

Selettività di una rete a strascico con sacchi armati a losanga ed a maglia quadrata

Mario Ferretti, Antonello Sala, Corrado Piccinetti, Nicola Ungaro, 2005.

Rapporto finale Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali (Progetto MIPAF 6B4): 149 pp.

Ministero delle Politiche Agricole e Forestali

Direzione Generale della Pesca e dell'Acquacoltura

**VI PIANO TRIENNALE DELLA PESCA E DELL'ACQUACOLTURA
NELLE ACQUE MARINE E SALMASTRE (LEGGE 41/82)**

TEMATICA: B – TECNOLOGIA DELLA PESCA

SOTTOTEMATICA: A3 – ECOLOGIA APPLICATA ALLA PESCA

PROGETTO DI RICERCA

**Selettività di una rete a strascico con sacchi armati a losanga
ed a maglia quadrata (codice 6-B-4)**



C.I.R.S.PE – Centro Italiano Ricerche e Studi per la Pesca

C.I.R.S.PE. Soc. coop. a r.l.

Via de' Gigli d'Oro, 21 – 00186 Roma

Tel. +39 (06) 6869400

Fax +39 (06) 6875184



Consiglio Nazionale delle Ricerche

CNR-ISMAR Sezione Pesca di Ancona

Largo Fiera della Pesca – 60125 Ancona

Tel. +39 (071) 207881

Fax +39 (071) 55313



**Laboratorio di Biologia Marina e Pesca
Università di Bologna**

Viale Adriatico, 1/n – 61032 Fano (PS)

Tel. +39 (0721) 802689

Fax +39 (0721) 801654



Laboratorio di Biologia Marina – Provincia di Bari

Molo Pizzoli (Porto) – 70123 Bari

Tel. +39 (080) 5211200

Fax +39 (080) 5213486

**RAPPORTO FINALE
SETTEMBRE 2005**

RESPONSABILI SCIENTIFICI:

Mario Ferretti C.I.R.S.PE. (Roma)

Antonello Sala CNR-ISMAR (Ancona)

Corrado Piccinetti Laboratorio di Biologia Marina e Pesca (Fano)

Nicola Ungaro Laboratorio Biologia Marina (Bari)

Questo studio è stato condotto con il contributo del Ministero per le politiche agricole e forestali, Direzione Generale della Pesca e dell'Acquacoltura, esso non riflette necessariamente il punto di vista dell'Amministrazione e non anticipa in alcun modo le future decisioni gestionali. Il presente volume non è una pubblicazione e pertanto l'utilizzazione dei dati in esso contenuti è sottoposta all'autorizzazione scritta del responsabile dell'unità operativa o dell'Amministrazione

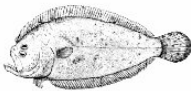

INDICE GENERALE

1. ELENCO DEI COLLABORATORI	1
2. RINGRAZIAMENTI	1
3. ABSTRACT	2
Ref.....	3
4. ESTRATTO	3
Bibliografia	4
5. SINTESI IN ITALIANO	5
INTRODUZIONE	5
MATERIALI E METODI	5
Determinazione delle principali caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali tessili	5
Descrizione dell'attrezzatura da pesca utilizzata durante le prove in mare.....	6
Figura 1 - Armamento avansacco con sacco a maglia a losanga (a sinistra) e con sacco a maglia quadra (a destra).....	6
Prove in mare: campagna preliminare e campagne di selettività	6
Sistema per lo studio delle prestazioni della rete durante le fasi di pesca.....	7
Metodo sperimentale di determinazione della selettività.....	7
Analisi dell'efficienza.....	8
Analisi della ricchezza specifica (Richness)	8
RISULTATI	9
Principali caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali tessili.....	9
Comportamento e prestazioni della rete durante le fasi di pesca	9
Tabella 1 – Parametri rilevati nelle diverse cale della campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03), utilizzando il sacco tradizionale con maglia a losanga (ML) ed il sacco sperimentale a maglia quadra (MQ). Al fine di rilevare un eventuale effetto di mascheramento (<i>masking</i>), in alcune cale è stato utilizzato il cover (x). Parametri misurati alle diverse profondità P[m]: lunghezza del cavo di traino CT[m]; velocità di traino VT[kn]; potenza POT[kW]; consumo carburante CC[kg/h]; forza di traino totale STT[kgf]; forza di traino della rete STR[kgf]; apertura orizzontale della rete AO[m]; apertura verticale della rete AV[m]; distanza fra i divergenti DD[m]......	9
Parametri di selettività per le specie selezionate	10
<i>Arnoglossus laterna</i> (Zanchetta o suacia).....	10
<i>Illex coindettii</i> (Totano)	10
<i>Merluccius merluccius</i> (Nasello o merluzzo).....	10
<i>Mullus barbatus</i> (Triglia di fango)	11
<i>Pagellus erythrinus</i> (Pagello fragolino).....	11
<i>Parapenaeus longirostris</i> (Gambero rosa).....	11
<i>Trachurus mediterraneus</i> (Suro).....	12
<i>Trisopterus minutus capellanus</i> (Cappellano o busbana)	12
<i>Nephrops norvegicus</i> (Scampo)	12
Figura 2 – <i>Arnoglossus laterna</i> (Zona S-C, S-D, S-E). a) Distribuzione di taglia normalizzata delle catture ottenute mediamente per cala nel cover (---) e nel sacco (—) con maglia a losanga (ML) e con maglia quadra (MQ); b) dati sperimentali (●), curve di selettività delle singole cale replicate (—), curve medie ottenute in accordo con Fryer (—) e basate sull'analisi dei dati combinati (---); c) $L_{50\%}$ versus SR , gli ellissi	

sono stati calcolati in base alla varianza dei parametri stimati e rappresentano graficamente gli intervalli di confidenza sia di $L_{50\%}$ che di SR	13
Figura 3 – <i>Illex coindettii</i> (Zona S-D, S-E). a) Distribuzione di taglia normalizzata delle catture ottenute mediamente per cala nel cover (---) e nel sacco (—) con maglia a losanga (ML) e con maglia quadra (MQ); b) dati sperimentali (●), curve di selettività delle singole cale replicate (—), curve medie ottenute in accordo con Fryer (—) e basate sull'analisi dei dati combinati (---); c) $L_{50\%}$ versus SR , gli ellissi sono stati calcolati in base alla varianza dei parametri stimati e rappresentano graficamente gli intervalli di confidenza sia di $L_{50\%}$ che di SR	13
Figura 4 – <i>Merluccius merluccius</i> (Range batimetrico 0-50m: Zona S-D). a) Distribuzione di taglia normalizzata delle catture ottenute mediamente per cala nel cover (---) e nel sacco (—) con maglia a losanga (ML) e con maglia quadra (MQ); b) dati sperimentali (●), curve di selettività delle singole cale replicate (—), curve medie ottenute in accordo con Fryer (—) e basate sull'analisi dei dati combinati (---); c) $L_{50\%}$ versus SR , gli ellissi sono stati calcolati in base alla varianza dei parametri stimati e rappresentano graficamente gli intervalli di confidenza sia di $L_{50\%}$ che di SR	14
Figura 5 – <i>Merluccius merluccius</i> (Range batimetrico 150-200m: Zona S-E). a) Distribuzione di taglia normalizzata delle catture ottenute mediamente per cala nel cover (---) e nel sacco (—) con maglia a losanga (ML) e con maglia quadra (MQ); b) dati sperimentali (●), curve di selettività delle singole cale replicate (—), curve medie ottenute in accordo con Fryer (—) e basate sull'analisi dei dati combinati (---); c) $L_{50\%}$ versus SR , gli ellissi sono stati calcolati in base alla varianza dei parametri stimati e rappresentano graficamente gli intervalli di confidenza sia di $L_{50\%}$ che di SR	14
Figura 6 – <i>Mullus barbatus</i> (Zona S-C, S-D). a) Distribuzione di taglia normalizzata delle catture ottenute mediamente per cala nel cover (---) e nel sacco (—) con maglia a losanga (ML) e con maglia quadra (MQ); b) dati sperimentali (●), curve di selettività delle singole cale replicate (—), curve medie ottenute in accordo con Fryer (—) e basate sull'analisi dei dati combinati (---); c) $L_{50\%}$ versus SR , gli ellissi sono stati calcolati in base alla varianza dei parametri stimati e rappresentano graficamente gli intervalli di confidenza sia di $L_{50\%}$ che di SR	15
Figura 7 – <i>Pagellus erythrinus</i> (Zona S-C, S-D). a) Distribuzione di taglia normalizzata delle catture ottenute mediamente per cala nel cover (---) e nel sacco (—) con maglia a losanga (ML) e con maglia quadra (MQ); b) dati sperimentali (●), curve di selettività delle singole cale replicate (—), curve medie ottenute in accordo con Fryer (—) e basate sull'analisi dei dati combinati (---); c) $L_{50\%}$ versus SR , gli ellissi sono stati calcolati in base alla varianza dei parametri stimati e rappresentano graficamente gli intervalli di confidenza sia di $L_{50\%}$ che di SR	15
Figura 8 – <i>Parapaeneus longirostris</i> (Zona S-E). a) Distribuzione di taglia normalizzata delle catture ottenute mediamente per cala nel cover (---) e nel sacco (—) con maglia a losanga (ML) e con maglia quadra (MQ); b) dati sperimentali (●), curve di selettività delle singole cale replicate (—), curve medie ottenute in accordo con Fryer (—) e basate sull'analisi dei dati combinati (---); c) $L_{50\%}$ versus SR , gli ellissi sono stati calcolati in base alla varianza dei parametri stimati e rappresentano graficamente gli intervalli di confidenza sia di $L_{50\%}$ che di SR	16
Figura 9 – <i>Trachurus mediterraneus</i> (Zona S-C, S-D). a) Distribuzione di taglia normalizzata delle catture ottenute mediamente per cala nel cover (---) e nel sacco (—) con maglia a losanga (ML) e con maglia quadra (MQ); b) dati sperimentali (●), curve di selettività delle singole cale replicate (—), curve medie ottenute in accordo con Fryer (—) e basate sull'analisi dei dati combinati (---); c) $L_{50\%}$ versus SR , gli ellissi sono stati calcolati in base alla varianza dei parametri stimati e rappresentano graficamente gli intervalli di confidenza sia di $L_{50\%}$ che di SR	16
Figura 10 – <i>Trisopterus minutus capelanus</i> (Zona S-D, S-E). a) Distribuzione di taglia normalizzata delle catture ottenute mediamente per cala nel cover (---) e nel sacco (—) con maglia a losanga (ML) e con maglia quadra (MQ); b) dati sperimentali (●), curve di selettività delle singole cale replicate (—), curve medie ottenute in accordo con Fryer (—) e basate sull'analisi dei dati combinati (---); c) $L_{50\%}$ versus SR , gli ellissi sono stati calcolati in base alla varianza dei parametri stimati e rappresentano graficamente gli intervalli di confidenza sia di $L_{50\%}$ che di SR	17
Figura 11 – <i>Nephrops norvegicus</i> (Zona S-E). a) Distribuzione di taglia normalizzata delle catture ottenute mediamente per cala nel cover (---) e nel sacco (—) con maglia a losanga (ML) e con maglia quadra (MQ); b) dati sperimentali (●), curve di selettività delle singole cale replicate (—), curve medie ottenute in accordo con Fryer (—) e basate sull'analisi dei dati combinati (---); c) $L_{50\%}$ versus SR , gli ellissi sono stati calcolati in base alla varianza dei parametri stimati e rappresentano graficamente gli intervalli di confidenza sia di $L_{50\%}$ che di SR	17

Tabella 2 – Parametri di selettività stimati per la maglia a losanga (ML) e per la maglia quadra (MQ) per tutte le specie risultate abbondanti nelle catture: <i>Arnoglossus laterna</i> (AL), <i>Illex coindettii</i> (IC), <i>Merluccius merluccius</i> (MM), <i>Mullus barbatus</i> (MB), <i>Pagellus erythrinus</i> (PE), <i>Parapenaeus longirostris</i> (PL), <i>Trachurus mediterraneus</i> (TM), <i>Trisopterus minutus capelanus</i> (TMC), <i>Nephrops norvegicus</i> (NN). Lunghezza di ritenuta al 50% ($L_{50\%}$), Intervallo di selezione (SR), Fattore di selezione (SF), Rapporto di Selezione (RS), taglia media delle catture nel sacco (LS) e nel cover (LC).....	18
Efficienza	18
Tabella 3 – Confronto delle catture delle principali specie commerciali ottenute con il sacco tradizionale (ML) e con il sacco a maglia quadra (MQ): media geometrica del numero e del peso per ora; risultati dei test statistici effettuati (*=significativo, $0.01 < Sig. < 0.05$; **= altamente significativo, $Sig. < 0.01$); coefficienti di efficienza ML/MQ (rapporto fra le catture in numero ed in peso del sacco tradizionale e del sacco a maglia quadra).	19
Figura 12 – Efficienza del sacco a maglia a losanga rispetto al sacco a maglia quadra sulle catture delle principali specie commerciali. * $0.01 < Sig. < 0.05$; ** $Sig. < 0.01$. Per ogni specie analizzata, un <i>Coefficiente di Efficienza (EC)</i> fra i due sacchi è stato calcolato come rapporto della media del sacco tradizionale e del sacco sperimentale a maglia quadra. <i>Ricchezza specifica (Richness)</i>	19
Tabella 4 – Numero medio di specie differenti catturate per cala, calcolate separatamente per i due sacchi. In base al valore economico, le specie sono state suddivise in due categorie: specie commerciali ed altre specie. L'analisi dei dati è stata effettuata su ciascuna delle due categorie e sul totale delle specie catturate. (*=significativo, $0.01 < Sig. < 0.05$; **= altamente significativo, $Sig. < 0.01$).....	20
6. SINTESI IN INGLESE	21
INTRODUCTION	21
MATERIALS AND METHODS	21
Preliminary fishing cruise	21
Sea trials and data analysis.....	22
RESULTS	22
Trawl technical parameters	22
Table 1 – Results obtained during the preliminary Adriatic Sea trials (22/09/03 – 01/10/03). Traditional (ML) and experimental (MQ) codends were alternated daily on the same bottom trawl. In same hauls the cover (x) was used to detect a possible masking effect. D[m]: bottom depth, CT[m]: warp length, VT[kn]: towing speed, POT[kW]: shaft power, CC[kg/h]: fuel consumption, STT[kgf]: warp drag, STR[kgf]: net drag, AO[m]: horizontal net opening, AV[m]: vertical net opening, DD[m]: door spread.	23
Selectivity and efficiency comparisons between the traditional and experimental codend	23
Table 2 – Parameter estimates for the traditional diamond mesh codend (ML) and experimental square mesh codend (MQ). The Retention length at 50% ($L_{50\%}$), Selection Range (SR), Selection factor (SF), Selection Rate (RS), mean length of each species captured in the codend (LS) and in the cover (LC) are reported for <i>Arnoglossus laterna</i> (AL), <i>Illex coindettii</i> (IC), <i>Merluccius merluccius</i> (MM), <i>Mullus barbatus</i> (MB), <i>Pagellus erythrinus</i> (PE), <i>Parapenaeus longirostris</i> (PL), <i>Trachurus mediterraneus</i> (TM), <i>Trisopterus minutus capelanus</i> (TMC), <i>Nephrops norvegicus</i> (NN).	24
Table 3 – Mean number of different species caught per haul, computed separately for the diamond mesh codend (ML) and square mesh codend (MQ), for both species categories considered and for all the species caught.	25
Figure 1 – Efficacy of the traditional codend (ML) with respect to the experimental one (MQ) on the main commercial species. ANOVA results: *=significant, $0.01 < Sig. < 0.05$; **= highly significant, $Sig. < 0.01$	25
DISCUSSION AND CONCLUSIONS	26
7. INTRODUZIONE	27
Prima fase – Ricerca dei materiali più idonei per la costruzione dei sacchi a maglia quadra e realizzazione degli stessi (durata 3 mesi).....	29

Seconda fase – Prove preliminari in mare con nave da ricerca (durata 7 mesi)	29
Terza fase – Prove comparative di selettività ed efficienza (durata 10 mesi)	29
Quarta fase – Analisi dei dati e redazione del rapporto finale (durata 4 mesi)	30
8. MATERIALI E METODI	30
Determinazione delle principali caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali tessili.....	30
Figura 13 – Sistema Instron Mod. 4505.....	30
Figura 14 – Schema generale del sistema video-estensimetro della <i>INSTRON</i> , utilizzato durante le prove di laboratorio per la determinazione delle principali caratteristiche fisico-meccaniche del filato utilizzato per la costruzione dei sacchi.	30
Figura 15 – Test dinamometrici INSTRON. Particolare di due provini con evidenziati i segni di contrasto per la determinazione dell’allungamento.	31
Descrizione dell’attrezzatura da pesca utilizzata durante le prove in mare.....	32
Figura 16 – Particolare di una cattura del sacco a maglia quadra.	32
Figura 17 – Confezionamento del sacco a maglia quadra da una pezza di rete con maglia a losanga.	32
Tabella 5 – Principali caratteristiche dell’attrezzatura da pesca utilizzata durante le prove in mare.	33
Figura 18 – Convenzioni nella terminologia della maglia a losanga e della maglia quadra.....	34
Figura 19 – Armamento del sacco con maglia a losanga e del sacco a maglia quadra con l’avansacco.	34
Figura 20 – Particolare dell’armamento del sacco a maglia quadra con l’avansacco.	34
Figura 21 – Piano della rete, dei sacchi e del cover utilizzati durante le prove in mare.....	35
Prove in mare: campagna preliminare e campagne di selettività	36
Figura 22 – La nave da ricerca del CNR “ <i>G. Dallaporta</i> ”, in dotazione all’ISMAR di Ancona.	36
Figura 23 – La nave da ricerca “ <i>Andrea</i> ” del Laboratorio di Biologia Marina (Fano) dell’Università di Bologna.	36
Figura 24 – Particolare di una cattura del sacco a maglia quadra.	37
Figura 25 – Posizionamento dei trasduttori SCANMAR durante le fasi di pesca della campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03).....	37
Sistema per lo studio delle prestazioni della rete durante le fasi di pesca.....	37
Figura 26 – Diagramma rappresentante il sistema utilizzato per lo studio del comportamento e delle prestazioni della rete durante le fasi di pesca della campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03). Tutti gli strumenti utilizzati (SCANBAS, Torsiometro, MICREL e DAS) sono stati connessi via <i>RS232/485 serial ports</i> al laptop di bordo.	38
Analisi dei principali parametri della rete acquisiti durante le fasi di pesca	38
Metodo sperimentale di determinazione della selettività	39
Figura 27 – Particolare di una cattura del sacco a maglia quadra.	40
Tabella 6 – Log book delle cale effettuate durante la campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03), della prima (30/08/04 – 07/09/04) e della seconda (22/09/04 – 06/10/04) campagna di selettività. ML=Sacco tradizionale con maglia a losanga, MQ=Sacco sperimentale con sacco a maglia quadra.	41
Figura 28 – Rappresentazione schematica del sacco e del cover con le specifiche degli anelli utilizzati per evitare un possibile effetto di mascheramento del cover.....	42
Analisi statistica della selettività	43
Analisi dell’efficienza	46
Analisi della ricchezza specifica (Richness)	48
9. RISULTATI	48

Principali caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali tessili.....	48
Tabella 7 – Apertura della maglia a losanga (ML) e delle maglia quadra (MQ) rispettivamente del sacco tradizionale e sperimentale. Le misure sono ottenute con il misuratore ICES e con il misuratore triangolare con 5 kg di peso applicato (T5) e con 1 kg di peso applicato (T1).....	49
Tabella 8 – Densità del filato utilizzato per la costruzione dei sacchi. La determinazione della densità lineare del filato (Titolo) è in accordo con la norma tecnica UNI 8747. Le misurazioni sono state effettuate su un minimo di 20 campioni validi prelevati dalla pezza di rete prima della costruzione dei sacchi. P=Peso del campione, L=Lunghezza del campione, LD=Densità lineare del campione, d=diametro del filato.	50
Tabella 9 – Principali caratteristiche fisico-meccaniche della maglia a losanga (ML) e della maglia quadra (MQ). Di ogni maglia vengono riportate la media (in grassetto) e la deviazione standard della forza di rottura <i>CM</i> , dell'allungamento massimo <i>E%</i> , dell'allungamento al 75%, del Modulo di Elasticità Secante <i>SEM</i> e della tenacità <i>T</i>	50
Tabella 10 – Risultati dei test dinamometrici effettuati su una serie di provini a maglia a losanga (ML) e a maglia quadra (MQ). Di ogni provino vengono riportati la forza di rottura <i>CM</i> , l'allungamento massimo <i>E%</i> , l'allungamento al 75%, il Modulo di Elasticità Secante <i>SEM</i> e la tenacità <i>T</i>	51
Comportamento e prestazioni della rete durante le fasi di pesca	51
Figura 29 – Curve forza di trazione/allungamento risultanti dai test dinamometrici. I provini a maglia a losanga (ML) e a maglia quadra (MQ) sono stati testati rispettando le raccomandazioni ISO 1806 (2002).....	52
Figura 30 – Curve forza di trazione/allungamento medie e deviazione standard risultanti dai test dinamometrici. Le curve medie sono state ricavate mediando le curve dei provini a maglia a losanga (ML) e a maglia quadra (MQ).	52
Tabella 11 – Analisi della varianza a due vie. Variabile dipendente: Forza di traino della rete <i>STR</i> [kgf]; fattori: Cavo e Sacco; Covariata: Velocità di traino <i>VT</i> [kn].	53
Tabella 12 – Parametri rilevati nelle diverse cale della campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03), utilizzando il sacco tradizionale con maglia a losanga (ML) ed il sacco sperimentale a maglia quadra (MQ). Al fine di evidenziare un eventuale effetto di mascheramento (<i>masking</i>), in alcune cale è stato utilizzato il cover (x). Parametri misurati alle diverse profondità <i>P</i> [m]: lunghezza del cavo di traino <i>CT</i> [m]; velocità di traino <i>VT</i> [kn]; potenza <i>POT</i> [kW]; consumo carburante <i>CC</i> [kg/h]; forza di traino totale <i>STT</i> [kgf]; forza di traino della rete <i>STR</i> [kgf]; apertura orizzontale della rete <i>AO</i> [m]; apertura verticale della rete <i>AV</i> [m]; distanza fra i divergenti <i>DD</i> [m].	55
Figura 31 – Principali misure effettuate sulla rete armata con il sacco tradizionale con maglia a losanga (ML) e con il sacco a maglia quadra (MQ): forza di traino, apertura orizzontale e verticale della rete e distanza dei divergenti. I grafici riportano oltre ai dati sperimentali anche i modelli ottenuti con i due diversi approcci statistici: <i>Stepwise Regression</i> e <i>Generalized Linear Model (GLM)</i>	56
Tabella 13 – Metodo <i>Stepwise Regression</i> : calcolo dei valori dei coefficienti di correlazione lineare, Errore Standard (<i>Asymptotic Std. Error, A.S.E.</i>), coefficiente di correlazione (R^2) e Significatività del modello (<i>Sig.</i>). <i>STR</i> [kgf]: forza di traino della rete, <i>AO</i> [m]: apertura orizzontale della rete, <i>AV</i> [m]: apertura verticale della rete, <i>DD</i> [m]: distanza fra i divergenti. Per il calcolo di tali modelli si è proceduto partendo dal modello generalizzato: $y = \beta_0 + \alpha_1 ML + \alpha_2 MQ + \alpha_3 D + \beta_1 VT + \beta_2 P$ in cui <i>y</i> rappresenta il parametro di cui si intendeva calcolare la relazione, <i>VT</i> è la velocità di traino, <i>ML</i> (sacco a losanga) ed <i>MQ</i> (sacco a maglia quadra) sono variabili nominali e rappresentano il tipo di sacco utilizzato ed hanno valori 0 o 1; <i>D</i> è la variabile <i>Dummy</i> che rappresenta la “corrente” a cui è stato assegnato valore +1 quando la cala è stata eseguita con corrente a favore e -1 con corrente contraria, <i>P</i> [m] è la profondità di campionamento; $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \beta_0, \beta_1, \beta_2$ sono le costanti calcolate per mezzo dell'applicazione delle procedure iterative.	57
Tabella 13 – Metodo <i>Generalized Linear Model (GLM): Continua</i>	58
Parametri di selettività delle principali specie catturate	59
 Arnoglossus laterna (Zanchetta o suacia).....	59
 Illex coindetii (Totano)	59


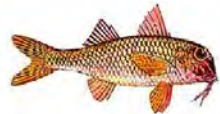





	Merluccius merluccius (Nasello o merluzzo).....	60
	Mullus barbatus (Triglia di fango)	61
	Pagellus erythrinus (Pagello fragolino).....	61
	Parapenaeus longirostris (Gambero rosa).....	62
	Trachurus mediterraneus (Suro).....	62
	Trisopterus minutus capelanus (Cappellano o busbana).....	63
	Nephrops norvegicus (Scampo).....	63

Figura 32 – *Arnoglossus laterna* (Zona S-C, S-D, S-E). **a)** Distribuzione di taglia normalizzata delle catture ottenute mediamente per cala nel cover (---) e nel sacco (—) con maglia a losanga (ML) e con maglia quadra (MQ); **b)** dati sperimentali (●), curve di selettività delle singole cale replicate (—), curve medie ottenute in accordo con Fryer (—) e basate sull’analisi dei dati combinati (---); **c)** $L_{50\%}$ versus SR , gli ellissi sono stati calcolati in base alla varianza dei parametri stimati e rappresentano graficamente gli intervalli di confidenza sia di $L_{50\%}$ che di SR 65

Figura 33 – *Illex coindettii* (Zona S-D, S-E). **a)** Distribuzione di taglia normalizzata delle catture ottenute mediamente per cala nel cover (---) e nel sacco (—) con maglia a losanga (ML) e con maglia quadra (MQ); **b)** dati sperimentali (●), curve di selettività delle singole cale replicate (—), curve medie ottenute in accordo con Fryer (—) e basate sull’analisi dei dati combinati (---); **c)** $L_{50\%}$ versus SR , gli ellissi sono stati calcolati in base alla varianza dei parametri stimati e rappresentano graficamente gli intervalli di confidenza sia di $L_{50\%}$ che di SR 66

Figura 34 – *Merluccius merluccius* (Range batimetrico 0-50 m: Zona S-D). **a)** Distribuzione di taglia normalizzata delle catture ottenute mediamente per cala nel cover (---) e nel sacco (—) con maglia a losanga (ML) e con maglia quadra (MQ); **b)** dati sperimentali (●), curve di selettività delle singole cale replicate (—), curve medie ottenute in accordo con Fryer (—) e basate sull’analisi dei dati combinati (---); **c)** $L_{50\%}$ versus SR , gli ellissi sono stati calcolati in base alla varianza dei parametri stimati e rappresentano graficamente gli intervalli di confidenza sia di $L_{50\%}$ che di SR 67

Figura 35 – *Merluccius merluccius* (Range batimetrico 150-200 m: Zona S-E). **a)** Distribuzione di taglia normalizzata delle catture ottenute mediamente per cala nel cover (---) e nel sacco (—) con maglia a losanga (ML) e con maglia quadra (MQ); **b)** dati sperimentali (●), curve di selettività delle singole cale replicate (—), curve medie ottenute in accordo con Fryer (—) e basate sull’analisi dei dati combinati (---); **c)** $L_{50\%}$ versus SR , gli ellissi sono stati calcolati in base alla varianza dei parametri stimati e rappresentano graficamente gli intervalli di confidenza sia di $L_{50\%}$ che di SR 68

Figura 36 – *Mullus barbatus* (Zona S-C, S-D). **a)** Distribuzione di taglia normalizzata delle catture ottenute mediamente per cala nel cover (---) e nel sacco (—) con maglia a losanga (ML) e con maglia quadra (MQ); **b)** dati sperimentali (●), curve di selettività delle singole cale replicate (—), curve medie ottenute in accordo con Fryer (—) e basate sull’analisi dei dati combinati (---); **c)** $L_{50\%}$ versus SR , gli ellissi sono stati calcolati in base alla varianza dei parametri stimati e rappresentano graficamente gli intervalli di confidenza sia di $L_{50\%}$ che di SR 69

