



# Università di Pisa

Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali  
Corso di Laurea Specialistica in Biologia Marina

Tesi di Laurea

**“Caratterizzazione qualitativa e quantitativa dello scarto  
nella pesca a strascico del mar Tirreno Settentrionale”**

Candidata

Giulia Prato

Relatori

Prof. Stefano De Ranieri

Dott. ssa Silvia Gambaccini

Anno Accademico 2009 - 2010

## RIASSUNTO

Nella pesca commerciale, la cattura non intenzionale di pesci ed invertebrati, e in minima parte di mammiferi marini, tartarughe e uccelli, è un problema che ha suscitato un crescente interesse scientifico negli ultimi decenni. Con il termine scarto si intendono tutti quegli organismi marini catturati durante l'azione di pesca e successivamente rigettati in mare; le specie che compongono lo scarto sono specie prive di valore economico perché non edibili o perché danneggiate durante l'attività di pesca e specie di interesse commerciale ma di taglia inferiore a quella minima legale, che quindi non possono essere sbarcate e vendute. La pesca incidentale costituisce un serio problema di conservazione non solo poiché popolazioni di specie a rischio sono minacciate e stock ittici già pesantemente sfruttati sono ulteriormente colpiti, ma anche per l'impatto ecologico sull'ecosistema marino. La rimozione di individui di molte specie dall'ecosistema, che vanno ad aumentare la biomassa scartata, può alterare la struttura delle comunità marine e la normale catena trofica. La rete a strascico, ampiamente utilizzata nel Mediterraneo, dove effettua una pesca di tipo multispecifico, è un attrezzo non selettivo che comporta i maggiori tassi di scarto a livello mondiale.

Il presente elaborato di tesi utilizza dati provenienti da osservazioni condotte a bordo di pescherecci a strascico nel mar Tirreno settentrionale negli anni 2003, 2006, 2007, 2008, 2009, per studiare la composizione dello scarto. In particolare si sono ricercate differenze secondo gradienti come quello batimetrico ed eventuali variazioni stagionali ed annuali, al fine di discriminare le diverse comunità demersali oggetto di pesca incidentale.

La maggior parte della biomassa scartata è costituita da specie bersaglio, di queste la maggior parte sono osteitti e condroitti, scartati per motivi legali o di mercato. Lo scarto di crostacei e cefalopodi è costituito prevalentemente da specie non commerciali e da specie di scarso valore economico.

Fanno parte dello scarto, 230 specie, di cui 91 solo di osteitti, 50 di crostacei, 21 di cefalopodi, 9 di condroitti e le restanti di invertebrati inferiori. Le specie scartate nei quantitativi maggiori sono *Merluccius merluccius* e *Trachurus trachurus* tra gli osteitti, il condroitto *Galeus melastomus*, i gamberetti del genere *Plesionika* e *Solenocera membranacea* per i crostacei e *Alloteuthis spp*

e *Illex coindetii* tra i cefalopodi. Per quanto riguarda le biocenosi sono stati rilevati nello scarto grandi quantitativi del crinoide *Leptometra phalangium*. I dati di biomassa (kg/h) e di densità (numero di esemplari /h ) per ciascuna specie sono stati analizzati con metodi statistici multivariati utilizzando il programma Primer. Le analisi sono state effettuate sull'insieme di tutte le specie scartate, su ogni gruppo tassonomico principale e sull'insieme delle sole specie bersaglio della pesca. La composizione faunistica di ciascuna cala è stata confrontata attraverso l'analisi dei cluster costruiti sulla matrice di similarità di Bray-Curtis al fine di individuare raggruppamenti con caratteristiche simili. I risultati della matrice di similarità sono stati ordinati anche mediante MDS. La profondità è il fattore che ha determinato l'ordinamento delle cale sia nei cluster che nell'MDS, mentre non sono risultati raggruppamenti in base alle stagioni o agli anni. Per ogni insieme di specie considerato, le cale si sono distribuite in due grandi gruppi: un gruppo relativo alla piattaforma continentale tra 50 e 230 metri e uno della scarpata tra 308 e 580 metri. Analizzando l'insieme completo di tutte le specie scartate, i dati di abbondanza si sono rivelati più efficaci di quelli di biomassa nel discernere ulteriori sottogruppi, definiti dai seguenti intervalli di profondità 50 – 80 m, 80 – 130 m, 130 – 230 m e 308 – 510 m , 505 – 580 m. Tale suddivisione è dovuta principalmente ai pesci, infatti non si mantiene quando si considerano solo i crostacei e i cefalopodi. Le analisi Simper hanno determinato le principali specie caratterizzanti di ciascun cluster, e quelle discriminative dei gruppi. La composizione faunistica dello scarto varia gradualmente lungo la piattaforma continentale e si modifica nettamente oltre i 230 metri, dove inizia la scarpata continentale. Lo scarto proveniente dalla piattaforma continentale presenta la maggiore diversità specifica ed è costituito prevalentemente da giovanili sia di specie di alto valore commerciale intensamente sfruttate (*Merluccius merluccius*, con la concentrazione maggiore tra 130 e 230 metri), sia di specie di valore medio - basso (*Trachurus trachurus*, *Trisopterus minutus capelanus*). Lo scarto proveniente dalla scarpata continentale è costituito soprattutto da giovanili di specie di medio valore commerciale (*Phycis blennoides*, *Galeus melastomus*) e da molte specie non eduli.

L'analisi della varianza ha inoltre dimostrato che la biomassa e l'abbondanza dello scarto diminuiscono significativamente dalla piattaforma alla scarpata continentale, mentre non variano tra anni.

Questo studio ha voluto dare un contributo alla caratterizzazione dello scarto nel mar Tirreno settentrionale e ha permesso di individuare *range* batimetrici relativamente omogenei per composizione specifica, fornendo informazioni importanti per una gestione della pesca che segua un approccio multispecifico. L'elevata incidenza dello scarto sui giovanili di molte specie importanti sul mercato, la continua rimozione di un complesso di organismi dalla comunità demersale e il rilascio in mare di ingenti quantitativi di biomassa sono tutti fattori che possono comportare un impatto ecosistemico. Adeguate misure gestionali volte a proteggere l'intero ecosistema e le comunità demersali associate devono concentrarsi sulla riduzione dello sforzo di pesca, in particolare le strategie più promettenti sarebbero l'interruzione della pesca variabile nello spazio e nel tempo per preservare quelle zone e quei periodi in cui è stato individuato un reclutamento più intenso (fermo a "macchie") e l'introduzione di zone a tutela biologica (ZTB) volte a proteggere habitat essenziali e sensibili.

# INDICE

	PAG
1. INTRODUZIONE	1
2. AREA DI STUDIO	11
2.1 Caratteristiche geo-morfologiche e oceanografiche	11
2.2 Caratteristiche biocenotiche	13
2.3 La pesca nel mar Tirreno Settentrionale	14
3. MATERIALI E METODI	17
3.1 Dati raccolti	17
3.2 Analisi dei dati	19
3.2.1 Descrizione dei dati	19
3.2.2 Analisi multivariata della struttura dei popolamenti scartati	20
3.2.3 Differenze temporali e batimetriche dell'abbondanza e della biomassa dello scarto	24
4. RISULTATI	25
4.1 Descrizione delle catture	25
4.2 Composizione delle catture	29
4.3 Struttura del popolamento demersale scartato	40
4.3.1 Totale dello scarto	40
4.3.2 Pesci	49

4.3.3 Crostacei	56
4.3.4 Cefalopodi	60
4.3.5 Specie bersaglio	63
4.3.6 Variazione del popolamento scartato secondo il gradiente batimetrico	68
4.3.6 Descrizione dello scarto in base alla batimetria	70
5. DISCUSSIONE	72
6. CONCLUSIONI	82
7. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	84

## 1. INTRODUZIONE

Fin da tempi antichi la pesca, intesa come attività umana basata sul prelievo delle risorse marine, è stata una delle maggiori fonti di cibo e di benessere economico e sociale per l'umanità. Tale attività si è sviluppata sin dalla sua nascita con l'obiettivo di massimizzare la cattura, in quantità e in varietà, traendo giustificazione dall'assunzione che le risorse marine fossero un dono illimitato della natura, inesauribili e di libero accesso per tutti. Tuttavia, con lo sviluppo dei grandi pescherecci industriali del ventesimo secolo, questo mito è scomparso di fronte alla realizzazione che le risorse marine, sebbene rinnovabili, non sono infinite. La pesca indiscriminata condotta sino ai giorni nostri, con l'ausilio di nuove tecnologie e spinta dalla sempre più pressante richiesta del mercato, ha portato a una situazione di sovrasfruttamento delle risorse aliutiche. Stime prodotte dalla FAO infatti, indicano che il 52% degli stock ittici è attualmente sfruttato al limite della propria sostenibilità, mentre il 19 % è sovra sfruttato e l'8 % è ormai estinto come risorsa (FAO, 2008).

Si parla di sovra sfruttamento, o in inglese "overfishing", ogni qualvolta si osserva una diminuzione dei rendimenti della pesca in seguito ad un aumento dello sforzo di pesca: significa che la risorsa è consumata ad una velocità maggiore di quanto la stessa non impieghi a rigenerarsi (Murawsky, 2000). Il depauperamento delle risorse ittiche è causato da un'eccessiva e non razionale attività di pesca. Al fine di trovare una soluzione a queste problematiche e individuare adeguate misure gestionali per uno sfruttamento razionale delle risorse e uno sviluppo sostenibile della pesca, si sviluppò negli anni '50 del secolo scorso una disciplina scientifica, la biologia della pesca (Holden Raitt, 1975; Hilborn e Walters, 1987). Le basi scientifiche per la gestione della pesca erano fondate sullo studio di singoli stock ittici sfruttati di primario interesse, in quanto bersagli dei pescatori perchè richiesti dai consumatori e poiché gli effetti della pesca su di essi erano più facilmente riconoscibili. L'attenzione degli scienziati della pesca si incentrò sul drammatico collasso di alcuni stock, quali l'acciuga peruviana (*Engraulis ringens*) e il merluzzo atlantico (*Gadus morhua*). Quest'ultimo è uno dei più lampanti casi di sovrasfruttamento da pesca: dalle 250.000 tonnellate all'anno che venivano pescate al largo delle coste del Newfoundland in Canada prima del 1950, l'intervento dei grandi pescherecci

oceanici fece salire le catture del merluzzo a un picco di 800.000 tonnellate nel 1968, che declinarono inesorabilmente fino a 1.700 nel 1994, quando finalmente il governo canadese proibì la pesca al merluzzo, facendo sprofondare la regione in una durissima crisi economica. (Idyll, 1973; Myers *et al.*, 1996)

L'impatto dell'attività di pesca tuttavia non è limitato solo alle specie verso le quali è mirato lo sfruttamento, ma si estende all'intero ecosistema: la distruzione degli habitat, la mortalità incidentale delle specie non bersaglio, le modificazioni demografiche delle popolazioni ittiche, l'alterazione delle catene trofiche e delle relazioni preda – predatore sono solo alcune delle conseguenze dello sovrasfruttamento degli ecosistemi. Negli ultimi anni si è quindi diffusa la convinzione che basare le politiche di gestione della pesca solo su approcci monospecifici sia spesso poco efficace e si è affermato il concetto di “approccio eco sistemico alla pesca”, adottato dalla FAO nella conferenza di Reykjavik nel 2002 (Garcia *et al.*, 2003). Secondo questo concetto è necessario condurre uno sfruttamento sostenibile delle specie desiderate mantenendo inalterato l'insieme completo di tutte le specie (Tyler *et al.*, 1982) e delle relazioni che intercorrono tra di esse e l'habitat in cui vivono (Pikitch *et al.*, 2004; Murawsky *et al.* 2000).

In questo senso risulta di particolare importanza la problematica del “*bycatch*” (Saila, 1983), termine scientifico inglese che indica la cattura non intenzionale di specie non bersaglio e di giovanili di specie bersaglio. Alcuni metodi di pesca operano infatti con alta selettività permettendo di ottenere catture costituite prevalentemente da organismi per i quali è stato impiegato lo sforzo di pesca; altri hanno invece una capacità di cattura che si estende ad una più ampia varietà di specie, non necessariamente remunerative dal punto di vista economico (Tillmann, 1993).

Tutte le catture accessorie che non vengono commercializzate, saranno scartate, per varie ragioni: lo scarso o nullo valore economico della specie, in quanto non edibile, la scarsa richiesta di mercato di una specie potenzialmente di valore commerciale, il valore irrisorio degli esemplari di piccola taglia o la presenza di una taglia legale minima di sbarco.

Probabilmente il primo caso di *bycatch* che attirò l'attenzione del pubblico fu la mortalità incidentale di migliaia di delfini catturati ogni anno nelle reti a circuizione per la pesca al tonno nell'Oceano Pacifico orientale durante gli anni

'60. Tuttavia fu solo intorno al 1980 che divenne evidente il livello a cui le flottiglie industriali di tutto il mondo minacciavano le popolazioni della fauna non bersaglio. A questo punto il problema del *bycatch*, e in particolare dello scarto, divenne davvero prioritario e crebbe esponenzialmente il numero di articoli scientifici al riguardo (Hall, 2005). Stime della FAO indicano che su 91 milioni di tonnellate di cattura globale, 7,3 milioni di tonnellate di specie marine, catturate incidentalmente, vengono scartate ogni anno (FAO - Kelleher, 2004).

Le argomentazioni di tipo ecologico, sociale ed economico per ridurre lo scarto hanno ricevuto negli ultimi anni sempre maggiore attenzione da parte dei politici, dell'industria e del pubblico generale (Pitcher, 1994; Alverson 1994). I problemi di conservazione ad esso associati sono stati ben riconosciuti dalla comunità scientifica (Alverson, 1994), e si riflettono negli strumenti della regolamentazione politica : Il Codice di Condotta per la Pesca Responsabile sottoscritto dalla FAO nel 1995, afferma, come principio generale, che "gli stati e coloro che usufruiscono degli ecosistemi acquatici dovrebbero minimizzare lo spreco, la cattura di specie non bersaglio, che siano esse pesci o invertebrati, e gli impatti sulle specie associate o dipendenti da quelle" (FAO, 1995).

Gli impatti diretti ed indiretti dello scarto sulle specie non bersaglio sono poco conosciuti; queste specie infatti ricevono una scarsa priorità nella ricerca, a causa dello scarso o nullo valore economico. Tuttavia informazioni sulla loro vulnerabilità aiuterebbero a predire come la struttura di una comunità può variare in risposta allo sfruttamento (Pope, 2000). La rimozione di individui di molte specie a causa della pesca incidentale e i diversi tassi di mortalità imposti alle specie bersaglio e non, infatti, alterano la biodiversità marina, inducendo dei cambiamenti nelle comunità multi specifiche di una regione. Sebbene siano poco numerosi, alcuni studi hanno analizzato questa relazione tra lo scarto e la modificazione delle comunità marine. Due di questi, uno condotto in Malesia, l'altro in Thailandia, hanno mostrato che lo scarto persistente negli anni di pesci appartenenti alle famiglie Leiognathidae e Dasyatidae, catturate incidentalmente nella pesca a strascico di gamberetti, provocò il drastico crollo delle abbondanze di queste famiglie, che prima dell'inizio dello sfruttamento dominavano la comunità marina della regione. (Chan e Liew, 1986; Pauly e Neal, 1985).

Lo scarto inoltre incide ulteriormente sul sovrasfruttamento delle specie di interesse commerciale, in quanto coinvolge spesso i giovanili di piccole dimensioni di queste specie; se questi non vengono presi in considerazione nelle stime di mortalità da pesca e abbondanza di uno stock ittico, possono portare a una valutazione erronea dello stato di sfruttamento della risorsa (Mesnil, 1996).

L'impatto dello scarto va oltre gli effetti demografici su singole specie, poiché la biomassa scartata può alterare la struttura degli ecosistemi favorendo gli organismi decompositori (Moranta, Massuti, Morales Nin, 2000). Un interessante lavoro al riguardo nel Mediterraneo si è concentrato sulla stima dei tassi di consumo degli scarti della pesca da parte di organismi decompositori (Bozzano e Sardà, 2002) attraverso indagini fotografiche. Gli alti tassi di consumo rilevati, soprattutto durante la notte e alle profondità maggiori, mostrarono come lo scarto entrasse nella catena trofica piuttosto velocemente. Fu individuato un principale organismo decompositore, l'anguilliforme bentonico *Ophichthus rufus*, oltre ad alcuni isopodi e anfipodi. Inoltre fu osservato un comportamento simile ma occasionale da parte di specie comuni di pesci quali *Spicara spp.* e *Trachurus spp.* Gli Autori conclusero che la prevalenza di *O. rufus* indicava un ambiente dominato da un gruppo decompositore monospecifico, i cui predatori e competitori erano probabilmente stati eliminati dall'attività di pesca. Questa conclusione è particolarmente interessante perché mostra i molteplici effetti che l'attività di pesca può avere su sistemi complessi quali le comunità e gli ecosistemi: la pesca può favorire singole specie nell'ecosistema demersale, attraverso la rimozione dei competitori e il contemporaneo incremento della disponibilità di cibo attraverso gli scarti.

Un'altra classe di organismi che può venire favorita dal rigetto degli scarti in mare sono gli organismi opportunisti, ad esempio gli uccelli marini. La diversità specifica della comunità di uccelli marini associate ai pescherecci sembra essere maggiore nelle aree dove la disponibilità di scarti è maggiore. Nel Mediterraneo occidentale Sembra addirittura che lo scarto abbia un effetto significativo anche sulla loro capacità di accoppiamento. (Arcos *et al.*, 2002; Oro e Ruiz, 1997)

La pesca incidentale costituisce anche un serio problema di conservazione in quanto comporta la cattura di specie con cicli vitali lunghi e bassi tassi di riproduzione come mammiferi e tartarughe marine, uccelli marini e squali. La

focena del Golfo di California o “*vaquita*” è stata decimata dalla pesca incidentale ed è attualmente la specie di cetaceo più minacciata del mondo (Alverson, 1994).

La pratica dello scarto implica infine un’ingente spreco di potenziali risorse alimentari, specialmente alla luce della continua e crescente richiesta di alimenti da parte dei paesi in via di sviluppo.

Il fenomeno dello scarto è comune nelle flottiglie di tutto il mondo e la sua importanza dipende in larga misura dall’attrezzo utilizzato e dalle strategie di pesca. La pesca a strascico è sicuramente l’attività di prelievo che comporta i più alti tassi di scarto a livello mondiale. Le imbarcazioni adibite alla pesca a strascico sono caratterizzate dall’aver una elevata potenza motrice, sofisticate attrezzature di bordo (radar, GPS, ecoscandaglio, ecc.) e la possibilità di conservare grandi quantità di pescato grazie alla presenza di celle frigorifere, tutto questo permette loro di operare in aree distanti dalla costa e di effettuare bordate di pesca di più giorni. I principali fattori che rendono questo tipo di pesca più proficuo rispetto ad altri sono la sua scarsa selettività rispetto alle dimensioni e alle specie catturate e gli enormi raccolti effettuati. Le reti a strascico di fondale infatti sono l’attrezzo da pesca che intercetta il maggior numero di specie, tra cui organismi che vivono nei sedimenti o ancorati ad essi come spugne e coralli, forme epibentoniche, nonché una grande varietà di pesci e invertebrati che vivono in prossimità del fondale. Questa attività ha quindi effetti drammatici sull’ecosistema marino, sia per quanto riguarda il danno fisico al fondale e il sovrasfruttamento delle risorse demersali, che per gli enormi quantitativi di scarto associati.

La pesca a strascico di gamberi e pesci demersali è responsabile del 50% degli scarti totali stimati a livello globale e del 22 % degli sbarcati totali. I numeri sono impressionanti: la pesca a strascico di gamberetti del Nord dell’Australia comporta lo scarto di circa 1,5 tonnellate e 70.000 individui per peschereccio ad ogni notte di pesca, tra i quali sono state identificate più di 240 specie, di cui 75 famiglie di pesci, 11 di squali e molti crostacei e molluschi (Kelleher, 2004).

La pesca a strascico è molto diffusa anche nel Mediterraneo, dove svolge un’importante ruolo sia da un punto di vista economico che sociale (Sbrana *et al*, 2003). Il Mediterraneo è un bacino semi chiuso “biologicamente povero” se confrontato con le grandi aree oceaniche con cui i suoi scambi di masse d’acqua sono molto limitati. La piattaforma continentale è molto spesso ridotta a

una sottile frangia costiera che copre meno del 30 % dell'area totale. La zona batiale si estende per circa il 60% dell'intero bacino mentre quella abissale ricopre circa il 13% dei fondali. Nonostante queste differenze nell'estensione dei tipi di fondale, la maggior parte delle risorse viventi del Mediterraneo sono sfruttate sulla piattaforma continentale, dimora di molte specie e biocenosi (Sardà *et al.* 2004) Dal punto di vista del biologo della pesca, due delle caratteristiche principali di questo mare sono la presenza di una grande varietà di specie, che rappresentano il 5,5% della fauna marina mondiale (Quignard e Farrugio, 1982; Tortonese, 1987) e l'assenza di grandi stock monospecifici comparabili a quelli che vivono nei grandi oceani. Perciò, diversamente da quelle aree, il Mediterraneo non è stato teatro dello sviluppo di una vera "pesca industriale", nel significato convenzionale di questo termine. Esso è il sito di un'attività di pesca molto antica risultato di un mosaico di tecniche e strutture molto diversificate che si dislocano lungo 40000 km di costa (Farrugio *et al.* 1993).

Il mar Mediterraneo è soggetto a sovrasfruttamento dagli inizi degli anni '80. Come già accennato, il settore più importante, sia per i quantitativi sbarcati che il contributo al tessuto economico e sociale, è rappresentato dalla pesca a strascico. Questo tipo di pesca ha avuto il maggiore successo per due motivi principali: in primo luogo la sottigliezza della piattaforma continentale, attraversata da numerosi canyon sottomarini, implica che già a poche miglia dalla costa si raggiungano grandi profondità. L'altra ragione è l'alta densità di popolazione delle regioni mediterranee e la grande domanda di prodotti marini, da sempre presenti nella tradizione della dieta mediterranea. Questi fattori generano una forte competizione tra i pescatori che sono quindi spinti a cercare nuovi e più inaccessibili ambienti.

In questo bacino riveste particolare importanza la pesca a strascico effettuata sulla scarpata continentale a profondità comprese tra i 250 e gli 800 metri, diretta a crostacei decapodi di elevato valore commerciale. Le specie bersaglio di questa pesca nel Mediterraneo occidentale e centrale sono lo scampo (*Nephrops norvegicus*) i gamberi rossi (*Aristeus antennatus* e *Aristeomorpha foliacea*), il gambero rosa (*Parapaenaeus longirostris*) e il nasello (*Merluccius merluccius*). Nelle acque italiane queste specie costituiscono una frazione importante degli sbarcati commerciali della pesca a strascico (Sartor *et al.*, 2003). Anche se lo sfruttamento è principalmente indirizzato ad alcune specie

bersaglio, il valore economico degli sbarcati è innalzato dalle specie accessorie. Questa è un'importante caratteristica della pesca a strascico nel Mediterraneo, che viene classificata come "multispecifica" (Caddy, 1993). Inoltre, in molte zone di pesca, gli sbarcati sono dominati da individui di piccole dimensioni, molti dei quali hanno una considerevole importanza locale, come i giovanili del moscardino pescato sulla piattaforma continentale (Belcari *et al.*, 1998). Per queste ragioni le reti a strascico hanno una scarsa selettività. Ne consegue che il problema degli scarti sia rilevante anche in Mediterraneo e informazioni sui quantitativi scartati ne confermano la grandezza. Il primo studio regionale rivolto alla valutazione dello scarto nel Mediterraneo occidentale comportò il monitoraggio di sette porti, di cui sei spagnoli e uno italiano. I dati raccolti fornivano stime di scarto del 23-67 % della cattura totale per fondali sopra i 150 m di profondità, 13-62 % tra 150 e 350 m e 14-43 % in fondali di scarpata a profondità maggiori di 350 m (Carbonell, 1997; Carbonell, Martin e De Ranieri, 1998). Altri studi basati su analisi quantitative dello scarto nel Mediterraneo confermano stime elevate: il 42 % delle catture totali viene scartato alle isole Baleari (Moranta *et al.*, 2000), tra il 15 e il 30 % nel mar Tirreno Settentrionale (Sartor *et al.*, 2003), tra il 20 e il 50 % nel mar Ionio Occidentale (D'Onghia *et al.*, 2003), tra il 39 e il 49 % nel Mediterraneo Nord Orientale (Machias *et al.*, 2004). La quantità e la composizione degli scarti è influenzata da vari fattori, sulla cui analisi si sono incentrati molti studi. Le condizioni ambientali sono sicuramente uno dei fattori chiave. Le stagioni hanno spesso un'influenza significativa sulla biomassa scartata (Liggins and Kennelly 1996; Liggins *et al.* 1996; Machias *et al.* 2001), sulla composizione specifica e sulla diversità, (Trujillo *et al.* 1997; Castriota *et al.* 2001; Stobutzki *et al.* 2001) nonché sulla composizione in lunghezza (Stratoudakis *et al.* 2001). Gli scarti variano anche tra zone (e.g., Murawski 1996; Stobutzki *et al.* 2001; Bergmann *et al.* 2002); la profondità è spesso uno dei principali fattori esaminati ed è generalmente risultata incidere significativamente sia sui quantitativi scartati (Moranta *et al.* 2000; Allain *et al.* 2003; Sánchez *et al.*, 2007) e sui tassi di scarto (D'Onghia *et al.* 2001), che sulle specie (Blasdale and Newton 1998; Allain *et al.* 2003; Sánchez *et al.* 2004) e sulla composizione in lunghezza (Stratoudakis *et al.* 1998).

Oltre alle condizioni ambientali anche fattori legati all'operazione della pesca e alle caratteristiche dell'attrezzo influenzano lo scarto: in particolare la durata della cala risulta importante, in quanto cale più lunghe comportano un accumulo

nella rete di biomassa che, oltre a danneggiare fisicamente le specie commerciali causandone lo scarto, ne intasa la maglia riducendo ulteriormente la selettività (D'Onghia *et al.*, 2001). Nella rete a strascico, le dimensioni e la forma della maglia influiscono sulle quantità e la diversità specifica dello scarto (Stergiou *et al.*, 1997; Murawski 1996; Sala *et al.*, 2008 ; Sardà *et al.*, 2006).

La multispecificità della pesca a strascico rende difficile la scelta di adeguati provvedimenti gestionali volti ad affrontare il problema dell'eccessivo sfruttamento e dello scarto. L'importanza delle condizioni ambientali è un'assunzione basilare per identificare "hot spot", aree, profondità e periodi con alti tassi di scarto e l'obiettivo di tale identificazione potrebbe essere prevenire questo problema limitando la pesca in base a questi fattori. Tuttavia i pescherecci a strascico italiani pescano durante tutto l'anno e spesso durante lo stesso giorno operano su batimetrie diverse concentrandosi su diverse tipologie di pesca, come quella del gambero rosso (pesca profonda), o quella di minore profondità di gambero rosa (*Parapenaeus longirostris*), scampo (*Nephrops norvegicus*) e nasello (*Merluccius merluccius*), a seconda della disponibilità di queste risorse. Pesci e cefalopodi sono catturati soprattutto sulla piattaforma continentale, mentre i crostacei con alto valore di mercato sono pescati lungo la scarpata. (Farruggio, 1993; Tursi *et al.*, 1994).

Alcuni interventi sono comunque possibili e in particolare quelli di maggiore efficacia devono riguardare una diminuzione generale dello sforzo di pesca (Caddy, 1993 ); in questo senso agisce il regolamento CE 1967 / 2006, modificato nel 2008, che stabilisce il fermo temporaneo della pesca con reti a strascico (fermo biologico) per 45 giorni l'anno nel periodo estivo – autunnale, quando il reclutamento di specie di interesse commerciale è elevato, e l'interdizione della pesca a traino fino a tre miglia di distanza dalla linea di costa o fino a un miglio e mezzo se si raggiungono 50 metri di profondità, per la salvaguardia delle aree di concentrazione di forme giovanili di numerose specie. Lo stesso regolamento impone dimensioni minime delle maglie delle reti e una taglia di minima commercializzazione. La reale efficacia di questa normativa è tutt'ora oggetto di un vivace dibattito nell'ambiente scientifico e nelle associazioni dei pescatori. In primo luogo, aumentare le dimensioni della maglia comporterebbe la perdita di molte piccole specie economicamente importanti (Caddy, 1993). In una pesca multi specifica è difficile individuare una singola dimensione della maglia del sacco terminale della rete che sia

appropriata per tutte le specie catturate in una particolare area, a causa delle differenze per specie nella forma del corpo e nella taglia di prima maturità. Catturare un individuo prima della maturità sessuale significa impedirne la riproduzione e minacciare gravemente la sopravvivenza della specie. Dimensioni della maglia appropriate per una specie saranno insostenibili per molte altre (Stewart, 2002). La maglia romboidale di 40 mm, in vigore nel Mediterraneo fino a maggio 2010, comportava la cattura di molti individui sotto la taglia di minima commercializzazione. Il caso del nasello è esemplificativo : con una maglia di 40 mm la taglia alla quale vengono “trattenuti” il 50 % degli esemplari si aggira intorno ai 14 cm di lunghezza totale. Se si considera che la taglia di minima commercializzazione per questa specie è di 20 cm, risulta evidente come queste normative siano in contraddizione e obblighino i pescatori a rigettare in mare la maggior parte della biomassa pescata, creando enormi quantitativi di scarto (Sala *et al.*, 2008). Dal 1 giugno 2010 è entrata in vigore la nuova maglia ad apertura quadrata da 40 mm o romboidale da 50 mm. Tuttavia, uno studio condotto da D’Onghia nel mar Ionio incentrato sul confronto tra tre maglie romboidali rispettivamente di 40, 50 e 60 mm, non ha identificato differenze significative tra i tassi di scarto e la composizione specifica, ma solo nella selettività per taglie. La maglia di 60 mm risulta essere la migliore, mentre quella da 50 mm non si differenzia da quella commerciale. (D’Onghia *et al.*, 2003). Un altro studio mette invece a confronto due maglie da 40 mm, una romboidale e una quadra; quest’ultima risulta avere una selettività migliore, soprattutto sui giovanili (Belcari, 2006)

Proprio per tutte le difficoltà implicate nella gestione dello scarto nella pesca multispecifica del Mediterraneo, risulta importante aumentare e aggiornare continuamente le informazioni ad esso relative. In particolare vista la grande varietà di fattori che influenzano lo scarto, sono essenziali i programmi di osservazione a bordo dei pescherecci. Il personale scientifico a bordo campiona, identifica, pesa e misura gli organismi scartati durante le normali operazioni commerciali di pesca, dove le conoscenze e l’esperienza dei singoli pescatori determinano la localizzazione delle cale. Proprio questa tipologia di dati è stata utilizzata nel presente lavoro di tesi, che si è incentrato sull’analisi dei dati di scarto provenienti dalle osservazioni a bordo nell’ambito del progetto comunitario sulla raccolta di dati alieutici (regolamento UE n°1543/2000).

La raccolta e l'analisi di tutte le informazioni disponibili sullo scarto, soprattutto laddove questo coinvolge un gran numero di specie, risulta di grande importanza per avere in futuro una migliore comprensione dell'impatto della pesca sull'intero ecosistema, nell'ottica di quell' approccio più olistico alla gestione delle risorse alieutiche di cui si è parlato precedentemente. Il presente elaborato di tesi è stato svolto basandosi su questa premessa. Si è voluto infatti affrontare il tema dello scarto con un approccio ecologico, al fine di fornire una caratterizzazione quantitativa e qualitativa delle comunità demersali colpite da questo fenomeno. In particolare si sono volute considerare tutte le specie coinvolte nello scarto, dai livelli trofici più alti a quelli più bassi delle biocenosi, riservando particolare attenzione alle specie di maggiore interesse commerciale e alle specie scartate nei quantitativi maggiori. Attraverso analisi adatte alla variabilità intrinseca dei dati disponibili, si sono ricercati dei raggruppamenti faunistici ed eventuali variazioni spaziali e temporali nella loro composizione specifica e nell'abbondanza, per individuare fattori di variabilità quali profondità, stagioni e anni, la cui influenza, è stata ampiamente riconosciuta in numerosi studi.

## 2. AREA DI STUDIO

### 2.1 - Caratteristiche geo-morfologiche ed oceanografiche

Il mar Tirreno settentrionale ha una superficie di 11.000 km<sup>2</sup> e una profondità che raggiunge gli 800 m e si estende dalla costa meridionale dell'Isola d'Elba fino al Promontorio dell'Argentario, mentre, longitudinalmente, è limitato dalla costa corsa e da quella toscana Fig. 2.1.

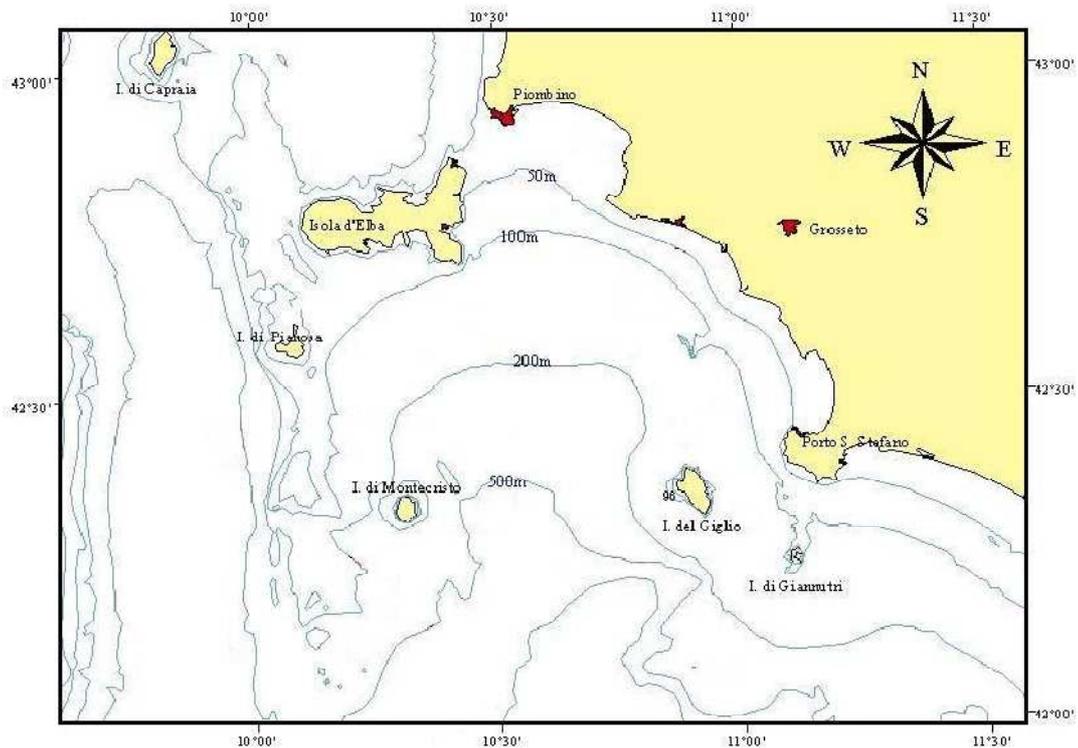


Fig. 2.1. – Mar Tirreno settentrionale.

