



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Tesi di tirocinio di formazione e orientamento

(Convenzione stipulata tra ISPRA e l'Università di Messina del 26/02/2010)

LA TONNARA DEL TONO DI MILAZZO: STORIA E ANALISI DELLE CATTURE

Dr.ssa Federica Bonomo

Tutor ISPRA: Dr.ssa Teresa Romeo

ANNO 2010

Data	Firma Tirocinante	Firma del Tutor ISPRA	Firma Responsabile Servizio ISPRA
	Firma del Tutor Ente Promotore*		

* Il Tutor dell'Ente Promotore sarà citato solo in presenza della firma

2. ABSTRACT

La storia della pesca del tonno in Sicilia ha origini antichissime. Le annuali migrazioni di questo grande animale marino si sono perpetuate per millenni, come testimoniato da zone archeologiche e antiche rappresentazioni che mostrano il millenario interesse nei confronti del tonno rosso da parte delle popolazioni Mediterranee.

Lo studio di seguito affrontato nasce con il fine di coniugare tra loro aspetti storici, culturali ed ecologici del territorio della Sicilia, analizzando in particolare: l'andamento delle serie storiche delle catture di tonno rosso e di tutte le altre specie pelagiche nella tonnara fissa del Tono di Milazzo, le catture in funzione di fattori ambientali e l'identificazione di fattori responsabili della scomparsa delle tonnare fisse.

3. PREFERAZIONE

La presente tesi analizza l'andamento delle catture e la biodiversità di specie pelagiche attraverso l'elaborazione dei dati contenuti nei registri di attività della Tonnara fissa del Tono di Milazzo, considerata tra le più importanti in Sicilia orientale. I dati sono stati raccolti, come serie storica continua dal 1906 al 1963.

L'attività dello stage formativo si è articolata in 6 differenti fasi:

1. Sono stati consultati di n. 8 registri, conservati presso l'abitazione di un proprietario della tonnara del Tono di Milazzo, relativi all'attività di pesca della tonnara stessa dal 1906 al 1963.;
2. I registri sono stati fotografati (per singolo foglio), le immagini trasferiti su PC e raggruppati in cartelle per singolo registro, in successione dal primo all'ultimo foglio dello stesso;
3. Lettura delle singole pagine;
4. I dati ottenuti sono stati inseriti in un database contenente le catture presenti nei diari suddivise per specie.
5. Analisi delle informazioni relative alle catture e ai giorni di attività.
6. Calcolo delle equazioni e analisi statistica .

Lo studio fornisce un elevato contributo non solo dal punto di vista biologico ed ecologico, ma soprattutto culturale e storico.

Le attività di laboratorio sono state eseguite presso la sede ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) di Milazzo nell'anno 2010.

Il Tutor

Dr.ssa Teresa Romeo


4. INDICE

1. COPERTINA.....	1
2. ABSTRACT.....	2
3. PREFAZIONE.....	3
4. INDICE.....	4
5. INTRODUZIONE.....	5
5.1.0 <i>Thunnus thynnus</i>.....	11
5.1.1 METODI DI CATTURA.....	16
5.1.2 LA TONNARA FISSA.....	19
5.1.3 AREA DI STUDIO.....	24
5.1.4 OBIETTIVO DELLA TESI.....	26
6. METODOLOGIA.....	26
Analisi dei dati.....	29
NAO (North Atlantic Oscillation).....	29
7. CORPO DELLA TESI.....	30
7.1.0 RISULTATI.....	30
7.1.1 SPECIE TARGET.....	30
7.1.2 SPECIE COMUNI.....	40
7.1.3 SQUALI.....	56
7.1.4 SPECIE REGISTRATE IN TERMINI DI BIOMASSA TOTALE.....	59
7.1.5 SPECIE ACCIDENTALI.....	63
8. CONCLUSIONI.....	68
9. BIBLIOGRAFIA.....	72

5. INTRODUZIONE

La pesca del tonno (*Thunnus thynnus*, Linneo 1758) ha una storia molto antica; sin dall'antichità, l'uomo si adoperò ad adattare metodi e costruire attrezzi da pesca sempre più evoluti per la cattura di branchi di tonno che, in modo sistematico, costeggiavano i litorali in specifici periodi dell'anno. Osservando la rotta migratoria in Mar Mediterraneo di questo grande pesce pelagico (Fig. 1), nacque un metodo efficace e razionale per la sua cattura, basato su un impianto fisso di reti, che permetteva, tramite lo sbarramento del suo percorso migratorio, l'entrata ma non l'uscita dalla serie di reti. Dall'età normanna in poi questa struttura, frutto di secolari esperienze, fu identificata col nome di Tonnara (Doumenge, 1998).

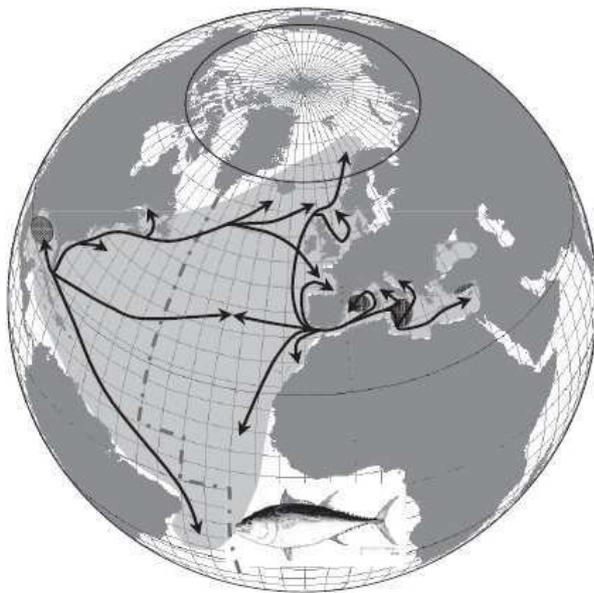


Figura 1. Distribuzione spaziale del tonno rosso (area in grigio) e principali rotte migratorie (frecce nere) dedotte sia da dati di pesca storici ed attuali che da informazioni ottenute da tag elettroniche e tradizionali. La linea verticale tratteggiata rappresenta la delimitazione dello stock nelle due attuali aree di gestione dell'ICCAT. I siti di riproduzione (aree punteggiate grigie) sono localizzate nel Mar Mediterraneo e nel Golfo del Messico (Fromentin and Powers 2005).

Fino alla metà del XX secolo l'attività di pesca delle tonnare fisse rappresentava un sistema molto remunerativo. La diminuzione della risorsa, i costi di manutenzione degli impianti fissi e l'avvento di tecnologie più moderne, portò alla progressiva dismissione delle strutture, fino alla loro totale scomparsa.

In Italia furono introdotti palangari di superficie e tonnare volanti (Mather *et al.*, 1995), le cui catture rappresentavano più del 70% di tonno rosso pescato dal 1970 in poi in Mediterraneo (Santoleri *et al.*, 2006). Dal 1980 lo sforzo di pesca subì un ulteriore incremento, a causa della richiesta sempre maggiore di tale risorsa da parte del mercato giapponese (Fromentin e Ravier, 2005; Porch, 2005), fino a giungere all'introduzione di aerei di avvistamento e sofisticati sonar per incrementare ancora di più i rendimenti (Liorzou, 2001).

Dalla fine del ventesimo secolo e in particolare dagli anni '80, la pesca del tonno rosso è aumentata in modo esponenziale. Da un lato il miglioramento delle tecniche di pesca grazie agli avanzamenti tecnologici, dall'altro lato lo sviluppo del mercato giapponese di sushi e sashimi hanno spinto lo sfruttamento della specie a livelli mai registrati prima. La pressione da parte del mercato giapponese ha provocato un aumento dell'efficienza e della capacità delle industrie di pesca costituite durante gli anni '80 e '90: nel 1998 le navi tonniere con reti da circuizione erano due volte più lunghe e quattro volte più potenti rispetto al 1970.

La pesca del tonno rosso si è così espansa e attualmente viene svolta nell'intero bacino del Mediterraneo, che man mano ha acquistato una posizione di dominanza rispetto all'Atlantico, come area di pesca. Negli anni '90 le catture nella parte orientale dell'Oceano Atlantico e nel Mar Mediterraneo hanno raggiunto un picco storico superando le 50.000 tonnellate (ICCAT, 2007).

La preoccupazione per lo stato di conservazione del tonno rosso è documentata già nei primi anni '70 quando l'ICCAT (International Commission for the Conservation of Atlantic Tuna) ha formulato le prime raccomandazioni per limitare lo sforzo di pesca e porre dei limiti sulla taglia massima di cattura consentita.

Per molte flotte tonniere operanti in Atlantico orientale e Mediterraneo esistono enormi incertezze riguardo ai dati delle catture totali e della loro composizione in taglia. Tuttavia, la produttività dello stock orientale è stata stimata in circa 25000 tonnellate. Le associazioni

internazionali per la conservazione delle biodiversità hanno cominciato ad interessarsi al tonno rosso a causa della drastica diminuzione di abbondanza registrata in modo particolare nello stock occidentale (Fig. 2).

Negli anni '90 è stato quindi sviluppato dall'ICCAT un metodo di regolazione del mercato del tonno per monitorare gli esemplari che venivano commercializzati nel mercato giapponese. Questo strumento di regolazione ha consentito di ridurre la quantità di catture non segnalate nello stock occidentale, anche se le misure adottate sono il risultato esclusivamente di dati ufficiali e non tengono in considerazione le catture illegali della specie che secondo stime recenti possono anche essere il doppio di quanto registrato nei dati ufficiali.

Per quanto riguarda lo stock orientale, nel 2002 l'ICCAT ha stabilito la quota annuale di catture nel periodo 2002-2006 pari a 32000 tonnellate. Inoltre, il limite di taglia di 6,4 kg imposto nel 1975 è stato alzato a 10 kg per il Mediterraneo e 30 kg per l'ovest Atlantico (in base alla diversa età di maturazione).

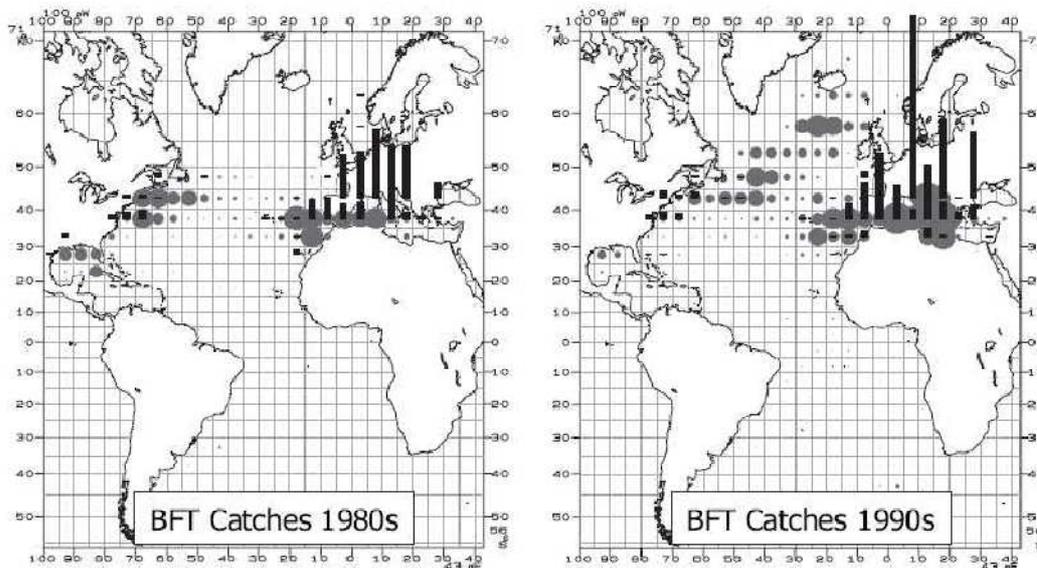


Figura 2. Catture totali di tonno rosso negli anni 1980-1989 e 1990-1999, per località geografica (quadrati 5x5) e per reti principali: le barre rappresentano le catture totali delle reti di superficie (sciabiche, barchini pasturatori, lenze a mano e trappole); i cerchi rappresentano le catture totali dei palamiti. Da Fromentin e Powers (2005).

E' ancora in atto il piano di ricostituzione dello stock che ha ulteriormente posto limiti nella taglia di cattura fissata a 30 kg in Mediterraneo, fatta eccezione per la Croazia (10 kg) in cui

il tonno pescato è destinato all'allevamento. Le normative ICCAT e la commissione GFCM (General Fisheries Commission for the Mediterranean), che gestiscono la risorsa tonno rosso, hanno posto dei limiti, che riguardano le catture massime sostenibili, chiamate quote TAC (Total Allowable Catch), per la taglia minima di cattura e per la tipologia e durata dell'attività di pesca, a fronte del crollo dello stock in Mediterraneo e Atlantico.

Tramite decreto del Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, del marzo 2010, la quota complessiva, assegnata dall'Unione Europea all'Italia per la campagna di pesca 2010 è stata ripartita in tonnellate come segue: palangaro 142,06; tonnara fissa 89,03; pesca sportiva 33,87.

È stato disposto inoltre l'arresto temporaneo obbligatorio dell'attività di pesca con il sistema a circuizione dal 16 maggio al 14 giugno 2010 compreso, corrispondendo alle imprese di pesca un aiuto pubblico, determinato secondo le modalità indicate nel Piano di adeguamento della flotta tonniera precedentemente approvato.

Tuttavia è stimato che le catture illegali, provenienti anche dalla pesca sportiva che incide sui giovanili, di tonno rosso nello stock mediterraneo siano estremamente consistenti, arrivando ad eguagliare quelle monitorate (Fig. 3). A peggiorare ulteriormente la situazione dello stock dell'est Atlantico ed aumentare il numero di catture non segnalate, alla fine degli anni '90 sono comparse in Spagna le prime industrie di allevamento del tonno rosso (Tuna Farm) (Foto 1).

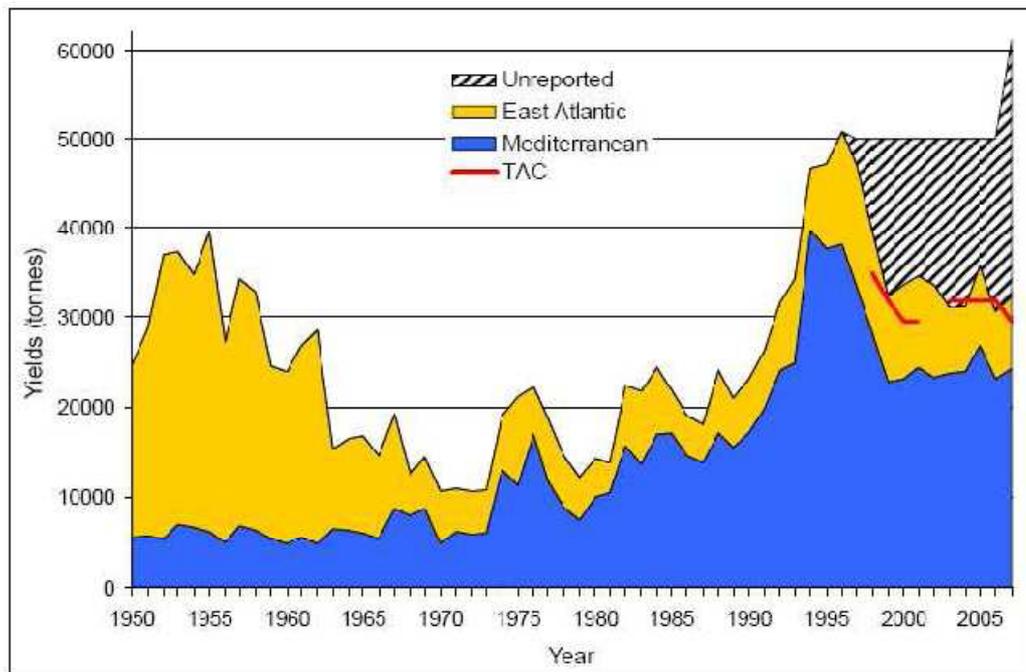


Figura 3. Catture riportate da dati della Task I dal 1950 al 2007 divisi per aree geografiche principali insieme alle catture non riportate stimate dal Comitato in base alla capacità attiva di pesca e tasso medio di catture nell'ultimo decennio. (ICCAT 2007)

Questo tipo di pratica si è sviluppato rapidamente in tutto il Mediterraneo negli ultimi venti anni con impianti anche in Italia, Libia, Turchia, Tunisia, Croazia, Cipro, Malta, Spagna e Francia. Questi impianti di ingrasso, nati per soddisfare l'ingente richiesta negli ultimi anni di esemplari freschi tutto l'anno, non consentono di contrastare il depauperamento della specie e migliorare la sua sostenibilità, in quanto i tonni, che vengono allevati in enormi gabbie in mare aperto, sono tonni prelevati dalle popolazioni naturali. Gli individui vengono mantenuti sotto alimentazione controllata per un periodo di 4 mesi, vengono nutriti in modo da aumentare la quantità di grasso ed ottenere un prodotto più adatto al mercato giapponese. Lo scopo è perciò ingrassare gli esemplari e averli disponibili sul mercato anche fuori stagione (dicembre). Quindi la produzione degli impianti di allevamento dipende totalmente dalle popolazioni naturali di tonno rosso e contribuisce al loro impoverimento aumentando il numero di catture non segnalate e colpendo anche gli individui giovani che, in base ai limiti di taglia stabiliti, non potrebbero essere pescati. Inoltre, queste gabbie possono essere spostate da un'area ad un'altra del Mediterraneo impedendo il controllo sulla tracciabilità degli individui allevati.

a)



b)



Foto 1. a) esemplari di tonno rosso (*Thunnus thynnus*); b) Gabbia in mare aperto utilizzata per l'allevamento del tonno rosso.

Le enormi lacune relative ai dati di cattura del tonno rosso nell'Atlantico orientale e nel Mediterraneo, insieme alla mancanza di conoscenze sui processi chiave delle dinamiche di popolazione (riproduzione, migrazione, struttura) e sugli stock esistenti, hanno fortemente influenzato ed a volte distorto la percezione dello stato di conservazione della specie.

Tuttavia, nonostante le attuali incertezze, è opinione comunemente accettata che questa specie sia stata pesantemente sovrasfruttata per diversi decenni.

5.1.0 *Thunnus thynnus*

Il Tonno rosso è una specie appartenente alla famiglia *Scombridae*, genere *Thunnus* (Foto 2).



Foto 2. Il tonno rosso (*Thunnus thynnus*) o bluefin tuna.

Morfologia

Il corpo è robusto, fusiforme e leggermente compresso. La sezione trasversale è circolare. Il muso è prominente. La testa è grande, con occhi piccoli. La bocca, non molto ampia, ha sulle mascelle un'unica serie di piccoli denti conici, presenti anche sulle ossa interne del palato. Il corpo è coperto di piccole scaglie (più grandi nella parte anteriore del corpo, dietro la testa, chiamata corsaletto, e più piccole verso la coda). Le pinne dorsali sono nettamente separate. Dietro la pinna dorsale posteriore e la pinna anale sono presenti le pinnule. Le pinne pettorali sono corte. Il peduncolo caudale ha, ai due lati, una carena centrale, bordata da due di minori dimensioni. E' presente una piccola vescica natatoria. La colorazione è blu scura sul dorso, grigio-argentea sui fianchi, giallo sulle pinnule. Le pinne sono grigie. I giovani tonni hanno strisce verticali o macchiette argentee sui fianchi.

Raggiunge grosse taglie (Lunghezza totale: 300 cm) con un peso massimo rilevato di circa 700 kg. La durata massima della vita è circa 20 anni.

Il tonno possiede un sistema circolatorio di scambio di calore controcorrente, la rete mirabile, che gli consente di regolare e sopportare ampie escursioni termiche, spostandosi da acque molte fredde sotto 3 °C ad acque calde sopra 30 °C nei suoi lunghi percorsi migratori e trofici, mantenendo la propria temperatura interna tra 24 e 35°C (Carey e Teal, 1969).

La maggior parte dei pesci si sposta contraendo alternativamente i muscoli inseriti ai lati della colonna vertebrale. Ogni massa muscolare è composta da una serie di segmenti detti miomeri. La loro contrazione produce un'ondulazione che spinge il pesce in avanti. Le pinne sono utilizzate come stabilizzatori o per aumentare la velocità del nuoto.

I miomeri sono costituiti da due tipi di fibre muscolari, la fibra rossa e la fibra bianca. La prima, al contrario della fibra bianca, è ricca di mioglobina e di mitocondri ed è altamente vascolarizzata. La fibra rossa è adatta a lavorare in condizioni aerobiche, si contrae lentamente ma sopporta bene la fatica; la fibra bianca lavora bene in condizioni anaerobiche, si contrae più velocemente ma non è resistente alla fatica. Il rapporto tra le due fibre nei pesci varia a secondo del tipo di nuoto. I tonni, che sono dei forti nuotatori, presentano alte percentuali di fibre rosse, a differenza dei pesci che vivono in prossimità del fondo o di quelli che compiono spostamenti brevi o scatti repentini, che invece presentano percentuali maggiori di

fibre bianche. Queste caratteristiche peculiari permettono altresì al tonno di compiere lunghi spostamenti (Block *et al.*, 2001).

Distribuzione e habitat

Il tonno rosso è distribuito nelle acque temperate e tropicali dell'Oceano Atlantico e Pacifico: dalle coste occidentali della Norvegia fino all'Equatore, ai Caraibi ed alla Nuova Scozia. La sua tolleranza alle escursioni termiche aumenta con l'età e va da 10 a 12 °C per esemplari più giovani e da 25 a 30 °C per gli adulti (Rivas, 1954; Schaefer, 2001). Si muove in gruppi definiti "schools", prediligendo gli strati superficiali nelle acque temperate e quelli più profondi quando la temperatura raggiunge livelli più elevati di quella superficiale, compiendo immersioni che possono raggiungere anche 1000 m di profondità (Luctavage *et al.*, 2000; Block *et al.*, 2001).

La migrazione tra il Mar Mediterraneo ed il nord Atlantico è stata definitivamente accettata tra il 1960 e il 1970 basandosi su una vasta serie di ricatture di individui marcati (Sarà, 1963; Mather *et al.*, 1995). La migrazione inversa è stata altresì documentata da molte osservazioni. Benché rimangano ancora numerose incertezze, è possibile che una parte sostanziale di adulti permanga tutto l'anno nel Mar Mediterraneo. Si parla, infatti, di tonni "allocati" in particolare nello Stretto di Messina, ove in passato, veniva praticata la pesca degli adulti tutto l'anno (Potoschi e Sturiale, 1996).

E' stato inoltre dimostrato che i riproduttori compiono anche estese migrazioni dalle loro aree di nutrizione, quali le coste norvegesi ed il Mare del Nord (Tiews, 1962; Hamre *et al.*, 1971), il Golfo di Biscaglia (Bard *et al.*, 1973; Cort e Cendrero, 1975), le zone di upwelling lungo le coste marocchine atlantiche (Aloncle, 1964), verso le zone di riproduzione, soprattutto mediterranee. Alla fine della primavera i tonni "di corsa" passano lo Stretto di Gibilterra (Sella, 1929), lungo la costa nord africana da ovest a est, poi si dirigono verso le due principali zone di riproduzione identificate nell'Arcipelago delle Baleari e nel Mar Tirreno meridionale, anche se non si escludono altre aree riproduttive in Mediterraneo orientale (Karakulak *et al.*, 2004) (Fig. 6).

Una volta completata la riproduzione, il tonno torna in Atlantico (tonno “di ritorno”), lasciando dietro i giovanili che passeranno il loro primo anno di vita nel Mar Mediterraneo (Fromentin, 2003). Dal loro secondo anno i giovani iniziano ad uscire dal Mar Mediterraneo e compiono la migrazione atlantico-mediterranea degli adulti (Sarà, 1964; 1973). Gli studi sulla migrazione sono tuttora in corso ed in continuo aggiornamento.

