni anno sulle piattaforme continentali dai fiumi [21]. In questo modo, modificando le caratteristiche del comparto bentonico, la pesca a strascico incide sia sulla dinamica dei sedimenti e sui processi geochimici associati, sia sulla densità e sulla composizione strutturale delle comunità bentoniche, causando così un ulteriore impatto sulla rete trofica, a partire dai livelli trofici inferiori [21]. È stato inoltre stimato che per recuperare il 95% della capacità portante del sistema sono necessari tra 1.9 e 6.4 anni. Per di più, le comunità maggiormente a rischio sono quelle legate agli ecosistemi marini profondi. Infatti, trattandosi di ambienti caratterizzati da condizioni chimico-fisiche abbastanza costanti nel tempo, risultano essere caratterizzate da specie con bassi turn-over, maturità sessuali tardive e accrescimento lento. Pertanto, la pesca a strascico andrebbe ad incidere su specie, sia quelle *target* di pesca,

sia su quelle dell'habitat circostante, ovvero le cosiddette *habitat-forming species* (coralli, spugne, ecc.), che presentano velocità di recupero molto basse. Inoltre, è stato dimostrato che tali habitat offrono rifugio a molte specie di pesci e invertebrati, incluse specie di interesse commerciale, motivo per il quale ad esempio in Mediterraneo la pesca a strascico è stata vietata al di sotto dei 1000 metri [21].

Un'ulteriore problematica legata alla pesca a strascico è la cattura accidentale di specie *non-target*, ovvero il “**bycatch**”. Tale fenomeno viene ufficialmente definito dalla FAO nel seguente modo: “*The catch of organisms that are not targeted. This includes organisms that are outside legal-size limits, over-quotas, threatened, endangered and protected species, and discarded for whatever other reasons, as well as non-targeted organisms that are retained and then sold or consume*” – “Cattura di organismi non mirati. Include organismi con una taglia al di fuori dei limiti legalmente consentiti, quote eccedenti, specie minacciate, in pericolo e protette, specie scartate per qualsiasi altro motivo, nonché organismi non mirati, successivamente conservati, venduti o consumati”. Si tratta quindi, di un problema che coinvolge una categoria abbastanza ampia di organismi e che mette in pericolo sia il reclutamento dei diversi stocks ittici a causa della rimozione dei giovanili sia le specie protette, ma anche quelle senza alcun valore commerciale”.

Pertanto, per evitare sanzioni dovute o alla cattura di specie illegali o a causa del superamento di quote di pesca prestabilite ove previste dalle normative nazionali, oppure semplicemente per ridurre i costi e i tempi di stoccaggio e smaltimento a terra delle specie indesiderate, la maggior parte dei pescherecci rigetta in mare lo “**scarto**” del pescato ottenuto tramite bycatch. Tuttavia, questa pratica ha un enorme impatto ecologico sull’ecosistema marino: infatti, non solo comporta la morte di quasi tutti gli organismi pescati, ma allo stesso tempo, rende disponibile un immediato surplus di sostanza organica, che da un lato determina un aumento degli “scavengers”, ovvero degli organismi marini spazzini appartenenti ai livelli trofici inferiori, dall’altro mette a disposizione organismi facilmente predabili, ma con un basso valore nutrizionale. Tutto ciò comporta, oltre ad uno stravolgimento della rete trofica a favore delle specie opportuniste, con una variazione dei flussi di materia e di energia all’interno dell’intero ecosistema marino, anche un cambiamento sia nutrizionale sia comportamentale delle specie marine, compromettendone la fitness, come dimostrato in diversi studi [22].

La pesca a strascico ha un ruolo chiave nella cattura delle specie *non-target*: annualmente genera il 45.5% dello scarto totale, ovvero 4.2 milioni di tonnellate su 9.1 prodotte ogni anno complessivamente da tutti i sistemi di pesca presenti al mondo [23]. Inoltre, l’impatto di questa tipologia di pesca è accentuato dal fatto che si tratti di una tecnica praticata in modo intensivo

su aree ristrette del nostro pianeta. Infatti, in realtà la pesca a strascico rappresenta soltanto l'1% della pesca mondiale, ma lo sforzo totale si concentra su una piccola superficie che rappresenta il 14% dei 7.8 milioni di km² considerati [20]. In aggiunta, alcuni mari come ad esempio l'Adriatico vengono interamente battuti dalle reti a strascico per più volte all'anno.

Per questo motivo le aree soggette alla pesca a strascico subiscono uno stress antropico ancora più accentuato e continuo nel tempo rispetto a quello prodotto da altri attrezzi da pesca.

L'impatto della pesca intensiva è ulteriormente aggravato sia dalla mancanza di informazioni relative allo stato attuale delle risorse ittiche sia dalla difficile gestione legislativa e dal frammentato monitoraggio del settore ittico mondiale, con un conseguente dilagare della pesca illegale.

Infatti, si tratta di un settore altamente complesso, all'interno del quale le stesse risorse sono fruite da diversi stati e soggette quindi, a normative nazionali differenti. Per questo motivo risulta alla fine complicato ottenere dei dati sul reale sforzo di pesca a cui sono soggette, e riuscire a mettere in pratica a livello internazionale dei piani di mitigazione e di controllo dell'impatto dovuto alla pesca.

In aggiunta, la componente del settore ittico che risulta essere più eterogenea per quanto riguarda gli attrezzi da pesca e le informazioni relative allo sforzo

di pesca, allo sbarcato e alle rotte giornaliere è proprio la piccola pesca artigianale, che rappresenta ben l'81% delle flotte pescherecce mondiali in termini di capacità [15].

Per tanto, la mancanza di un efficiente sistema di controllo del settore ittico internazionale e le lacune conoscitive legate allo stato degli stocks ittici naturali allo stato attuale non permettono di tutelare e di utilizzare in modo sostenibile le risorse dell'ecosistema marino sul lungo periodo, tenendo in considerazione quindi, il concetto del “Maximum Sustainable Yield” (MSY), ovvero della quantità massima di catture (in termini di numero o di massa) che può essere rimossa da una popolazione in un periodo definito, senza generare un impoverimento della medesima popolazione, poiché la mortalità da pesca risulta essere inferiore al tasso di crescita naturale della specie considerata.

1.2.3. Gestione sostenibile della pesca

Nonostante l'enorme impatto ambientale causato dalla pesca, non sarebbe realistico immaginare la chiusura definitiva di tale settore. Difatti, trattandosi di una pratica millenaria con un importante ruolo economico e nutrizionale, la sua cessazione comporterebbe un aumento della povertà e della malnutrizione di molte popolazioni ad essa associate. Le proteine del pesce,

con solo piccole differenze tra i gruppi, hanno un elevato valore nutrizionale, simile a quello delle proteine della carne e leggermente inferiori a quello dell'uovo. Vale la pena sottolineare l'elevata offerta di aminoacidi essenziali come la lisina, la metionina e la treonina.

Inoltre, una dieta equilibrata prevede anche l'assunzione di nutrienti presenti esclusivamente nei prodotti ittici quali gli acidi grassi polinsaturi omega-3, ovvero l'acido eicosapentaenoico (EPA) e l'acido docosaesaenoico (DHA), particolarmente abbondanti nel pesce azzurro e importantissimi per il corretto sviluppo celebrale embrionale. I prodotti alieutici sono ricchi anche di vitamine (in particolare A, B e D), fosforo e minerali come ferro, calcio, zinco, iodio, magnesio, potassio e selenio. Per tanto, è stato dimostrato che è molto importante consumare regolarmente tali alimenti, poiché aiutano a mantenere un cuore sano, abbassano la pressione sanguigna e riducono il rischio di ictus, depressione, morbo di Alzheimer e altre condizioni croniche [15].

In aggiunta, la pesca gioca un ruolo rilevante anche all'interno del contesto sociale, offrendo pari opportunità lavorative sia a uomini sia a donne; infatti, il 40% delle persone impiegate nel settore della piccola pesca artigianale sono di sesso femminile [24].

Per tanto, la necessità di tutelare le risorse ittiche e al contempo di combattere la fame e la povertà nel mondo, ha spinto l'Organizzazione delle Nazioni Unite (United Nations Organization – ONU) a sottoscrivere nel 2015 la cosiddetta “Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile”, ovvero un documento all'interno del quale sono stati definiti a livello globale 17 “Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile” (Sustainable Development Goals – SDGs) da raggiungere entro il 2030. In particolare, l'uso sostenibile delle risorse biologiche marine è associato al SDG 14 (Life below water), che mira all'espansione dell'acquacoltura sostenibile e ad una gestione più efficiente del settore della pesca.

Seguendo tale ottica, nel 2021 il Comitato per la pesca FAO (Committee on Fisheries – COFI) ha approvato la Dichiarazione COFI per la pesca e l'acquacoltura sostenibile, dando così l'avvio alla cosiddetta “Trasformazione blu” [15].

Per quanto riguarda il settore della pesca, un punto importante da cui partire per renderla un'attività maggiormente sostenibile è quello legato sia all'ampliamento delle conoscenze biologiche ed ecologiche delle specie marine sia alla valutazione dello stato di sfruttamento di un numero crescente di stocks ittici *target* e *non-target*, in modo tale da giungere ad una visione ecosistemica sull'attuale situazione dei nostri mari, e poter così capire quali

siano le strategie migliori per poter salvaguardare la funzionalità e la produttività degli habitat marini.

Successivamente, ogni stato dovrebbe aggiornare ed integrare la propria politica legislativa sulla base delle evidenze scientifiche nell'ambito della pesca, e introdurre dei divieti oppure delle quote di pesca nelle aree particolarmente sensibili da un punto di vista biologico. Parallelamente, in previsione di norme volte alla riduzione dello sforzo di pesca oppure delle catture, sarebbe necessario finanziare economicamente il settore della piccola pesca artigianale per compensare le perdite economiche sul breve periodo, e allo stesso tempo mettere in atto una campagna divulgatoria in modo da far comprendere ai pescatori le motivazioni alla base delle scelte effettuate e i benefici futuri.

Accanto a tali provvedimenti, servirebbe un piano di monitoraggio più efficiente sia per verificare e aggiornare i dati sul reale sforzo di pesca a cui sono sottoposti gli stocks ittici sia per controllare che le normative vengano rispettate, in modo da ridurre la pesca illegale, che secondo uno studio risalente agli anni 2000 già all'epoca forniva 10 – 26 milioni di tonnellate di catture non dichiarate a livello mondiale [25].

Da un punto di vista scientifico-tecnologico, per diminuire l'impatto dovuto alla pressione di pesca su specie *non-target* sono stati progettati diversi

attrezzi da pesca più selettivi, che permettono quindi di escludere la fauna protetta e a rischio di estinzione dal pescato.

Infine, per riuscire a realizzare concretamente tutti gli obiettivi prefissati è estremamente importante sensibilizzare e rendere partecipe attivamente l'intera popolazione mondiale, spiegando quanto l'impegno comune possa contribuire non solo al recupero delle risorse biologiche, ma anche al benessere economico futuro legato al settore della pesca. Inoltre, è importante educare le persone non soltanto ad avere una alimentazione basata su diverse specie ittiche, comprese quelle di acqua dolce, in modo da ammortizzare l'impatto sulle specie marine maggiormente consumate, ma anche ad integrare il consumo delle alghe, poiché sono caratterizzate da un profilo nutrizionale simile a quello della fauna ittica. Infatti, contengono acidi grassi polinsaturi omega-3, vitamine (A, C, E, B12), iodio e antiossidanti, che comportano allo stesso modo benefici alla salute, come l'abbassamento della pressione sanguigna e il rischio di ictus [15].

1.3. ZONA FAO 37 – MEDITERRANEO E MAR NERO

L'area di provenienza del pescato è indicata da un numero FAO che identifica una delle 19 aree di pesca presenti nel mondo. Il Mediterraneo, assieme al Mar Nero, rientra nella zona di pesca FAO numero 37; pertanto,

la valutazione del settore ittico in Mediterraneo è annessa a quella del Mar Nero (**Fig. 1.1**).

A sua volta l'area FAO 37 è ulteriormente suddivisa in 30 sub-aree geografiche (Geographical subarea – GSA), gestite dalla Commissione Generale per la pesca nel Mediterraneo (General Fisheries Commission for the Mediterranean – GFCM), ovvero un organo amministrativo istituito nel 1949 per la regolamentazione e il controllo dei paesi che pescano nelle acque mediterranee [26] (**Fig. 1.2**).

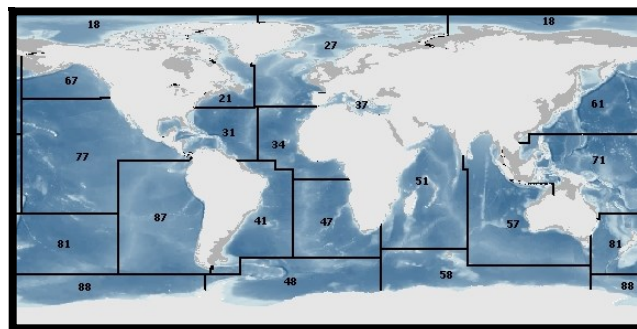


Fig. 1.1 – Principali aree di pesca FAO [26].

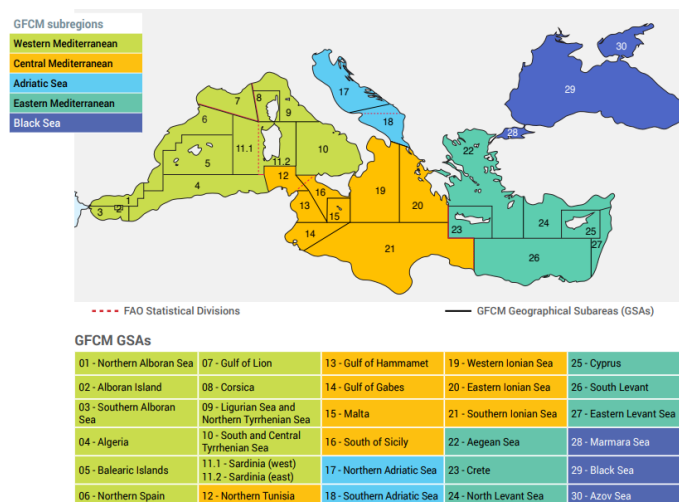


Fig. 1.2 – Aree di applicazione della GFCM [26].

Fin dall'antichità il Mediterraneo e il Mar Nero hanno sostenuto importanti attività di pesca, sia di carattere industriale e semi-industriale sia di carattere artigianale. A differenza di altre zone, non sono bacini caratterizzati da grossi stocks monospecifici, bensì presentano un'ampia varietà di specie ittiche bentoniche e pelagiche.

Trattandosi di mari semichiusi, le risorse biologiche del Mediterraneo e del Mar Nero sono condivise tra diverse flotte pescherecce e ogni anno forniscono circa 1.2 milioni di tonnellate di prodotti ittici, creando così un'opportunità di lavoro a centinaia di migliaia di persone. Inoltre, la pesca rappresenta una componente intrinseca del tessuto sociale e culturale delle popolazioni affacciate su questi mari.

Oggigiorno però, le risorse alieutiche del Mediterraneo e del Mar Nero sono minacciate dal progressivo deterioramento dell'ecosistema marino, causato dalla pesca eccessiva, dall'aumento dell'inquinamento legato alle attività antropiche, dalla degradazione degli habitat, dall'introduzione delle specie aliene e dal fenomeno globale dei cambiamenti climatici. Pertanto, è di fondamentale importanza monitorare l'attività di pesca nell'area FAO 37, valutandone l'impatto sulle diverse specie ittiche e mettendo in pratica dei piani di gestione mirati, ove necessario.

1.3.1. Flotta peschereccia del Mediterraneo e Mar Nero

Seconda l'ultimo rapporto FAO del 2022 [27], la flotta peschereccia attiva in Mediterraneo e in Mar Nero è costituita da circa 85 200 unità operative, per una stazza lorda (GT) totale di 841 000 e una potenza motore di 5 390 000 kilowatt (kW). Complessivamente, il 60% dei pescherecci proviene da 4 stati mediterranei: Turchia (17.4%), Tunisia (15.3%), Grecia (14.4%) e Italia (12.1%). Mentre, sono 5 i paesi a detenere più della metà della capacità di pesca totale (64.1%) in termini di stazza lorda (GT), ovvero Turchia (18.9%), Italia (15.1%), Tunisia (12.3%), Algeria (9.1%) ed Egitto (8.9%). Inoltre, la maggior parte delle navi operative è presente nelle GSA del Mediterraneo centrale (27.3%) ed orientale (27%), al contrario, nel Mar Nero è attivo soltanto il 12.9% della flotta totale (**Fig. 1.3**).

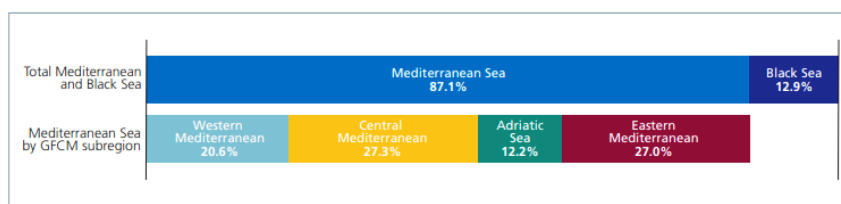


Fig. 1.3 – Percentuale di tutti i pescherecci operanti nel Mediterraneo e nel Mar Nero rappresentati in ciascuna sottoregione della CGPM [27].

Dalle indagini FAO è emerso che la flotta peschereccia presente nel Mar Nero risulta essere in media più giovane rispetto a quella del Mediterraneo; infatti, il 59% delle sue navi ha un'età inferiore ai 25 anni, mentre il 41% dei pescherecci presenti in Mediterraneo ha mediamente più di 35 anni d'età (**Fig. 1.4**), ed è distribuito principalmente nel Mar Adriatico (**Fig. 1.5**).

I pescherecci con l'età media più bassa provengono dai seguenti paesi: Marocco (16 anni), Egitto (17 anni), Romania (18 anni) e Turchia (21 anni). Mentre, Israele (49 anni), Slovenia (43 anni), Croazia (41 anni) e Albania (39 anni) sono gli stati con le imbarcazioni mediamente più vecchie.

Spesso la presenza di flotte pescherecce datate risulta essere una strategia intrapresa dagli stati volta alla sicurezza delle risorse biologiche marine. Infatti, i pescherecci più recenti sono dotati di strumentazioni all'avanguardia, che permette loro di avere una capacità di pesca finale superiore a quella nelle navi costruite in passato. Per tale motivo, nei paesi con una inefficiente regolamentazione in materia di pesca la sostituzione dei vecchi pescherecci non viene incentivata.

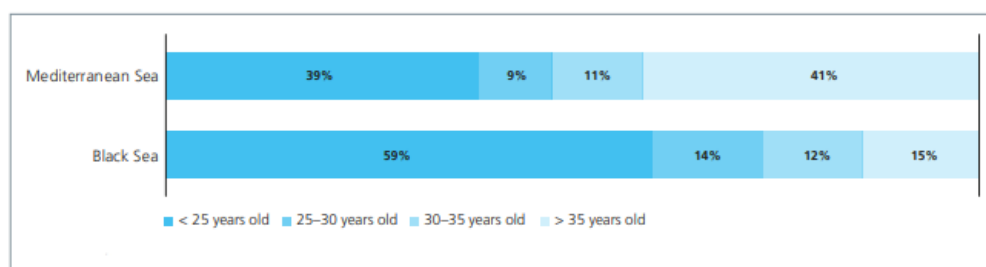


Fig. 1.4 – Composizione per età della flotta da pesca nel Mediterraneo e nel Mar Nero [27].

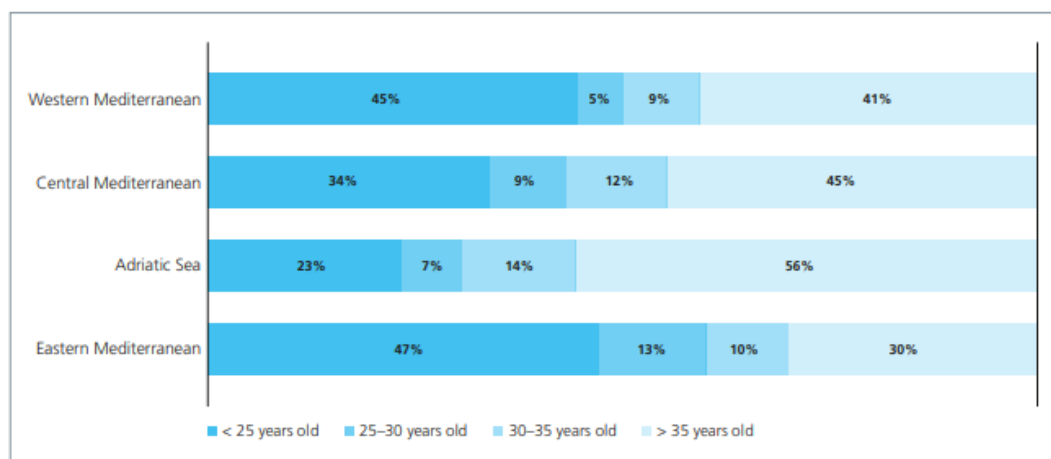


Fig. 1.5 – Composizione per età della flotta peschereccia nelle sottoregioni del Mediterraneo [27].

La flotta peschereccia presente nella zona FAO 37 risulta essere molto eterogenea in termini di tipologia di navi e classi di lunghezza (**Tab. 1.2**); infatti, il numero totale dei segmenti di pesca ammonta attualmente a 47. Tuttavia, la maggior parte dei pescherecci appartiene alla categoria delle “Navi di piccole dimensioni” (Small-scale vessels) (82%), seguita dai “Pescherecci da traino e sfogliare” (Trawlers and beam trawlers) (8.3%), “Pescherecci con reti a circuizione e pescherecci pelagici” (Purse seiners and pelagic trawlers) (5.2%) e infine, dal gruppo “Altri segmenti da pesca” (Other fleet segments) (4.5%) (**Fig. 1.6**).

Tab. 1.2 – Suddivisione della flotta peschereccia nei segmenti di pesca [27].

Fleet segment group	Fleet segments
Small-scale vessels	<ul style="list-style-type: none"> • Small-scale vessels without engines using passive gear (all) • Small-scale vessels with engines using passive gear (all) • Polyvalent vessels (0–6 m, 0–12 m, 6–12 m) • Longliners (0–6 m, 0–12 m, 6–12 m)
Trawlers and beam trawlers	<ul style="list-style-type: none"> • Trawlers (all) • Beam trawlers (all)
Purse seiners and pelagic trawlers	<ul style="list-style-type: none"> • Purse seiners (all) • Pelagic trawlers (all)
Other fleet segments	<ul style="list-style-type: none"> • Longliners (> 12 m) • Tuna seiners (all) • Dredgers (all) • Polyvalent (> 0 m, > 6 m, 0–24 m, 6–24 m, > 12 m, 12–24 m, > 24 m)

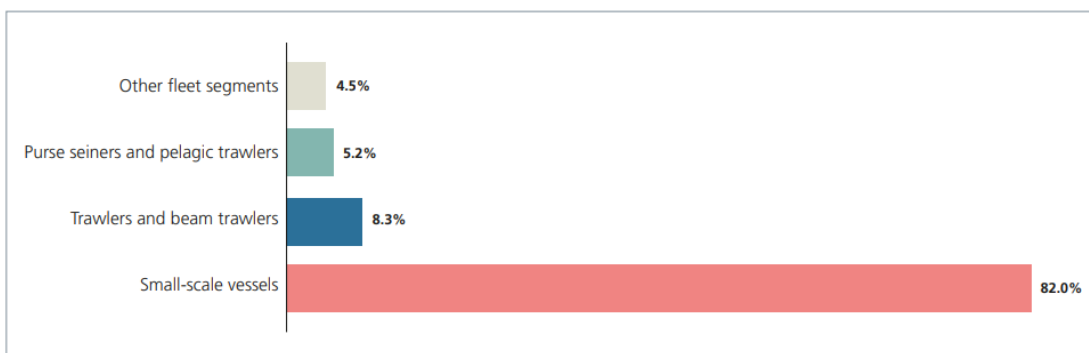


Fig. 1.6 – Composizione del segmento della flotta nell'ambito di applicazione della CGPM [27].

1.3.2. Produzione ittica del Mediterraneo e Mar Nero

Nel complesso, le tendenze storiche mostrano un aumento irregolare degli sbarchi totali in Mediterraneo e in Mar Nero nel corso degli anni.

A partire dal 1970 le catture sono passate da 1 a circa 2 milioni di tonnellate nell'arco di vent'anni, per poi diminuire drasticamente tra il 1990 e il 1991, soprattutto a causa del crollo degli stocks pelagici in Mar Nero. In seguito, la pesca ha riscontrato in media un nuovo aumento delle catture tra il 2000 e il 2013, pari a circa 1.5 milioni di tonnellate, per poi calare successivamente fino a raggiungere 1 189 000 tonnellate di sbarchi totali tra il 2018 e il 2020. Durante tale biennio il pescato ha subito una diminuzione del 5.7% in Mediterraneo, mentre è stato riscontrato un aumento del 15% delle catture effettuate in Mar Nero [27], (**Fig. 1.7**).

Tra il 2018 e il 2020 i paesi che hanno dominato il settore ittico nell'area FAO 37 sono stati la Turchia con il 27.5% delle catture totali, seguita dall'Italia (13.1%), dalla Tunisia e dall'Algeria a pari merito (8%). Mentre, Georgia, Grecia, Spagna e Croazia nel complesso hanno contribuito a meno del 5% degli sbarchi totali.

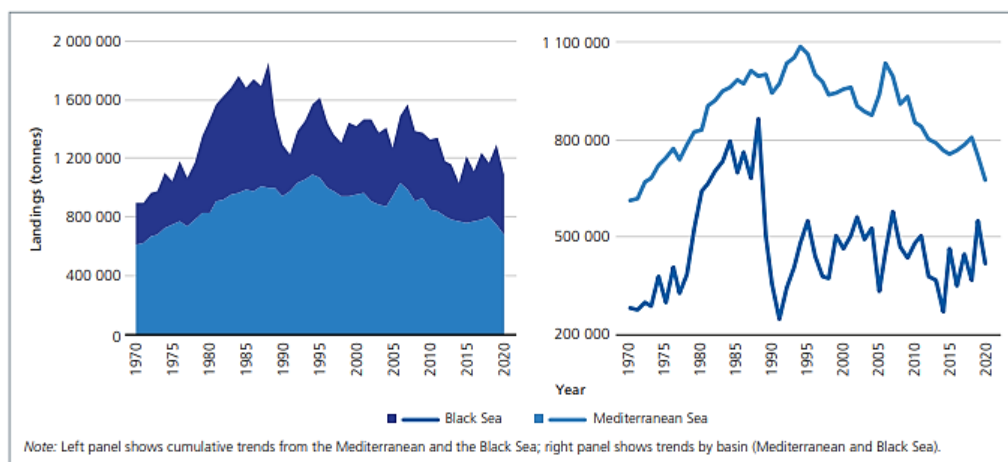


Fig. 1.7 – Sbarchi totali nel Mediterraneo e nel Mar Nero all'anno (1970 – 2020) [27].

Il pescato prelevato in Mediterraneo e in Mar Nero è per la maggior parte caratterizzato da specie appartenenti a tre categorie: “Aringhe, sardine, acciughe” (Herrings, sardines, anchovies, 665 494 tonnellate), “Vari pesci costieri” (Miscellaneous coastal fishes, 117 385 tonnellate) e “Vari pesci pelagici” (Miscellaneous pelagic fishes, 88 113 tonnellate), che tra il 2018 e il 2020 hanno rappresentato complessivamente il 73.3% degli sbarchi totali, l’1% in più rispetto al biennio precedente (**Fig. 1.8**). In particolare, la maggior parte dei piccoli pesci pelagici (aringhe, sardine, acciughe) proviene dal Mar Nero (76.5%).

Considerando l’intera area FAO 37 sono soltanto 4 le specie a contribuire primariamente in termini di peso alle catture totali, ovvero l’acciuga europea (*Engraulis encrasicolus*, 392 500 tonnellate), la sardina (*Sardina pilchardus*, 161 800 tonnellate), la vongola (*Chamelea gallina*, 50 800 tonnellate) e lo spratto europeo (*Sprattus sprattus*, 50 000 tonnellate) (**Fig. 1.9**); mentre la maggior parte delle specie commerciali presente in queste acque contribuisce a poco più dell’1% del pescato annuale.

I risultati delle ultime valutazioni mostrano che il Mar Nero detiene il record di catture tra il 2018 e il 2020. Infatti, ha determinato il 37.6% delle catture totali rispetto all’area più produttiva del Mediterraneo, ovvero al settore occidentale (20.3%) (**Fig. 1.10**).

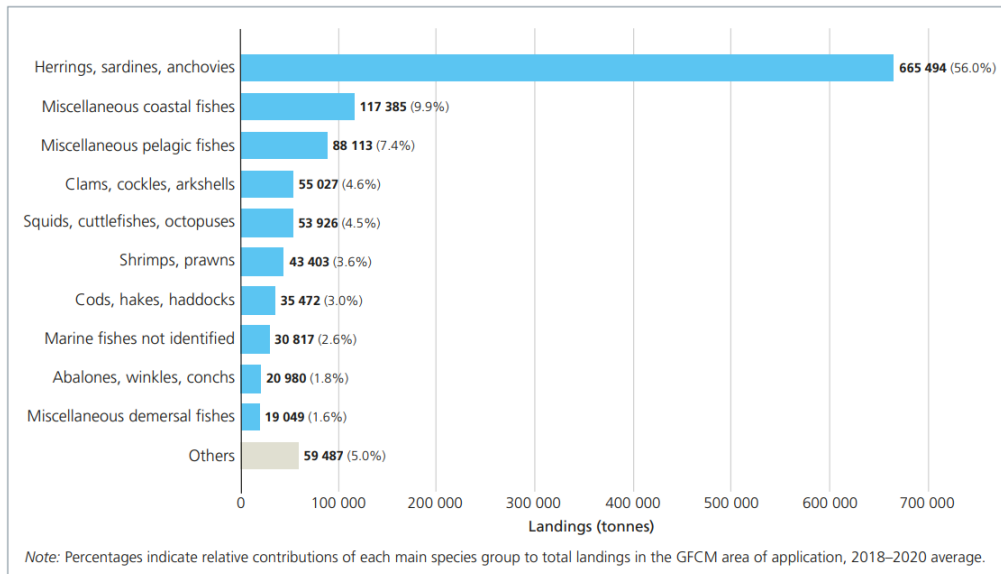


Fig. 1.8 – Sbarchi totali all'anno riferiti ai principali gruppi di specie nell'area di applicazione della CGPM, (2018 – 2020) [27].

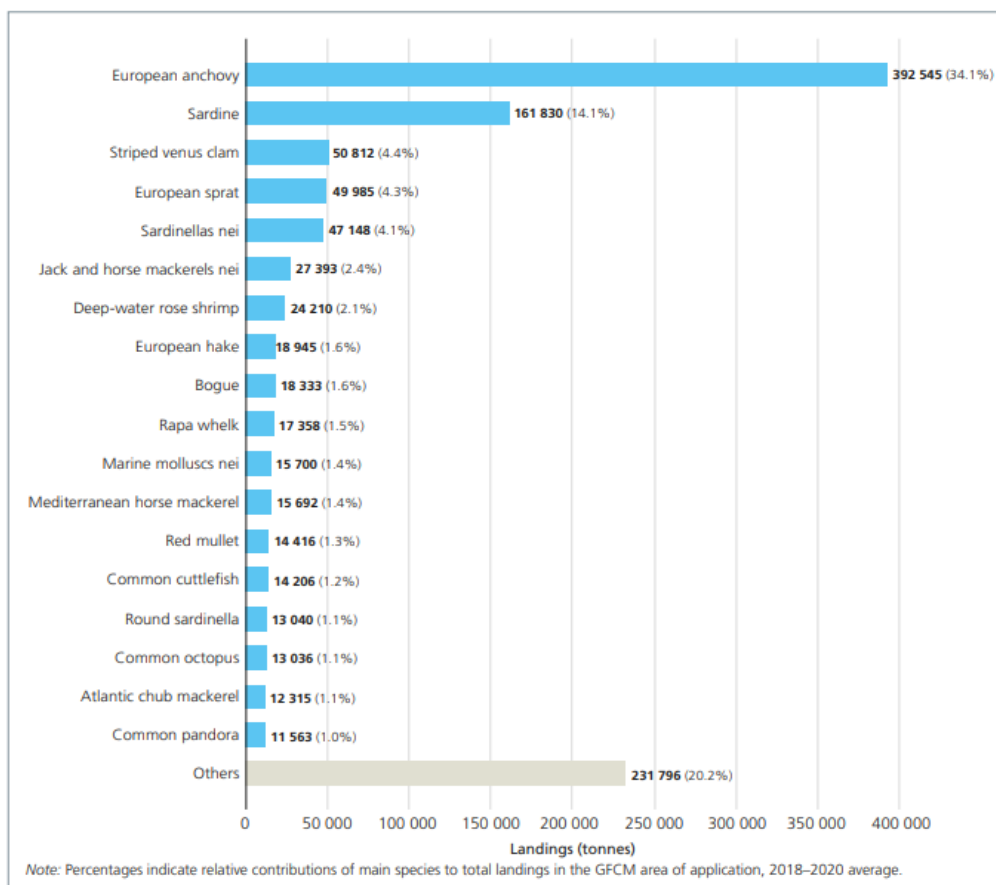


Fig. 1.9 – Sbarchi totali delle specie principali che contribuiscono per almeno l'1% alle catture totali nell'area di applicazione della CGPM (media 2018 – 2020) [27].

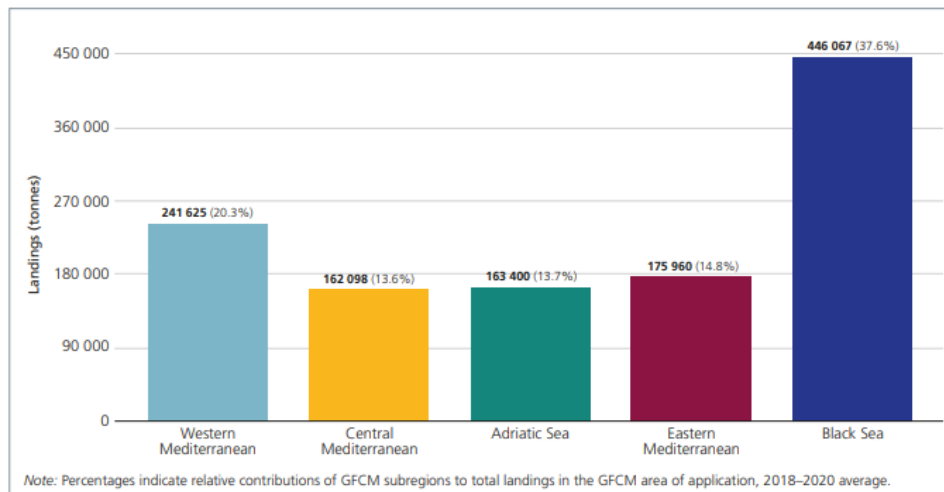


Fig. 1.10 – Sbarchi totali per sottoregione della CGPM (media 2018 – 2020) [27].

1.3.3. Caratteristiche socioeconomiche

Il valore economico del mercato ittico in Mediterraneo e in Mar Nero è legato essenzialmente alle catture provenienti dalle flotte pescherecce di sette paesi, ovvero Italia, Grecia, Turchia, Spagna, Tunisia, Egitto e Algeria. Nel 2020 è stato stimato che il valore complessivo relativo alla prima vendita dei prodotti ittici ammontava a 2.9 miliardi di dollari (2.7 miliardi USD in Mediterraneo e 241 milioni USD in Mar Nero) [27]; per tanto, è stato registrato un deficit di quasi 700 milioni di dollari rispetto al fatturato totale del 2018 (**Fig. 1.11**).

Nonostante la grande varietà di organismi pescati in questi mari, più della metà dei guadagni deriva da un numero di specie relativamente basso: in

Mediterraneo sono 23 le specie che determinano quasi il 75% dei ricavi totali (Fig. 1.12), mentre nel Mar Nero il 97% dei profitti deriva da 14 specie (Fig. 1.13). Inoltre, i ricavi variano in base alle aree e ai segmenti di pesca considerati: il Mediterraneo occidentale continua ad essere la zona più produttiva di tutta l'area FAO 37 da un punto di vista economico, mentre per quanto riguarda gli attrezzi da pesca i “Pescherecci da traino e sfogliare” (Trawlers and beam trawlers) sono i principali responsabili dei guadagni in Mediterraneo, mentre nel Mar Nero sono i “Pescherecci con reti a circuizione e pescherecci pelagici” (Purse seiners and pelagic trawlers) a determinare il 69% del fatturato totale.

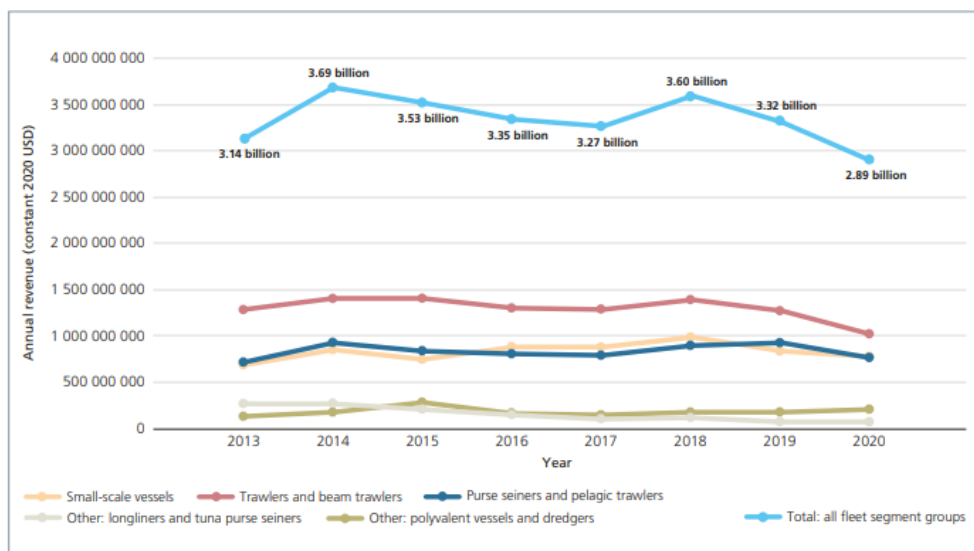


Fig. 1.11 – Entrate annuali derivanti dalla pesca marittima per gruppo di segmenti di flotta nell'area di applicazione della CGPM (2013 – 2020) [27].

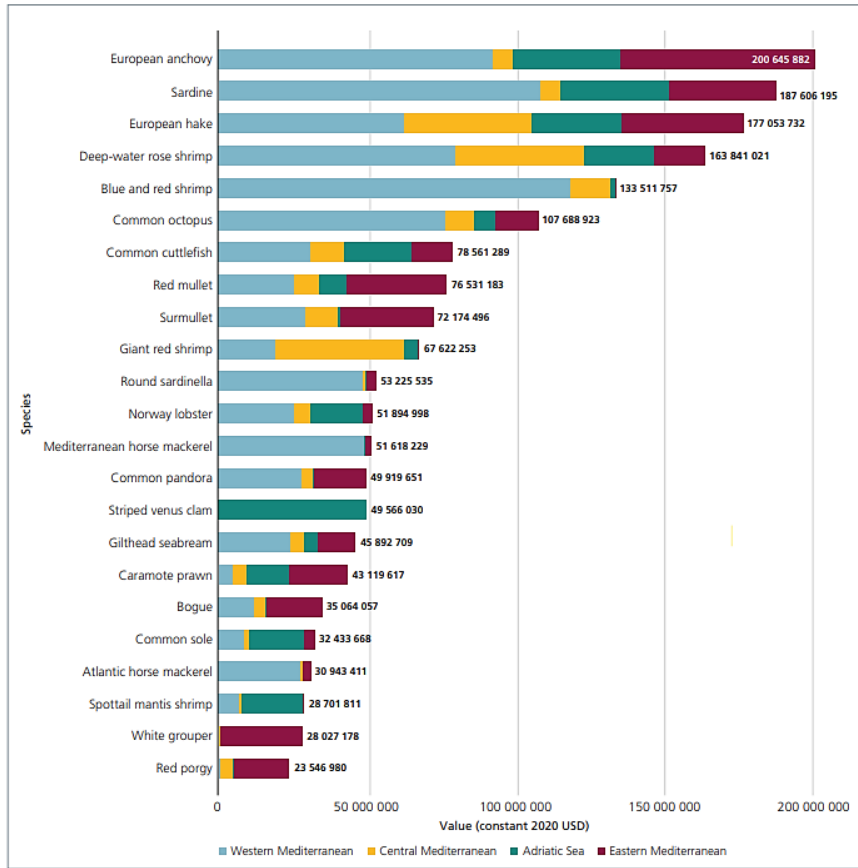


Fig. 1.12 – Principali specie commerciali (in termini di valore) nelle subregioni mediterranee [27].