Il bacino ha una struttura paragonabile alla forma di un anfiteatro degradante verso sud, con un'ampia piattaforma continentale con una profondità compresa fra i 100 e i 200 m. Le massime profondità si registrano nella zona compresa fra l'Isola del Giglio e l'Isola di Montecristo, che si trova disposta sulla Dorsale Elbana, su cui poggiano anche lo Scoglio d'Africa e l'Isola di Pianosa.

La conformazione del fondale e le profondità modeste del mar Tirreno settentrionale impediscono l'ingresso e la circolazione delle acque profonde in questo bacino. Le acque profonde mediterranee (MDW), che seguono l'isobata dei 1000 m, effettuano un'ampia inversione: dopo aver risalito il Tirreno centrale lungo la costa italiana, discendono seguendo la costa orientale della Sardegna,

per poi fuoriuscire dal mar Tirreno attraverso il Canale di Sardegna (Millot, 1999).

L'assetto geomorfologico mediterraneo rende il bacino del Tirreno quasi un mare a sé stante (Astraldi e Gasperini, 1992; Astraldi *et al.*, 2002). La comunicazione con i mari circostanti è molto limitata per la presenza di stretti e poco profondi canali di comunicazione (il Canale di Corsica, il Canale di Piombino e a sud quello di Sardegna) e per la presenza di numerose isole (Nezlin *et al.*, 2004). Inoltre il bacino tirrenico presenta una dinamica molto più debole rispetto ad altri bacini (Hopkins, 1988; Astraldi *et al.*, 2002; Santinelli *et al.*, 2002); infatti i rilievi orografici che circondano questo bacino fungono quasi da scudo contro le perturbazioni atmosferiche (Artale *et al.*, 1994).

La concomitanza di tutti questi fattori determina una temperatura superficiale dell'acqua elevata, persistente anche durante i periodi più freddi, rispetto a tutti gli altri bacini dell'area occidentale mediterranea: di conseguenza fauna e flora sono caratterizzate da specie prettamente termofile, con incursione negli ultimi anni di specie aliene spiccatamente tropicali (Francour, 1991; Bianchi e Mori, 1993; Astraldi *et al.*, 1995; Sabatés *et al.*, 2006).

Il sistema dominante delle correnti è caratterizzato dalla Corrente Tirrenica che si muove lambendo la costa corsa, spostandosi da sud verso nord, attraversando così il poco profondo Canale di Corsica (450 m), per andare a riversarsi nel mar Ligure. Il flusso mostra un andamento stagionale con picchi di portata elevata nei periodi freddi (primavera ed inverno) (Artale *et al.*, 1994; Astraldi *et al.*, 1995; Nezlin *et al.*, 2004). La corrente tirrenica non è altro che la somma della MAW – Mediterranean Atlantic Water – e della LIW – Levantine Intermediate Water. La prima è costituita da un'acqua di origine atlantica ancora scarsamente trasformata, la seconda è un'acqua che proviene dall'area orientale del Mediterraneo, quindi più vecchia e più densa (Millot, 1999).

Il mar Tirreno Settentrionale è caratterizzato inoltre da un sistema di vortici superficiali (almeno tre), innescati da venti occidentali. Il vortice principale ha il suo fulcro all'altezza delle Bocche di Bonifacio (Artale *et al.*, 1994, Millot, 1999) ed ha un andamento ciclonico. Questi vortici (o *gyres*) mostrano anch'essi una marcata stagionalità: tendono infatti a diminuire di intensità, fino quasi a scomparire, nei periodi autunnali e invernali, mentre presentano un'attività massima nel periodo tardo-primaverile.

La presenza di vortici provoca un richiamo di acque profonde verso la superficie e determina il mescolamento tra MAW e LIW. Tutti questi fattori spiegano perché la porzione settentrionale del mar Tirreno e l'area dove si concentrano maggiormente i nutrienti circolanti all'interno di questo bacino. Molto probabilmente i 2/3 della produzione primaria, che nasce da questo bacino, è legata a questi fenomeni di mescolamento e *upwelling* (Nair *et al.*, 1992). Quindi anche se all'interno di quest'area non ci sono particolari fonti di nutrienti, provenienti ad esempio da bacini fluviali, le concentrazioni di nutrienti rimangono piuttosto alte, e comunque, al di sopra della media mediterranea (Innamorati *et al.*, 1995).

La biomassa fitoplanctonica mostra la stagionalità tipica delle aree subtropicali, con picchi che coincidono con la stagione fredda, da ottobre ad aprile (Longhurst, 1995).

## **2.2 - Caratteristiche biocenotiche**

I popolamenti bentonici del mar Tirreno Settentrionale mostrano un'elevata eterogeneità; i primi studi che si riferiscono alla loro caratterizzazione risalgono alla fine degli anni '50 (Matta, 1958; 1959; Lumare 1968a;1968b). In base a questi studi, risulta che sulla piattaforma continentale, a profondità inferiori a 100 m, predominano le comunità tipiche dei fanghi terrigeni costieri (Perès e Picard 1964). Queste zone sono costituite prevalentemente da sedimento di origine terrigena che arriva ad occupare gran parte della piattaforma continentale. Solo nella zona in prossimità del Promontorio dell'Argentario prevale il substrato detritico costiero.

Al di sotto dei 100 m di profondità, fino al limite della piattaforma continentale, si trovano specie tipiche delle comunità del detritico del largo, come il crinoide *Leptometra phalangium*, che copre vaste zone dell'area, insieme all'ottocorallo *Funiculina quadrangularis*, ritrovata anche a profondità maggiori. A profondità comprese tra 200 e 700 m, troviamo i fanghi batiali (Perès e Picard 1964; Carpine 1979) che costituiscono fondali fangoso-argillosi, di colore giallastro tendente al grigio chiaro. Questo tipo di fondali presenta una comunità che è più o meno omogenea in tutto il Mediterraneo: il gorgoniaceo *Isidella elongata*, il porifero *Thanaos muricata*, il bivalve *Abra longicallus*, l'alcionario *Kophobelemnion leukartii* e i decapodi *Alpheus glaber* e *Calocaris macandreae*. Inoltre per un intervallo batimetrico un po' meno ampio, troviamo anche un altro

crostaceo decapode, *Nephrops norvegicus*. In alcune zone il brachiopode *Gryphus vitreus* è presente sui fondali di transizione tra quelli detritici costieri, detritici del largo e batiali. I primi studi sulle popolazioni demersali provengono invece da dati più recenti (Biagi *et al.*, 1989; 1998), come è avvenuto *anche per la caratterizzazione fitoplanctonica e zooplanctonica* (Lazzara *et al.*, 1989; Ghirardelli 1990; Innamorati *et al.*, 1995)

### **2.3 - La pesca nel mar Tirreno Settentrionale**

Le flottiglie di pesca che sfruttano i fondali del Mar Tirreno Settentrionale sono costituite sia da imbarcazioni dedite alla piccola pesca (pesca artigianale), effettuata con reti da posta, tramagli, palangari, nasse, ecc., sia da imbarcazioni di grosse dimensioni dedite alla pesca con rete a traino di fondo (o a strascico). I principali porti pescherecci dell'area investigata sono (da nord a sud), Piombino, Castiglione della Pescaia, Porto Santo Stefano e Porto Ercole. Di questi, Porto Santo Stefano è il più importante (Demestre *et al.*, 1998).

Dati IREPA (2008) indicano che le imbarcazioni dedite allo strascico in Toscana sono il 20,8 % del totale (73,3 % sono imbarcazioni impegnate nella piccola pesca), che corrispondono al 65,9 % del tonnellaggio totale ed a una potenza motrice che costituisce il 51,4%. Questa flottiglia è responsabile del 43% delle catture, per un ricavato che sfiora il 60,3%.

La pesca a strascico fa parte del più vasto raggruppamento delle attività di pesca al traino, dove un attrezzo, in genere una rete, esercita la capacità di cattura mentre viene trainato da una imbarcazione. Nel mar Tirreno settentrionale viene effettuata esclusivamente la pesca a strascico di fondo, nella quale la rete avanza strascicando sul substrato (sabbia o fango). La rete ha la forma approssimativa di un grosso imbuto: alla parte anteriore della rete spetta il compito dell'incanalamento e della cattura del pesce, mentre la parte posteriore, costituita da maglie più piccole, detta sacco, è destinata ad accogliere il pesce catturato ed è la parte maggiormente responsabile della selettività della rete (Fig. 2.2 e 2.3). Dal luglio 2008 il regolamento CE 1967/2006 ha stabilito che le vecchie reti a maglia romboidale vengano sostituite con reti a maglia quadra di 40 mm nel sacco, oppure su richiesta debitamente motivata da parte del proprietario del peschereccio, da una rete a maglia romboidale di 50 mm. Il regolamento è entrato in vigore il 1 giugno 2010, quando le deroghe sono scadute.

Le reti a traino di fondo sono tra gli attrezzi meno selettivi in quanto esercitano la loro azione su un'innumerabile varietà di specie comprese quello di scarso o nullo valore economico che verranno scartate. Un altro aspetto in alcuni casi negativo di questo tipo di pesca, difficile da mitigare, è l'effetto di "aratura" che esercita sui fondali e la smobilitazione di sedimento al quale spesso si associano sostanze inquinanti e tossiche come i metalli pesanti.



Fig. 2.2 - Rete da pesca a strascico di fondo.

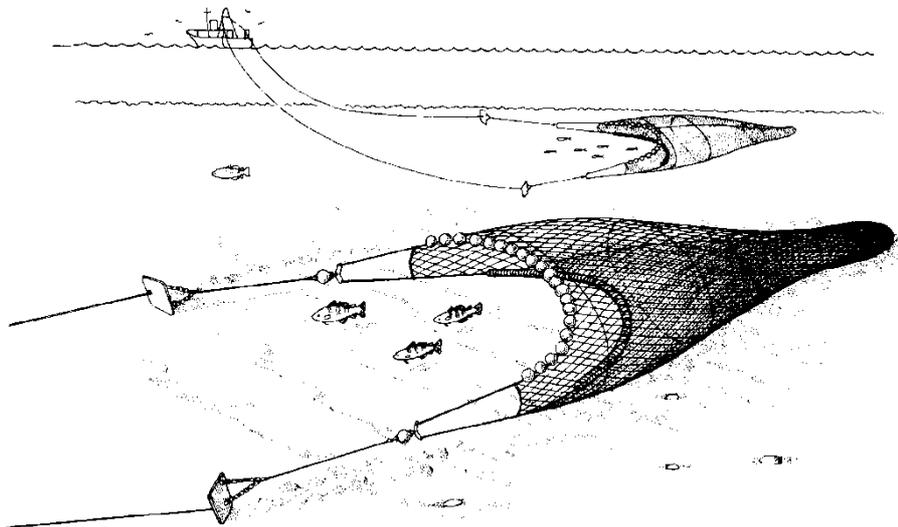


Fig. 2.3 – La rete da pesca a strascico di fondo. Schema di utilizzo e di operatività sul fondo marino.

Nel mar Tirreno settentrionale, la pesca con reti a strascico è svolta con due tipologie di attrezzo differenti: la "volante italiana" o rete tradizionale, e la "rete francese", definita anche rete ad ampia apertura verticale, per la maggiore

apertura verticale della bocca della rete: 4-5 m contro circa 1,5 m della rete tradizionale.

L'introduzione di quest'ultima è piuttosto recente e limitata a poche imbarcazioni. La rete francese, più grande e pesante di quella tradizionale, richiede l'utilizzo di imbarcazioni più potenti. La pesca con questo attrezzo è concentrata su fondali di massimo 200 metri ed è rivolta alla cattura sia di specie tipicamente demersali (triglia di fango, triglia di scoglio, nasello, polpo di scoglio, ecc.), mentre la rete tradizionale, a causa della sua minore apertura verticale, è efficace esclusivamente su specie che vivono in stretto contatto con il fondale. Quest'ultima viene utilizzata anche a profondità superiori ai 200 m, soprattutto per la cattura dei crostacei e del nasello (Sartor e De Ranieri, 1994; De Ranieri, 2001).

Non tutti i fondali del Tirreno settentrionale sono sfruttabili dalla pesca a strascico, sia per motivi normativi che per motivi prettamente tecnici. Le nuove restrizioni della normativa europea, infatti, non permettono l'utilizzo di attrezzatura da pesca trainata su letti di fanerogame marine e di alghe coralligene ad una distanza dalla costa inferiore alle 3 miglia nautiche o a un miglio e mezzo se vengono raggiunti 50 metri di profondità (Regolamento CE 1967/2006, modificato nel 2008). Inoltre non tutti i fondali sono compatibili con l'uso della rete a traino (6246 km<sup>2</sup> strascicabili pari al 84% della superficie totale del bacino nord tirrenico), sia per la presenza di conformazioni rocciose alle quali la rete potrebbe impigliarsi, sia per l'andamento troppo irregolare del substrato (Rossetti, 1998).

Lo sforzo di pesca (definito come l'insieme di tutte le azioni messe in atto dal pescatore per catturare la sua preda) si distribuisce nell'area in base alle condizioni meteo-marine ed alla stagionalità delle specie bersaglio. Nella porzione centrale del mar Tirreno settentrionale si afferma la pesca al moscardino bianco (*Eledone cirrhosa*), soprattutto nel periodo estivo, quando sono abbondanti le reclute, che sul mercato hanno un elevato valore economico. Questa pesca è praticata sulla piattaforma continentale, tra 70 e 150 m di profondità.

Nelle aree più distanti dalla costa, dove le profondità sono più elevate, in particolare fra l'Isola del Giglio e l'Isola di Montecristo, si effettua la pesca ai crostacei, quali lo scampo (*N. norvegicus*), ed il gambero rosa (*Parapenaeus longirostris*), tra i 250 e i 500 m di profondità. (De Ranieri, 2001).

### 3. MATERIALI E METODI

#### 3.1 – Dati raccolti

I dati di scarto utilizzati in questo studio sono stati raccolti negli anni 2003, 2006, 2007, 2008, 2009 durante osservazioni e campionamenti effettuati da personale scientifico a bordo di pescherecci a strascico della marineria di Porto Santo Stefano e Castiglion della Pescaia. Tali campagne annuali di osservazione a bordo rientrano fra le attività previste dal protocollo comunitario per la raccolta dati sulle risorse ittiche (Regolamento CE 199/2008).

Il personale scientifico imbarcato durante le normali giornate di pesca, non ha interferito con le operazioni di bordo, lasciando che l'equipaggio svolgesse tutte le operazioni secondo il comportamento abituale. Tutte le caratteristiche di ciascuna cala, quali orario, durata e posizione geografica, sono state decise dal comandante del peschereccio, a seconda del tipo di pesca effettuato. Lo strumento campionario è stata la rete a strascico abitualmente utilizzata per la pesca professionale.

La cala commerciale rappresenta l'unità di campionamento. Per ogni cala sono state rilevate, oltre alle caratteristiche del peschereccio (nome, porto di origine, potenza motrice, tonnellaggio di stazza, equipaggiamento), la velocità di pesca, la durata della cala, la profondità di strascico, le coordinate di inizio e fine cala e le condizioni meteo marine. La Fig.3.1 mostra la distribuzione nell'area di studio delle cale utilizzate nel presente lavoro. A bordo vengono registrate le informazioni relative alla frazione commerciale della cattura e allo scarto (Fig. 3.2). Il peso dello scarto è stato stimato contando il numero di casse di capacità nota che venivano rigettate in mare. A seconda della quantità, tutto lo scarto o parte di esso è stato separato per essere successivamente analizzato in laboratorio, dove ne è stata determinata la composizione in specie e il numero e il peso di ciascuna di esse (Fig. 3.3). Sono state inoltre raccolte le misure di lunghezza totale delle specie bersaglio per campioni rappresentativi della frazione scartata.

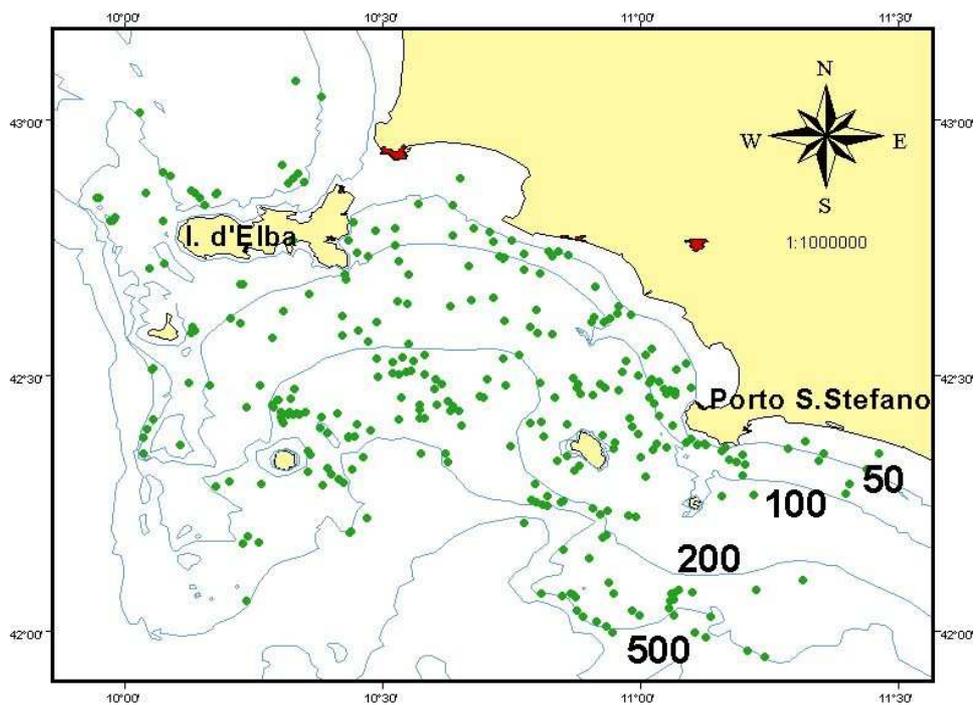


Fig. 3.1- Distribuzione delle cale nell'area di studio.



Fig. 3.2 - Smistamento della cattura da parte dei pescatori a bordo.



Fig. 3.3 - Separazione e identificazione delle specie scartate in laboratorio.

### **3.2 - Analisi dei dati**

#### 3.2.1 - Descrizione dei dati

L'archivio relativo alle osservazioni a bordo effettuate è stato analizzato al fine di produrre una lista delle specie scartate negli anni 2003, 2006, 2007, 2008 e 2009. Le specie sono state elencate secondo i principali gruppi tassonomici e ne è stata indicata la presenza o assenza in ognuno degli anni considerati. Oltre che per gruppi tassonomici le specie sono state suddivise in tre categorie di scarto: specie di interesse commerciale (includono specie di scarso valore economico che non vengono sempre commercializzate, esemplari danneggiati, individui di taglia inferiore alla taglia minima di commercializzazione), specie bersaglio (specie importanti nell'intero bacino del Mediterraneo il cui campionamento è previsto dal Programma Nazionale per la raccolta di dati aleutici) e specie prive di valore commerciale.

I dati di scarto di abbondanza e biomassa relativi ad ogni specie sono stati standardizzati a rendimenti orari, rispettivamente numero di individui/h e kg/h, e si riferiscono a 115 cale tra i 50 e i 580 metri di profondità.

In seguito alla standardizzazione dei dati sono state calcolate le percentuali di abbondanza e biomassa delle tre categorie di scarto sopra citate, nonché le percentuali di specie commerciali, non commerciali e bersaglio per osteitti, condroitti, crostacei e cefalopodi. E' stata inoltre rappresentata la ripartizione della biomassa e dell'abbondanza tra le specie principali di ciascun gruppo

tassonomico sopra detto. Per tale rappresentazione sono state scelte, oltre alle specie più importanti per il contributo percentuale, anche le specie di maggiore interesse commerciale. Allo stesso modo è stato calcolato il contributo di abbondanza e di biomassa delle principali biocenosi e delle specie bersaglio.

### 3.2.2 - Analisi multivariata della struttura dei popolamenti scartati

A questa a prima analisi descrittiva è seguita la creazione di dieci matrici di dati, una di abbondanza e una di biomassa per cinque diversi insiemi di specie: la prima coppia di matrici include tutte le specie di condroitti, osteitti, cefalopodi, crostacei e tutte le biocenosi presenti nello scarto. La seconda coppia di matrici include solo condroitti e osteitti, la terza solo i crostacei, la quarta solo i cefalopodi e l'ultima solo le specie di maggiore interesse commerciale. Ogni matrice presenta nella prima colonna l'elenco delle specie presenti, nella prima riga tutti i campioni, cioè le singole cale, e nel mezzo il numero di individui o il peso standardizzato per ogni specie per ogni cala. Ogni cala viene identificata da un'etichetta in cui sono riportati la stagione in cui è stata effettuata e la sua profondità. Queste matrici sono state analizzate in questo ordine al fine di avere una descrizione via via più dettagliata dei popolamenti demersali scartati. L'analisi è stata condotta con metodi statistici multivariati utilizzando il programma PRIMER (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research) elaborato presso il Plymouth Marine Laboratory (Gran Bretagna). Di seguito vengono descritti i procedimenti analitici applicati ad ogni matrice.

Al fine di caratterizzare i popolamenti demersali e bentonici colpiti dalla pesca incidentale la composizione faunistica qualitativa e quantitativa di ciascuna cala è stata confrontata attraverso l'analisi dei cluster. Questo metodo permette di identificare dei raggruppamenti di campioni simili tra loro per composizione specifica e abbondanza o biomassa all'interno di una particolare area geografica. L'analisi è stata realizzata sui dati di partenza trasformati mediante logaritmo di  $(x+1)$  per ridurre l'asimmetria delle diverse abbondanze e biomasse.

Per valutare la similarità tra due cale  $j$  e  $k$  è stato utilizzato l'indice di Bray-Curtis:

$$S_{jk} = 100 [1 - \sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}| / \sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})] \quad (1)$$

L'utilizzo di tale indice permette di ottenere una matrice triangolare di similarità dove  $y_{ij}$  rappresenta il valore corrispondente alla specie  $i$ -esima nella cala  $j$ -esima e  $y_{ik}$  rappresenta il valore della specie  $i$ -esima nella cala  $k$ -esima.

L'indice di Bray-Curtis può variare tra 0 e 1; assume valore 1 in caso di completa similarità nella composizione faunistica delle due cale e assume valore 0 nel caso opposto.

Per la costruzione dei clusters è stato utilizzato il metodo gerarchico, che considera la matrice di similarità come punto di partenza e successivamente raggruppa le due cale più vicine tra loro, che vanno a costituire il primo cluster. A questo punto viene prodotta una nuova matrice di similarità che comprende il primo cluster precedentemente identificato e i restanti campioni. La similarità tra il cluster e i singoli campioni viene ricavata dal valore medio delle somiglianze tra ogni campione del cluster stesso e ogni campione esterno ad esso (algoritmo UPGMA, Unweighed Per Group Mean Average Fusion Strategy) (Sneath e Sokal, 1973; Clarke e Warwick, 1994). Il secondo cluster viene identificato in base al valore più alto di similarità della nuova matrice. Il processo termina quando un singolo cluster contiene tutti i campioni.

In questo lavoro è stato costruito un cluster per ogni matrice rappresentato graficamente da un dendrogramma, dove sull'asse x sono rappresentate le cale (identificate da stagione e profondità), sull'asse y il livello di similarità al quale due cale o gruppi di cale si sono fusi. Successivamente, i risultati dell'indice di similarità sono stati rappresentati mediante distribuzione MDS ("Multidimensional Scaling") (Clarke e Green, 1988). Questa tecnica multivariata utilizza il grado di similarità tra le cale per individuare l'informazione contenuta nella matrice e rappresentarla su un piano bidimensionale. Il modello prevede una certa distorsione o "stress" fra l'ordine di similarità e le corrispondenti distanze nella mappa. La misura del valore di "stress" fornisce il grado di bontà della rappresentazione ottenuta. Quando questo valore risulta minore di 0,2 ciò indica una buona rappresentazione, mentre con valori superiori a 0,3 le rappresentazioni sono da scartare.

Dall'osservazione del cluster è stata identificata la profondità quale fattore che determinava il raggruppamento delle cale. Si sono quindi stabiliti gli intervalli batimetrici di ogni raggruppamento di cale e sono stati sovrapposti alla rappresentazione MDS, per confermare il risultato del cluster e avere una

rappresentazione grafica più immediata. Sia l'analisi dei cluster che l'MDS sono state applicate a tutte le matrici create con i dati di abbondanza e di biomassa. Per confermare statisticamente la presenza di differenze tra i cinque gruppi di cale identificati dall'analisi dei cluster e dall'MDS e per evidenziare eventuali differenze tra anni di campionamento è stata effettuata un'analisi delle similarità (ANOSIM). Questa tecnica si basa sulle similarità tra campioni calcolate nella matrice triangolare e confronta la similarità media tra repliche (in questo caso le cale) entro un gruppo di profondità e la similarità media tra tutte le coppie di repliche tra gruppi diversi.

Il test statistico per valutare l'ipotesi nulla (non ci sono differenze nella composizione della comunità dei gruppi esaminati) è il seguente:

$$R = (\bar{r}_B - \bar{r}_W) / (M/2) \quad (2)$$

Dove:

$\bar{r}_B$  = similarità media tra gruppi

$\bar{r}_W$  = similarità media entro gruppo

$M = n(n-1)/2$

$N$  = numero dei campioni

$R > 0$ , indica un qualche grado di discriminazione tra i siti.

$R = 1$ , se tutte le repliche entro i siti sono più simili tra loro rispetto a qualsiasi altra replica proveniente da siti diversi.

$R \approx 0$ , se  $H_0$  è vera e le similarità tra siti ed entro siti sono uguali.

$R < 0$ , improbabile. Le similarità tra siti diversi sono maggiori delle similarità entro lo stesso sito.

Il valore di  $R$  viene ricalcolato permutando i nomi dei campioni associati ai valori dei ranghi di similarità nella matrice triangolare. Infatti se l'ipotesi nulla "non ci sono differenze tra siti" è vera non ci dovrebbero essere effetti sul valore medio di  $R$  se le etichette che identificano quale replica appartiene a quale sito vengono rimescolate; tutti i campioni diventano così repliche di un singolo sito. Dalle permutazioni effettuate si ottiene la distribuzione nulla di  $R$  con la quale si confronta il valore osservato di  $R$ . Se  $H_0$  è vera, il valore di  $R$  osservato ricade nella distribuzione dei valori di  $R$  calcolati in modo casuale.

Se il “reale” valore di R appare improbabile che provenga da tale distribuzione di frequenza, si ha una prova per rigettare  $H_0$ .

Il livello di significatività al quale è possibile rigettare  $H_0$  è pari a  $100(t+1)/(T+1)$  dove  $T$  = numero di simulazioni,  $t$  = valori di R, all'interno delle  $T$  simulazioni, che sono più elevati di R osservato.

Alla luce della descrizione della suddivisione della comunità tra gruppi, si sono voluti caratterizzare tali gruppi identificando le specie che contribuivano maggiormente all' omogeneità di ciascun gruppo e quelle che ne determinavano la differenziazione. E' stata quindi effettuata l'analisi SIMPER per determinare il contributo di ogni specie alla similarità entro gruppi e alla dissimilarità tra gruppi di cale. Il contributo medio di una specie  $i$ -esima alla similarità entro un gruppo di cale è dato dalla media del termine  $i$  – esimo nella definizione di similarità dell' equazione 1 tra tutte le coppie di cale entro un gruppo. Più una specie è abbondante in un gruppo maggiormente contribuirà alla similarità entro il gruppo e sarà “tipica” di quel gruppo.

La dissimilarità è un concetto opposto a quello di similarità e si ottiene facilmente dall'equazione  $\bar{\delta} = 100 - S$ , dove  $S$  è il coefficiente di similarità di Bray – Curtis. L'analisi SIMPER calcola la dissimilarità media  $\bar{\delta}$  tra tutte le coppie di cale tra gruppi e suddivide questa media nel distinto contributo di ogni specie a  $\bar{\delta}$ . Per la dissimilarità di Bray Curtis  $\bar{\delta}_{jk}$   $j$  e  $k$ , il contributo della specie  $i$ -esima  $\bar{\delta}_{jk}(i)$  è il termine  $i$ -esimo nella sommatoria dell'equazione di dissimilarità di Bray - Curtis :

$$\bar{\delta}_{jk}(i) = 100 |y_{ij} - y_{ik}| / \sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik}) \quad (3)$$

$\bar{\delta}_{jk}(i)$  è poi mediato tra tutte le coppie di cale  $(j,k)$ , con  $j$  nel primo gruppo e  $k$  nel secondo, per ottenere il contributo medio  $\bar{\delta}_i$  della specie  $i$  alla dissimilarità complessiva  $\bar{\delta}$  tra il gruppo 1 e il gruppo 2.

Come risultati di queste analisi stati riportati il contributo percentuale di ogni specie alla similarità e alla dissimilarità totale, e il contributo cumulativo di tutte le specie.

L'analisi SIMPER è stata condotta per ogni matrice sia sui dati abbondanza che su quelli di biomassa, tranne quando l'analisi dei cluster ha identificato gli stessi raggruppamenti di cale per i due indici. In questi casi è stata riportata solo l'analisi dei dati di abbondanza.

Al fine di avere una rappresentazione più immediata dei risultati delle analisi SIMPER, sono state calcolate e rappresentate graficamente le percentuali di abbondanza e di biomassa delle le prime cinque specie identificate dall'analisi sulla prima matrice di dati, quella inclusiva di tutte le specie scartate.

### 3.2.3 - Differenze temporali e batimetriche dell'abbondanza e della biomassa dello scarto.

Per valutare eventuali differenze tra anni e tra profondità diverse i dati di abbondanza e di biomassa dello sono stati ulteriormente analizzati mediante Analisi della Varianza a due fattori (ANOVA, Snedecor e Cochran, 1956). I fattori considerati sono stati l' anno, con i livelli 2003, 2006, 2007, 2008, 2009, e la profondità, con i livelli 60 – 200 metri e > 200 metri.

Al fine di ottenere un'analisi della varianza bilanciata, sono state selezionate casualmente (utilizzando la tabella dei numeri casuali) 4 cale a profondità comprese tra i 60 e i 200 metri e quattro cale a profondità superiori a 200 metri per ogni anno. La scelta dell'intervallo di profondità non è stata casuale, ma rispecchia la demarcazione del fondale marino tra piattaforma continentale e scarpata continentale, alla quali sono associate diverse comunità demersali. Prima di effettuare tali analisi statistiche, i dati sono stati trasformati, quando necessario, in  $\log(x+1)$  al fine di normalizzare le distribuzioni ed omogeneizzare le varianze. Nel caso in cui i risultati dell'ANOVA avessero indicato una significatività ( $p < 0,05$ ), è stato applicato il test *post-hoc* di Tukey (Spjøtvoll e Stolene, 1973), per evidenziare le differenze tra i livelli dei fattori considerati.

## 4. RISULTATI

### 4.1 Descrizione delle catture

I dati utilizzati nel presente studio si riferiscono a 115 cale commerciali condotte da 11 pescherecci provenienti da tre porti principali della Toscana, Castiglione della Pescaia, Porto Santo Stefano e Porto Ercole negli anni 2003, 2006, 2007, 2008, 2009.

Per ogni cala sono stati rilevati, oltre ai dati dello sbarcato commerciale, quelli dello scarto, inteso come quella parte della biomassa pescata destinata ad essere rigettata in mare perché non commercializzata. La parte scartata è stata suddivisa in tre frazioni:

- scarto di specie non commerciali: è costituito da organismi non eduli o non richiesti dal mercato.
- scarto di specie commerciali: include specie di scarso valore economico che non vengono sempre commercializzate, esemplari danneggiati, individui di taglia inferiore alla taglia minima di commercializzazione e che possono appartenere anche a specie di notevole valore commerciale. Lo scarto di questi individui può dipendere anche da ragioni essenzialmente economiche dettate dalle richieste del mercato, la commercializzazione di individui piccoli potrebbe provocare un abbassamento del prezzo.
- scarto di specie bersaglio: per specie bersaglio si intendono le specie edibili più importanti dal punto di vista commerciale nell'intero bacino del Mediterraneo. Il loro campionamento è previsto dal Programma Nazionale per la raccolta di dati alieutici (Regolamento CE n°199/2008 e Decisione della Commissione 949/2008). Lo scarto di questa categoria dipende in larga misura dalla presenza di taglie minime legali e in piccola parte dallo stato di deterioramento degli individui.

La tabella 4.1.1 illustra i dati relativi alle cale effettuate, quali la profondità e la biomassa catturata. Poiché le cale prese in considerazione avevano una durata molto variabile, tra i 40 e i 385 minuti di pesca, è stato necessario effettuare una standardizzazione dei dati che permettesse di confrontare tra loro le catture. A tale proposito è stato adottato un indice, il Rendimento Orario Medio (R.O.M), che ha permesso di esprimere, rispettivamente per ogni cala, i

dati di abbondanza e di biomassa sotto forma di kg per ora di strascico (kg/h) e numero di individui per ora di strascico (n/h)

Tab. 4.1.1 Scarto espresso in kg/h per cala.