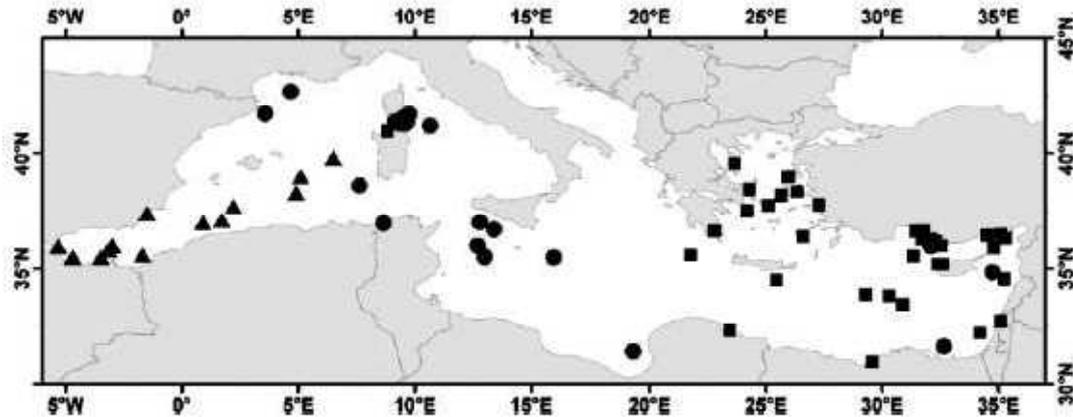


Figura 6. Posizioni delle tag elettroniche satellitari di ABFT distribuiti nel Mar Mediterraneo durante 1998-2004. I diversi simboli rappresentano la distribuzione dei siti nel Mediterraneo: est (quadrato), centrale (cerchio), ovest Mediterraneo vicino allo stretto di Gibilterra (triangolo). (De Metrio *et al.* 2005).

Nutrizione

Il tonno rosso è un predatore molto vorace: le sue caratteristiche morfologiche e fisiologiche richiedono un grande fabbisogno proteico che lo porta ad una continua ricerca di cibo. Allo stadio adulto è un predatore opportunisto, che si nutre di qualsiasi preda sia disponibile in un particolare momento o luogo, con una preferenza per teleostei, cefalopodi e crostacei (Genovese, 1960; Genovese e Alonzo, 1961; Pinkas *et al.*, 1971; Cort, 1990; Eggleston & Bochenek, 1990; Orsi Relini *et al.*, 1998; Chase, 2002; Sarà, 2007).

Per quanto riguarda i giovanili, il comportamento alimentare è simile a quello degli adulti. La letteratura sull'ecologia trofica di questi esemplari è scarsa ed è frutto di ricerche effettuate principalmente sulle popolazioni mediterranee (Sinopoli *et al.*, 2004; Piccinetti Manfrin, 1970; La Mesa, 2005) che descrivono una dieta basata su organismi pelagici, soprattutto pesci e cefalopodi, con minori quantità di crostacei.

Riproduzione e crescita

La crescita del tonno rosso è relativamente rapida, almeno nei primi tre anni di vita. Le fasi di crescita più importanti avvengono durante la prima estate quando ogni esemplare cresce da 30 a 40 cm, raggiungendo i 60 cm nel primo anno (Mather & Schuck, 1960; Mather *et al.*, 1995; La Mesa *et al.*, 2005). Alla fine della prima estate, un giovane tonno ha un peso di circa 1500 g, a 6 anni supera i 60 kg e misura circa 1,5 m. Gli individui maschi hanno una crescita più rapida delle femmine dopo la maturazione. Il tonno rosso matura intorno ai 4 anni (110-120 cm, 30-35 kg), sia per quanto riguarda l'Atlantico orientale sia per il Mediterraneo, mentre per l'Atlantico occidentale la taglia di prima maturità sessuale è stata stimata agli 8 anni (200 cm, 150 kg) (Mather *et al.*, 1995).

L'emissione delle uova è annuale (maggio-giugno) in acque con temperature generalmente superiori a 24 °C (Schaefer, 2001). Gli individui si radunano in gran numero nelle zone di riproduzione.

Sono state identificate due principali zone riproduttive: l'Arcipelago delle Baleari ed il sud del Mar Tirreno (Fig. 7). Sono inoltre riconosciute altre zone, quali la Baia iberico-marocchina, il Mar Nero ed il Mar Ionio (Buen, 1925, 1927; Piccinetti & Piccinetti Manfrin, 1993; Rivas, 1954; Furnestin & Dardignac, 1962; Aloncle, 1964); studi recenti (Cort *et al.*, 2008) identificano un'altra area di riproduzione nella parte orientale del Mar Mediterraneo.

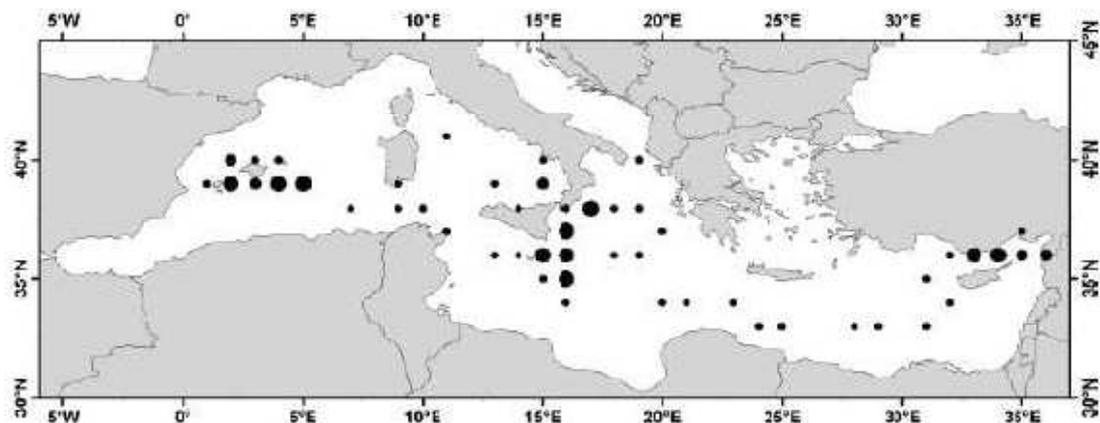


Figura 7. Distribuzione delle larve di tonno rosso dell'atlantico (*Thunnus thynnus*) nel Mar Mediterraneo (Nishida *et al.*, 1998, Garcia *et al.*, 2003, Oray and Karakulak, 2005). I cerchi piccoli rappresentano catture di 1-4 larve, quelli medi 5-10 larve, i cerchi più larghi 10 o più larve. (Rooker *et al.*, 2007).

Il tonno rosso, come tutte le altre specie di tonni, è una specie ovipara (Schaefer, 2001). Presenta uno sviluppo asincrono degli oociti ed un multispawner, con una frequenza di deposizione delle uova stimata nel Mar Mediterraneo in 1-2 giorni (Medina *et al.*, 2002). Le gonadi hanno un rapido sviluppo probabilmente influenzato dall'aumento della temperatura dell'acqua. La fertilizzazione delle uova deposte si verifica direttamente nella colonna d'acqua e la schiusa avviene dopo un periodo di incubazione di 2 giorni. Le larve (circa 3-4mm) sono tipicamente pelagiche con un sacco del tuorlo (da cui traggono nutrimento) ed una forma del corpo non sviluppata, sicuramente molto distante da quella dello stadio adulto. Il sacco del tuorlo si dissolve in pochi giorni e, successivamente, le larve devono alimentarsi da sole.

5.1.1 METODI DI CATTURA

La pesca del tonno è effettuata attraverso vari attrezzi.

Il palangaro di superficie per grandi pelagici generalmente è costituito da un trave in monofilamento di poliammide di diametro maggiore rispetto ai braccioli a cui sono collegati gli ami, di grandezza diversa a seconda della specie bersaglio. In alternanza ai braccioli vi sono molti cavetti che terminano con grossi galleggianti che favoriscono il posizionamento, il recupero e la segnalazione dell'attrezzo, talvolta, nella pesca notturna, vengono usati sistemi di attrazione luminosa in prossimità dell'amo (Ferretti *et al.*, 2002). Generalmente viene calato al tramonto e salpato alle prime luci dell'alba. In questo arco di tempo l'attrezzo viene lasciato all'azione dei venti e delle correnti ed, a secondo del momento in cui abbocca, l'esemplare pescato può essere ritrovato ancora vivo o morto da un massimo di 4-5 ore.

Il palangaro (Foto 3), utilizzato dai motopescherecci nelle marinerie siciliane, è armato generalmente con circa 850-1000 ami con il trave o lenza madre costituito da filo di nylon di 2,30 mm. I braccioli hanno un diametro di 1,80 e 2,00 mm e una lunghezza di 13 m, disposti ad una distanza di circa 50 metri l'uno dall'altro ed intervallati da galleggianti collegati al trave ogni 4 ami. Sull'amo circolare (Mustad n°8) vengono innescati totani (*Illex argentinus*) congelati, o sgombri (*Scomber scombrus* e *Scomber japonicus*). Vengono inoltre adoperate lampadine posizionate lungo tutto l'attrezzo come sistema di attrazione luminosa.



Foto 3: Palangaro di superficie

La pesca con l'arpione (Foto 4), che attualmente non rientra tra i possibili metodi di cattura in quanto le barche non hanno TAC per il tonno, era un tempo un metodo di pesca praticato nello Stretto di Messina nel periodo primaverile ed estivo (aprile-agosto) dalle motopasserelle.



Foto 4: Imbarcazione tipica per la pesca al pescespada chiamata "passerella"

Un ulteriore metodo di pesca caratteristico dello Stretto di Messina utilizzato per la cattura di adulti di tonno rosso è la lenza con il “camio” (Potoschi e Sturiale, 1995). Tale attività oggi non è più praticabile a seguito della normativa vigente.

La pesca con la tonnara volante è relativamente recente, nata intorno agli anni '70, sfrutta la tendenza del tonno ad aggregarsi ed a risalire in superficie. La pesca del tonno rosso con reti a circuizione si è sviluppata a seguito della riduzione della pesca con impianti fissi (tonnare fisse).

In questa pesca si utilizzano imbarcazioni di notevole stazza (200-350 tsl), in quanto devono essere capaci di trasportare pesanti reti, oltre ad essere munite di stive frigo per il primo stoccaggio dei tonni. Le tonnare sono imbarcazioni veloci perché hanno l'esigenza di circondare rapidamente il branco avvistato; per l'individuazione dei tonni si utilizzano, piccoli aerei che permettono di monitorare velocemente vaste aree. L'attività di pesca viene svolta in ore diurne, in quanto i banchi devono essere individuati, prima dagli aerei e, poi dai pescatori, che procedono, quindi, a circondarli completamente con la rete (Fig. 8). Recentemente, con l'utilizzo di sonar capaci di intercettare i tonni anche in profondità ed a qualsiasi ora del giorno, alcuni equipaggi pescano anche in ore notturne.

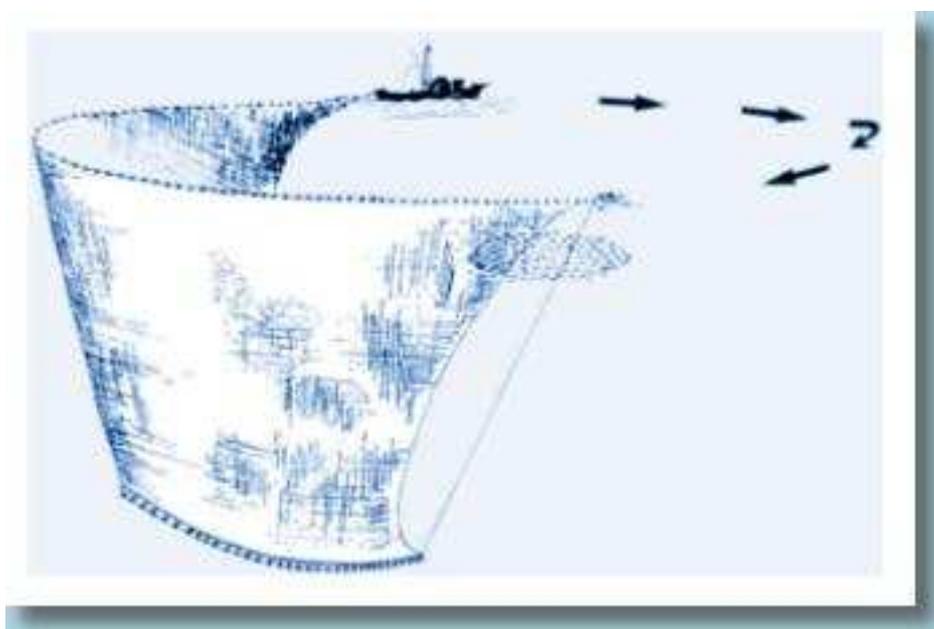


Figura 8: Metodo di cattura della tonnara volante

La rete utilizzata, nella parte sommersa, presenta un cavo di chiusura e, quando viene salpata ed issata a bordo da potenti verricelli idraulici, assume la forma di un sacco in cui il pesce rimane imprigionato. La rete può raggiungere anche una lunghezza di 2000 metri ed un'altezza di 350 metri.

Negli ultimi anni, la maggior parte del tonno pescato nel periodo primaverile, nel bacino orientale del Mediterraneo, viene venduto sul mercato giapponese. Il tonno da destinare ai mercati orientali si pesca durante la fase riproduttiva, nei mesi primaverili ed estivi, quando esso risulta, da un punto di vista organolettico, particolarmente apprezzato in tali mercati: dopo la cattura, i tonni vengono trasferiti in opportune gabbie galleggianti, che vengono poi trasportate nei siti di stoccaggio.

5.1.2 LA TONNARA FISSA

Fino a metà del XX secolo, lungo le coste italiane si armavano, ogni anno, tonnare e tonnarelle, le prime fatte soprattutto per la cattura del tonno, *T. thynnus* (commercialmente, tonno rosso o *Northern bluefin tuna*) e le seconde, più piccole, adatte alla pesca di tutto il pesce di passo.

Sono tecniche di pesca, che fondano le loro origini nel mito: ne sono testimonianza i graffiti nella Grotta del genovese nell'Isola di Levanzo (Egadi), datati 9000 a.C., gli antichi vasi e le monete greche e romane (Foto 6), che riproducono chiaramente questo pesce (Donati e Pasini, 1997).

Ricerche archeologiche hanno documentato un'attività di pesca del tonno nelle acque dell'Isola di Cipro più di 8000 anni fa ed i pescatori greci, all'inizio della stagione di pesca, offrivano in sacrificio un tonno a Poseidone. Già nel IV secolo a.C., il tonno era entrato nella cucina dei Greci, come ci narra Archestrato da Gela, poeta e gastronomo.

Tonnare e tonnarelle sono sistemi di reti a schema fisso, che vengono posizionate in particolari tratti di costa dove, in base ad esperienze secolari, è più probabile il passaggio del tonno e di altri pesci pelagici.



Foto 6: a) Graffiti presenti nella Grotta del genovese; b) Monete con incisione punica; c) Anfora greca raffigurante il taglio del tonno

Lo schema essenziale prevede una lunga rete di sbarramento, anche di alcuni chilometri, detta pedale o coda, posta perpendicolarmente alla costa, che indirizza il pesce di passo ad un insieme di camere (stanze), dove viene concentrato e successivamente pescato e che, nel loro complesso, vengono dette isola (Fig. 9). Nella tonnara classica le stanze, da sei a nove (Parona, 1919), formano un complesso sistema di reti che conduce, alla fine, verso la camera della morte, dove avviene la mattanza. In genere la tonnara si cala solo per 45-60 giorni, tra maggio e giugno. La tendenza è quella di fare poche mattanze, ma altamente remunerative, per cui si trattiene il pesce di passo nelle numerose stanze man mano che questo arriva, in attesa che il quantitativo radunato sia sufficiente per condurre la mattanza, operazione che richiede grande impegno di uomini e mezzi.

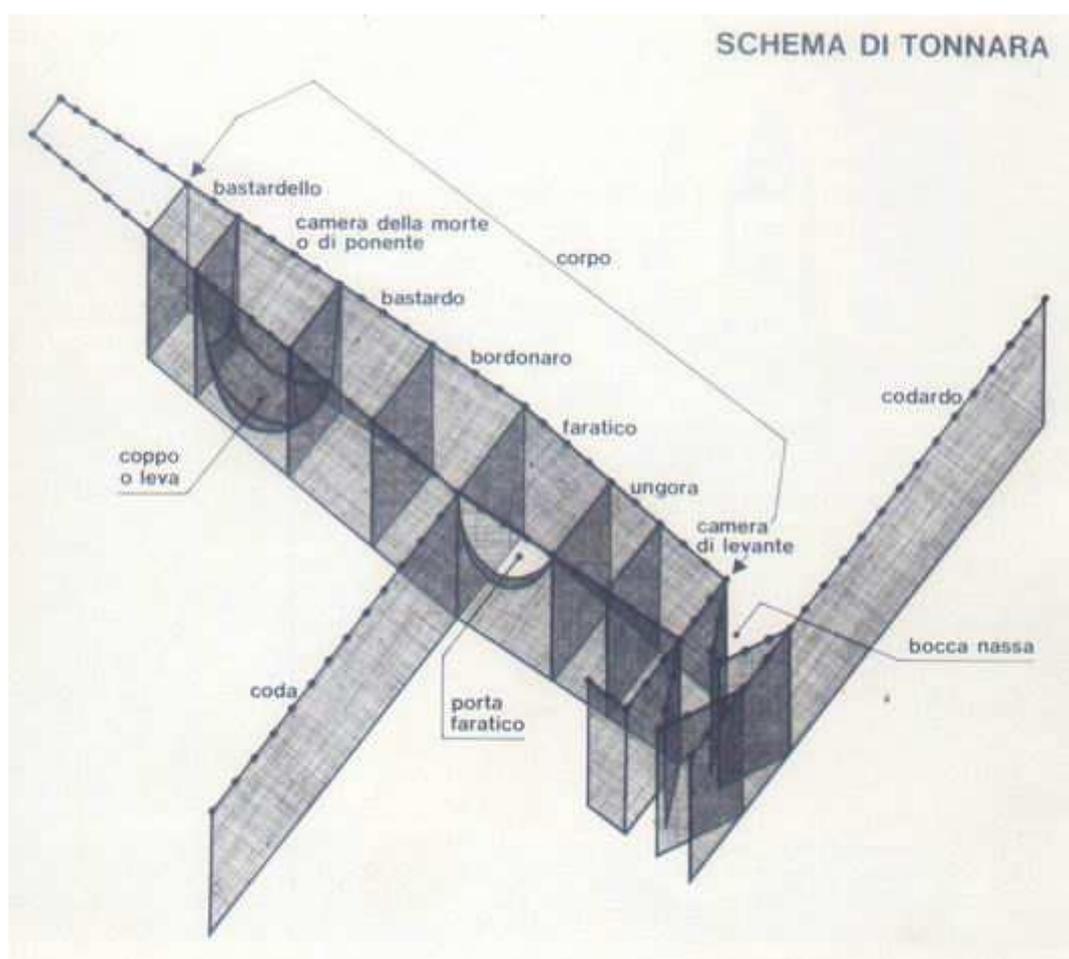


Figura 9: Schema di una tonnara fissa

Dai primi anni del '900 fino alla metà del XX secolo, sono state attive e funzionanti diverse tonnare (Tab. 1) in Atlantico e Mediterraneo (Portogallo, Spagna, Italia, Tunisia, Libia, Marocco), in particolare su tutto il territorio italiano avevamo: nel compartimento marittimo di Genova, la Tonnarella di Camogli; in Toscana, le Tonnare di Baratti, di Porto Santo

Stefano (comune di Monte Argentario Porto Ercole in provincia di Grosseto), del Bagno di Marciana (Isola d'Elba) e dell'Enfola; nel compartimento di Napoli, le Tonnare di Lacco Ameno (Ischia), Ciraccio (Procida), Diomella, Mortella (Salerno), Marina di Conca (Amalfi), Erchia, Bivona e Pizzo in Calabria; nel compartimento di Taranto, la Tonnara di Gallipoli, di Torre S. Isidoro. In Sicilia nel compartimento di Trapani, la Tonnara di Favignana, di Formica, di S. Giuliano, di Bonagia, degli Asinelli; nel compartimento di Palermo invece vi erano: la Tonnara del Secco, di Scopello, di Castellamare del Golfo, Vergine Maria, Arenella, S. Elia, di Solanto, di S. Nicolò, di Trabia; nel compartimento di Messina si annoveravano: la Tonnara di S. Giorgio, di Roccabianca, di Oliveri, del Tono di Milazzo, di Sant'Antonino e del Pepe. Infine erano presenti anche la Tonnara di Marzamemi (Siracusa), di Capo Passero e dell'Orsa (Porto Empedocle, comune di Sciacca). In Sardegna erano presenti la Tonnara di Saline (Sassari), di Flumentorgiu (Cagliari), di Porto Paglia, di Porto Scuso e Isola Piana. La serie più vecchia di dati raccolti su alcune tonnare in particolare, risale al 1599 per la Sicilia (Favignana e Formica), al 1797 per il Portogallo (Medo Das Casas), al 1825 per la Sardegna (Saline, Porto Scuso, Porto Paglia e Isola Piana) e al 1863 per la Tunisia (Sidi Daoud e Bordj Khadidja) (Ravier & Fromentin, 2001).

