



FEAMP
PO 2014-2020
Fondo europeo per gli
affari marittimi e la pesca

REGIONE SICILIA



Assessorato Agricoltura, Sviluppo
Rurale e Pesca Mediterranea
Dipartimento della Pesca Mediterranea

REPORT SCIENTIFICO FINALE

PROGETTO *Sevens*

“Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

Codici: SIPA 02/RBC/22 - CUP G77G22000310009

(Sostenuto dalla misura 1.40 - "Protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi marini e dei regimi di compensazione nell'ambito di attività di pesca sostenibili – lett. c)" - PO FEAMP 2014/2020)

Ente finanziatore: Dipartimento Pesca Mediterranea dell'Assessorato Agricoltura, Sviluppo Rurale e Pesca Mediterranea della Regione Siciliana (DPM-Regione Siciliana)

Ente pubblico di ricerca Capofila: Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Studi sul Mediterraneo – sede di Palermo (CNR-ISMed)

Organismi scientifici partner del progetto:

Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per le Risorse Biologiche e le Biotecnologie Marine - sede di Mazara del Vallo (CNR-IRBIM-MV)

Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per le Risorse Biologiche e le Biotecnologie Marine - sede di Messina (CNR-IRBIM-ME)

Università degli studi di Palermo – Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche Chimiche e Farmaceutiche (UNIPA-STEBICEF)

Università degli studi di Catania – Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche Ambientali (UNICT-DSBGA)

Coordinatori regionali:

Ing. Alberto Pulizzi (Dirigente Generale del DPM-Regione Siciliana)

Dott. Leonardo Catagnano (Dirigente responsabile del Servizio 4 del DPM-Regione Siciliana)

Coordinatori scientifici:

Dott. Marco Torri (Ricercatore CNR-ISMed di Palermo)

Dott. Sergio Vitale (Ricercatore CNR-IRBIM di Mazara del Vallo)

In collaborazione con:

Libera Università Maria Santissima Assunta – Dipartimento di Giurisprudenza, Economia e Comunicazione – Palermo (LUMSA)

Université d'Angers e Groupe ESAIP, Angers, Francia (UNI ANGERS)

Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per lo Studio degli Impatti Antropici e la Sostenibilità in Ambiente Marino – Sede di Palermo (CNR-IAS-PA)

Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per lo Studio degli Impatti Antropici e la Sostenibilità in Ambiente Marino – Sede di Capo Granitola (CNR-IAS-CG)

Università degli studi di Palermo – Dipartimento di Scienze Economiche, Aziendali e Statistiche (UNIPA-SEAS)

Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per la Ricerca e l'Innovazione Biomedica – sede di Palermo (CNR-IRIB)

Lista degli autori:

Pulizzi Alberto (DPM-Regione Siciliana)

Catagnano Leonardo (DPM-Regione Siciliana)

Torri Marco (CNR-ISMed)

Sergio Vitale (CNR-IRBIM-MV)

Abbruzzo Antonino (UNIPA-SEAS)

Arculeo Marco (UNIPA-STEBICEF)

Armeli-Minicante Enrico (CNR-IRBIM-ME)

Biancardi Sara (CNR-IRBIM-MV)

Bicchi Erica (UNI ANGERS)

Bennici Carmelo Daniele (CNR-ISMed/CNR-IRBIM-MV)

Bertolazzi Stefania (LUMSA)

Calabrò Monica (CNR-IRBIM-MV)

Caruana Luca (CNR-IRIB)

Cuttitta Angela (CNR-ISMed)

De Luca Biagio (CNR-IAS-CG)

Di Natale Marilena (CNR-ISMed)

Evano Maud (UNI-ANGERS)

Falsone Fabio (CNR-ISMed/CNR-IRBIM-MV)

Fiorentino Fabio (CNR-IRBIM-MV)

Gancitano Vita (CNR-IRBIM-MV)

Geraci Michele (CNR-IRBIM-MV)

Giordano Daniela (CNR-IRBIM-ME)

Granata Alessia (UNIPA-SEAS)

Ignoto Sara (UNICT- DSBGA)

Lombardo Bianca Maria (UNICT- DSBGA)

Massi Daniela (CNR-IRBIM-MV)

Masullo Tiziana (CNR-ISMed)

Musco Marianna (CNR-ISMed)

Patti Bernardo (CNR-IAS)

Patti Carlo (CNR-IAS-PA)

Perdichizzi Anna (CNR-IRBIM-ME)

Pipitone Vito (CNR-ISMed)

Placenti Francesco (CNR-IAS)

Profeta Adriana (CNR-IRBIM-ME)

Rinelli Paola (CNR-IRBIM-ME)

Salvati Davide (CNR-IRBIM-ME)

Scannella Danilo (CNR-IRBIM-ME)

Soraci Francesco (CNR-IRBIM-ME)

Spera Donatella (CNR-ISMed)

Stranci Federica (CNR-IRBIM-MV)

Taormina Riccardo (CNR-ISMed)

Tiralongo Francesco (UNICT- DSBGA)

Vassallo Erasmo (UNIPA-SEAS)

Vecchioni Luca (UNIPA-STEBICEF)

Veneziano Francesca Maria (CNR-IRBIM-ME)

Sommario

Introduzione	4
WP1 - Coordinamento e monitoraggio del progetto	4
WP2 - Realizzazione di uno studio finalizzato alla identificazione della composizione specifica e di abbondanza dei primi stadi del ciclo vitale ed alla sua dinamica spazio-temporale in relazione alle variabili ambientali	7
Task 2.1 - Stima della distribuzione spazio-temporale dell'assemblage ittioplanctonico, con un focus specifico sulle uova e le larve di <i>Sardina pilchardus</i> e di <i>Sardinella aurita</i> nelle GSAs	7
Task 2.2 - Realizzazione di uno studio finalizzato ad una valutazione qualitativa e quantitativa del novellame nelle GSAs siciliane	21
Sub-task 2.2.2 – GSA 10	23
Sub-task 2.2.3 – GSA 16	25
Sub-task 2.2.4 – GSA 19	27
Protocolli di campionamento, conservazione e analisi del pescato	29
Analisi quantitativa della composizione specifica e dell'abbondanza del novellame	34
Analisi dei campioni di bianchetto da operazioni di sequestro da parte delle forze dell'ordine	42
Task 2.3 - DNA Barcoding come strumento a supporto della tassonomia zoologica per la caratterizzazione del novellame	44
Task 2.4 - Raccolta e analisi di dati climatici attuali e storici relativi alle condizioni meteorologiche e meteomarine che caratterizzano le aree di spawning e reclutamento di <i>Sardina pilchardus</i> e di <i>Sardinella aurita</i>	55
Analisi dello stato fisico e biogeochimico dell'ambiente marino costiero ottenuti tramite servizio CMEMS	57
Analisi dei bacini idrografici principali e secondari e dei regimi di precipitazione terrestre	75
WP3 - Valutazione dello stato dello stock, informazioni disponibili e realizzazione di una campagna di raccolta dati relativa alle catture commerciali di <i>Sardina</i> e <i>Sardinella</i> nelle GSAs siciliane finalizzate allo studio della struttura della dinamica di popolazione delle risorse	77
Task 3.1 - Analisi delle informazioni disponibili su cattura e sforzo per sistema di pesca per le GSA siciliane (DCF) per una valutazione dello stato della risorsa mediante modelli di surplus di produzione	77
Task 3.2 - Caratterizzazione in composizione specifica e caratteristiche demografiche (taglia, sesso e stadio di maturità) delle catture commerciali (sbarcati e scarti) di <i>sardina</i> e <i>alaccia</i> delle flotte operanti nelle GSA siciliane	85
Task 3.3 - Definizione rapporti ponderali di <i>Sardina</i> e <i>Sardinella</i> nelle catture commerciali di piccoli pelagici	92
WP4 - Indagine storico-economica della pesca del bianchetto in Sicilia	97
Task 4.1 - Realizzazione di una indagine volta a migliorare le informazioni esistenti sulle caratteristiche del naviglio, sugli attrezzi e modalità di pesca, sui rendimenti di pesca degli adulti del cosiddetto “pesce azzurro”	104
Task 4.2 - Realizzazione di una indagine volta al recupero delle informazioni storico- economiche relative alla pesca del “bianchetto”	110
WP5 - Revisione dell'informazione disponibile sulla pesca del bianchetto, sulla biologia delle specie target e proposte per la gestione della pesca del novellame nelle acque siciliane nel quadro della Politica Comunitaria della Pesca	113
Conclusioni	116
Bibliografia	117

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

Introduzione

Il progetto SevenS (“Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”) ha lo scopo di studiare le popolazioni di *Sardina* (*Sardina pilchardus*) e *Sardinella* (*Sardinella aurita*) nelle GSAs attorno la Sicilia nelle quali tradizionalmente veniva praticata la pesca del “bianchetto” (i.e., GSA 10, GSA 16 e GSA 19) e di raccogliere informazioni su aspetti ambientali, tecnici, sociali ed economici relativi agli anni in cui tale pratica era consentita. Questo tipo di pesca, detta pesca alla “neonata”, è una pesca tradizionale che è stata svolta per secoli lungo le coste del Paese, avendo come target di pesca il bianchetto o sardella, riferendosi sostanzialmente al novellame di sarda in età giovanile. Tale pesca è stata vietata dapprima dal Reg. (EU) 1967/2006 e poi dal vigente Reg. (UE) 1241/2019, a meno dell’esistenza di uno specifico piano di gestione che ne attesti la sostenibilità sulla base di evidenze scientifiche approvato dalla Commissione Europea che ne autorizzi l’attività. Con la Richiesta prot. n. 1595 del 27/01/2021, la Regione Siciliana ha espresso la volontà di predisporre dei piani di monitoraggio, ricerca e studio che possano verificare lo stato delle popolazioni di *Sardina* e *Alaccia* nelle Sub Aree Geografiche (GSA) siciliane, secondo la suddivisione della Commissione Generale della Pesca del Mediterraneo (GSA10 – Tirreno Meridionale, la GSA16 – Sicilia meridionale e la GSA19 – Mar Ionio occidentale), approfondendone la biologia e le interazioni con l’ecosistema, ed anche raccogliere informazioni sulla tradizione di pesca alla neonata, sul naviglio da pesca e sull’incidenza dei fattori ambientali sulla dinamica delle risorse.

È con questi propositi che il progetto SevenS è iniziato in data **27 dicembre 2022** nell’ambito del PO FEAMP 2014/2020 ed in particolare dalla misura 1.40 - "Protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi marini e dei regimi di compensazione nell’ambito di attività di pesca sostenibili – lett. c)". In particolare, il progetto ha previsto una prima scadenza in data **30 novembre 2023** riguardante la rendicontazione amministrativa delle spese e una seconda scadenza in data **31 marzo 2024** per la consegna del report scientifico finale.

Il presente report finale punta quindi a riportare i risultati scientifici ottenuti. L’elaborato è stato diviso in particolare in 5 sezioni corrispondenti ai working package (WP) e ai task descritti nel progetto esecutivo.

WP1 - Coordinamento e monitoraggio del progetto

Con i suoi tre task, il WP1 è stato il luogo all’interno del quale si sono svolti il coordinamento delle attività (Task 1.1), il monitoraggio del progetto (Task 1.2) e le procedure amministrative (Task 3.3). È in questo contesto che è stata svolta inoltre l’attività di *stakeholders engagement* nelle tre GSA indagate.

Nella fattispecie questa attività ha riguardato in primo luogo l’implementazione della procedura utilizzata per l’identificazione delle imbarcazioni da coinvolgere nel progetto per il campionamento delle fasi precoci delle specie ittiche attraverso attività di prelievo con sciabica da natante o la rete

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSA Siciliane”

a circuizione senza chiusura (licenza in corso di validità a norma dell'articolo 7 del Reg. CE n. 1224/2009). La selezione delle sei imbarcazioni per le GSA 10, 16 e 19, come previsto dal progetto, è stata eseguita a partire dall'elenco storico delle imbarcazioni, oggetto di comunicazione al MiPAAF, oggi MASAF, per l'autorizzazione della raccolta dati sulla pesca del Rossetto e del Cicerello, in quanto in precedenza autorizzati all'uso dei sistemi di pesca richiamati. Il giorno 18 gennaio 2023 si sono quindi riuniti nei locali del Dipartimento Regionale della Pesca Mediterranea, per l'Amministrazione Regionale il Dirigente del Servizio 4, responsabile della misura 1.40 del PO FEAMP 2014-2020, Dott. Leonardo Catagnano e l'istruttore Roberto Spataro e per il CNR - Istituto di Studi sul Mediterraneo (ISMed) - sede di Palermo la Dott.ssa Angela Cuttitta, il Dott. Marco Torri, Responsabile del progetto per ISMED-CNR e il Dott. Carmelo Bennici e per il CNR – Istituto per le Risorse Biologiche e le Biotecnologie Marine la Dott.ssa Vita Gancitano, delegata dal Responsabile del progetto per l'IRBIM-CNR, per la selezione casuale delle imbarcazioni da pesca in possesso della licenza per l'uso della sciabica da natante o della rete a circuizione senza chiusura da impiegare nella raccolta dati prevista dal progetto SevenS. L'elenco integrale delle imbarcazioni riportava n. 151 imbarcazioni con la licenza di pesca con la sciabica da natante e con la rete a circuizione senza chiusura, le quali sottoposte a un raffronto con il Registro di Flotta, aggiornato al mese di settembre 2022, ha portato all'esclusione di n. 27 imbarcazioni non più presenti nel registro. Il campione casuale, pertanto, è stato estratto per GSA sul numero di imbarcazioni pari a 124 unità rimanenti. Le imbarcazioni selezionate per GSA sono state quindi contattate per acquisirne la disponibilità di partecipare al progetto e per rilevarne il possesso dei requisiti amministrativi previsti; in mancanza di disponibilità o dei requisiti si è proceduto allo scorrimento.

Tra le 87 imbarcazioni presenti nell'elenco della GSA 10, sono state contattate le prime 10 imbarcazioni. Di queste 6 imbarcazioni hanno manifestato l'interesse a partecipare e possedevano i requisiti necessari per essere coinvolte nel progetto come da normativa vigente (Tabella 1.1). Tra queste, l'imbarcazione 00MZ01620 si è successivamente ritirata.

Tabella 1.1 – Elenco delle imbarcazioni selezionate per le attività di campionamento in GSA 10.

Posizione iniziale in elenco	Posizione finale dopo selezione random	COMPARTIMENTO UFF. MARITTIMO	NUMERO UE	MATRICOLA	NOME	DESC_ARMATORE
84	GSA 10 - 1	PORTICELLO (PA)	ITA0D0009532	07PA01845	BALENO	L'ANGOLO DI PORTICELLO SOC. COOP.
39	GSA 10 - 3	MILAZZO (ME)	ITA000005962	00MZ01554	-	GENTE DI MARE SOCIETA' COOPERATIVA
142	GSA 10 - 4	TERMINI IMERESE	ITA000024999	01PA00587	LEONELLA	"COOPERATIVA ""IMERA"" A R.L."
92	GSA 10 - 6	PORTICELLO (PA)	ITA000026209	07PA02063	SAN GIUSEPPE 1 ^o	SOC. COOP. LAVORATORI DEL MARE A.R.L.
49	GSA 10 - 9	MILAZZO (ME)	ITA000020384	00MZ01620	-	COOPERATIVA PESCATORI SAN ROCCO
80	GSA 10 - 10	PORTICELLO (PA)	ITA000009519	07PA01824	RICCIOLINA	SOC. COOP. LAVORATORI DEL MARE A.R.L.

Report scientifico finale del progetto *Sevens* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSA Siciliane”

Nella GSA 16 sono state contattate le prime 14 imbarcazioni delle 15 presenti in elenco: Delle 6 imbarcazioni che hanno manifestato l’interesse a partecipare (Tabella 1.2), solo le imbarcazioni “Number One”, “Alga”, “Gaetano P.” e “Maria Concetta” possedevano i requisiti per essere coinvolte nel progetto. le imbarcazioni “Piccola Corrada” e “Gaspare Padre” non sono riuscite a disporre in tempo dei requisiti richiesti per effettuare un numero significativo di campionamenti coerentemente con le tempistiche amministrative necessarie.

Tabella 1.2 – Elenco delle imbarcazioni selezionate per le attività di campionamento in GSA 16.

Posizione iniziale in elenco	Posizione finale dopo selezione random	COMPARTIMENTO UFF. MARITTIMO	NUMERO UE	MATRICOLA	NOME	DESC_ARMATORE
7	GSA 16 - 2	AVOLA (SR)	ITA000014921	06SR00223	0	MARINO SEBASTIANO
97	GSA 16 - 5	PORTO PALO	ITA000015115	03SR00914	ALGA	CAMPISI GIOVANNI
96	GSA 16 - 7	PORTO PALO	ITA000015088	03SR00861	GAETANO P.	MEDITERRANEO SOCIETA' COOPERATIVA
100	GSA 16 - 8	PORTO PALO	ITA000027621	03SR01036	PICCOLA CORRADA	SILCA SOCIETA' COOPERATIVA DEI PESCATORI
98	GSA 16 - 9	PORTO PALO	ITA000009549	03SR00933	MARIA CONCETTA	
119	GSA 16 - 14	SCIACCA	ITA000009524	03PE00693	GASPARE PADRE	FERRUGGIO GASPARE

Delle 21 imbarcazioni presenti nell’elenco della GSA 19, sono state contattate le prime 18 imbarcazioni. Sono state quindi selezionate 6 imbarcazioni che hanno manifestato l’interesse a partecipare e possedevano i requisiti necessari per essere coinvolte nel progetto come da normativa vigente (Tabella 1.3). Tra queste, le imbarcazioni 02CT00338 e 00SR02433 si sono ritirate.

Tabella 1.3 – Elenco delle imbarcazioni selezionate per le attività di campionamento in GSA 19.

N.	Posizione in graduatoria	COMPARTIMENTO UFF. MARITTIMO	NUMERO UE	MATRICOLA	NOME	DESC_ARMATORE
129	GSA 19 – 1	SIRACUSA	ITA000028764	00SR02482	-	MEDITERRANEO SOCIETA' COOPERATIVA
101	GSA 19 – 6	POZZILLO	ITA000003290	02CT00338	S. GIOVANNI	SINERGIA PESCA SOCIETA' COOPERATIVA
104	GSA 19 – 8	RIPOSTO	ITA000006313	01CT00707		FALCONE ROBERTO
128	GSA 19 – 10	SIRACUSA	ITA000026150	00SR02433		CALYPSO SOCIETA' COOPERATIVA
11	GSA 19 – 15	CATANIA	ITA000003108	00CT02446 NUOVA: AU1981		COSTANZO SANTO
2	GSA 19 – 18	AUGUSTA	ITA000001073	00AU01741		SALVATORE AULINO

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

WP2 - Realizzazione di uno studio finalizzato alla identificazione della composizione specifica e di abbondanza dei primi stadi del ciclo vitale ed alla sua dinamica spazio-temporale in relazione alle variabili ambientali

In questa sezione sono descritte le attività finalizzate allo studio dei primi stadi del ciclo vitale delle specie ittiche, in particolare uova, larve, post-larve e giovanili. Le fasi precoci oggetto del WP2 rappresentano infatti fasi molto sensibili del ciclo vitale delle specie ittiche in quanto caratterizzate dai maggiori tassi di mortalità naturale di tutto il ciclo vitale. La definizione della struttura e della dinamica di queste fasi, come anche lo studio delle interazioni con l’ecosistema marino costiero nelle diverse GSAs, rappresenta uno step fondamentale per la definizione dei piani di gestione GSA-specifici. A tale scopo sono stati identificati 4 task, le cui attività sono descritte di seguito.

Task 2.1 - Stima della distribuzione spazio-temporale dell’assemblage ittioplanctonico, con un focus specifico sulle uova e le larve di *Sardina pilchardus* e di *Sardinella aurita* nelle GSAs.

Nell’ambito di questo task viene riportata l’attività di ricerca finalizzata allo studio della distribuzione spaziale di uova e larve e dell’ecologia delle fasi precoci di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita*. Queste specie si riproducono nell’area di studio durante il periodo invernale ed estivo, rispettivamente. Per lo studio della *Sardina pilchardus*, il CNR-ISMED ha coordinato una campagna oceanografica esplorativa *ad hoc*, denominata per questo “SevenS 2023”, a bordo della N/O *Dallaporta* (Fig. 2.1), ospitando ricercatori e tecnici, tesisti e borsisti dell’CNR (istituti IAS, IRBIM e IRIB) e dell’Università di Catania.



Figura 2. 1 – Foto e specifiche tecniche della N/O *Dallaporta*.

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

La campagna oceanografica “SevenS” è stata programmata dal 10 al 19 Febbraio 2023 (https://www.cnr.it/it/campagne_Dallaporta_2023), i.e. in corrispondenza del picco riproduttivo di *Sardina pilchardus* con i seguenti obiettivi.

- Analisi della distribuzione e abbondanza di uova e larve delle principali specie ittiche target (sardina e alaccia) e di altre specie ittiche compresenti nel periodo di campionamento (acciughe, tonni, specie meso e batipelagiche).
- Aggiornamento del database multidisciplinare, con dati sui parametri ambientali acquisiti e i dati biologici (ittico e meso zooplancton) lungo la colonna d'acqua.
- Identificazione e caratterizzazione dei principali forzanti ambientali, quali upwelling, correnti superficiali, stabilità verticale, sulla base dei profili CTD da eseguire nelle stazioni di campionamento planctonico.

Le attività di campionamento riguardavano in particolare:

- Il campionamento della componente mesozooplanctonica dell’ecosistema marino pelagico attraverso il campionatore Bongo 40 (Fig. 2.2a) equipaggiato con maglia 200 μm .
- La raccolta di dati di temperatura e salinità lungo la colonna d’acqua nelle stazioni corrispondenti ai campionamenti di mesozooplancton per mezzo di sonda CTD (Fig. 2.2b).

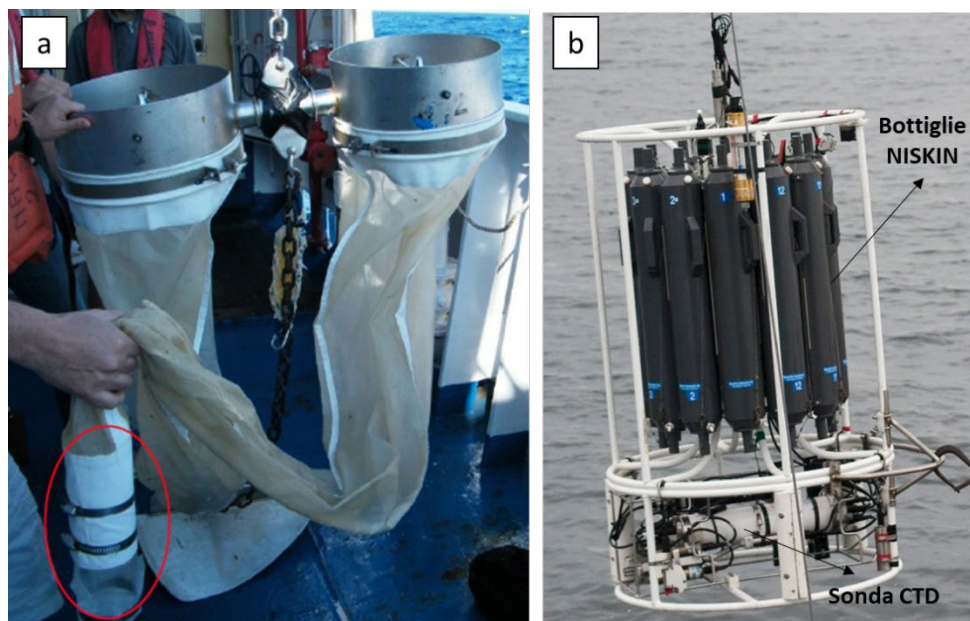


Figura 2. 2 – In a: Bongo 40. Il rosso è evidenziato il collettore finale che concentra il campione di mesozooplancton raccolto. In b: Rosetta equipaggiata con sonda CTD e bottiglie Niskin.

Le condizioni meteo avverse legate allo sviluppo di un ciclone mediterraneo nel Mar Ionio hanno ritardato l’inizio della campagna al 16 febbraio. Il limitato tempo a disposizione ha di fatto limitato la possibilità di effettuare i campionamenti in tutti i litorali siciliani e target del progetto (GSA 10-16-19). Per questo, il campionamento si è svolto limitatamente alla GSA 16. La scelta è stata

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

scientificamente supportata dalla presenza di dati pregressi raccolti durante una campagna oceanografica ittioplanctonica condotta nella medesima zona durante l’inverno del 2013. Tale confronto ha portato ad un approfondimento delle conoscenze riguardanti l’ecologia delle uova, delle larve e l’ambiente che caratterizza questi stadi ontogenetici di *Sardina pilchardus*. Nell’ambito di questa campagna sono state quindi effettuate:

- 30 stazioni di Bongo40;
- 28 stazioni CTD;
- 9 stazioni di nutrienti (a 4-8 quote per stazione)

Le attività e la distribuzione spaziale delle stazioni sono riportate in Tabella 2.1 e Figura 2. 3.

Tabella 2.1 – Elenco delle stazioni e delle attività effettuate durante la campagna oceanografica “SevenS 2023”.

Station	Lon	Lat	Lon decimal	Lat decimal	CTD	Bongo 40
12	15° 12.422	36° 43.721	15.207	36.729	X	X
22	15° 14.053	36° 38.256	15.234	36.638	X	X
46	15° 15.678	36° 32.792	15.261	36.547		X
88	15° 8.679	36° 31.328	15.145	36.522	X	X
44	15° 7.05	36° 36.792	15.117	36.613		X
86	15° 0.054	36° 35.328	15.001	36.589	X	X
139	15° 1.687	36° 29.864	15.028	36.498	X	X
192	14° 54.703	36° 28.4	14.912	36.473	X	X
137	14° 53.065	36° 33.864	14.884	36.564	X	X
84	14° 51.422	36° 39.328	14.857	36.655	X	X
135	14° 44.436	36° 37.864	14.741	36.631	X	X
190	14° 46.083	36° 32.4	14.768	36.540	X	X
243	14° 39.109	36° 30.936	14.652	36.516	X	X
188	14° 37.457	36° 36.4	14.624	36.607	X	X
133	14° 35.799	36° 41.864	14.597	36.698	X	X
186	14° 28.822	36° 40.4	14.480	36.673	X	X
131	14° 27.154	36° 45.864	14.453	36.764	X	X
184	14° 20.18	36° 44.4	14.336	36.740	X	X
129	14° 18.502	36° 49.864	14.308	36.831	X	X
79	14° 16.817	36° 55.328	14.280	36.922	X	X
127	14° 9.842	36° 53.864	14.164	36.898	X	X
77	14° 8.147	36° 59.328	14.136	36.989	X	X
125	14° 1.175	36° 57.864	14.020	36.964	X	X
178	13° 54.21	36° 56.4	13.903	36.940	X	X
75	13° 59.47	37° 3.328	13.991	37.055	X	X
123	13° 52.5	37° 1.864	13.875	37.031	X	X
176	13° 45.538	37° 0.4	13.759	37.007	X	X
121	13° 43.818	37° 5.864	13.730	37.098	X	X
174	13° 36.858	37° 4.4	13.614	37.073	X	X
119	13° 35.128	37° 9.864	13.585	37.164	X	X

Report scientifico finale del progetto *Sevens* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

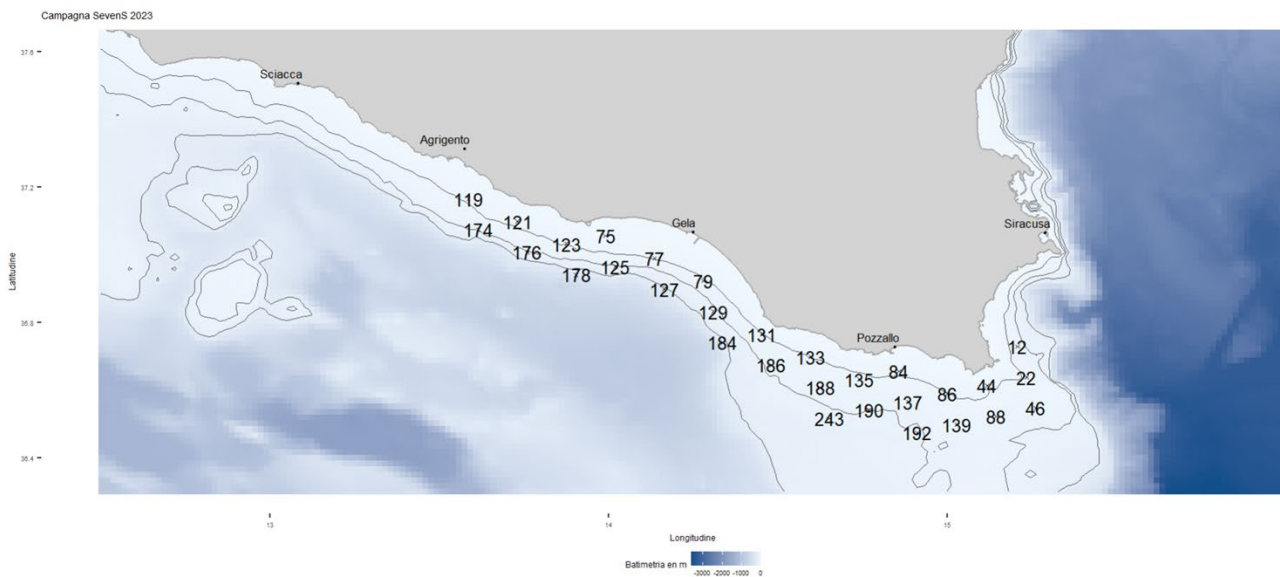


Figura 2.3 – Distribuzione spaziale delle effettuate durante la campagna oceanografica “Sevens”.

I dati relativi alla distribuzione di uova e larve nell’area di studio sono stati confrontati con quelli raccolti durante la campagna oceanografica NOVESAR 2013, la quale si è svolta a Gennaio 2013 nella medesima area di studio. Questo confronto ha consentito di individuare differenti pattern di distribuzione delle uova e delle larve nelle due campagne (Fig. 2.4).

NOVESAR 2013

SEVENS 2023

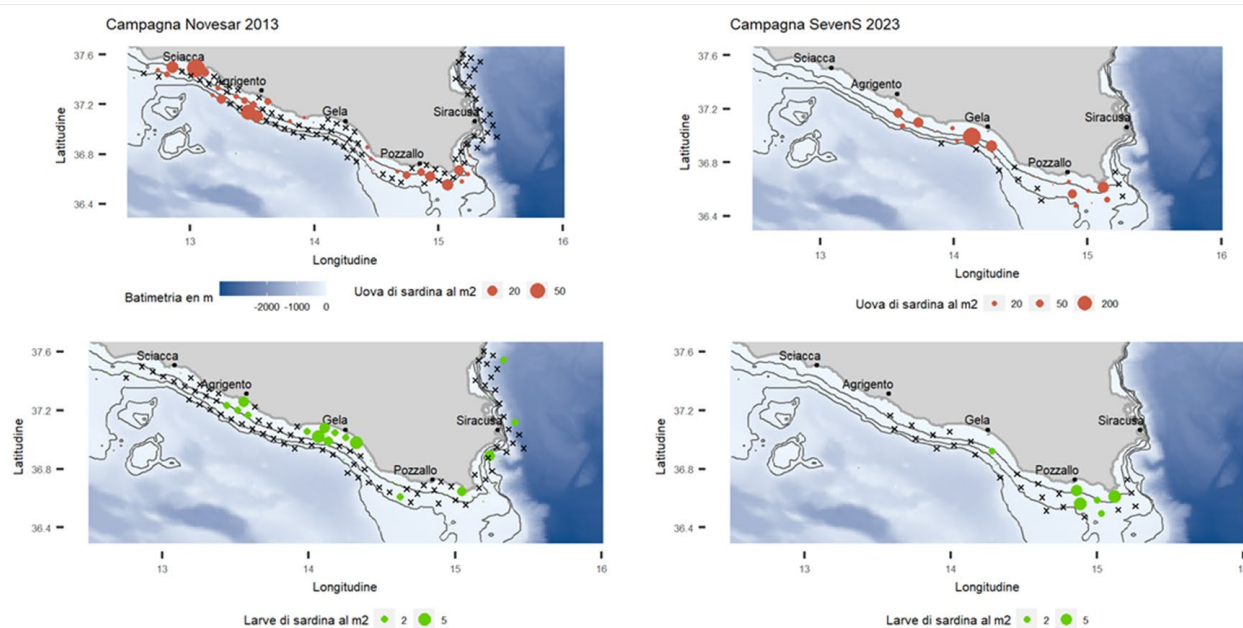


Figura 2. 4 – Distribuzione spaziale di uova e larve di *Sardina pilchardus* emersa dalle analisi dei campioni mesozooplanctonici raccolti durante le campagne Novesar 2013 e Sevens 2023.

Report scientifico finale del progetto *Sevens* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

Le due campagne hanno inoltre permesso di confrontare i parametri ambientali associati a tali distribuzioni. Nello specifico, i dati di temperatura e salinità raccolti tramite sonda CTD lungo la colonna d’acqua sono stati esaminati con particolare riferimento allo strato superficiale, dove si concentra la maggior parte delle uova e delle larve. In ogni stazione è stato inoltre raccolto ed esaminato il peso umido di zooplancton catturato, il quale rappresenta un parametro capace di dare indicazioni utili relative alla produttività dell’ecosistema pelagico (Fig. 2.5).

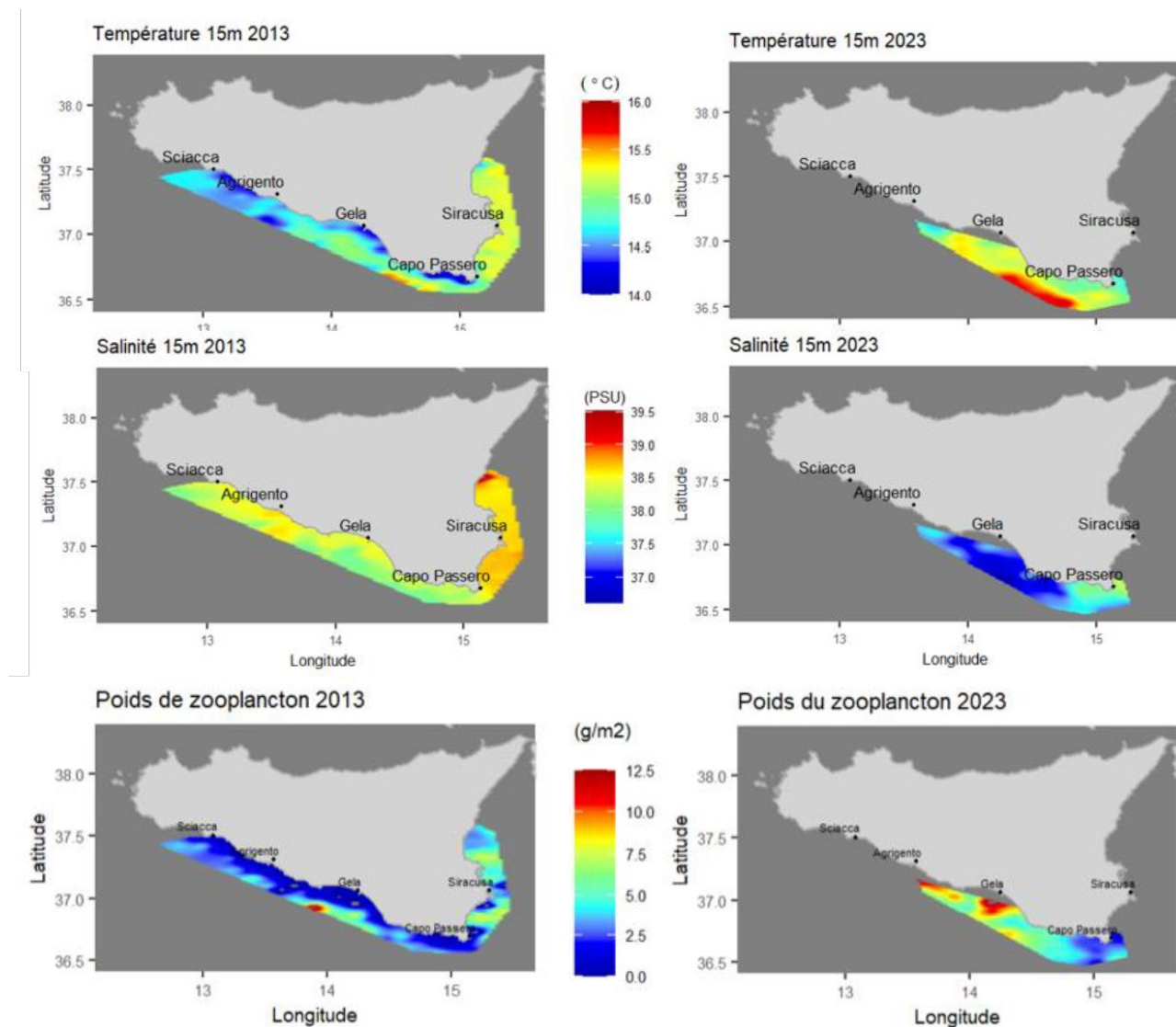


Figura 2.5 – Distribuzione spaziale dei parametri di (dall’alto in basso) temperatura, salinità e peso dello zooplancton derivanti dall’analisi dei dati raccolti nelle campagne Novesar 2013 (a sinistra) e Sevens 2023 (a destra).

Infine, con lo scopo di caratterizzare al meglio lo strato superficiale, nell’ambito del presente progetto si è fatto ricorso all’elaborazione di dati satellitari relativi alla concentrazione di clorofilla-*a* e all’andamento delle correnti geostrofiche. Il primo fornisce importanti indicazioni circa la produttività primaria dell’ecosistema pelagico, la quale è legata alla componente fitoplanctonica vivente nello strato superficiale. Tale parametro è inoltre considerato un affidabile *proxy* della disponibilità di cibo per la fase esogena degli stadi larvali. Il secondo permette invece di ottenere

Report scientifico finale del progetto *Sevens* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

informazioni sulle dinamiche di dispersione di queste fasi, le quali, essendo planctoniche, affidano essenzialmente alle forzanti fisiche (quali correnti, fronti, gyres) il loro spostamento orizzontale (Fig. 2.6).

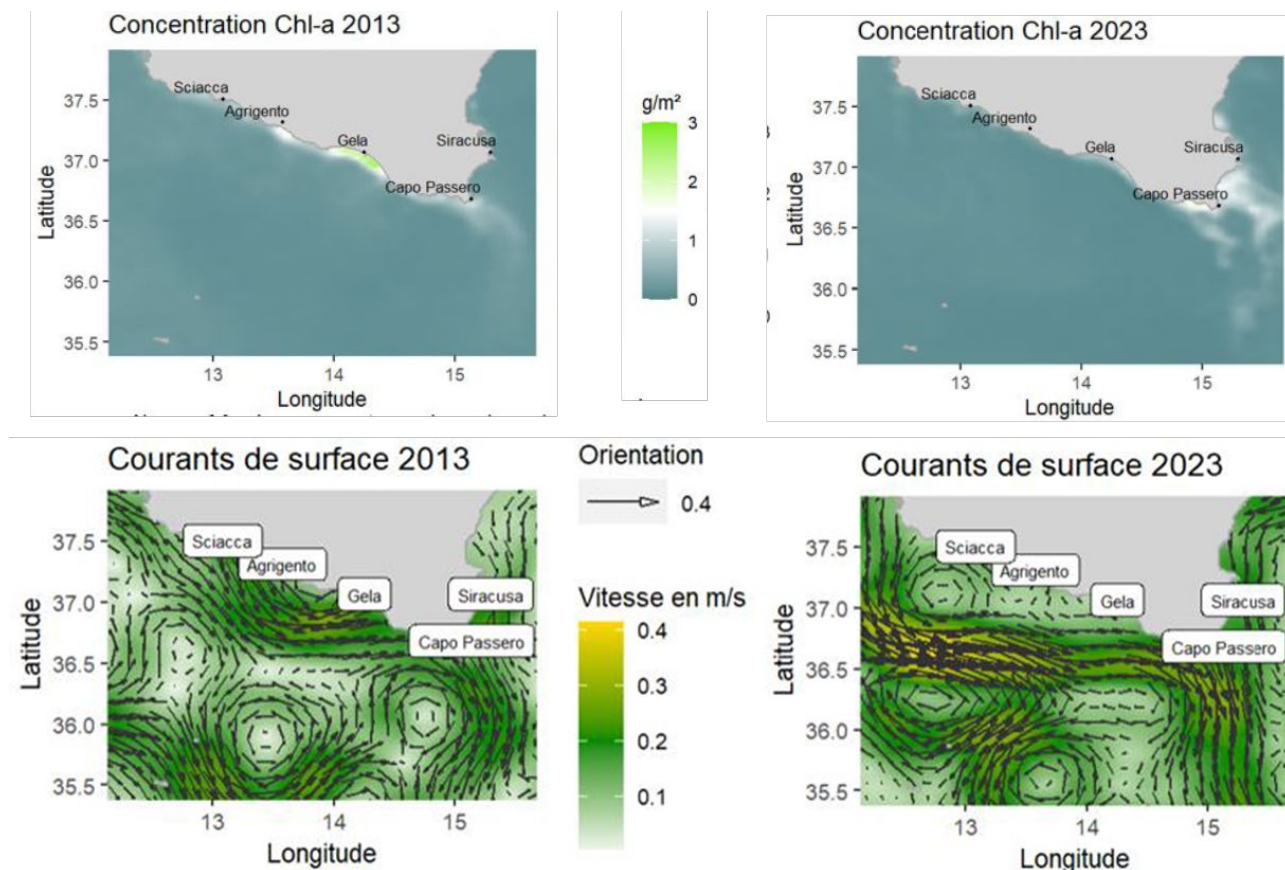


Figura 2.6 – Distribuzione spaziale dei parametri di (dall’alto in basso) concentrazione di clorofilla e velocità/direzione delle correnti geostrofiche derivanti dall’analisi dei dati satellitari registrati in corrispondenza delle campagne Novesar 2013 (a sinistra) e Sevens 2023 (a destra).

L’applicazione di modelli di statistica multivariata avanzata (GLM e GAM e relativi modelli misti) sui dati raccolti in queste due campagne ha permesso di identificare le relazioni tra la presenza/assenza - abbondanza delle uova (Fig. 2.7) e delle larve (Fig. 2.8) di sardina e le variabili oceanografiche ad esse associate.

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

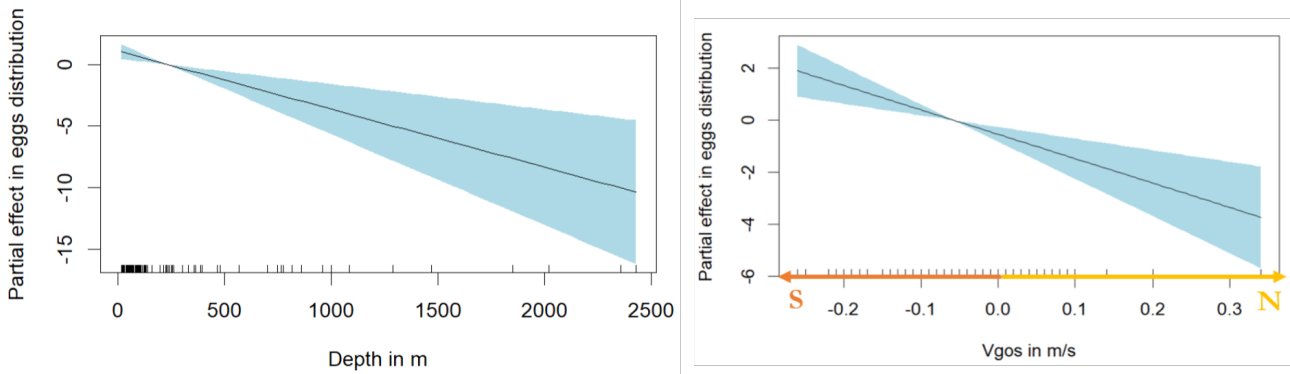


Figura 2.7 – Regression splines stimate dal modello GAM applicato ai dati di densità di uova di *Sardina pilchardus*. Nell’immagine sono riportate solo le relazioni significative (p -value<0.05). A sinistra viene mostrato l’effetto della profondità del fondo, mentre a destra viene descritta la relazione con le correnti ed in particolare con la componente verticale della corrente geostrofica.

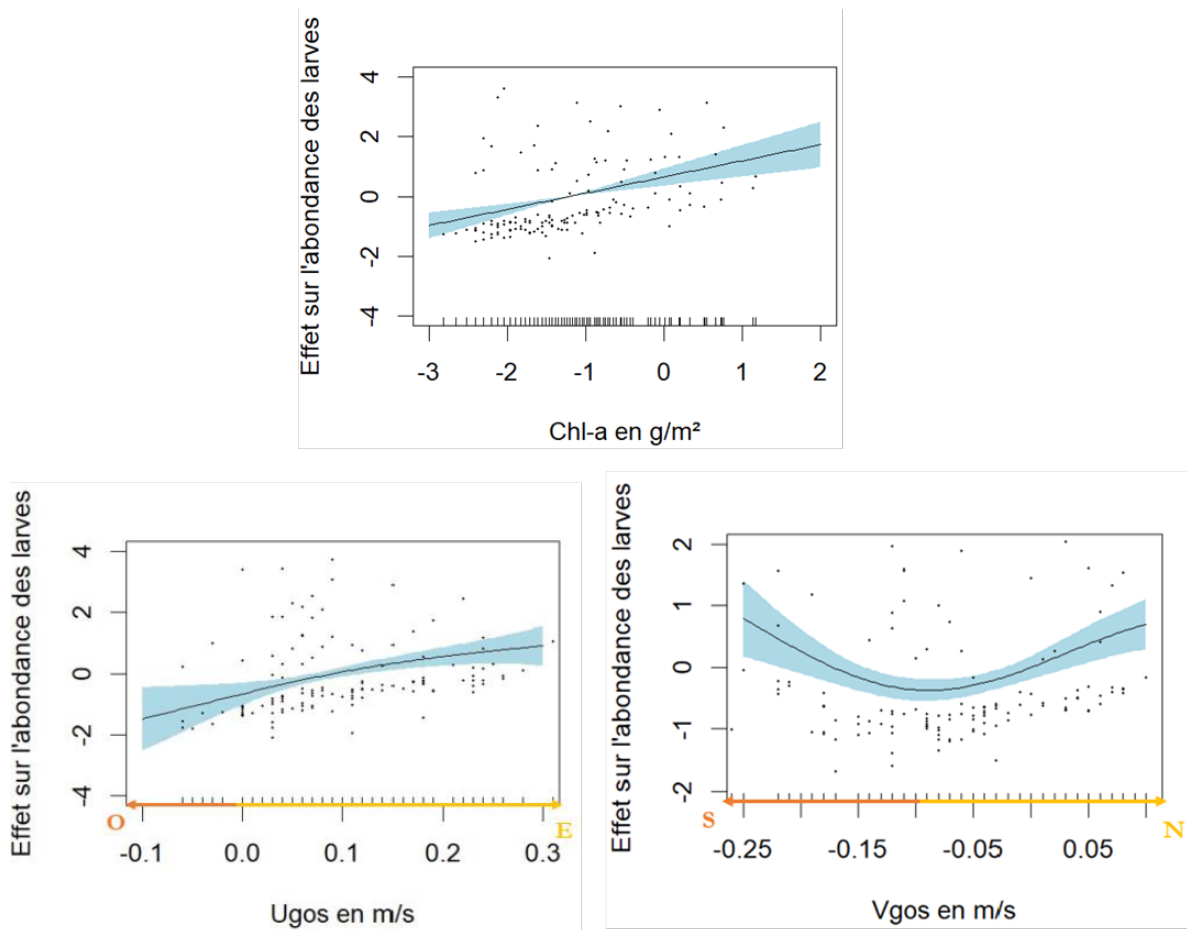


Figura 2.8 – Regression splines stimate dal modello GAM applicato ai dati di densità delle larve di *Sardina pilchardus*. Nell’immagine sono riportate solo le relazioni significative (p -value < 0.05). In alto viene descritta la relazione con la concentrazione di clorofilla-a, i.e., un proxy per la disponibilità di cibo per le larve in fase esogena. In basso viene mostrata la relazione con le correnti geostrofiche ed in particolare con la componente orizzontale (a sinistra) e verticale (a destra).

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

Riguardo la *Sardinella aurita* è stata altresì condotta una ricerca specifica per questo progetto traendo vantaggio dalla serie storica di dati di mesozooplankton raccolti annualmente dal CNR a partire dal 1998 durante il periodo estivo. Su questi dati è stato possibile applicare un modello statistico Bayesiano che ha permesso di correlare i pattern di distribuzione spazio-temporale alle variabili oceanografiche che caratterizzano l'area di studio, fornendo elementi fondamentali per la comprensione delle dinamiche che, influenzando la sopravvivenza di questi stadi ontogenetici, controllano le fluttuazioni di biomassa del novellame e delle specie adulte.

In questo contesto sono stati implementati quattro modelli che differiscono per i fattori ambientali considerati (Tabella 2.2).

Come nella statistica classica, l'approccio bayesiano richiede anche indici per confrontare la bontà di adattamento di diversi modelli, che possono differire nelle distribuzioni a priori dei vari parametri o nelle variabili esplicative incluse nel modello. Due criteri comunemente impiegati sono il Deviance Information Criterion (DIC) e il Conditional Predictive Ordinate (CPO). Il DIC rappresenta la generalizzazione del criterio dell'Informazione di Akaike (AIC) nel dominio bayesiano. Comprende due componenti: la devianza attesa a posteriori, che misura la bontà di adattamento del modello, e il numero effettivo di parametri, che cattura la complessità del modello. Valori più bassi di DIC indicano una migliore performance del modello. Il CPO valuta invece la capacità predittiva valutando quanto bene il modello predice le singole osservazioni. Similmente alla cross-validazione, quantifica la probabilità di osservare un particolare dato, considerato il resto dei dati. Approssimazioni empiriche ne consentono il calcolo senza dover adattare ripetutamente il modello. Il mean logarithmic CPO (LCPO), riassume tutte le informazioni dai valori CPO individuali. Valori più bassi di LCPO indicano un modello migliore.

Tabella 2.2 – Selezione del modello per le larve di alaccia (*Sardinella aurita*) nello Stretto di Sicilia nel 1998 e dal 2000 al 2016.

ID	Model	Linear Predictor	DIC	LCPO
1	Z_{it}	$\alpha'_0 + \beta'_1 temp + w'$	2533.100	0.405
	$Y_{it} Z_{it} = 1$	$\alpha_0 + f_{s2}(temp) + w$	3317.661	18.451
2	Z_{it}	$\alpha'_0 + \beta'_1 temp + \beta'_2 sal + w'$	2536.992	0.403
	$Y_{it} Z_{it} = 1$	$\alpha_0 + f_{s1}(temp) + f_{s2}(sal) + w$	3293.980	17.848
3	Z_{it}	$\alpha'_0 + \beta'_1 temp + \beta'_2 sal + \beta'_3 v + w'$	2537.365	0.404
	$Y_{it} Z_{it} = 1$	$\alpha_0 + f_{s2}(temp) + f_{s1} sal + v_l + w$	3275.947	17.600
4	Z_{it}	$\alpha'_0 + \beta'_1 temp + \beta'_2 sal + \beta'_3 v + w'$	2535.325	0.403
	$Y_{it} Z_{it} = 1$	$\alpha_0 + f_{s2}(temp) + f_{s1}(sal) + \beta_1 v + f_{s1}(B) + w$	3274.247	17.241

Questi modelli sono simili sia in termini di DIC che di LCPO. Tuttavia, abbiamo scelto di condurre l'analisi sul modello ID 4, che incorpora effetti lineari per la componente v (i.e, verticale) delle correnti, la temperatura e la salinità per la variabile casuale Z (presenza/assenza della specie). Per

Report scientifico finale del progetto *Sevens* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

la variabile casuale Y (numero di larve di *Sardinella aurita*), si considera un effetto lineare per la componente v delle correnti e un effetto non lineare (RW2 – *Random walk* di secondo ordine) per la temperatura. Per la salinità e la profondità del fondo, il modello incorpora un RW1, ossia un *Random walk* di primo ordine. Abbiamo rappresentato il modello selezionato nell'equazione sottostante e con un Directed Acyclic Graph (DAG) nella Figura 2.9.

$$\begin{cases} \text{logit}(\hat{\pi}_{it}) = \hat{\alpha}'_0 + \hat{\beta}'_1 \text{sal}_{it} + \hat{\beta}'_2 \text{temp}_{it} + \hat{\beta}'_3 v_{it} + w'_{it}, \\ \log(E_{it} \hat{\lambda}_{it}) = \hat{\alpha}_0 + \hat{\beta}_1 v_{it} + f(\text{bottom}_{it}) + f(\text{sal}_{it}) + f(\text{temp}_{it}) + w_{it}. \end{cases}$$

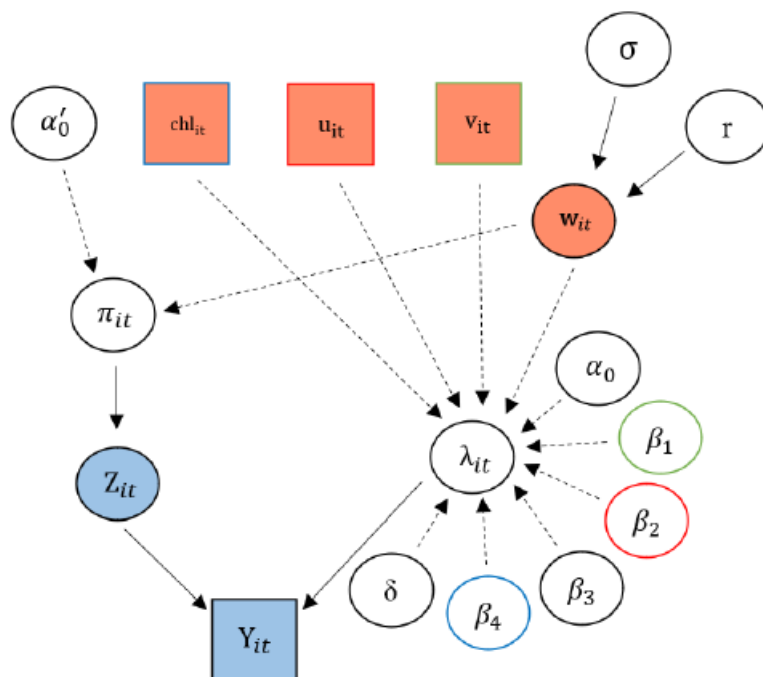


Figura 2.9 – Struttura grafica del modello selezionato mediante un Directed Acyclic Graph (DAG). I quadrati indicano le quantità osservate, mentre i cerchi indicano le variabili latenti. Una distribuzione di probabilità caratterizza i parametri. Le frecce che collegano i nodi rappresentano le dipendenze stocastiche (linea continua) e deterministiche (linea tratteggiata).