2003			2006			2007		
Numero cala	Profondità	Kg/h	Numero di cala	Profondità	Kg/h	Numero cala	Profondità	Kg/h
1	410	35,62	23	510	68,87	44	77	14,06
2	333	23,11	24	380	12,04	45	420	6,56
3	470	28,73	25	360	16,50	46	308	11,70
4	52	16,43	26	405	19,97	47	400	6,24
5	76	12,35	27	495	15,09	48	70	12,63
6	103	8,89	28	87	9,47	49	138	70,15
7	123	1,55	29	68	15,40	50	110	69,94
8	84	11,15	30	61	22,12	51	125	20,17
9	505	10,40	31	205	116,39	52	125	49,51
10	86	6,49	32	110	58,43	53	125	38,27
11	115	12,17	33	375	16,04	54	190	20,40
12	112	5,57	34	343	6,65	55	230	44,55
13	103	4,44	35	430	3,46	56	98	8,66
14	80	10,74	36	409	11,18	57	160	11,74
15	113	7,02	37	145	70,09	58	96	11,84
16	113	3,48	38	120	24,33	59	75	14,38
17	350	22,82	39	370	11,39	60	77	13,48
18	505	3,80	40	433	10,18			
19	360	10,57	41	101	6,37			
20	420	7,32	42	105	8,09			
21	428	23,28	43	400	13,58			
22	500	19,83						
2008			2009					
Numero cala	Profondità	Kg/h	Numero cala	Profondità	Kg/h	Numero cala	Profondità	Kg/h
61	478	5,08	80	73,2	24,15	99	125	71,27
62	580	5,34	81	103,6	19,03	100	450	34,99
63	428	2,08	82	123	24,21	101	560	48,28
64	576,6	5,24	83	123	8,21	102	86	37,39
65	87	11,77	84	320	10,87	103	83	37,54
66	93	6,82	85	330	14,27	104	420	22,29
67	93	19,18	86	142	5,25	105	580	78,23
68	164	12,26	87	135	6,06	106	107	39,59
69	165	16,70	88	377	18,36	107	109,5	46,83
70	161	16,92	89	365	12,26	108	111	50,81
71	62	7,38	90	420	15,89	109	437	19,78
72	60	1,92	91	64,6	12,72	110	414	16,70
73	108	5,94	92	86	14,14	111	435	50,35
74	103	3,61	93	83	29,27	112	440	61,93
75	102	7,23	94	390	5,07	113	60	65,72
76	104	7,24	95	420	5,17	114	95	76,42
77	104	13,94	96	400	7,23	115	100	78,22
78	83	254,32	97	85,6	10,65			
79	99	138,05	98	130	22,91			

La composizione dello scarto, suddivisa in categorie (specie non commerciali, specie commerciali e specie bersaglio) considerando complessivamente i cinque anni, è costituita per quanto riguarda la biomassa soprattutto da specie bersaglio, che presentano una percentuale del 64 % della frazione totale scartata (Fig. 4.1.1). Si tratta di specie generalmente di dimensioni maggiori rispetto a quelle non commerciali, che forniscono invece un maggiore contributo in termini di numero di individui. Considerando infatti, il numero di individui per categoria, quella maggiormente rappresentata (52%) è la non commerciale, che include un elevato numero di specie di dimensioni ridotte, tra cui molti invertebrati.

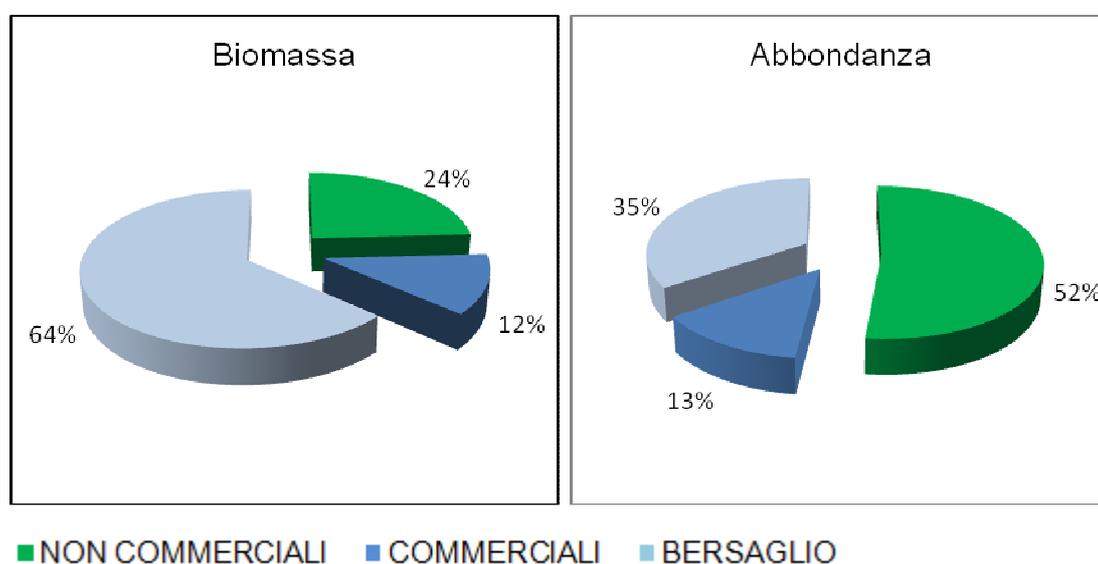


Fig. 4.1.1 Composizione percentuale dello scarto totale in biomassa (kg/h) e abbondanza (n/h)

La figura 4.1.2 fornisce un'immagine più dettagliata della situazione. Vengono presentate le percentuali di specie bersaglio, commerciali e non commerciali dei quattro gruppi tassonomici principali in termini di abbondanza (n/h) e di biomassa (Kg/h): osteitti, condroitti, crostacei e cefalopodi.

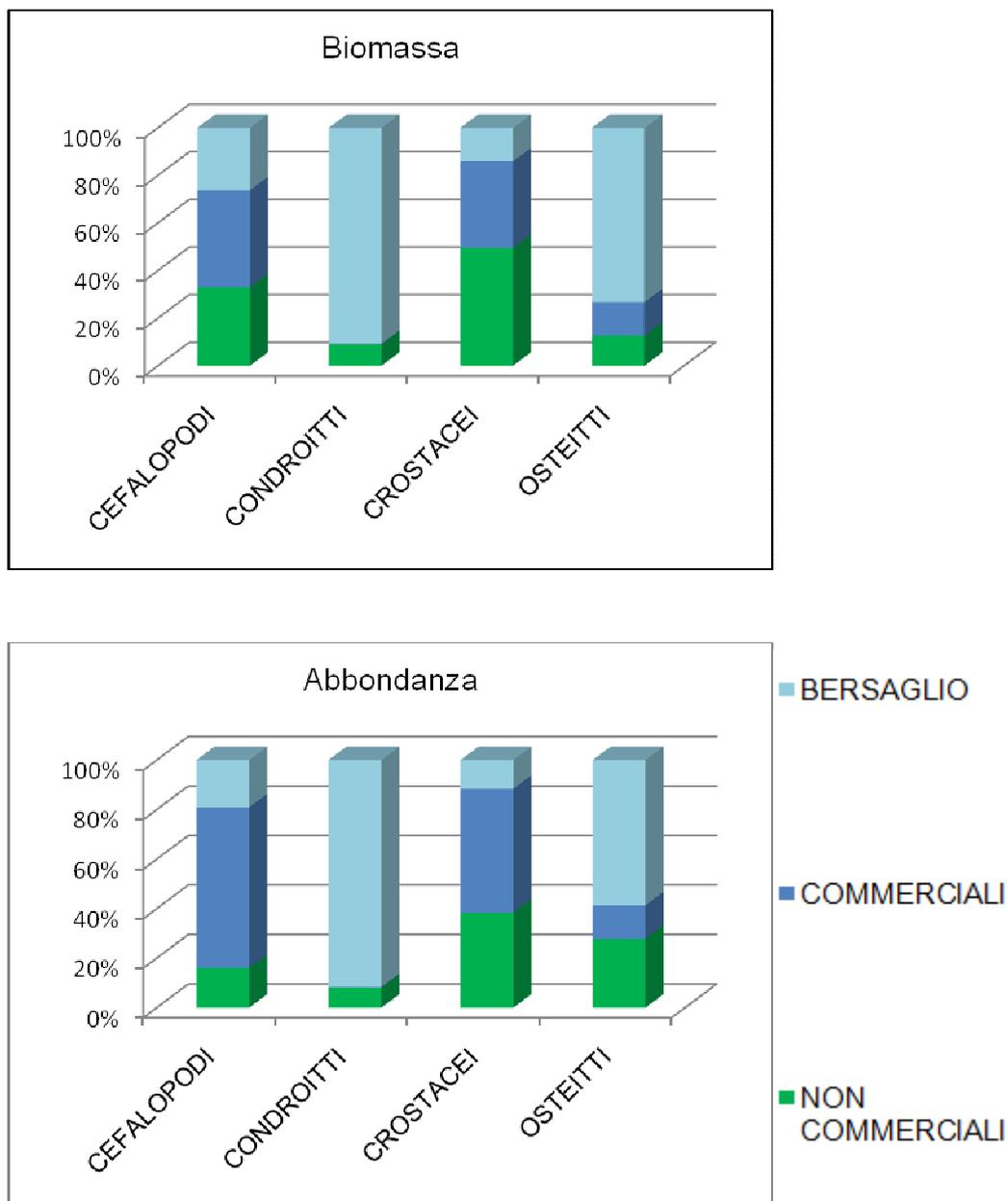


Fig. 4.1.2 Composizione dello scarto (Kg/h e n/h) per gruppi tassonomici

Per gli Osteitti e i Condroitti la maggior parte degli individui scartati appartengono a specie bersaglio o comunque a specie di interesse commerciale; questa frazione supera nettamente quella di individui non commercializzabili, soprattutto in termini di biomassa.

Crostacei e Cefalopodi mostrano una tendenza inversa; le specie bersaglio appartenenti a questi taxa hanno un elevato valore commerciale e la loro commercializzazione non è limitata da una taglia minima legale, quindi quasi tutti gli individui catturati, anche quelli di piccolissime dimensioni, vengono sbarcati. L'eventuale presenza nello scarto di specie commerciali è dovuta al basso valore di mercato che esse hanno al momento della vendita.

## 4.2 Composizione delle catture

Durante i cinque anni di campionamento sono state rinvenute nello scarto un totale di 230 specie, a conferma della scarsa selettività e della multispecificità delle catture delle reti a strascico (tab 4.2.1). Il taxon più abbondante è risultato quello degli Osteitti con 91 specie, seguito dai Crostacei con 50 specie, dai Cefalopodi con 21 specie e dai Condroitti con 9 specie. Data la capacità di trattenere organismi bentonici diversi, tipica del modo di operare dello strascico, le catture hanno coinvolto anche molti altri macroinvertebrati. Cnidari, poriferi, gasteropodi e bivalvi, anellidi, echinodermi e tunicati sono organismi che caratterizzano la ricchezza dei bassi fondali e “capitano” molto frequentemente nelle catture di una rete a strascico.

La tabella 4.2 riporta la lista faunistica delle specie comparse nello scarto; ad ogni specie è stato associato un simbolo che ne identifica il livello di importanza economica: specie bersaglio (B), specie commercializzate (C) e specie prive di interesse commerciale (NC). La tabella riporta inoltre la presenza o assenza di ogni specie in ognuno dei cinque anni considerati. Pesci, cefalopodi e crostacei sono gli unici taxa che includono specie bersaglio e di interesse commerciale, gli altri taxa, composti da invertebrati, vengono sempre scartati.

La classe Osteitti è quella che meglio si presta per identificare il carattere multispecifico della pesca nel Mediterraneo. Nella frazione di osteitti scartati compaiono ben 23 specie bersaglio; tra queste le più importanti per il mercato italiano sono i Gadiformi, quali *Merluccius merluccius* (nasello), *Micromesitius potassou* (potassolo), *Phycis blennoides* (mostella di fondale) e *Trisopterus minutus capelanus* (merluzzetto), che compaiono almeno in quattro anni su cinque, e i Mullidi (*Mullus barbatus* e *Mullus surmuletus*). Altre specie bersaglio molto importanti sono *Pagellus erythrinus*, *Pagellus bogaraveo* e *Pagellus acarne* (pagelli), *Lophius spp.* (rane pescatrici), *Zeus Faber* (pesce San Pietro) e *Trachurus spp.* (sugarelli). *Spicara spp.* e *Boops boops* (boga) rientrano nella lista delle specie bersaglio del bacino del Mediterraneo, ma in Italia hanno scarsa diffusione sul mercato, perciò compaiono spesso nello scarto. Lo scarto di osteitti di interesse commerciale avviene quasi sempre a causa della taglia degli individui catturati. Anche in assenza di una taglia minima legale per una certa specie, gli individui troppo piccoli risultano “deprezzati”, soprattutto quando le loro catture sono particolarmente abbondanti.

Delle 91 specie di osteitti trovate, 45 sono sistematicamente scartate in quanto prive di valore commerciale. Tra queste interi gruppi tassonomici compaiono nello scarto tutti gli anni: le famiglie Macruridae (*Trachyrhynchus trachyrhynchus*, *Hymenocephalus italicus*, *Nezumia sclerorhynchus*, *Coelorhynchus coelorhynchus*), Callyonimidae (*Callyonimus maculatus*, *Synchiropus phaeton*), Apogonidae (*Epigonus telescopus*, *Epigonus constanciae*), Cynoglossidae (*Symphurus nigrescens*, *Symphurus ligulatus*).

La presenza di Condroitti nello scarto copre buona parte dell'arco temporale considerato ed è prevalentemente dovuta a *Galeus melastomus*, *Scyliorinus canicula* (gattucci) e *Raja spp.* (razze) di piccole dimensioni. Sebbene rappresentino una frazione commerciale accessoria e non abbiano ampio mercato, gli individui più grandi di queste specie sono in genere apprezzati e commercializzati nella zona di Porto Santo Stefano. Solo tre specie tra le pescate non hanno alcun valore commerciale: *Etmopterus spinax*, *Chimaera mostrosa* e *Dalatias licha*. Tra queste *Etmopterus spinax* è quella che compare più frequentemente.

Delle 21 specie di cefalopodi, più della metà (13) sono specie di interesse commerciale. *Eledone cirrhosa* (moscardino bianco), *Eledone moscata* (moscardino muschiato), i totani (*Illex coindetii* e *Todaropsis eblanae*), i calamaretti (*Alloteuthis sp.*) e le seppie (*Sepia elegans*, *Sepia oweniana* e *Sepia orbygnana*) sono fra le specie più rappresentative della pesca a strascico. A parte il moscardino muschiato infatti, queste specie compaiono in quasi tutti e cinque gli anni. La loro presenza nella frazione scartata è abbastanza ridotta e dovuta solo alle piccole dimensioni degli individui che sfuggono alla cernita.

Fra i Crostacei, alcune specie rivestono un'importanza tanto rilevante sul mercato da renderle specie oggetto di un'intensa attività di pesca, mentre altre specie rientrano costantemente nello scarto. *Nephrops norvegicus* (scampo), *Aristaeomorpha foliacea* (gambero rosso) e *Parapaenaeus longirostris* (gambero bianco) sono tra le risorse più importanti della zona batiale. Per queste specie solitamente si trovano nello scarto solo gli individui più danneggiati. *Aristaeomorpha foliacea* è stata infatti rinvenuta nello scarto solamente in due anni su cinque. Le altre specie commerciali fra i crostacei sono *Squilla mantis* (cicala), diverse specie di gamberetti dei generi *Plesionika* e *Pasiphea*. Queste specie, benché commercializzate, compaiono tutti gli anni

nello scarto a causa delle loro piccole dimensioni, che nel caso di grossi quantitativi rendono i tempi di cernita troppo lunghi e i guadagni che si ottengono poco remunerativi.

Tab. 4.2.1 Lista faunistica delle specie comparse nello scarto negli anni 2003, 2006, 2007, 2008, 2009. Vengono indicate la categoria di scarto (non commerciale NC, commerciale C e bersaglio B) e la presenza della specie negli anni.

	2003	2006	2007	2008	2009		2003	2006	2007	2008	2009
<b>ALGHE</b>						<i>Calliactis parasitica</i>	NC		*		*
<i>Codium bursa</i>	NC		*			<i>Funiculina quadrangularis</i>	NC	*	*	*	*
<b>BIVALVI</b>						<i>Lytocarpia myriophyllum</i>	NC				*
<i>Acanthocardia aculeata</i>	NC	*		*		<i>Pennatula phosphorea</i>	NC				*
<i>Acanthocardia echinata</i>	NC		*	*	*	<i>Pennatula rubra</i>	NC	*		*	*
<i>Acanthocardia paucicostata</i>	NC	*				<i>Pteroides griseum</i>	NC	*	*		*
<i>Acanthocardia tuberculata</i>	NC				*	<b>CONDROITTI</b>					
<i>Atrina pectinata</i>	NC	*				<i>Chimaera monstrosa</i>	NC	*		*	*
<i>Chlamys varia</i>	NC			*	*	<i>Dalatias licha</i>	NC	*	*		
<i>Nucula sulcata</i>	NC				*	<i>Etmopterus spinax</i>	NC	*	*	*	*
<i>Ostrea edulis</i>	NC	*		*	*	<i>Galeus melastomus</i>	B	*	*	*	*
<i>Peplum clavatum</i>	NC					<i>Raja clavata</i>	B	*			*
<i>Pteria hirundo</i>	NC					<i>Raja miraletus</i>	C	*	*	*	*
<b>BRACHIOPODI</b>						<i>Scyliorhinus canicula</i>	B	*	*	*	*
<i>Terebratula vitrea</i>	NC				*	<i>Torpedo marmorata</i>	NC	*		*	*
<b>CEFALOPODI</b>						<i>Torpedo torpedo</i>	NC	*	*		
<i>Abralia veranyi</i>	NC	*	*	*	*	<b>CROSTACEI</b>					
<i>Eledone cirrhosa</i>	B	*	*	*	*	<i>Aegon cataphracta</i>	NC	*		*	*
<i>Eledone moschata</i>	B			*		<i>Aegon lacazei</i>	NC	*	*	*	*
<i>Heteroteuthis dispar</i>	NC					<i>Alpheus glaber</i>	NC	*	*	*	*
<i>Histioteuthis bonnellii</i>	NC				*	<i>Anamathia rissoana</i>	NC			*	
<i>Histioteuthis reversa</i>	NC	*	*		*	<i>Aristaeomorpha foliacea</i>	B	*			*
<i>Illex coindetii</i>	B	*	*	*	*	<i>Calocaris macandreae</i>	NC	*			*
<i>Alloteuthis media</i>	C		*			<i>Chlorotocus crassicornis</i>	NC	*	*	*	*
<i>Alloteuthis sp.</i>	C	*	*	*	*	<i>Dardanus arrosor</i>	NC	*	*	*	*
<i>Alloteuthis subulata</i>	C					<i>Ergasticus clouei</i>	NC		*		
<i>Loligo forbesi</i>	C					<i>Ethusa mascarone</i>	NC	*			
<i>Neorossia caroli</i>	NC	*	*	*	*	<i>Galathea intermedia</i>	NC	*			
<i>Octopus defilippi</i>	NC				*	<i>Geryon longipes</i>	NC			*	*
<i>Octopus macropus</i>	NC	*				<i>Goneplax rhomboides</i>	NC	*	*	*	*
<i>Octopus salutii</i>	NC	*	*	*	*	<i>Ilia nucleus</i>	NC				*
<i>Pteroctopus tetracirrhus</i>	NC	*	*		*	<i>Latreillia elegans</i>	NC		*		*
<i>Rondeletiola minor</i>	NC	*	*	*	*	<i>Liocarcinus depurator</i>	NC	*	*	*	*
<i>Rossia macrosoma</i>	C				*	<i>Liocarcinus vernalis</i>	NC		*		
<i>Scaevargus unicirrhus</i>	C				*	<i>Lophogaster typicus</i>	NC		*		*
<i>Sepia elegans</i>	B	*	*	*	*	<i>Macropipus tuberculatus</i>	NC	*	*	*	*
<i>Sepia orbignyana</i>	C	*	*	*	*	<i>Macropodia longipes</i>	NC				*
<i>Sepietta oweniana</i>	C	*	*	*	*	<i>Macropodia rostrata</i>	NC				*
<i>Sepiola intermedia</i>	C				*	<i>Medorippe lanata</i>	NC	*	*	*	*
<i>Todaropsis eblanae</i>	C	*	*		*	<i>Monodaeus couchi</i>	NC	*		*	*
<b>CNIDARI</b>						<i>Munida intermedia</i>	NC	*	*	*	*
<i>Alcyonium palmatum</i>	NC	*	*	*	*	<i>Munida tenuimana</i>	NC	*	*	*	*

		2003	2006	2007	2008	2009			2003	2006	2007	2008	2009
<i>Nephrops norvegicus</i>	B	*	*	*	*	*		<i>Trachythyone elongata</i>	NC	*	*	*	*
<i>Pagurus alatus</i>	NC	*	*		*	*		<i>Trachythyone tergestina</i>	NC	*	*	*	*
<i>Pagurus excavatus</i>	NC	*	*	*	*	*		<b>GASTEROPODI</b>					
<i>Pagurus excavatus</i> <i>meticolosus</i>	NC				*			<i>Aporrhais pespelecani</i>	NC	*	*	*	*
<i>Parapenaeus longirostris</i>	B	*	*	*	*	*		<i>Aporrhais serresianus</i>	NC		*	*	
<i>Paromola cuvieri</i>	NC					*		<i>Armina tigrina</i>	NC		*	*	
<i>Parthenope macrochelos</i>	NC	*				*		<i>Bolinus brandaris</i>	NC	*	*	*	*
<i>Pasiphaea multidentata</i>	C				*			<i>Buccinum corneum</i>	NC				
<i>Pasiphaea sivado</i>	C	*	*	*	*	*		<i>Calliostoma granulatum</i>	NC	*	*	*	*
<i>Pilumnus spinifer</i>	NC				*			<i>Calliostoma zizyphinum</i>	NC				*
<i>Plesionika acanthonotus</i>	C					*		<i>Fusinus rostratus</i>	NC	*	*	*	*
<i>Plesionika antigai</i>	C	*	*	*		*		<i>Galeodea echinofora</i>	NC	*	*	*	*
<i>Plesionika edwardsii</i>	C	*				*		<i>Galeodea rugosa</i>	NC	*	*		
<i>Plesionika giglioli</i>	C	*	*	*	*	*		<i>Pleurobranchaea meckeli</i>	NC	*	*		
<i>Plesionika heterocarpus</i>	C	*	*	*	*	*		<i>Scaphander lignarius</i>	NC	*	*	*	*
<i>Plesionika martia</i>	C	*	*	*	*	*		<i>Turritella communis</i>	NC			*	*
<i>Policheles typhlops</i>	NC	*	*		*	*		<b>OSTEITTI</b>					
<i>Pontophilus spinosus</i>	NC	*	*	*	*	*		<i>Anthias anthias</i>	NC	*			
<i>Processa canaliculata</i>	NC	*	*	*	*	*		<i>Antonogadus megalokynodon</i>	NC	*	*	*	*
<i>Rissoides pallidus</i>	NC			*	*	*		<i>Aphia minuta</i>	NC				*
<i>Scalpellum scalpellum</i>	NC				*			<i>Argentina sphyraena</i>	C	*	*	*	*
<i>Sergestes arcticus</i>	NC					*		<i>Argyropelecus hemigymnus</i>	NC	*			
<i>Sergia robusta</i>	NC				*			<i>Arnoglossus laterna</i>	NC	*	*	*	*
<i>Solenocera membranacea</i>	C	*	*	*	*	*		<i>Arnoglossus rueppelli</i>	NC	*			*
<i>Squilla mantis</i>	C	*	*	*	*	*		<i>Aspitrigla cuculus</i>	C	*			*
<b>ECHINODERMI</b>								<i>Aspitrigla obscura</i>	C	*	*		*
<i>Anseropoda placenta</i>	NC			*				<i>Blennius ocellaris</i>	NC	*	*	*	*
<i>Antedon mediterranea</i>	NC			*				<i>Boops boops</i>	B	*	*	*	*
<i>Astropecten aranciacus</i>	NC			*	*	*		<i>Callanthias ruber</i>	NC	*			
<i>Astropecten bispinosus</i>	NC			*	*	*		<i>Callionymus maculatus</i>	NC	*	*	*	*
<i>Astropecten irregularis</i> <i>pentacanthus</i>	NC	*	*	*	*	*		<i>Capros aper</i>	NC	*	*	*	*
<i>Cidaris cidaris</i>	NC				*			<i>Carapus acus</i>	NC	*		*	*
<i>Echinaster sepositus</i>	NC			*	*	*		<i>Cepola macrophthalmia</i>	C	*	*	*	*
<i>Echinus acutus</i>	NC			*	*	*		<i>Chauliodus sloani</i>	C	*		*	*
<i>Echinus melo</i>	NC	*	*					<i>Chelydonichthys lucerna</i>	B				*
<i>Holothuria tubulosa</i>	NC	*	*	*	*	*		<i>Chlorophthalmus agassizi</i>	C	*	*	*	*
<i>Leptometra phalangium</i>	NC	*	*	*	*	*		<i>Citharus linguatula</i>	B	*	*	*	*
<i>Ocnus planci</i>	NC			*	*	*		<i>Coelorhynchus coelorhynchus</i>	NC	*	*	*	*
<i>Ophiura texturata</i>	NC				*	*		<i>Conger conger</i>	C	*	*	*	*
<i>Ophiuroidea indet.</i>	NC			*	*	*		<i>Dalophis imberbis</i>	NC	*		*	
<i>Phyllophorus urna</i>	NC	*	*	*	*	*		<i>Deltentosteus quadrimaculatus</i>	NC	*	*	*	*
<i>Pseudothyone sculponea</i>	NC					*		<i>Diplodus annularis</i>	C	*		*	*
<i>Sphaerechinus granularis</i>	NC							<i>Echelus myrus</i>	NC	*			
<i>Stichopus regalis</i>	NC	*	*	*	*	*		<i>Echiodon dentatus</i>	NC		*	*	*
<i>Stylocidaris affinis</i>	NC	*						<i>Engraulis encrasicholus</i>	C	*	*	*	*
<i>Tethyaster subinermis</i>	NC			*				<i>Epigonus constanciae</i>	NC				*

		2003	2006	2007	2008	2009			2003	2006	2007	2008	2009
<i>Epigonus denticulatus</i>	NC	*	*		*	*	<i>Pagellus bogaraveo</i>	B	*			*	*
<i>Eutrigla gurnardus gurnardus</i>	B				*	*	<i>Pagellus erythrinus</i>	B	*		*	*	*
<i>Gadiculus argenteus</i>	NC	*	*	*	*	*	<i>Peristedion cataphractum</i>	NC	*		*	*	*
<i>Glossanodon leioglossus</i>	NC		*	*	*		<i>Phycis blennoides</i>	B	*	*	*	*	*
<i>Gnathophis mystax</i>	NC		*	*	*	*	<i>Sardina pilchardus</i>	C	*	*	*	*	*
<i>Gobius geniporus</i>	C		*	*	*	*	<i>Scomber scombrus</i>	C	*			*	*
<i>Gobius niger</i>	C			*	*	*	<i>Scorpaena notata</i>	C	*		*	*	*
<i>Helicolenus dactylopterus dactylopterus</i>	B	*	*	*	*	*	<i>Serranus cabrilla</i>	NC	*	*	*	*	*
<i>Hoplostethus mediterraneus</i>	C	*	*		*	*	<i>Serranus hepatus</i>	NC	*	*	*	*	*
<i>Hymenocephalus italicus</i>	C	*	*	*	*	*	<i>Spicara flexuosa</i>	B	*	*	*	*	*
<i>Lampanyctus crocodilus</i>	NC	*	*	*	*	*	<i>Spicara smaris</i>	B	*	*	*	*	*
<i>Lappanella fasciata</i>	NC						<i>Spondyliosoma cantharus</i>	C					*
<i>Lepidopus caudatus</i>	C	*	*	*	*	*	<i>Stomias boa boa</i>	NC	*	*			*
<i>Lepidorhombus boscii</i>	B	*	*	*	*	*	<i>Symphurus ligulatus</i>	NC		*	*	*	*
<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i>	C					*	<i>Symphurus nigrescens</i>	NC	*	*	*	*	*
<i>Lepidotrigla cavillone</i>	NC	*	*	*	*	*	<i>Synchiropus phaeton</i>	NC	*	*		*	*
<i>Lepidotrigla dieuzeidei</i>	NC			*	*		<i>Trachinus draco</i>	C	*		*	*	
<i>Lesueurigobius friesii</i>	NC	*	*	*	*	*	<i>Trachurus mediterraneus</i>	B	*	*	*	*	*
<i>Lesueurigobius suerii</i>	NC	*	*	*	*	*	<i>Trachurus picturatus</i>	C	*				*
<i>Liza saliens</i>	NC					*	<i>Trachurus trachurus</i>	B	*	*	*	*	*
<i>Lophius budegassa</i>	B	*	*		*		<i>Trachyrhynchus trachyrhynchus</i>	NC					*
<i>Lophius piscatorius</i>	B	*			*	*	<i>Trigla lyra</i>	NC	*	*			*
<i>Macroramphosus scolopax</i>	NC	*	*	*	*	*	<i>Trigloporus lastoviza</i>	C	*	*			
<i>Mauroliscus muelleri</i>	NC			*	*		<i>Trisopterus minutus capelanus</i>	B	*	*	*	*	*
<i>Merluccius merluccius</i>	B	*	*	*	*	*	<i>Uranoscopus scaber</i>	C		*			*
<i>Microchirus variegatus</i>	NC	*			*		<i>Zeus faber</i>	B	*		*	*	*
<i>Microichthys coccoi</i>	NC					*	<b>POLICHETI</b>						
<i>Micromesistius poutassou</i>	B	*	*	*		*	<i>Sternaspis scutata</i>	NC		*	*	*	*
<i>Molva dipterygia</i>	NC	*	*	*	*	*	<b>PORIFERI</b>						
<i>Macrophthalma</i>							<i>Suberites domuncula</i>	NC		*	*	*	*
<i>Mora moro</i>	NC	*					<b>TUNICATI</b>						
<i>Mullus barbatus</i>	B	*	*	*	*	*	<i>Ascidia mentula</i>	NC			*		*
<i>Mullus surmuletus</i>	B	*				*	<i>Halocynthia papillosa</i>	NC					*
<i>Nettastoma melanurum</i>	NC	*			*	*	<i>Microcosmus sabatieri</i>	NC					*
<i>Ophidion barbatum</i>	NC	*					<i>Phallusia mamillata</i>	NC			*	*	*
<i>Ophidion rochej</i>	NC			*	*	*	<i>Pyrosoma atlanticum</i>	NC				*	
<i>Pagellus acarne</i>	B	*	*	*	*	*							

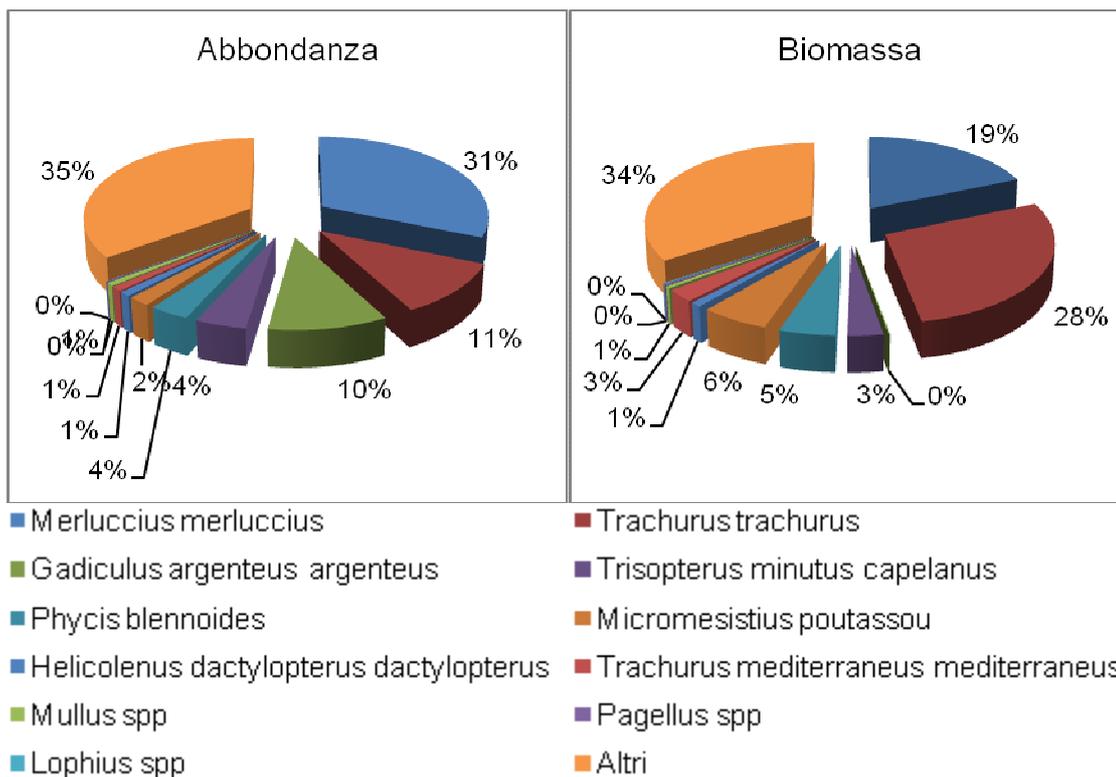
Per quanto riguarda le percentuali di abbondanza e biomassa delle specie di osteitti e condroitti più importanti sia in termini di quantità scartate, sia per il valore commerciale, si nota subito che *M. merluccius* costituisce la frazione principale dello scarto, contribuendo da solo al 31% dell'abbondanza di osteitti (fig. 4.2.1). Trattandosi di giovanili il loro contributo in biomassa rispetto al totale di pesci ossei scartati è inferiore e pari al 19 %.

*Trachurus trachurus* è la seconda specie dopo il nasello in numero di individui scartati e la prima in biomassa. La scarsa diffusione di questa specie sul mercato italiano implica un ingente scarto di individui anche di grandi dimensioni. Lo scarto di specie di un certo valore commerciale quali *Phycis blennoides*, *Trisopterus minutus capelanus*, *Helicolenus dactylopterus dactylopterus* e *Micromesitius potassou* colpisce i giovanili, piuttosto vulnerabili alla cattura con le reti a strascico. Generi molto importanti sul mercato quali *Mullus* e *Pagellus* sono invece scartati molto raramente e in piccole quantità. *Gadiculus argenteus argenteus* è un piccolo gadiforme di profondità privo di interesse commerciale e spesso molto abbondante in numero di individui nello scarto.

Una grossa parte dello scarto di osteitti (35%) risulta costituita da una grande varietà di specie, la maggior parte delle quali di scarso o nullo valore commerciale.

Per i condroitti lo scarto è nettamente dominato da *Galeus melastomus* con percentuali del 90% sia in abbondanza che in biomassa. Questa specie è una cattura accessoria nella pesca indirizzata allo scampo e ai gamberi aristeidi. Anche in questo caso lo scarto colpisce prevalentemente i giovanili non commercializzabili.