Geographic distance index				No.	Place	Trap name	Period	n	Median	C.V.	% First axis EVP
9000	2000	1000	0								
				1	Por	Sul do Cabo	1896-1917	21	1404	0.81	56.4
				2	Por	Senohra da Rocha	1897-1919	23	1560	0.75	46.6
				3	Por	Olhos de Agua	1896-1919	24	1352	0.58	53.2
				4	Por	Fort Novo	1896-1920	25	1435	0.65	50.8
				5	Por	Ramalhete	1896-1930	35	1169	0.80	36.6
				6	Por	Cabo Santa Maria	1896-1933	38	1730	0.72	32.4
				7	Por	Livramento	1876-1933	58	5709	0.99	68.3
				8	Por	Barril	1867-1933	67	7606	0.87	81.2
				9	Por	Medo das Casas	1797-1817	21	8309	0.84	35.0
						"	1852-1933	82			82.8
				10	Por	Abobora	1885-1933	49	3258	0.64	55.0
				11	Por	Sul da Ponta	1902-1926	25	4739	0.93	75.8
				12	Por	Torre de Barra	1897-1917	21	1404	1.00	32.7
				13	Spa	Reine Regente	1914-1940	26	6432	0.55	44.5
				14	Spa	Isla Cristina	1929-1960	32	7330	0.62	79.7
				15	Spa	Las Torres	1902-1923	21	2967	0.61	30.9
				16	Spa	Arroyo Hondo	1914-1934	20	7073	0.60	45.5
				17	Spa	Sancti Petri	1917-1960	42	9948	0.57	65.7
				18	Spa	Torre Atalaja	1914-1934	20	4317	0.58	45.1
				19	Spa	Barbate	1910-1960	46	16090	0.49	56.9
				20	Spa	Zahara	1910-1936	27	5102	0.63	70.0
				21	Spa	Tarifa	1927-1960	34	2686	0.53	51.4
				22	Mor	Punta Negra	1936-1960	24	3845	0.58	30.1
				23	Mor	Aguas de Ceuta	1940-1960	21	849	0.58	32.5
				24	Mor	Principe	1940-1960	21	384	0.92	32.3
				25	Tun	Sidi Daud	1869-1960	99	5071	0.65	74.7
				26	Tun	Ras El Ahmar	1905-1941	35	1689	0.81	35.8
				27	Tun	Monastir	1894-1926	32	1628	0.79	33.8
				28	Tun	Conigliera	1897-1929	32	1894	0.73	70.9
				29	Tun	Bordj Khadidja	1903-1929	23	1017	0.96	66.0
				30	Sic	Formica	1634-1813	175	2173	0.59	71.6
						"	1878-1960	78			63.4
				31	Sic	Favignana	1634-1813	168	1958	0.85	62.1
						"	1878-1960	80			78.8
				32	Sic	San Giuliano	1711-1806	83	715	0.84	69.3
						"	1885-1914	28			31.0
				33	Sic	Osinelli	1904-1929	26	890	0.64	48.2
				34	Sic	San Cusumano	1903-1960	58	690	0.69	39.8
				35	Sic	Bonagia	1657-1809	141	961	0.72	57.5
						"	1879-1934	56			44.5
				36	Sic	Cofano	1738-1764	25	495	0.60	31.2
				37	Sic	Secco	1874-1933	73	590	0.70	40.8
				38	Sic	Scopello	1909-1933	25	369	0.68	24.7
				39	Sic	San Giorgio	1880-1917	38	374	1.07	35.3
						"	1924-1960	37			44.5
				40	Sic	San Elia	1909-1929	19	425	0.77	71.0
				41	Sic	Solanto	1909-1929	19	596	0.57	31.9
				42	Sic	San Nicola	1909-1929	19	395	0.62	29.3
				43	Sic	Trabia	1909-1929	19	570	0.54	44.1
				44	Sic	Castellamare	1909-1931	21	205	1.33	54.0
				45	Sic	Magazzinazzi	1892-1933	42	528	0.92	59.6
				46	Sic	Oliveri	1904-1960	57	558	0.80	45.0
				47	Sic	Tonno	1885-1960	74	757	0.90	45.0
				48	Sic	Marzamemi	1875-1931	57	1706	0.79	73.6
				49	Ita	Pizzo	1876-1932	52	1595	1.01	40.0
				50	Sar	Saline	1829-1848	20	2011	0.87	38.8
						"	1868-1960	92			75.9
				51	Sar	Flummentorgiu	1829-1848	20	1316	0.74	55.0
						"	1868-1914	42			47.6
				52	Sar	Porto Paglia	1825-1960	129	1826	0.72	55.6
				53	Sar	Porto Scuso	1825-1960	135	3155	0.63	57.8
				54	Sar	Isola Piana	1828-1960	135	2387	0.65	59.6

Tabella 1. Classificazione geografica e principali tonnare in funzione in Atlantico Orientale e Mediterraneo fino agli anni '60

Nel 1700 lungo lo stivale si potevano contare circa 120 tonnare, di cui 79 in Sicilia; attualmente ne sono rimaste in funzione 5, due in Sicilia, due in Sardegna, ed una in Liguria. Quelle siciliane sono la tonnara di Bonagia, la più grande e la più florida fino a qualche anno fa, purtroppo nel 2003 ha cessato l'attività. È la più antica di cui si abbia notizia; il primo documento che la cita è datato 1272. Oltre che la più vecchia e anche quella con le reti che arrivano più lontano dalla costa, oltre 5000 metri! L'altra tonnara siciliana è quella di Favignana, attestata sin dal 1500, il cui Stabilimento Florio, un tempo il più grande opificio

europeo per la lavorazione del tonno, si sta trasformando in un Centro Culturale sul Mare e la mattanza sembra destinata a diventare solo un'attrazione folkloristica. In Sardegna sono funzionanti le tonnare di Isola Piana nata nel 1738 (ma esistente già in epoca Fenicia) ed attiva continuamente fino ad oggi (con catture annuali di 4000 esemplari), e quella di Porto Scuso attiva dal 1500. In Liguria verso il 1600 esistevano tre tonnare, quella di Monterosso, di Santa Margherita e di Camogli; solo quest'ultima è ancora in attività, con alterne vicende. Nata nel 1603, chiusa agli inizi del 1800, messa all'asta nel 1877, perché ritenuta poco remunerativa, cessa di operare nel 1923 ma riapre nel 1937, rimanendo attiva sino al 1979. Nel 1982 viene rilevata dalla Cooperativa Pescatori di Camogli, che la gestisce tuttora. A differenza delle tonnare siciliane e sarde, (dove le reti vengono calate a Maggio e ritirate ad Agosto) quella di Camogli resta in mare da Aprile a fine Settembre; infatti, l'impianto ligure viene definito Tonnarella, perché (a differenza delle tonnare) fa una pesca differenziata, catturando qualsiasi tipo di pesce.

Già dagli anni '20 le tonnare tradizionali entrarono in crisi; le cause di questo preoccupante fenomeno erano molteplici: l'inizio dell'urbanizzazione costiera (sempre crescente anche ai giorni nostri), la navigazione più intensa, che portò alla costruzione di nuovi moli e porti; la nascita e l'ampliamento di nuove città portò all'aumento dell'edilizia sulla costa, alla canalizzazione della rete fognaria nelle grandi aree, alla presenza di luci e rumori e di grandi opere marittime, devianti tutte il normale percorso del pesce (Ravier & Fromentin, 2001).

Anche le fluttuazioni quantitative del tonno in Mediterraneo e la conseguente cronica irregolarità delle catture non garantivano gli ingenti investimenti necessari per armare una tonnara (reti, ancore, barche, materiali per la pesca, flotta, uomini a terra per lo sbarco o la lavorazione). Ancora, dislocamenti e disfacimenti di scogliere e spiagge, inquinamento delle acque soprattutto costiere in aumento, prodotto da rifiuti e fluidi urbani o da impianti o stabilimenti, cambiamenti climatici, richiesta sempre maggiore da parte del mercato giapponese e conseguenti cambiamenti nelle tecniche di pesca (come le tonnare volanti sopra citate) o adattamenti come l'allevamento e l'ingrasso.

5.1.3 AREA DI STUDIO

Milazzo, localizzata nella parte Nord-Orientale della regione Sicilia è da sempre considerata zona strategica per il passaggio del tonno rosso durante le migrazioni riproduttive.

Territorialmente si presenta come una penisola di 24 km², che si incunea all'interno del Mar Tirreno per una lunghezza di circa 7,5 km con asse principale orientato verso nord, creando ai propri lati una baia di levante ed una di ponente (Foto 7).



Foto 7. Penisola di Milazzo

Dal lato occidentale si trova la spiaggia di Ponente, una fascia ghiaiosa, che si estende dall'Angonia del Tono fino al limite comunale di Calderà per 7km circa, affollata dai bagnanti nei mesi estivi. La "Baia del Tono" è localmente indicata come "Ngonia", etimologia d'origine greca ad indicare la "spiaggetta nascosta" o posta al riparo da venti e mareggiate. Proprio per le sue caratteristiche naturali e la sua posizione è stata scelta in passato per la costruzione della tonnara più grande della costa nord-orientale della Sicilia. La zona del Tono di Milazzo si estende sul lato orientale del più ampio Golfo di Patti, che comprende il tratto di costa da Capo Calavà a Capo Milazzo, protendendosi nel mare a forma di falce. Al centro del Golfo Capo Tindari, coronato dal santuario, divide in due quest'ampia baia che è un susseguirsi quasi ininterrotto di spiagge. L'ecosistema marino dell'area è molto importante; i fondali della costa tirrenica siciliana tra Messina e Palermo sono prevalentemente costituiti da distese di sabbia e fango e solo in poche e limitate zone le

caratteristiche morfologiche sono tali da fornire un habitat ottimale ad un gran numero di specie. Tra esse la più vasta e ricca di vita è Capo Milazzo.

5.1.4 OBIETTIVO DELLA TESI

Lo studio di seguito affrontato nasce con il fine di coniugare tra loro aspetti storici, culturali ed ecologici del territorio della Sicilia al fine di comprendere alcuni meccanismi che legano il comparto terra-mare alle risorse biologiche. L'habitat e la biodiversità marina sono sempre in evoluzione e non sono sempre noti o spiegabili i fattori che intervengono nel modificarne la struttura. Nell'ambito di tale problematica questo studio nasce con i seguenti obiettivi:

1. Valutazione dell'andamento delle serie storiche delle catture di tonno rosso nella tonnara fissa del Tono di Milazzo;
2. Analisi della presenza di tutte le specie pelagiche catturate in funzione del tempo;
3. Analisi delle catture in funzione di fattori ambientali;
4. Identificazione di fattori responsabili della scomparsa delle tonnare fisse

6. METODOLOGIA

6.1.0 MATERIALI E METODI

E' stata effettuata la raccolta di dati bibliografici relativa al tonno rosso e all'evoluzione delle attività di pesca nel tempo, attraverso lo studio di testi pubblici, articoli e relazioni scientifiche. In seguito, è stata effettuata una raccolta di dati di catture proveniente dalle tonnare fisse di Milazzo, area di migrazione del tonno nella costa nord-orientale della Sicilia. In particolare sono stati consultati n. 8 registri, conservati presso l'abitazione di un proprietario della tonnara del Tono di Milazzo, relativi all'attività di pesca della tonnara stessa dal 1906 al 1963. I registri sono stati fotografati (per singolo foglio), le immagini trasferiti su PC e raggruppati in cartelle per singolo registro, in successione dal primo all'ultimo foglio dello stesso. Si è quindi proceduto alla lettura delle singole pagine, resa particolarmente difficoltosa a causa delle diverse grafie dei numerosi addetti ai diari di bordo susseguitisi negli anni. Inoltre, la mancanza di un protocollo standard di inserimento dei dati all'interno dei registri ha determinato un'ulteriore difficoltà di comprensione dovuta all'utilizzo di nomi differenti per indicare una stessa specie da un anno all'altro e alla differente registrazione delle catture, che sebbene in genere vengano riportate in termini di abbondanza numerica degli esemplari, talvolta sono indicate esclusivamente in termini di biomassa totale senza alcuna regolarità.

Per ovviare al problema dell'utilizzazione di nomi differenti per indicare le singole specie, si è scelto di considerare i termini dialettali in uso per una determinata specie nell'area di indagine. A tal proposito di seguito si riporta in tabella la descrizione del nome comune locale, il nome dialettale e quello scientifico corrispondente.

Nome comune	Nome dialettale	Nome scientifico
Tonno rosso	tunnu	Thunnus thynnus
Pescespada (giovanile)	pisci spata (puddicinedda)	Xiphias gladius
Alalunga	alalunga	Thunnus alalunga
Biso (Tombarello)	tonnacchiolu- tunnareddu	Auxis rochei
Sgombro	strummu-varatolo	Scomber sp.
Palamita	palamitu	Sarda sarda
Acciuga	alice-ancioja	Engraulis encrasicolus
Alaccia	alaccia	Sardinella aurita
Boga	opa	Boops boops
Alletterato	pesantone	Euthynnus alletteratus
Luvaro imperiale	tamburo	Luvarus imperialis
Manta	taddarita	Mobula mobular
Tartaruga	tartuca i'mari	Caretta caretta
Squalo mako	palamido	Isurus oxyrinchus
Barracuda	aluzzo	Sphyraena sp.
Sugarello	sauro	Trachurus trachurus
Rondone di mare	rondone	Exocoetidae ind
Ricciola (giovanile)	licciòlu-aleccia (cavagnola)	Seriola dumerili
Squalo blu (Verdesca)	verdesca	Prionace glauca
Lampuga	capone	Coryphaena hippurus
Costardella	custaddedda	Scomberesox saurus
Pesce bandiera (Squalo volpe)	pisci bannera	Alopias vulpinus
Squalo manzo	vaccarello-pisci anciovu	Heptranchias perlo
Delfino	delfino	Stenella coeruleoalba

Tabella 2. Elenco nomi comuni dialettali e scientifici delle specie pescate in tonnara

Una volta decifrati, i dati ottenuti sono stati inseriti in un database contenente le catture presenti nei diari suddivise per specie. Sono inoltre state inserite informazioni generali sulle condizioni meteo-marine giornaliere (vento, mare, corrente), sul numero di uomini della ciurma e del personale a terra e sul numero di giorni effettivi di lavoro, compresi i periodi per calare le reti (Marzo-Aprile) e alleggerire la struttura (Luglio). Del database generale sono state analizzate esclusivamente le informazioni relative alle catture e ai giorni di attività.

Analisi dei dati

I dati relativi alla cattura all'interno della tonnara di ciascuna delle specie identificate sono stati elaborati al fine di ottenere i totali per mese e per anno e le medie stagionali e annuali. In particolare, le specie target e quelle maggiormente pescate (*Thunnus thynnus*, *Xiphias gladius*, *Thunnus alalunga*, *Auxis rochei*, *Sarda sarda*, *Luvarus imperialis*) sono state considerate singolarmente; tutte le altre specie, invece, sono state riunite in tre principali raggruppamenti: squali (*Prionace glauca*, *Isurus oxyrinchus*, *Alopias vulpinus*, *Heptranchias perlo*), specie per le quali è riportato solo il peso (*Engraulis encrasicolus*, *Sardinella aurita*, *Scomber scombrus*) e specie accidentali (*Boops boops*, *Euthynnus alletteratus*, *Mobula mobular*, *Caretta caretta*, *Sphyræna barracuda*, *Trachurus trachurus*, *Exocoetidae ind.*, *Seriola dumerili*, *Mugil cephalus*, *Coryphaena hippurus*, *Scomberesox saurus*, *Stenella coeruleoalba*).

Sono state quindi calcolate le catture per unità di sforzo CPUE (Catch Per Unit Effort) considerando come unità di sforzo (E) i giorni di attività.

Le CPUE, in peso o numero, sono state successivamente correlate con un indice oceanografico, l'indice NAO (North Atlantic Oscillation),

NAO (North Atlantic Oscillation)

L'indice NAO è un indice calcolato in base alle differenze di pressione atmosferica che si registrano, in pieno Oceano Atlantico, tra il minimo barico della depressione d'Islanda e i massimi altopressori dell'Anticiclone delle Azzorre. Vengono, quindi, misurati gli scarti che si verificano nell'arco di un intero anno, rispetto al valore medio di riferimento,

convenzionalmente stabilito in base alle medie pluriennali del passato. Un indice di NAO positivo indica un valore medio di pressione superiore a quello di riferimento, un NAO negativo determina una depressione meno attiva e un anticiclone meno potente.

Generalmente, in presenza di indice NAO positivo nella stagione estiva si verifica l'espansione verso l'Europa dell'Anticiclone subtropicale africano che genera onde di calore sull'Italia e sull'Europa centro-meridionale, fondendosi talvolta con l'alta pressione delle Azzorre. Nella stagione invernale, invece, l'indice positivo è responsabile di ciclogenesi sull'Europa sud-occidentale e nell'area meridionale del bacino del Mediterraneo per richiamo di aria polare o subpolare.

L'indice NAO negativo è generalmente responsabile, invece, di prevalenza del flusso occidentale della corrente a getto, a causa di azioni più deboli sia della depressione d'Islanda che dell'anticiclone delle Azzorre. Possono, così, generarsi aree cicloniche piuttosto estese in Oceano Atlantico, oppure si possono verificare le condizioni ideali all'ingresso di aria umida nel bacino del Mediterraneo, attraverso una delle “porte occidentali”.

Per questo studio sono stati considerati i dati dell'indice di NAO relativi agli anni 1906-1963, corrispondenti al periodo di maggiore attività della tonnara fissa del Tono di Milazzo. Tali dati sono stati quindi correlati con i trend di catture annuali delle specie ittiche attraverso l'utilizzo di un modello di regressione lineare.

7. CORPO DELLA TESI

7.1.0 RISULTATI

7.1.1 SPECIE TARGET

Le specie bersaglio della tonnara fissa di Milazzo erano essenzialmente il tonno rosso e il pesce spada.

Tonno rosso

L'istogramma in figura 10 rappresenta il trend di abbondanza delle catture di *T. thynnus* all'interno della tonnara del Tono.

Il grafico evidenzia una netta diminuzione delle catture negli anni, sebbene si registrino due picchi di abbondanza corrispondenti agli anni 1907 (2821 esemplari) e 1931 (2951 tonni). In

particolare, si osservano tre gruppi distinti. Il primo, corrispondente al periodo compreso tra il 1906 e il 1921 è caratterizzato da una media di tonni pescati pari a 1431 esemplari. Nel secondo periodo compreso tra il 1930 e il 1938 si pescano in media 918 tonni, infine dal 1948 al 1963 il numero diminuisce ulteriormente con una media di 258 esemplari catturati.

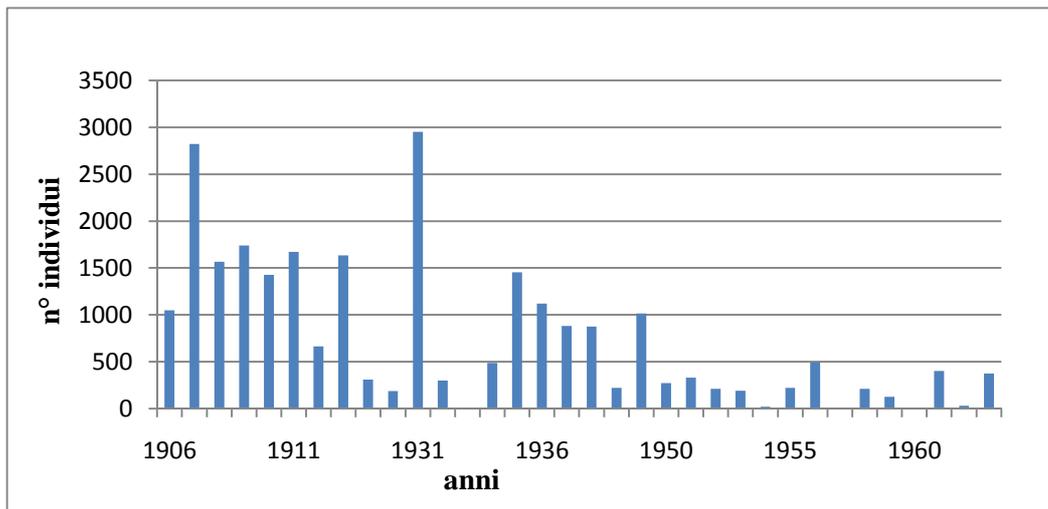


Figura 10: Trend di catture annuali di *Thunnus thynnus*

I risultati dell'analisi del trend delle catture mensili ottenuto considerando i quattro mesi in cui la tonnara è in attività (da aprile a luglio), dimostrano che il mese in cui negli anni si è registrato il maggior numero di catture è giugno con una media di 534 ± 622 esemplari catturati, cui segue maggio con una media di 209 ± 286 esemplari. Nei mesi di aprile e luglio, invece, la media di tonni catturati è inferiore a 1 (Fig. 11).

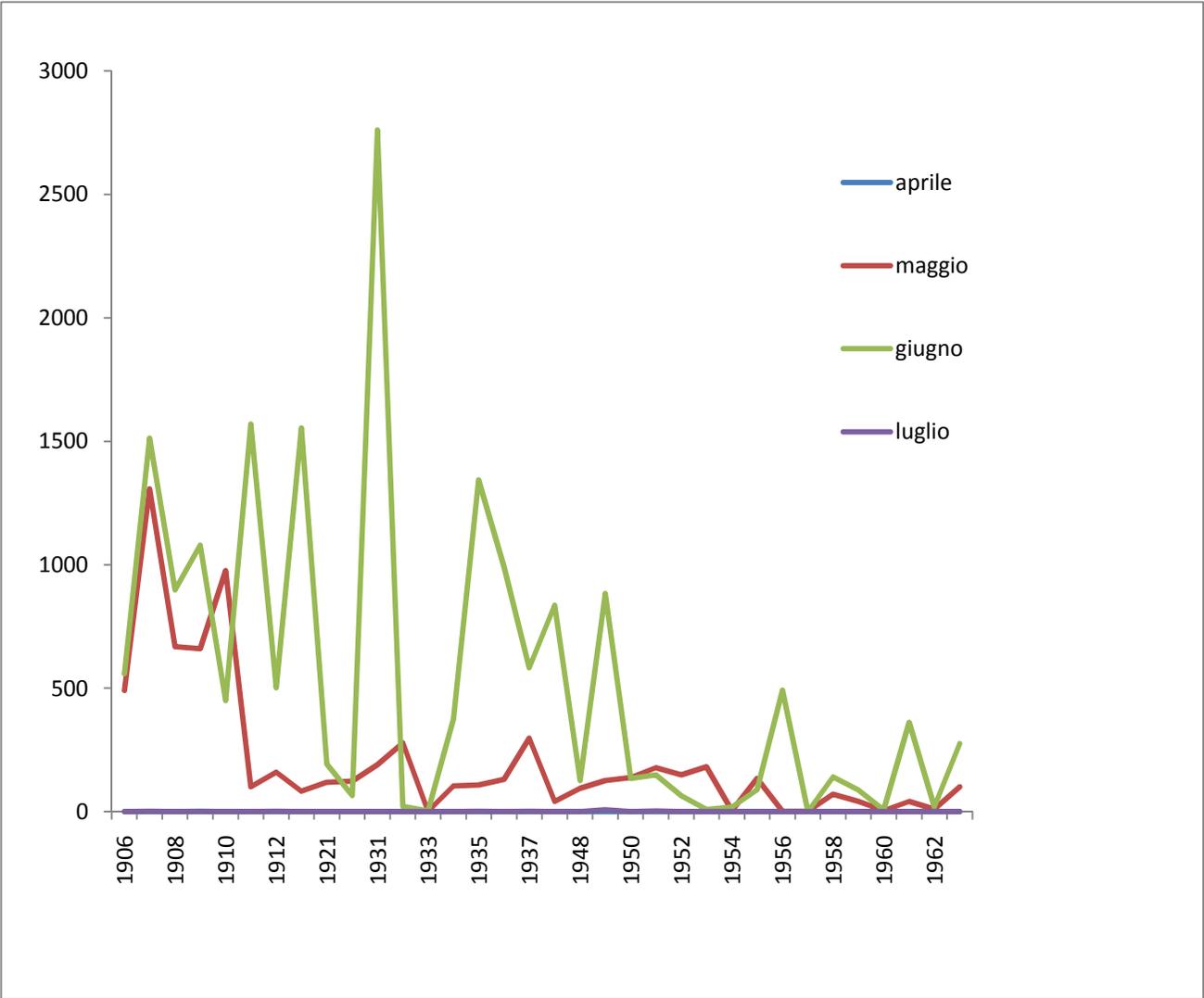


Figura 11: Trend di catture mensili di *Thunnus thynnus*

In figura 12 sono riportati i trend annuali dell'indice di NAO e delle CPUE di *T. thynnus* tra il 1906 e il 1963. Il grafico suggerisce una possibile relazione inversa tra il modello di oscillazione dell'indice e le CPUE di tonno.