Le stime a posteriori (media, deviazione standard (sd) e quantili) dei parametri sono riportate nelle Tabelle 2.3 e 2.4. Le prime sono stime per la variabile casuale presenza/assenza (Z), mentre le seconde sono stime per la variabile casuale relativa al numero di larve di *Sardinella aurita* (Y).

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

Tabella 2.3 - Stime a posteriori (media, deviazione standard (sd) e quantili) dei parametri per la variabile casuale presenza/assenza (Z).

	logit($\hat{\pi}$)					
	$\hat{\alpha}'_0$	$\hat{\beta}'_1$	$\hat{\beta}'_2$	$\hat{\beta}'_3$	spatial sd	range
mean	-24.045	0.428	0.232	-3.781	3.349	0.361
sd	6.583	0.182	0.054	0.920	1.185	1.063
2.5%	-36.909	0.068	0.128	-5.601	2.416	0.322
50%	-24.063	0.428	0.231	-3.776	3.337	0.361
97.5%	-11.078	0.784	0.339	-1.989	4.717	0.409
mode	-24.100	0.430	0.231	-3.766	3.303	0.359

Tabella 2.4 - Stime a posteriori (media, deviazione standard (sd) e quantili) dei parametri per la variabile casuale relativa al numero di larve di *Sardinella aurita* (Y).

	log($E\hat{\lambda}$)					
	$\hat{\alpha}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\tau}_{bottom}$	$\hat{\tau}_{sal}$	$\hat{\tau}_{temp}$	$\hat{\delta}$
mean	-0.852	-3.153	378.563	131.377	516.288	0.826
sd	0.186	0.787	174.223	29.904	116.431	0.052
2.5%	-1.190	-4.702	144.097	82.279	324.753	0.722
50%	-0.863	-3.151	344.412	128.100	503.646	0.826
97.5%	-0.464	-1.613	811.692	199.446	781.010	0.929
mode	-0.893	-3.147	284.378	121.787	479.285	0.827

Le variabili ambientali, come temperatura, salinità e le correnti (componente v delle correnti oceaniche geostrofiche), hanno effetti significativi sulla probabilità di assenza/presenza delle alacce. Il parametro log($\hat{\lambda}$) è linearmente correlato alla componente v. Al contrario, risulta in una relazione RW1 con la variabile relativa alla profondità del fondo e alla salinità, e in una relazione RW2 con la temperatura.

Report scientifico finale del progetto *Sevens* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

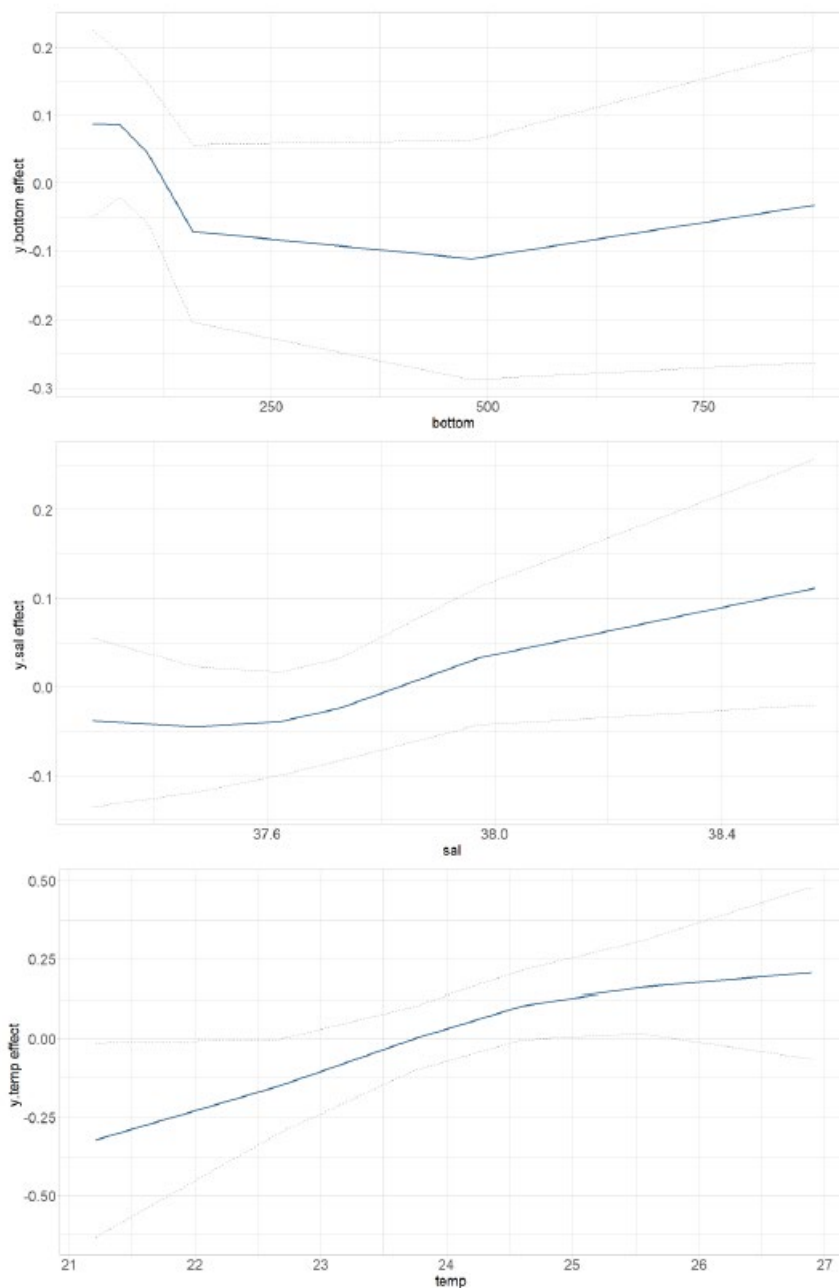


Figura 2.10 - Effetti livellati marginali (RW1) del fondo (in alto) e della salinità (al centro) ed effetti livellati (RW2) della temperatura (in basso) per l'abbondanza (Y) del modello migliore. Le linee tratteggiate rappresentano l'intervallo di credibilità approssimativo del 95%.

In Figura 2.10 si può osservare che l'effetto fisso medio posteriore del parametro della salinità sull'assenza/presenza delle larve di alacce indica che maggiore è la salinità, maggiore è la probabilità di osservare una larva di *Sardinella aurita*. Inoltre, la salinità ha un'influenza non lineare sull'abbondanza delle sardine, con un aumento non lineare dell'abbondanza all'aumentare della salinità. Questo risultato può essere spiegato considerando la concentrazione di larve di *Sardinella aurita* nella zona sud-orientale (area di Capo Passero), tipicamente caratterizzata da valori di salinità relativamente più elevati. In particolare, la non linearità della relazione, cioè un maggiore effetto

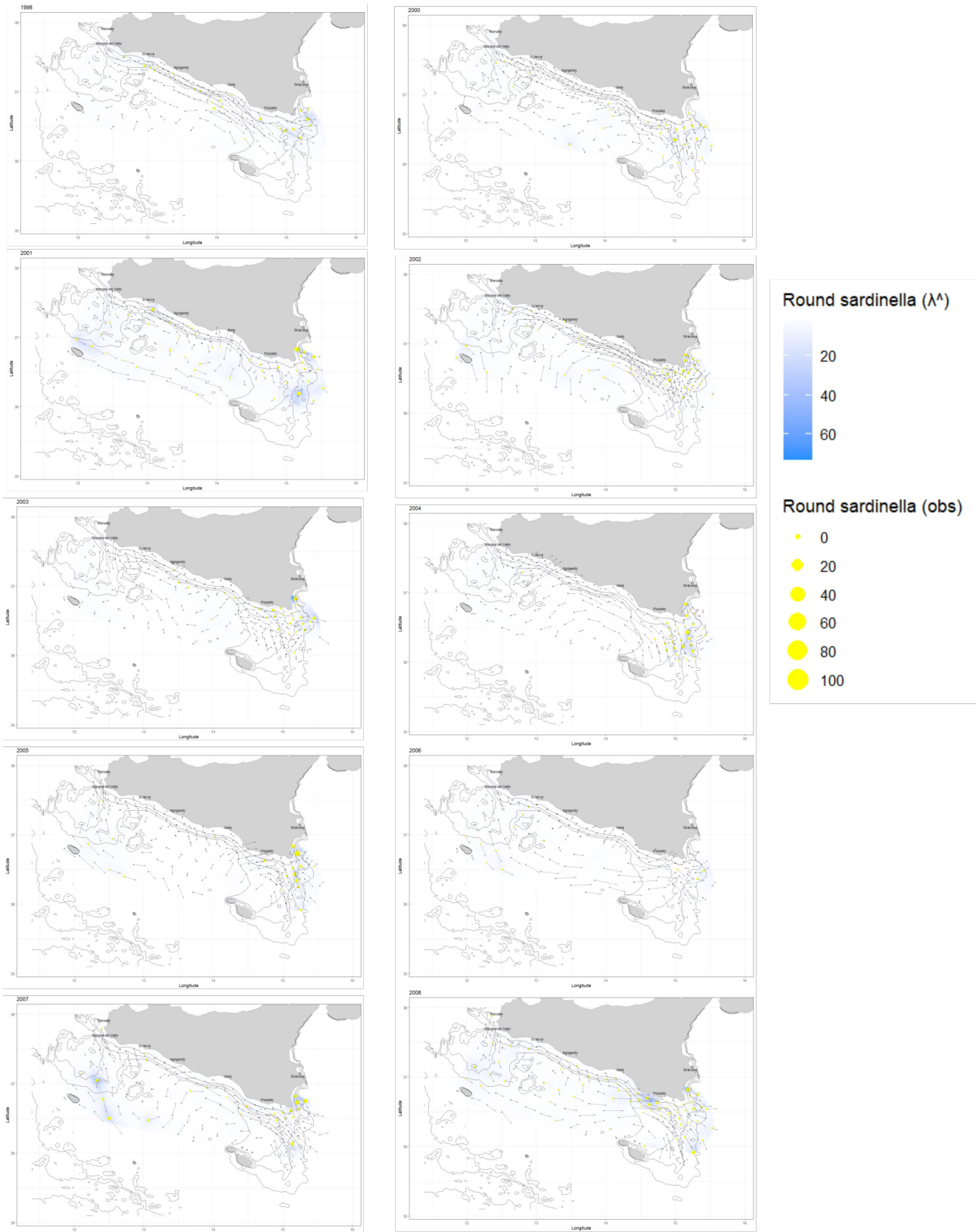
Report scientifico finale del progetto *Sevens* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

per salinità sopra 37.6, evidenzia il ruolo fondamentale del fronte di salinità nel controllo della dinamica di dispersione delle larve in questa area. Infatti, questa struttura oceanografica deriva dall'incontro della corrente di acqua atlantica denominata *Atlantic Ionia Stream* (AIS), tipicamente meno salina, con l'acqua del Mar Ionio caratterizzata da salinità relativamente più elevata. Il modello evidenzia che ad essa è quindi associata una concentrazione di larve originarie sia dello Stretto di Sicilia che della zona costiera settentrionale ionica. Per quanto riguarda la temperatura, l'effetto fisso posteriore medio sulla probabilità di assenza/presenza mostra una maggiore probabilità di osservare larve di alaccia all'aumentare della temperatura, con una probabilità pari allo 0.55 (Fig. 2.10). Questo perché la *Sardinella aurita* è una specie termofila e quindi è più probabile trovarla in zone più calde. Inoltre, la temperatura ha un'influenza non lineare sull'abbondanza. La componente v , che rappresenta la direzione verticale delle correnti, ha un effetto lineare negativo sulla probabilità di osservare una larva di alaccia e sull'abbondanza delle stesse. Per un aumento unitario della componente v , la probabilità di osservare una *Sardinella aurita* è dello 0.02. Man mano che la componente v diminuisce, muovendosi quindi da nord a sud, aumenta la probabilità di presenza e abbondanza delle larve. L'analisi sottolinea anche l'importanza della posizione geografica. La presenza e l'abbondanza larvale sono maggiori vicino alla costa e diminuiscono allontanandosi da essa. Questo è supportato dalla profondità del fondo, che influenza l'abbondanza in modo non lineare. Come possiamo vedere in Figura 2. 10, l'effetto della profondità del fondo è più significativo vicino alla costa e diminuisce fino a una profondità di circa 200 metri, quindi rimane quasi costante a profondità maggiori. Questo risultato evidenzia la differenza tra la piattaforma continentale e le aree al largo. Di nuovo, l'assenza/presenza e l'abbondanza condividono lo stesso modello spaziale poiché il parametro δ è significativamente diverso da 0. Per quanto riguarda gli effetti casuali spaziali, il valore posteriore medio per l'intervallo dell'effetto spaziale è di 0.361° , mentre la deviazione standard è di 3.349. Ciò indica che la correlazione diventa quasi nulla a una distanza di circa 40 km.

Una volta ottenute le distribuzioni a posteriori dei parametri, possiamo utilizzarle per fare previsioni per posizioni non campionate dell'area di studio, in modo tale da ottenere una copertura continua dell'area (Fig. 2.11). C'è una evidente tendenza verso una maggiore concentrazione di larve di *Sardinella aurita* nella zona sud-orientale, che include luoghi come Pozzallo e Capo Passero. È interessante notare che nel 2009 c'è stata una significativa abbondanza di larve nell'area al largo, in linea con la direzione delle correnti geostrofiche. Inoltre, nel 2014 si è osservata una maggiore concentrazione nella zona nord-occidentale (Mazara del Vallo), che aveva mostrato quantità inferiori negli anni precedenti.

Il modello ha permesso quindi di identificare i principali patterns di distribuzione larvale dell'alaccia nell'area di studio e di evidenziare le relazioni con i fattori ambientali, fornendo delle informazioni molto importanti sull'ecologia di questa specie a livello larvale.

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”



Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

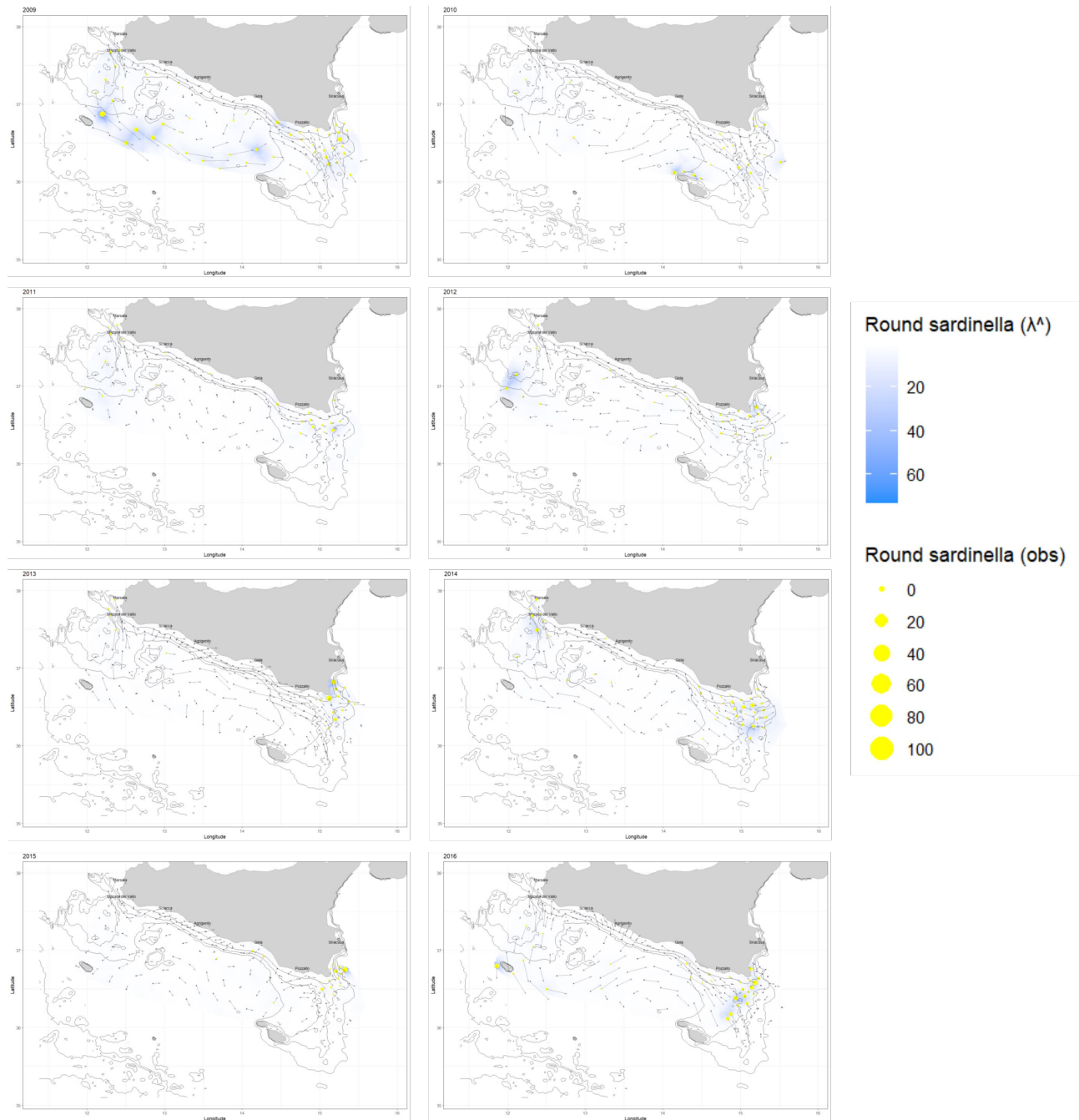


Figura 2.11 – Distribuzione spaziale delle larve di *Sardinella aurita* ottenuta dalle campagne oceanografiche condotte dal CNR durante il periodo estivo dal 1998 al 2016. In giallo sono riportate le osservazioni dedotte dal campionamento *in situ*, mentre in azzurro è riportata la stima del modello bayesiano. La sovrapposizione di questi due strati informativi dimostra la buona capacità del modello di stimare le densità larvali.

Il modello è stato inoltre utilizzato per ottenere delle stime annuali quantitative attendibili del numero di larve che non siano dipendenti dalle differenze legate al differente sforzo di campionamento effettuato nell'area di studio nel corso della serie storica (Fig. 2.12).

Report scientifico finale del progetto *Sevens* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

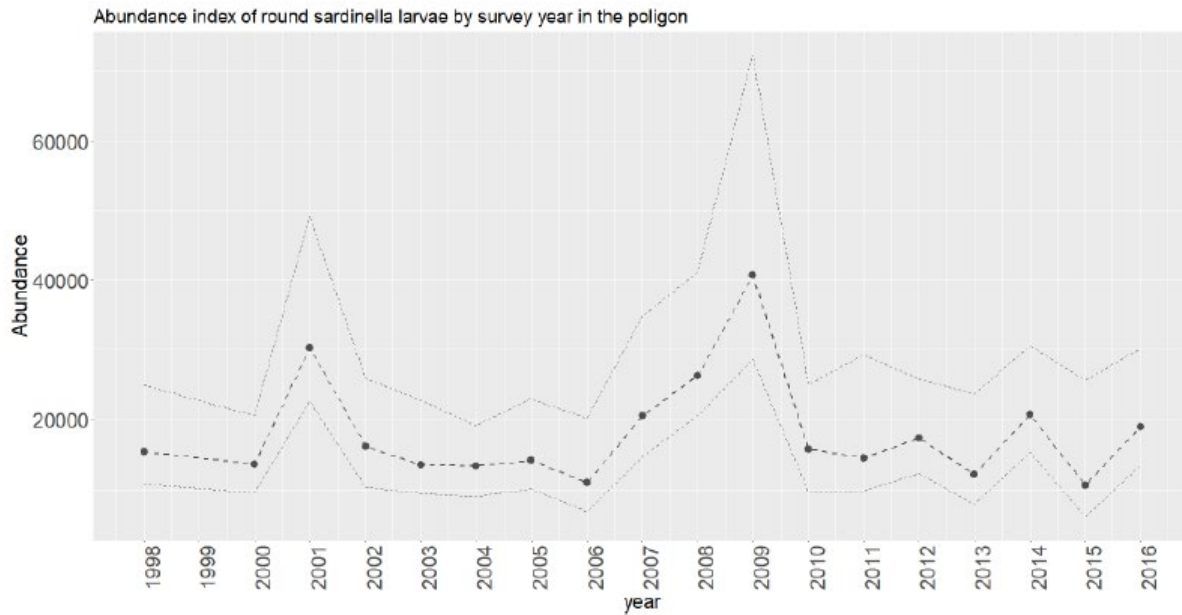


Figura 2.12 - Indice di abbondanza delle larve di *Sardinella aurita*. L'asse y rappresenta il numero di larve. Le linee tratteggiate rappresentano l'approssimativo intervallo di confidenza del 95%.

La serie storica evidenzia delle fluttuazioni di abbondanza larvali non riconducibili ad una chiara tendenza negli anni.

Task 2.2 - Realizzazione di uno studio finalizzato ad una valutazione qualitativa e quantitativa del novellame nelle GSAs siciliane

Nell'ambito di questo task viene riportata l'attività di ricerca finalizzata ad ottenere informazioni riguardanti abbondanza e composizione specifica del novellame nelle tre GSA di riferimento.

Per mezzo del coinvolgimento delle imbarcazioni selezionate è stato possibile ottenere dati nelle zone evidenziate in Figura 2.13.

Report scientifico finale del progetto *Sevens* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSA Siciliane”

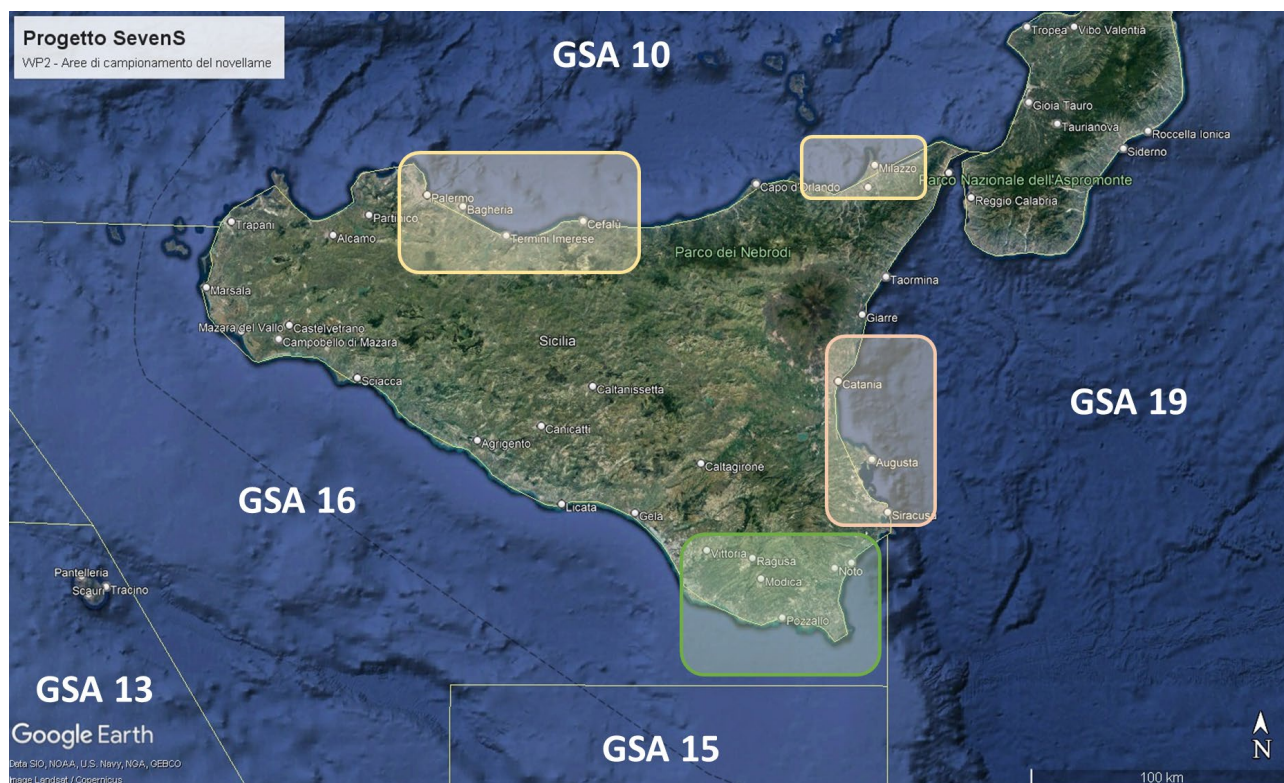


Figura 2.13 –Aree siciliane coperte dal campionamento del novellame effettuato nelle tre GSA siciliane.

Come è possibile notare, il campionamento ha coinvolto buona parte della GSA 10 e della GSA 19, tradizionalmente interessate da questo tipo di pesca su fondali costieri piuttosto sabbiosi e su batimetriche generalmente inferiori ai 50 metri. Diversamente, nella GSA 16 il campionamento è stato limitato alla sua porzione sud-orientale a causa dell’assenza di imbarcazioni disponibili e/o in possesso dei requisiti normativi nel resto dell’area. È importante notare che, nonostante in questa GSA siano state contattate quasi tutte le barche presenti in elenco (i.e. 14 imbarcazioni su 15), le imbarcazioni che si è riusciti a coinvolgere sono risultate tutte appartenenti a Circomare Portopalo di Capo Passero o a Delemare Avola.

Riguardo l’arco temporale interessato dal campionamento, le tempistiche legate alle procedure amministrative necessarie al coinvolgimento delle imbarcazioni e/o la mancanza dei requisiti normativi richiesti a questi ultimi non hanno permesso di rispettare il disegno di campionamento proposto nel progetto esecutivo. Quest’ultimo infatti prevedeva, per ognuna delle 16 imbarcazioni da coinvolgere, la raccolta di due campioni al mese per sei mesi distribuiti all’interno di un anno, per un totale di 216 giornate di pesca. Diversamente, le attività di campionamento sono iniziate nel mese di settembre, coprendo soltanto tre mesi, e con un numero di imbarcazioni inferiore rispetto a quello previsto. Per contrastare questa criticità è stato deciso di adottare come misura di mitigazione l’incremento del numero di giornate di pesca da due al mese a tre ogni 15 giorni. Al fine di limitare l’effetto di informazioni spazialmente ridondanti, è stato chiesto alle imbarcazioni di differenziare maggiormente le proprie zone di pesca tra campionamenti temporalmente vicini. In

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

finale, questo approccio ha permesso alle 13 imbarcazioni coinvolte di effettuare complessivamente 85 giornate di campionamento nel periodo compreso tra settembre e novembre. Di seguito sono descritte nel dettaglio le attività di campionamento effettuate nelle tre GSA di riferimento.

Sub-task 2.2.2 – GSA 10

La tabella 2.5 riassume le informazioni riguardanti il campionamento effettuato nella GSA 10 per lo studio quali-quantitativo del novellame.

Tabella 2.5 – Giornate di pesca effettuate in GSA10 per il campionamento del novellame.

GSA 10			
Matricola	Nome Imbarcazione	Armatore	Data di campionamento
07PA01845	Baleno	L'ANGOLO DI PORTICELLO SOC. COOP.	14/09/2023
			15/09/2023
			19/09/2023
			20/09/2023
			27/09/2023
			04/10/2023
			05/10/2023
			17/10/2023
			18/10/2023
			24/10/2023
			07/11/2023
			09/11/2023
			14/11/2023
07PA02063	San Giuseppe I	SOC. COOP. LAVORATORI DEL MARE A.R.L.	14/09/2023
			15/09/2023
			19/09/2023
			20/09/2023
			28/09/2023
			04/10/2023
			05/10/2023
			10/10/2023
			17/10/2023
			18/10/2023
			24/10/2023
			07/11/2023
			09/11/2023
14/11/2023			
07PA01824	Ricciolina	SOC. COOP. LAVORATORI DEL MARE A.R.L.	07/11/2023
			14/11/2023
			15/11/2023

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSA Siciliane”

01PA00587	Leonella	"COOPERATIVA ""IMERA"" A R.L."	23/10/2023
			30/10/2023
			31/10/2023
			06/11/2023
			09/11/2023
			14/11/2023
00MZ01554	-	GENTE DI MARE SOCIETA' COOPERATIVA	27/09/2023
			29/09/2023
			02/10/2023
			07/10/2023
			23/10/2023
			29/10/2023
			02/11/2023
			07/11/2023
			09/11/2023
			14/11/2023
			15/11/2023

Nello specifico, sono stati realizzati 47 campionamenti e concentrati nel periodo compreso tra settembre e novembre. Seguendo il protocollo di campionamento adottato, i tracciati di ogni imbarcazione sono stati registrati al fine di determinare l’area esplorata con la strumentazione acustica di bordo (i.e, ecoscandaglio).

Le Figure 14 e 15 mostrano, rispettivamente per l’area occidentale e l’area orientale, la distribuzione spaziale dei tratti costieri indagati e le cale effettuate per il progetto SevenS in GSA 10.

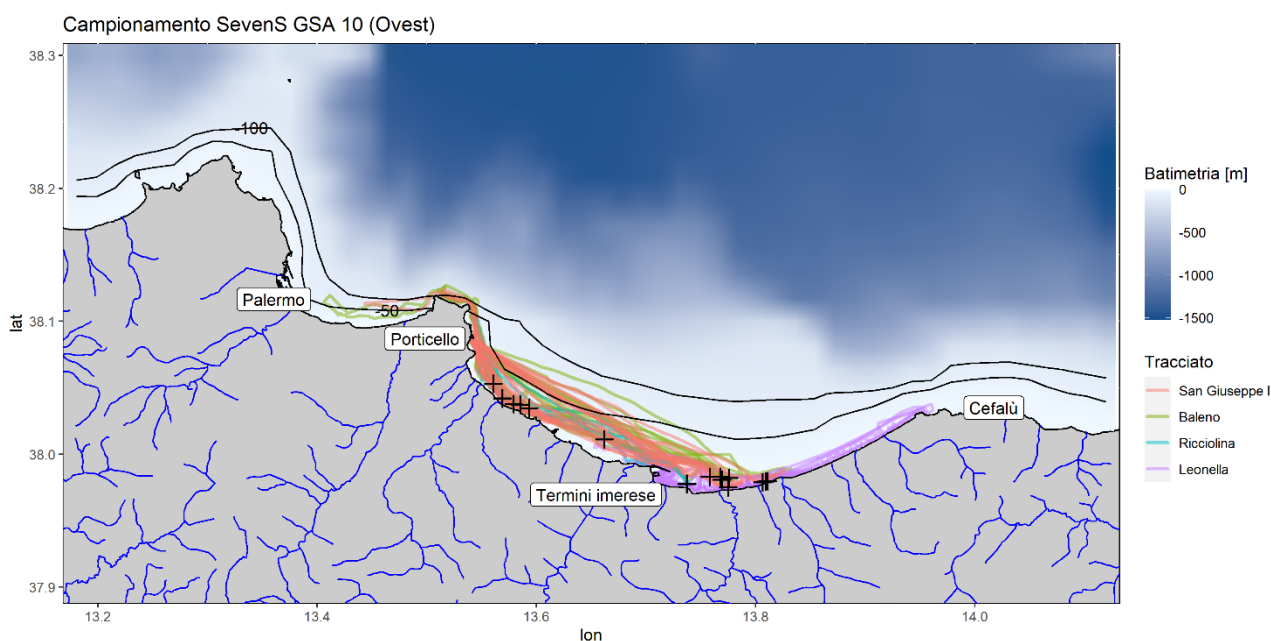


Figura 2.14–Tracciati (traiettorie colorate) e cale (simbolo +) delle imbarcazioni coinvolte per il campionamento del novellame nell’area occidentale della GSA 10.

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSA Siciliane”

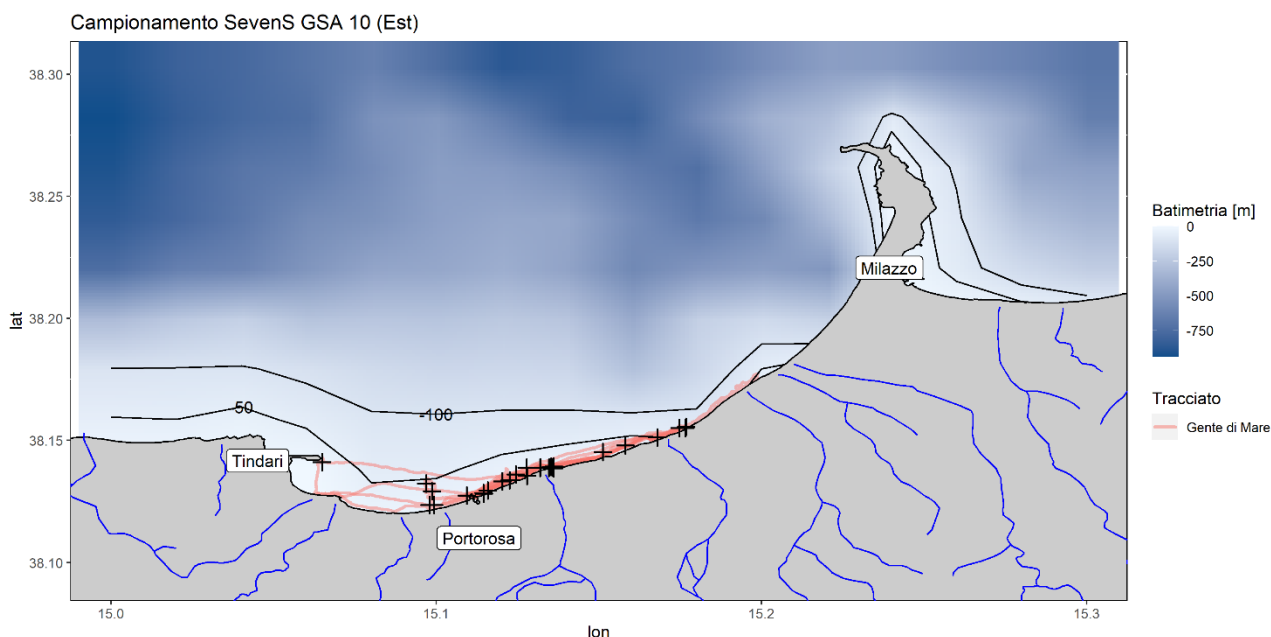


Figura 2.15–Tracciati (traiettorie colorate) e cale (simbolo +) delle imbarcazioni coinvolte per il campionamento del novellame nell’area orientale della GSA 10.

Sub-task 2.2.3 – GSA 16

La Tabella 2.6 riassume le informazioni riguardanti il campionamento effettuato nella GSA 16 per lo studio quali-quantitativo del novellame.

Tabella 2.6 – Giornate di pesca effettuate in GSA16 per il campionamento del novellame.

GSA 16			
Matricola	Nome Imbarcazione	Armatore	Data di campionamento
03SR00933	Maria Concetta	LUCIA SCHIFITTO	17/10/2023
			18/10/2023
			19/10/2023
			24/10/2023
			28/10/2023
			30/10/2023
			13/11/2023
			14/11/2023
03SR00861	Gaetano P.	MEDITERRANEO SOCIETA' COOPERATIVA	06/11/2023
			07/11/2023
			08/11/2023
06SR00223	Number One	MARINO SEBASTIANO	06/10/2023
			13/10/2023
			15/10/2023

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSA Siciliane”

			23/10/2023
			26/10/2023
			30/10/2023
			08/11/2023
			13/11/2023
			14/11/2023
03SR00914	Alga	CAMPISI GIOVANNI	08/11/2023
			09/11/2023
			10/11/2023

Nello specifico, sono stati realizzati 23 campionamenti e concentrati nel periodo compreso tra ottobre e novembre. Seguendo il protocollo di campionamento adottato, i tracciati di ogni imbarcazione sono stati registrati al fine di determinare l’area esplorata con la strumentazione acustica di bordo (i.e, ecoscandaglio).

La Figura 2.16 mostra la distribuzione spaziale dei tratti costieri indagati e le cale effettuate per il progetto SevenS in GSA 16.

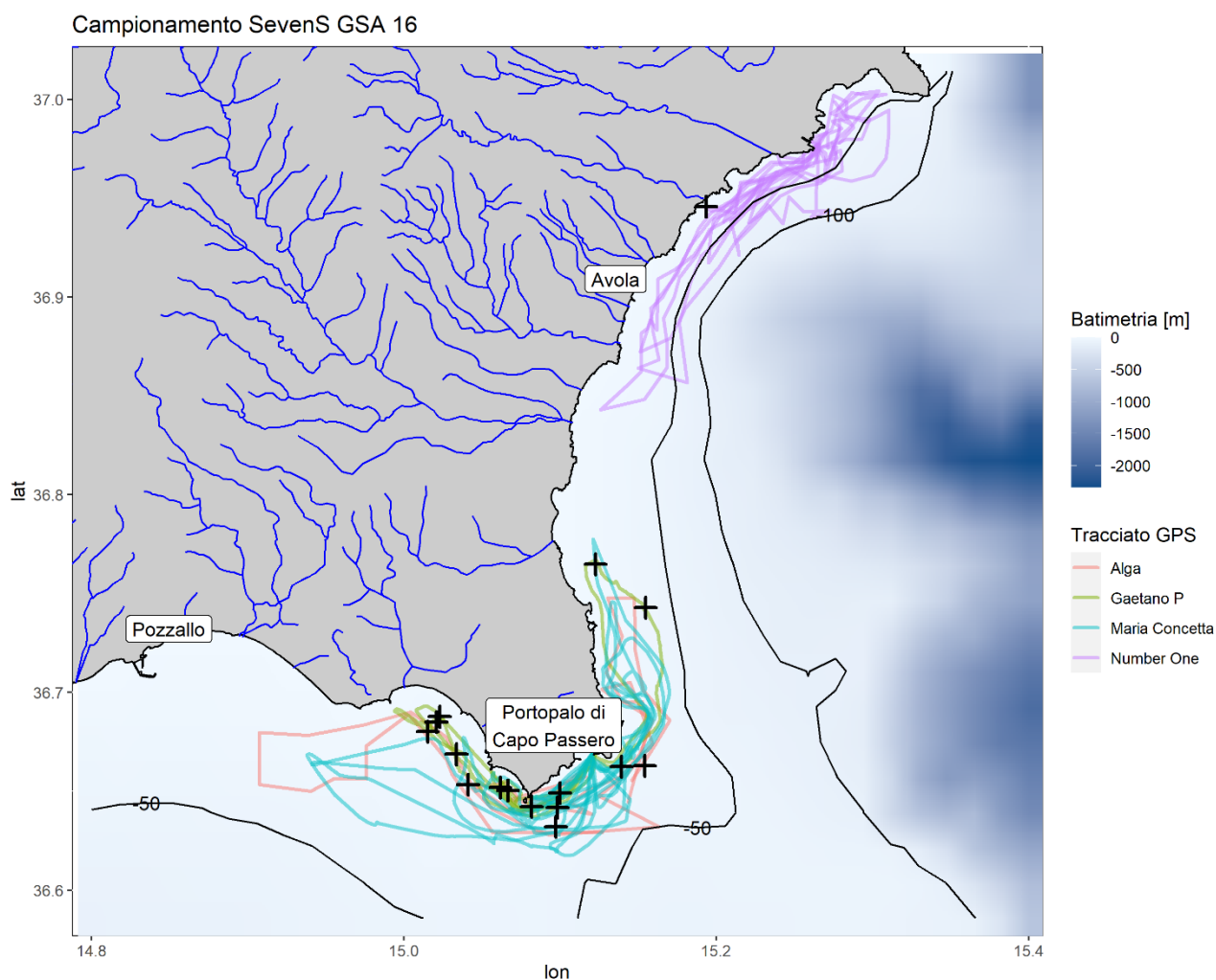


Figura 2.16 – Tracciati (traiettorie colorate) e cale (simbolo +) delle imbarcazioni coinvolte per il campionamento del novellame nella GSA 16.

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

Sub-task 2.2.4 – GSA 19

La Tabella 2.7 riassume le informazioni riguardanti il campionamento effettuato nella GSA 19 per lo studio quali-quantitativo del novellame.

Tabella 2.7– Giornate di pesca effettuate in GSA19 per il campionamento del novellame.

GSA 19			
Matricola	Nome Imbarcazione	Armatore	Data di campionamento
00AU01741	-	Aulino Salvatore	08/11/2023
			09/11/2023
			10/11/2023
AU1981	-	Costanzo Santo	12/10/2023
			13/10/2023
			14/10/2023
			27/10/2023
			28/10/2023
			30/10/2023
01CT00707	-	Falcone Roberto	08/11/2023
			09/11/2023
			10/11/2023
00SR02482	-	Salerno	09/11/2023
			10/11/2023
			11/11/2023

Nello specifico, sono stati realizzati 15 campionamenti e concentrati nel periodo compreso tra ottobre e novembre. Seguendo il protocollo di campionamento adottato, i tracciati di ogni imbarcazione sono stati registrati al fine di determinare l’area esplorata con la strumentazione acustica di bordo (i.e, ecoscandaglio).

La Figura 2.17 mostra la distribuzione spaziale dei tratti costieri indagati e le cale effettuate per il progetto SevenS in GSA 19.

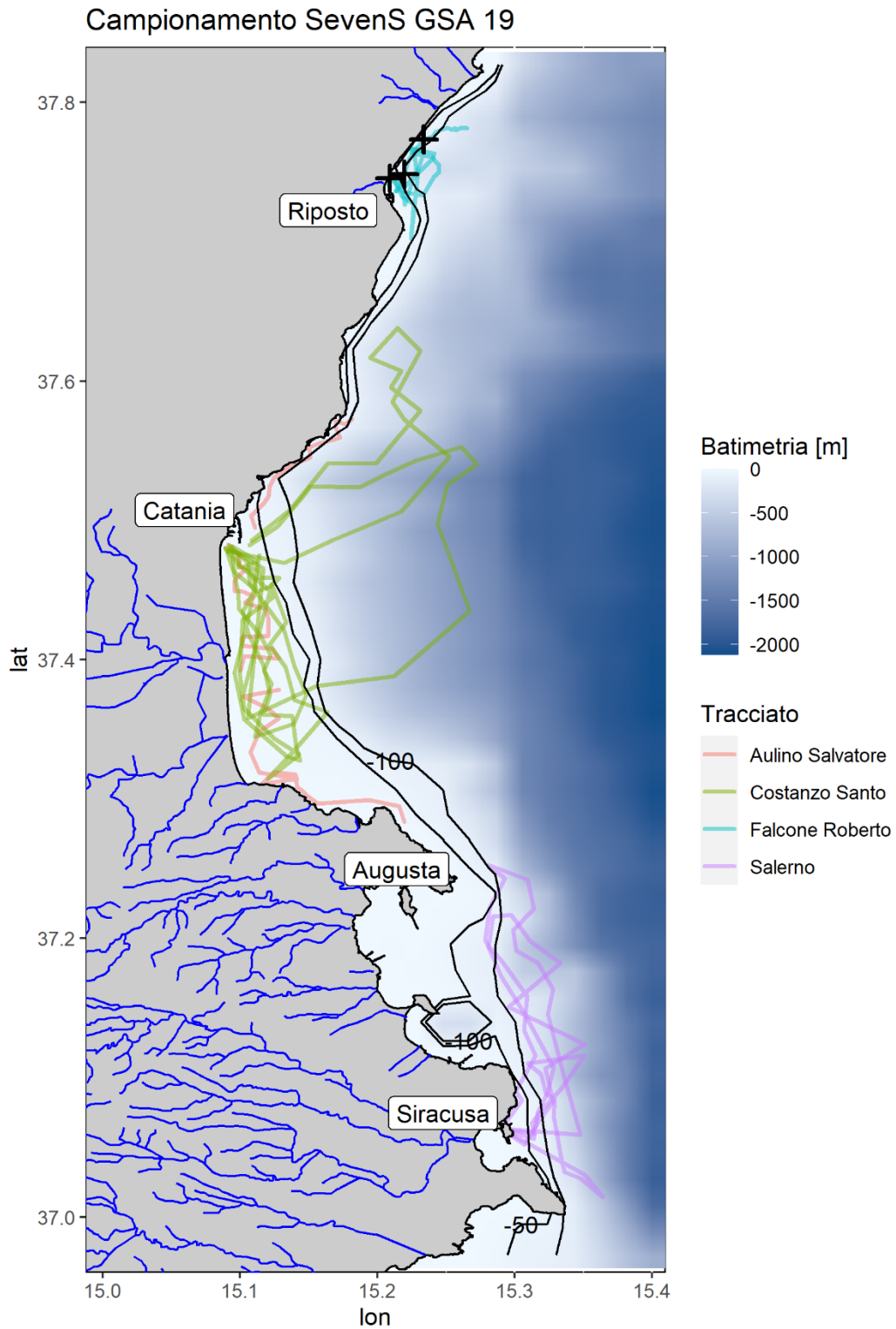


Figura 2.17 – Tracciati (traiettorie colorate) e cale (simbolo +) delle imbarcazioni coinvolte per il campionamento del novellame nella GSA 16.

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

Protocolli di campionamento, conservazione e analisi del pescato

Nell’ambito del WP2, di comune accordo tra i partner del progetto è stato redatto uno specifico protocollo di campionamento del novellame riguardante l’attività di campionamento in mare e l’attività di laboratorio a terra. Le prime pescate sono state effettuate con il personale scientifico a bordo così da assistere i pescatori nell’attuazione di quanto previsto dal protocollo e nella compilazione iniziale dei moduli con i dati sulle operazioni di pesca e le catture. La presenza del personale scientifico ha permesso, inoltre di poter documentare le diverse fasi in cui si svolge la pesca del novellame. La prima fase, che può richiedere anche diverse ore, consiste nell’individuazione dei possibili banchi di larve e post-larve di pesci tramite l’ecoscandaglio. Se viene trovata una traccia della presenza di novellame viene immediatamente lanciato in acqua di un segnale galleggiante, come evidenziato dalla freccia bianca in Figura 2. 18. Attorno questo segnale si procede, con rapidità, a rilasciare la rete formando un cerchio. Successivamente, si procede al ritiro a bordo delle due braccia della rete fino a giungere al sacco. Infine, il sacco viene vuotato all’interno di un contenitore e si procede alla selezione dell’eventuale pescato (Fig. 2.18).

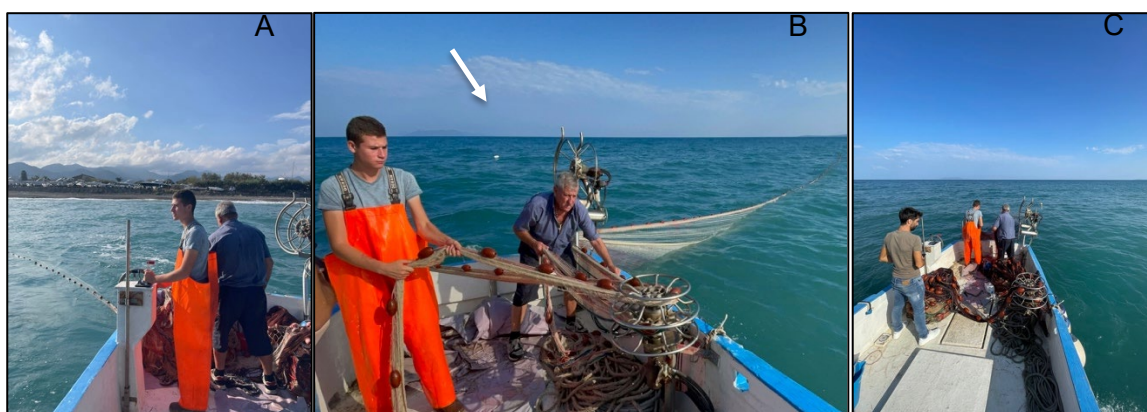


Figura 2.18 - Particolare delle fasi della pesca del novellame. In particolare, circuizione del banco di novellame individuato con l'ecoscandaglio (A), ritiro delle due braccia laterali della rete tramite verricello (B) e recupero a bordo del sacco.

L’attrezzo utilizzato dalla totalità delle imbarcazioni è stato la tradizionale rete a circuizione aperta o senza chiusura (“tartaruni” in dialetto) usata fino a quando la pesca del novellame era consentita. Secondo la descrizione dei pescatori coinvolti nella ricerca, tale rete “non rade il fondo e viene leggermente trainata e tirata dal vericello con l’elica avanti a basso regime” ed “è adatta a pescare su bassi fondali”. I pannelli laterali della rete, di colore marrone scuro, hanno maglie di dimensioni variabili che diminuiscono progressivamente (≥ 12 mm di lato) avvicinandosi al sacco. Le maglie più piccole si trovano al centro dove formano un sacco di colore bianco, definito “velo”, con maglia da 2mm di lato (Fig. 2.19).

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”



Figura 2.19 - Particolare del sacco della retina a circuizione utilizzata dalla 00MZ01554 in cui si vede il sacco, definito "velo" con maglia da 2 mm di lato.

La maggior parte delle battute di pesca sono state eseguite dai pescatori in totale autonomia e seguendo le procedure concordate nel contratto.

In particolare, i dati relativi alle uscite, quali, ad esempio, data, caratteristiche dell'attrezzo, posizione delle cale e le condizioni meteo marine sono stati riportati sui moduli cartacei (Fig. 2.20).

Report scientifico finale del progetto *Sevens* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

1^a Settembre






SCHEDA RILEVAZIONE SEVENS 2023										
NOME M/P	PORTO	DATA	ORA USCITA	ORA RIENTRO	MATICOLA		ATTREZZO			
ME 1554	Porto	27/09/2023	7:10	13:00			Lunghezza: 100 m Altezza: 10 m Maglia: 2+6+10+40 mm			
ZONA DI PESCA CALA N° 1	LAT.	LONG.	ORA INIZIO CALA	ORA FINE CALA	PROFONDITA' MEDIA (m)	DURATA CALA (MINUTI)	NUMERO DI CAMPIONI (BUSTE)	PESO CAMPIONE (KG)		
TERRE VIGLIARON	38° 8' 21"	15° 8' 7"	9:18	9:43	5,4 m	25	1	600 g		
ZONA DI PESCA CALA N° 2	LAT.	LONG.	ORA INIZIO CALA	ORA FINE CALA	PROFONDITA' MEDIA (m)	DURATA CALA (MINUTI)	NUMERO DI CAMPIONI (BUSTE)	PESO CAMPIONE (KG)		
TERRE VIGLIARON	38° 8' 20"	15° 8' 5"	10:05	10:25	2,5 m	20	1	500 g		
ZONA DI PESCA CALA N° 3	LAT.	LONG.	ORA INIZIO CALA	ORA FINE CALA	PROFONDITA' MEDIA (m)	DURATA CALA (MINUTI)	NUMERO DI CAMPIONI (BUSTE)	PESO CAMPIONE (KG)		
TONDARICOLA FURNARI	38° 7' 45"	15° 6' 55"	11:40	12:00	3,5 m	20	1	500 g		
COPERTURA DEL CIELO (chiaro-nuvoloso-coperto)		nuvoloso		CONDIZIONE DEL MARE (calmo-mosso-molto mosso)		mosso		CORRENTE (assente-leggera-forte)		leggera
NUMERO TOTALE DI CALE EFFETTUATE		3		NOTE (cattura di ingombranti, attrezzature):		Presenza vegetali di fanerogame Presenza di plastica + foglie				

Figura 2.20 - Particolare di una scheda di rilevazione compilata durante una battuta di pesca dalla 00MZ01554.

Laddove la cala abbia catturato del pescato, sono state scattate delle foto (Fig. 2.21).



Figura 2.21- Foto del pescato ottenuto durante una delle cale di pesca in cui si vedono esemplari di diverse specie e stadi di sviluppo.

Il pescato di ogni singola cala è stato conservato in contenitori separati, imbustato, etichettato e mantenuto in fresco (in borsa frigo e con ghiaccio) fino alla loro consegna al personale

Riguardo il protocollo di campionamento sul campo, per ogni giornata di pesca è stato chiesto ad ogni imbarcazione coinvolta nel progetto di effettuare un massimo di 3 cale positive nella propria GSA di riferimento. Si è considerata “cala positiva” una cala in cui viene catturato almeno un quantitativo totale di 500 g di novellame. Se la cala va a vuoto o non viene raggiunto un quantitativo

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

minimo di 500 g di novellame, la cala risulta “nulla” e non viene quindi considerata nel conteggio delle tre cale positive. Nonostante ciò, è necessario prendere comunque nota della cala effettuata e l’eventuale pescato deve essere comunque conservato e consegnato all’organismo scientifico designato tra i partner del progetto. Qualora non si arrivasse ad ottenere 3 cale positive a causa della mancanza di novellame nell’area di campionamento, il pescatore deve garantire la ricerca della risorsa per almeno 6 ore utilizzando l’ecoscandaglio di bordo. A questo scopo, il pescatore ha fornito le informazioni sulla rotta percorsa nel modulo ricevuto, annotando le coordinate del percorso oppure tracciando il proprio percorso con il GPS tramite apposita app per smartphone disponibile per Android e per iOS. Per la raccolta delle informazioni sulla rotta percorsa i pescatori hanno utilizzato l’app apposita per Android Geo Tracker – GPS tracker. I file, in formato .gpx contenenti i tracciati percorsi dall’imbarcazione a partire dall’uscita dal porto fino al rientro, sono stati condivisi con il responsabile scientifico del progetto. Grazie ad essa è stato possibile seguire l’operato dei pescatori e, dal loro studio, e comprendere dove è presente/assente il novellame in relazione alle condizioni ambientali dell’area (Fig. 2.22).