**OSTEITTI**



**CONDROITTI**

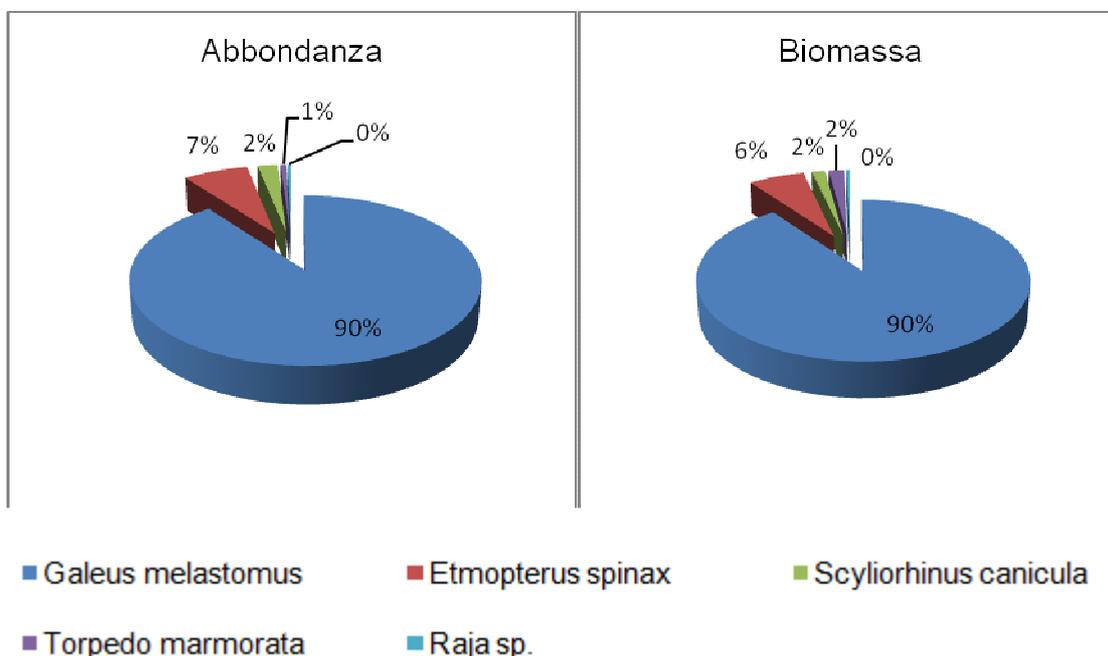


Fig. 4.2.1 Composizione dello scarto di osteitti e condroitti in abbondanza (n/h) e in biomassa (kg/h). Specie più importanti per contributo percentuale specie di alto valore commerciale

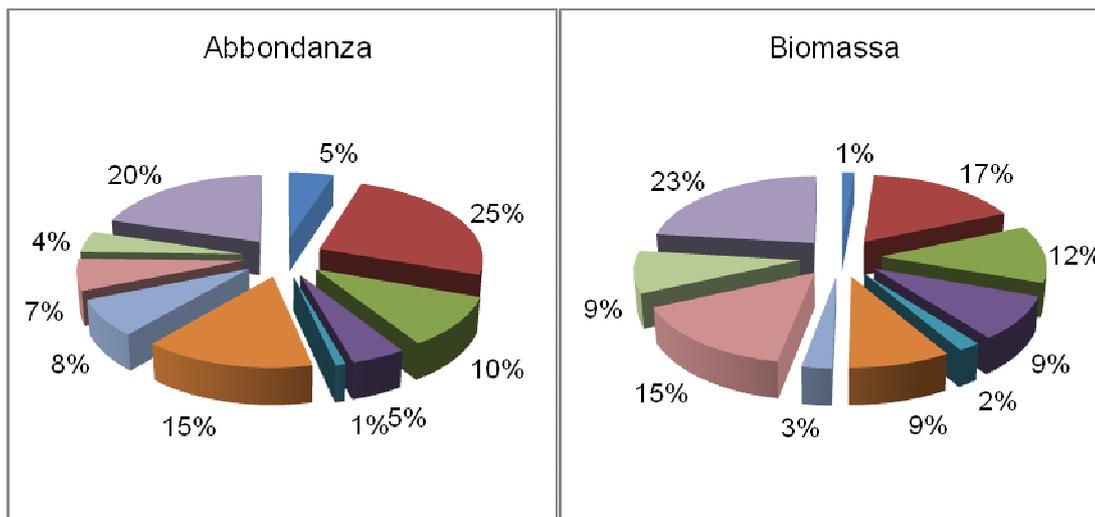
Considerando i crostacei, sono i gamberetti di limitato valore commerciale del genere *Plesionika* a rappresentare le frazioni maggiori dello scarto (fig. 4.2.2). La loro commercializzazione dipende dalla quantità con cui vengono catturati e dalla richiesta del mercato al momento della cattura. Lo stesso vale per *Squilla mantis*. Per quanto riguarda specie importanti come *Parapeneus longirostris* e *Nephrops norvegicus*, vengono scartati solo gli individui molto piccoli o molto danneggiati.

Il principale contributo alle percentuali di cefalopodi scartate viene dai calamaretti (*Alloteuthis spp.*) e *Seppietta oweniana* (seppiola comune), con il 32% e il 18% in abbondanza rispettivamente. Si tratta di specie il cui valore dipende dalle fluttuazioni del mercato e la cui cernita risulta difficile viste le piccole dimensioni degli individui. La presenza di specie importanti quali il totano *Illex coindetii* e la seppia *Sepia elegans* è dovuta agli individui più piccoli che sfuggono allo smistamento, in quanto queste specie vengono commercializzate a tutte le taglie. *Octopus macropus* presenta percentuali di biomassa consistenti (20%) viste le grandi dimensioni degli individui. Solo raramente viene commercializzato insieme agli altri polpi.

Come per gli osteitti (fig. (4.2.1.)), *M. merluccius* e *T. trachurus* sono le specie bersaglio maggiormente scartate, sia per numero di individui che per biomassa (fig. 4.2.3). In termini di peso un contributo importante è dovuto al condroitta *Galeus melastomus*. Per quanto riguarda crostacei e cefalopodi, lo scarto di specie bersaglio è minimo e solo *Parapaeneus longirostris* compare con una certa abbondanza.

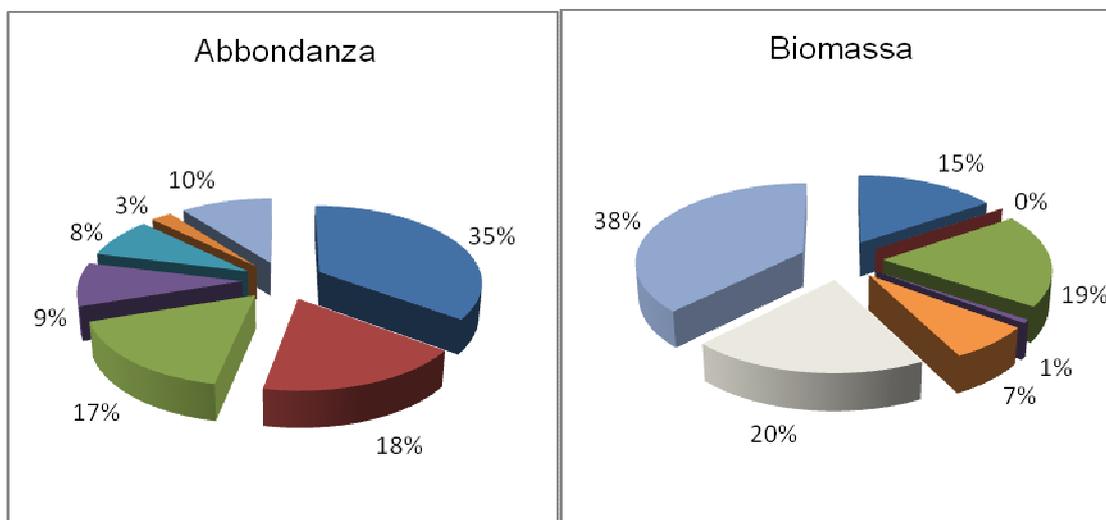
Nel caso delle biocenosi vengono illustrati solo i dati di abbondanza dato lo scarso apporto in peso di questi organismi alla biomassa totale scartata (fig. 4.2.4). Il crinoide *Leptometra phalangium* resta intrappolato nelle reti a strascico in grandi quantità (69%). Un altro echinoderma molto abbondante nello scarto delle reti a strascico è la stella marina *Astropecten irregularis pentacanthus*.

**CROSTACEI**



- Pasipheae sp
- Plesionika sp
- Parapenaeus ongirostris
- Squilla mantis
- Nephrops norvegicus
- Soenocera membranacea
- Chlorotocus crassicornis
- Macropipus tuberculatus
- Liocarcinus depurator
- Altri

**CEFALOPODI**



- Alloteuthis sp.
- Sepietta oweniana
- Illex coindetii
- Rondeletiola minor
- Sepia elegans
- Eledone cirrhosa
- Altri
- Octopus macropus

Figura 4.2.2 Composizione dello scarto di crostacei e cefalopodi in abbondanza (numero di individui) e in biomassa (kg). Specie più importanti per contributo percentuale e specie di alto valore commerciale.

**SPECIE BERSAGLIO**

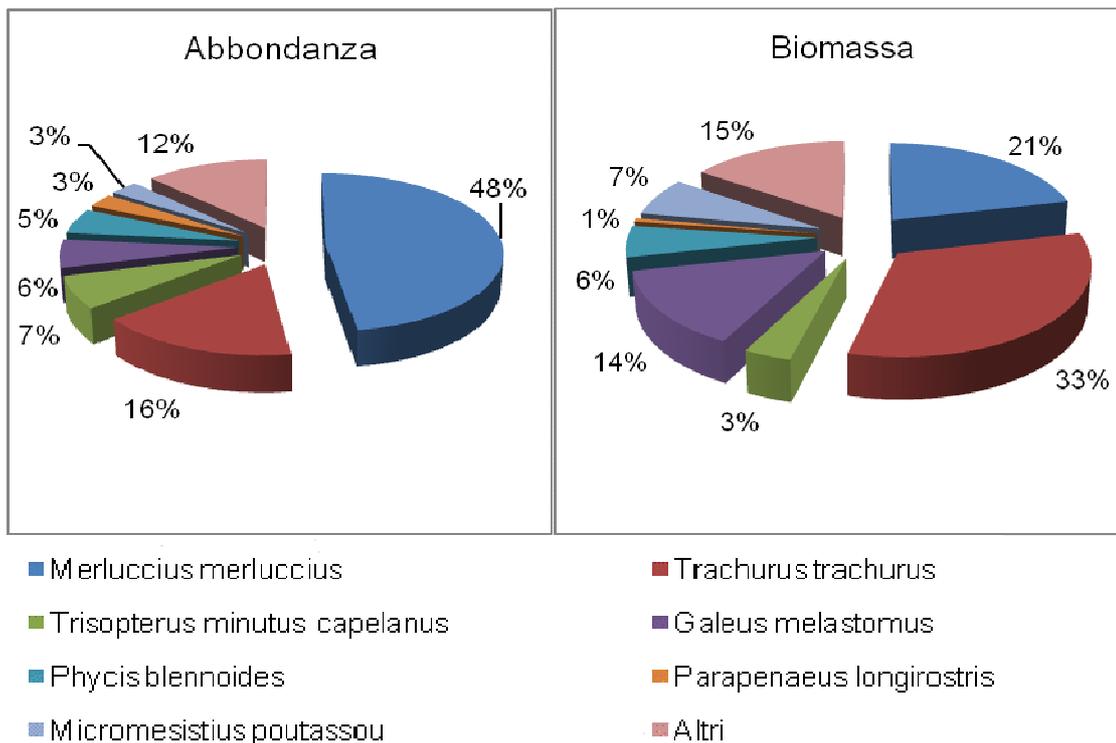


Fig. 4.2.3 Composizione dello scarto di specie bersaglio (n/h e kg/h).

**BIOCENOSI**

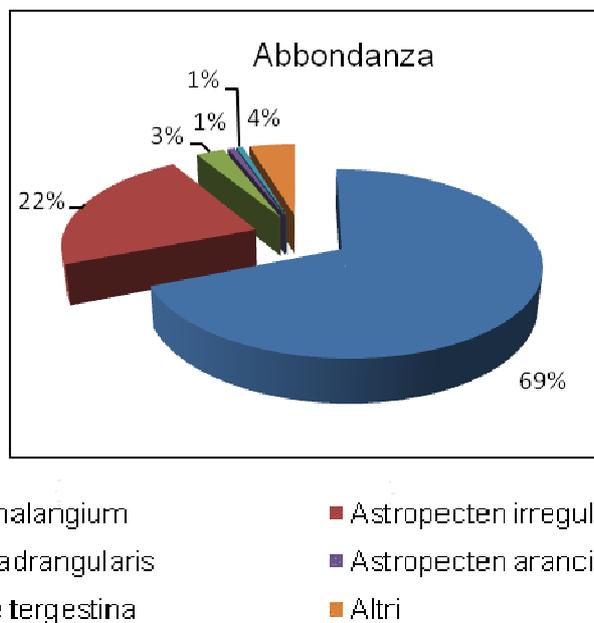


Fig. 4.2.4 Composizione dello scarto di biocenosi

### 4.3 Struttura del popolamento demersale scartato

L'ordinamento grafico delle cale attraverso cluster e MDS non ha mai messo in evidenza dei raggruppamenti per anno e per stagione, e l'analisi della similarità tra anni e stagioni non ha evidenziato differenze significative.

#### 4.3.1 Totale dello scarto

L'analisi dei cluster effettuata sui dati di abbondanza (n/h) degli anni 2003, 2006-2009 ha permesso di identificare cinque principali raggruppamenti di cale aventi composizione faunistica simile e distribuiti secondo un gradiente batimetrico (Fig, 4.3.1). I primi tre raggruppamenti (livello di similarità intorno al 40%), comprendono cale effettuate lungo la piattaforma continentale, e si suddividono negli intervalli batimetrici 50 - 86 m per il gruppo IA, 83 – 130 m per il gruppo IB e 135 – 230 m (gruppo II),. I gruppi III (308 – 510 m) e IV (> 505 m), con una similarità entro gruppi del 50%, comprendono le cale più profonde effettuate lungo la scarpata continentale. Il diagramma MDS come nel cluster, conferma la distinzione nella composizione della comunità secondo un gradiente di profondità. Il valore di stress ottenuto (0,11) indica una buona rappresentazione bidimensionale nell'ordinamento delle cale. L'elevato valore di R (0,825) ottenuto dall'analisi della similarità su tutto il campione con una significatività dello 0,1 % conferma che sussistono delle differenze tra i cinque gruppi di cale analizzati (Fig. 4.3.1). La tabella in figura 4.3.1.1 mostra i valori di R e la rispettiva significatività per i confronti a coppie tra i gruppi; i valori riportati confermano le distinzioni osservate nei grafici. I valori di R maggiori sono infatti quelli tra i gruppi IA, IB e II e i gruppi III e IV, ma anche entro questi gruppi sussistono delle differenze. La differenza di minore entità, ma comunque presente, è quella tra i gruppi IA e IB ( $R = 0,334$ ).

L'analisi dei cluster e la nMDS (fig. 4.3.1.2) eseguiti con i dati di biomassa (kg/h), similmente ai dati di abbondanza, mostrano una netta distinzione in due grandi gruppi di cale a una similarità del 20% circa, il gruppo relativo alla piattaforma continentale (50 – 230 m) e quello della scarpata (> 308 m). In questo caso però si perde la distinzione in ulteriori sottogruppi. L'abbondanza sembra quindi essere il parametro migliore per individuare differenze più dettagliate nella composizione della comunità demersale.

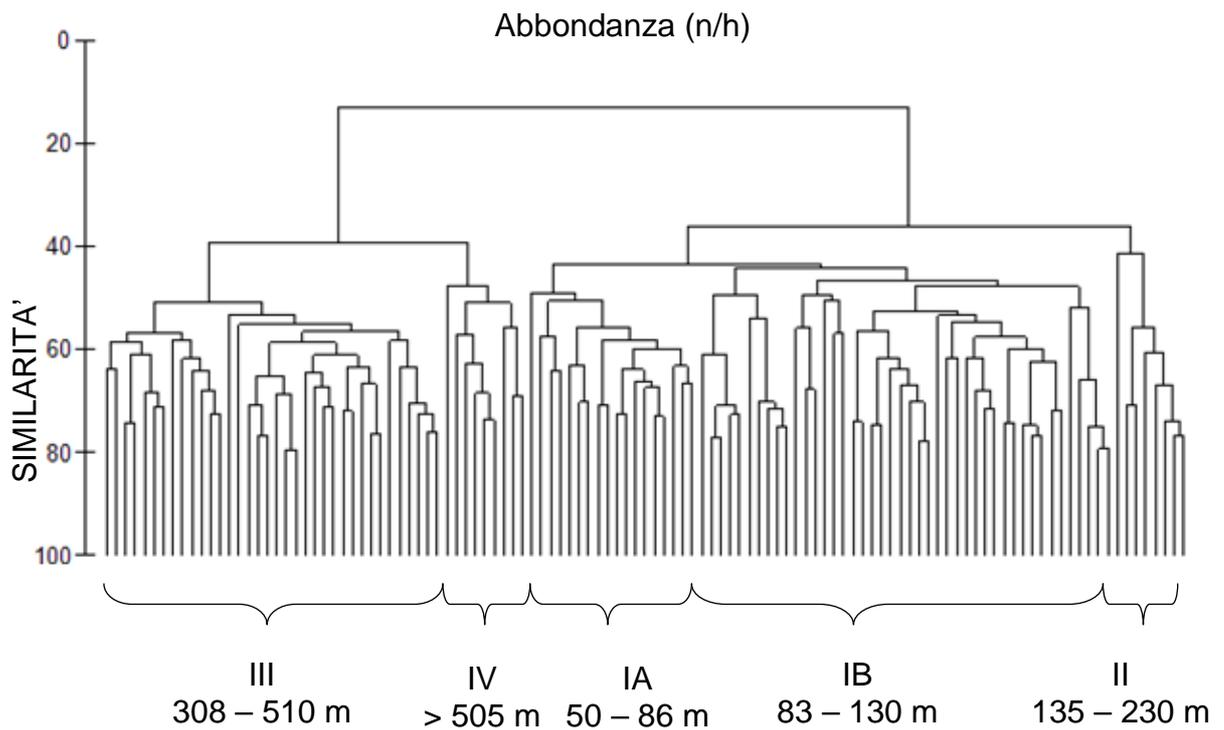


Fig.4.3.1.1 a) Dendrogramma di similarità tra le cale per gli anni 2003, 2006, 2007, 2008, 2009. Sono incluse tutte le specie scartate.

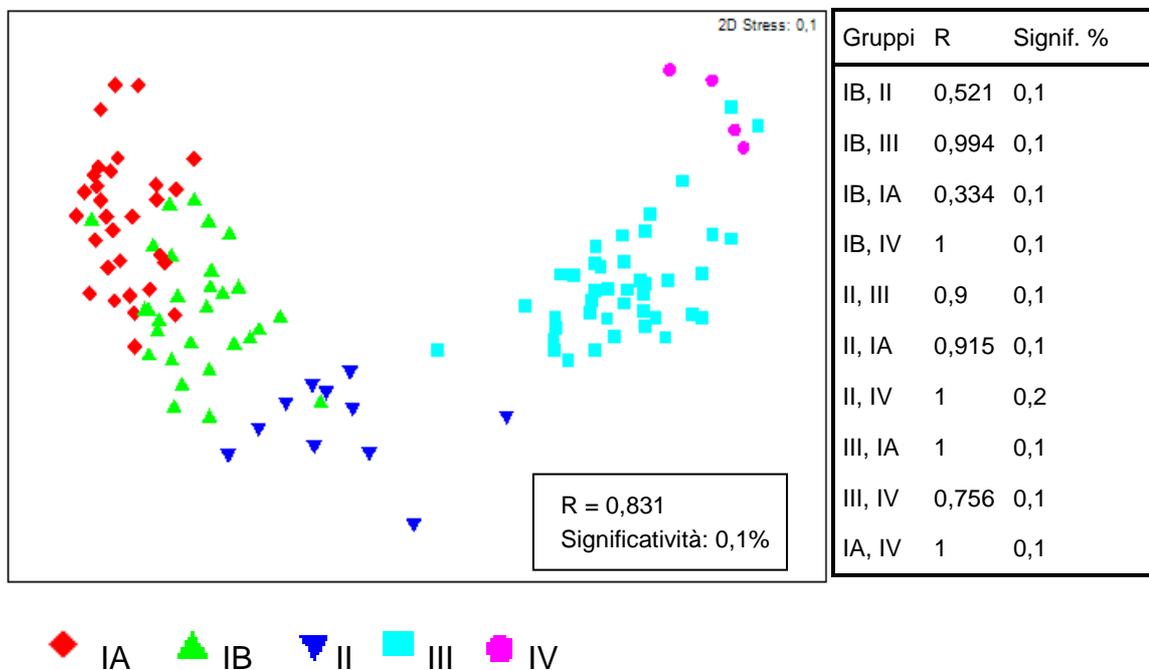


Fig. 4.3.1 b) MDS e analisi della similarità. Nel riquadro in basso a destra è mostrato il valore di R globale, in tabella i valori di R per i confronti tra coppie di gruppi.



In Tabella 4.3.1.1 è riportata la composizione specifica dei raggruppamenti di cale identificati; sono mostrate le specie che contribuiscono maggiormente alla similarità di ciascun gruppo.

Il numero di specie che contribuisce al 90% della similarità tra cale entro ogni gruppo diminuisce all'aumentare della profondità, passando dalle 27 specie del gruppo IA alle 12 specie del gruppo IV.

Undici specie bersaglio di elevata importanza commerciale contribuiscono alla similarità del gruppo IA. *M. merluccius* è la specie che fornisce il maggiore contributo alla similarità tra cale nei gruppi IA, IB e II, seguito da *T. trachurus* nei primi due gruppi. Nel gruppo IA seguono al sugarello, *Arnoglossus laterna*, la stella marina *Astropecten irregularis pentacanthus*, *S. flexuosa*, *Lesuerigobius friesii*. Sempre in questo gruppo compaiono due specie di cefalopodi, *Alloteuthis sp.* e *S. elegans* (specie bersaglio), cinque specie di crostacei e tre invertebrati inferiori, *A. irregularis pentacanthus*, *Bolinus brandaris* e *Holoturia tubulosa*. Oltre alle specie bersaglio già nominate citiamo per il gruppo IA la presenza di *S. flexuosa*, *Citharus linguatola*, *P. longirostris*, *Trachurus m. mediterraneus* e *T. minutus capelanus*.

Anche nel gruppo IB il numero di specie bersaglio scartate è elevato (7) e tra queste, quelle più caratterizzanti del gruppo sono ancora il nasello, il sugarello e *T. minutus capelanus*. Compaiono inoltre cinque cefalopodi, sei crostacei e due invertebrati inferiori.

Il gruppo II ha una similarità media di 54,13, il 90% della quale è dovuto a 20 specie. Qui il contributo del nasello è maggiore che nei primi due gruppi, con un valore del 13,47 %. Questo gruppo inizia a distinguersi dai primi due per la comparsa di *G. argenteus argenteus* tra le prime 4 specie. Compaiono inoltre 5 crostacei, 4 cefalopodi e tre invertebrati inferiori. Le specie bersaglio sono 5, delle quali le più importanti in termini di contributo percentuale sono, oltre al nasello, *P. longirostris*, *T. m. capelanus* e *T. trachurus*.

Le cale tra 308 e 510 m si distinguono da quelle precedenti. *P. blennoides* e *G. melastomus* insieme contribuiscono per il 20%, sostituendo il sugarello e il nasello, che compare solo al nono posto. Seguono *G. argenteus argenteus* e *Chlorophthalmus agassizi*. In questo gruppo compaiono solo 4 specie bersaglio. L'ultimo gruppo è quello più omogeneo, con una similarità di 66,52. Qui il numero di specie bersaglio si riduce ulteriormente a tre, di cui le più importanti

sono sempre *P. blennoides* e il condroitta *G. melastomus*. Da notare la presenza di *Nephrops norvegicus* nello scarto in questo gruppo.

La tab. 4.3.1.2 mostra le 5 specie principali che contribuiscono alla dissimilarità tra i gruppi di cale. I gruppi IA e IB sono quelli con il valore minore di dissimilarità (50, 65), si distinguono prevalentemente per le diverse abbondanze di *T.minutus capelanus*, *Callyonimus maculatus* e *Argentina Sphyraena*, che compaiono prevalentemente nel gruppo IB.

*G. a. argenteus* è la principale specie discriminatoria tra il gruppo II e IA – IB, in cui è assente. Anche *Plesionika heterocarpus* e *A. Sphyraena* contribuiscono a questa distinzione, essendo presenti in maggiore quantità nel gruppo II.

Le distinzioni maggiori sono tra i primi tre gruppo entro i 200 m e gli ultimi due, con il picco di 97 di dissimilarità per il confronto tra IA e IV. In generale si osserva che questa distinzione è dovuta alla presenza di *P blennoides* e *G. melastomus* solo nei gruppi III e IV, dai quali scompaiono *M.merluccius*, *T.* e *T. m. capelanus*. Il confronto tra questi due gruppi (III-IV) mostra valori inferiori di dissimilarità (61,55) dovuti principalemte a *G. a. argenteus* e *C. agassizii* assenti nel gruppo IV

Le analisi SIMPER relative ai dati di biomassa sono riportate nelle tabelle 4.3.1.3 e 4.3.1.4.

Quattro specie bersaglio contribuiscono da sole al 61% della similarità nel gruppo A e sono le stesse che contribuivano maggiormente in termini di abbondanza, il nasello, il sugarello, *S. flexuosa* e il merluzzetto capelano. Compaiono un solo crostaceo, *P. longirostris* e nessun cefalopode.

Il gruppo B è caratterizzato da un minor numero di specie e anche in questo caso, come per i dati di abbondanza, le specie più importanti sono *G.melastomus* e *P. blennoides*, seguite da *G.argenteus argenteus*. Questi due gruppi si distinguono con una dissimilarità del 92% per le stesse specie appena nominate

Tab. 4.3.1.1 Contributo percentuale e cumulativo di ogni specie ai gruppi di cale identificati con l'analisi dei cluster. Dati di abbondanza (n/h). Sim. media = similarità media tra cale; Cont. % = contributo % di ogni specie alla similarità tra cale; % cum. = % cumulativa di ogni specie. Bv= specie bersaglio

Gruppo IA			Gruppo IB			Gruppo II					
50-86 m	Sim. media: 50,31		83-130 m	Sim. media: 51,35		135-230 m	Sim. media: 54,13				
Specie	Cont %	% cum	Specie	Cont %	% cum	Specie	Cont %	% cum			
<i>Merluccius merluccius</i>	10,25	10,25	B	<i>Merluccius merluccius</i>	11,4	11,4	B	<i>Merluccius merluccius</i>	13,47	13,47	B
<i>Trachurus trachurus</i>	7,49	17,74	B	<i>Trachurus trachurus</i>	6,56	17,96	B	<i>Argentina sphyraena</i>	9,63	23,11	
<i>Arnoglossus laterna</i>	6,87	24,61		<i>Lepidotrigla cavillone</i>	5,8	23,76		<i>Astropecten i. pentacanthus</i>	7,97	31,08	
<i>Astropecten i. pentacanthus</i>	6,57	31,18		<i>Trisopterus m. capelanus</i>	5,63	29,38	B	<i>Gadiculus a. argenteus</i>	5,92	37	
<i>Spicara flexuosa</i>	5,9	37,07	B	<i>Callionymus maculatus</i>	5,45	34,83		<i>Parapenaeus longirostris</i>	5,79	42,79	B
<i>Lesueurigobius friesii</i>	4,33	41,41		<i>Astropecten i. pentacanthus</i>	5,37	40,2		<i>Trisopterus m. capelanus</i>	5,77	48,57	B
<i>Sepia elegans</i>	3,41	44,82	B	<i>Argentina sphyraena</i>	4,85	45,05		<i>Chlorotocus crassicornis</i>	5,58	54,15	
<i>Alloteuthis sp.</i>	3,39	48,21		<i>Alloteuthis sp.</i>	4,41	49,46		<i>Alloteuthis sp.</i>	5,07	59,21	
<i>Citharus linguatula</i>	3,27	51,48	B	<i>Arnoglossus laterna</i>	4,11	53,57		<i>Trachurus trachurus</i>	3,91	63,13	B
<i>Lepidotrigla cavillone</i>	3,21	54,69		<i>Parapenaeus longirostris</i>	4	57,56	B	<i>Rondeletiola minor</i>	3,64	66,77	
<i>Squilla mantis</i>	3,02	57,71		<i>Lesueurigobius friesii</i>	3,48	61,04		<i>Sepietta oweniana</i>	3,4	70,17	
<i>Serranus hepatus</i>	2,86	60,57		<i>Serranus hepatus</i>	3,14	64,17		<i>Plesionika heterocarpus</i>	3,28	73,45	
<i>Liocarcinus depurator</i>	2,82	63,39		<i>Sepietta oweniana</i>	2,9	67,08		<i>Callionymus maculatus</i>	2,86	76,31	
<i>Parapenaeus longirostris</i>	2,74	66,13	B	<i>Illex coindetii</i>	2,35	69,42	B	<i>Solenocera membranacea</i>	2,78	79,09	
<i>Trachurus m. mediterraneus</i>	2,51	68,64	B	<i>Rondeletiola minor</i>	2,31	71,73		<i>Leptometra phalangium</i>	2,68	81,78	
<i>Medorippe lanata</i>	2,48	71,12		<i>Cepola macrophthalmia</i>	2,19	73,92		<i>Glossanodon leioglossus</i>	2,68	84,46	
<i>Sardina pilchardus</i>	2,4	73,52		<i>Spicara flexuosa</i>	1,97	75,89	B	<i>Alcyonium palmatum</i>	2,16	86,62	
<i>Engraulis encrasicolus</i>	2,35	75,87		<i>Capros aper</i>	1,81	77,7		<i>Capros aper</i>	1,9	88,52	
<i>Boops boops</i>	2,31	78,19	B	<i>Sepia elegans</i>	1,7	79,4	B	<i>Illex coindetii</i>	1,42	89,94	B
<i>Solenocera membranacea</i>	1,76	79,95		<i>Symphurus nigrescens</i>	1,65	81,05		<i>Lesueurigobius friesii</i>	1,07	91,01	
<i>Cepola macrophthalmia</i>	1,69	81,64		<i>Chlorotocus crassicornis</i>	1,54	82,6					
<i>Bolinus brandaris</i>	1,6	83,24		<i>Liocarcinus depurator</i>	1,54	84,13					
<i>Holothuria tubulosa</i>	1,47	84,71		<i>Leptometra phalangium</i>	1,52	85,66					
<i>Mullus barbatus</i>	1,43	86,14	B	<i>Engraulis encrasicolus</i>	1,37	87,03					
<i>Callionymus maculatus</i>	1,36	87,5		<i>Macroramphosus scolopax</i>	1,37	88,4					
<i>Trisopterus m. capelanus</i>	1,34	88,84	B	<i>Solenocera membranacea</i>	1,13	89,53					
<i>Argentina sphyraena</i>	0,99	89,83		<i>Medorippe lanata</i>	0,99	90,52					
<i>Symphurus nigrescens</i>	0,95	90,78									

(Segue)

(Continua)

Gruppo III			308-510 m	Sim media: 52,31	Gruppo IV			> 505 m	Sim media: 66,52
Specie	Cont %	% cum			Specie	Cont %	% cum		
<i>Phycis blennoides</i>	11,53	11,53	B		<i>Phycis blennoides</i>	14,96	14,96	B	
<i>Galeus melastomus</i>	11,36	22,89	B		<i>Etmopterus spinax</i>	10,51	25,47		
<i>Gadiculus a. argenteus</i>	11,04	33,93			<i>Galeus melastomus</i>	9,09	34,57	B	
<i>Chlorophthalmus agassizi</i>	7,23	41,16			<i>Hoplostethus mediterraneus</i>	8,38	42,94		
<i>Macropipus tuberculatus</i>	6,53	47,69			<i>Nephrops norvegicus</i>	7,43	50,37	B	
<i>Helicolenus d. dactylopterus</i>	4,76	52,45	B		<i>Policheles typhlops</i>	7,23	57,6		
<i>Lepidorhombus boscii</i>	4,08	56,53			<i>Sepietta oweniana</i>	6,95	64,55		
<i>Synchiropus phaeton</i>	4,05	60,58			<i>Nezumia sclerorhynchus</i>	6,81	71,36		
<i>Merluccius merluccius</i>	3,93	64,5	B		<i>Pasiphaea sivado</i>	6,79	78,15		
<i>Hymenocephalus italicus</i>	3,91	68,42			<i>Lepidorhombus boscii</i>	4,63	82,78		
<i>Argentina sphyraena</i>	3,62	72,04			<i>Lampanyctus crocodilus</i>	4,13	86,92		
<i>Plesionika heterocarpus</i>	3,29	75,33			<i>Plesionika martia</i>	3,66	90,58		
<i>Sepietta oweniana</i>	2,88	78,21							
<i>Coelorhynchus coelorhynchus</i>	2,85	81,06							
<i>Plesionika giglioli</i>	2,31	83,37							
<i>Hoplostethus mediterraneus</i>	1,67	85,04							
<i>Munida intermedia</i>	1,48	86,53							
<i>Chlorotocus crassicornis</i>	1,24	87,77							
<i>Plesionika martia</i>	1,22	88,99							
<i>Etmopterus spinax</i>	1,11	90,1							

Tab. 4.3.1.2 Contributo percentuale e cumulativo di ogni specie alla dissimilarità tra i gruppi di cale identificati con l' analisi dei cluster. di abbondanza (n/h). B = specie bersaglio

<b>Gruppi IA - IB</b>					<b>Gruppi IA - II</b>						
<b>Dissim. media = 50,65</b>					<b>Dissim. media = 67,69</b>						
Specie		Gruppo IB Abb. Media	Gruppo IA Abb. Media	Cont. %	% cum	Specie		Gruppo II Abb. Media	Gruppo IA Abb. Media	Cont. %	% cum
<i>Trisopterus m. capelanus</i>	B	3,37	1,45	4,43	4,43	<i>Gadiculus a. argenteus</i>		4,2	0	5,33	5,33
<i>Callionymus maculatus</i>		3,2	1,44	4,11	8,54	<i>Argentina sphyraena</i>		4,96	1,25	4,93	10,26
<i>Argentina sphyraena</i>		2,78	1,25	3,89	12,43	<i>Plesionika heterocarpus</i>		3,09	0	3,91	14,17
<i>Trachurus trachurus</i>	B	3,78	4,12	3,79	16,22	<i>Arnoglossus laterna</i>		0,36	3,49	3,83	18,01
<i>Spicara flexuosa</i>	B	1,26	3,15	3,62	19,84	<i>Spicara flexuosa</i>	B	0,06	3,15	3,82	21,83
<b>Gruppi IB - II</b>					<b>Gruppi IA - III</b>						
<b>Dissim. media = 55, 61</b>					<b>Dissim. media = 90, 74</b>						
Specie		Gruppo IB Abb. Media	Gruppo II Abb. Media	Cont. %	% cum	Specie		Gruppo III Abb. Media	Gruppo IA Abb. Media	Cont. %	% cum
<i>Gadiculus a. argenteus</i>		0,35	4,2	6,32	6,32	<i>Gadiculus a. argenteus</i>		4,49	0	4,46	4,46
<i>Plesionika heterocarpus</i>		0,44	3,09	4,64	10,96	<i>Galeus melastomus</i>	B	4,25	0	4,26	8,71
<i>Argentina sphyraena</i>		2,78	4,96	3,82	14,78	<i>Phycis blennoides</i>	B	4,16	0,03	4,16	12,87
<i>Glossanodon leioglossus</i>		0,07	2,6	3,79	18,57	<i>Trachurus trachurus</i>	B	0,27	4,12	3,82	16,69
<i>Trachurus trachurus</i>	B	3,78	2,3	3,51	22,08	<i>Arnoglossus laterna</i>		0	3,49	3,41	20,11
<b>Gruppi IB - III</b>					<b>Gruppi II - III</b>						
<b>Dissim. media = 84, 94</b>					<b>Dissim. media = 72,24</b>						
Specie		Gruppo IB Abb. Media	Gruppo III Abb. Media	Cont. %	% cum	Specie		Gruppo II Abb. Media	Gruppo III Abb. Media	Cont. %	% cum
<i>Galeus melastomus</i>	B	0	4,25	4,61	4,61	<i>Merluccius merluccius</i>	B	6,6	2,44	5,3	5,3
<i>Gadiculus a. argenteus</i>		0,35	4,49	4,55	9,16	<i>Phycis blennoides</i>	B	0,06	4,16	5,08	10,37
<i>Phycis blennoides</i>	B	0,65	4,16	3,87	13,03	<i>Galeus melastomus</i>	B	0,25	4,25	4,97	15,34
<i>Trachurus trachurus</i>	B	3,78	0,27	3,84	16,86	<i>Trisopterus m. capelanus</i>	B	3,8	0,17	4,49	19,83
<i>Chlorophthalmus agassizi</i>		0	3,44	3,65	20,51	<i>Alloteuthi) sp.</i>		3,23	0	3,91	23,74
<b>Gruppi IB - IV</b>					<b>Gruppi II - IV</b>						
<b>Dissim. media = 96,10</b>					<b>Dissim. media = 93,91</b>						
Specie		Gruppo IB Abb. Media	Gruppo IV Abb. Media	Cont. %	% cum	Specie		Gruppo II Abb. Media	Gruppo IV Abb. Media	Cont. %	% cum
<i>Merluccius merluccius</i>	B	5,14	0,2	5,33	5,33	<i>Merluccius merluccius</i>	B	6,6	0,2	6,86	6,86
<i>Phycis blennoides</i>	B	0,65	4,72	4,5	9,83	<i>Argentina sphyraena</i>		4,96	0	5,4	12,25
<i>Trachurus trachurus</i>	B	3,78	0	4,04	13,87	<i>Phycis blennoides</i>	B	0,06	4,72	5,02	17,28
<i>Etmopterus spinax</i>		0	3,4	3,73	17,6	<i>Gadiculus a. argenteus</i>		4,2	0,21	4,44	21,72
<i>Trisopterus m. capelanus</i>	B	3,37	0	3,57	21,17	<i>Trisopterus m. capelanus</i>	B	3,8	0	4,03	25,74
<b>Gruppi III - IV</b>					<b>Gruppi IA - IV</b>						
<b>Dissim. media = 61,55</b>					<b>Dissim. media = 97,51</b>						
Specie		Gruppo III Abb. Media	Gruppo IV Abb. Media	Cont. %	% cum	Specie		Gruppo IA Abb. Media	Gruppo IV Abb. Media	Cont. %	% cum
<i>Gadiculus a. argenteus</i>		4,49	0,21	7,61	7,61	<i>Phycis blennoides</i>	B	0,03	4,72	4,99	4,99
<i>Chlorophthalmus agassizi</i>		3,44	0	6	13,61	<i>Merluccius merluccius</i>	B	4,57	0,2	4,54	9,53
<i>Nezumia sclerorhynchus</i>		0,33	3,25	5,54	19,15	<i>Trachurus trachurus</i>	B	4,12	0	4,24	13,76
<i>Pasiphaea sivado</i>		0,8	2,93	4,74	23,89	<i>Etmopterus spinax</i>		0	3,4	3,62	17,39
<i>Macropipus tuberculatus</i>		2,85	0,27	4,61	28,5	<i>Arnoglossus laterna</i>		3,49	0	3,59	20,98

Tab. 4.3.1.3 Contributo percentuale e cumulativo di ogni specie ai gruppi di cale identificati con l'analisi dei cluster. Dati di biomassa (kg/h) . B = specie bersaglio.