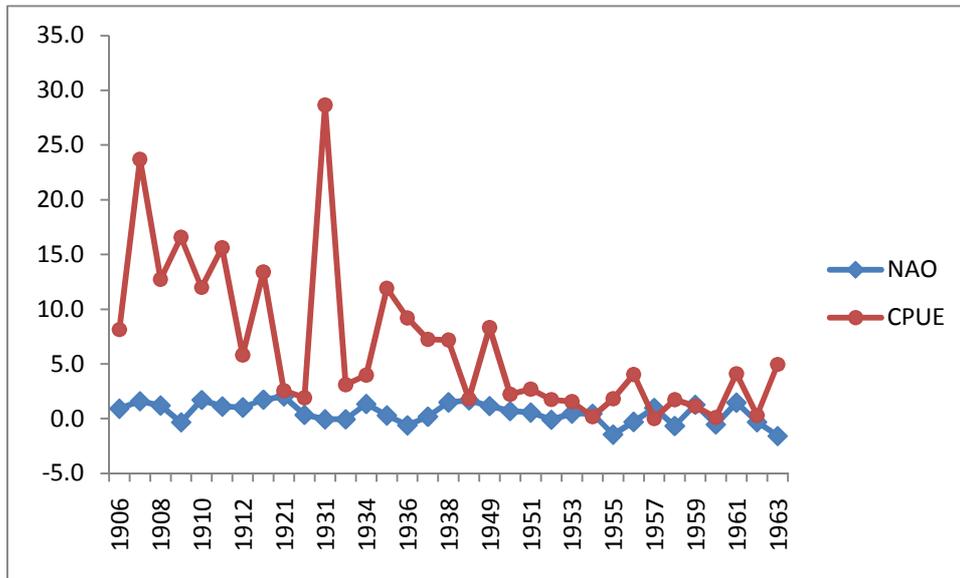


Figura 12: Indice di NAO nel periodo 1906-1963 e CPUE annuali di *T. thynnus*

Tale andamento però non è confermato dai risultati dell'analisi di regressione tra l'indice di NAO e le CPUE del tonno riportati nella tabella 3. L'analisi della varianza indica infatti che non esiste una relazione significativa tra i valori dell'indice e le catture ($p=0,3611$). Tale risultato è evidenziato anche dalla rappresentazione grafica del modello di regressione lineare tra NAO e CPUE e dal valore di R^2 (0,027) estremamente basso (Figura 13).

Parametri	Coefficienti	Errore standard	Stat t	Valore di significatività
Intercetta	6.0206	1.4037	4.2891	0.0002
Variabile X 1	1.2167	1.3125	0.9270	0.3611

Analisi della varianza

	gdl	SQ	MQ	F	Significatività F
Regressione	1	41.4269	41.4269	0.8594	0.3611
Residuo	31	1494.37	48.2053		
Totale	32	1535.79			

Tabella 3. Risultati della regressione lineare tra l'indice di NAO e le CPUE di *T. thynnus* nel periodo 1906-1963.

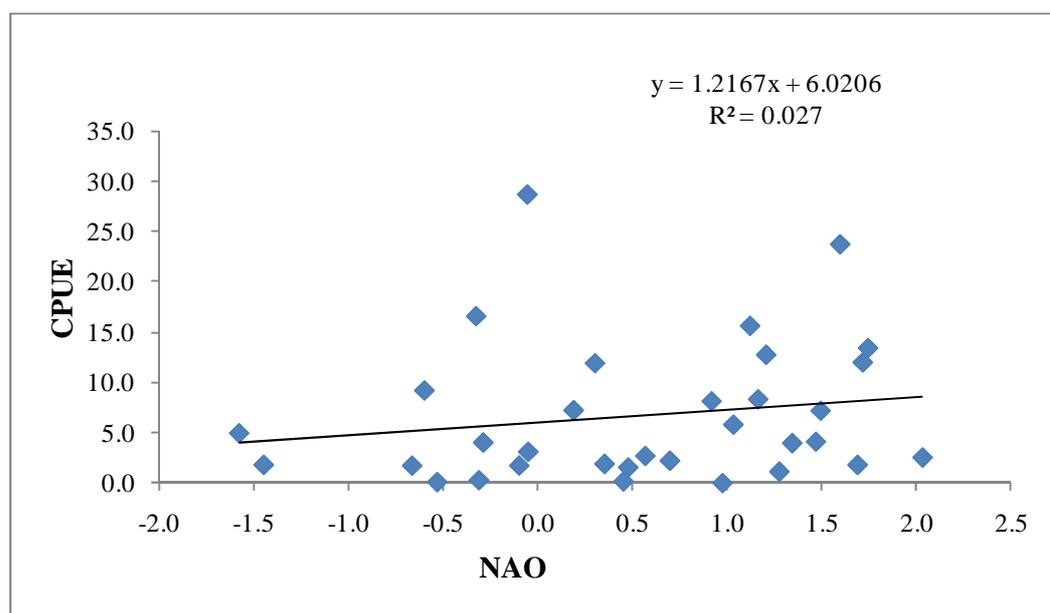


Figura 13: Regressione lineare tra l'indice NAO e le CPUE di *T. thynnus*

Pesce spada

Analizzando le catture di *X. gladius* dal 1906 al 1963, si notano principalmente tre picchi di abbondanza: nel 1907 (266 esemplari), nel 1909 (207) e nel 1955 (216). Inoltre, più in generale, anche per questa specie si nota una diminuzione negli anni, sebbene non così marcata come per il tonno (Fig. 14).

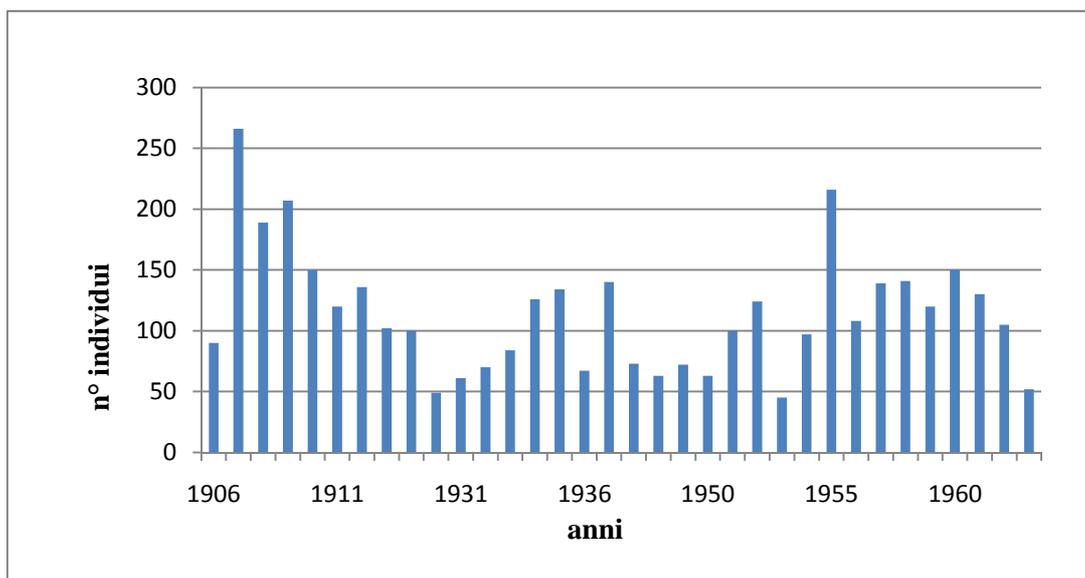


Figura 14: Trend di catture annuali di *Xiphias gladius*

In particolare, dal 1906 al 1921 la media di pescespada pescati è di 151 esemplari, dal 1930 al 1938 si pescano in media 89 pesci ed infine dal 1948 al 1963 il numero è maggiore rispetto al precedente, con una media di 107, ma minore rispetto ai primi anni di attività della tonnara.

I risultati dell'analisi dei trend delle catture mensili di pesce spada, riportati in figura 15, indicano che, anche per questa specie, il mese in cui si registra in media il maggior numero di esemplari catturati è giugno (70 ± 30), cui segue maggio con una media di esemplari pari a 38 ± 25 . Nei mesi di luglio e di aprile si registra un numero esiguo di pesci catturati (< 10).

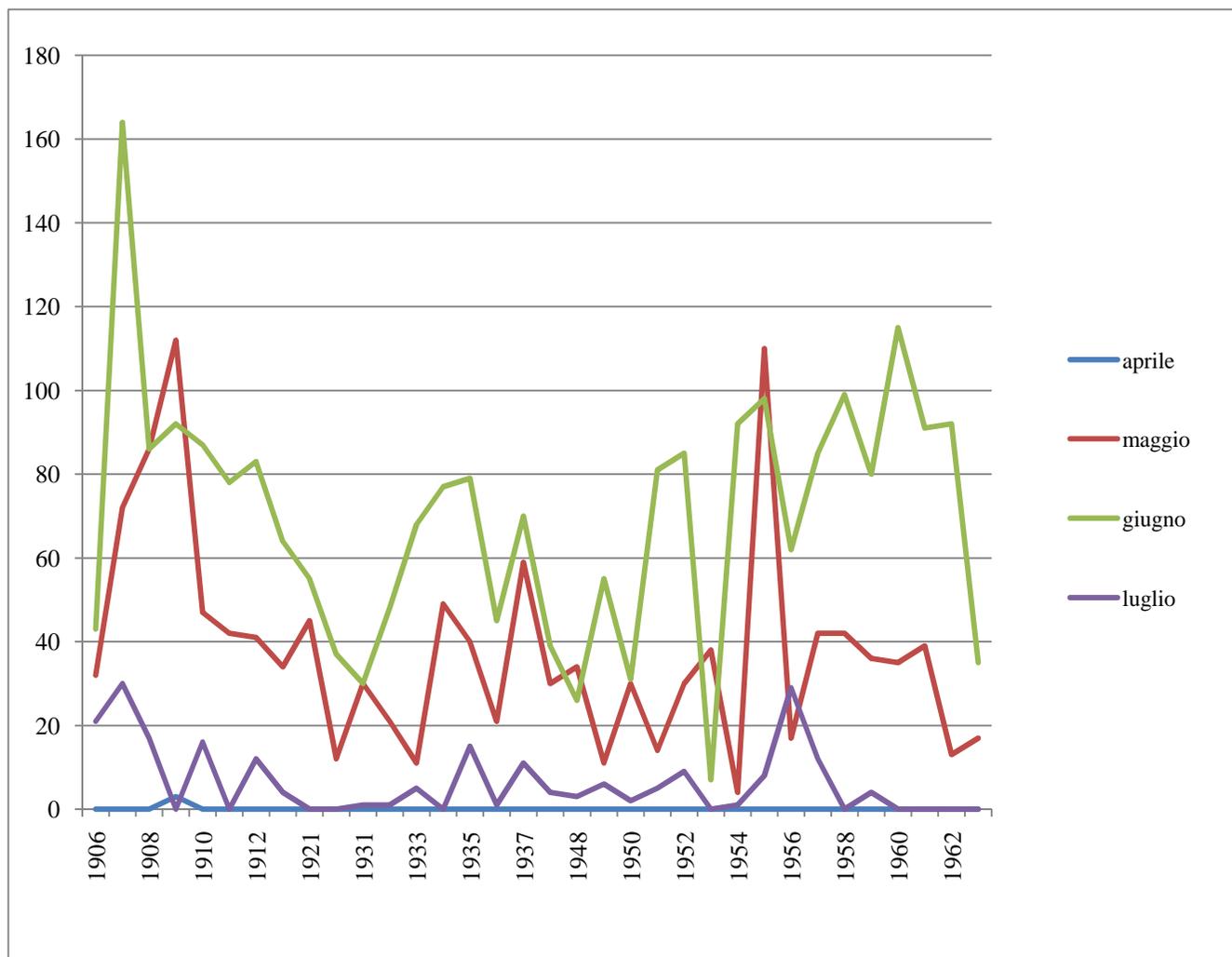


Figura 15: Trend di catture mensili di *Xiphias gladius*

In figura 16 sono riportati i trend annuali dell'indice di NAO e delle CPUE di *X. gladius* tra il 1906 e il 1963. Il grafico suggerisce una possibile relazione inversa tra il modello di oscillazione dell'indice e le CPUE di pesce spada. Si osserva, infatti, soprattutto negli anni 1909, 1951 e 1955, una corrispondenza tra picchi di abbondanza di catture di *X. gladius* e oscillazioni estremamente negative dell'indice di NAO.

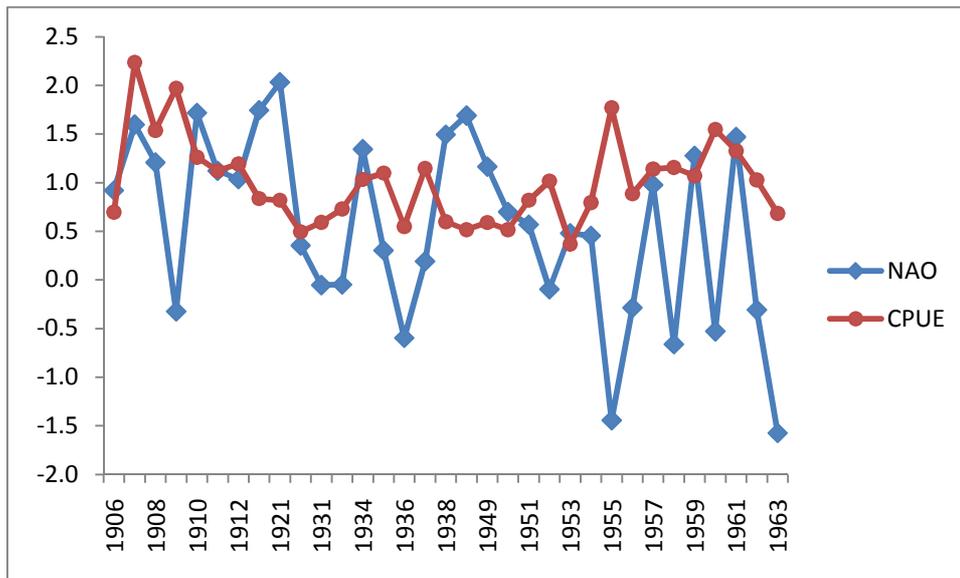


Figura 16: Indice di NAO nel periodo 1906-1963 e CPUE annuali di *X. gladius*

Tale risultato però non è confermato dall'analisi di regressione tra l'indice di NAO e le CPUE del pesce spada riportati nella tabella 4. Secondo l'analisi della varianza non esiste una relazione significativa tra i valori dell'indice e le catture ($p=0,7682$). Tale risultato è evidenziato anche dalla rappresentazione grafica del modello di regressione lineare tra NAO e CPUE e dal valore di R^2 (0,0028) estremamente basso (Figura 17).

Parametri	Coefficienti	Errore standard	Stat t	Valore di significatività
Intercetta	1.0181	0.0902	11.2856	0.0000
Variabile X 1	-0.0251	0.0844	-0.2974	0.7682

Analisi della varianza

	gdl	SQ	MQ	F	Significatività F
Regressione	1	0.0176	0.0176	0.0884	0.7682
Residuo	31	6.1719	0.1991		
Totale	32	6.1895			

Tabella 4. Risultati della regressione lineare tra l'indice di NAO e le CPUE di *X. gladius* nel periodo 1906-1963.

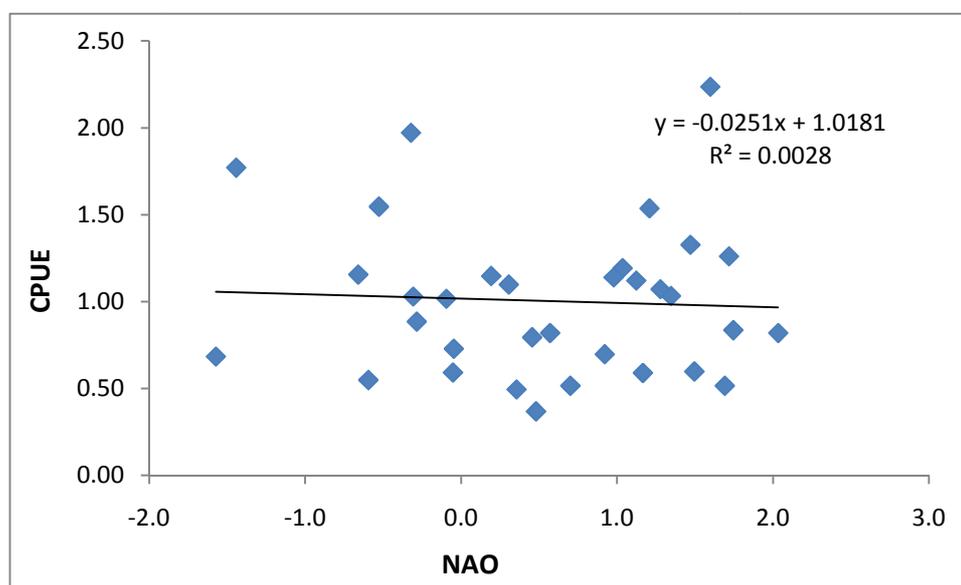


Figura 17: Regressione lineare tra l'indice NAO e le CPUE di *X. gladius*

7.1.2 SPECIE COMUNI

Sebbene le specie target della tonnara fissa fossero principalmente il tonno rosso e il pesce spada, venivano catturate comunemente numerose altre specie, tra cui soprattutto alalunghe, palamite, bisi e luvari.

Alalunga

T. alalunga è una delle specie accessorie maggiormente pescate in tonnara, con una media di 208 esemplari all'anno. L'istogramma, in figura 18, evidenzia l'esistenza di un picco di catture estremamente elevato nel 1950, in cui si registrano 3101 esemplari pescati.

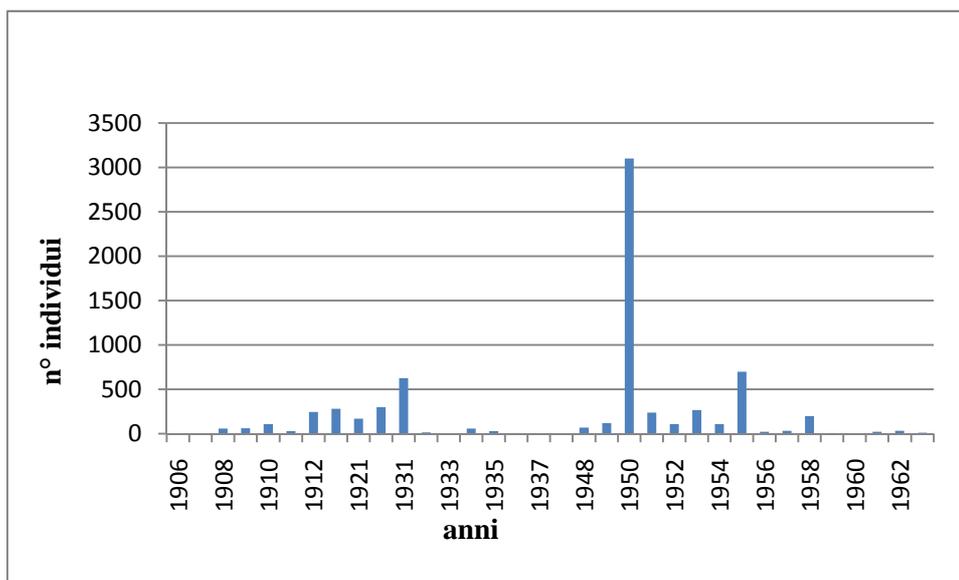


Figura 18: Trend di catture annuali *T. alalunga*

I risultati dell'analisi dei trend delle catture mensili, riportati in figura 19, indicano che per questa specie, il mese in cui si registra in media il maggior numero di esemplari catturati è maggio (128 ± 358), cui segue giugno con una media di esemplari pari a 78 ± 181 . Nel mese di luglio si registra un numero esiguo di pesci catturati (< 10), mentre in aprile le catture sono nulle.

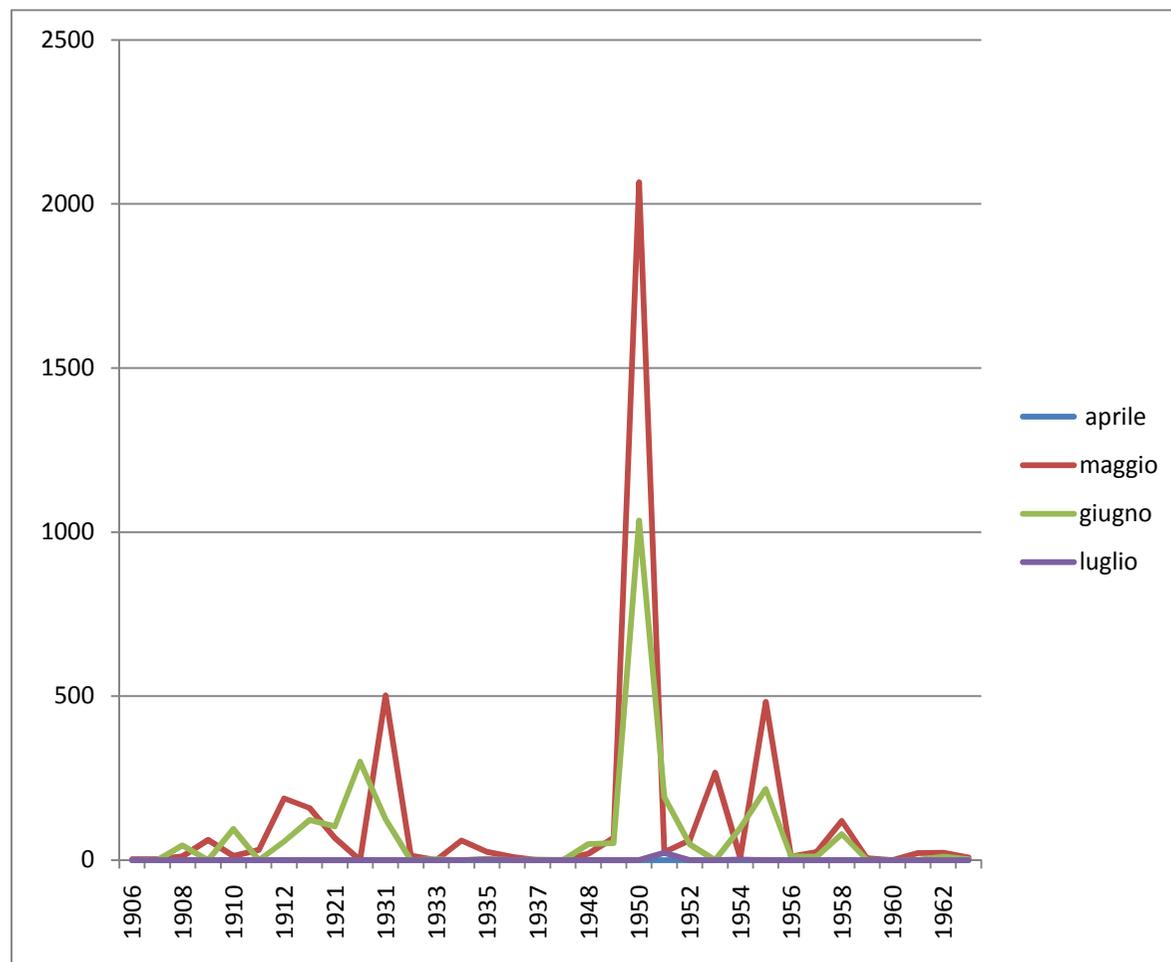


Figura 19: Trend di catture mensili di *T. alalunga*

In figura 20 sono riportati i trend annuali dell'indice di NAO e delle CPUE di *T. alalunga* tra il 1906 e il 1963. Il grafico suggerisce una possibile relazione inversa tra il modello di oscillazione dell'indice e le CPUE di alalunga. Si osserva, infatti, soprattutto negli anni 1931 e 1950, una corrispondenza tra picchi di abbondanza di catture di *T. alalunga* e oscillazioni negative dell'indice di NAO.