Figura 37 – *Pagellus erythrinus* (Zona S-C, S-D). **a)** Distribuzione di taglia normalizzata delle catture ottenute mediamente per cala nel cover (---) e nel sacco (—) con maglia a losanga (ML) e con maglia quadra (MQ); **b)** dati sperimentali (●), curve di selettività delle singole cale replicate (—), curve medie ottenute in accordo con Fryer (—) e basate sull’analisi dei dati combinati (---); **c)** $L_{50\%}$ versus SR , gli ellissi

sono stati calcolati in base alla varianza dei parametri stimati e rappresentano graficamente gli intervalli di confidenza sia di $L_{50\%}$ che di SR	70
Figura 38 – <i>Parapaeneus longirostris</i> (Zona S-E). a) Distribuzione di taglia normalizzata delle catture ottenute mediamente per cala nel cover (---) e nel sacco (—) con maglia a losanga (ML) e con maglia quadra (MQ); b) dati sperimentali (●), curve di selettività delle singole cale replicate (—), curve medie ottenute in accordo con Fryer (—) e basate sull’analisi dei dati combinati (---); c) $L_{50\%}$ versus SR , gli ellissi sono stati calcolati in base alla varianza dei parametri stimati e rappresentano graficamente gli intervalli di confidenza sia di $L_{50\%}$ che di SR	71
Figura 39 – <i>Trachurus mediterraneus</i> (Zona S-C, S-D). a) Distribuzione di taglia normalizzata delle catture ottenute mediamente per cala nel cover (---) e nel sacco (—) con maglia a losanga (ML) e con maglia quadra (MQ); b) dati sperimentali (●), curve di selettività delle singole cale replicate (—), curve medie ottenute in accordo con Fryer (—) e basate sull’analisi dei dati combinati (---); c) $L_{50\%}$ versus SR , gli ellissi sono stati calcolati in base alla varianza dei parametri stimati e rappresentano graficamente gli intervalli di confidenza sia di $L_{50\%}$ che di SR	72
Figura 40 – <i>Trisopterus minutus capelanus</i> (Zona S-D, S-E). a) Distribuzione di taglia normalizzata delle catture ottenute mediamente per cala nel cover (---) e nel sacco (—) con maglia a losanga (ML) e con maglia quadra (MQ); b) dati sperimentali (●), curve di selettività delle singole cale replicate (—), curve medie ottenute in accordo con Fryer (—) e basate sull’analisi dei dati combinati (---); c) $L_{50\%}$ versus SR , gli ellissi sono stati calcolati in base alla varianza dei parametri stimati e rappresentano graficamente gli intervalli di confidenza sia di $L_{50\%}$ che di SR	73
Figura 41 – <i>Nephrops norvegicus</i> (Zona S-E). a) Distribuzione di taglia normalizzata delle catture ottenute mediamente per cala nel cover (---) e nel sacco (—) con maglia a losanga (ML) e con maglia quadra (MQ); b) dati sperimentali (●), curve di selettività delle singole cale replicate (—), curve medie ottenute in accordo con Fryer (—) e basate sull’analisi dei dati combinati (---); c) $L_{50\%}$ versus SR , gli ellissi sono stati calcolati in base alla varianza dei parametri stimati e rappresentano graficamente gli intervalli di confidenza sia di $L_{50\%}$ che di SR	74
Tabella 14 – Parametri di selettività stimati per la maglia a losanga (ML) e per la maglia quadra (MQ): <i>A. laterna</i> (AL), <i>I. coindettii</i> (IC), <i>M. merluccius</i> (MM), <i>M. barbatus</i> (MB), <i>P. erythrinus</i> (PE), <i>P. longirostris</i> (PL), <i>T. mediterraneus</i> (TM), <i>T. m. capelanus</i> (TMC), <i>N. norvegicus</i> (NN). I dati sono stati analizzati secondo la metodologia (MI) proposta da Fryer (F) e sull’analisi dei dati combinati (P): Lunghezza di ritenuta al 50% ($L_{50\%}$), Errore Standard (SE), Gradi di libertà (dof), Intervallo di selezione (SR), Fattore di selezione (SF), estimatori della curva che meglio approssima i dati (v_1, v_2), variazione all’interno delle cale $\{R_i\}$ (within-haul variation), variazione fra le cale $\{D\}$ (between-haul variation), test di verifica Akaike’s Information Criterion (AIC, CAIC), Rapporto di Selezione (RS), taglia media nel sacco (LS) e nel cover (LC).....	75
Influenza di alcune variabili esplicative (fixed effects) sui parametri di selettività.....	76
Tabella 15 – Parametri stimati (Estimate) per <i>Mullus barbatus</i> (triglia di fango) secondo il modello di Fryer (1991). In tabella, oltre alla stima di alcune variabili esplicative analizzate, vengono riportati l’Errore standard (S.E.), i gradi di libertà (dof), il t -value ed il p -value (* $0.01 < Sig. < 0.05$; ** $Sig. < 0.01$)......	76
Figura 42 – Valori della lunghezza di ritenuta al 50% ($L_{50\%}$) per <i>Mullus barbatus</i> (triglia di fango) in funzione della dimensione della cattura nel sacco (Catch size). ML=sacco con maglia a losanga; MQ=sacco con maglia quadra.....	77
Efficienza.....	77
Ricchezza specifica (Richness).....	78
Tabella 16 – Confronto delle catture delle principali specie commerciali ottenute con il sacco tradizionale (ML) e con il sacco a maglia quadra (MQ). Media geometrica del numero e del peso per ora e rispettivo coefficiente di variazione; risultati dei test statistici effettuati (A = ANOVA test; S = Student’s t -test; *=significativo, $0.01 < Sig. < 0.05$; **= altamente significativo, $Sig. < 0.01$); coefficienti di efficienza ML/MQ (rapporto fra le catture in numero ed in peso del sacco tradizionale e del sacco a maglia quadra).....	79
Tabella 17 – Numero medio di specie differenti catturate per cala, calcolate separatamente per i due sacchi e per le cinque zone campionate. In base al valore economico, le specie sono state suddivise in due categorie: specie commerciali ed altre specie. L’analisi dei dati è stata effettuata su ciascuna delle due categorie e sul totale delle specie catturate. (A = ANOVA test; *=significativo, $0.01 < Sig. < 0.05$; **= altamente significativo, $Sig. < 0.01$)......	80

Figura 43 – Rendimenti medi orari in numero di individui delle principali specie commerciali catturate con il sacco con maglia a losanga (ML) rispetto al sacco a maglia quadra (MQ). * 0.01<Sig.<0.05; ** Sig.<0.01.....	81
Figura 44 – Rendimenti medi orari in peso (g/h) delle principali specie commerciali catturate con il sacco con maglia a losanga (ML) rispetto al sacco a maglia quadra (MQ). * 0.01<Sig.<0.05; ** Sig.<0.01.....	82
Figura 45 – Efficienza del sacco a maglia a losanga rispetto al sacco a maglia quadra sulle catture delle principali specie commerciali . * 0.01<Sig.<0.05; ** Sig.<0.01.....	83
10. DISCUSSIONI E CONCLUSIONI.....	84
11. RACCOMANDAZIONI GESTIONALI	85
12. DIVULGAZIONE DEI RISULTATI.....	86
13. REFERENCES / BIBLIOGRAFIA.....	86
57. APPENDICE A: DESCRIZIONE DELLE ZONE DI CAMPIONAMENTO.....	89
Figura 46 – Localizzazione delle cale effettuate durante la campagna preliminare (Area P-A e P-B: 22/09/03 – 01/10/03), della prima (30/08/04 – 07/09/04) e della seconda (22/09/04 – 06/10/04) campagna di selettività (Aree S-C, S-D, S-E).....	90
58. APPENDICE B: PRINCIPALI PARAMETRI GEOMETRICI E FISICO-MECCANICI DELLA RETE	91
Figura 47 – Cala 1326. File dati CE050.S03. Sacco tradizionale. Principali parametri geometrici e fisico-meccanici in funzione del tempo, acquisiti durante la campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03). Nel grafico delle forze di traino sono riportati sia i valori misurati a bordo che sulla rete.	91
Figura 48 – Cala 1327. File dati CE051.S03. Sacco sperimentale. Principali parametri geometrici e fisico-meccanici in funzione del tempo, acquisiti durante la campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03). Nel grafico delle forze di traino sono riportati sia i valori misurati a bordo che sulla rete.	92
Figura 49 – Cala 1328. File dati CE052.S03. Sacco sperimentale. Principali parametri geometrici e fisico-meccanici in funzione del tempo, acquisiti durante la campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03). Nel grafico delle forze di traino sono riportati sia i valori misurati a bordo che sulla rete.	93
Figura 50 – Cala 1329. File dati CE053.S03. Sacco tradizionale. Principali parametri geometrici e fisico-meccanici in funzione del tempo, acquisiti durante la campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03). Nel grafico delle forze di traino sono riportati sia i valori misurati a bordo che sulla rete.	94
Figura 51 – Cala 1330. File dati CE054.S03. Sacco tradizionale. Principali parametri geometrici e fisico-meccanici in funzione del tempo, acquisiti durante la campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03). Nel grafico delle forze di traino sono riportati sia i valori misurati a bordo che sulla rete.	95
Figura 52 – Cala 1331. File dati CE055.S03. Sacco tradizionale. Principali parametri geometrici e fisico-meccanici in funzione del tempo, acquisiti durante la campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03). Nel grafico delle forze di traino sono riportati sia i valori misurati a bordo che sulla rete.	96
Figura 53 – Cala 1332. File dati CE056.S03. Sacco sperimentale. Principali parametri geometrici e fisico-meccanici in funzione del tempo, acquisiti durante la campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03). Nel grafico delle forze di traino sono riportati sia i valori misurati a bordo che sulla rete.	97
Figura 54 – Cala 1333. File dati CE057.S03. Sacco sperimentale. Principali parametri geometrici e fisico-meccanici in funzione del tempo, acquisiti durante la campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03). Nel grafico delle forze di traino sono riportati sia i valori misurati a bordo che sulla rete.	98
Figura 55 – Cala 1334. File dati CE058.S03. Sacco sperimentale. Principali parametri geometrici e fisico-meccanici in funzione del tempo, acquisiti durante la campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03). Nel grafico delle forze di traino sono riportati sia i valori misurati a bordo che sulla rete.	99
Figura 56 – Cala 1335. File dati CE059.S03. Sacco sperimentale. Principali parametri geometrici e fisico-meccanici in funzione del tempo, acquisiti durante la campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03). Nel grafico delle forze di traino sono riportati sia i valori misurati a bordo che sulla rete.	100

Figura 57 – Cala 1336. File dati CE060.S03. Sacco sperimentale. Principali parametri geometrici e fisico-meccanici in funzione del tempo, acquisiti durante la campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03). Nel grafico delle forze di traino sono riportati sia i valori misurati a bordo che sulla rete.	101
Figura 58 – Cala 1337. File dati CE061.S03. Sacco sperimentale. Principali parametri geometrici e fisico-meccanici in funzione del tempo, acquisiti durante la campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03). Nel grafico delle forze di traino sono riportati sia i valori misurati a bordo che sulla rete.	102
Figura 59 – Cala 1338. File dati CE062.S03. Sacco sperimentale. Principali parametri geometrici e fisico-meccanici in funzione del tempo, acquisiti durante la campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03). Nel grafico delle forze di traino sono riportati sia i valori misurati a bordo che sulla rete.	103
Figura 60 – Cala 1339. File dati CE063.S03. Sacco sperimentale. Principali parametri geometrici e fisico-meccanici in funzione del tempo, acquisiti durante la campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03). Nel grafico delle forze di traino sono riportati sia i valori misurati a bordo che sulla rete.	104
Figura 61 – Cala 1340. File dati CE064.S03. Sacco tradizionale. Principali parametri geometrici e fisico-meccanici in funzione del tempo, acquisiti durante la campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03). Nel grafico delle forze di traino sono riportati sia i valori misurati a bordo che sulla rete.	105
Figura 62 – Cala 1341. File dati CE065.S03. Sacco tradizionale. Principali parametri geometrici e fisico-meccanici in funzione del tempo, acquisiti durante la campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03). Nel grafico delle forze di traino sono riportati sia i valori misurati a bordo che sulla rete.	106
Figura 63 – Cala 1342. File dati CE066.S03. Sacco tradizionale. Principali parametri geometrici e fisico-meccanici in funzione del tempo, acquisiti durante la campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03). Nel grafico delle forze di traino sono riportati sia i valori misurati a bordo che sulla rete.	107
Figura 64 – Cala 1343. File dati CE067.S03. Sacco tradizionale. Principali parametri geometrici e fisico-meccanici in funzione del tempo, acquisiti durante la campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03). Nel grafico delle forze di traino sono riportati sia i valori misurati a bordo che sulla rete.	108

59. APPENDICE C: CATTURE STANDARDIZZATE IN PESO ED IN NUMERO DI INDIVIDUI PER ORA DI PESCA DI TUTTE LE SPECIE CAMPIONATE 108

Tabella 18 – Numero di esemplari standardizzati per ora di pesca di tutte le specie catturate durante le cale effettuate con il sacco a maglia a losanga.	109
Tabella 19 – Numero di esemplari standardizzati per ora di pesca di tutte le specie catturate nel cover durante le cale effettuate con il sacco a maglia a losanga.	110
Tabella 20 – Peso standardizzato per ora di pesca di tutte le specie catturate durante le cale effettuate con il sacco a maglia a losanga.	111
Tabella 21 – Peso standardizzato per ora di pesca di tutte le specie catturate nel cover durante le cale effettuate con il sacco a maglia a losanga.	112
Tabella 22 – Numero di esemplari standardizzati per ora di pesca di tutte le specie catturate durante le cale effettuate con il sacco a maglia quadra.	113
Tabella 23 – Numero di esemplari standardizzati per ora di pesca di tutte le specie catturate nel cover durante le cale effettuate con il sacco a maglia quadra.	114
Tabella 24 – Peso standardizzato per ora di pesca di tutte le specie catturate durante le cale effettuate con il sacco a maglia quadra.	115
Tabella 25 – Peso standardizzato per ora di pesca di tutte le specie catturate nel cover durante le cale effettuate con il sacco a maglia quadra.	116

60. APPENDICE D: ANALISI ESPLORATIVA PRELIMINARE DEI DATI DI SELETTIVITÀ DELLE CALE REPLICATE: DISTRIBUZIONI DI TAGLIA, CURVE DI SELETTIVITÀ, DEVIANCE RESIDUAL PLOTS..... 117

Figura 65 – <i>Arnoglossus laterna</i> (sacco con maglia a losanga: Zona S-C, S-D, S-E). Grafico in alto: Distribuzione di taglia delle catture ottenute in ciascuna cala nel sacco (—) e nel cover (---). Grafico in mezzo: curva di selettività delle singole cale replicate e dati sperimentali. Grafico in basso: <i>deviance residual plots</i> di ciascuna cala replicata.	118
---	-----

Figura 66 – <i>Illex coindetii</i> (sacco con maglia a losanga: Zona S-D, S-E). Grafico in alto: Distribuzione di taglia delle catture ottenute in ciascuna cala nel sacco (—) e nel cover (---). Grafico in mezzo: curva di selettività delle singole cale replicate e dati sperimentali. Grafico in basso: <i>deviance residual plots</i> di ciascuna cala replicata.	119
Figura 67 – <i>Merluccius merluccius</i> (sacco con maglia a losanga: Zona S-D – Range batimetrico di 0-50m). Grafico in alto: Distribuzione di taglia delle catture ottenute in ciascuna cala nel sacco (—) e nel cover (---). Grafico in mezzo: curva di selettività delle singole cale replicate e dati sperimentali. Grafico in basso: <i>deviance residual plots</i> di ciascuna cala replicata.	120
Figura 68 – <i>Merluccius merluccius</i> (sacco con maglia a losanga: Zona S-E – Range batimetrico di 150-200m). Grafico in alto: Distribuzione di taglia delle catture ottenute in ciascuna cala nel sacco (—) e nel cover (---). Grafico in mezzo: curva di selettività delle singole cale replicate e dati sperimentali. Grafico in basso: <i>deviance residual plots</i> di ciascuna cala replicata.	121
Figura 69 – <i>Mullus barbatus</i> (sacco con maglia a losanga: Zona S-C, S-D). Grafico in alto: Distribuzione di taglia delle catture ottenute in ciascuna cala nel sacco (—) e nel cover (---). Grafico in mezzo: curva di selettività delle singole cale replicate e dati sperimentali. Grafico in basso: <i>deviance residual plots</i> di ciascuna cala replicata.	122
Figura 70 – <i>Pagellus erythrinus</i> (sacco con maglia a losanga: Zona S-C, S-D). Grafico in alto: Distribuzione di taglia delle catture ottenute in ciascuna cala nel sacco (—) e nel cover (---). Grafico in mezzo: curva di selettività delle singole cale replicate e dati sperimentali. Grafico in basso: <i>deviance residual plots</i> di ciascuna cala replicata.	123
Figura 71 – <i>Parapenaeus longirostris</i> (sacco con maglia a losanga: Zona S-E). Grafico in alto: Distribuzione di taglia delle catture ottenute in ciascuna cala nel sacco (—) e nel cover (---). Grafico in mezzo: curva di selettività delle singole cale replicate e dati sperimentali. Grafico in basso: <i>deviance residual plots</i> di ciascuna cala replicata.	124
Figura 72 – <i>Trachurus mediterraneus</i> (sacco con maglia a losanga: Zona S-C, S-D). Grafico in alto: Distribuzione di taglia delle catture ottenute in ciascuna cala nel sacco (—) e nel cover (---). Grafico in mezzo: curva di selettività delle singole cale replicate e dati sperimentali. Grafico in basso: <i>deviance residual plots</i> di ciascuna cala replicata.	125
Figura 73 – <i>Trisopterus minutus capelanus</i> (sacco con maglia a losanga: Zona S-D, S-E). Grafico in alto: Distribuzione di taglia delle catture ottenute in ciascuna cala nel sacco (—) e nel cover (---). Grafico in mezzo: curva di selettività delle singole cale replicate e dati sperimentali. Grafico in basso: <i>deviance residual plots</i> di ciascuna cala replicata.	126
Figura 74 – <i>Nephrops norvegicus</i> (sacco con maglia a losanga: Zona S-E). Grafico in alto: Distribuzione di taglia delle catture ottenute in ciascuna cala nel sacco (—) e nel cover (---). Grafico in mezzo: curva di selettività delle singole cale replicate e dati sperimentali. Grafico in basso: <i>deviance residual plots</i> di ciascuna cala replicata.	127
Figura 75 – <i>Arnoglossus laterna</i> (sacco con maglia quadra: Zona S-C, S-D, S-E). Grafico in alto: Distribuzione di taglia delle catture ottenute in ciascuna cala nel sacco (—) e nel cover (---). Grafico in mezzo: curva di selettività delle singole cale replicate e dati sperimentali. Grafico in basso: <i>deviance residual plots</i> di ciascuna cala replicata.	128
Figura 76 – <i>Illex coindetii</i> (sacco con maglia quadra: Zona S-D, S-E). Grafico in alto: Distribuzione di taglia delle catture ottenute in ciascuna cala nel sacco (—) e nel cover (---). Grafico in mezzo: curva di selettività delle singole cale replicate e dati sperimentali. Grafico in basso: <i>deviance residual plots</i> di ciascuna cala replicata.	129
Figura 77 – <i>Merluccius merluccius</i> (sacco con maglia quadra: Zona S-D – Range batimetrico di 0-50m). Grafico in alto: Distribuzione di taglia delle catture ottenute in ciascuna cala nel sacco (—) e nel cover (---). Grafico in mezzo: curva di selettività delle singole cale replicate e dati sperimentali. Grafico in basso: <i>deviance residual plots</i> di ciascuna cala replicata.	131
Figura 78 – <i>Merluccius merluccius</i> (sacco con maglia quadra: Zona S-E – Range batimetrico 150-200m). Grafico in alto: Distribuzione di taglia delle catture ottenute in ciascuna cala nel sacco (—) e nel cover (---). Grafico in mezzo: curva di selettività delle singole cale replicate e dati sperimentali. Grafico in basso: <i>deviance residual plots</i> di ciascuna cala replicata.	132
Figura 79 – <i>Mullus barbatus</i> (sacco con maglia quadra: Zona S-C, S-D). Grafico in alto: Distribuzione di taglia delle catture ottenute in ciascuna cala nel sacco (—) e nel cover (---). Grafico in mezzo: curva di	

selettività delle singole cale replicate e dati sperimentali. Grafico in basso: deviance residual plots di ciascuna cala replicata.....	133
Figura 80 – <i>Pagellus erythrinus</i> (sacco con maglia quadra: Zona S-C, S-D). Grafico in alto: Distribuzione di taglia delle catture ottenute in ciascuna cala nel sacco (—) e nel cover (---). Grafico in mezzo: curva di selettività delle singole cale replicate e dati sperimentali. Grafico in basso: deviance residual plots di ciascuna cala replicata.....	134
Figura 81 – <i>Parapenaeus longirostris</i> (sacco con maglia quadra: Zona S-E). Grafico in alto: Distribuzione di taglia delle catture ottenute in ciascuna cala nel sacco (—) e nel cover (---). Grafico in mezzo: curva di selettività delle singole cale replicate e dati sperimentali. Grafico in basso: deviance residual plots di ciascuna cala replicata.....	135
Figura 82 – <i>Trachurus mediterraneus</i> (sacco con maglia quadra: Zona S-C, S-D). Grafico in alto: Distribuzione di taglia delle catture ottenute in ciascuna cala nel sacco (—) e nel cover (---). Grafico in mezzo: curva di selettività delle singole cale replicate e dati sperimentali. Grafico in basso: deviance residual plots di ciascuna cala replicata.....	136
Figura 83 – <i>Trisopterus minutus capelanus</i> (sacco con maglia quadra: Zona S-D, S-E). Grafico in alto: Distribuzione di taglia delle catture ottenute in ciascuna cala nel sacco (—) e nel cover (---). Grafico in mezzo: curva di selettività delle singole cale replicate e dati sperimentali. Grafico in basso: deviance residual plots di ciascuna cala replicata.....	137
Figura 84 – <i>Nephrops norvegicus</i> (sacco con maglia quadra: Zona S-E). Grafico in alto: Distribuzione di taglia delle catture ottenute in ciascuna cala nel sacco (—) e nel cover (---). Grafico in mezzo: curva di selettività delle singole cale replicate e dati sperimentali. Grafico in basso: deviance residual plots di ciascuna cala replicata.....	138

1. ELENCO DEI COLLABORATORI

Cognome	Nome
Buglioni	Gabriele
Caprara	Oscar
Ciavaglia	Elisa
Cosimi	Giulio
Di Bartolomei	Laura
Di Placido	Raffaele
Di Silverio	Maria Cristina
Faienza	Maria Grazia
Ferretti	Mario
Lucchetti	Alessandro
Manfredi	Chiara
Manfrin	Gabriella
Marano	Chiara Alessandra
Marano	Giovanni
Micucci	Domenico
Palumbo	Vito
Piccinetti	Corrado
Piersimoni	Arnaldo
Quaranta	Luigi
Sala	Antonello
Ungaro	Nicola
Ugolini	Roberto

2. RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano sentitamente i comandanti e gli equipaggi delle navi da ricerca “*Andrea*” e “*G. Dallaporta*”, per la fattiva collaborazione prestata durante le diverse fasi degli esperimenti in mare.

Un ulteriore ringraziamento alla Dr.ssa Betulla Molli Morello (CNR-ISMAR, Ancona) per la critica revisione dell’Estratto e della Sintesi in inglese.

Si ringrazia, infine, il Ministero per le Politiche Agricole e Forestali per aver reso possibile, con il suo contributo economico, la realizzazione di questo progetto.

3. ABSTRACT

Ferretti M., Sala A., Piccinetti C., Ungaro N., 2005 – Selettività di una rete a strascico con sacchi armati a losanga ed a maglia quadrata. Rapporto Finale al Ministero per le Politiche Agricole e Forestali, VI Piano Triennale della Pesca e dell'Acquacoltura (Progetto MIPAF n. 6-B-4).

Ferretti M., Sala A., Piccinetti C., Ungaro N., 2005 – Selectivity of Italian bottom trawl with diamond and square mesh codends. Final Report to the Italian Ministry of Agriculture and Forestry (Project MIPAF n. 6-B-4).

The main objective of this project is to study the effect of inserting square mesh codend into the traditional commercial Italian bottom trawl. A comparative study was carried out to determine the selectivity and the efficiency of traditional diamond and experimental square mesh codends. Data on efficiency and selectivity of the two codends were collected during two fishing cruises, carried out between 30/08-07/09 and 22/09-06/10 2004 in the Central Adriatic Sea.

Mean selectivity curves were estimated for the two codends for which a number of individual hauls was fitted taking into account the *between-haul* variation of the selectivity parameters and based on pooled data. Reliable selectivity results were obtained on *Merluccius merluccius* (European hake), *Mullus barbatus* (red mullet), *Parapenaeus longirostris* (deep-water pink shrimp), *Arnoglossus laterna* (scaldfish), *Illex coindettii* (broadtail squid), *Pagellus erythrinus* (common pandora), *Trachurus mediterraneus* (Mediterranean horse mackerel), *Trisopterus minutus capelanus* (poor-cod) and *Nephrops norvegicus* (Norway lobster).

The 50% retention length ($L_{50\%}$) computed for the diamond mesh codend were always lower than those computed for the square mesh codend. Consequently also the selection factors (SF) were much lower than those obtained for square mesh codend. In other words, the diamond mesh codend always released lower numbers of individuals than the square mesh codend. The only exceptions are the selectivity results found for *A. laterna*, where both the $L_{50\%}$ and SR increased in the experimental codend. This means that all the species, with the exception of flat fishes, make the best use of the square mesh opening, either because of their body shape or because of forcing the mesh to penetrate their body through. Regarding the selection ranges (SR), *I. coindettii*, *M. merluccius* and *N. norvegicus* showed a greater value in the square mesh codend, while *M. barbatus*, *P. erythrinus*, *T. mediterraneus* and *T. m. capelanus* showed larger values with the diamond mesh codend. In the case of *P. longirostris*, no differences were found in the SR s obtained. Efficacy comparisons were done on the main commercial species. For six species the traditional codend showed a higher efficacy than the experimental codend both in terms of number of individuals and weight. However, the differences were highly significant for *A. media* only. A significant difference was found in number of individuals caught but not in weight for *L. vulgaris*. The two codends showed the same efficacy on *M. merluccius*, nevertheless the square mesh codend resulted more efficient, both in number and in weight on *A. laterna* and *T. lucerna*. Worthy of mention is the low relative efficacy of the diamond mesh codend on *N. norvegicus* and *P. longirostris* particularly in weight. In the case of *T. m. capelanus* the catch coefficients between the two codends were higher in weight than in number of individuals. This is explained by the difference in the mean size of the specimens caught. The experimental codend proved to be generally more efficient on large sized individuals.

Regarding the *Richness*, the mean number of different species caught per haul by the experimental codend, it was lower than that computed for the traditional trawl.

In conclusion, comparative results confirmed a general idea that the diamond mesh codend efficacy on some Cephalopod species is high when compared with the square mesh codend, while all the other differences on main commercial fish species resulted not significant. Nevertheless, the diamond mesh codend showed a very low relative efficacy on some commercial Crustacean species.

Ref.

- Fryer R.J., 1991. A model of between-haul variation in selectivity. *ICES J. Mar. Sci.* 48, 281-290.
- Petrakis G. and Stergiou K., 1997. Size selectivity of diamond and square mesh codends for four commercial Mediterranean fish species. *ICES journal of Marine science*, 54: 13-23 pp.
- Robertson J.H.B., 1986. Design and construction of square mesh cod-ends. *Scottish Fisheries Information Pamphlet*. 12: 1-10 pp.
- Robertson J.H.B., 1993. Design and fitting of square mesh windows in whitefish and prawn trawls and seine nets. *Scottish Fisheries Information Pamphlet*. 20:1-8 pp.
- Wileman D.A., Ferro R.S.T., Fonteyne R., Millar R.B., 1996. Manual of methods of measuring the selectivity of towed fishing gears. *ICES Coop. Res. Rep.* N.215.

4. ESTRATTO

Ferretti M., Sala A., Piccinetti C., Ungaro N., 2005 – Selettività di una rete a strascico con sacchi armati a losanga ed a maglia quadrata. Rapporto Finale al Ministero per le Politiche Agricole e Forestali, VI Piano Triennale della Pesca e dell'Acquacoltura (Progetto MIPAF n. 6-B-4).

Nel presente progetto vengono presentati i risultati di selettività di un sacco tradizionale con maglia a losanga e di un sacco sperimentale a maglia quadra armati su una rete a strascico tradizionalmente utilizzata dalla marineria italiana. Tutta l'attrezzatura è stata realizzata in modo da non discostarsi dalle principali caratteristiche geometriche e fisiche degli attrezzi utilizzati commercialmente.

Al fine di consentire una scelta più appropriata del materiale per la costruzione del sacco sperimentale, sono stati eseguiti alcuni test in laboratorio per la determinazione delle principali caratteristiche fisico-meccaniche di una serie di materiali tessili attualmente in commercio. In particolare è stata effettuata una valutazione comparativa della resistenza della maglia quadra e della maglia a losanga ed in funzione di ciò è stato dimensionato il filato ottimale per la costruzione dei due sacchi. Allo scopo di valutare il comportamento dell'attrezzatura durante le fasi di pesca ed apportare eventuali modifiche, nel 2003 è stata condotta una campagna in mare sulla nave da ricerca "G. Dallaporta". In questa fase sono stati utilizzati diversi sensori per monitorare in tempo reale le prestazioni dell'attrezzatura.

Nel 2004 sono state realizzate, durante due campagne, le prove di selettività e di efficienza del sacco tradizionale e sperimentale. Nel protocollo generale si è previsto inoltre di formulare, per ciascuna delle specie bersaglio e per le specie più abbondanti, una valutazione comparativa dell'efficienza dei due sacchi testati in mare in termini di peso e numero di esemplari. Entrambe le campagne sono state svolte nell'Adriatico Centrale a bordo della nave da ricerca "Andrea". La prima campagna è stata realizzata dal 30/08 al 07/09 2004. La seconda campagna si è svolta dal 22/09 al 06/10 2004. In entrambe le campagne i due sacchi venivano alternati giornalmente cercando di ottenere per ogni sacco lo stesso numero di cale nella stessa zona e alla stessa profondità. Per lo studio della selettività dei due sacchi testati si è scelto di utilizzare il metodo del coprisacco (*Covered codend method*). Lo studio è stato adeguatamente approfondito non solo per le tre specie bersaglio: *Merluccius merluccius* (nasello o merluzzo), *Mullus barbatus* (triglia di fango) e *Parapenaeus longirostris* (gambero rosa), ma anche per un certo numero di specie risultate abbondanti nelle catture. In particolare è stato possibile stimare tutti i parametri di selettività per le seguenti specie: *Arnoglossus laterna* (zanchetta o suacia), *Illex coindettii* (totano), *Pagellus erythrinus* (pagello fragolino), *Trachurus mediterraneus* (suro), *Trisopterus minutus capelanus* (cappellano o busbana), *Nephrops norvegicus* (scampo).

I risultati comparativi hanno confermato un'idea generale che l'efficienza del sacco tradizionale sulla cattura di alcune specie di Cefalopodi (*A. media*, *L. vulgaris*), risulta più alta se confrontata con quella del sacco a maglia quadra, mentre per tutte le altre specie commerciali le differenze sono risultate non significative. Tuttavia le catture di alcune specie di Crostacei come *N. norvegicus* e *P.*

longirostris del sacco con maglia a losanga sono risultate più basse di quelle relative al sacco a maglia quadra.

Per quanto riguarda la selettività, la maglia quadra sembra aver avuto un ruolo molto importante. I risultati ottenuti in questo studio, con l'eccezione di *A. laterna* (zanchetta o suacia), confermano valori di lunghezza di ritenuta al 50% ($L_{50\%}$) più alti per tutte le specie considerate. Questo fatto potrebbe essere dovuto a motivi morfologici che sfavoriscono i pesci piatti nella penetrazione della maglia quadra, favorendo al contrario le altre specie.

In conclusione, i risultati ottenuti hanno confermato che l'applicazione pratica della maglia quadra può essere una valida alternativa per ottenere una diminuzione delle catture di individui immaturi.

Bibliografia

Fryer R.J., 1991. A model of between-haul variation in selectivity. *ICES J. Mar. Sci.* 48, 281-290.

Petrakis G. and Stergiou K., 1997. Size selectivity of diamond and square mesh codends for four commercial Mediterranean fish species. *ICES journal of Marine science*, 54: 13-23 pp.

Robertson J.H.B., 1986. Design and construction of square mesh cod-ends. *Scottish Fisheries Information Pamphlet*. 12: 1-10 pp.

Robertson J.H.B., 1993. Design and fitting of square mesh windows in whitefish and prawn trawls and seine nets. *Scottish Fisheries Information Pamphlet*. 20:1-8 pp.

Wileman D.A., Ferro R.S.T., Fonteyne R., Millar R.B., 1996. Manual of methods of measuring the selectivity of towed fishing gears. *ICES Coop. Res. Rep.* N.215.