Figura 2.22 - Esempio di un tracciato registrato dai pescatori della 00MZ01554 tramite l'app per dispositivi Android Geo tracker.

Il pescato di ogni cala è stato pesato dall’operatore scientifico per intero. Dopodiché, un contenitore da 250mL è stato riempito per 1/3 in volume con il pescato e per i restanti 2/3 in volume con etanolo al 95%. Tale campione è stato destinato al laboratorio dell’Università degli Studi di Palermo per le analisi di *barcoding/metabarcoding* (task 2.3). Inoltre, 2 contenitori da 500mL sono stati riempiti con circa 125 gr di pescato (oppure 250gr in una kartell da 1L), al fine di raccogliere un pescato totale di 250gr. I contenitori sono stati riempiti per il restante volume di etanolo al 70% e destinati al laboratorio incarico per l’analisi. Il resto del campione è stato trasportato e conservato in

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

laboratorio, dopodiché una piccola aliquota è stata utilizzata per valutare l'effetto dell'etanolo sulla lunghezza e sul peso degli individui, mentre la restante parte è stata congelata e conservata come backup.

Per l'analisi finalizzata alla valutazione dell'effetto dell'etanolo sulla lunghezza e sul peso degli individui, si è scelto di raccogliere le informazioni di lunghezza e peso di 50 individui per ognuna delle specie più abbondanti, misurandole singolarmente sia dopo la cattura (i.e., sul fresco) che dopo la conservazione in etanolo. L'analisi è stata preferibilmente effettuata entro 24h dalla pescata e seguire tale semplice procedura:

1. In laboratorio, gli individui freschi scelti sono misurati [lunghezza totale al mm], pesati e conservati in vials separate in etanolo al 70%.
2. Dopo 1 o 2 settimane, ogni individuo è stato nuovamente misurato e pesato e riposto nella sua vials in etanolo al 70%. Tali individui possono essere utilizzati in futuro per ulteriori analisi (es: otoliti)
3. I dati sono stati riportati in formato Excel seguendo il format concordato.

Riguardo il pescato conservato in etanolo al 70%, al fine di definire la composizione in specie, l'abbondanza per specie e la struttura in classi di taglia è stato adottato il seguente protocollo di analisi:

1. Il pescato contenuto in ogni Kartell è stato dapprima suddiviso per specie.
2. Ogni gruppo di individui appartenenti alla stessa specie è stato pesato nel suo insieme ed eventualmente sceglierne un'aliquota rappresentativa da analizzare.
3. Ogni individuo è stato misurato al mm secondo una metodologia scelta da laboratorio e non necessariamente coordinata con gli altri laboratori (carta millimetrata, righello del binoculare; fotografia e analisi d'immagine) (Fig. 2.23).
4. Ogni individuo è stato fotografato al microscopio per l'analisi morfometrica effettuata da ISMed al fine di valutare l'esistenza di differenti morfotipi tra le varie zone della Sicilia.
5. Una volta misurato e fotografato, l'individuo è stato conservato singolarmente in una vials apposita contenente etanolo al 95%.

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

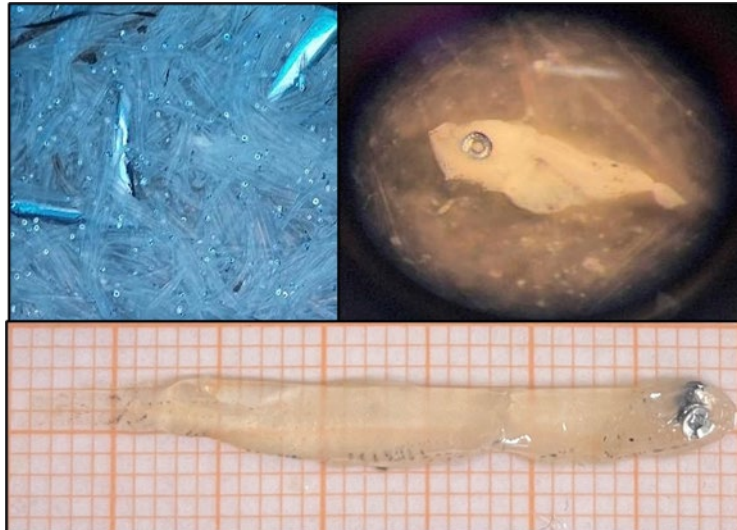


Figura 2.23 - Esempari in fase larvale post larvale di specie ittiche. Dopo il sorting del campione e la determinazione delle diverse specie si sta procedendo ad effettuare le misure sugli esemplari appartenenti alle specie oggetto di studio.

In aggiunta alla frazione più minuta del pescato, l'attività di campionamento con sciabica da natante o rete a circuizione senza chiusura ha portato anche alla cattura di specie di ittiche allo stadio di giovanili o adulti. Gli esemplari di individui giovanili ed adulti catturati accidentalmente sono stati identificati al livello tassonomico più dettagliato possibile, seguendo la nomenclatura scientifica aggiornata secondo il sito internet WoRMS (World Register of Marine Species - WoRMS Editorial Board, 2021) (Fig. 2.24).



Figura 2.24 - Esempari di diverse specie ittiche catturate come by-catch della pesca al novellame (A). Particolare di alcuni esemplari appartenenti alla specie *Xyrichtys novacula*.

Analisi quantitativa della composizione specifica e dell'abbondanza del novellame

L'analisi molecolare effettuata nell'ambito del task 2.3 ha coadiuvato l'identificazione su base morfologica delle specie ittiche catturate allo stadio di novellame. Nella sezione successiva (task 2.3) si rimandano i dettagli sui risultati ottenuti nell'ambito dell'attività di *barcoding* e *metabarcoding*

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSA Siciliane”

effettuata sui campioni raccolti, mentre in questa sezione sono esposti i risultati dell'analisi quantitativa e qualitativa delle specie identificate.

Per quanto riguarda la GSA10, nel periodo di campionamento compreso tra settembre e novembre sono state effettuate 20 cale negative e 28 cale positive. In Figura 2.25 viene mostrata la distribuzione spaziale delle cale e la biomassa totale relativa alle catture effettuate nell'area Ovest della GSA10.

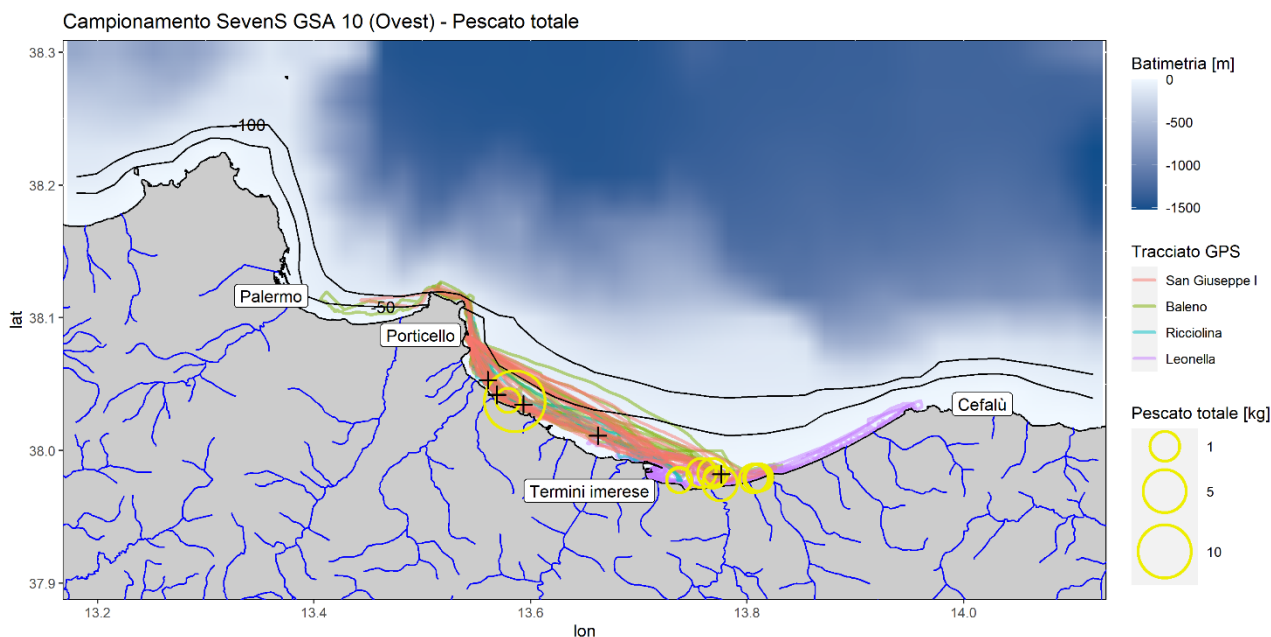


Figura 2.25 – Distribuzione spaziale dei tracciati delle imbarcazioni coinvolte e del pescato totale nella porzione occidentale della GSA 10. In corrispondenza del simbolo + sono rappresentate le cale negative, in cui non sono avvenute catture.

Tale distribuzione mostra che la maggior parte delle catture ha interessato l'area di pesca ad est di Termini Imerese, sebbene la cala con più catture sia avvenuta ad est di Porticello, in particolare nella zona di Casteldaccia.

Benché il campionamento sia stato mirato alla cattura del novellame, è importante evidenziare che il dato di biomassa presentato in Figura 2. comprende specie ittiche appartenenti a diversi gradi di sviluppo: stadi giovanili/adulti e stadi post-larvali in fase di pre-reclutamento. In questo contesto, la Figura 2.26 mostra la distribuzione spaziale delle catture di giovanili/adulti. In particolare, gli individui principalmente catturate appartenevano alle seguenti specie: *Arnoglossus laterna*, *Balistes capriscus*; *Deltentosteus quadrimaculatus*; *Diplodus annularis*; *Lesueurigobius friesii*; *Lithognathus mormyrus*; *Pagellus erithrynus*; *Sardinella aurita*; *Trachinotus ovatus*; *Trachurus mediterraneus*; *Xyrichtys novacula*.

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSA Siciliane”

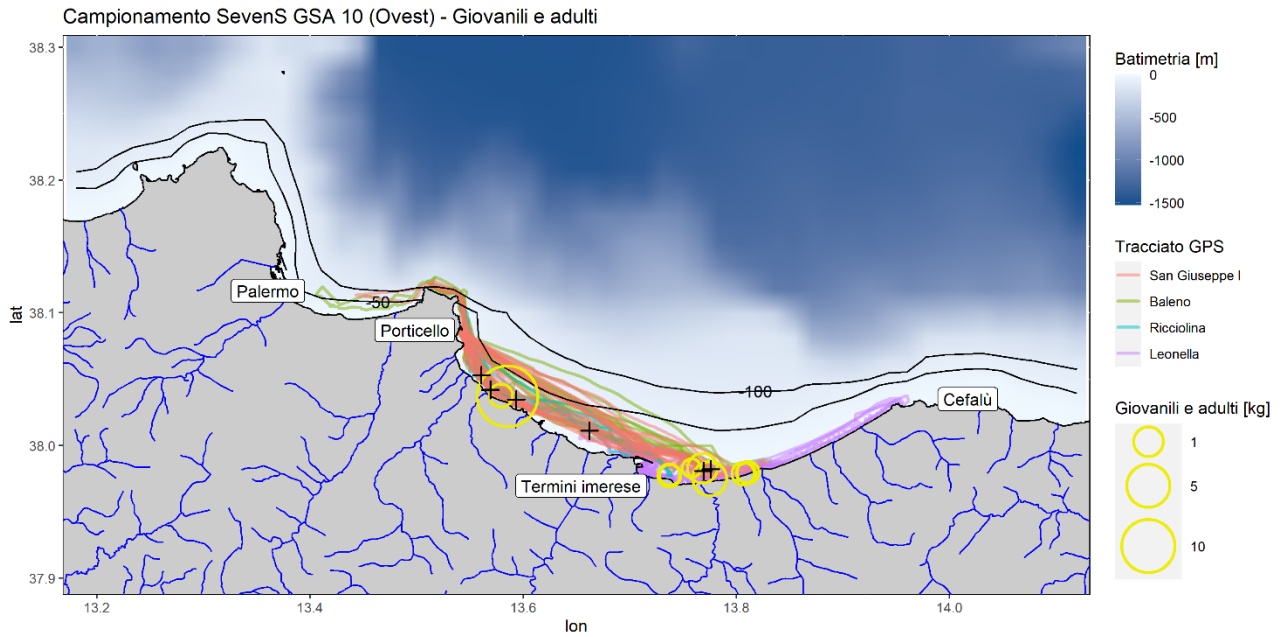


Figura 2.26 – Distribuzione spaziale dei tracciati delle imbarcazioni coinvolte e delle fasi giovanili/adulte nella porzione occidentale della GSA 10. In corrispondenza del simbolo + sono rappresentate le cale in cui non sono avvenute catture di giovanili e adulti.

Tra le specie catturate allo stadio adulto è stato inoltre interessante evidenziare la presenza della specie *Aphia minuta*, meglio nota come rossetto, la cui catture sono riportate su mappa in Figura 2. 27. Dalla mappa è possibile evidenziare una area particolare area in cui sono avvenute le catture, corrispondete alla zona costiera ad est di Termini Imerese.

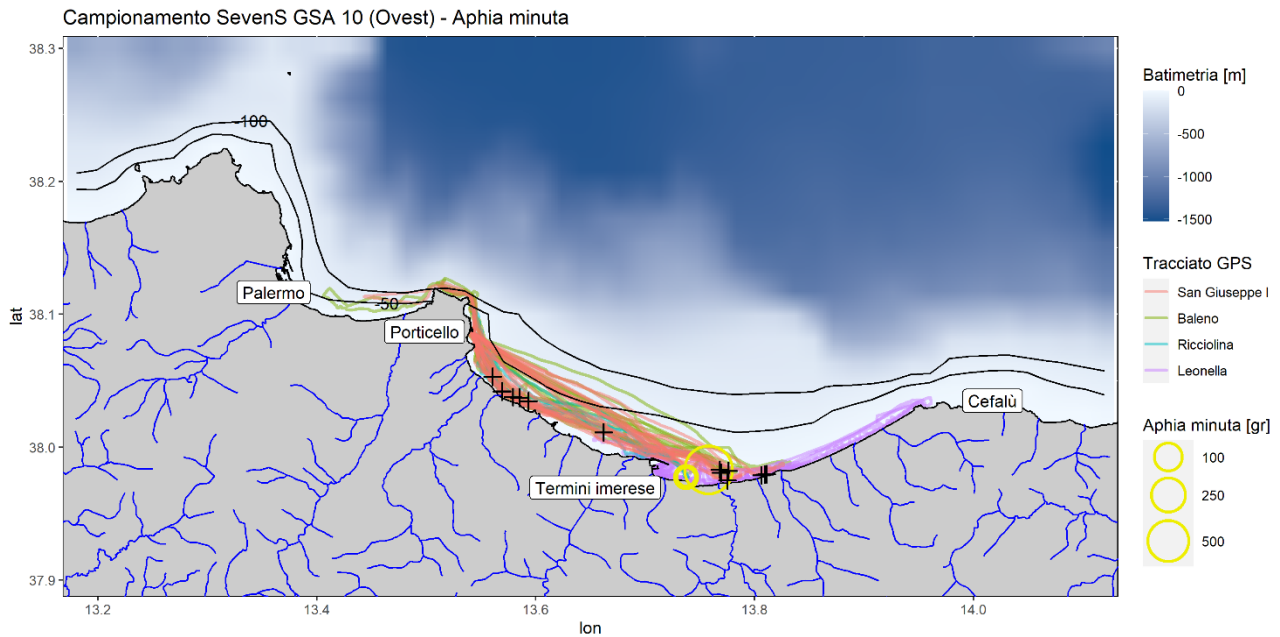


Figura 2.27 – Distribuzione spaziale dei tracciati delle imbarcazioni coinvolte e della specie *Aphia minuta* nella porzione occidentale della GSA 10. In corrispondenza del simbolo + sono rappresentate le cale in cui non sono avvenute catture di questa specie.

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSA Siciliane”

Tale area è stata inoltre sede della maggior parte delle cale positive di novellame. La specie che ha costituito la quasi totalità delle catture di novellame è stata l’acciuga europea (*Engraulis encrasicolus*) (Fig. 2.28). Fanno eccezione la catture - effettuate nella medesima zona - di fasi post-larvali di:

- *Hyplerochilus bananensis* e *Parablennius incognitus* nel mese di ottobre;
- *Pagellus acarne* nel mese di novembre.

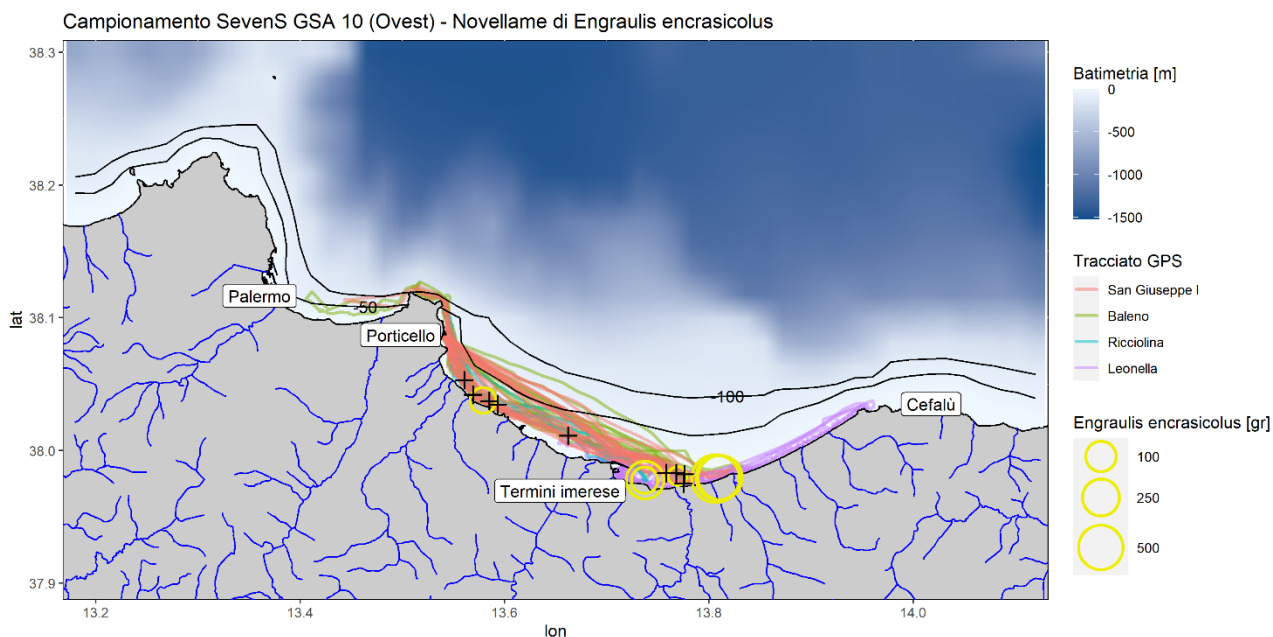


Figura 2.28 – Distribuzione spaziale dei tracciati delle imbarcazioni coinvolte e del novellame di acciuga europea (*Engraulis encrasicolus*) nella porzione occidentale della GSA 10. In corrispondenza del simbolo + sono rappresentate le cale in cui non sono avvenute catture di acciuga.

La Figura 2.29 mostra invece le catture totali effettuate della porzione orientale della GSA 10, ovvero tra la località di Tindari e la penisola di Capo Milazzo.

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSA Siciliane”

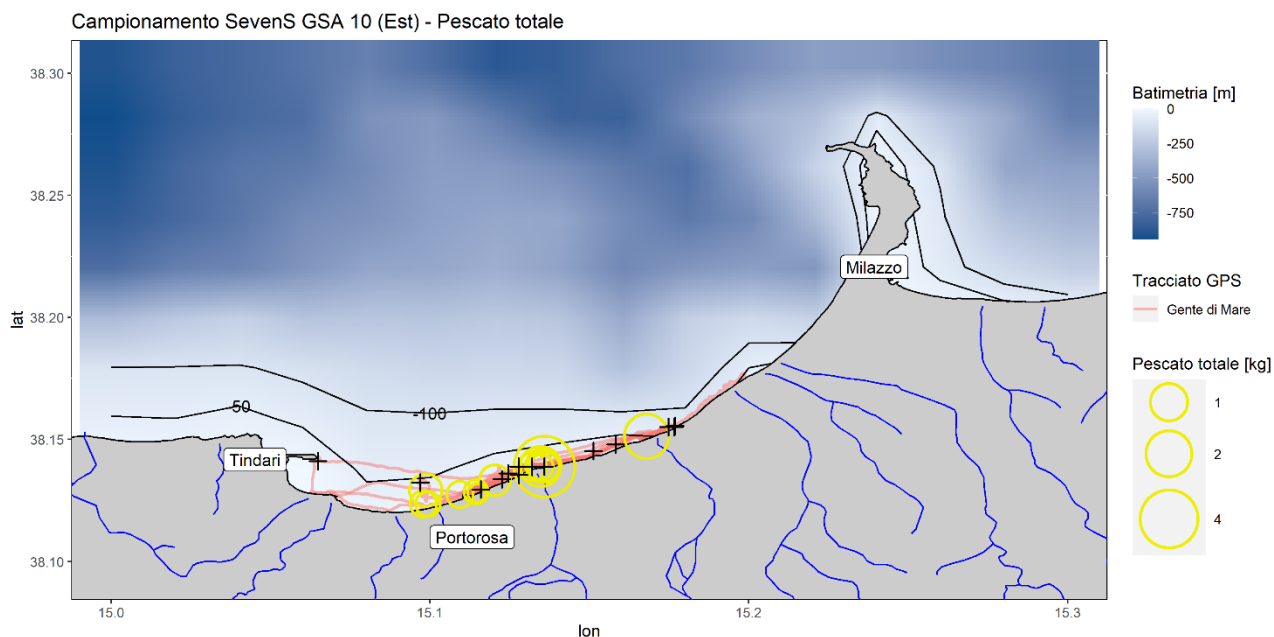


Figura 2.29 – Distribuzione spaziale del tracciato dell’imbarcazione coinvolta e del pescato totale nella porzione orientale della GSA 10. In corrispondenza del simbolo + sono rappresentate le cale negative, in cui non sono avvenute catture.

In particolare, la maggior parte delle cale positive è avvenuta nel tratto di mare antistante la località di Portorosa. Anche in questo caso, le catture hanno interessato sia le fasi di giovani/adulti che le fasi post-larvali.

In Figura 2.30 sono riportate le catture delle fasi giovanili/adulte in quest’area di indagine.

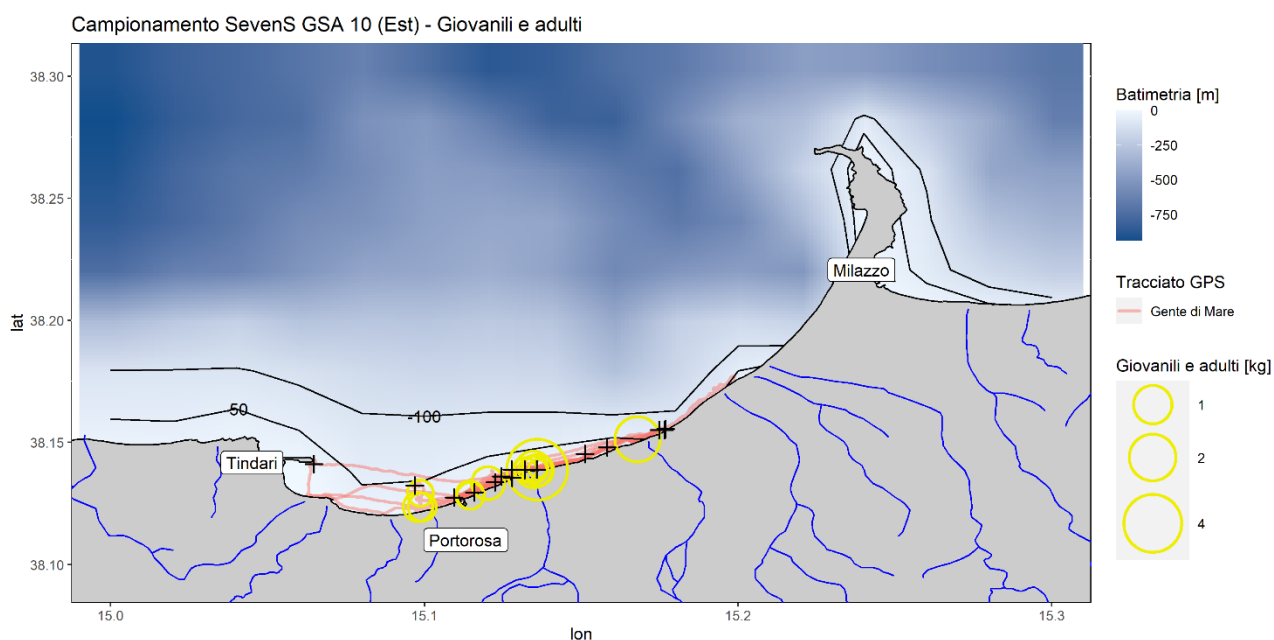


Figura 2.30 – Distribuzione spaziale del tracciato dell’imbarcazione coinvolta e delle fasi giovanili/adulte nella porzione orientale della GSA 10. In corrispondenza del simbolo + sono rappresentate le cale in cui non sono avvenute catture di giovani e adulti.

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSA Siciliane”

In particolare, gli individui principalmente catturate appartenevano alle seguenti specie: *Boops boops*; *Caranx crysos*; *Diplodus annularis*; *Diplodus vulgaris*; *Engraulis encrasicolus*; *Hippocampus hippocampus*; *Lesueurigobius friesii*; *Lithognathus mormyrus*; *Mullus barbatus*; *Pagellus erithrynus*; *Sardinella aurita*; *Sphyraena sphyraena*; *Trachinotus ovatus*; *Trachurus mediterraneus*; *Xyrichtys novacula*. Esse rappresentavano sempre un numero molto limitato di individui, evidenziando l'elevata selettività della metodologia di pesca.

A differenza della porzione occidentale della GSA10, in questa zona d'indagine non sono state riscontrate catture di *Aphia minuta*.

Per quanto riguarda il novellame, anche in questo caso le catture sono state quasi totalmente composte da *Engraulis encrasicolus* (Fig. 2.31). Fanno eccezione la catture - effettuate nella medesima zona - di fasi post-larvali di:

- *Sphyraena sphyraena* e *Bothus podas* nel mese di settembre;
- *Pagellus acarne* soprattutto nel mese di ottobre (ad esclusione di pochi individui catturati a settembre;

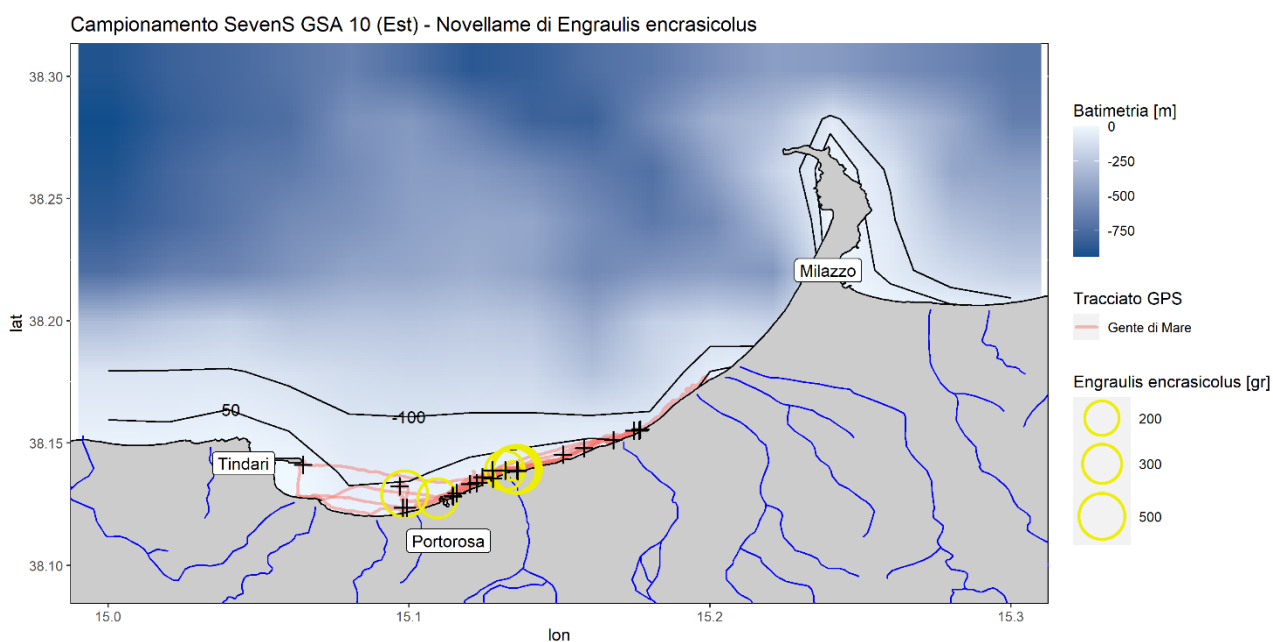


Figura 2.31 – Distribuzione spaziale del tracciato dell'imbarcazione coinvolta e del novellame di acciuga europea (*Engraulis encrasicolus*) nella porzione orientale della GSA 10. In corrispondenza del simbolo + sono rappresentate le cale in cui non sono avvenute catture di acciuga.

Al fine di studiare la co-presenza spaziale delle specie, un ulteriore aspetto evidenziato da questo studio è stata la composizione specifica delle catture. In Figura 2.32 è mostrata la composizione in peso delle specie catturate nelle cale positive effettuate nella GSA10. Da queste, sono esclusi gli individui adulti e di taglia maggiore di 5 cm. Solo in due casi è possibile evidenziare una sovrapposizione tra le catture di rossetto e quelle di acciuga. Sebbene il limitato numero di campionamenti positivi non permetta di ottenere delle stime quantitativamente generalizzabili

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

questo aspetto rappresenta un interessante indicazione gestionale che andrebbe indagata estendendo il campionamento su un arco temporale maggiore.

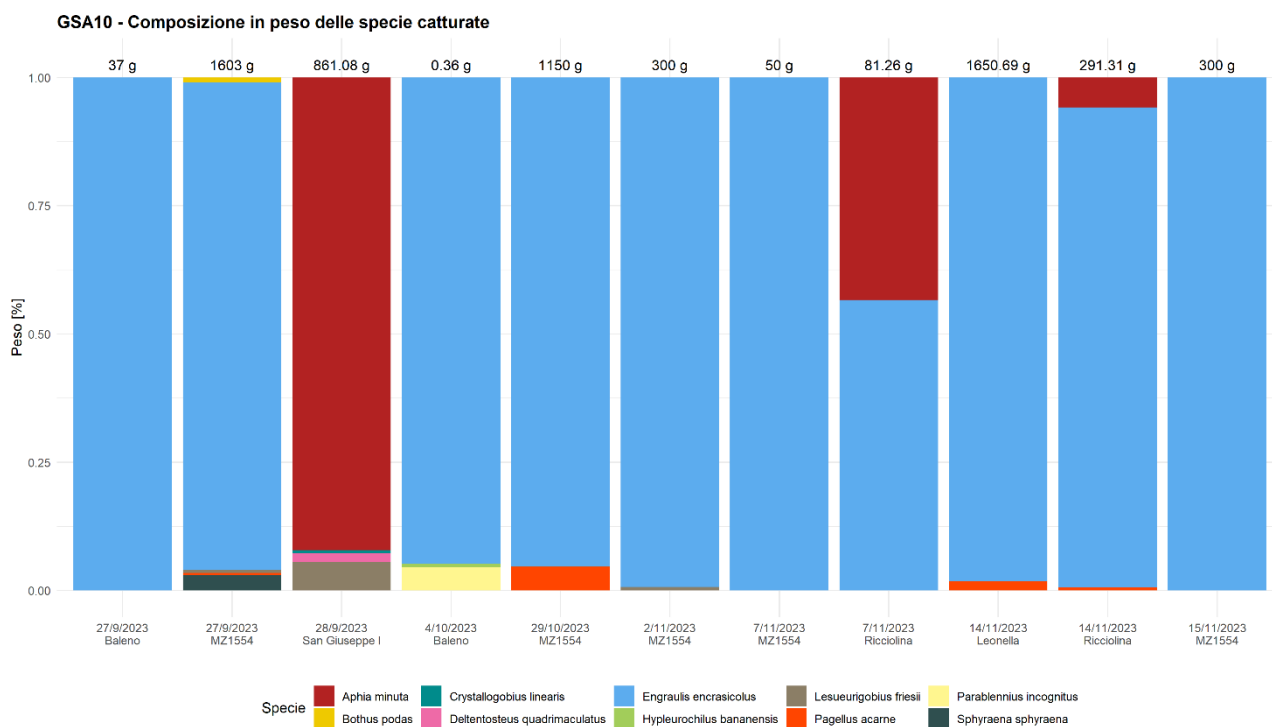


Figura 2.32 – Composizione in peso delle specie catturate nelle cale positive effettuate nella GSA10. Da queste, sono esclusi gli individui adulti e di taglia maggiore di 5 cm.

Infine, particolare attenzione è stata dedicata alla struttura in classi di taglia delle specie maggiormente rappresentate nei campioni, i.e. per *Aphia minuta* ed *Engraulis encrasicolus* (Fig. 2.33).

Report scientifico finale del progetto *Sevens* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

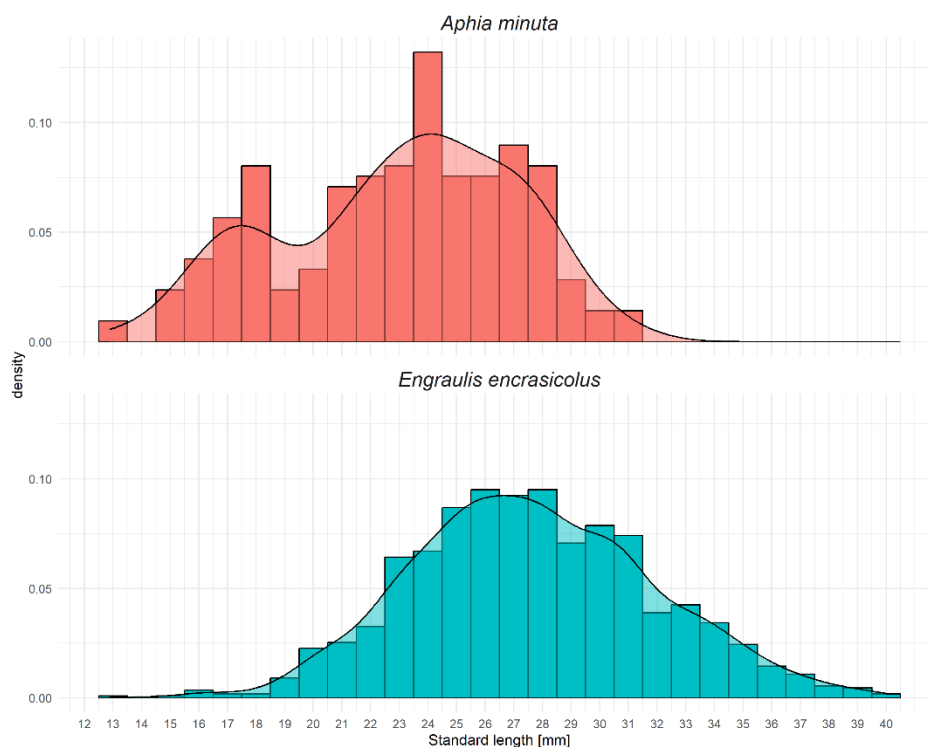


Figura 2.33 – Struttura in classi di taglia degli individui catturati in GSA10.

La Figura 2.33 mostra una significativa sovrapposizione delle due distribuzioni. In particolare, la struttura del rossetto mostra una distribuzione quasi bi-modale, con due mode collocate intorno ai 18 e ai 24 mm di lunghezza standard. Diversamente, l’acciuga presenta una distribuzione unimodale intorno ad un valore centrale corrispondente tra i 25 e i 28 mm. Le distribuzioni non hanno mostrato differenze significative tra il settore occidentale e orientale investigati nella GSA10. Tuttavia, diverse strutture sono emerse tra i mesi di campionamento per entrambe le specie catturate (Fig. 2.34). In riferimento al rossetto, gli individui di novembre hanno mostrato lunghezze mediamente inferiori rispetto agli individui catturati a settembre, probabilmente per effetto di differenti eventi riproduttivi. Riguardo l’acciuga si è invece assistito ad uno spostamento verso destra della distribuzione nel tempo, in particolare tra la seconda metà di settembre e i mesi di ottobre-novembre (che includono campioni temporalmente più prossimi in quanto effettuati per la maggiore tra il 29 ottobre e il 15 novembre). Questo risultato evidenzia la possibilità di utilizzare la metodologia adottata in questo studio su un più lungo arco di tempo per seguire la crescita di questi stadi precoci anche di altre specie e studiarne lo sviluppo nelle acque siciliane.

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

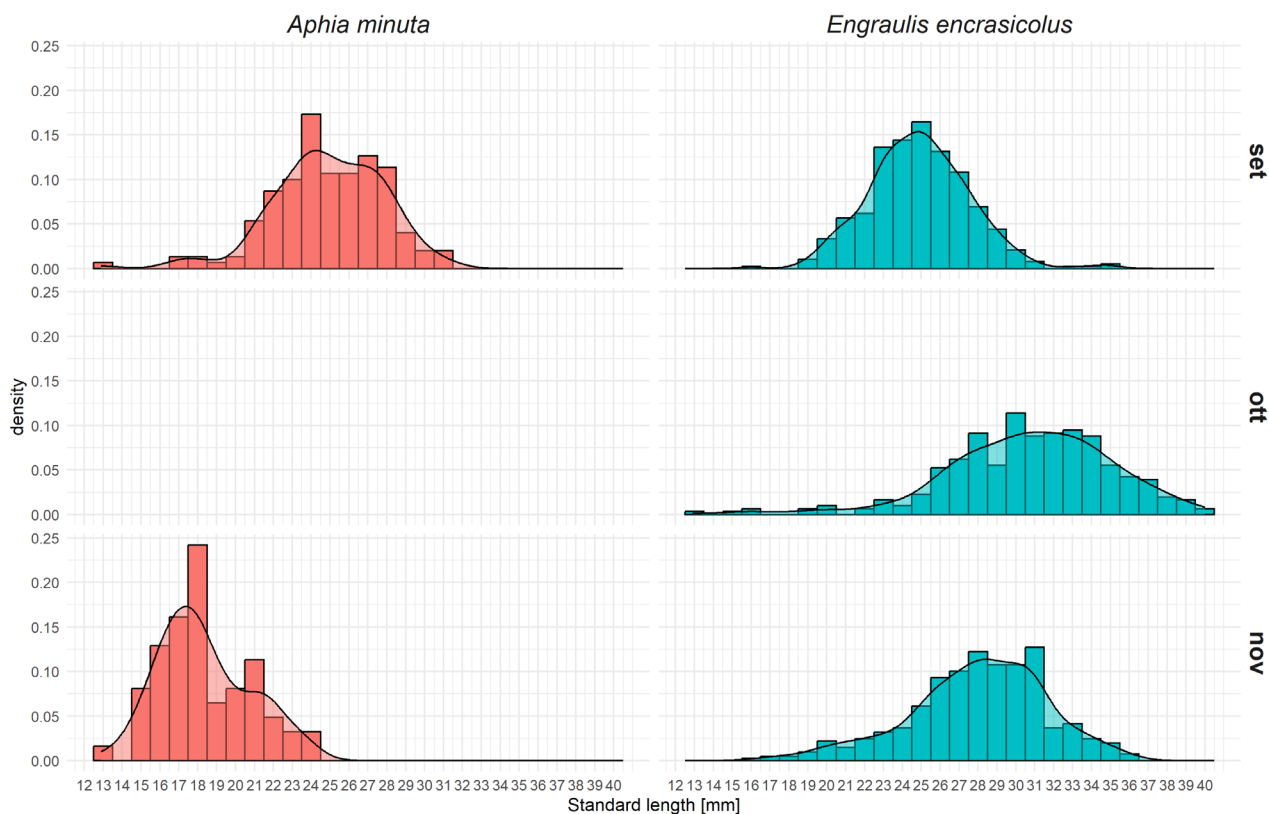


Figura 2.34 – Struttura in classi di taglia degli individui di *Aphia minuta* (rossetto) ed *Engraulis encrasicolus* (acciuga) catturati in GSA10 nei diversi mesi di campionamento.

Analisi dei campioni di bianchetto da operazioni di sequestro da parte delle forze dell'ordine

In data 6 dicembre 2022 il CNR-ISMed ha ottenuto, previa formale richiesta, la disponibilità delle Capitanerie di Porto di Trapani, Mazara del Vallo, Porto Empedocle e Gela e degli Uffici Circondariali Marittimi di Termini Imerese, di Porticello, di Terrasini, di Marsala, di Sciacca e di Licata a fornire un aliquota di circa 1 kg dai campioni di bianchetto (*Sardina pilchardus*) eventualmente sequestrati durante l'attività ispettiva condotta dal personale delle forze dell'ordine lungo l'intera filiera.

Tale concessione ha permesso di ottenere nel mese di gennaio e nel mese di marzo due ulteriori campioni di novellame pescati nelle medesime giornate e sequestrati rispettivamente nella zona di Palermo e di Castellammare del Golfo (Fig. 2.35). Sebbene non si conoscano con esattezza quantità totale della cattura e zona di pesca, l'analisi di questi campioni ha permesso di determinare la composizione specifica delle comunità ittiche associate a questa specie e di determinare la composizione in classi di taglia dei campioni prelevati di *Sardina pilchardus*.

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”



Figura 2.35 – A sinistra: foto del campione sequestrato in data 14 marzo 2023 presso la zona di Castellammare del Golfo. A destra: foto al microscopio di un individuo di *Sardina pilchardus* proveniente dal suddetto campione.

Nel particolare, l'attività di identificazione morfologica e genetica operate in laboratorio (quest'ultima descritta in dettaglio nel task 2.3) hanno confermato la presenza esclusiva di *Sardina pilchardus*. Le condizioni di conservazione non hanno permesso di effettuare raccolta affidabile di dati riguardanti la composizione in classi di taglia del campione sequestrato a Palermo. L'analisi delle classi di taglia riportata in Figura 2.36 è quindi relativa al campione proveniente da Castellammare del Golfo. Il campione nello specifico ha mostrato una distribuzione pressoché normale, intorno ad un valore centrale (moda) corrispondente alla classe di taglia 27-28 mm di lunghezza standard.

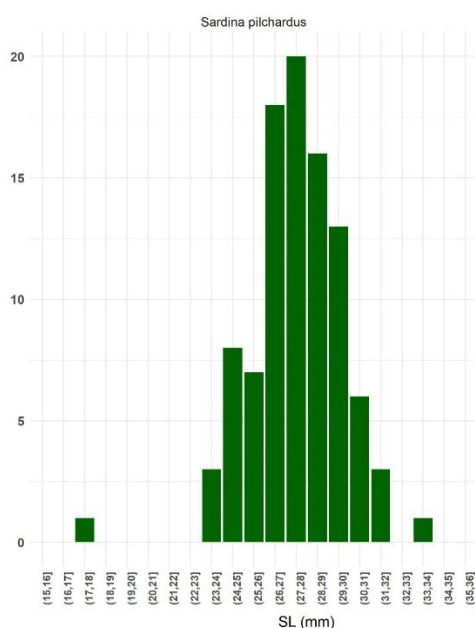


Figura 2.36 - Distribuzione di frequenza delle classi di taglia del campione di *Sardina pilchardus* sequestrato a Castellammare del Golfo.

Report scientifico finale del progetto *Sevens* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

Task 2.3 - DNA Barcoding come strumento a supporto della tassonomia zoologica per la caratterizzazione del novellame

La corretta identificazione delle specie animali è di fondamentale importanza nello studio della biodiversità e nella descrizione di alcune caratteristiche di popolazione. Seppur l'approccio tassonomico basato sull'utilizzo di chiavi dicotomiche resta uno strumento altamente affidabile, questo si basa esclusivamente sull'osservazione diretta dei caratteri morfologici e meristici. Purtroppo, tale approccio ha evidenziato nel tempo limiti soprattutto in presenza di taxa complessi dove, ad esempio, si riscontrano specie criptiche, ossia specie che tra loro non presentano variazioni morfologiche o meristiche evidenti. Pertanto, l'identificazione di tali specie dovrebbe basarsi sullo studio combinato delle caratteristiche morfologiche e molecolari (tassonomia integrata) consentendo così una valida e affidabile identificazione delle specie studiate. I marcatori molecolari utilizzati sono geni mitocondriali o nucleari, che permettono di identificare in maniera univoca le specie oggetto di studio. Uno dei marcatori maggiormente usato al fine del cosiddetto *DNA barcoding* è il gene mitocondriale che codifica per la Citocromo Ossidasi subunità I (COI).

Tenendo conto di quanto previsto dal Progetto, l'identificazione morfologica delle specie, presenti nei campioni di novellame, raccolti durante le campagne di pesca, è stata validata attraverso l'analisi molecolare ed in particolare analizzando il frammento mitocondriale della COI. Inoltre, per alcuni *pool* di campioni è stata condotta una analisi di *DNA metabarcoding* utilizzando il marcatore mitocondriale 12S. Tale approccio consente di identificare contemporaneamente tutte le specie presenti all'interno di un unico campione. Rispetto al *DNA barcoding* in cui l'estrazione, amplificazione e sequenziamento del DNA avviene su singoli individui per specie, nel *DNA metabarcoding* si utilizzano contemporaneamente più individui/specie con procedure di estrazione, sequenziamento e analisi del DNA più complesse, utilizzando inoltre il sequenziamento di nuova generazione (*Next Generation Sequencing, NGS*). Tale tecnologia di sequenziamento permette di sequenziare in parallelo milioni di brevi frammenti di DNA in tempi ridotti.

Per consentire una corretta identificazione dei campioni di novellame pescati nelle GSAs coinvolte nel Progetto (cf. esiti WP2-Task 2.2) e quindi poter effettuare le analisi molecolari previste dal WP2-Task 2.3, ossia l'estrazione del DNA da singolo individuo e da *pool* e la successiva amplificazione e sequenziamento dei marcatori mitocondriali scelti, gli animali selezionati sono stati fissati *in situ* e conservati in freezer in alcool etilico assoluto in attesa dello svolgimento delle analisi.

Al fine della ottimizzazione delle procedure e dei protocolli di laboratorio, l'estrazione del DNA dai campioni di novellame e da *pool* è stata realizzata utilizzando il medesimo kit d'estrazione prodotto dalla BIORON, i.e., “Ron's Tissue & Blood DNA Mini Kit”. Tuttavia, prima di procedere con l'estrazione del DNA dai *pool*, ogni singolo campione è stato omogenato e da esso è stata prelevata una piccola aliquota utilizzata per la successiva estrazione del DNA, ottenendo così il cosiddetto “*DNA bulk*”. In aggiunta, al fine di avere un ulteriore “controllo qualitativo” dei possibili esiti del sequenziamento *NGS*, prima che venissero omogenati i *pool* sono stati selezionati e processati ulteriori 18 individui (1-3 individui per campione). Per tutti i campioni di DNA estratti è stata misurata la concentrazione di DNA attraverso uno spettrofotometro. L'analisi ha mostrato in media concentrazioni di DNA superiori a 50 ng/μl.

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

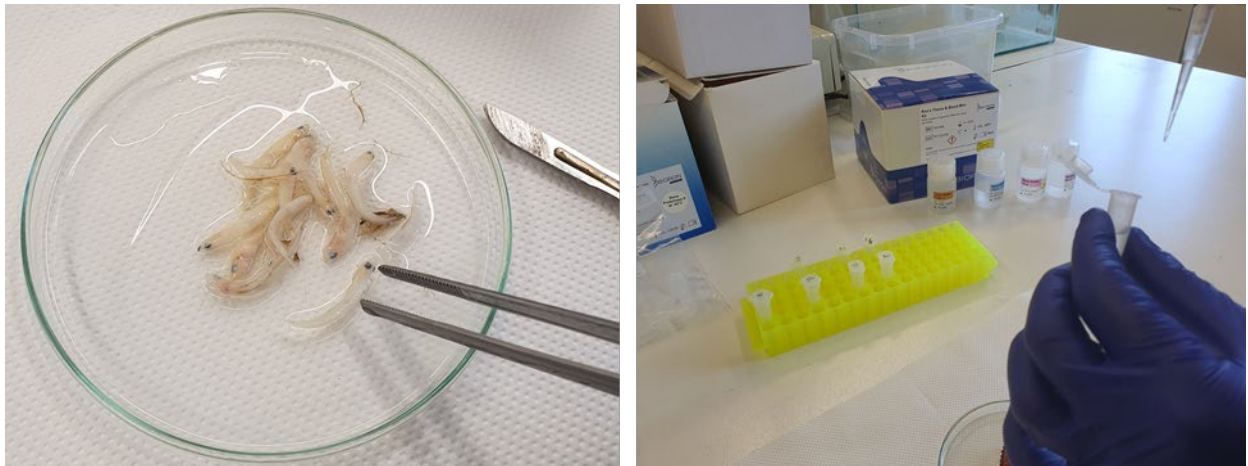


Figura 2.37 – A sinistra il prelievo di un campione di muscolo. A destra: l'estrazione del DNA tramite kit BIORON

Successivamente, il DNA estratto è stato trattato in maniera differente sulla base della metodica seguita, cioè se analizzare il *DNA barcoding* o il *DNA metabarcoding*. Nel primo caso, il DNA estratto da ciascun individuo, è stato utilizzato per amplificare il frammento del marcatore mitocondriale COI tramite reazione a catena della polimerasi (PCR) utilizzando la seguente coppia di primer: “FishF1” e “FishR1” (Ward et al., 2005). Nel secondo caso, dal *DNA bulk* ottenuto è stato amplificato il gene ribosomiale 12S, sempre tramite PCR, utilizzando il primer set “MiFish” descritto da Miya et al. (2015).



Figura 2.38– Processamento dei pool per ottenere l'omogenato da utilizzare per l'estrazione del DNA bulk

La corretta amplificazione del frammento mitocondriale di interesse, tutti gli amplificati ottenuti è stata verificata caricando su un gel di agarosio al 2% e, utilizzando un sistema di elettroforesi- In particolare, è stato possibile verificare (tramite transilluminatore a raggi UV) la presenza di una banda nettamente visibile dalla lunghezza di circa 1kb (coerente quindi con il peso molecolare atteso del frammento COI amplificato) e di circa 500bp (coerente con il peso molecolare atteso per il

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

marcatore 12S). Gli amplificati prodotti sono stati inviati alle aziende MACROGEN e BMR per il successivo sequenziamento (rispettivamente di tipo *SANGER* per i singoli individui, *NGS* per i *pool*).

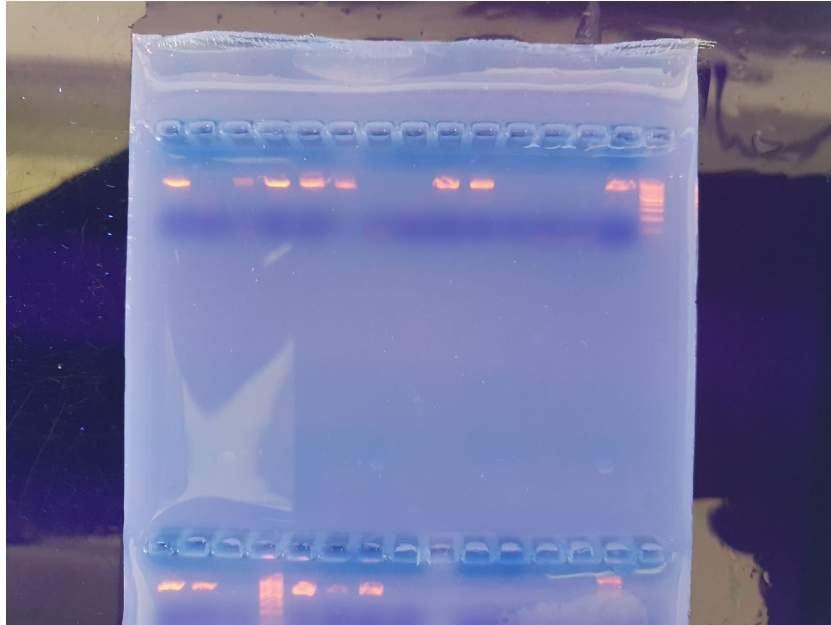


Figura 2.39 – Esito dello scorrimento elettroforetico su gel di agarosio del prodotto PCR

Il sequenziamento *SANGER* effettuato dalla MACROGEN sui 49 campioni di novellame ha generato 98 cromatogrammi COI prodotti sia in direzione “*forward*”, sia in direzione “*reverse*”. Tenendo in considerazione che nel processo di sequenziamento accade spesso che i cromatogrammi prodotti abbiano del “rumore” di sottofondo, il sequenziamento “multidirezionale” ha permesso di verificare la correttezza delle sequenze prodotte avendo così dei dati affidabili per la successiva identificazione su base molecolare.