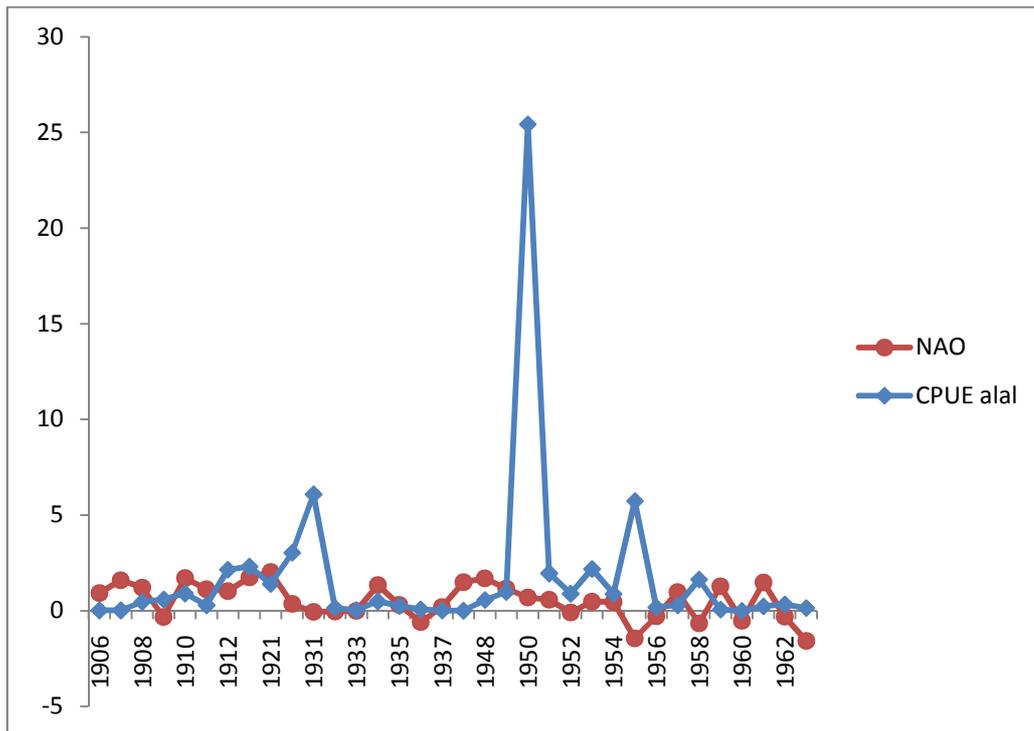


Figura 20: Indice di NAO nel periodo 1906-1963 e CPUE annuali di *T. alalunga*

Tale risultato però non è confermato dall'analisi di regressione tra l'indice di NAO e le CPUE del pesce (Tab. 6). L'analisi della varianza dimostra che non esiste una relazione significativa tra i valori dell'indice e le catture ($p=0,8244$). Tale risultato è evidenziato anche dalla rappresentazione grafica del modello di regressione lineare tra NAO e CPUE e dal valore di R^2 (0,0016) estremamente basso (Figura 21).

Parametri	Coefficienti	Errore standard	Stat t	Valore di significatività
Intercetta	1,8592	0,8912	2,0862	0,0450
Variabile X 1	-0,1893	0,8458	-0,2238	0,8244

Analisi della varianza

	gdl	SQ	MQ	F	Significatività F
Regressione	1	1,01275	1,01275	0,05007	0,82436
Residuo	32	647,19193	20,22475		
Totale	33	648,20468			

Tabella 6. Risultati della regressione lineare tra l'indice di NAO e le CPUE di *T. alalunga* nel periodo 1906-1963.

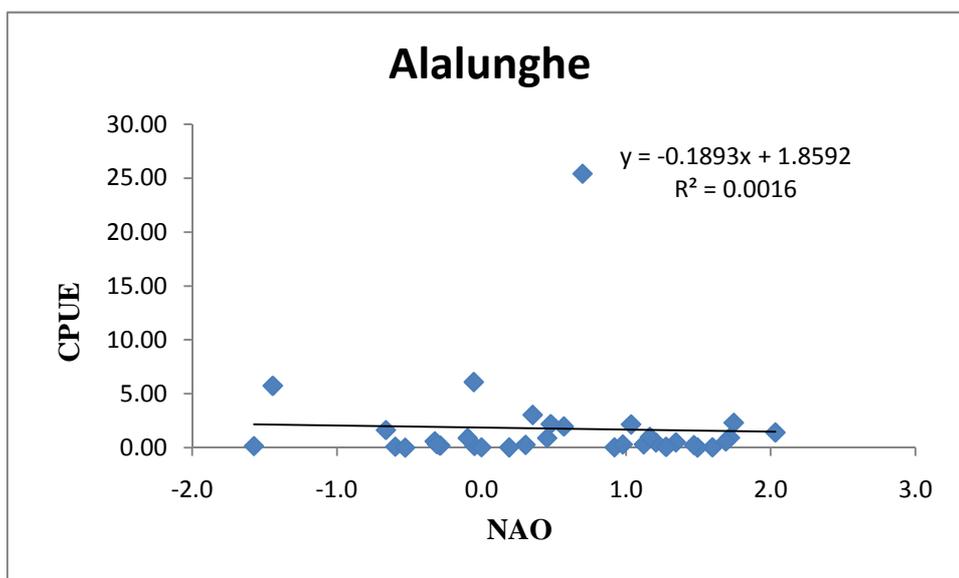


Figura 21: Regressione lineare tra l'indice NAO e le CPUE di *T. alalunga*

Biso

Per quanto riguarda il biso (*A. rochei*), l'istogramma in figura 22 mostra che il numero di esemplari catturati negli anni cresce dal 1906 fino a raggiungere catture massime di 43486 e 45401 rispettivamente negli anni 1932 e 1933, per poi subire un declino negli ultimi anni della messa in acqua della tonnara.

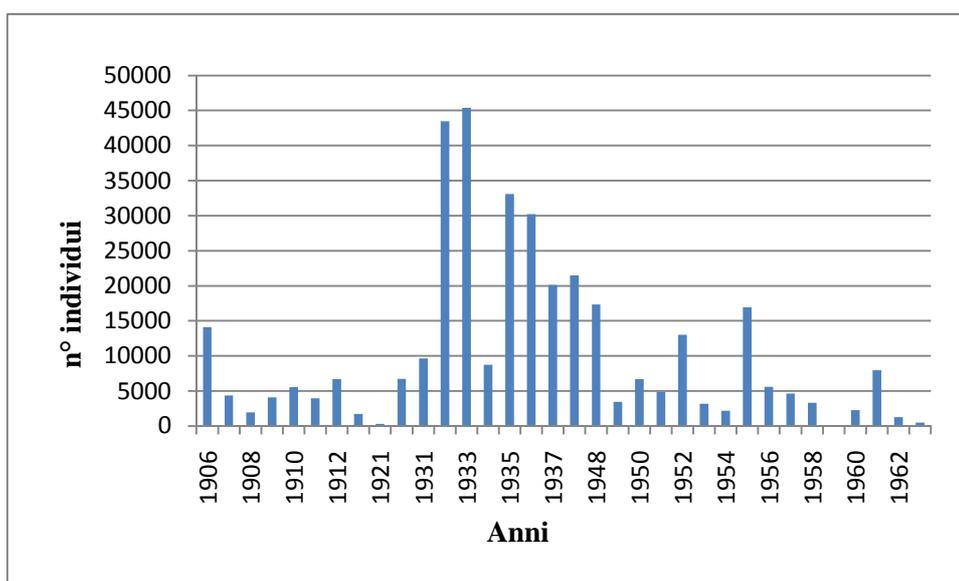


Figura 22: Trend di catture annuali di *A. rochei*

I risultati dell'analisi dei trend delle catture mensili, riportati in figura 23, indicano che per *A. rochei*, il mese in cui si registra in media il maggior numero di esemplari catturati è giugno (6053 ± 7874), cui segue maggio con una media di esemplari pari a 3767 ± 4599 . Nel mese di luglio si registra un numero di pesci catturati pari a 615 ± 982 , mentre ad aprile la media delle catture risulta pari a 3 ± 17 .

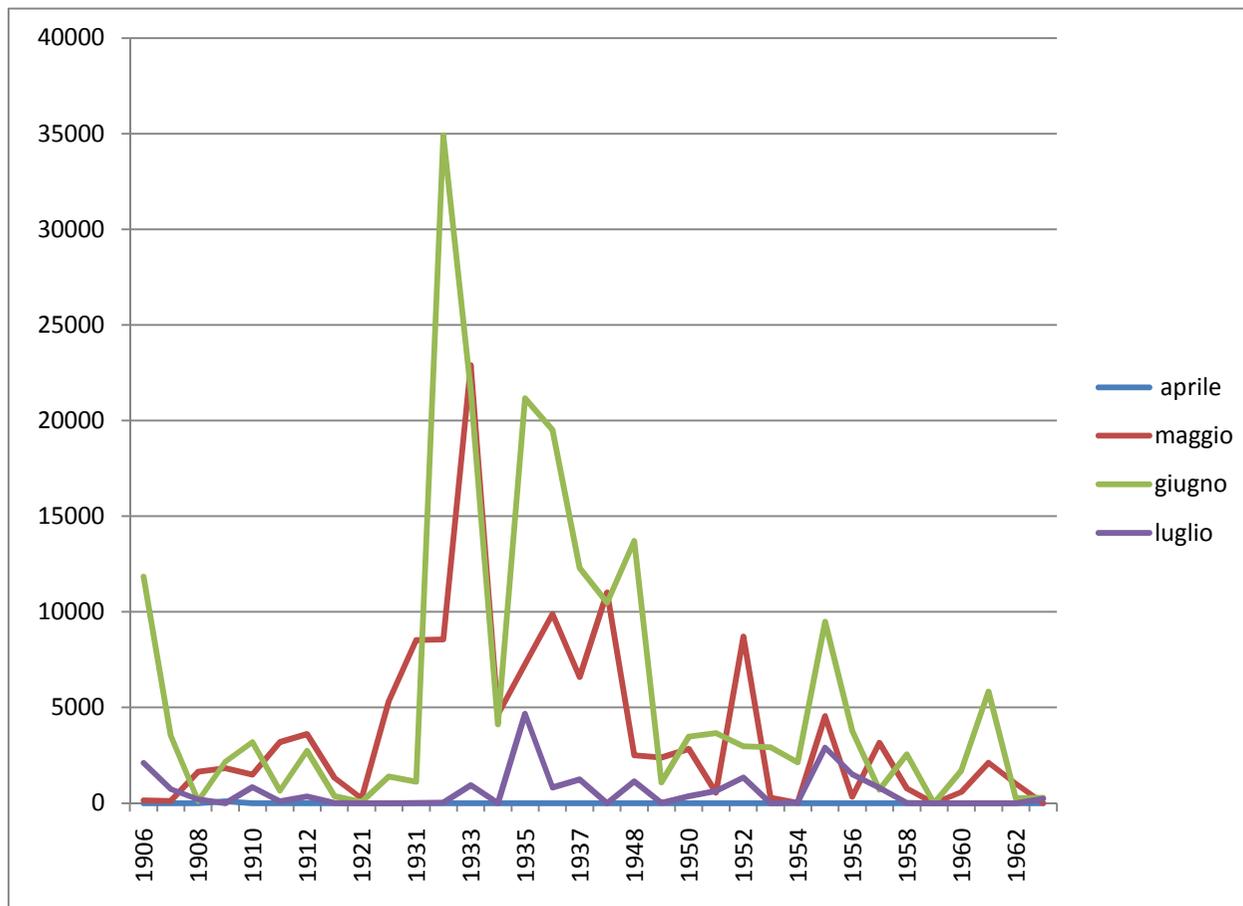


Figura 23: Trend di catture mensili di *A. rochei*

In figura 24 sono riportati i trend annuali dell'indice di NAO e delle CPUE di *A. rochei* tra il 1906 e il 1963. Il grafico suggerisce una possibile relazione inversa tra il modello di oscillazione dell'indice e le CPUE del biso in corrispondenza di alcuni picchi di abbondanza, quali quelli registrati nel 1934 e 1950.

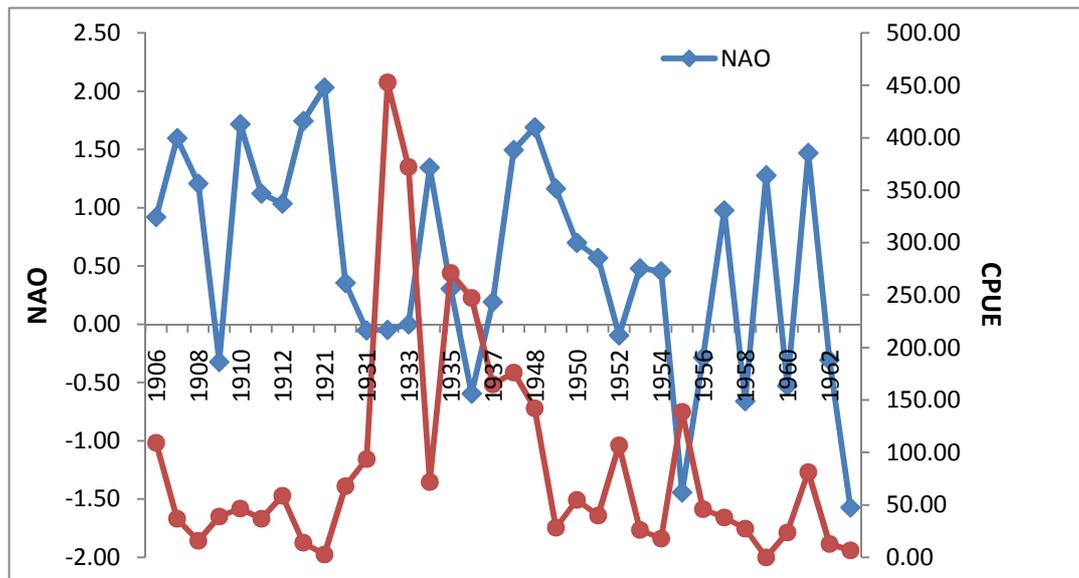


Figura 24: Indice di NAO nel periodo 1906-1963 e CPUE annuali di *A. rochei*

L'analisi di regressione tra l'indice di NAO e le CPUE del biso e i risultati dell'analisi della varianza indicano in realtà la mancanza di una relazione significativa tra i valori dell'indice e le catture ($p=0,24$). Tale risultato è evidenziato anche dalla rappresentazione grafica del modello di regressione lineare tra NAO e CPUE e dal valore di R^2 (0,0435) basso (Fig. 25).

Parametri	Coefficienti	Errore standard	Stat t	Valore di significatività
Intercetta	102,82	20,83	4,94	0,00
Variabile X 1	-23,84	19,77	-1,21	0,24

Analisi della varianza

	gdl	SQ	MQ	F	Significatività F
Regressione	1	16061,98	16061,98	1,45	0,24
Residuo	32	353531,35	11047,85		
Totale	33	369593,34			

Tabella 7. Risultati della regressione lineare tra l'indice di NAO e le CPUE di A. rochei nel periodo 1906-1963.

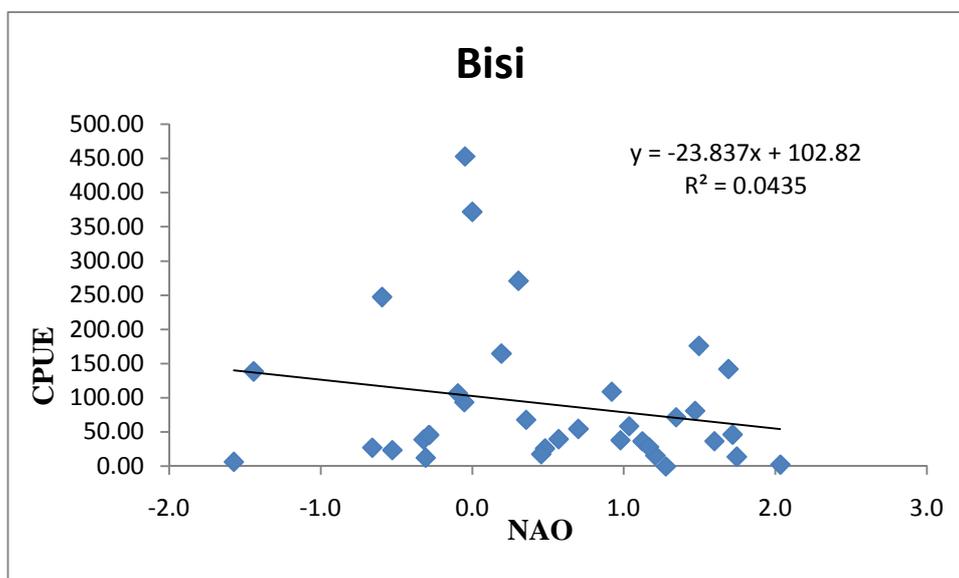


Figura 25: Regressione lineare tra l'indice NAO e le CPUE di A. rochei

Luvaro imperiale

Un'altra specie rilevata in tonnara negli anni è *L. imperialis*, meglio conosciuto dai pescatori come "Tamburo".

La sua abbondanza annuale mostra un andamento irregolare con due picchi in corrispondenza del 1934 con un numero di esemplari pari a 732 e un ulteriore picco nel 1961 con 506 luvari pescati (Fig. 26).

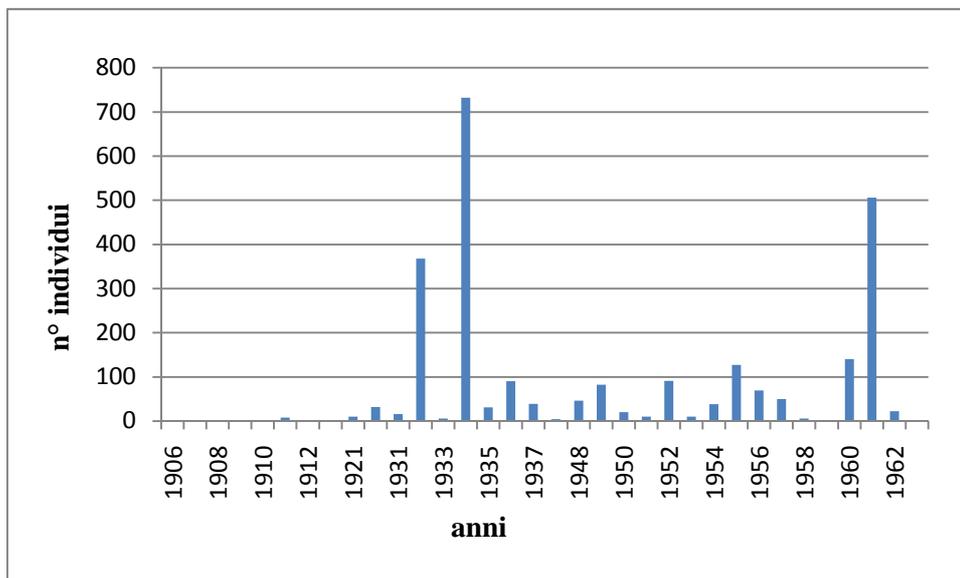


Figura 26: Trend di catture annuali di *L. imperialis*

I risultati dell'analisi dei trend delle catture mensili, riportati in figura 27, indicano che per *L. imperialis*, il mese in cui si registra in media il maggior numero di esemplari catturati è giugno (43 ± 97), cui segue maggio con una media di esemplari pari a 30 ± 62 . Nel mese di luglio si registra un numero esiguo di pesci catturati, mentre ad aprile non si registrano catture.

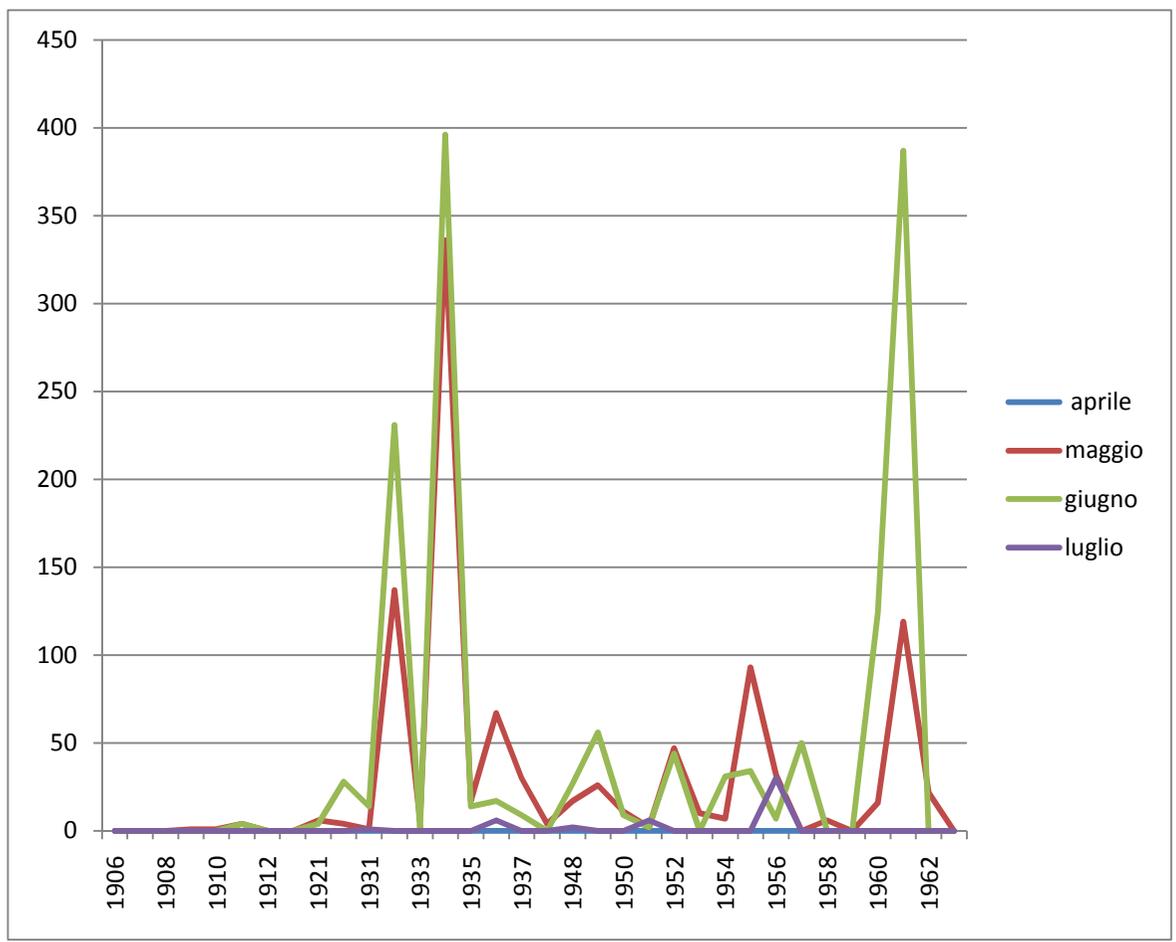


Figura 27: Trend di catture mensili di *L. imperialis*

In figura 28 sono riportati i trend annuali dell'indice di NAO e delle CPUE di *L. imperialis* tra il 1906 e il 1963. Il grafico suggerisce una possibile relazione diretta tra il modello di oscillazione dell'indice e le CPUE di luvaro imperiale. Si osserva, infatti, soprattutto negli anni 1934 e 1961, una corrispondenza tra picchi di abbondanza di catture di *L. imperialis* e oscillazioni positive dell'indice di NAO.