5. SINTESI IN ITALIANO

INTRODUZIONE

La pesca in Mediterraneo rappresenta un'attività fondamentale per ragioni economiche, sociali e culturali. Sebbene gli sbarchi provenienti da quest'area rappresentino quantitativamente solo il 12% degli sbarchi complessivi della Comunità Europea, tuttavia l'importanza di questa attività in termini economici è ben più rilevante poiché nel Mediterraneo anche i pesci di piccola taglia sono generalmente destinati al consumo ed hanno pertanto un valore commerciale considerevole. Per sfruttare le risorse in maniera sostenibile, garantendo sia il potenziale riproduttivo degli stock, che una sufficiente presenza di adulti, appare ormai evidente la necessità di proteggere il novellame, le specie bersaglio e tutte le altre specie che appartengono allo stesso ecosistema oppure che sono associate alle specie bersaglio o che ne dipendono. La protezione di queste risorse può essere perseguita limitando le catture e lo sforzo di pesca, tutelando le zone di crescita del novellame, ma soprattutto adottando misure tecniche di conservazione che prevedano una maggiore selettività dei metodi di pesca impiegati. Per i pescherecci con reti a strascico, dato il carattere multispecifico della pesca mediterranea e la taglia ridotta di alcune specie anche allo stadio adulto, l'adozione di maglie di apertura superiore a 40 mm comporterebbe perdite economiche sostanziali, almeno a breve termine, e sarebbe dunque di difficile attuazione. Per questo motivo occorre anzitutto migliorare la concezione degli attrezzi e sperimentare soluzioni innovative come maglie di forma diversa, finestre, pannelli selettivi e di separazione, griglie di selezione, modifiche al rapporto di armamento tra il sacco e l'avansacco. In alcuni paesi del Nord Europa è stata sperimentata con successo l'introduzione di pannelli di reti a maglia quadra nel sacco o nella parte superiore dell'avansacco (Strange, 1978; Robertson, 1993). La maglia quadra rimanendo più aperta durante il traino rispetto a una tradizionale maglia a losanga, consente la fuga del novellame.

Nel Mare del Nord e nel Mar Baltico, l'efficacia di questa soluzione tecnica nel ridurre la cattura di pesci di piccola taglia ha portato già da alcuni anni all'applicazione di una legislazione specifica sulla pesca che regola l'utilizzo di pannelli a maglia quadra. Purtroppo nel Mediterraneo sono ancora esigue le informazioni relative alla sperimentazione di reti a strascico con sacchi a maglia quadra (Petraakis and Stergiou, 1997), per cui sono ancor sconosciuti i risvolti pratici che questa soluzione potrebbe comportare. La conoscenza delle conseguenze che l'introduzione di un sacco a maglia quadra potrebbe avere dal punto di vista commerciale è pertanto un'esigenza molto sentita dalle marinerie italiane. Il presente progetto di ricerca si prefigge di migliorare la selettività della tradizionale rete a strascico italiana, riducendo la cattura di esemplari di piccola taglia e delle specie accessorie, mantenendone inalterata l'efficienza in termini di cattura commerciabile.

La ricerca condotta fornisce una valutazione comparativa abbastanza precisa sulla selettività di un sacco tradizionale con maglia a losanga e di un sacco a maglia quadra e parziali informazioni sui rendimenti di pesca con il sacco sperimentale paragonato a quello tradizionale. D'altra parte proprio i rendimenti sono di vitale interesse per i pescatori e per questo può essere opportuno un approfondimento con una ricerca mirata appunto a questo scopo.

MATERIALI E METODI

Determinazione delle principali caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali tessili

Nel presente progetto di ricerca è stata progettata e realizzata una rete a strascico, comunemente utilizzata nelle marinerie italiane, un sacco tradizionale con maglia a losanga ed un sacco sperimentale a maglia quadra. I due sacchi sperimentati sono stati ricavati dalla stessa pezza di rete con titolo di R4348tex in modo da ottenere sacchi con le stesse proprietà fisico-meccaniche.

Durante le prove in mare è stata misurata l'apertura della maglia dei due sacchi sia da asciutto che da bagnato. La misurazione è stata eseguita in accordo sia con la norma tecnica nazionale UNI 8738 (parte I e parte II), sia in aderenza al Regolamento Europeo 129/2003 che regola la misurazione della maglia a losanga e della maglia quadra utilizzando il triangolo europeo. I valori dell'apertura

di maglia sono risultati di 38.7 mm e di 38.6 mm, rispettivamente per il sacco con maglia a losanga e per il sacco a maglia quadra. Prima del confezionamento il materiale scelto è stato sottoposto ad una serie di test di laboratorio per analizzarne le principali caratteristiche (densità lineare, allungamento, forza di rottura e tenacità).

Descrizione dell'attrezzatura da pesca utilizzata durante le prove in mare

Il sacco a maglia quadra è stato costruito partendo da una tradizionale pezza di rete con maglia a losanga, ruotata di 45° in modo tale da ottenere durante il traino lati paralleli e perpendicolari alla direzione del flusso d'acqua.

Importante nella costruzione di una rete a strascico è la circonferenza dell'ultima pezza della rete prima del sacco di raccolta, detta avansacco. La rete utilizzata nel presente progetto è stata costruita con un avansacco di circonferenza di 280 maglie, pari alla somma di 240 maglie nel "cielo" della rete più 40 maglie nel "tassello". Poiché, tradizionalmente nei sacchi con maglia a losanga il rapporto di armamento sacco-avansacco è di 1, cioè ogni maglia dell'avansacco è cucita ad una maglia del sacco, anche la circonferenza del sacco è risultata di 280 maglie.

Per quanto riguarda il sacco con maglia quadra, particolare attenzione è stata posta fin dall'inizio nella progettazione della circonferenza e del rapporto di armamento (Figura 1). Utilizzando un valore della frazione di apertura della maglia dell'avansacco pari al 25%, si ottengono 4 maglie a losanga dell'avansacco unite con 1 maglia del sacco a maglia quadra, ovvero 1 lato della maglia quadra con 2 maglie a losanga (Figura 1). Il risultato è un sacco a maglia quadra avente 70 maglie di circonferenza da unire all'avansacco a losanga di 280 maglie.

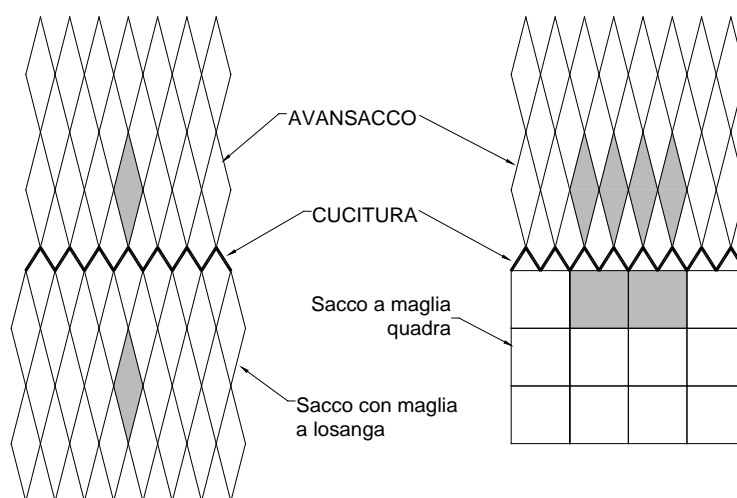


Figura 1 - Armamento avansacco con sacco a maglia a losanga (a sinistra) e con sacco a maglia quadra (a destra).

Prove in mare: campagna preliminare e campagne di selettività

Tutta l'attrezzatura è stata testata e messa a punto in una campagna di pesca realizzata dal 22/09 al 01/10 2003, in cui sono stati provati in mare entrambi i sacchi. In questo contesto, è stata realizzata un'analisi comparativa delle catture ottenute al fine di fornire una valutazione preliminare dell'efficienza dei due sacchi. I test sono stati condotti utilizzando la nave da ricerca "G. Dallaporta". Durante questa campagna sono state effettuate complessivamente 18 cale: 8 con sacco tradizionale e 10 con sacco sperimentale, tutte realizzate al largo di Ancona a due diverse profondità medie (17 e 27 m circa). I due sacchi venivano alternati giornalmente sulla medesima rete e per ogni combinazione rete-sacco, le cale mantenevano la stessa traiettoria invertendo la rotta di volta in volta in modo da ottenere confronti ortogonali ed annullare eventuali effetti della corrente.

Le prove in mare per lo studio dell'efficienza e della selettività dei due sacchi sono state realizzate in due distinte campagne a bordo della nave da ricerca "Andrea": la prima campagna condotta dal

30/08/04 al 07/09/04 e la seconda dal 22/09/04 al 06/10/04. È stato scelto il periodo tardo estivo–autunnale quale migliore compromesso per cogliere le varie fasi del ciclo vitale del maggior numero di specie e il maggior numero di individui. Infatti i periodi di sperimentazione coincidono con la fine del fermo biologico di pesca in cui l'abbondanza di molte specie è relativamente alta.

Sistema per lo studio delle prestazioni della rete durante le fasi di pesca

In questa fase sono stati utilizzati diversi sensori per monitorare le prestazioni dell'attrezzatura in tempo reale, con l'obiettivo di mettere a punto l'attrezzatura da pesca, ivi compresi i divergenti. I principali parametri geometrici ed idrodinamici della rete sono stati rilevati a bordo per mezzo del sistema della Scanmar (Norvegia) denominato SCANBAS che ha permesso le seguenti misure: *i*) distanza tra i divergenti; *ii*) apertura orizzontale della rete alla punta dei bracci; *iii*) apertura verticale della rete al centro della lima dei sugheri (carione). I dati raccolti sono stati successivamente elaborati. In particolare, per ogni cala, sono stati scartati i dati rilevati prima che l'attrezzatura si stabilizzasse o durante le variazioni di velocità. La media di ogni parametro è stata calcolata sui restanti dati. Tutti i parametri raccolti durante le fasi di pesca della campagna preliminare sono stati elaborati per confrontare la configurazione della rete armata con il sacco tradizionale e quella con il sacco sperimentale. Per verificare se nei parametri rilevati esistevano eventuali differenze, quando venivano utilizzati i due sacchi, nell'analisi dei dati sono stati applicati due diversi approcci statistici: *Stepwise Regression* e *General Linear Model (GLM)*. Entrambi sono stati impiegati nella determinazione dei modelli di alcuni importanti parametri: forze di traino della rete, distanza tra i divergenti, apertura orizzontale e verticale della rete.

Metodo sperimentale di determinazione della selettività

Per lo studio della selettività dei due sacchi si è scelto di utilizzare il metodo del coprisacco (*Covered codend method*; Pope *et al.*, 1975). Le principali caratteristiche strutturali ed il design del coprisacco utilizzato, sono tali da assicurare per quanto possibile che i processi di fuga degli organismi catturati nel sacco non siano influenzati dalla presenza del coprisacco.

A questo proposito, in accordo con le raccomandazioni di Stewart and Robertson (1985), è stato progettato e costruito un coprisacco (apertura di maglia 20 mm) con lunghezza e larghezza maggiori di circa il 50% rispetto al sacco. Inoltre, al fine di ridurre al minimo ogni possibile effetto di mascheramento (*masking effect*) e non influenzare in alcun modo la possibilità di fuga dalle maglie del sacco degli organismi, è stata assicurata un minimo di separazione fra sacco e coprisacco utilizzando due anelli semi-rigidi (\varnothing 20 mm) in plastica. Il primo anello è stato fissato a circa 4.2 m dall'inizio del cover, mentre il secondo anello è a 2.6 m dal primo, laddove cioè il sacco raggiunge il suo massimo diametro.

La probabilità di ritenuta del sacco delle reti al traino può essere rappresentata per mezzo di molteplici modelli matematici, tra cui il più utilizzato è senza dubbio il modello logistico. La stima dei parametri di selettività di ogni singola cala è stata effettuata usando il software *CC2000* (Constat, 1995). Per quanto riguarda l'extrapolazione delle curve medie di selettività di cale replicate che tengano conto della variabilità fra le cale (*between-haul variation*) e la determinazione dei modelli per valutare l'influenza degli effetti delle variabili esplicative (*fixed effects*), è stato utilizzato il software *ECModeller* (Constat, 1995) che applica la metodologia proposta da Fryer nel 1991. In quest'ultimo caso si è scelto di applicare il *REML (Residual Maximum Likelihood)*; Laird and Ware, 1982) come metodo di valutazione nell'analisi, in quanto risulta essere più appropriato e robusto nel caso di modelli derivati da esperimenti con un numero di cale basso paragonato al numero di variabili esplicative.

Al fine di poter confrontare le distribuzioni di frequenza delle catture ottenute dai due sacchi, per ciascuna delle specie vengono mostrate le distribuzioni di frequenza normalizzate sia del sacco che del cover, ottenute dividendo la somma degli individui a ciascuna taglia per il numero delle cale. Si fa presente che i valori di lunghezza riportati per ciascuna delle specie studiate si riferiscono, alla

lunghezza totale per i pesci, alla lunghezza del mantello per i cefalopodi e alla lunghezza del carapace per i crostacei.

Insieme alle singole curve di selettività ottenute dalle singole cale replicate vengono proposte le relative curve medie di selettività ottenute sia dai dati combinati secondo la metodologia suggerita da Wileman *et al.* (1996), sia la curva media di selettività ottenuta con il metodo di Fryer (1991) che tiene conto della variabilità fra le cale (*between-haul variation*). Il coefficiente di selezione (*Selection Factor, SF*) è calcolato in base a quest'ultima metodologia, ritenuta scientificamente più rigorosa. E' stato anche calcolato il rapporto di selezione *RS* (Liu *et al.*, 1985; D'Onghia *et al.*, 1998), dato dal rapporto fra il numero di individui di una data specie presenti nel cover ed il numero di individui totale (Sacco+Cover), indipendentemente dalla taglia. A questo proposito al fine di eliminare ogni possibile variabilità causata dal numero di cale effettuate, anche questo indice è stato normalizzato per il numero di cale.

Analisi dell'efficienza

Per ciascuna delle specie bersaglio e per le specie più abbondanti è stata realizzata una valutazione comparativa dell'efficienza dei due sacchi testati in mare in termini di peso e numero di esemplari. Sia durante la campagna preliminare che durante le due campagne di selettività, al termine di ogni cala la cattura del sacco e del cover sono state pesate separatamente, le diverse specie presenti sono state classificate al più basso livello sistematico, quindi per ogni specie è stato rilevato il numero e il peso totale. Poiché la durata delle cale è stata in alcuni casi differente, nell'analisi dei dati, le catture di ciascuna specie sono state normalizzate come numero e peso di individui per ora di pesca.

I rendimenti medi di pesca di ciascun sacco sono stati quindi messi a confronto per evidenziare eventuali differenze di efficienza. Tutti i test statistici sono stati eseguiti utilizzando il pacchetto software *SPSS v.13*. La Normalità (*Shapiro-Wilk test*) ed omogeneità della varianza (*Levene's test*) sono state preliminarmente verificate. In molti casi queste assunzioni non erano rispettate, quindi una comune trasformazione $\ln(x+1)$ è stata applicata a tutti i dati.

In generale questo tipo di trasformazione ha dato buoni risultati, quindi tutte le analisi statistiche sono state compiute sui dati così trasformati. La media geometrica è stata elencata nelle varie tabelle ed utilizzata per tutte le analisi comparative fra i due sacchi.

Un'analisi della varianza a due vie (*Two-way analysis of variance, ANOVA*) è stata quindi utilizzata per confrontare l'efficienza di cattura, sia in termini di peso che di numero, sulle principali specie regolarmente ed abbondantemente catturate durante le tre campagne in mare. I fattori utilizzati nell'ANOVA sono stati il "tipo di sacco" e la "zona di pesca". Quando nel modello ANOVA a due fattori con repliche esiste interazione, la differenza tra le medie non può essere generalizzata e si è ricorsi all'analisi della varianza all'interno di ogni blocco (ANOVA ad una via) o ad un semplice *Student's t-test*, per esaminare l'effetto del trattamento all'interno di ciascun blocco.

Infine, per ogni specie analizzata, un *Coefficiente di Efficienza (EC)* fra i due sacchi è stato calcolato come rapporto della media del sacco tradizionale e del sacco sperimentale.

Analisi della ricchezza specifica (Richness)

Come per l'analisi dell'efficienza i dati analizzati riguardano tutte le cale, sia della campagna preliminare (22/09 – 01/10 2003) che delle due campagne di selettività (30/08 – 06/10 2004). Per ognuna delle 5 aree campionate denominate P-A, P-B, S-C, S-D, S-E, è stata calcolata la ricchezza media specifica per cala, suddividendo le catture in tre categorie: specie bersaglio, altre specie e totale delle catture. Un'analisi della varianza a due vie (*Two-way analysis of variance, ANOVA*) è stata quindi condotta per confrontare la ricchezza specifica in ciascuna delle tre categorie di specie catturate.

I fattori utilizzati nell'ANOVA sono stati il "tipo di sacco" e la zona di pesca. Le differenze sono state considerate significative quando la probabilità risultante (*Sign. p*) era inferiore a 0.05 ed altamente significativa quando era inferiore a 0.01.

RISULTATI

Principali caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali tessili

I risultati delle prove di trazione, eseguite per confrontare le prestazioni tra la maglia a losanga e la maglia quadra, hanno evidenziato una differenza significativa del Carico Massimo CM [kN], del Modulo Elastico Secante SEM [N/tex] e della Tenacità T [g/tex].

Non è stata rilevata alcuna differenza per quanto riguarda l'allungamento, sia al carico massimo sia al 75% del carico massimo. Il CM della maglia quadra (0.721 kN) è del 27.1% minore rispetto al CM della maglia a losanga (0.989 kN). Tuttavia anche con una diminuzione significativa della forza di rottura, la stabilità strutturale della rete armata con sacco a maglia quadra non è stata compromessa in quanto durante il traino della rete ogni maglia del sacco è sicuramente sottoposta a forze inferiori alla forza di rottura della maglia quadra (Tabella 1).

Comportamento e prestazioni della rete durante le fasi di pesca

Durante la campagna di pesca preliminare si è proceduto alla valutazione di eventuali differenze nel comportamento della rete causate dall'utilizzo dei due diversi sacchi. In particolare, la resistenza totale della rete STR [kgf], la distanza dei divergenti DD [m], l'apertura orizzontale AO [m] e l'apertura verticale della rete AV [m] sono stati ulteriormente analizzati al fine di ottenere dei modelli matematici che ne descrivessero l'andamento. In tutte le variabili analizzate, non sono state riscontrate differenze causate dall'utilizzo dei sacchi (Tabella 1).

Tabella 1 – Parametri rilevati nelle diverse cale della campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03), utilizzando il sacco tradizionale con maglia a losanga (ML) ed il sacco sperimentale a maglia quadra (MQ). Al fine di rilevare un eventuale effetto di mascheramento (*masking*), in alcune cale è stato utilizzato il cover (x). Parametri misurati alle diverse profondità P [m]; lunghezza del cavo di traino CT [m]; velocità di traino VT [kn]; potenza POT [kW]; consumo carburante CC [kg/h]; forza di traino totale STT [kgf]; forza di traino della rete STR [kgf]; apertura orizzontale della rete AO [m]; apertura verticale della rete AV [m]; distanza fra i divergenti DD [m].

Tipo Sacco	N. cala	Cover	P [m]	CT [m]	VT [kn]	POT [kW]	CC [kg/h]	STT [kgf]	STR [kgf]	AO [m]	AV [m]	DD [m]
ML	1329	x	17.5	150	3.47 ± 0.04	128.6 ± 1.4	42.4 ± 14.1	2313 ± 44	1535 ± 15	16.8 ± 0.3	1.32 ± 0.13	83.7 ± 1.6
	1330	x	18.0	150	3.80 ± 0.03	145.0 ± 0.9	48.9 ± 10.1	2502 ± 43	1851 ± 15	15.2 ± 0.2	1.22 ± 0.03	76.9 ± 1.0
	1331	x	18.0	150	3.79 ± 0.03	156.1 ± 0.8	51.7 ± 9.0	2771 ± 62	1973 ± 20	15.5 ± 0.2	1.25 ± 0.10	81.8 ± 0.8
	1326	-	17.0	150	3.76 ± 0.07	169.4 ± 1.8	46.7 ± 9.9	2593 ± 73	1674 ± 62	17.3 ± 0.6	1.30 ± 0.14	86.5 ± 3.2
	1340	-	25.5	200	3.61 ± 0.13	165.0 ± 3.4	48.7 ± 12.2	2814 ± 66	1829 ± 43	19.3 ± 0.5	1.23 ± 0.04	99.3 ± 3.3
	1341	-	27.5	200	3.67 ± 0.11	154.9 ± 0.8	48.0 ± 13.2	2696 ± 55	1843 ± 32	19.0 ± 0.4	1.24 ± 0.04	98.2 ± 0.9
	1342	-	27.0	200	3.59 ± 0.10	160.4 ± 0.6	48.4 ± 13.0	2706 ± 46	1841 ± 26	19.2 ± 0.5	1.23 ± 0.04	98.9 ± 1.1
	1343	-	29.0	200	3.50 ± 0.06	153.0 ± 1.8	48.8 ± 12.5	2494 ± 70	1674 ± 47	19.5 ± 0.4	1.25 ± 0.03	97.8 ± 1.2
MQ	1332	x	16.5	150	3.50 ± 0.07	174.9 ± 3.9	51.6 ± 8.0	2542 ± 133	1658 ± 58	16.7 ± 0.2	1.27 ± 0.14	84.5 ± 1.5
	1333	x	16.5	150	3.69 ± 0.08	146.0 ± 3.7	47.0 ± 10.0	2696 ± 136	1744 ± 40	16.3 ± 0.4	1.35 ± 0.16	82.2 ± 1.8
	1334	x	16.5	150	3.78 ± 0.14	244.3 ± 4.3	65.7 ± 5.2	3005 ± 288	2053 ± 111	16.4 ± 0.5	1.37 ± 0.11	86.4 ± 1.1
	1335	x	17.0	150	3.61 ± 0.10	131.5 ± 3.5	44.2 ± 11.7	2565 ± 126	1788 *	15.8 ± 0.2	1.26 ± 0.06	77.7 ± 1.0
	1327	-	16.5	150	3.65 ± 0.13	159.9 ± 4.3	47.4 ± 9.6	2364 ± 78	1516 ± 52	18.1 ± 0.5	1.31 ± 0.13	90.2 ± 2.4
	1328	-	16.5	150	3.48 ± 0.03	133.9 ± 1.3	45.4 ± 12.8	2344 ± 43	1467 ± 19	16.5 ± 0.2	1.23 ± 0.10	84.4 ± 0.8
	1336	-	27.0	200	3.71 ± 0.11	173.9 ± 1.6	51.8 ± 8.0	2868 ± 100	1928 ± 59	19.7 ± 0.8	1.22 ± 0.04	99.8 ± 1.1
	1337	-	27.0	200	3.67 ± 0.12	154.6 ± 5.4	48.2 ± 10.7	2770 ± 131	1848 ± 73	19.4 ± 0.7	1.22 ± 0.04	96.3 ± 1.2
	1338	-	27.0	200	3.59 ± 0.10	189.2 ± 3.6	56.4 ± 7.2	3106 ± 137	2132 ± 90	18.1 ± 0.7	1.23 ± 0.03	94.7 ± 1.6
	1339	-	25.0	200	3.64 ± 0.14	135.6 ± 6.7	46.1 ± 10.7	2586 ± 160	1687 ± 107	19.6 *	1.24 ± 0.07	99.9 ± 1.9

* Dato stimato

Parametri di selettività per le specie selezionate

Le prove di selettività sono state svolte nel periodo 30/08/04 – 06/10/04. Complessivamente sono state realizzate 48 cale con il metodo del coprisacco (*Covered codend method*), di cui 28 cale condotte con sacco tradizionale e 20 con sacco sperimentale. Lo studio è stato adeguatamente approfondito non solo per le tre specie bersaglio: *Merluccius merluccius* (Nasello o merluzzo), *Mullus barbatus* (Triglia di fango) e *Parapenaeus longirostris* (Gambero rosa), ma anche per un certo numero di specie, risultate abbondanti nelle catture. In particolare è stato possibile stimare tutti i parametri di selettività per le seguenti specie: *Arnoglossus laterna* (Zanchetta o suacia), *Illex coindettii* (Totano), *Pagellus erythrinus* (Pagello fragolino), *Trachurus mediterraneus* (Suro), *Trisopterus minutus capellanus* (Cappellano o busbana) e *Nephrops norvegicus* (Scampo).

Arnoglossus laterna (Zanchetta o suacia)

I rapporti di selezione sono risultati pari a 83.2% e 68.7%, rispettivamente per la maglia a losanga e per la maglia quadra, evidenziando un “indice di fuga” di 1.2 volte maggiore nel caso della maglia a losanga. L’interpolazione dei dati sperimentali del sacco a maglia a losanga (ML) ha ricavato per questa specie un $L_{50\%}$ pari a 8.30 cm, un intervallo di selezione (SR) di 1.18 cm ed un fattore di selezione (SF) pari a 2.15 (, Figura 2). Per il sacco a maglia quadra (MQ), le analisi hanno fornito i seguenti risultati: $L_{50\%}$ pari a 7.61 cm, SR di 0.77 cm, SF pari a 1.97 (Tabella 2, Figura 2).

L’analisi comparativa dei parametri di selettività dei due sacchi, illustrata nel grafico $L_{50\%}$ -versus- SR di Figura 2c, permette di evidenziare che, sebbene vi sia stata una diminuzione sia della lunghezza di ritenuta che dell’intervallo di selezione, queste diminuzioni non sono significative in quanto le due ellissi, che rappresentano gli intervalli di confidenza di $L_{50\%}$ ed SR , si sovrappongono in entrambe le dimensioni.

Illex coindettii (Totano)

I rapporti di selezione normalizzati sono risultati del 10.5% e del 22.0%, rispettivamente per la maglia a losanga e per la maglia quadra. Per questa specie i parametri di selettività con maglia a losanga sono risultati i seguenti: $L_{50\%}$ di 4.90 cm, SR piuttosto ristretto e pari a 0.97 cm, fattore di selezione SF pari a 1.27 (Tabella 2, Figura 3). Per la maglia quadra le curve di selezione ottenute dalle singole cale replicate mostrano che per tutto l’intervallo di taglia, le percentuali di ritenuta sono molto variabili. Di conseguenza, le pendenze delle due curve medie ottenute sono poco accentuate e l’ellisse MQ, rappresentante gli intervalli di confidenza dell’ $L_{50\%}$ dell’ SR (Figura 3), è molto ampia. Ciononostante l’ $L_{50\%}$, pari a 8.38 cm, è risultato significativamente superiore al valore ottenuto con la maglia a losanga. Di conseguenza anche il fattore di selezione SF , pari a 2.17, è risultato essere aumentato significativamente del 71% rispetto a quello ottenuto con la maglia a losanga. Mentre l’intervallo di selezione SR , seppur maggiore (1.90 cm) non è risultato significativamente diverso (cfr. grafico $L_{50\%}$ -versus- SR , Figura 3c).

Merluccius merluccius (Nasello o merluzzo)

Per questa specie l’analisi preliminare dei dati ha riscontrato un’influenza significativa della zona di pesca sui parametri di selettività calcolati. Questo fatto è probabilmente legato all’assenza degli esemplari di piccole dimensioni in alcune zone di pesca (S-C ed S-D). Per questo motivo sono state eseguite due diverse analisi statistiche, suddividendo le cale in due blocchi aventi differenti range batimetrici: 0-50 m (Zona S-C ed S-D) e 150-200 m circa (Zona S-E).

Zona S-C ed S-D, range batimetrico 0-50 m. Il sacco tradizionale ritiene quasi totalmente gli individui di questa specie (rapporto di selezione 0.2%, Tabella 2) ed infatti nel cover è risultato presente un solo nasello di 13 cm. Per questo motivo, non è stato possibile procedere con ulteriori analisi della selettività in grado di fornire risultati plausibili. Al contrario, il sacco a maglia quadra, ha riportato un rapporto di selezione del 9.2%, dimostrando che anche in una zona con bassa percentuale di individui giovanili, il sacco sperimentale ha comunque operato una certa selezione. L’intervallo di selezione (SR) è risultato poco esteso, circa 1.42 cm (Tabella 2), determinando una pendenza molto netta delle due curve di selezione medie (Figura 4). Gli altri parametri di selettività

sono risultati i seguenti: $L_{50\%}$ di 13.25 cm e fattore di selezione SF di 3.43 (Tabella 2). La determinazione dei parametri di selettività si è basata sull'analisi di sole 5 cale valide. Per questo motivo la Figura 4c mostra un'ellisse, che sottintende il 95% dei valori di $L_{50\%}$ -versus- SR , molto ampia. Questo fatto evidenzia che con solo 5 cale, la determinazione dei parametri di selettività può essere molto imprecisa e potrebbe compromettere una valutazione comparativa dei risultati.

Zona S-E, range batimetrico 150-200 m. I rapporti di selezione sono risultati del 5.9% e del 60.6%, rispettivamente per la maglia a losanga e per la maglia quadra. Tali rapporti suggeriscono, a livello indicativo, che vi sono differenze sostanziali fra le due tipologie di armamento. Dalle stime dei parametri di selettività basate sui dati sperimentali di ritenzione e calcolate per singola cala, si evidenzia una differenza significativa per la taglia di ritenzione al 50%, che per la maglia a losanga (ML) è risultata pari a 8.26 cm e per la maglia quadra (MQ) pari a 14.17 cm (Tabella 2, Figura 5). Anche per quanto riguarda l'intervallo di selezione, l' SR della maglia quadra è risultato più elevato (3.64 cm), determinando una pendenza della curva meno accentuata di quella relativa alla maglia a losanga, il cui SR è risultato pari a 1.74 cm (Tabella 2). Tuttavia in questo caso l'analisi statistica non ha evidenziato una differenza significativa (Figura 4c). E' comunque da tener presente che l'analisi della selettività sia della maglia a losanga che della maglia quadra si è basata su sole 5 cale valide per parte e come per il range batimetrico 10-60 m, forse con un numero maggiore di cale valide, si sarebbe potuto avere una determinazione dei parametri di selettività in maniera più rigorosa ed evidenziare, anche per l'intervallo di selezione, una differenza significativa.

Mullus barbatus (Triglia di fango)

Il rapporto di selezione passa dal 10.7% per la maglia a losanga al 53.1% per la maglia quadra, evidenziando nei confronti di questa specie una migliore capacità selettiva di quest'ultima, con perdite anche cospicue del numero di esemplari. In particolare si sono persi circa 2081 esemplari per cala, tuttavia oltre il 57% delle perdite si sono avute al di sotto della taglia minima di cattura (MLS=11cm, Reg.CE n.1626/94). Il valore $L_{50\%}$ ed SF stimati per la maglia a losanga (ML) sono risultati significativamente differenti da quelli ottenuti con la maglia quadra (MQ). Da un $L_{50\%}$ di 7.76 cm (ML), con fattore di selezione (SF) di 2.00 ed intervallo di selezione (SR) di 1.86 cm, si è passati a 10.91 cm (MQ), con SF di 2.83 ed SR di 1.43 cm (Tabella 2, Figura 6).