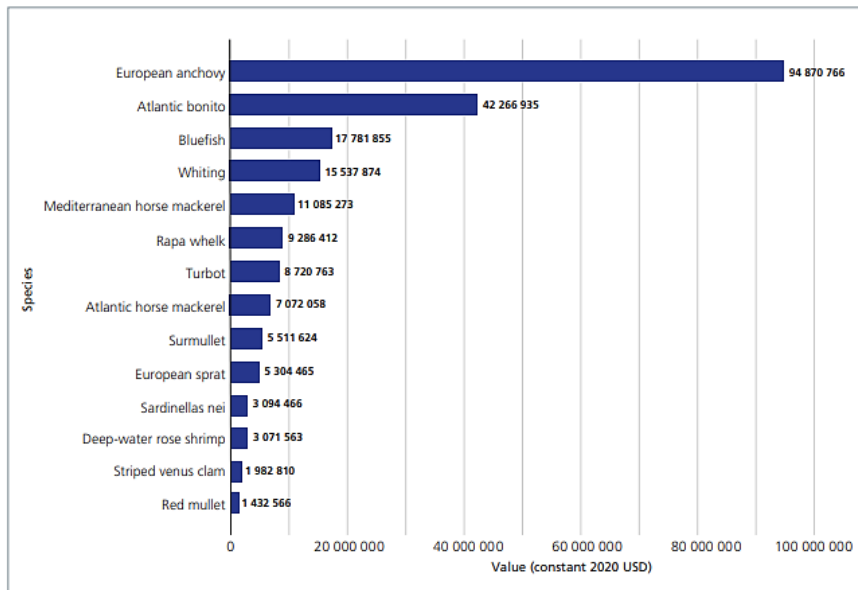


Fig. 1.13 – Principali specie commerciali (in termini di valore) nel Mar Nero [27].

1.3.4. Bycatch: scarti e catture accidentali di specie vulnerabili

Secondo le ultime valutazioni è stato stimato che a livello globale ogni anno vengono rigettati in mare circa 7.3 milioni di tonnellate di specie ittiche (morte o morenti), pari all'8% delle catture mondiali. In Mediterraneo invece, gli organismi scartati annualmente rappresentano circa il 18% (230 000 tonnellate) delle catture totali effettuate nell'area FAO 37, mentre nel Mar Nero sono tra il 10 e il 15% (45 000 tonnellate) del pescato totale.

Per tanto, per ridurre tale problematica nel 2013 la “Politica comune della pesca” (Common Fisheries Policy – CFP) ha introdotto in Europa l'obbligo di sbarcare tutto il pescato, incluse le specie con limiti di cattura e di taglia minima [26].

Considerando le principali categorie di segmenti di pesca, nel 2020 è emerso che la pesca a strascico, in particolare le “Reti da fondo” (Bottom trawlers), sono le principali responsabili della maggior parte dei rigetti in Mediterraneo (34.2 – 44.3%) e in Mar Nero (6.5%). Dopodiché, le “Navi di piccole dimensioni” (Small-scale vessels) comportano meno del 15% degli scarti in Mediterraneo, seguite dai “Pescherecci con reti a circuizione” (Purse seiners) che comportano circa il 6% dei rigetti all'interno del bacino [27] (**Fig. 1.14**).

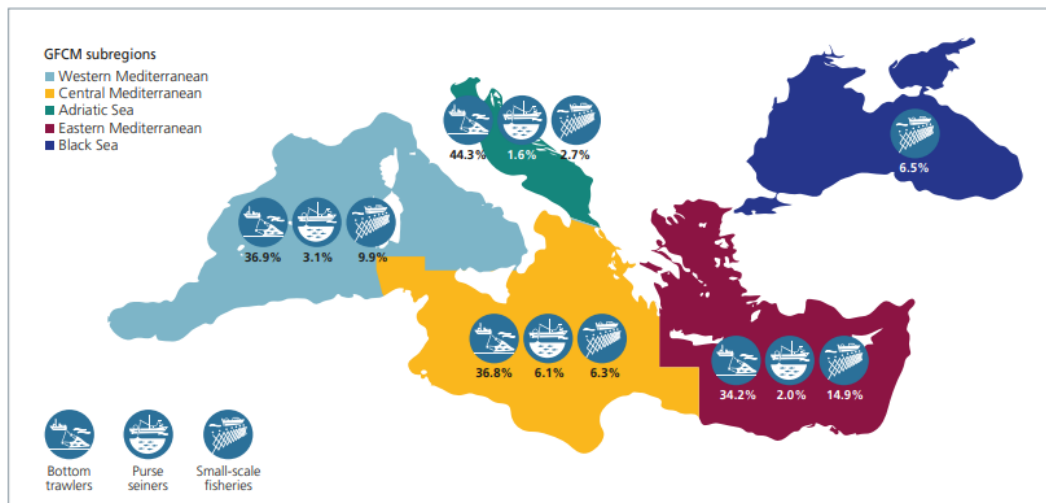


Fig. 1.14 – Tassi dei rigetti dei pescherecci a strascico, dei pescherecci con reti a circuizione e della pesca artigianale per sottoregione della CGPM [27].

I dati sulle catture accidentali di specie vulnerabili sono ampiamente riportati in molti paesi, ma mancano monitoraggi sistematici e una raccolta dati standardizzata per molti attrezzi da pesca. Sebbene, negli ultimi anni sia stato registrato un aumento dei lavori scientifici in questo ambito, questi studi coprono ancora una piccola parte dell'attività di pesca totale nelle sotto regioni del Mediterraneo e del Mar Nero ed esistono poche stime quantitative sulle catture accidentali di specie vulnerabili, ovvero di quelle specie con una probabilità del 10% di estinguersi entro 100 anni.

Nel 2020, è stato confermato che le tartarughe marine (circa 470 000 individui) e gli elasmobranchi (40 253 individui) sono gli organismi maggiormente catturati tramite bycatch in tutta l'area FAO 37, tramite "Palangari" (Longliners) e "Reti a strascico da fondo" (Bottom trawlers), che

rispettivamente ogni anno intrappolano 211 864 e 187 449 individui di entrambe le specie. Mentre, uccelli marini (7004 individui) e cetacei (9829 individui) sono i due gruppi meno colpiti da questo fenomeno.

Inoltre, il numero maggiore di catture accidentali di specie vulnerabili è stato registrato nel settore occidentale e centrale del Mediterraneo, ovvero dove l'attività di pesca è più intensa e le misure di monitoraggio sono più costanti ed efficienti [27].

1.3.5. Stato attuale delle risorse ittiche

In Mediterraneo a partire dal 2006 il numero di specie valutate da un punto di vista dello stato della biomassa e della mortalità dovuta alla pesca è aumentato, fino a raggiungere nel 2020 il picco massimo di 99 stocks convalidati. Al contrario, nel Mar Nero meno del 30% degli stocks di interesse è stato valutato efficientemente negli ultimi anni.

Tramite la valutazione degli stocks nel 2020 è emerso che nell'intera area FAO 37 circa il 73% degli stocks ittici si trova in uno stato di sfruttamento non sostenibile da un punto di vista biologico, che potrebbe portare al collasso di tali specie [27].

Tali considerazioni sono state effettuate sulla base dei cosiddetti *reference points*, ovvero dei livelli di sostenibilità che, sulla base del MSY, permettono

di valutare lo stato delle risorse biologiche marine. Infatti, uno stock ittico viene definito “non sovrasfruttato” nel momento in cui presenta una biomassa ($B/B_{MSY} > 1$) e una mortalità da pesca ($F/F_{MSY} < 1$) in accordo con i limiti di sostenibilità definiti dal MSY.

Stato di sfruttamento ($F/F_{MSY} > 1$)

Complessivamente, tutte le specie valutate dal GFCM mostrano in media uno stato di sfruttamento superiore ai limiti definiti dal concetto di “Massimo Sfruttamento Sostenibile” (MSY), anche se rispetto al 2012 si nota un miglioramento.

Le specie con la mortalità da pesca (F) più elevata sono il gambero viola *Aristeus antennatus* (blue and red shrimp, $F/F_{MSY} = 3.85$), il nasello europeo *Merluccius merluccius* (European hake, $F/F_{MSY} = 3.01$), seguito da alcuni pesci pelagici, tra cui la sardina *Sardina pilchardus* (sardine, $F/F_{MSY} = 2.36$). Attualmente sono 16 gli stocks che mostrano tassi di mortalità da pesca più elevati e la maggior parte (8) si trova nel Mediterraneo occidentale [27], (Tab. 1.3).

Stato della biomassa (B/B_{MSY})

La stima della biomassa in relazione ai *biomass reference points* risulta essere abbastanza difficile da ottenere a causa della difficoltà di stima di

questi ultimi, legata a serie storiche analizzate troppo brevi. Per tanto, dei 67 stocks valutati in Mediterraneo soltanto 14 possiedono risultati validi in merito alla biomassa; ancor meno ce ne sono in Mar Nero. Confrontando i dati sulla biomassa del 2020 con quelli del 2018 è emerso che la maggior parte delle specie ittiche (30) ha mantenuto dei livelli costanti, mentre per 10 stocks la biomassa è diminuita e per 5 è aumentata [27], (**Fig. 1.15**). Per tanto, nel complesso tutte le specie prioritarie con una sufficiente disponibilità di informazioni mostrano una situazione migliorata in termini di biomassa rispetto al 2018.

Tuttavia, è importante considerare che non sempre è presente una relazione diretta e una risposta immediata tra la pressione di pesca esercitata sugli stocks e la loro biomassa; infatti, può accadere che, nonostante la mortalità da pesca venga ridotta, la biomassa non aumenti immediatamente, e questo può verificarsi o a causa di un ritardo nella risposta biologica da parte della specie considerata, oppure la riduzione dello sforzo di pesca è inadeguata per il recupero dello stock ittico in questione.

Tab. 1.3 – Tassi di sfruttamento (F/F_{MSY}) per specie prioritarie e sottozona geografica, con valore medio per specie [27].

	Western Mediterranean										Central Mediterranean							Adriatic Sea		Eastern Mediterranean					Black Sea			Mean							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	19	20	21	17	18	22	23	24	25	26	27		28	29	30				
Demersal species																																			
European hake	4.41	8.08			4.41	4.41	4.41	3.12	3.12	3.12	3.12	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.86	1.86		2.47	2.47					4.13									3.01
Red mullet	6.48					5.06	1.37	0.71	0.78			3.13	3.13	3.13	1.95	0.81	1.87	1.10			0.96				1.42						1.27			2.21	
Deep-water rose shrimp	1.73	2.14	2.14	2.07	1.60			1.22	1.22	1.22	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	2.30				2.30	2.30													1.68	
Giant red shrimp								2.14	2.14	2.14						1.38				1.38														1.84	
Blue and red shrimp	1.64	1.68			3.61	6.20		4.60	4.60	4.60																								3.85	
Norway lobster					0.69	3.80		0.50												1.58	1.58													1.63	
Surmullet					1.97																					3.70								2.84	
Blackspot seabream	-0.78		0.78																															0.78	
Turbot																															1.75			1.75	
Common cuttlefish																					1.17													1.17	
Common sole																					0.81													0.81	
Spottail mantis shrimp																2.54				0.79	2.54													1.95	
Purple dye murex																					1.08													1.08	
Horned octopus																					0.77													0.77	
Sand steenbras																															2.07			2.07	
Axillary seabream																										1.05								1.05	
Common pandora																										0.45		1.90						1.17	
Great Mediterranean scallop																					2.86													2.86	
Comber																											0.67							0.67	
Goldband goatfish																																			
Whiting																																			
Rapa whelk																																			
Peregrine shrimp																															2.85			2.85	
Caramote prawn																						2.11												2.11	
Brushtooth lizardfish																															1.87			1.87	
Bogue																											1.20							1.20	
Small pelagic species																																			
Sardine		2.77			1.72	0.05	0.19									2.78				4.49	4.49												2.36		
European anchovy						0.05	0.35									1.55				1.51	1.51												0.99		
European sprat																														0.9				0.90	
Mediterranean horse mackerel																																			
Roundsardnella																																			
Species of regional importance																																			
Common dolphinfish																																			
Species of conservation concern																																			
Piked dogfish																																			
European eel																																			
Red coral																																			

Note: Ratios of stocks in sustainable exploitation are highlighted in green.

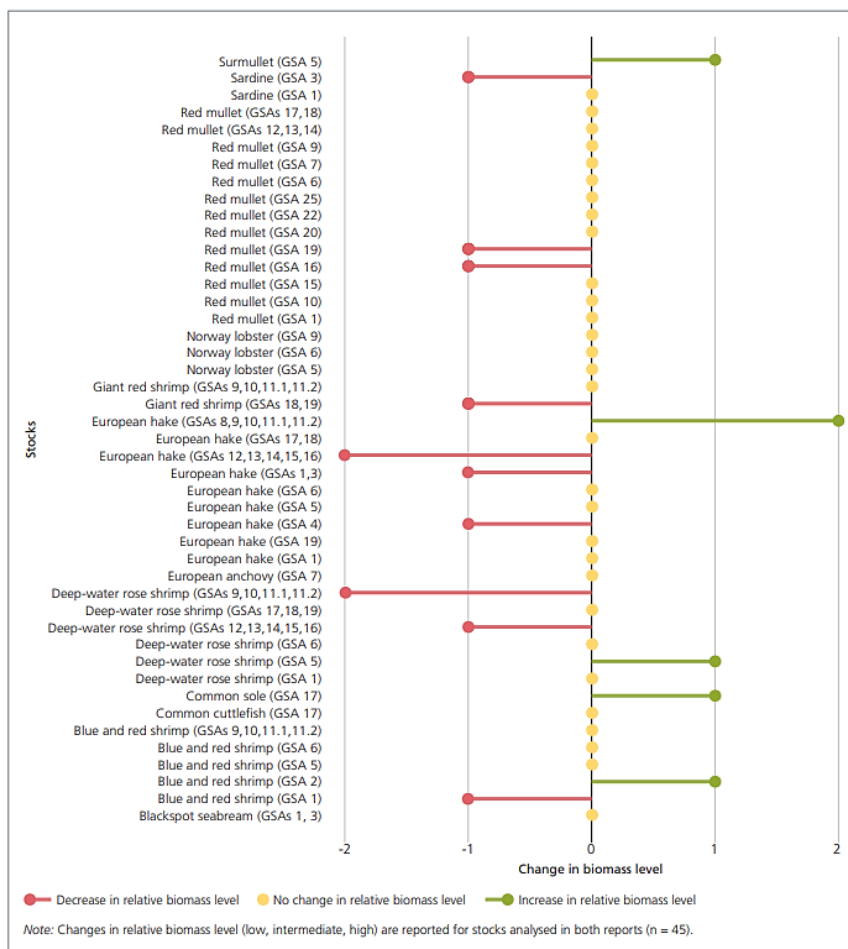


Fig. 1.15 – Confronto dei livelli di biomassa tra il 2018 e il 2020 nel Mar Mediterraneo e nel Mar Nero [27].

1.4. LA PESCA IN ITALIA

In relazione al quadro normativo europeo, il settore ittico italiano fa riferimento alla **Politica Comune della Pesca** (Common Fisheries Policy – CFP), che trova il suo fondamento giuridico negli articoli da 38 a 44 del titolo III del Trattato sul funzionamento dell’Unione europea (TFUE), con l’insieme degli atti normativi ad essa annessi. Tramite l’ultima riforma del 1° gennaio 2014 con il *Regolamento (UE) 1380/2013*, la CFP obbliga una

gestione del settore pesca nell'Unione Europea basata su piani pluriennali (delegando maggiori responsabilità a livello regionale e nazionale) formulati con un approccio eco-sistemico e considerando il principio di precauzione, adottando una dimensione di sostenibilità anche in ambito sociale ed economico, coerentemente con le strategie marittime dell'Unione Europea. La CFP e il suo quadro normativo indirizzano le politiche gestionali verso l'amministrazione di quattro settori:

- gestione degli stocks ittici, mirata a: sviluppare elevati rendimenti nel lungo termine grazie alla ricostituzione degli stocks, anche attraverso l'individuazione e la tutela, su indicazione dello stato membro, di Zone di Tutela Biologica (ZTB; Biological Protection Areas – BPAs) per le principali specie di interesse commerciale; definire strategie mirate ad una industria ittica più redditizia; tutelare la biodiversità e le risorse marine viventi; a ciò si aggiunge quanto previsto dalla Commissione Generale per la pesca nel Mediterraneo (General Fisheries Commission for the Mediterranean – GFCM) nel 2016, che ha approvato un piano di gestione pluriennale per le attività di pesca a strascico, con l'obiettivo di evitare il sovrasfruttamento del nasello *Merluccius merluccius* (European hake) e del gambero rosa *Parapenaeus longirostris* (deep-water rose shrimp) nell'Adriatico e nel Canale di Sicilia (dalla GSA 12 alla 16), stabilendo la creazione di tre Zone di Restrizione della Pesca

(Fisheries Restricted Areas – FRAs), tra cui anche quella della fossa di Pomo (*Decreto direttoriale n. 9046936/2020*) nell'Adriatico centrale, ove attuare una riduzione graduale dello sforzo di pesca e realizzare un piano internazionale di controllo, di monitoraggio e di sorveglianza delle attività di pesca (*REC.CM-GFCM/40/2016/4 integrate da REC.CM-GFCM 42/2018/5*);

- gestione delle attività di pesca al di fuori dell'Unione Europea, attraverso la definizione di accordi bilaterali e multilaterali atti a regolare l'attività di pescherecci europei operanti fuori dall'ambito geografico dell'Unione;
- migliore gestione ed organizzazione del mercato dei prodotti della pesca e dell'acquacoltura, in modo da: promuovere un uso sostenibile da parte degli operatori del settore, sviluppare un quadro più approfondito di norme per la commercializzazione e la tutela della concorrenza, promuovere una maggiore trasparenza ed informazione per i consumatori;
- gestione dei finanziamenti europei per le politiche relative alle attività di pesca.

Attualmente, è in corso il programma pluriennale italiano 2021 – 2027 volto alla gestione dei finanziamenti spettanti all'Italia per l'attuazione degli obiettivi prefissati dalla CFP. Si tratta di un **Fondo Europeo per gli Affari Marittimi, la Pesca e l'Acquacoltura (FEAMPA)**, *Regolamento (UE) n. 1139/2021*, che sostituisce il precedente *Regolamento (UE) n. 508/2014* del Parlamento europeo e del Consiglio, relativo alla programmazione 2014 – 2020. Gli interventi finanziati tramite il FEAMPA fanno parte di quattro “Priorità”:

- promuovere la pesca sostenibile e la conservazione delle risorse biologiche acquatiche;
- promuovere le attività di acquacoltura sostenibili e la trasformazione e la commercializzazione dei prodotti della pesca e dell'acquacoltura, contribuendo alla sicurezza alimentare nell'Unione;
- consentire un'economia blu sostenibile nelle aree costiere, insulari e interne, e promuovere lo sviluppo di comunità della pesca e dell'acquacoltura;
- rafforzare il governo internazionale degli oceani in modo da ottenere mari e oceani sicuri, protetti, puliti e gestiti in modo sostenibile.

Il FEAMPA è correlato ad altri strumenti legislativi volti alla gestione del settore ittico in Italia, quali:

- *Regolamento (CE) n. 1967/2006* del Consiglio del 21 dicembre 2006, relativo alle misure di gestione per lo sfruttamento sostenibile delle risorse della pesca nel mar Mediterraneo e recante modifica del regolamento (CEE) n. 2847/93 e che abroga il regolamento (CE) n. 1626/94;
- *Regolamento (UE) n. 1380/2013* del Parlamento europeo e del Consiglio dell'11 dicembre 2013, relativo alla politica comune della pesca, che modifica i regolamenti (CE) n. 1954/2003 e (CE) n. 1224/2009 del Consiglio e che abroga i regolamenti (CE) n. 2371/2002 e (CE) n. 639/2004 del Consiglio, nonché la decisione 2004/585/CE del Consiglio;
- *Regolamento (UE) n. 1004/2017* del Parlamento europeo e del Consiglio del 17 maggio 2017, che istituisce un quadro dell'Unione per la raccolta, la gestione e l'uso di dati nel settore della pesca e un sostegno alla consulenza scientifica relativa alla politica comune della pesca e che abroga il regolamento (CE) n. 199/2008 del Consiglio;
- *Regolamento (UE) n. 560/2020* del Parlamento europeo e del Consiglio del 23 aprile 2020, che modifica i regolamenti (UE) n. 508/2014 e (UE) n. 1379/2013 per quanto riguarda misure specifiche per attenuare l'impatto dell'epidemia di COVID-19 nel settore della pesca e dell'acquacoltura,

- *Regolamento (UE) n. 1139/2021* del Parlamento europeo e del Consiglio del 7 luglio 2021, che istituisce il Fondo europeo per gli affari marittimi, la pesca e l'acquacoltura e che modifica il *regolamento (UE) n. 1004/2017*.
- *Legge n. 91/2021* della Camera dei deputati ed il Senato della Repubblica italiana del 14 giugno 2021, che approva l'istituzione di una zona economica esclusiva oltre il limite esterno del mare territoriale.

Nel complesso, con tale legislazione l'Italia mette in atto un sistema di controllo del settore della pesca basato sulla gestione dello sforzo di pesca, quindi, della flotta peschereccia che deve rispettare i limiti di stazza lorda (173 506 GT) e di potenza motrice (1 070 028 kW) prestabiliti.

Secondo l'ultima valutazione FAO [27] nel 2021 la flotta peschereccia italiana era dotata di 10 311 unità, pari al 12% della flotta mondiale, con una stazza lorda di 126 722 (GT) e una potenza motrice di 809 847 kilowatt (kW); valori che confermano il trend di riduzione della flotta già osservato negli anni precedenti e che verrà in futuro ulteriormente ridimensionato in accordo con le Priorità FEAMPA.

Tra il 2018 e il 2020 la suddivisione della flotta da pesca per sistemi conferma la struttura registrata negli anni precedenti. Con 6680 battelli, la **piccola pesca** (Small-scale vessels) rappresenta di gran lunga il segmento

più importante in termini numerici, sommando da solo il 64.8% del totale della flotta. Tuttavia, il peso si riduce notevolmente in termini dimensionali, attestandosi al 13% del GT ed al 28.5% di potenza motore.

Con 2102 unità (il 20.4% del totale nazionale), la flotta operante con **attrezzi da traino** (Trawlers and beam trawlers) è la seconda in termini di numerosità e la prima in termini dimensionali. Difatti, tale sistema ricopre il 59.4% del GT ed il 47% della potenza motore nazionali.

Il segmento comprendente le **draghe idrauliche** e i **palangari** (Other fleet segments) conta in totale 1115 unità produttive che equivalgono al 10.8% della numerosità nazionale, al 10.8% del tonnellaggio ed al 13.2% del kW nazionale.

Infine, il segmento della **circuizione** (Purse seiners and pelagic trawlers), che comprende le imbarcazioni autorizzate alla pesca del tonno rosso, è costituito da 414 battelli (4% del totale) e rappresenta una quota consistente (5.1%) del tonnellaggio nazionale complessivo.

Per quanto riguarda la produzione ittica, il quantitativo dei prodotti sbarcati dalla flotta italiana tra il 2018 e il 2020 risulta essere pari a 155 700 tonnellate, a cui corrisponde un valore economico relativo alla prima vendita di circa 730 milioni di dollari. Il segmento dello strascico (Trawlers and beam trawlers) risulta essere dominante in termini economici, infatti, le quantità sbarcate si attestano a 40 326 tonnellate, pari al 31% della quantità

complessiva. Per tanto, al fine di proteggere gli ecosistemi più sensibili dall'impatto degli attrezzi da traino, per i mari che ricadono sotto la giurisdizione italiana (le acque entro le 12 miglia nautiche dalla linea di base e la Zona di Protezione Ecologica – ZTB) è vietata la pesca a strascico nelle aree con fondali più profondi di 1000 m, ed entro le 3 miglia nautiche dalla costa o entro la batimetrica dei 50 m, se tale profondità è raggiunta a distanze inferiori (*Regolamento CE n. 1967/2006*) [21], (**Fig. 1.16**). Perciò, le aree su cui la pesca a strascico è interdetta corrispondono a circa i 2/3 della superficie totale dei mari italiani, con un margine di correzione, verosimilmente per eccesso, legato alla parziale conoscenza della posizione e dell'estensione delle aree in cui sono presenti substrati biogenici.



Fig. 1.16 – Zona Economica Esclusiva (ZEE) italiana [21].

Lo stato degli stocks commerciali nei mari italiani è descritto in base ai dati raccolti nell'ambito del Programma Nazionale di Raccolta dei Dati Alieutici

(PNRDA) (*Regolamento UE n. 1004/2017*) e comprendono sia la serie storica dei dati raccolti nei trawl surveys (campagne di ricerca in mare come il MEDITS e Grund) sia i campionamenti biologici dello sbarcato commerciale (Campbiol) e, per la frazione dei piccoli pelagici, le serie storiche ed alcuni risultati ottenuti dai survey acustici (MEDIAS). La valutazione sullo stato degli stocks condivisi con altri paesi del Mediterraneo viene realizzata in ambito GFCM-FAO (AdriaMed, MedSudMed, EastMed). La valutazione degli stocks maggiormente sfruttati dai pescherecci italiani viene effettuata anche dal gruppo di lavoro sul mar Mediterraneo del Comitato Scientifico, Tecnico ed Economico per la Pesca (CSTEP) istituito presso la Commissione Europea. Gli ultimi dati raccolti e analizzati sono stati pubblicati nel 2022 dal Ministero italiano delle politiche agricole, agroalimentari e forestali (MIPAAF) nell'Annuario sullo stato delle risorse e sulle strutture produttive dei mari italiani. I risultati delle valutazioni scientifiche sui principali stocks commerciali continuano a descrivere una situazione di sovrasfruttamento delle risorse ittiche seppure con qualche segnale di miglioramento nelle diverse sub aree geografiche (GSAs) [29].

In particolare, per il nasello *Merluccius merluccius* (European hake) si osserva un generalizzato stato di sovrasfruttamento in tutte le GSAs italiane, con una mortalità da pesca molto superiore a quella necessaria al

raggiungimento della massima cattura sostenibile (Maximum Sustainable Yield – MSY).

Altre specie demersali come il moscardino *Eledone cirrhosa* (horned octopus) e la sogliola *Solea solea* (common sole) presentano una situazione meno grave e molto diversificata nelle diverse GSAs, mentre per la triglia di fango *Mullus barbatus* (red mullet) sono stati registrati segnali di netta ripresa dello stock, seppure alcune evidenze segnalino un eccessivo sfruttamento nello Ionio e nel canale di Sicilia (GSA 16 e 19).

Situazione ugualmente positiva quella del gambero rosa *Parapenaeus longirostris* (deep-water rose shrimp) in fase di incremento in diverse GSAs, con segnali di overfishing solo nella 10 e la 16, mentre il gambero rosso *Aristaeomorpha foliacea* (giant red shrimp) presenta un livello di sfruttamento sostenibile nella sola GSA 9 e segnali di ripresa nella 18 e 19, ma situazioni preoccupanti nelle GSA 10 e 11.

Tra i crostacei i dati più negativi sono relativi al gambero viola *Aristeus antennatus* (blue and red shrimp) e allo scampo *Nephrops norvegicus* (Norway lobster) che risultano ovunque in una situazione critica.

Per quanto riguarda l'acciuga *Engraulis encrasicolus* (European anchovy) e la sardina *Sardina pilchardus* (European sardine) permane una situazione di sovrasfruttamento soprattutto nelle GSAs adriatiche (meno grave quella

della 18) seppure con fluttuazioni interannuali anche in relazione a fattori ambientali.

Tra i cefalopodi emergono dati positivi per il totano *Illex coindetii* (shortfin squid) nelle GSA 17 e 18, dove la seppia *Sepia officinalis* (common cuttlefish) presenta al contrario segnali preoccupanti.

Altre specie, come il sugarello *Trachurus trachurus* (horse mackerel) o la pannocchia *Squilla mantis* (spottail mantis shrimp), valutate solo in alcune GSAs, hanno mostrato tutte una mortalità da pesca eccessiva.

Infine, per quanto riguarda i grandi pelagici, oggetto di gestione delegata e controllata dalla Commissione internazionale per la conservazione dei tinnidi dell'Atlantico (International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas – ICCAT), è ormai evidente la netta ripresa dello stock del tonno rosso *Thynnus thynnus* (bluefin tuna), mentre rimane negativa la situazione del pesce spada *Xiphias gladius* (swordfish).

1.5. GSA 17 – ADRIATICO SETTENTRIONALE

L'Adriatico è un mare epicontinentale di 121 668 km² la cui profondità aumenta da nord a sud. Da un punto di vista gestionale è suddiviso in due sub aree: la GSA 17 che comprende l'alto e il medio Adriatico e la GSA 18 che corrisponde alla zona meridionale.

1.5.1. Inquadramento ecologico, caratteristiche geografiche e ambientali

La GSA 17 ha una superficie di 92 660 km² e si estende dal Golfo di Trieste fino alla congiungente che collega Gargano al confine Croazia-Montenegro [29], (**Fig. 1.17**). L'area totale interessa le coste delle regioni Friuli-Venezia Giulia, Veneto, Emilia-Romagna, Marche, Abruzzo e Molise sul versante italiano, e le coste della Slovenia, Croazia e Bosnia sul versante orientale.

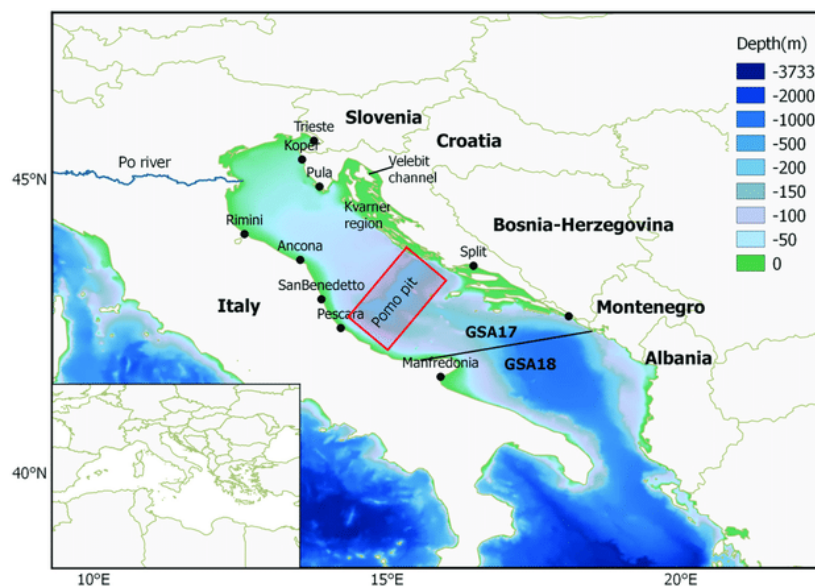


Fig. 1.17 – Mappa dell'Adriatico [29].

Grandi differenze morfologiche si riscontrano tra il versante italiano e quello orientale. Infatti, la costa balcanica è alta, rocciosa e frastagliata, con molte isole di varia dimensione, che delimitano canali, ampie aree marine interne e baie. La costa occidentale invece è prevalentemente bassa, piatta e

sabbiosa, ad eccezione del Monte Conero e del promontorio del Gargano. Inoltre, vi è la presenza di ampie lagune nella parte settentrionale, nell'area del delta del Po e a nord del promontorio del Gargano.

L'alto e il medio Adriatico sono caratterizzati da un'ampia piattaforma continentale che si estende per gran parte dell'area. La parte settentrionale ha basse profondità che aumentano gradualmente verso sud, fino ad arrivare ad un massimo di 70 metri. L'Adriatico centrale raggiunge la profondità massima nella fossa di Pomo (273 m); questa è la sola area del bacino caratterizzata da profondità maggiori di 200 metri, assieme al confine meridionale della GSA 17 con la GSA 18, dove le profondità aumentano a causa dell'inizio della scarpata sud-adriatica.

La temperatura delle acque superficiali del bacino adriatico mostra un chiaro ciclo stagionale, con escursioni termiche legate agli scambi con l'atmosfera che superano i 10 °C. In estate, la temperatura superficiale è di 23 – 24 °C sia sulle aree costiere sia in mare aperto, grazie alla presenza di un termoclino a 30 m di profondità in alto Adriatico e a 50 m in Adriatico centrale che separa nettamente lo strato superficiale da quello sottostante. In inverno, l'intero bacino settentrionale, essendo poco profondo, subisce un rapido raffreddamento a causa dei venti freddi provenienti da nord-est. Per tanto, in media si osserva un gradiente di temperatura crescente dalla costa occidentale (>11 °C) a quella orientale (circa 14 °C). Nelle acque profonde

della fossa di Pomo la temperatura rimane costante attorno a 11.5 °C. Considerando, le aree costiere e quelle lagunari, le elevate variazioni di temperatura condizionano gli spostamenti di diversi organismi e alcuni cicli biologici; in inverno molte specie demersali di interesse commerciale migrano dalla costa verso il largo, dove permangono condizioni termiche maggiormente idonee.

Mediamente l'Adriatico ha una salinità di 38.3 PSU, valore che tende a diminuire da nord a sud, e dal mare aperto alla costa. Le acque costiere risultano essere più dolci a causa dell'immissione di numerosi fiumi, soprattutto nell'area nord-ovest del bacino, dove le acque rimangono sempre ben separate e distinguibili dalle acque a largo, e quindi, dal fronte salino presente sulla costa occidentale. Inoltre, la variazione stagionale della portata dei fiumi influenza non solo la salinità delle acque costiere, ma anche gli spostamenti da ambienti salmastri al mare aperto e viceversa di alcuni organismi.

L'elevato apporto di nutrienti tramite le acque fluviali determina un aumento della produzione primaria che si riflette sulla rete trofica, portando ad un'alta produttività ittica e rendendo l'Adriatico una delle aree più produttive del Mediterraneo ai fini della pesca. In particolare, l'apporto di acque dolci fluviali condiziona la produttività di alcune aree, quali la foce del fiume Neretva in Croazia e l'area antistante la foce del Po in Italia. In estate, a causa

dell'elevata temperatura, dei prolungati periodi di mare calmo e dell'elevato apporto di acque dolci, si verifica una situazione di stratificazione della colonna d'acqua, in cui avviene la separazione degli strati d'acqua più profondi con una temperatura minore e una salinità maggiore, da quelli superficiali più caldi e meno salati. In questo modo, i nutrienti portati dai fiumi vengono intrappolati negli strati superficiali della colonna d'acqua, permettendo così la proliferazione microalgale (Dinoflagellate) durante il periodo estivo. Tuttavia, a questi bloom algali spesso sono associati fenomeni di ipossia o anossia, che causano notevoli danni alle risorse demersali e alle specie bentoniche.

La circolazione generale in Adriatico settentrionale è di tipo ciclonico, con masse d'acqua che entrano attraverso il canale di Otranto, dopo essersi formate nel Levantino, e scorrono lungo la costa orientale, fino a raggiungere il Golfo di Trieste. Il flusso di ritorno è dato dalle acque fredde del Nord Adriatico (North Adriatic Deep Water – NAdDW) che, formatesi in inverno a causa dei venti freddi nord-orientali, defluiscono in profondità verso sud lungo la costa italiana, e a livello della fossa di Pomo contribuiscono a formare le acque profonde dell'Adriatico (Adriatic Deep Water – AdDW), che usciranno dal settore adriatico sempre sul lato occidentale [30], (**Fig. 1.18**). La circolazione generale è composta da correnti e vortici che

compaiono, si rafforzano e si modificano su scala spaziale nelle diverse stagioni.

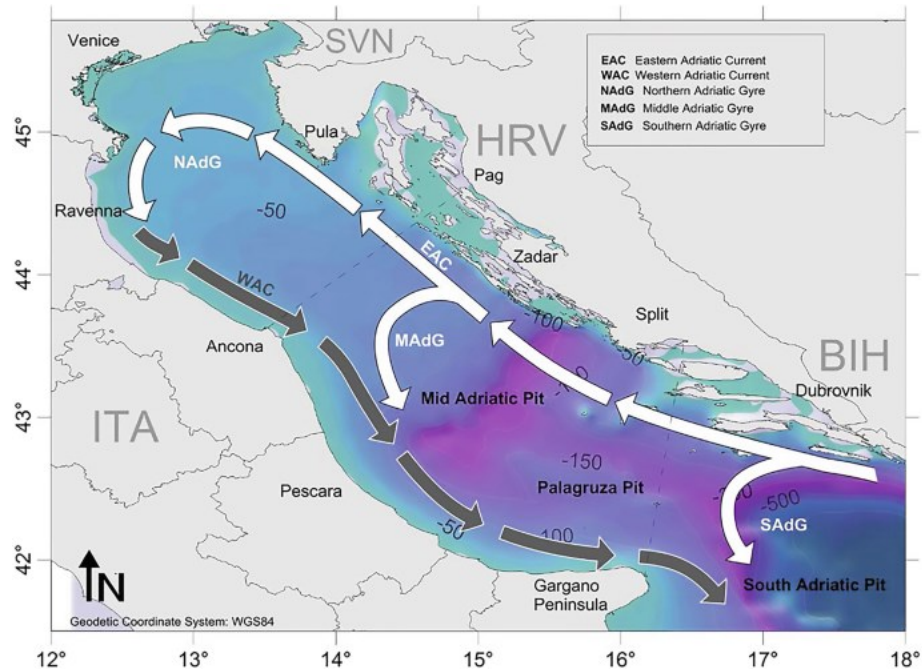


Fig. 1.18 – Circolazione e vortici nella GSA 17 [30].

La maggior parte del fondale è ricoperto da sedimenti recenti di diversa composizione minerale e granulometrica, il cui trasporto è legato alle correnti marine, che favoriscono una dispersione longitudinale dei sedimenti.

Procedendo dalla costa italiana verso il largo vi è una stretta striscia di sabbie litorali fino alla profondità di 5 – 7 metri, seguita da un'ampia fascia di sabbia mista a fango, e successivamente è presente solo fango fino a 30 – 40 km dalla costa, che dal traverso del Po si protende verso sud, fino a collegarsi ai

depositi profondi della zona meridionale. Per tanto, i fondali settentrionali presentano una situazione differente rispetto a quella dei fondali meridionali, caratterizzati da materiale fine e scarse sabbie. In aggiunta, nella parte settentrionale, più al largo, dopo una zona dei sedimenti misti (sabbie fangose e fanghi sabbiosi) è possibile trovare nuovamente delle sabbie, interpretate come depositi “relitti” lasciati durante la fase di Trasgressione Flandriana (6000 a.C.). Queste sarebbero state depositate quando il mare, dopo essersi ritirato a sud fino a Pescara per effetto dell’ultima glaciazione (15 000 – 18 000 anni fa), ha ricominciato a progredire, spargendo sulla pianura emersa i depositi di sabbia.

In alto Adriatico sono presenti, inoltre, due tipologie di fondali di notevole interesse; il primo è rappresentato da piccoli dossi di sedimento sabbioso, con diametro variabile da poche centinaia di metri a qualche chilometro, che emergono dai fondi fangosi e ospitano una comunità biologica particolare; in queste zone è effettuata la pesca dei fasolari, ovvero di *Callista chione* (smooth clam). Nelle stesse aree è possibile trovare anche un numero elevato delle cosiddette “Tenue”, strutture solide di origine biogenica, che impediscono la pesca a strascico.

Sul lato occidentale, la lieve pendenza dei fondali determina la distribuzione delle biocenosi lungo fasce parallele alla costa; mentre, sul lato orientale è

presente una struttura a mosaico dei fondali e delle biocenosi che li popolano. All'interno dei canali croati, infatti, l'elevata varietà di sedimenti costieri misti a quelli tipici delle acque profonde del largo determina una composizione delle comunità bentoniche estremamente complessa ed eterogenea.