Gruppo A 50-230 m Sim.media:32,45				Gruppo B 308 – 580 m Sim.media:40,92			
Specie		Cont %	% cum	Specie	Cont %	% cum	
<i>Merluccius merluccius</i>	B	28,06	28,06	<i>Galeus melastomus</i>	B	25,95	25,95
<i>Trachurus trachurus</i>	B	25,37	53,42	<i>Phycis blennoides</i>	B	24,9	50,85
<i>Spicara flexuosa</i>	B	4,18	57,6	<i>Gadiculus a. argenteus</i>		13,87	64,72
<i>Trisopterus m. capelanus</i>	B	3,74	61,35	<i>Chlorophthalmus agassizi</i>		4,74	69,46
<i>Lepidotrigla cavillone</i>		3,43	64,77	<i>Helicolenus d.dactylopterus</i>	B	3,45	72,91
<i>Argentina sphyraena</i>		3,11	67,88	<i>Macropipus tuberculatus</i>		3,22	76,13
<i>Holothuria tubulosa</i>		2,54	70,42	<i>Merluccius merluccius</i>	B	3,16	79,29
<i>Astropecten i. pentacanthus</i>		2,4	72,82	<i>Argentina sphyraena</i>		2,95	82,24
<i>Trachurus m. mediterraneus</i>	B	1,86	74,69	<i>Lepidorhombus boscii</i>		2,81	85,04
<i>Arnoglossus laterna</i>		1,83	76,51	<i>Etmopterus spinax</i>		2,15	87,19
<i>Sardina pilchardus</i>		1,62	78,13	<i>Coelorhynchus</i>			
<i>Boops boops</i>	B	1,58	79,72	<i>coelorhynchus</i>		2,02	89,21
<i>Conger conger</i>		1,57	81,29	<i>Hoplostethus mediterraneus</i>		1,68	90,89
<i>Parapenaeus longirostris</i>	B	1,42	82,71				
<i>Leptometra phalangium</i>		1,36	84,07				
<i>Alloteuthis sp.</i>		1,26	85,33				
<i>Serranus hepatus</i>		1,25	86,58				
<i>Callionymus maculatus</i>		1,15	87,73				
<i>Engraulis encrasicolus</i>		1,13	88,86				
<i>Stichopus regalis</i>		1,09	89,96				
<i>Cepola macroptalma</i>		0,92	90,88				

Tab. 4.3.1.4 Contributo percentuale e cumulativo di ogni specie alla dissimilarità tra i gruppi di cale identificati con l'analisi dei cluster. B = specie bersaglio. Dati di biomassa (kg/h).

Gruppi A - B		Dissim. Media: 92,28			
Specie		Gruppo A	Gruppo B	Cont %	% cum.
		Abb. Media	Abb. Media		
<i>Galeus melastomus</i>	B	0	1,22	9,03	9,03
<i>Trachurus trachurus</i>	B	1,26	0,1	8,94	17,96
<i>Merluccius merluccius</i>	B	1,13	0,35	7,23	25,19
<i>Phycis blennoides</i>	B	0,01	0,93	7,17	32,36
<i>Gadiculus a. argenteus</i>		0,09	0,71	5,47	37,83

Considerando i cinque intervalli identificati dall'analisi dei cluster, è stata calcolata la biomassa media scartata annualmente per ogni rango, standardizzata al numero di cale. Si osserva che le quantità maggiori di scarto vengono raggiunte tra 135 e 230 metri e tendono a diminuire all'aumentare della profondità (tab.4.3.1.5)

Tab.4.3.1.5 Kg/h e deviazione standard della biomassa media annuale scartata per rango

Intervallo di profondità	50 - 86 m	83 - 130 m	135 - 230 m	308 - 510 m	> 510 m
Biomassa media (kg/h)	24,26 ± 21, 73	19,46 ± 15, 72	37,73 ± 39,22	12,33 ± 6, 30	9,06 ± 5, 33

### 4.3.2 Pesci

Il dendrogramma e l'MDS illustrati in figura 4.3.2.1 e 4.3.2.2 si riferiscono ai dati di abbondanza e di biomassa rispettivamente relativi ai pesci presenti nello scarto. Entrambi mostrano una suddivisione delle cale negli stessi gruppi ottenuti analizzando la matrice totale, cinque gruppi per i dati di abbondanza e due per quelli di biomassa, a dimostrazione del fatto che i pesci, essendo il taxon più abbondante nello scarto, sono i maggiori responsabili di tale ordinamento..

L'analisi della similarità effettuata sia sui dati di abbondanza che su quelli di biomassa conferma che i gruppi individuati dai cluster differiscono significativamente tra loro ( $R = 0,859$ ) e che le maggiori differenze sono tra i primi tre gruppi (IA, IB e II) e gli ultimi due (III e IV) (Tab.4.3.2.1 e 4.3.2.2 )

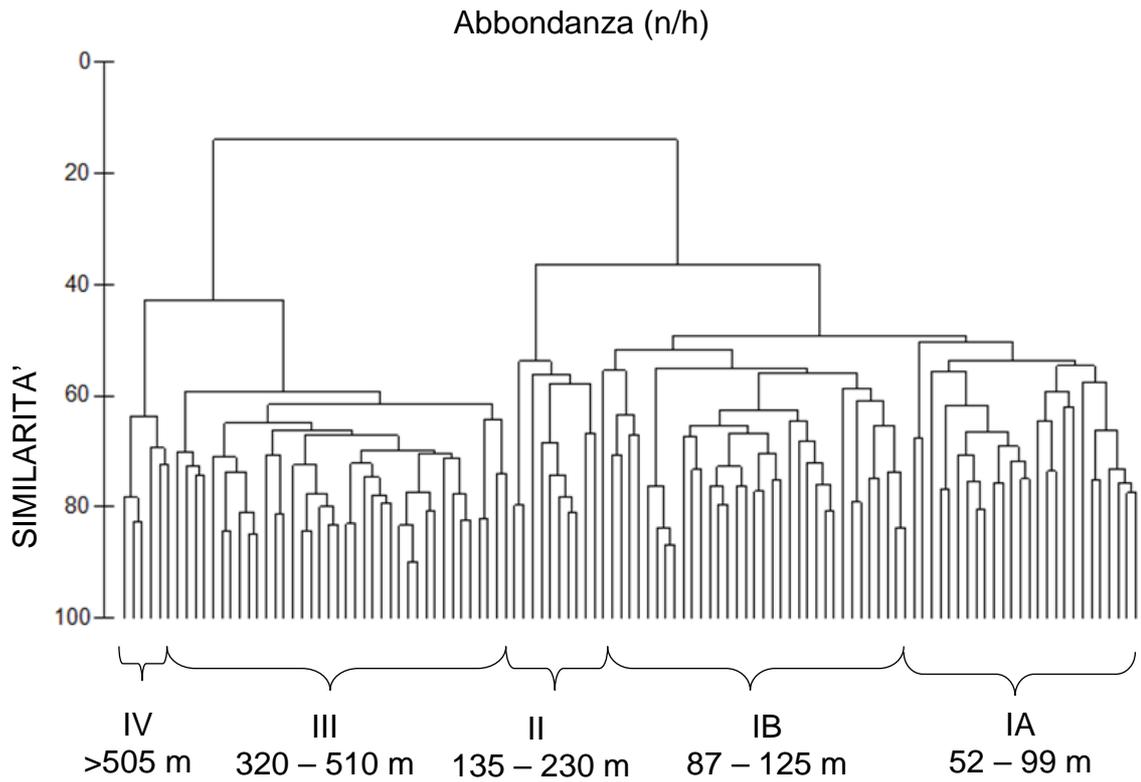


Fig.4.3.2.1a Dendrogramma di similarità tra le cale e MDS per gli anni 2003, 2006 – 2007. Sono inclusi solo i pesci.

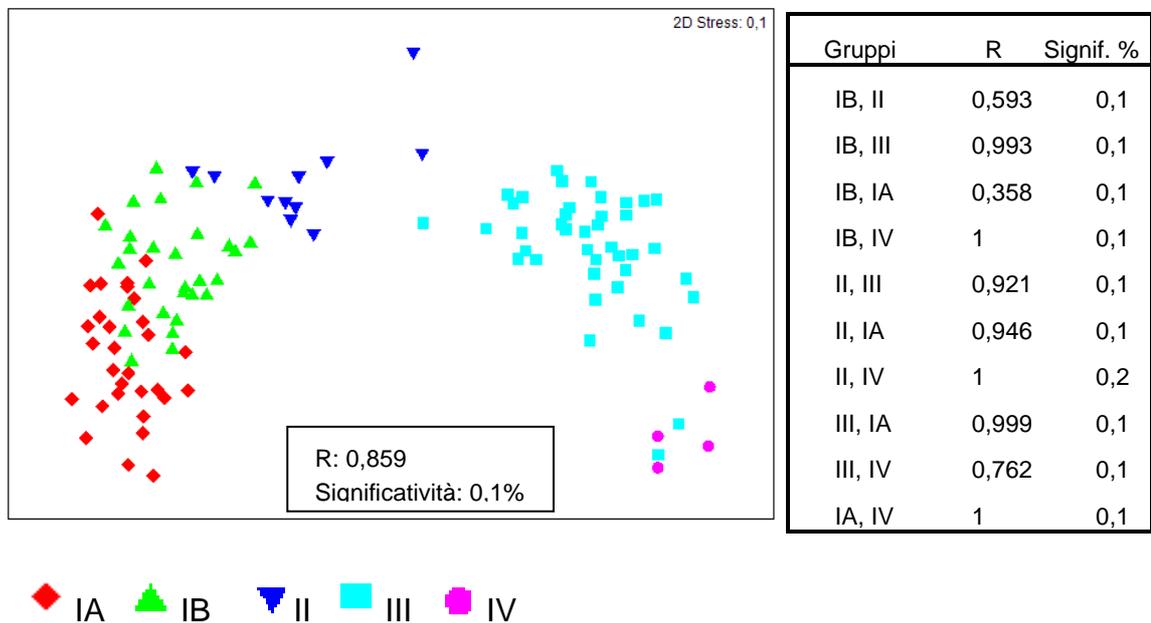
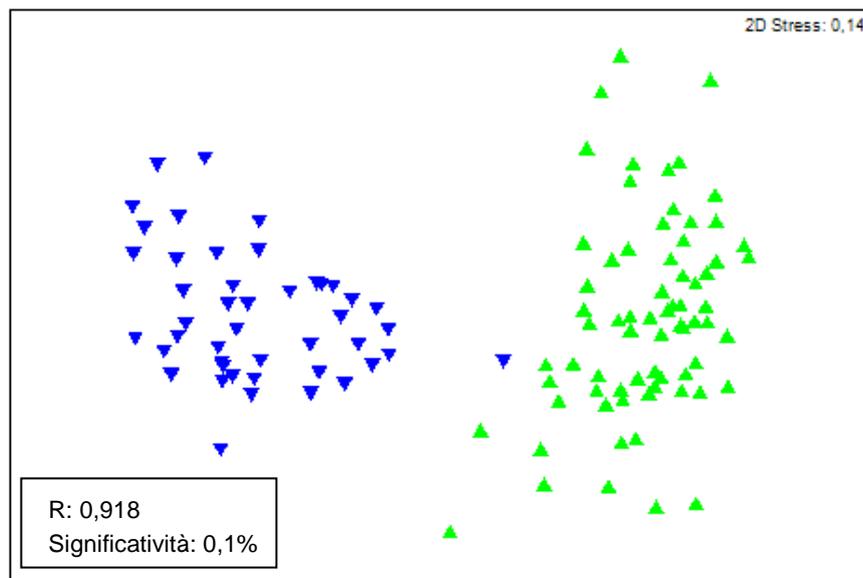
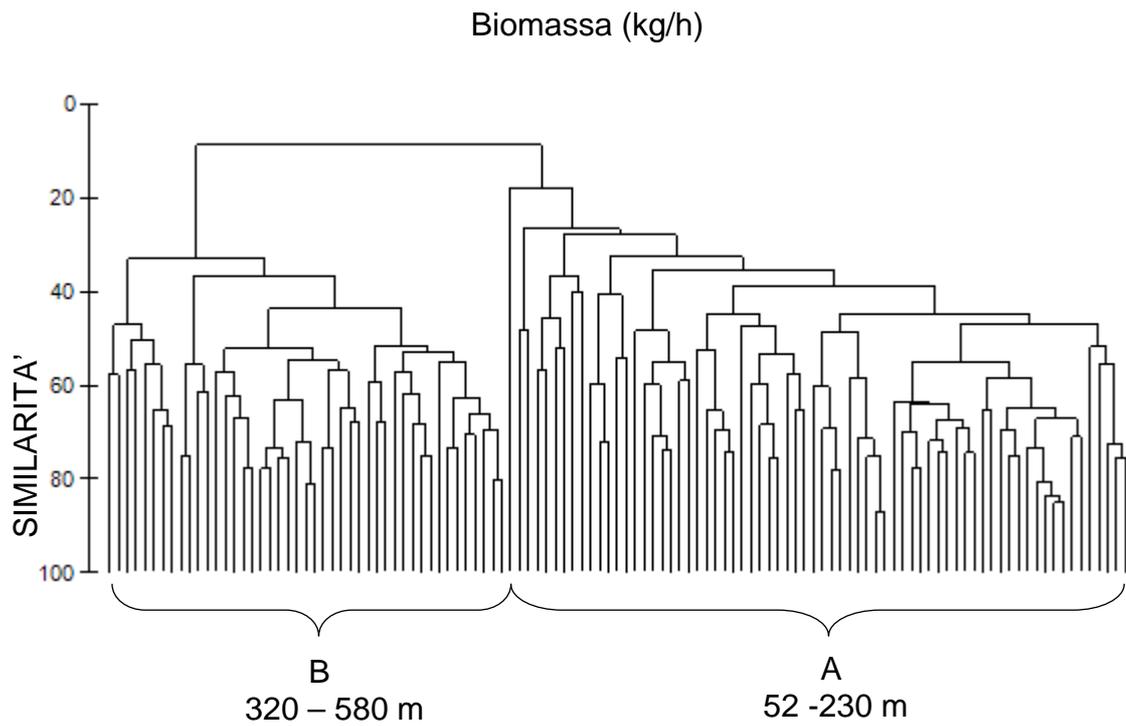


Fig.4.3.2.1b MDS e analisi della similarità. Nel riquadro in basso a destra è mostrato il valore di R globale, in tabella i valori di R per i confronti tra coppie di gruppi.



▲ A   ▼ B

Fig.4.3.2.2 Cluster e MDS dello scarto di pesci per i dati di biomassa (kg/h). Nel riquadro in basso a sinistra è mostrato il valore di R globale.

Nel gruppo IA , 15 specie di cui 7 bersaglio contribuiscono al 90% della similarità. *M. merluccius*, *T. trachurus*, *A. laterna*, *S. flexuosa* e *L. friesii* sono le specie che più caratterizzano questo gruppo (tab. 4.3.2.1) Nel gruppo IB al nasello e al sugarello seguono *L. cavillone* e *T. minutus capelanus*. Qui le specie bersaglio sono solo tre, *Citharus linguatula*, *T. m. mediterraneus* e *M. barbatus* sono infatti le specie bersaglio presenti solo nel primo gruppo, dove manca *T. minutus capelanus*.

Il gruppo II si caratterizza per l'elevato contributo del nasello (25,8%), superiore ai gruppi IA e IB, e per l'importanza di *A. sphyraena* (18,76) che sostituisce il sugarello, seguita da *G. argenteus argenteus*, assente nei primi due gruppi.

Il gruppo III è dominato da *P. blennoides*, *G. melastomus* e *G. a. argenteus*, tutti che forniscono un contributo del 15% circa. In questo gruppo le specie bersaglio sono quattro e tra queste compare lo scorfano di fondale *H. dactylopterus dactylopterus*.

*P. blennoides* è la specie più importante anche nel gruppo IV, seguita dal condroitina *E. spinax* e *G. melastomus*. Un contributo importante alla similarità di questo gruppo è dato anche da *Hoplostethus mediterraneus* e *Nezumia sclerorhynchus*, assenti nelle cale meno profonde. Questo gruppo di cale è quello più omogeneo, con una similarità del 74% dovuta solo a 7 specie (tab. 4.3.2.1).

La tab.4.3.2.2 mostra le prime cinque specie che maggiormente contribuiscono in abbondanza alla differenziazione tra i gruppi di cale. La tabella è molto simile a quella relativa alla matrice totale e le principali specie discriminatorie sono le stesse. Le cale meno profonde (IA,IB,II) si distinguono da quelle della scarpata continentale per la presenza nelle prime di *M. merluccius* e nelle seconde di *P. blennoides* e *G. melastomus*. Le cale di profondità intermedia ( II e III) si distinguono da quelle più superficiali (IA e IB) per la presenza di *G. argenteus argenteus* nelle prime. I gruppi IA e IB si distinguono per una maggiore abbondanza di *T. minutus capelanus* nel gruppo IB.

Anche per quanto riguarda i dati di biomassa, i risultati di similarità e di dissimilarità relativi ai due gruppi individuati dal cluster concordano con la prima analisi effettuata su tutti gli organismi scartati (tab. 4.3.2.2 e 4.3.2.3)

Tab. 4.3.2.1 Pesci. Contributo percentuale e cumulativo di ogni specie alla similarità entro i gruppi di cale identificati con l' analisi dei cluster. Dati di abbondanza (n/h).

Gruppo IA 52-99 m Sim. media: 56,91				Gruppo IB 87-125 m Sim. media: 57,42				Gruppo II 135-230 m Sim. media: 56,93			
Specie		Cont %	% cum	Specie		Cont %	% cum	Specie		Cont %	% cum
<i>Merluccius merluccius</i>	B	16,11	16,11	<i>Merluccius merluccius</i>	B	17,35	17,35	<i>Merluccius merluccius</i>	B	25,8	25,8
<i>Trachurus trachurus</i>	B	11,76	27,88	<i>Trachurus trachurus</i>	B	10,17	27,52	<i>Argentina sphyraena</i>		18,76	44,55
<i>Arnoglossus laterna</i>		10,99	38,87	<i>Lepidotrigla cavillone</i>		8,82	36,34	<i>Gadiculus a. argenteus</i>		11,83	56,39
<i>Spicara flexuosa</i>	B	9,12	47,99	<i>Trisopterus m. capelanus</i>	B	8,63	44,97	<i>Trisopterus m. capelanus</i>	B	10,91	67,3
<i>Lesueurigobius friesii</i>		7,16	55,15	<i>Callionymus maculatus</i>		8,38	53,35	<i>Trachurus trachurus</i>	B	7,13	74,44
<i>Citharus linguatula</i>	B	5,27	60,42	<i>Argentina sphyraena</i>		7,61	60,96	<i>Callionymus maculatus</i>		5,33	79,77
<i>Lepidotrigla cavillone</i>		5,04	65,46	<i>Arnoglossus laterna</i>		6,09	67,05	<i>Glossanodon leioglossus</i>		4,77	84,53
<i>Serranus hepatus</i>		4,29	69,75	<i>Lesueurigobius friesii</i>		5,27	72,33	<i>Capros aper</i>		3,36	87,9
<i>Trachurus m. mediterraneus</i>	B	3,96	73,72	<i>Serranus hepatus</i>		4,64	76,96	<i>Lesueurigobius friesii</i>		1,88	89,78
<i>Engraulis encrasicolus</i>		3,68	77,4	<i>Cepola macrophthalmia</i>		3,35	80,31	<i>Chlorophthalmus agassizi</i>		1,87	91,65
<i>Boops boops</i>	B	3,65	81,05	<i>Spicara flexuosa</i>		2,83	83,15				
<i>Sardina pilchardus</i>		3,54	84,59	<i>Capros aper</i>		2,81	85,96				
<i>Cepola macrophthalmia</i>		2,77	87,35	<i>Symphurus nigrescens</i>		2,56	88,52				
<i>Callionymus maculatus</i>		2,27	89,62	<i>Macroramphosus scolopax</i>		2,02	90,54				
<i>Mullus barbatus</i>	B	2,22	91,84								
Gruppo III 320-510 m Sim. media: 62,17				Gruppo IV > 510 m Sim. media: 73,85							
Specie		Cont %	% cum	Specie		Cont %	% cum				
<i>Phycis blennoides</i>	B	15,93	15,93	<i>Phycis blennoides</i>	B	23,18	23,18				
<i>Galeus melastomus</i>	B	15,72	31,64	<i>Etmopterus spinax</i>		39,42	39,42				
<i>Gadiculus a. argenteus</i>		15,21	46,85	<i>Galeus melastomus</i>	B	53,48	53,48				
<i>Chlorophthalmus agassizi</i>		9,64	56,49	<i>Hoplostethus mediterraneus</i>		66,43	66,43				
<i>Helicolenus d. dactylopterus</i>	B	6,45	62,94	<i>Nezumia sclerorhynchus</i>		76,79	76,79				
<i>Lepidorhombus boscii</i>		5,79	68,74	<i>Lepidorhombus boscii</i>		84,19	84,19				
<i>Synchiropus phaeton</i>		5,37	74,1	<i>Lampanyctus crocodilus</i>		90,47	90,47				
<i>Merluccius merluccius</i>	B	5,32	79,42								
<i>Hymenocephalus italicus</i>		5,23	84,66								
<i>Argentina sphyraena</i>		4,91	89,57								
<i>Coelorhynchus coelorhynchus</i>		1,86	93,32								

Tab. 4.3.2.1 Pesci. Contributo percentuale e cumulativo di ogni specie alla dissimilarità entro i gruppi di cale identificati con l' analisi dei cluster. Dati di abbondanza (n/h).

Gruppi IA - IB					Gruppi IA - II				
Dissim. media = 50,65					Dissim. media = 67,69				
Specie	Gruppo IB Abb. Media	Gruppo IA Abb. Media	Cont. %	% cum	Specie	Gruppo II Abb. Media	Gruppo IA Abb. Media	Cont. %	% cum
<i>Trisopterus m. capelanus</i>	3,37	1,45	4,43	4,43	<i>Gadiculus argenteus argenteus</i>	4,2	0	5,33	5,33
<i>Callionymus maculatus</i>	3,2	1,44	4,11	8,54	<i>Argentina sphyraena</i>	4,96	1,25	4,93	10,26
<i>Argentina sphyraena</i>	2,78	1,25	3,89	12,43	<i>Plesionika heterocarpus</i>	3,09	0	3,91	14,17
<i>Trachurus trachurus</i>	3,78	4,12	3,79	16,22	<i>Arnoglossus laterna</i>	0,36	3,49	3,83	18,01
<i>Spicara flexuosa</i>	1,26	3,15	3,62	19,84	<i>Spicara flexuosa</i>	0,06	3,15	3,82	21,83
Gruppi IB - II					Gruppi IA - III				
Dissim. media = 55, 61					Dissim. media = 90, 74				
Specie	Gruppo IB Abb. Media	Gruppo II Abb. Media	Cont. %	% cum	Specie	Gruppo III Abb. Media	Gruppo IA Abb. Media	Cont. %	% cum
<i>Gadiculus a. argenteus</i>	0,35	4,2	6,32	6,32	<i>Gadiculus argenteus argenteus</i>	4,49	0	4,46	4,46
<i>Plesionika heterocarpus</i>	0,44	3,09	4,64	10,96	<i>Galeus melastomus</i>	4,25	0	4,26	8,71
<i>Argentina sphyraena</i>	2,78	4,96	3,82	14,78	<i>Phycis blennoides</i>	4,16	0,03	4,16	12,87
<i>Glossanodon leioglossus</i>	0,07	2,6	3,79	18,57	<i>Trachurus trachurus</i>	0,27	4,12	3,82	16,69
<i>Trachurus trachurus</i>	3,78	2,3	3,51	22,08	<i>Arnoglossus laterna</i>	0	3,49	3,41	20,11
Gruppi IB - III					Gruppi II - III				
Dissim. media = 84, 94					Dissim. media = 72,24				
Specie	Gruppo IB Abb. Media	Gruppo III Abb. Media	Cont. %	% cum	Specie	Gruppo II Abb. Media	Gruppo III Abb. Media	Cont. %	% cum
<i>Galeus melastomus</i>	0	4,25	4,61	4,61	<i>Merluccius merluccius</i>	6,6	2,44	5,3	5,3
<i>Gadiculus a. argenteus</i>	0,35	4,49	4,55	9,16	<i>Phycis blennoides</i>	0,06	4,16	5,08	10,37
<i>Phycis blennoides</i>	0,65	4,16	3,87	13,03	<i>Galeus melastomus</i>	0,25	4,25	4,97	15,34
<i>Trachurus trachurus</i>	3,78	0,27	3,84	16,86	<i>Trisopterus minutus capelanus</i>	3,8	0,17	4,49	19,83
<i>Chlorophthalmus agassizi</i>	0	3,44	3,65	20,51	<i>Alloteuthis sp.</i>	3,23	0	3,91	23,74
Gruppi IB - IV					Gruppi II - IV				
Dissim. media = 96,10					Dissim. media =93,91				
Specie	Gruppo IB Abb. Media	Gruppo IV Abb. Media	Cont. %	% cum	Specie	Gruppo II Abb. Media	Gruppo IV Abb. Media	Cont. %	% cum
<i>Merluccius merluccius</i>	5,14	0,2	5,33	5,33	<i>Merluccius merluccius</i>	6,6	0,2	6,86	6,86
<i>Phycis blennoides</i>	0,65	4,72	4,5	9,83	<i>Argentina sphyraena</i>	4,96	0	5,4	12,25
<i>Trachurus trachurus</i>	3,78	0	4,04	13,87	<i>Phycis blennoides</i>	0,06	4,72	5,02	17,28
<i>Etmopterus spinax</i>	0	3,4	3,73	17,6	<i>Gadiculus argenteus argenteus</i>	4,2	0,21	4,44	21,72
<i>Trisopterus m. capelanus</i>	3,37	0	3,57	21,17	<i>Trisopterus minutus capelanus</i>	3,8	0	4,03	25,74
Gruppi III - IV					Gruppi IA - IV				
Dissim. media = 61,55					Dissim. media = 97,51				
Specie	Gruppo III Abb. Media	Gruppo IV Abb. Media	Cont. %	% cum	Specie	Gruppo IA Abb. Media	Gruppo IV Abb. Media	Cont. %	% cum
<i>Gadiculus a. argenteus</i>	4,49	0,21	7,61	7,61	<i>Phycis blennoides</i>	0,03	4,72	4,99	4,99
<i>Chlorophthalmus agassizi</i>	3,44	0	6	13,61	<i>Merluccius merluccius</i>	4,57	0,2	4,54	9,53
<i>Nezumia sclerorhynchus</i>	0,33	3,25	5,54	19,15	<i>Trachurus trachurus</i>	4,12	0	4,24	13,76
<i>Pasiphaea sivado</i>	0,8	2,93	4,74	23,89	<i>Etmopterus spinax</i>	0	3,4	3,62	17,39
<i>Macropipus tuberculatus</i>	2,85	0,27	4,61	28,5	<i>Arnoglossus laterna</i>	3,49	0	3,59	20,98

Tab. 4.3.2.3 Pesci. Contributo percentuale e cumulativo di ogni specie alla similarità entro i gruppi di cale identificati con l'analisi dei cluster. Dati di biomassa (kg/h).

Gruppo A 50 - 230 m			Gruppo B 308 - 580 m		
Sim. media: 38,93			Sim. media: 43,42		
Specie	Cont %	% cum	Specie	Cont %	% cum
<i>Merluccius merluccius</i>	B 33,7	33,7	<i>Galeus melastomus</i>	B 28,34	28,34
<i>Trachurus trachurus</i>	B 30,25	63,94	<i>Phycis blennoides</i>	B 27,15	55,49
<i>Spicara flexuosa</i>	B 5	68,94	<i>Gadiculus a. argenteus</i>	15,02	70,52
<i>Trisopterus m. capelanus</i>	B 4,36	73,3	<i>Chlorophthalmus agassizi</i>	5,11	75,63
<i>Lepidotrigla cavillone</i>	4,15	77,45	<i>Helicolenus d. dactylopterus</i>	3,76	79,39
<i>Argentina sphyraena</i>	3,7	81,16	<i>Merluccius merluccius</i>	B 3,46	82,85
<i>Arnoglossus laterna</i>	2,25	83,41	<i>Argentina sphyraena</i>	3,21	86,05
<i>Trachurus m. mediterraneus</i>	B 2,17	85,58	<i>Lepidorhombus boscii</i>	3,07	89,12
<i>Boops boops</i>	B 1,9	87,48	<i>Etmopterus spinax</i>	2,32	91,44
<i>Conger conger</i>	1,83	89,31			
<i>Sardina pilchardus</i>	1,76	91,07			

Tab. 4.3.2.4 Pesci. Contributo percentuale e cumulativo di ogni specie alla dissimilarità tra i gruppi di cale identificati con l'analisi dei cluster. Dati di biomassa (kg/h). B = specie bersaglio.

Gruppi A - B		Dissim. Media: 91,01			
Specie	B	Gruppo A	Gruppo B	Cont %	% cum.
		Abb. Media	Abb. Media		
<i>Galeus melastomus</i>	B	0	1,22	11,73	11,73
<i>Trachurus trachurus</i>	B	1,26	0,1	11,69	23,42
<i>Merluccius merluccius</i>	B	1,13	0,35	9,51	32,92
<i>Phycis blennoides</i>	B	0,01	0,93	9,35	42,27
<i>Gadiculus a. argenteus</i>		0,09	0,71	7,12	49,39

### 4.3.3 Crostacei

Considerando il contributo dei soli crostacei nello scarto, l'analisi dei cluster e l'nMDS (fig. 4.3.3.1 e 4.3.3.2) eseguite sui dati di abbondanza e di biomassa concordano nella distinzione di due gruppi principali di cale. Un gruppo di cale relative alla piattaforma continentale (50 – 230 m) e uno relativo alla scarpata continentale (308 -580). In questo caso né il cluster né l'MDS hanno identificato ulteriori sottogruppi.

I dati di abbondanza risultano migliori nel discriminare i due gruppi, come mostra l'analisi della similarità che fornisce un valore di R pari a 0,713, superiore a quello ottenuto per la biomassa (R = 0,542).