Pagellus erythrinus (Pagello fragolino)

Con il 71.1% degli individui rilasciati, la maglia a losanga ha riportato il suo miglior rapporto di selezione (Tabella 2). Tuttavia l'89.8% ottenuto dalla maglia quadra mette in luce una migliore e quasi totale capacità selettiva del sacco sperimentale. Le perdite derivanti dall'utilizzo del sacco sperimentale, seppur sostanziali e pari ad una media di 142 individui per cala, si sono quasi completamente concentrate (96%) per le taglie inferiori a 12 cm e quindi al di sotto della taglia minima specificata dal Reg. CE n. 1626/94, che vieta per questa specie la cattura di animali inferiori a 12 cm. I parametri di selettività, riportati in Tabella 2 e Figura 7, indicano per la maglia a losanga un $L_{50\%}$ pari a 7.56 cm, un SR pari a 2.43 cm ed un SF di 1.95. Per questa specie, la sperimentazione della maglia quadra ha incrementato, anche se non significativamente (Figura 7c), il valore della lunghezza di ritenuta al 50% che è risultato pari a 9.67 cm, con corrispondente SF di 2.50. Al contrario, osservando gli ellissi del grafico in Figura 7c, si può notare che vi è stata una differenza significativa dell'intervallo di selezione che è diminuito per la maglia quadra a 1.36 cm.

Parapenaeus longirostris (Gambero rosa)

Il sacco sperimentale ha avuto un numero di animali nel cover di oltre 7 volte superiore rispetto al sacco tradizionale. Questo ha causato un differente rapporto di selezione: 23.5% per il sacco con maglia a losanga e 58.5% per il sacco a maglia quadra. La selezione dei due sacchi ha praticamente interessato lo stesso intervallo di taglie (Figura 8a) determinando circa lo stesso intervallo di selezione (SR : 0.24 cm ML; 0.26 cm MQ, Tabella 2). Per quanto riguarda la taglia di ritenuta al 50%, la maglia quadra è risultata più selettiva ($L_{50\%}$ =1.49 cm, SF =0.39), contro l' $L_{50\%}$ di 1.20 cm e SF di 0.31 della maglia a losanga (Tabella 2). Anche in questo caso, l'analisi statistica non ha

evidenziato una differenza significativa nei valori di $L_{50\%}$ (Figura 8c). Tuttavia, osservando l'estensione dell'ellisse ML si potrebbe dire che con un numero maggiore di cale valide si sarebbe potuto restringere l'estensione dell'intervallo di confidenza al 95% ed evidenziare una differenza significativa nella taglia di ritenzione al 50%.

Trachurus mediterraneus (Suro)

I rapporti di selezione sono stati 53.8% (ML) e 93.7% (MQ), quest'ultimo dimostra quindi una capacità selettiva quasi totale della maglia quadra nei confronti di questa specie. Come si può notare dalla Figura 9b, i dati sperimentali della maglia a losanga si adattano molto bene alle singole curve delle cale replicate ed alle curve medie. In particolare, la taglia di ritenzione al 50% è risultata di 9.71 cm con un intervallo di selezione (SR) di 2.75 cm. In base all' $L_{50\%}$ ottenuto è stato possibile calcolare il corrispondente fattore di selezione, che è risultato pari a 2.51 (Tabella 2). Per la maglia quadra è stato possibile stimare un'ogiva di selezione media (Tabella 2, Figura 9b), tuttavia, a causa dello scarso numero di esemplari presenti nel sacco (14 individui), le percentuali di ritenuta per taglia hanno presentato una certa variabilità, causando un intervallo di confidenza molto ampio sia per SR che per $L_{50\%}$ (Figura 9c). La taglia di ritenuta al 50% della maglia quadra, è risultata maggiore e pari a 13.12 cm con corrispondente SF di 3.40, al contrario l'intervallo di selezione è leggermente diminuito a 2.43 cm (Tabella 2). Dal confronto dei parametri di selettività ottenuti risulta evidente che, l'applicazione della maglia quadra, ha significativamente aumentato la taglia di ritenuta al 50%. Mentre l'analisi statistica non ha evidenziato un effetto significativo sul valore del parametro SR , nonostante questo abbia subito una lieve diminuzione (Figura 9c).

Trisopterus minutus capelanus (Cappellano o busbana)

I rapporti di selezione sono risultati del 23.2% e del 71.6%, rispettivamente con maglia a losanga e quadra, evidenziando un "indice di fuga" di oltre 3 volte maggiore con la maglia quadra. Per la maglia a losanga, a causa della variabilità delle percentuali di ritenuta per taglia e dell'analisi basata soltanto su 5 cale valide, vi è stata un'alta variabilità nella stima dei valori sia di SR che di $L_{50\%}$ (Figura 10c). La taglia di ritenzione al 50% della maglia a losanga è risultata di 8.11 cm e corrispondente SF di 2.10, mentre l'intervallo di selezione risulta di 2.07 cm (Tabella 2). Per quanto riguarda la stima dei parametri della maglia quadra, le cale analizzate sono state 7. Come si evince dalla Figura 10c, sia per la minore variabilità delle percentuali di ritenuta per taglia, sia per l'analisi basata su un maggior numero di cale, la variabilità risulta approssimativamente dimezzata. I parametri di selettività ottenuti con questo sacco indicano, rispetto al sacco tradizionale, un aumento significativo dell' $L_{50\%}$, che è risultato pari a 11.26 cm e di conseguenza anche del SF , pari a 2.92 (Tabella 2). Al contrario, l'intervallo di selezione è risultato piuttosto ristretto e diminuito a 1.65 cm, ma non significativamente diverso dal sacco tradizionale (Figura 10c).

Nephrops norvegicus (Scampo)

Le cale analizzate sono state effettuate nell'area delle "Fosse" di Pomo. Come per il nasello l'area rappresenta una vera e propria nursery per questa specie. I rapporti di selezione normalizzati sono stati del 3.6% e del 17.8%, rispettivamente per la maglia a losanga e per la maglia quadra (Tabella 2). Tali rapporti suggeriscono, a livello indicativo, che vi è stato un "indice di fuga" di quasi 5 volte maggiore con la maglia quadra.

La taglia di ritenzione al 50% per la maglia a losanga (ML) è risultata pari a 1.46 cm con SF di 0.38 e per la maglia quadra (MQ) pari a 1.91 cm con SF di 0.49 (Tabella 2, Figura 11). Al contrario l'intervallo di selezione della maglia quadra è risultato più elevato (0.37 cm), determinando una pendenza della curva meno accentuata di quella relativa alla maglia a losanga, il cui SR è risultato pari a 0.28 cm (Figura 11b). A causa del basso numero di cale effettuate con il sacco tradizionale, non è stato possibile effettuare un test statistico attendibile che potesse valutare la differenza fra i due sacchi (Figura 11c).

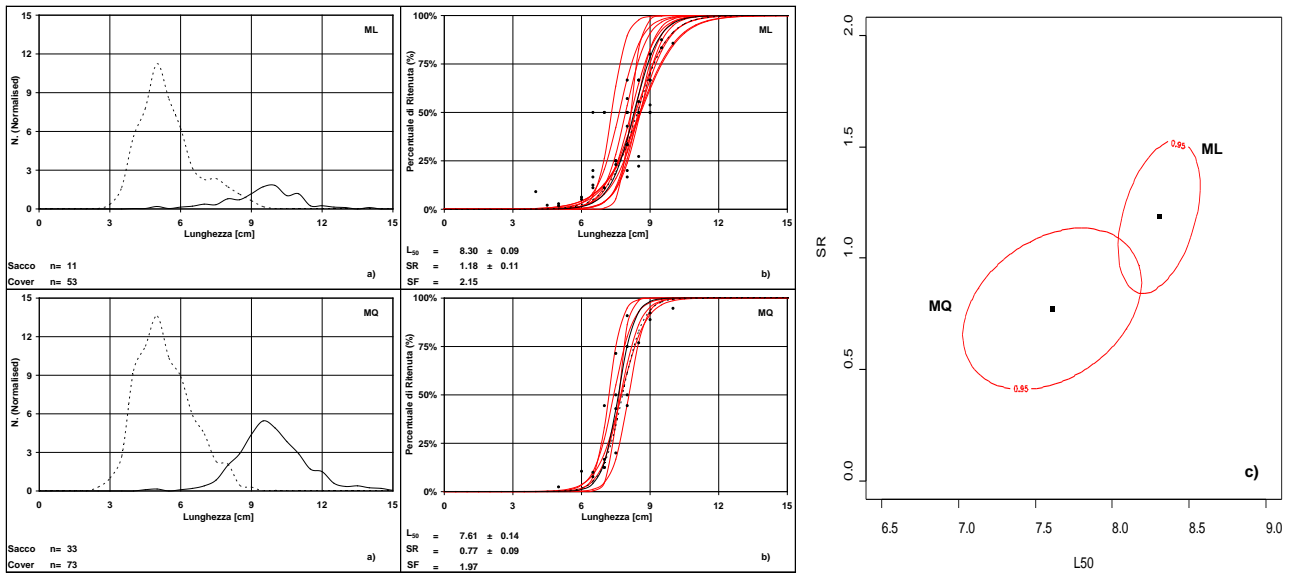


Figura 2 – *Arnoglossus laterna* (Zona S-C, S-D, S-E). **a)** Distribuzione di taglia normalizzata delle catture ottenute mediamente per cala nel cover (---) e nel sacco (—) con maglia a losanga (ML) e con maglia quadra (MQ); **b)** dati sperimentali (●), curve di selettività delle singole cale replicate (—), curve medie ottenute in accordo con Fryer (—) e basate sull’analisi dei dati combinati (---); **c)** $L_{50\%}$ versus SR, gli ellissi sono stati calcolati in base alla varianza dei parametri stimati e rappresentano graficamente gli intervalli di confidenza sia di $L_{50\%}$ che di SR.

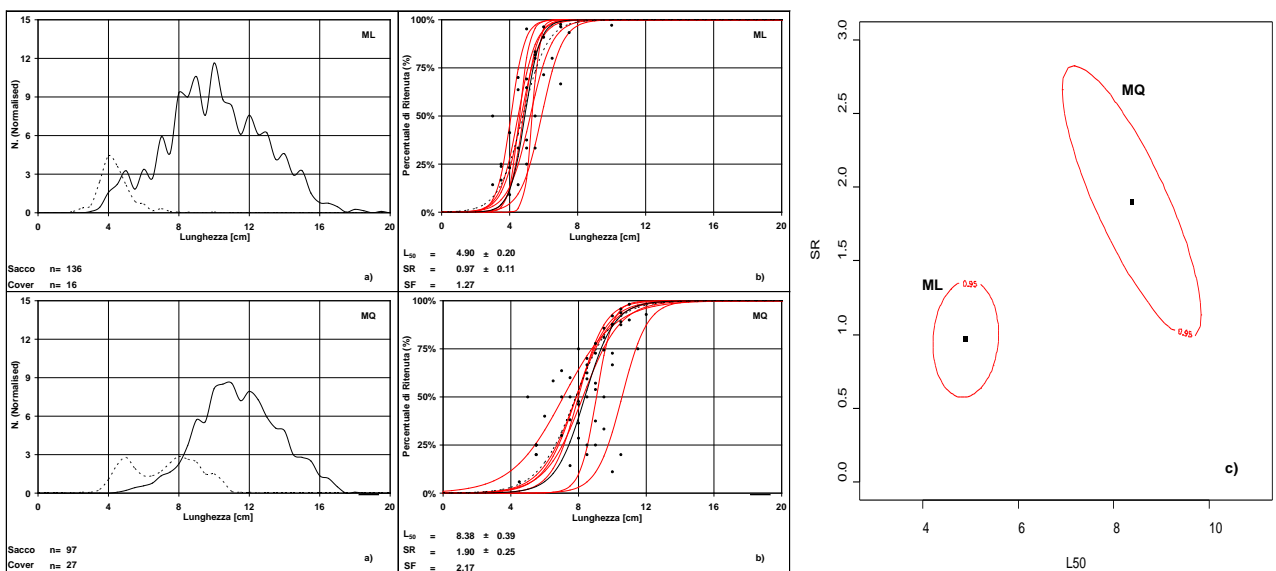


Figura 3 – *Illex coindettii* (Zona S-D, S-E). **a)** Distribuzione di taglia normalizzata delle catture ottenute mediamente per cala nel cover (---) e nel sacco (—) con maglia a losanga (ML) e con maglia quadra (MQ); **b)** dati sperimentali (●), curve di selettività delle singole cale replicate (—), curve medie ottenute in accordo con Fryer (—) e basate sull’analisi dei dati combinati (---); **c)** $L_{50\%}$ versus SR, gli ellissi sono stati calcolati in base alla varianza dei parametri stimati e rappresentano graficamente gli intervalli di confidenza sia di $L_{50\%}$ che di SR.

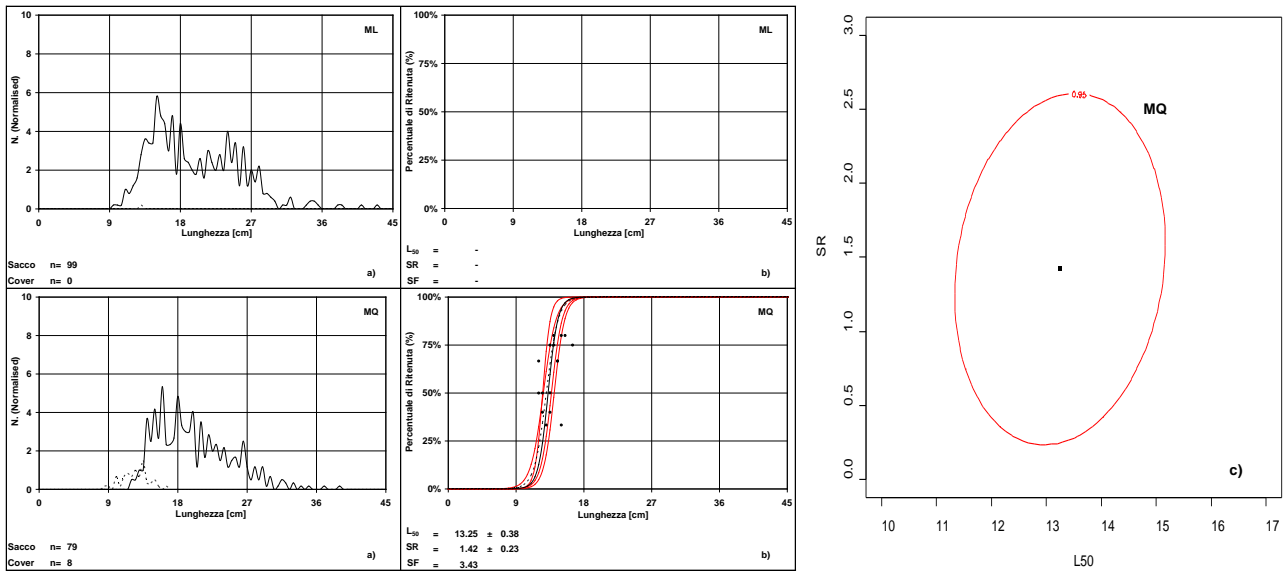


Figura 4 – *Merluccius merluccius* (Range batimetrico 0-50m: Zona S-D). **a)** Distribuzione di taglia normalizzata delle catture ottenute mediamente per cala nel cover (---) e nel sacco (—) con maglia a losanga (ML) e con maglia quadra (MQ); **b)** dati sperimentali (●), curve di selettività delle singole cale replicate (—), curve medie ottenute in accordo con Fryer (—) e basate sull'analisi dei dati combinati (---); **c)** $L_{50\%}$ versus SR , gli ellissi sono stati calcolati in base alla varianza dei parametri stimati e rappresentano graficamente gli intervalli di confidenza sia di $L_{50\%}$ che di SR .

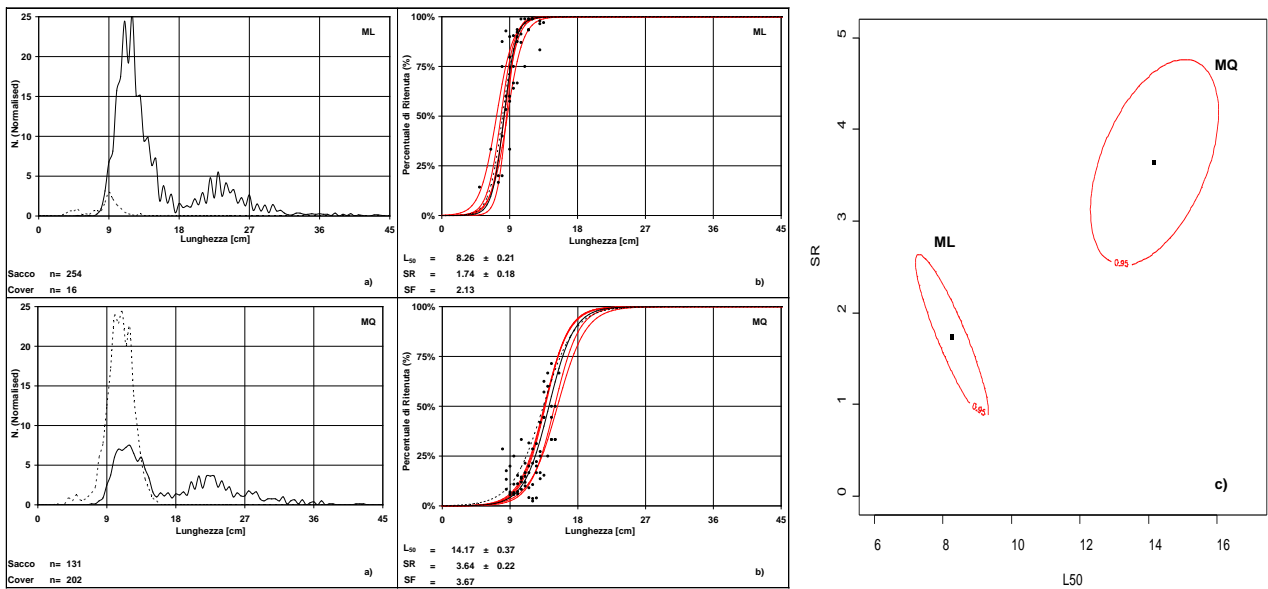


Figura 5 – *Merluccius merluccius* (Range batimetrico 150-200m: Zona S-E). **a)** Distribuzione di taglia normalizzata delle catture ottenute mediamente per cala nel cover (---) e nel sacco (—) con maglia a losanga (ML) e con maglia quadra (MQ); **b)** dati sperimentali (●), curve di selettività delle singole cale replicate (—), curve medie ottenute in accordo con Fryer (—) e basate sull'analisi dei dati combinati (---); **c)** $L_{50\%}$ versus SR , gli ellissi sono stati calcolati in base alla varianza dei parametri stimati e rappresentano graficamente gli intervalli di confidenza sia di $L_{50\%}$ che di SR .

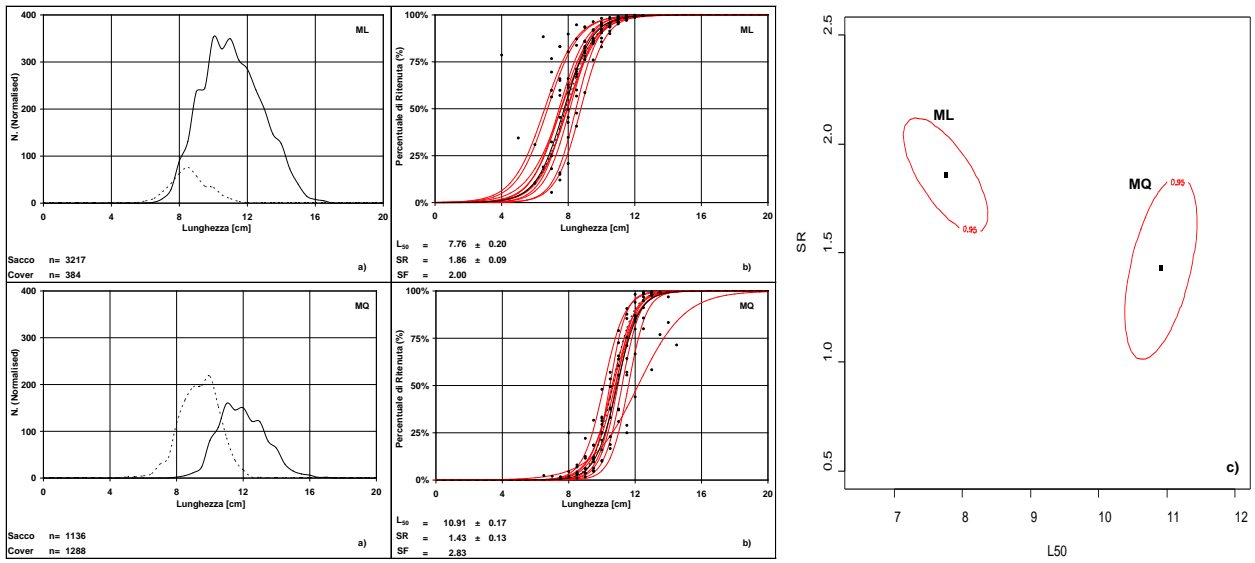


Figura 6 – *Mullus barbatus* (Zona S-C, S-D). **a)** Distribuzione di taglia normalizzata delle catture ottenute mediamente per cala nel cover (---) e nel sacco (—) con maglia a losanga (ML) e con maglia quadra (MQ); **b)** dati sperimentali (●), curve di selettività delle singole cale replicate (—), curve medie ottenute in accordo con Fryer (—) e basate sull'analisi dei dati combinati (---); **c)** $L_{50\%}$ versus SR , gli ellissi sono stati calcolati in base alla varianza dei parametri stimati e rappresentano graficamente gli intervalli di confidenza sia di $L_{50\%}$ che di SR .

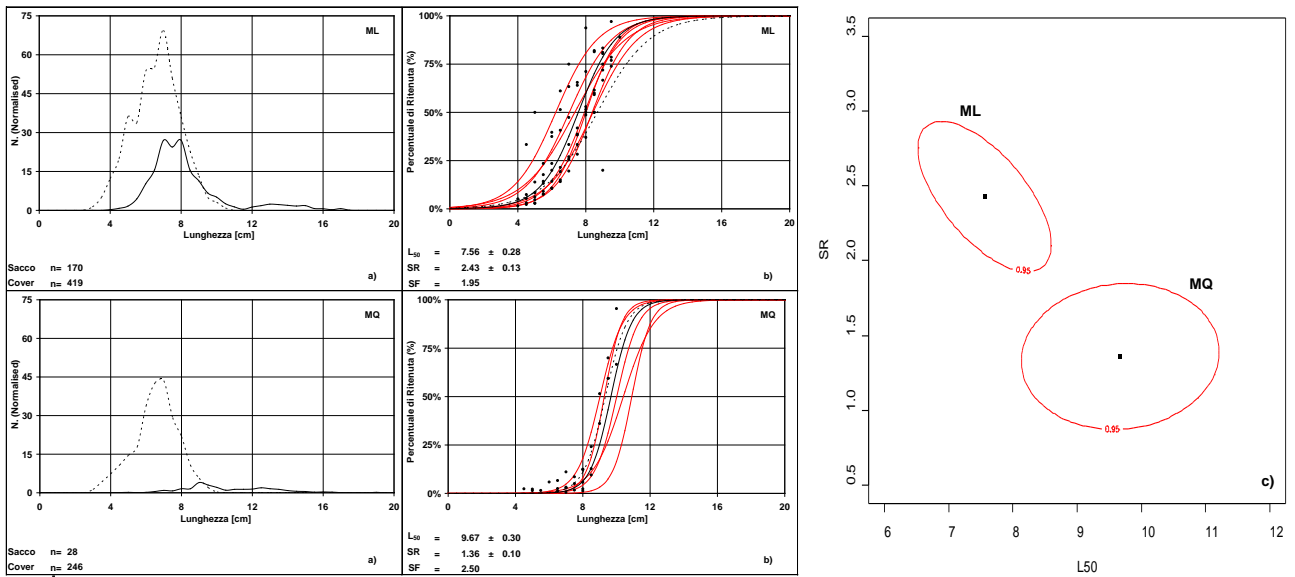


Figura 7 – *Pagellus erythrinus* (Zona S-C, S-D). **a)** Distribuzione di taglia normalizzata delle catture ottenute mediamente per cala nel cover (---) e nel sacco (—) con maglia a losanga (ML) e con maglia quadra (MQ); **b)** dati sperimentali (●), curve di selettività delle singole cale replicate (—), curve medie ottenute in accordo con Fryer (—) e basate sull'analisi dei dati combinati (---); **c)** $L_{50\%}$ versus SR , gli ellissi sono stati calcolati in base alla varianza dei parametri stimati e rappresentano graficamente gli intervalli di confidenza sia di $L_{50\%}$ che di SR .

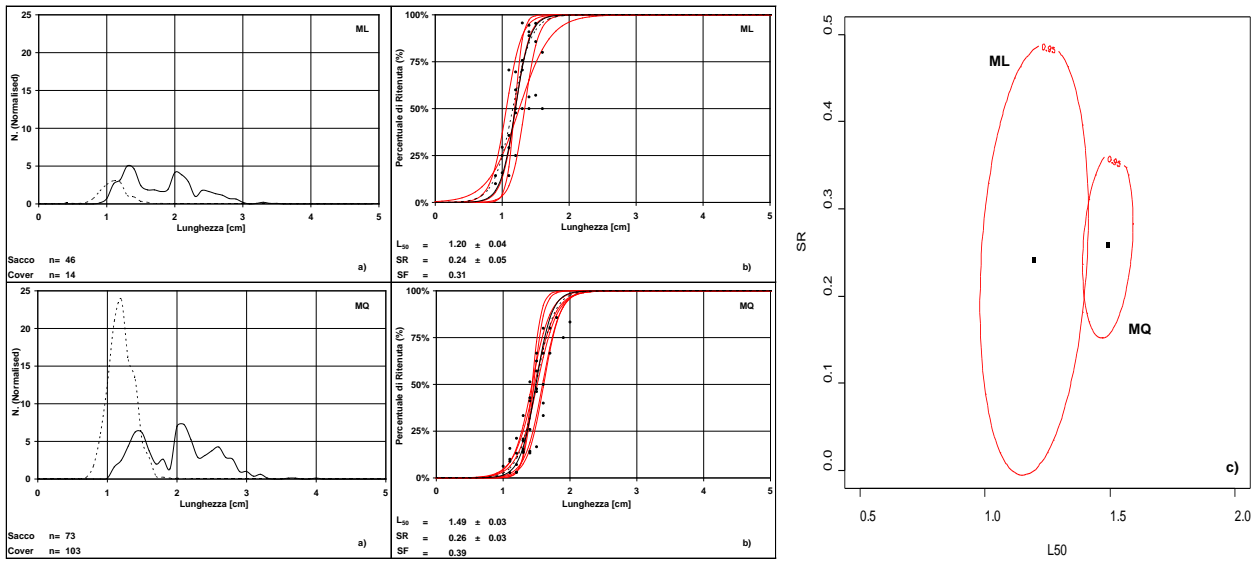


Figura 8 – *Parapaeneus longirostris* (Zona S-E). **a)** Distribuzione di taglia normalizzata delle catture ottenute mediamente per cala nel cover (---) e nel sacco (—) con maglia a losanga (ML) e con maglia quadra (MQ); **b)** dati sperimentali (●), curve di selettività delle singole cale replicate (—), curve medie ottenute in accordo con Fryer (—) e basate sull'analisi dei dati combinati (---); **c)** $L_{50\%}$ versus SR , gli ellissi sono stati calcolati in base alla varianza dei parametri stimati e rappresentano graficamente gli intervalli di confidenza sia di $L_{50\%}$ che di SR .

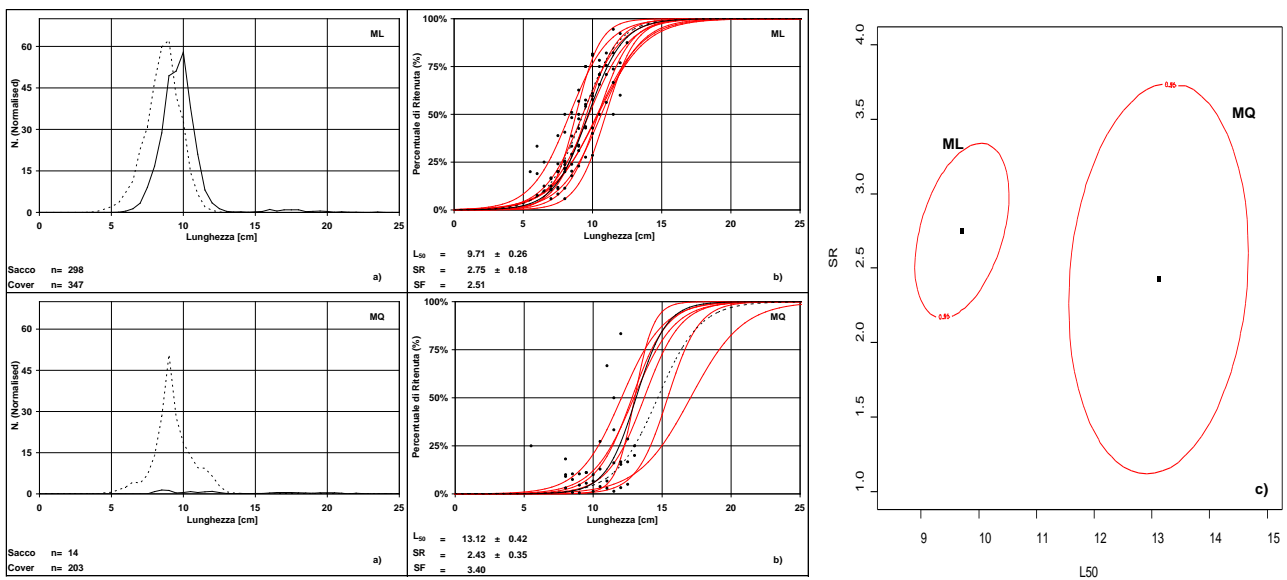


Figura 9 – *Trachurus mediterraneus* (Zona S-C, S-D). **a)** Distribuzione di taglia normalizzata delle catture ottenute mediamente per cala nel cover (---) e nel sacco (—) con maglia a losanga (ML) e con maglia quadra (MQ); **b)** dati sperimentali (●), curve di selettività delle singole cale replicate (—), curve medie ottenute in accordo con Fryer (—) e basate sull'analisi dei dati combinati (---); **c)** $L_{50\%}$ versus SR , gli ellissi sono stati calcolati in base alla varianza dei parametri stimati e rappresentano graficamente gli intervalli di confidenza sia di $L_{50\%}$ che di SR .