Partendo dalla costa occidentale verso il largo si ritrova fino a circa 2.5 metri di profondità la biocenosi delle Sabbie Fini Superficiali (SBS) caratterizzata da bivalvi del genere *Donax*, *Tellina tenuis*, *Lentidium mediterraneum*; questa è poi sostituita dalla biocenosi delle Sabbie Fini Ben Calibrate (SFBC), caratterizzate dalla dominanza di *Chamelea gallina*, da altri bivalvi, tra cui *Ensis spp.* e dal gasteropode *Nassarius mutabilis*. Verso il largo, tra 15 e 20 metri di profondità, aumentando la componente fangosa, si trova una biocenosi transitoria tra la biocenosi delle Sabbie Fini Ben Calibrate e la biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri, con *Corbula gibba*, che rappresenta la specie dominante. Più al largo, fino a circa 50 – 60 metri di profondità, si trova un'ampia fascia di biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri (VTC) dominata dal gasteropode *Turritella communis*, e dai bivalvi *Corbula gibba* e *Nucula nucleus*. Questa biocenosi è affiancata, nella parte orientale, dalla biocenosi del Detritico del Largo (DL) connotata da sedimenti sabbiosi compatti e caratterizzata dalla presenza di *Tellina distorta* e di una ricca epifauna (spugne, ascidie, antozoi, ecc.).

Nell'area centro-orientale del Golfo di Venezia, tra la biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri e la biocenosi del Detritico del Largo, si ritrova la biocenosi del Detritico Costiero (DC), mentre a Sud di Pescara, oltre i Fanghi Terrigeni Costieri, si ritrova la biocenosi dei Fanghi del Largo (VL) con la facies a *Nephrops norvegicus* e *Nucula profunda*. A seguito di estese morie, conseguenze di fenomeni di anossia, in particolare nel 1977, si sono verificati numerosi cambiamenti nella composizione di alcune biocenosi del Nord Adriatico e ancora oggi, limitatamente ad alcune aree, si registrano forti fluttuazioni di abbondanza per alcune specie. Va considerato che il bentos è fortemente condizionato anche dall'azione del settore ittico; ad esempio, aree dove era difficile la pesca con reti da traino, perché molto ricche in passato di poriferi del genere *Geodia*, sono state gradualmente ripulite e ora sono aree strascicabili [31].

Nella GSA 17 è possibile trovare biomi marini con una limitata estensione spaziale, ma con un grande valore ecologico, come le lagune di Grado, Marano, Venezia e le valli di Comacchio e del delta del Po, che rappresentano degli ambienti di transizione particolarmente fragili, ma di fondamentale importanza per il ciclo biologico delle specie eurialine. I dossi sabbiosi e le Tenue dell'alto Adriatico, come le numerose secche rocciose che emergono dai fondali a oltre 100 metri di profondità nel medio Adriatico,

sono tutti ambienti particolari che contribuiscono in maniera fondamentale alla diversità biologica dell'Adriatico settentrionale.

1.5.2. La pesca e il suo impatto

Secondo l'ultimo rapporto FAO del 2020 [27] la flotta italiana operante in Adriatico è distribuita principalmente nella GSA 17 (8616 unità) piuttosto che nella GSA 18 (1760 unità); infatti, l'Adriatico settentrionale concentra il 12% dello sforzo di pesca totale attivo in Mediterraneo, ottenendo così il secondo posto dopo la GSA 22 (Mar Egeo, 17%) (**Fig. 1.19**).

Considerando le singole GSAs all'interno della zona FAO 37, la GSA 17 è di nuovo al secondo posto in termini produttività: ogni anno nei principali porti (**Fig. 1.20**) di quest'area viene sbarcato circa il 12% delle catture totali (**Fig. 1.21**). Tra le principali specie commerciali pescate vi è la sardina *Sardina pilchardus* (42.5%), l'acciuga *Engraulis encrasicolus* (16.3%), la vongola *Chamelea gallina* (10.6%) e il nasello europeo *Merluccius merluccius* (2.4%).

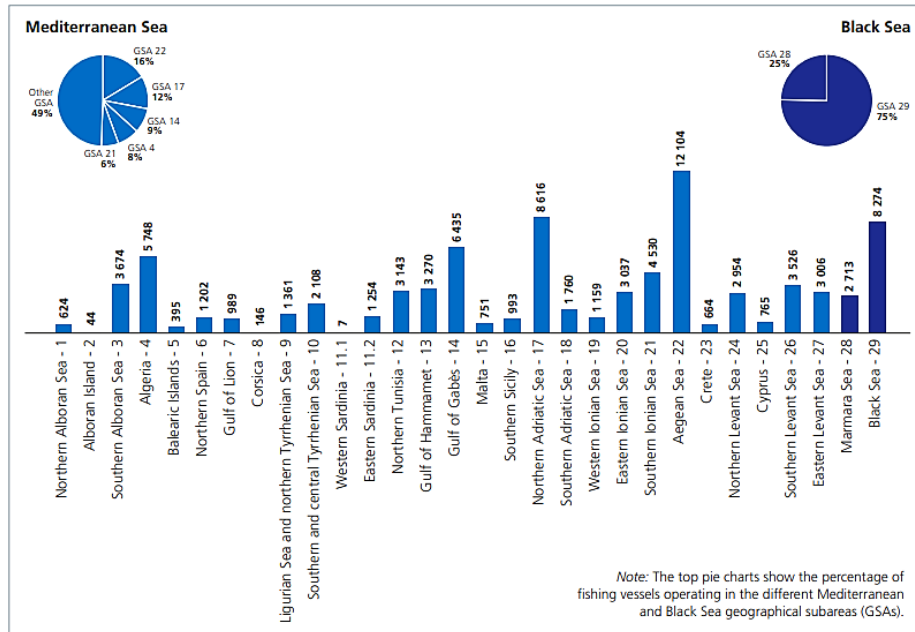


Fig. 1.19 – Numero di pescherecci operativi per sub-area geografica [27].

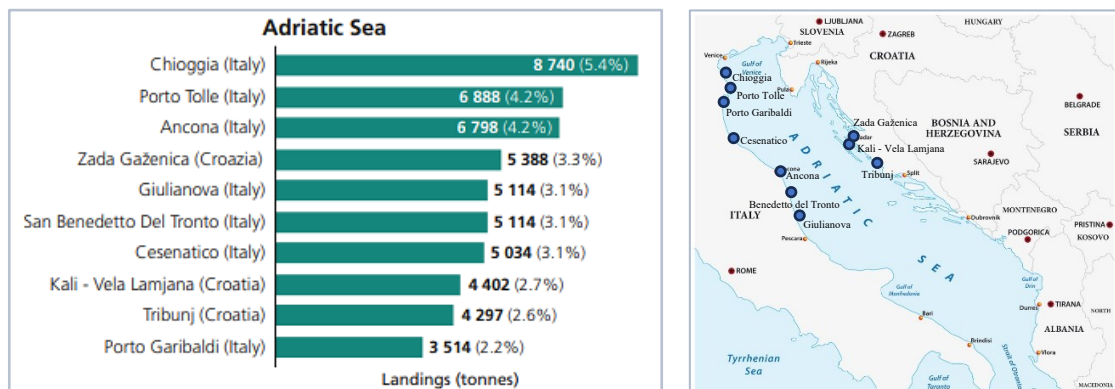


Fig. 1.20 – Principali porti in termini di sbarchi nella GSA 17 [27].

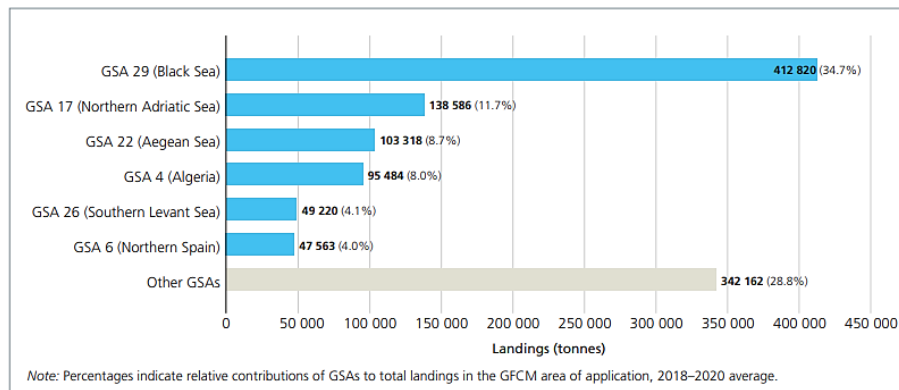


Fig. 1.21 – Sbarchi medi annui per sub-area geografica (2018 – 2020) [27].

In Adriatico il segmento da pesca più numeroso è rappresentato delle “Navi di piccole dimensioni” (Small-scale vessels) (77.7%), seguito dai “Pescherecci da traino e sfogliare” (Trawlers and beam trawlers) (13%), dal gruppo “Altri segmenti da pesca” (Other fleet segments) (6.4%) e dai “Pescherecci con reti a circuizione e pescherecci pelagici” (Purse seiners and pelagic trawlers) (2.9%).

Tuttavia, anche se le “Navi di piccole dimensioni” risultano essere in numero maggiore non sono loro a determinare i profitti più alti legati alle catture, bensì, sono i “Pescherecci da traino e sfogliare” che annualmente comportano quasi il 50% (204 078 846 USD) dei guadagni totali in Adriatico [27]. Difatti, la pesca a strascico è l’attività più rilevante in questo mare da un punto di vista dello sforzo di pesca: come dimostrano i dati del 2018 [21] l’Adriatico è il bacino con il più alto valore di “Swept Area Ratio” (SAR) al mondo, ovvero il rapporto tra la superficie battuta dalla pesca a strascico e la superficie totale disponibile. Infatti, l’Adriatico supera di 30 volte (SAR = 7.9) il valore medio (SAR = 0.262) (**Fig. 1.22**). Ciò sottolinea il fatto che le reti da traino comportano un notevole impatto agli stocks ittici in Adriatico, e non solo a quelli di interesse commerciale, ma anche a quelli *non-target* e alle specie vulnerabili. Infatti, tra il 2018 e il 2020 le “Reti da fondo” (Bottom trawlers) hanno comportato il 44.3% degli scarti totali nella GSA 17 (**Fig. 1.23**), causando il rigetto in mare soprattutto della boga *Boops boops* (bogue)

(86.7%), del sugarello maggiore *Trachurus mediterraneus* (Mediterranean horse mackerel) (67.2%), del sugarello *Trachurus trachurus* (horse mackerel) (56.3%) e del pagello fragolino *Pagellus erythrinus* (common pandora) (55.1%) (**Tab. 1.4**).

Mentre, per quanto riguarda le specie vulnerabili la pesca con attrezzi da traino ha rappresentato in Adriatico la principale causa delle catture accidentali di tartarughe (87%) e di elasmobranchi (96%) tra il 2018 e il 2020 [27].

Attualmente, al fine di proteggere le risorse biologiche marine, in Adriatico la pesca a strascico è soggetta a delle restrizioni temporali e spaziali; infatti, è vietata entro le 3 miglia nautiche dalle coste italiane, entro le 12 miglia nautiche dalle coste croate ed entro le 6 miglia nautiche dalle coste slovene. In aggiunta, sono state create negli ultimi vent'anni diverse Aree Marine Protette e Zone di Tutela Biologica (ZTB) [31] (**Tab. 1.5**).

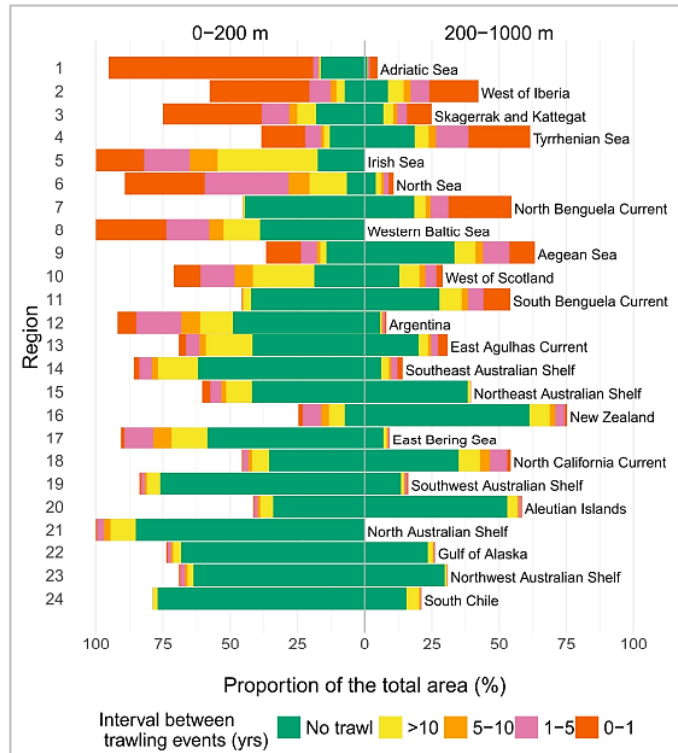


Fig. 1.22 – Proporzioni della superficie totale di ciascuna regione, a profondità comprese tra 0 e 200 e >200 – 1.000 m; sono state oggetto di pesca a strascico a frequenze diverse. I numeri dei codici regionali aumentano al diminuire del SAR regionale [21].

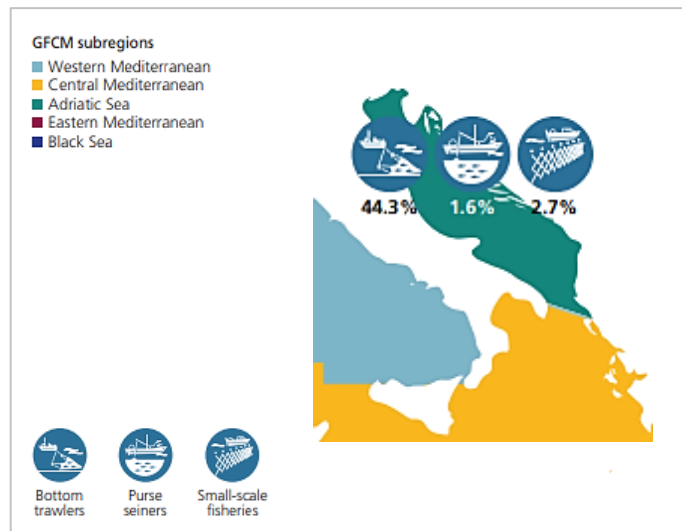


Fig. 1.23 – Tassi di rigetti dei pescherecci a strascico, dei pescherecci con reti a circuizione e della piccola pesca nella GSA 17 [27].

Tab. 1.4 – Rapporti di rigetti per le principali specie *target* commerciali dei pescherecci a strascico per sottoregione della CGPM [27].

Species	Western Mediterranean	Central Mediterranean	Adriatic Sea	Eastern Mediterranean	Black Sea
Giant red shrimp (<i>Aristaeomorpha foliacea</i>)	0.03%	0.20%	–	–	–
Blue and red shrimp (<i>Aristeus antennatus</i>)	0.48%	0.10%	–	–	–
Aristeidae	–	–	–	0.80%	–
Bogue (<i>Boops boops</i>)	83.27%	36.45%	86.77%	47.35%	–
European hake (<i>Merluccius merluccius</i>)	9.80%	7.80%	6.09%	9.20%	–
Red mullet (<i>Mullus barbatus</i>)	4.26%	1.02%	14.20%	0.46%	–
Surmullet (<i>Mullus surmuletus</i>)	6.81%	0.83%	13.67%	0.21%	–
Norway lobster (<i>Nephrops norvegicus</i>)	1.48%	2.88%	2.23%	3.21%	–
Common pandora (<i>Pagellus erythrinus</i>)	28.55%	63.23%	55.15%	11.55%	–
Deep-water rose shrimp (<i>Parapenaeus longirostris</i>)	4.79%	9.50%	8.61%	7.38%	–
Mediterranean horse mackerel (<i>Trachurus mediterraneus</i>)	54.65%	93.90%	67.23%	–	–
Atlantic horse mackerel (<i>Trachurus trachurus</i>)	76.92%	68.34%	56.32%	–	–
Jack and horse mackerels nei (<i>Trachurus</i> spp.)	–	–	–	9.11%	–

Tab. 1.5 – AMP e ZTB in Adriatico [31].

AMP: Aree Marine Protette

A carattere nazionale

- Miramare (istituita nel 1987, ASPIM dal 2008)
- Torre del Cerrano (istituita nel 2009)
- Isole Tremiti (istituita nel 1989)

ZTB: Zone di Tutela Biologica

- Miramare (esterna all'AMP) (istituita nel 2004)
- Tenue di Caorle (istituita nel 2009)
- Tenue di Chioggia (1° zona istituita nel 2002) (2° zona istituita nel 2004)
- Area fuori Ravenna (istituita nel 2004)
- Barbare (istituita nel 2004)
- Fossa di Pomo (istituita nel 1998)
- Isole Tremiti (esterna all'AMP) (istituita nel 2004)

1.6. OBIETTIVI DELLA TESI

Lo studio sperimentale svolto in questa tesi è stato condotto con lo scopo di verificare l'estensione e l'intensità dell'impatto della pesca nell'Adriatico settentrionale su stocks ittici appartenenti a specie con un basso (*non-target* commerciale) o assente valore commerciale (scarto).

Inoltre, in questa indagine si vuole dimostrare l'affidabilità delle stime ottenute tramite l'applicazione del metodo "data-poor" AMSY, che non utilizza dati commerciali ma solo dati provenienti da campagne di pesca sperimentale. Pertanto, i risultati sono stati messi a confronto con quelli già presenti in letteratura relativi alla specie *target Solea solea* (common sole) dell'alto Adriatico, il cui *stock assessment* si basa su modelli ormai convalidati, ovvero i cosiddetti "age-structured stock assessment models".

2. MATERIALI E METODI

La metodologia del lavoro svolto in questo elaborato di ricerca si basa sulla raccolta dati di abbondanza effettuata *in situ* dal 2005 al 2021 attraverso la campagna di pesca a strascico “SoleMon” (Solea Monitoring) e la loro successiva elaborazione tramite il software RStudio, utilizzando il *tool* AMSY.

2.1. CAMPAGNA DI PESCA A STRASCICO “SOLEMON”

Il progetto SoleMon, inizialmente finanziato dal Ministero italiano delle politiche agricole, agroalimentari e forestali (MIPAAF) e seguito dal CNR-ISMAR di Ancona e dall'ICRAM di Chioggia nel periodo compreso tra il 2004 e il 2007, è stato poi ampliato a tutti i paesi adriatici (Italia, Slovenia, Croazia, Albania, Montenegro), entrando ufficialmente a far parte nel 2017 del programma di raccolta dati sulla pesca (EU-MAP), cofinanziato dalla Commissione Europea, e tutt’ora operativo.

Si tratta di un’indagine sperimentale effettuata con un rapido modificato, volta a fornire dati *fishery-independent* sullo stato delle risorse ittiche demersali, per una gestione sostenibile delle specie marine sfruttate dalla pesca in Adriatico settentrionale. La sogliola *Solea solea* (common sole) rappresenta una delle specie *target* del “SoleMon”, poiché ha una grande

rilevanza commerciale sia nell'area FAO 37 sia nella GSA 17, fornendo rispettivamente il 15% e il 22% delle catture annue totali. Pertanto, fa parte delle specie per le quali si ha a disposizione uno "stock assesment" basato su una serie di dati temporali (indici di densità e di biomassa) relativamente ampia, come accade anche per la pannocchia *Squilla mantis* (spottail mantis shrimp), la seppia *Sepia officinalis* (common cuttlefish), la capasanta *Pecten jacobaeus* (great Mediterranean scallop), il canestrello *Aequipecten opercularis* (queen scallop), il rombo chiodato *Scophthalmus maximus* (turbot), il rombo liscio *Scophthalmus rhombus* (brill), il nasello europeo *Merluccius merluccius* (European hake), la triglia di fango *Mullus barbatus* (red mullet), le razze, famiglia *Rajidae* (skates) e la mazzancolla *Penaeus kerathurus* (caramote prawn), anch'esse specie *target* del SoleMon.

Trattandosi di una campagna di pesca a strascico, il SoleMon permette anche di mimare e valutare da un punto di vista quantitativo le catture accidentali delle risorse biologiche marine che si verificano nella GSA 17, rappresentando così, un valido strumento per lo studio sperimentale svolto in questa tesi.

2.1.1. Metodo di campionamento

Il *survey* in questione viene effettuato annualmente tra ottobre e dicembre, sulla base delle condizioni meteo marine, per una durata totale di circa 3 – 4 settimane. Le cale sono state pianificate secondo uno schema di campionamento batimetrico-stratificato, con un posizionamento casuale delle stazioni per ogni singolo strato. Inoltre, il numero delle stazioni aumenta nelle aree con una maggiore abbondanza delle specie *target*, e tale densità è stata valutata in precedenza tramite un *survey* sistematico esplorativo effettuato nel 2005.

Quindi, il campionamento nella GSA 17 viene effettuato in 66 stazioni collocate in acque italiane e in 1 situata in acque slovene (0 – 30 m, 39 stazioni; 30 – 50 m, 17 stazioni; 50 – 100 m, 11 stazioni); in aggiunta, vengono considerate anche 7 stazioni nelle acque croate [32], (**Fig. 2.1**).

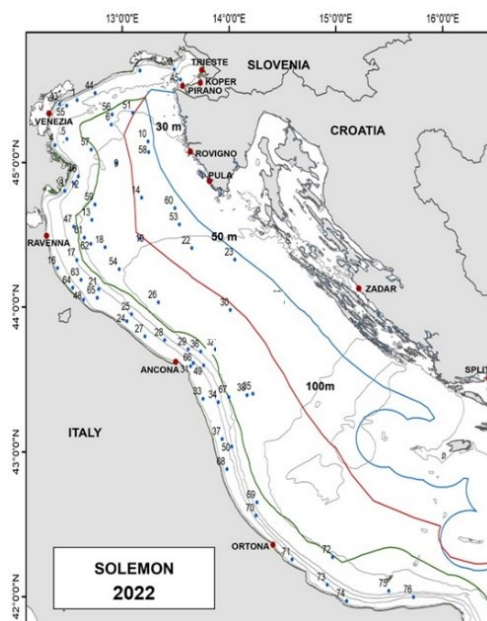


Fig. 2.1 – Posizione delle cale nella GSA 17 (Italia e Slovenia) dal 2007 ad oggi [32].

Le catture vengono eseguite durante il giorno, ovvero a partire da 30 minuti dopo il sorgere del sole e 30 minuti prima del crepuscolo. Per ogni stazione la cala ha una durata di 30 minuti dal momento di inizio di contatto col fondo a quello del recupero dell'attrezzo, tuttavia, in condizioni meteo marine avverse oppure in presenza di fondali ricchi di organismi bentonici (echinodermi appartenenti ai generi *Ophiothrix* e *Holothuria*) che ostruiscono rapidamente gli attrezzi da pesca, il tempo del campionamento può essere ridotto fino ad un minimo di 10 minuti, con la possibilità di effettuare delle repliche e di raggruppare le catture. Ad ogni cala, grazie alla presenza di un sistema di acquisizione dati (Minilog) posizionato sulla rete a strascico, vengono rilevati in tempo reale anche i parametri della

temperatura (T), della profondità (D) e della salinità (S) presenti nell'area considerata.

Alla fine della campagna si avranno a disposizione i parametri biologici delle principali specie *target* considerate all'interno del progetto SoleMon (**Tab. 2.1**), oltre alla classificazione e alla misurazione dei parametri biometrici di alcuni campioni di Macrobenthos, e al riconoscimento e alla suddivisione per classi dimensionali della *marine litter* (**Tab. 2.2**), [32].

Tab. 2.1 – Specie *target* e parametri biologici [32].

Species	Length	Sex and maturity	Individual weight (g)	Otolith	Tissue for genetic analysis	Stomach	Entire specimen
<i>Solea solea</i>	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes*	Yes*	Yes*
<i>Solea aegyptiaca</i>	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes*	Yes*	Yes*
<i>Platichthys flesus</i>	Yes	Yes	Yes	Yes			
<i>Scophthalmus maximus</i>	Yes	Yes	Yes	Yes			
<i>Scophthalmus rhombus</i>	Yes	Yes	Yes	Yes			
<i>Merluccius merluccius</i>	Yes	Yes	Yes				
<i>Mullus barbatus</i>	Yes	Yes	Yes				
<i>Raja asterias</i>	Yes	Yes	Yes				
<i>Raja clavata</i>	Yes	Yes	Yes				
<i>Parapenaeus longirostris</i>	Yes	Yes (only females)	Yes				
<i>Penaeus kerathurus</i>	Yes	Yes (only females)	Yes				
<i>Nephrops norvegicus</i>	Yes	Yes (only females)	Yes				
<i>Squilla mantis</i>	Yes	Yes (only females)	Yes				

Species	Length	Sex and maturity	Individual weight (g)	Otolith	Tissue for genetic analysis	Stomach	Entire specimen
<i>Sepia officinalis</i>	Yes	Yes	Yes				
<i>Pecten jacobaeus</i>	Yes		Yes				
<i>Aequipecten opercularis</i> / <i>Flexopecten glaber</i>	Yes		Yes				
OTHER ELASMOBRANCHS	Yes		Yes				
OTHER FISH AND COMMERCIAL SPECIES (CATEGORIES A, B and C)	Yes		TOTAL WEIGHT				
OTHER COMMERCIAL SHELLFISH (CATEGORY D)	TOTAL NUMBER		TOTAL WEIGHT				

* = to be analysed only if both *Solea* species are found in a haul

Tab. 2.2 – Marine litter [32].

A: Plastic	B: Sanitary waste	C: Metal	Related size category
A1. Bottle	B1. Diapers	C1. Cans (food)	A: <5*5 cm= 25 cm ²
A2. Sheets, indus. packaging, plastic sheeting	B2. Cotton buds	C2. Cans (beverage)	B: <10*10 cm= 100 cm ²
A3. Bag	B3. Cigarette butts	C3. Fishing related (weights, hooks, sinkers, lures)	C: <20*20 cm= 400 cm ²
A4. Caps/lids	B4. Condoms	C4. Drums	D: <50*50 cm= 2500 cm ²
A5. Fishing line (monofilament)	B5. Syringes	C5. Appliances (refrigerators, washers, etc.)	E: <100*100 cm= 10000 cm ² = 1 m ²
A6. Fishing line (entangled)	B6. Sanitary towels/tampon	C6. Car parts	F: >100*100 cm = 10000 cm ² = 1 m ²
A7. Synthetic rope	B7. Other sanitary waste	C7. Cables	
A8. Fishing net		C8. Other metal	
A9. Cable ties		C9. Middle size containers (of paint, oil, chemicals)	
A10. Strapping band		C10. Large metallic objects	
A11. Crates and containers			
A12. Mussel farming ropes			
A13. Other plastic			
A14. Food containers/wrappers			
A15. Other fishing related (pots, floats, etc.)			
D: Rubber	E: Glass/Ceramic	F: Natural products	G: Miscellaneous
D1. Boots	E1. Jar	F1. Wood (processed)	G1. Clothing/rag
D2. Balloons and balloon sticks	E2. Bottle	F2. Rope	G2. Shoes
D3. Bobbins (fishing)	E3. Piece	F3. Paper/cardboard	G3. Other miscellaneous
D4. Tyre	E4. Other glass/ceramics	F4. Pallets	G4. Carpet & Furnishing
D5. Glove		F5. Other natural products	G5. Other textiles
D6. Other rubber			

2.1.2. Caratteristiche dell’attrezzo da pesca “rapido”

L’attrezzo da pesca usato durante la campagna SoleMon per il campionamento è il “rapido”, ovvero una sfogliera (Beam trawl) modificata con un’imboccatura fissa che mantiene la rete aperta. Il lato inferiore del telaio è dotato di 46 denti in ferro che permettono di raschiare il fondale

marino e di catturare efficacemente le specie demersali. Sulla parte inferiore del telaio sono posizionate 4 slitte (120 mm di larghezza ciascuna) (Fig. 2.3) per facilitare lo scorrimento dell'attrezzo sul fondale, mentre sulla parte anteriore è montata con un'inclinazione di 35° un'asse di legno (Fig. 2.3), che funge da alettone per mantenere i denti del rapido a contatto con il fondale marino durante tutta l'operazione di pesca. Infatti, si tratta di un attrezzo che viene trainato ad elevata velocità (5 – 7 nodi) rispetto ad altre reti, e quindi, potrebbe facilmente perdere aderenza con il substrato.

La rete del rapido è costituita da nylon poliammide e ha una larghezza di 3,59 m, un'altezza di 0,25 m, una lunghezza di 7,2 m. Il peso totale dell'attrezzo è di 225 kg [32], (Fig. 2.2).

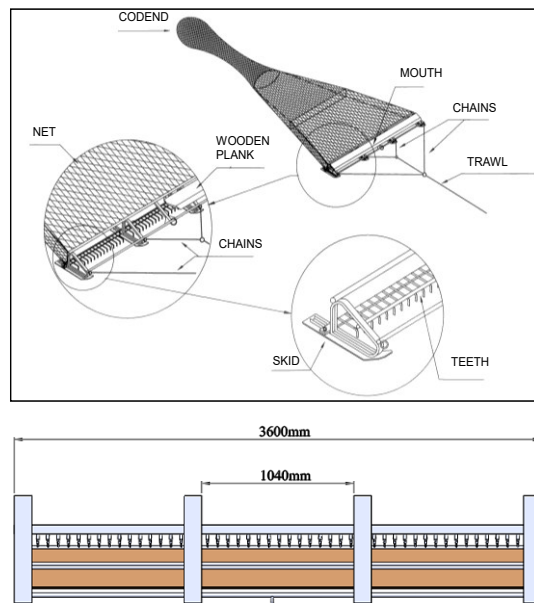


Fig. 2.2 – Rapido [32].

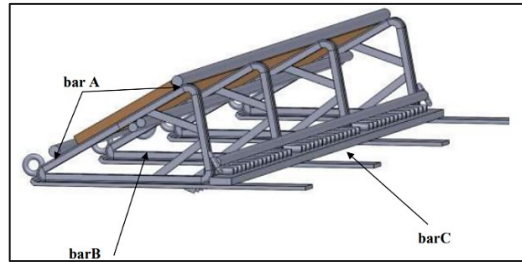


Fig. 2.3 – Telaio per reti da traino Rapido. Vista laterale-posteriore. Lunghezza della barra (A = Ø30 mm; B = Ø25 mm; C = Ø25 mm) [32].

Durante la campagna SoleMon si utilizzano due rapidi simultaneamente: il rapido A e il rapido D. Questi si differenziano per il fatto di avere una lunghezza di cavo diversa. Inoltre, le analisi del Macrobenthos vengono effettuate soltanto sui campioni ottenuti dal rapido D, posizionato sul lato sinistro dell'imbarcazione [32], (**Fig. 2.4**).

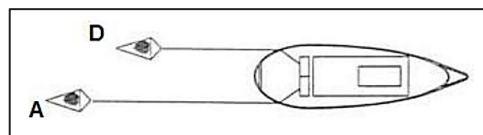


Fig. 2.4 – Disposizione degli attrezzi durante il trasporto [32].

2.2. ANALISI DEI DATI

Il survey SoleMon, oltre a fornire serie temporali sull'abbondanza (Catch per unit effort – CPUE) delle principali specie *target*, permette di ottenere anche dati sulla biomassa, offrendo così l'opportunità di valutare ugualmente lo

stato degli stocks di vertebrati e invertebrati con un basso (*non-target* commerciale) o assente valore commerciale (scarto), per i quali non esistono dati sulle catture.

Pertanto, tali dati sono stati utilizzati per effettuare lo *stock assessment* delle specie ittiche presenti in Adriatico sulla base del cosiddetto “Maximum Sustainable Yield” (MSY), in modo da verificare lo stato degli stocks sia in termini di biomassa (B) sia in termini di mortalità da pesca (F). Quindi, sono stati stimati i livelli di depauperamento della biomassa (overfished = livello di biomassa non sostenibile) e il tasso di sfruttamento (overfishing = pressione di pesca non sostenibile) delle risorse biologiche marine in Adriatico settentrionale.

2.2.1. Selezione delle specie

Tra le specie accessorie catturate durante la campagna di pesca SoleMon sono state selezionate 34 specie *non-target* commerciali, ovvero quelle con l’occorrenza media maggiore o uguale al terzo quartile (**Tab. 2.3**), e 24 specie scarto, scelte in un primo momento seguendo lo stesso criterio utilizzato per la prima categoria, e successivamente applicando il terzo quartile al peso medio delle catture per specie (**Tab. 2.4**). In questo modo

sono state selezionate le specie accessorie maggiormente rappresentative delle catture effettuate nella GSA 17 tra il 2005 e il 2021.

Tab 2.3 – Lista delle specie commerciali *non-target* species e i relativi codici.

SoleMon Code	Name	Faunistic category	Taxon 1	Taxon 2	Year of introduction
ALLOMED	<i>Alloteuthis media</i>	C	MOL	MYO	2005
APORPES	<i>Aporrhais pespelecani</i>	D	MOL	GAS	2007
ARNOLAT	<i>Arnoglossus laterna</i>	A	VER	ACT	2012
ARNOTHO	<i>Arnoglossus thori</i>	A	VER	ACT	2005
BUGLLUT	<i>Buglossidium luteum</i>	A	VER	ACT	2005
CEPOMAC	<i>Cepola macrophthalma</i>	A	VER	ACT	2007
CITHMAC	<i>Citharus linguatula</i>	A	VER	ACT	2012
ELEDMOS	<i>Eledone moschata</i>	C	MOL	OCT	2005
EUTRGUR	<i>Eutrigla gurnardus</i>	A	VER	ACT	2005
GADUMER	<i>Merlangius merlangus</i>	A	VER	ACT	2005
GALEECH	<i>Galeodea echinophora</i>	D	MOL	GAS	2007
GOBINIG	<i>Gobius niger</i>	A	VER	ACT	2005
HEXATRU	<i>Hexaplex trunculus</i>	D	MOL	GAS	2007
ILLECOI	<i>Illex coindetii</i>	C	MOL	OEG	2005
LEPTCAV	<i>Lepidotrigla cavillone</i>	A	VER	ACT	2005
LIODEP	<i>Liocarcinus depurator</i>	E	CRO	DEC	2007
LOPHBUD	<i>Lophius budegassa</i>	A	VER	ACT	2005
MAJASQU	<i>Maja squinado</i>	B	CRO	DEC	2005
MICUVAR	<i>Microchirus variegatus</i>	A	VER	ACT	2012
MODIBAR	<i>Modiolus barbatus</i>	D	MOL	BIV	2007
MUREBRA	<i>Bolinus brandaris</i>	D	MOL	GAS	2007
NASSMUT	<i>Tritia mutabilis</i>	D	MOL	GAS	2007
NATISTE	<i>Naticarius stercusmuscarum</i>	D	MOL	GAS	2007
OSTREDU	<i>Ostrea edulis</i>	D	MOL	BIV	2005
PAGEERY	<i>Pagellus erythrinus</i>	A	VER	ACT	2005
SCORNOT	<i>Scorpaena notata</i>	A	VER	ACT	2005
SEPIELE	<i>Sepia elegans</i>	C	MOL	SEP	2005
SERAHEP	<i>Serranus hepatus</i>	A	VER	ACT	2005
SOLEIMP	<i>Pegusa impar</i>	A	VER	ACT	2007
TETHFIM	<i>Tethys fimbria</i>	E	MOL	GAS	2005
TRAHDRA	<i>Trachinus draco</i>	A	VER	ACT	2005
TRIGLUC	<i>Chelidonichthys lucerna</i>	A	VER	ACT	2012
TRISCAP	<i>Trisopterus capelanus</i>	A	VER	ACT	2005
URANSCA	<i>Uranoscopus scaber</i>	A	VER	ACT	2005

Tab. 2.4 – Lista delle specie scarto e i relativi codici.

SoleMon Code	Name	Faunistic category	Taxon 1	Taxon 2	Year of introduction
ASCIMEN	<i>Ascidia mentula</i>	E	TUN	ASC	2007
ASCIVIR	<i>Ascidia virginea</i>	E	TUN	ASC	2007
ASTEGLA	<i>Marthasterias glacialis</i>	E	ECH	AST	2007
ASTRIRR	<i>Astropecten irregularis</i>	E	ECH	AST	2007
ATRIPEC	<i>Atrina pectinata</i>	E	MOL	BIV	2007
BRISATL	<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>	E	ECH	ECH	2012
CALLPAR	<i>Calliactis parasitica</i>	E	CNI	ANT	2007
FUSIROS	<i>Gracilipurpura rostrata</i>	E	MOL	GAS	2007
GONERHO	<i>Goneplax rhomboides</i>	E	CRO	DEC	2007
HOLOFOR	<i>Holothuria (Panningothuria) forskali</i>	E	ECH	HOL	2007
HOLOTUB	<i>Holothuria (Holothuria) tubulosa</i>	E	ECH	HOL	2007
LIOCVER	<i>Liocarcinus vernalis</i>	E	CRO	DEC	2007
MEDOLAN	<i>Medorippe lanata</i>	E	CRO	DEC	2007
MICRSPP	<i>Microcionidae spp.</i>	E	POR	DEM	2013
MICRSUL	<i>Microcosmus vulgaris</i>	E	TUN	ASC	2007
OCNUPLA	<i>Ocnus planci</i>	E	ECH	HOL	2007
OPHIFRA	<i>Ophiothrix fragilis</i>	E	ECH	AST	2007
OPHIOPH	<i>Ophiura ophiura</i>	E	ECH	AST	2007
PHALMAM	<i>Phallusia mammillata</i>	E	TUN	ASC	2007
PSAMMIC	<i>Psammechinus microtuberculatus</i>	E	ECH	ECH	2007
STICREG	<i>Parastichopus regalis</i>	E	ECH	HOL	2007
SUBEDOM	<i>Suberites domuncula</i>	E	POR	DEM	2007
TEDAANH	<i>Tedania (Tedania) anhelans</i>	E	POR	DEM	2013
TURRCOM	<i>Turritella communis</i>	E	MOL	GAS	2005

Faunistic category	Taxon 1	Taxon 2	Nature		Year of introduction
A	<i>Fishes and elasmobranchs</i>				
A	VER	ELA	Vertebrata	Elasmobranchii	2005
A	VER	ACT	Vertebrata	Actinopterygii	2005
B	<i>Crustaceans (edible)</i>				
B	CRO	DEC	Crustacea	Malacostraca (Decapoda)	2005
B	CRO	STO	Crustacea	Malacostraca (Stomatopoda)	2005
C	<i>Cephalopods</i>				
C	MOL	MYO	Mollusca	Cephalopoda (Myopsida)	2005
C	MOL	OEG	Mollusca	Cephalopoda (Oegopsida)	2005
C	MOL	SEP	Mollusca	Cephalopoda (Sepiida)	2005
C	MOL	OCT	Mollusca	Cephalopoda (Octopoda)	2005
D	<i>Other Edible species</i>				
D	MOL	BIV	Mollusca	Bivalvia	2005
D	MOL	GAS	Mollusca	Gastropoda	2007
E	<i>Other non-edible species</i>				
E	ANN	CLI	Annelida	Clitellata	2007
E	ANN	POL	Annelida	Polychaeta	2007
E	BRY	STE	Bryozoa	Stenolaemata	2018
E	BRY	GYM	Bryozoa	Gymnolaemata	2007
E	CNI	ANT	Cnidaria	Anthozoa	2007
E	CNI	HYD	Cnidaria	Hydrozoa	2007
E	CNI	SCY	Cnidaria	Scyphozoa	2017
E	CRO	HEX	Crustacea	Hexanauplia	2007
E	CRO	DEC	Crustacea	Malacostraca (Decapoda)	2005
E	CRO	ISO	Crustacea	Malacostraca (Isopoda)	2007
E	CTE	TEN	Ctenophora	Tentaculata	2015
E	ECH	AST	Echinodermata	Asteroidea	2007
E	ECH	CRI	Echinodermata	Crinoidea	2007
E	ECH	ECH	Echinodermata	Echinoidea	2007
E	ECH	HOL	Echinodermata	Holoturoidea	2007
E	ECH	OPH	Echinodermata	Ophiuroidea	2007
E	MOL	BIV	Mollusca	Bivalvia	2005
E	MOL	GAS	Mollusca	Gastropoda	2005
E	MOL	PLA	Mollusca	Polyplacophora	2007
E	MOL	SCA	Mollusca	Scaphopoda	2007
E	POR	DEM	Porifera	Demospongiae	2007
E	PLA	PLA	Platyhelminthes		2011
E	SIP	SIP	Sipuncula	Sipunculidea	2007
E	TUN	ASC	Tunicata	Ascidiacea	2007

2.2.2. Metodo AMSY

AMSY (Abundance Maximum Sustainable Yield) è un nuovo metodo “data-poor” che stima lo stato di sfruttamento di uno stock in relazione ai *reference points* basati sul concetto del “Massimo Sfruttamento Sostenibile” (B/B_{MSY} : rapporto tra la biomassa osservata, B , e la biomassa che si otterrebbe secondo il principio del “Maximum Sustainable Yield – MSY”, B_{MSY}) e al livello di sfruttamento (F/F_{MSY} : il livello relativo alla pressione di pesca, misurato sulla base del rapporto tra la mortalità da pesca, F , e la mortalità basata sul MSY, F_{MSY}) dai dati di abbondanza relativa (CPUE), combinati alla stima della resilienza, come quella disponibile su FishBase per i pesci e su SealifeBase per gli invertebrati. AMSY è stato ideato per gli stocks migratori o ad ampia diffusione, di cui sono noti i dati CPUE.