Le sequenze COI prodotte, con una lunghezza media di 600 paia di basi, sono state singolarmente confrontate con le sequenze disponibili online nel database pubblico “GENBANK” (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>), attraverso la ricerca “BLAST” (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>).

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

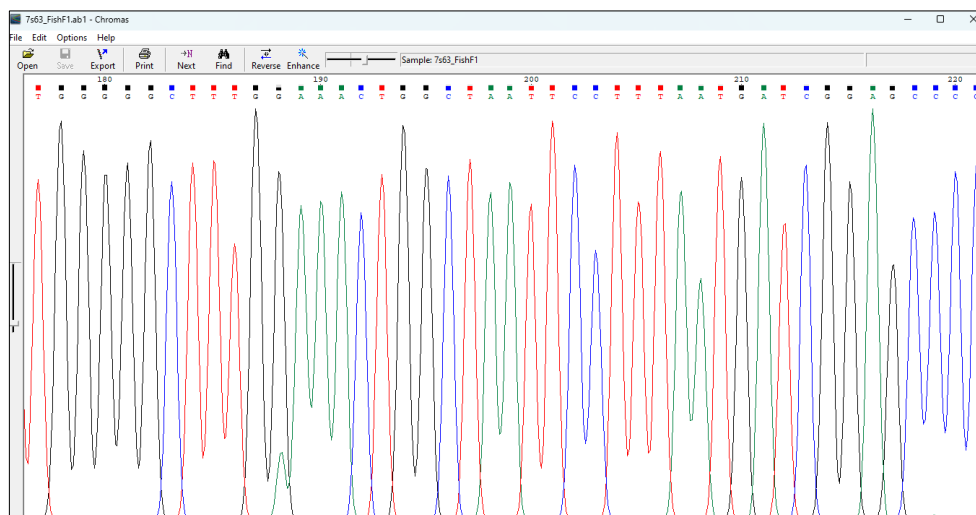


Figura 2.40 - Esempio di cromatogramma (campione “7s63”) ottenuto a seguito del sequenziamento SANGER. Ogni picco colorato corrisponde ad una singola base azotata

Tale confronto ha permesso di identificare in maniera univoca le sequenze prodotte ottenendo una percentuale di identità maggiore del 98.5% per ogni singola sequenza COI prodotta ad eccezione del campione “7s5” che è stato identificato come *Bathyrcongus parvibranchialis* con un’identità pari a 81.30%; tuttavia, considerata la bassa percentuale di identità riscontrata, tale identificazione risulta particolarmente dubbia. Le due specie maggiormente riscontrate sono state *Engraulis encrasicolus* e *Pagellus acarne*. Inoltre, sono state identificate altre specie, tra cui lo sfirenide *Sphyrena sphyrena*, il botide *Bothus podas*, i gobidi appartenenti alle specie *Aphia minuta*, *Deltentosteus quadrimaculatus* e *Lesueurigobius friesii* e i blennidi *Hyleurochilus bananensis* e *Parablennius incognitus*.

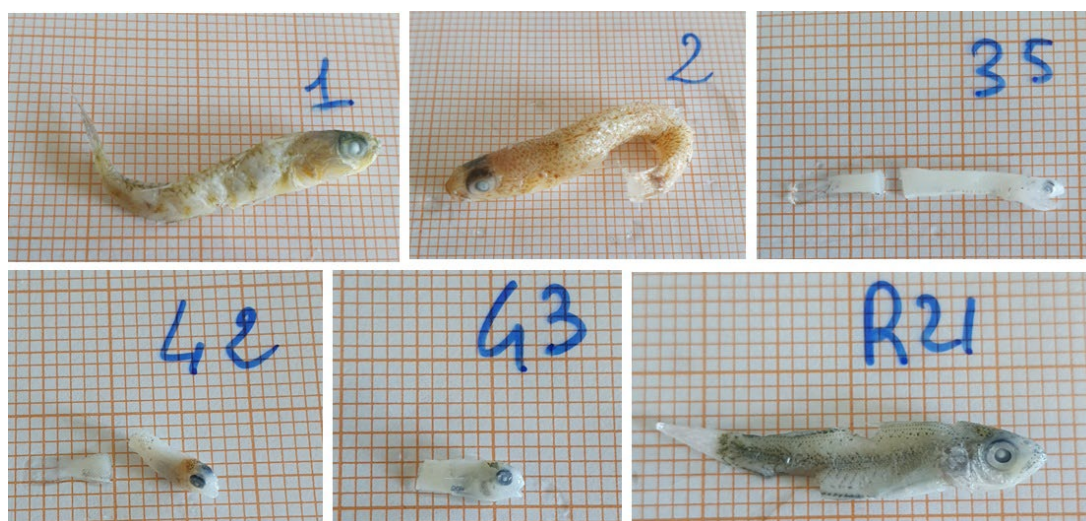


Figura 2.41 - Campioni di novellame da cui si è estratto il DNA ed amplificato la COI. 1, *Lesueurigobius friesii* (Malm, 1874); 2, *Deltentosteus quadrimaculatus* (Valenciennes, 1837); 35, *Engraulis encrasicolus* (L., 1758); 42, *Parablennius incognitus* (Bath, 1968); 43, *Hyleurochilus bananensis* (Poll, 1959); R21, *Pagellus acarne* (Risso, 1827).

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

Tabella 8 - Lista dei campioni singoli di novellame analizzati e della loro identificazione molecolare.

Codice DNA	Codice CNR	Taxon	Data	Imbarcazione	Note
7s1	1	<i>Lesueurigobius friesii</i>	28/09/23	S. Giuseppe	Cala 2
7s2	2	<i>Deltentosteus quadrimaculatus</i>	29/09/23	S. Giuseppe	Cala 2
7s3	3	<i>Lesueurigobius friesii</i>	28/09/23	S. Giuseppe	Cala 2
7s4	4	<i>Lesueurigobius friesii</i>	28/09/23	S. Giuseppe	Cala 2
7s5	5	<i>BathYROconger parvibranchialis</i> (identità dubbia)	28/09/23	S. Giuseppe	Cala 2
7s6	31	<i>Engraulis encrasicolus</i>	04/10/23	Baleno	Cala 1
7s7	32	<i>Engraulis encrasicolus</i>	04/10/23	Baleno	Cala 1
7s8	33	<i>Engraulis encrasicolus</i>	04/10/23	Baleno	Cala 1
7s9	34	<i>Engraulis encrasicolus</i>	04/10/23	Baleno	Cala 1
7s10	35	<i>Engraulis encrasicolus</i>	04/10/23	Baleno	Cala 1
7s11	36	<i>Engraulis encrasicolus</i>	04/10/23	Baleno	Cala 1
7s12	37	<i>Engraulis encrasicolus</i>	04/10/23	Baleno	Cala 1
7s13	38	<i>Engraulis encrasicolus</i>	04/10/23	Baleno	Cala 1
7s14	39	<i>Engraulis encrasicolus</i>	04/10/23	Baleno	Cala 1
7s15	40	<i>Engraulis encrasicolus</i>	04/10/23	Baleno	Cala 1
7s16	41	<i>HypLeurochilus bananensis</i>	04/10/23	Baleno	Cala 1
7s17	42	<i>Parablennius incognitus</i>	04/10/23	Baleno	Cala 1
7s18	43	<i>HypLeurochilus bananensis</i>	04/10/23	Baleno	Cala 1
7s19	44	<i>Engraulis encrasicolus</i>	04/10/23	Baleno	Cala 1
7s20	R21	<i>Pagellus acarne</i>	14/11/23	Ricciolina	Cala 1
7s21	R22	<i>Pagellus acarne</i>	14/11/23	Ricciolina	Cala 1
7s22	R23	<i>Pagellus acarne</i>	14/11/23	Ricciolina	Cala 1
7s23	R24	<i>Pagellus acarne</i>	14/11/23	Ricciolina	Cala 1
7s24	R25	<i>Pagellus acarne</i>	14/11/23	Ricciolina	Cala 1
7s25	R26	<i>Pagellus acarne</i>	14/11/23	Ricciolina	Cala 1
7s26	R27	<i>Pagellus acarne</i>	14/11/23	Ricciolina	Cala 1
7s27	R28	<i>Pagellus acarne</i>	14/11/23	Ricciolina	Cala 1
7s28	R29	<i>Pagellus acarne</i>	14/11/23	Ricciolina	Cala 1
7s29	R30	<i>Pagellus acarne</i>	14/11/23	Ricciolina	Cala 1
7s30	R31	<i>Pagellus acarne</i>	14/11/23	Ricciolina	Cala 1

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

Codice DNA	Codice CNR	Taxon	Data	Imbarcazione	Note
7s61	n.a.	<i>Engraulis encrasicolus</i>	27/09/23	Baleno	Cala 2
7s62	n.a.	<i>Lesueurigobius friesii</i>	28/09/23	San Giuseppe	Cala 1
7s63	n.a.	<i>Aphia minuta</i>	28/09/23	San Giuseppe	Cala 1
7s64	n.a.	<i>Engraulis encrasicolus</i>	27/09/23	MZ1554	Cala 1
7s65	n.a.	<i>Engraulis encrasicolus</i>	27/09/23	MZ1554	Cala 2
7s66	n.a.	<i>Engraulis encrasicolus</i>	27/09/23	MZ1554	Cala 3
7s67	n.a.	<i>Pagellus acarne</i>	29/10/23	MZ1554	Cala 1
7s68	n.a.	<i>Bothus podas</i>	29/10/23	MZ1554	Cala 1
7s69	n.a.	<i>Engraulis encrasicolus</i>	29/10/23	MZ1554	Cala 1
7s70	n.a.	<i>Engraulis encrasicolus</i>	29/10/23	MZ1554	Cala 2
7s71	n.a.	<i>Engraulis encrasicolus</i>	02/11/23	MZ1554	Cala 1
7s72	n.a.	<i>Engraulis encrasicolus</i>	07/11/23	MZ1554	Cala 2
7s73	n.a.	<i>Aphia minuta</i>	07/11/23	Ricciolina	Cala 1
7s74	n.a.	<i>Pagellus acarne</i>	14/11/23	Ricciolina	Cala 1
7s75	n.a.	<i>Aphia minuta</i>	14/11/23	Ricciolina	Cala 1
7s76	n.a.	<i>Engraulis encrasicolus</i>	14/11/23	Leonella	Cala 3
7s77	n.a.	<i>Engraulis encrasicolus</i>	15/11/23	MZ1554	Cala 1
7s78	n.a.	<i>Sardina pilchardus</i>	14/02/23	Castellammare	Sequestrata
7s82	n.a.	<i>Sphyraena sphyraena</i>	27/09/23	MZ1554	Cala 2

Per quanto concerne il sequenziamento *NGS*, la BMR ha prodotto le “*library*” dei campioni per poter poi procedere successivamente con il sequenziamento vero e proprio. La creazione delle *libraries* consiste nell’associare agli ampliconi, precedentemente prodotti, degli adattatori che permettano al sequenziatore “*Illumina*” di ancorare il frammento di DNA amplificato ad una “*flow cell*”, per poi avviare il successivo sequenziamento *NGS* tramite la tecnologia della “*SBS*” (*Sequencing By Synthesis*). Al termine dell’analisi il sequenziatore genera delle immagini “grezze” che vengono analizzate da un software specifico che converte l’immagine della singola lettura (in genere per ogni campione si ottengono migliaia di letture, chiamate “*read*”) in un file denominato “*FASTAQ*” (la profondità di sequenziamento scelta è stata quella standard di 50000-100000 *reads*). In totale sono state ottenute 6,093,394 *read* per un totale di 1,834,111,594 paia di basi. Successivamente, utilizzando il software “*FASTQC*”, si è verificato a livello qualitativo ogni singola *read* ottenuta. Le *read* analizzate hanno mostrato un’ottima qualità. Il pattern qui discusso è stato riscontrato in tutte le sequenze prodotte, rendendo altamente attendibili i risultati prodotti.

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

Tabella 9 - Lista dei campioni di DNA bulk analizzati

Codice DNA	Data	Imbarcazione	Note
7s31	27/09/23	Baleno	Cala 2
7s32	27/09/23	Baleno	Cala 2
7s33	28/09/23	San Giuseppe	Cala 1
7s34	28/09/23	San Giuseppe	Cala 1
7s35	27/09/23	MZ1554	Cala 1
7s36	27/09/23	MZ1554	Cala 1
7s37	27/09/23	MZ1554	Cala 2
7s38	27/09/23	MZ1554	Cala 2
7s39	27/09/23	MZ1554	Cala 3
7s40	27/09/23	MZ1554	Cala 3
7s41	29/10/23	MZ1554	Cala 1
7s42	29/10/23	MZ1554	Cala 1
7s43	29/10/23	MZ1554	Cala 2
7s44	29/10/23	MZ1554	Cala 2
7s45	02/11/23	MZ1554	Cala 1
7s46	02/11/23	MZ1554	Cala 1
7s47	07/11/23	MZ1554	Cala 2
7s48	07/11/23	MZ1554	Cala 2
7s49	07/11/23	Ricciolina	Cala 1
7s50	07/11/23	Ricciolina	Cala 1
7s51	14/11/23	Ricciolina	Cala 1
7s52	14/11/23	Ricciolina	Cala 1
7s53	14/11/23	Leonella	Cala 3
7s54	14/11/23	Leonella	Cala 3
7s55	15/11/23	MZ1554	Cala 1
7s56	15/11/23	MZ1554	Cala 1
7s57	14/02/23	Capitaneria di Porto di Palermo	Sequestro operato a Castellammare
7s58	14/02/23	Capitaneria di Porto di Palermo	Sequestro operato a Castellammare
7s59	14/03/23	Capitaneria di Porto di Palermo	Sequestro operato a Palermo
7s60	14/03/23	Capitaneria di Porto di Palermo	Sequestro operato a Palermo

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

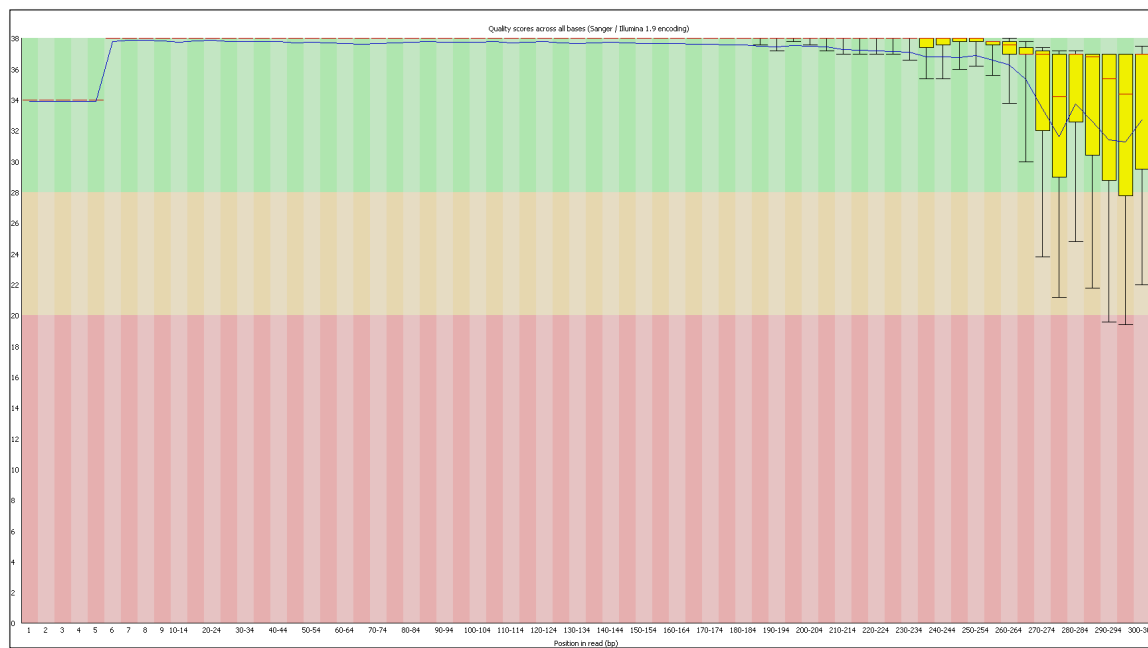


Figura 2.42 - Controllo qualitativo della *read* ottenuta. Il grafico ci evidenzia come la *read* in questione, appartenente al campione 7s31, risulta avere un’ottima qualità a partire dalla base 10 fino alla base 300.

A questo punto, si è proceduto con l’analisi bioinformatica (usando la *pipeline* “QIIME2”) che prevede la “pulizia” delle sequenze di ogni *read* per singolo campione (i.e., rimozione degli adattatori aggiunti durante la preparazione delle *libraries*; esclusione di tutte le chimere, ossia quelle sequenze generate erroneamente dal sequenziamento, etc.). Prendendo ad esempio le *read* prodotte dal campione “7s31” (27/09/2023 – Imbarcazione “Baleno”, cala 2), si è ottenuto dal sequenziamento un totale di 232,634 *read* che in termini di paia di basi nucleotidiche equivalgono a 70,022,834. A seguito dell’analisi bioinformatica si sono ricavati 103,234 letture e solo 8 *Amplicon Sequence Variant* (ASV, ovvero una sequenza di DNA dedotta e recuperata da un’analisi *high-throughput*).

Nei 30 *pool* analizzati, sono state identificate 92 ASV. Queste sequenze sono state confrontate con il database GENBANK, tramite la ricerca BLAST, ottenendo l’identificazione di 67 ASV. Le restanti 25 ASV non hanno trovato riscontro e quindi sono state etichettate come “*unknown*”. La quasi totalità delle sequenze ricade nella classe degli Actinopterygii (65/67 ASV). Le restanti due ASV ricadono nelle classi dei Chondrichthyes (*Aetomylaeus bovinus*) e Mammalia (i.e., *Homo sapiens*). Quest’ultima identificazione denota una lieve, e comprensibilmente trascurabile, contaminazione nei campioni analizzati (11 letture su 6,093,394 *read* totali).

Tra gli Actinopterygii le specie maggiormente riscontrate sono state *Engraulis encrasicolus*, *Sardina pilchardus*, *Aphia minuta* e *Pagellus acarne*. I risultati ottenuti dal sequenziamento NGS sono in pieno accordo con i sequenziamenti SANGER effettuati proprio con lo scopo di verificare la bontà dei dati ottenuti dal *metabarcoding*. Singole eccezioni sono state riscontrate come ad esempio, la presenza di *Sphyraena argentea* e *Sphyraena borealis*, in vari *pool*; tuttavia, dal sequenziamento SANGER abbiamo identificato, con il 100% di identità, un campione di *Sphyraena sphyraena* precedentemente identificato anche a livello morfologico. Altri casi simili sono stati riscontrati per

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

altre specie (*Bothus maculiferus*, *Trachurus japonicus* etc.); tuttavia, queste incoerenze negli esiti ottenuti sono imputabili alla mancata presenza di sequenze di riferimento, o alla correttezza dei dati già disponibili, nei database pubblici, quale GENBANK, in cui per l'appunto vengono a mancare delle valide sequenze di riscontro che permettano quindi la corretta identificazione delle ASV prodotte. Risulta quindi evidente come sia di fondamentale importanza produrre e rendere liberamente disponibili sequenze di riferimento per i vari taxa studiati.

Alla luce dei risultati ottenuti, risulta evidente come entrambe le metodologie usate (i.e., DNA *barcoding* e DNA *metabarcoding*) abbiano restituito dati validi e coerenti con le identificazioni morfologiche prodotte. Inoltre, laddove esistevano dubbi sull'identità di singoli individui, questi sono stati fugati. In merito ai risultati del sequenziamento *NGS*, questi hanno permesso di identificare simultaneamente tutti i taxa presenti nei campioni analizzati, consentendo quindi di rilevare la composizione specifica dei singoli campioni. Per la maggior parte dei *pool*, la specie più abbondante è risultata essere *Engraulis encrasicolus*, seguita da *Sardina pilchardus* (per i soli campioni relativi al sequestro operato dalla Capitaneria di Porto nella provincia di Palermo), *Aphia minuta* e *Pagellus acarne*. Tale dato è in pieno accordo con le identificazioni morfologiche effettuate nel corso del Progetto.

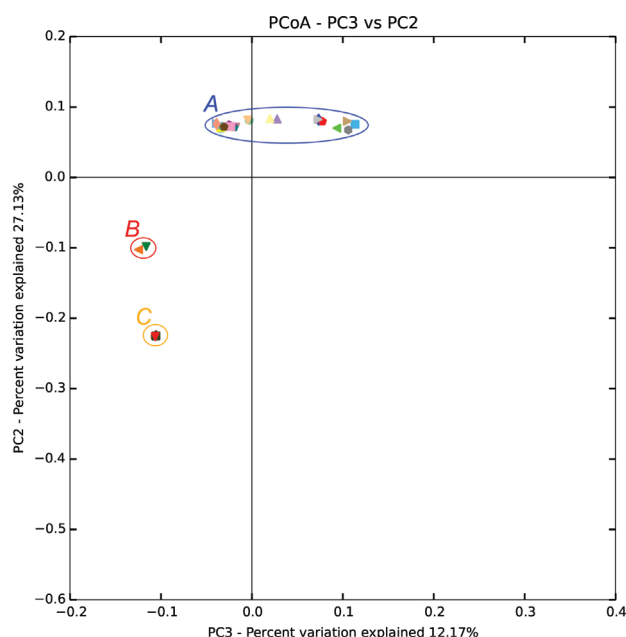


Figura 2.43 - Grafico della Principal Coordinate Analysis (PCoA) dei campioni analizzati, basato sulla composizione specifica degli stessi. A, la quasi totalità dei campioni di novellame campionati nella GSA 10. B, campioni “7s33” e “7s34” relativi alle pescate della prima cala effettuate in data 28/09/2023 dall'imbarcazione “San Giuseppe”. C, campioni da 7s57 a 7s60, relativi al novellame sequestrato dalla Capitaneria di Porto in provincia di Palermo.

Tabella 2.10 - Riepilogo dei dati ottenuti dal sequenziamento *NGS* e dalla successiva pipeline bioinformatica “QIIME2”

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

Sample Name	Raw data	Adapter & Primer Trimming	Preprocessing Length Trimming	Quality Filter	QC Remain	denoisedFor	denoisedRev	mergedPair	non-chimeric	ASV Remain
7s31	116'317	114'282	114'282	112'979	97.13%	112'931	112'935	111'484	103'234	88.75%
7s32	103'947	101'928	101'928	100'704	96.88%	100'679	100'677	99'424	92'508	89.00%
7s33	101'399	99'542	99'542	98'077	96.72%	98'040	98'051	94'930	93'277	91.99%
7s34	89'220	87'617	87'617	86'541	97.00%	86'520	86'339	83'931	83'008	93.04%
7s35	98'230	96'587	96'587	95'395	97.11%	95'367	95'376	95'083	90'803	92.44%
7s36	107'269	105'474	105'474	103'935	96.89%	103'921	103'911	103'574	99'180	92.46%
7s37	114'056	112'092	112'092	110'832	97.17%	110'805	110'752	110'390	106'888	93.72%
7s38	107'189	105'392	105'392	104'133	97.15%	103'848	104'102	103'422	99'482	92.81%
7s39	91'694	90'029	90'029	89'050	97.12%	89'023	89'026	88'879	84'699	92.37%
7s40	107'822	105'843	105'843	104'610	97.02%	104'549	104'567	104'403	99'291	92.09%
7s41	121'177	118'999	118'999	117'420	96.90%	117'355	117'356	116'047	107'504	88.72%
7s42	110'618	108'818	108'818	107'481	97.16%	107'424	107'359	106'516	99'100	89.59%
7s43	98'266	96'610	96'610	95'525	97.21%	95'487	95'497	95'170	90'265	91.86%
7s44	96'327	94'630	94'630	93'509	97.07%	93'479	93'483	92'842	89'412	92.82%
7s45	120'991	118'739	118'739	117'328	96.97%	117'305	117'290	116'861	108'539	89.71%
7s46	113'089	111'033	111'033	109'776	97.07%	109'709	109'731	109'265	101'664	89.90%
7s47	75'602	74'336	74'336	73'480	97.19%	73'462	73'393	72'778	65'498	86.64%
7s48	103'541	101'774	101'774	100'458	97.02%	100'405	100'417	99'535	93'557	90.36%
7s49	98'973	97'292	97'292	95'846	96.84%	95'809	95'763	94'473	88'873	89.80%
7s50	100'813	99'026	99'026	97'449	96.66%	97'397	97'431	96'021	89'147	88.43%
7s51	102'808	101'092	101'092	99'854	97.13%	99'765	99'773	98'426	90'821	88.34%
7s52	111'090	109'239	109'239	108'026	97.24%	107'984	107'989	106'704	98'837	88.97%
7s53	91'022	89'473	89'473	88'456	97.18%	88'426	88'421	88'130	83'735	91.99%
7s54	107'347	105'301	105'301	104'033	96.91%	103'980	104'000	103'410	98'076	91.36%
7s55	81'950	80'463	80'463	79'371	96.85%	79'351	79'357	79'133	75'166	91.72%
7s56	122'650	120'486	120'486	118'585	96.69%	118'553	118'561	118'269	111'834	91.18%
7s57	95'640	93'805	93'805	92'245	96.45%	92'231	92'233	91'589	91'414	95.58%
7s58	86'870	85'251	85'251	83'892	96.57%	83'873	83'879	83'303	83'115	95.68%
7s59	87'309	85'697	85'697	84'281	96.53%	84'255	84'269	83'753	83'701	95.87%
7s60	83'471	81'913	81'913	80'741	96.73%	80'718	80'716	80'358	80'272	96.17%

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

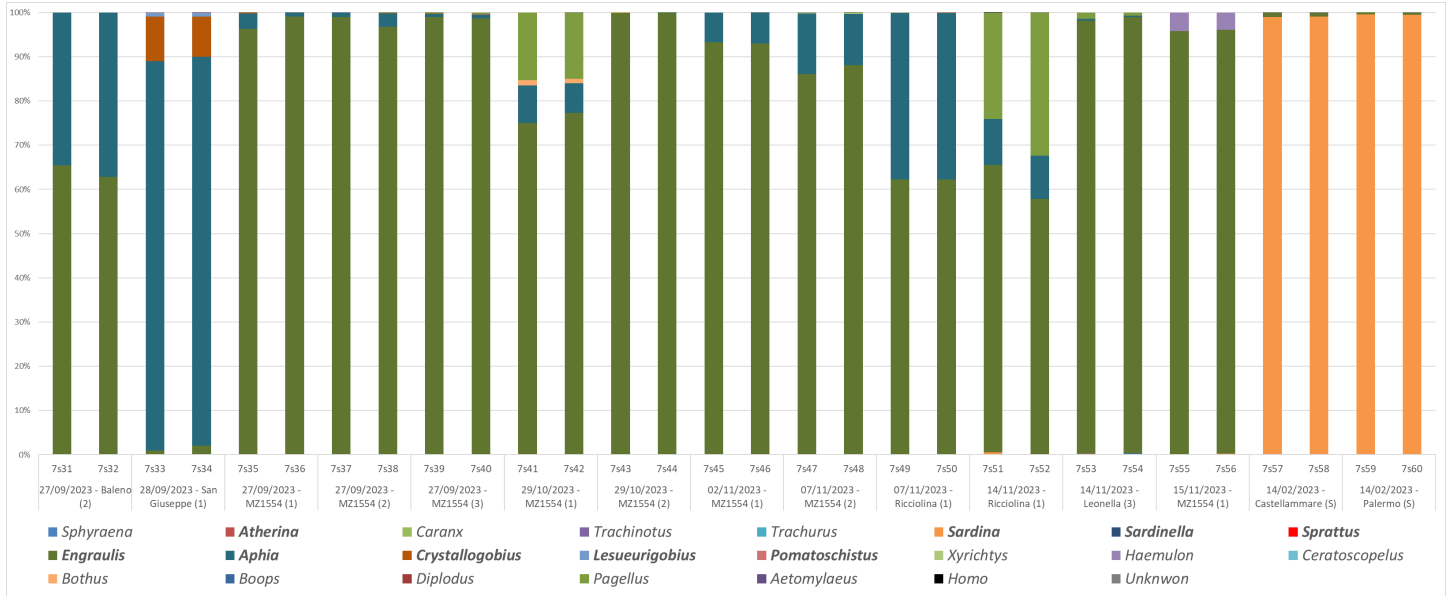


Figura 2.44 - Istogramma relativo alla composizione tassonomica a livello generico di ogni campione analizzato. In grassetto i generi maggiormente riscontrati nei campioni analizzati.

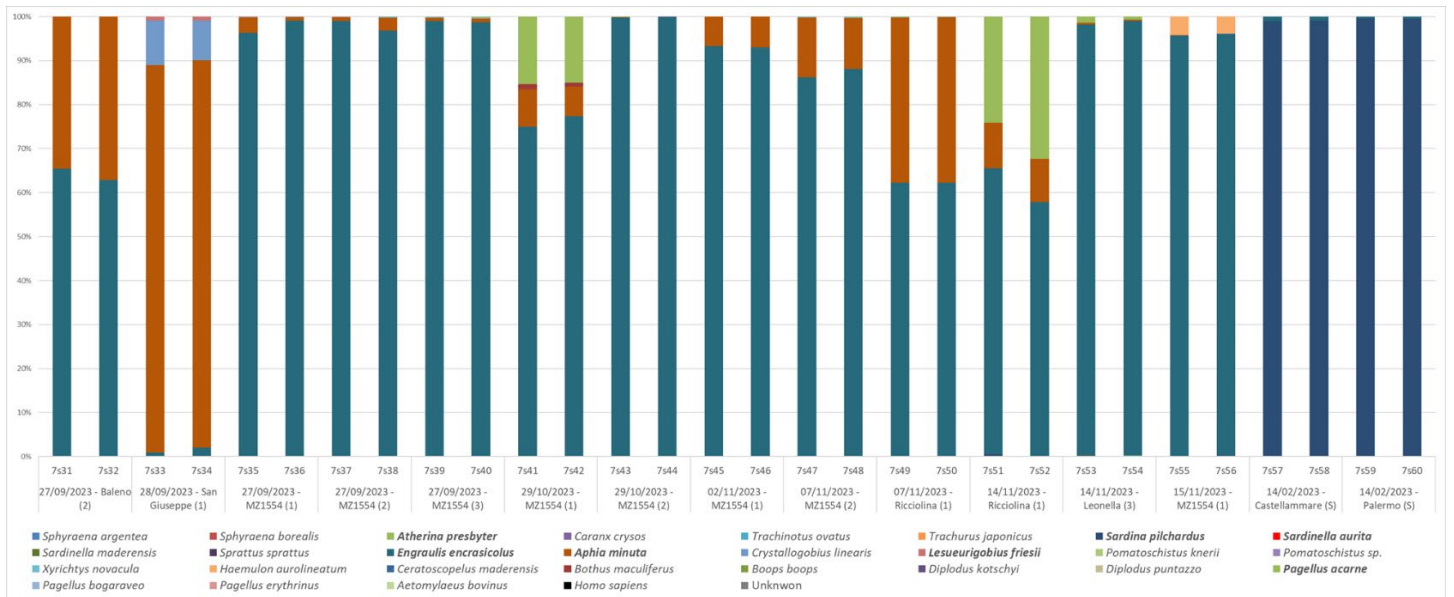


Figura 2.45 - Istogramma relativo alla composizione tassonomica a livello specifico di ogni campione analizzato. In grassetto le specie maggiormente riscontrate nei campioni analizzati.

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

Task 2.4 - Raccolta e analisi di dati climatici attuali e storici relativi alle condizioni meteorologiche e meteomarine che caratterizzano le aree di spawning e reclutamento di *Sardina pilchardus* e di *Sardinella aurita*.

Le attività previste nel Task 2.4 hanno riguardato la raccolta di dati climatici, attuali e storici, per caratterizzare da un punto di vista ambientale lo strato superficiale delle acque costiere siciliane, note per ospitare la maggior concentrazione di organismi planctonici, quali fitoplancton e zooplancton, e i primi stadi pelagici del ciclo vitale delle due specie target del progetto: *Sardina pilchardus* (Sardina) e di *Sardinella aurita* (Alaccia). L'indagine si è rivolta alle zone costiere della Sicilia ricadenti nelle tre aree oggetto di studio: GSA10, la GSA16 e la GSA19.

In questo contesto sono stati interrogati i database meteorologici, climatici ed oceanografici aperti alla comunità scientifica. In particolare, sono stati utilizzati:

- a) Il servizio di monitoraggio dell'ambiente marino di Copernicus (CMEMS-<https://marine.copernicus.eu/>), il quale fornisce informazioni periodiche e sistematiche sullo stato fisico e biogeochimico, sulla variabilità e sulle dinamiche degli ecosistemi oceanici di tutto il mondo e i mari della regione europea. I prodotti offerti dal servizio di monitoraggio dell'ambiente marino di Copernicus comprendono una descrizione della situazione attuale (analisi), la sua variabilità secondo diverse scale spaziali e temporali, la previsione della situazione dopo alcuni giorni (previsione), e la fornitura di registri di dati retroattivi coerenti per gli ultimi anni (rianalisi).

I parametri ambientali raccolti dal servizio Copernicus risultano i seguenti:

- Temperatura superficiale (SST);
- Salinità superficiale (SSS);
- Concentrazione di Clorofilla-a (proxy della produttività primaria) (CHL);
- Velocità del vento (WIND);
- Concentrazione di zooplancton espressa come carbonio nell'acqua di mare (ZOO);
- Concentrazione in moli di carbonio inorganico disciolto nell'acqua di mare (DIC)
- Nutrienti:
 - Concentrazione in moli di ammonio nell'acqua di mare (NH₄);
 - Concentrazione molare di nitrato nell'acqua di mare (NO₃);
 - Concentrazione molare di fosfato nell'acqua di mare (PO₄);

- b) Il servizio fornito dal “NOAA Physical Sciences Laboratory (PSL)” per la misurazione delle precipitazioni globali (<https://psl.noaa.gov>). In particolare, si è avuto accesso al “Global Precipitation Climatology Centre (GPCP)” dataset per poter osservare tendenze a lungo termine delle precipitazioni terrestri. Mediante questo servizio è stato possibile reperire dati climatologici riguardanti le precipitazioni mensili globali. Inoltre, tramite il servizio “Copernicus Climate Change” (C3S) si è avuto accesso al “Global bioclimatic indicators from

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

1979 to 2018 derived from reanalysis” dataset per poter osservare tendenze stagionali a lungo termine delle precipitazioni terrestri ad una maggiore risoluzione (0,5°x 0,5°) rispetto ai dati forniti dal NOAA.

- c) I servizi offerti dal Geoportale Nazionale (GN) Italiano che consentono di accedere ai dati sull’ambiente e sul territorio nazionale in modo rapido, consentendo l’utilizzo delle banche dati distribuite tra i diversi Enti. Mediante questo servizio sono stati ottenuti i seguenti layer geografici:

-Bacini idrografici principali e secondari. Il Reticolo Idrografico Nazionale è una cartografia vettoriale dei corsi d’acqua italiani a scala nazionale corredata da una base dati contenente gli attributi idrologici caratteristici di ciascun arco del reticolo idrografico.

Fatta eccezione per i dati provenienti dal GN, tutti i dati satellitari che sono stati raccolti consistono in immagini *raster*, a cui ad ogni pixel corrisponde un valore della variabile ambientale rappresentata. In Tabella 2.11 sono riportate le specifiche tecniche per ogni strato informativo. Ciascun dato ottenuto è stato fisicamente archiviato in un geodatabase interno al CNR. A seguire vengono riportati i risultati ottenuti dall’analisi dei database consultati.

Tabella 2.11 - In tabella sono riportate le specifiche tecniche per ogni strato informative raccolta durante le attività previste nel Task 2.4

Variabile	Banca dati	Nome prodotto	ID prodotto	Risoluzione spaziale	Estensione temporale	Risoluzione temporale	Sistema di riferimento	Formato
Temperatura superficiale (SST)	CMEMS	Mediterranean Sea Physics Analysis and Forecast	MEDSEA_ANALYSISFORECAST_PHY_006_013	0.042° × 0.042°	03/2021-10/2021	Mensile	WGS 84 (EPSG:4326)	NetCDF-4
Temperatura superficiale (SST)	CMEMS	Mediterranean Sea Physics Reanalysis	MEDSEA_MULTIYEAR_PHY_006_004	0.042° × 0.042°	01/1987-12/2020	Mensile	WGS 84 (EPSG:4326)	NetCDF-4
Salinità superficiale (SSS)	CMEMS	Mediterranean Sea Physics Analysis and Forecast	MEDSEA_ANALYSISFORECAST_PHY_006_013	0.042° × 0.042°	03/2021-10/2021	Mensile	WGS 84 (EPSG:4326)	NetCDF-4
Salinità superficiale (SSS)	CMEMS	Mediterranean Sea Physics Reanalysis	MEDSEA_MULTIYEAR_PHY_006_004	0.042° × 0.042°	01/1987-12/2020	Mensile	WGS 84 (EPSG:4326)	NetCDF-4
Concentrazion e di Clorofilla-a (CHL)	CMEMS	Mediterranean Sea Biogeochemistry Analysis and Forecast	MEDSEA_ANALYSISFORECAST_BGC_006_014	0.042° × 0.042°	01/2020-10/2021	Mensile	WGS 84 (EPSG:4326)	NetCDF-4
Concentrazion e di Clorofilla-a (CHL)	CMEMS	Mediterranean Sea Biogeochemistry Reanalysis	MEDSEA_MULTIYEAR_BGC_006_008	0.042° × 0.042°	01/1999-12/2020	Mensile	WGS 84 (EPSG:4326)	NetCDF-4
Velocità del vento (WIND)	CMEMS	Global Ocean Monthly Mean Sea Surface Wind and Stress from Scatterometer and Model	WIND_GLO_PHY_CLIMATE_L4_MY_012_003	0.25° × 0.25°	08/1999-12/2023	Mensile	WGS 84 (EPSG:4326)	NetCDF-4

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

Concentrazioni e di zooplankton (ZOO)	CMEMS	Mediterranean Sea Biogeochemistry Analysis and Forecast	MEDSEA_ANALYSISFORECAST_BGC_006_014	0.042° × 0.042°	01/2020-10/2021	Mensile	WGS 84 (EPSG:4326)	NetCDF-4
Carbonio inorganico disciolto nell'acqua di mare (DIC)	CMEMS	Mediterranean Sea Biogeochemistry Reanalysis	MEDSEA_MULTIYEAR_BGC_006_008	0.042° × 0.042°	01/1999-07/2022	Mensile	WGS 84 (EPSG:4326)	NetCDF-4
Carbonio inorganico disciolto nell'acqua di mare (DIC)	CMEMS	Mediterranean Sea Biogeochemistry Analysis and Forecast	MEDSEA_ANALYSISFORECAST_BGC_006_014	0.042° × 0.042°	08/2022-02/2024	Mensile	WGS 84 (EPSG:4326)	NetCDF-4
Ammonio nell'acqua di mare (NH4)	CMEMS	Mediterranean Sea Biogeochemistry Reanalysis	MEDSEA_MULTIYEAR_BGC_006_008	0.042° × 0.042°	01/1999-07/2022	Mensile	WGS 84 (EPSG:4326)	NetCDF-4
Ammonio nell'acqua di mare (NH4)	CMEMS	Mediterranean Sea Biogeochemistry Analysis and Forecast	MEDSEA_ANALYSISFORECAST_BGC_006_014	0.042° × 0.042°	02/2022-02/2024	Mensile	WGS 84 (EPSG:4326)	NetCDF-4
Nitrato nell'acqua di mare (NO3)	CMEMS	Mediterranean Sea Biogeochemistry Reanalysis	MEDSEA_MULTIYEAR_BGC_006_008	0.042° × 0.042°	01/1999-07/2022	Mensile	WGS 84 (EPSG:4326)	NetCDF-4
Nitrato nell'acqua di mare (NO3)	CMEMS	Mediterranean Sea Biogeochemistry Analysis and Forecast	MEDSEA_ANALYSISFORECAST_BGC_006_014	0.042° × 0.042°	02/2022-02/2024	Mensile	WGS 84 (EPSG:4326)	NetCDF-4
Fosfato nell'acqua di mare (PO4)	CMEMS	Mediterranean Sea Biogeochemistry Reanalysis	MEDSEA_MULTIYEAR_BGC_006_008	0.042° × 0.042°	01/1999-07/2022	Mensile	WGS 84 (EPSG:4326)	NetCDF-4
Fosfato nell'acqua di mare (PO4)	CMEMS	Mediterranean Sea Biogeochemistry Analysis and Forecast	MEDSEA_ANALYSISFORECAST_BGC_006_014	0.042° × 0.042°	02/2022-02/2024	Mensile	WGS 84 (EPSG:4326)	NetCDF-4
Precipitazioni mensili globali	GPCP	Monthly precipitation dataset		2,5° × 2,5°	1982-2020	Mensile	WGS 84 (EPSG:4326)	NetCDF-4
Precipitazioni mensili globali	C3S	Monthly precipitation dataset	Global bioclimatic indicators	0,5°x0,5°	1979 to 2018	Mensile	WGS 84 (EPSG:4326)	NetCDF-4
Bacini idrografici principali	GN	BACINI IDROGRAFICI PRINCIPALI						Vettoriale tramite Servizio WFS
Bacini idrografici secondari	GN	BACINI IDROGRAFICI SECONDARI						Vettoriale tramite Servizio WFS

Analisi dello stato fisico e biogeochimico dell'ambiente marino costiero ottenuti tramite servizio CMEMS

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSA Siciliane”

L’analisi delle variabili selezionate dal database CMEMS è stata condotta con un duplice obiettivo. In primo luogo, i parametri ambientali superficiali del mare sono stati analizzati per ottenere serie storiche temporali nelle tre GSA al fine di osservare gli andamenti nel lungo periodo e valutare eventualmente l’impatto del *climate change*. In aggiunta, la distribuzione spaziale dei parametri è stata osservata su mappa per valutare i pattern spaziali ricorrenti durante il periodo di campionamento del novellame, con lo scopo di caratterizzare dal punto di vista fisico e biogeochimico le zone di pesca. L’obiettivo ultimo di questo approccio è stato quello di porre delle basi conoscitive solide per la comprensione delle dinamiche ambientali che coinvolgono gli stadi di sviluppo del novellame e per valutare possibili scenari di gestione futura della risorsa.

In linea generale, la metodologia utilizzata per l’analisi è stata simile per tutti i parametri selezionabili dal servizio CMEMS. In primo luogo, al fine di analizzare le serie storiche, i dati *raster* mensili sono stati elaborati - tramite software R - al fine di:

- a) selezionare le celle ricadenti nella porzione di mare superficiale che si estende fino alla batimetrica dei 100m per ogni GSA (10,16 e 19);
- b) calcolare una media annuale per area e variabile;
- c) costruire grafici dei trend e linee di tendenza.

Per l’elaborazione delle mappe mensili delle variabili in corrispondenza del periodo di campionamento del novellame (avvenuto tra settembre e novembre 2023), i dati *raster* mensili sono stati elaborati - tramite software R - al fine di:

- a) selezionare le celle ricadenti nella porzione di mare superficiale che si estende fino alla batimetrica dei 200m per ogni GSA (10,16 e 19) e variabile;
- b) calcolare una media tra settembre-ottobre 2023, periodo interessato dal campionamento del novellame.

Di seguito vengono riportati i principali risultati ottenuti dall’analisi dei dati estratti dal database CMEMS.

Analisi della temperatura superficiale (SST)

L’obiettivo di questa attività è stata la valutazione di trend temporali stagionali ed annuali di lungo periodo (più di 30 anni), dal 1987 al 2020, della temperatura superficiale. Per la stima dei trends sono stati utilizzati i dati retroattivi del Mediterraneo (Mediterranean Sea Biogeochemistry Reanalysis e Mediterranean Sea Physics Reanalysis) scaricati mediante il servizio CMEMS. Per la produzione delle mappe di distribuzione dei valori medi di SST sono stati utilizzati i dati del Mediterraneo che descrivono la situazione attuale (Mediterranean Sea Physics Analysis and Forecast e Mediterranean Sea Biogeochemistry Analysis and Forecast Mediterranean Sea Biogeochemistry Reanalysis).

Nella Figura 2.46 è riportata la climatologia annuale della temperatura superficiale calcolata utilizzando la serie temporale trentennale fornita dal servizio CMEMS.

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSA Siciliane”

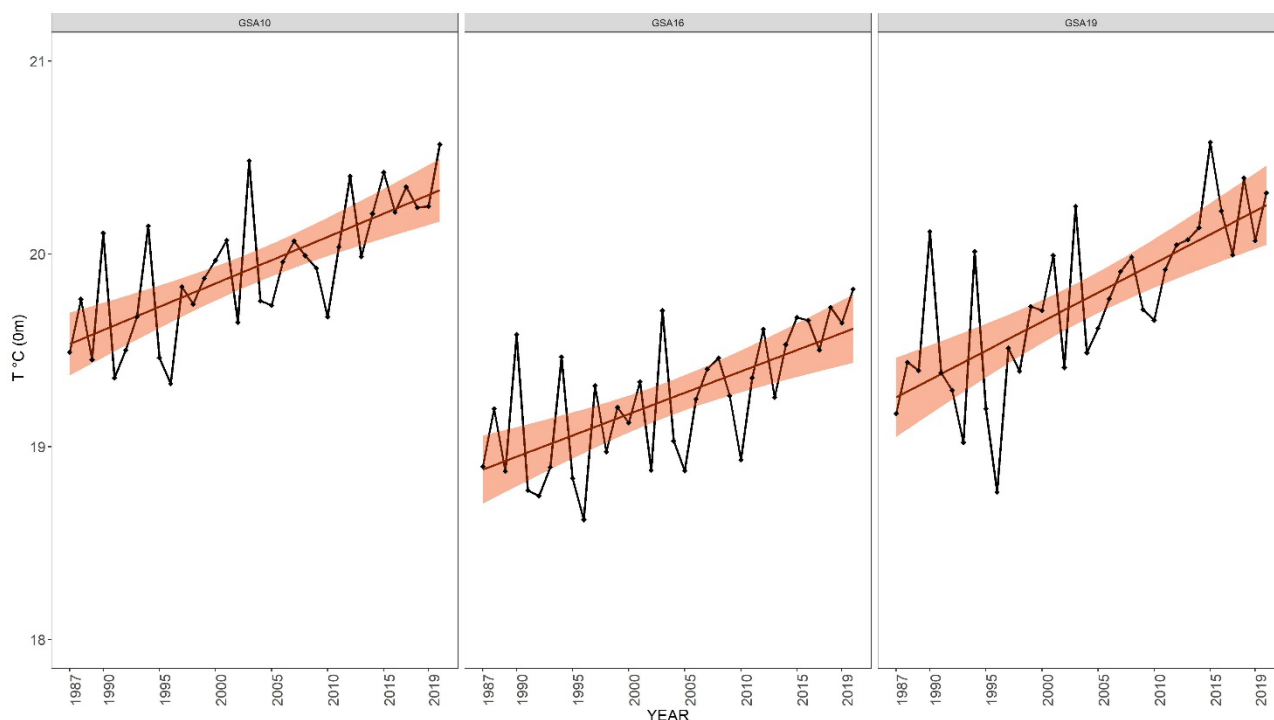


Figura 2.46 - Andamento della SST [°C] media annuale per le coste siciliane oggetto d'indagine.

L'analisi degli andamenti della temperatura superficiale lungo le tre coste siciliane (GSA 10, 16 e 19) evidenzia alcune similitudini in termini di incremento. In particolare, tutte e tre le aree registrano un aumento statisticamente significativo ($p\text{-value}<0.05$) della temperatura media annuale. Il trend di aumento lungo la costa nord della Sicilia (GSA10) e il valore medio calcolato sull'intera serie storica (19.86 ± 0.55 °C) risultano più marcati di quelli registrati lungo la costa occidentale (GSA19, 19.68 ± 0.63 °C) e meridionale (GSA16, 19.18 ± 0.50 °C) dell'isola.

Lungo la costa orientale l'intervallo entro cui varia la temperatura risulta maggiore rispetto agli altri due versanti. Nello specifico, in GSA19 si passa dagli anni '80 in cui la SST è risultata in media 19.17 °C al 2020 con valori medi intorno 20.32 °C ($\Delta=1.15$), in GSA10 si passa da valori medi di 19.49 °C nel 1987 a 20.57 °C nel 2020 ($\Delta=1.08$) e in GSA16 si passa da valori medi di 18.90 °C nel 1987 a 19.82 °C nel 2020 ($\Delta=0.92$). Il picco massimo del valore medio di SST si è stimato nel 2015 nella costa settentrionale, registrando un valore pari a 20.58 °C.

L'andamento della SST [°C] media stagionale normalizzata al valore medio stagionale dell'intera serie storica per le coste siciliane oggetto d'indagine è mostrata in Figura 2.47. L'analisi mostra che gli incrementi significativi di anomalia di temperatura avvengono soprattutto in primavera e in estate, sebbene anche l'inverno mostri un trend positivo negli ultimi anni della serie storica.

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

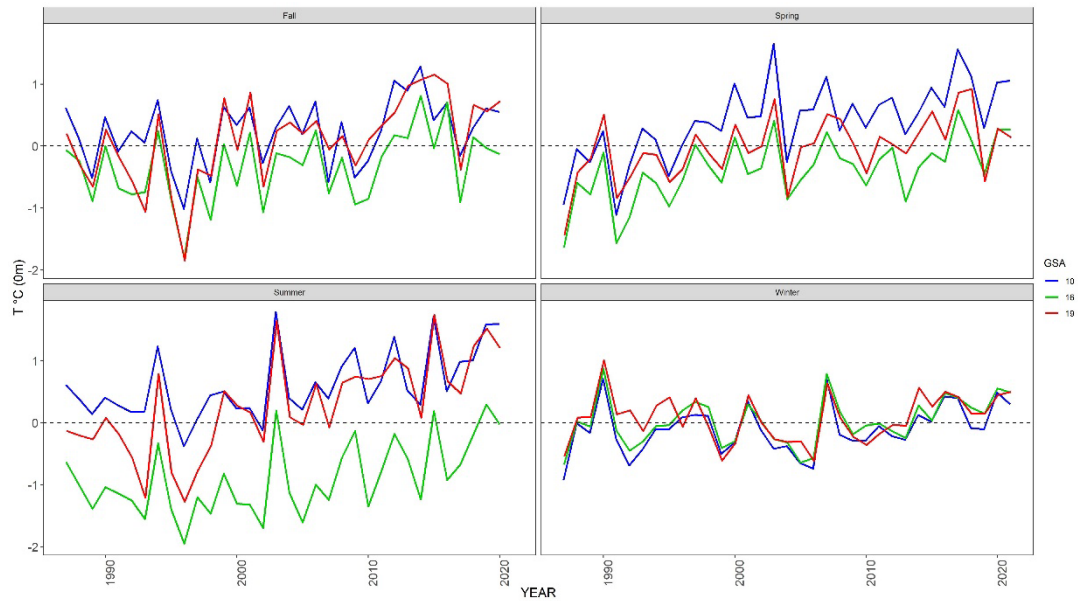


Figura 2.47- Andamento della SST [°C] media stagionale normalizzata al valore medio dell'intera serie storica per le coste siciliane oggetto d'indagine.

La mappa di distribuzione della SST [°C] media è mostrata in Figura 2.48.

Dalla mappa appare chiaro che durante i mesi di campionamento del novellame svolti tra il mese di settembre e ottobre, si è assistito ad un differente pattern spaziale della SST lungo i tre versanti della Sicilia.

In particolare, le temperature superficiale più alte si sono registrate nelle acque costiere della Sicilia settentrionale (GSA10), in particolare tra il golfo di Palermo e Messina. Le temperature più basse sono state registrate in GSA16, lungo la costa sud-occidentale della Sicilia e principalmente tra le Egadi e il golfo di Gela, interessando anche la porzione di mare del versante sud orientale del Banco Avventura, in accordo con il noto sistema di risalita di acque fredde e profonde (upwelling) dell'area. Temperature medie si registrano in GSA19, nel versante di levante e meridionale, tra Gela e Catania.