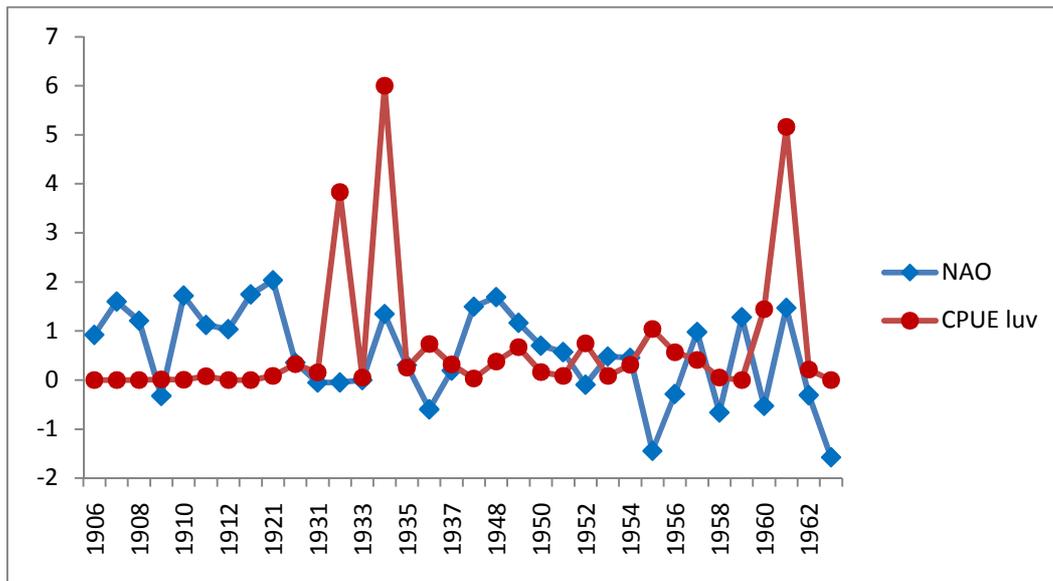


Figura 28: Indice di NAO nel periodo 1906-1963 e CPUE annuali di *L. imperialis*

Tale risultato non è supportato dall'analisi di regressione tra l'indice di NAO e le CPUE del pesce riportati nella tabella 8. Secondo l'analisi della varianza non esiste una relazione significativa tra i valori dell'indice e le catture ($p=0,7072$). Tale risultato è evidenziato anche dalla rappresentazione grafica del modello di regressione lineare tra NAO e CPUE e dal valore di R^2 (0,0045) estremamente basso (Fig. 29).

Parametri	Coefficienti	Errore standard	Stat t	Valore di significatività
Intercetta	0,6279	0,2869	2,1889	0,0360
Variabile X 1	0,1032	0,2723	0,3790	0,7072

Analisi della varianza

	gdl	SQ	MQ	F	Significatività F
Regressione	1	0,3011	0,3011	0,1437	0,7072
Residuo	32	67,0657	2,0958		
Totale	33	67,3668			

Tabella 8. Risultati della regressione lineare tra l'indice di NAO e le CPUE di *L. imperialis* nel periodo 1906-1963.

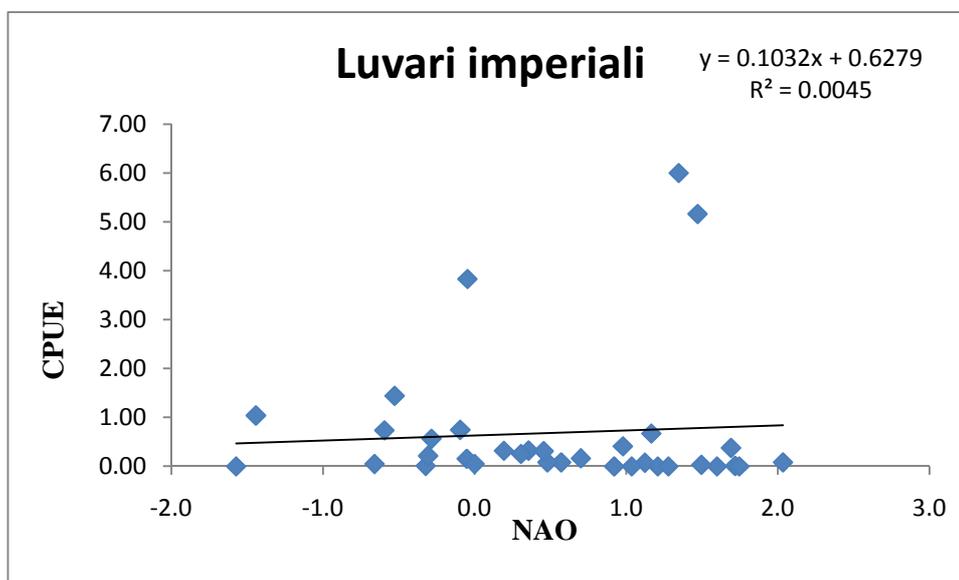


Figura 29: Regressione lineare tra l'indice NAO e le CPUE di *L. imperialis*

Palamita

Le catture di *Sarda sarda* risultano molto abbondanti nei primi anni di pesca della tonnara, 1909-1910, con rispettivamente 5205 e 3941 esemplari catturati. Nel periodo 1930-1948 mediamente vengono catturati 552 esemplari, dal 1948 al 1963 si osserva un aumento delle catture pari ad una media di 647 palamite pescate (Fig. 30).

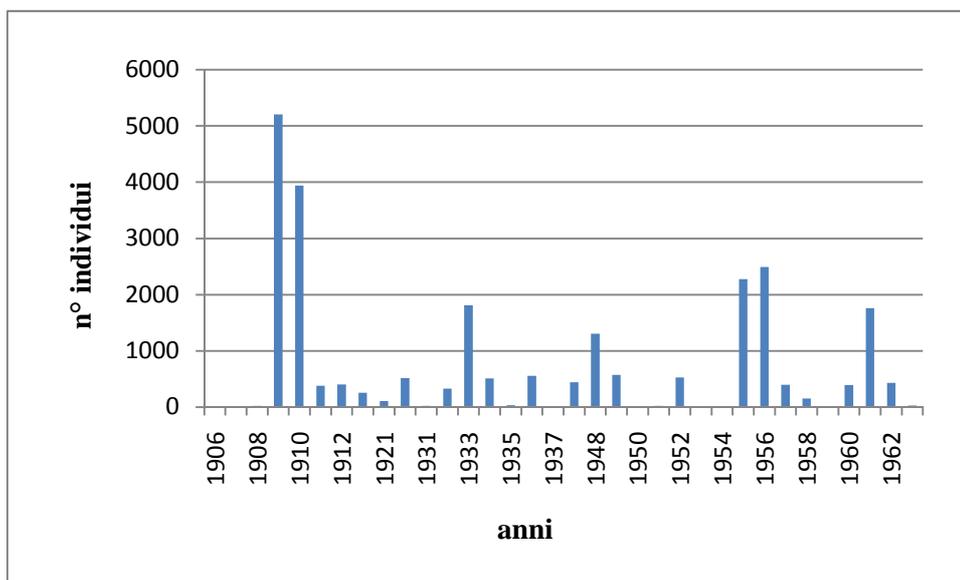


Figura 30: Trend di catture annuali di *S. sarda*

I risultati dell'analisi dei trend delle catture mensili, riportati in figura 31, indicano che per *S. sarda*, il mese in cui si registra in media il maggior numero di esemplari catturati è maggio (526 ± 943), cui segue giugno con una media di esemplari pari a 182 ± 294 . Nel mese di luglio si registra un numero esiguo di pesci catturati, mentre ad aprile la media delle catture risulta pari a 19 ± 109 .

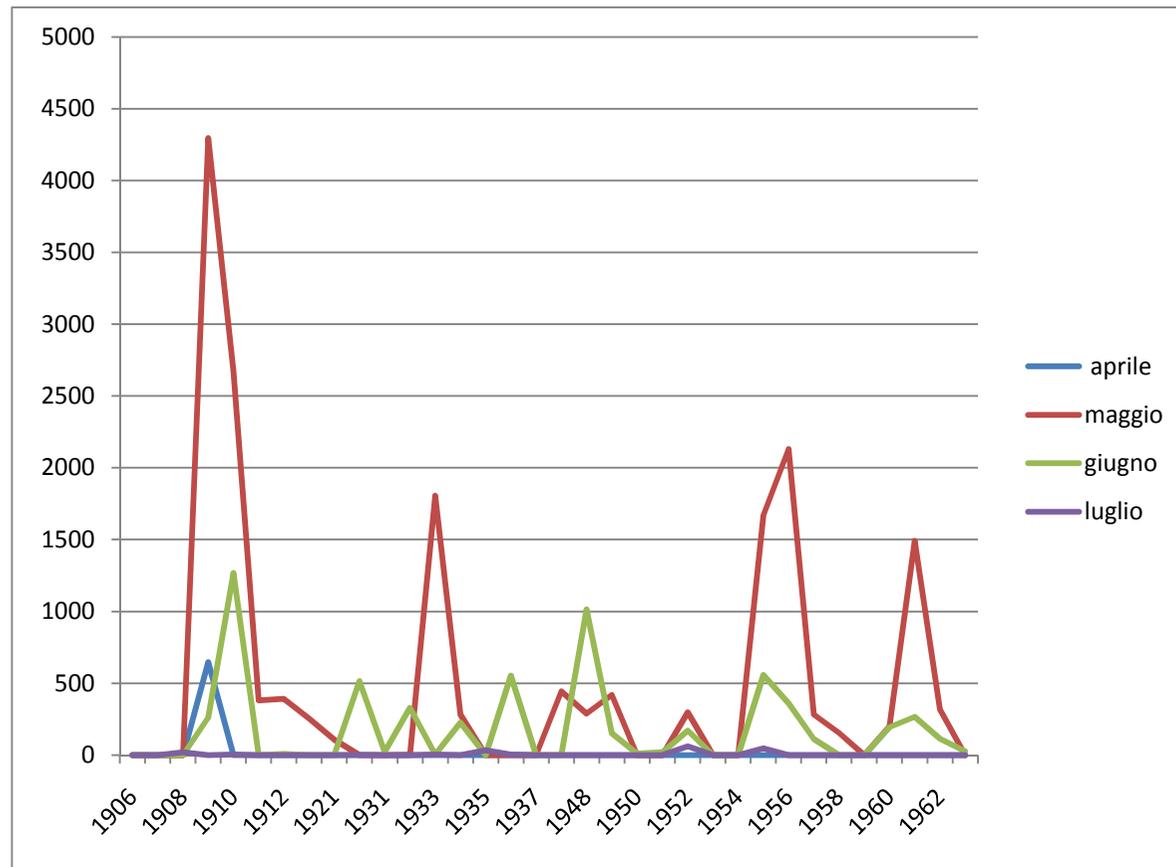


Figura 31: Trend di catture mensili di *S. sarda*

In figura 32 sono riportati i trend annuali dell'indice di NAO e delle CPUE di *S. sarda* tra il 1906 e il 1963. Il grafico suggerisce una possibile relazione inversa tra il modello di oscillazione dell'indice e le CPUE della palamita, osservabili soprattutto in relazione ai picchi di abbondanza più elevati, quali quelli registrati negli anni 1909 e 1956.

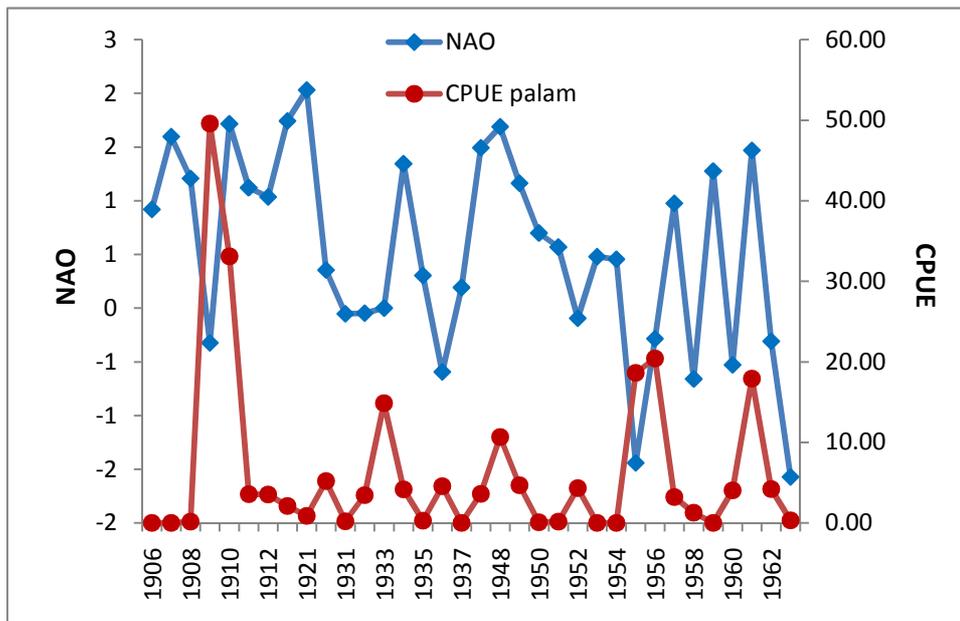


Figura 32: Indice di NAO nel periodo 1906-1963 e CPUE annuali di *S. sarda*

A dispetto di tale conclusione, l'analisi di regressione tra l'indice di NAO e le CPUE della specie e i risultati dell'analisi della varianza riportati nella tabella 9, indicano la mancanza di una relazione statisticamente significativa tra i valori dell'indice e le catture ($p=0,5316$). Tale risultato è evidenziato anche dalla rappresentazione grafica del modello di regressione lineare tra NAO e CPUE e dal valore di R^2 (0,0123) basso (Fig. 33).

Parametri	Coefficienti	Errore standard	Stat t	Valore di significatività
Intercetta	7,1267	2,1372	3,3347	0,0022
Variabile X 1	-1,2827	2,0284	-0,6324	0,5316

Analisi della varianza

	gdl	SQ	MQ	F	Significatività F
Regressione	1	46,5130	46,5130	0,3999	0,5316
Residuo	32	3721,9872	116,3121		
Totale	33	3768,5002			

Tabella 9. Risultati della regressione lineare tra l'indice di NAO e le CPUE di S. sarda nel periodo 1906-1963.

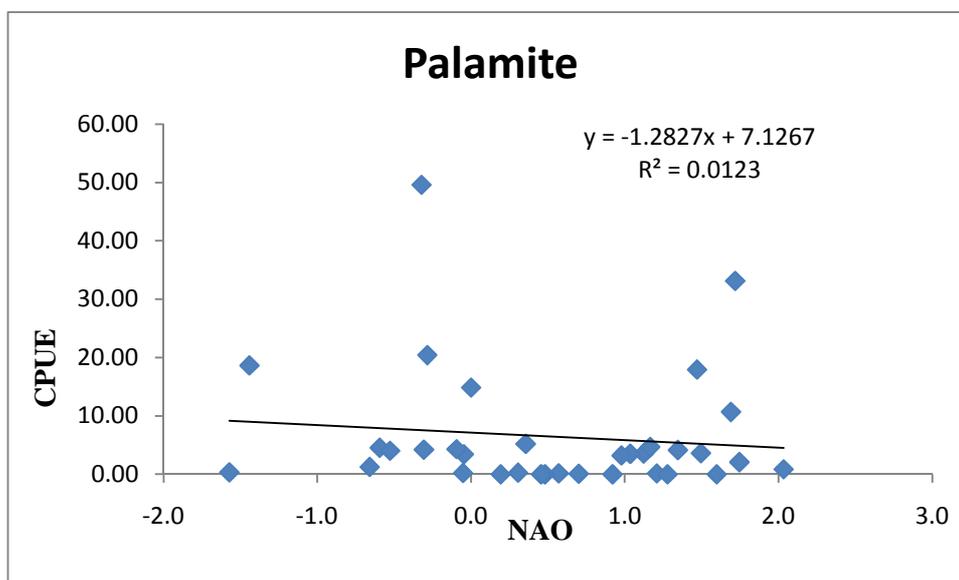


Figura 33: Regressione lineare tra l'indice NAO e le CPUE di S. sarda

7.1.3 SQUALI

Le principali specie di squali catturati accidentalmente in tonnara erano lo squalo mako (*Isurus oxyrinchus*) o tonno palamido, la verdesca (*Prionace glauca*), lo squalo manzo (*Heptanchias perlo*) e lo squalo volpe (*Alopias vulpinus*).

L'istogramma in figura 34 mostra che, sebbene il numero di squali catturati negli anni fosse per lo più esiguo (max= 9 esemplari registrati nel 1906), anche per questi animali si osserva una diminuzione delle catture fino ad una completa sparizione nel 1960.

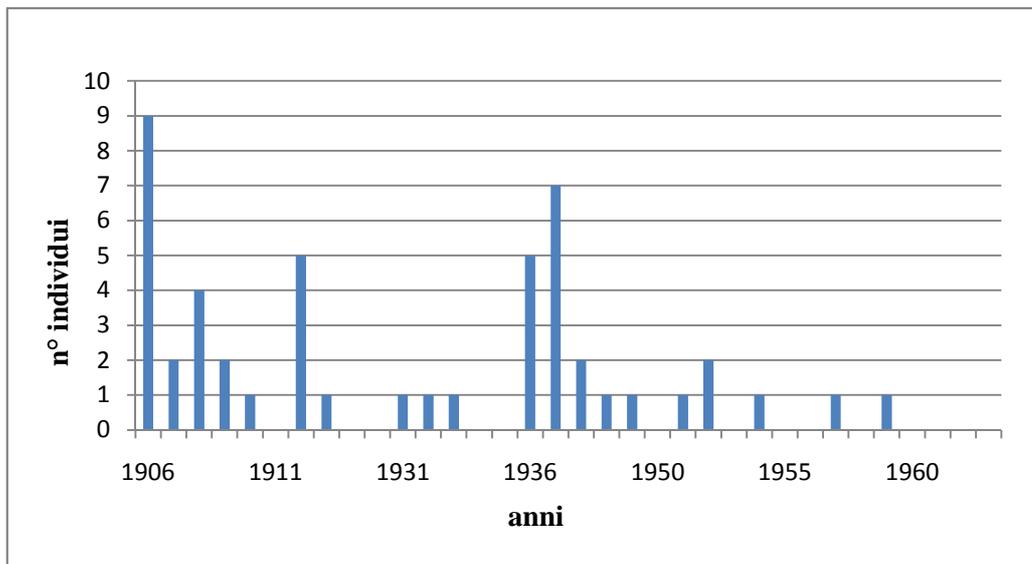


Figura 34: Trend di catture annuali squali

I risultati dell'analisi dei trend delle catture mensili, riportati in figura 35 mostrano che il mese in cui si registra in media il maggior numero di esemplari catturati è giugno ($0,56 \pm 0,77$), cui segue luglio con una media di esemplari pari a $0,53 \pm 1,33$. In aprile non si registrano catture.

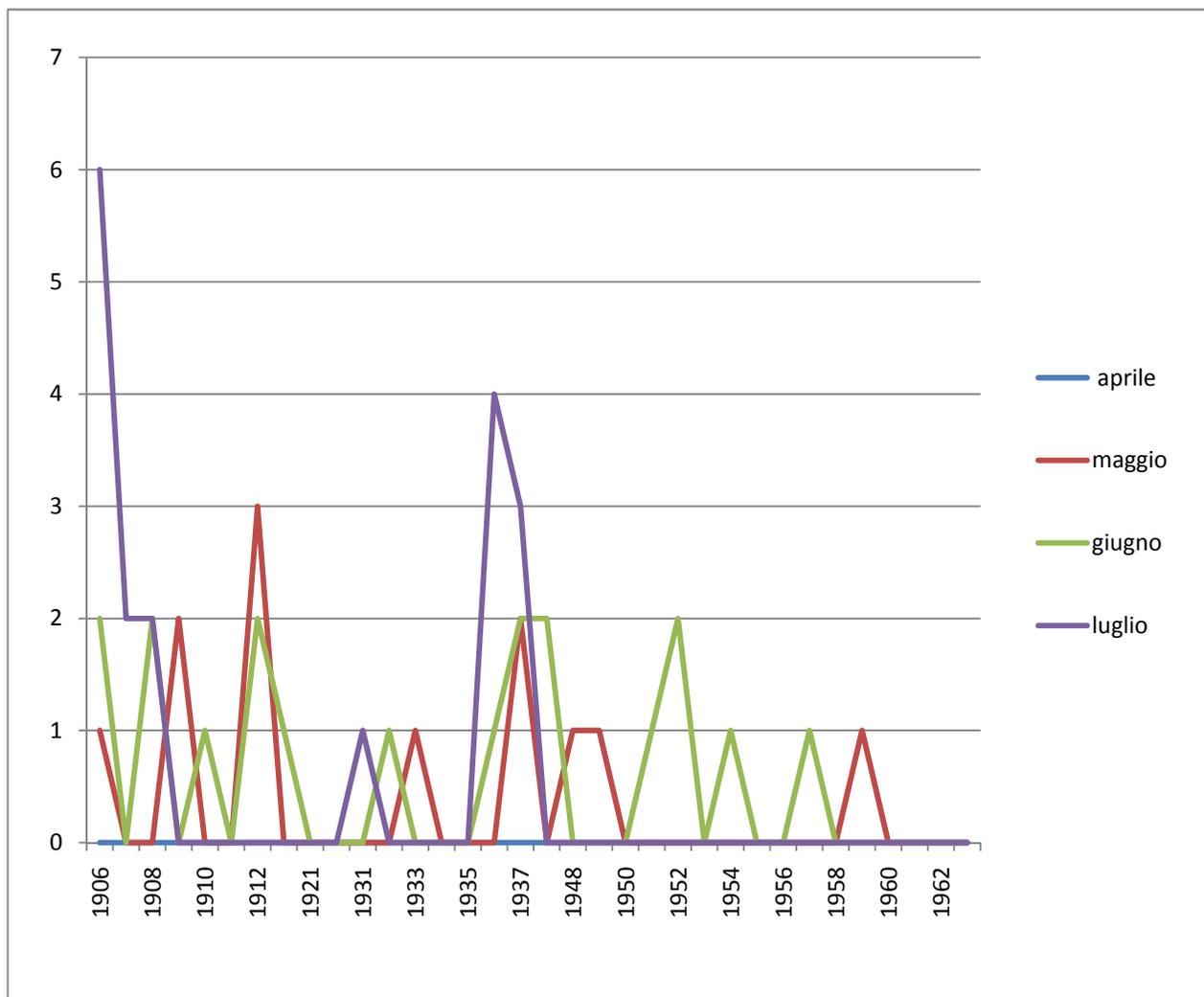


Figura 35: Trend di catture mensili squali

In figura 36 sono riportati i trend annuali dell'indice di NAO e delle CPUE degli squali pescati tra il 1906 e il 1963. Il grafico suggerisce una possibile relazione inversa tra il modello di oscillazione dell'indice e le CPUE. Si osserva, infatti, soprattutto negli anni 1906, 1912 e 1937, una corrispondenza tra picchi di abbondanza di catture per gli squali e oscillazioni negative dell'indice di NAO. Solo nel decennio finale, dal 1953 al 1963, le oscillazioni dell'indice e le CPUE sembrano avere una relazione diretta.

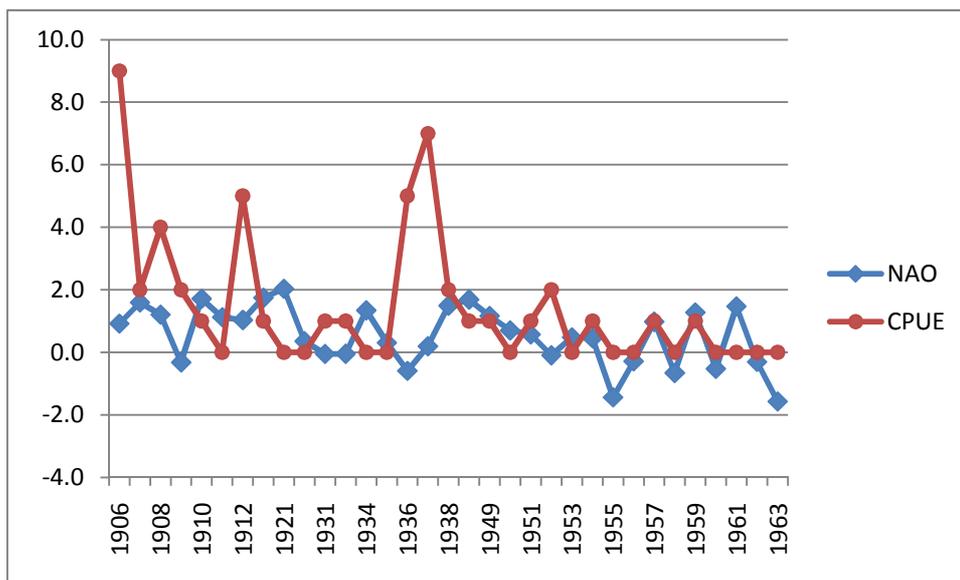


Figura 36: Indice di NAO nel periodo 1906-1963 e CPUE annuali per gli squali

Tale osservazione non è però supportata dai risultati dell'analisi di regressione tra l'indice di NAO e le CPUE della specie e dell'analisi della varianza riportati nella tabella 10, che indicano la mancanza di una relazione statisticamente significativa tra i valori dell'indice e le catture ($p=0,5316$). Tale risultato è evidenziato anche dalla rappresentazione grafica del modello di regressione lineare tra NAO e CPUE e dal valore di R^2 (0,0123) basso (Fig. 33).