Oltre alle CPUE e alla resilienza, il modello AMSY necessita di un prior di partenza relativo alla dimensione dello stock vergine non ancora sfruttato in termini di biomassa (B_0), quindi, di un intervallo B/k compreso tra 0 e 1, corrispondente ad un anno selezionato all'interno della serie temporale considerata. Ad esempio, se la biomassa attuale fosse inferiore a quella dello stock d'origine, l'intervallo B/k (relativo alle CPUE dell'ultimo anno a disposizione) da scegliere sarebbe quello compreso tra 0.15 e 0.40; mentre, se le dimensioni attuali dello stock considerato fossero simili a quelle passate

allora l'intervallo B/k potrebbe essere compreso tra 0.75 e 1.00. Per tanto, AMSY utilizza i dati di input inseriti inizialmente (CPUE, priors della resilienza e della biomassa) per stimare la coppia di valori **r-max** (maximum intrinsic growth rate) e **k** (carrying capacity o B0) maggiormente compatibile con i dati ottenuti sperimentalmente.

Il prior per la biomassa scelto fa riferimento all'anno 2007, ovvero l'anno in cui tutte le specie considerate sono state inserite nel database del SoleMon, e gli intervalli B/k selezionati sono i seguenti:

1. $B/k = 0.75 - 1.00$ (stock non sfruttato);
2. $B/k = 0.50 - 0.85$ (stock sfruttato meno della metà);
3. $B/k = 0.35 - 0.65$ (stock sfruttato per circa la metà);
4. $B/k = 0.15 - 0.40$ (stock sfruttato per più della metà);
5. $B/k = 0.01 - 0.20$ (stock quasi completamente sfruttato).

Il modello AMSY per effettuare lo *stock assessment* delle specie selezionate richiede due *input files*: “CPUE_file” (**Tab. 2.5**) e il “ID_file” (**Tab. 2.6**), contenente le *stock-specific info* e i *settings* necessari affinché AMSY possa processare i dati inseriti. I *priors* utilizzati (resilienza e B/k) sono stati selezionati sulle base delle informazioni disponibili sui siti web *FishBase* e *SeaLifeBase* (**Tab. 2.7**).

Una volta elaborate le informazioni tramite il software RStudio, AMSY produrrà come *output files* dei *Kobe plot* per ogni singola specie, ovvero dei grafici a due matrici: sull'asse Y è rappresentata la serie storica della pressione di pesca (F/F_{MSY}), mentre sull'asse X è indicato lo stato della biomassa (B/B_{MSY}). Inoltre, la lettura dei *Kobe plot* è basata sulla distribuzione dei dati all'interno di quattro aree con colori diversi: il **rosso** indica uno stock con una biomassa vicina al collasso a causa dell'elevata pressione di pesca a cui è sottoposto, pertanto, si trova in una situazione sia di *overfished* ($B/B_{MSY} < 1$) sia di *overfishing* ($F/F_{MSY} > 1$); l'**arancione** denota un elevato sforzo di pesca e una biomassa ancora troppo ridotta rispetto a quella espressa dal "Massimo rendimento sostenibile"; il **giallo** rappresenta una biomassa ancora bassa, ma soggetta ad una pressione di pesca in calo; il **verde** mostra invece uno stock in buono stato da un punto di vista della biomassa ($B/B_{MSY} > 1$), sottoposto ad una pressione di pesca sostenibile ($F/F_{MSY} < 1$), in linea con il principio dell'MSY.

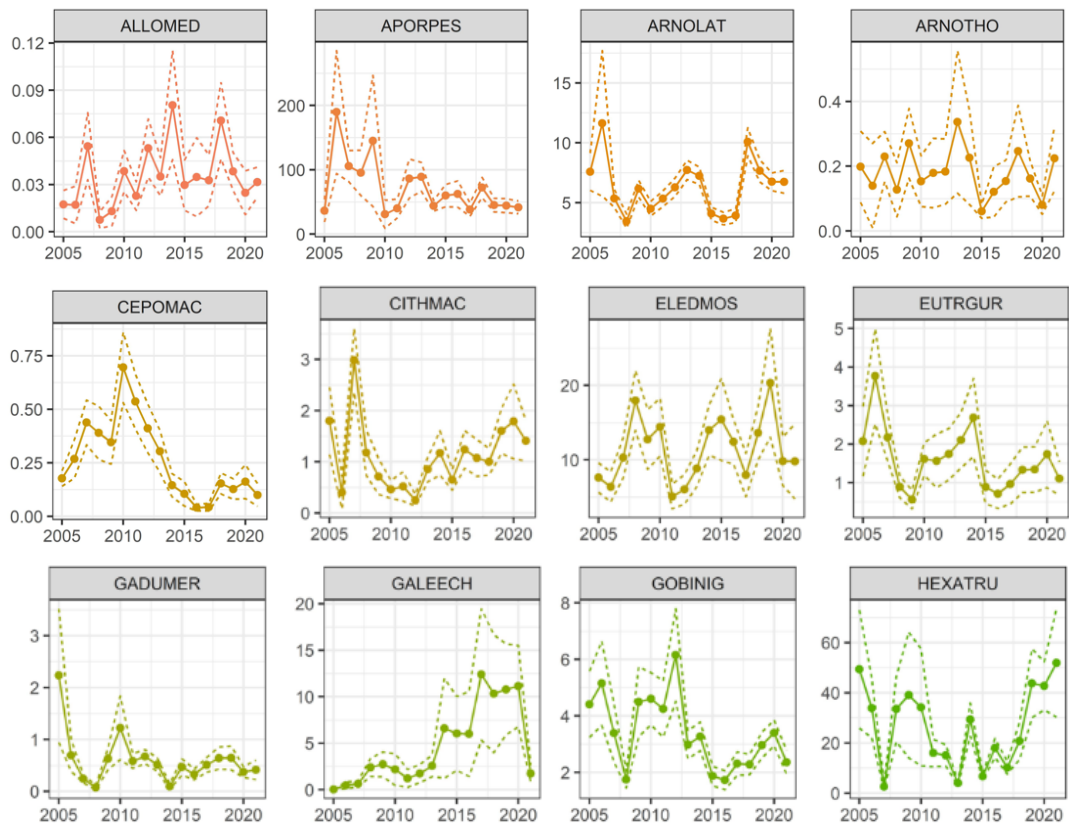
Tab. 2.7 – *Priors* (resilienza e intervalli B/k) utilizzati dal modello AMSY nella valutazione delle specie considerate. I *priors* sono stati selezionati sulle base delle informazioni provenienti dai siti web *FishBase* (vertebrati) e *SeaLifeBase* (invertebrati).

Resilience	Stocks
Very low	/
Low	TRIGLUC, SEPIELE
Medium	ALLOMED, APORPES, ARNOLAT, ASCIMEN, ASCIVIR, ASTRIRR, BRISATL, BUGLLUT, CALLPAR, CEPOMAC, CITHMAC, ELEDMOS, EUTRGUR, FUSIROS, GADUMER, GALEECH, GOBINIG, GONERHO, HEXATRU, HOLOFOR, HOLOTUB, ILLECOI, LIOCDEP, LEPTCAV, LOPHBUD, MAJASQU, MARTGLA, MICRSPP, MICRSUL, MICUVAR, MODIBAR, NASSMUT, NATISTE, OPHIFRA, OPHIOPH, OSTREDU, PAGEERY, PHALMAM, PSAMMIC, SCORNOT, SERAHEP, SOLEIMP, SOLEVUL, STICREG, SUBEDOM, TEDAANH, TETHFIM, TRAHDRA, TRISCAP, URANSCA
High	ASTRIPEC, LIOCVER, MEDOLAN, MUREBRA, OCNUPLA

B/k	Stocks
Very small	SEPIELE
Small	CEPOMAC
About half	ASCIMEN, ASCIVIR, ASTRIRR, BRISATL, CALLPAR, CITHMAC, GADUMER, GOBINIG, HOLOFOR, HOLOTUB, LEPTCAV, MARTGLA, MEDOLAN, MICRSPP, OCNUPLA, OPHIFRA, OPHIOPH, PHALMAM, PSAMMIC, SOLEVUL, STICREG, SUBEDOM, TEDAANH
More than half	ALLOMED, APORPES, ARNOLAT, ASTRIPEC, BUGLLUT, ELEDMOS, EUTRGUR, FUSIROS, GALEECH, GONERHO, HEXATRU, ILLECOI, LIOCDEP, LIOCVER, LOPHBUD, MAJASQU, MICRSUL, MICUVAR, MODIBAR, MUREBRA, NASSMUT, NATISTE, OSTREDU, PAGEERY, SCORNOT, SERAHEP, SOLEIMP, TETHFIM, TRAHDRA, TRIGLUC, TRISCAP, URANSCA

3. RISULTATI

I dati di abbondanza relativa (CPUE) processati dal modello AMSY nella valutazione degli stocks ittici considerati fanno riferimento alla *BiomIndex* (Fig. 3.1a, 3.1b, 3.1c), ovvero ai chilogrammi osservati per km² strascicato tramite il rapido durante la compagna SoleMon. Pertanto, l'andamento della *BiomIndex* è stato utilizzato nella scelta degli intervalli B/k per ciascuna specie.



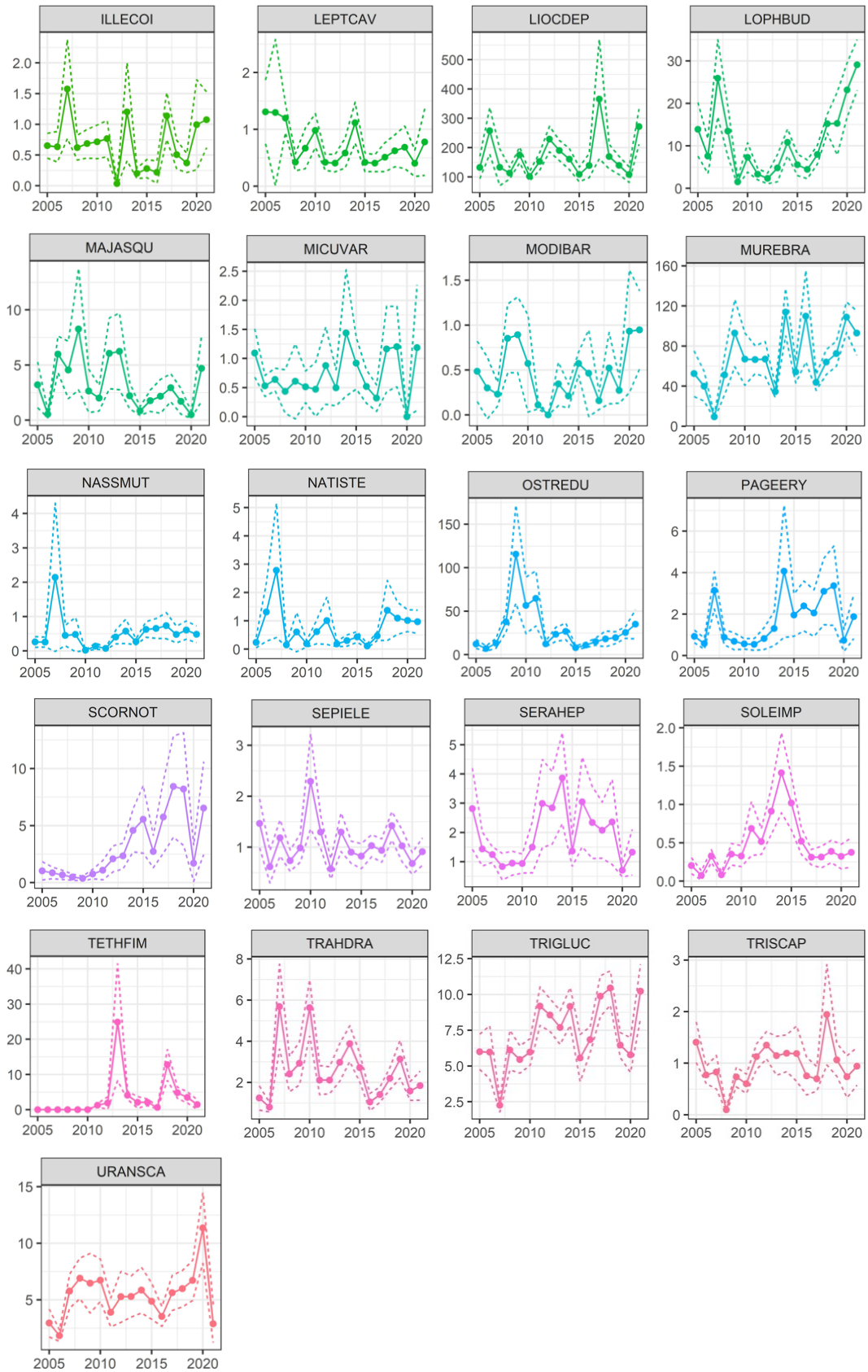


Fig. 3.1a – *BiomIndex* (asse Y – $\text{kg}/\text{km}^2 \pm \text{dev. std.}$): indici di biomassa relativa estrapolati dai dati SoleMon (2005 – 2021) per le singole specie commerciali *non-target*.

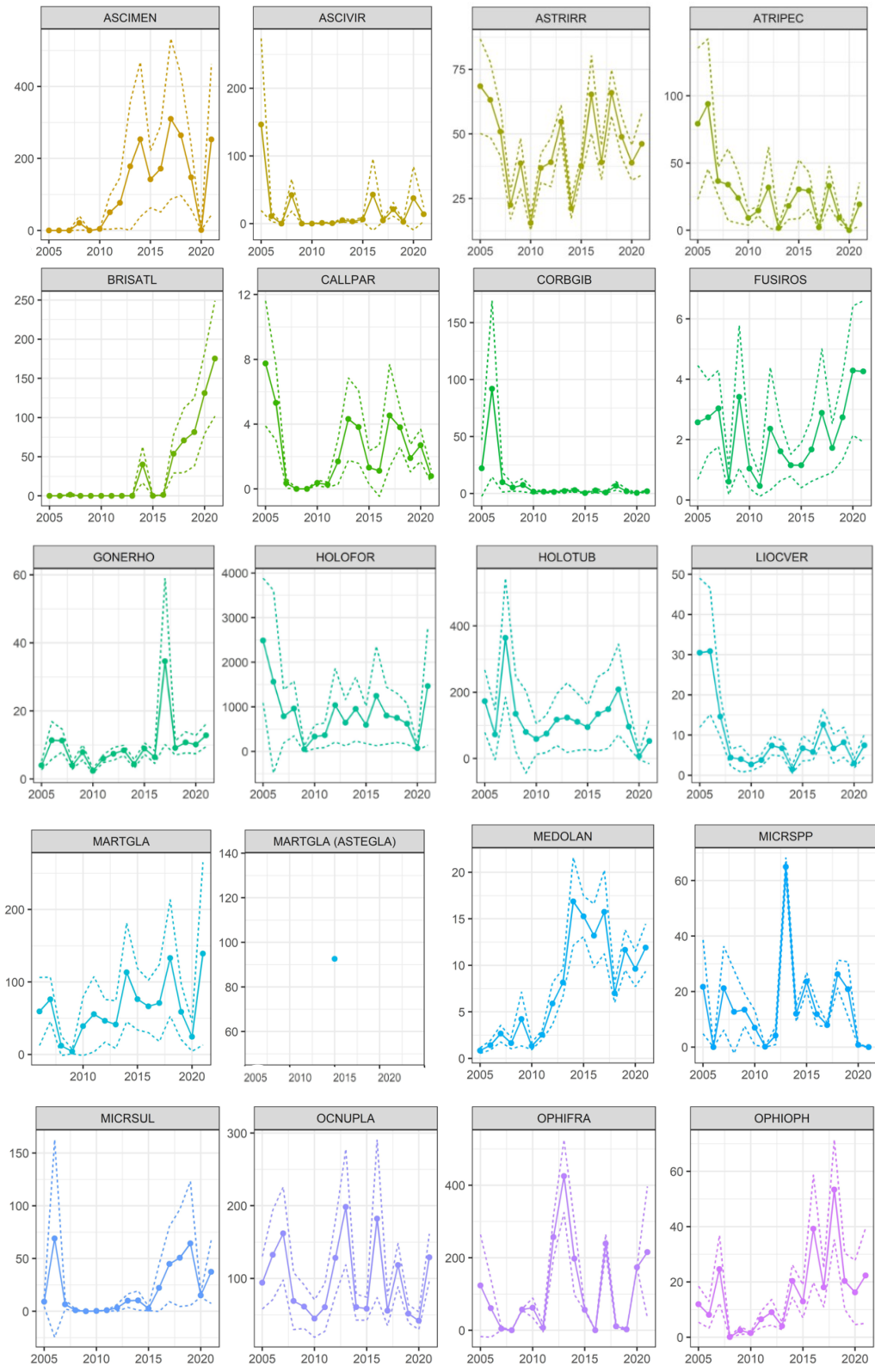




Fig. 3.1b – *BiomIndex* (asse Y – kg/km² ± dev std.): indici di biomassa relativa estrapolati dai dati SoleMon (2005 – 2021) per le singole specie *scarto*.

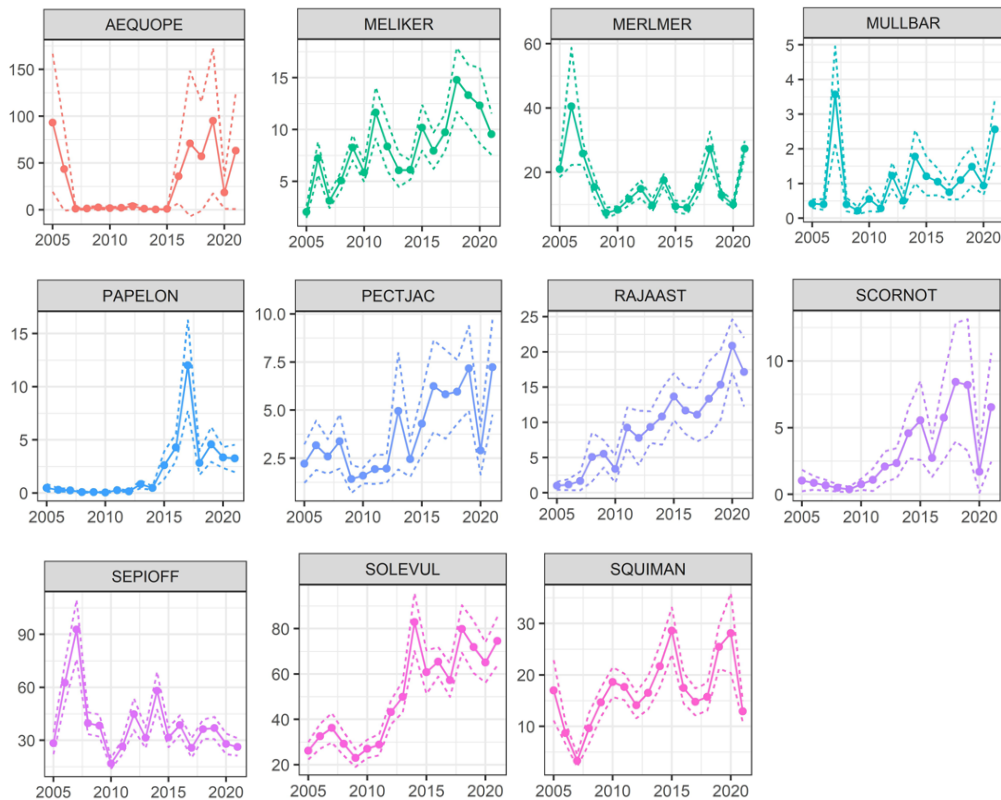


Fig. 3.1c – *BiomIndex* (asse Y – kg/km² ± dev std.): indici di biomassa relativa estrapolati dai dati SoleMon (2005 – 2021) per le singole specie *target*.

3.1. “STOCK ASSESSMENT”

Di seguito sono riportati i *Kobe plot* realizzati tramite il metodo AMSY per la valutazione delle specie con un basso (*non-target* commerciali) o nullo (scarto) valore commerciale, abbinati alle medie relative alla mortalità da pesca (F/F_{MSY}) e alla biomassa (B/B_{MSY}) delle classi a cui appartengono le specie considerate. Successivamente, singole specie sono state messe a confronto in un unico *Kobe plot* per comprenderne l’evoluzione avvenuta tra il 2005 e il 2021, sempre in termini di biomassa (B/B_{MSY}) e di mortalità da pesca (F/F_{MSY}).

3.1.1. Specie “*non-target* commerciali”

Vertebrati attinopterigi

I grafici sottostanti mostrano l’andamento medio della mortalità da pesca (F/F_{MSY}) (**Fig. 3.2a**) e della biomassa (B/B_{MSY}) (**Fig. 3.2b**) per quanto riguarda la classe dei vertebrati attinopterigi.

Tra il 2005 e il 2021 si è verificata una diminuzione della mortalità da pesca al di sotto del limite MSY ($F/F_{MSY} < 1$), a cui è corrisposto un aumento proporzionale della biomassa al di sopra del livello di sostenibilità ($B/B_{MSY} > 1$).

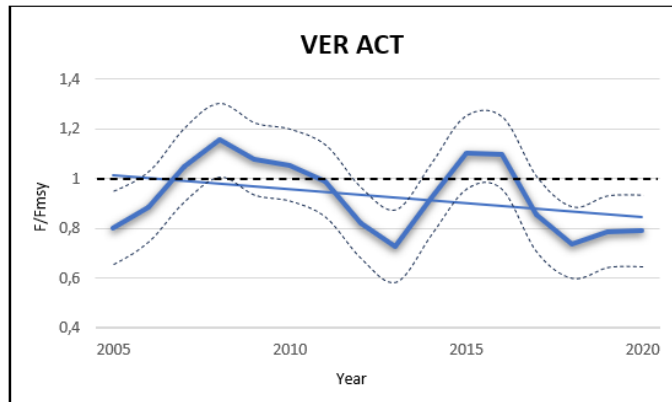


Fig. 3.2a – Andamento medio della mortalità da pesca (F/F_{MSY}) per quanto riguarda la classe dei vertebrati attinopteri (2005 – 2021).

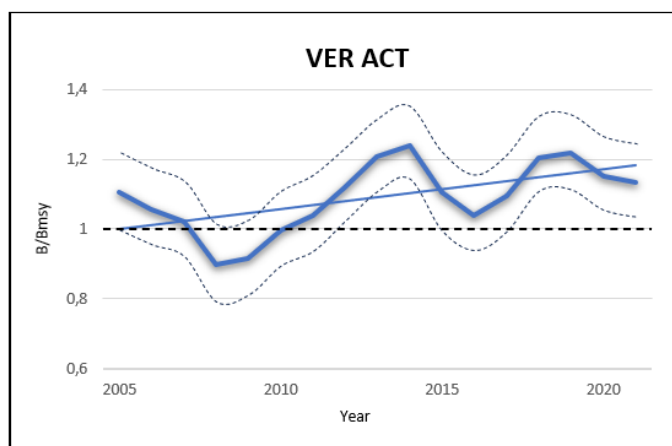


Fig. 3.2b – Andamento medio della biomassa (B/B_{MSY}) per quanto riguarda la classe dei vertebrati attinopteri (2005 – 2021).

Per quanto concerne l'analisi delle singole specie, di sotto sono elencati i corrispettivi *Kobe plot* commentati.

1. *Arnoglossus laterna* (ARNOLAT)



Lo stock si trova in un buono stato da un punto di vista della biomassa ($B/B_{MSY} > 1.25$) ed è sottoposto ad una pressione di pesca sostenibile ($F/F_{MSY} < 0.75$); tuttavia, esiste il 7.1% di probabilità che la mortalità da pesca superi il limite di sostenibilità imposto dal MSY (**Fig. 3.3**).

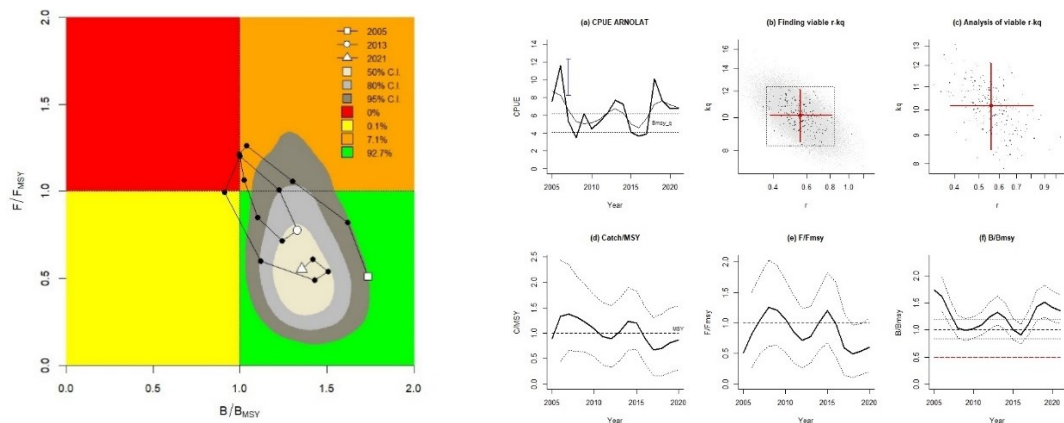
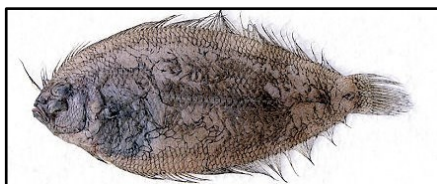


Fig. 3.3 – Stock assessment della specie *Arnoglossus laterna*, GSA 17 (2005 – 2021).

2. *Arnoglossus thori* (ARNOTHO)



Lo stock si trova in un buono stato da un punto di vista della biomassa ($B/B_{MSY} > 1$) ed è sottoposto ad una pressione di pesca sostenibile ($F/F_{MSY} < 1$); tuttavia, esiste il 24.6% di probabilità che la mortalità da pesca superi il limite di sostenibilità imposto dal MSY (**Fig. 3.4**).

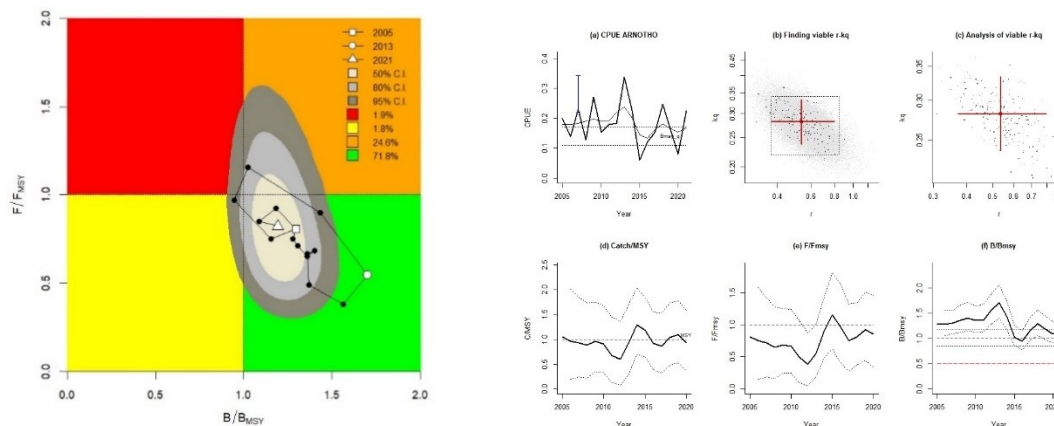


Fig. 3.4 – Stock assessment della specie *Arnoglossus thori*, GSA 17 (2005 – 2021).

3. *Buglossidium luteum* (BUGLLUT)



Lo stock si trova in un buono stato da un punto di vista della biomassa ($B/B_{MSY} > 1.25$) ed è sottoposto ad una pressione di pesca sostenibile ($F/F_{MSY} < 0.5$); tuttavia, esiste il 5.1% di probabilità che la mortalità da pesca superi il limite di sostenibilità imposto dal MSY (**Fig. 3.5**).

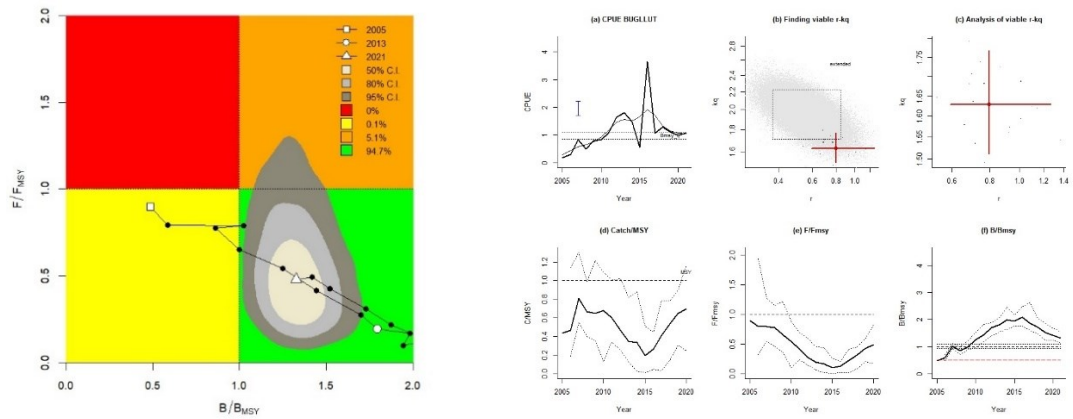


Fig. 3.5 – Stock assessment della specie *Buglossidium luteum*, GSA 17 (2005 – 2021).

4. *Cepola macrophthalma* (CEPOMAC)



Tra il 2005 e il 2021 la pressione di pesca è aumentata in modo considerevole, portando lo stock in una situazione sia di *overfished* ($B/B_{MSY} < 0.25$) sia di *overfishing* ($F/F_{MSY} > 1.5$), quindi, oltre i limiti di sostenibilità (**Fig. 3.6**).

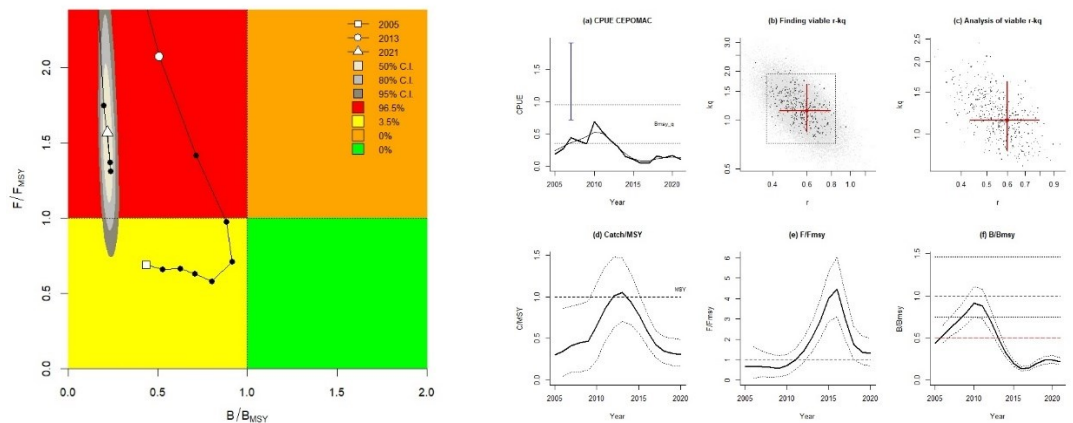
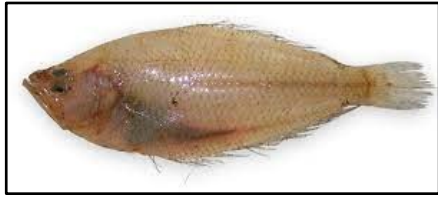


Fig. 3.6 – Stock assessment della specie *Cepola macrophthalma*, GSA 17 (2005 – 2021).

5. *Citharus linguatula* (CITHMAC)



Tendenzialmente, la biomassa dello stock è in fase di miglioramento, anche se si trova lievemente al di sotto dei limiti di sostenibilità ($B/B_{MSY} < 1$), mentre, la mortalità da pesca è al di sotto del MSY ($F/F_{MSY} < 0.75$) (Fig. 3.7).

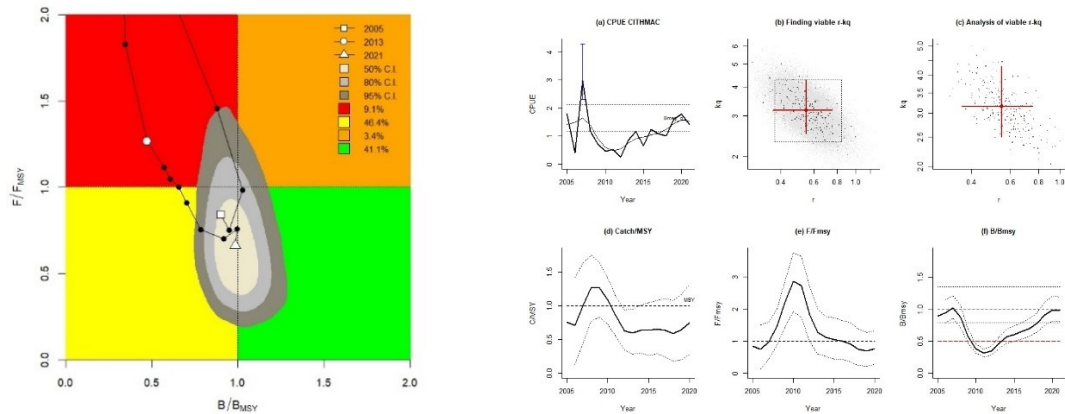


Fig. 3.7 – Stock assessment della specie *Citharus linguatula*, GSA 17 (2005 – 2021).

6. *Eutrigla gurnardus* (EUTRGUR)



Attualmente, lo stock si trova sia in una situazione sia di *overfished* ($B/B_{MSY} < 1$) sia di *overfishing* ($F/F_{MSY} > 1$), quindi, oltre i limiti di sostenibilità; tuttavia, esiste il 25.8% di probabilità che la mortalità da pesca si trovi al di sotto del livello MSY (Fig. 3.8).

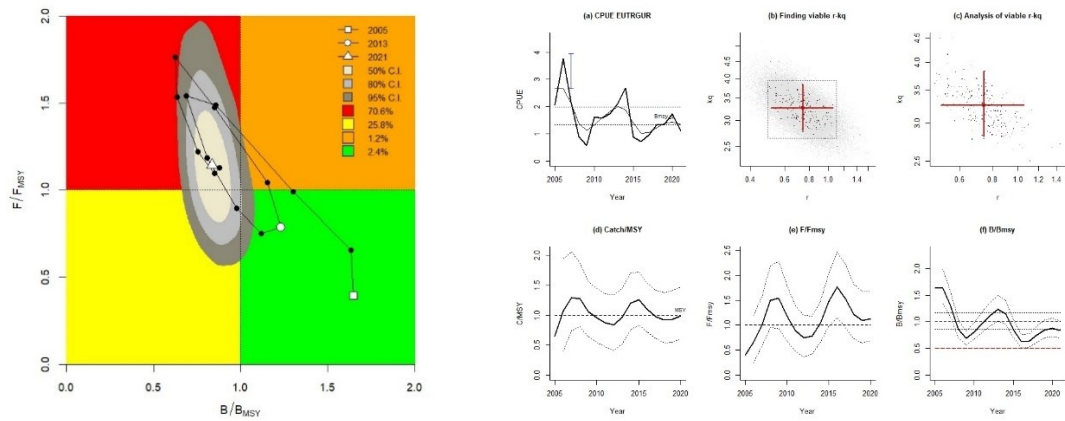


Fig. 3.8 – Stock assessment della specie *Eutrigla gurnardus*, GSA 17 (2005 – 2021).

7. *Merlangius merlangus* (GADUMER)



Lo stock si trova in un buono stato da un punto di vista della biomassa ($B/B_{MSY} > 1$) ed è sottoposto ad una pressione di pesca sostenibile ($F/F_{MSY} < 1$); tuttavia, esiste il 23.4% di probabilità che la biomassa si trovi al di sotto del limite di sostenibilità imposto dal MSY (**Fig. 3.9**).

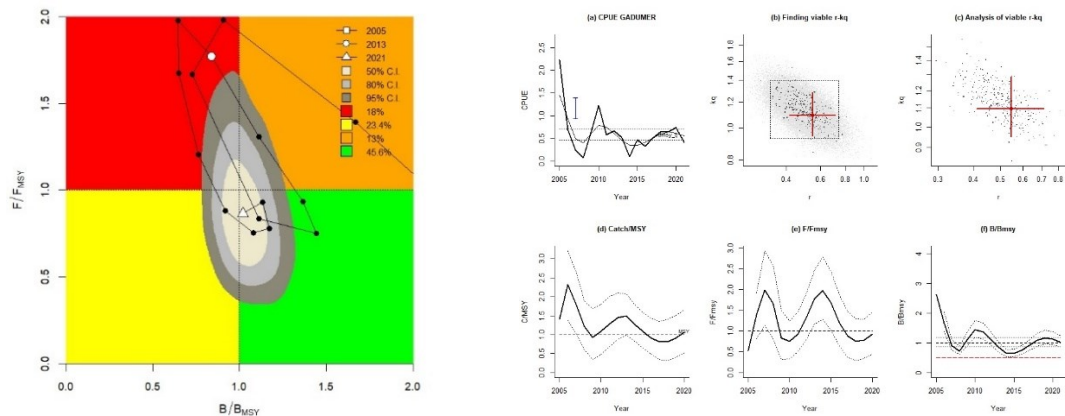


Fig. 3.9 – Stock assessment della specie *Merlangius merlangus*, GSA 17 (2005 – 2021).

8. *Gobius niger* (GOBINIG)



Lo stock si trova sia in uno stato di *overfished* ($B/B_{MSY} < 1$) sia di *overfishing* ($F/F_{MSY} > 1$); tuttavia, esiste il 24.7% di probabilità che la mortalità da pesca sia al di sotto del limite di sostenibilità definito dal MSY (Fig. 3.10).

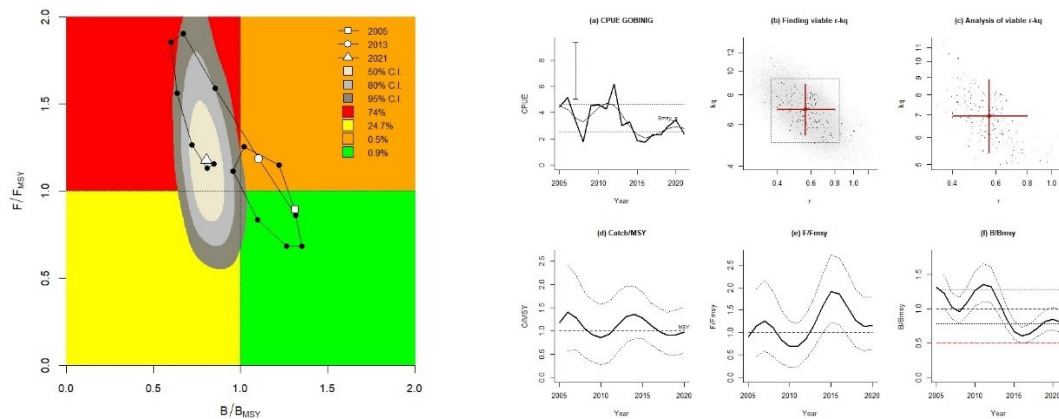


Fig. 3.10 – Stock assessment della specie *Gobius niger*, GSA 17 (2005 – 2021).