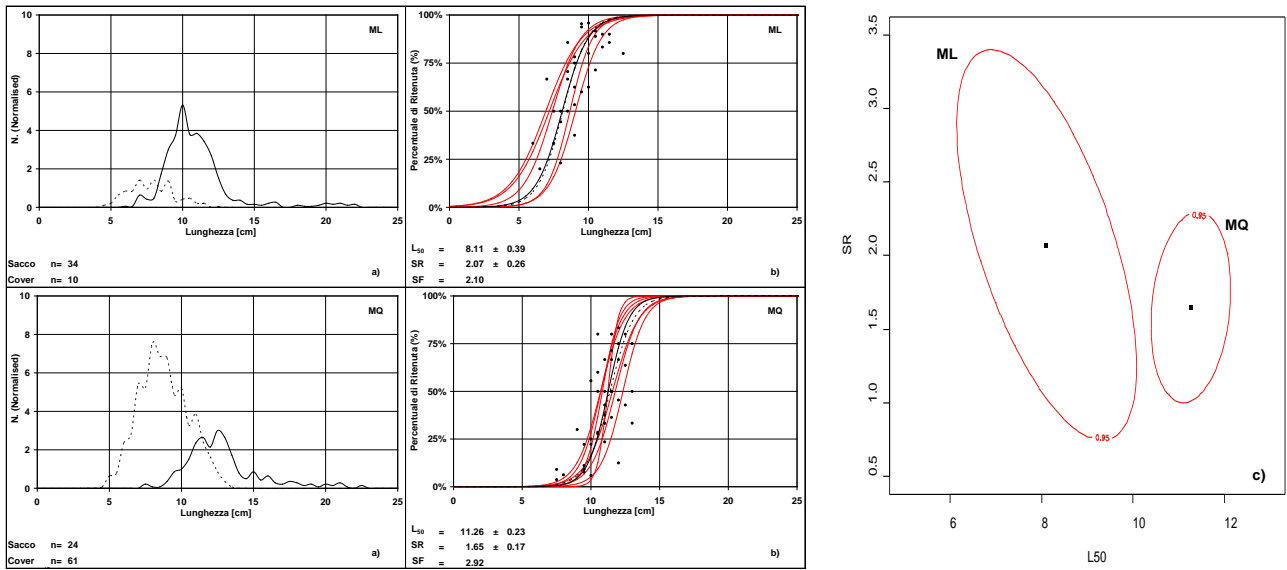


Figura 10 – *Trisopterus minutus capelanus* (Zona S-D, S-E). **a)** Distribuzione di taglia normalizzata delle catture ottenute mediamente per cala nel cover (---) e nel sacco (—) con maglia a losanga (ML) e con maglia quadra (MQ); **b)** dati sperimentali (●), curve di selettività delle singole cale replicate (—), curve medie ottenute in accordo con Fryer (—) e basate sull'analisi dei dati combinati (---); **c)** $L_{50\%}$ versus SR, gli ellissi sono stati calcolati in base alla varianza dei parametri stimati e rappresentano graficamente gli intervalli di confidenza sia di $L_{50\%}$ che di SR.

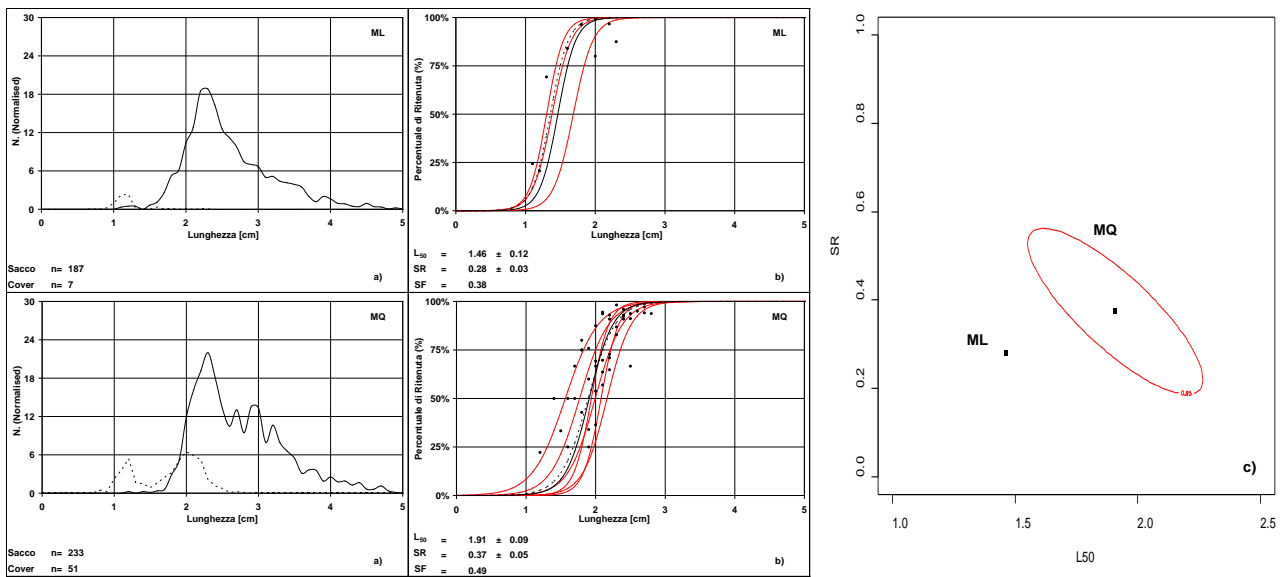


Figura 11 – *Nephrops norvegicus* (Zona S-E). **a)** Distribuzione di taglia normalizzata delle catture ottenute mediamente per cala nel cover (---) e nel sacco (—) con maglia a losanga (ML) e con maglia quadra (MQ); **b)** dati sperimentali (●), curve di selettività delle singole cale replicate (—), curve medie ottenute in accordo con Fryer (—) e basate sull'analisi dei dati combinati (---); **c)** $L_{50\%}$ versus SR, gli ellissi sono stati calcolati in base alla varianza dei parametri stimati e rappresentano graficamente gli intervalli di confidenza sia di $L_{50\%}$ che di SR.

Tabella 2 – Parametri di selettività stimati per la maglia a losanga (ML) e per la maglia quadra (MQ) per tutte le specie risultate abbondanti nelle catture: *Arnoglossus laterna* (AL), *Illex coindettii* (IC), *Merluccius merluccius* (MM), *Mullus barbatus* (MB), *Pagellus erythrinus* (PE), *Parapenaeus longirostris* (PL), *Trachurus mediterraneus* (TM), *Trisopterus minutus capelanus* (TMC), *Nephrops norvegicus* (NN). Lunghezza di ritenuta al 50% ($L_{50\%}$), Intervallo di selezione (SR), Fattore di selezione (SF), Rapporto di Selezione (RS), taglia media delle catture nel sacco (LS) e nel cover (LC).

	$L_{50\%}$ [cm]		SR [cm]		SF		RS		LS [cm]		LC [cm]	
	ML	MQ	ML	MQ	ML	MQ	ML	MQ	ML	MQ	ML	MQ
AL	8.30	7.61	1.18	0.77	2.15	1.97	83.2%	68.7%	9.5	9.9	5.5	5.3
IC	4.90	8.38	0.97	1.90	1.27	2.17	10.5%	22.0%	10.1	11.4	4.4	7.2
MM (0-50m)	-	13.25	-	1.42	-	3.43	0.2%	9.2%	19.8	20.0	13.0	12.5
MM (150-200m)	8.26	14.17	1.74	3.64	2.13	3.67	5.9%	60.6%	15.0	17.4	8.4	10.7
MB	7.76	10.91	1.86	1.43	2.00	2.83	10.7%	53.1%	11.1	11.9	8.6	9.4
PE	7.56	9.67	2.43	1.36	1.95	2.50	71.1%	89.8%	8.2	10.6	6.6	6.6
PL	1.20	1.49	0.24	0.26	0.31	0.39	23.5%	58.5%	1.8	2.0	1.1	1.2
TM	9.71	13.12	2.75	2.43	2.51	3.40	53.8%	93.7%	9.8	13.4	8.6	9.3
TMC	8.11	11.26	2.07	1.65	2.10	2.92	23.2%	71.6%	10.9	12.8	7.9	8.8
NN	1.46	1.91	0.28	0.37	0.38	0.49	3.6%	17.8%	2.6	2.7	1.2	1.8

Efficienza

Generalmente le catture più abbondanti in termini numerici sono state realizzate con il sacco tradizionale (Tabella 3, Figura 12). Tuttavia l'analisi della varianza ha mostrato differenze significative solo nel caso di *Alloteuthis media* ($Sig.<0.001$) e di *Loligo vulgaris* ($Sig.<0.05$). In termini di peso, il sacco tradizionale ha continuato ad evidenziare catture superiori, ma in questo caso sono aumentate le specie in cui la rete sperimentale ha catturato quantitativi sensibilmente superiori. Gli esempi più rappresentativi riguardano *Nephrops norvegicus*, *Parapenaeus longirostris*, *Arnoglossus laterna*, *Merluccius merluccius*, *Trigla lucerna* e *Trisopterus minutus capelanus* (Tabella 3, Figura 12).

Le discrepanze osservate tra i rendimenti in numero e quelli in peso sono spiegabili analizzando le lunghezze medie (Tabella 2), dalle quali si evidenzia che le specie catturate con il sacco sperimentale avevano lunghezze medie generalmente superiori rispetto a quelle del sacco tradizionale.

Infine, il coefficiente di efficienza (EC), calcolato sul peso delle catture totali, è risultato pari a 1.34 (Tabella 3), dimostrando in generale rendimenti superiori nel sacco tradizionale, questa differenza tuttavia non è risultata significativa ($Sig. = 0.298$).

Tabella 3 – Confronto delle catture delle principali specie commerciali ottenute con il sacco tradizionale (ML) e con il sacco a maglia quadra (MQ): media geometrica del numero e del peso per ora; risultati dei test statistici effettuati (*=significativo, $0.01 < Sig. < 0.05$; **= altamente significativo, $Sig. < 0.01$); coefficienti di efficienza ML/MQ (rapporto fra le catture in numero ed in peso del sacco tradizionale e del sacco a maglia quadra).

GENERE	SPECIE	N / ORA				g / ORA			
		ML MEDIA	MQ MEDIA	Sig. p	Coeff. ML/MQ	ML MEDIA	MQ MEDIA	Sig. p	Coeff. ML/MQ
<i>Alloteuthis</i>	<i>media</i>	16.4	3.8	0.000 **	3.64	78.2	16.5	0.000 **	4.52
<i>Arnoglossus</i>	<i>laterna</i>	13.7	14.3	0.878	0.97	71.8	90.5	0.769	0.80
<i>Illex</i>	<i>coindetii</i>	34.3	22.4	0.590	1.51	1665.5	1135.3	0.624	1.47
<i>Loligo</i>	<i>vulgaris</i>	13.7	5.5	0.019 *	2.28	136.4	52.9	0.095	2.55
<i>Melicertus</i>	<i>kerathurus</i>	6.7	3.9	0.983	1.58	59.5	39.3	0.355	1.50
<i>Merluccius</i>	<i>merluccius</i>	11.3	9.7	0.626	1.16	146.4	148.1	0.979	0.99
<i>Mullus</i>	<i>barbatus</i>	300.6	148.9	0.068	2.01	4210.6	2216.2	0.272	1.90
<i>Nephrops</i>	<i>norvegicus</i>	1.5	3.1	0.360	0.60	8.9	18.4	0.484	0.51
<i>Parapenaeus</i>	<i>longirostris</i>	3.2	26.9	0.013 *	0.15	6.9	142.3	0.008 **	0.05
<i>Squilla</i>	<i>mantis</i>	87.9	79.1	0.659	1.11	2139.4	1636.2	0.470	1.31
<i>Trigla</i>	<i>lucerna</i>	14.5	14.9	0.835	0.97	443.2	580.7	0.543	0.76
<i>Trisopterus</i>	<i>minutus capelanus</i>	10.4	7.2	0.636	1.39	98.9	139.1	0.767	0.71
Catture totali			-			37857.1	28217.7	0.298	1.34

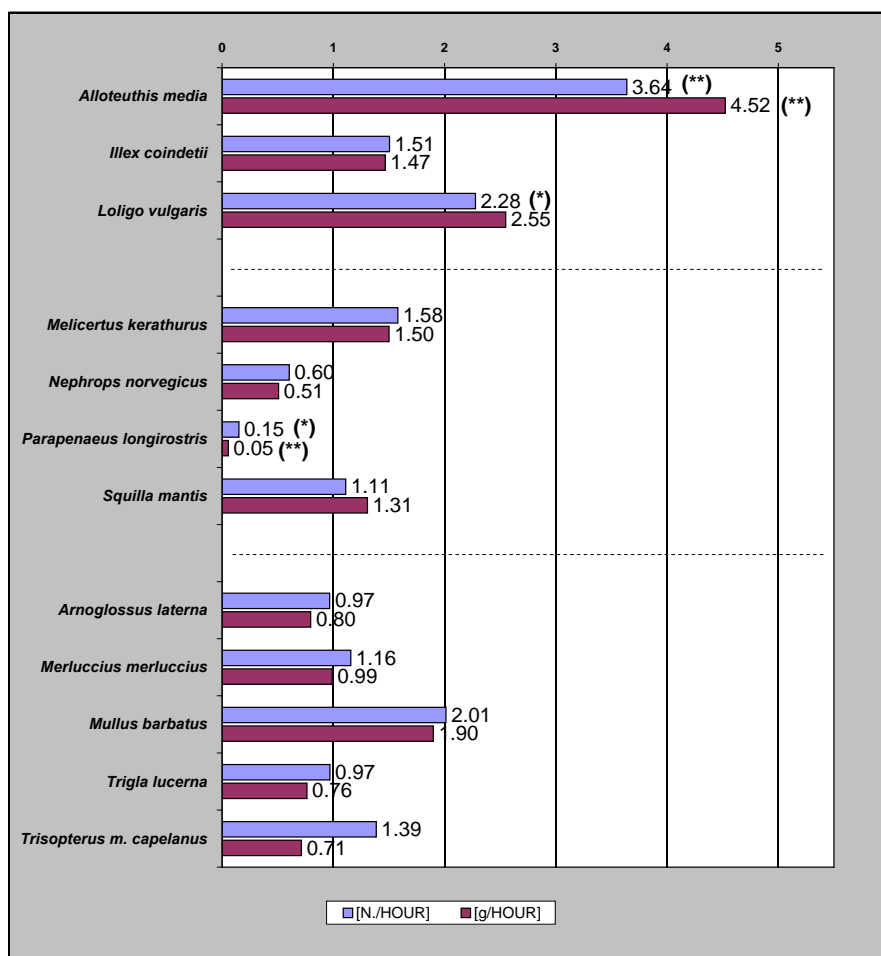


Figura 12 – Efficienza del sacco a maglia a losanga rispetto al sacco a maglia quadra sulle catture delle principali specie commerciali. * $0.01 < Sig. < 0.05$; ** $Sig. < 0.01$. Per ogni specie analizzata, un *Coefficiente di Efficienza (EC)* fra i due sacchi è stato calcolato come rapporto della media del sacco tradizionale e del sacco sperimentale a maglia quadra.

Ricchezza specifica (Richness)

In Tabella 4 viene presentato il numero medio di specie catturate per cala. Per ciascuna categoria (specie bersaglio, altre specie e totale della cattura), il sacco tradizionale ha catturato generalmente un numero di specie superiore rispetto al sacco sperimentale.

L'analisi della varianza a due vie (fattori: tipo di Sacco e Zona di pesca) condotta per ciascuna delle tre categorie ha evidenziato che il trattamento (*Sacco*) ottiene lo stesso risultato in tutte le zone di pesca, quindi la differenza tra le medie dei due sacchi può essere generalizzata all'interno di ogni categoria. Il sacco con maglia a losanga ha catturato complessivamente circa 2 specie in più rispetto al sacco a maglia quadra (ML: 19.7, MQ: 17.1). L'ANOVA a due vie condotta per ciascuna delle tre categorie ha evidenziato, inoltre, che per la categoria "Principali specie commerciali" non esiste una differenza imputabile al sacco utilizzato (*Sig.* = 0.286). Mentre sia per la categoria "Altre specie" che per la totalità della cattura la differenza nel numero di specie catturate dai due sacchi sembra essere influenzata in maniera significativa dal sacco impiegato (*Sig.* < 0.05).

Tabella 4 – Numero medio di specie differenti catturate per cala, calcolate separatamente per i due sacchi. In base al valore economico, le specie sono state suddivise in due categorie: specie commerciali ed altre specie. L'analisi dei dati è stata effettuata su ciascuna delle due categorie e sul totale delle specie catturate. (*=significativo, $0.01 < \text{Sig.} < 0.05$; **= altamente significativo, $\text{Sig.} < 0.01$).

	N. Medio di specie		<i>Test Sig. p</i>
	ML	MQ	
Principali specie commerciali	10.1	9.6	0.286
Altre specie	12.5	10.4	0.018 *
TOTALE	19.7	17.1	0.022 *

6. SINTESI IN INGLESE

Ferretti M., Sala A., Piccinetti C., Ungaro N., 2005 – Selettività di una rete a strascico con sacchi armati a losanga ed a maglia quadrata. Rapporto Finale al Ministero per le Politiche Agricole e Forestali, VI Piano Triennale della Pesca e dell'Acquacoltura (Progetto MIPAF n. 6-B-4).

Ferretti M., Sala A., Piccinetti C., Ungaro N., 2005 – Selectivity of Italian bottom trawl with diamond and square mesh codends. Final Report to the Italian Ministry of Agriculture and Forestry (Project MIPAF n. 6-B-4).

Keywords: selectivity, efficiency, bottom trawl, fishing gear, square mesh, codend, Adriatic Sea.

INTRODUCTION

There is considerable interest throughout the Mediterranean in methods for improving the size and species selectivity of commercial fishing gears, to reduce fishing mortality and to conserve fish stocks. Bottom trawling fisheries in the Mediterranean are essentially multispecies. The high marketability of small fish in many countries encourages the targeting of the juvenile fraction of some species. In October 2004 the European Commission submitted a proposal to the Council for amending the rules currently governing Mediterranean fisheries. One of the main aims of the new regulation is to increase the selectivity of Mediterranean fisheries. At present the management of fishing stocks is mainly based on defining closed areas and seasons, minimum landing sizes and minimum mesh sizes. However, in multispecies fisheries, where several species are caught simultaneously, it is very difficult to define a minimum codend mesh size for towed nets.

The commercial codend mesh size traditionally used in the Mediterranean Sea resulted too small to allow the escape of immature fish; for this reason some recent studies are focused on the use of novel codends. In particular, the investigations concerned the use of new square mesh codends, square mesh escape panels and codends with shortened last ridge ropes.

In Italy the minimum mesh size of trawl codends is fixed to 40 mm stretch by Regulation (EC) 1626/94, therefore the capture of undersized fish and discards is significant. Peak effort in the Adriatic bottom trawl fishery coincides with large concentrations of juvenile whiting, red mullet, poor cod, hake and blue whiting on the fishing grounds. Consequentially, large numbers of these fish are discarded being of a size too small, below minimum landing size (MLS). Improvement of trawl net selectivity is therefore of prime importance.

MATERIALS AND METHODS

The use of square mesh codends has been specified as a conservation requirement in the ICES regions (Anon, 1995a; 1995b). The amount of selection data is not enough to confirm the effectiveness of this measure in Mediterranean countries.

In the present research project, financed by the Italian Ministry of Agriculture and Forestry Policies (MIPAF), the results and the procedures adopted are reported. The main objective of this project is to study the effect of inserting square mesh codends in the traditional commercial Italian bottom trawl. A comparative study was carried out to determine the selectivity and the efficiency of traditional diamond and experimental square mesh codends. The project partners designed and realised two codends and a trawl net with similar characteristics of a traditional trawl net. The rigging of the gear coincide with the common commercial practice used in the Central Adriatic bottom trawl fishery. During the sea trials the mesh openings of the two codends were measured in wet conditions by means: ICES gauge, wedge gauge with 5 kg and 1 kg respectively applied. The methodology used to measure the mesh size complied with the Commission Regulation (EC) N. 129/2003. Square meshes were measured along both diagonals and the largest value was used.

Preliminary fishing cruise

A preliminary fishing cruise was accomplished in order to test the performance of the trawl. The fishing trials were carried out in September 2003 on RV "G. Dallaporta", a research vessel of 810 kW at 1650 rpm, Length Overall (LOA) of 35.30 m and gross tonnage of 285 GT. The two codends

were alternated during the fishing cruise. During all the hauls, SCANMAR sensors were mounted on the trawl in order to measure gear performance: door spread, horizontal and vertical net openings. All data were simultaneously collected by the SCANBAS SGM-15 system.

Moreover, two electronic strain gauges were used to measure the warp loads and two underwater force sensors were inserted just in front of the wing-ends to measure the net drag ahead of the wing tips. By means of the instrumentation installed on the research vessel, it was possible to measure some additional parameters. In particular a Doppler Log was used to measure the instant vessel speed in relation to sea bed, engine revolutions, shaft torque, shaft power and fuel consumption of the main vessel engine were measured. All the instruments were linked by RS232/485 serial ports to a laptop, which automatically controlled the data acquisition and provided the correct functioning of the system in real time through an appropriately developed program. *Multiple regression analysis* and *Generalized Linear Models (GLM)* were then applied to the data in order to provide coefficient estimates and summary statistics for prediction regression models of the main performance parameters.

Sea trials and data analysis

The study of efficiency and selectivity of the two codends was conducted in two subsequent fishing trips in August-September 2004 on board RV “Andrea”, a research vessel with engine power of 1350x2 HP at 2300 rpm, Length Overall (LOA) of 29.15 m and gross tonnage of 211 GT.

The data were analysed using conventional techniques directed at making inferences on the effects of the itemized covariates on the selectivity parameters. For the study of the selectivity of the two codends, on each haul the total catch of codend and cover were analysed separately and weighted. All species were identified at minimum systematic level. The number of specimens and total weight were recorded for each species. The length frequency distributions of the main and most abundant species were taken both for the animals found in the cover and in the codend. In particular the total length for fishes, the mantle length for cephalopods and the carapace length for crustaceans were recorded. For each codend the selectivity parameters were computed for *Merluccius merluccius* (European hake), *Mullus barbatus* (red mullet), *Parapenaeus longirostris* (deep-water pink shrimp), *Arnoglossus laterna* (scaldfish), *Illex coindettii* (broadtail squid), *Pagellus erythrinus* (common pandora), *Trachurus mediterraneus* (Mediterranean horse mackerel), *Trisopterus minutus capelanus* (poor-cod) and *Nephrops norvegicus* (Norway lobster).

Based on pooled data and according to Fryer (1991), for which a number of individual hauls was fitted taking into account the *between-haul variation* of the selectivity parameters, mean selectivity curves were estimated for the two codends. The selectivity parameters for individual hauls were estimated using the software CC2000 (Constat, 1995), while models which incorporate *between-haul variation* were adjusted using the software EModel (Constat, 1995) that implements the methodology proposed by Fryer (1991).

Furthermore, for every haul the number and the weight of each species were converted in number and kg per hour by taking into account tow duration. To normalise the data and homogenise the variances, a common $\ln(x+1)$ transformation was applied. The statistical analyses to compare the efficacy between codends were carried out on data so transformed and the geometric means were used.

RESULTS

Trawl technical parameters

A total of 18 hauls were conducted on sandy bottoms at two mean depths of 17 m and 27 m: eight of these carried out with the diamond mesh codend and the remaining ten with the square mesh codend. The variability between hauls of the main measured parameters of gear performance is shown in Table 1. The use of different codends does not affect the behaviour of trawl.

The main test results show that the net drag was strongly affected by: the squared towing speed, horizontal net opening and door spread. As in most of the nets there was an increase in net drag with increasing warp length or bottom depth. In addition an increase of the towing speed produced an increase in the bosom height.

The multiple regression models allowed parameters to be estimated in detail which were then used to detect differences when the experimental codend replaced the traditional one on the trawl net. Practically no differences were found between the configurations and the general behaviour of the trawl for the two test conditions was similar.

Table 1 – Results obtained during the preliminary Adriatic Sea trials (22/09/03 – 01/10/03). Traditional (ML) and experimental (MQ) codends were alternated daily on the same bottom trawl. In same hauls the cover (x) was used to detect a possible masking effect. D[m]: bottom depth, CT[m]: warp length, VT[kn]: towing speed, POT[kW]: shaft power, CC[kg/h]: fuel consumption, STT[kgf]: warp drag, STR[kgf]: net drag, AO[m]: horizontal net opening, AV[m]: vertical net opening, DD[m]: door spread.

Codend type	Haul ID	Cover	D [m]	CT [m]	VT [kn]	POT [kW]	CC [kg/h]	STT [kgf]	STR [kgf]	AO [m]	AV [m]	DD [m]
ML	1329	x	17.5	150	3.47 ± 0.04	128.6 ± 1.4	42.4 ± 14.1	2313 ± 44	1535 ± 15	16.8 ± 0.3	1.32 ± 0.13	83.7 ± 1.6
	1330	x	18.0	150	3.80 ± 0.03	145.0 ± 0.9	48.9 ± 10.1	2502 ± 43	1851 ± 15	15.2 ± 0.2	1.22 ± 0.03	76.9 ± 1.0
	1331	x	18.0	150	3.79 ± 0.03	156.1 ± 0.8	51.7 ± 9.0	2771 ± 62	1973 ± 20	15.5 ± 0.2	1.25 ± 0.10	81.8 ± 0.8
	1326	-	17.0	150	3.76 ± 0.07	169.4 ± 1.8	46.7 ± 9.9	2593 ± 73	1674 ± 62	17.3 ± 0.6	1.30 ± 0.14	86.5 ± 3.2
	1340	-	25.5	200	3.61 ± 0.13	165.0 ± 3.4	48.7 ± 12.2	2814 ± 66	1829 ± 43	19.3 ± 0.5	1.23 ± 0.04	99.3 ± 3.3
	1341	-	27.5	200	3.67 ± 0.11	154.9 ± 0.8	48.0 ± 13.2	2696 ± 55	1843 ± 32	19.0 ± 0.4	1.24 ± 0.04	98.2 ± 0.9
	1342	-	27.0	200	3.59 ± 0.10	160.4 ± 0.6	48.4 ± 13.0	2706 ± 46	1841 ± 26	19.2 ± 0.5	1.23 ± 0.04	98.9 ± 1.1
	1343	-	29.0	200	3.50 ± 0.06	153.0 ± 1.8	48.8 ± 12.5	2494 ± 70	1674 ± 47	19.5 ± 0.4	1.25 ± 0.03	97.8 ± 1.2
MQ	1332	x	16.5	150	3.50 ± 0.07	174.9 ± 3.9	51.6 ± 8.0	2542 ± 133	1658 ± 58	16.7 ± 0.2	1.27 ± 0.14	84.5 ± 1.5
	1333	x	16.5	150	3.69 ± 0.08	146.0 ± 3.7	47.0 ± 10.0	2696 ± 136	1744 ± 40	16.3 ± 0.4	1.35 ± 0.16	82.2 ± 1.8
	1334	x	16.5	150	3.78 ± 0.14	244.3 ± 4.3	65.7 ± 5.2	3005 ± 288	2053 ± 111	16.4 ± 0.5	1.37 ± 0.11	86.4 ± 1.1
	1335	x	17.0	150	3.61 ± 0.10	131.5 ± 3.5	44.2 ± 11.7	2565 ± 126	1788 *	15.8 ± 0.2	1.26 ± 0.06	77.7 ± 1.0
	1327	-	16.5	150	3.65 ± 0.13	159.9 ± 4.3	47.4 ± 9.6	2364 ± 78	1516 ± 52	18.1 ± 0.5	1.31 ± 0.13	90.2 ± 2.4
	1328	-	16.5	150	3.48 ± 0.03	133.9 ± 1.3	45.4 ± 12.8	2344 ± 43	1467 ± 19	16.5 ± 0.2	1.23 ± 0.10	84.4 ± 0.8
	1336	-	27.0	200	3.71 ± 0.11	173.9 ± 1.6	51.8 ± 8.0	2868 ± 100	1928 ± 59	19.7 ± 0.8	1.22 ± 0.04	99.8 ± 1.1
	1337	-	27.0	200	3.67 ± 0.12	154.6 ± 5.4	48.2 ± 10.7	2770 ± 131	1848 ± 73	19.4 ± 0.7	1.22 ± 0.04	96.3 ± 1.2
	1338	-	27.0	200	3.59 ± 0.10	189.2 ± 3.6	56.4 ± 7.2	3106 ± 137	2132 ± 90	18.1 ± 0.7	1.23 ± 0.03	94.7 ± 1.6
	1339	-	25.0	200	3.64 ± 0.14	135.6 ± 6.7	46.1 ± 10.7	2586 ± 160	1687 ± 107	19.6 *	1.24 ± 0.07	99.9 ± 1.9

* estimated data

Selectivity and efficiency comparisons between the traditional and experimental codend

Data were collected during two fishing cruises, carried out between 30/08/04-07/09/04 and 22/09/04-06/10/04 in the Central Adriatic Sea normally exploited by local fishermen. A total of 23 and 27 valid hauls was carried out in the first and second fishing cruise respectively during daylight hours. Selectivity estimates are given in Table 2, where the parameters of the fitted logistic curves are shown for mean curve. This table reports the mean size (mean total length for fishes, mean carapace length for crustaceans and mean mantle length for molluscs) of each species analysed.

Reliable selectivity results were obtained for *M. merluccius* (MM), *M. barbatus* (MB), *P. longirostris* (PL), *A. laterna* (AL), *I. coindettii* (IC), *P. erythrinus* (PE), *T. mediterraneus* (TM), *T. m. capelanus* (TMC) and *N. norvegicus* (NN). With the exception of *A. laterna* (AL), where both the $L_{50\%}$ and SR increase in the experimental codend (Table 2), the 50% retention length ($L_{50\%}$) computed for the diamond mesh codend (ML) were always lower than those computed for the square mesh codend (MQ). Consequently also the selection factors (SF) were much lower than those obtained for square mesh codend (Table 2).

Regarding the selection ranges (SR), only *I. coindettii* (IC) showed a greater value in the square mesh codend, while *M. barbatus* (MB), *P. erythrinus* (PE), *T. mediterraneus* (TM) and *T. m.*

capelanus (TMC) reported larger values with the diamond mesh codend. In the case of *P. longirostris* (PL), no difference was found in the SRs obtained.