Dall'analisi SIMPER risulta che la specie bersaglio *P. longirostris* caratterizza il gruppo di cale della scarpata con un contributo alla similarità del 31,47 %, seguita da *Liocarcinus depurator* e *Solenocera membranacea*. In questo gruppo di cale 8 specie contribuiscono al 90 % della similarità, mentre nel secondo gruppo di cale lo stesso contributo è fornito da 11 specie. Da notare in questo gruppo l'importanza del genere *Plesionika*, qui rappresentato da 4 specie. (Tab. 4.3.3.1)

Anche l'analisi della dissimilarità mostra che la differenza tra i due gruppi di cale è dovuta a *P. longirostris*, *S. membranacea* e *Chlorotocus crassicornis* presenti nel primo e assenti nelle cale più profonde, dove invece compaiono *Macropipus tuberculatus* e *Plesionika heterocarpus*. (Tab.4.3.3.2).

Poiché nel caso dei crostacei i risultati dell'abbondanza corrispondevano a quelli della biomassa, non è stata riportata l'analisi SIMPER per questo indice.

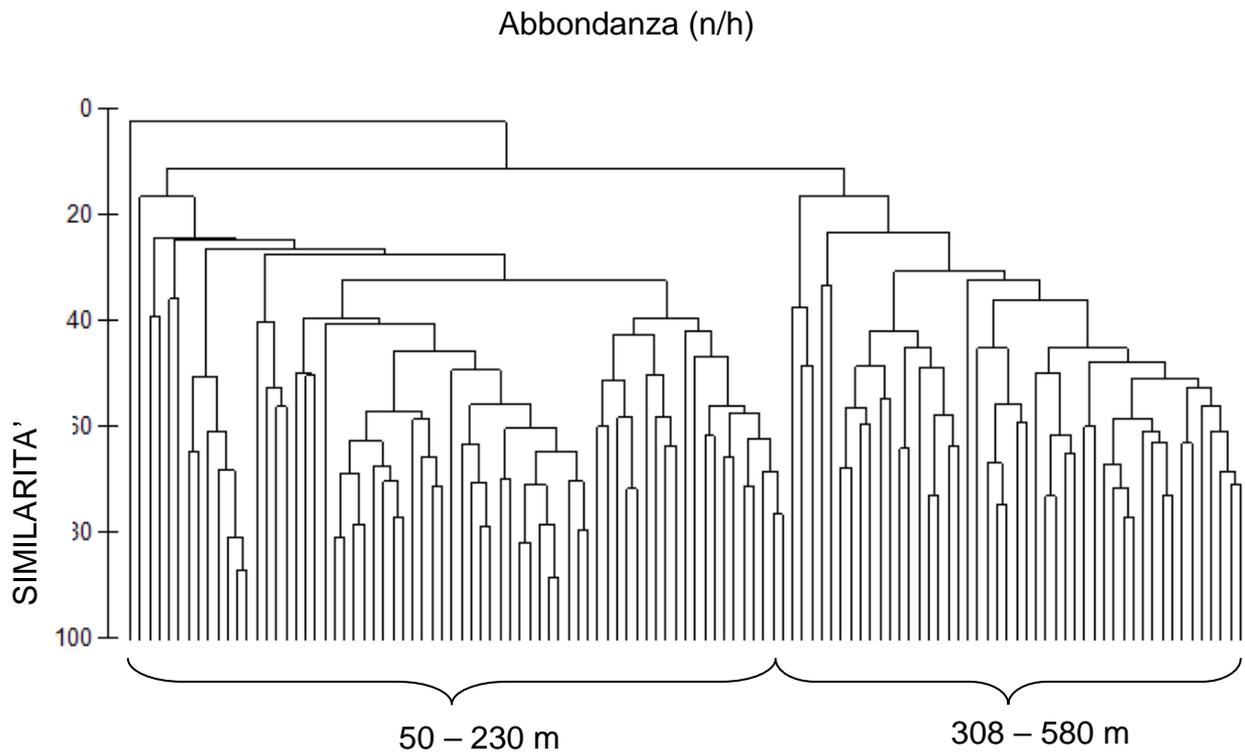


Fig. 4.3.3.1a Dendrogramma di similarità tra le cale e MDS per gli anni 2003, 2006 - 2007. Sono inclusi solo i crostacei

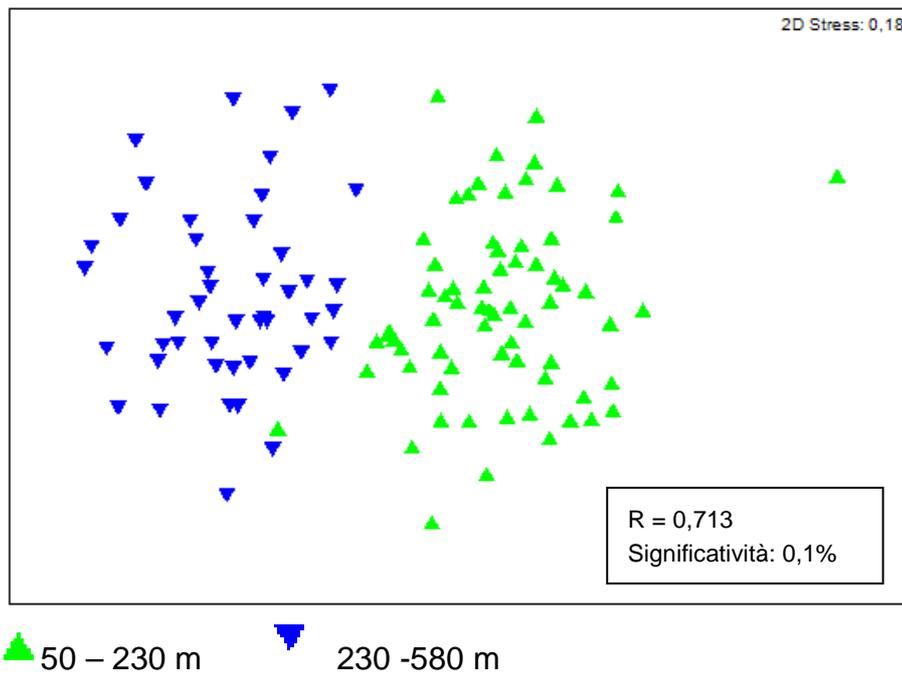


Fig. 4.3.3.1b MDS e analisi della similarità. Nel riquadro in basso a destra è mostrato il valore di R globale.

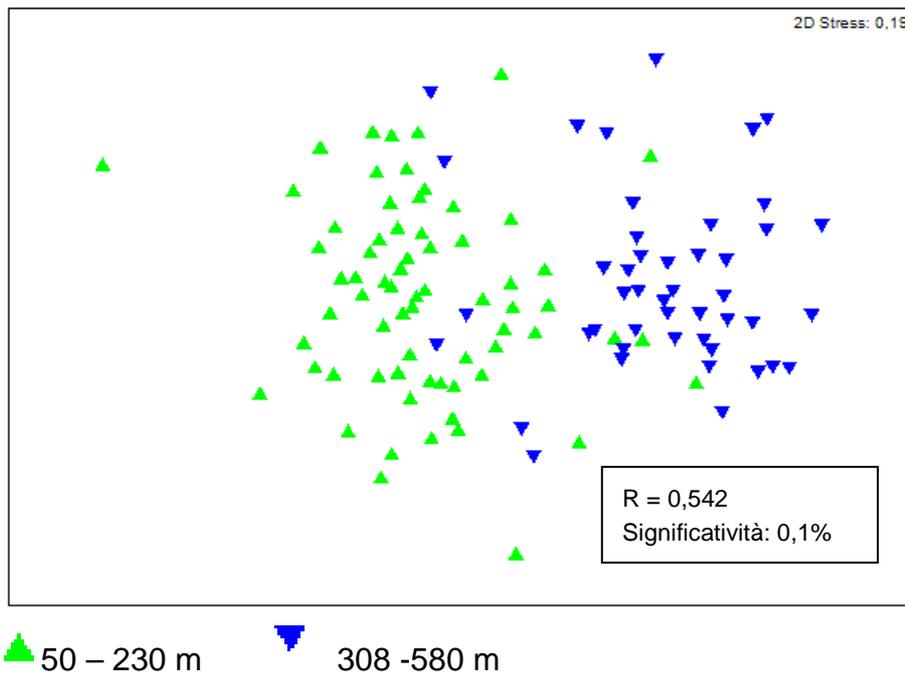
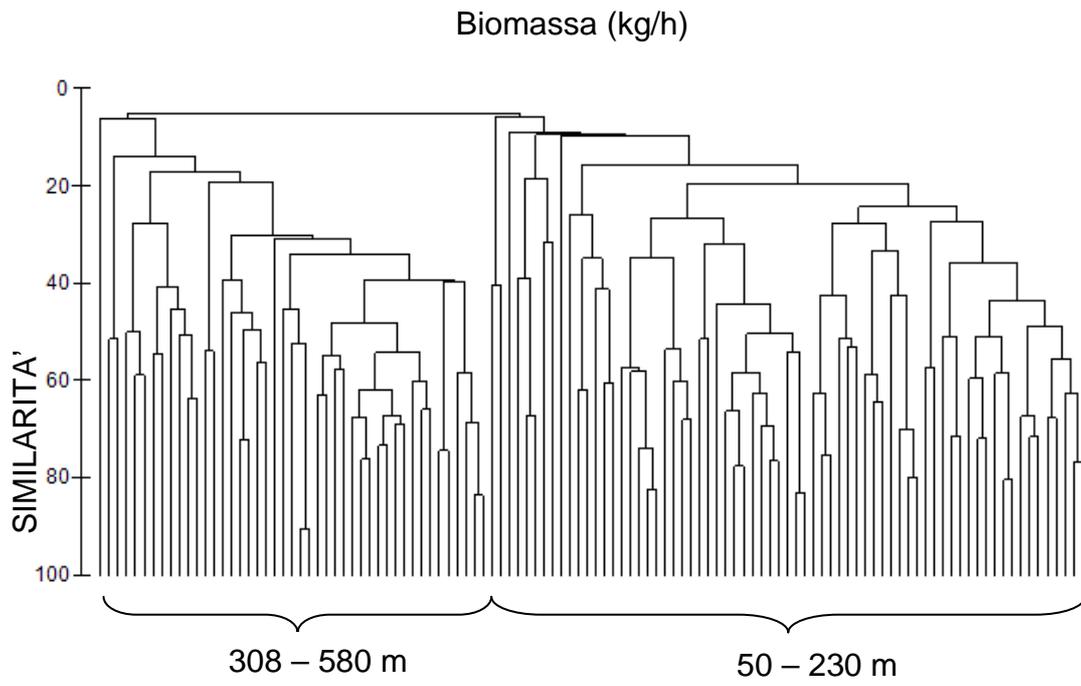


Fig.4.3.3.2 Custer e MDS dello scarto di crostacei. Dati di biomassa (kg/h).

Tab. 4.3.3.1 Crostacei. Contributo percentuale e cumulativo di ogni specie alla similarità entro i gruppi di cale identificati con l'analisi dei cluster. Dati di biomassa (kg/h). C = specie commerciali.

Gruppo A			Gruppo B		
50 - 230 Sim. media: 32,91			308 - 580 Sim. media:34,97		
Specie	Cont. %	% cum.	Specie	Cont. %	% cum.
<i>Parapenaeus longirostris</i>	31,47	31,47	<i>Macropipus tuberculatus</i>	29,53	29,53
<i>Liocarcinus depurator</i>	12,97	44,44	<i>Plesionika heterocarpus</i>	12,12	41,65
<i>Solenocera membranacea</i>	11,58	56,01	<i>Plesionika giglioli</i>	10,64	52,29
<i>Chlorotocus crassicornis</i>	10,42	66,43	<i>Plesionika martia</i>	6,96	59,25
<i>Medorippe lanata</i>	10,07	76,5	<i>Munida intermedia</i>	6,67	65,92
<i>Pontophilus spinosus</i>	6,14	82,64	<i>Policheles typhlops</i>	5,93	71,84
<i>Squilla mantis</i>	5,43	88,07	<i>Nephrops norvegicus</i>	5,08	76,92
<i>Goneplax rhomboides</i>	3,53	91,6	<i>Chlorotocus crassicornis</i>	4,39	81,31
			<i>Plesionika antigai</i>	3,94	85,25
			<i>Munida tenuimana</i>	3,23	88,48
			<i>Pasiphaea sivado</i>	2,96	91,44

Tab. 4.3.3.2 Crostacei. Contributo percentuale e cumulativo di ogni specie alla dissimilarità tra i gruppi di cale identificati con l'analisi dei cluster. Dati di biomassa (kg/h). C = specie commerciali

Gruppi A - B		Dissim. media = 89,04		
Specie	Gruppo A		Gruppo B	
	Abb. Media	Abb. Media	Cont. %	% cum
<i>Macropipus tuberculatus</i>	0,18	2,66	9,12	9,12
<i>Parapenaeus longirostris</i>	C 2,51	0,49	7,55	16,67
<i>Plesionika heterocarpus</i>	C 0,68	1,9	6,55	23,22
<i>Solenocera membranacea</i>	C 1,77	0,7	5,28	28,5
<i>Chlorotocus crassicornis</i>	1,52	1,04	5,23	33,73

#### 4.3.4 Cefalopodi

L'analisi dei cluster e i diagrammi MDS costruiti sui dati di abbondanza e di biomassa dei cefalopodi concordano nella suddivisione delle cale in due gruppi, uno caratterizzato dalla fauna della piattaforma continentale che comprende cale tra 50 e 190 m e uno relativo alla scarpata continentale (190 – 580) (fig. 4.3.4.1 e 4.3.4.2). Anche per i cefalopodi i valori di abbondanza sono più efficaci nel discriminare i due gruppi di cale, infatti l'Anosim effettuata sui dati di abbondanza mostra un R pari a 0,625, che indica una certa distinzione tra i due gruppi con una significatività dello 0,1%, mentre la distinzione tra i due gruppi ottenuti con i dati di biomassa risulta leggermente inferiore (R = 0,528). La tab. 4.3.4.1 mostra che cinque specie caratterizzano le cale meno profonde, in particolare *Alloteuthis sp.* e *Sepia elegans* contribuiscono da soli al 60% della similarità del gruppo A. Solo due specie, *Sepietta oweniana* e *Octopus salutii*, compaiono nelle cale più profonde. La stessa analisi condotta sui dati di biomassa ha evidenziato esattamente le medesime specie.

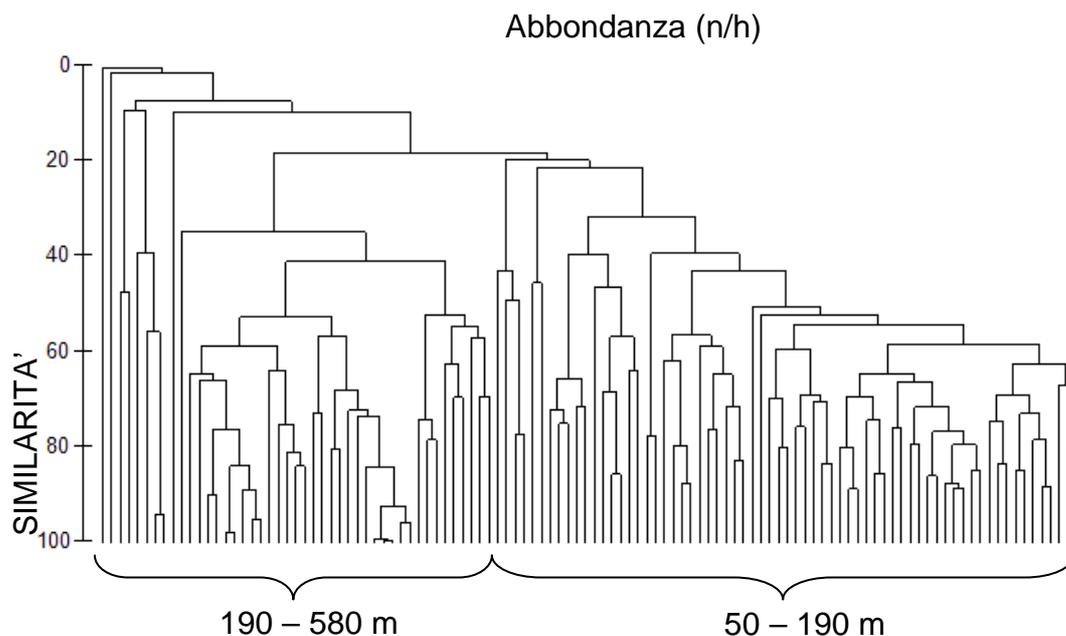
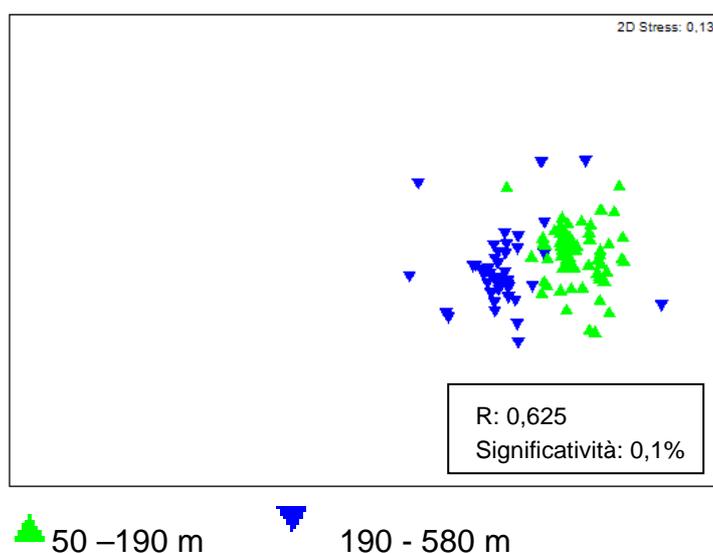


Fig. 4.3.4.1a Dendrogramma di similarità tra le cale e MDS per gli anni 2003, 2006 – 2007. Sono inclusi solo i cefalopodi.



▲ 50 –190 m      ▼ 190 - 580 m

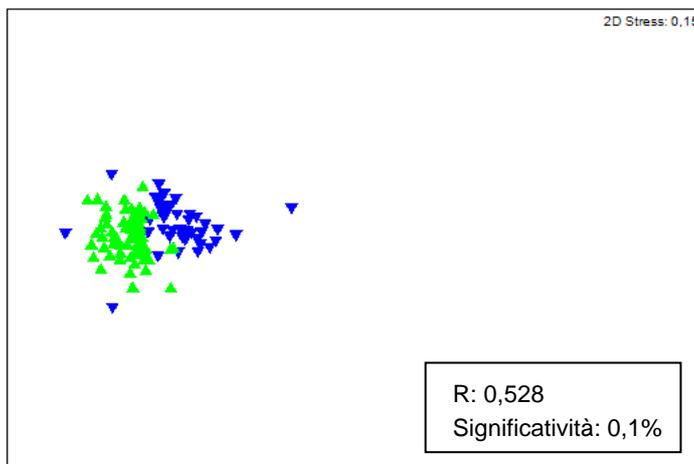
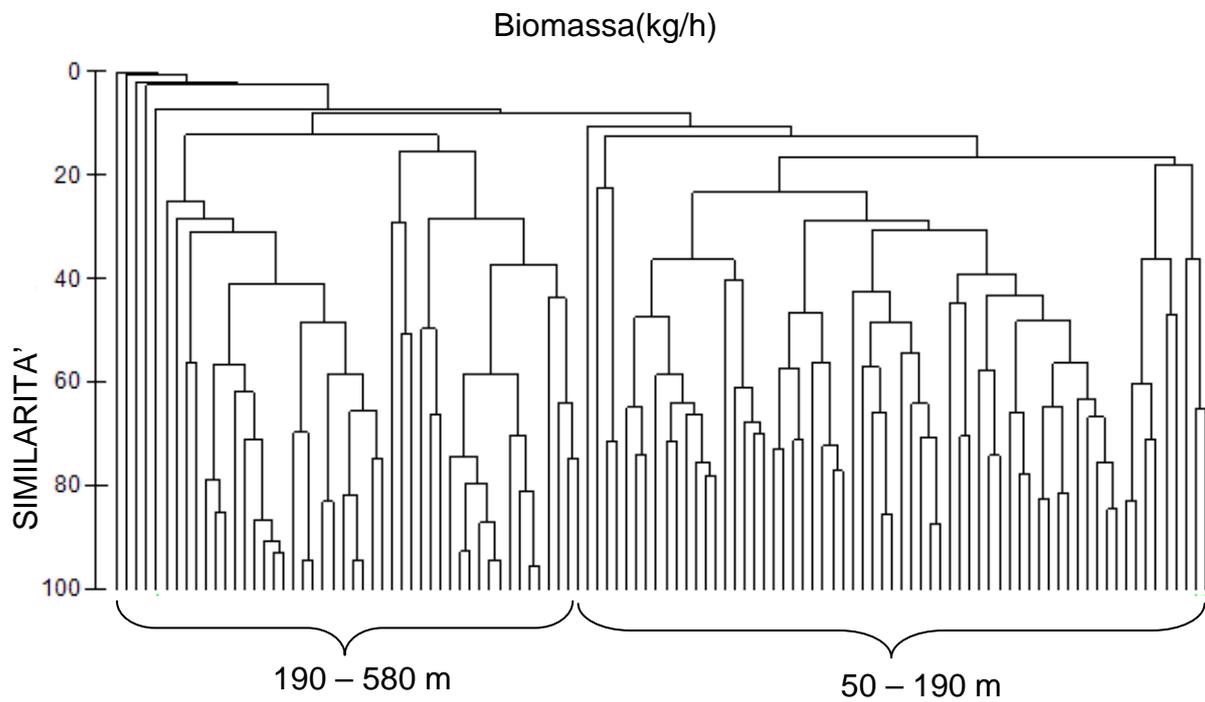
Fig. 4.3.4.1b MDS e analisi della similarità. Nel riquadro in basso a destra è mostrato il valore di R globale.

Tab. 4.3.4.1 Cefalopodi. Contributo percentuale e cumulativo di ogni specie alla similarità entro i gruppi di cale identificati con l' analisi dei cluster. Dati di abbondanza (n/h). B = specie bersaglio.

<b>Gruppo A</b>	<b>50 - 230</b>	<b>Sim. media: 42,83</b>		<b>Gruppo B</b>	<b>230 - 580</b>	<b>Sim. media:36,52</b>
Specie	Cont. %	% cum.		Specie	Cont. %	% cum.
<i>Alloteuthis sp.</i>	38,65	38,65		<i>Sepietta oweniana</i>	76,26	76,26
<i>Sepia elegans</i>	22,22	60,86	B	<i>Octopus salutii</i>	19,43	95,68
<i>Sepietta oweniana</i>	13,16	74,02				
<i>Rondeletiola minor</i>	10,88	84,9				
<i>Illex coindetii</i>	8,47	93,37	B			

Tab. 4.3.4.2 Cefalopodi. Contributo percentuale e cumulativo di ogni specie alla dissimilarità tra i gruppi di cale identificati con l'analisi dei cluster. Dati di abbondanza (n/h). B = specie bersaglio.

Gruppi A - B			Dissim. media = 89,04	
Specie	Gruppo A Abb. Media	Gruppo B Abb. Media	Cont. %	% cum
<i>Alloteuthis sp.</i>	2,63	0,1	21,48	21,48
<i>Sepietta oweniana</i>	1,4	2,01	14,71	36,2
<i>Sepia elegans</i>	B 1,61	0,06	14,21	50,41
<i>Rondeletiola minor</i>	1,33	0,35	9,99	60,4
<i>Illex coindetii</i>	B 1,33	0,09	9,54	69,94



▲ 50 - 190 m      ▼ 190 - 580 m

Fig.4.3.4 Cluster e MDS dello scarto di cefalopodi per i dati di biomassa.

#### 4.3.5 Specie bersaglio

L'analisi dei cluster sull'insieme delle specie bersaglio ha permesso l'identificazione di tre gruppi di cale, anche in questo caso ordinati secondo il gradiente batimetrico (fig. 4.3.5.1). I primi due gruppi comprendono le cale effettuate sulla scarpata continentale, fino a 230 metri, e si distinguono a una profondità intermedia di circa 120 m. Il terzo gruppo comprende le cale più profonde, da 308 a 580 metri. Non si osserva una ulteriore discriminazione tra cale lungo la scarpata continentale. Il diagramma MDS mette in evidenza la netta distinzione tra cale della piattaforma e cale della scarpata continentale, mentre la separazione a 120 metri è meno pronunciata e più graduale.

Il valore di R risultato dall'analisi della similarità conferma l'ipotesi di differenze significative tra i tre gruppi di cale ( $R = 0,879$ ) e anche i confronti tra coppie di gruppi risultano tutti significativi.

I cluster e il diagramma MDS costruiti sui dati di biomassa mantengono la suddivisione tra i primi 230 metri e le cale a profondità superiori, ma non distinguono ulteriori sottogruppi (fig. 4.3.5.2), mostrando di nuovo che l'abbondanza permette una discriminazione più precisa della comunità.

Come per le analisi precedenti, *M. merluccius* e *T. trachurus* risultano essere le specie che maggiormente caratterizzano il primo gruppo di cale, con un contributo cumulativo del 50%. Importante è anche *S. flexuosa*, seguita da *P. longirostris*, l'unico crostaceo che compare tra le specie bersaglio che caratterizzano questo intervallo batimetrico. Tra 100 e 230 metri compaiono *T. minutus capelanus*, che infatti è la principale specie discriminante tra i primi due gruppi, e il totano *Illex coindetii*. Come ci si poteva aspettare dalle analisi precedenti, anche qui l'ultimo gruppo è caratterizzato da *G. melastomus*, *P. blennoides* e in una certa misura anche da *H. dactylopterus dactylopterus* (tab. 4.3.5.1). Anche per i dati di biomassa i due gruppi sono caratterizzati dalle stesse specie. *G. melastomus* assume una rilevanza ancora maggiore nelle cale più profonde viste le maggiori dimensioni di questa specie rispetto a *P. blennoides*. (tab. 4.3.5.2)

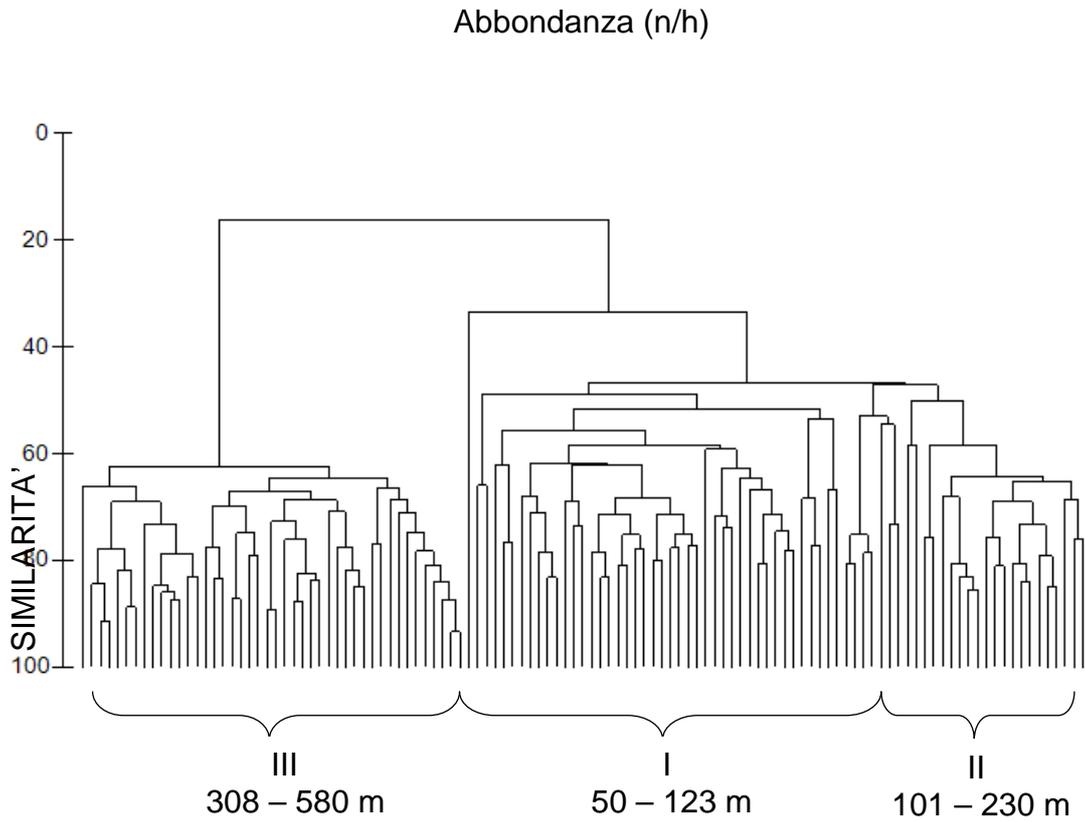


Fig. 4.3.5.1a Dendrogramma di similarità tra le cale e MDS per gli anni 2003, 2006 – 2007. Sono incluse solo le specie bersaglio.

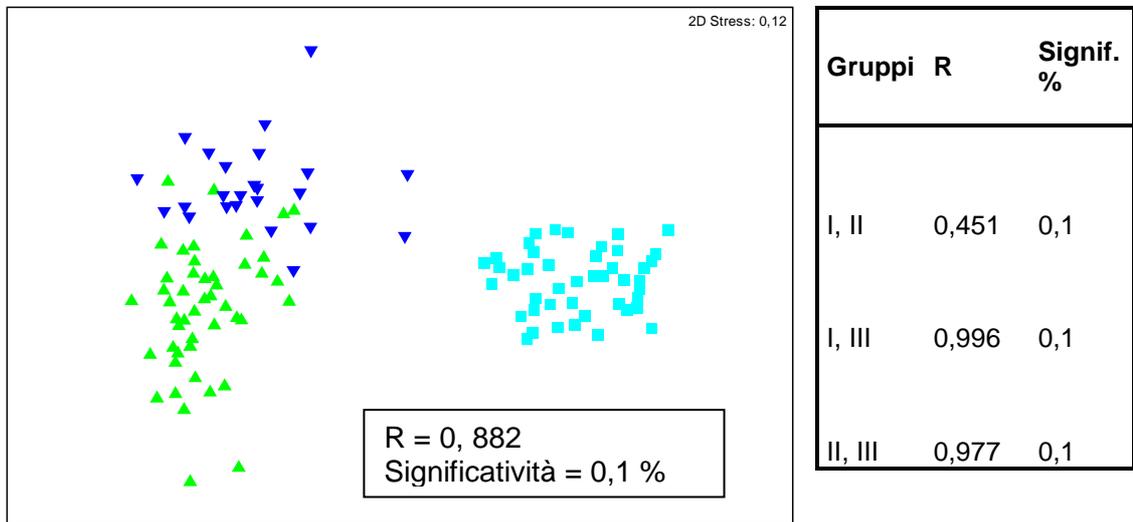


Fig. 4.3.5.1b MDS e analisi della similarità. Nel riquadro in basso a destra è mostrato il valore di R globale, nella tabella i valori di R per i confronti tra coppie di campioni.

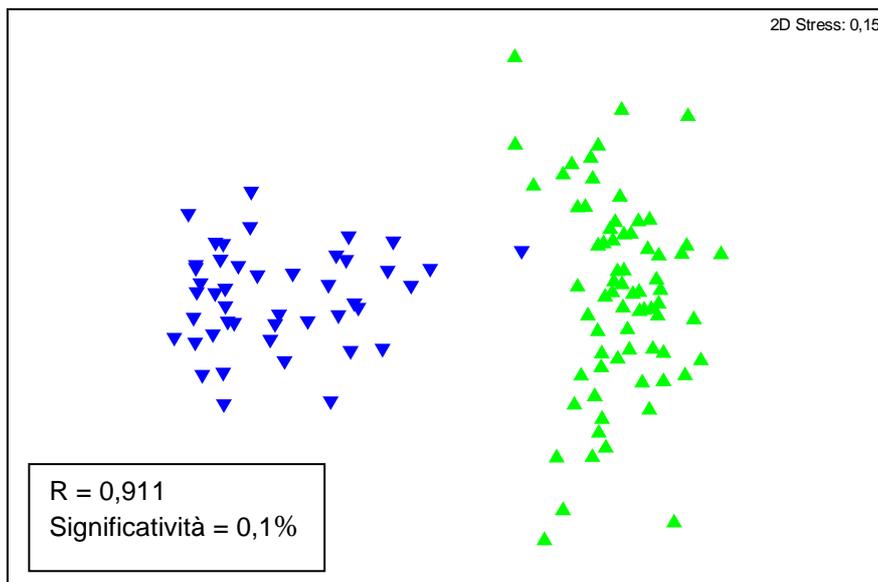
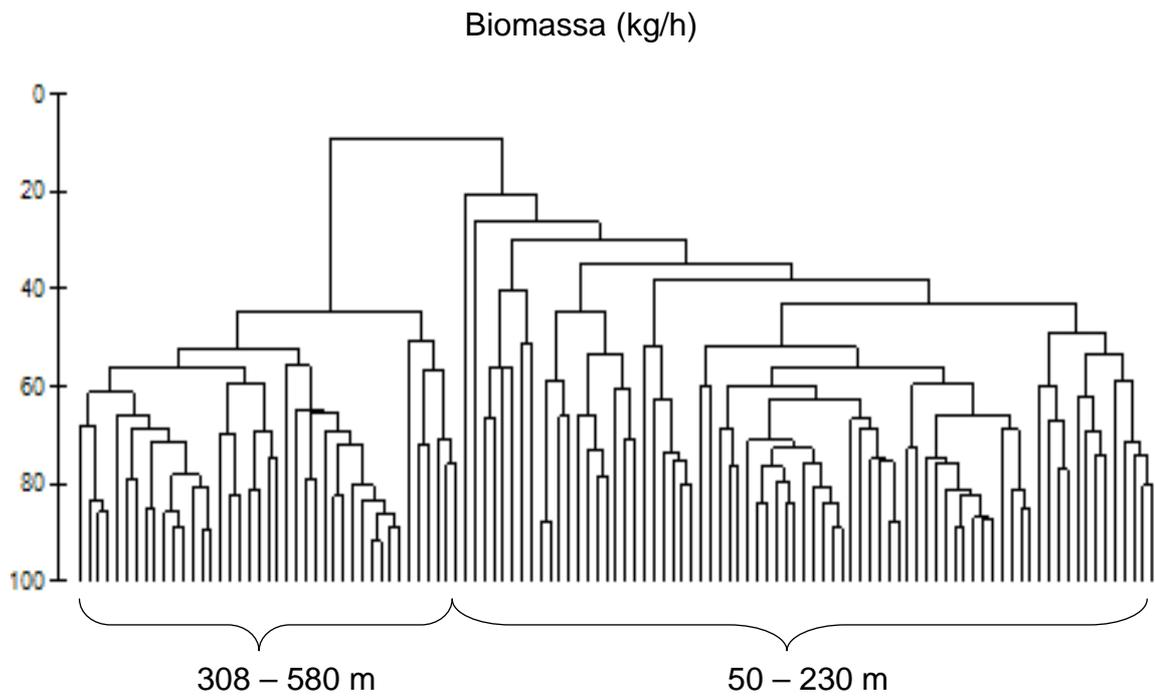


Fig. 4.3.5.2 Cluster e MDS per lo scarto di specie bersaglio. Dati di biomassa.