9. *Lepidotrigla cavillone* (LEPTCAV)



Nonostante, lo stock presenti una mortalità da pesca al di sotto del limite imposto dal MSY ($F/F_{MSY} < 1$), la biomassa non è conforme al limite di sostenibilità ($B/B_{MSY} < 0.75$); infatti, esiste il 39.2% di probabilità che lo stock si trovi sia in uno stato di *overfished* sia di *overfishing* (Fig. 3.11).

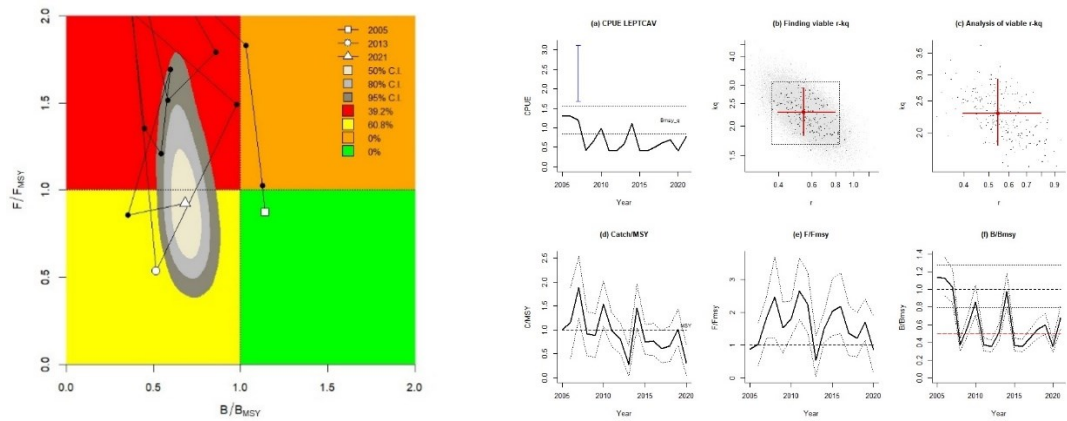


Fig. 3.11 – Stock assessment della specie *Lepidotrigla cavillone*, GSA 17 (2005 – 2021).

10. *Lophius budegassa* (LOPHBUD)



Lo stock si trova in un buono stato da un punto di vista della biomassa ($B/B_{MSY} > 2$) ed è sottoposto ad una pressione di pesca sostenibile ($F/F_{MSY} < 0.25$) (**Fig. 3.12**).

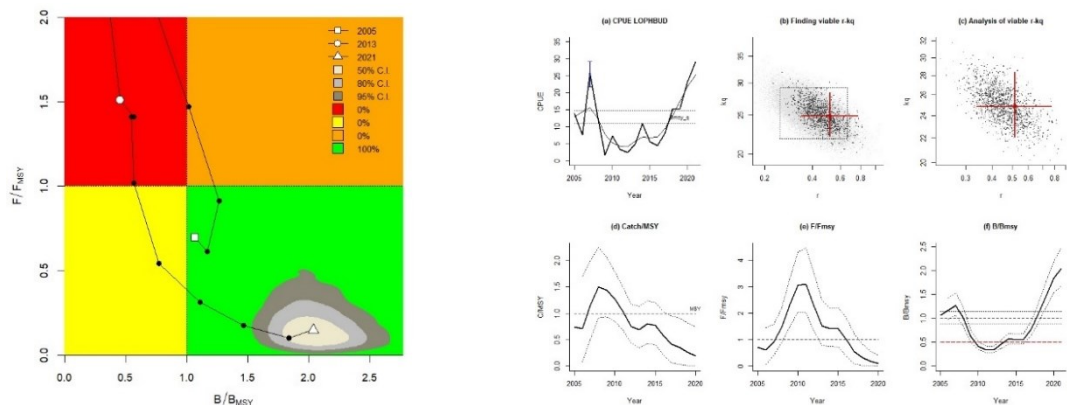


Fig. 3.12 – Stock assessment della specie *Lophius budegassa*, GSA 17 (2005 – 2021).

11. *Microchirus variegatus* (MICUVAR)



Lo stock si trova in un buono stato da un punto di vista della biomassa ($B/B_{MSY} > 1.5$) ed è sottoposto ad una pressione di pesca sostenibile ($F/F_{MSY} < 0.5$) (**Fig. 3.13**).

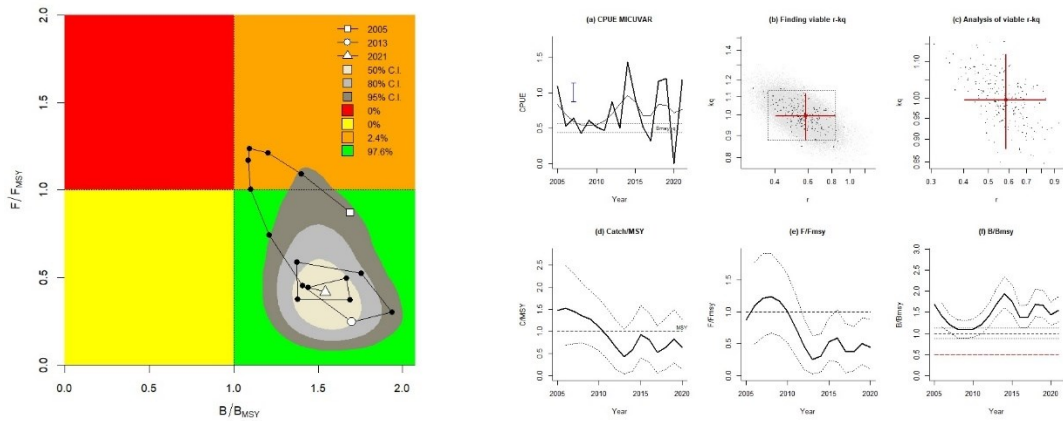
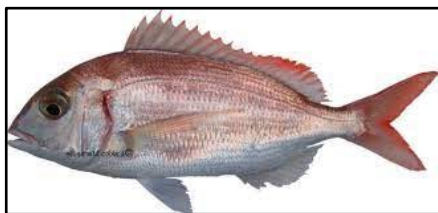


Fig. 3.13 – Stock assessment della specie *Microchirus variegatus*, GSA 17 (2005 – 2021).

12. *Pagellus erythrinus* (PAGEERY)



La biomassa dello stock si trova in un buono stato, anche se supera di poco il limite MSY ($B/B_{MSY} > 1$); infatti, esiste il 26.3% di probabilità che la biomassa sia al di sotto di tale livello. Mentre, la mortalità da pesca rispetta i valori di sostenibilità definiti dal MSY ($F/F_{MSY} < 1$) (**Fig. 3.14**).

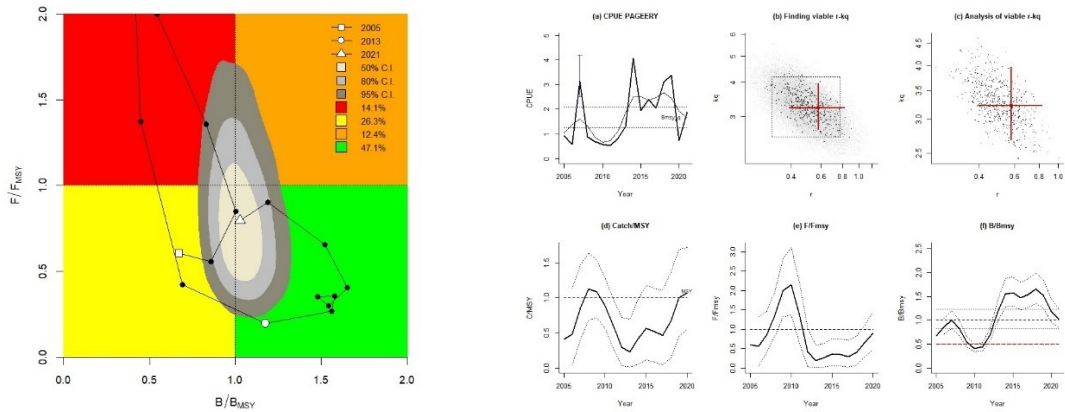


Fig. 3.14 – Stock assessment della specie *Pagellus erythrinus*, GSA 17 (2005 – 2021).

13. *Scorpaena notata* (SCORNOT)



Lo stock si trova in un buono stato da un punto di vista della biomassa ($B/B_{MSY} > 1.25$) ed è sottoposto ad una pressione di pesca sostenibile ($F/F_{MSY} < 0.5$) (**Fig. 3.15**).

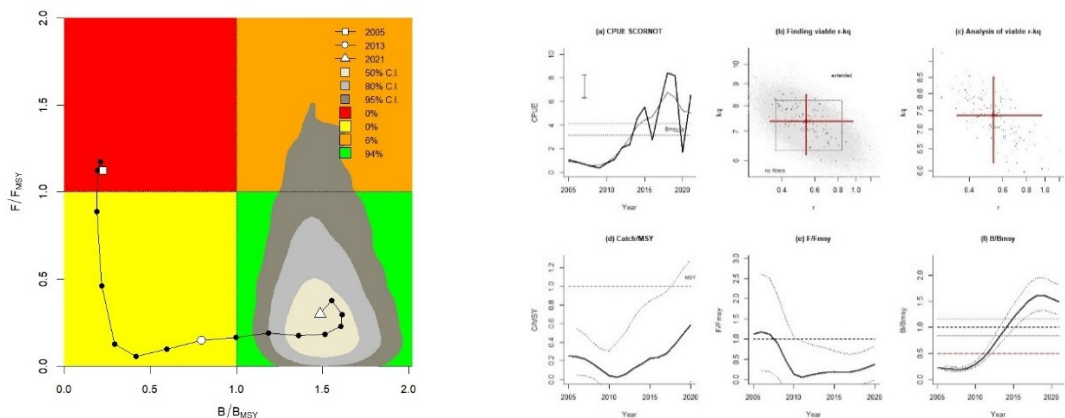
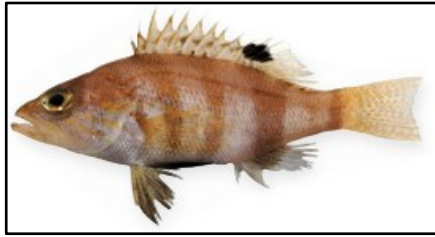


Fig. 3.15 – Stock assessment della specie *Scorpaena notata*, GSA 17 (2005 – 2021).

14. *Serranus hepatus* (SERAHEP)



Esiste il 51.4% di probabilità che lo stock si trovi sia in uno stato di *overfished* ($B/B_{MSY} < 1$) sia di *overfishing* ($F/F_{MSY} > 1$) (Fig. 3.16).

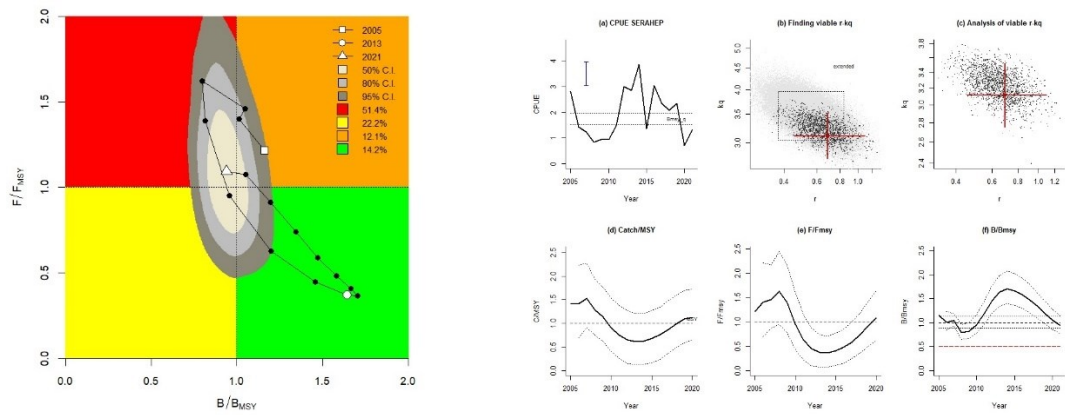


Fig. 3.16 – Stock assessment della specie *Serranus hepatus*, GSA 17 (2005 – 2021).

15. *Pegusa impar* (SOLEIMP)



Attualmente, lo stock si trova sia in una situazione di *overfished* ($B/B_{MSY} < 0.75$) sia di *overfishing* ($F/F_{MSY} > 1.5$), quindi, oltre i limiti di sostenibilità (Fig. 3.17).

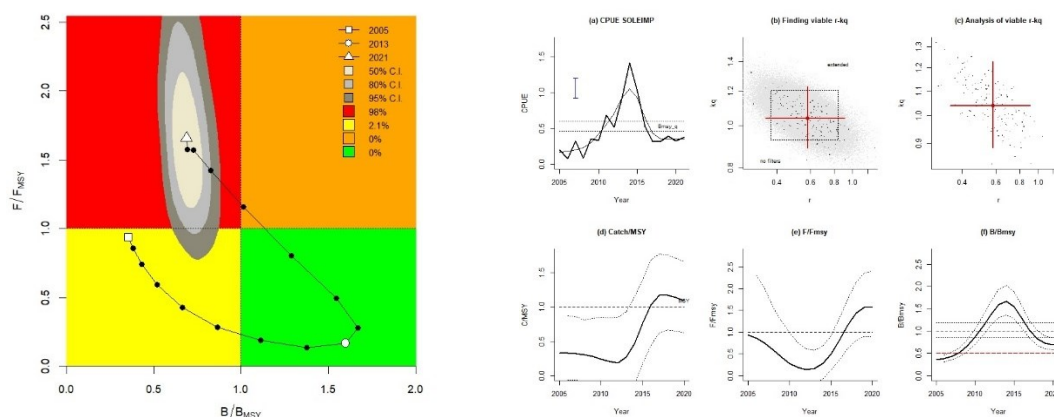


Fig. 3.17 – Stock assessment della specie *Pegusa impar*, GSA 17 (2005 – 2021).

16. *Trachinus draco* (TRAHDRA)



Lo stock si trova sia in uno stato di *overfished* ($B/B_{MSY} < 1$) sia di *overfishing* ($F/F_{MSY} > 1$); tuttavia, esiste il 16.8% di probabilità che la mortalità da pesca sia entro il limite di sostenibilità imposto dal MSY (Fig. 3.18).

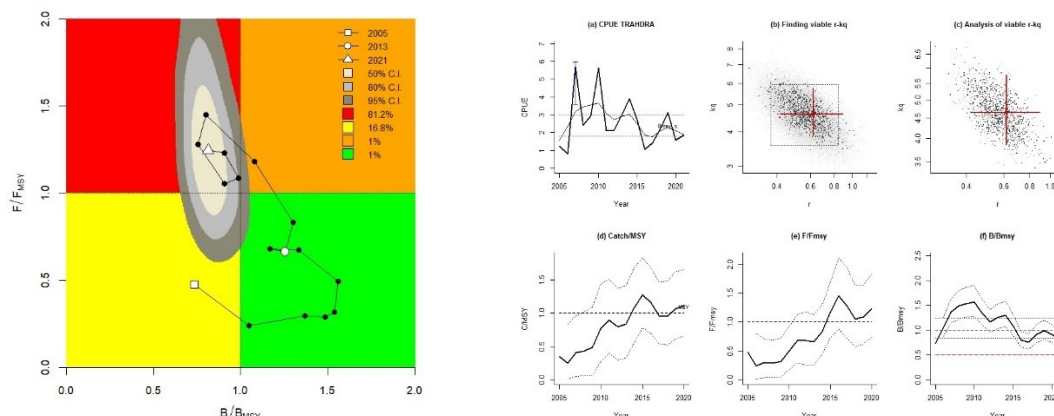


Fig. 3.18 – Stock assessment della specie *Trachinus draco*, GSA 17 (2005 – 2021).

17. *Chelidonichthys lucerna* (TRIGLUC)



Lo stock si trova in un buono stato da un punto di vista della biomassa ($B/B_{MSY} > 1.5$) ed è sottoposto ad una mortalità da pesca sostenibile ($F/F_{MSY} < 0.5$) (Fig. 3.19).

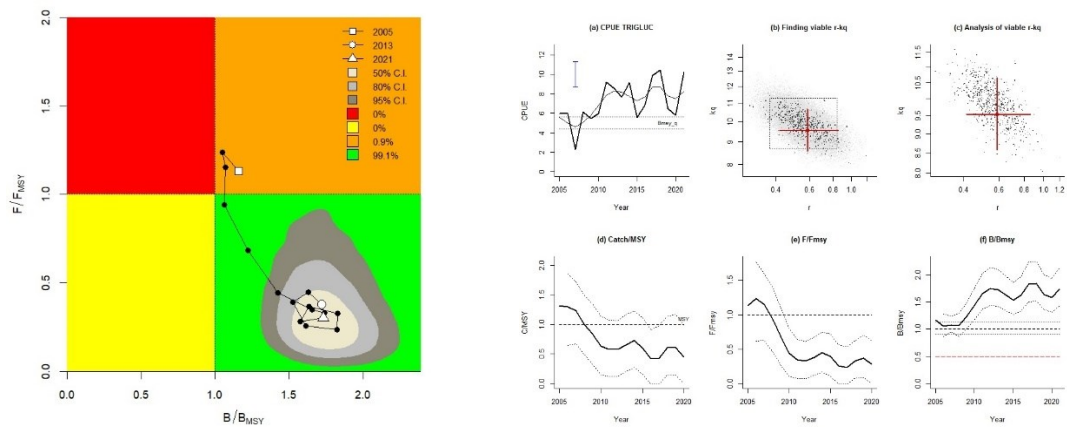


Fig. 3.19 – Stock assessment della specie *Chelidonichthys lucerna*, GSA 17 (2005 – 2021).

18. *Trisopterus capellanus* (TRISCAP)



Attualmente, lo stock si trova in un buono stato da un punto di vista della biomassa ($B/B_{MSY} > 1.25$) ed è sottoposto ad una pressione di pesca sostenibile ($F/F_{MSY} < 0.5$) (Fig. 3.20).

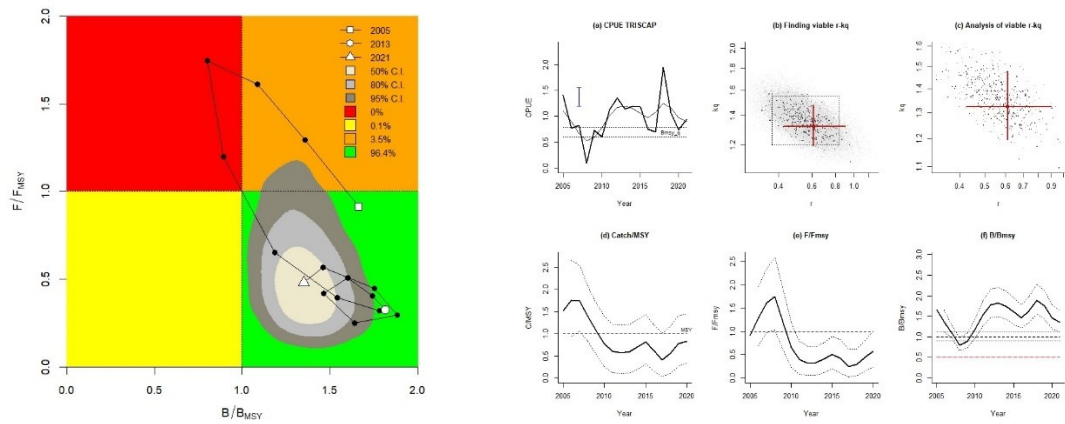


Fig. 3.20 – Stock assessment della specie *Trisopterus capelanus*, GSA 17 (2005 – 2021).

19. *Uranoscopus scaber* (URANSCA)



Lo stock si trova in un buono stato da un punto di vista della biomassa ($B/B_{MSY} > 1.25$) ed è sottoposto ad una mortalità da pesca sostenibile ($F/F_{MSY} < 0.5$) (**Fig. 3.21**).

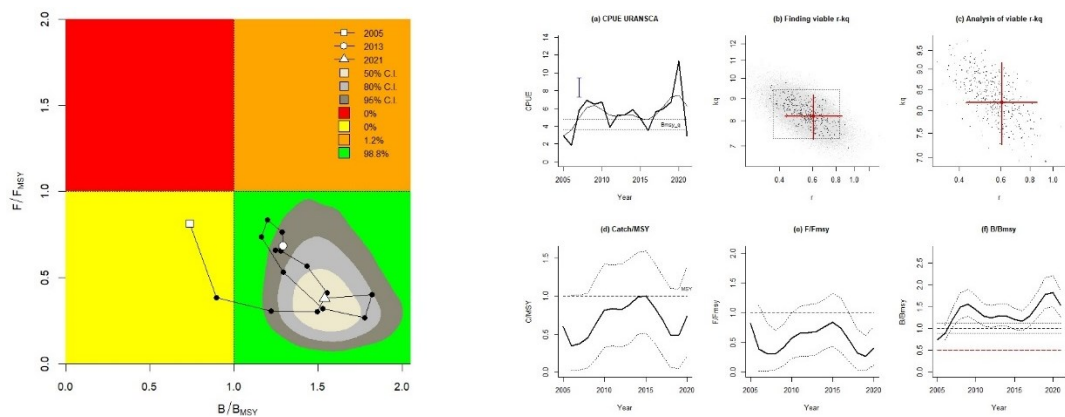


Fig. 3.21 – Stock assessment della specie *Uranoscopus scaber*, GSA 17 (2005 – 2021).

Molluschi gasteropodi

I grafici sottostanti mostrano l'andamento medio della mortalità da pesca (F/F_{MSY}) (**Fig. 3.22a**) e della biomassa (B/B_{MSY}) (**Fig. 3.22b**) per quanto riguarda la classe dei molluschi gasteropodi.

Nonostante, l'aumento della mortalità da pesca al di sopra del limite di sostenibilità ($F/F_{MSY} > 1$), tra il 2005 e il 2021 la biomassa è cresciuta nel tempo sino a raggiungere il limite di sostenibilità MSY ($B/B_{MSY} > 1$).

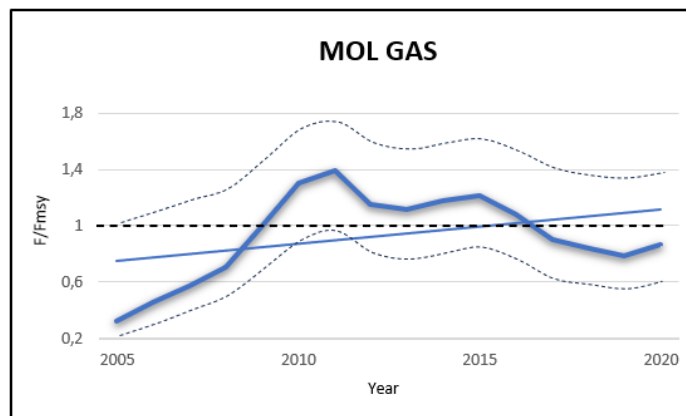


Fig. 3.22a – Andamento medio della mortalità da pesca (F/F_{MSY}) per quanto riguarda la classe dei molluschi gasteropodi (2005 – 2021).

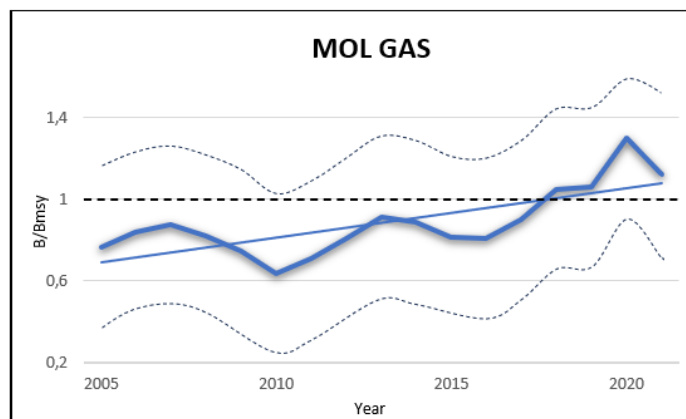


Fig. 3.22b – Andamento medio della biomassa (B/B_{MSY}) per quanto riguarda la classe dei molluschi gasteropodi (2005 – 2021).

Per quanto concerne l'analisi delle singole specie, di sotto sono elencati i corrispettivi *Kobe plot* commentati.

1. *Aporrhais pespelecani* (APORPES)



L'aumento della pressione di pesca ha portato lo stock ad essere sia in una situazione di *overfished* ($B/B_{MSY} < 0.5$) sia di *overfishing* ($F/F_{MSY} > 1.5$) (Fig. 3.23).

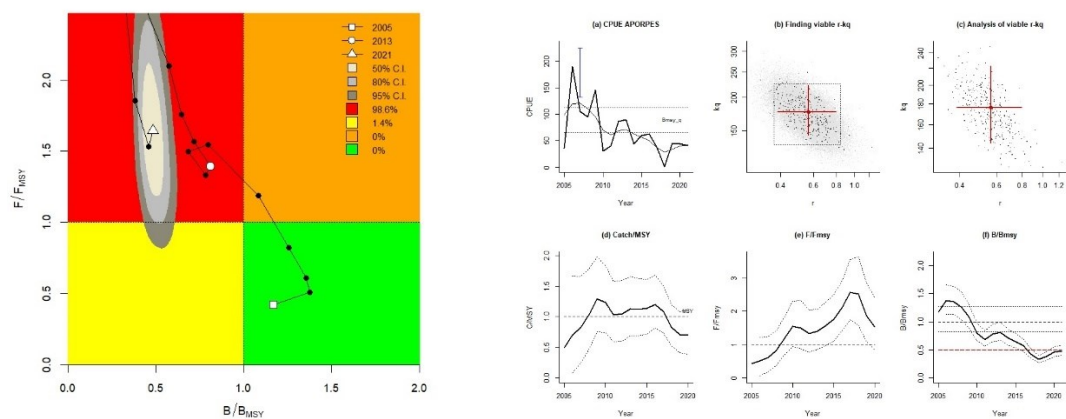


Fig. 3.23 – Stock assessment della specie *Aporrhais pespelecani*, GSA 17 (2005 – 2021).

2. *Galeodea echinophora* (GALEECH)



Lo stock si trova in un buono stato da un punto di vista della biomassa ($B/B_{MSY} > 1.25$) ed è sottoposto ad una pressione di pesca sostenibile ($F/F_{MSY} < 0.5$); tuttavia, esiste il 9.7% di probabilità che la mortalità da pesca sia al di sopra del limite di sostenibilità imposto dal MSY (Fig. 3.24).

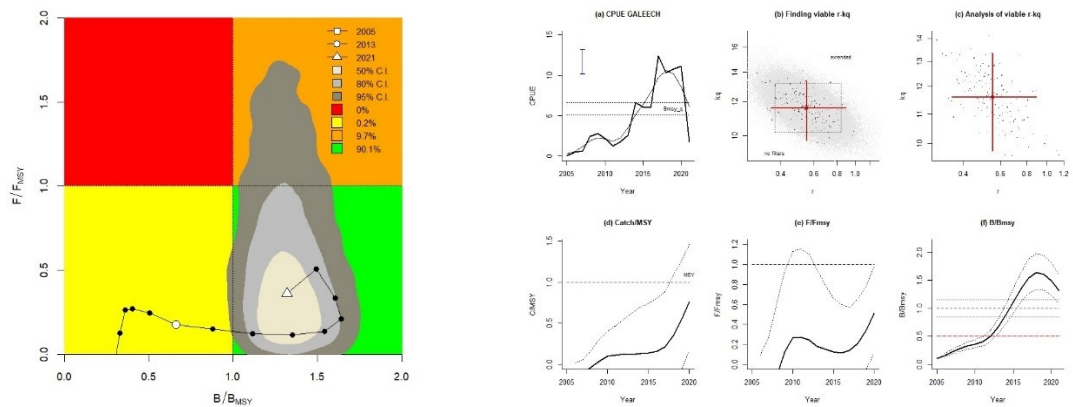


Fig. 3.24 – Stock assessment della specie *Galeodea echinophora*, GSA 17 (2005 – 2021).

3. *Hexaplex trunculus* (HEXATRU)



Lo stock si trova in un buono stato da un punto di vista della biomassa ($B/B_{MSY} > 1.75$) ed è sottoposto ad una pressione di pesca sostenibile ($F/F_{MSY} < 0.25$) (Fig. 3.25).

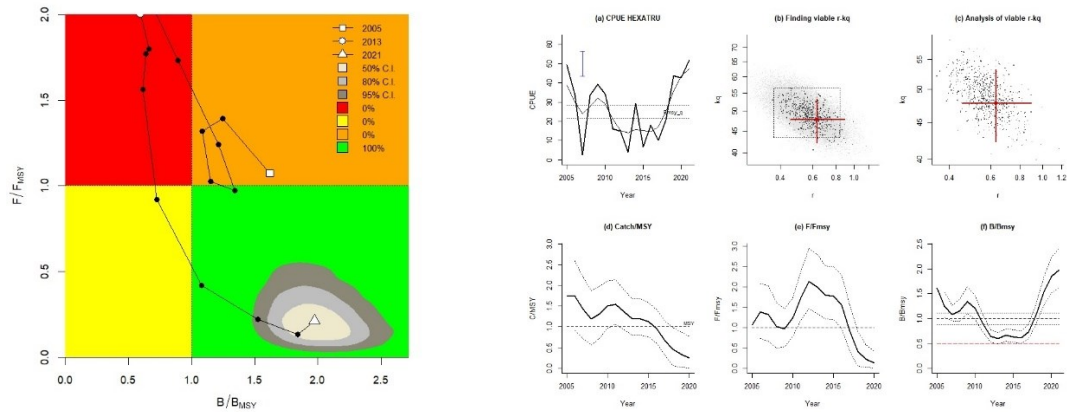


Fig. 3.25 – Stock assessment della specie *Hexaplex trunculus*, GSA 17 (2005 – 2021).

4. *Bolinus brandaris* (MUREBRA)



Lo stock si trova in un buono stato da un punto di vista della biomassa ($B/B_{MSY} > 1.75$) ed è sottoposto ad una pressione di pesca sostenibile ($F/F_{MSY} < 0.5$) (Fig. 3.26).

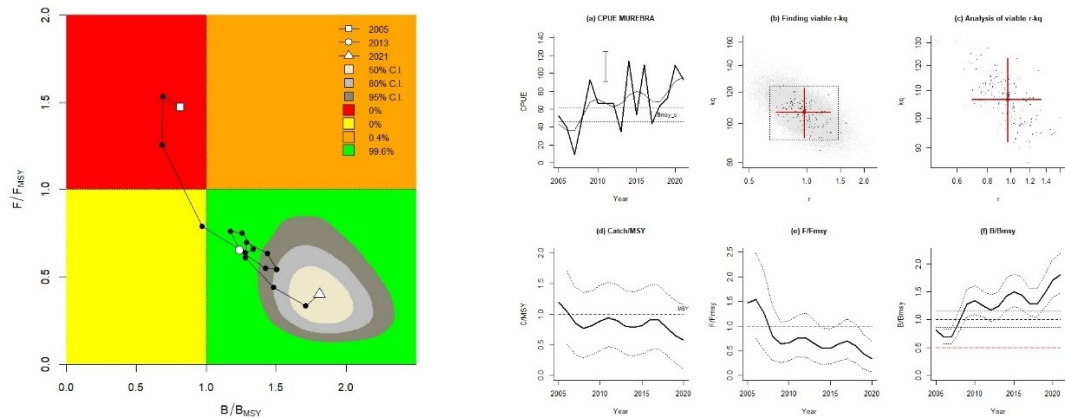


Fig. 3.26 – Stock assessment della specie *Bolinus brandaris*, GSA 17 (2005 – 2021).

5. *Tritia mutabilis* (NASSMUT)



Lo stock si trova sia in uno stato di *overfished* ($B/B_{MSY} < 1$) sia di *overfishing* ($F/F_{MSY} > 1$); tuttavia, esiste il 33.4% di probabilità che la mortalità da pesca stia diminuendo al di sotto del limite MSY (**Fig. 3.27**).

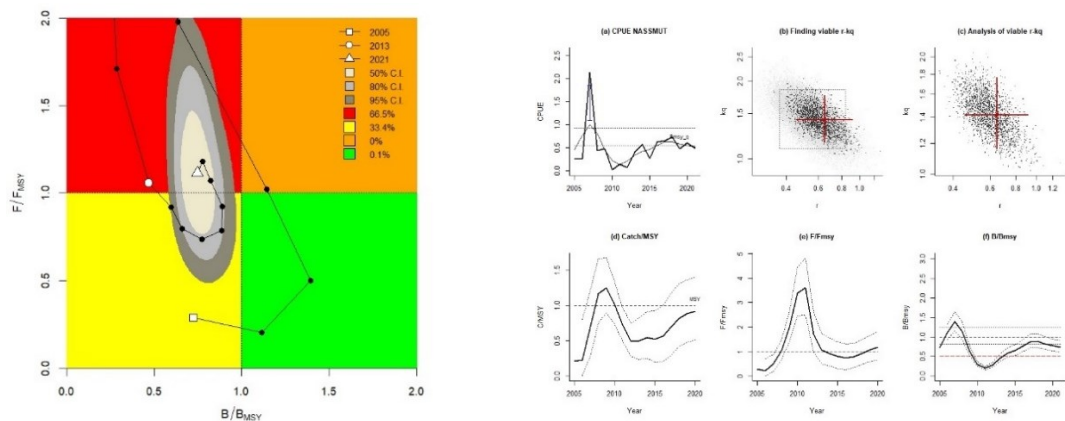


Fig. 3.27 – Stock assessment della specie *Tritia mutabilis*, GSA 17 (2005 – 2021).

6. *Naticarius stercusmuscarum* (NATISTE)



Lo stock presenta una mortalità da pesca al di sotto del livello MSY ($F/F_{MSY} < 0.75$) e una biomassa lievemente al di sotto del limite di sostenibilità ($B/B_{MSY} < 1$); difatti, esiste il 36.6% di probabilità che la biomassa sia al di sopra di 1 (**Fig. 3.28**).

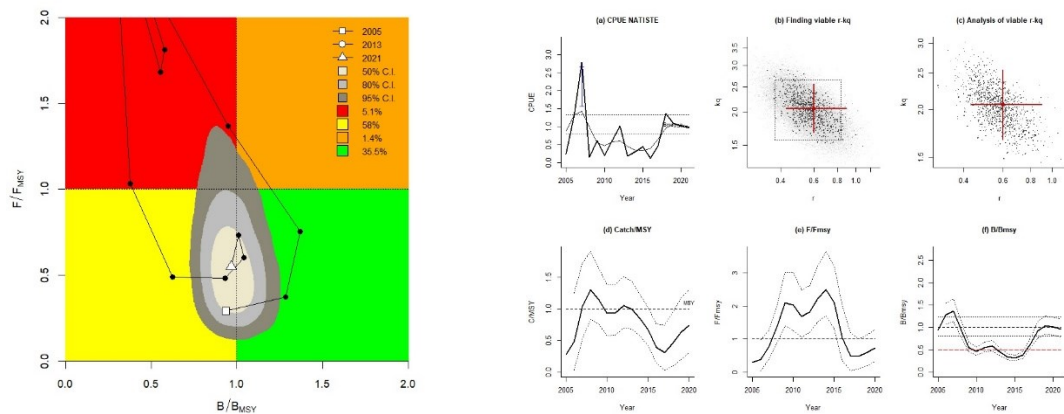


Fig. 3.28 – Stock assessment della specie *Naticarius stercusmuscarum*, GSA 17 (2005 – 2021).

7. *Tethys fimbria* (TETHFIM)



Lo stock si trova sia in uno stato di *overfished* ($B/B_{MSY} < 0.75$) sia di *overfishing* ($F/F_{MSY} > 1.75$) (Fig. 3.29).

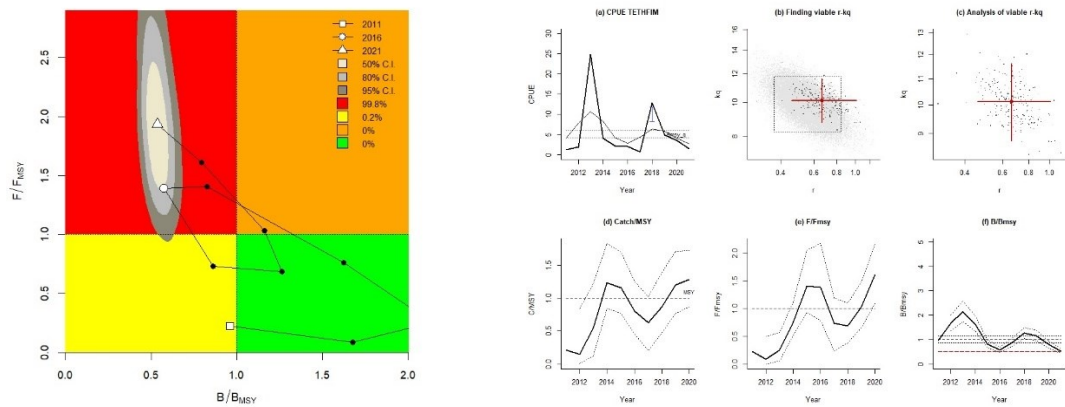


Fig. 3.29 – Stock assessment della specie *Tethys fimbria*, GSA 17 (2005 – 2021).

Molluschi cefalopodi

I grafici sottostanti mostrano l'andamento medio della mortalità da pesca (F/F_{MSY}) (**Fig. 3.30a**) e della biomassa (B/B_{MSY}) (**Fig. 3.30b**) per quanto riguarda la classe dei molluschi cefalopodi.

Tra il 2005 e il 2021 la mortalità da pesca e la biomassa hanno subito delle minime fluttuazioni lungo il limite di sostenibilità MSY, rimanendo tuttavia più o meno costanti negli anni (F/F_{MSY} e $B/B_{MSY} \approx 1$). Attualmente si registra un lieve calo della pressione di pesca ($F/F_{MSY} < 1$).

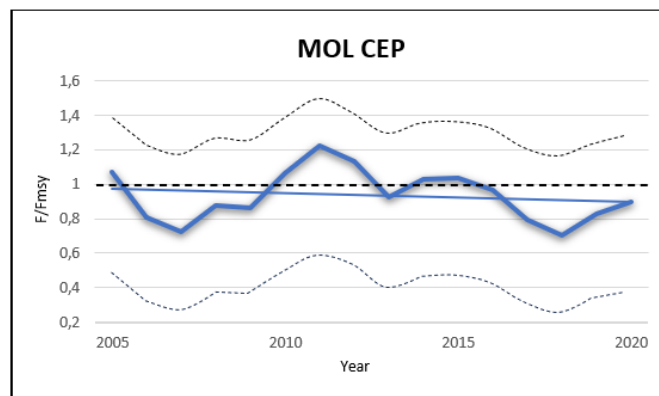


Fig. 3.30a – Andamento medio della mortalità da pesca (F/F_{MSY}) per quanto riguarda la classe dei molluschi cefalopodi (2005 – 2021).

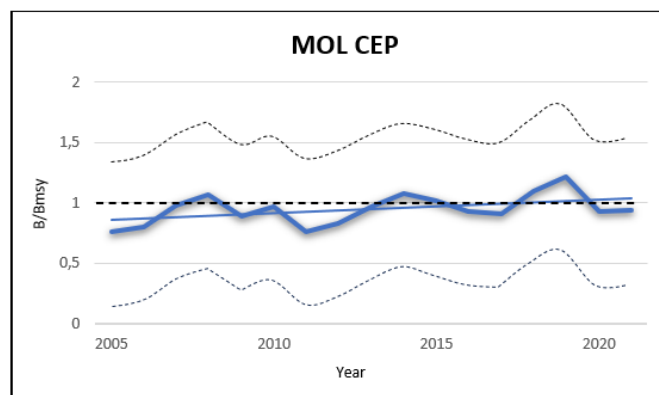
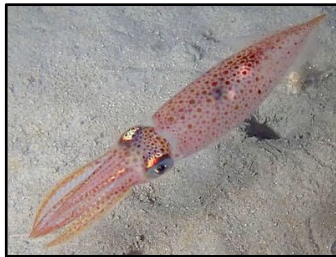


Fig. 3.30b – Andamento medio della biomassa (B/B_{MSY}) per quanto riguarda la classe dei molluschi cefalopodi (2005 – 2021).

Per quanto concerne l'analisi delle singole specie, di sotto sono elencati i corrispettivi *Kobe plot* commentati.

1. *Alloteuthis media* (ALLOMED)



Lo stock si trova in un buono stato da un punto di vista della biomassa ($B/B_{MSY} > 1$) ed è sottoposto ad una pressione di pesca sostenibile ($F/F_{MSY} < 0.75$); tuttavia, esiste il 12.7% di probabilità che la mortalità da pesca sia in aumento oltre il limite MSY (**Fig. 3.31**).