Parametri	Coefficienti	Errore standard	Stat t	Valore di significatività
Intercetta	1.3496	0.4464	3.0233	0.0050
Variabile X 1	0.1930	0.4174	0.4623	0.6471

Analisi della varianza

	gdl	SQ	MQ	F	Significatività F
Regressione	1	1.0419	1.0419	0.2137	0.6471
Residuo	31	151.1399	4.8755		
Totale	32	152.1818			

Tabella 10. Risultati della regressione lineare tra l'indice di NAO e le CPUE degli squali nel periodo 1906-1963

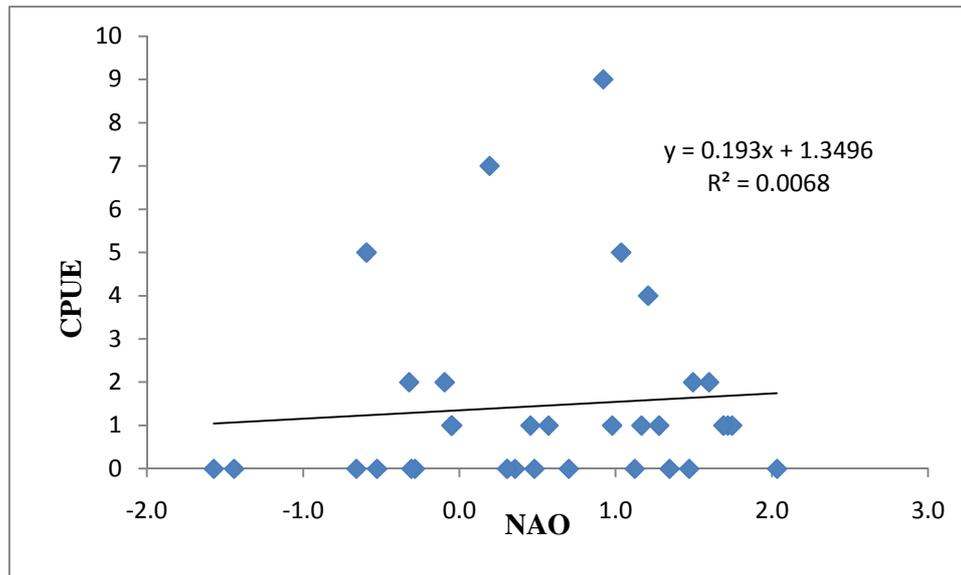


Figura 37: Regressione lineare tra l'indice NAO e le CPUE per gli squali

7.1.4 SPECIE REGISTRATE IN TERMINI DI BIOMASSA TOTALE

Tra le specie catturate negli anni oggetto di studio, alcune (*Scomber scombrus*, *Engraulis encrasicolus* e *Sardinella aurita*) risultavano registrate nei diari di bordo in termini di biomasse totali. Anche in questo caso è stato determinato il trend delle catture negli anni

(Fig. 38). Il grafico mostra essenzialmente due picchi di biomassa totale registrati negli anni 1908 (6230 kg) e 1954 (8739 kg).

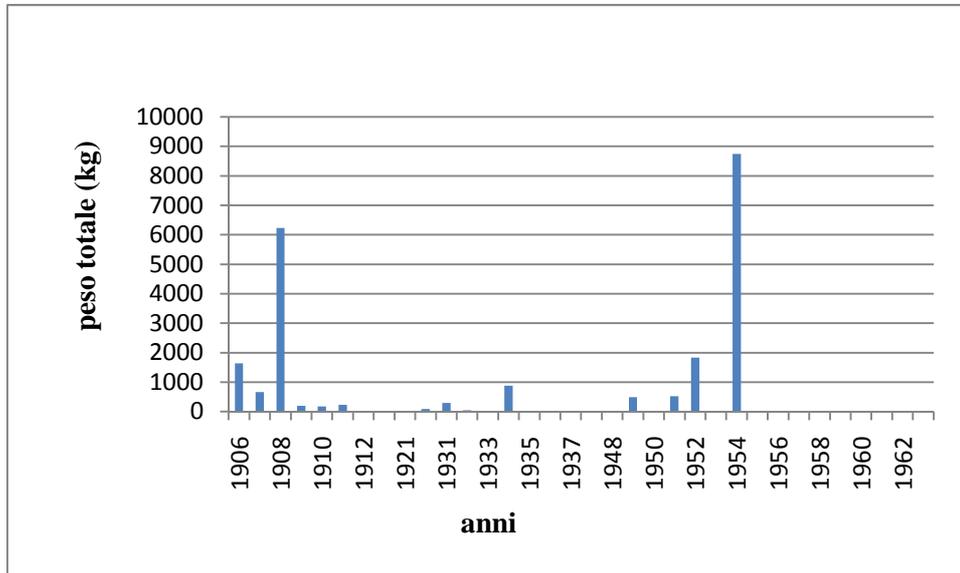


Figura 38: Trend di catture annuali di specie comuni in termini di biomassa

I risultati dell'analisi dei trend delle catture mensili, riportati in figura 39, indicano che per tali specie, il mese in cui si registra in media il maggior peso totale è giugno (476 ± 1577), cui segue luglio con una biomassa media di 132 ± 445 . Nel mese di maggio, invece si registra una biomassa media di 41 ± 151 , infine ad aprile le catture risultano nulle.

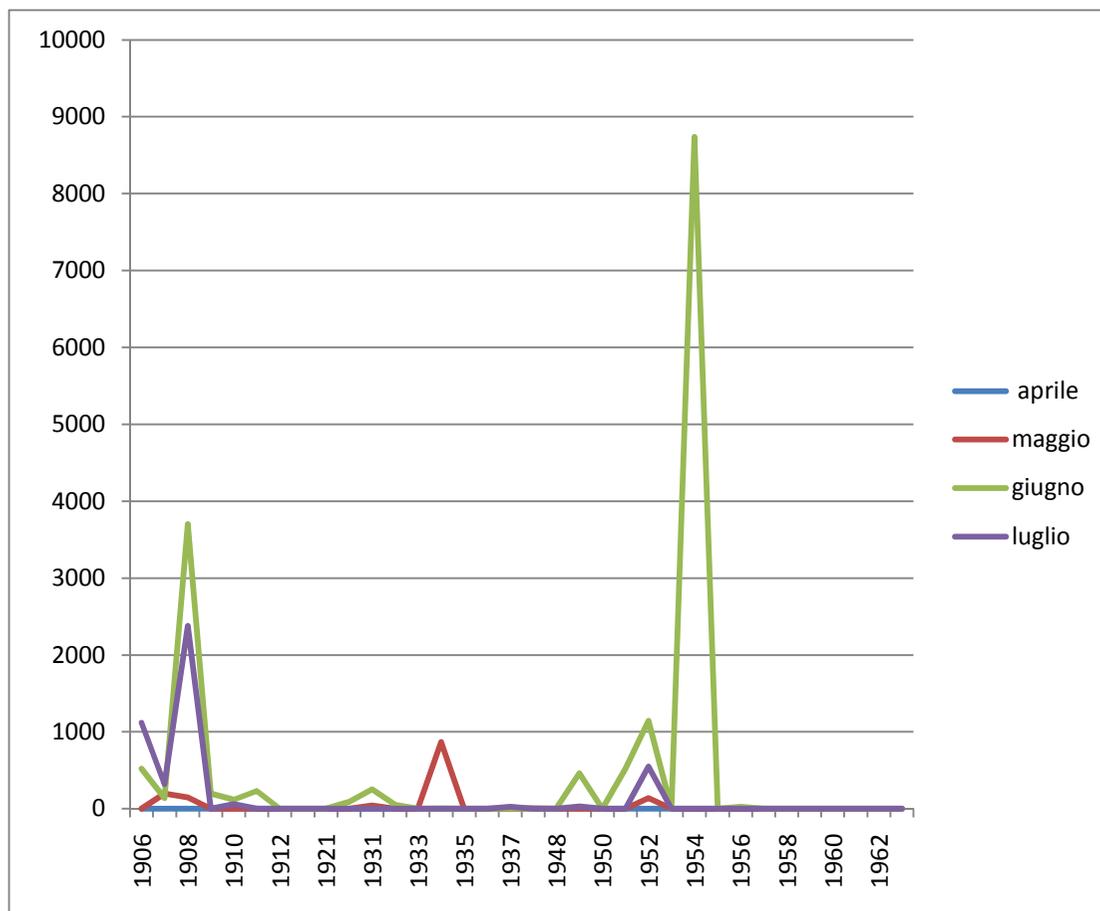


Figura 39: Trend di catture mensili di specie comuni in termini di biomassa

In figura 40 sono riportati i trend annuali dell'indice di NAO e delle CPUE delle specie comuni espresse in termini di biomassa tra il 1906 e il 1963. In questo caso, a causa dei bassi valori di CPUE registrati nella maggior parte degli anni, non è possibile individuare una possibile relazione tra il modello di oscillazione dell'indice e le CPUE delle specie.

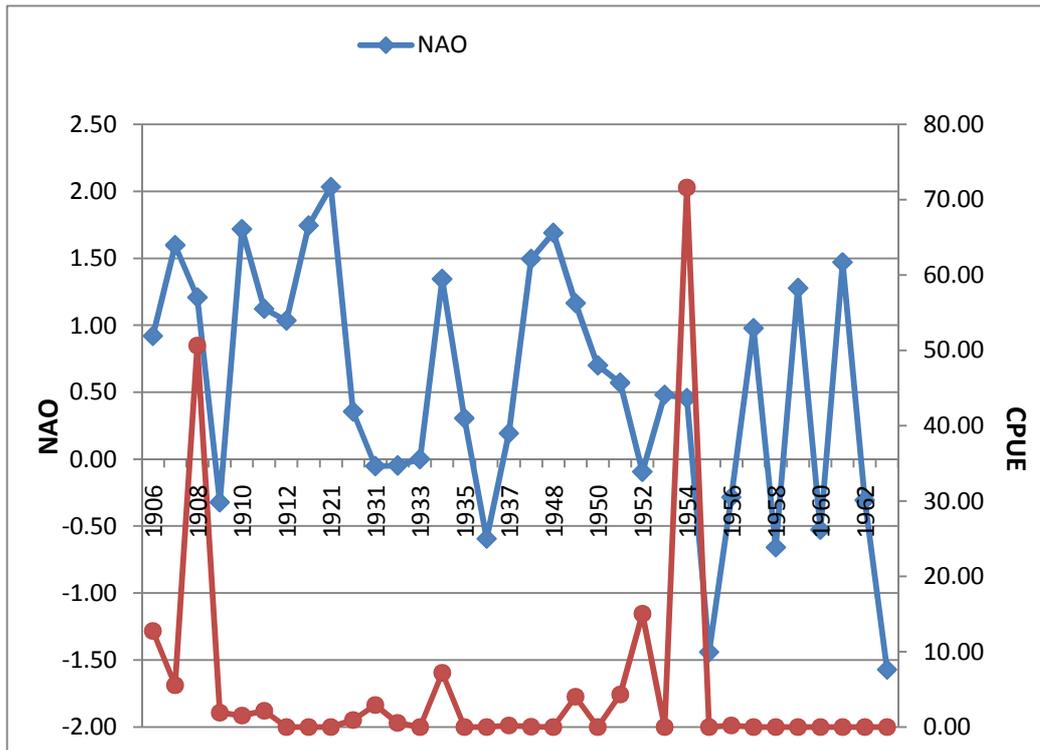


Figura 40: Indice di NAO nel periodo 1906-1963 e CPUE annuali di specie comuni espresse in kg

Il grafico del modello di regressione lineare tra NAO e CPUE e il valore di R^2 (0,0072) estremamente basso suggeriscono una mancanza di relazione tra i due fattori (Fig. 41).

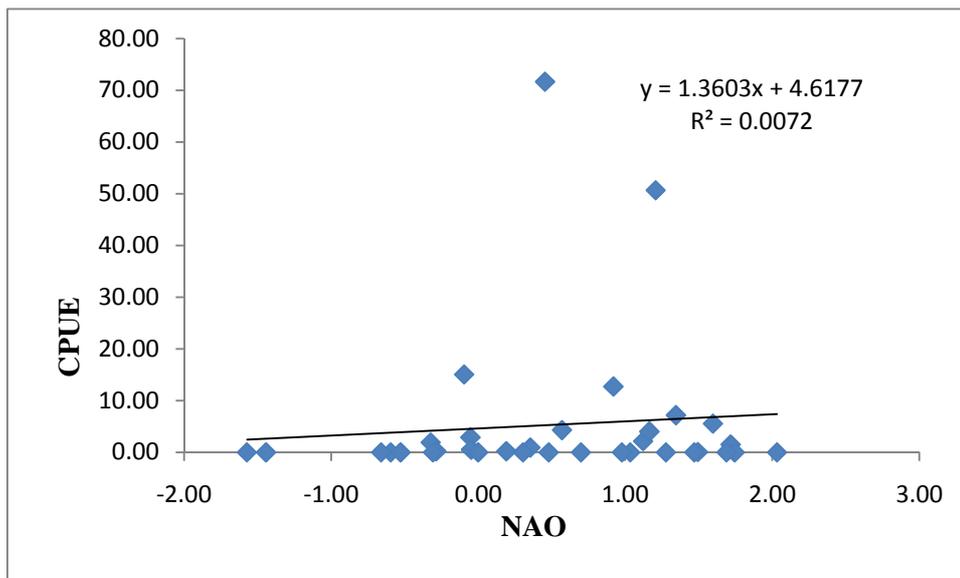


Figura 41: Regressione lineare tra l'indice NAO e le CPUE di specie comuni in kg

7.1.5 SPECIE ACCIDENTALI

Tra le numerose specie accidentali catturate in tonnara si annoverano: *S. scombrus*, *B. boops*, *E. alletteratus*, *M. mola*, *M. cephalus*, *M. mobular*, *C. caretta*, *S. barracuda*, *T. trachurus*, Exocoetidae ind, *S. dumerili*, *C. hippurus*, *S. saurus*, *S. coeruleoalba*. I dati di cattura di tali specie sono stati raggruppati ed elaborati allo scopo di determinare i trend di abbondanza annuale e mensile.

Il grafico delle abbondanze annuali mostra che in generale sono stati catturati numeri esigui di esemplari fatta eccezione per gli anni 1911 e 1912, in cui si registrano rispettivamente 518 e 223 esemplari pescati (Fig. 42).

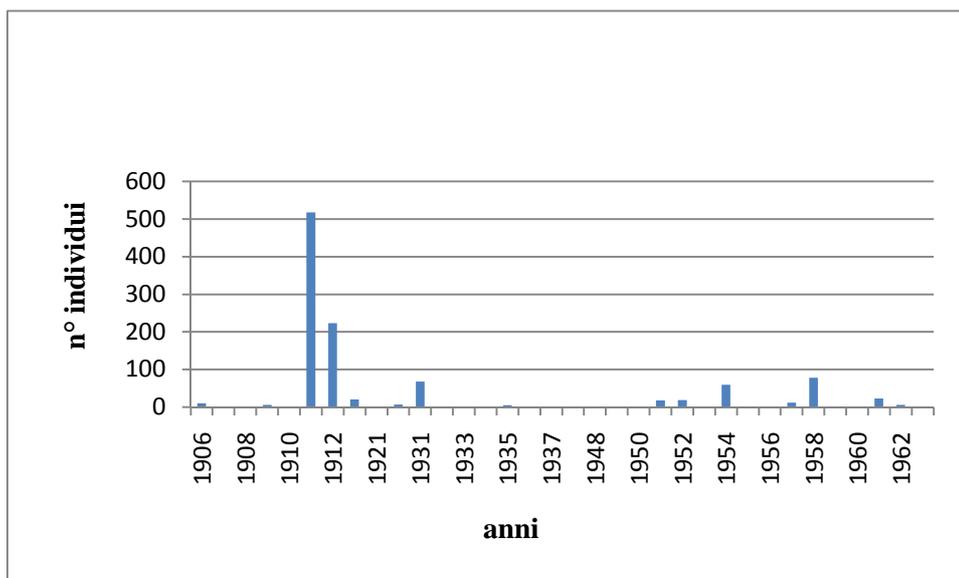


Figura 42: Trend di catture annuali di specie accidentali

I risultati dell'analisi dei trend delle catture mensili, riportati in figura 43, indicano che per le specie accidentali, il mese in cui si registra in media il maggior numero di esemplari catturati è maggio (23 ± 94), cui segue giugno con una media di esemplari pari a 6 ± 15 . Nel mese di luglio, invece si registra un numero di pesci catturati pari a 2 ± 7 , infine ad aprile le catture risultano nulle.

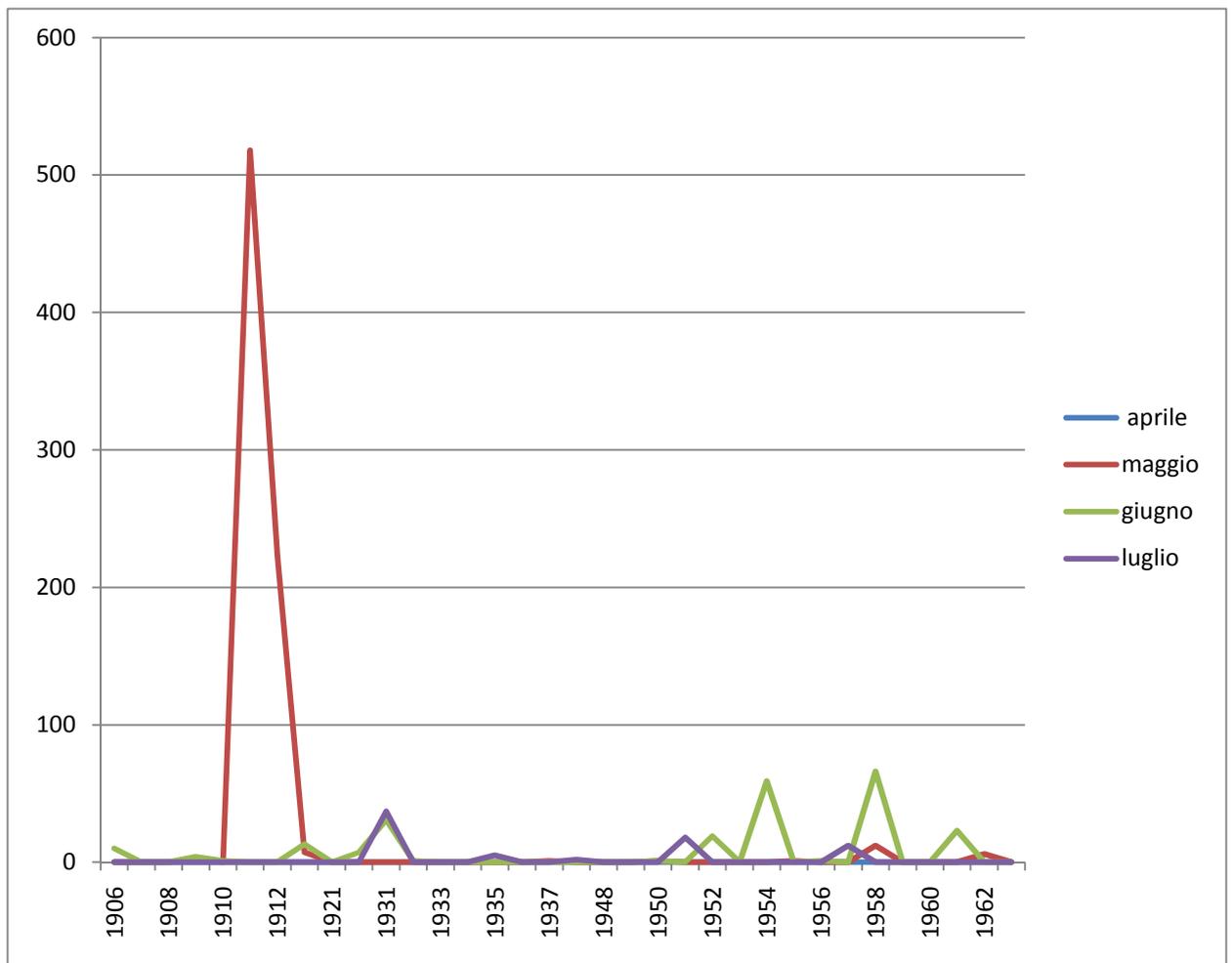


Figura 43: Trend di catture mensili di specie accidentali

In figura 44 sono riportati i trend annuali dell'indice di NAO e delle CPUE delle specie accidentali tra il 1906 e il 1963. Il grafico suggerisce una possibile relazione inversa tra il modello di oscillazione dell'indice e le CPUE delle specie accidentali, in corrispondenza di alcuni picchi di abbondanza, quali quelli registrati negli anni 1911, 1955 e 1958.

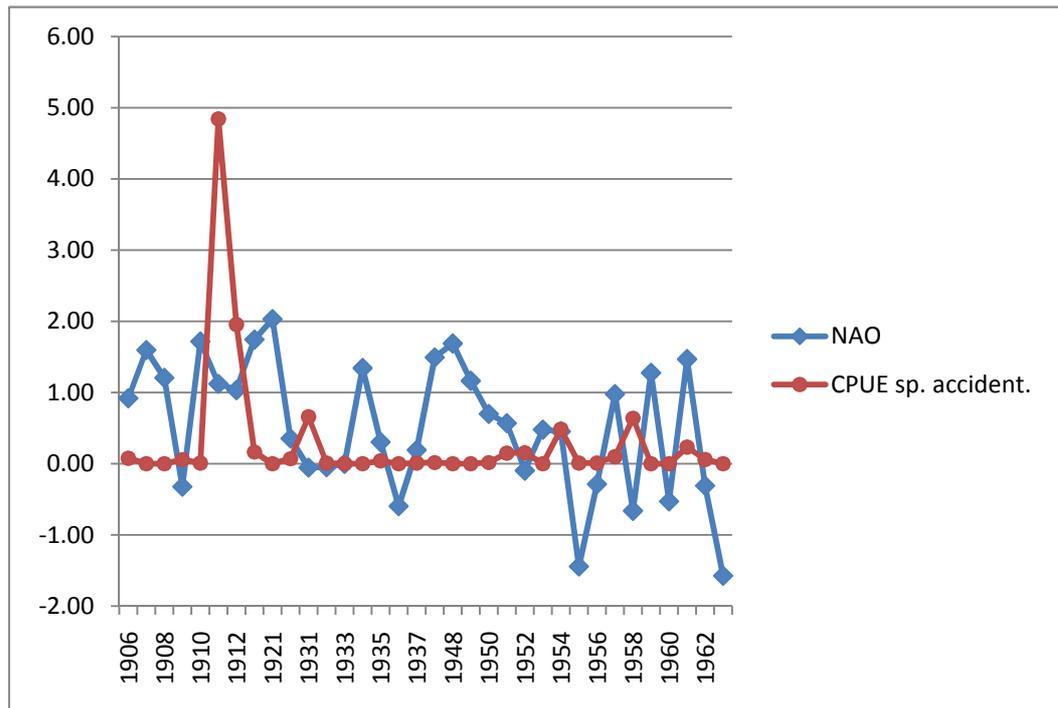


Figura 44: Indice di NAO nel periodo 1906-1963 e CPUE annuali di specie accidentali

Il modello di regressione lineare tra NAO e CPUE e il valore di basso R^2 (0,0122) indicano che non esiste una relazione statisticamente significativa tra i due fattori (Fig. 45).