Tab.4.3.5.1 Contributo percentuale e cumulativo di ogni specie bersaglio alla similarità entro i gruppi di cale identificati dall'analisi dei cluster. Dati di abbondanza (n/h).

<b>Gruppo I 50 -123 m Sim. media: 56,58</b>			<b>Gruppo II 101 – 230 m Sim. media: 55,71</b>		
Specie	Cont. %	% cum.	Specie	Cont. %	% cum.
<i>Merluccius merluccius</i>	27,99	27,99	<i>Merluccius merluccius</i>	39,97	39,97
<i>Trachurus trachurus</i>	21,6	49,6	<i>Trisopterus m. capelanus</i>	23,88	63,86
<i>Spicara flexuosa</i>	11,6	61,2	<i>Trachurus trachurus</i>	11,65	75,5
<i>Parapenaeus longirostris</i>	9,58	70,78	<i>Parapenaeus longirostris</i>	11,25	86,75
<i>Citharus linguatula</i>	6,9	77,68	<i>Illex coindetii</i>	5,14	91,9
<i>Trisopterus m. capelanus</i>	5,16	82,84			
<i>Trachurus m. mediterraneus</i>	4,69	87,53			
<i>Boops boops</i>	4,12	91,65			
<b>Gruppo III 308 – 580 m Sim. media: 65, 84</b>					
Specie	Cont. %	% cum.			
<i>Phycis blennoides</i>	32,28	32,28			
<i>Galeus melastomus</i>	30,42	62,69			
<i>Helicolenus d. dactylopterus</i>	12,11	74,8			
<i>Lepidorhombus boscii</i>	10,81	85,61			
<i>Merluccius merluccius</i>	8,18	93,79			

Tab.4.3.5.2 Contributo percentuale e cumulativo di ogni specie bersaglio alla dissimilarità tra i gruppi di cale identificati dall'analisi dei cluster. Dati di abbondanza (n/h).

<b>Gruppi I - II</b>		<b>Diss. Media: 53, 60</b>			
Specie	Abb. Media	Gruppo I		Gruppo II	
		Abb. Media	Cont. %	Abb. Media	% cum.
<i>Trisopterus m. capelanus</i>	1,86	4,09	10,92	10,92	
<i>Trachurus trachurus</i>	4,23	2,6	9,18	20,1	
<i>Spicara flexuosa</i>	2,54	0,56	7,99	28,09	
<i>Parapenaeus longirostris</i>	2,38	2,59	7,15	35,25	
<i>Merluccius merluccius</i>	4,65	6,09	6,94	42,19	
<b>Gruppi I - III</b>		<b>Diss. Media: 85,80</b>			
Specie	Abb. Media	Gruppo I		Gruppo III	
		Abb. Media	Cont. %	Abb. Media	% cum.
<i>Galeus melastomus</i>	0	4,21	11,4	11,4	
<i>Phycis blennoides</i>	0,32	4,26	10,8	22,2	
<i>Trachurus trachurus</i>	4,23	0,19	10,57	32,77	
<i>Merluccius merluccius</i>	4,65	2,17	7,68	40,45	
<i>Spicara flexuosa</i>	2,54	0	6,7	47,15	
<b>Gruppi II - III</b>		<b>Diss. Media: 79,69</b>			
Specie	Abb. Media	Gruppo II		Gruppo III	
		Abb. Media	Cont. %	Abb. Media	% cum.
<i>Merluccius merluccius</i>	6,09	2,17	12,11	12,11	
<i>Galeus melastomus</i>	0,19	4,21	12,08	24,2	
<i>Trisopterus m. capelanus</i>	4,09	0,1	12,03	36,22	
<i>Phycis blennoides</i>	0,31	4,26	11,94	48,17	
<i>Trachurus trachurus</i>	2,6	0,19	7,37	55,53	

Tab.4.3.5.3 Contributo percentuale e cumulativo di ogni specie bersaglio alla similarità entro i gruppi di cale identificati dall'analisi dei cluster. Dati di biomassa (kg/h).

<b>Gruppo I 50 - 230 m</b>			<b>Gruppo II 308 -580 m</b>		
<b>Sim. media: 43,79</b>			<b>Sim. media: 51,69</b>		
Specie	Cont. %	% cum.	Specie	Cont. %	% cum.
<i>Merluccius merluccius</i>	41,82	41,82	<i>Galeus melastomus</i>	41,95	41,95
<i>Trachurus trachurus</i>	35,74	77,56	<i>Phycis blennoides</i>	39,92	81,88
<i>Spicara flexuosa</i>	6,39	83,96	<i>Helicolenus dactylopterus</i>	5,53	87,41
<i>Trisopterus m. capelanus</i>	5,49	89,44	<i>Merluccius merluccius</i>	4,91	92,31
<i>Trachurus m. mediterraneus</i>	2,86	92,3			

Tab.4.3.5.4 Contributo percentuale e cumulativo di ogni specie bersaglio alla dissimilarità tra i gruppi di cale identificati dall'analisi dei cluster. Dati di biomassa (kg/h).

<b>Gruppi I - II</b>		<b>Diss. Media: 90,15</b>		
Specie	Gruppo I		Gruppo II	
	Abb. Media	Abb. Media	Cont. %	% cum.
<i>Galeus melastomus</i>	0	1,22	18,83	18,83
<i>Trachurus trachurus</i>	1,26	0,1	17,62	36,45
<i>Phycis blennoides</i>	0,01	0,93	15	51,45
<i>Merluccius merluccius</i>	1,13	0,35	14,71	66,16
<i>Trisopterus m. capelanus</i>	0,36	0,01	4,65	70,81

#### 4.3.6. Variazione del popolamento scartato secondo il gradiente batimetrico

La fig. 4.3.6 mostra la variazione nella composizione della comunità scartata lungo il gradiente batimetrico. Nell'istogramma vengono indicate le percentuali di abbondanza e di biomassa delle specie più importanti risultanti dalle analisi SIMPER. Le biocenosi non sono state considerate nel grafico, poiché loro elevate abbondanze avrebbero reso meno leggibile l'immagine.

Si osserva che *M. merluccius* e *T. trachurus* dominano la comunità nei primi 130 m di profondità e che *M. merluccius* raggiunge un picco di abbondanza tra 135 e 230 m, rappresentando il 43% degli individui totali. Il contributo di queste specie è ancora più evidente se si considera la biomassa. Altre specie commercialmente importanti che caratterizzano queste profondità sono *Spicara flexuosa* nei primi 80 m e *T. minutus capelanus*, tra 80 e 230 m. Tra 130 e 230 m il sugarello perde importanza in termini di abbondanza, mentre comincia a comparire un discreto numero di individui di *G. argenteus argenteus*, una specie che viene sempre scartata in quanto priva di interesse per il mercato.

La comunità varia notevolmente al passaggio dalla piattaforma continentale alla scarpata. L'unica specie che si distribuisce a cavallo di queste due aree mantenendo una certa importanza in entrambe è *Gadiculus argenteus argenteus*, che scompare nelle cale più profonde. Tra 300 e 580 metri le specie che dominano soprattutto per kg/h sono *Phycis blennoides* e *Galeus melastomus*. Anche un altro condroitta, *Etmopterus spinax*, caratterizza le cale più profonde per abbondanza di individui..

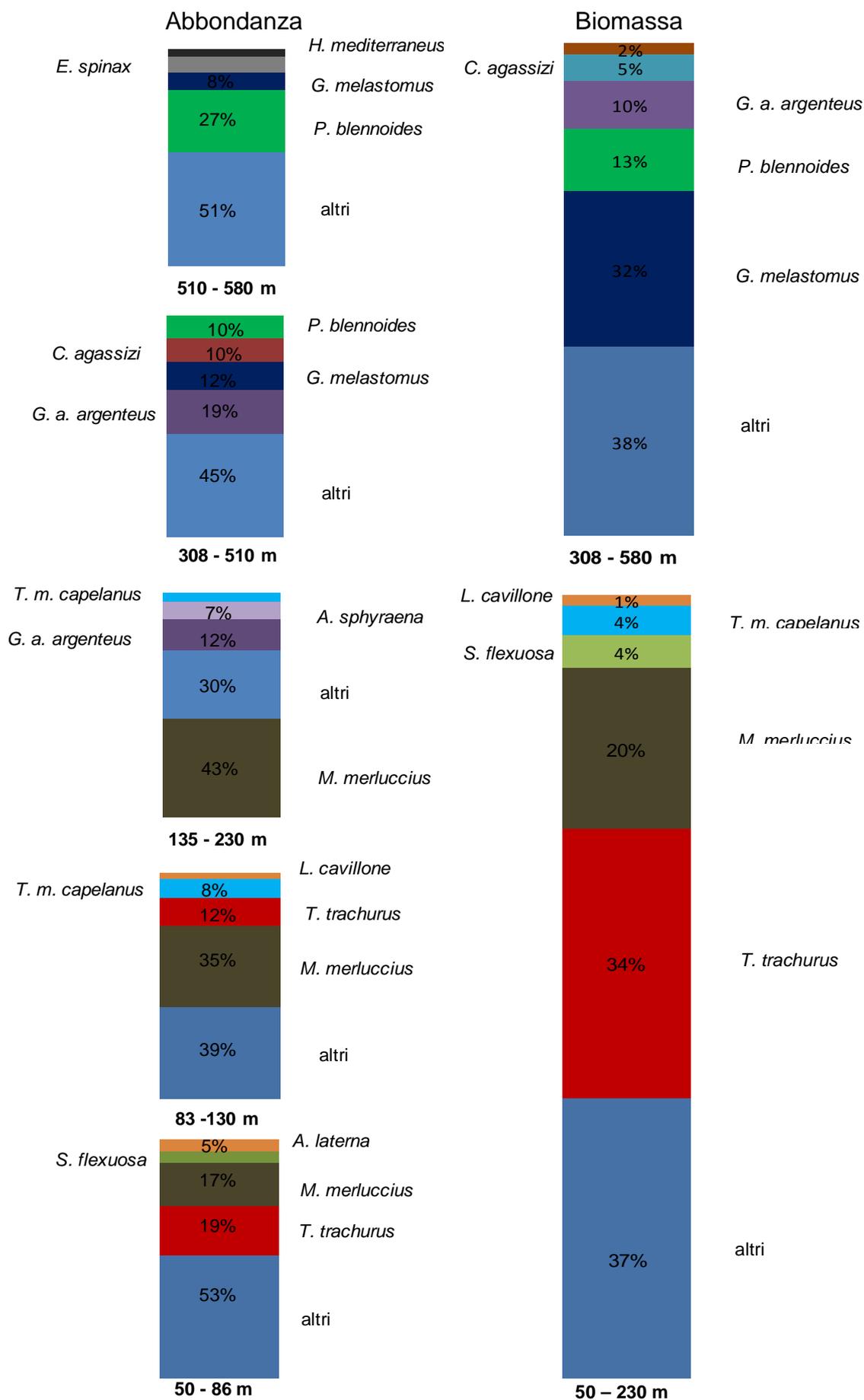


Fig.4.3.6 Variazione del popolamento demersale con la profondità. Sono incluse le specie che caratterizzano ogni intervallo batimetrico per n/h e kg/h.

#### 4.3.7 Descrizione dello scarto in base alla batimetria.

L'analisi della varianza ha mostrato che esistono differenze significative nell'abbondanza e nella biomassa degli organismi scartati tra la piattaforma continentale (60 -200 m) e la scarpata (200 – 580 m). In particolare si osserva un decremento significativo di questi parametri all'aumentare della profondità, come è stato messo in evidenza dal test di Tukey (Tab. 4.3.7.1 e 4.3.7.2).

I dati invece non variano significativamente nei cinque anni presi in considerazione.

Tali risultati sono supportati dai diagrammi Box – Whiskers. Si osserva infatti che il numero di individui per cala varia da una media di 3000 per le cale effettuate nei primi 200 m di profondità a poco più di 1000 per le cale più profonde (fig. 4.3.7.1). Per la biomassa si osserva una diminuzione da 25 kg/h per cala a poco meno di 15 kg/h nella scarpata continentale (fig.4.3.7.2)

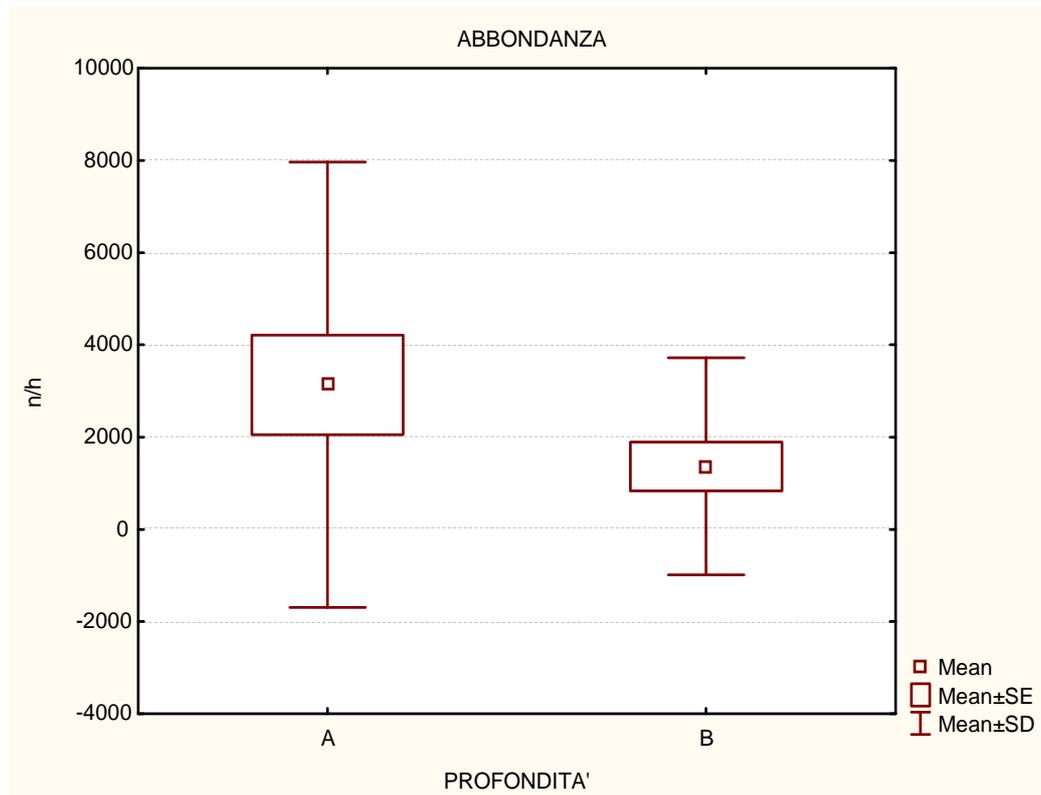
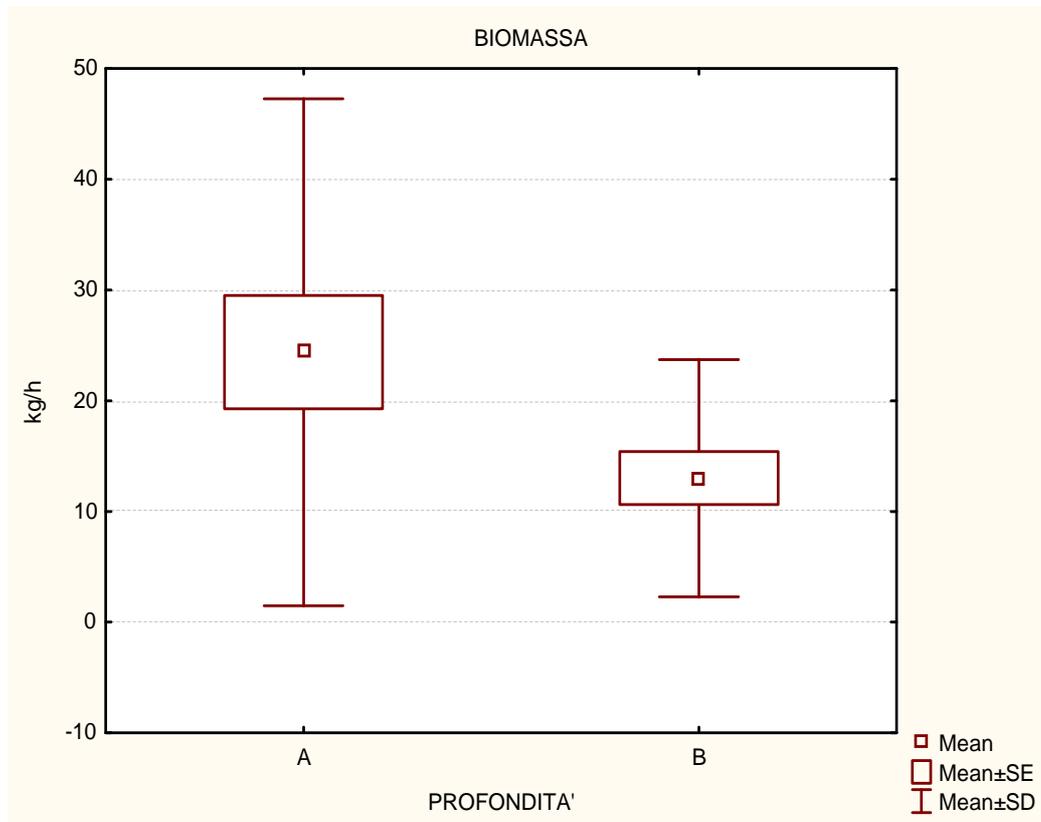
Tab. 4.3.7.1 Analisi della varianza. Dati di biomassa (kg/h).

FATTORE	SS	gl	MS	F	p	sign	Test di Tukey
Intercetta	53,15216	1	53,15216	562,9282	0,000000	***	
Profondità	0,49066	1	0,49066	5,1965	0,029027	*	60 - 200 > 200 - 580
Anno	0,85466	4	0,21367	2,2629	0,082726		

Tab. 4.3.7.2 Analisi della varianza. Dati di abbondanza (n/h).

FATTORE	SS	gl	MS	F	p	sign	Test di Tukey
Intercetta	374,9855	1	374,9855	2536,674	0,000000	***	
Profondità	0,7664	1	0,7664	5,185	0,029198	*	60 - 200 m > 200 – 580
Anno	1,4884	4	0,3721	2,517	0,059388		

Fig.4.3.7.1 Diagrammi Box – Whiskers per i dati di scarto espressi in n/h e kg/h relativi a due intervalli batimetrici. A = 50 – 200 m. B = 200 - 580 m. SE = errore standard. SD = deviazione standard



## 5. DISCUSSIONE

Nel Mediterraneo, sebbene la pesca a strascico sia diretta ad un limitato numero di specie bersaglio, il valore economico dello sbarcato totale è dovuto anche a molte specie che fanno parte delle catture accessorie; per questa ragione la pesca a strascico del Mediterraneo è stata definita “multispecifica” (Caddy, 1993).

Nonostante ciò, una frazione consistente delle catture viene abitualmente scartata. Studi relativi allo scarto hanno stimato che tra il 20 e il 50 % della biomassa catturata viene scartata in diverse zone del Mediterraneo (Moranta *et al.*, 2000; Machias *et al.*, 2001; D’Onghia *et al.*, 2003; Sartor *et al.*, 2003; Sanchez *et al.*, 2004).

Il presente lavoro di tesi ha permesso di ottenere una descrizione dettagliata dei popolamenti demersali che compaiono nello scarto della pesca a strascico nel mar Tirreno Settentrionale, dal punto di vista della loro composizione specifica, del valore economico delle specie coinvolte e della loro distribuzione.

È stato stimato che la biomassa scartata è costituita per la maggior parte da specie di valore commerciale, in particolare il 64 % sono specie bersaglio.

Nel mar Tirreno Settentrionale le proporzioni maggiori di scarto in biomassa riguardano specie bersaglio, diversamente da sei porti lungo la costa orientale Spagnola, dove invece lo scarto è costituito prevalentemente da specie non commerciali (Carbonell, 1997). In termini numerici prevalgono le specie prive di valore economico, in quanto ne fanno parte un gran numero di invertebrati anche di piccolissime dimensioni, il cui contributo in biomassa è evidentemente secondario. Se si considerano i quattro grandi gruppi tassonomici che comprendono specie interessanti per il mercato, osteitti, condroitti, cefalopodi e crostacei, risulta che la maggior parte delle specie bersaglio scartate appartengono a condroitti e osteitti, mentre la loro percentuale tra crostacei e cefalopodi è minima. Tali proporzioni sono confermate da un altro studio sullo scarto (Carbonell, 1997). La ragione di questa tendenza va ricercata nelle regolamentazioni legali della pesca a strascico, per le quali molti pesci ossei bersaglio delle operazioni di pesca presentano una taglia minima legale di sbarco. Tutti gli individui di dimensioni inferiori alle taglie legali vengono scartati. Per quanto riguarda i condroitti, individui di specie bersaglio vengono scartati se

di ridotte dimensioni, che ne riducono il valore economico. Crostacei e cefalopodi vengono invece commercializzati a tutte le dimensioni, vista la loro importanza sul mercato.

In totale sono state scartate 230 specie, a dimostrazione della grande varietà specifica presente nel Mediterraneo e della scarsa selettività della rete a strascico; gli osteitti sono il taxon con il maggior numero di specie scartate (91), la metà delle quali sono completamente prive di valore commerciale. Tra queste compaiono interi gruppi tassonomici, quali le famiglie Macruridae, Callyonimidae, Apogonidae, Cynoglossidae. I crostacei sono il secondo gruppo per varietà specifica, seguiti dai cefalopodi. Compaiono nello scarto anche moltissime specie di invertebrati inferiori, soprattutto bivalvi, cnidari, echinodermi, gasteropodi e tunicati. Le stesse proporzioni di scarto per gruppi tassonomici e anche le stesse famiglie più frequentemente scartate sono state ritrovate anche in altre aree del Mediterraneo (Carbonell, 1997).

Tra gli osteitti le specie maggiormente scartate sono state *M. merluccius* e *T. trachurus*. Il nasello è una delle specie commerciali più importanti dei fondali strascicabili tirrenici e, oltre ad essere la più abbondante e frequente nelle catture (Viva e De Ranieri, 1994), è anche quella che subisce le maggiori percentuali di scarto nel Tirreno settentrionale (Martin *et al.*, 2001). Questa specie è soggetta alla regolamentazione di una taglia minima legale di 20 cm. Tuttavia la maglia ad apertura romboidale di 40 mm utilizzata fino al 2010, cattura prevalentemente individui inferiori alle dimensioni legali che, non potendo essere sbarcati, vengono scartati in grandi quantità. L'importanza del fattore taglia in funzione dello scarto per questa specie è ben evidenziato se si considerano le percentuali di scarto calcolate sull'abbondanza numerica degli individui (31%), che sono molto superiori a quelle calcolate sulla biomassa (19%). Diversi studi hanno dimostrato che nell'area di Porto Santo Stefano lo scarto di nasello ne coinvolge soprattutto i giovanili (Carbonell *et al.*, 1997; Martin *et al.*, 2001, Sartor *et al.*, 2001); ciò acuisce la situazione di sovrasfruttamento in cui versa questa specie e, se questi dati non vengono considerati nelle stime di mortalità, portano a una valutazione erronea del suo stato di sfruttamento (Martin *et al.*, 2001).

Frazioni importanti di scarto sono costituite da altre specie bersaglio, come *Trisopterus m. capelanus*, *Phycis blennoides*, *Helicolenus dactylopterus dactylopterus*, *Micromesistius poutassou*. Anche per queste specie lo scarto

colpisce i giovanili, di minore valore economico, piuttosto vulnerabili alla cattura con le reti a strascico. Infine una percentuale importante di osteitti scartati è costituita da una grande varietà di specie prevalentemente di scarso o nullo valore commerciale. Generi molto importanti sul mercato quali *Mullus* e *Pagellus* sono scartati molto raramente e in piccole quantità. Le triglie ed i pagelli infatti vengono quasi interamente commercializzati, anche se regolati dalla taglia minima come nel caso del nasello, poichè i giovanili si concentrano in zone costiere poco profonde dove la pesca a strascico è proibita (Relini *et al.*, 1999).

Il condroitto scartato nei quantitativi maggiori è la specie bersaglio *Galeus melastomus*; anche in questo caso lo scarto colpisce prevalentemente i giovanili non commercializzabili, mentre gli individui di maggiori dimensioni godono di un certo apprezzamento sul mercato. *Etmopterus spinax* è un altro condroitto di profondità che viene scartato molto frequentemente in quanto privo di valore economico.

Tra i crostacei è importante lo scarto di gamberetti del genere *Plesionika*, la cui commercializzazione dipende dal valore che hanno sul mercato al momento della cattura, e dalla *Solenocera membranacea*, specie non commercializzata. Tra le specie bersaglio solo *Parapaenaeus longirostris* e *Nephrops norvegicus* presentano certe percentuali di scarto, che invece è quasi nullo per i gamberi rossi *Aristeomorpha foliacea* e *Aristeus antennatus*, principale obiettivo della pesca a strascico di profondità.

Per quanto riguarda i cefalopodi, grosse percentuali di scarto colpiscono i calamaretti del genere *Alloteuthis*, la *Sepietta oweniana* e anche il totano *Illex coindetii*, una specie piuttosto importante sul mercato italiano, la cui presenza nello scarto è probabilmente dovuta agli individui più piccoli e danneggiati. Lo scarto di specie bersaglio di cefalopodi è praticamente nullo.

Molte delle specie fin qui nominate compaiono nello scarto associate a grossi quantitativi di *Leptometra phalangium*, un crinoide ampiamente diffuso nel mar Tirreno Settentrionale, dove costituisce vaste *facies* sui fondali della piattaforma continentale. Questo habitat è caratterizzato da un'elevata diversità biologica e da alti valori di produzione secondaria; ospita inoltre una comunità ittica più abbondante rispetto a fondali che ne sono privi, con elevate densità di giovanili di specie demersali e bentopelagiche, tra le quali spicca il nasello. I fondi a crinoidi costituiscono degli "habitat essenziali" ("essential fish habitats") per

specie come nasello, merluzzetto cappellano, totano e gambero rosa (Colloca *et al.*, 2006; De Ranieri *et al.*, 2006). Per habitat essenziali si intendono aree estremamente importanti per il ciclo vitale di una o più specie, o perché rappresentano aree di aggregazione di giovanili (“aree di nursery”, Colloca e Sartor, 2009).

Le tecniche di ordinamento grafico cluster e MDS hanno permesso di identificare la batimetria come fattore strutturante delle comunità demersali. Utilizzando i dati di abbondanza è stato possibile individuare cinque raggruppamenti di cale tra 50 e 580 metri, i cui intervalli batimetrici sono molto simili a quelli individuati nella stessa area di studio da Biagi *et al.* (2002). Tra questi, tre gruppi comprendono cale effettuate e diversi livelli della piattaforma continentale e due gruppi contengono cale della scarpata. In particolare la rappresentazione MDS ha mostrato come ci sia una netta separazione tra cale della piattaforma continentale e cale della scarpata, mentre entro ognuno di questi due grandi gruppi la composizione specifica delle cale si modifica gradualmente. Il punto di forza della rappresentazione MDS rispetto al cluster è infatti proprio la capacità di identificare dei cambiamenti graduali nella composizione di una comunità (Clarke e Warwick, 1994). I dati di biomassa si sono rivelati meno efficaci di quelli di abbondanza nel discriminare gruppi omogenei e distinti tra loro entro i primi 230 metri e dopo i 230 metri.

Anche altri studi hanno evidenziato la maggiore efficacia dei dati di abbondanza rispetto a quelli di biomassa nell'individuare una distribuzione secondo il gradiente batimetrico (D'Onghia *et al.*, 2003).

Analizzando la composizione specifica tipizzante di ciascun gruppo è emerso che la gradualità nei primi tre gruppi di cale è dovuta a specie la cui distribuzione si estende lungo tutta la piattaforma continentale, con abbondanze maggiori a diversi livelli. *Merluccius merluccius* ad esempio è la principale specie in ognuno dei primi tre intervalli batimetrici, e il suo contributo percentuale in numero di individui è massimo nell'intervallo che identifica la parte più profonda della piattaforma continentale. Altri Autori mostrano che il maggior numero di naselli si concentra tra 130 e 230 metri (Biagi *et al.*, 2002), in accordo con le conoscenze biologiche su questa risorsa. Il Tirreno Centro-Settentrionale infatti ospita, insieme al mar Ligure, le principali *nurseries* di nasello nei mari italiani, che si concentrano alle profondità tra 100 e 300 m (Abella *et al.*, 1996).

Il primo gruppo (50-86 m) presenta la maggiore diversità specifica, probabilmente dovuta all'ambiente tipicamente più variabile delle zone costiere meno profonde (Labropoulou e Papaconstantinou, 2003). Oltre che da *Merluccius merluccius*, è caratterizzato soprattutto da osteitti quali *Trachurus trachurus*, *Arnoglossus laterna*, *Spicara flexuosa* e *Lesuerigobius friesii* e dalla stella marina *Astropecten i. pentacanthus*. Nel secondo gruppo (80 – 130 m) al nasello e al sugarello seguono per importanza *Lepidotrigla cavillone*, *Callyonimus maculatus*, e *Trisopterus minutus capelanus*. Queste due ultime specie sono quelle maggiormente responsabili della differenza tra i due gruppi. Compare anche qui *Astropecten i. pentacanthus*. Nella zona più profonda della piattaforma (130 - 230 m) si osserva la sostituzione di alcune specie principali: resta *Merluccius merluccius*, con le abbondanze maggiori, mentre *Trachurus trachurus* viene sostituito da *Argentina sphyraena*. *Trisopterus m. capelanus* diminuisce e compare *Gadiculus a. argenteus*. Tra le specie fin qui nominate lungo la piattaforma, oltre al nasello quelle che presentano le percentuali maggiori nello scarto sono *T. trachurus*, soprattutto in biomassa (il 34% della biomassa scartata lungo la piattaforma), *T. m. capelanus* soprattutto in abbondanza a metà della piattaforma (80 – 130 m) e *G. a. argenteus*, con una elevata percentuale di individui a cavallo tra piattaforma e scarpata.

Lo scarto di *Trachurus trachurus* in quest'aerea colpisce soprattutto i giovanili (Carbonell *et al.*, 1997), ma spesso anche gli individui adulti, essendo relazionato ai quantitativi catturati di questa specie, che ne influenzano il valore sul mercato (Martin *et al.*, 2001). Per quanto riguarda il merluzzetto cappellano, sono gli individui più piccoli ad essere scartati per lo scarso valore commerciale. Studi sullo stato di sfruttamento di questa risorsa in Mediterraneo scarseggiano, nello stretto di Sicilia è stato giudicato sovrasfruttato (Ragonese e Bianchini, 1998). *G. argenteus argenteus* è un piccolo gadoide di profondità senza interesse per il mercato e viene interamente scartato

Il passaggio alla scarpata continentale comporta la netta riduzione nel numero di specie e la scomparsa dallo scarto di specie importanti come *M. merluccius* e *T. m. capelanus*. A queste profondità infatti si catturano individui adulti di nasello, che vengono interamente commercializzati. Tra 300 e 580 metri si catturano e scartano grossi quantitativi di giovanili di *P. blennoides* e *G. melastomus*, entrambe specie bersaglio di moderato valore (soprattutto gli individui di piccola taglia) la cui distribuzione eccede il range di attività della

rete a strascico (si trovano fino a 1000 metri), rendendole probabilmente meno vulnerabili alla pressione da pesca (D'Onghia, 2003). Nei primi 200 metri della scarpata, oltre a queste due specie, compare anche la specie bersaglio *H. dactylopterus*, ampiamente scartata anche in altre aree del Mediterraneo, in quanto la rete a strascico cattura un elevato numero di piccoli individui non commerciabili. Nel Canale di Sicilia e nel mar Ionio ne è stata evidenziata una situazione di sovrafruttamento da cattura precoce (Tursi *et al.*, 1992; D'Onghia *et al.*, 1997).

Lo scarto della scarpata continentale è caratterizzato per lo più da specie prive di valore commerciale, tra 300 e 500 metri si trovano infatti *G. argenteus*, *C. agassizi*, *S. phaeton*, *H. italicus*, *C. coelorhyncus*, *H. mediterraneus*. Si tratta di specie di profondità che non si ritrovano nello scarto della piattaforma continentale in quanto assenti nella comunità demersale di quel range batimetrico. A causa delle ridotte dimensioni, caratterizzano l'intervallo batimetrico profondo per le loro abbondanze più che per le biomasse. Queste specie sono sempre scartate a queste profondità anche in altre aree del Mediterraneo (Moranta *et al.*, 200, D'Onghia *et al.*, 2003). Oltre i 500 metri la diversità specifica si riduce notevolmente e lo scarto è caratterizzato, oltre che da *P. blennoides*, che qui raggiunge i quantitativi maggiori, e *G. melastomus*, da un altro condroitta, *E. spinax*, privo di valore commerciale.

Crostacei e cefalopodi non mostrano una distribuzione batimetrica altrettanto dettagliata dei pesci, probabilmente poiché molte specie si distribuiscono su un range batimetrico più ampio e anche perché i quantitativi scartati sia in abbondanza che in biomassa sono inferiori a quelli dei pesci; si suddividono comunque nei due grandi gruppi di piattaforma e scarpata continentale. Nella prima predomina *P. longirostris*, la cui presenza nello scarto è probabilmente dovuta agli individui più piccoli e danneggiati, seguito da *L. depurator*, *S. membranacea* e *C. crassicornis*. La loro presenza in quest'area ben si correla alle abbondanze di giovanili di nasello e merluzzetto cappellano, per i quali sono un'importante fonte di cibo insieme ad altri crostacei decapodi. Sulla scarpata la comunità è caratterizzata dai gamberetti del genere *Plesionika*, che sono assenti dalla piattaforma continentale per le caratteristiche biologiche di queste specie, che si distribuiscono dopo i 300 m (Relini *et al.*, 1999). L'assenza di *P. longirostris* dalla scarpata non è invece dovuta alle sue

caratteristiche di *home range*, ma probabilmente al fatto che a maggiori profondità si trovano gli individui più grandi che non vengono mai scartati.