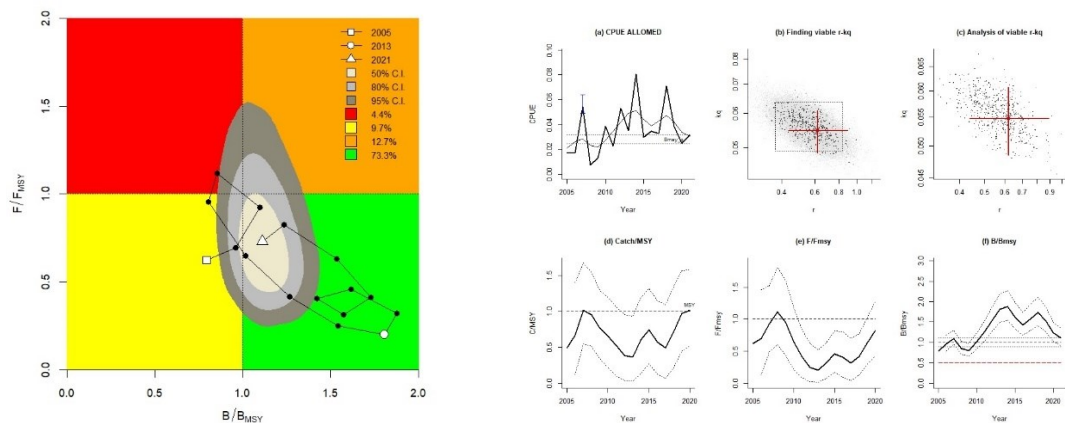


Fig. 3.31 – Stock assessment della specie *Alloteuthis media*, GSA 17 (2005 – 2021).

2. *Eledone moschata* (ELEDMOS)



Esiste il 47.6% di probabilità che lo stock abbia una mortalità da pesca al di sotto del livello imposto dal MSY ($F/F_{MSY} < 0.75$) e una biomassa lievemente al di sotto del limite di sostenibilità ($B/B_{MSY} < 1$); infatti, c'è il 40.3% di possibilità che la biomassa sia in un buono stato (**Fig. 3.32**).

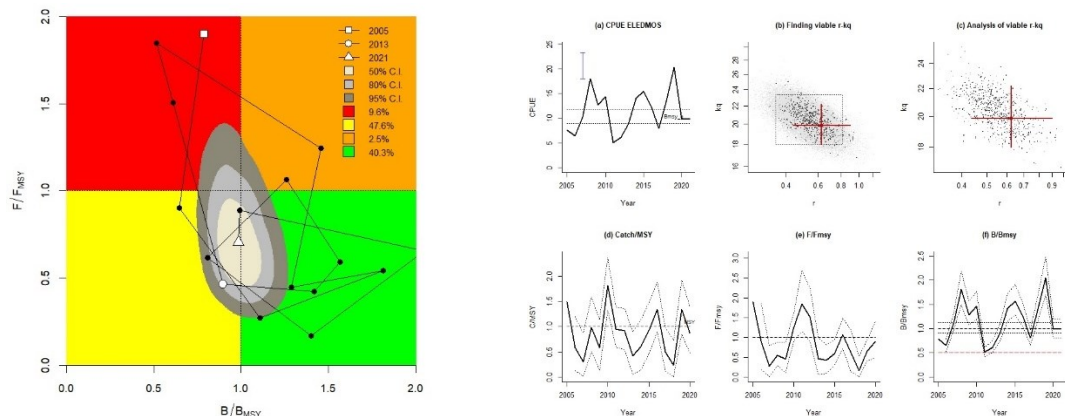


Fig. 3.32 – Stock assessment della specie *Eledone moschata*, GSA 17 (2005 – 2021).

3. *Illex coindetii* (ILLECOI)



Lo stock si trova in un buono stato da un punto di vista della biomassa ($B/B_{MSY} > 1.25$) ed è sottoposto ad una pressione di pesca sostenibile ($F/F_{MSY} < 0.75$) (**Fig. 3.33**).

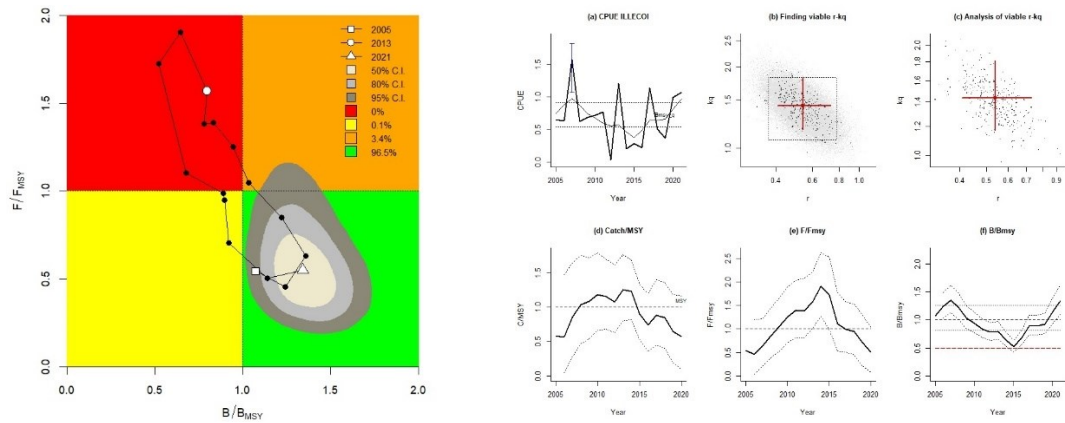


Fig. 3.33 – Stock assessment della specie *Illex coindetii*, GSA 17 (2005 – 2021).

4. *Sepia elegans* (SEPIELE)



Lo stock si trova sia in uno stato di *overfished* ($B/B_{MSY} < 0.5$) sia di *overfishing* ($F/F_{MSY} > 1.25$) (**Fig. 3.34**).

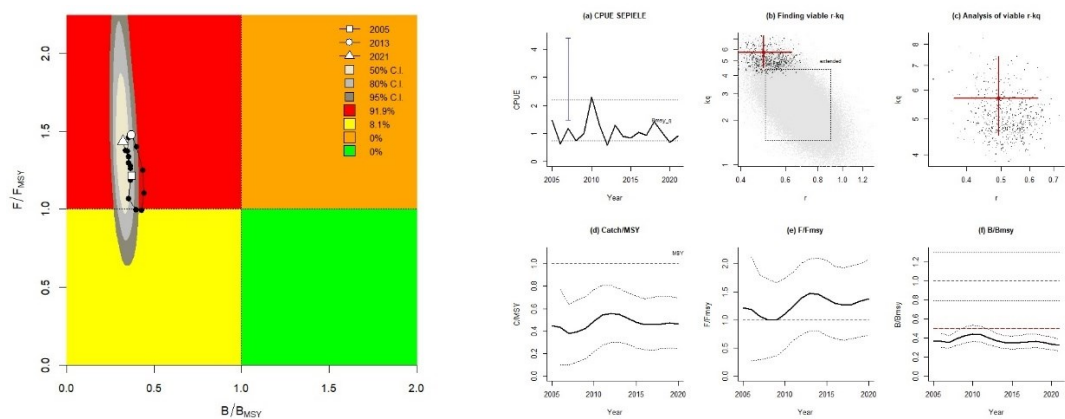


Fig. 3.34 – Stock assessment della specie *Sepia elegans*, GSA 17 (2005 – 2021).

Crostacei decapodi

I grafici sottostanti mostrano l'andamento medio della mortalità da pesca (F/F_{MSY}) (**Fig. 3.35a**) e della biomassa (B/B_{MSY}) (**Fig. 3.35b**) per quanto riguarda la classe dei crostacei decapodi.

Tra il 2005 e il 2021 l'aumento della mortalità da pesca ha causato una diminuzione della biomassa, seppur quest'ultima sia rimasta al di sopra del limite di sostenibilità ($B/B_{MSY} > 1$). Tuttavia, un progressivo aumento della pressione di pesca oltre il MSY potrebbe causare un futuro sovrasfruttamento degli stocks di crostacei decapodi ($B/B_{MSY} < 1$).

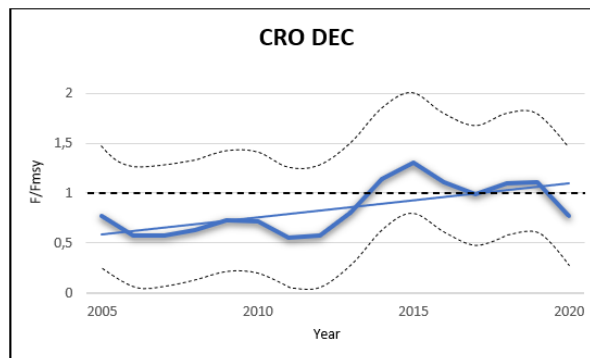


Fig. 3.35a – Andamento medio della mortalità da pesca (F/F_{MSY}) per quanto riguarda la classe dei crostacei decapodi (2005 – 2021).

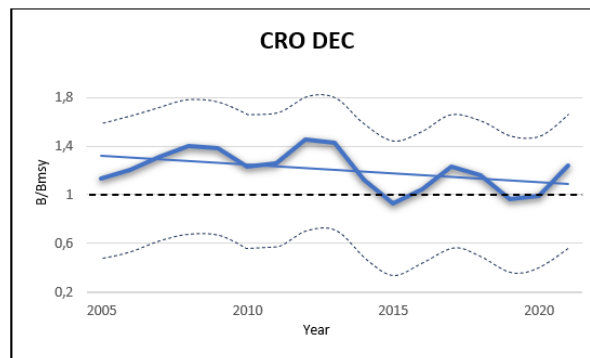


Fig. 3.35b – Andamento medio della biomassa (B/B_{MSY}) per quanto riguarda la classe dei crostacei decapodi (2005 – 2021).

Per quanto concerne l'analisi delle singole specie, di sotto sono elencati i corrispettivi *Kobe plot* commentati.

1. *Liocarcinus depurator* (LIOCDEP)



Lo stock si trova in un buono stato da un punto di vista della biomassa ($B/B_{MSY} > 1.5$) ed è sottoposto ad una pressione di pesca sostenibile ($F/F_{MSY} < 0.5$) (Fig. 3.36).

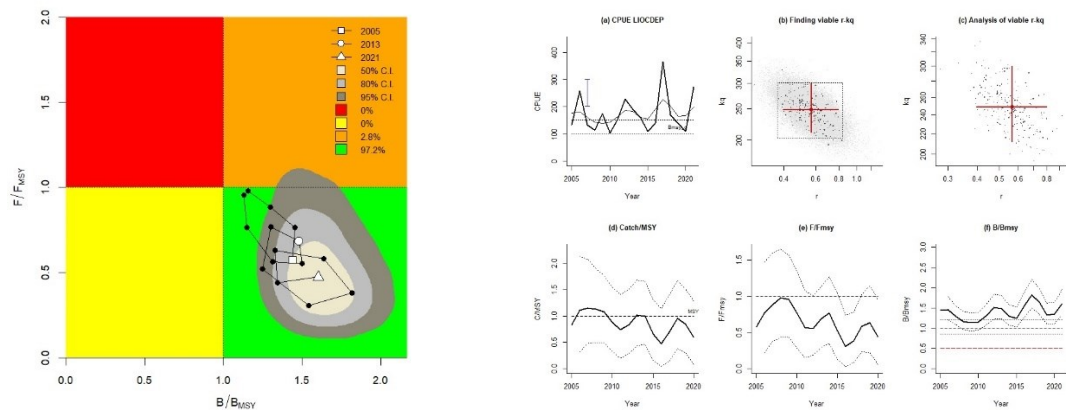


Fig. 3.36 – *Stock assessment* della specie *Liocarcinus depurator*, GSA 17 (2005 – 2021).

2. *Maja squinado* (MAJASQU)



Lo stock si trova sia in uno stato di *overfished* ($B/B_{MSY} < 1$) sia in uno stato di *overfishing* ($F/F_{MSY} > 1$); tuttavia, esiste il 26.7% di probabilità che la mortalità da pesca sia in calo, al di sotto del limite MSY (**Fig. 3.37**).

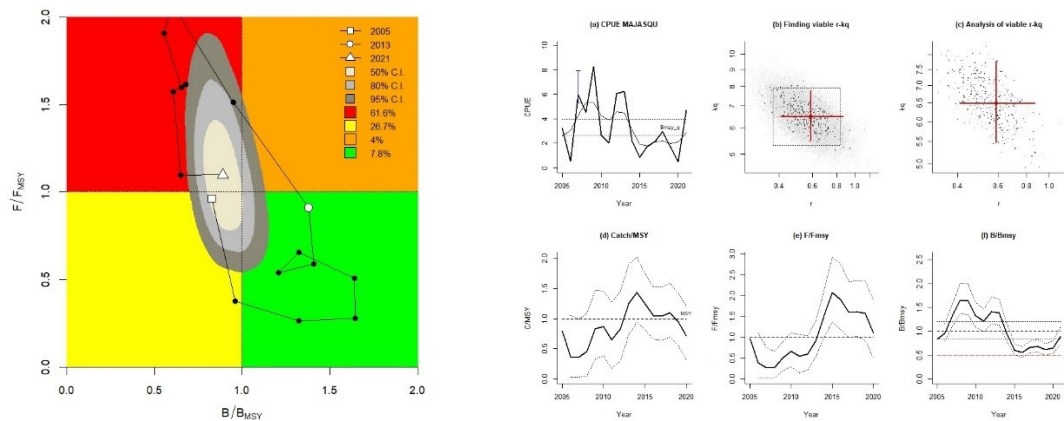


Fig. 3.37 – Stock assessment della specie *Maja squinado*, GSA 17 (2005 – 2021).

Molluschi bivalvi

I grafici sottostanti mostrano l'andamento medio della mortalità da pesca (F/F_{MSY}) (**Fig. 3.38a**) e della biomassa (B/B_{MSY}) (**Fig. 3.38b**) per quanto riguarda la classe dei molluschi bivalvi.

Seppur tra il 2005 e il 2021 la mortalità da pesca sia aumentata oltre il limite MSY ($F/F_{MSY} < 1$), il livello della biomassa è rimasto relativamente costante nel tempo ($B/B_{MSY} \approx 1$).

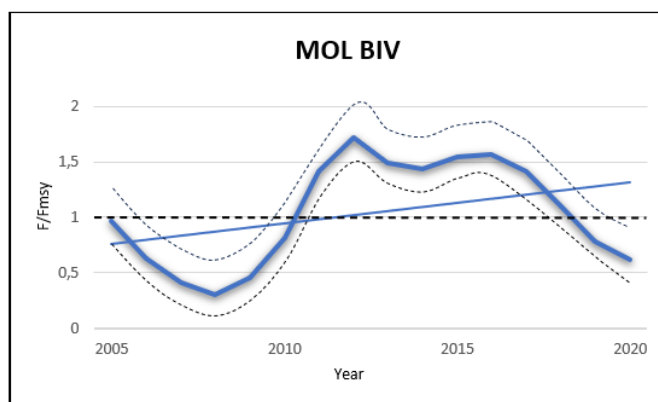


Fig. 3.38a – Andamento medio della mortalità da pesca (F/F_{MSY}) per quanto riguarda la classe dei molluschi bivalvi (2005 – 2021).

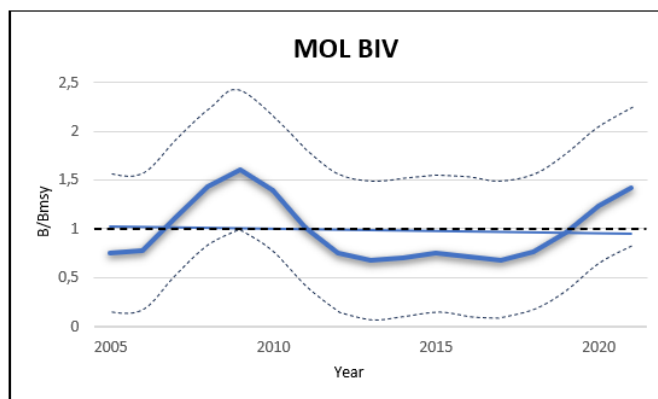


Fig. 3.38b – Andamento medio della biomassa (B/B_{MSY}) per quanto riguarda la classe dei molluschi bivalvi (2005 – 2021).

Per quanto concerne l'analisi delle singole specie, di sotto sono elencati i corrispettivi *Kobe plot* commentati.

1. *Modiolus barbatus* (MODIBAR)



Lo stock si trova in un buono stato da un punto di vista della biomassa ($B/B_{MSY} > 2$) ed è sottoposto ad una pressione di pesca sostenibile ($F/F_{MSY} < 0.5$) (**Fig. 3.39**).

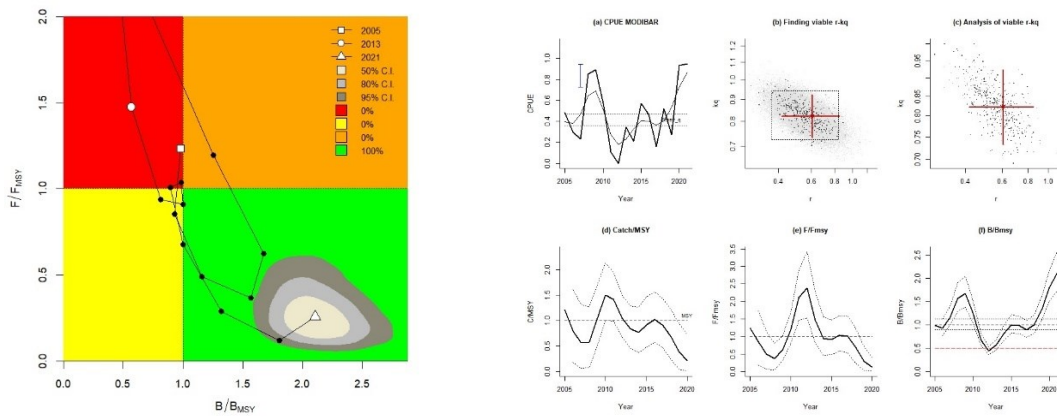


Fig. 3.39 – Stock assessment della specie *Modiolus barbatus*, GSA 17 (2005 – 2021).

2. *Ostrea edulis* (OSTREDU)



Esiste il 56.4% di probabilità che lo stock si trovi sia in uno stato di *overfished* ($B/B_{MSY} > 1.75$) sia di *overfishing* ($F/F_{MSY} > 1$); mentre, c'è il 43.5% di possibilità che la pressione di pesca sia in calo al di sotto del limite di sostenibilità (**Fig. 3.40**).

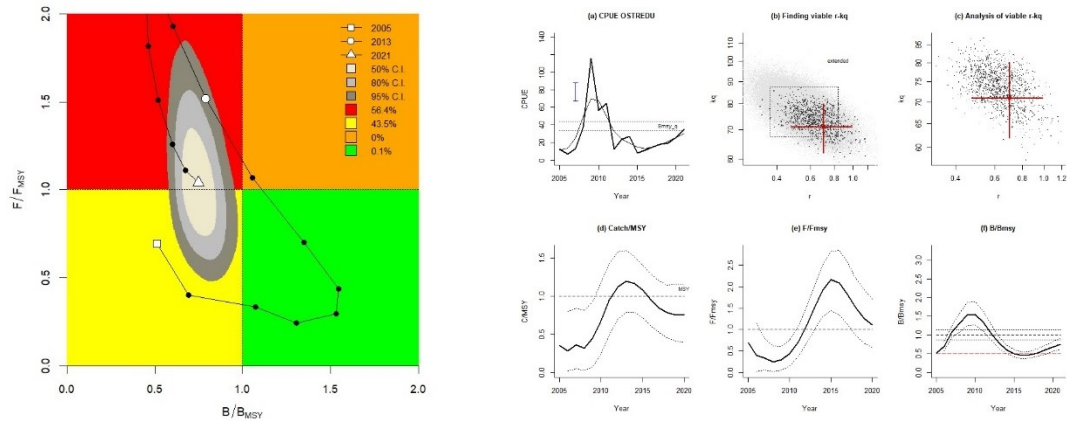
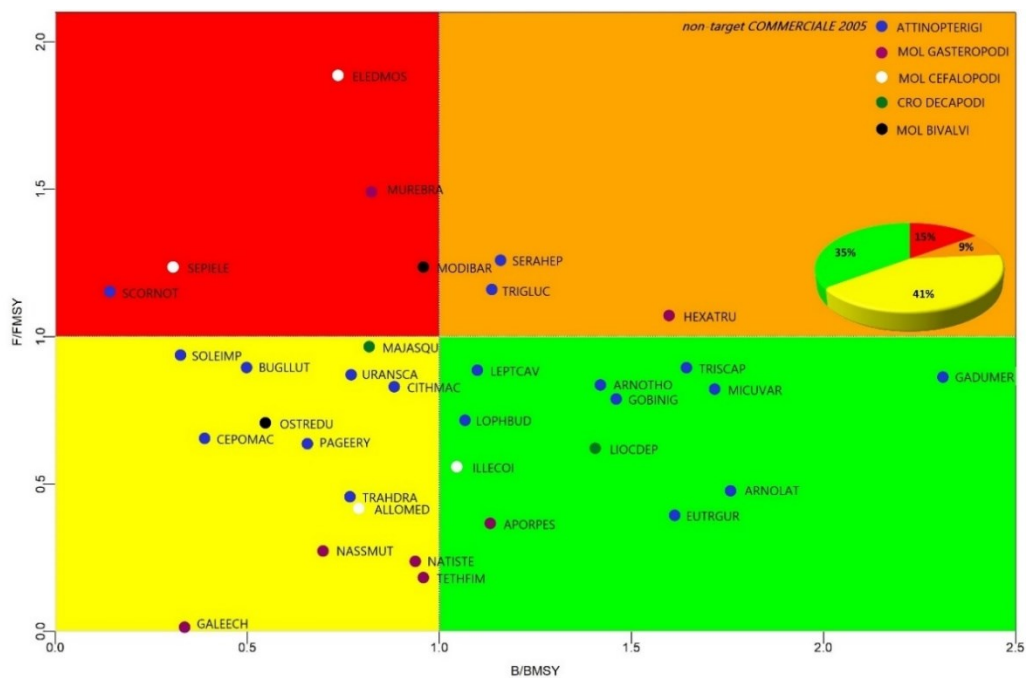


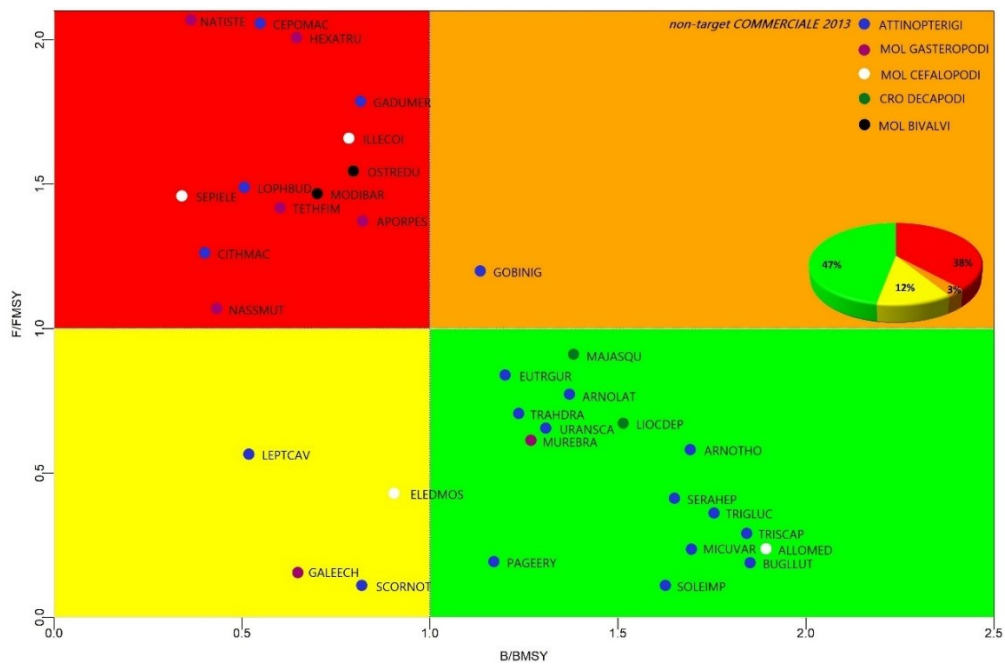
Fig. 3.40 – Stock assessment della specie *Ostrea edulis*, GSA 17 (2005 – 2021).

Di seguito è possibile vedere l'evoluzione temporale delle specie “commerciali *non-target*” a partire dal 2005 fino al 2021:

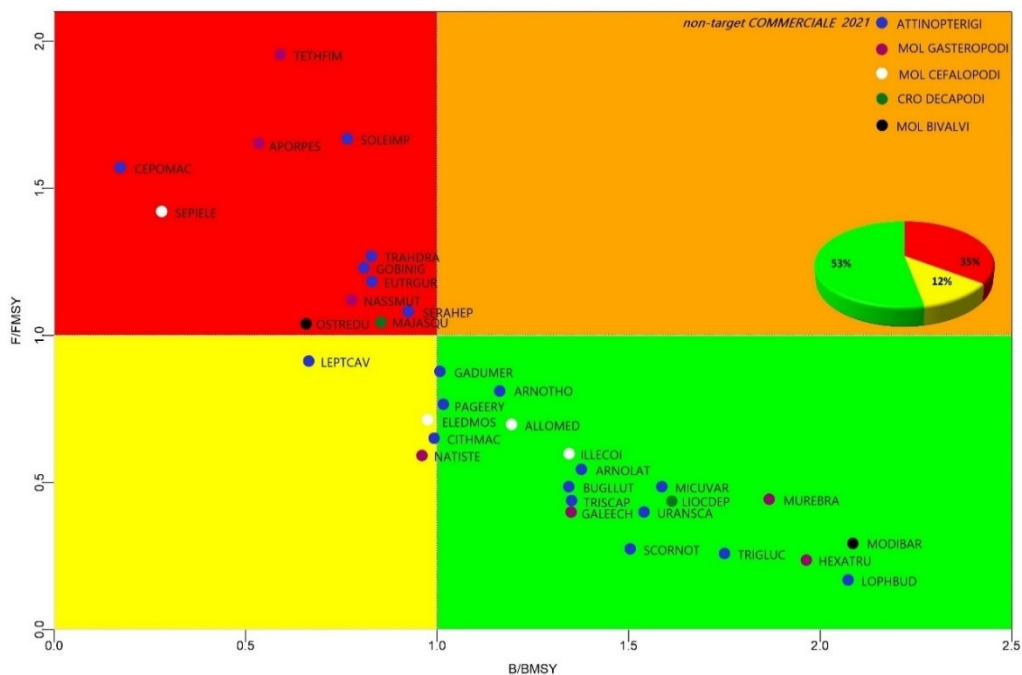
- nel 2005 il 41% delle specie presentava una biomassa ridotta al di sotto del limite MSY ($B/B_{MSY} < 1$) e una pressione di pesca vicino al limite massimo di sostenibilità ($F/F_{MSY} < 1$);



- nel 2013 le specie non sovrasfruttate in termini di biomassa ($B/B_{MSY} > 1$) e di mortalità da pesca ($F/F_{MSY} < 1$) sono aumentate del 12%, tuttavia sono raddoppiate anche le specie sia in overfished ($B/B_{MSY} < 1$) sia in overfishing ($F/F_{MSY} > 1$);



3. nel 2021 le specie sovrasfruttate ($F/F_{MSY} > 1$ e $B/B_{MSY} < 1$) sono diminuite lievemente, mentre sono aumentate ulteriormente del 6% le specie con uno stock entro i limiti di sostenibilità definiti dal MSY ($F/F_{MSY} < 1$ e $B/B_{MSY} > 1$).



3.1.2. Specie “scarto”

Echinodermi

I grafici sottostanti mostrano l’andamento medio della mortalità da pesca (F/F_{MSY}) (**Fig. 3.41a**) e della biomassa (B/B_{MSY}) (**Fig. 3.41b**) per quanto riguarda il phylum degli echinodermi.

Tra il 2005 e il 2021 la mortalità da pesca è lievemente calata, discostandosi di poco dal livello di sostenibilità ($F/F_{MSY} \approx 1$). Parallelamente, anche la biomassa ha subito un piccolo incremento in prossimità del limite MSY ($B/B_{MSY} \approx 1$).

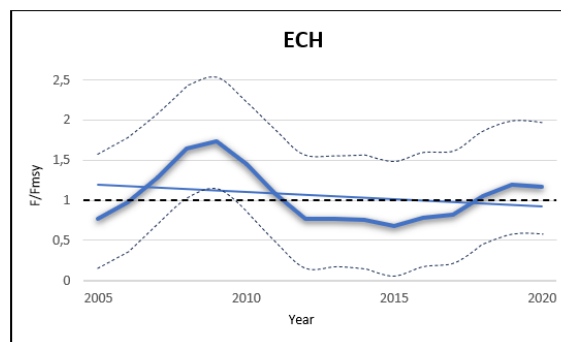


Fig. 3.41a – Andamento medio della mortalità da pesca (F/F_{MSY}) per quanto riguarda il phylum degli echinodermi (2005 – 2021).

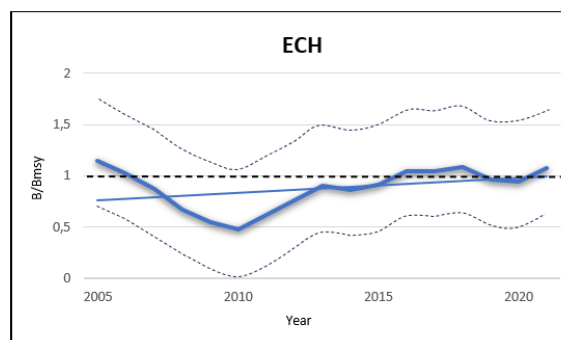


Fig. 3.41b – Andamento medio della biomassa (B/B_{MSY}) per quanto riguarda il phylum degli echinodermi (2005 – 2021).

Per quanto concerne l'analisi delle singole specie, di sotto sono elencati i corrispettivi *Kobe plot* commentati.

1. *Marthasterias glacialis* (ASTEGLA / MARTGLA)



Lo stock si trova in un buono stato da un punto di vista della biomassa ($B/B_{MSY} > 1.5$) ed è sottoposto ad una pressione di pesca sostenibile ($F/F_{MSY} < 0.5$) (Fig. 3.42).

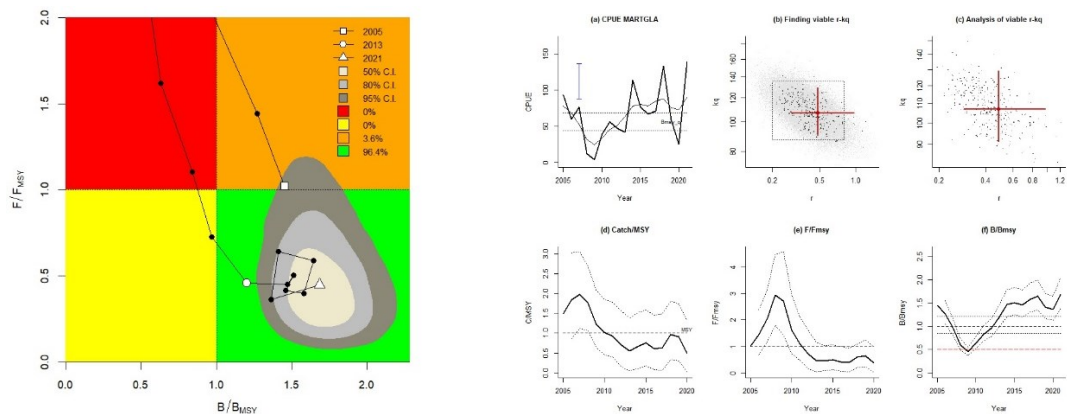


Fig. 3.42 – Stock assessment della specie *Marthasterias glacialis*, GSA 17 (2005 – 2021).

2. *Astropecten irregularis* (ASTRIRR)



Lo stock ha il 37% di probabilità di trovarsi sia in una situazione di *overfished* ($B/B_{MSY} < 1$) sia di *overfishing* ($F/F_{MSY} \approx 1$); tuttavia, esiste il 23.7% di possibilità che recuperi sia in termini di biomassa sia in termini di mortalità da pesca (**Fig. 3.43**).

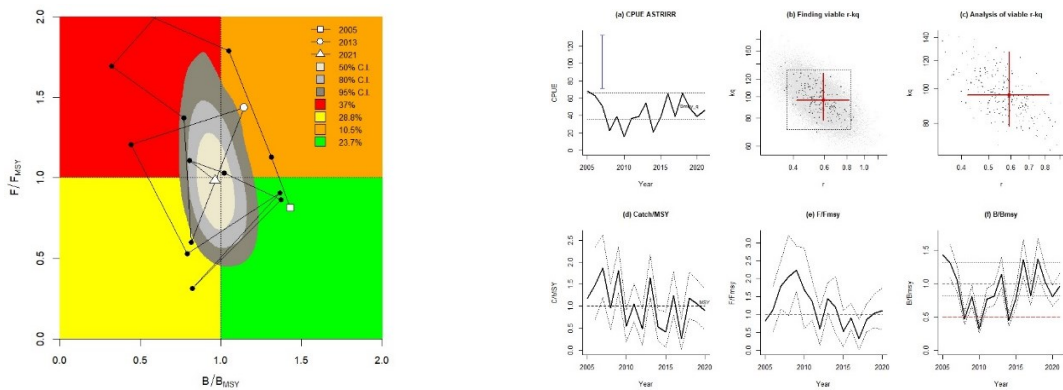


Fig. 3.43 – Stock assessment della specie *Astropecten irregularis*, GSA 17 (2005 – 2021).

3. *Brissopsis atlantica mediterranea* (BRISATL)



Lo stock si trova in un buono stato da un punto di vista della biomassa ($B/B_{MSY} > 2$) ed è sottoposto ad una pressione di pesca sostenibile ($F/F_{MSY} < 0.25$) (**Fig. 3.44**).

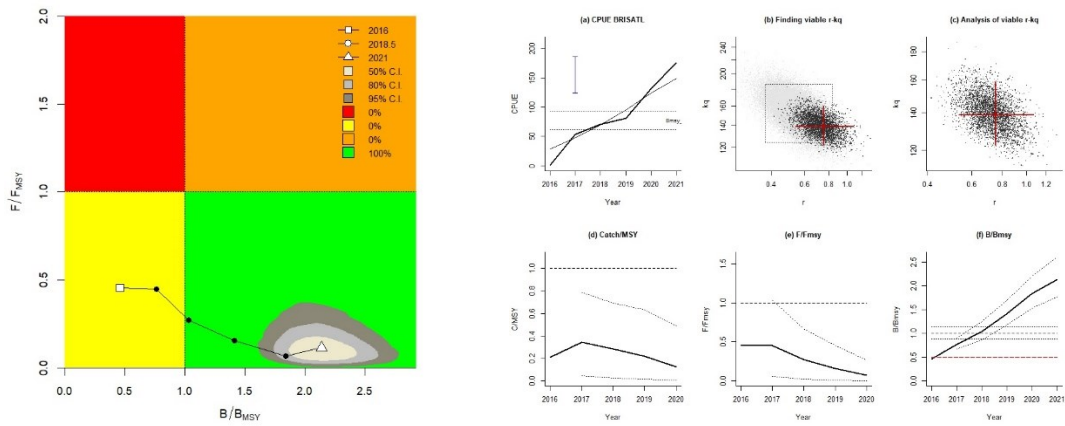


Fig. 3.44 – Stock assessment della specie *Brissopsis atlantica mediterranea*, GSA 17 (2005 – 2021).

4. *Holothuria (Panninothuria) forskali* (HOLOFOR)



Lo stock si trova sia in uno stato di *overfishing* ($F/F_{MSY} > 1$) sia di *overfished* ($B/B_{MSY} < 1$); tuttavia, esiste il 20% di probabilità che la mortalità da pesca sia in calo al di sotto del limite MSY e che la biomassa aumenti in modo sostenibile (**Fig. 3.45**).

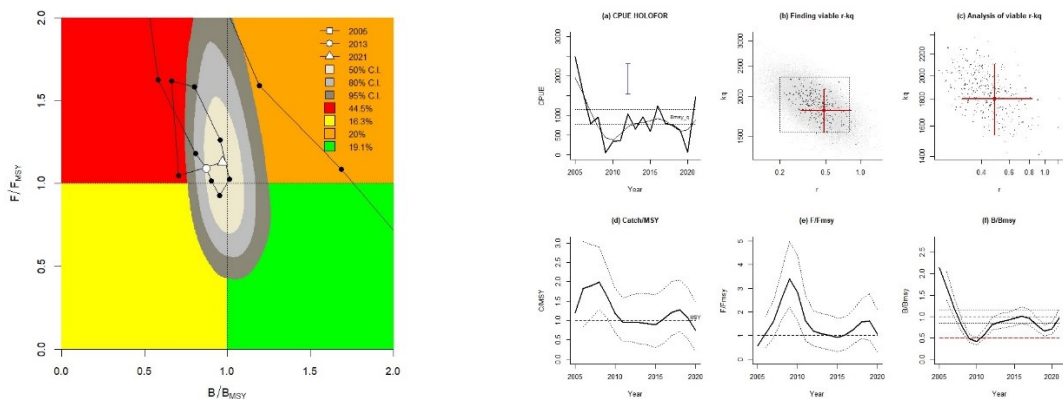


Fig. 3.45 – Stock assessment della specie *Holothuria (Panninothuria) forskali*, GSA 17 (2005 – 2021).

5. *Holothuria (Holothuria) tubulosa* (HOLOTUB)



Attualmente, lo stock è sovrasfruttato sia in termini di biomassa ($B/B_{MSY} < 0.5$) sia in termini di mortalità da pesca ($F/F_{MSY} < 3.5$) (Fig. 3.46).

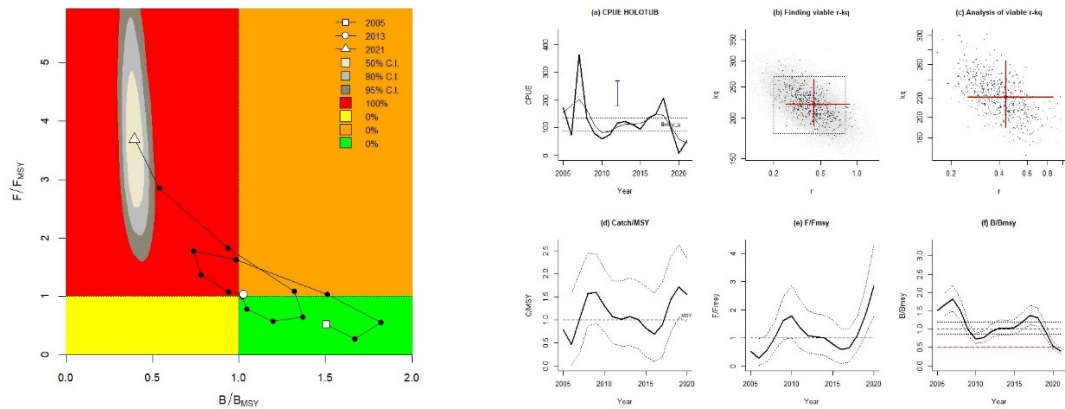
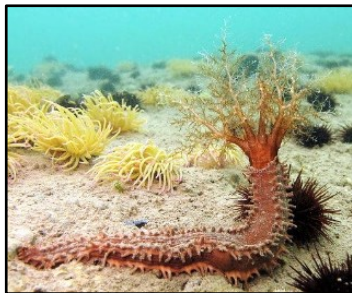


Fig. 3.46 – Stock assessment della specie *Holothuria (Holothuria) tubulosa*, GSA 17 (2005 – 2021).

6. *Ocnus planci* (OCNUPLA)



Lo stock si trova sia in uno stato di *overfished* ($B/B_{MSY} < 1$) sia in uno stato di *overfishing* ($F/F_{MSY} > 1.25$); tuttavia, esiste il 12.3% di probabilità

che la mortalità da pesca sia in calo, al di sotto del limite MSY (**Fig. 3.47**).