The length frequency distributions of *M. merluccius* (MM) show a significant influence of the sampling area (i.e. sampling depth) on the selectivity results. Therefore, the hauls and the corresponding catch data were split in two groups and analysed separately: hauls located between 0-50 m and 150-200 m fishing depth. For the traditional codend, the estimation of the selectivity parameters failed in the first group of data, because only one individual was found in the cover. While at 150-200 m, the traditional codend reported a lower $L_{50\%}$ (Table 2). In other words, the diamond mesh codend always released a lower number of individuals than the square mesh codend.

Table 2 – Parameter estimates for the traditional diamond mesh codend (ML) and experimental square mesh codend (MQ). The Retention length at 50% ($L_{50\%}$), Selection Range (SR), Selection factor (SF), Selection Rate (RS), mean length of each species captured in the codend (LS) and in the cover (LC) are reported for *Arnoglossus laterna* (AL), *Illex coindettii* (IC), *Merluccius merluccius* (MM), *Mullus barbatus* (MB), *Pagellus erythrinus* (PE), *Parapenaeus longirostris* (PL), *Trachurus mediterraneus* (TM), *Trisopterus minutus capelanus* (TMC), *Nephrops norvegicus* (NN).

	$L_{50\%}$ [cm]		SR [cm]		SF		RS		LS [cm]		LC [cm]	
	ML	MQ	ML	MQ	ML	MQ	ML	MQ	ML	MQ	ML	MQ
AL	8.30	7.61	1.18	0.77	2.15	1.97	83.2%	68.7%	9.5	9.9	5.5	5.3
IC	4.90	8.38	0.97	1.90	1.27	2.17	10.5%	22.0%	10.1	11.4	4.4	7.2
MM (0-50m)	-	13.25	-	1.42	-	3.43	0.2%	9.2%	19.8	20.0	13.0	12.5
MM (150-200m)	8.26	14.17	1.74	3.64	2.13	3.67	5.9%	60.6%	15.0	17.4	8.4	10.7
MB	7.76	10.91	1.86	1.43	2.00	2.83	10.7%	53.1%	11.1	11.9	8.6	9.4
PE	7.56	9.67	2.43	1.36	1.95	2.50	71.1%	89.8%	8.2	10.6	6.6	6.6
PL	1.20	1.49	0.24	0.26	0.31	0.39	23.5%	58.5%	1.8	2.0	1.1	1.2
TM	9.71	13.12	2.75	2.43	2.51	3.40	53.8%	93.7%	9.8	13.4	8.6	9.3
TMC	8.11	11.26	2.07	1.65	2.10	2.92	23.2%	71.6%	10.9	12.8	7.9	8.8
NN	1.46	1.91	0.28	0.37	0.38	0.49	3.6%	17.8%	2.6	2.7	1.2	1.8

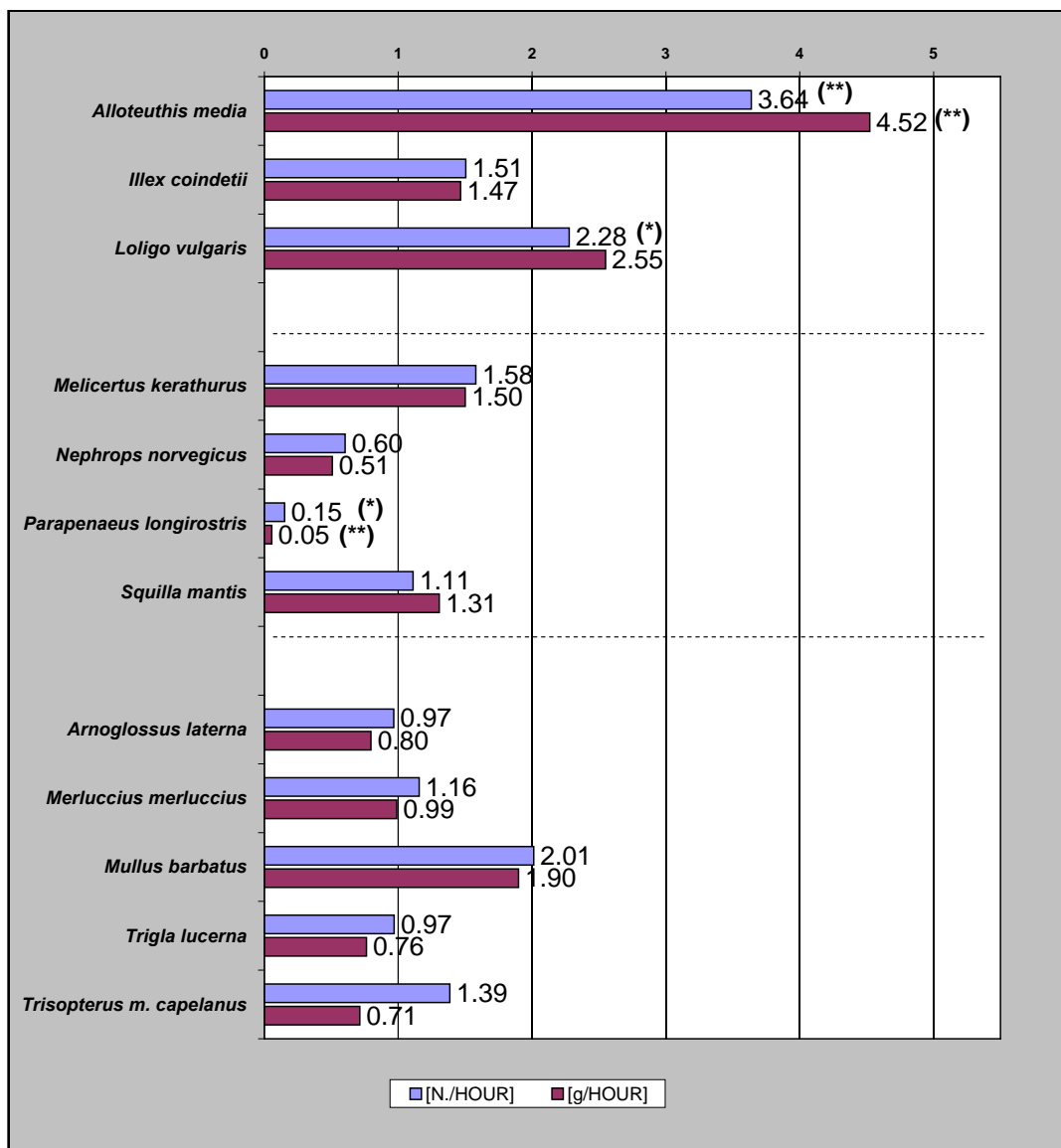
Efficacy comparisons were done on the main commercial species. For six species the traditional codend showed a higher efficacy than the experimental codend both in terms of number of individuals and weight. However, the differences were highly significant for *A. media* only. A significant difference was found in number of individuals caught but not in weight for *L. vulgaris*. The two codends showed the same efficacy on *M. merluccius*, nevertheless the square mesh codend resulted more efficient, both in number and in weight on *A. laterna* and *T. lucerna*. Worthy of mention is the very low relative efficacy of the diamond mesh codend on *N. norvegicus* and *P. longirostris* particularly in weight. In the case of *T. m. capelanus* the catch coefficients between the two codends were higher in weight than in number of individuals. This is explained by the difference in the mean size of the specimens caught (Table 2). The experimental codend proved to be generally more efficient on large sized individuals.

The mean number of different species caught per haul by the experimental codend (ML) resulted lower than that obtained for the traditional trawl (Table 3). This result was true for all the species categories considered. By considering the marginal mean per categories, the diamond mesh codend (ML) caught approximately 2 species more than the square mesh codend (MQ).

Table 3 – Mean number of different species caught per haul, computed separately for the diamond mesh codend (ML) and square mesh codend (MQ), for both species categories considered and for all the species caught.

	Mean N. of Species		Test Sig. p
	ML	MQ	
Main commercial species	10.1	9.6	0.286
Other species	12.5	10.4	0.018 *
All the species	19.7	17.1	0.022 *

Figure 1 – Efficacy of the traditional codend (ML) with respect to the experimental one (MQ) on the main commercial species. ANOVA results: *=significant, $0.01 < Sig. < 0.05$; **= highly significant, $Sig. < 0.01$.



DISCUSSION AND CONCLUSIONS

The selectivity of 40-mm diamond mesh codend has been reported to be rather poor because a significant proportion of the codend catch is immature and smaller than the minimum landing size or first maturity size. For all the species considered in this project, the square mesh codend plays a role which is as important as mesh size. However square meshes were found to be unsuitable for flat and/or deep-bodied fish as these escape more readily from diamond meshes.

In particular in this study, better values of $L_{50\%}$ were found for all species, with the exception of *A. laterna* (scaldfish). In agreement with other studies (Campos *et al.*, 2003; Petrakis and Stergiou, 1997), this study confirms that all species, with the exception of flat fish, make the best use of the square mesh opening, either because of their body shape or because of forcing the mesh to penetrate their body through. In conclusion, enforcement of installation of square mesh codends in Mediterranean demersal trawl fishery can be a suitable alternative to decrease the capture of immature individuals.

Comparative results confirmed a general idea that the diamond mesh codend efficacy on some Cephalopod species is high when compared with the square mesh codend, while all the other differences on main commercial fish species resulted not significant. Nevertheless, the diamond mesh codend showed a very low relative efficacy on some commercial Crustacean species.

7. INTRODUZIONE

La pesca in Mediterraneo rappresenta un'attività fondamentale per ragioni economiche, sociali e culturali. La flotta peschereccia mediterranea è un settore importante e vitale della pesca comunitaria corrispondente a circa il 22% dell'intera flotta comunitaria in termini di stazza, al 34% in termini di potenza motrice e al 46% in numero di imbarcazioni. In media i pescherecci mediterranei sono più piccoli che nel resto della Comunità e pertanto la maggior parte della flotta rientra nel comparto della pesca artigianale, sebbene la maggior parte delle catture provenga invece da pescherecci a strascico dotati di potenti motori.

Gli sbarchi nel Mediterraneo rappresentano quantitativamente un modesto 12% degli sbarchi complessivi della Comunità, ma il loro valore economico è ben più alto. Ciò è dovuto probabilmente al fatto che nel Mediterraneo per tradizione anche i pesci di piccola taglia sono generalmente destinati al consumo ed hanno pertanto un valore commerciale considerevole. La commercializzazione di specie al di sotto della taglia minima commerciabile è diretta responsabile di un'attività di pesca che soprattutto negli ultimi anni è stata indirizzata verso la cattura anche di giovanili e specie *by-catch* con risvolti negativi sulla maggior parte degli stock ittici. Quest'ultimo aspetto riveste un'importanza fondamentale: la protezione del novellame è essenziale per garantire sia il potenziale produttivo degli stock che una sufficiente presenza di adulti. Tale protezione può essere ottenuta soprattutto grazie ad una maggiore selettività dei metodi di pesca e alla tutela delle zone di crescita del novellame.

Il mare Adriatico presenta alcuni elementi fisico-geografici ed ecologici che rendono l'attività di pesca esercitata in questo bacino del tutto particolare rispetto al resto della Comunità Europea. I fattori più importanti per comprendere la complessità dell'attività di pesca in Adriatico sono l'estensione della piattaforma continentale, i fondali poco profondi e privi di asperità, gli apporti fluviali cospicui che rendono le acque poco salate e ricche di nutrienti. In particolare, la ridotta estensione della piattaforma continentale fa sì che i fondali di pesca si trovino perlopiù nelle vicinanze della costa, dove si registra la più alta biodiversità delle specie bentoniche e demersali. Vi è pertanto una crescente sensibilità per l'impatto della pesca sia sugli habitat che sulle specie non commerciali. Nonostante l'elevato sfruttamento di numerose risorse, sono pochi gli stock scientificamente dichiarati a rischio di esaurimento. Questa capacità a lungo termine di tenuta delle attività di pesca del Mediterraneo, dove non si è verificato sinora alcun drastico esaurimento delle risorse bersaglio, fatta eccezione per l'acciuga verso la metà degli anni '80, viene generalmente spiegata con il fatto che una parte degli stock di individui adulti è rimasta probabilmente inaccessibile alle reti da traino. E' il caso del nasello nell'Adriatico: fino a qualche anno fa lo stock di nasello non sembrava soffrire l'intensa attività di pesca perché gli adulti di questa specie riuscivano a sfuggire alla cattura mentendosi all'interno della zona delle fosse di Pomo, che essendo caratterizzate da fondali più profondi rispetto al resto del centro-nord Adriatico, venivano poco battute dai pescherecci a strascico. In questo modo una parte dello stock poteva raggiungere la maturità sessuale, evitando così l'esaurimento della popolazione. La situazione è tuttavia rapidamente cambiata nell'ultimo decennio, con l'incremento dell'efficienza dei metodi di pesca, sia in termini di potenza motrice dei natanti che di dimensioni degli attrezzi da pesca, con l'impiego sempre più diffuso di sistemi elettronici per localizzare il pesce e con l'introduzione di attrezzi fissi che catturano i riproduttori di numerose specie a ciclo di vita lungo in aree finora inaccessibili alle reti da traino. L'obiettivo principale delle misure tecniche di conservazione è quello di aumentare la selettività degli attrezzi e ridurre le catture di novellame e di altre fasi giovanili.

Per i pescherecci con reti a strascico, dato il carattere multispecifico della pesca mediterranea e la taglia ridotta di alcune specie anche allo stadio adulto, l'adozione di maglie di apertura superiore a 40 mm comporterebbe perdite economiche sostanziali, almeno a breve termine, e sarebbe dunque di difficile attuazione. Per questo motivo occorre anzitutto migliorare la concezione degli attrezzi e le modifiche possibili, quali: finestre, pannelli selettivi e di separazione, rapporto di armamento tra il sacco e l'avansacco, la struttura e forma delle maglie, ecc. Nel Piano d'azione per la conservazione e lo sfruttamento sostenibile delle risorse della pesca nel Mediterraneo (COM 589/2003), che

modifica i Reg. CE 2847/93 e 973/2001, la Commissione Europea ha delineato i principali elementi della futura politica comune della pesca nel Mediterraneo, dando particolare risalto alla strategia di conservazione. Il Piano d'azione ha sottolineato la specificità del Mediterraneo tenendo conto delle diverse situazioni biologiche, geografiche e giuridiche della regione. Gli elementi fondamentali del piano prevedono in particolare l'aggiornamento del regolamento sulle misure tecniche applicabili nel Mediterraneo (Reg. CE 1626/94) e la possibile estensione della giurisdizione degli Stati membri in materia di pesca nel Mediterraneo. Considerevoli aggiustamenti di natura tecnica, legislativa e istituzionale si rendono necessari per far fronte alle nuove prospettive del commercio globale e alle richieste della società. Per quanto riguarda la pesca a strascico, che rappresenta l'attività di pesca più importante in termini di rendimento, la proposta di regolamento del Consiglio per migliorare la selettività delle reti trainate, prevede una strategia in due tempi per portare entro il 2009 l'attuale maglia regolamentare da 40 mm di apertura a 60 mm (COM 589/2003).

Negli Emendamenti sollevati dal Parlamento Europeo vengono proposte per il Mediterraneo delle correzioni prima della stesura finale del nuovo Regolamento. In particolare la nuova proposta inerente le reti trainate prevede dall'1 Gennaio 2007 l'introduzione di una pezza di rete a maglia quadra da 40 mm nel sacco o di una rete a maglia a losanga da 50 mm. L'introduzione della maglia quadra nel sacco o di pannelli di rete a maglia quadra applicati alla parte superiore dell'avansacco è stata già sperimentata con successo in alcuni paesi del Nord Europa (Strange, 1978; Robertson, 1993). Alcuni studi hanno evidenziato che la maglia quadra rimanendo più aperta rispetto a una tradizionale maglia a losanga, consente la fuga del novellame. Nel Mare del Nord e nel Mar Baltico, l'efficacia di questa soluzione tecnica nel ridurre la cattura di pesci di piccola taglia ha portato già da alcuni anni all'applicazione di una legislazione specifica sulla pesca che regola l'utilizzo di pannelli a maglia quadra. Nel Mediterraneo sono purtroppo ancora esigue le informazioni relative alla sperimentazione e alla selettività di reti a strascico con sacchi a maglia quadra (Petrakis and Stergiou, 1997), per cui sono ancor sconosciuti i risvolti pratici che questa soluzione potrebbe comportare. La maggior parte degli studi condotti fino ad oggi in Italia sulla selettività delle reti a strascico era orientata principalmente alla conoscenza della lunghezza di ritenuta ($L_{50\%}$) delle principali specie commerciali, al variare di alcuni parametri come l'apertura delle maglie, la velocità di traino, la circonferenza del sacco, il rapporto di armamento sacco/avansacco, ecc. Tuttavia la complessità delle comunità bentoniche degli ecosistemi marini del Mediterraneo, ed in particolare del Mare Adriatico, non ha permesso, durante questi anni, un approccio precauzionale attuabile che potesse significativamente aumentare la selettività degli attrezzi da pesca, attraverso variazioni progettuali e modifiche tecniche degli attrezzi commerciali attualmente in uso.

In molte esperienze è mancato l'intervento di una "ricerca alieutica" che mettesse in stretto contatto gli scienziati ed i professionisti, al fine di determinare meglio le condizioni applicative. In particolare, molte varianti hanno avuto esiti contraddittori e, in ogni caso, il risultato è stato quello di complicare ulteriormente la costruzione ed il funzionamento dell'attrezzatura nel suo complesso. La conoscenza delle conseguenze che l'introduzione di un sacco a maglia quadra potrebbe avere dal punto di vista commerciale è un'esigenza molto sentita dalle marinerie italiane.

I risultati del presente progetto di ricerca, volto alla sperimentazione di un sacco a maglia quadra, potrebbero consentire di valutare le eventuali differenze rispetto alla tradizionale rete a strascico sia in termini di rendimenti che di selettività, consentendo di poter intervenire per apportare modiche e perfezionamenti. In particolare, attraverso una sostanziale modifica progettuale dell'attrezzo tradizionale e l'installazione a bordo di tecnologie, si è cercato di mettersi nella condizione tecnico-scientifica e di fattibilità operativa capace di risolvere le richieste di una flotta commerciale ed i condizionamenti sopra elencati. Lo scopo della ricerca è stato, pertanto, quello di valutare se un sacco a maglia quadra possa effettivamente determinare sia una riduzione delle catture di esemplari di piccola taglia che una diminuzione delle specie rigettate in mare. Inoltre, si è valutato indicativamente se una rete armata con sacco a maglia quadra possa avere un'applicazione pratica e consentire rendimenti di pesca tali da essere proposta per la pesca commerciale professionale.

I risultati della sperimentazione avranno una ricaduta su tutto il settore peschereccio a strascico fortemente interessato alla tematica suddetta. Il progetto si propone pertanto come progetto pilota nell'ambito degli interventi inerenti il settore ittico che prevedono la messa a punto di tecniche di pesca più selettive volte alla conservazione delle risorse alieutiche. Il progetto della durata complessiva di due anni ha avuto inizio il 16 Giugno 2003 ed è stato suddiviso in quattro fasi:

Prima fase – Ricerca dei materiali più idonei per la costruzione dei sacchi a maglia quadra e realizzazione degli stessi (durata 3 mesi). Durante la prima fase del progetto si è provveduto alla progettazione e alla costruzione di un sacco tradizionale con maglia a losanga, di un sacco sperimentale a maglia quadra e di una rete a strascico tradizionalmente utilizzata dalla marineria italiana. Tutta l'attrezzatura è stata realizzata in modo da non discostarsi dalle principali caratteristiche geometriche e fisico-meccaniche degli attrezzi utilizzati commercialmente in Medio Adriatico. In particolare si è scelto di progettare un'attrezzatura da pesca in grado di essere trainata da un peschereccio di circa 300 kW di potenza. Nel corso di questa fase iniziale, al fine di consentire una scelta più appropriata del materiale per la costruzione del sacco sperimentale, sono stati eseguiti alcuni test in laboratorio per la determinazione delle principali caratteristiche fisico-meccaniche (carico di rottura, allungamento e tenacità) di una serie di materiali tessili attualmente in commercio. In particolare è stata effettuata una valutazione comparativa della resistenza della maglia quadra e della maglia a losanga ed in funzione di ciò è stato dimensionato il filato ottimale per la costruzione dei due sacchi. In fase progettuale, per lo studio della selettività dei due sacchi si è scelto di utilizzare il metodo del coprisacco (*Covered codend method*; Pope *et al.*, 1975). Alla fine di questa prima fase è stato quindi dimensionato un coprisacco da poter essere utilizzato alternativamente sui due sacchi nelle prove di selettività della fase successiva.

Seconda fase – Prove preliminari in mare con nave da ricerca (durata 7 mesi). Al fine di valutare il comportamento dell'attrezzatura durante le fasi di pesca ed apportare eventuali modifiche, nel 2003 è stata condotta una prima campagna in mare sulla motonave da ricerca "G. Dallaporta" (Potenza di 810 kW a 1650 giri/min, Lunghezza fuori tutto di 35.30 m e Stazza Lorda di 285 GT).

Dal 22 Settembre al 1 Ottobre 2003 sono state effettuate complessivamente 18 cale (8 con sacco tradizionale e 10 con sacco sperimentale), tutte realizzate al largo di Ancona a due diverse profondità medie (17 e 27 m circa). In questa fase sono infatti stati utilizzati diversi sensori per monitorare continuamente le prestazioni dell'attrezzatura in tempo reale. Durante questa campagna oltre alla messa a punto di tutta l'attrezzatura da pesca, ivi compresi i divergenti, è stata realizzata un'analisi comparativa delle catture ottenute al fine di fornire una valutazione preliminare dell'efficienza e selettività dei due sacchi.

Terza fase – Prove comparative di selettività ed efficienza (durata 10 mesi). Nel 2004 sono state realizzate, durante due campagne, le prove di selettività e di efficienza del sacco tradizionale e sperimentale. Entrambe le campagne sono state svolte nell'Adriatico Centrale a bordo della motonave da ricerca "Andrea" (Potenza di 634 kW x 2, Lunghezza fuori tutto di 29.15 m e Stazza Lorda di 211 GT). La prima campagna è stata realizzata dal 30 Agosto al 7 Settembre 2004, per un totale di 23 cale valide. La seconda campagna si è svolta dal 22 Settembre al 6 Ottobre 2004, per un totale di 27 cale valide. Entrambi i periodi di sperimentazione sono stati realizzati alla fine del fermo biologico di pesca e l'abbondanza di molte specie è stata relativamente alta. Lo studio è stato adeguatamente approfondito non solo per le tre specie bersaglio: *Merluccius merluccius* (Nasello o merluzzo), *Mullus barbatus* (Triglia di fango) e *Parapenaeus longirostris* (Gambero rosa), ma anche per un certo numero di specie risultate abbondanti nelle catture. In particolare è stato possibile stimare tutti i parametri di selettività per le seguenti specie: *Arnoglossus laterna* (Zanchetta o suacia), *Illex coindettii* (Totano), *Pagellus erythrinus* (Pagello fragolino), *Trachurus mediterraneus* (Suro), *Trisopterus minutus capelanus* (Cappellano o busbana) e *Nephrops norvegicus* (Scampo). Rispetto alla proposta originaria non è stato possibile affrontare lo studio della selettività per *Eledone cirrhosa* (Moscardino) a causa dell'esiguo numero di individui catturati. Al fine di poter catturare le specie bersaglio, in entrambe le campagne si è cercato di effettuare le cale in tre aree del Mare Adriatico, normalmente sfruttate dalla pesca a strascico, aventi

differenti profondità: 0-20, 30-50 e 150-200 m circa. In entrambe le campagne i due sacchi venivano alternati giornalmente cercando di ottenere per ogni sacco lo stesso numero di cale nella stessa zona e alla stessa profondità. Nel protocollo generale si è previsto inoltre di formulare indicativamente, per ciascuna delle specie bersaglio e per le specie più abbondanti, una valutazione comparativa dell'efficienza dei due sacchi testati in mare in termini di peso e numero di esemplari.

Quarta fase – Analisi dei dati e redazione del rapporto finale (durata 4 mesi). La fase finale ha previsto l'analisi dei dati della fase preliminare di messa a punto dell'attrezzatura, delle prove di selettività ed efficienza e della stesura del rapporto finale.

Oltre ai risultati delle prove di selettività ed efficienza dei sacchi sperimentati, il rapporto finale contiene una relazione dettagliata delle caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali tessili testati in laboratorio e dei parametri geometrici ed idrodinamici della rete in fase di pesca.

8. MATERIALI E METODI

Determinazione delle principali caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali tessili

I due sacchi sperimentati sono stati ricavati dalla stessa pezza di rete in modo da ottenere sacchi con le stesse proprietà fisico-meccaniche. Prima del confezionamento dei sacchi, il materiale scelto è stato sottoposto ad una serie di test in laboratorio per analizzarne le sue principali caratteristiche (densità lineare, allungamento, forza di rottura, tenacità, ecc). La densità lineare o titolo del filato è funzione sia del tipo di materiale che della metodologia di costruzione del filato stesso (numero dei filamenti, grado di torsione, ecc.). Nel presente studio, la determinazione della densità lineare e successiva presentazione dei risultati, è in accordo con la norma tecnica UNI 8747 "Reti da pesca–Determinazione del titolo risultante (massa per unità di lunghezza) della rete senza nodo".

In pratica, il titolo è stato calcolato per mezzo della bilancia *Mettler M5SA* e del sistema di videoanalisi *KS100 Carl Zeiss*: i campioni sono stati ricavati tagliando i lati di maglia ed escludendo gli incroci tra le catenelle (giunzioni). Il modello *M5SA* è una microbilancia con fondo scala di 20 g e precisione 0.002 mg ed è stata utilizzata per pesare i campioni di filato presi dalle pezze di rete.



Figura 13 – Sistema Instron Mod. 4505.

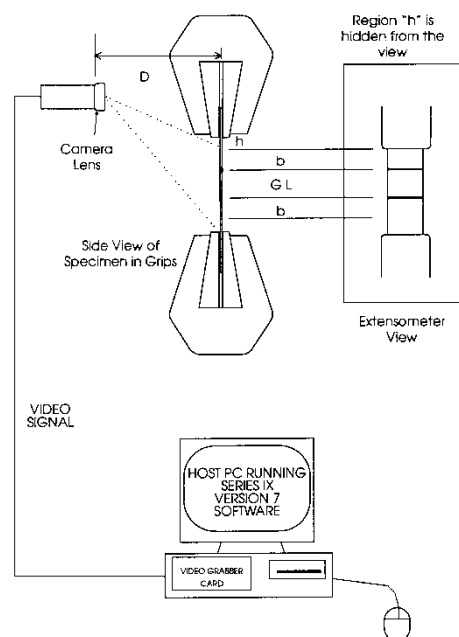


Figura 14 – Schema generale del sistema videoestensimetro della *INSTRON*, utilizzato durante le prove di laboratorio per la determinazione delle principali caratteristiche fisico-meccaniche del filato utilizzato per la costruzione dei sacchi.

Il sistema di elaborazione immagini *KS100 Carl Zeiss* è stato utilizzato per la determinazione della lunghezza dei campioni della maglia: l'immagine del lato della maglia, acquisita per mezzo di una video camera, è elaborata da uno specifico programma per il processamento delle immagini. La determinazione delle principali caratteristiche meccaniche (allungamento, forza di rottura, tenacità, ecc) sono state effettuate utilizzando un dinamometro elettronico (*Instron Mod. 4505*, Figura 13) controllato da un personal computer per mezzo di uno specifico software (*Instron Serie IX v.8.01*). La struttura portante della macchina di trazione è di forma rettangolare, la traversa inferiore mobile scorre nelle due guide verticali a ricircolo di sfere, mentre sulla traversa superiore fissa è montata la cella di carico della portata di 5 kN.

Durante le prove di trazione, un video estensimetro acquisiva in tempo reale l'allungamento del provino (Figura 14). Al provino venivano inizialmente praticati con un pennarello nero due segni di contrasto (Figura 15) che permettono al software di determinare l'allungamento. Il principale vantaggio di questo sistema è l'assenza di qualsiasi influenza meccanica sul provino durante la prova. La video camera è dotata di un obiettivo da 4.8 mm avente un campo visivo (*Field Of View*) di 350 mm e la lunghezza minima misurabile è di 10 mm con precisione di $\pm 1\%$ della misura o di ± 0.35 mm. Tutte le singole curve di carico-allungamento sono state analizzate al fine di identificare le possibili anomalie nel comportamento del materiale. Dopo la selezione delle curve valide di forza di trazione/allungamento, i dati sono stati esportati per la successiva elaborazione al fine di valutare una curva media sia per la maglia a losanga che per la maglia quadra.

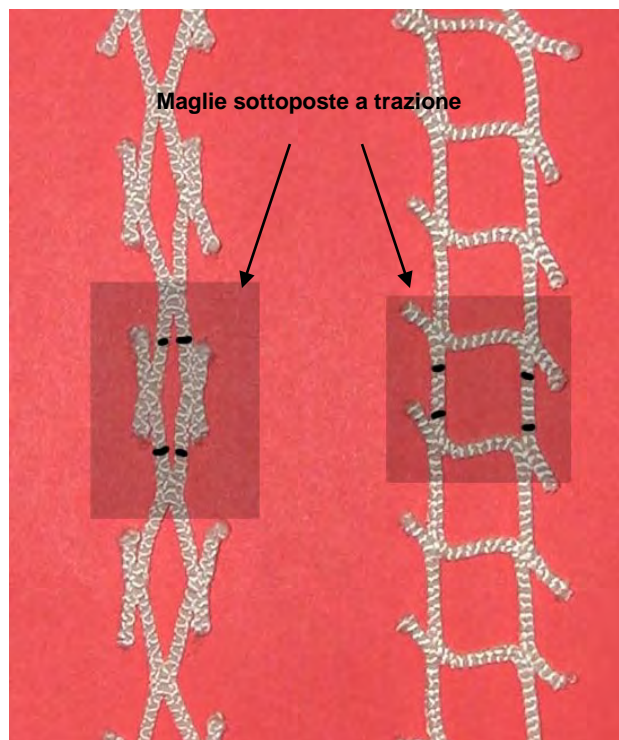


Figura 15 – Test dinamometrici INSTRON. Particolare di due provini con evidenziati i segni di contrasto per la determinazione dell'allungamento.

Le prove di trazione sono state effettuate in aderenza alla norma tecnica UNI 8022-Parte II “*Reti da pesca–Determinazione della forza di rottura della maglia della pezza (Metodo per reti senza nodo)*”. A tal proposito, le prove ed i campioni a maglia quadra sono stati testati seguendo la suddetta normativa tecnica relativa alla maglia a losanga adattandola al caso. Tutti i campioni sono stati testati nella condizione bagnata immergendoli in acqua dolce, senza imbibenti, ad una temperatura $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ per un periodo di almeno 12 ore.