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

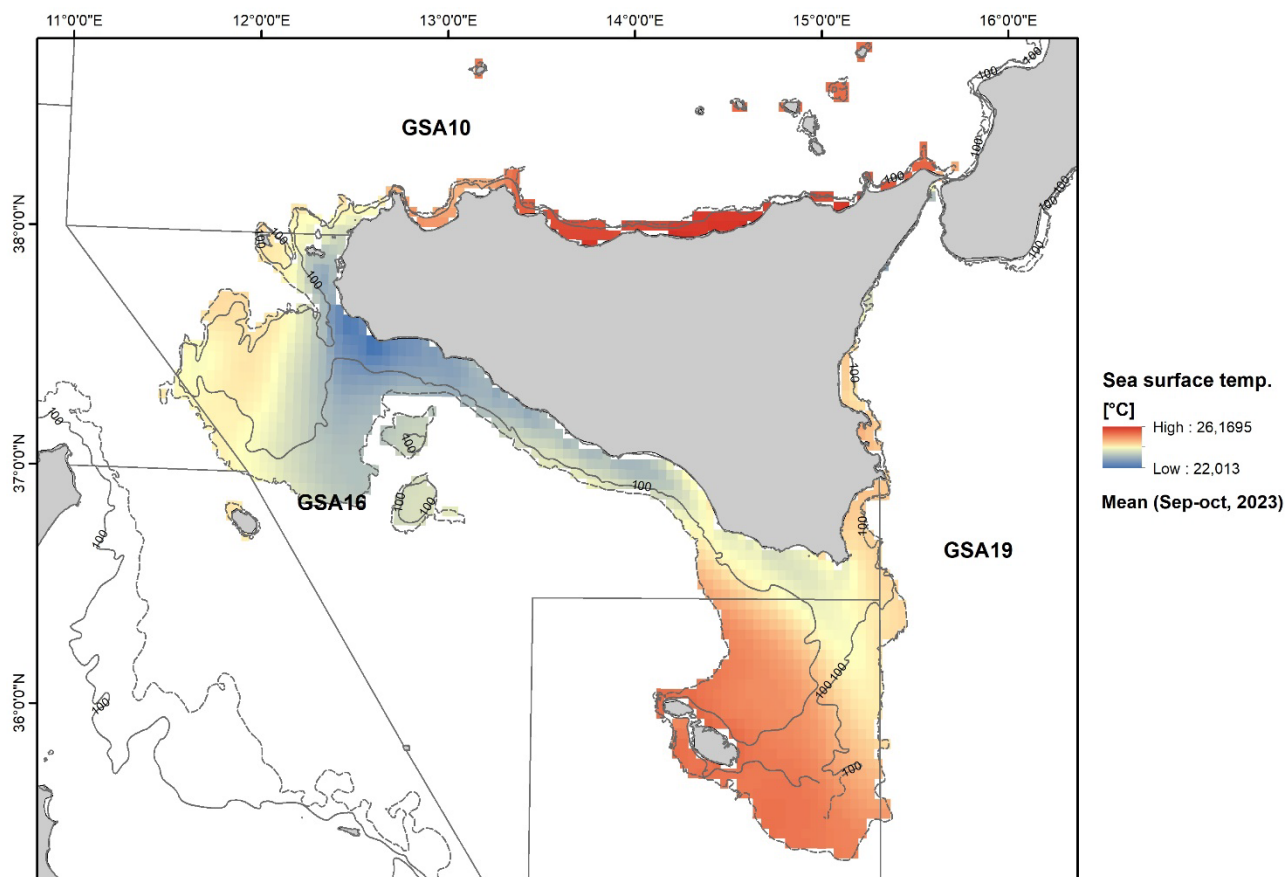


Figura 2.48 – Mappa di distribuzione della SST media.

Climatologia della Clorofilla superficiale (CHL)

La Figura 2.49 riporta la climatologia della clorofilla superficiale per le aree oggetto di studio sull'intera serie temporale trentennale fornita da CMEMS.

L'analisi degli andamenti medi annuali della clorofilla superficiale misurata in mg/m³, variabile utilizzata come proxy della produttività primaria, lungo le tre coste siciliane (GSA 10, 16 e 19) evidenzia una situazione di particolare stabilità nel corso degli anni sebbene un trend positivo, anche se non statisticamente significativo ($p \text{ value} \geq 0.05$), e riscontrabile nella GSA10.

I valori medi annuali di clorofilla registrati testimoniano la natura oligotrofica delle acque che circondano la Sicilia.

I massimi valori di clorofilla sono stati registrati nella GSA16 (valore medio pari a 0.1135 ± 0.0081 mg/m³) e nella GSA19 (valore medio pari a 0.1098 ± 0.0105 mg/m³) mentre i più bassi nella GSA10 (valore medio pari a 0.0928 ± 0.0087 mg/m³).

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSA Siciliane”

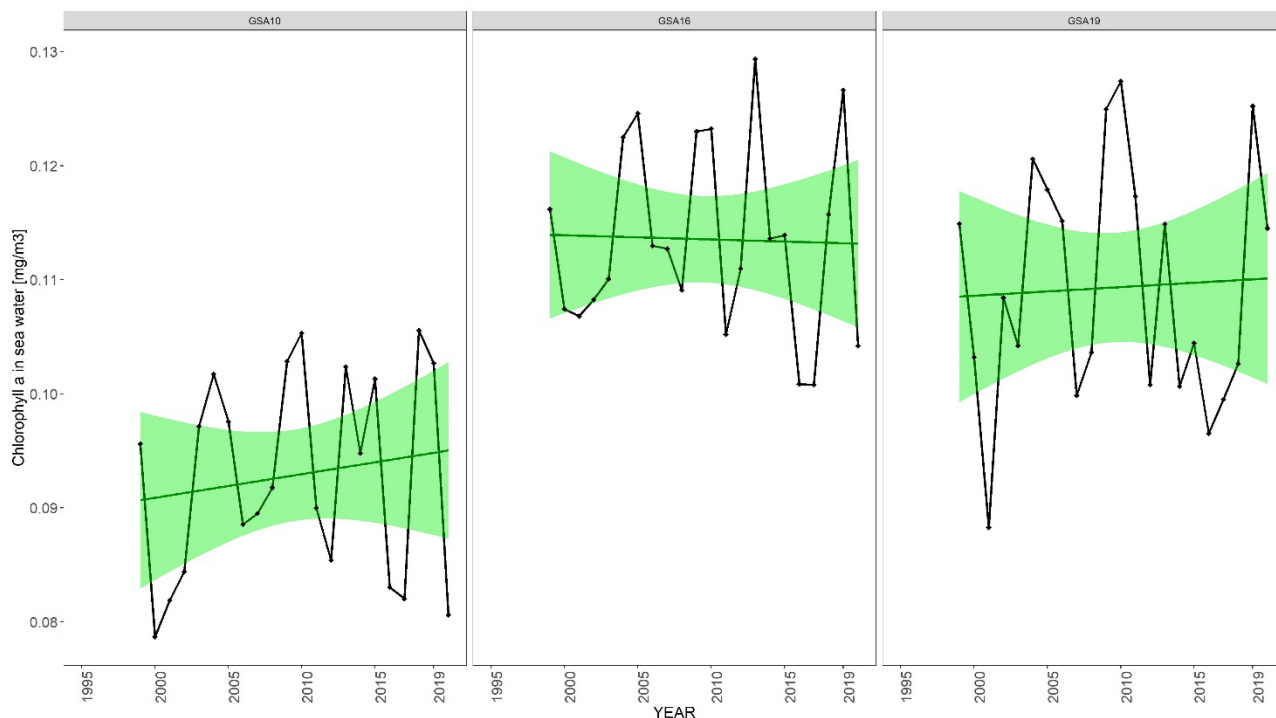


Figura 2.49 – Andamento della CHL [mg/m3] media annuale per le coste siciliane oggetto d’indagine.

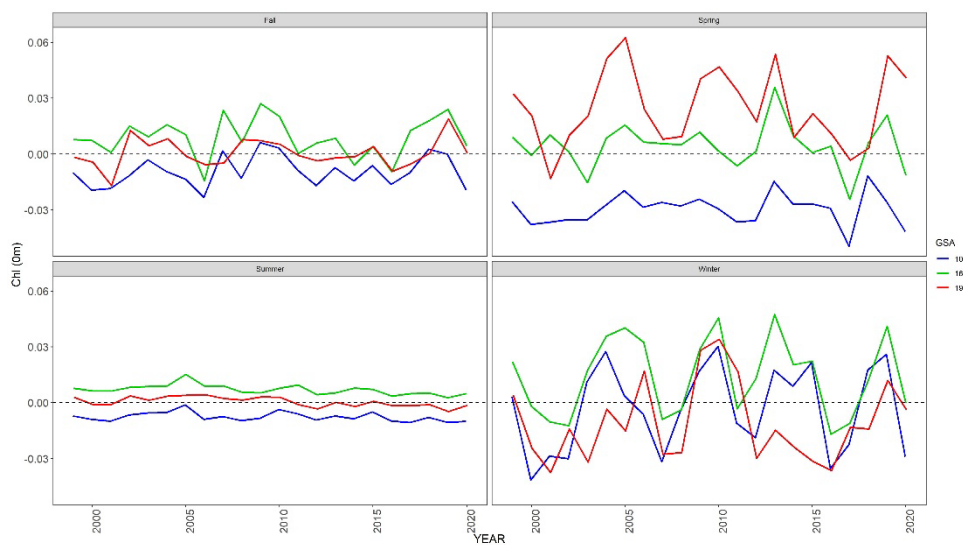


Figura 2.50 – Andamento della CHL [mg/m3] media stagionale normalizzata al valore medio stagionale dell’intera serie storica per le coste siciliane oggetto d’indagine.

L’andamento della CHL [mg/m3] media stagionale normalizzata al valore medio stagionale dell’intera serie storica per le coste siciliane oggetto d’indagine è mostrata in Figura 2.50. Sebbene essa metta in evidenza le differenze in termini di scarti rispetto alla media nelle tre diverse GSA, non permette di riscontrare particolari tendenze nel lungo periodo.

Le mappe di distribuzione della CHL [mg/m3] media è mostrata in Figura 2.50.

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSA Siciliane”

Anche in questo caso, dalla mappa si evince che durante i mesi di campionamento del novellame di *Sardina* e *Alaccia*, svolti tra il mese di settembre e novembre, si è assistito ad un differente pattern spaziale della CHL lungo i tre versanti della Sicilia.

Le concentrazioni più alte di clorofilla si sono registrate lungo la zona costiera della Sicilia sud-occidentale (GSA16) tra Trapani e Porto Palo di Capopassero indicando chiaramente che la elevata produttività primaria di queste zone è sostenuta dal sistema di risalita di acque profonde (upwelling) più fredde (Figura 2.48) e ricche in sali nutritivi.

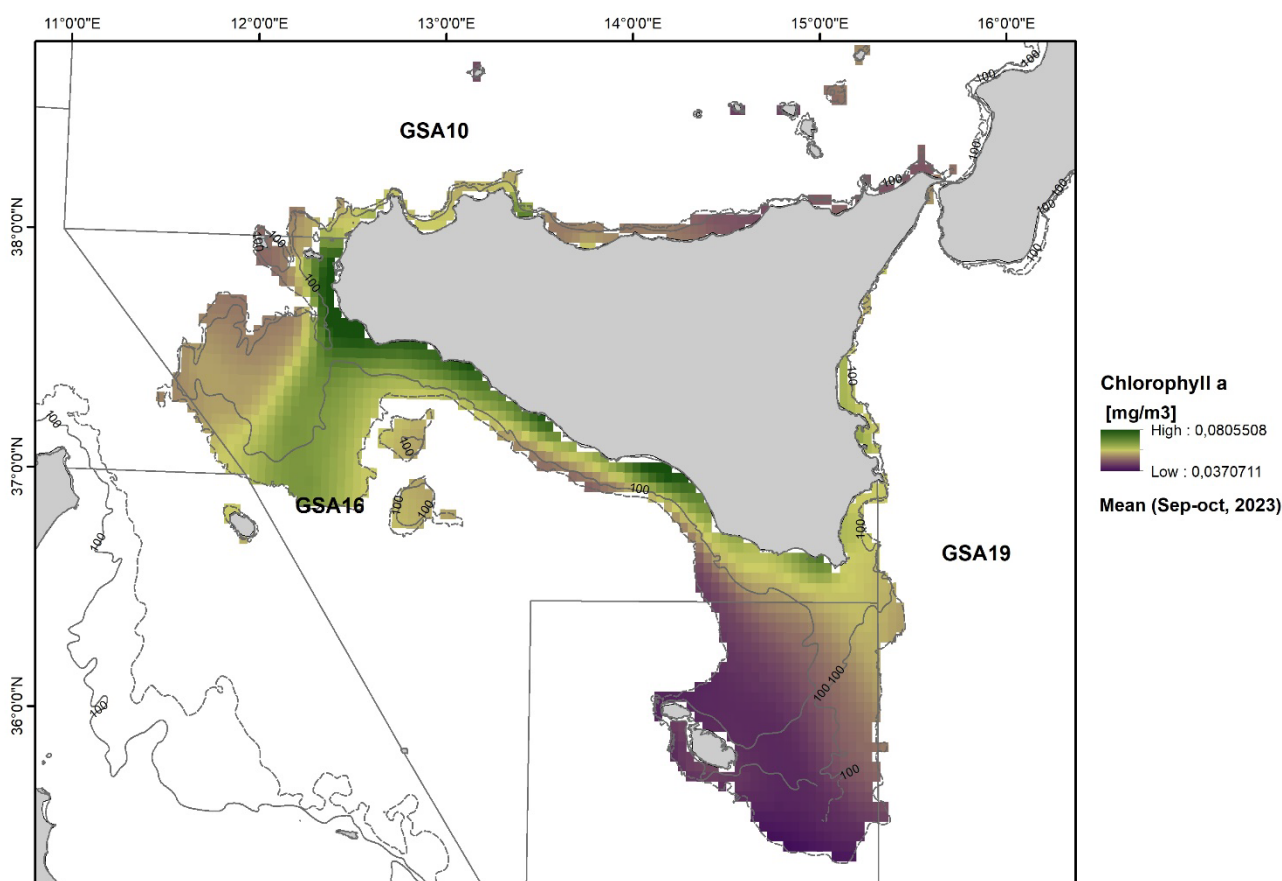


Figura 2.50 – Mappa di distribuzione della CHL [mg/m³] media.

Analisi dei pattern spazio-temporali della salinità

L'analisi della salinità in ambiente marino fornisce importanti indicazioni di carattere oceanografico. Salinità e temperatura sono infatti i più importanti fattori che controllano la densità delle masse d'acqua marine. Lo studio della salinità è quindi in grado di fornire importanti informazioni sul movimento delle masse d'acqua che a loro volta agiscono sull'ecosistema in diversi modi: dall'effetto sui parametri chimico-fisici del mare all'effetto sul movimento degli stadi planctonici degli organismi marini.

Report scientifico finale del progetto *Sevens* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSA Siciliane”

La serie temporale mostrata in Figura 2.51 mostra un’eterogeneità in termini assoluti nei valori di salinità caratterizzanti le tre GSA che potrebbe essere legata proprio alla presenza di diverse masse d’acqua superficiali nelle tre aree di studio.

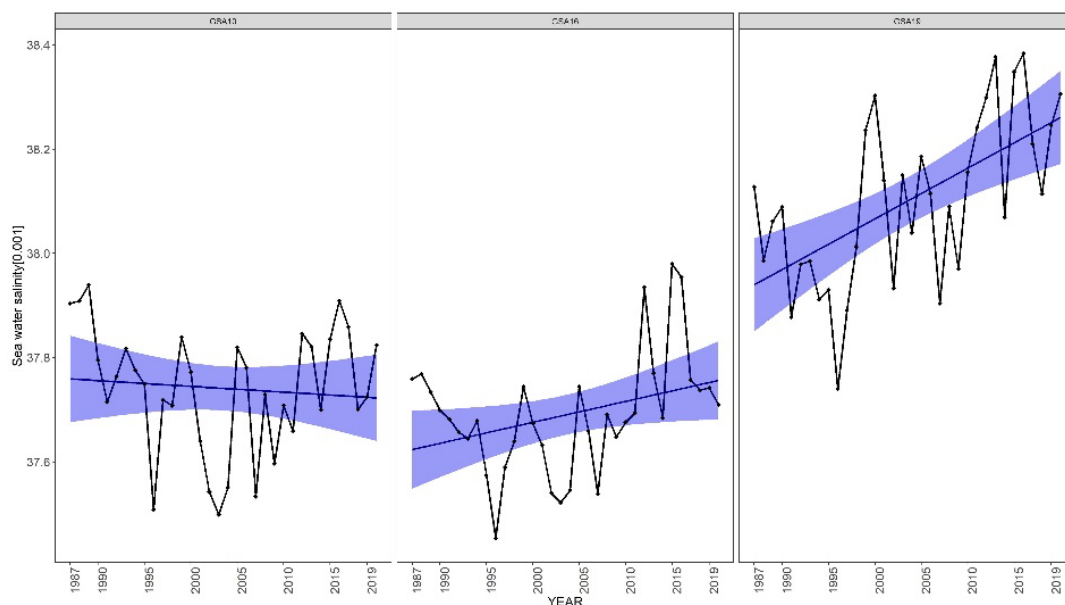


Figura 2.51 – Andamento della salinità superficiale (SSS) media annuale per le coste siciliane oggetto d’indagine

Le acque superficiali della GSA10 e della GSA16 sono infatti dominate dalla presenza dell’acqua di origine atlantica, tipicamente meno salina, che scorre verso est e che a livello di Marsala-Trapani si biforca in due rami: un ramo scorre verso il versante settentrionale della Sicilia (GSA); un ramo scorre nel Canale di Sicilia (GSA16) creando un percorso meandriforme e dando origine ad una corrente che per sua natura geografica è denominata Atlantic-Ionian Stream (AIS). Queste due masse di origine atlantica sono quindi tipicamente contraddistinte da valori più bassi di salinità rispetto alle acque mediterranee residenti che caratterizzano la GSA19. È tuttavia interessante notare che queste masse d’acqua differenti sono soggette a trend molto diversi. Le acque della GSA19 mostrano un incremento significativo ($p < 0.05$) maggiore rispetto alle altre due zone, rendendo evidente il processo in atto di aumento di temperatura e salinità a cui è soggetto il in particolar modo il bacino orientale del Mediterraneo.

Coerentemente con quanto riportato, la Figura 2.52 evidenzia un generale aumento della salinità da Ovest verso Est come effetto dell’acqua atlantica relativamente più dolce che interagisce con le acque più salate dei settori orientali della GSA 10 e 19. La presenza di queste due masse è inoltre evidenzia dalla presenza di un fronte salino nella zona sud-occidentale della Sicilia che crea una zona di ritenzione per lo sviluppo di uova e larve dei piccoli pelagici che si riproducono nel periodo estivo, come l’acciuga e l’alaccia.

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

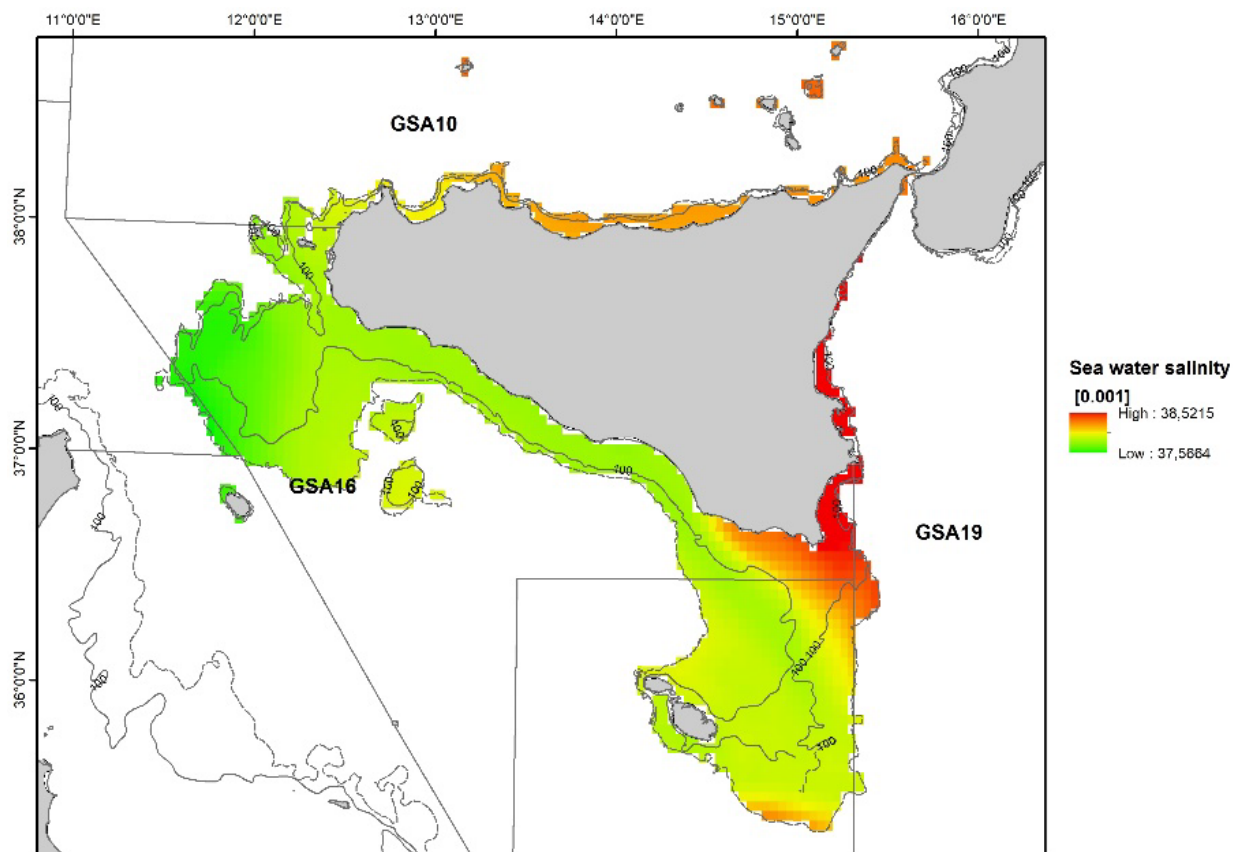


Figura 2.52- Mappa di distribuzione della CHL [mg/m3] media.

Le anomalie di salinità riportate in Figura 2.53 non mostrano invece particolari trend temporali relativamente alle aree indagate.

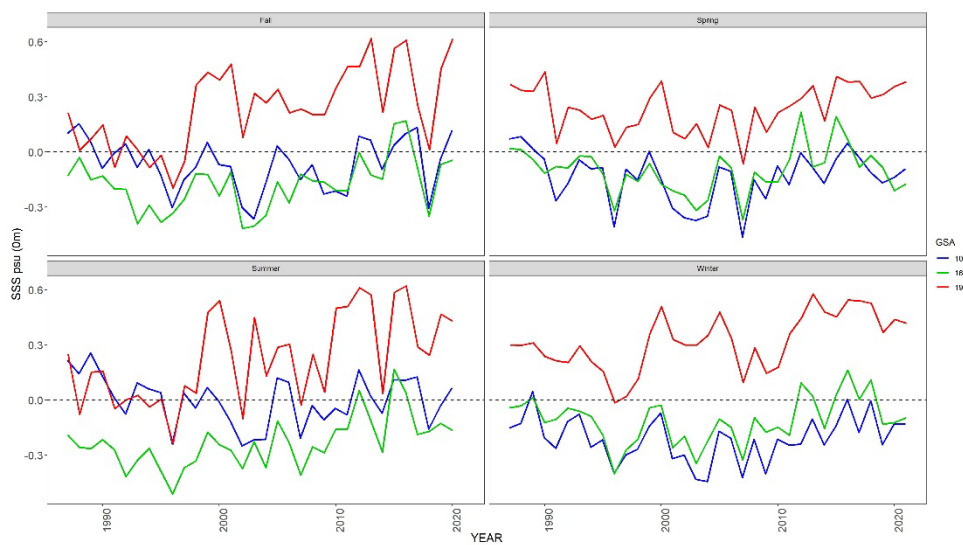


Figura 2.53 – Andamento della SSS media stagionale normalizzata al valore medio stagionale dell’intera serie storica per le coste siciliane oggetto d’indagine.

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

Analisi spazio-temporale della direzione e dell'intensità del vento

Per lo studio del regime vento nelle zone costiere è stato utilizzato il prodotto “Global Ocean Monthly Mean Sea Surface Wind and Stress from Scatterometer and Model” a disposizione sul portale CMEMS. Esso fornisce dati mensili di vento (*wind*, in m/s) e sollecitazione del vento sulla superficie marina (*wind stress*, in N/m²) con una risoluzione spaziale di 0.25° × 0.25°. Entrambi i parametri sono stati esplorati con la finalità di studiare il regime del vento e il suo effetto sulla superficie marina. Tuttavia, il dato di *wind stress* non era regolarmente disponibile per le aree costiere a causa delle difficoltà di stima dovuta all'interazione con la terra emersa. Per questa ragione, si è scelto di focalizzare le analisi sul dato relativo alla velocità e direzione del vento, le quali vengono numericamente espresse attraverso le sue componenti verso Est (componente orizzontale, indicata come *u*) e verso Nord (componente verticale, indicata come *v*).

Con il fine di ricostruire la serie storica del regime di vento nelle tre GSA, le componenti *u* e *v* sono quindi state importate in ambiente R per le successive analisi. Per ognuna delle componenti è stato effettuato un subset spaziale lungo le aree costiere appartenenti alle tre GSA di riferimento. A differenza della linea generale adottata per le analisi degli altri prodotti, in cui vengono selezionati i valori ricadenti tra la linea di costa e la batimetrica dei 100 metri, in questo caso si è ritenuto necessario ampliare l'area di selezione per venire incontro alla minore risoluzione spaziale del dato. Per questa ragione, per ogni GSA si è scelto di considerare un buffer di 6 miglia nautiche intorno alla batimetrica dei 100 metri. I valori mensili delle due componenti nelle celle ricadenti all'interno di quest'area sono stati successivamente mediati. A partire da questi, la velocità del vento è stata calcolata attraverso la formula $\sqrt{u^2 + v^2}$. La serie storica relativa alla velocità del vento è stata poi scomposta nelle quattro stagioni per valutare studiare la variabilità di questo parametro nei diversi periodi dell'anno (Fig. 2.54). La figura evidenzia un regime di vento più intenso nella GSA16 rispetto alle altre due aree. Gli andamenti nel periodo 1999-2023 non hanno mostrato evidenti trend lineari statisticamente significativi nel tempo ($p < 0.05$), sebbene le serie storiche mostrino degli incrementi soprattutto durante la stagione autunnale ed invernale.

Report scientifico finale del progetto *Sevens* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

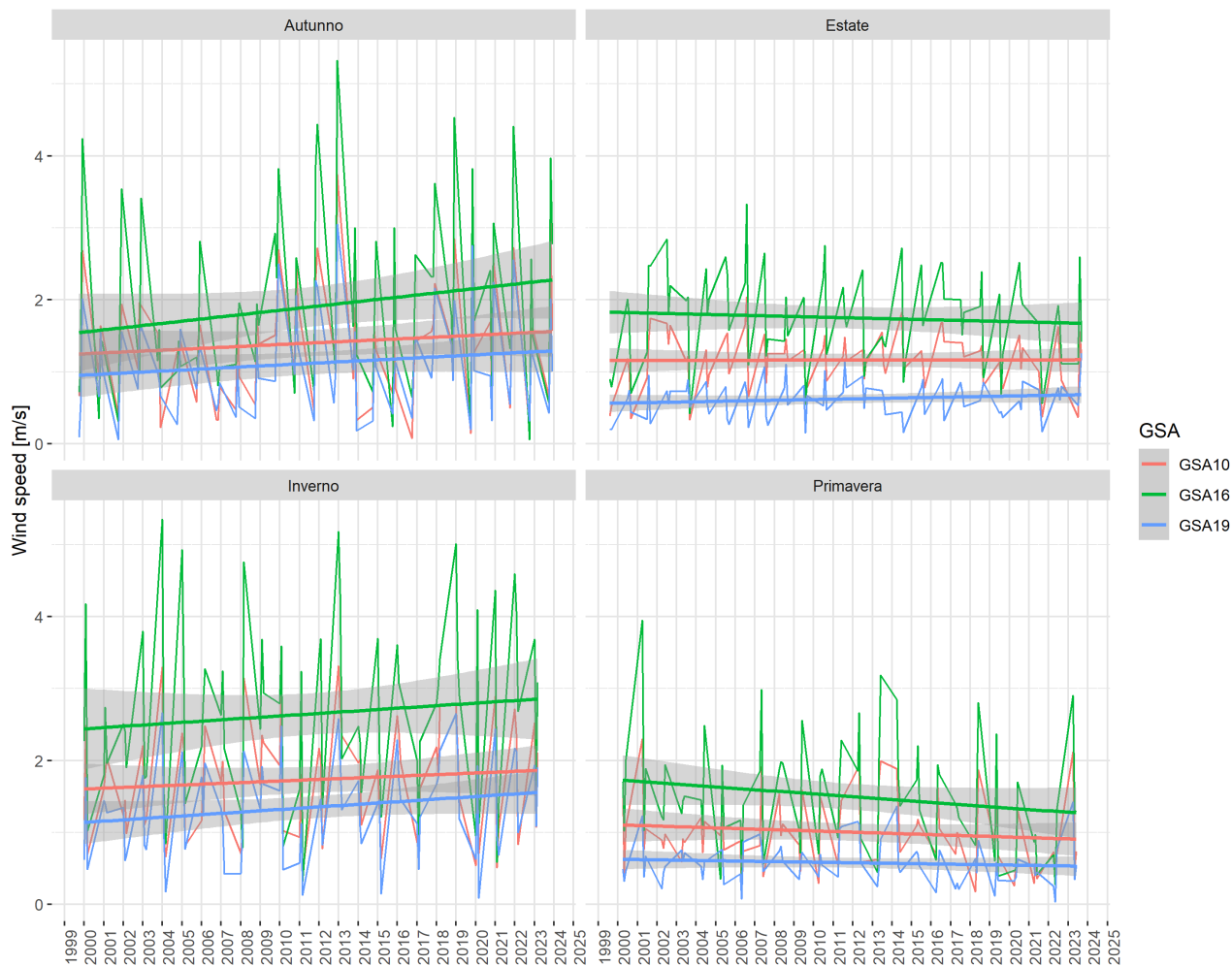


Figura 2.54 – Andamento stagionale mensile della velocità del vento (m/s) nel periodo 1999-2023. Le tre GSA e le relative regressioni lineari sono evidenziate in ogni pannello.

Parallelamente, la direzione del vento è stata calcolata a partire dalle componenti u e v nell'area *buffer* precedentemente descritta e riportata in un grafico con coordinate polari denominato *windrose*. L'utilizzo di un grafico polare come il *windrose* consente una visualizzazione chiara e intuitiva della distribuzione spaziale delle direzioni di provenienza del vento e della loro frequenza, fornendo una panoramica rapida delle condizioni del vento in una determinata area. Al fine di apprezzare eventuali differenze nei regimi di vento, la serie storica è stata divisa nei periodi 1999-2004, 2005-2010, 2011-2016 e 2017-2023. I *windrose* associati a questi periodi sono riportati per ogni GSA in Figura 2.55.

Report scientifico finale del progetto *Sevens* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSA Siciliane”

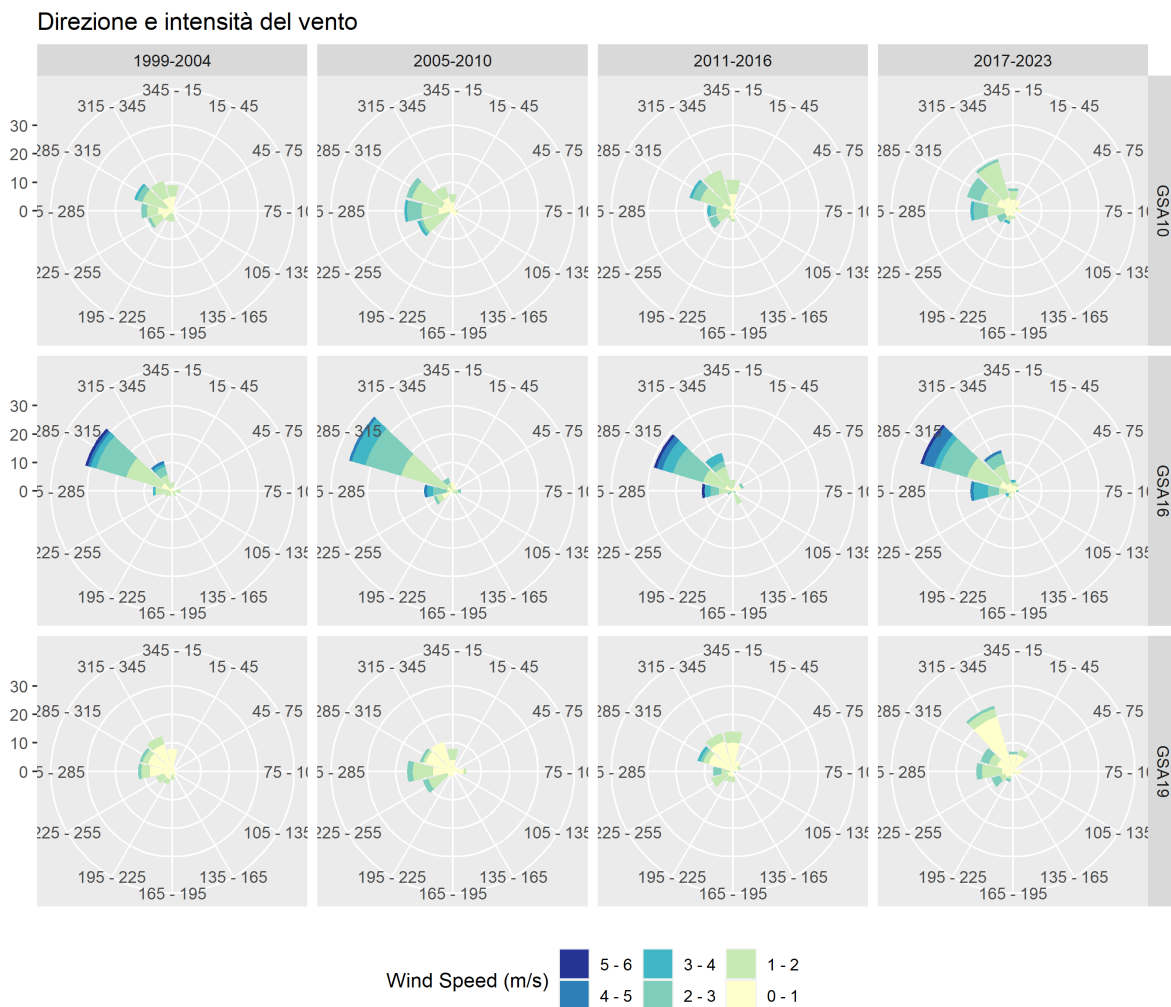


Figura 2.55 – Windrose riportante velocità e direzione di provenienza del vento nei quattro periodi di tempo in ogni GSA.

Il grafico permette di identificare il settore Ovest-Nordovest, tra Tramontana e Ponente, come quello da cui provengono più frequentemente i venti che soffiano nel settore costiero delle tre GSA, con il Maestrale identificabile come vento dominante. Anche in questo caso è possibile riscontrare una maggiore frequenza di venti intensi nella GSA 16 rispetto alle altre due aree di studio. Tuttavia, anche in questo contesto non è stata riscontrato un cambiamento evidente nella direzione del vento lungo la serie storica a disposizione. È inoltre importante evidenziare che lo stesso tipo di approccio è stato condotto per analizzare, separatamente per ogni GSA, eventuali cambiamenti nella direzione del vento nelle quattro stagioni. Anche in questo caso, i grafici (non riportati) non hanno mostrato un apprezzabile cambiamento nella direzione del vento specificatamente nei periodi corrispondenti alle quattro stagioni.

Analisi della concentrazione di zooplancton da dati *near real time*

Al fine di caratterizzare la produttività secondaria delle acque costiere ricadenti nelle tre GSA di riferimento, dal database CMEMS è stato estratto il prodotto “Phytoplankton Carbon Biomass,

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

Zooplankton Carbon Biomass, Chlorophyll and PFTs (3D) - Monthly Mean”. Questo prodotto riporta gli *outcome* del modello MEDBFM4 e fornisce diverse variabili legate alle caratteristiche biogeochimiche e alla produttività degli ecosistemi marini. Da questo modello sono stati estratti in particolare i dati mensili relativi alla concentrazione molare di zooplancton, espressa come quantità di carbonio in acqua di mare (mmol/m^3). Alla concentrazione di zooplancton sono infatti tipicamente legate dal punto di vista trofico le prime fasi del ciclo vitale dei pesci. Esso rappresenta inoltre un importante risorsa trofica per gli adulti dei piccoli pelagici, come nel caso delle specie target del progetto *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita*.

In linea con l’approccio generale, i dati spaziali ricadenti nell’area marina compresa tra la linea di costa e la batimetrica dei 100m sono stati mediati per ogni *layer* mensile e per ogni GSA e i risultati sono stati riportati in Figura 2.56.

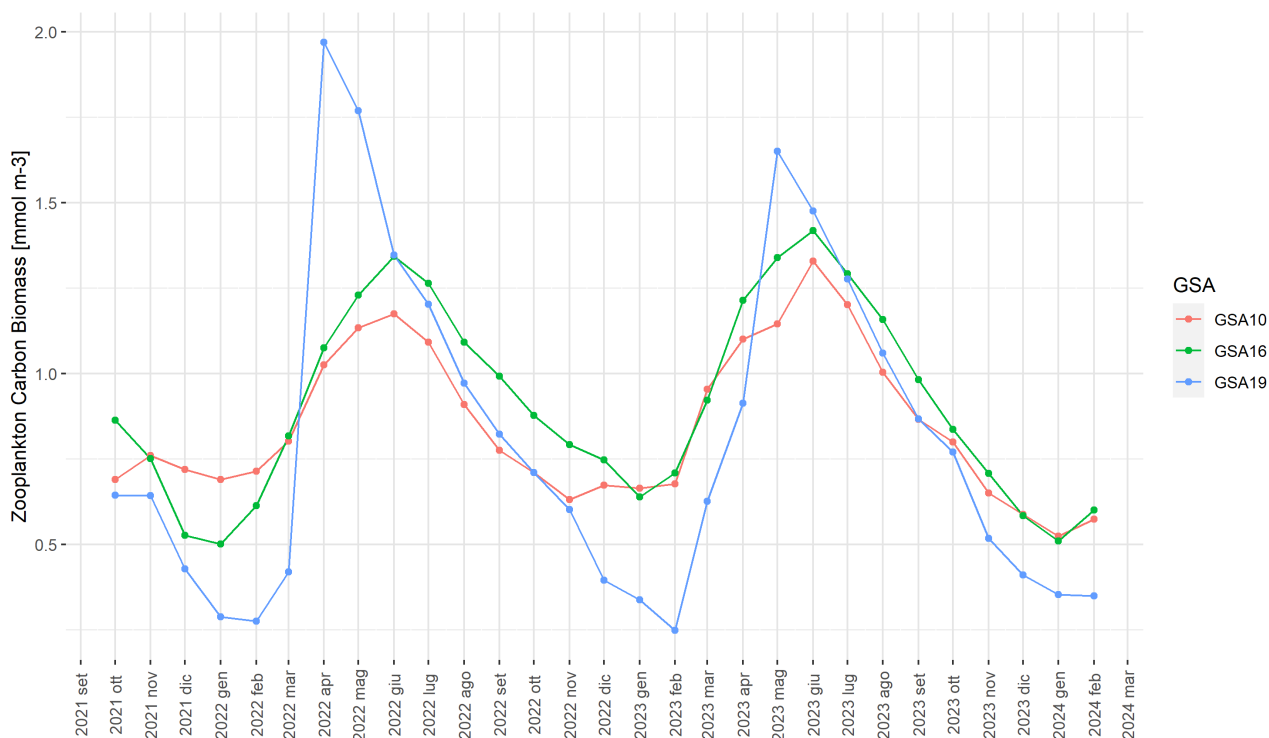


Figura 2.56 – Medie mensili per GSA della biomassa di zooplancton espressa come concentrazione molare di carbonio in mare. Gli andamenti nel tempo nelle tre GSA evidenziati con differenti colori riportati in legenda.

La serie storica a disposizione in questo caso era limitata al periodo settembre 2021 – febbraio 2024. Essa mette in evidenza i naturali andamenti stagionali dello zooplancton caratterizzati da un picco di densità nel periodo primaverile. Tale andamento è legato alla maggiore disponibilità, durante questa stagione, di fitoplancton, che rappresenta la principale risorsa trofica per questo gruppo di organismi. La serie storica evidenzia delle fluttuazioni maggiormente intense in GSA19 rispetto alle altre zone, essendo caratterizzata da picchi di più elevata e più bassa intensità di zooplancton rispettivamente nel periodo primaverile e invernale. In nessuna delle tre GSA è possibile riscontrare una tendenza significativa dei valori relativamente a questo limitato periodo.

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSA Siciliane”

Nella mappa riportata in Figura 2.57 è invece evidenziata la distribuzione spaziale di questo parametro nelle tre GSA nel periodo corrispondente al periodo di campionamento del novellame. Ogni cella del dato *raster* deriva infatti dalla media dei dati mensili di settembre, ottobre e novembre 2023 nel punto corrispondente.

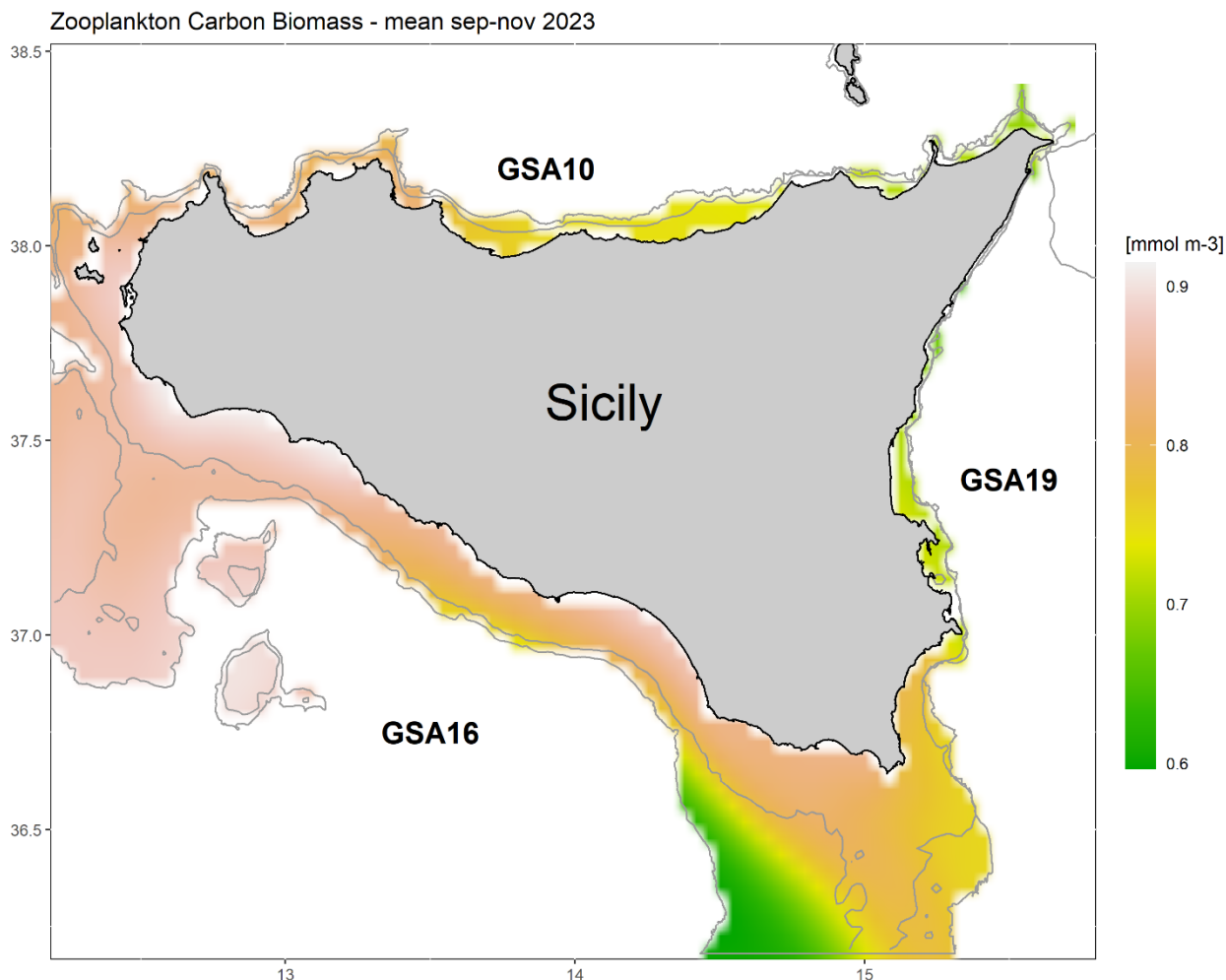


Figura 2.57– Distribuzione spaziale della biomassa di zooplancton, espressa come concentrazione molare di carbonio in acqua di mare, nelle tre GSA durante il periodo del campionamento del novellame, ovvero tra settembre e novembre 2023. Il valore medio dei dati mensili è mostrato per ogni cella ricadente all’interno della piattaforma continentale (i.e., profondità < 200m).

La mappa evidenzia valori di densità relativamente maggiori nell’area costiera della GSA16, a cui seguono valori intermedi in GSA10 e relativamente più bassi in GSA19.

Analisi del carbonio inorganico disciolto (DIC)

Il DIC, o carbonio inorganico disciolto, in acqua di mare indica la concentrazione di carbonio presente sotto forma di bicarbonato, carbonato e anidride carbonica disciolta. Questo è un importante parametro chimico che influisce su vari processi biologici e chimici negli ecosistemi marini. Il DIC, ad

Report scientifico finale del progetto *Sevens* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

esempio, è fondamentale per l'attività fotosintetica degli organismi marini, i quali assorbono carbonio dall'esterno sotto forma di anidride carbonica. Questo processo può influenzare l'equilibrio del pH nell'acqua, con una serie di effetti a cascata sugli organismi marini e sull'ecosistema. Inoltre, il DIC è legato al ciclo del carbonio nell'ambiente marino, che comprende processi come la deposizione di carbonio organico nei sedimenti marini, l'assorbimento di anidride carbonica atmosferica e la sua conversione in carbonio disciolto nell'oceano. Questi processi sono essenziali per la regolazione del clima globale. Monitorare il DIC è quindi importante per comprendere la salute degli ecosistemi marini e per valutare gli impatti dei cambiamenti ambientali, come l'acidificazione degli oceani causata dall'aumento delle emissioni di anidride carbonica atmosferica. Misurazioni accurate del DIC possono fornire preziose informazioni sulla dinamica degli ecosistemi marini e sulle risposte agli stress ambientali.

Nel portale CMEMS, questo parametro è incluso in due prodotti presenti (Tabella 11). Il primo rende disponibili i dati mensili *gap free* (L4) del DIC da gennaio 1999 a luglio 2022. Questi dati hanno il vantaggio di essere sottoposti ad avanzate procedure di processing (per questo definiti *reanalysis*). Al contrario il secondo sono dati definiti *near real time* in quanto hanno il vantaggio di essere resi subito disponibili agli utenti. Le due serie storiche hanno permesso nel complesso di ottenere informazioni continue a partire dal 1999 fino ai tempi recenti (febbraio 2024).

La procedura precedentemente descritta per lo studio della zona costiera ha permesso di ottenere la serie storica di medie mensili riportata in Figura 2.58.

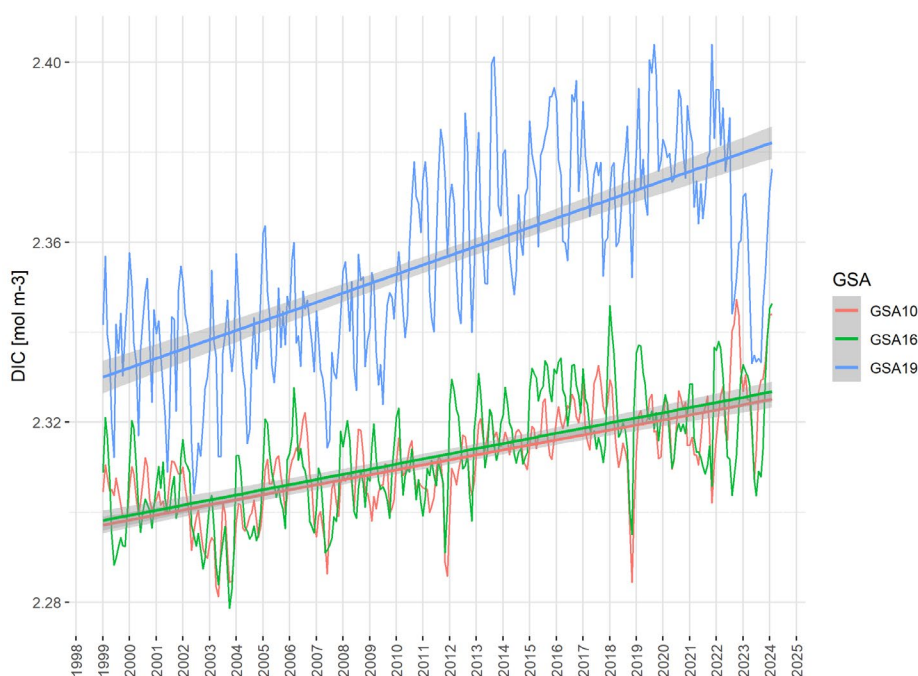


Figura 2.58 – Andamento delle medie mensili di carbonio inorganico disciolto (DIC) in acqua di mare nelle zone costiera della GSA10, GSA16 e GSA19.

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSA Siciliane”

È interessante notare che i modelli di regressione lineare evidenziano un trend crescente significativo ($p < 0.05$) in tutte le GSA indagate. In particolare, valori relativamente più elevati di DIC si registrano costantemente nella GSA19 rispetto alle altre zone. Questa *time series* evidenzia inoltre un calo a partire da agosto 2022, in corrispondenza dell'uso dei dati *near real time*. Questa corrispondenza potrebbe quindi presupporre un *bias* dovuto all'utilizzo di differenti prodotti. Tuttavia, poiché questo effetto non è stato riscontrato nelle altre due GSA, si ritiene necessario condurre ulteriori approfondimenti in merito.

La Figura 2.59 riporta invece la distribuzione spaziale del DIC nelle tre aree di studio in corrispondenza del periodo di campionamento effettuato per la neonata. La GSA19 risulta essere l'area con la maggior concentrazione di DIC nell'area di studio, mentre valori intermedi sono riscontrabili in GSA10 e relativamente inferiori in GSA 16.

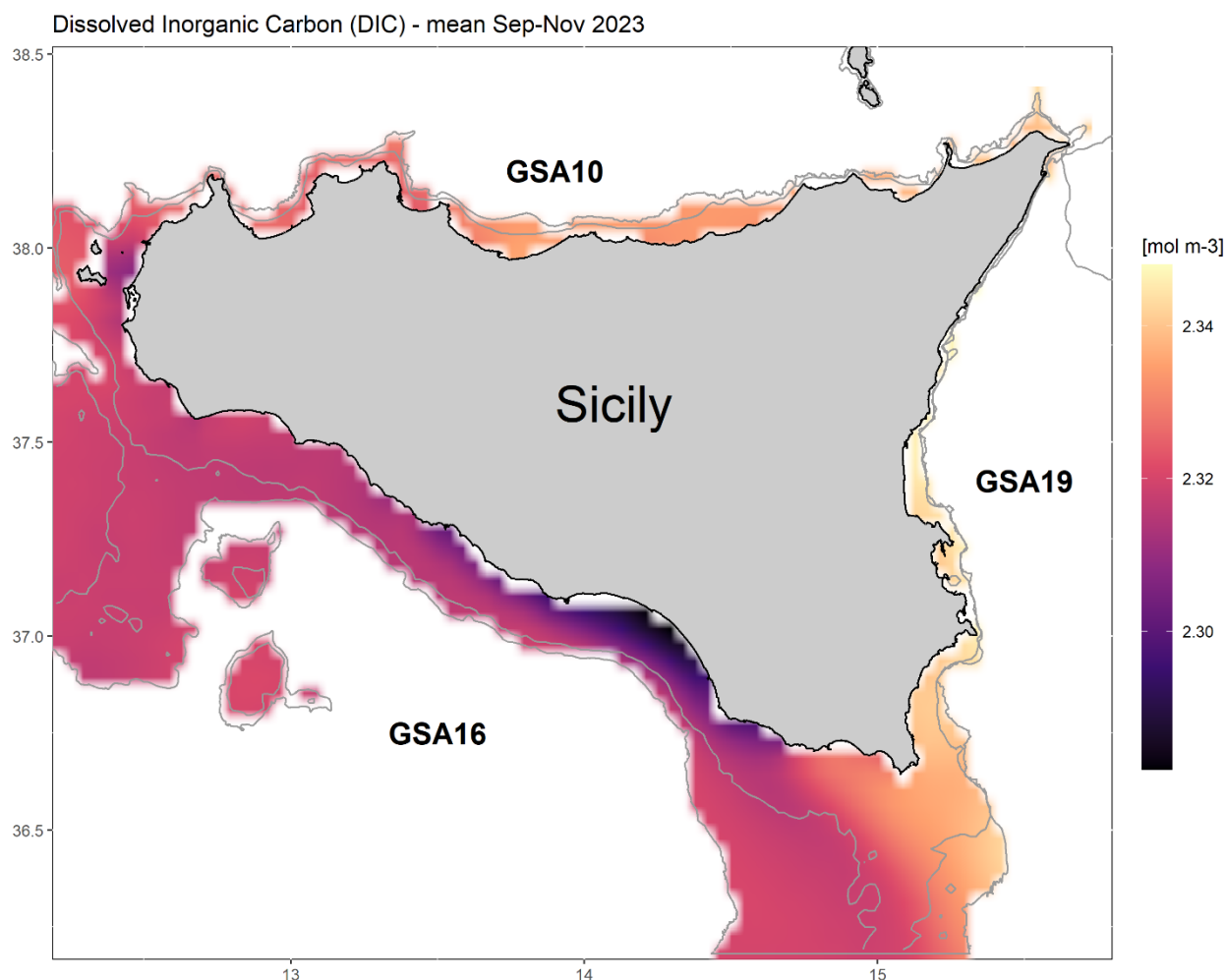


Figura 2.59 – Distribuzione spaziale della concentrazione molare di carbonio inorganico disciolto (DIC) nelle tre GSA durante il periodo del campionamento del novellame, ovvero tra settembre e novembre 2023. Il valore medio dei dati mensili è mostrato per ogni cella ricadente all'interno della piattaforma continentale (i.e., profondità < 200m)

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSA Siciliane”

Analisi della concentrazione dei nutrienti: ammonio (NH₄), nitrati (NO₃) e fosfati (PO₄)

I nutrienti sono essenziali per il funzionamento degli ecosistemi marini. Rappresentando elementi essenziali per l'attività fotosintetica degli organismi vegetali, nello strato superficiale giocano il ruolo di fattori limitanti per lo sviluppo del fitoplancton e della produzione primaria. Sono quindi importanti fattori da monitorare in quanto, agendo alla base della catena trofica, influenzano a cascata i livelli trofici successivi. Inoltre, i cambiamenti climatici e le attività antropiche possono influenzare la distribuzione e la disponibilità dei nutrienti nell'ambiente marino. Per questi motivi essi hanno rappresentato un importante target di questo task.