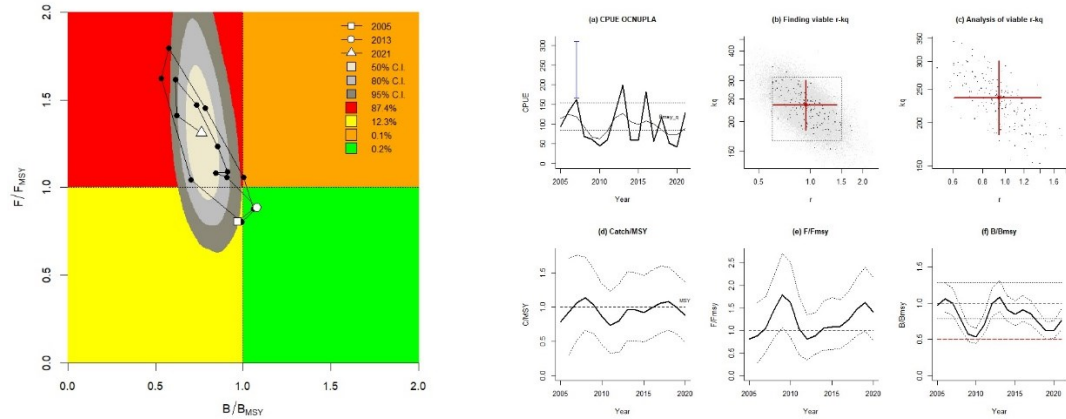
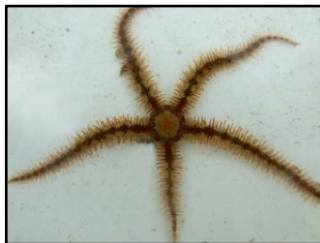


Fig. 3.47 – Stock assessment della specie *Ocnus planci*, GSA 17 (2005 – 2021).

7. *Ophiothrix fragilis* (OPHIFRA)



Lo stock si trova in un buono stato da un punto di vista della biomassa ($B/B_{MSY} > 1$) ed è sottoposto ad una pressione di pesca sostenibile ($F/F_{MSY} < 1$); tuttavia, esiste il 27.6% di probabilità che la mortalità da pesca sia in aumento al di sopra del limite MSY (**Fig. 3.48**).

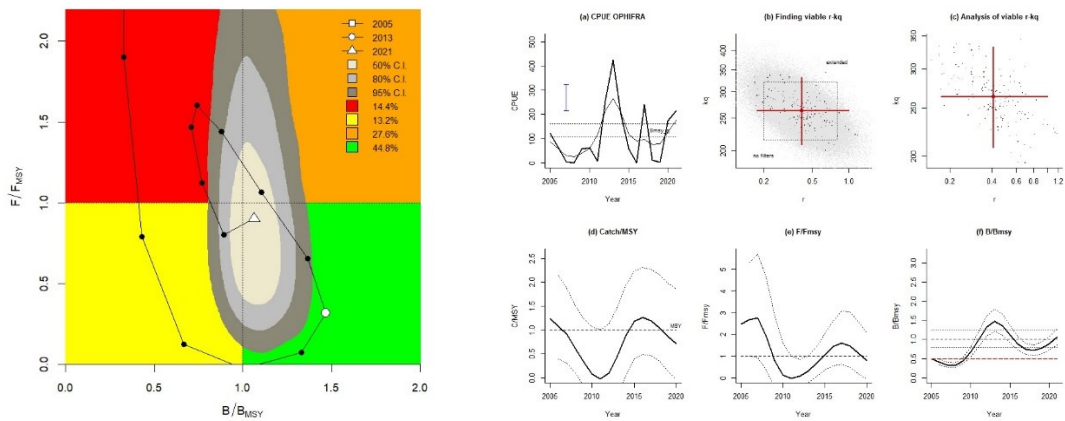


Fig. 3.48 – Stock assessment della specie *Ophiothrix fragilis*, GSA 17 (2005 – 2021).

8. *Ophiura ophiura* (OPHIOPH)



Lo stock si trova in un buono stato da un punto di vista della biomassa ($B/B_{MSY} > 1$) ed è sottoposto ad una pressione di pesca sostenibile ($F/F_{MSY} \approx 0.5$) (**Fig. 3.49**).

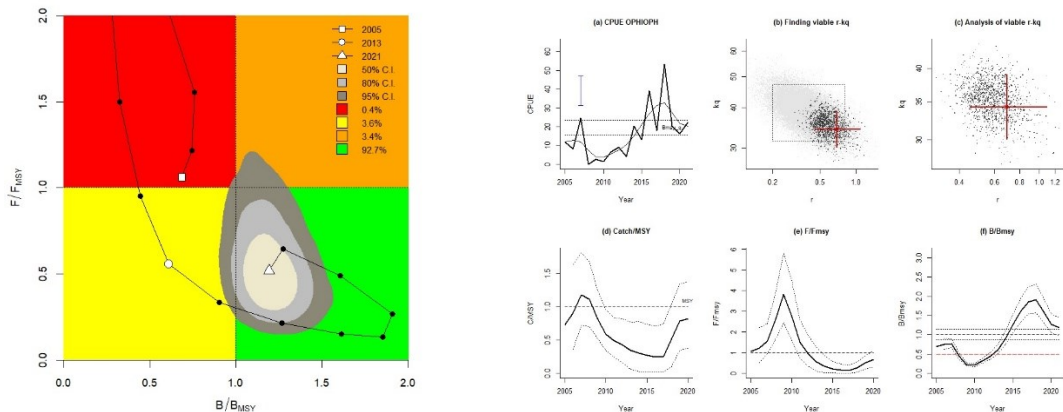


Fig. 3.49 – Stock assessment della specie *Ophiura ophiura*, GSA 17 (2005 – 2021).

9. *Psammechinus microtuberculatus* (PSAMMIC)



Lo stock si trova in un buono stato da un punto di vista della biomassa ($B/B_{MSY} > 1.5$) ed è sottoposto ad una pressione di pesca sostenibile ($F/F_{MSY} < 0.5$) (Fig. 3.50).

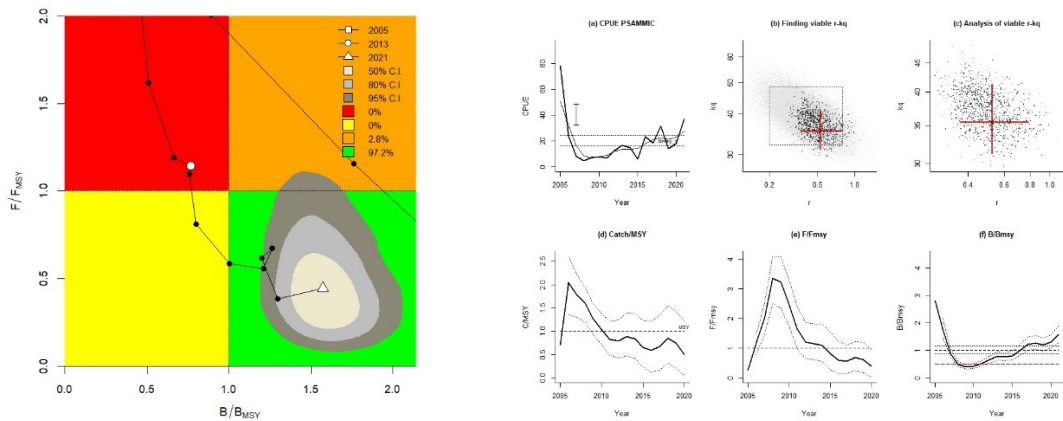


Fig. 3.50 – Stock assessment della specie *Psammechinus microtuberculatus*, GSA 17 (2005 – 2021).

10. *Parastichopus regalis* (STICREG)



Lo stock si trova sia in uno stato di *overfished* ($B/B_{MSY} < 0.5$) sia di *overfishing* ($F/F_{MSY} > 2.5$) (Fig. 3.51).

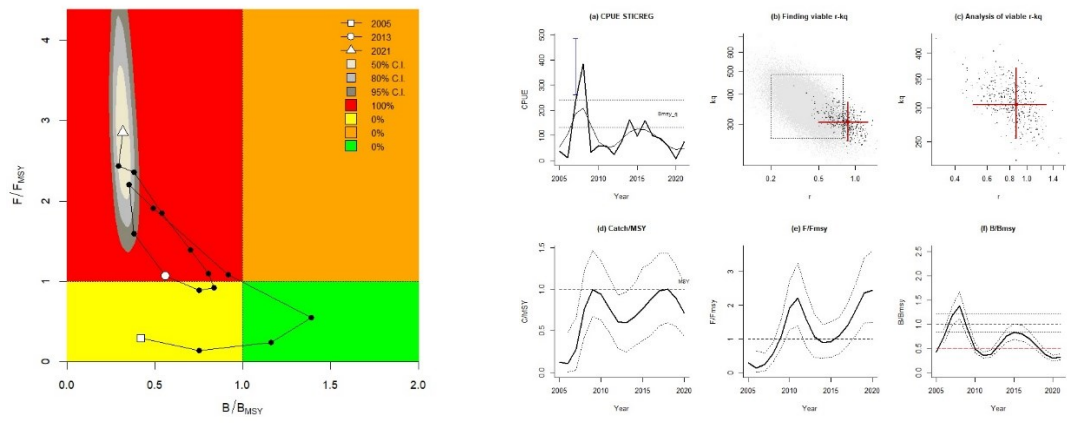


Fig. 3.51 – Stock assessment della specie *Parastichopus regalis*, GSA 17 (2005 – 2021).

Tunicati ascidiacei

I grafici sottostanti mostrano l'andamento medio della mortalità da pesca (F/F_{MSY}) (**Fig. 3.52a**) e della biomassa (B/B_{MSY}) (**Fig. 3.52b**) per quanto riguarda la classe dei tunicati ascidiacei.

Tra il 2005 e il 2021 la mortalità da pesca è calata al di sotto del limite MSY ($F/F_{MSY} < 1$), e a questa diminuzione è corrisposta una rapida crescita della biomassa al di sopra del livello di sostenibilità ($B/B_{MSY} > 1$).

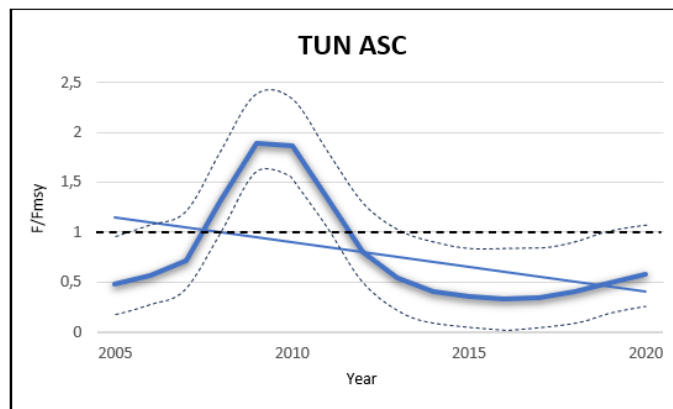


Fig. 3.52a – Andamento medio della mortalità da pesca (F/F_{MSY}) per quanto riguarda la classe dei tunicati ascidiacei (2005 – 2021).

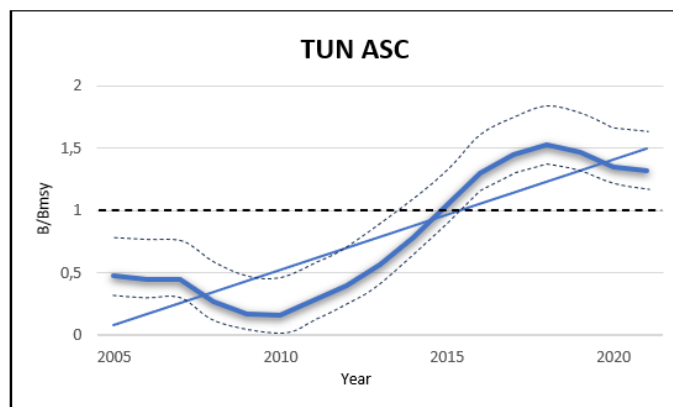


Fig. 3.52b – Andamento medio della biomassa (B/B_{MSY}) per quanto riguarda la classe dei tunicati ascidiacei (2005 – 2021).

Per quanto concerne l'analisi delle singole specie, di sotto sono elencati i corrispettivi *Kobe plot* commentati.

1. *Ascidia mentula* (ASCIMEN)



Lo stock si trova lievemente al di sotto dei limiti MSY per quanto riguarda la biomassa ($B/B_{MSY} < 1$) e la mortalità da pesca ($F/F_{MSY} < 1$). Esiste il 37.1% di probabilità che le condizioni di mortalità da pesca e di biomassa peggiorino, portando lo stock in una situazione sia di *overfished* sia di *overfishing* (Fig. 3.53).

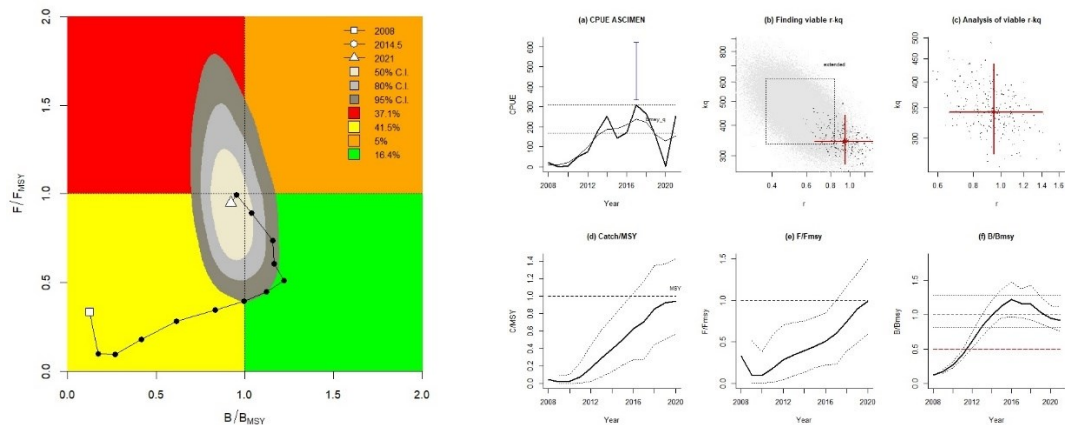


Fig. 3.53 – Stock assessment della specie *Ascidia mentula*, GSA 17 (2005 – 2021).

2. *Ascidia virginea* (ASCIVIR)



Lo stock si trova in un buono stato da un punto di vista della biomassa ($B/B_{MSY} > 1.25$) ed è sottoposto ad una pressione di pesca sostenibile ($F/F_{MSY} < 0.5$) (Fig. 3.54).

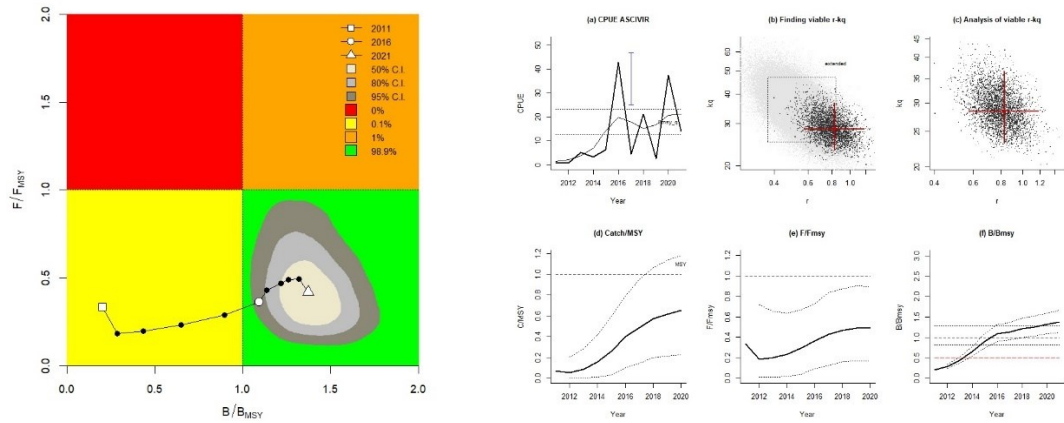


Fig. 3.54 – Stock assessment della specie *Ascidia virginea*, GSA 17 (2005 – 2021).

3. *Microcosmus vulgaris* (MICRSUL)



Lo stock si trova in un buono stato da un punto di vista della biomassa ($B/B_{MSY} > 1.75$) ed è sottoposto ad una pressione di pesca sostenibile ($F/F_{MSY} < 0.25$) (**Fig. 3.55**).

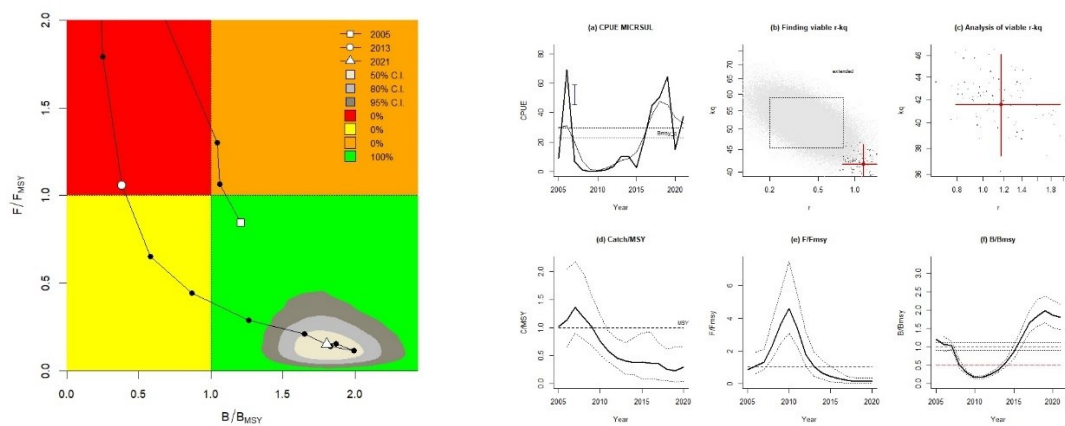
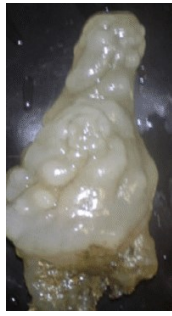


Fig. 3.55 – Stock assessment della specie *Microcosmus vulgaris*, GSA 17 (2005 – 2021).

4. *Phallusia mammillata* (PHALMAM)



Lo stock si trova sia in uno stato di *overfished* ($B/B_{MSY} < 1$) sia in uno stato di *overfishing* ($F/F_{MSY} > 1$); tuttavia, esiste il 37.4% di probabilità che la mortalità da pesca sia in calo, al di sotto del limite MSY (**Fig. 3.56**).

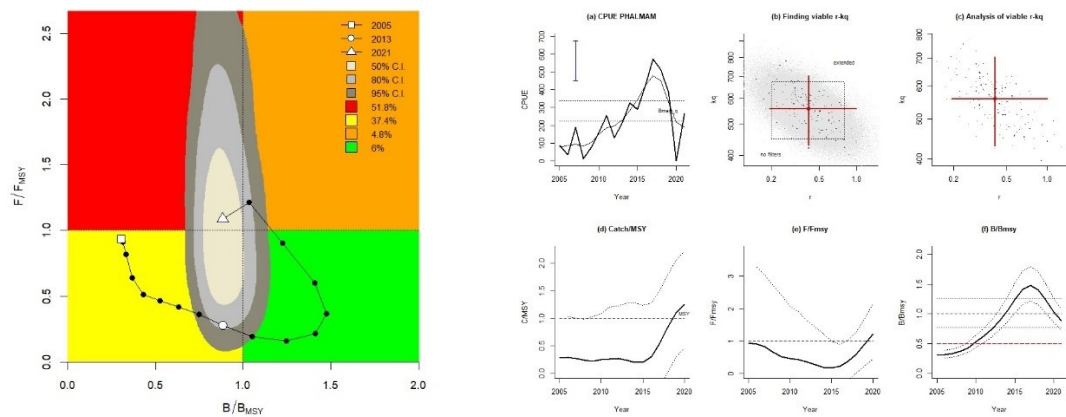


Fig. 3.56 – *Stock assessment* della specie *Phallusia mammillata*, GSA 17 (2005 – 2021).

Crostacei decapodi

I grafici sottostanti mostrano l'andamento medio della mortalità da pesca (F/F_{MSY}) (**Fig. 3.57a**) e della biomassa (B/B_{MSY}) (**Fig. 3.57b**) per quanto riguarda la classe dei crostacei decapodi.

Tra il 2005 e il 2021 la mortalità da pesca è diminuita lievemente al di sotto del limite di sostenibilità ($F/F_{MSY} < 1$), mentre la biomassa è aumentata, superando di poco il livello definito dal MSY ($B/B_{MSY} > 1$).

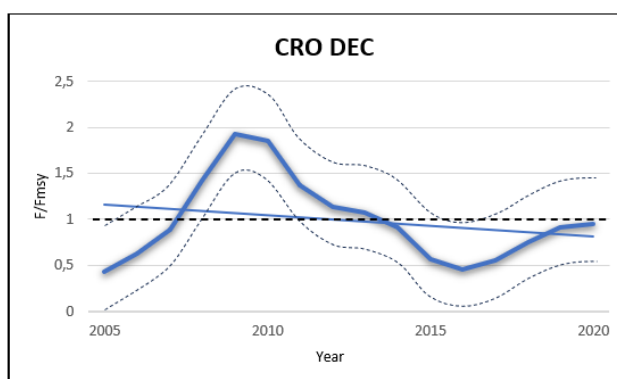


Fig. 3.57a – Andamento medio della mortalità da pesca (F/F_{MSY}) per quanto riguarda la classe dei crostacei decapodi (2005 – 2021).

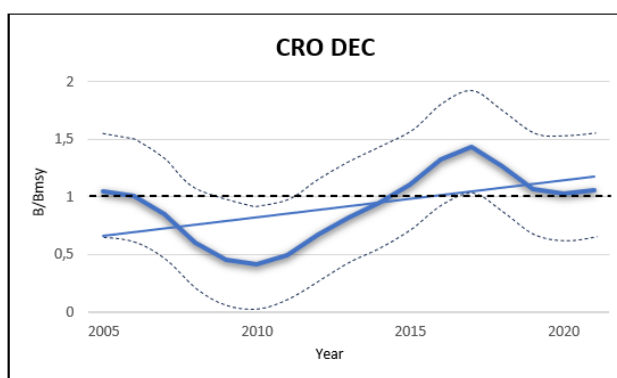


Fig. 3.57b – Andamento medio della biomassa (B/B_{MSY}) per quanto riguarda la classe dei crostacei decapodi (2005 – 2021).

Per quanto concerne l'analisi delle singole specie, di sotto sono elencati i corrispettivi *Kobe plot* commentati.

1. *Goneplax rhomboides* (GONERHO)



Lo stock si trova in un buono stato da un punto di vista della biomassa ($B/B_{MSY} > 1.25$) ed è sottoposto ad una pressione di pesca sostenibile ($F/F_{MSY} < 0.5$) (**Fig. 3.58**).

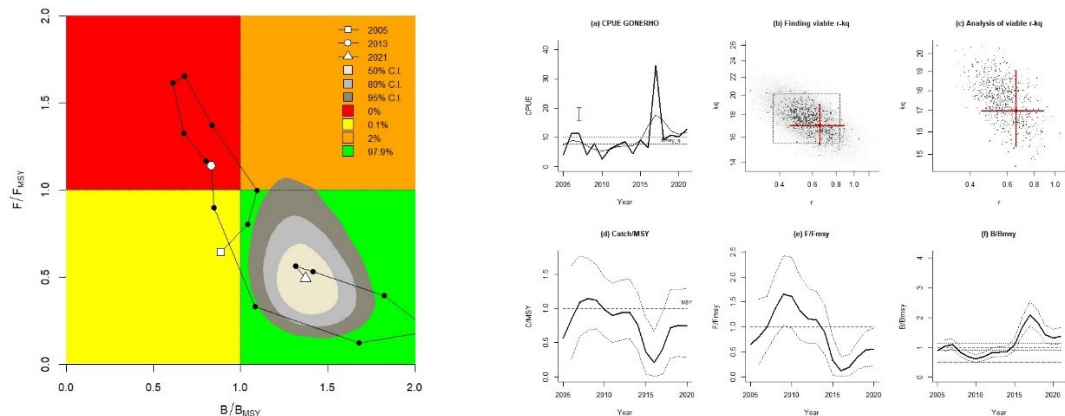


Fig. 3.58 – *Stock assessment* della specie *Goneplax rhomboides*, GSA 17 (2005 – 2021).

2. *Liocarcinus vernalis* (LIOCVER)



Lo stock si trova sia in uno stato di *overfished* ($B/B_{MSY} < 0.5$) sia in uno stato di *overfishing* ($F/F_{MSY} > 1.5$) (**Fig. 3.59**).

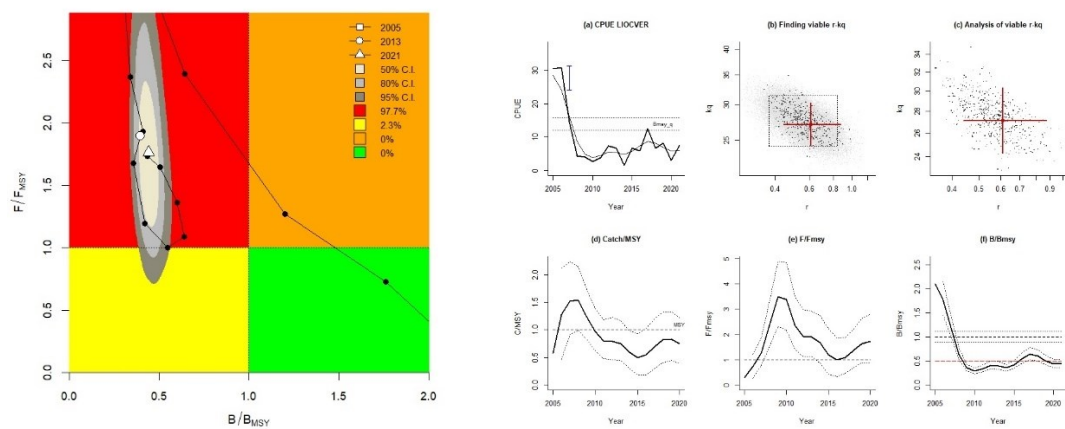


Fig. 3.59 – Stock assessment della specie *Liocarcinus vernalis*, GSA 17 (2005 – 2021).

3. *Medorippe lanata* (MEDOLAN)



Lo stock si trova in un buono stato da un punto di vista della biomassa ($B/B_{MSY} > 1.25$) ed è sottoposto ad una pressione di pesca sostenibile ($F/F_{MSY} \approx 0.5$) (Fig. 3.60).

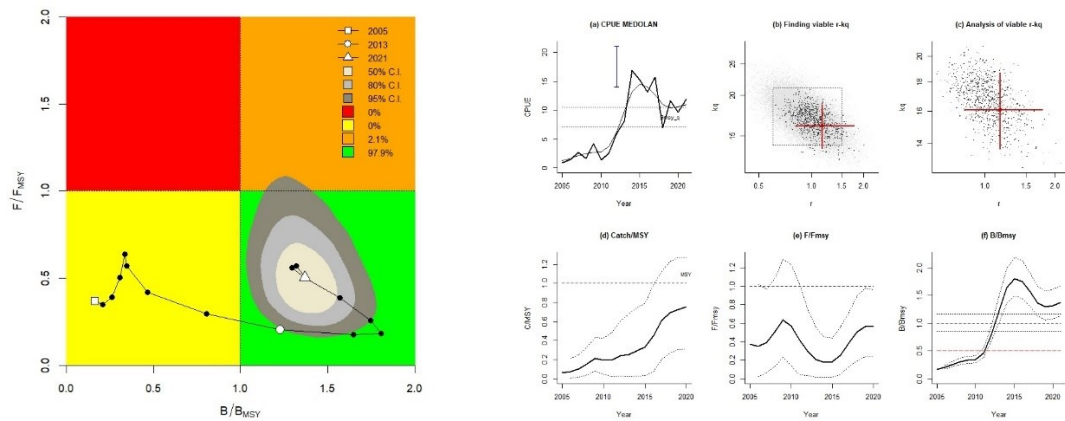


Fig. 3.60 – Stock assessment della specie *Medorippe lanata*, GSA 17 (2005 – 2021).

Poriferi demosponge

I grafici sottostanti mostrano l'andamento medio della mortalità da pesca (F/F_{MSY}) (**Fig. 3.61a**) e della biomassa (B/B_{MSY}) (**Fig. 3.61b**) per quanto riguarda la classe dei poriferi demosponge.

Tra il 2005 e il 2021 l'aumento della mortalità da pesca oltre il limite MSY ($F/F_{MSY} < 1$) ha mantenuto di gran lunga al di sotto del livello di sostenibilità la biomassa della classe delle demosponge ($B/B_{MSY} < 1$).

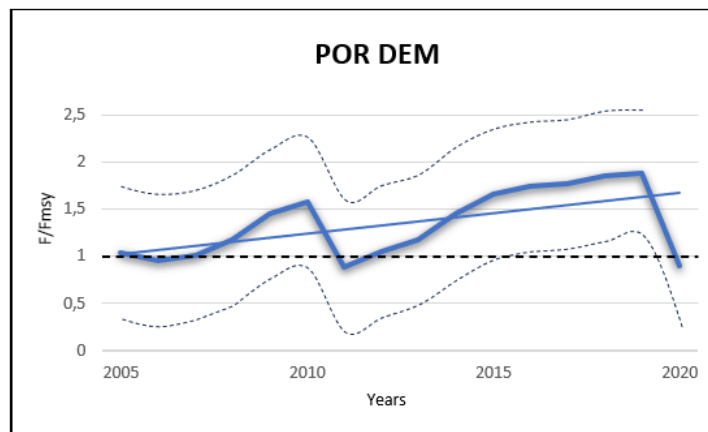


Fig. 3.61a – Andamento medio della mortalità da pesca (F/F_{MSY}) per quanto riguarda la classe dei poriferi demosponge (2005 – 2021).

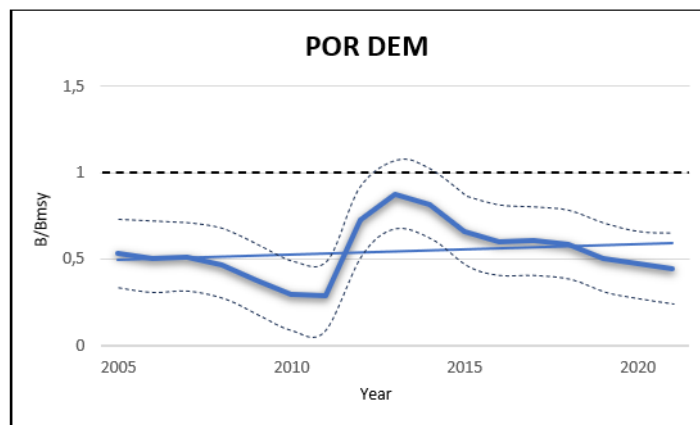


Fig. 3.61b – Andamento medio della biomassa (B/B_{MSY}) per quanto riguarda la classe dei poriferi demosponge (2005 – 2021).

Per quanto concerne l'analisi delle singole specie, di sotto sono elencati i corrispettivi *Kobe plot* commentati.

1. *Microcionidae* spp. (MICRSPP)



Lo stock si trova sia in uno stato di *overfished* ($B/B_{MSY} < 0.5$) sia in uno stato di *overfishing* ($F/F_{MSY} > 2$); quindi, al di fuori dei limiti di sostenibilità imposti dal MSY (**Fig. 3.62**).

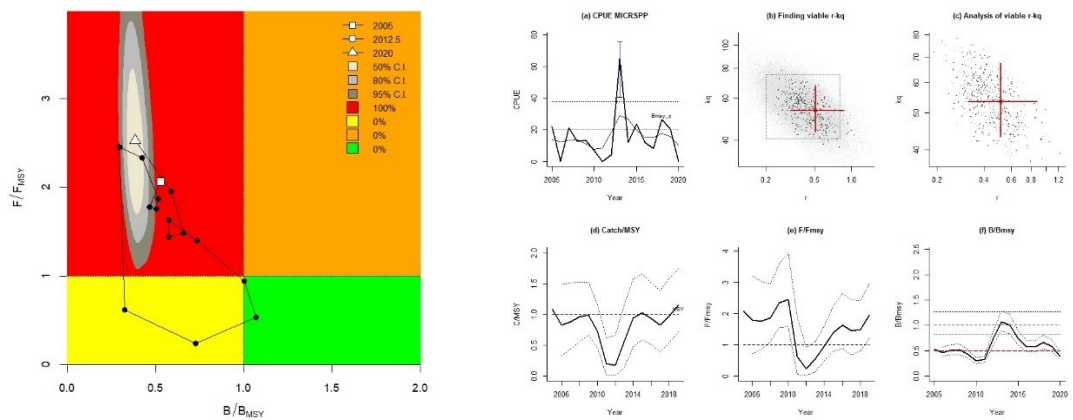
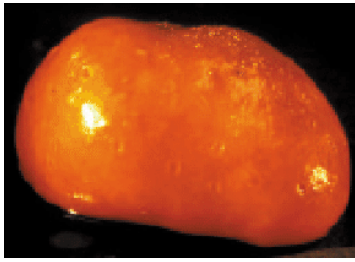


Fig. 3.62 – Stock assessment della specie *Microcionidae* spp., GSA 17 (2005 – 2021).

2. *Suberites domuncula* (SUBEDOM)



Lo stock si trova sia in uno stato di *overfished* ($B/B_{MSY} < 0.75$) sia in uno stato di *overfishing* ($F/F_{MSY} > 1$); tuttavia, esiste il 42.3% di probabilità che la mortalità da pesca sia in calo, al di sotto del limite MSY (**Fig. 3.63**).

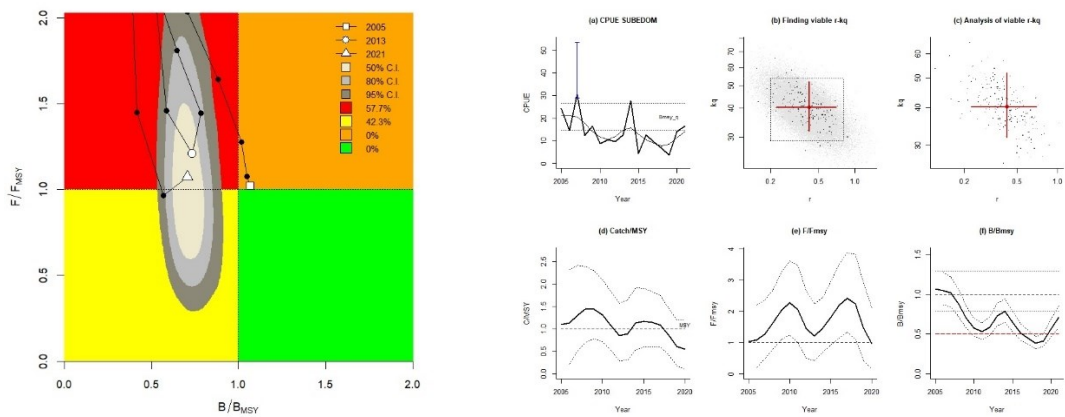


Fig. 3.63 – Stock assessment della specie *Suberites domuncula*, GSA 17 (2005 – 2021).

3. *Tedania (Tedania) anhelans* (TEDAANH)



Lo stock si trova sia in uno stato di *overfished* ($B/B_{MSY} < 0.75$) sia in uno stato di *overfishing* ($F/F_{MSY} > 1.75$) (Fig. 3.64).

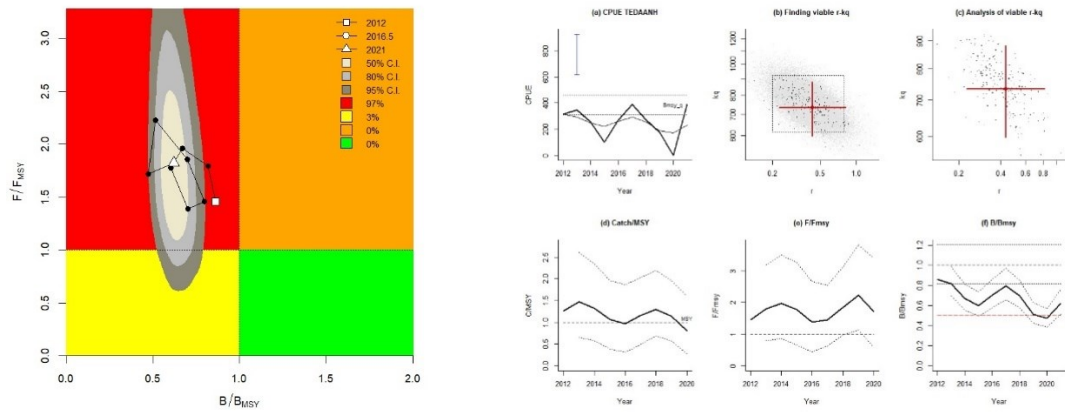


Fig. 3.64 – Stock assessment della specie *Tedania (Tedania) anhelans*, GSA 17 (2005 – 2021).

Molluschi gasteropodi

I grafici sottostanti mostrano l'andamento medio della mortalità da pesca (F/F_{MSY}) (**Fig. 3.65a**) e della biomassa (B/B_{MSY}) (**Fig. 3.65b**) per quanto riguarda la classe dei molluschi gasteropodi.

Tra il 2005 e il 2021 sia la biomassa ($B/B_{MSY} > 1$) sia la mortalità da pesca ($F/F_{MSY} < 1$) hanno raggiunto dei valori entro i limiti di sostenibilità definiti dal MSY.

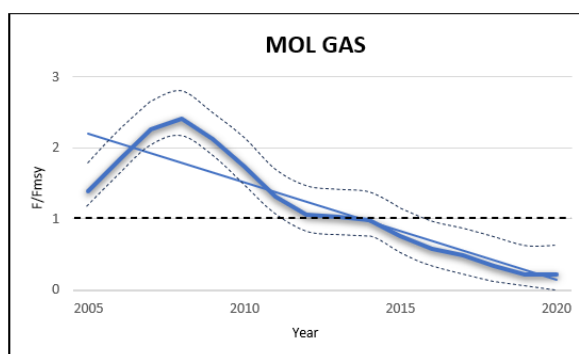


Fig. 3.65a – Andamento medio della mortalità da pesca (F/F_{MSY}) per quanto riguarda la classe dei molluschi gasteropodi (2005 – 2021).

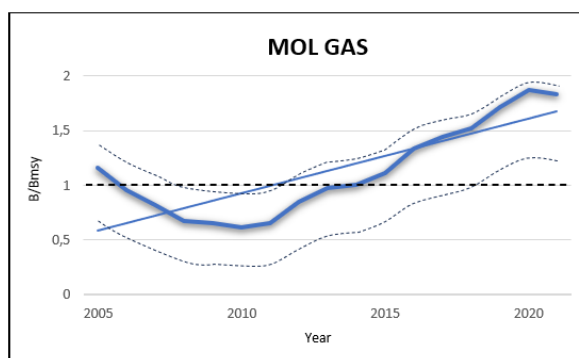
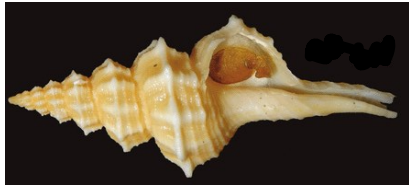


Fig. 3.65b – Andamento medio della biomassa (B/B_{MSY}) per quanto riguarda la classe dei molluschi gasteropodi (2005 – 2021).

Per quanto concerne l'analisi delle singole specie, di sotto sono elencati i corrispettivi *Kobe plot* commentati.

1. *Gracilipurpura rostrata* (FUSIROS)



Lo stock si trova in un buono stato da un punto di vista della biomassa ($B/B_{MSY} > 1.75$) ed è sottoposto ad una pressione di pesca sostenibile ($F/F_{MSY} < 0.5$) (Fig. 3.66).

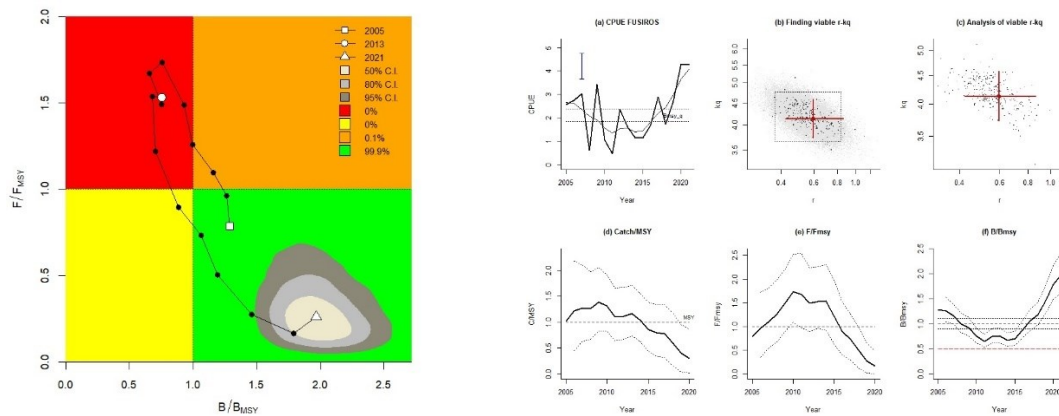


Fig. 3.66 – Stock assessment della specie *Gracilipurpura rostrata*, GSA 17 (2005 – 2021).