Per ogni provino e per ogni materiale testato è stato determinato il carico massimo $CM[kN]$, l'allungamento al carico massimo $E_{100\%}$ e al 75% del carico massimo $E_{75\%}$. Inoltre, è stata calcolata la tenacità $T[g \text{ tex}^{-1}]$ come di seguito definita:

$$T = \frac{10^6 CM}{9.8 d_T} \quad [g \cdot \text{tex}^{-1}]$$

dove $d_T[\text{tex}]$ è la densità lineare totale resistente della maglia ed equivale a due volte il titolo in *tex* del filato utilizzato nel confezionamento della rete. L'unità di misura della densità lineare espressa in *tex* rappresenta la massa in grammi di 1000 m di lunghezza del prodotto finale. Il suo valore deve essere preceduto dalla lettera R (UNI 8023). Per avere un parametro di confronto normalizzato tra la rigidità della maglia a losanga e la maglia quadra, è stato calcolato in base alla seguente formula il *Modulo di Elasticità Secante*, $SEM[N/\text{tex}]$:

$$SEM = \frac{CM}{E_{100\%} \cdot d_T} \quad [N/\text{tex}]$$

Al fine di individuare statisticamente le differenze medie dell'allungamento, della forza di rottura e del SEM tra la maglia a losanga e la maglia quadra è stato utilizzato un *t-test* a gruppi indipendenti.

Descrizione dell'attrezzatura da pesca utilizzata durante le prove in mare

Nel corso del 2003 è stato progettato e realizzato un sacco tradizionale con maglia a losanga ed un sacco sperimentale con maglia quadra (Figura 16). Per la costruzione dei sacchi con maglia a losanga e con maglia quadra, è stata utilizzata la stessa pezza di rete avente un'apertura di maglia nominale da 40 mm circa ed un titolo di R4348tex. Il sacco a maglia quadra è stato costruito partendo da una tradizionale pezza di rete con maglia a losanga poi ruotata di 45° in modo tale da ottenere durante il traino lati paralleli e perpendicolari alla direzione del flusso di acqua (Figura 17). La progettazione del sacco con maglia quadra richiede, per una corretta interpretazione, la definizione di maglia in relazione alla maglia a losanga così come è specificato in Figura 18. Durante le prove in mare, i due sacchi venivano armati alternativamente su una rete a strascico dimensionata per un peschereccio della potenza media di 600 kW, progettata rispettando, quanto più possibile, il modello tradizionale usato commercialmente in Medio Adriatico.



Figura 16 – Particolare di una cattura del sacco a maglia quadra.

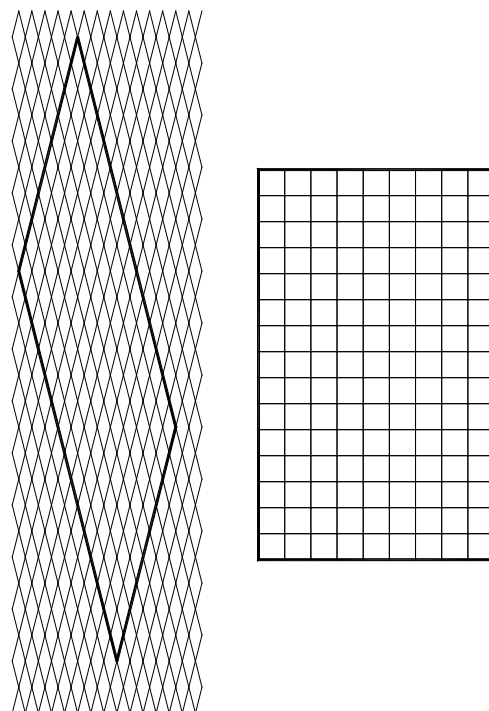


Figura 17 – Confezionamento del sacco a maglia quadra da una pezza di rete con maglia a losanga.

La rete a strascico utilizzata è di tipo italiana tradizionale, formata da due pannelli uno superiore (cielo) e l'altro inferiore (tassello). Per permettere alla rete di avere maggiore aderenza con il fondo, il cielo viene solitamente progettato più corto di circa il 22% rispetto al tassello. Inoltre, la rete non avendo dei pannelli laterali, come la maggior parte delle reti a strascico usate nel resto del mondo, ha il cielo che riveste queste funzioni e per questo viene costruito più largo rispetto al tassello.

Sulla lima dei piombi sono stati distribuiti sulla lunghezza 82 kg di piombi. I calamenti hanno una lunghezza di 150 m, mentre per divergenti sono stati utilizzati i *Morgère WHS modello a "V"* da 350 kg ciascuno. La lunghezza del cavo di traino, avente un diametro di 16 mm, è stata decisa di volta in volta in funzione della profondità del fondale.

Così come per la rete anche per l'armamento si è cercato di mantenere tutte le caratteristiche il più vicino possibile a quello utilizzato dai pescherecci a strascico nelle marinerie del centro Adriatico. In Tabella 5 è riportata la descrizione dell'attrezzatura da pesca utilizzata durante le prove in mare. La rete è stata confezionata utilizzando pezze di rete senza nodo in poliammide (nylon), per una lunghezza complessiva di 47 m dalla punta dei bracci alla cucitura del sacco e con la prima pezza del cielo, al livello dello scaglietto dei piombi, da 600 maglie di 60 mm di apertura di maglia. Come per la maggior parte delle marinerie italiane la rete ha delle "mazzette" alla punta dei bracci, ed è stata armata con una lima dei piombi in cavo misto da 38 mm di diametro e lunga 60 m.

Importante nel confezionamento di una rete a strascico è stabilire la circonferenza dell'ultima pezza della rete detta avansacco (*extension*) prima del sacco di raccolta. La rete utilizzata in questo progetto di ricerca è stata costruita con un avansacco di circonferenza di 280 maglie: pari alla somma di 240 maglie nel "cielo" più 40 maglie nel tassello.

Considerato che tradizionalmente nei sacchi con maglia a losanga il rapporto di armamento sacco-avansacco è di 1:1, e cioè ogni maglia dell'avansacco viene unita con una cucitura eseguita a mano ad una maglia del sacco, la circonferenza del sacco tradizionale utilizzato risulta di 280 maglie.

Tabella 5 – Principali caratteristiche dell'attrezzatura da pesca utilizzata durante le prove in mare.

	Materiale	Diametro [mm]	Lunghezza [m]	Peso [kg]	N.
CAVO DI TRAINO	Acciaio	16	-	-	-
BRAGA DIVERGENTE	Acciaio	14	6	-	-
CALAMENTO	Comb.	24	150	-	-
RESTONE	Comb.	42	50	-	-
CATENA	-	18	6.5	52	-
LIMA DA SUGHERI	PE	16	46.5	-	-
LIMA DA PIOMBI	Comb.	38	60.3	-	-
GALLEGGIANTI SUL CARIONE	Plastica	160	-	-	4
GALLEGGIANTI SUI BRACCI	Plastica	130	-	-	56
PIOMBI / CATENE	-	-	-	82	-
DIVERGENTI "V" Morgère WHS	Acciaio	-	2050 x 1250	350	-

Per quanto riguarda il sacco a maglia quadra, particolare attenzione è stata posta fin dall'inizio nella progettazione della circonferenza e del rapporto di armamento sacco-avansacco.

Osservazioni subacquee eseguite in alcuni studi condotti nel Nord-Europa (Robertson, 1986), hanno mostrato che le maglie dell'avansacco sono generalmente aperte dal 15% al 25% dell'apertura longitudinale della maglia: questa percentuale è detta frazione di apertura della maglia.

In queste condizioni, la reale circonferenza dell'avansacco CA [mm] durante le fasi di pesca è pari al prodotto del numero delle maglie dell'avansacco NMA [-] moltiplicato per la apertura della maglia MO [mm] e per la frazione di apertura FMO [-]: $CA = NMA \cdot MO \cdot FMO$.

Utilizzando un valore della frazione di apertura dell'avansacco pari al 25%, e cioè 4 maglie a losanga dell'avansacco unite con 1 maglia del sacco a maglia quadra, ovvero 1 lato della maglia quadra con 2 maglie a losanga (Figura 19 e Figura 20), si ottiene un sacco a maglia quadra avente 70 maglie di circonferenza da unire all'avansacco di 280 maglie a losanga.

Il piano della rete, dei sacchi e le loro caratteristiche tecniche sono riportati in Figura 21.

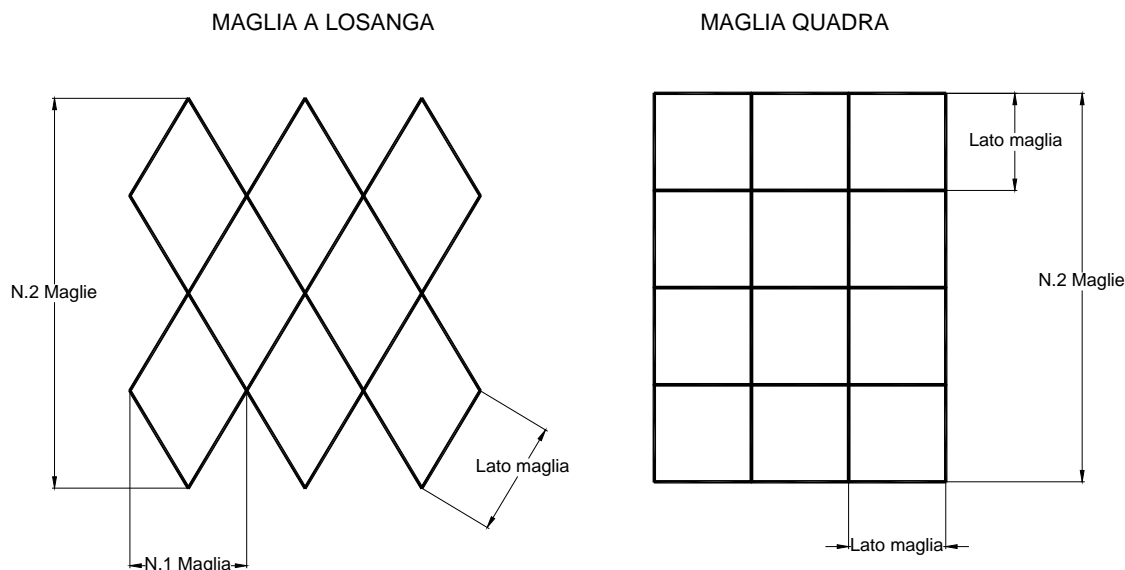


Figura 18 – Convenzioni nella terminologia della maglia a losanga e della maglia quadra.

Durante le prove in mare è stata misurata l'apertura della maglia dei due sacchi sia da asciutto che da bagnato. La misurazione è stata eseguita in accordo sia con la norma tecnica nazionale UNI 8738, utilizzando lo strumento ICES a carico longitudinale, sia in aderenza al R.E. 129/2003, che regola la misurazione della maglia a losanga e della maglia quadra utilizzando il triangolo.

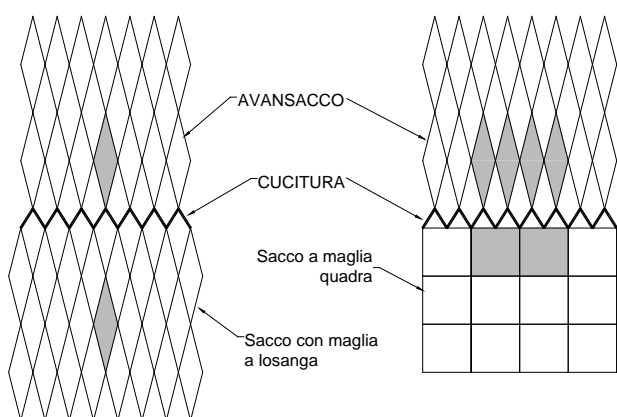


Figura 19 – Armamento del sacco con maglia a losanga e del sacco a maglia quadra con l'avansacco.

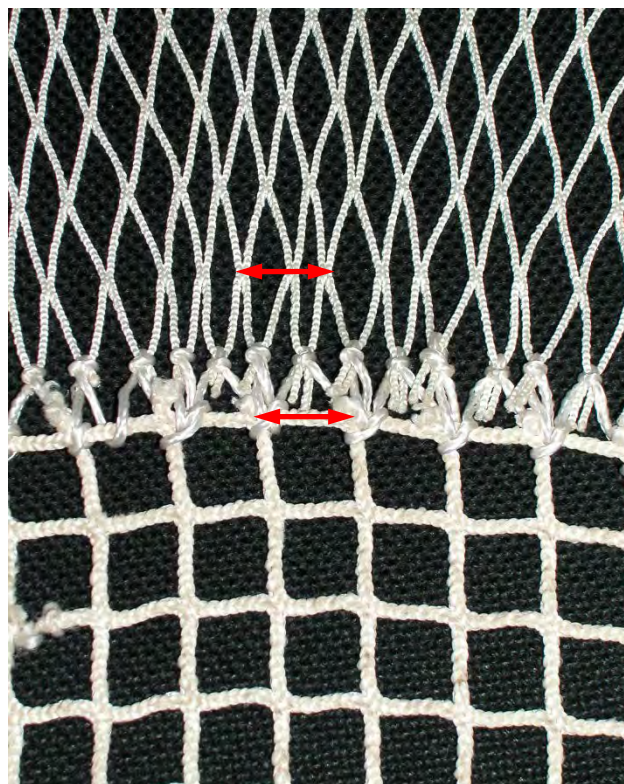


Figura 20 – Particolare dell'armamento del sacco a maglia quadra con l'avansacco.

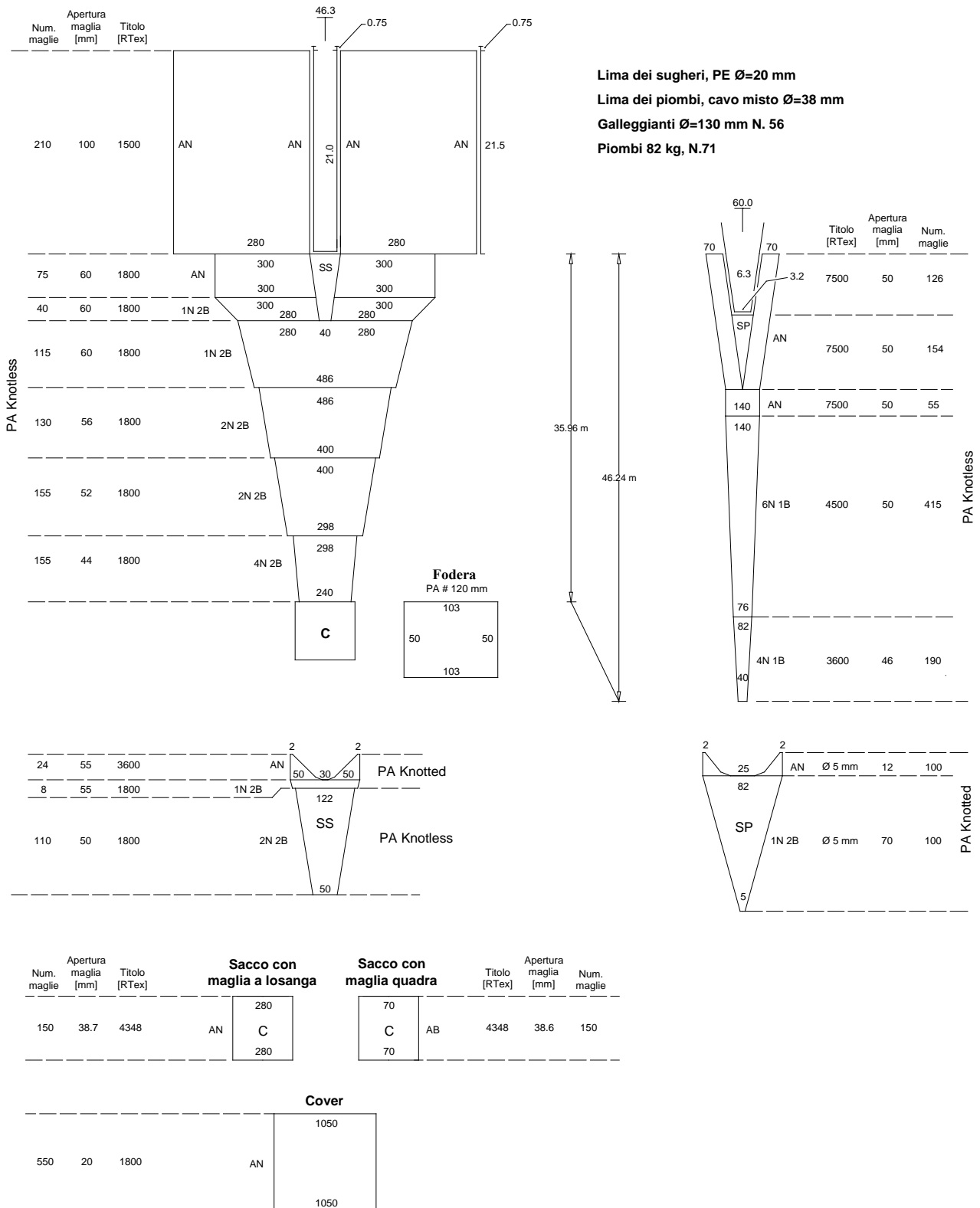


Figura 21 – Piano della rete, dei sacchi e del cover utilizzati durante le prove in mare.

Prove in mare: campagna preliminare e campagne di selettività

Tutta l'attrezzatura è stata testata e messa a punto in una campagna di pesca preliminare realizzata dal 22 Settembre al 1 Ottobre 2003, in cui sono stati provati in mare entrambi i sacchi (Tabella 6). In questa campagna è stata utilizzata la motonave da ricerca "G. Dallaporta" (Figura 22), in dotazione all'ISMAR di Ancona. La nave (810 kW a 1650 rpm, *Length Over All* di 35.30 m e *Gross Tonnage* di 285 GT) è stata varata nel Maggio 2001 ed è stata specificatamente progettata per condurre ricerche in biologia marina, oceanografia e tecnologia della pesca.

Durante tale campagna sono state raccolte utili informazioni sul comportamento dell'attrezzatura al variare della profondità: informazioni che sono state di particolare ausilio nel programmare le successive campagne di selettività.

Complessivamente sono state effettuate 18 cale: 8 con sacco tradizionale e 10 con sacco sperimentale, tutte realizzate in due aree distinte situate di fronte al tratto di costa compreso tra Ancona e Senigallia, caratterizzate da due differenti profondità: la zona denominata **P-A** era situata all'interno della batimetria dei 15 m, quella denominata **P-B** a profondità comprese tra 16 e 30 m. Una descrizione dettagliata di tutte le aree di campionamento è fornita nell'Appendice A. In questa fase sono stati utilizzati diversi sensori per monitorare in tempo reale le prestazioni dell'attrezzatura. Durante questa campagna oltre alla messa a punto di tutta l'attrezzatura da pesca, ivi compresi i divergenti, è stata realizzata un'analisi comparativa delle catture ottenute al fine di fornire una valutazione preliminare dell'efficienza e selettività dei due sacchi.

Successivamente, per le prove di selettività, l'attrezzatura è stata imbarcata ed utilizzata sulla nave da ricerca "Andrea" (Figura 23) del Laboratorio di Biologia Marina dell'Università di Bologna con sede a Fano. La nave (634x2 kW, *Length Over All* di 29.15 m e *Gross Tonnage* di 211 GT) è un catamarano, costruita in vetroresina e lega di alluminio, è dotata di appropriata strumentazione sia per la navigazione che per la ricerca sulla pesca in Adriatico.

Sulla base dell'ampia serie storica di informazioni raccolte nell'ambito del programma di ricerca sulla valutazione delle risorse demersali (Relini, 2000), sono state individuate nella proposta del presente progetto le specie bersaglio per le prove di selettività. Le prove sono state programmate dopo aver opportunamente considerato i periodi di reclutamento, di riproduzione e della distribuzione delle diverse specie bersaglio in funzione della profondità. Sulla base di questi dati il protocollo generale d'indagine ha previsto lo svolgimento delle prove in mare nel periodo tardo estivo–autunnale, quale migliore compromesso per cogliere le varie fasi del ciclo vitale del maggior numero di specie del pool.



Figura 22 – La nave da ricerca del CNR "G. Dallaporta", in dotazione all'ISMAR di Ancona.



Figura 23 – La nave da ricerca "Andrea" del Laboratorio di Biologia Marina (Fano) dell'Università di Bologna.

Quindi nel periodo 30/08/2004 – 06/10/2004 sono state condotte due campagne finalizzate allo studio della selettività della rete armata con sacco tradizionale con maglia a losanga e con sacco sperimentale a maglia quadra (Figura 24). Complessivamente sono state realizzate 50 cale di cui 29 condotte con sacco tradizionale e 21 con sacco sperimentale (Tabella 6). Entrambi i periodi di sperimentazione sono stati realizzati alla fine del fermo biologico di pesca e l'abbondanza di alcune specie è stata relativamente alta.

Al fine di poter catturare il maggior numero di specie bersaglio, si è cercato di effettuare le cale in tre distinte aree del Mare Adriatico, normalmente sfruttate dalla pesca a strascico, aventi differenti range batimetrici: 0-20, 30-50 e 150-200 m circa. La prima area, identificata come S-C, era situata al largo di Fano ad una profondità compresa tra 15 e 20 m, altre cale sono state effettuate in una zona situata a profondità comprese tra 25 e 53 m (S-D) ed infine una terza zona è stata individuata nei pressi delle "Fosse" di Pomo (S-E), che in termini geologici è più corretto definire depressioni. Una descrizione più approfondita di queste zone è fornita nell'Appendice A. Per non introdurre ulteriori fonti di variabilità, si è ritenuto opportuno realizzare le cale durante le ore diurne evitando sia l'alba che il tramonto. Infatti non si deve dimenticare come per talune specie, esista una marcata differenza di vulnerabilità tra giorno e notte, in relazione all'habitat e all'etologia della stessa (Frogia e Gramitto, 1985).



Figura 24 – Particolare di una cattura del sacco a maglia quadra.

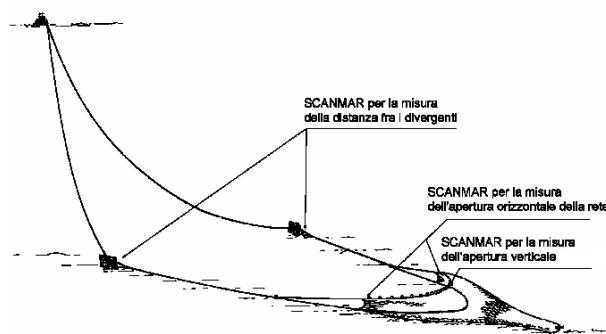


Figura 25 – Posizionamento dei trasduttori SCANMAR durante le fasi di pesca della campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03).

Sistema per lo studio delle prestazioni della rete durante le fasi di pesca

Durante le fasi di pesca della campagna preliminare (22/08/03 – 01/10/03), i principali parametri geometrici ed idrodinamici delle reti sono stati rilevati a bordo per mezzo del sistema *SCANBAS SGM-13*, che ha permesso le seguenti misure: *i*) distanza tra i divergenti; *ii*) apertura orizzontale della rete alla punta dei bracci; *iii*) apertura verticale della rete al centro della lima dei sugheri (carione). Per la misura dei primi due parametri sono state impiegate due coppie di trasduttori. Ogni coppia è costituita da un "master" che invia un segnale acustico verso il secondo sensore (*slave*) che riceve il segnale acustico e lo rimanda al master. La distanza tra i due sensori è proporzionale al tempo intercorso tra l'invio del segnale da parte del master e la risposta dello slave. La prima coppia di trasduttori è stata montata sul divergente, mentre la seconda è stata montata sulla lima dei sugheri della rete in prossimità delle mazzette. Per evitare interferenze, ogni coppia di trasduttori utilizza frequenze diverse. L'apertura verticale è stata invece rilevata per mezzo di un sensore, posizionato al centro della lima dei sugheri, che funziona come un vero e proprio scandaglio misurando la distanza dal fondo (Figura 25). Questo sensore e i master delle due coppie inviano acusticamente le misure rilevate verso la nave e i dati vengono ricevuti da un trasduttore installato sullo scafo che li trasmette immediatamente ad un computer di bordo.

Inoltre, al fine di valutare le eventuali variazioni idrodinamiche causate dai due diversi sacchi, è stata eseguita la misurazione della potenza effettiva sviluppata durante la fase di pesca e la rilevazione delle forze di traino a bordo e sulla punta dei bracci delle reti. Per misurare le forze di traino, cui è soggetta tutta l'attrezzatura, sono state utilizzate due celle di carico elettroniche *Tekkal* fissate ai cavi di traino per mezzo di due bozze serracavi. La resistenza idrodinamica esercitata dalla rete è stata invece misurata tramite celle di carico subacquee *Micrel* montate alla punta dei bracci. I dati rilevati durante la fase di pesca vengono poi scaricati direttamente nel computer di bordo. Attraverso la strumentazione di bordo, è stato possibile misurare in tempo reale alcuni parametri addizionali. In particolare un *Doppler Log* è stato utilizzato per determinare la velocità del natante rispetto al fondo ed un *Torsiometro* per la rilevazione e il calcolo dei seguenti parametri del motore principale: momento torcente, potenza sviluppata, numero dei giri e consumo di carburante. Infine, è stato utilizzato un ecoscandaglio per determinare la profondità del fondale ed un GPS per misurare la posizione della nave in fase di pesca. Tutti gli strumenti utilizzati sono stati connessi via *RS232/485 serial ports* ad un computer, il quale, attraverso un programma appositamente sviluppato, provvedeva automaticamente in tempo reale ad acquisire a cadenze di 10 secondi tutte le misure rilevate registrandole sull'hard disk (Figura 26).

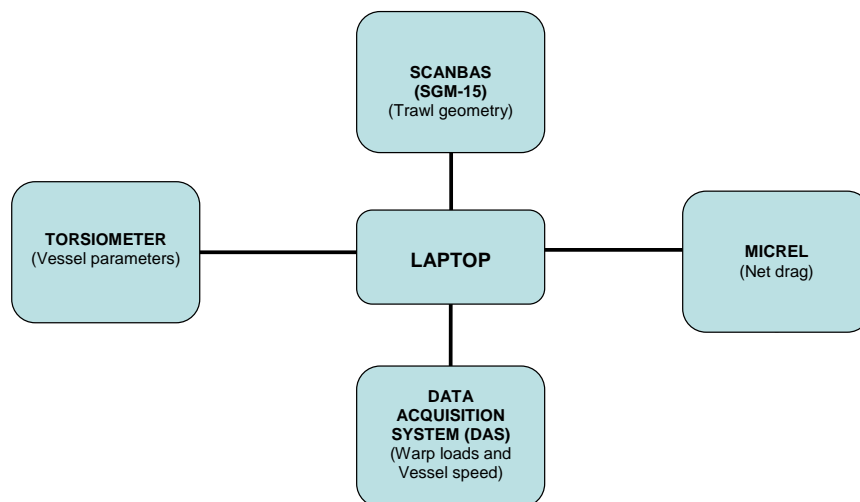


Figura 26 – Diagramma rappresentante il sistema utilizzato per lo studio del comportamento e delle prestazioni della rete durante le fasi di pesca della campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03). Tutti gli strumenti utilizzati (SCANBAS, Torsiometro, MICREL e DAS) sono stati connessi via *RS232/485 serial ports* al laptop di bordo.

Analisi dei principali parametri della rete acquisiti durante le fasi di pesca

Durante la campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03), sono state effettuate delle cale alternando giornalmente i due sacchi. Per ogni combinazione rete-sacco, le cale sono state realizzate mantenendo la stessa traiettoria ma invertendo la rotta di volta in volta in modo da ottenere confronti ortogonali ed annullare eventuali effetti della corrente (Tabella 6). I dati raccolti dal computer di bordo sono stati elaborati successivamente per confrontare i due sacchi, in particolare per ogni cala, sono stati scartati i dati rilevati prima che l'attrezzatura si stabilizzasse o durante le variazioni di velocità. La media di ogni parametro è stata calcolata sui restanti dati.

Al fine di rilevare eventuali differenze nel comportamento della rete causate dall'utilizzo dei due diversi sacchi, sono stati presi in considerazione tutti quei parametri che si pensa possano essere influenzati dall'attrezzatura da pesca e dal suo assetto.

Per verificare se in questi parametri esistevano differenze quando venivano utilizzati i due diversi sacchi sono stati applicati due diversi approcci statistici: *Stepwise Regression* (Draper and Smith, 1966) e *Generalized Linear Model* (McCullagh and Nelder, 1989). In entrambi i casi l'obiettivo principale non è stato solo la costruzione di modelli in grado di provare l'esistenza di eventuali

differenze, ma anche di quantificare, per mezzo di opportune equazioni la dipendenza di una variabile rispetto ad alcune altre.

Nel primo approccio si è utilizzato il metodo della Regressione multipla e, al fine di selezionare solo quei parametri realmente indispensabili nei modelli ed eliminare quelli ridondanti, si è applicato il metodo di selezione delle variabili *Stepwise*. Poiché la procedura automatica di selezione non è sempre in grado di individuare il sub-set migliore delle variabili indipendenti, sono state effettuate prove “guidando” il processo di selezione al fine di verificare se altre combinazioni di variabili fossero in grado di fornire una migliore approssimazione nella stima della variabile indipendente. Analogamente, al secondo approccio statistico, per eseguire la stima di un modello di regressione finalizzata alla verifica dell’effetto del sacco, veniva inizialmente introdotta come variabile indipendente (*Fixed factor*) la variabile “tipo di sacco”, codificata come variabile nominale a 2-livelli.

Allo scopo di testare l’ipotesi nulla di omogeneità della regressione, per ogni variabile indipendente, specificate come covariate, veniva anche inclusa l’interazione della stessa con il fattore “tipo di sacco”. Inizialmente venivano immesse tutte le variabili ritenute significative per il modello e poi rimosse una alla volta osservando il criterio del minimo valore di *F*.

Entrambi gli approcci statistici (*Stepwise Regression* e *GLM*) sono stati pertanto impiegati nella determinazione dei modelli dei seguenti parametri: sforzi di traino della rete, distanza tra i divergenti, apertura orizzontale e verticale della rete. Per il calcolo di tali modelli si è proceduto in modo analogo a quanto specificato in Fiorentini *et al.* (2004), ossia partendo dalla seguente retta di regressione multipla:

$$y = \beta_0 + \alpha_1 z_1 + \alpha_2 z_2 + \alpha_3 z_3 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p$$

in cui *y* rappresenta il parametro di cui si intendeva calcolare la relazione; $x_1 \dots x_p$ sono le variabili indipendenti o covariate con cui si voleva provare la dipendenza; z_1 e z_2 rappresentano le variabili nominali “tipo di sacco” ed hanno valore 0 o 1; z_3 è la variabile *Dummy* che rappresenta la “corrente” a cui è stato assegnato valore +1 quando la cala è stata eseguita con corrente a favore e -1 con corrente contraria; $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \beta_0 \dots \beta_p$ sono le costanti calcolate per mezzo dell’applicazione delle procedure *Stepwise Regression* e *GLM*.