Di seguito vengono presentati i risultati delle analisi effettuate a partire dai dati disponibili su CMEMS. In particolare, lo studio si è rivolto a valutare l'andamento spazio-temporale dell'ammonio (NH₄), dei nitrati (NO₃) e dei fosfati (PO₄) per i quali è stato possibile usufruire di un'importante serie storica di dati. Anche in questo caso sono stati presi in considerazione un prodotto mensile di *reanalysis*, disponibile per il periodo gennaio 1999 - luglio 2022, e un prodotto *near real time* disponibile per il periodo che va da agosto 2022 a febbraio 2024.

La metodologia finalizzata alla selezione dell'area costiera nelle tre GSA ha permesso di ricostruire l'andamento della concentrazione dei tre composti chimici in acqua di mare (Fig. 2.60).



Figura 2.60 – Andamento della concentrazione mensile di ammonio (a sinistra), nitrati (al centro) e fosfati (a destra) in mare nelle tre GSA oggetto dello studio. La tendenza della serie storiche è stata evidenziata attraverso la curva *loess*, la quale ha permesso di rilevare l'andamento non lineare dei dati nel tempo.

La Figura 2.evidenzia in primo luogo l'andamento stagionale dei nutrienti, nelle acque superficiali. Essi, infatti, tendono ad aumentare durante l'inverno per effetto del rimescolamento della colonna d'acqua capace di riportare in superficie i nutrienti dai livelli inferiori. Essi successivamente tendono a diminuire in primavera e in estate per effetto del consumo da parte del fitoplancton e della

Report scientifico finale del progetto *Sevens* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSA Siciliane”

contemporanea stratificazione della colonna d’acqua che non permette il loro recupero dai livelli inferiori. Tuttavia, l’andamento dei composti dell’azoto (ammonio e nitrati) ha mostrato una tendenza non lineare caratterizzata da un decremento tra il 1999 e il 2005 a cui è seguito un *plateaux* fino agli ultimi anni. Per quanto riguarda l’ammonio, una tendenza è stata registrata per le tre GSA. Diversamente, un incremento successivo al 2005 nella concentrazione di nitrati è emerso solo per le GSA 10 e 19. Tendenze molto più attenuate sono emerse in riferimento ai fosfati, con maggiori fluttuazioni identificate per la zona costiera siciliana della GSA 19.

La Figura 2.61 mostra la distribuzione spaziale dei nutrienti nell’area di studio durante il periodo di campionamento del novellame. Le mappe mostra *pattern* di distribuzione spaziale simili per i diversi composti. In particolare, l’area costiera della GSA19 era caratterizzata da valori relativamente più elevati di nutrienti rispetto alle altre due aree di studio, le quali hanno mostrato tra loro concentrazioni simili.

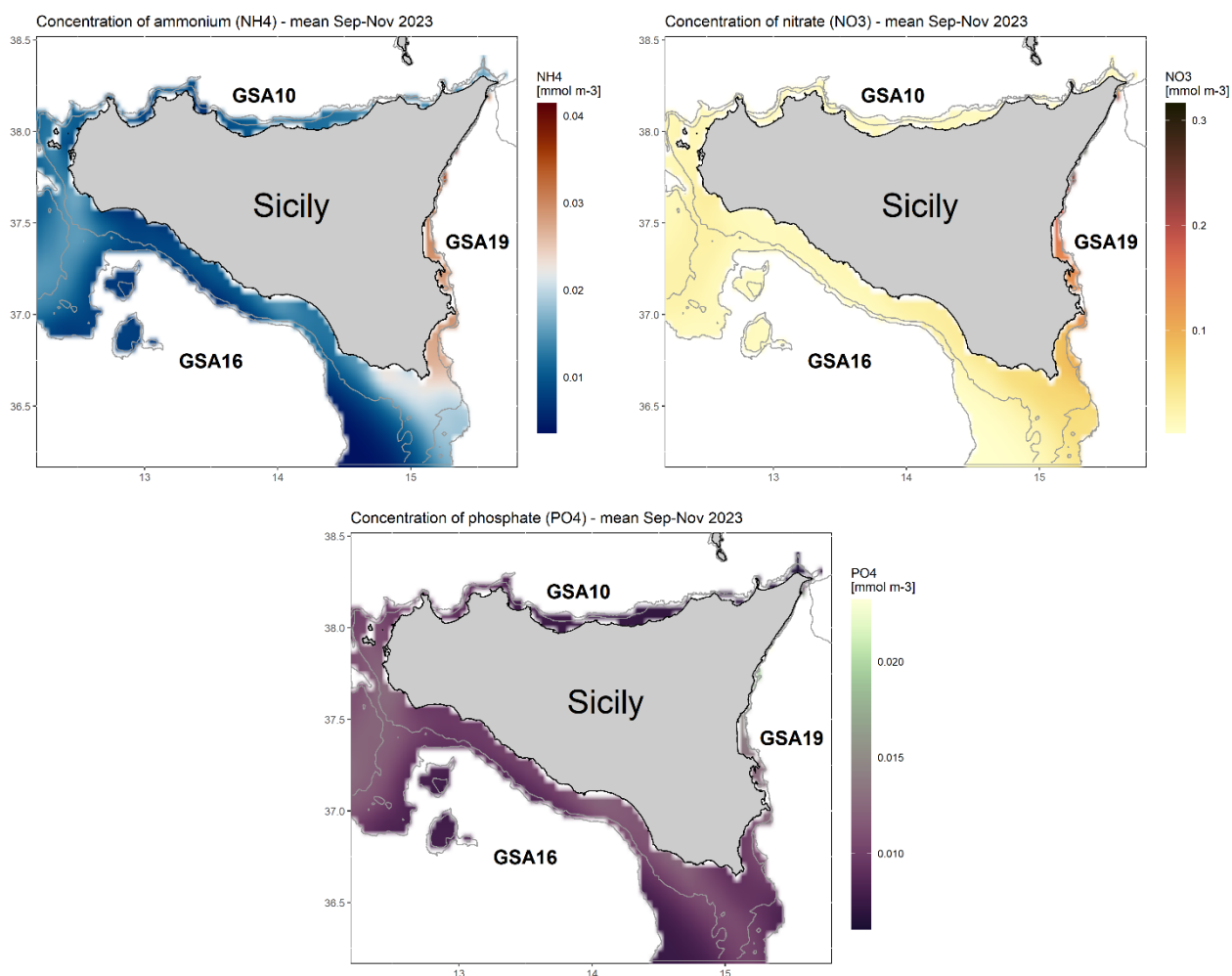


Figura 2.61 – Distribuzione spaziale della concentrazione molare di ammonio, nitrati e fosfati nelle tre GSA durante il periodo del campionamento del novellame, ovvero tra settembre e novembre 2023. Il valore medio dei dati mensili è mostrato per ogni cella ricadente all’interno della piattaforma continentale (i.e., profondità < 200m).

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

Analisi dei bacini idrografici principali e secondari e dei regimi di precipitazione terrestre

Questa attività ha avuto il principale scopo di raccogliere dati riguardanti la distribuzione spaziale dei bacini idrografici e di analizzare l'andamento delle precipitazioni terrestri al fine di porre delle basi conoscitive sull'apporto di acque dolci di origine terrestre nelle tre GSA. In questa ottica, il primo passo è stato l'ottenimento di uno strato informativo dettagliato riguardante il reticolo idrografico della regione siciliana (Figura 2.62), il quale ha permesso di identificare il numero di foci fluviali per ciascuna GSA: 62 nella GSA10, 34 nella GSA19 e 71 nella GSA16. Benché in questa fase non sia stato possibile determinare la portata di acqua di ogni singolo bacino idrografico, la distribuzione spaziale delle foci suggerisce la possibilità di un maggiore contributo di acque dolci di origine terrestre nella GSA16.

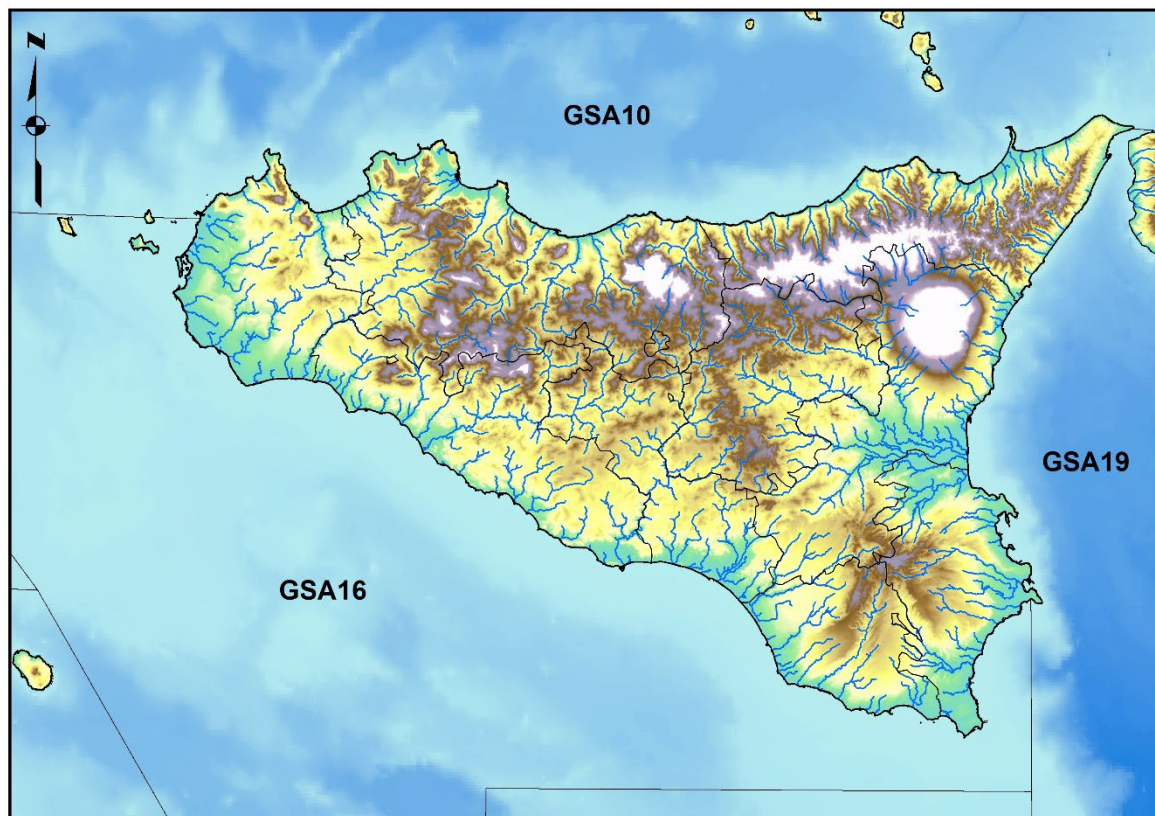


Figura 2.62 – Reticolo idrografico della regione Sicilia.

In secondo luogo, il servizio C3S ha permesso di ottenere i dati sull'andamento stagionale delle precipitazioni nelle aree costiere oggetto dello studio.

Le procedure adottate per il trattamento dei dati C3S e per l'ottenimento dei trend delle precipitazioni sono risultate essere le stesse utilizzate nel trattamento dei dati CMEMS. La Figura 2.63 illustra l'andamento stagionale delle precipitazioni nelle zone costiere delle aree di interesse nel periodo dal 1982 al 2020. Si osservano tendenze lineari positive durante le stagioni autunnali e invernali in tutte le GSA esaminate, tuttavia, tali tendenze non risultano statisticamente significative

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSA Siciliane”

($p > 0.05$). In contrasto, risulta interessante notare che i modelli di regressione lineare evidenziano un trend crescente significativo ($p < 0.05$) nelle precipitazioni estive nella GSA10.

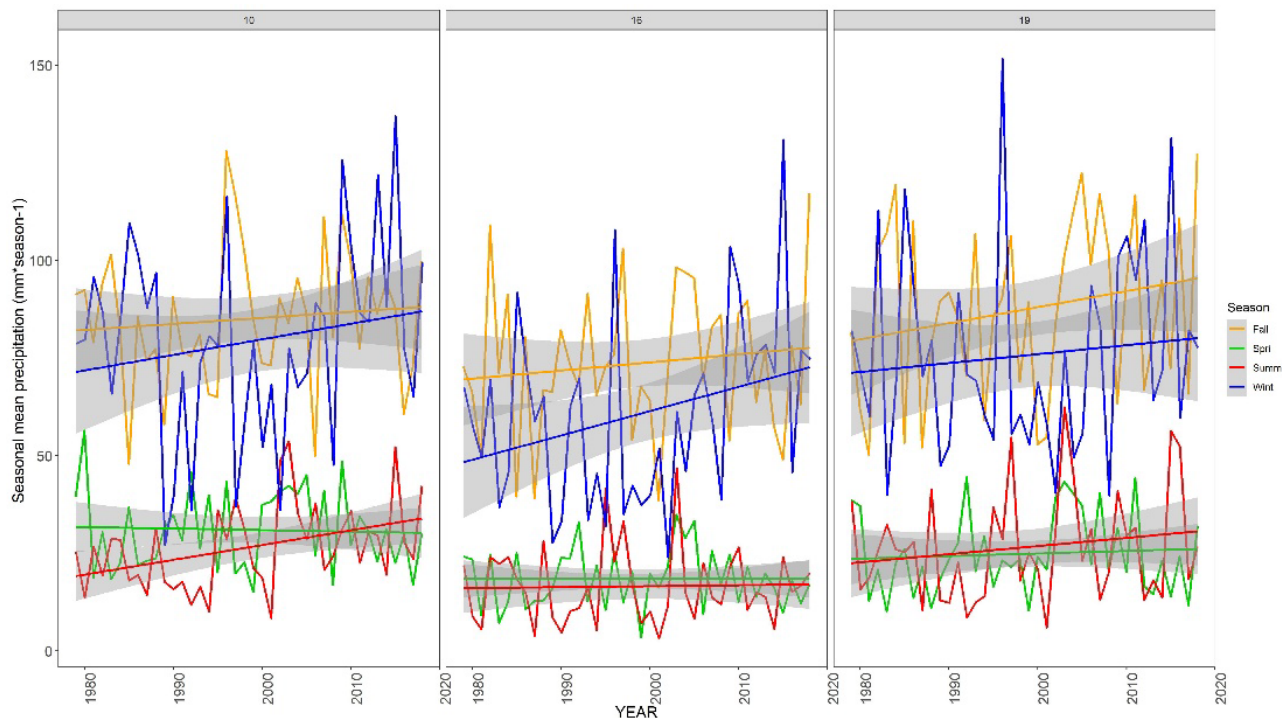


Figura 2.63 – Andamento stagionale delle precipitazioni nelle zone costiere delle tre aree di studio.

L'analisi dei trend stagionali delle anomalie rivela che per le tre GSA si osservano andamenti oscillanti intorno ai valori medi stagionali, con un'eccezione significativa nella stagione invernale. A partire dai primi anni 2000, si manifesta un trend crescente durante questa stagione. (Fig. 2.64).

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

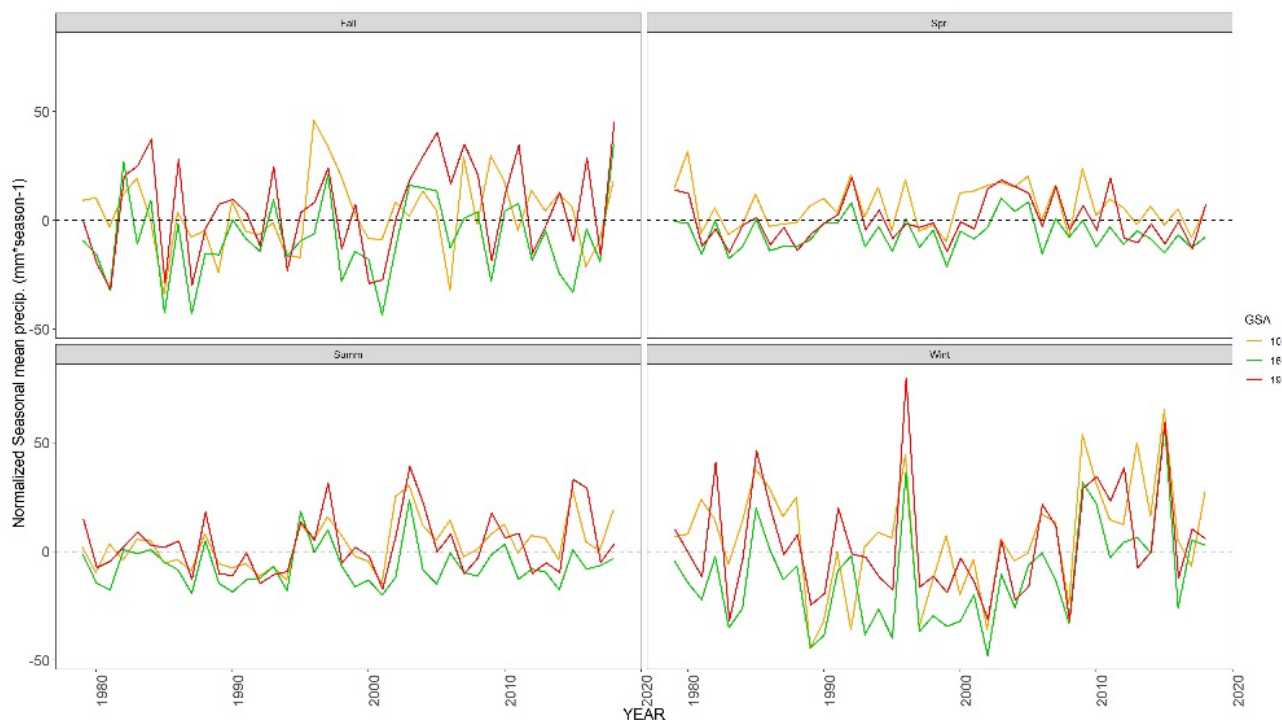


Figura 2.64 - Andamento delle precipitazioni terrestri medie stagionali normalizzate al valore medio dell'intera serie storica per le coste siciliane oggetto d'indagine.

Tale evidenza risulta un'importante indicazione nell'ottica di un eventuale gestione futura della pesca al bianchetto. L'aumento delle precipitazioni e dei relativi apporti di acqua dolce attraverso i bacini idrografici, come anche gli aumenti dell'intensità del vento, della temperatura e del DIC invernali, potrebbe infatti avere un effetto sulla distribuzione del novellame di *Sardina pilchardus* che hanno bisogno di essere valutati attraverso un monitoraggio della risorsa su un arco di tempo duraturo.

WP3 - Valutazione dello stato dello stock, informazioni disponibili e realizzazione di una campagna di raccolta dati relativa alle catture commerciali di *Sardina* e *Sardinella* nelle GSAs siciliane finalizzate allo studio della struttura della dinamica di popolazione delle risorse

Task 3.1 - Analisi delle informazioni disponibili su cattura e sforzo per sistema di pesca per le GSA siciliane (DCF) per una valutazione dello stato della risorsa mediante modelli di surplus di produzione

L'attuale disponibilità di nuovi metodi di valutazione degli stock che si basano su modelli globali o di surplus di produzione (Catch Maximum Sustainable Yield-CMSY, Froese et al., 2017; AMSY, Froese et al., 2020), consente di valutare lo stato di sfruttamento delle risorse da pesca anche in caso di limitata disponibilità di dati. In particolare, impiegando dati annuali di catture e/o catture

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSA Siciliane”

per unità di sforzo (CPUE o indici di biomassa ottenuti da *survey* scientifici) e stime del tasso istantaneo di accrescimento intrinseco della popolazione è possibile stimare *fisheries reference points* che individuano lo stato degli stock (ovvero B/B_{msy} : rapporto della biomassa osservata [B] e la biomassa che fornirebbe il Rendimento Massimo Sostenibile, MSY-maximum sustainable yield [B_{msy}]) e il loro livello di sfruttamento (F/F_{msy} : il livello di pressione relativa della pesca, misurata come mortalità da pesca [F] rispetto a quella associata al rendimento massimo sostenibile [F_{msy}]).

Sulla base di quanto previsto dal progetto si sono raccolte tutte le informazioni disponibili, in termini di cattura, riportati dal Data Collection Framework (DCF) dell'Unione Europea, e indici di biomassa, derivati dai *survey* scientifici MEDITS (Spedicato et al., 2019), riguardanti *Sardina* e *Sardinella* nelle GSA siciliane. Nella versione originale del progetto era prevista una raccolta diretta di informazioni sulle CPUE commerciali di sardina e alaccia nelle tre GSA siciliane utilizzando l'acquisizione di *logbook* e di campioni per un monitoraggio complessivo di circa 200 giornate di pesca di 8 imbarcazioni commerciali con licenza a circuizione e/o volante per ciascuna GSA (totale di 24 imbarcazioni). Considerato che, per ritardi burocratici e per le difficoltà di coinvolgere le imbarcazioni nel progetto, le attività di monitoraggio hanno riguardato soltanto i mesi di ottobre e parzialmente novembre, la valutazione dello stato di sfruttamento delle risorse si è basata sui dati ufficiali delle catture del DCF integrati con gli indici delle campagne di trawl surveys MEDITS.

I dati ottenuti sono stati impiegati per calcolare lo stato di sfruttamento per sardina, alaccia e acciuga mediante i modelli bayesiani CMSY/BSM che consentono di stimare le condizioni correnti di cattura rispetto a quelle ottimali in termini di MSY. È infatti opportuno ricordare che l'autorizzazione della pesca del novellame di sardina con sciabica o rete a circuizione senza chiusura da natante ha un percorso vincolato ad un insieme di deroghe agli art. 9 (distanza dalla costa), 13 (maglia minima al sacco) e 15 (taglia minima di cattura) del suddetto regolamento che necessitano la messa in opera di un Piano di gestione delle pesche speciali redatto ai sensi dell'art. 19 dello stesso regolamento ed approvato dall'Unione Europea.

Se si considerano le valutazioni internazionali condotte in ambito europeo (STECF) e mediterraneo (GFCM) la situazione degli stock di sardine risultano differenti nei diversi mari intorno alla Sicilia.

Nel caso della GSA 10 (Tirreno meridionale) lo stato di sfruttamento dello stock risulta incerto poiché le catture indicano un trend decrescente (Figura 3.1) mentre le biomasse in mare sembrano in aumento (Figura 3.2). Lo STECF, pertanto, ha concluso che lo stock non sembra essere in uno stato di sovra-sfruttamento.

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

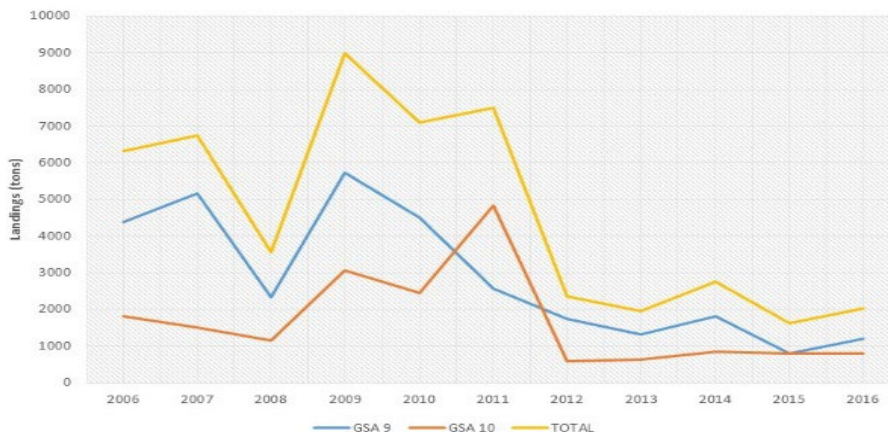


Figura 3.1 – Catture di sardina in tonnellate nel mar Tirreno/ mar Ligure (giallo). Sono distinte quelle del mar Ligure/mar Tirreno settentrionale (GSA 9; blu) da quelle del Tirreno meridionale (GSA 10; rosso) che include anche le acque della costa nord della Sicilia.

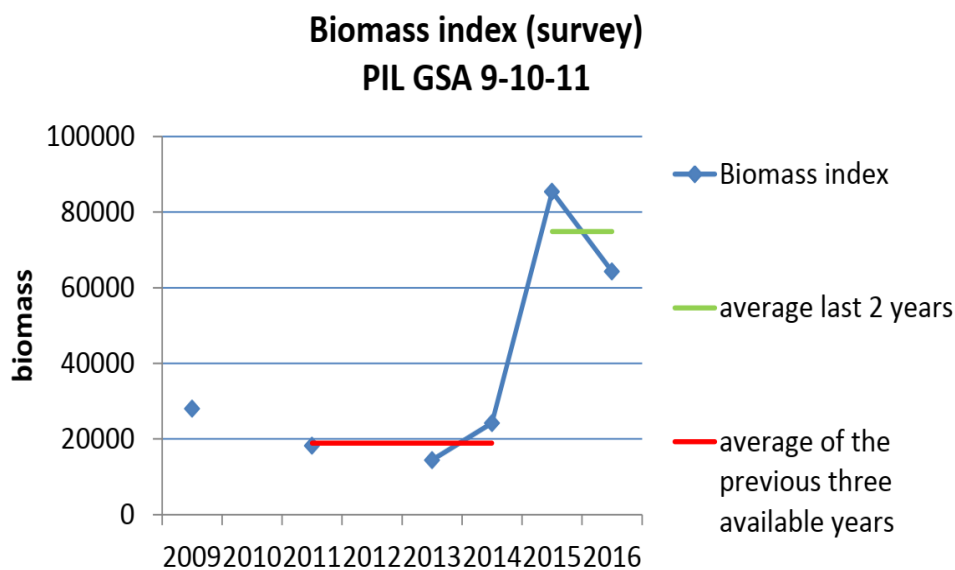


Figura 3.2 – Biomasse in mare di sardina in tonnellate nel mar Tirreno e mar Ligure (GSA 9, 10 e 11). Si passa da circa 20000 tonnellate nel periodo 2009-2016 a circa 70000 tonnellate tra il 2015-2016.

La situazione dello stock delle coste meridionali della Sicilia (GSA16) sulla base delle valutazioni ufficiali esistenti (GFCM) appare più critica.

Ad una diminuzione delle catture (Figura 3.3) corrisponde una diminuzione delle biomasse a mare sia dalle campagne di strascico sperimentale MEDITS (Figura 3.3) che dalle campagne acustiche MEDIAS (Figura 3.4). Sulla base di queste informazioni, le ultime valutazioni disponibili in sede GFCM hanno considerato lo stock di sardina nella GSA 16 in sovrasfruttamento e la raccomandazione gestionale è stata quella di diminuire lo sforzo di pesca.

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSA Siciliane”

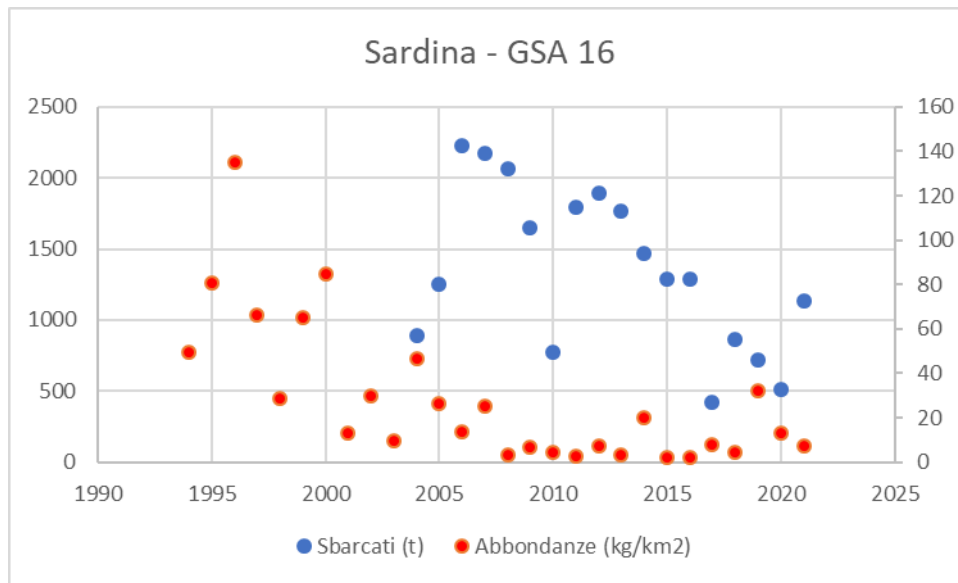


Figura 3.3 – Catture di sardina in kg (serie1; blu) ed indici di biomassa in mare delle campagne MEDITS (kg/km²; in rosso) lungo le coste meridionali della Sicilia (GSA 16).

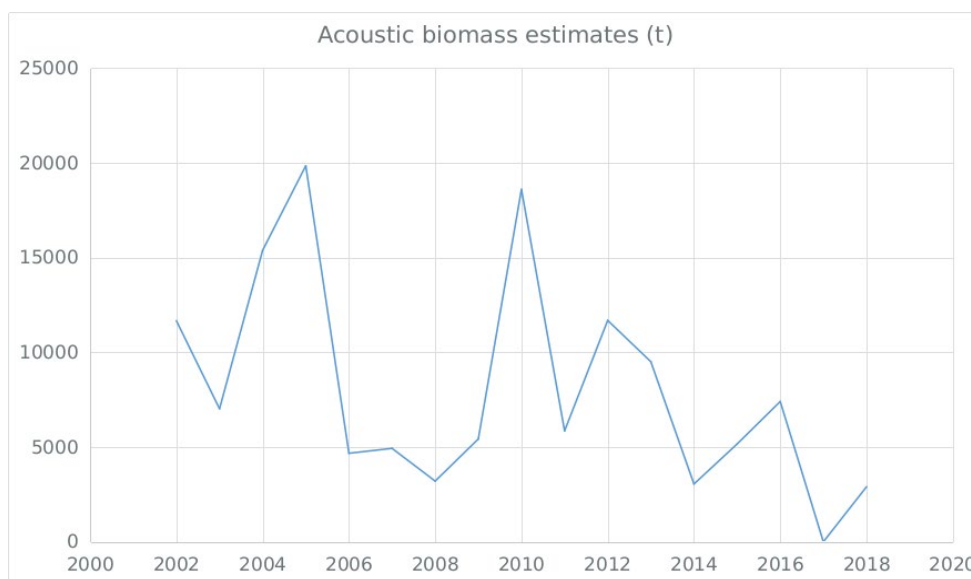


Figura 3.4 – Biomasse in mare di sardina in tonnellate lungo le coste meridionali della Sicilia (GSA 16). Si passa da valori intorno alle 15000 tonnellate nei primi anni 2000 a circa 2500 tonnellate tra il 2016 e il 2018.

Non sono infine disponibili valutazioni delle condizioni dello stock di sardine per il mar Ionio (GSA19).

Le valutazioni dello stato di sfruttamento della sardina, svolte nel corso di questo progetto mediante il modello di surplus di prodizione bayesiano CMSY/BSM (Froese et al., 2017), effettuate

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

sui dati ufficiali di cattura per GSA del DCF e del MEDITS aggiornati al 2021 e riportate nelle Figure 3.5 e 3.6, indicano che un progressivo miglioramento delle condizioni dello stock di sardina nella GSA 16.

In particolare, la Figura 3.5 mostra da un lato una riduzione delle catture (A) e dall'altro un aumento della biomassa in mare, rilevata dalle campagne sperimentali di pesca negli ultimi anni (D). Questo comporterebbe un rientro del tasso di sfruttamento entro condizioni di migliore sostenibilità (E).

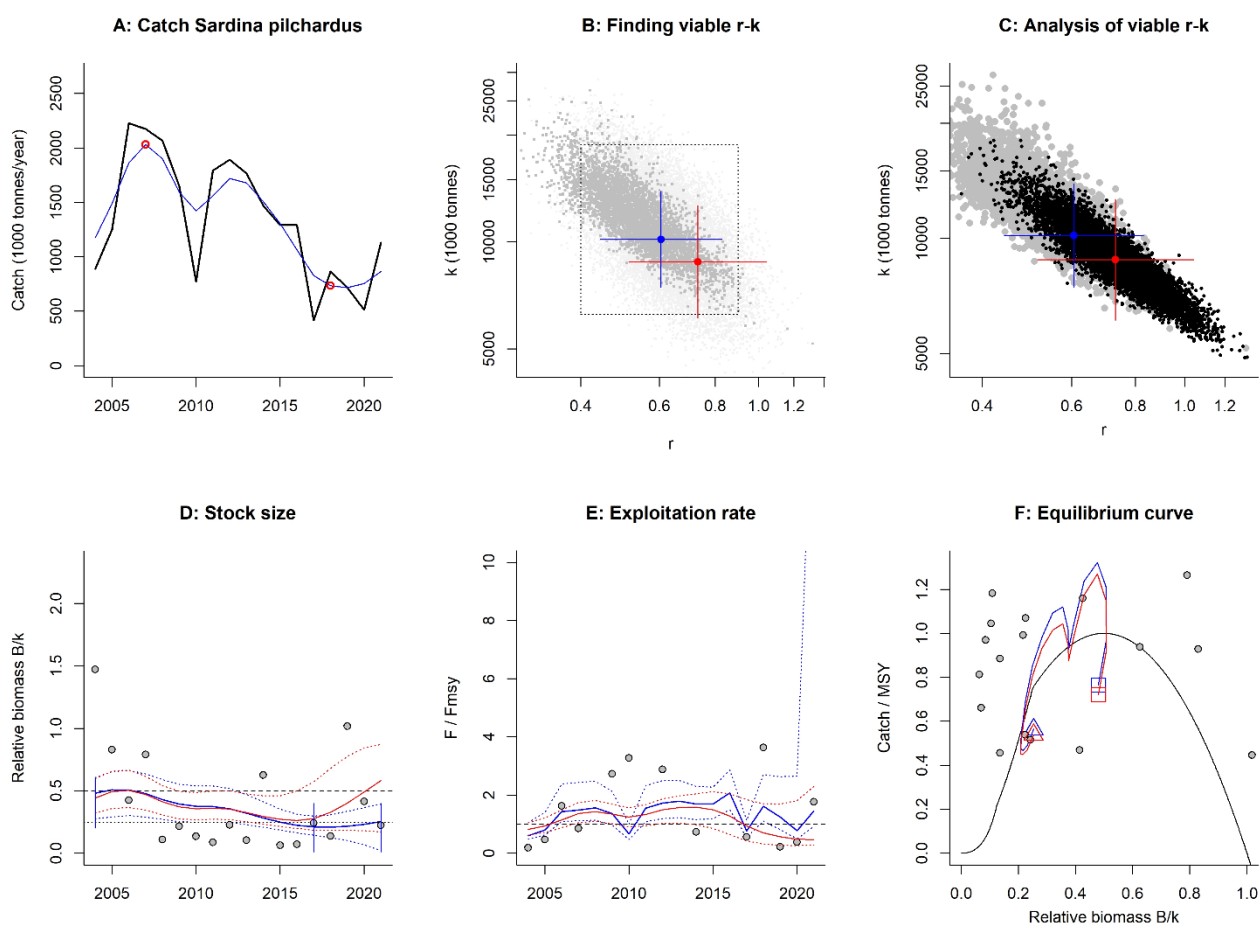


Figura 3.5 - Risultati grafici del CMSY (linee blu) e del BSM (linee rosse) di sardina nella GSA 16: (A) catture; (B e C) simulazioni Monte Carlo della migliore combinazione di r e k; (D) Dimensione dello stock (le linee tratteggiate indicano l'intervallo di confidenza); (E) tasso di sfruttamento (linee tratteggiate indicano l'intervallo di confidenza); (F) curva di equilibrio stimata attraverso il modello di Schaefer, dove i simboli quadrati e triangolari rappresentano le stime rispettivamente degli anni iniziali e finali.

Il progressivo miglioramento in termini di biomassa in mare ($B/BMSY$) e tasso di sfruttamento ($F/FMSY$) in relazione a quelli corrispondenti alla MSY è evidente in Figura 3.6. Si nota infatti lo spostamento degli indici da una situazione di scarsa abbondanza dello stock ma con basso sfruttamento della pesca (quadrante giallo) nel 2004-2005 ad una condizione di bassa abbondanza ed alto sfruttamento (quadrante rosso) dal 2006 al 2016 cui segue una fase di recupero dal 2017 al 2020 (quadrante giallo) fino ad arrivare ad una situazione di relativamente buono stato dello

stock nel 2021 (quadrante verde).

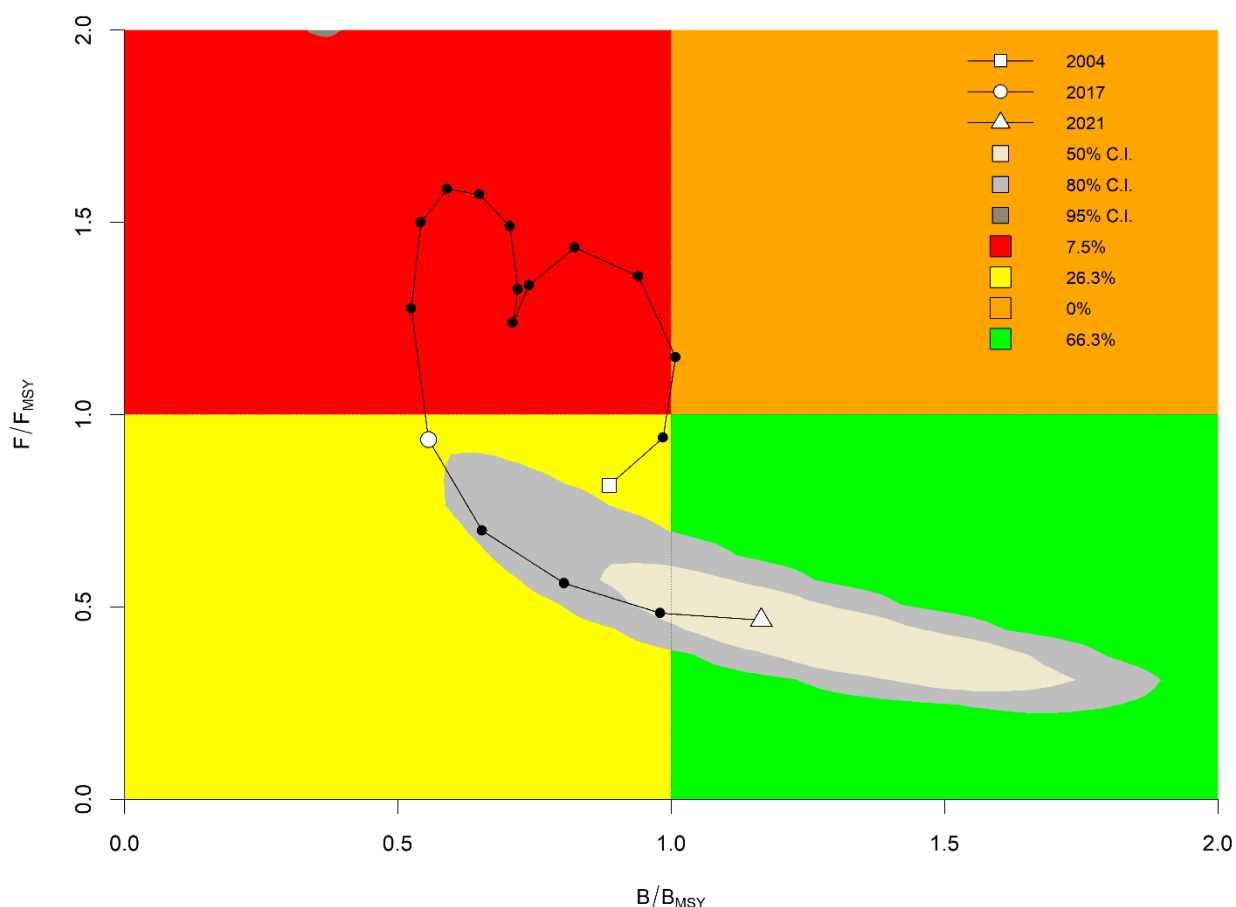


Figura 3.6 - Grafico di Kobe che mostra i rapporti B/B_{MSY} contro F/F_{MSY} stimati dal BSM della Sardinella nella GSA 16. Le aree ombreggiate indicano l'intervallo di confidenza al 50% (grigio chiaro), all'80% (grigio) e al 95% (grigio scuro) e i quadranti sono codificati a colori, ovvero verde (non sovrasfruttato, non in sovrasfruttamento), arancio (non sovrasfruttato, in sovrasfruttamento), quadrante rosso (sovrasfruttato e in sovrasfruttamento) o giallo (sovrasfruttato e non in sovrasfruttamento).

Va, tuttavia, notato che l'incertezza di questa valutazione è elevata, soprattutto in termini di biomassa in mare. In termini probabilistici, infatti, si registra una probabilità pari al 66.3% che lo stock si trovi in condizioni di equilibrio, una pari al 26.3% che si trovi in fase di recupero e, infine, una pari al 7.5% che si potrebbe essere sovrasfruttato ed in sovrasfruttamento.

Si è quindi proceduto a valutare lo stato dello stock mediante un altro modello di Surplus di Produzione basato esclusivamente su indici di abbondanza ricavati dalle campagne scientifiche MEDITS. Si tratta di AMSY (Froese et al., 2020) che consente di simulare l'andamento della biomassa dello stock a mare in funzione del tasso di cattura indicizzati alle condizioni ottimali (MSY). Sebbene AMSY sia meno affidabile per stabilire la situazione del tasso di cattura relativo (F_c/F_{MSY}), in quanto non include in input dati di produzione, risulta più accurato nella ricostruzione

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

della dinamica della biomassa relativa (B_c/B_{MSY}) dello stock a mare (ref.). Inoltre, considerato che la serie storica MEDITS include indici di abbondanza che vanno dal 1994 al 2021, la possibilità di effettuare l'analisi su una serie storica più lunga (AMSY: 28 anni; CMSY: 18 anni) migliora l'affidabilità dei risultati.

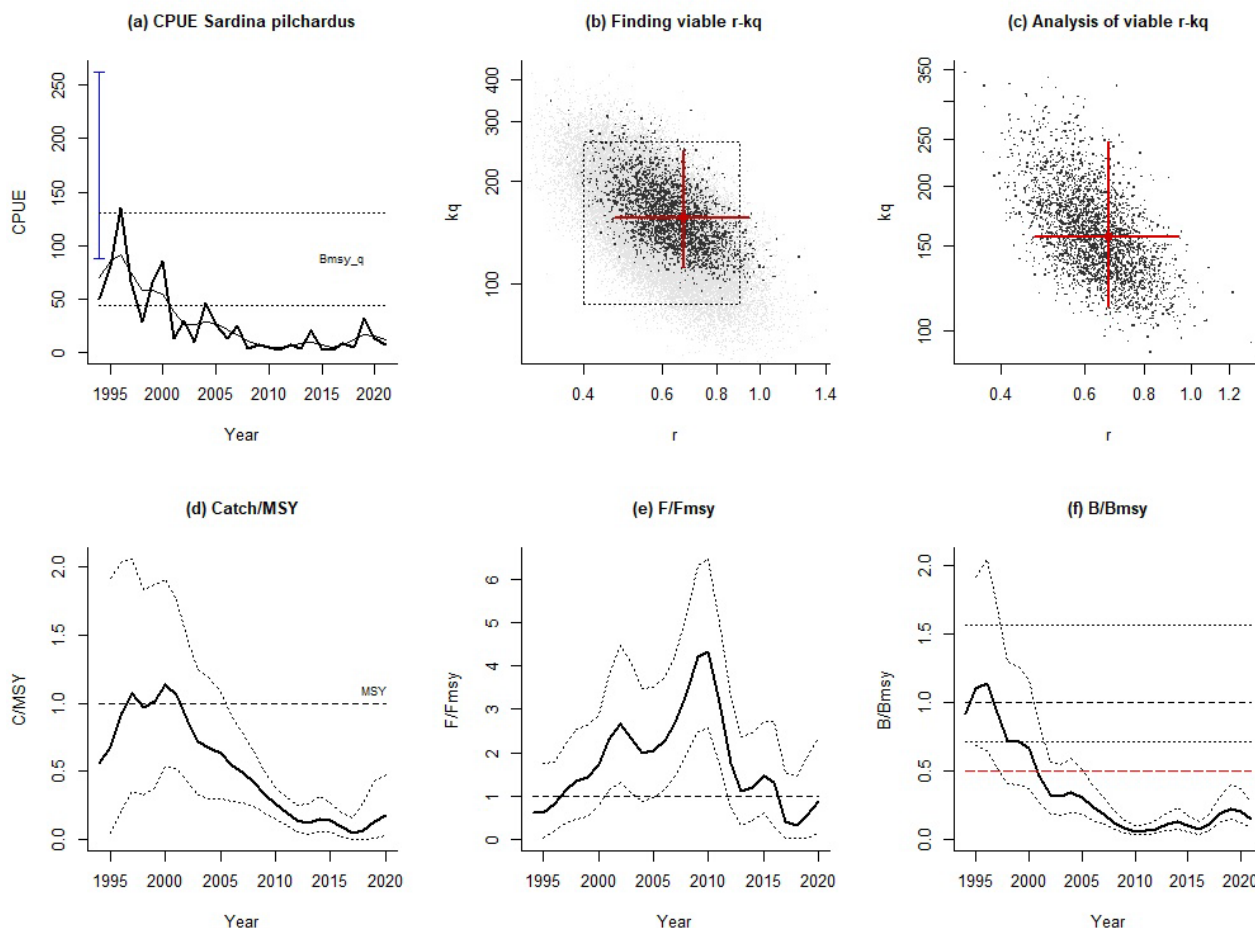


Figura 3.7 - Risultati grafici del modello AMSY di sardina nella GSA 16: (A) Indici di biomassa; (B e C) simulazioni Monte Carlo della migliore combinazione di r e k ; (D) Catture relative (indicano l'intervallo di confidenza); (E) tasso di sfruttamento relativo (linee tratteggiate indicano l'intervallo di confidenza); (F) biomassa relativa.

I risultati, riportati in Figura 3.7, mostrano una riduzione degli indici di biomassa in mare, rilevata dalle campagne sperimentali di pesca (a) e delle catture relative. Nonostante il tasso di sfruttamento sia da qualche anno al di sotto di quello corrispondente al MSY (e), la biomassa relativa in mare (f) rimane molto al di sotto di quella ottimale ($B_c/B_{MSY}=1$) di quella precauzionale ($B_c/B_{MSY}=0.5$).

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

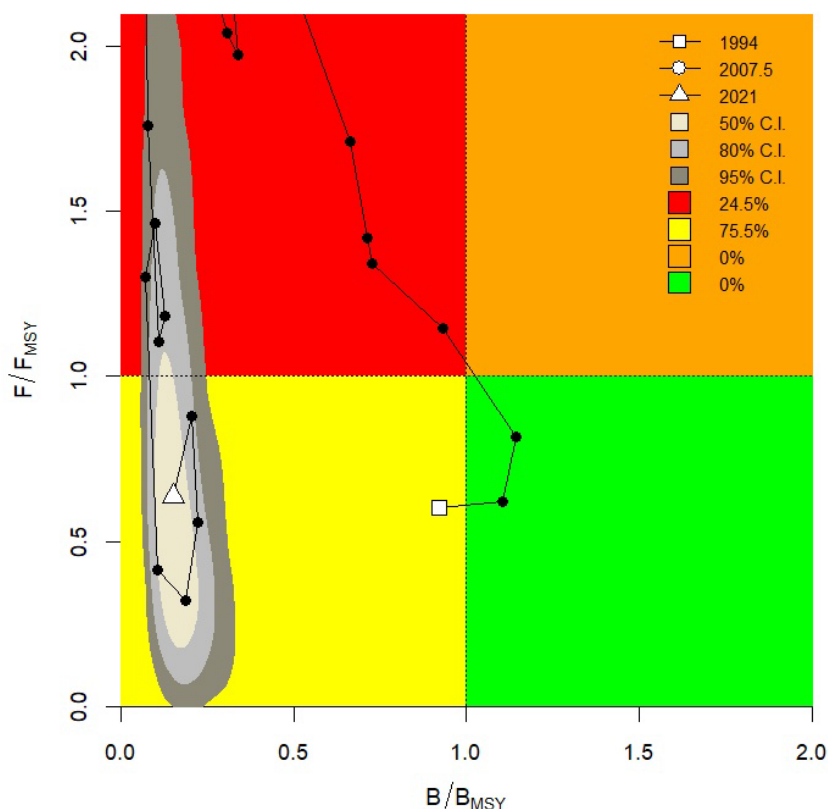


Figura 3.8 - Grafico di Kobe che mostra i rapporti B/B_{MSY} contro F/F_{MSY} stimati dal BSM di sardina nella GSA 16. Le aree ombreggiate indicano l'intervallo di confidenza al 50% (grigio chiaro), all'80% (grigio) e al 95% (grigio scuro) e i quadranti sono codificati a colori, ovvero verde (non sovrasfruttato, non in sovrasfruttamento), arancio (non sovrasfruttato, in sovrasfruttamento), quadrante rosso (sovrasfruttato e in sovrasfruttamento) o giallo (sovrasfruttato e non in sovrasfruttamento).

Il progressivo peggioramento in termini di biomassa in mare (B/B_{MSY}) e tasso di sfruttamento (F/F_{MSY}) in relazione a quelli corrispondenti alla MSY è evidente in Figura 3.1.8. Si nota infatti lo spostamento degli indici da una situazione di biomassa vicina alla MSY e basso sfruttamento della pesca (quadrante giallo e verde) nel 1994-1997 ad una condizione di bassa abbondanza ed alto sfruttamento (quadrante rosso) dal 1998 al 2017 cui segue una fase di sostanziale collasso sia della biomassa a mare che delle catture, tuttora in corso (quadrante giallo).

In termini probabilistici la probabilità che lo stock si trovi in condizioni di equilibrio è nulla, quella che si trovi in overfishing e overfished è pari al 24.5% e quella che sia collassato è pari al 75.5%. Sebbene l'incertezza sull'evoluzione delle catture sia molto elevata, quella associata alla biomassa a mare risulta molto contenuta.

Considerati i risultati delle valutazioni condotte, tenendo conto dell'incertezza e delle valutazioni pregresse svolte in ambito internazionale (FAO_GFCM) e riportate all'inizio di questo capitolo, non si ritiene che la proposta di un piano di pesca speciale che abbia come bersaglio il novellame di sardina nella GSA 16 all'Unione Europea possa avere buone probabilità di essere recepito con successo.

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSA Siciliane”

La carenza di serie storiche di dati affidabili di cattura e biomassa in mare di sardina nella GSA 10 e 19 e le difficoltà di ottenere dati di sbarcato e stime di biomassa in mare affidabili di alaccia, specie non bersaglio della flotta peschereccia siciliana, in tutte e tre le GSA esaminate, hanno impedito di elaborare ulteriori valutazioni sufficientemente accurate.

Task 3.2 - Caratterizzazione in composizione specifica e caratteristiche demografiche (taglia, sesso e stadio di maturità) delle catture commerciali (sbarcati e scarti) di sardina e alaccia delle flotte operanti nelle GSA siciliane

Di seguito si riportano i risultati delle ricerche atte al fine di migliorare le conoscenze scientifiche sulla biologia e l'ecologia delle fasi adulte di *Sardina pilchardus* e di *Sardinella aurita*. Il progetto esecutivo prevedeva una campagna di raccolta di campioni biologici per specie, provenienti da peschate commerciali di imbarcazioni con licenza a circuizione e da volante.



Figura 3.9 - Mappa della Sicilia con i confini delle tre GSA evidenziati dalle linee nere. Sono state inserite le 7 province in cui ricadono i porti in cui è stato effettuato il campionamento degli esemplari adulti delle due specie in esame.

Per fare ciò, il piano di campionamento prevedeva di coinvolgere motopesca, con licenza a circuizione e/o volante attiva e registrate in uno dei porti siciliani ricadenti nei territori delle GSA 10, 16 e 19 (Figura 3.9). Nello specifico, si prevedeva inizialmente di analizzare da uno a più campioni biologici al mese per le due specie, per 12 mesi, da un massimo di 9 imbarcazioni.

Il ritardo nell'avvio delle attività di campionamento ha richiesto una modifica del piano iniziale, concentrando le osservazioni nei mesi di ottobre e novembre 2023.

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSA Siciliane”

In totale sono state effettuate 15 osservazioni (Tabella 3.1) dal 04/10/2023 al 07/11/2023, in tutte e tre le GSA.

Tabella 3.1 - Riepilogo delle osservazioni e del numero di campioni prelevati allo sbarco nei porti ricadenti nelle GSA 10, 16 e 19.

Geographical sub-area	Numero osservazioni	Numero di campioni ottobre	Numero di campioni novembre
GSA10	4	1	3
GSA16	9	5	4
GSA19	2	0	2

Le giornate di osservazione hanno previsto il campionamento delle specie bersaglio (sardina e sardinella), la raccolta delle informazioni concernenti la giornata di pesca, il tipo di attrezzo utilizzato (Figura 3.10) e il relativo monitoraggio dei quantitativi pescati (Figura 3.11).