2. *Turritella communis* (TURRCOM)



Lo stock si trova in un buono stato da un punto di vista della biomassa ($B/B_{MSY} > 1.5$) ed è sottoposto ad una pressione di pesca sostenibile ($F/F_{MSY} < 0.5$) (Fig. 3.67).

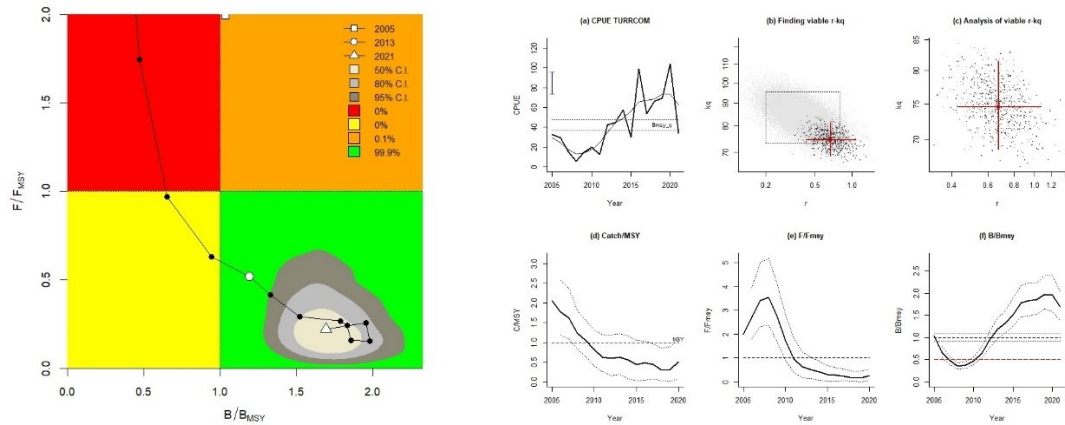


Fig. 3.67 – Stock assessment della specie *Turritella communis*, GSA 17 (2005 – 2021).

Cnidari

I grafici sottostanti mostrano l'andamento medio della mortalità da pesca (F/F_{MSY}) (**Fig. 3.68a**) e della biomassa (B/B_{MSY}) (**Fig. 3.68b**) per quanto riguarda il phylum degli cnidari.

Tra il 2005 e il 2021 la biomassa è rimasta costante nel tempo, approssimativamente vicina al limite di sostenibilità ($B/B_{MSY} \approx 1$), nonostante il picco della mortalità da pesca registrato tra il 2008 e il 2009.

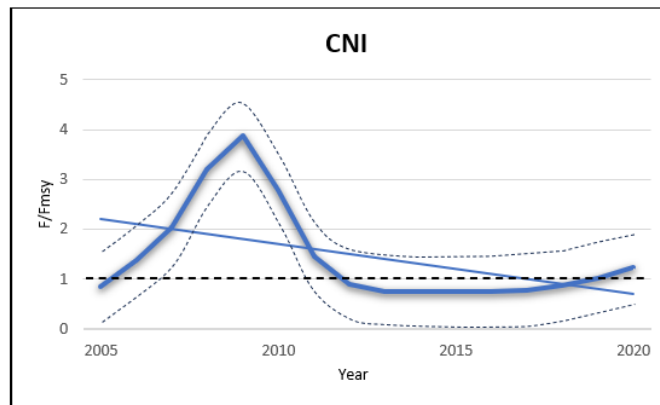


Fig. 3.68a – Andamento medio della mortalità da pesca (F/F_{MSY}) per quanto riguarda il phylum degli cnidari (2005 – 2021).

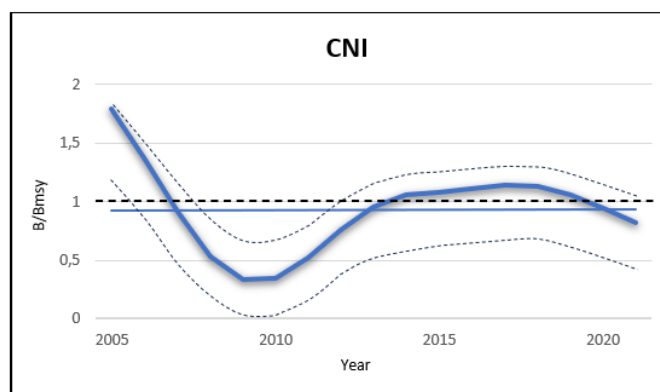


Fig. 3.68b – Andamento medio della biomassa (B/B_{MSY}) per quanto riguarda il phylum degli cnidari (2005 – 2021).

Per quanto concerne l'analisi delle singole specie, di sotto sono elencati i corrispettivi *Kobe plot* commentati.

1. *Calliactis parasitica* (CALLPAR)



Lo stock si trova sia in uno stato di *overfished* ($B/B_{MSY} < 1$) sia in uno stato di *overfishing* ($F/F_{MSY} > 1$); tuttavia, esiste il 19.8% di probabilità che la mortalità da pesca sia in calo, al di sotto del limite MSY (**Fig. 3.69**).

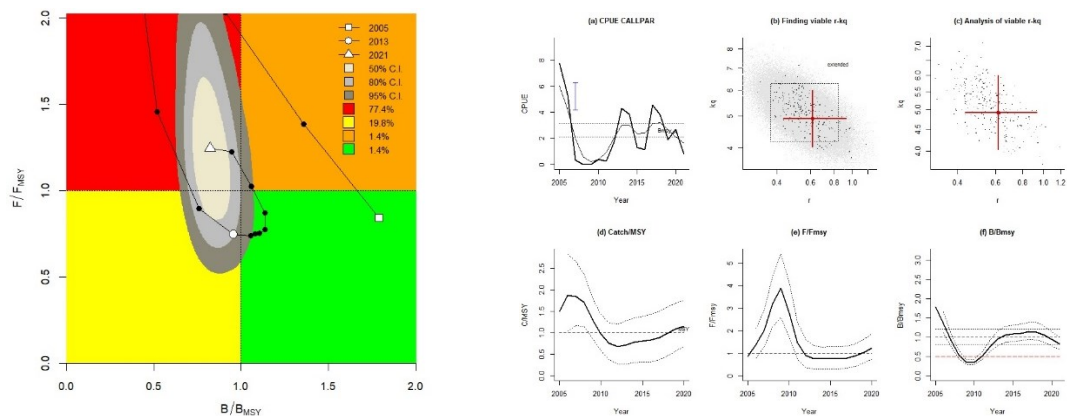


Fig. 3.69 – *Stock assessment* della specie *Calliactis parasitica*, GSA 17 (2005 – 2021).

Molluschi bivalve

I grafici sottostanti mostrano l'andamento medio della mortalità da pesca (F/F_{MSY}) (**Fig. 3.70a**) e della biomassa (B/B_{MSY}) (**Fig. 3.70b**) per quanto riguarda la classe dei molluschi bivalve.

L'aumento della mortalità da pesca tra il 2005 e il 2021 oltre il limite MSY ($F/F_{MSY} > 1$) ha causato il crollo della biomassa al di sotto del livello di sostenibilità ($B/B_{MSY} < 1$).

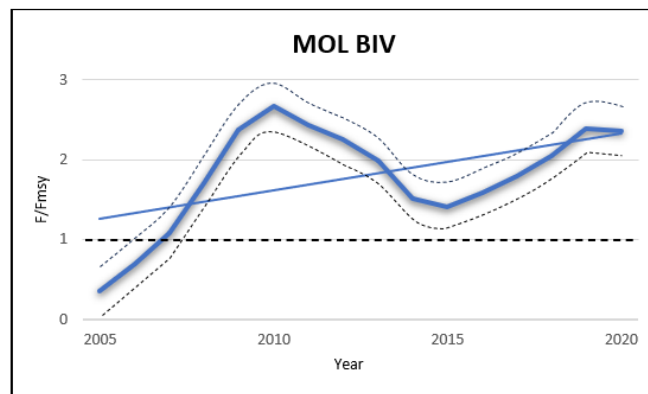


Fig. 3.70a – Andamento medio della mortalità da pesca (F/F_{MSY}) per quanto riguarda la classe dei molluschi bivalve (2005 – 2021).

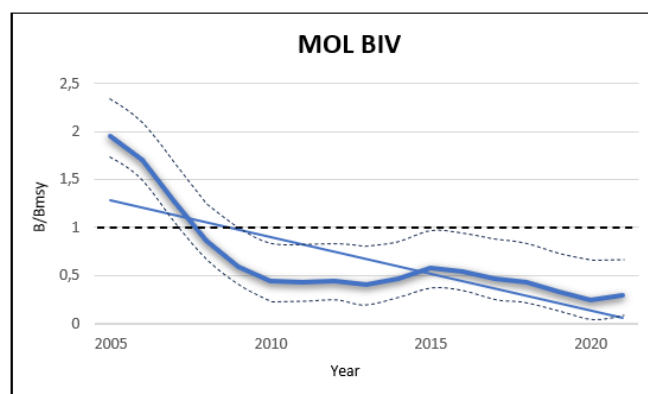
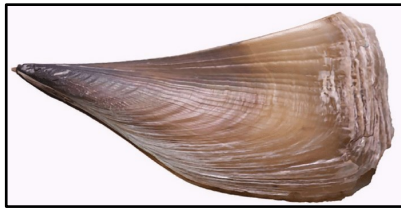


Fig. 3.70b – Andamento medio della biomassa (B/B_{MSY}) per quanto riguarda la classe dei molluschi bivalve (2005 – 2021).

Per quanto concerne l'analisi delle singole specie, di sotto sono elencati i corrispettivi *Kobe plot* commentati.

1. *Atrina pectinata* (ATRIPEC)



Lo stock si trova sia in uno stato di *overfished* ($B/B_{MSY} < 0.5$) sia in uno stato di *overfishing* ($F/F_{MSY} > 2.5$), quindi, al di fuori dei limiti di sostenibilità (**Fig. 3.71**).

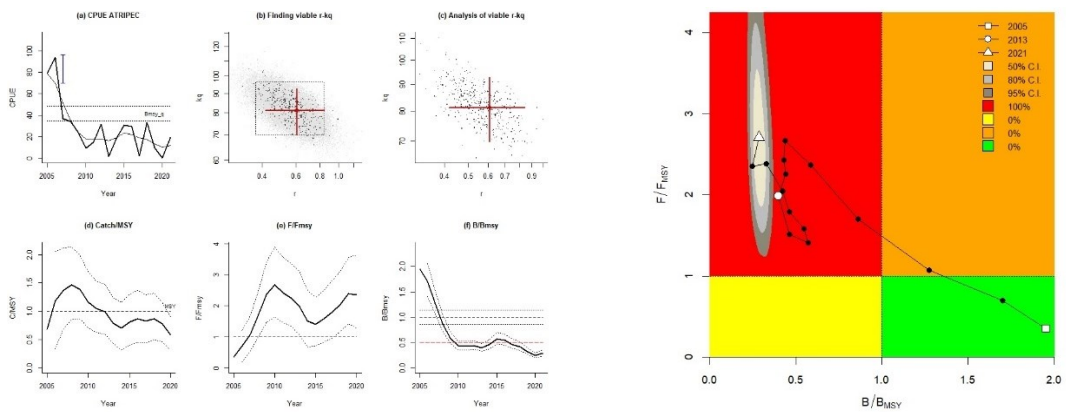
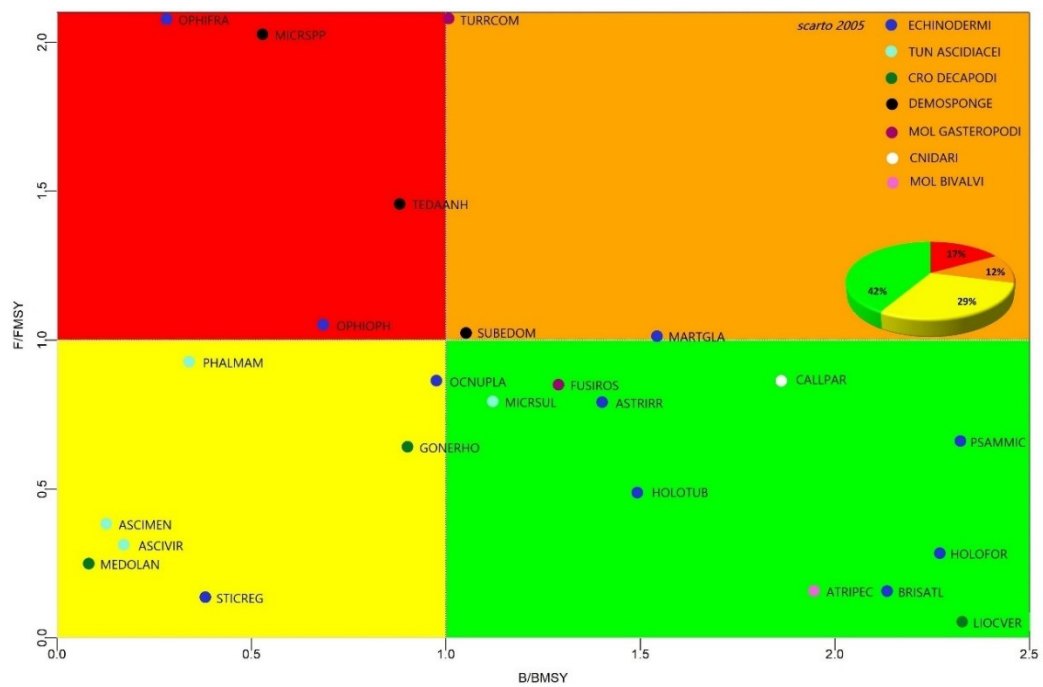


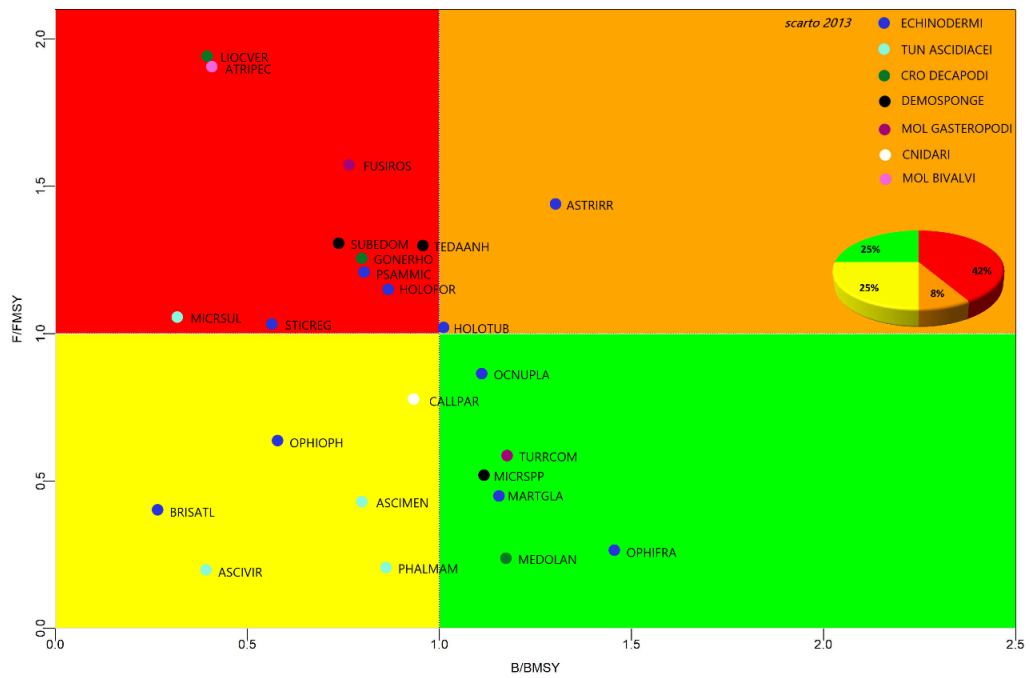
Fig. 3.71 – Stock assessment della specie *Atrina pectinata*, GSA 17 (2005 – 2021).

Di seguito è possibile vedere l'evoluzione temporale delle specie “scarto” a partire dal 2005 fino al 2021:

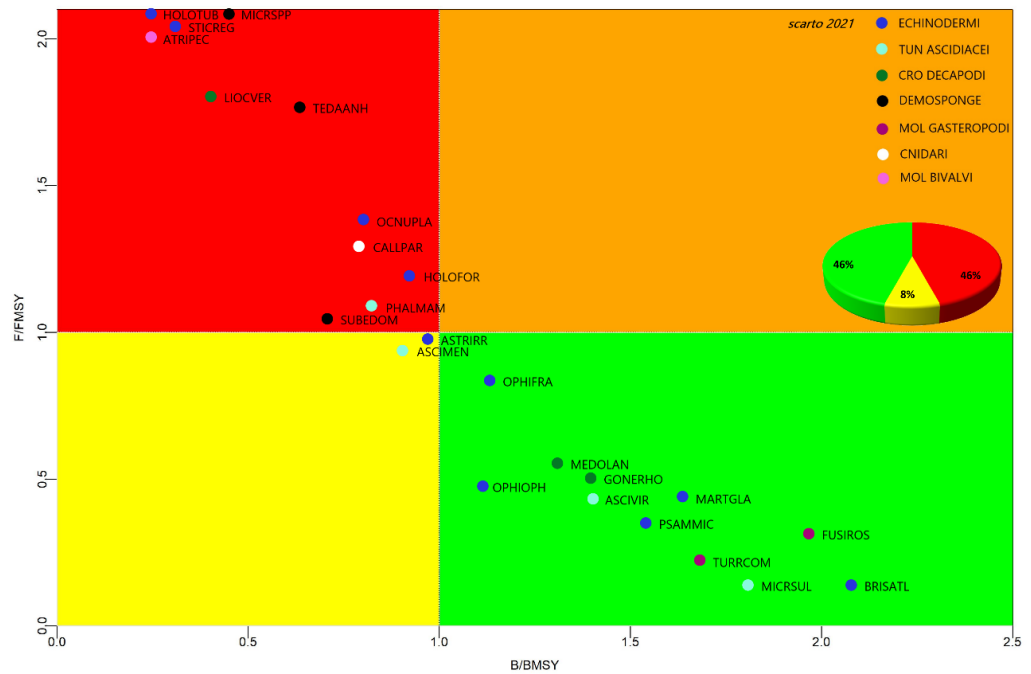
- nel 2005 il 42% delle specie presentava una biomassa e una pressione di pesca entro i limiti definiti dal MSY ($F/F_{MSY} < 1$ e $B/B_{MSY} > 1$);



- nel 2013 le specie non sfruttate da un punto della biomassa ($B/B_{MSY} > 1$) sono diminuite del 17%, mentre sono aumentate del 25.0% le specie sia in overfished ($B/B_{MSY} < 1$) sia in overfishing ($F/F_{MSY} > 1$);



3. nel 2021 il 21 % delle specie ha recuperato sia in termini di biomassa ($B/B_{MSY} > 1$) sia in termini di mortalità da pesca ($F/F_{MSY} < 1$).



3.1.3. Specie “*target*”

Successivamente, il metodo AMSY è stato applicato anche alla specie *target* del SoleMon *Solea solea*, ovvero ad una specie per la quale esistono già delle valutazioni attendibili in merito allo stato dello stock in alto Adriatico, effettuate tramite i cosiddetti *age/size-based approaches* (SS3 – Stock Synthesis) [19], al fine di dimostrare la validità del metodo “data-poor” basato sui dati di abbondanza relativa, invece che su quelli riferiti alle catture commerciali.

Solea solea (SOLEVUL)



Lo *stock assessment* effettuato tramite AMSY mostra una biomassa (B/B_{MSY} >1) e una mortalità da pesca (F/F_{MSY} <1) entro i limiti di sostenibilità definiti dal MSY (**Fig. 3.72**).

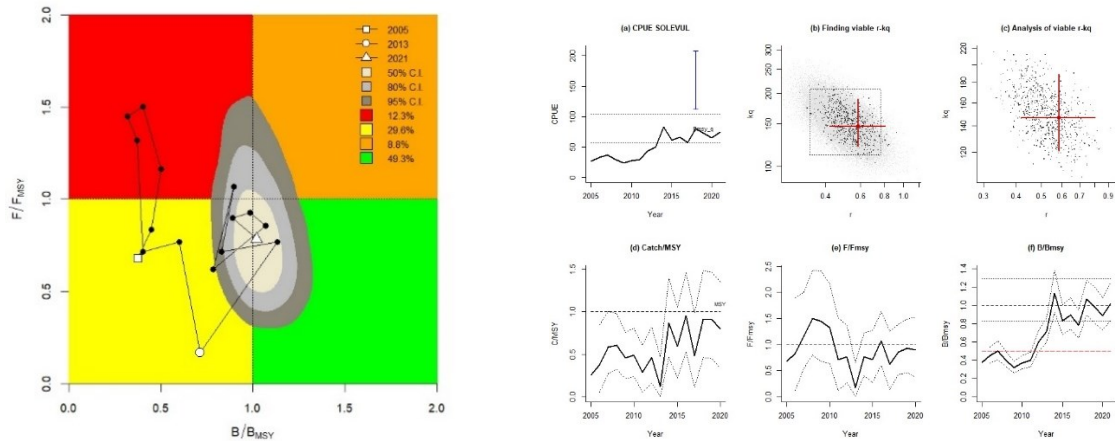


Fig. 3.72 – *Stock assessment* AMSY della specie *Solea solea*, GSA 17 (2005 – 2021).

Allo stesso modo, lo *stock assessment* effettuato tramite SS3 [19] (**Fig. 3.73**) mostra un andamento simile a quello del *Kobe plot* AMSY, non soltanto per quanto riguarda lo stato attuale di *Solea solea*, ma anche relativamente alle fluttuazioni passate, sino all’anno 2005.

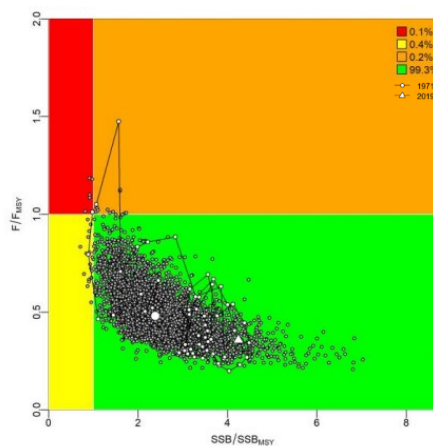


Fig. 3.73 – *Stock assessment* SS3 della specie *Solea solea*, GSA 17 (1971 – 2019).

4. DISCUSSIONE

Il presente studio ha dimostrato l'efficacia del metodo "data-poor" AMSY nel valutare lo stato delle risorse biologiche marine, considerando soltanto i dati di abbondanza relativa (CPUE) provenienti dalla campagna di pesca a strascico sperimentale SoleMon, effettuata annualmente in alto Adriatico, e integrati con informazioni sulla resilienza delle specie ed il loro stato iniziale di deplezione in riferimento alla capacità portante (K). Difatti, mettendo a confronto il *Kobe plot* AMSY della *specie target Solea solea* con lo *stock assessment* [33] elaborato tramite dei modelli integrati (*age/size-based approaches*) più accurati, è possibile notare una corrispondenza tra le due analisi: entrambi mostrano uno stock attualmente in salute, che ha subito nel tempo un aumento progressivo della biomassa ($B/B_{MSY} > 1$) e una mortalità da pesca entro il limite sostenibile definito dal MSY ($F/F_{MSY} < 1$).

Pertanto, AMSY risulta essere il metodo più accurato per la valutazione delle specie che non dispongono dei dati sulle catture, quindi, non avrebbero alcun altro modo per essere valutate. Infatti, il metodo qui descritto è stato utilizzato recentemente anche in altre aree, a supporto della sua attendibilità [34]. Perciò, in questo studio AMSY ha consentito di stimare l'impatto della pesca a strascico nella GSA 17 sulle specie con un basso (*non-target* commerciale) o assente (scarto) valore commerciale nel periodo compreso

tra il 2005 e il 2021, permettendo così di giungere a delle interessanti considerazioni.

Dall'analisi delle 34 specie commerciali *non-target* è emerso che nel 2005 il 65% delle specie presentava una criticità più o meno marcata; infatti, il 41% mostrava una biomassa al di sotto del limite B/B_{MSY} , il 9% era sottoposto ad una eccessiva pressione di pesca, mentre il 15% si trovava sia in una situazione di *overfished* sia di *overfishing*. Successivamente, è stato evidenziato un lieve miglioramento: il 53% delle specie commerciali *non-target* attualmente si trova in un buono stato sia in termini di biomassa sia in termini di mortalità da pesca, tuttavia, il 35% risulta essere ancora sovrasfruttato, in particolare alcune specie appartenenti alla classe dei molluschi gasteropodi e dei crostacei decapodi.

Le 28 specie “scarto” esaminate rivelano invece un notevole aumento della pressione di pesca tra il 2005 e il 2013, che ha causato una diminuzione della biomassa al di sotto del limite definito dal MSY per il 21% delle specie considerate. Tuttavia, negli anni successivi alcuni stocks ittici sono migliorati, creando così una situazione complementare tra la percentuale di specie in salute (46%) e le specie sovrasfruttate (46%); in particolare il gruppo delle demosponge risulta essere quello maggiormente colpito dalla pesca a strascico.

Inoltre, esaminando la relazione tra la pressione di pesca (F/F_{MSY}) e la biomassa (B/B_{MSY}) emergono delle peculiarità per quanto riguarda alcune delle classi considerate. Nonostante, la pressione di pesca sia aumentata durante gli ultimi anni i molluschi gasteropodi appartenenti alle specie *non-target* commerciali continuano a mostrare in media una biomassa in crescita, mentre al diminuire della mortalità da pesca la biomassa della classe “scarto” dei tunicati tende a crescere molto rapidamente rispetto a quella degli altri gruppi considerati. Pertanto, queste relazioni suggeriscono che le classi appena citate possano avere una elevata capacità di risposta agli impatti antropici, e quindi, un *maximum intrinsic growth rate* (r -max) elevato.

Prestando attenzione alla distribuzione delle diverse specie all'interno dei *Kobe plot* è possibile distinguere in modo immediato le specie che nel tempo hanno aumentato la propria biomassa, mostrando quindi, una elevata sopravvivenza e una bassa vulnerabilità all'esposizione all'aria, prima di essere rigettate in mare a causa del loro basso o assente valore commerciale. Tra le specie *non-target* commerciali gli organismi con una biomassa elevata appartengono soprattutto ai vertebrati attinopterigi (52%), mentre le specie appartenenti allo “scarto” sono rappresentate per la maggior parte dagli echinodermi (45%), anche se alcune specie della classe Holoturoidea hanno

mostrato una resistenza minore se confrontata a quella di altri *scavengers*. Infatti, altri “organismi spazzini” come stelle marine, ricci di mare e granchi hanno aumentato la propria biomassa, a conferma del fatto che gli input di sostanza organica (44.3%) [15] legati ai rigetti in mare della pesca a strascico possano influire sulla struttura della rete trofica marina.

Pertanto, la classe dei vertebrati attinopterigi (commerciale *non-target*) e il phylum degli echinodermi (scarto) risultano essere i gruppi maggiormente prelevati in Adriatico settentrionale tramite la pesca a strascico. Questo potrebbe essere ricondotto non solo alla motilità dei vertebrati attinopterigi e all’ampia distribuzione degli echinodermi, che ne aumentano la probabilità di cattura, ma anche alle loro caratteristiche dimensionali: difatti, rispetto agli altri gruppi considerati in questo studio, i vertebrati attinopterigi e gli echinodermi comprendono gli organismi con le dimensioni maggiori, ovvero, quelli che sfuggono con più difficoltà alle reti da traino. Tuttavia, nonostante alcune specie siano state sottoposte ad un aumento della pressione di pesca tra il 2005 e il 2021, il 58% delle specie appartenenti alla classe dei vertebrati attinopterigi e il 50% delle specie del phylum dei cordati presentano attualmente un livello di biomassa sostenibile, ovvero entro i limiti definiti dal MSY ($B/B_{MSY} > 1$).

Considerando invece la classe dei molluschi cefalopodi, appartenente alla categoria delle specie commerciali *non-target*, mediamente tra il 2005 e il 2021 la mortalità da pesca e la biomassa hanno subito delle minime fluttuazioni lungo il limite di sostenibilità MSY, rimanendo più o meno costanti negli anni (F/F_{MSY} e $B/B_{MSY} \approx 1$). Tale andamento potrebbe trovare riscontro, non soltanto con il leggero calo dello sforzo di pesca avvenuto negli ultimi anni, ma anche con la loro capacità di spostarsi rapidamente su brevi distanze, favorendo così la loro fuga dagli attrezzi da traino. Inoltre, sarebbe interessante verificare se possa esistere o meno una correlazione tra l'attività predatoria prevalentemente notturna di questi organismi e la riduzione della loro esposizione alla pesca.

5. CONCLUSIONE

I risultati descritti in questa tesi di laurea hanno sottolineato l'elevata potenzialità del metodo "data-poor" AMSY nella valutazione delle risorse biologiche marine con un basso (*non-target* commerciale) o assente (scarto) valore commerciale. Pertanto, lo studio condotto ha permesso di concentrare l'attenzione sugli organismi marini che vengono prelevati accidentalmente durante la pesca a strascico, e per i quali non esistono delle valutazioni complete su loro stato attuale, tantomeno delle considerazioni sulle possibili ripercussioni a livello ecosistemico che potrebbero essere causate da una eccessiva rimozione di questa categoria di organismi.

Tramite lo *stock assessment* effettuato in questo studio è emerso che il 40.5% delle specie non importanti da un punto di vista commerciale (*non-target* e scarto) si trovano in una situazione sia di overfishing ($F/F_{MSY} > 1$) sia di overfished ($B/B_{MSY} < 1$). Per tali stocks il recupero della biomassa a livelli compatibili con il massimo rendimento sostenibile può essere possibile solo in funzione di uno sfruttamento minore di F_{MSY} per un periodo più o meno lungo in relazione alle caratteristiche della specie. Generalmente, specie a strategia *k* avranno bisogno di un periodo più lungo per il recupero della biomassa rispetto a specie a strategia *R*. In particolare, la classe maggiormente colpita è quella delle demosponge (scarto), ovvero di poriferi

con un importante ruolo ecologico in Adriatico. Questi organismi, infatti, hanno un'elevata capacità di filtrare grandi quantità d'acqua, offrono rifugio a numerose specie commensali e aumentano la tridimensionalità dell'ambiente in cui si trovano. Pertanto, la riduzione di un popolamento di spugne potrebbe avere degli effetti negativi sia sull'habitat sia sulle specie associate, e quindi, sulla biodiversità nell'Adriatico settentrionale. In aggiunta, è stato riscontrato un aumento degli *scavengers*, quali *Bolinus brandaris*, *Hexaplex trunculus* e *Marthasterias glacialis*.

Ragion per cui è importante approfondire e continuare la valutazione delle specie *non-target* commerciali e delle specie “scarto” al fine di comprendere l'evoluzione dei loro stocks e di produrre dei modelli probabilistici per la valutazione dei potenziali cambiamenti che potrebbero verificarsi in futuro all'interno della rete trofica della GSA 17.

6. BIBLIOGRAFIA

- [1] **Hu Y., Shang H., Tong H., Nehlich O., Liu W., Zhao C., Yu J., Wang C., Trinkaus E., Richards M.P.,** (2009). Stable isotope dietary analysis of the Tianyuan 1 early modern human. *Proc Natl Acad Sci U S A*. Epub: 106(27):10971-4. PMID: 19581579; PMCID: PMC2706269; doi: 10.1073/pnas.0904826106.
- [2] **Bocherens H., Baryshnikov G., Van Neer W.,** (2014). Were bears or lions involved in salmon accumulation in the Middle Palaeolithic of the Caucasus? An isotopic investigation in Kudaro 3 cave. *Quaternary International*, Volumes 339–340, Pages 112-118, ISSN 1040-6182; doi: 10.1016/j.quaint.2013.06.026.
- [3] **Nabais M.,** (2021). Neanderthal Diets in Portugal: Small and Large Prey Consumption during the Marine Isotope Stage 5 (MIS-5). PhD thesis submitted to University College London.
- [4] **Dietrich S., Lundbeck J.,** (1992). *A History of Fishing*. Berlin: Springer.
- [5] **Douka K., Spinapolice E.,** (2012). Neanderthal Shell Tool Production: Evidence from Middle Palaeolithic Italy and Greece. *Journal of world prehistory*. 25. 45-79; doi: 10.1007/s10963-012-9056-z.

- [6] **Masaki F., Shinji Y., Chiaki K., Itsuro O., Katsuhiko S., Taiji K., Hiroshi S., Dai K., Hiroyuki M., Akihiro K., Tomoyo O., Tomomi S., Hikaru F., Satoshi K., Toru N., Megumi K., Shuji M., Gen S., Yousuke K.,** (2016). Advanced maritime adaptation in the western Pacific coastal region extends back to 35,000–30,000 years before present. 113 (40) 11184-11189; doi: 10.1073/pnas.1607857113.
- [7] **Galili E., Rosen B., Gopher A., Kolska-Horwitz L.,** (2003). The Emergence and Dispersion of the Eastern Mediterranean Fishing Village: Evidence from Submerged Neolithic Settlements off the Carmel Coast, Israel. *Journal of Mediterranean Archaeology*; doi: 15. 10.1558/jmea.v15i2.167.
- [8] **Soria-Trastoy M. T.,** (2022). Fishing with Cast Nets in Ancient Egypt. *Journal of Maritime Archaeology*, 17. 1-82; doi: 10.1007/s11457-022-09330-7.
- [9] **Gjerde J. M.,** (2021). The earliest boat depiction in Northern Europe: newly discovered early Mesolithic rock art Valle, Northern Norway. *Oxford Journal of Archaeology*, 40. 136-152; doi: 10.1111/ojoa.12214.
- [10] **Lidour K.,** (2018). Stratégies et techniques de pêche au Néolithique dans le Golfe persique [Fishing strategies and techniques during the

- Neolithic in the Arabian-Persian Gulf]. PhD Archaeology, University Paris 1 Panthéon-Sorbonne; doi: 10.13140/RG.2.2.16426.54729.
- [11] **Tarbay J.**, (2022). Late Bronze Age Detachable Barbed Harpoons with Line Hole and a Spur from Hungary. *Archaologisches Korrespondenzblatt*. 52.
- [12] **Maritan L., Iacumin P., Zerboni A., Venturelli G., Dal Sasso G., Linseele V., Talamo S., Salvatori S., Usai D.**, (2018). Fish and salt: The successful recipe of White Nile Mesolithic hunter-gatherer-fishers. *Journal of Archaeological Science*, Volume 92, Pages 48-62, ISSN 0305-4403; doi: 10.1016/j.jas.2018.02.008.
- [13] **Beonio-Brocchieri V.**, (2014). Inghilterra e Francia oltre Atlantico. Tratto da *Storia della civiltà europea* a cura di Umberto Eco. Enciclopedie on line, Istituto dell'Enciclopedia Italiana, Vocabolario Treccani on line. URL consultato il 20 luglio 2023.
- [14] **Pinna M.**, (1964). Concarneau grande porto di pesca della Francia. *Bollettino Della Società Geografica Italiana*, 1–67.
- [15] **FAO**, (2022). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation*. Rome, FAO; doi: 10.4060/cc0461en.

- [16] **He P., Chopin F., Suuronen P., Ferro R.S.T, Lansley J.,** (2021). Classification and illustrated definition of fishing gears. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 672. Rome, FAO; doi: 10.4060/cb4966en.
- [17] **Botsford L.W., Castilla J.C., Peterson C.H.,** (1997). The Management of Fisheries and Marine Ecosystems. *Science*, 277(5325), 509–515.
- [18] **Durant J.M., Aarvold L., Langangen Ø.,** (2021). Stock collapse and its effect on species interactions: Cod and herring in the Norwegian-Barents Seas system as an example. *Ecology and Evolution*; doi: 11. 10.1002/ece3.8336.
- [19] **Pauly D.V., Christensen V., Dalsgaard J., Froese R.M., Torres F.C.,** (1998). Fishing Down Marine Food Webs. *Science* (New York, N.Y.). 279. 860-3; doi: 10.1126/science.279.5352.860.
- [20] **Amoroso R.O., Parma A.M., Pitcher C.R., McConnaughey R.A., Jennings S.,** (2018). Comment on “Tracking the global footprint of fisheries.” *Science* 361, eaat6713; doi: 10.1126/science.aat6713.
- [21] **AGCI AGRITAL,** (2022). Programma Nazionale Triennale della Pesca e dell’Acquacoltura 2022-2024. Effetti della pesca a strascico

sull'ambiente. Associazione Generale Cooperative Italiane, Settore Agro Ittico Alimentare. Istituto Cooperativo di Ricerca.

- [22] **Cohen L.A., Pichegru L., Grémillet D., Coetzee J., Upfold L., Ryan P.,** (2014). Changes in prey availability impact the foraging behaviour and fitness of Cape gannets over a decade. *Marine Ecology Progress Series*. 505. 281-293; doi: 10.3354/meps10762.
- [23] **Pérez R.M.A., Gilman E., Huntington T., Kennelly S.J., Suuronen P., Chaloupka M., Medley P.,** (2019). A third assessment of global marine fisheries discards. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 633*. Rome, FAO. 78 pp.
- [24] **FAO,** (2023). *International Year of Artisanal Fisheries and Aquaculture 2022 – Final report*. Rome; doi: 10.4060/cc5034en.
- [25] **Agnew D., Pearce J., Ganapathiraju P., Peatman T., Watson R., Beddington J., Pitcher T.,** (2009). Estimating the Worldwide Extent of Illegal Fishing. *PloS one*. 4. e4570; doi: 10.1371/journal.pone.0004570.
- [26] **FAO,** (2018). *The State of Mediterranean and Black Sea Fisheries*. General Fisheries Commission for the Mediterranean. Rome. 172 pp. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

- [27] **FAO**, (2022). The State of Mediterranean and Black Sea Fisheries 2022. General Fisheries Commission for the Mediterranean. Rome; doi: 10.4060/cc3370en.
- [28] **MIPAAF**, (2022). Programma Nazionale Triennale della pesca e dell'acquacoltura 2022-2024, Manifestazione d'interesse (22A01816). Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali, decreto ministeriale n. 56720 del 7 febbraio 2022; www.politicheagricole.it.
- [29] **Carpi P., Scarcella G., Cardinale M.**, (2017). The Saga of the Management of Fisheries in the Adriatic Sea: History, Flaws, Difficulties, and Successes toward the Application of the Common Fisheries Policy in the Mediterranean. *Frontiers in Marine Science*. 4. 423; doi: 10.3389/fmars.2017.00423.
- [30] **Gloginja B., Mitrović L.**, (2021). Hydrographic and Oceanographic Characteristics of the Southern Part of the Adriatic Sea. The Montenegrin Adriatic Coast. The Handbook of Environmental Chemistry, vol 110. Springer, Cham.; doi: 10.1007/698_2020_704.
- [31] **Cataudella S., Spagnolo M.**, (2012). Lo stato della pesca e dell'acquacoltura nei mari italiani. Ministero dell'agricoltura, della sovranità alimentare e delle foreste. Capitoli 2 e 4.

- [32] **CNR-IRBIM**, (2019). SoleMon – Rapido trawl surveys in the Northern Adriatic Sea. SoleMon Handbook, Version 4.
- [33] **GFCM**, (2021). Scientific Advisory Committee on Fisheries (SAC) Working Group on Stock Assessment of Demersal Species (WGSAD) 12 – 16 April 2021 Final Report, Vol. 1. Rome: GFCM and FAO.
- [34] **Falsone F., Gancitano V., Geraci M., Scannella D., Serena F., Sardo G., Fiorentino F.**, (2022). Assessing the Stock Dynamics of Elasmobranchii off the Southern Coast of Sicily by Using Trawl Survey Data. *Fishes*. 10.3390/fishes7030136.