Per quanto riguarda i cefalopodi la distinzione tra piattaforma e scarpata è dovuta a *Alloteuthis spp*, *Sepia elegans* e *S. oweniana*. *Alloteuthis* viene scartato soprattutto quando è pescato in quantità molto elevate al fine di non abbassarne ulteriormente il prezzo sul mercato, e la sua distribuzione non supera generalmente i 240 metri nel Tirreno settentrionale (Belcari e Sartor, 1993). *S. elegans* e *S. oweniana* sono due importanti catture accessorie della pesca a strascico, il cui scarto è piuttosto limitato e colpisce soprattutto gli individui più piccoli che sfuggono alla cernita. Le conoscenze sulla distribuzione di queste specie confermano quanto emerso, infatti le densità maggiori di *S. elegans* sono tra 50 e 100 m (Repetto *et al.*, 1990; Tursi e D'Onghia, 1992; Belcari e Sartor, 1993), mentre *S. oweniana* ha una distribuzione più ampia ed è più abbondante a 200 - 500 metri (Guerra, 1992; Jereb e di Stefano, 1995; Sartor e Belcari, 1995).

Risultati molto simili per quanto riguarda la composizione specifica dello scarto alle differenti profondità sono emersi dalla ricerca di Carbonell nella zona di Porto Santo Stefano (Carbonell, 1997).

In conclusione si osserva che lo scarto proveniente dagli strati batimetrici meno profondi è caratterizzato da una maggiore diversità specifica e comprende sia grandi quantitativi di specie molto importanti per il mercato italiano, sia molte specie bersaglio e non, dotate di un certo valore commerciale. Alle profondità maggiori la diversità specifica si riduce e così anche le specie di maggiore interesse economico che compaiono nello scarto, mentre prevalgono intere famiglie di specie non commerciali.

L'analisi della varianza ha mostrato inoltre che i quantitativi di scarto, sia in abbondanza che in biomassa, diminuiscono significativamente dalla piattaforma alla scarpata continentale, dove le specie bersaglio più importanti come i gamberi rossi e lo scampo vengono interamente commercializzate. Questo trend è comune anche in altre aree del Mediterraneo (Sanchez *et al.*, 2004).

Dai risultati del presente studio si possono trarre alcune considerazioni ecologiche. La composizione dello scarto riflette le diverse comunità bentoniche colpite dalla pesca a strascico (Demestre *et al.*, 2000), la cui struttura varia secondo il gradiente batimetrico; cambiamenti nella composizione specifica tra diversi gruppi faunistici lungo il gradiente batimetrico sono stati dimostrati in

diverse aree del Mediterraneo e possono essere dovuti sia alla sostituzione delle specie principali attraverso un continuo *turnover* faunistico (Farina *et al.*, 1997; Moranta *et al.*, 1998), come accade tra i tre gruppi omogenei individuati lungo la scarpata nel presente lavoro, sia a una netta zonazione (Cartés e Sardà, 1993; Farina *et al.*, 1997); il confine più importante che determina tale zonazione è localizzato a circa 200 metri, la profondità che separa le specie della piattaforma continentale da quelle della scarpata, già dimostrato in molte aree (Biagi *et al.*, 2002; Labropoulou *et al.*, 2004).

Il pattern di sostituzione graduale delle specie lungo il gradiente batimetrico può essere dovuto a fattori biologici quali la disponibilità di risorse; le specie che raggiungono le densità locali più elevate hanno una distribuzione spaziale più ampia (ad esempio il nasello e il sugarello in questo lavoro) e quando il range di distribuzione di queste specie si sovrappone, le profondità che presentano abbondanza massima sono diverse (Brown, 1984).

Se si considera il fattore temporale, nel presente studio l'analisi multivariata non ha individuato differenze nella composizione faunistica né tra anni, né tra stagioni. Questa apparente mancanza di stagionalità è stata osservata anche in altri studi che hanno analizzato la composizione dell'intera comunità demersale (Ungaro *et al.*, 1998; Labrapoulou e Papaconstantinou, 2003). Tuttavia va sottolineato che per individuare cambiamenti temporali nella composizione dei popolamenti demersali sarebbero necessarie serie temporali più lunghe e un disegno di campionamento mirato alla quantificazione dello scarto tra diverse stagioni.

L'analisi della varianza non ha individuato differenze significative nell'abbondanza e biomassa dello scarto tra diversi anni; gli anni tra il 2003 e il 2009 infatti non sono stati segnati da una particolare variazione dello sforzo di pesca né da modificazioni delle tecniche per ridurre lo scarto. Analisi condotte su un arco temporale più lungo potrebbero fornire un risultato diverso.

La scarsa selettività della rete a strascico, nonché l'elevata diversità delle comunità demersali sfruttate nell'area di studio sono le ragioni responsabili della grande ricchezza specifica dello scarto. L'effetto risultante è multiplo, perché, da un lato, la cattura di giovanili sotto taglia influenza la mortalità da pesca di specie già intensamente sfruttate, e dall'altro può condurre a un "impatto a livello ecosistemico" (Hall, 1996) sia attraverso la continua rimozione di un complesso di specie appartenenti alle comunità demersali, sia attraverso il

rilascio in mare di ingenti quantitativi di biomassa che possono favorire organismi sia opportunisti che decompositori.

La caratterizzazione delle catture e dello scarto in una pesca multispecifica permette di individuare aree e *range* batimetrici relativamente omogenei per composizione specifica, fornendo informazioni importanti per una gestione della pesca che segua un approccio multispecifico.

Un aspetto importante da considerare quando si affronta il tema della riduzione dello scarto è il destino finale degli organismi scartati. I biologi della pesca concordano sul fatto che la maggior parte, se non tutti, i pesci catturati muoiono per l'espansione della vescica natatoria. Invece parte della cattura di squali, platesse, invertebrati ed altre specie non colpite da cambiamenti rapidi di profondità o temperatura possono sopravvivere. La loro sopravvivenza è fortemente influenzata dal tipo di attrezzo e dal modo in cui è utilizzato, dalla durata dell'attività di pesca, dalla quantità della cattura totale, dalla composizione della cattura e dalla manipolazione che subiscono una volta catturati. Quindi, per alcune specie, è possibile ridurre il tasso di mortalità rigettando rapidamente in mare gli organismi non voluti, riducendo il tempo di pesca, diminuendo i livelli di cattura totale e migliorando le procedure di manipolazione a bordo (Hall, 1996). Sarebbe interessante in futuro intraprendere studi volti alla valutazione della sopravvivenza del *bycatch* dopo la cattura.

In Mediterraneo, le principali linee di difesa adottate fino ad oggi per regolare lo scarto sono state rivolte alla riduzione della mortalità da pesca sulle classi giovanili, soprattutto con la modificazione delle dimensioni della maglia della rete a strascico, ma sono risultate insufficienti allo scopo che perseguivano; bisognerà valutare in futuro l'efficacia in questo senso della nuova maglia quadra da 40 mm o romboidale da 50 mm, applicata dal 1 giugno 2010. Anche la strategia del fermo biologico, che prevede una sospensione della pesca con reti a traino di fondo o reti volanti per 45 giorni l'anno a fine estate, produce effetti limitati nella protezione dei giovanili, data la molteplicità delle catture e le differenze nel periodo di riproduzione delle specie. Inoltre, sebbene l'interruzione dell'attività di pesca comporti sicuramente un notevole aumento della biomassa, questo viene subito vanificato al termine del "fermo" come conseguenza delle maggiori catture che si ottengono, causando anche un abbassamento del prezzo sul mercato. Un' alternativa potrebbe essere il fermo

a “macchie” che prevede l’interruzione della pesca variabile, sia nello spazio che nel tempo per preservare quelle zone e quei periodi in cui è stato individuato un reclutamento più intenso.

Infine una strategia interessante per salvaguardare habitat intensamente sfruttati è quella dell’introduzione delle “zone a tutela biologica” (ZTB), necessarie soprattutto in due tipi di habitat: quelli essenziali e quelli sensibili (Ardizzone, 2006). I primi sono zone dove molte specie trascorrono gli stadi del loro ciclo vitale fino al raggiungimento della maturità sessuale. Gli habitat sensibili sono habitat fragili e sensibili all’impatto antropico, come le praterie di posidonia. Studi come quello presentato in questa tesi sono importanti proprio per individuare questi tipi di habitat e le profondità critiche dove sarebbe meglio limitare la pesca, come ad esempio è stato fatto in un’area in prossimità dell’Isola del Giglio, tra 160 e 220 metri di profondità, caratterizzata da vaste *facies* di *Leptometra phalangium* che ospitano ingenti concentrazioni di giovani di molte specie commerciali e dove è stata introdotta una zona di tutela biologica .

## 6. CONCLUSIONI

Questo studio ha permesso di acquisire una serie di conoscenze sullo scarto commerciale derivante da operazioni di pesca a strascico. Si è voluto infatti affrontare il tema dello scarto con un approccio ecologico, al fine di fornire una caratterizzazione quantitativa e qualitativa delle comunità demersali colpite da questo fenomeno. La raccolta e l'analisi di tutte le informazioni disponibili sullo scarto, soprattutto laddove questo coinvolge un gran numero di specie, risulta di grande importanza per avere in futuro una migliore comprensione dell'impatto della pesca sull'intero ecosistema, nell'ottica di quell' approccio più olistico alla gestione delle risorse alieutiche.

Le informazioni acquisite possono essere così schematizzate:

- In totale sono state scartate 230 specie, tra osteitti, condroitti, crostacei, cefalopodi, echinodermi, bivalvi, gasteropodi, cnidari e altri invertebrati, a dimostrazione della grande varietà specifica presente nel Mediterraneo e della scarsa selettività della rete a strascico.
- Il 64 % della biomassa scartata è costituita da specie bersaglio, di queste la maggior parte sono osteitti e condroitti, scartati per motivi legali o di mercato.
- Lo scarto di crostacei e cefalopodi è costituito prevalentemente da specie non commerciali e da specie di scarso valore economico.
- Lo scarto di biocenosi è dominato dal crinoide *Leptometra phalangium*, associato a giovanili di molte specie, a dimostrazione che la pesca a strascico colpisce habitat essenziali.
- La composizione faunistica dello scarto varia secondo un gradiente batimetrico. La variazione è graduale lungo la piattaforma continentale, dove sono stati distinti tre gruppi omogenei, e si modifica nettamente oltre i 230 metri, dove inizia la scarpata continentale.
- Lo scarto proveniente dalla piattaforma continentale presenta la maggiore diversità specifica ed è costituito prevalentemente da giovanili sia di specie di alto valore commerciale intensamente sfruttate (*Merluccius*

*merluccius*), sia da specie di valore medio - basso (*Trachurus trachurus*, *Trisopterus minutus capelanus*).

- Lo scarto proveniente dalla scarpata continentale è costituito soprattutto da giovanili di specie di medio valore commerciale (*Phycis blennoides*, *Galeus melastomus*) e da molte specie non eduli. Tra queste vengono scartate intere famiglie di osteitti.
- La specie bersaglio maggiormente scartata per numero di individui è *Merluccius merluccius*, con la concentrazione maggiore tra 130 e 230 metri.
- Crostacei e cefalopodi presentano una distribuzione distinta tra piattaforma e scarpata continentale, ma non sono stati individuati ulteriori pattern entro questa zonazione.
- Lo scarto diminuisce significativamente dalla piattaforma alla scarpata continentale sia in termini di biomassa che di abbondanza.
- Non risultano differenze significative tra anni, probabilmente perché gli anni analizzati nel presente lavoro non sono stati caratterizzati da variazioni dello sforzo di pesca o da modificazioni della rete a strascico.

Dal presente lavoro e per conoscenze pregresse risulta che lo scarto colpisce prevalentemente individui giovanili. Ciò aumenta il rischio di sovrasfruttamento di molte specie, soprattutto se questi dati non vengono considerati nelle analisi sullo stato degli stock ittici. Inoltre la costante e intensa rimozione negli anni delle stesse specie dall'ambiente marino e il rilascio di ingenti quantitativi di biomassa in mare possono provocare alterazioni nella comunità demersale e avere un impatto significativo a livello dell'intero ecosistema. La caratterizzazione dello scarto ha permesso di individuare *range* batimetrici relativamente omogenei per composizione specifica, fornendo informazioni importanti per una gestione della pesca che segua un approccio multispecifico. Le misure gestionali adottate fino ad oggi per ridurre lo scarto non sono risultate efficaci. Maggiore attenzione andrebbe posta alla mortalità post cattura e al trattamento delle specie scartate a bordo, per migliorare le probabilità di sopravvivenza ove questa è possibile (invertebrati, squali). La riduzione dello sforzo di pesca dovrebbe essere la principale linea di difesa. Le strategie più promettenti sembrano essere l'interruzione della pesca variabile nello spazio e nel tempo per preservare quelle zone e quei periodi in cui è stato individuato

---

un reclutamento più intenso (fermo a “macchie”) e l’introduzione di zone a tutela biologica (ZTB) volte a proteggere habitat essenziali e sensibili.

## 6. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Abella A., Serena F., Auteri R. (1996). Un metodo alternativo per lo studio della distribuzione geografica per taglia del nasello. *Biol. Mar. Medit.*, 3 (1): 522-524
- Allain V., Biseau A., Kergoatn B. (2003). Preliminary estimates of French deepwater fishery discards in the Northeast Atlantic . *Ocean. Fish. Res.*, 60: 185–192
- Alverson D., Freeberg M., Murawsky S., Pope J. (1994) A global assessment of fisheries bycatch and discards. *FAO Fish. Tech. Pap.* 339: 233 pp.
- Arcos J.M., Oro D., Sol D. (2001). Competition between the yellow – legged gull *Larus cachinnans* and Audouin’s gull *Larus Audouinii* associated with commercial fishing vessels: the influence of season and fishing fleet. *Mar. Biol.*, 139: 807-816
- Ardizzone G. D. (2006). An introduction to sensitive and essential fish habitats identification and protection in the Mediterranean sea. EU STECF-SGRMED Meeting su Sensitive e Essential fish Habitat nel Mar Mediterraneo (Roma, Marzo 2006), rapporto tecnico, 19pp.
- Astraldi M., Bianchi C.N., Gasparini G.P., Mori C., (1995). Climatic fluctuations, current variability and marine species distribution: a case of study in the Ligurian Sea (North-West Mediterranean). *Oceanol. Acta* 18(2): 139-149.
- Artale V., Astraldi M., Buffoni G., Gasparini G., (1994). Seasonal variability of gray-scale circulation in the Northern Tyrrhenian Sea. *J. Geophys. Res.* 99 (C7): 127-137.
- Astraldi M., Gasparini G., (1992). The seasonal characteristic of the circulation in the Northern Mediterranean basin and their relationships with the atmospheric-climatic conditions. *J. Geophys. Res.* 97: 9531-9540.
- Astraldi M., Gasparini G., Vetrano A., Vigunelli S., (2002). Hydrographic characteristics and inner annual variability of water masses in the Central Mediterranean Region: a sensitivity test for the long-term changes in the Mediterranean. *Deep-Sea Res.* I 49: 661-680
- Belcari P., Ligas A. Viva C. (2006). Age determination and growth of juveniles of the European hake, *Merluccius merluccius* (L., 1758), in the northern Tyrrhenian Sea (NW Mediterranean). *Fisheries Research*, 78: 211-217

- Belcari P., Sartor P. (1993). Bottom trawling teuthofauna of the Northern Tyrrhenian Sea. *Sci. Mar.* 57(2-3): 145-152
- Belcari P., Sartor P. e De Ranieri S. (1998). I cefalopodi nello sbarcato commerciale con reti a strascico nel Mar Tirreno Settentrionale. *Biol. Mar. Medit.*, 5(2): 318-325
- Bergmann M., Wieczorek S.K., Moore P.G., Atkinson R.J.A. (2002). Discard composition of the *Nephrops* fishery in the Clyde Sea area, Scotland. *Fish. Res.* 57: 169–183
- Biagi F., De Ranieri S., Belcari P., Bertolini D., Chiericoni V., Farnocchia I., Mori M., Nannini N., Reale B., Sartor P., Sbrana M. e Viva C., (1998). Valutazione delle Risorse Demersali nell'Arcipelago Toscano dall'Isola d'Elba all'Isola di Giannutri. *Biol. Mar. Medit.* 5(3): 40-52.
- Biagi F., De Ranieri S., Mori M., Sartor P. e Sbrana M., (1989). Preliminary Analysis of demersal fish assemblages in the Northern Tyrrhenian Sea. *Nova Thalassia* 10(1): 391-398
- Biagi F., Sartor P., Adizzone G.D., Belcari P., Belluscio A., Serena F. (2002). Analysis of demersal assemblages off the Tuscany and Latium coasts (northwestern Mediterranean). *Scientia Marina*, 66(2):233-242
- Bianchi N.C., Mori C., (1993). Range extension of warm water species in the Northern Mediterranean: evidence for climatic fluctuation? *Porcupine Newsletter* 5 (7): 156-159.
- Blasdale T. e Newton A. W. (1998). Estimates of discards from two deepwater fleets in the Rockall trough. *ICES CM* 1998/O:11.
- Bozzano, A. e Sardà F. (2002). Fishery discard consumption rates and scavenging activity in the north western Mediterranean sea. *ICES Journal of Marine Science*, 59: 15 – 28
- Brown J. K. (1984). On the relationship between the abundance and distribution of species. *Am. Nat.*, 124: 255-279
- Caddy J. F. (1993). Some future perspective for assessment and management of Mediterranean fisheries. *Scientia Marina*, 57 (2/3): 121 – 130
- Carbonell A. (1997) Discards of the Western Mediterranean trawl fleets. Final Report to the General Directorate for Fisheries. EC DGXIV. Project MED/94/027
- Carbonell A., Martin P., De Ranieri S. & WEDIS team (1998) Discards of the Western Mediterranean trawl fleet . *Rapp. Comm. inter. Mer. Médit.* 35: 392-393
- Carpine C., (1979). Ecologie de l'étage bathyal dan la Méditerranée

occidentale. *Mem. Inst. Ocean.*, Monaco.

- Cartés J. E, Sardà F. (1993). Zonation of deep sea decapod fauna in the Catalan sea (Western Mediterranean) *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 94: 27-34
- Castriota L., Campagnuolo S., Andaloro F. (2001). Shrimp trawl fishery by-catch in the Straits of Sicily (Central Mediterranean Sea). NAFO SCR 01/113.
- Clarke K.R., Green R.H. (1988). Statistical design and analysis for a "biological effects" study. *Marine Ecology Progress Series*, 46: 213-226.
- Clarke K. R., Warwick R.W. (1994). Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth Marine Laboratory, 859p.
- Colloca F, Maiorano L., Carpentieri P., Baino R., Belluscio A., Mannini A., Sartor P., Serena F., Ardizzone G.D. (2006) - Identification of Essential Fish Habitat in the GSA 9 for hake (*Merluccius merluccius*) and deep water pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*) EU STECF-SGRMED Meeting on Sensitive and Essential Fish Habitat in the Mediterranean Sea (Rome, March 2006), internal document, 18 pp.
- Colloca F. Sartor P. (2009). Le aree di nursery nel contesto degli ecosistemi marini: aspetti funzionali, metodi di studio e prospettive gestionali. *Biologia Marina Mediterranea*, 16(1) 176-184.
- D'Onghia G., Carlucci R., Maiorano P., Panza M. (2001). Discards from deep-water bottom trawling in the eastern-central Mediterranean Sea and effects of mesh size changes. NAFO SCR 01/136.
- D'Onghia G., Mastrototaro F., Matarese A. (2003). Biodiversity of the Upper Slope Demersal Community in the Eastern Mediterranean: Preliminary Comparison Between Two Areas With and Without Trawl Fishing. *J. Northw. Atl. Fish.*, 31: 263 - 273
- D'Onghia G., Tursi A., Basanisi M., Mastrototaro F. (1997). Commercial trawling, discards and recruitment from a fishery of the north-western Ionian sea. *Biol. Mar. Medit.*, 4(1): 291-297
- Demestre M., Sbrana M., Alavarez F., Srinchez P., (1998). Analysis of the interaction of fishing gear in *Mullus barbatus* fisheries of the Western Mediterranean. *J. Appl. Ichthyol.* 13: 49-56.
- Demestre M., Sanchez P., Abello P. (2000). Demersal fish assemblages and habitat characteristics on the continental shelf and upper slope of the north-western Mediterranean. *J.Mar. Biol. Ass. U.K.*, 80: 981-988
- De Ranieri S., (2001). Realizzazione di indagini per la conoscenza e la valorizzazione delle attività di pesca e maricoltura in Toscana. Sottoprogetto 1: Realizzazione di mappe degli areali di pesca. Finanziato

dalla Regione Toscana. Rapporto finale, Settembre 2001, voll. I e II.

- Dayton P., Doukakis P., Fluharty D., Heneman B., Houde E. D., Link J., Livingston P. A., Mangel M., McAllister M. K., Pope J., Sainsbury K. J. (2004). Ecosystem-Based Fishery Management. *Science*, 305: 346 - 347
- FAO (1995). Code of Conduct for Responsible Fisheries. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 41 pp.
- Farina A. C., Freire J., Gonzalez – Gurriaran E. (1997) . Demersal fish assemblages in the Galician continental shelf and upper slope (NW Spain): spatial structure and long term changes. *Estuar Coast Shelf. Sci.* , 44: 435-454
- Farrugio H., Oliver P. e Biagi F. (1993). An overview of the history, knowledge, recent and future research trend in Mediterranean fisheries. *Sci. Mar.*, 57: 105-109
- Francour P., (1991). Statut de *Centrostephanus longispinus* en Méditerranée. In: Les espèces marines à protéger en Méditerranée. C. Boudouresque, M. Avon e V. Gravez ed. GIS Posidonie, Marseille: 187-202.
- Garcia S.M, Zerbi A., Aliaume C., Dochi T., Lasserre G. (2003). The ecosystem approach to fisheries. Issues, terminology, principles, institutional foundations, implementation and outlook. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 443 : 71 pp.
- Ghirardelli E., (1990). Alcune Considerazioni sulla distribuzione dello zooplancton del Mediterraneo. *Oebalia XVI(1)*: 73-91.
- Guerra A. (1992). *Mollusca Cephalopoda*. En. Fauna Iberica, vol. 1. Ramos M. A. et al. Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. Madrid. 327 pp.
- Hall S. J., Mainprize B. M. ( 2001). Managing by-catch and discards: how much progress are we making and how can we do better? *Fish and Fisheries*, 6: 134 – 155
- Hall M. A. (1996). On bycatches. *Rev. in Fish Biol. and Fisheries*, 6: 319-352
- Hilborn R., Walters C.J. (1987). A General Model for Simulation of Stock and Fleet Dynamics in Spatially Heterogeneous Fisheries. *Canadian Journal of Fishery Aquatic Sciences*, 44(7):1366-1369
- Holden M. J., Raitt D. F. S. (1975). Manual de ciencia pesquera: parte 2. Métodos para investigar los recursos y su aplicación. FAO. Roma. 211pp.
- Hopkins T., (1988). Recent observation on the Levantine Sea: evolution

in the Southern Tyrrhenian Sea. *Oceanol. Acta*, 9: 41-50.

- Idyll C.P. (1973). The anchovy crisis. *Scientific American*, 228: 22-29
- Innamorati M., Lazzara L., Nuccio C., Mori G., Massi L., (1995). Nutrienti, biomassa e produzione fitoplanctonica nell'alto tirreno toscano. Atti della Società Toscana di Scienze Naturali. Lo stato degli ecosistemi marini del tirreno toscano. Grafiche Pacini (Ed).
- IREPA, 2008. XVII osservatorio economico sulle strutture produttive della pesca marittima in Italia 2008.
- Jereb P., Di Stefano M. (1995). First observation on the Sepiolidae (Mollusca: Cephalopoda) of the bathyal zone of the strait of Sicily. *Biol. Mar. Medit.*, 2 (2): 205-209
- Kelleher K. (2005). Discards in the world's marine fisheries. An update. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 470
- Labropoulou M. e Papaconstantinou C. (2004). Community structure and diversity of demersal fish assemblages: the role of fishery. *Sci. Mar.*, 68: 215-226
- Liggins G. W., Kennelly S. J. (1996). By-catch from prawn trawling in the Clarence River estuary, New South Wales. *Australia Fish. Res.*, 25: 347–367
- Liggins G.W., Kennelly S.J., Broadhurst M.K. (1996). Observer based survey of by-catch from prawn trawling in Botany Bay and Port Jackson, New South Wales. *Mar. Freshw. Res.*, 47: 877–888
- Longhurst A., (1995). Seasonal cycles of pelagic production and consumption. *Progr. Oceanogr.* 36(2): 77-167
- Lumare F., (1968<sup>a</sup>). Ricerche sui cefalopodi dell'alto Tirreno. Serv. Naz. Racc. Dat. Ocean.- Progr Ricer. Ris. Mar. Fondo Mar. C.N.R. 21(B).
- Lumare F., (1968<sup>b</sup>). Osservazioni sulle zoocenosi caratteristiche dei fondi da pesca a strascico dell'Arcipelago Toscano e La Spezia. Serv. Naz. Racc. Dat. Ocean.- Progr Ricer. Ris. Mar. Fondo Mar. C.N.R., 25(B).
- Machias A., Maiorano P., Vassilopoulou V., Papaconstantinou C., Tursi A., Tsimenides N. (2004). Sizes of discarded commercial species in the eastern – central Mediterranean. *Sea. Fish. Res.*, 66: 213-222
- Machias A., Vassilopoulou V., Vatsos D., Bekas P., Kallianiotis A., Papaconstantinou C., Tsimenides N. (2001). Bottom trawl discards in the northeastern Mediterranean Sea. *Fish. Res.* 53: 181–195
- Martin P., Carbonell A., Belcari P. (2002). Estimation of trawl discards in

the Western Mediterranean. European hake (*Merluccius merluccius*) as case study. Final Report. DG Fisheries Study 00/009.

- Matta F., (1958). La pesca a strascico nell'Arcipelago Toscano. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.* 13: 23-371.
- Matta F., (1959). Lo scampo del Mar Tirreno. Nota 1 *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.* 14(2): 189-205
- Mesnil B. (1996). When discards survive : Accounting for survival of discards in fisheries assessments. *Aquat. Living Resour.* 9: 209-215
- Millot C., (1999). Circulation in the Western Mediterranean Sea. *Jour. Mar. System.* 20: 423-442
- Moranta J., Stefanescu C., Massuti E., Morales-nin B, Ioris D. (1998). Fish community structure and depth-related trends on the continental slope of the Balearic Islands (Algerian basin, western Mediterranean). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 171: 247 – 259
- Moranta J., Massuti E. Morales – Nin B. (2000) Fish catch composition of the deep sea decapod crustacean fisheries in the Balearic Islands (western Mediterranean). *Fisheries Research*, 45 : 253 – 264
- Murawski S.A. (1996). Factors influencing by-catch and discard rates: analyses from multispecies/multifishery sea sampling. *J. Northwest Atl. Fish. Sci.*, 19: 31–39
- Murawski S. (2000) Definitions of overfishing from an ecosystem perspective. *ICES J. Mar. Sci.*, 57: 649–658
- Myers, R.A., Hutchings, J.A. and Barrowman, N.J. (1996). Hypothesis for the decline of cod in the North Atlantic. *Marine Ecology Progress Series*, 8: 293-308.
- Nair R., Cattini E., Gasparini G., Rossi G., (1992). Upwelling in the Northern Tyrrhenian Sea: some physical and chemical characteristics. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.* 8 (1): 745-748.
- Nezlin N., Lacroix G., Kostianoy G., Djenidi S., (2004). Remotely seasonal dynamics of phytoplankton in the Ligurian Sea in 1997-1999. *J. Geophys. Res.*: 109.
- Oro D., Ruiz P. (1997). Exploitation of trawler discard by seabirds in the northwestern Mediterranean: differences between the Ebro Delta and the Balearic Islands areas. *ICES J. Mar. Sci.* 54: 695-707
- Perès J. e Picard J., (1964). Nouveau Manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. Stn. Mar. Endoume* 47(31): 1-122.
- Pikitch E. K., Santora C., Babcock E. A., Bakun A., Bonfil R., Conover D.

O.,

- Pitcher T. and Chuenpagdee R. (1994). Bycatches in fisheries and their impact on the ecosystem. *Fisheries Centre Research Reports*. 2. (1): pp. 83
- Pope J. G., Macdonald D. S., Daan N., Reynolds J. D., Jennings S. (2000). Gauging the impact of fishing mortality on non-target species. *ICES Journal of Marine Science*. 57 (3): 689 – 696
- Quignard J. P. e Farrugio H. (1982). Quelques grands problèmes concernano l'eau, la faune et la pêche en Méditerranée. *La Peche Maritime*, 1248 : 149 - 155
- Ragonese S., Bianchini M. L. Groeth, mortality and yield-per-recruit of the poor cod, *Trisopterus minutus capelanaus*, from the strait of Sicily. *Naga, the ICLARM Quarterly*, 21(1): 61-70.
- Relini G., Bertrand J., Zamboni A. (1999). Sintesi delle conoscenze sulle risorse da pesca dei fondi del Mediterraneo centrale (Italia e Corsica). *Biol. Mar. Medit.*, 6 (suppl.1)
- Repetto N., Minetti D., Rebora F., Masticardi G., Wurtz M. (1990). Distribuzione dei cefalopodi decapodi in mar Ligure occidentale. *Oebalia*, 16: 749 – 753
- Rossetti I., (1998). Biologia e pesca di *Eledone cirrhosa* (Cephalopoda: Octopoda) ne Mar Tirreno Settentrionale. Tesi di Laurea Università di Pisa
- Sabatés A., Martì P., Lloret J., Raya V., (2006). Sea warming and fish distribution: the case of the small pelagic fish, *Sardinella aurita*, in the western Mediterranean. *Global Change Biology* 12: 2209-2219
- Saila S. B. (1983). Importance and assessment of discards in commercial fisheries. *FAO Fish. Circ.* No. 765, 62 pp.
- Sala A., Lucchetti A., Piccinetti C., Ferretti M. (2008). Size selection by diamond- and square-mesh codends in multi-species Mediterranean demersal trawl fisheries. *Fisheries Research*, 93: 8–21
- Sánchez P., Demestre M., Martín P. (2004). Characterisation of the discards generated by bottom trawling in the northwestern Mediterranean. *Fish. Res.* 67: 71–80.
- Santinelli C., Gasparini G., Nannicini L., Seritti A., (2002). Vertical distribution of dissolved organic carbon (DOC) in the Western Mediterranean Sea in relation to the hydrological characteristics. *Deep-Sea Res.* I 49: 2203-2219
- Sardà F., Calafat A., Flexas M. M., Tselepidis A., Canals M., Espino M.,

- Tursi A. (2004). An introduction to Mediterranean deep-sea biology *SCI. MAR.*, 68 (Suppl. 3): 7-38
- Sartor P., Belcari P., (1995) Sepiolidae (Mollusca, Cephalopoda) of the Northern Tyrrhenian Sea. *Bull. Inst. Océanor. Monaco*, 16: 15-17
  - Sartor P., De Ranieri S., (1994). Pesca con reti a strascico tradizionali e ad ampia apertura verticale: analisi comparativa dello sbarcato. *Biol. Mar. Medit.* 1(1): 311-312.
  - Sartor P., Sbrana M., Reale B. (2003). Impact of the Deep Sea Trawl Fishery on Demersal Communities of the Northern Tyrrhenian Sea (Western Mediterranean). *J. Northw. Atl. Fish. Sci.* 31: 275 – 284
  - Sartor P., Sartini M., Reale B., Sbrana M. (2001). Analysis of the discard in the practices in the *Merluccius Merluccius* (L., 1758) bottom trawl fishery of the northern Tyrrhenian sea. *Biol. Mar. Medit.*, 8 (1): 771-774
  - Sbrana M., Sartor P. e Belcari P., 2003. Analysis of the factors affecting crustacean trawl fishery catch rates in the Northern Tyrrhenian Sea (Western Mediterranean). *Fish. Res.* 65: 271-284.
  - Sneath P.H.A., Sokal R.R., (1973). Numerical Taxonomy. W.H. Freeman & Co., San Francisco, 575 pp.
  - Snedecor G. W., Cochran W. G. (1956). Statistical methods applied to experiments in agriculture and biology. 5th ed. Ames, Iowa: Iowa State University Press
  - Spjotvoll E., Stoline M.R. (1973). An extension of the T-method of multiple comparison to include the cases with unequal sample size. *Journal of the American Statistical Association*, 68: 976 – 978
  - Stobutzki I.C., Miller M.J., Jones P., Salini J.P. (2001). Bycatch diversity and variation in a tropical Australian penaeid fishery; the implications for monitoring. *Fish. Res.*, 53: 283–301
  - Stratoudakis Y., Fryer R.J., Cook R.M. (1998). Discarding practices for commercial gadoids in the North Sea. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 55: 1632–16
  - Stratoudakis Y., Fryer R.J., Cook R.M., Pierce G.J., Coull K.A. (2001). Fish bycatch and discarding in *Nephrops* trawlers in the Firth of Clyde (west of Scotland). *Aquat. Living Resour.* 14:283-293
  - Tillmann M. F. (1993). Bycatch the issue of the 90's. In Jones R. P., ed. International Conference on Shrimp Bycatch, May 1992, Lake Buena Vista, Florida Tallahassee, Fl: Southeastern Fisheries Association, pp: 13-18
  - Tortonese E. (1987). Pesci del Mediterraneo. Recenti studi intorno alla

- sistematica e distribuzione. *Quad. Istit. Idrob. e Acquac. "G. Brunelli"*, 111 pp.
- Trujillo V., Perez N., Pereda P. (1997). Factors affecting discards by the coastal spanish North Atlantic trawlers. ICES CM 1997/DD:03.
  - Tursi A., Matarrese A., D'Onghia G., Panza M., Sion L., Maiorano P. (1994). Considerazioni sullo stato di sfruttamento delle risorse demersali (Capo d'Otranto - Capo Spartivento). *Biol. Mar. Medit.*, 1(2): 95-104
  - Tursi A., D'Onghia G., Matarrese A., Panetta P., Panza M. (1992) Composizione delle catture della pesca a strascico sui fondi batiali del mar Ionio. *Oebalia*, 17: 163-164
  - Tyler A. V., Gabriel W. L., Overholtz W. J. (1982). Adaptive management based on structure of fish assemblages of northern continental shelves. *In* Multispecies Approaches to Fisheries Management Advice, pp. 149–156. M. C. Mercer. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences*, 59.
  - Ungaro N., Marano C.A., Vlora A., Martino M. (1998). Space-time variations of demersal fish assemblages in the south western Adriatic sea. *Vie milieu*, 48(3): 191-201
  - Viva C., De Ranieri S. (1994). Analisi dello sbarcato di *Merluccius merluccius* L. con reti da traino a Porto Santo Stefano (Gr, Italia). *Biol. Mar. Medit.*, 1(1): 321-322