SCHEDA RILEVAZIONE						CIRCUZIONE	
GSA	NOME M/P	PORTO	DATA I. PESCA	DATA F. PESCA	MATRICOLA	SEGMENTO	COD. ATTR.
10	Nuoro San Silvestra	Palermo	03/10/2023	06/10/2023	03PA00620	VL 24-40	PS -
LUNGHEZZA RETE (m)	ALTEZZA RETE (m)	LARGHEZZA MAGLIA (mm)	N. MAGLIE/BRACCIA	USO LAMPADA		SPECIE TARGET	SCARTO TOT. (Kg)
380	160	22		<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	SARDA	
ZONA DI PESCA 1		LATITUDINE	LONGITUDINE		N. PESCATE	MEDIA MINUTI PESCA	N. BARCHE IN PESCA
CAPO RAMA		38°-08'-66.2"	13°-08'-79.1"		2	30	1
ZONA DI PESCA 2		LATITUDINE	LONGITUDINE		N. PESCATE	MEDIA MINUTI PESCA	N. BARCHE IN PESCA

Figura 3.10 - Esempio di una scheda di rilevazione compilata durante una battuta di pesca effettuata per il progetto SevenS da cui si evincono le informazioni concernenti la battuta di pesca, quali le caratteristiche dell'imbarcazione, dell'attrezzo e la zona di pesca.

Report scientifico finale del progetto *Sevens* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

TIPOLOGIA DI CASSETTA:	Ficlistinolo								
	Cattura		Campioni CNR		ALTRA CATTURA	Cattura		Campioni CNR	
	1° Cat.	2° Cat.	1° Cat.	2° Cat.		1° Cat.	2° Cat.	1° Cat.	2° Cat.
ACCIUGA/ALICE (<i>Engraulisencrasicolus</i>)	kg 20				Aguglia (<i>Belonebelone</i>)				
ALACCIA (<i>Sardinella aurita</i>)					Aringa (<i>Clupea harengus</i>)				
BOGA (<i>Boopsboops</i>)					Lampuga/Corifea (<i>Coryphaenahippurus</i>)				
SARDINA (<i>Sardina pilchardus</i>)	kg 350			kg 3	Menola (<i>Spicaramaena</i>)				
SGOMBRO (<i>Scomberspp</i>)					Pesce spada (<i>Xiphiasgladius</i>)				
SUGARELLO (<i>Trachuruspp</i>)					Ricciola (<i>Seriola dumerilii</i>)				
					Spratto (<i>Sprattussprattus</i>)				
					Tonno (<i>Thunnusspp</i>)				
					Altro...				
					...				

Figura 3.11 - Esempio di scheda di rilevazione dello sbarcato di una M/P a circuizione con informazioni sulle specie catturate durante la giornata di pesca e le relative quantità prelevate come campioni per le analisi in laboratorio.

Per ogni osservazione il protocollo prevedeva la possibilità di incontrare due differenti tipi di casi, a seconda delle abitudini dei pescatori e della variabilità della cattura giornaliera:

Caso 1 - i pescatori del M/P scelto per il campionamento suddividono la cattura commerciale in cassette monospecifiche di sardine e sardinelle.

Caso 2 - i pescatori del M/P scelto per il campionamento preparano cassette miste di sardina e sardinella.

In tutto sono stati ottenuti 15 campioni, provenienti dai porti di: Catania, Milazzo, Palermo, Portopalo di Capopassero (SR), Sciacca (AG), Scoglitti (RG) e Trapani. In particolare, come si può vedere in tabella 2, sono state coinvolte 8 imbarcazioni: 2 operanti nella GSA10, 5 nella GSA16 e solo 1 nella GSA19. La grande differenza nel numero di imbarcazioni operanti per il progetto nelle tre GSA purtroppo è dipeso dall'impossibilità, in molti porti, nel trovare M/P interessate a collaborare al progetto e disposte a fornire sia le informazioni relative alle giornate di pesca (come i dati di sbarcato o le zone di pesca) che campioni.

Per quanto riguarda le specie, le catture sono state composte quasi esclusivamente da *Sardina pilchardus* (caso 1). In nessuna delle giornate osservate è stata sbarcata la specie *Sardinella aurita*, mentre un solo campione contenente catture miste di sardina e acciuga (caso 2) è stato sbarcato nel porto di Sciacca (Figura 3.12). Sono stati catturati individui appartenenti anche alle seguenti specie: *Trachurus spp.*, *Scomber spp.* e *Boops boop*.

Tuttavia, le catture di queste specie sono avvenute in un numero limitato di pescate e con quantità molto basse rispetto a quelle di piccoli pelagici, dimostrando che il cianciolo, soprattutto se utilizzato di notte e con l'ausilio delle lampade quali attrattori, presenta un'elevata selettività.

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSA Siciliane”

Tabella 3.2 - Elenco delle osservazioni effettuate nei mesi di ottobre e novembre nelle diverse GSA. Vengono riportati nome e matricola dell'imbarcazione che ha fornito il campione, porto di origine del battello e data di svolgimento della pesca.

GSA	Nome M/P	Matricola	Segmento	Porto	Data Inizio	Data Fine	Lunghezza rete	Altezza rete	Larghezza maglia	Uso lampa	Zona di Pesca	Latitudine	Longitudine	N° pescate	Media Minuti pesca
10	NUOVO SAN SILVESTRO	03PA00620	VL2440	PALERMO	07/11/23	08/11/23	380	160	22	SI	ARENELLA	38°09'191"	13°22'747"	4	30
10	NUOVO SAN SILVESTRO	03PA00620	VL2440	PALERMO	03/10/23	04/10/23	380	160	22	SI	CAPO RAMA	38°08'842"	13°08'791"	2	30
10	ANDREA ACCETTA	00MZ0172	VL1215	MILAZZO	07/11/23	08/11/23	360	140	22	SI	PUNTA CRUCCO	38°15'739"	15°14'731"	2	30
10	ANDREA ACCETTA	00MZ0172	VL1215	MILAZZO	01/10/23	02/10/23	360	140	22	SI	PUNTA DEL TONO	38°15'157"	15°14'075"	2	30
16	MAMMA CATERINA	03TP00735	VL1824	SCIACCA	20/10/23	20/10/23	380	160	22	NO		37°29'280"	13°07'280"	1	30
16	SANSONE I	00TP2136	VL1824	SCIACCA	12/10/23	12/10/23	360	160	20	SI		37°29'931"	12°58'840"	2	30
16	SANTA PROVVIDENZA	01PA01086	VL1215	SCOGLIATI	06/11/23	06/11/23	340	140	20	SI		36°39'947"	15°02'881"	1	30
16	SANTA PROVVIDENZA	01PA01086	VL1215	SCOGLIATI	12/10/23	12/10/23	340	140	22	SI		36°39'947"	15°02'881"	1	30
16	GIUSEPPE DI MERCURIO	03SR00764	VL1824	PORTOPALO DI CAPOPASSERO	02/11/23	03/11/23	380	160	22	SI		38°40'048"	15°00'226"	2	30
16	GIUSEPPE DI MERCURIO	03SR00764	VL1824	PORTOPALO DI CAPOPASSERO	19/10/23	20/10/23	380	160	22	SI		36°36'806"	15°02'846"	3	30
16	SANSONE I	00TP2136	VL1824	TRAPANI	01/11/23	02/11/23	360	160	22	SI	SECCA DEL TORO			1	30
16	SANSONE I	00TP2136	VL1824	TRAPANI	04/10/23	05/10/23	360	160	22	SI	SECCA DEL TORO			1	30
16	S.ANTONIO	00TP1956		TRAPANI	07/11/23	08/11/23	360	160	22	SI	FORMICA			2	30
19	DANELE	00CT02801	VL1518	CATANIA	06/11/23	07/11/23	380	160	22	SI	BATTERIA	37°30'621"	15°06'384"	1	30
19	DANELE	00CT02801	VL1518	CATANIA	01/10/23	02/10/23	380	160	22	SI	BATTERIA	37°30'644"	15°06'396"	2	30

Come da protocollo, i campioni sono stati conservati in contenitori separati, imbustati, etichettati e consegnati al personale IRBIM-CNR. Tutti i campioni, dopo il prelievo allo sbarco, sono stati trasferiti nelle celle frigorifere dell'IRBIM-CNR di Mazara del Vallo, dove il personale dei tecnici e ricercatori si sono occupati del loro processamento.

Il trattamento del materiale biologico è stato effettuato in accordo con quanto riportato nelle “Linee guida per la raccolta dei dati biologici sullo stato delle risorse da pesca” (SIBM, 2010).

Per l'identificazione delle specie sono stati usati i seguenti manuali:

- Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche (Fisher et al., 1987).
- Poissons de l'Atlantique du nord-est et de la Méditerranée (Whitehead et al., 1984, 1986).

I campioni di esemplari raccolti sono stati portati in laboratorio per il rilievo dei parametri morfologici e biologici. Per i pesci è stata rilevata la lunghezza totale (LT) al mezzo cm inferiore. Il peso individuale è stato rilevato al grammo utilizzando una bilancia elettronica. Quando rilevato, il sesso è stato identificato macroscopicamente ed espresso come Femmina, Maschio o Indeterminabile. La condizione di maturità sessuale delle specie bersaglio è stata valutata mediante l'esame macroscopico delle gonadi e la loro classificazione secondo le scale empiriche riportate nelle Linee Guida SIBM. In Figura 3.12 viene mostrato l'istogramma relativo alla composizione in percentuale delle specie catturate dalle M/P che hanno effettuato le pesche nelle tre GSA e poi fornito i campioni di adulti per le successive attività di laboratorio. Come si evince dalla figura, durante tutte le uscite è stata catturata la specie *Sardina pilchardus*, solamente durante la giornata di pesca del 02/11/2023 la “Sansone I” ha catturato anche *Engraulis encrasicolus*. In nessuna delle 15 giornate di pesca è stata pescata la specie *Sardinella aurita*.

Report scientifico finale del progetto *Sevens* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSA Siciliane”

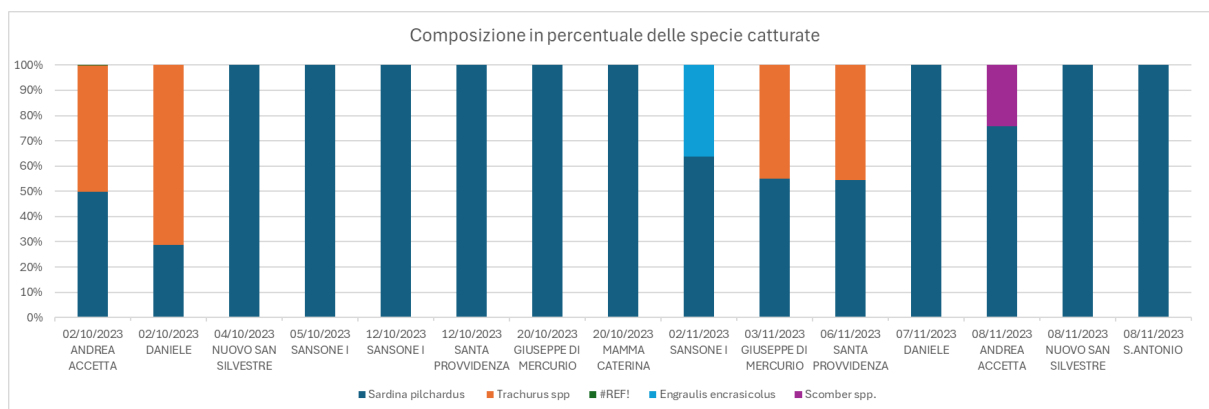


Figura 3.12 -- Istogramma relativo alla composizione tassonomica a livello specifico di ogni campione catturato.

Nonostante il numero di campioni sia molto inferiore rispetto alle quantità preventivate nel progetto e ricopra esclusivamente i mesi di ottobre e novembre 2023, è stata indagata la struttura in classi di taglia di *Sardina pilchardus*, la specie maggiormente presente nelle catture. Come si può vedere in Figura 3.13, la sardina mostra una distribuzione quasi bi-modale, con le due mode collocate attorno ai 12 e 14 cm di lunghezza totale.

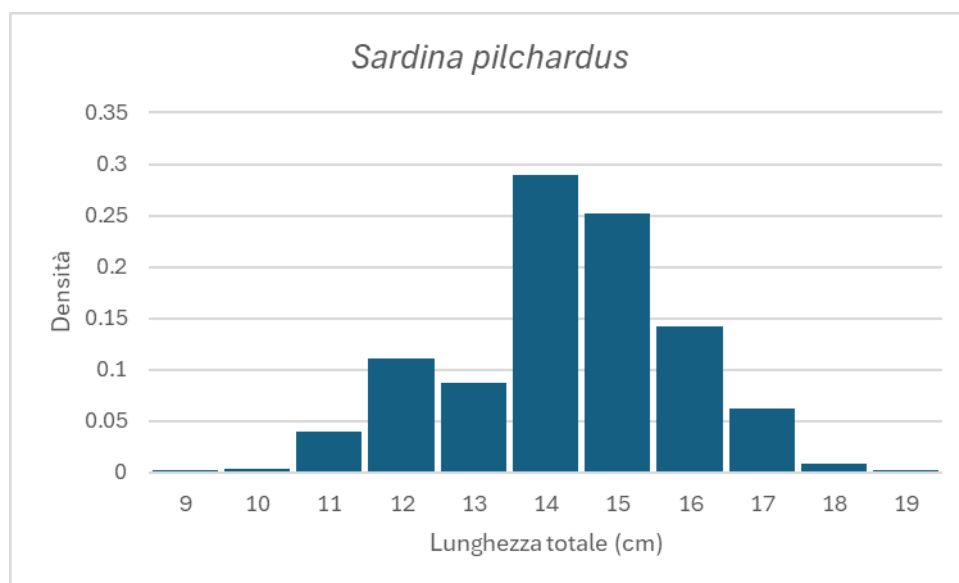


Figura 3.13 – Struttura in classi di taglia sul totale degli individui catturati nelle GSA 10, 16 e 19, nei mesi di ottobre e novembre 2023.

L’indagine delle distribuzioni di frequenza delle lunghezze in riferimento al mese di campionamento non hanno mostrato differenze significative per le singole GSA (Fig. 3.14).

Tuttavia, se si concentra l’attenzione sul confronto tra le diverse GSA, emergono delle lievi differenze nelle strutture. È evidente che gli individui campionati nella GSA10 presentano una distribuzione unimodale, con un valore della moda intorno ai 14 cm a ottobre e ai 15 cm a

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSA Siciliane”

novembre. Nella GSA 16 gli individui hanno una distribuzione quasi bi-modale, con una moda a 12 e ai 14 cm per entrambe i mesi di campionamento. La distribuzione delle strutture di taglia dalla GSA 19 è caratterizzata da individui di taglie maggiori (tra i 14 ed i 18 cm di LT), ma l'esigua quantità di individui provenienti esclusivamente da due campioni, non permette di analizzare in maniera esaustiva lo stock locale.

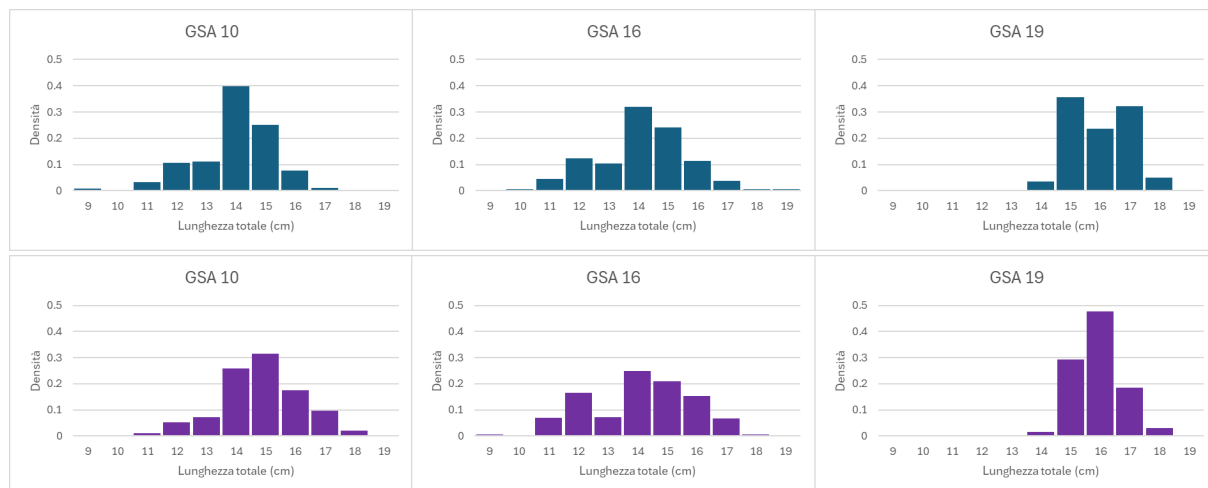


Figura 3.14 - Struttura in classi di taglia degli individui di *Sardina pilchardus* catturati nelle GSA 10, 16 e 19. Gli istogrammi in blu sono relativi ai campioni prelevati nel mese di ottobre, quelli in viola si riferiscono agli esemplari di novembre.

L'analisi macroscopica delle gonadi ha evidenziato la presenza di individui adulti già sessualmente definiti, con appena 2% degli esemplari immaturi.

La sex ratio è di 0,542 ($SR=F/(F+M)$).

In Figura 3.15 si può vedere che la maggioranza degli esemplari si trovavano in uno stadio di successivo alla deposizione (Spent=41%). Una percentuale alta di individui era rappresentata da esemplari in quasi maturi (Maturing=23%) e in fase di deposizione (Spawner=21%).

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSA Siciliane”

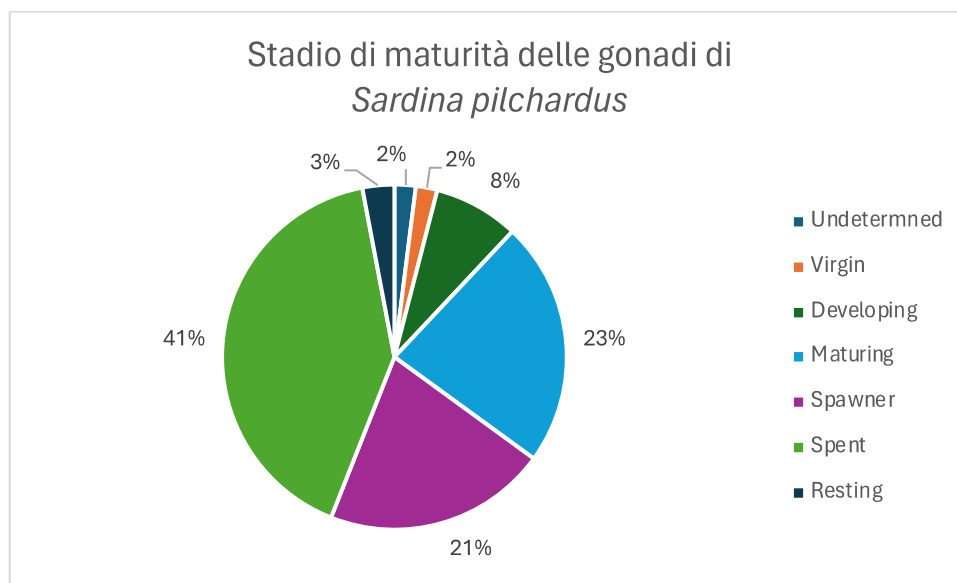


Figura 3.15 - Grafico a torta in cui vengono mostrati gli stadi di maturità delle gonadi degli esemplari di *Sardina pilchardus* campionati nelle GSA 10, 16 e 19. In legenda sono indicati i diversi stadi di maturità indicati in torta in valore percentuale.

Questi risultati sono in linea con ciò che è noto per la letteratura per la specie e l’area in esame. Così com’è noto dalla letteratura, infatti, la riproduzione di *Sardina pilchardus* avviene prevalentemente in inverno.

La sardina, come la maggior parte dei clupeidi, è un batch-spawner, in quanto le femmine emettono gruppi di uova in modo asincrono, con diverse ovulazioni durante la stagione riproduttiva (Ganias *et al.*, 2001, 2004).

La specie raggiunge la maturità sessuale entro il primo anno di età, in un intervallo di taglia compreso fra 7 e 12 cm di LT ($L_{50} = 8$ cm).

Nello Stretto di Sicilia la taglia di prima maturità sessuale (L_{50}) è 12,4 cm di LT nelle femmine e 11,9 cm di LT nei maschi (Gancitano *et al.*, 2010). In Mediterraneo è di 12.5 cm di LT (Gaamour *et al.*, 2004).

La riproduzione avviene prevalentemente in inverno. Nello Stretto di Sicilia il periodo riproduttivo è più breve, compreso tra ottobre e marzo (Gancitano *et al.*, 2010).

In Tabella 3 sono riportati i principali parametri di biologia riproduttiva in due delle GSA investigate presi da letteratura ed elaborati sui dati SevenS. I valori di L_{50} calcolati sui dati provenienti dal progetto SevenS sono più bassi rispetto a quelli presenti in letteratura per la stessa area ma assolutamente in linea con quelli noti per la specie.

Tabella 3.3 - Periodo riproduttivo e taglia di prima maturità sessuale di *Sardina pilchardus*.

GSA/Area	Periodo di riproduzione	Sesso	L_{50} (TL, cm)	Reference
G S A 10	Ottobre - Maggio	-	-	Bitetto <i>et al.</i> , 2010

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

Mar Tirreno Meridionale				
GSA 16	Ottobre - Maggio	F	12.40	Gancitano <i>et al.</i> , 2010
Sud della Sicilia		M	11.89	
GSA 10, 16,19	--	F	11.01	SevenS Project
		M	10.25	

Task 3.3 - Definizione rapporti ponderali di *Sardina* e *Sardinella* nelle catture commerciali di piccoli pelagici

Gli sbarcati commerciali di *Sardina* e *Alaccia* vengono rilevati nell’ambito del Programma Nazionale Raccolta Dati Alieutici. L’obiettivo del Task 3.3 è quello di definire i rapporti ponderali come indici di correzione da applicare ai dati ufficiali di sbarcati commerciali di *Sardina* e *Alaccia* nelle 3 GSAs siciliane 10, 16 e 19 in modo da ottenere nuove valutazioni dello stato di benessere dello stock applicando modelli di produzione globale alla serie storica ricostruita. Durante l’attività progettuale sono state eseguite 15 giornate di osservazioni nei mesi di ottobre e novembre, durante le quali non è stata sbarcata la specie *Sardinella aurita*. Pertanto, i dati utilizzati per il calcolo dei rapporti ponderali provengono dalle catture commerciali del modulo CAMPBIOL nell’ambito della Data Collection Framework (DCF) dell’Unione Europea nella GSA 10 e 16. Relativamente alle attività di campionamento ed analisi dei dati, sono state concluse tutte le rilevazioni biometriche, biologiche e le analisi sui dati di cattura provenienti dai porti in cui è stato effettuato il monitoraggio delle due specie oggetto di studio (Fig. 3.16). I campioni biologici ed i relativi dati di cattura di *S. pilchardus* sono stati rilevati mediante 4 osservazioni nella GSA 10 (cattura totale ~ 1.6 tonnellate), 9 osservazioni nei porti ricadenti nella GSA16 (cattura totale ~ 2 tonnellate) e 2 osservazioni nei porti afferenti alla GSA 19 (cattura totale ~ 0.4 tonnellate). I campioni biologici acquisiti nei diversi porti sono stati esaminati presso i laboratori del CNR – IRBIM SS di Mazara del Vallo. Per ogni individuo sono stati registrati la lunghezza totale (LT, cm), il peso totale (g), il sesso e lo stadio di maturità, quest’ultimo identificato impiegando la scala di maturità macroscopica per i teleostei presente nel MEDITS Handbook (Anon., 2017 version_9). In tabella 3.4 e 3.5 sono riportati i rapporti ponderali calcolati tenendo conto dei dati di sbarcato commerciale ufficiali e rilevati dal modulo Campbiol per il periodo 2017 - 2022 per le sole GSA 10 e 16 in cui i dati erano disponibili.

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”



Figura 3.16 – Sub aree geografiche della Sicilia (Geographical subareas GFCM, Decision GFCM/33/2009/2).

Tabella 3.4 – Rapporti ponderali stimati dagli sbarcati della DCF e rilevati nel modulo Campbiol nella GSA10.

Anno	Rapporti Ponderali in % da Sbarcati ufficiali (DCF) nella GSA10		Rapporti Ponderali in % da Sbarcati rilevati nella GSA 10	
	<i>S. pilchardus</i>	<i>S. aurita</i>	<i>S. pilchardus</i>	<i>S. aurita</i>
2004	96	4		
2005	98	2		
2006	92	8		
2007	89	11		
2008	92	8		
2009	91	9		
2010	79	21		
2011	81	19		
2012	55	45		
2013	69	31		
2014	76	24		
2015	81	19		
2016	60	40		
2017	46	54	41	59
2018	42	58	0	100
2019	54	46	0	100
2020	41	59	100	0
2021	40	60	88	12
2022	49	51	100	0

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSA Siciliane”

Tabella 3.5 – Rapporti ponderali stimati dagli sbarcati della DCF e rilevati nel modulo Campbiol nella GSA16.

Anno	Rapporti Ponderali in % da Sbarcati ufficiali (DCF) nella GSA16		Rapporti Ponderali in % da Sbarcati rilevati GSA 16	
	<i>S. pilchardus</i>	<i>S. aurita</i>	<i>S. pilchardus</i>	<i>S. aurita</i>
2004	93	7		
2005	89	11		
2006	91	9		
2007	74	26		
2008	81	19		
2009	94	6		
2010	94	6		
2011	98	2		
2012	93	7		
2013	98	2		
2014	97	3		
2015	95	5		
2016	93	7		
2017	66	34	99.7	0.3
2018	80	20	78	22
2019	83	17	99.5	0.5
2020	90	10	100	0
2021	93	7	100	0
2022	97	3	100	0

Gli andamenti dei trend degli sbarcati commerciali ufficiali di *S. pilchardus* e *S. aurita* nella GSA 10 e i valori stimati ottenuti con l’applicazione dei rapporti ponderali sono riportati in Fig. 3.17. Nel caso di *S. pilchardus* è possibile osservare un picco nella produzione ufficiale nel 2009 (3028 t) a cui fa seguito una diminuzione fino al 2013 (546 t), piccoli segnali di ripresa si osservano tra il 2014 e il 2017 (Fig. 3.17 sinistra) a cui seguono valori in netta diminuzione fino al 2022 (104.5 t). L’indice di correzione applicato esclusivamente negli anni 2017 e 2021 al totale degli sbarcati ufficiali di *S. pilchardus* e *S. aurita*, ha fornito valori più bassi nel 2017 per *S. pilchardus* rispetto ai valori ufficiali, situazione opposta è stata osservata nel 2021 (Fig. 3.17 sinistra). Nel caso di *S. aurita* (Fig. 3.17 destra) i trend degli sbarcati commerciali ufficiali mostrano un andamento oscillante lungo tutta la serie storica, con un primo picco di produzione nel 2007 (172 t), un secondo nel 2010 (oltre 600 t), uno nel 2012 (450 t) ed il valore maggiore di tutta la serie storica nel 2017 (1207.7 t). A partire dal 2018 fino al 2022 la risorsa mostra una situazione di declino della produzione nell’area. L’indice di correzione applicato esclusivamente negli anni 2017 e 2021, ha stimato valori più alti nel 2017 di *S. aurita* rispetto ai valori ufficiali, al contrario nel 2021 (Fig. 3.17 destra). In Figura 3.18 sono mostrati

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

gli andamenti degli indici di biomassa delle campagne MEDITS (DCF) nella GSA10 dal 2017 al 2021 che verosimilmente in entrambe le specie mostrano un andamento unimodale con un picco nel 2020 (68.0 e 24.3 Kg/Km²).

Gli andamenti dei trend degli sbarcati commerciali ufficiali di *S. pilchardus* e *S. aurita* e i valori stimati ottenuti con l'applicazione dei rapporti ponderali nella GSA 16 sono riportati in Figura 3.19. Sulla base dei valori ufficiali, nel caso di *S. pilchardus* si osserva una maggiore produzione di questa specie nel primo periodo della serie storica (2004 -2008) a cui seguono fasi di decremento con un minimo registrato nel 2010 (584 t). Nel periodo compreso tra il 2011 e il 2014 la produzione oscilla in media attorno alle 1200 t per poi subire un'ulteriore diminuzione con il minimo assoluto dei valori registrati nel 2022 (168.7 t). L'indice di correzione è stato applicato per gli anni 2017, 2018 e 2019 ed i risultati mostrano valori più alti di sbarcato nel 2017 e nel 2019 (Fig. 3.19 sinistra) e più bassi nel 2018 rispetto agli sbarcati ufficiali. Nel caso di *S. aurita* nella GSA 16, l'andamento dei trend degli sbarcati commerciali ufficiali (Fig. 3.19 destra) mostra un aumento della produzione all'inizio della serie storica con un picco nel 2007 (535 t) a cui segue una fase di diminuzione fino al 2011, a seguire lungo la serie storica si osservano fasi oscillanti con piccoli segnali di ripresa nel 2012 (77.2 t), nel 2017 (112.3 t) e nel 2021 (53.6 t). L'indice di correzione per questa specie applicato agli sbarcati ufficiali nel 2017, 2018 e 2019 ha permesso di stimare valori più bassi nel 2017 e nel 2019 (Fig. 3.19 destra) e più alti nel 2018. Gli andamenti degli indici di biomassa provenienti dal survey Medits nella GSA 16 (Fig. 3.20) mostrano in entrambe le specie valori oscillanti con valori in decremento negli ultimi anni.

I grafici degli andamenti dei trend degli sbarcati commerciali ufficiali di *S. pilchardus* e *S. aurita* nella GSA 19 sono riportati in Figura 3.21. Nel caso degli sbarcati commerciali ufficiali di *S. pilchardus* (Fig. 3.21 sinistra) si osserva una fase di decremento nella produzione già a partire dal 2007 (472.4 t), tuttavia, lungo la serie storica piccoli segnali di ripresa nei valori di sbarcati commerciali nell'area si osservano nel 2012 (234,6 t), nel 2016 (478.5 t), 2018 (227.1 t) e nel 2022 (246.2 t). Per *S. aurita* (Fig. 3.21 destra) gli andamenti dei trend degli sbarcati commerciali ufficiali dal 2015 al 2022 mostrano un picco nel 2018 (129 t) a cui seguono valori in diminuzione. Per il settore siciliano della GSA 19 non sono disponibili dati di campagne scientifiche e di monitoraggio biologico delle catture commerciali che consentono l'analisi dei rapporti ponderali nella produzione delle due specie di piccoli pelagici.

In conclusione, risulta auspicabile, al fine di stimare nel tempo i rapporti ponderali come indici di correzione da applicare ai dati ufficiali di sbarcato commerciali di *Sardina* e *Alaccia*, monitorare in maniera continua puntuale le catture nelle 3 GSAs siciliane, in modo da ottenere stime maggiormente affidabili delle catture e degli sbarcati delle due specie necessari alla valutazione del loro stato di sfruttamento come prerequisito all'adozione di un piano di gestione della pesca del loro novellame.

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

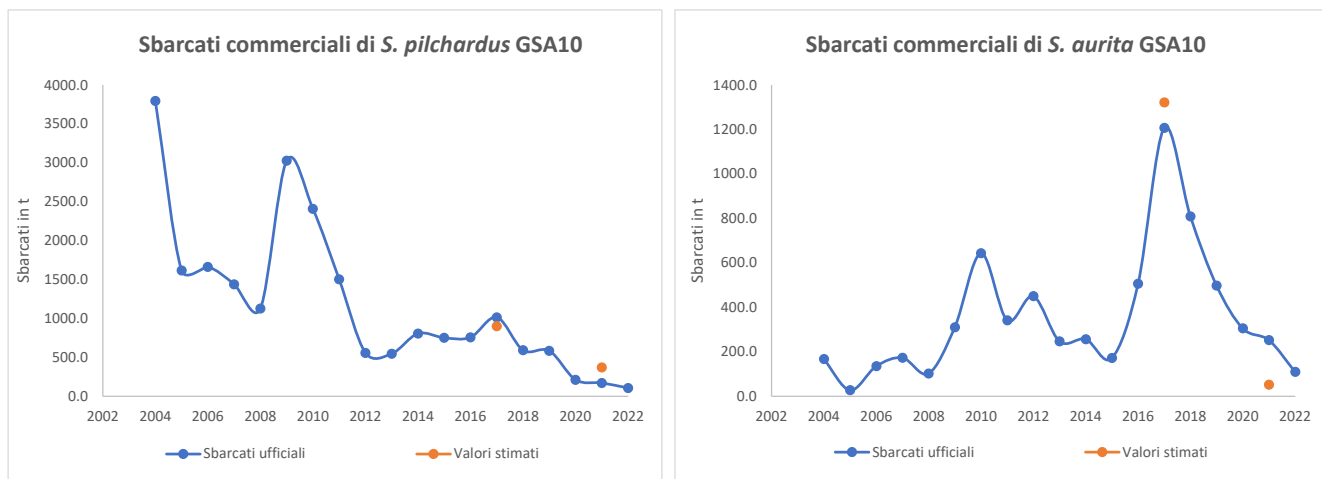


Figura 3.17 – Andamento degli sbarcati commerciali ufficiali (blu) e stimati mediante i rapporti ponderali (arancione) di *S. pilchardus* (sinistra) e *S. aurita* (destra) nella GSA10.

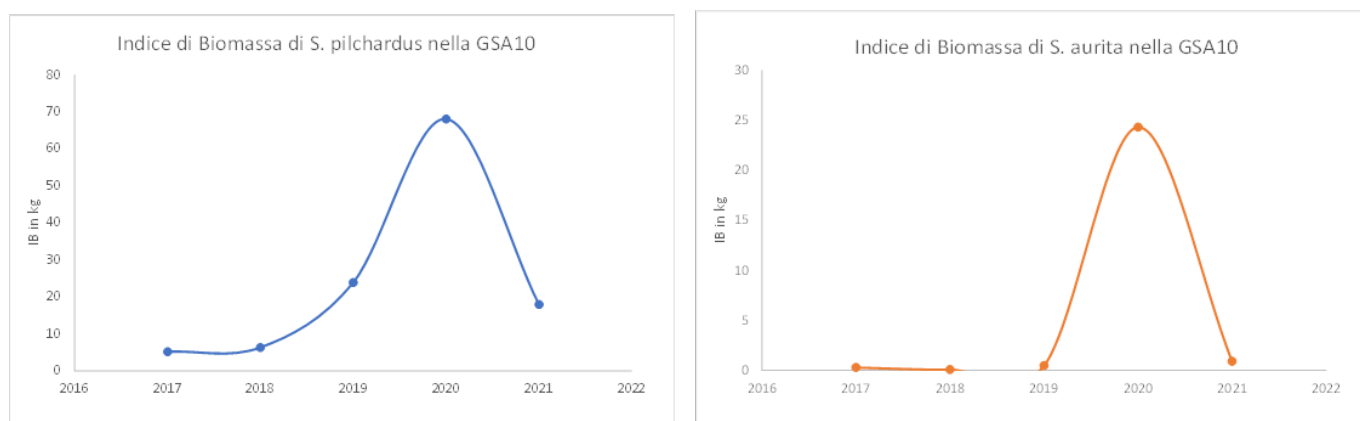


Figura 3.18 – Andamento degli indici di biomassa (IB) Medits 2017 – 2021 di *S. pilchardus* (sinistra) e *S. aurita* (destra) nella GSA10.

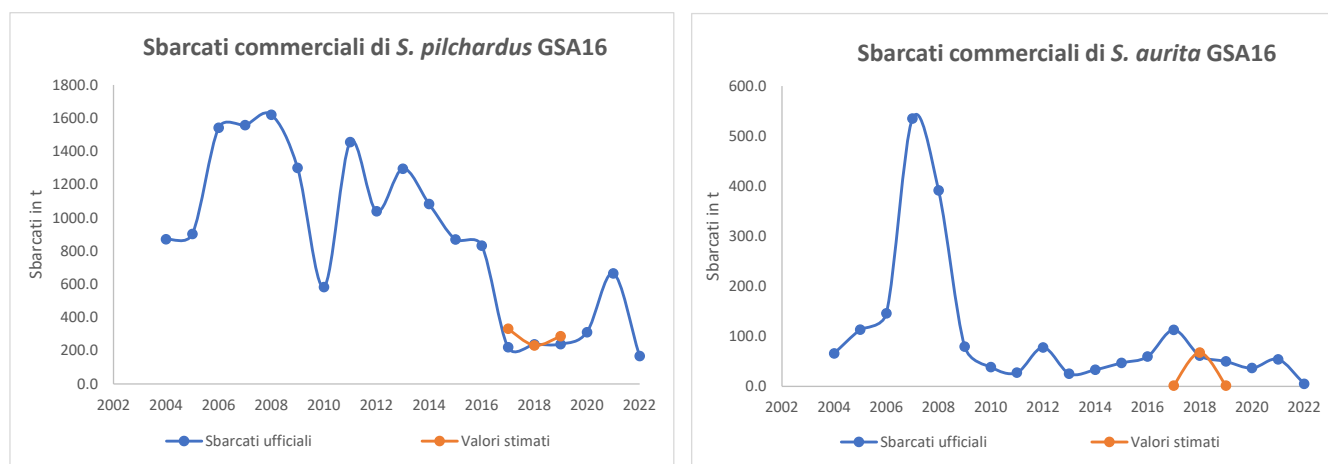


Figura 3.19 – Andamento degli sbarcati commerciali ufficiali (blu) e stimati mediante i rapporti ponderali (arancione) di *S. pilchardus* (sinistra) e *S. aurita* (destra) nella GSA16.

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

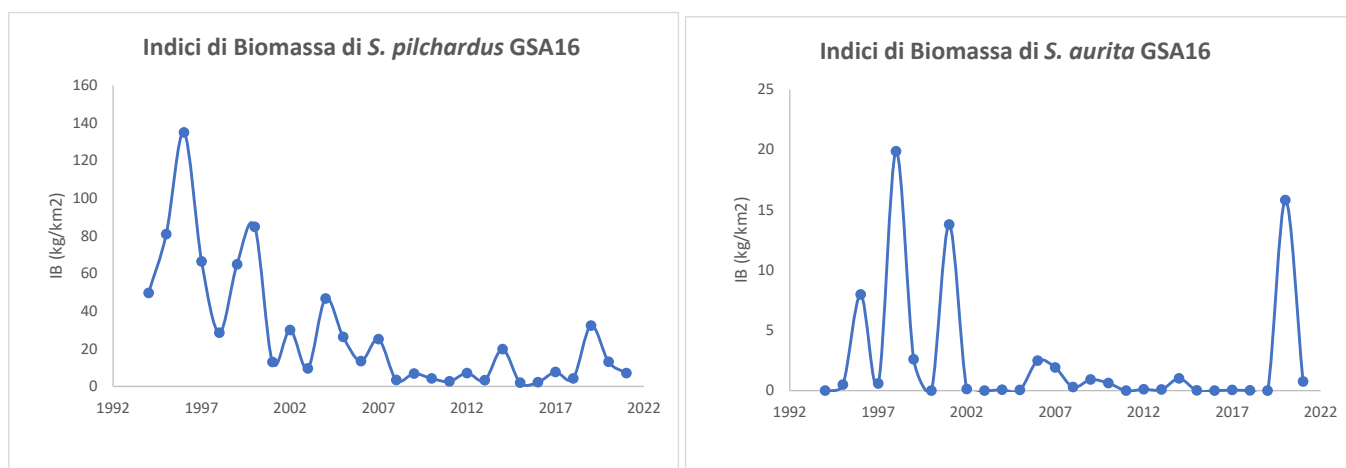


Figura 3.20 – Andamento degli indici di biomassa (IB) Medits 1994 – 2021 di *S. pilchardus* (sinistra) e *S. aurita* (destra) nella GSA16.

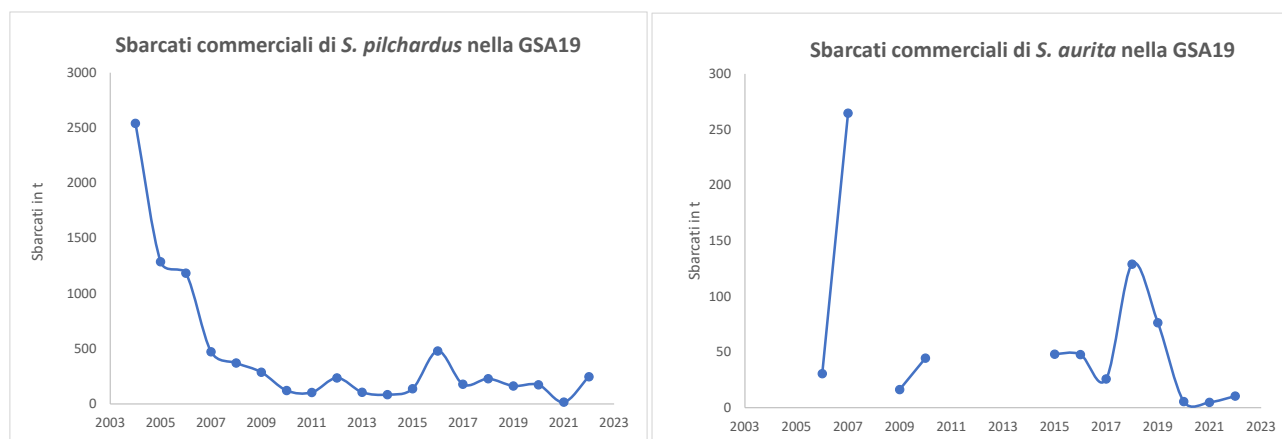


Figura 3.21 – Andamento degli sbarcati commerciali ufficiali di *S. pilchardus* (sinistra) e *S. aurita* (destra) nella GSA19.

WP4 - Indagine storico-economica della pesca del bianchetto in Sicilia

Nell’ambito del progetto *SevenS*, il WP4 ha avuto come obiettivo la realizzazione di un’indagine statistica volta a migliorare le informazioni esistenti su due distinte dimensioni socio-economiche:

- le caratteristiche del naviglio, degli attrezzi, delle modalità e dei rendimenti di pesca circoscritti alle attività di prelievo del cosiddetto “pesce azzurro” (identificato nel Progetto come Task 4.1);
- la ricostruzione storica della pesca speciale del “bianchetto” praticata dalle imbarcazioni siciliane fino al 2010 (identificato nel Progetto come Task 4.2).

Tale indagine si inserisce nel tentativo del progetto *SevenS* di addivenire ad un piano di gestione sostenibile delle risorse, in grado di tenere conto sia delle caratteristiche biologiche e delle relazioni ecologiche delle specie alieutiche, ma anche della dimensione sociale ed economica dell’attività da pesca e del suo ruolo propulsivo nello sviluppo economico dei territori costieri siciliani.

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

Data la necessità scientifica di procedere ad una ricostruzione storica della pesca speciale del “bianchetto” e di identificare le attuali attività di prelievo del “pesce azzurro”, è stata utilizzata come fonte informativa primaria la “conoscenza ecologica locale” (*Local Ecological Knowledge* - LEK).

Questa forma di conoscenza si basa sull'esperienza diretta e sull'osservazione di lungo periodo delle interazioni tra uomo e ambiente. Esse sono spesso trasmesse oralmente da generazione in generazione e includono dettagliati e specifici approfondimenti sulla flora, la fauna, i cicli stagionali e le pratiche sostenibili per la gestione delle risorse naturali. Nel caso delle ricostruzioni storiche, inoltre, tali conoscenze rappresentano lo strumento principale per riuscire a stimare i valori di mercato e la dimensione occupazionale delle attività di pesca.

Per i nostri fini, sulla base dell'approccio LEK, abbiamo predisposto due distinti questionari. Il primo rivolto ai pescatori attualmente impegnati nella pesca del “pesce azzurro”. Il secondo rivolto ai pescatori che fino al 2010 erano impegnati nella pesca speciale del “bianchetto”, sulla base di una regolare autorizzazione di pesca.

Il primo questionario, rivolto ai pescatori in attività nella pesca del “pesce azzurro”, è stato strutturato in tre distinte parti. Una prima parte rivolta alla raccolta delle informazioni sugli andamenti dei tassi di cattura della pesca ai piccoli pelagici, nel corso degli anni. Una seconda parte rivolta alle modalità di pesca (in termini di modalità di cala e salpatura degli attrezzi), alla caratterizzazione degli attrezzi e delle imbarcazioni. Una terza parte volta a recuperare informazioni sugli aspetti economici, come la definizione dello sforzo di pesca e la distribuzione spaziale delle operazioni di prelievo delle risorse.

Di seguito viene riportato il primo questionario utilizzato (Fig. 4.1)

Report scientifico finale del progetto *Sevens* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

IRBIM-CNR, Mazara delVallo; ISMed-CNR, Palermo

Local Ecological Knowledge LEK-Attrezzi

Progetto “*Sevens*”, PO FEAMP 2014/2020



Questionario pesca dei piccoli pelagici

Il presente questionario ha lo scopo di raccogliere in forma anonima informazioni sui quantitativi di cattura sugli attrezzi utilizzati per la pesca ai piccoli pelagici (sarda, alaccia ed acciuga) nonché sulle aree di pesca sfruttate nelle GSAs 10,16 e 19 al fine di migliorare le conoscenze riguardo tale tipologia di pesca. Grazie per la collaborazione e per il tempo dedicato alla compilazione del questionario.

Informativa sulla privacy

I dati saranno trattati nel rispetto del Codice in materia di protezione dei dati personali (13 GDPR 679/16), raccolti tramite modalità cartacea, estratti ed elaborati dal personale scientifico dell'ISMed-CNR di Palermo e dell'IRBIM CNR di Mazara del Vallo.

I responsabili del trattamento dei dati sono il dott. Marco Torri e il dott. Sergio Vitale per quanto attiene la gestione, l'utilizzo ed estrazione dei dati. I dati elaborati potranno essere utilizzati per report tecnici, articoli scientifici e tesi di laurea e di dottorato.

Gli autori dello studio si impegnano a non diffondere i dati a terzi. Le richieste di esercitare i diritti di cui al regolamento 13 GDPR 679/16 dovranno essere rivolte, scrivendo a marco.torri@cnr.it o sergio.vitale@cnr.it

1. Può indicare la sua età?

- 18-25 anni
- 26-35 anni
- 36-45 anni
- 46-55 metri
- 56-65 metri
- >65 anni

2. In quale porto è registrata la sua imbarcazione?

3. Da quanti anni svolge la sua professione?

4. Quante cale effettuava/effettua al giorno? E qual era/è la loro durata?

5. A che ora iniziava/inizia solitamente la sua attività di pesca? Motivare la scelta dell'orario (es. perché gli animali a quell'ora sono più abbondanti)

1. Può indicare la sua età?

- 18-25 anni
- 26-35 anni
- 36-45 anni
- 46-55 metri
- 56-65 metri
- >65 anni

2. In quale porto è registrata la sua imbarcazione?

3. Da quanti anni svolge la sua professione?

4. Quante cale effettuava/effettua al giorno? E qual era/è la loro durata?

5. A che ora iniziava/inizia solitamente la sua attività di pesca? Motivare la scelta dell'orario (es. perché gli animali a quell'ora sono più abbondanti)

6. In quali mesi dell'anno effettuava/effettua la pesca ai piccoli pelagici? Indichi con una X nella tabella sottostante i mesi in cui effettuava le pescate

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

7. Potrebbe indicare, per anno, la numerosità dei pescherecci afferenti alla sua marineria che praticavano la pesca ai piccoli pelagici? Indichi con una X nella tabella sottostante la numerosità per gli anni

Anni	<15	15-30	30-60	61-90	91-120
< 1970	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'70-'75	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'75-'80	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'80-'85	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'85-'90	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'90-'95	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'95-'00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'00-'05	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'05-'10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'10-'15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

'15-'20	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'20-oggi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8. Potrebbe indicare i giorni dedicati alla pesca ai piccoli pelagici per ogni quinquennio? Indichi con una X nella tabella sottostante i giorni per gli anni

Anni	<30	30-60	60-90	90-120	120-150	>150
< 1970	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'70-'75	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'75-'80	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'80-'85	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'85-'90	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'90-'95	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'95-'00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'00-'05	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'05-'10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'10-'15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'15-'20	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'20-oggi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

9. Ricorda la cattura massima (Kg) di acciughe e/o sardine in una singola giornata? E in quale anno è avvenuta?

Kg sardine: _____ Anno: _____

Kg: acciuga _____ Anno: _____

Kg: alaccia _____ Anno: _____

10. Quanti kilogrammi pesca in media al giorno?

Stagione	Kg sarda	Kg alaccia	Kg acciuga
Inverno			
Primavera			
Estate			
Autunno			

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

11. Come sono cambiate le catture dei piccoli pelagici negli anni? Indichi con una X nella tabella sottostante le abbondanze per anno

Sarda

Anni	0	1	2	3	4
< 1970	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'70 - '75	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'75 - '80	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'80 - '85	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'85 - '90	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'95 - '00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'00 - '05	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'05 - '10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'10 - '15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'20 - oggi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

0=Assente; 1=Molto scarsa (catture occasionali); 2=Scarsa (poche catture); 3=Comune (catture regolari); 4=Abbondante (catture regolari eabbondanti)

Alaccia

Anni	0	1	2	3	4
< 1970	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'70 - '75	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'75 - '80	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'80 - '85	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'85 - '90	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'95 - '00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'00 - '05	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'05 - '10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'10 - '15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'20 - oggi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

0=Assente; 1=Molto scarsa (catture occasionali); 2=Scarsa (poche catture); 3=Comune (catture regolari); 4=Abbondante (catture regolari eabbondanti)

Acciuga

Anni	0	1	2	3	4
< 1970	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'70 - '75	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'75 - '80	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'80 - '85	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'85 - '90	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'95 - '00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

'00 - '05	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'05 - '10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'10 - '15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'20 - oggi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

0=Assente; 1=Molto scarsa (catture occasionali); 2=Scarsa (poche catture); 3=Comune (catture regolari); 4=Abbondante (catture regolari eabbondanti)

12. Quali sono gli attrezzi che utilizza per la pesca del pesce azzurro?

- Reti a circuizione
- Strascico pelagico singolo
- Strascico pelagico a coppia

DA COMPILARE PER LE RETI A CIRCUZIONE

Materiale rete	
Colore della rete	
Lunghezza rete (m)	
Altezza rete (m)	
Dimensione maglia (mm)	
Lunghezza lima (metri)	
Numero galleggianti	
Forma galleggianti (eventualmente disegnare)	
Distanza tra galleggianti (metri)	
Lunghezza lima piombi	
Peso lima dei piombi	
Numero piombi	
Utilizzo attrattori (specificare quale)	
Distanza tra i piombi	
Forma piombi (eventualmente disegnare)	
Tecnologie di bordo (es. GPS, ecoscandaglio, Altro	

Disegnare nel riquadro sotto le modalità di calo delle reti a circuizione

Note aggiuntive:

DA COMPILARE PER LE RETI A STRASCICO PELAGICO (SINGOLO O A COPPIE)

	Lungh. (m)	N. maglie	Materiale	Lato maglie (mm)
Rete				
Sacco (pozzale)				
Circonferenza sacco				
Avansacco				
Circonferenza avansacco				
Filato				

	Lungh. (m)	spessore (mm)	materiale	n. totali	Peso (kg)
Cavi					
Calamenti					
Galleggianti					
Tipo divergenti					
Forchetta					
Lima dei piombi					
Lima dei sugheri					
Catena petto piombo					
Catena lima piombi					
Altro					

Disegnare nel riquadro sotto le modalità di calo e di salatura della rete a strascico pelagico (a coppie o singola)

13. Qual è il suo titolo di studio?

14. Fa parte di associazioni di categoria? Se sì, specificare.

15. Potrebbe indicare le taglie medie delle sarde e delle alacce nel corso delle stagioni in riferimento alla taglia minima di cattura di 11cm per la sarda, di 9 cm per l'acciuga e di 7 cm per l'alaccia?

Stagione	Taglia sarda	Taglia alaccia (piccole, medie, grandi)	Taglia acciuga (piccole, medie, grandi)
Inverno			
Primavera			
Estate			
Autunno			

Riportare la dicitura "maggiore" se la misura in media è maggiore rispetto alla taglia minima e "minore" se la misura in media è minore rispetto alla taglia minima.

16. A sua conoscenza, in quali stagioni si riproducono le seguenti specie? (Indicare con una X)

Stagione	Sarda	Alaccia	Acciuga
Inverno			
Primavera			
Estate			
Autunno			

17. A chi vende il pescato?

- Commercianti
- Mercato
- Direttamente ai ristoranti
- Direttamente alle pescherie
- Direttamente alle famiglie
- Altro (Specificare).....

18. Quali sono i prezzi medi (euro al kg) dei piccoli pelagici per stagione?

Stagione	Sarda	Alaccia	Acciuga
Inverno			
Primavera			
Estate			
Autunno			

Report scientifico finale del progetto *Sevens* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

19. Potrebbe indicare le caratteristiche tecniche della sua imbarcazione?

Potenza motore	LFT	Stazza (ton.)	Anno di costruzione

20. Da quante persone è composto l'equipaggio?

21. L'equipaggio fa parte del suo nucleo familiare?

Sì

No

22. Saprebbe indicarmi nelle mappe sottostanti le aree che sfruttava/sfrutta per la pesca ai piccoli pelagici:

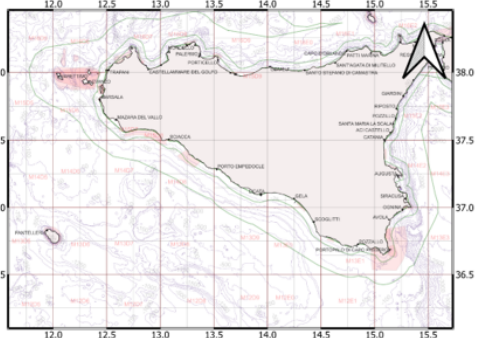


Figura 4.1 - Questionario sottoposto agli operatori della pesca nell'ambito del Task 4.1 del progetto

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSA Siciliane”

Il secondo questionario, rivolto ai pescatori che nel 2010 svolgevano la pesca speciale del “bianchetto”, è stato strutturato in quattro distinte parti. Una prima parte rivolta alla raccolta di informazioni generali sui pescatori, con l’obiettivo di comprendere il livello di competenze e conoscenze specifiche nella pesca del “bianchetto”. Una seconda parte rivolta alla ricostruzione delle attività di pesca svolte negli anni precedenti al 2010: giorni e modalità di pesca, imbarcazioni e reti utilizzate, zone di pesca e porti di riferimento. Una terza parte rivolta a ricostruire le catture medie, il grado di sviluppo del “bianchetto” e le eventuali catture accidentali. Una quarta parte rivolta a ricostruire i prezzi di vendita, i canali di distribuzione e l’impatto della pesca del “bianchetto” sul reddito medio annuo dei pescatori. Infine, a tutti i pescatori intervistati è stata data la possibilità di esprimere considerazioni libere.