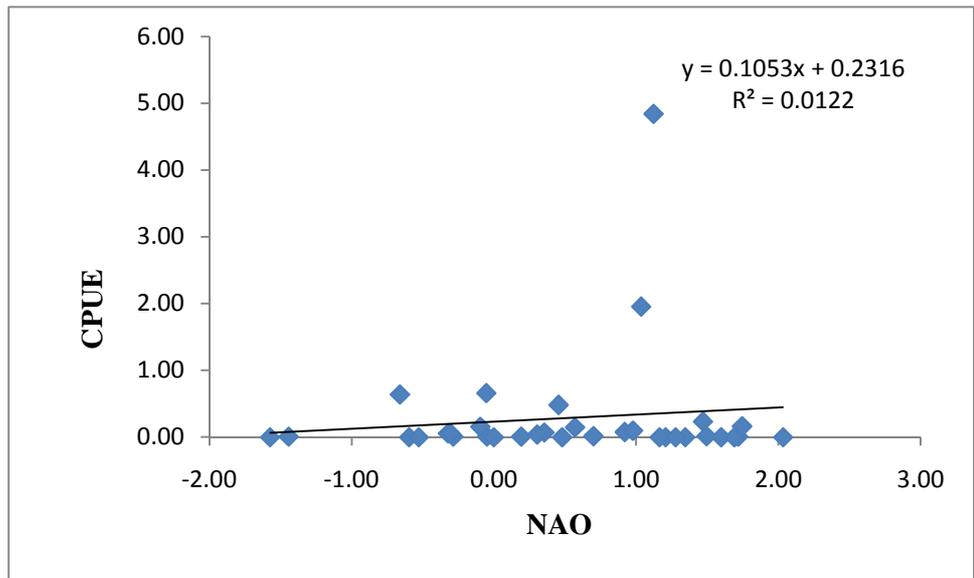


Figura 45: Regressione lineare tra l'indice NAO e le CPUE di specie accidentali

8. CONCLUSIONI

Lo studio effettuato avvalorava l'ipotesi secondo cui la dismissione delle tonnare fisse, avvenuta negli anni '60, può essere stata determinata dalla diminuzione delle risorse, soprattutto tonno rosso e pesce spada.

Non è comunque dimostrabile quale sia il motivo della diminuzione di tali risorse che hanno provocato il collasso di tale sistema di pesca.

L'analisi dell'andamento delle serie storiche di catture di tonno rosso, all'interno della tonnara fissa del Tono di Milazzo, ha, infatti, evidenziato un netto decremento del numero di esemplari catturati dai primi anni (1906-1921) fino all'ultimo periodo di attività dell'attrezzo, dal 1948 al 1963. Un trend simile è stato osservato anche per gli altri predatori di vertice. In particolare, il pesce spada, altra specie target dell'attrezzo, mostra un decremento delle catture meno evidente di quello del tonno rosso, invece, gli squali (*I. oxyrinchus*, *P. glauca*, *A. vulpinus* e *H. perlo*) diminuiscono nel tempo fino a scomparire del tutto dal 1960 in poi.

Esistono diversi fattori che possono avere un effetto sulla biomassa o sulla distribuzione delle specie pelagiche.

Fattori climatici

Gli effetti del cambiamento climatico possono influenzare direttamente o indirettamente le dinamiche degli stock di specie pelagiche. In particolare, gli adulti di tonno rosso, nel periodo riproduttivo, mostrano una elevata sensibilità alle variazioni ambientali e possono essere guidati nelle migrazioni verso le aree di *spawning* da fenomeni di termotrofismo e alotrofismo (Sella, 1929).

Studi condotti sui fattori che influiscono sul tonno rosso e il pesce spada in Atlantico evidenziano l'esistenza di una relazione inversa tra l'andamento annuale dei livelli di reclutamento e il modello di oscillazione dell'indice di NAO (Mejuto, 1999; Borja & Santiago, 2002). Tale indice agisce su larga scala influenzando la circolazione atmosferica nel nord Atlantico, oltre che numerosi processi oceanografici e biologici. Il modello d'oscillazione osservato nell'ultimo secolo, suggerisce una possibile relazione con i trend

di catture di esemplari adulti (riproduttori) di tonno rosso e pesce spada oggetto di questo studio.

Analizzando l'andamento dell'indice si osserva, infatti, un'oscillazione negativa fino al 1961 e un trend successivo d'oscillazione positiva mantenuto fino ai nostri giorni. Sulla base di queste motivazioni la serie storica di dati di cattura nella tonnara è stata correlata con l'andamento annuale dell'indice di NAO.

I risultati ottenuti mostrano che, sebbene sembri esistere una relazione inversa tra l'andamento delle CPUE e il modello di oscillazione dell'indice, osservabile soprattutto in corrispondenza dei valori più elevati di cattura delle specie di grandi pelagici, questa relazione non risulta però supportata dalla statistica. Si può quindi concludere che le variazioni annuali dell'indice di NAO in Mediterraneo sono, solo in minima parte, in grado di influenzare le dinamiche di *T. thynnus* e *X. gladius*, almeno per quanto riguarda l'area e il periodo di tempo considerati nel nostro studio.

Relazione preda-predatore

Tra i fattori più importanti nella determinazione di variazioni nelle biomasse delle specie in un ecosistema marino, è necessario considerare le relazioni esistenti tra i vari livelli trofici di una rete alimentare.

Tra le specie catturate all'interno della tonnara del Tono, alcune sono predatori di vertice (*T. thynnus*, *X. gladius*, *T. alalunga*, squali, mante, tartarughe e delfini). Allo stesso tempo, a partire da precedenti lavori condotti sul comportamento trofico dei grandi pelagici nel Tirreno meridionale (Genovese, 1960; Genovese e Alonzo, 1961; Sinopoli *et al.*, 2004; Andaloro, 2006; Consoli *et al.*, 2008; Romeo *et al.*, 2009), tra le specie accessorie è possibile identificare alcune tra le prede più importanti di questi predatori quali: *A. rochei*, *S. sarda*, *S. scombrus*, *B. boops*, *E. alletteratus*, *T. trachurus*, *C. hippurus*, *E. encrasicolus* e *S. aurita*.

Confrontando i trend di abbondanze annuali dei predatori e delle prede si osserva una correlazione inversa molto evidente dai primi anni fino al 1953, anno dopo il quale la relazione da inversa diviene diretta, come mostrato nella figura 46.

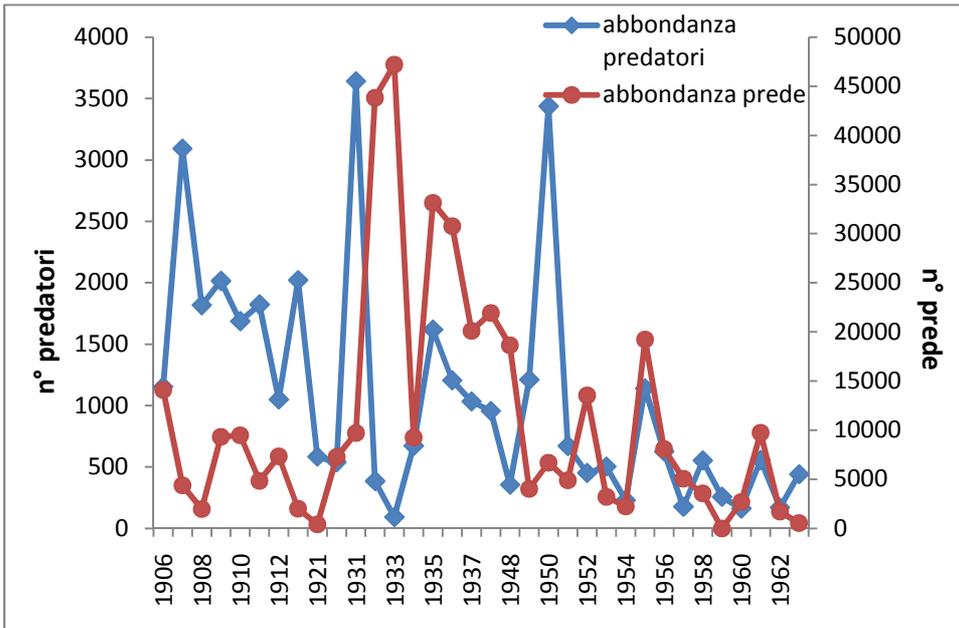


Figura 46: trend di abbondanza dei top predators e delle prede dal 1906 al 1963

I dati di catture di acciughe e alacce sono stati considerati separatamente in quanto registrati in termini di peso e non di abbondanza totale (Fig. 47).

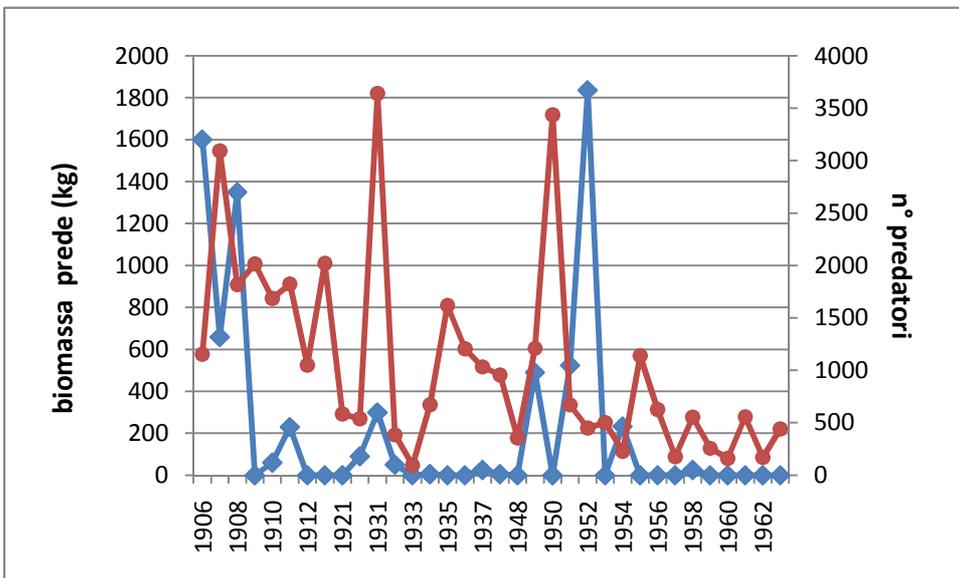


Figura 47: trend di abbondanza dei top predators e delle prede in peso dal 1906 al 1963

La relazione inversa osservata in entrambi i grafici può essere spiegata attraverso i meccanismi di controllo delle cascate trofiche identificati come “top-down” e “bottom-up”. La predazione è considerata, infatti, una delle maggiori fonti di mortalità delle specie

marine, in grado di influenzare le biomasse dei livelli trofici inferiori con un effetto a cascata, per cui un aumento delle abbondanze dei predatori di vertice può determinare un aumento della mortalità e quindi una diminuzione delle prede e viceversa, un decremento delle abbondanze dei predatori determina un aumento delle prede. In realtà, le relazioni trofiche tra i vari livelli di una catena alimentare non sono di così facile comprensione e le variazioni di abbondanza o biomassa delle specie che compongono un singolo livello possono essere determinate da numerosi fattori, come dimostra l'andamento delle catture nell'ultimo decennio di attività della tonnara (1953-1963), con un decremento dei predatori di vertice e contemporaneamente anche delle specie predate. In effetti, la temperatura superficiale marina può influenzare fortemente lo sviluppo, la mortalità e la dispersione delle uova e delle larve delle specie pelagiche (Pepin, 1991; Ottersen e Sundby, 1995; Bruno *et al.*, 2001). Inoltre, la diminuzione delle risorse e la conseguente dismissione delle tonnare fisse esistenti nell'area di studio può essere correlata anche a fattori antropici. Lo sviluppo di attrezzi da pesca più efficienti e sofisticati ha causato un aumento dello sforzo di pesca su tonno e pesce spada, ma anche su molte delle prede in quanto specie ad elevato valore commerciale, determinando squilibri all'interno delle catene trofiche con un aumento della competizione tra predatori.

A questo si aggiunge anche l'incremento, negli ultimi 40 anni, di attività umane dirette insistenti sulla zona costiera, quali ad esempio il traffico marittimo, l'espansione delle metropoli, la costruzione di porti e di barriere frangiflutti che, influenzando la circolazione delle correnti, possono incidere, direttamente o indirettamente, sul modello di migrazione dei grandi pelagici.

In conclusione, non è possibile identificare un unico fattore determinante la riduzione delle catture e la conseguente interruzione dell'attività della tonnara del Tono di Milazzo, ma ciascun elemento descritto in questo studio è in grado di influenzare direttamente o indirettamente le dinamiche degli stock di specie pelagiche.

9. BIBLIOGRAFIA

ALONCLE, H. (1964). Note sur le thon rouge de la baie idèro-marocaine. Bull. Inst. Pèc. Mar. Maroc, 12: 43-59.

ANDALORO, F., (2006). Gruppo di studio ed elementi di base per la gestione dei grandi pelagici. Sottoprogetto – Ruolo trofico del grande pelagico *Thunnus alalunga*, Bonnaterre, 1788. Rapporto Finale ICRAM, Mipaf. Pp 71.

BARD, F.X., BESSINETON, C., CENDRERO, O., DAO, J.C. (1973). La pècherie de thon rouge du golfe de Gascogne – Rèsultat des recherches 1972. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 1: 399-412.

BLOCK, B.A., DEWAR, H., BLACKWELL, S.B., WILLIAMS, T.D., PRINCE, E.D., FARWELL, C.J., BOUSTANY, A., TEO, S.L.H., SEITZ, A., WALLI, A., FUDGE, D. (2001). Migratory movements, depth preferences, and thermal biology of Atlantic bluefin tuna. Science, 293: 1310-1314.

BRUNO, R., GRANATA, A., CEFALI, A., GUGLIELMO, L., BRANCATO, G., BARBERA, P. (2001). Relationship between fish larval biomass and plankton production in the south Tyrrhenian Sea. In: F.M. Faranda, L. Guglielmo, G. Spezie (Eds) Mediterranean Ecosystems: Structures and processes. Springer-Verlag. Italia.

BUEN (DE), F. (1927). Notes et bibliographie sur la biologie du thon. Rapp. P.-v Rèun. CPIEM, 44: 98-107.

CAREY, F.G., TEAL, J.M. (1969). Regulation of body temperature by bluefin tuna. Comp. Biochem. Physiol., 28: 205-213.

CHASE, B.C. (2002). Difference in diet of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) at five seasonal feeding grounds on the New England continental shelf. Fish. Bull., 100: 168-180.

CONSOLI, P., ROMEO, T., BATTAGLIA, P., CASTRIOTA, L., ESPOSITO, V., ANDALORO, F. (2008). Feeding habitus of the albacore tuna *Thunnus alalunga* (Perciformes, Scombridae) from central Mediterranean Sea. Mar. Biol., 155: 113-120.

CORT, J.L., CENDRERO, O. (1975). La pesca del atun rojo (*Thunnus thynnus* L.) en el Golfo de Vizcaya. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 4: 128-132.

CORT, J.L. (1990). Biología y pesca del atun rojo *Thunnus thynnus* (L.) del Mar Cantabrico. Publ. Espec. Inst. Esp. Oceanogr., 4, 272 pp.

CORT, J.L., ABAUNZA, P., DE METRIO, G. (2008). Analysis of the juvenile bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) population of the northeastern atlantic between 1949 and 1960. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 63: 108-120.

DONATI, A. & PASINI, P. (1997). Pesca e pescatori nell'antichità. I. Leonardo Arte. 1-179.

DOUMENGE, F. (1998). L'histoire des peches thonieres. Coll.Vol.Sci.Pap. ICCAT, 50: 161-182.

EGGLESTON, D.B., BOCHENEK, E.A. (1990). Stomach contents and parasite infestation of school bluefin tuna *Thunnus thynnus* collected from the middle Atlantic bight, Virginia. Fish. Bull., 88: 389-395.

FROMENTIN, J. M. (2003). The East Atlantic and Mediterranean bluefin tuna stock management: uncertainties and alternatives. Scientia Marina, 67(1): 51-62.

FROMENTIN, J. M. & RAVIER, C. (2005). The East Atlantic and Mediterranean bluefin tuna stock: looking for sustainability in a context of large uncertainties and strong political pressures. *Bulletin of Marine Science* 76: 353-362.

FURNESTIN, J., DADIGNAC, J. (1962). Le thon rouge du Maroc (*Thunnus thynnus* Linné). *Rev. Trav. Inst. Pèch. Marit.*, 26(4): 81-398.

GENOVESE, S. (1960). Sul regime alimentare di *Thunnus thynnus*(L.). *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, 15: 177-189.

GENOVESE, S., ALONZO, V. (1961). Sul contenuto stomacale di tonni (*Thunnus thynnus* L.) catturati nello Stretto di Messina ed in alcune tonnare della Sicilia e della Calabria. *Atti Soc. Pelor.*, 7: 1-8.

HAMRE, J., MAURIN, C., RODRIGUEZ-RODA, J., TIEWS, K. (1971). Fourth report on the bluefin tuna working group. Observations on the size composition of bluefin tuna catches from 1967 to 1969. ICES, Copenhagen, Cooperative research report Series A, 23.

KARAKULAK, S., Oray, I., Corriero, A., Aprea, A., Spedicato, D., Zubani, D., Santamaria, N. (2004). First information on the reproductive biology of the bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) in the eastern Mediterranean. *Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT*, 56: 1158-1162.

La Mesa, M., Sinopoli, M., Andaloro, F. (2005) Age and growth rate of juvenile bluefin tuna *Thunnus thynnus* from the Mediterranean Sea (Sicily, Italy). *Sci. Mar.*, 69 (2), 241-249.

LIORZOU, B. (2001). Final Report of the EU Project BFTMED (97/029). European Community – DG XIV, Brussels, 325 pp.

LUTCAVAGE, M. E., BRILL, R. W., SKOMAL, G. B., CHASE, B. C., GOLDSTEIN, J. L., TUTEIN, J. (2000). Tracking adult North Atlantic bluefin tuna

(*Thunnus thynnus*) in the northwestern Atlantic using ultrasonic telemetry. Mar. Biol., 137: 347-358.

MATHER, F.J., MANSON JR, J.M., JONES, A. (1995). Historical document: life history and fisheries of Atlantic bluefin tuna. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-370, Miami, F1; 165 pp.

MATHER, F. J., SCHUCK, H. A. (1960). Growth of the bluefin tuna of the western North Atlantic. Fish. Bull., 179(61): 39-52.

MEDINA, A., ABASCAL, F. J., MEGINA, C., GARCIA, A., (2002). Stereological assessment of the reproductive status of female Atlantic northern bluefin tuna during migration to Mediterranean spawning grounds through the Strait of Gibraltar. J. Fish Biol., 60: 203-217.

MEJUTO, J. (1999). A possible relationship between the NAO index and the swordfish (*Xiphias gladius*) recruitment index in the north atlantic: hypothesis of reproduction and possible effects on recruitment levels. Col.Vol.Sci.Pap.ICCAT, 49 (4): 339-345.

ORSI-RELINI, L., CIMA, C., PALANDRI, G., RELINI, M., GARIBALDI, F. (1998). Alimentazione del tonno giovanile nell'ecosistema del largo del Mar Ligure. Biol. Mar. Medit. 5: 63-70.

OTTERSEN, G. AND SUNDBY, S. (1995). Effects of temperature, wind and spawning stock biomass on recruitment of Arcto-Norwegian cod. Fish. Ocean., 4: 278-292.

PARONA, C. (1919). Il tonno e la sua pesca. Memorie R. Commissione Talassografica Italiana, Venezia, 68: 1-265.

PEPIN, P. (1991). Effect of temperature and size on development, mortality and survival rates of the pelagic early life history stages of marine fish. Can. J. Fish. Aquar. Sci., 48: 518-530.

PICCINETTI, C., PICCINETTI MANFRIN, G. (1970). Osservazioni sulla biologia dei primi stadi giovanili del tonno (*Thunnus thynnus* L.). Boll. Pesca Piscic. Idrobiol., 25: 223-247.

PICCINETTI, C., PICCINETTI MANFRIN, G. (1993). Distribution des larves de thonide's en Mediterranee. Coll. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 40: 164-172.

Pinkas, L., Oliphant, M.S., Iverson, I.L.K. (1971). Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. Fishery Bulletin of California, 152: 1-105.

PORCH, C.E. (2005). The sustainability of Western Atlantic bluefin tuna: A warm blooded fish in a hot blooded fishery. Bulletin of Marine Science 76: 363-384.

POTOSCHI, A., STURIALE, P. (1996). La pesca del tonno all'amo nello Stretto di Messina, nell'ultimo secolo. Biol. Mar. Medit., 3(1): 297-302.

RAVIER, C., FROMENTIN, J. M. (2001). Long-term fluctuations in the eastern Atlantic and Mediterranean bluefin tuna population. Journal of Marine Science, 58: 1299-1317.

RIVAS, L. R. (1954). A preliminary report on the spawning of the western North Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) in the Strait of Florida. Bull. Mar. Sci. Gulf Car., Miami, 4: 302-322.

ROMEO, T., CONSOLI, P., CASTRIOTA, L., ANDALORO, F., (2009). An evaluation of resource partitioning between two billfish, *Tetrapturus belone* and *Xiphias gladius*, in the central Mediterranean Sea. J Mar Biol Ass UK, 89(4): 849-857.

SANTOLERI, R. (2006). Individuazione di indicatori ambientali derivabili da satellite per la gestione degli stock di grandi pelagici. Relazione finale, Por Campania, 41 pp.

SARÀ, R. (1963). Data, observations and comments on the occurrence, behaviour, characteristics and migrations of tunas in the Mediterranean. Proc. Gen. Fish. Counc. Medit., 8: 371-388.

SARÀ, R. (1964). Data, observations and comments on the occurrence, behaviour, characteristics and migrations of tunas in the Mediterranean. Proc. Gen. Fish. Counc. For the Medit., Rome. 7(37): 371-388.

SARÀ, R. (1973). Sulla biologia dei tonni (*Thunnus thynnus* L.) modelli di migrazione e di comportamento. Boll. Pes. Piscic. Idrobiol., 28: 217-243.

SARÀ, G., SARÀ, R. (2007). Feeding habits and trophic levels of bluefin tuna *Thunnus thynnus* of different size classes in the Mediterranean Sea. Journal of Applied Ichthyology, Vol. 23, N° 2, pp. 122-127.

SCHAEFER, K. M. (2001). Reproductive biology of tunas. In: B.A. Block, et E.D. Stevens (Eds.), Tuna: physiology, ecology and evolution. Academic press. New York, 225 pp.

SELLA, M., 1929. Migrazioni e habitat del tonno (*Thunnus thynnus* L.) studiati col metodo degli ami, con osservazioni sull'accrescimento, sul regime delle tonnare ecc. Mem. R. Com. Talass. Ital., 156: 511-542.

SINOPOLI, M., PIPITONE, C., CAMPAGNUOLO, S., CAMPO, D., CASTRIOTA, L., MOSTARDA, E., ANDALORO, F. (2004). Diet of young-of-the-year bluefin tuna, *Thunnus thynnus* (Linnaeus, 1758) in the southern Tyrrhenian (Mediterranean Sea). Journal of Applied Ichthyology, 20(4): 310-313.

TIEWS, K. (1962). Synopsis of biological data on bluefin tuna *Thunnus thynnus* (Linnaeus, 1758) (Atlantic and Mediterranean). In World scientific meeting on the biology of tunas and related species, La Jolla, California.