Di seguito viene riportato il secondo questionario utilizzato (Figura 4.2).

ISMed-CNR, Palermo & IRBIM-CNR, Mazara del Vallo

Local Ecological Knowledge

LEK-BIANCHETTO

Progetto “SevenS”, PO FEAMP 2014/2020



11

Questionario Storico sul novellame

Il presente questionario ha lo scopo di raccogliere, in forma anonima, informazioni storiche sulla pesca del “bianchetto”, quando questa era legale.

L’obiettivo finale di tale indagine è di ricostruire il valore economico di questo tipo di pesca nelle diverse GSA siciliane e l’impatto sociale ed economico che questa tipologia di pesca aveva in Sicilia.

Informativa sulla privacy

I dati saranno trattati nel rispetto del Codice in materia di protezione dei dati personali (13 GDPR 679/16), raccolti tramite modalità cartacea, estratti ed elaborati dal personale scientifico dell’ISMed-CNR di Palermo.

Il responsabile del trattamento dei dati è il dott. Marco Torri per quanto attiene la gestione, l’utilizzo ed estrazione dei dati. I dati elaborati potranno essere utilizzati per report tecnici, articoli scientifici e tesi di laurea e di dottorato.

Gli autori dello studio si impegnano a non diffondere i dati a terzi. Le richieste di esercitare i diritti di cui al regolamento 13 GDPR 679/16 dovranno essere rivolte, scrivendo a marco.torri@cnr.it

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

Questionario

- Qual è la sua età?

- Da **quanti anni lavora** nel settore della pesca?

- Qual è stato l'**ultimo anno** in cui ha effettuato le pesche speciali (bianchetto, rossetto o altro)?

- Per **quanti anni** ha effettuato queste pesche speciali?

- Quali erano la **specie target** della sua attività di pesca speciale (può indicare anche più di un'opzione)?
 BIANCHETTO
 ROSSETTO
 ALTRO (specificare: _____)

Rispetto all'ultimo anno di attività e nel caso in cui abbia effettuato la pesca del bianchetto.

- Quale era l'**estensione temporale** della stagione di pesca al bianchetto?
Dal mese di _____ al mese di _____
- Da quale **porto** effettuava la pesca del bianchetto?

- Quali erano le **zone di pesca** in cui svolgeva la pesca del bianchetto?

- Le zone di pesca erano sempre le stesse o variavano durante la stagione di pesca?
 Erano sempre le stesse
 Variavano durante la stagione (indicare come **variavano**): _____
- Quali erano le **caratteristiche dell'imbarcazione** che utilizzava per la pesca del bianchetto?
 - Lunghezza (LFT) _____
 - Stazza (GT) _____
 - Cavalli vapore (HP) _____

- Quante **persone** erano **imbarcate** sulla sua imbarcazione durante la pesca del bianchetto?

- Quante delle persone imbarcate erano **familiari**?

- Qual è la **modalità di pesca** che utilizzava per questo tipo di attività?

- Che tipologia di **attrezzo** impiegava per tale tipo di pesca?
 Qual era la grandezza dell'attrezzo? _____
 Qual era la dimensione della maglia? _____
- Quante **ore di lavoro** al giorno dedicava alla pesca del bianchetto?

- Quante **uscite** effettuava mediamente durante la singola stagione di pesca del bianchetto?

- Quante **cale di rete** effettuava mediamente durante una singola battuta di pesca giornaliera?

- Nei periodi di **maggior cattura**, qual era il **quantitativo di pesca** durante una giornata?

- Nei periodi di **minore cattura**, qual era il **quantitativo di pesca** durante una giornata?

- Ricorda il **grado di sviluppo del bianchetto** nel momento in cui veniva pescato (in caso affermativo indicarne la taglia [cm] e la colorazione [trasparente, argento] e se queste caratteristiche variavano nel corso della stagione)?

- Quali erano il **prezzo** massimo e il prezzo minimo al kg che aveva raggiunto il bianchetto?

- A chi vendeva il bianchetto** pescato?
 - Direttamente alle famiglie
 - Ai commercianti
 - Direttamente ai ristoranti
 - Lo portava al mercato del pesce

Altro (specificare _____)

- Alla fine della sua ultima stagione di pesca al bianchetto, ricorda quanto è stato il suo **guadagno complessivo** (al netto di tutte le spese)?

- Nel periodo dell'anno in cui si dedicava alla pesca del bianchetto:
 - svolgevo anche altre attività di pesca (indicare quali): _____
 - svolgevo esclusivamente la pesca del bianchetto
- A quali **altre attività di pesca** si dedicava nel resto dell'anno, ovvero negli altri periodi in cui non effettuava la pesca del bianchetto?

- Quanto rappresentava, in percentuale [%], la pesca del bianchetto rispetto al suo guadagno annuale netto?

- La pesca del bianchetto determinava anche la **cattura accidentale** di specie accessorie oltre la neonata di sardina?
 - Sì
 - No
- In caso affermativo,
 - quali specie accessorie catturava? _____
 - Che taglie avevano? _____
 - In quali periodi era più frequente avere delle catture accessorie? _____
- Nel porto in cui operava, ricorda **quante altre imbarcazioni** si dedicavano alla pesca del bianchetto?
 - Numero _____
- Tutte le imbarcazioni pescavano nelle **stesse zone di pesca**?
 - Sì
 - No
- Nel porto in cui operava, ricorda se altre imbarcazioni effettuavano **altre pesche speciali** in altre stagioni dell'anno (può indicare più di un'opzione)?
 - Sì, acciuga
 - Sì, alaccia
 - Sì, pagello fragolino (*uvaga*)
 - Sì, altro (specificare _____)

no

- Effettua **oggi**, durante il periodo invernale, un'attività di pesca in sostituzione all'attività di pesca del bianchetto? Se sì, indicare quale:

- In caso affermativo, l'attuale attività di pesca che svolge durante il periodo invernale è più o meno remunerativa rispetto alla pesca del bianchetto?
 - Più remunerativa
 - Uguale
 - Meno remunerativa
- Se la normativa lo consentisse, ritornerebbe oggi ad effettuare la pesca speciale?
 - Sì, ma solo nel periodo invernale per effettuare la pesca del bianchetto
 - Sì, nel periodo invernale per effettuare la pesca del bianchetto ed eventualmente anche in altri periodi dell'anno per effettuare altri tipi di pesca speciale (indicare quali e in quali periodi: _____)
 - Sì, ma non la pesca del bianchetto, bensì altri tipi di pesca speciale (indicare quali e in quali periodi: _____)
 - No

Se desidera aggiungere altre informazioni che ritiene importanti sulla pesca del bianchetto o su altre pesche speciali può utilizzare questo spazio:

Figura 4.2 - Questionario sottoposto agli operatori della pesca nell'ambito del Task 4.2 del progetto

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

Task 4.1 - Realizzazione di una indagine volta a migliorare le informazioni esistenti sulle caratteristiche del naviglio, sugli attrezzi e modalità di pesca, sui rendimenti di pesca degli adulti del cosiddetto “pesce azzurro”

Il primo questionario è stato somministrato in sette capoluoghi di provincia, lungo le coste della Sicilia. In totale sono state raccolte 28 interviste, così distribuite: 4 nella provincia di Messina, 4 nella provincia di Palermo, 5 nella provincia di Trapani, 3 nella provincia di Siracusa, 5 nella provincia di Ragusa, 2 nella provincia di Agrigento e 5 nella provincia di Catania.

In termini di frequenza assoluta, le classi di età degli intervistati variavano da 36_45 a >65. La classe di età più frequente a Catania e Porticello era la >65, a Scoglitti la 46_55 e 56_65 mentre a Trapani è risultata essere la 36_45 (Figura 4.3).

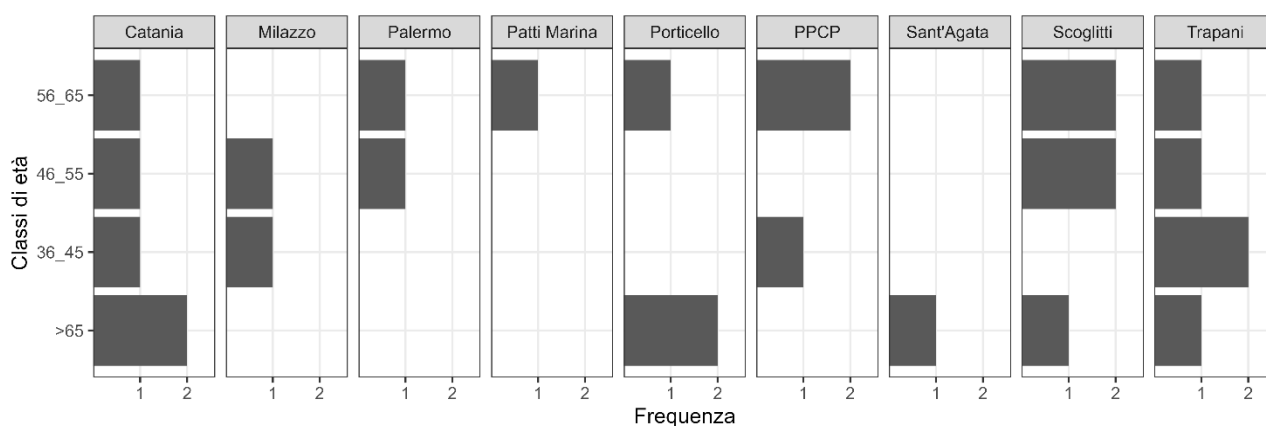


Figura 4.3 - Frequenza degli intervistati per porto e classi di età.

La quasi totalità degli intervistati hanno un livello culturale medio/basso (licenza media) e non fanno parte di associazioni di categoria. Gli equipaggi delle imbarcazioni sono composti da persone al di fuori del nucleo familiare nel 61% dei casi. La tipologia di pesca praticata dagli intervistati è la circuizione. Dalle interviste somministrate è emerso che tale tipologia di pesca viene praticata nelle ore serali/notturne con una media di 2/3 cale al giorno della durata di un'ora. I mesi durante i quali viene effettuata la pesca ai piccoli pelagici va da marzo a ottobre (primavera, estate, autunno). Le abbondanze a mare delle sarde, delle acciughe e delle alacce riportate dagli operatori della pesca sono diminuite nel tempo per le sarde e le acciughe mentre sembrano essere aumentate le alacce. A dimostrazione di ciò, lo sforzo di pesca in termini di numero dei pescherecci nel tempo è sempre andato a ridursi sino a massimo 15 imbarcazioni per porto. Il numero di giorni a mare varia da 60 a 150 giorni/anno. Secondo quanto riportato dai pescatori la stagione riproduttiva delle sarde, delle acciughe e delle alacce avviene tra la primavera e l'estate ed è in questo periodo che vengono catturati esemplari di taglie maggiori. Per quanto riguarda la caratterizzazione degli attrezzi utilizzati

Report scientifico finale del progetto *Sevens* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

si evince che il materiale utilizzato è il nylon mentre il colore della rete è perlopiù il marrone ad eccezione di Portopalo di Capo Passero dove vengono utilizzati due colori diversi, vale a dire il rosso e il nero. La forma dei galleggianti maggiormente riportata è a barilotto tranne a Sciacca (rotondo) e Portopalo di Capo Passero (ovale). In media la lunghezza della rete è 477 m, la maggior parte utilizzano una rete con una lunghezza compresa tra i 400 m e i 600 m. A Milazzo è stato riportato il valore massimo dell'altezza della rete (850 m) mentre il minimo a Portopalo di Capo Passero e Scoglitti ovvero 250 m (Figura 4.4).

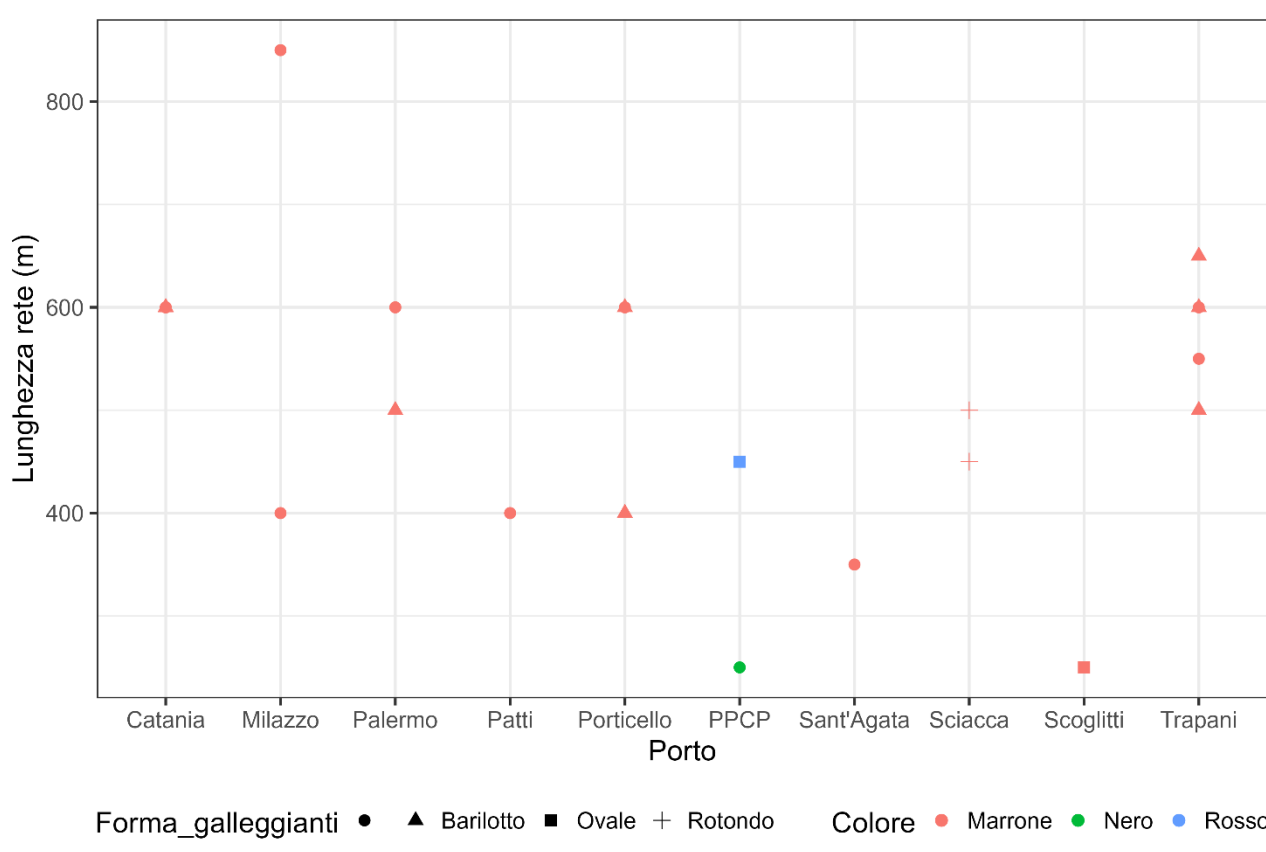


Figura 4.4 - Lunghezza delle reti da pesca, per porto. Le forme dei valori riportati corrispondono alle forme dei galleggianti (il cerchio rappresenta un campo vuoto). I colori dei valori osservati corrispondono a un colore diverso della rete.

In media l'altezza della rete è 85 m, la maggior parte utilizzano una rete con un'altezza compresa tra i 70 m e i 100 m. A Portopalo di Capo Passero è stato riportato il valore massimo dell'altezza della rete (120 m) mentre il minimo a Scoglitti ovvero 50 m (Figura 3). Il numero medio dei galleggianti è 709, il valore più basso è stato riportato a Milazzo (400 galleggianti) mentre il più elevato a Portopalo di Capo Passero (1600 galleggianti).

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

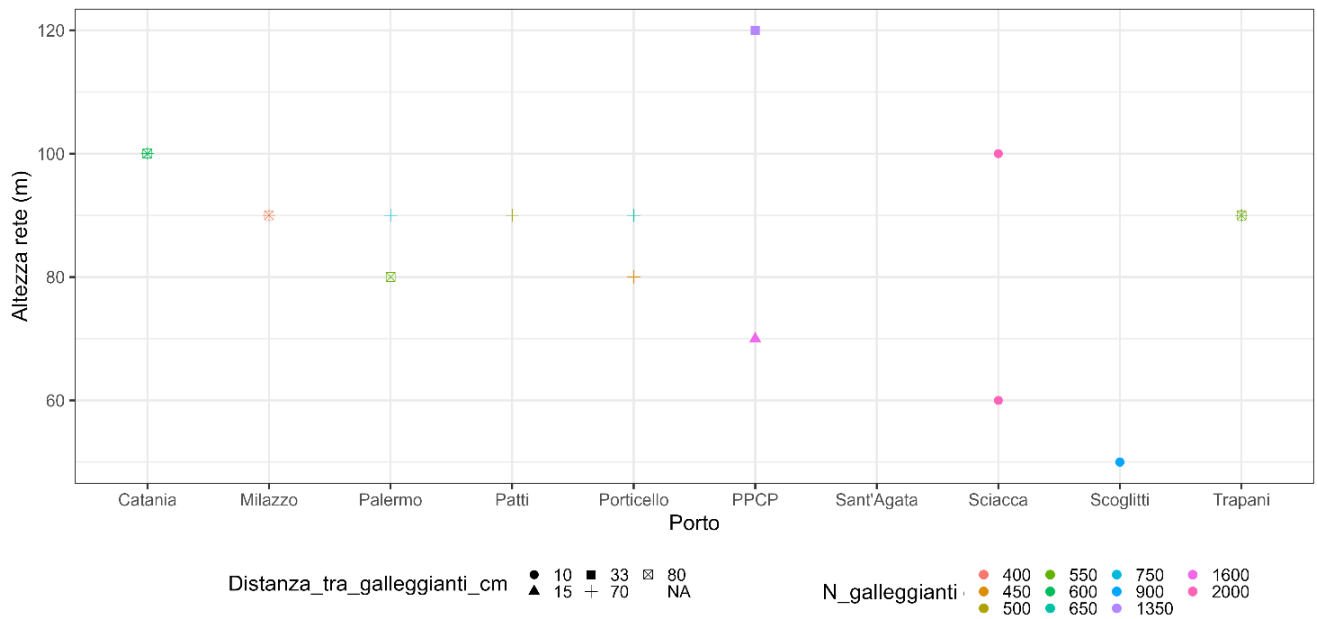


Figura 4.5 - Altezza della rete per porto. Le forme dei valori riportati corrispondono alle distanze tra galleggianti (NA rappresenta un campo vuoto). I colori dei valori osservati corrispondono al numero dei galleggianti.

Una sintesi delle informazioni raccolte sulla caratterizzazione delle caratteristiche tecniche delle reti a circuizione utilizzate per la pesca ai piccoli pelagici è riportata nella Tabella 4.1.

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

Tabella 4.1 - Sommario delle caratteristiche tecniche delle reti a circuizione utilizzate nei porti campione per la pesca ai piccoli pelagici.

Porto	Materiale	Colore	Lunghezza rete (m)	Altezza rete (m)	Lunghezza Lima sugheri (m)	Lunghezza Lima piombi	Numero galleggianti	Forma galleggianti	Distanza galleggianti (cm)	Numero piombi	Forma piombi	Peso lima piombi (kg)	Distanza tra piombi
	Nylon	Marrone	350	80			400	Barilotto	80			2000	
Patti Marina	Nylon	Marrone	400	90			500		70				
Sant'Agata di Militello	Nylon	Marrone	350	80			450						
Milazzo	Nylon	Marrone	850	90			500		70				
Milazzo	Nylon	Marrone	400	90			400		80			4000	
Catania	Nylon	Marrone	600	100			650		80			6000	
Catania	Nylon	Marrone	600	100			600	Barilotto				5000	
Catania	Nylon	Marrone	600	100			500		80			6000	
Catania	Nylon	Marrone	600	100			600	Barilotto	70				
Catania	Nylon	Marrone	600	100		680	600	Barilotto	80			5500	
Trapani	Nylon	Marrone	600	90		620	550		70			5000	
Trapani	Nylon	Marrone	550	90		620	550		80			5000	
Trapani	Nylon	Marrone	650	90		750	600	Barilotto	70			6500	
Trapani	Nylon	Marrone	600	90		650	600	Barilotto	80		Barilotto	5500	
Trapani	Nylon	Marrone	500	90		600	500	Barilotto	80		Barilotto	5000	
Porticello	Nylon	Marrone	400	80			450	Barilotto	70		Barilotto	4500	
Porticello	Nylon	Marrone	600	90			650		70				

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

Porticello	Nylon	Marrone	600	90			650	Barilotto		70				
Palermo	Nylon	Marrone	600	90			750			70				
Palermo	Nylon	Marrone	500	80			550	Barilotto		80	500			
Portopalo di Capo Passero	Nylon	Rosso	450	120	450	700	1350	Ovale		33	4500	Ovale	675	
Portopalo di Capo Passero	Nylon	Rosso	450	120	450	700	1350	Ovale		33	4500	Ovale	675	
Portopalo di Capo Passero	Nylon	Nero	250	70	250	300	1600			15		Ovale	650	20
Scoglitti	Nylon	Marrone	250	50	300	300	900	Ovale		10	3000	Ovale	1000	10
Scoglitti	Nylon	Marrone	250	50	300	300	900	Ovale		10	3000	Ovale	1000	10
Scoglitti	Nylon	Marrone	250	50	300	300	900	Ovale		10	3000	Ovale	1000	10
Scoglitti	Nylon	Marrone	250	50	300	300	900	Ovale		10	3000	Ovale	1000	10
Scoglitti	Nylon	Marrone	250	50	300	300	900	Ovale		10	3000	Ovale	1000	10
Sciacca	Nylon	Marrone	500	60	270		2000	Rotondo		10		Ovale		5
Sciacca	Nylon	Marrone	450	100	450	430	2000	Rotondo		10	2500	Ovale	1000	5

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

Dalle analisi dei questionari somministrati nelle marinerie siciliane oggetto di studio si evince che le imbarcazioni di maggiori dimensioni si trovano a Sciacca e Portopalo di Capo Passero mentre le più piccole a Palermo. Come ci si attenderebbe, la correlazione tra la dimensione della barca e la potenza motore è positiva, cioè all'aumentare della dimensione della barca aumenta la potenza motore (Figura 4.6).

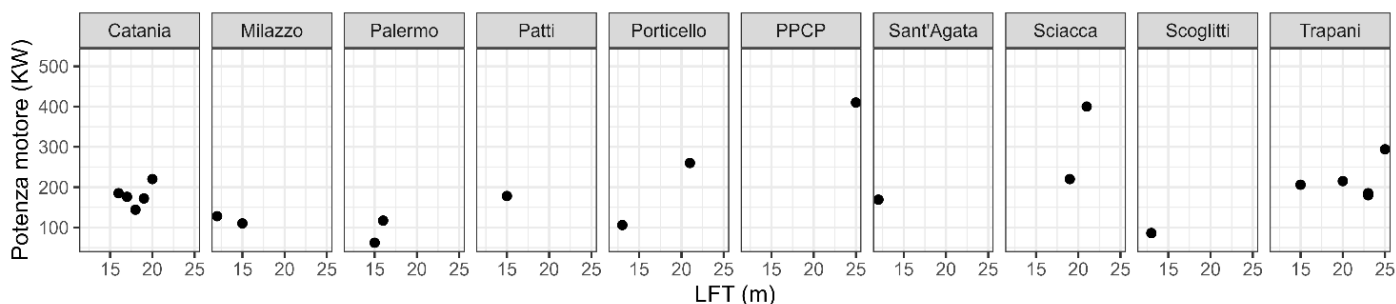


Figura 4.6 - Lunghezza Fuori Tutto (LFT) e potenza motore per porto.

Dai dati raccolti sulla dimensione economica della pesca a circuizione dei piccoli pelagici, si evince che (Figura 4.7):

- (i) la specie con il maggiore valore economico è la sarda (tranne a Scoglitti);
- (ii) i prezzi non subiscono grandi variazioni stagionali;
- (iii) il prezzo della sarda raggiunge il valore più elevato (3,75 euro al kg) a Trapani durante le stagioni primaverili ed estive; mentre raggiunge il valore più basso (1,50 euro al kg) a Porto Palo di Capo Passero durante le stagioni estive e autunnali;
- (iv) il prezzo l'acciuga raggiunge il valore più elevato (4 euro al kg) a Scoglitti durante la stagione estiva; mentre raggiunge il valore più basso (0,50 euro al kg) a Porto Palo di Capo Passero durante la primavera;
- (v) le alacce solitamente non vengono commercializzate, ad eccezione di Porto Palo di Capo Passero e Scoglitti ove il prezzo oscilla intorno a 0,50 euro al kg;

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

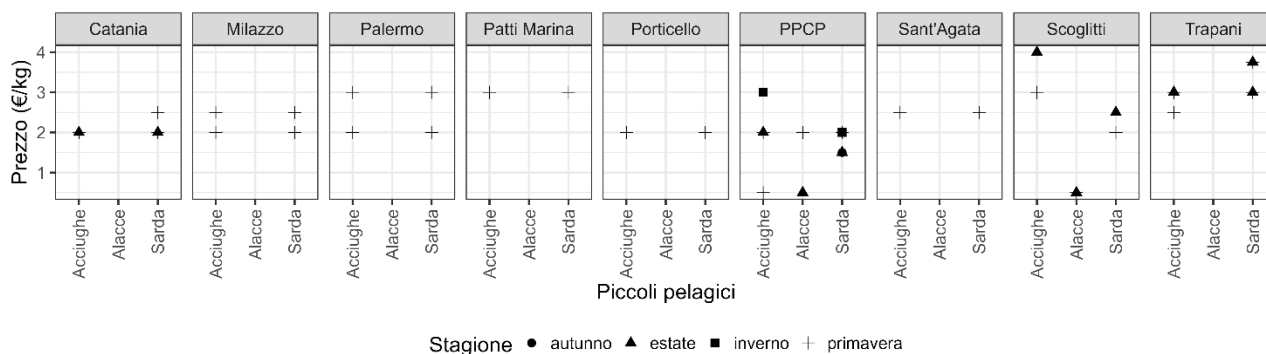


Figura 4.7 - Prezzo per specie (€/kg) nelle marinerie oggetto d’indagine. Ogni forma dei valori osservati nel grafico corrisponde ad una stagione.

Task 4.2 - Realizzazione di una indagine volta al recupero delle informazioni storico-economiche relative alla pesca del “bianchetto”

La raccolta delle informazioni storico-economiche relative alla pesca speciale del “bianchetto” è avvenuta attraverso la somministrazione del secondo questionario (riportato nella metodologia).

Per individuare l’universo di riferimento sono stati recuperati gli elenchi delle imbarcazioni che nel 2010 praticavano legalmente la pesca del “bianchetto”. Dai dati forniti dal Dipartimento della Pesca Mediterraneo della Regione Siciliana, tali imbarcazioni ammontavano a 123 unità, distribuite come in Tabella 4.2.

Tabella 4.2 - Numero di imbarcazioni autorizzate nel 2010 alla pesca del “bianchetto”, per suddivisione geografica

Suddivisioni Geografiche (GSA)	numero imbarcazioni
Mar Tirreno Centro-Meridionale (GSA 10)	87
Canale di Sicilia (GSA 16)	15
Mar Ionio Occidentale (GSA 19)	21
Totale	123

In particolare, il maggior numero di imbarcazioni “autorizzate” faceva riferimento ai compartimenti marittimi di Porticello (20 imbarcazioni), Milazzo (17), Termini Imerese (12), Siracusa (10), Patti Marina (10), S. Agata di Militello (8) e Cefalù (6). Particolarmente modesta era, invece, la consistenza di imbarcazioni “autorizzate” nei compartimenti marittimi trapanesi e agrigentini.

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

Interessante osservare che a fronte di una maggiore numerosità di imbarcazioni nella GSA 10, “autorizzate” alla pesca speciale del “bianchetto”, tali imbarcazioni risultavano di più piccole dimensioni e con una minore potenza motore rispetto alle imbarcazioni attive nelle altre GSA siciliane. In termini di “stazza lorda”, nella GSA 10 il valore medio risultava pari a 4,87 GT, contro un valore medio pari a 7,20 GT registrato nella GSA 16. Anche in termini di lunghezza, le imbarcazioni della GSA 10 risultavano più piccole, registrando un valore medio di 10,12 LFT contro un valore di 12,00 nella GSA 19. In termini di potenza motore, infine, nella GSA 10 si registrava un valore di 61,60 kw, contro dei valori pari a 71,95 kw e 87,70 kw rispettivamente nella GSA 16 e nella GSA 19 (Tabella 4.3).

Tabella 4.3 - GT, LFT e POTKW delle imbarcazioni autorizzate alla pesca del “bianchetto”, per suddivisione geografica

	media GT	media LFT	media POTKW
Mar Tirreno Centro-Meridionale (GSA 10)	4,87	10,12	61,60
Canale di Sicilia (GSA 16)	7,20	11,97	74,95
Mar Ionio Occidentale (GSA 19)	6,19	12,00	87,70

Sulla base dell’elenco di imbarcazioni “autorizzate” alla pesca speciale del “bianchetto” (con riferimento al 2010), abbiamo provato ad individuare gli armatori dell’epoca. Agli armatori ancora in vita e in attività, abbiamo chiesto la disponibilità ad un’intervista telefonica, per la somministrazione del questionario. In totale sono state effettuate 14 interviste, così distribuite: 6 nella GSA 10, 5 nella GSA 16 e 3 nella GSA 19.

Tra gli intervistati, il più anziano aveva compiuto 78 anni, mentre il più giovane 37 anni. In media, l’età degli intervistati è risultata di 52 anni. Molto elevata è risultata inoltre l’esperienza maturata dagli intervistati nell’attività da pesca: in media pari a 36 anni di lavoro nel settore. Elevata è risultata poi l’esperienza degli intervistati nella pesca del “bianchetto” (praticata fino al 2010): un’esperienza che in media supera i 15 anni.

Dalle interviste effettuate viene confermata la maggiore dimensione e potenza delle imbarcazioni che venivano utilizzate (per la pesca del “bianchetto”) nella GSA 16 e nella GSA 19. La maggiore dimensione delle imbarcazioni in queste GSA consentiva l’imbarco di 3-4 persone, numero che si riduce a 2-3 nella GSA 10. Nel caso di piccoli equipaggi, la loro composizione faceva quasi sempre riferimento a componenti dello stesso nucleo familiare (genitori-figli, fratelli-fratelli).

La pesca al “bianchetto” si concentrava nella stagione invernale, prevalentemente tra febbraio e marzo. Essa si estendeva fino al periodo in cui il “bianchetto” non perdeva la naturale trasparenza, divenendo poco apprezzato dai consumatori. La sciabica costituiva l’attrezzo principale utilizzato per le catture, con reti la cui lunghezza variava da 150 a 300 metri. La parte più stretta della rete aveva normalmente una dimensione di 1-2 millimetri.

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

Indipendentemente dalla GSA di riferimento, la pesca avveniva dal lunedì al venerdì e solo in rari casi si estendeva al sabato mattina. L’uscita avveniva all’alba e il rientro in porto prima del tramonto. Durante le ore trascorse in mare, compatibilmente con le condizioni meteomarine, veniva effettuata giornalmente dalle 5 alle 20 cale, la cui durata variava da 15 a 30 minuti. La decisione di calare la rete veniva assunta grazie all’ausilio dell’ecoscandaglio, di cui tutte le imbarcazioni erano dotate.

Tutte le imbarcazioni operavano nell’intorno del proprio compartimento marittimo, ad eccezione delle imbarcazioni della GSA 10. Durante il periodo di pesca dal “bianchetto”, circa la metà delle imbarcazioni della GSA 10 venivano infatti dislocate lungo tutta la costa della Sicilia, generando conflitti con i pescatori locali delle altre due GSA.

Sebbene le dichiarazioni degli intervistati presentano ampie variabilità, la media giornaliera di catture sembra potersi circoscrivere tra i 50 e i 100 kg di “bianchetto” per imbarcazione.

Nel questionario abbiamo anche chiesto se gli intervistati ricordavano i loro record di cattura giornaliera. Tra le risposte più significative vanno segnalati:

- la cattura di 400 kg di “bianchetto”, effettuata in un giorno di metà marzo a Siracusa, da un’imbarcazione della GSA 10;
- la cattura di 500 kg di “bianchetto” effettuata in un giorno da un’imbarcazione di Marzamemi – Pachino;
- la cattura di 300 kg di “bianchetto” effettuata in un giorno da un’imbarcazione di Catania nelle acque antistanti Portopalo di Capo Passero.

Il canale di distribuzione preponderante del pescato era costituito dalla vendita ai commercianti. Costituivano un’eccezione le imbarcazioni di Porticello che riuscivano anche nella vendita diretta alle famiglie. Nella GSA 10 i prezzi all’ingrosso variavano da 8 a 20 euro al kg, mentre al dettaglio la risorsa raggiungeva anche i 30-35 euro al kg. Nella GSA 16 la variazione dei prezzi all’ingrosso oscillava tra 7 a 20 euro al kg, mentre nella GSA 19 i prezzi oscillavano tra 8 e 20 euro.

Vista l’importanza della pesca al “bianchetto”, riconosciuta all’unanimità da tutti gli intervistati, abbiamo raccolto informazioni sul reddito medio di ogni singolo pescatore durante l’ultima campagna di pesca speciale. I dati raccolti indicano un reddito pro-capite compreso tra 1500 e 3000 euro mensili. Per imbarcazione, ciò si traduce in un reddito medio tra i 25.000 e i 30.000 euro per l’intera stagione di pesca. Valori questi che equivalgono al 30-40% del reddito medio annuo delle stesse imbarcazioni.

Dalla chiusura della pesca speciale al “bianchetto”, alcuni armatori hanno sospeso l’attività di pesca invernale, ritenuta poco o per nulla remunerativa. Altri armatori hanno invece diversificato la loro attività con l’utilizzo di palangari o tremagli che vengono comunque percepiti come strumenti a bassa redditività.

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

Rivolgendo l’attenzione alla pesca del “bianchetto”, i dati raccolti ci consentono una stima del valore economico del settore. Sulla base del numero di imbarcazioni per GSA (Tabella 4.2) e del reddito medio ottenuto nell’ultima stagione (2010), è possibile stimare il valore economico del settore tra 3 e 3,7 milioni di euro. Un valore economico che andrebbe incrementato del 30-50% per tenere conto dei profitti generati dalla fase di commercializzazione del prodotto. Infine, appaiono interessanti i commenti rilasciati dagli intervistati sull’ipotesi di una riapertura della pesca speciale al “bianchetto”. Se da un lato i pescatori della GSA 10 auspicano una riapertura di tale tipologia di pesca, ritenendola fondamentale per evitare il collasso economico della piccola pesca siciliana, dall’altro lato i pescatori della GSA 19 e soprattutto della GSA 16 appaiono molto prudenti nei confronti di una riapertura. La sensibilità prevalente dei pescatori che operano nel Canale di Sicilia è quella di evitare forme di futura pesca indiscriminata del “bianchetto” e, per tale motivo, propongono l’utilizzo di quote di cattura e di limiti territoriali all’esercizio della pesca speciale.

WP5 - Revisione dell’informazione disponibile sulla pesca del bianchetto, sulla biologia delle specie target e proposte per la gestione della pesca del novellame nelle acque siciliane nel quadro della Politica Comunitaria della Pesca.

Alla luce della revisione della letteratura e dei risultati ottenuti nel progetto sono stati identificati gli elementi ritenuti necessari per la predisposizione di un piano di gestione delle catture di novellame di clupeidi che risponda agli standard previsti dall’Unione Europea, in accordo a quanto previsto dal reg. CE 1967/2006 e reg. UE 1241/2019.

Per quanto riguarda la neonata di sardina è necessario ricordare che l’autorizzazione di tale pesca ha un percorso vincolato ad un insieme di deroghe agli art. 9, 13 e 15 del suddetto regolamento che necessitano la messa in opera di un Piano di gestione delle pesche speciali redatto ai sensi dell’art. 19 dello stesso regolamento ed approvato dall’Unione Europea. Tale Piano è legato da un lato alla necessità di applicare un approccio precauzionale che evidenzi, provatamente e inequivocabilmente, la sostenibilità del prelievo sullo (sugli) stock e dall’altro di applicare un approccio ecosistemico che dimostri la compatibilità della pesca con le esigenze di protezione dell’ambiente e degli ecosistemi.

Le valutazioni ufficiali svolte dalle Organizzazioni internazionali (FAO-GFCM) indicano che lo stock degli adulti di sardina nello Stretto di Sicilia, sebbene in lieve ripresa continua ad essere molto al di sotto del livello di abbondanza entro i limiti di sicurezza biologici. L’analisi svolta nell’ambito di questo progetto con dati ufficiali di cattura e indici di biomassa a mare utilizzando i dati delle campagne MEDITS, significativamente correlati alle valutazioni di biomassa a mare ottenute dalle campagne acustiche MEDIAS, hanno confermato una situazione negativa per quanto riguarda lo stock di sardina.

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

È da ribadire che ricerche condotte in diverse aree del mediterraneo, hanno dimostrato che tale condizione di scarsi livelli di abbondanze a mare di sardina non sia esclusivamente imputabile alla sovrappesca ma agli effetti del cambiamento climatico in corso che sta favorendo specie ad affinità calda, come l'alaccia, rispetto a quelle ad affinità fredda come le sardine.

Come segnalato in precedenti occasioni, la strada che appare percorribile è, pertanto, quella di un Piano delle pesche speciali della Sicilia, integrato con i Piani di Gestione Locale, e finalizzato alla pesca del novellame di alaccia (*Sardinella aurita*) e del cicirello, *Gymnammodites cicereus* e degli adulti di pesci di piccola taglia come il rossetto (*Aphia minuta*), del ghiozzo cristallino *Crystallogobius linearis* e includendo in questo percorso la valutazione di strumenti adattativi e adeguamenti tecnologici alla pesca.

Sia nel caso delle prime due specie che in quello delle seconde si tratterebbe di queste di andare in deroga al reg. CE 1967/2006 soltanto per gli art. 9 e 13 rendendo più semplice la stesura e le probabilità di successo del Piano sulla scorta di quello approntato per la pesca del rossetto nella GSA 9, approvato dall'Unione Europea.

Le ricerche condotte nel presente programma, per il limitato intervallo temporale coperto (da settembre a metà novembre 2023), non hanno consentito di raccogliere le necessarie informazioni sulle catture delle specie sopramenzionate che consenta la stesura di un Piano di Gestione con gli standard previsti dalla Unione Europea.

In aggiunta alle interviste ai pescatori autorizzati prima del 2010 alla pesca del novellame, gli unici dati di cattura di specie in deroga disponibili sono risultati quelli, molto frammentari, di sardina riferibili al litorale tirrenico e ionico della Sicilia (fonte IREPA). Tali dati, tuttavia, non sono essenziali per l'autorizzazione a pescare il novellame di sardina, che, come è noto, è condizionato alla valutazione dello stato di sfruttamento dello stock di adulti della specie.

Riguardo allo stato di sfruttamento della sardina, va ricordato che le valutazioni condotte nella GSA 16 hanno mostrato condizioni di sofferenza degli stock con livelli di abbondanza in mare molto al di sotto delle soglie precauzionali adottate nella gestione della pesca. Questi risultati sconsigliano vivamente di proporre un piano di gestione per le pesche speciali che abbia come bersaglio il novellame di sardina.

Riguardo ad altre specie oggetto di pesche speciali nelle acque siciliane prima del 2010 (cicirello, rossetto e ghiozzo cristallino), non risultano disponibili serie storiche di dati di cattura che consentano una valutazione dello stato di sfruttamento e del prelievo che consenta la formulazione di un Piano di gestione che garantisca la sostenibilità nel tempo della pesca come ad es. nel caso del rossetto nella GSA 9 (Raicevich et al., 2020)

Per quanto riguarda la biologia delle specie potenzialmente bersaglio di un piano di gestione di pesca speciale, le informazioni disponibili sono estremamente scarse e frammentarie e che il limitato periodo di indagine, svolto peraltro in un periodo non favorevole al campionamento di novellame (settembre-novembre 2023) non ha consentito di colmare le carenze conoscitive esistenti. Come previsto nella formulazione originaria del progetto, per colmare le attuali carenze

Report scientifico finale del progetto *Sevens* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

conoscitive è necessario come minimo un ciclo annuale di indagini mensili per valutare la comparsa nello spazio delle reclute di cicirello, rossetto e ghiozzo cristallino e di valutarne la dinamica spazio temporale in seguito ai processi di crescita e di riproduzione. Considerati gli effetti della variazione interannuale delle condizioni climatiche sarebbe opportuno che i processi biologici riscontrati in tali indagini siano verificati in almeno un altro ciclo annuale di campionamento. Va segnalato che, se da un lato nel corso del progetto sono stati catturati esemplari di rossetto e di ghiozzo cristallino, non è stato possibile campionare esemplari di alaccia e cicirello. Si ritiene che questa assenza sia dovuta al periodo di campionamento ridotto a soli due mesi, che non è riuscito a intercettare le fasi post larvali delle due specie.

In questo quadro di carenze conoscitive, che il tempo molto limitato in cui si è sviluppato il progetto *Sevens* non ha consentito di colmare, si ritiene utile ricordare alcune pratiche virtuose che hanno consentito di sviluppare pesche speciali in accordo con le normative europee. Tra queste vanno menzionate quella del rossetto nella GSA 9 (Mar Ligure/Alto Tirreno) (Raicevich et al., 2020) o quella del cicirello nella GSA 6 (Mar Catalano) (Maynou et al., 2021).

Il caso del rossetto nella GSA 9 ha alla base una lunga serie storica di dati scientifici raccolti dalla ARPA Toscana. Tale base di dati ha consentito di varare il Piano di Gestione (PdG) per l'utilizzo della sciabica da natante per la pesca del rossetto sin dal 2011. In particolare, la formulazione di tale PdG è stata resa possibile per la disponibilità di dati di cattura e sforzo della pesca e di biologia della specie sin dai primi anni 1990 (Raichevich et al., 2020). L'assenza di lunghe serie storiche di dati su biologia e pesca di rossetto, ghiozzo cristallino, alaccia e cicirello non consentono di adottare in Sicilia una simile strategia per la formulazione di un eventuale PdG di pesche speciali per tali specie su modello di quello di successo realizzato nella GSA 9.

Più consono alla situazione siciliana è invece l'approccio seguito dai pescatori Catalani per formulare ed avere approvato il PdG per la pesca del cicirello dall'Unione Europea. Il successo del piano è stato possibile in seguito alla realizzazione di un programma di pesca scientifica concordato tra pescatori, ricercatori, amministratori ed ambientalisti durato 2 anni che ha consentito di formulare gli obiettivi specifici e le misure di gestione fondate su robuste conoscenze scientifiche sulla biologia e pesca della specie (Maynou et al., 2021).

La pesca è gestita da un Comitato di Co-gestione di cui fanno parte pescatori, ricercatori, amministratori ed ambientalisti.

La flotta attualmente autorizzata è limitata a 26 imbarcazioni che operano da sei porti di pesca lungo la costa catalana: Barcellona, Arenys de Mar, Blanes, Sant Feliu de Guíxols, Palamós e L'Estartit. Il piano prevede che non possono essere rilasciate nuove licenze per questo tipo di pesca. Il numero di pescatori a bordo è di 2 o 3 persone.

La rete usata ha due ali laterali con una lunghezza massima di 125 m seguita da un sacco di 30 m. L'altezza massima delle ali degli attrezzi è di 30 m dalla superficie.

Il controllo segue le regole del monitoraggio standard e dell'approccio precauzionale, che prevedono, tra l'altro, la comunicazione giornaliera delle catture al Comitato di Cogestione, la

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

vendita delle catture esclusivamente attraverso il canale ufficiale delle aste nei porti di provenienza, la riduzione della quota o addirittura l'interruzione della pesca durante la stagione consentita se si percepisce un calo eccessivo delle catture per unità di sforzo.

La pesca è regolata da una quota mensile di cattura assegnata per imbarcazione e giorno, combinata con la limitazione dello sforzo di pesca, il che significa che solo alcune delle 26 imbarcazioni autorizzate possono pescare un certo numero di giorni al mese.

L'approccio catalano sopra ricordato per avere successo presuppone l'esistenza di alcune precondizioni.

In primo luogo è essenziale una forte coesione tra i pescatori per rispettare obiettivi e misure del PdG, la loro cooperazione per controllare la produzione e, di conseguenza, il prezzo di vendita del prodotto, la loro disponibilità a fornire dati giornalieri accurati su cattura e sforzo.

In secondo luogo, accanto al ruolo determinante dei pescatori, è necessario un forte coinvolgimento della ricerca per valutare “in tempo reale” la risorsa di fornire indicazioni per adattarne il prelievo all'abbondanza evitando il suo depauperamento.

Infine, l'approccio catalano implica la partecipazione dell'amministrazione per adottare tutti quei provvedimenti normativi che consentano l'accesso esclusivo alla pesca della comunità di pescatori autorizzati ad esercitare l'attività nell'area coperta dal PdG e di sorveglianza e controllo basilari per garantire la sostenibilità del prelievo.

Conclusioni

Nel complesso, il progetto *SevenS* ha avuto il merito di creare un ambiente produttivo che ha permesso a importanti *know-how* di integrarsi, promuovendo un lavoro sinergico e focalizzato su uno stadio di sviluppo ontogenetico ancora troppo poco studiato.

Grazie al progetto *SevenS* è stata condotta una campagna oceanografica *ad hoc* che ha permesso di raccogliere dati molto rari sulla distribuzione spaziale di uova e larve di *Sardina pilchardus* in acque italiane. Questo ha permesso di approfondire le conoscenze sui primissimi stadi del ciclo vitale di questa specie (e di tutte le altre specie che condividono con essa zona e periodo riproduttivo), dall'identificazione delle aree di deposizione delle uova, allo studio della sua variabilità e delle dinamiche di dispersione larvale in relazione alle variabili oceanografiche e ambientali. Parallelamente, il progetto ha rappresentato il *framework* all'interno del quale è stata analizzata la serie storica relativa alla cattura di larve di *Sardinella aurita*. Tale studio ha permesso di indentificare i fattori ambientali in grado di controllarne la distribuzione, permettendo di elaborare una serie di riflessioni sulla sua gestione come risorsa futura.

Il campionamento del novellame nel complesso è stato purtroppo limitato dall'incompatibilità tra le tempistiche tecnico-amministrative necessarie al coinvolgimento delle imbarcazioni e la durata minima del campionamento necessario a fornire indicazioni utili ai fini della preparazione di una

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

proposta gestionale. Ciononostante, il progetto ha permesso di ottenere i primissimi campioni di novellame raccolti nell’ambito di uno studio scientifico. Sebbene limitatamente al periodo di tempo che intercorre tra settembre e novembre, le catture hanno permesso di raccogliere per la prima volta dati sulla composizione specifica – anche attraverso l’applicazione di moderne biotecnologie - e sulla struttura delle classi di taglia che caratterizzano questo periodo dell’anno. In questo contesto, progetto *SevenS* è stato sede di uno studio finalizzato all’analisi di importanti *database* che custodiscono lunghe serie storiche di dati ambientali e che oggi sono a disposizione della comunità scientifica. Queste analisi hanno avuto il merito da un lato di evidenziare i cambiamenti ambientali in atto nelle aree siciliane, dall’altro di caratterizzare le condizioni ambientali delle aree di pesca del novellame, permettendo così di effettuare confronti tra diverse aree di studio e di approfondire le conoscenze -ad oggi limitate- sull’ecologia di questi stadi di sviluppo.

Dal punto di vista biologico-gestionale relativo alle attività di pesca, progetto *SevenS* ha permesso di riunire le informazioni disponibili sullo stato di sfruttamento degli stock ittici di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle acque siciliane, approfondendone le caratteristiche demografiche e definendo aspetti fondamentali per la valutazione corretta dello stato della risorsa, come nel caso dei rapporti ponderali tra queste due specie che vengono spesso morfologicamente confuse.

Il progetto *SevenS* ha permesso inoltre di affiancare a questo corpo importante di informazioni biologiche uno studio finalizzato alla definizione dello stato del naviglio e del contesto storico-economico legato alla pesca tradizionale del novellame in Sicilia. Questo approccio è risultato infatti fondamentale per l’individuazione di elementi utili per la definizione di una proposta di un piano di gestione sostenibile, che deve tener conto non solo delle caratteristiche biologiche ed ecologiche delle specie aliutiche, ma anche della flotta, della dimensione sociale ed economica dell’attività da pesca e del suo ruolo propulsivo nello sviluppo economico dei territori costieri siciliani.

È in questo contesto che, attraverso la raccolta di una grande mole di dati e al lavoro sinergico e multidisciplinare portato avanti da diversi esperti, che sono stati identificati gli elementi ritenuti necessari per la predisposizione di un piano di gestione delle catture di novellame che risponda agli standard previsti dall’Unione Europea.

Bibliografia

AAVV 2017. MEDITS-Handbook. Version n. 9. MEDITS Working Group: 106 pp.

Bitetto, I., Casciaro, L., Spedicato, M.T., Carbonara, P., Rinelli P., Perdichizzi, F., Busalacchi, B., Profeta, A., Pirrera, L., Di Natale, A., Mangano, A., Lembo, G. (2010) - Rapporto annuale sullo stato delle risorse della GSA 10. Mare Tirreno centrale e meridionale: 46-79. (Technical Report).

Fisher, W., Bauchot, M.L. Schneider, M. 1987 - Fiches FAO d'identification des especes pour les besoins de la pêche. (Revision 1). Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Volume I. Végétaux et Invertébrés. Volume II. Vertèbres. Publication préparée par la FAO, résultat d'un accord entre la

Report scientifico finale del progetto *SevenS* “Studi a Supporto della gestione Sostenibile di *Sardina pilchardus* e *Sardinella aurita* nelle GSAs Siciliane”

FAO et la Commission des Communautés Européennes (Projet GCP/INT/422/EEC) financée conjointement par ces deux organisations. Rome, FAO, 1530 p.

Froese, R., Demirel, N., Coro, G., Kleisner, K. M., and Winker, H. (2017). Estimating fisheries reference points from catch and resilience. *Fish Fish.* 18, 506–526. doi: 10.1111/faf.12190.

Froese, R.; Winker, H.; Coro, G.; Demirel, N.; Tsikliras, A.C.; Dimarchopoulou, D.; Scarcella, G.; Palomares, M.L.D.; Dureuil, M.; Pauly, D. Estimating stock status from relative abundance and resilience. *ICES J. Mar. Sci.* 2020, 77, 527–538.

Gaamour, A., Ben Abdallah, L., Khemiri, S., Mili, S. (2004) - Report of the MedSudMed expert consultation on small pelagic fishes: stock identification and oceanographic processes influencing their abundance and distribution. GCP/RER/010/ITA/MSM-TD-05. MedSudMed Tech. Docs, 5: 132 pp.

Gancitano, V., Basilone, G., Bonanno, A., Cuttitta, A., Garofalo, G., Giusto, G.B., Gristina, M., Mazzola, S., Patti, B., Sinacori, G., Fiorentino, F. (2010) - Rapporto annuale sullo stato delle risorse della GSA 16 - Stretto di Sicilia: 105-134. (Technical Report)

Ganias, K., Somarakis, S., Caragitsou, E., Koutsikopoulos, C., Machias, A., Theodorou, A. (2001) - Differential egg production of sardine off the central Hellenic coasts in December 1999. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 36:268p.

Ganias, K., Somarakis, S., Machias, A., Theodorou, A. (2004) - Pattern of oocyte development and batch fecundity in the Mediterranean sardine. *Fish. Res.*, 67: 13-23

Maynou, F., Demestre, M., Martín, P. and Sánchez, P., 2021. Application of a multi-annual generalized depletion model to the Mediterranean sandeel fishery in Catalonia. *Fisheries Research*, 234, p.105814.

Raicevich, S., Grati, F., Giovanardi, O., Sartor, P., Sbrana, M., Silvestri, R., Baino, R.T., Andaloro, F., Battaglia, P., Romeo, T. and Spagnolo, M., 2020. The unexploited potential of small-scale fisheries in Italy: Analysis and perspectives on the status and resilience of a neglected fishery sector. *Small-Scale Fisheries in Europe: Status, Resilience and Governance*, pp.191-211.

Spedicato, M. T., Massutí, E., Mérigot, B., Tserpes, G., Jadaud, A., & Relini, G. (2019). The MEDITS trawl survey specifications in an ecosystem approach to fishery management. *Sci. Mar*, 83(S1), 9-20.

Whitehead, P.J.P., Bauchot, M.L., Hureau, J.C., Nielsen, J., Tortonese, E. (1984) - Poissons de l'Atlantique du nord-est et de la Méditerranée. Vol. I. UNESCO, Paris: 510 pp.

Whitehead, P.J.P., Bauchot, M.L., Hureau, J.C., Nielsen, J., Tortonese, E. (1986) - Poissons de l'Atlantique du nord-est et de la Méditerranée. Vol. II et III. UNESCO, Paris: 511-1473.

WoRMS Editorial Board (2024). World Register of Marine Species. Available from <https://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2024-03-28. doi:10.14284/170