Dopo che le costanti sono state calcolate, nel caso di significatività della variabile *Dummy*, il cui valore $\alpha_2 z_2$ rappresenta una stima della corrente da aggiungere o sottrarre alla velocità di traino misurata per ottenere la corretta velocità dell’acqua rispetto all’attrezzatura, questo termine veniva azzerato per produrre rette che rappresentassero la reale relazione che intercorre fra i vari parametri e la velocità dell’acqua rispetto all’attrezzatura.

Metodo sperimentale di determinazione della selettività

Con il termine di selettività si definisce la misurazione di quel processo che porta alla cattura di organismi la cui composizione differisce dalla popolazione realmente presente nell’area dove la pesca viene effettuata. In pratica con questo termine si può rappresentare sia la capacità che ha un attrezzo di catturare prevalentemente solo alcune taglie di una determinata specie, sia come selettività tra le diverse specie presenti in mare (Figura 27). In questo secondo senso è chiaro che la selettività di un attrezzo non è più prevalentemente un problema risolvibile utilizzando dimensioni di maglia opportune, ma è legato soprattutto all’armamento dell’attrezzo e ad eventuali dispositivi installati sull’attrezzo che ne modificano il comportamento. Nel primo caso, invece, per cercare di ottenere attrezzi che permettano la fuga delle forme giovanili di una determinata specie si utilizzano generalmente maglie di opportuna apertura e forma. Il presente studio si concentra soprattutto sulla selettività in questo ultimo senso.

La selettività di una attrezzatura da pesca al traino può essere studiata fondamentalmente con due diversi approcci metodologici (Pope *et al.*, 1975): *i*) metodo delle cale parallele o alternate (*Paired-gear method*), con cui è possibile confrontare due attrezzature che differiscono del tutto o in parte (ad esempio solo il sacco). Con questo metodo si può valutare la selettività di una rete nel suo

complesso, nel caso un'attrezzatura venga confrontata con un'altra a selettività molto bassa. A questa categoria appartengono anche i metodi che prevedono l'utilizzo di due reti identiche (*twin-trawls*) a divergenti trainate simultaneamente da una sola imbarcazione. **ii**) metodo del coprisacco (*Covered codend method*), con cui è possibile valutare esclusivamente la selettività del sacco. Con questo metodo il sacco, di cui si vuole stimare la selettività, viene foderato con un cover di maglia sufficientemente piccola, di solito la metà del sacco, in modo da trattenere tutto ciò che sfugge dal sacco.

La scelta del metodo dipende fondamentalmente dagli obiettivi specifici dell'indagine. In questo progetto, è stato utilizzato il metodo del coprisacco, poiché l'obiettivo principale consisteva nel determinare gli effetti derivanti dall'utilizzo della maglia quadra nel sacco. In pratica utilizzando la stessa rete da pesca, il sacco tradizionale con maglia a losanga ed il sacco sperimentale a maglia quadra venivano alternati giornalmente cercando di ottenere per ogni sacco lo stesso numero di cale nella stessa zona e alla stessa profondità.



Figura 27 – Particolare di una cattura del sacco a maglia quadra.

Le principali caratteristiche strutturali ed il design del cover utilizzato (Figura 28) sono quelle di assicurare, per quanto possibile, che i processi di fuga degli organismi catturati nel sacco non siano influenzati dalla presenza del cover. A questo proposito, in accordo con le raccomandazioni di Stewart and Robertson (1985), è stato progettato e costruito un cover (apertura di maglia 20 mm) con lunghezza e larghezza maggiori di circa il 50% rispetto al sacco. Inoltre, al fine di evitare l'effetto di mascheramento (*masking effect*) del cover e garantire agli organismi la possibilità di fuga dalle maglie del sacco, è stata assicurata un minimo di separazione fra sacco e cover utilizzando due anelli semi-rigidi (\varnothing 20 mm) in plastica come in Figura 28. Il primo anello è stato fissato a circa 4.2 m dall'inizio del cover, mentre il secondo anello è a 2.6 m dal primo, laddove cioè il sacco raggiunge il suo massimo diametro (Figura 28). Ispezioni subacquee eseguite in alcuni studi (Wileman *et al.*, 1996), hanno mostrato che durante il traino, un cover con anelli di queste caratteristiche viene mantenuto sufficientemente distante dal sacco. Inoltre, la scelta di anelli in plastica ha garantito, durante la fase di salpamento, una facile distorsione degli stessi in modo tale che non venisse ostacolato il recupero a bordo della rete.

Tabella 6 – Log book delle cale effettuate durante la campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03), della prima (30/08/04 – 07/09/04) e della seconda (22/09/04 – 06/10/04) campagna di selettività. ML=Sacco tradizionale con maglia a losanga, MQ=Sacco sperimentale con sacco a maglia quadra.

	ID Cala	Zona	File dati	Tipo sacco	Cover	Data	Orario cala		Durata	Latitudine		Longitudine		Prof. [m]	Sacco [gl]	Cover [gl]
							Inizio	Fine		Inizio	Fine	Inizio	Fine			
CAMPAGNA PRELIMINARE	1326	P-A	CE050.S03	ML	-	22/09/2003	14:39	15:42	1:03	43°44.00'	43°47.00'	13°21.00'	13°17.00'	17	86800	-
	1327	P-A	CE051.S03	MQ	-	22/09/2003	17:08	18:09	1:01	43°44.00'	43°47.00'	13°21.00'	13°17.00'	17	58000	-
	1328	P-A	CE052.S03	MQ	-	23/09/2003	7:28	8:30	1:02	43°43.00'	43°46.00'	13°22.00'	13°18.00'	17	-	-
	1329	P-A	CE053.S03	ML	x	24/09/2003	7:40	8:53	1:13	43°43.40'	43°47.20'	13°21.70'	13°17.40'	18	106600	2674
	1330	P-A	CE054.S03	ML	x	24/09/2003	10:01	11:08	1:07	43°36.00'	43°44.00'	13°17.00'	13°21.00'	18	70000	2220
	1331	P-A	CE055.S03	ML	x	24/09/2003	13:46	14:49	1:03	43°44.00'	43°46.00'	13°21.00'	13°17.00'	18	98600	1971
	1332	P-A	CE056.S03	MQ	x	29/09/2003	9:24	10:24	1:00	43°43.80'	43°46.10'	13°21.30'	13°17.80'	17	81900	9000
	1333	P-A	CE057.S03	MQ	x	29/09/2003	11:26	12:27	1:01	43°45.34	43°42.94	13°19.20'	13°22.57'	17	88000	27400
	1334	P-A	CE058.S03	MQ	x	29/09/2003	14:54	15:44	0:50	43°43.30'	43°45.56	13°22.76'	13°19.47'	17	89800	21600
	1335	P-A	CE059.S03	MQ	x	29/09/2003	16:59	17:57	0:58	43°44.40'	43°41.90'	13°21.10'	13°24.80'	17	129200	22000
	1336	P-B	CE060.S03	MQ	-	30/09/2003	7:51	8:56	1:05	43°46.90'	43°49.70'	13°24.20'	13°20.40'	27	33400	-
	1337	P-B	CE061.S03	MQ	-	30/09/2003	9:45	10:51	1:06	43°49.55	43°46.69	13°21.77'	13°25.48'	27	28300	-
	1338	P-B	CE062.S03	MQ	-	30/09/2003	13:28	14:33	1:05	43°46.74	43°49.22	13°25.93'	13°21.96'	27	40000	-
	1339	P-B	CE063.S03	MQ	-	30/09/2003	15:11	16:14	1:03	43°48.40'	43°45.60'	13°22.90'	13°26.50'	25	31400	-
1340	P-B	CE064.S03	ML	-	01/10/2003	7:33	8:39	1:06	43°47.10'	43°50.10'	13°17.00'	13°20.43'	26	41400	-	
1341	P-B	CE065.S03	ML	-	01/10/2003	9:16	10:20	1:04	43°49.60'	43°47.10'	13°21.60'	13°25.27'	28	40400	-	
1342	P-B	CE066.S03	ML	-	01/10/2003	10:51	11:54	1:03	43°47.45	43°49.68	13°24.75'	13°20.67'	27	39600	-	
1343	P-B	CE067.S03	ML	-	01/10/2003	14:24	15:27	1:03	43°49.70'	43°47.20'	13°21.30'	13°24.90'	29	34200	-	
PRIMA CAMPAGNA DI SELETTIVITA'	1436	S-C	-	MQ	x	30/08/2004	7:16	8:01	0:45	43°52.95'	43°51.43'	13°07.36'	13°10.30'	15	41311	34877
	1437	S-C	-	MQ	x	30/08/2004	8:53	9:53	1:00	43°53.22'	43°51.03'	13°07.21'	13°11.06'	16	80623	58253
	1438	S-C	-	MQ	-	30/08/2004	10:54	11:54	1:00	43°53.11'	43°50.89'	13°07.29'	13°11.53'	15	67327	-
	1439	S-C	-	ML	-	30/08/2004	13:14	14:14	1:00	43°53.07'	43°51.03'	13°07.04'	13°11.03'	16	116972	-
	1440	S-C	-	ML	x	30/08/2004	15:07	16:12	1:05	43°53.25'	43°51.04'	13°07.00'	13°11.21'	15	96065	14344
	1441	S-C	-	ML	x	30/08/2004	17:13	18:13	1:00	43°53.16'	43°51.13'	13°07.03'	13°10.93'	15	101772	14411
	1442	S-E	-	ML	x	31/08/2004	7:16	9:05	1:49	43°16.78'	43°23.20'	15°09.73'	15°10.46'	171	323987	2088
	1443	S-E	-	ML	x	31/08/2004	10:14	11:59	1:45	43°21.79'	43°16.40'	15°10.80'	15°14.32'	200	76994	1337
	1444	S-E	-	MQ	x	31/08/2004	13:50	15:47	1:57	43°16.18'	43°22.49'	15°13.03'	15°10.73'	198	7553	2631
	1445	S-E	-	MQ	x	31/08/2004	16:31	18:31	2:00	43°21.71'	43°15.48'	15°10.88'	15°13.77'	201	68835	7250
	1446	S-E	-	MQ	x	31/08/2004	19:32	21:30	1:58	43°16.06'	43°22.63'	15°13.11'	15°10.45'	195	14742	1520
	1447	S-C	-	MQ	x	01/09/2004	8:57	9:57	1:00	43°57.16'	43°54.89'	13°03.53'	13°07.06'	17	141928	58583
	1448	S-D	-	MQ	x	01/09/2004	11:12	12:12	1:00	44°01.08'	43°59.03'	13°05.99'	13°09.63'	35	28050	12868
	1449	S-D	-	MQ	x	01/09/2004	13:12	14:12	1:00	44°05.02'	44°03.08'	13°07.72'	13°11.62'	50	41477	8308
	1450	S-D	-	MQ	x	01/09/2004	15:23	16:23	1:00	44°10.90'	44°13.23'	13°13.99'	13°11.41'	53	14724	815
	1451	S-D	-	ML	x	02/09/2004	7:35	8:35	1:00	44°06.65'	44°08.34'	13°12.72'	13°08.92'	53	29499	3744
	1452	S-D	-	ML	x	02/09/2004	9:10	10:10	1:00	44°05.19'	44°03.44'	13°07.45'	13°11.84'	49	146982	1296
	1453	S-D	-	ML	x	02/09/2004	11:04	12:04	1:00	44°01.43'	43°59.25'	13°05.34'	13°09.33'	35	50040	3004
1454	S-C	-	ML	x	02/09/2004	13:00	14:00	1:00	43°57.43'	43°54.97'	13°03.24'	13°06.86'	18	182435	12808	
1455	S-C	-	ML	x	02/09/2004	15:27	15:57	0:30	43°54.91'	43°56.02'	13°00.34'	12°58.56'	12	50435	8917	
1456	S-C	-	ML	x	07/09/2004	10:20	11:20	1:00	43°54.26'	43°52.50'	13°10.27'	13°13.88'	21	181359	16851	
1457	S-D	-	ML	x	07/09/2004	12:46	13:46	1:00	43°58.47'	43°56.20'	13°12.67'	13°16.62'	42	47822	4956	
1458	S-D	-	ML	x	07/09/2004	14:50	15:50	1:00	44°01.68'	44°02.41'	13°20.96'	13°15.97'	55	29130	5245	
SECONDA CAMPAGNA DI SELETTIVITA'	1459	S-C	-	ML	x	22/09/2004	10:40	13:05	2:25	43°55.55'	43°54.61'	13°03.02'	13°02.89'	14	155358	11121
	1460	S-D	-	MQ	x	23/09/2004	10:05	11:05	1:00	44°02.17'	44°07.79'	13°04.24'	13°08.91'	37	39117	13145
	1461	S-D	-	MQ	x	23/09/2004	11:55	12:55	1:00	44°02.72'	44°04.53'	13°11.20'	13°06.85'	48	36226	8436
	1462	S-D	-	MQ	x	23/09/2004	13:30	14:17	0:47	44°04.67'	44°04.01'	13°06.95'	13°10.71'	49	28362	7299
	1463	S-C	-	MQ	x	29/09/2004	14:55	15:55	1:00	43°53.29'	43°51.09'	13°06.94'	13°11.38'	15	84131	16181
	1464	S-C	-	MQ	x	29/09/2004	16:33	17:31	0:58	43°53.33'	43°51.56'	13°07.10'	13°10.53'	16	42919	12850
	1465	S-C	-	MQ	x	29/09/2004	18:07	18:55	0:48	43°53.50'	43°51.32'	13°07.17'	13°10.85'	16	5233	2466
	1466	S-C	-	ML	x	30/09/2004	11:50	12:50	1:00	43°53.27'	43°50.93'	13°07.51'	13°11.97'	16	97739	4431
	1467	S-C	-	ML	x	30/09/2004	13:32	14:32	1:00	43°53.32'	43°51.30'	13°07.29'	13°10.64'	16	92973	14944
	1468	S-C	-	ML	x	30/09/2004	15:19	16:19	1:00	43°53.56'	43°50.68'	13°07.45'	13°11.97'	16	73047	7880
	1469	S-E	-	ML	x	01/10/2004	15:50	17:34	1:44	43°03.51'	43°01.81'	14°31.22'	14°39.20'	117	57847	7376
	1470	S-E	-	ML	x	01/10/2004	18:15	19:56	1:41	43°02.31'	43°05.65'	14°40.53'	14°34.19'	117	4334	1116
	1471	S-E	-	ML	x	01/10/2004	21:33	23:18	1:45	43°04.26'	43°02.18'	14°40.45'	14°47.96'	122	2583	292
	1472	S-E	-	ML	x	02/10/2004	6:10	8:03	1:53	42°58.78'	43°04.74'	15°06.74'	15°03.73'	243	2242	25
	1473	S-E	-	ML	x	02/10/2004	9:45	11:40	1:55	43°04.74'	43°02.95'	14°42.42'	14°33.99'	120	142164	25744
	1474	S-E	-	ML	x	02/10/2004	12:25	14:10	1:45	43°00.68'	42°55.47'	14°35.36'	14°39.05'	129	64646	15559
	1475	S-E	-	ML	x	02/10/2004	15:10	15:46	0:36	42°54.48'	42°53.11'	14°37.19'	14°35.11'	163	12682	867
	1476	S-E	-	ML	x	02/10/2004	16:50	18:40	1:50	42°48.46'	42°43.36'	14°29.68'	14°33.48'	144	844	81
1477	S-E	-	ML	x	05/10/2004	7:07	9:27	2:20	42°51.16'	42°50.53'	14°39.16'	14°43.22'	229	39919	1251	
1478	S-E	-	ML	x	05/10/2004	11:55	14:25	2:30	42°41.55'	42°34.35'	15°11.96'	15°16.81'	154	71869	9659	
1479	S-E	-	ML	x	05/10/2004	15:16	18:06	2:50	42°35.12'	42°42.42'	15°16.34'	15°10.47'	155	102736	14995	
1480	S-E	-	ML	x	05/10/2004	18:55	21:25	2:30	42°41.56'	42°34.44'	15°11.28'	15°16.78'	158	31396	2803	
1481	S-E	-	MQ	x	06/10/2004	0:45	3:15	2:30	42°34.65'	42°42.49'	15°15.99'	15°15.03'	154	22189	9455	
1482	S-E	-	MQ	x	06/10/2004	4:15	6:45	2:30	42°41.64'	42°34.36'	15°11.54'	15°16.50'	155	20883	9221	
1483	S-E	-	MQ	x	06/10/2004	7:35	10:10	2:35	42°34.59'	42°41.78'	15°16.61'	15°11.38'	151	53393	24350	
1484	S-E	-	MQ	x	06/10/2004	10:55	13:20	2:25	42°41.29'	42°34.55'	15°11.79'	15°16.07'	155	47224	8417	
1485	S-E	-	MQ	x	06/10/2004											

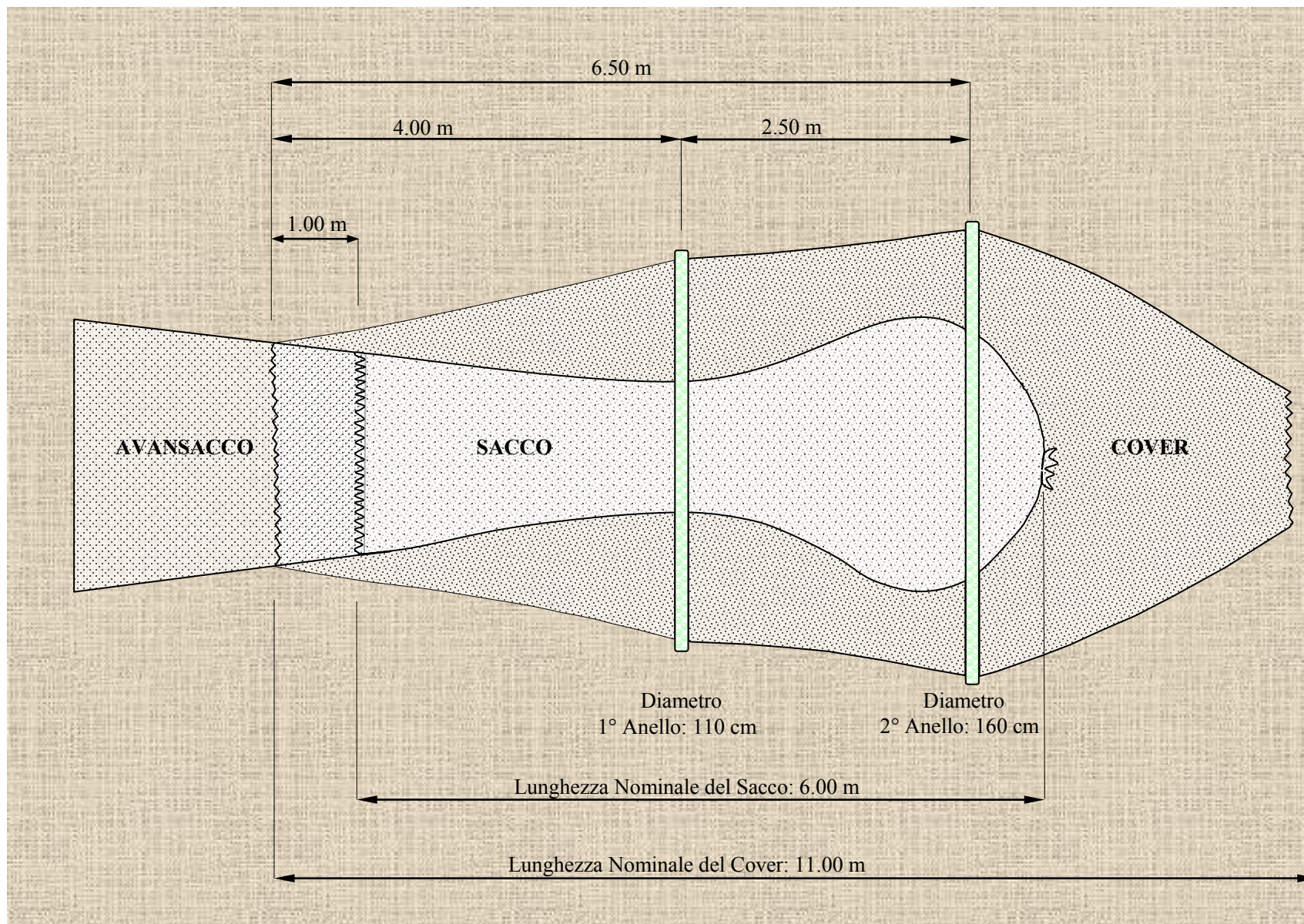


Figura 28 – Rappresentazione schematica del sacco e del cover con le specifiche degli anelli utilizzati per evitare un possibile effetto di mascheramento del cover.

Analisi statistica della selettività

Tradizionalmente la probabilità di ritenuta del sacco delle reti al traino può essere rappresentata per mezzo di molteplici modelli matematici, tra cui il più utilizzato è senza dubbio il modello logistico:

$$r(l) = \frac{e^{\nu_1 + \nu_2 l}}{1 + e^{\nu_1 + \nu_2 l}}$$

dove $r(l)$ rappresenta la probabilità che un pesce della lunghezza l sia catturato, una volta entrato nel sacco. E' conveniente rappresentare i parametri ν_1 e ν_2 con il vettore:

$$\nu = \begin{pmatrix} \nu_1 \\ \nu_2 \end{pmatrix}$$

e definire $\hat{\nu} = (\nu_1, \nu_2)^T$ il miglior estimatore dei parametri di selettività (ν) con cui si ottiene la curva che meglio approssima i dati sperimentali calcolati attraverso il metodo della massima verosimiglianza (Wileman *et al.*, 1996).

Se in una cala ci sono un numero sufficiente di classi di lunghezza e un numero sufficiente di esemplari sia catturati che rilasciati, allora $\hat{\nu}$ è distribuito normalmente con media ν e varianza R (McCullagh and Nelder, 1989):

$$\hat{\nu} \sim N(\nu, R)$$

Per una migliore comprensione, la curva di selettività viene comunemente descritta in termini dei parametri di selettività L_{50} e SR . L_{50} , la lunghezza alla quale un esemplare di una data specie ha il 50% di probabilità di essere catturato, viene definito come $L_{50} = -\nu_1/\nu_2$ ed è ricavato risolvendo l'equazione $r(l) = 0.5$. Analogamente l'intervallo di selettività, SR , definito come $SR = L_{75\%} - L_{25\%}$, è calcolato tramite la seguente formula: $SR = 2 \ln(3)/\nu_2$.

Solitamente le curve di selettività sono calcolate dai dati di cattura di tutte le cale combinati insieme ed analizzati come se provenissero da una singola cala. Tuttavia, negli esperimenti di selettività può essere osservata una certa variabilità fra le cale, anche se l'attrezzatura non ha subito modificazioni. La causa di queste variazioni è da ricercarsi in cambiamenti di alcune variabili esterne non controllabili durante l'esperimento come: la profondità di pesca, lo stato del mare, le correnti sul fondo o la composizione e la densità del pesce. In questo caso, la variabilità dei parametri di selettività (L_{50} ed SR) ottenuti dai dati combinati viene sottostimata.

Nel 1991, Fryer ha introdotto una metodologia generale per rappresentare i dati di cale replicate attraverso un modello che tenga conto della variabilità fra le cale (*between-haul variation*) e che permetta alle curve di selettività di ogni singola cala di variare casualmente intorno ad una curva media di selettività. In questo modo nelle curve medie del modello generale di Fryer, la varianza dei parametri stimati risulta essere più realistica.

Supponendo che i parametri di ogni cala ν_i siano indipendenti, multivariati e distribuiti normalmente con media:

$$E(\nu_i) = E \begin{pmatrix} \nu_{i1} \\ \nu_{i2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \end{pmatrix}$$

e matrice di varianza D . Allora $\nu_i \sim N(\alpha, D)$, che in pratica non è conosciuto ma stimabile per ogni cala e con valore previsto $\hat{\nu}_i \sim N(\alpha, R_i + D)$, nel quale le matrici di varianza $\{R_i\}$ e $\{D\}$ rappresentano rispettivamente la variazione all'interno delle cale (*within-haul variation*) e la variazione fra le cale (*between-haul variation*) dei parametri $\{\nu\}$.

In accordo con Millar (1994), questo approccio permette la correzione degli effetti del sub-campionamento nelle singole cale:

$$r'(l) = \frac{qe^{\nu_1 + \nu_2 l}}{1 + e^{\nu_1 + \nu_2 l}} = \frac{e^{\nu'_1 + \nu_2 l}}{1 + e^{\nu'_1 + \nu_2 l}}$$

dove $q = p_1/p_2$ è il rapporto dei coefficienti di campionamento nel sacco (p_1) e nel cover (p_2). Di conseguenza, la curva che approssima i dati sub-campionati $r(l)$ è ugualmente logistica, con parametri $v'_1 = v_1 + \ln(q)$ e v_2 .

Nel presente studio, durante le prove in mare, in alcuni casi le catture del sacco e del cover sono state troppo abbondanti per poter analizzare l'intero pescato, per cui si è proceduto ad un sub-campionamento. In quest'ultimo caso, seguendo le raccomandazioni di Millar (1994), si sono frazionate le catture del cover e del sacco in maniera simile o in modo tale da mantenere comunque il rapporto fra i due frazionamenti nell'intervallo 1/3 e 3.

Per quanto riguarda la valutazione delle cale potenziali da includere nell'analisi cala per cala, essa è basata sull'esame esplorativo del numero di individui nelle diverse classi di lunghezza (Appendice D), così come sull'estensione dell'intervallo delle classi (Wileman *et al.*, 1996). In altri termini, una cala è stata considerata come potenziale candidata per essere inclusa nell'analisi a condizione che, all'interno di un relativamente ampio intervallo di lunghezze, sia presente un "sufficiente" numero di individui tali da fornire le proporzioni di ritenuta tra 0 ed 1.

Per avere una misura della bontà dell'adattamento della curva di selettività di ogni singola cala ai dati sono stati calcolati i residui della devianza (V_l) per ogni classe di lunghezza:

$$V_l = \text{sign}(y_l - \hat{r}_l) \cdot \left\{ 2n_{l+} \cdot \left[y_l \cdot \ln\left(\frac{y_l}{\hat{y}_l}\right) + (1 - y_l) \cdot \ln\left(\frac{1 - y_l}{1 - \hat{y}_l}\right) \right] \right\}^{1/2}$$

dove n_{l1} ed n_{l2} sono il numero di pesci della classe di lunghezza l catturati rispettivamente nel sacco e nel cover, n_{l+} la loro somma, $y_l = \frac{n_{l1}}{n_{l+}}$ la proporzione catturata nel sacco, $\hat{r}(l)$ il valore ottenuto

dalla curva stimata per il calcolo della selettività e $\text{sign}(x) = \begin{cases} +1 & x > 0 \\ -1 & x < 0 \end{cases}$.

Quando il modello è corretto i residui della devianza risultano approssimativamente indipendenti ed uniformemente distribuiti e se questo non si verifica viene presa la decisione finale se mantenere o rifiutare una specifica cala. Una descrizione dettagliata dell'analisi esplorativa preliminare dei dati di selettività di tutte le cale effettuate è fornita nell'Appendice D.

Un'ulteriore e più rigorosa indicazione della bontà del modello viene fornita dal calcolo della devianza totale, equivalente alla somma dei quadrati dei residui:

$$V = \sum_l V_l^2$$

Quando il modello è valido (ipotesi nulla) la distribuzione della devianza totale, con gradi di libertà pari al numero di classi di lunghezza -2, è approssimabile dalla *distribuzione chi-quadro* ed il suo valore risulta essere dello stesso ordine di grandezza dei gradi di libertà.

Successivamente nel 1991, Fryer ha esteso il suo modello per valutare l'influenza degli effetti delle variabili sotto controllo o esplicative (*Fixed effects*), così come la variazione casuale fra le cale (*between-haul variation*). Ciò ha permesso di valutare il contributo specifico di alcune variabili esplicative sui parametri di selettività. In questi termini si ha: $\hat{v}_i \sim N(X_i\alpha, R_i + D)$, con valore medio:

$$E(v_i) = E\begin{pmatrix} v_{i1} \\ v_{i2} \end{pmatrix} = X_i\alpha$$

essendo la matrice X_i la cosiddetta *design matrix* delle q variabili esplicative, per la cala i si ha:

$$X_i = \begin{pmatrix} x_{i11} & x_{i12} & \dots & x_{i1q} \\ x_{i21} & x_{i22} & \dots & x_{i2q} \end{pmatrix}$$

ed $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_q)^T$ il vettore che determina la direzione e la grandezza dell'influenza di queste variabili sui parametri di selettività.

La valutazione dei parametri di selettività viene solitamente effettuata applicando il metodo di massima verosimiglianza ai valori sperimentali di ritenuta espressi in funzione logistica della taglia. La stima dei parametri di selettività di ogni singola cala è stata effettuata usando il software *CC2000* (Constat, 1995), che consente la stima di v_i ed R_i , così come degli intervalli di confidenza al 95% di ogni parametro di selettività.

Per quanto riguarda l'estrapolazione delle curve medie di selettività di cale replicate che tengano conto della variabilità fra le cale (*between-haul variation*) e la determinazione dei modelli per valutare l'influenza degli effetti delle variabili esplicative (*fixed effects*), è stato utilizzato il software *ECModeller* (Constat, 1995) che applica la metodologia proposta da Fryer nel 1991.

In quest'ultimo caso si è scelto di applicare il *REML* (*Residual Maximum Likelihood*; Laird and Ware, 1982) come metodo di valutazione nell'analisi, in quanto risulta essere più appropriato e robusto nel caso di modelli derivati da esperimenti con un numero di cale basso paragonato al numero di variabili esplicative.

Per facilitare l'interpretazione del modello, anziché i parametrici generici v_1 e v_2 , come variabili di risposta sono stati utilizzati i parametri di selettività L_{50} ed SR .

E' opportuno rimarcare che la selettività di un attrezzatura da pesca al traino dipende da numerosi fattori legati ad esempio alle condizioni operative di pesca (e.g. velocità di pesca, tempo di cala) ed ai particolari costruttivi delle reti. Nel presente studio è stato esaminato un gran numero di possibili espressioni lineari dei parametri di selettività in funzione delle seguenti variabili esplicative: configurazione della maglia (m_i), profondità di campionamento (p_i) e dimensione totale della cattura nel sacco (c_i).

La profondità e la dimensione delle catture totali sono state considerate nel modello come variabili continue, mentre la configurazione della maglia (losanga e quadra) è stata inclusa come fattore a due livelli (0=losanga; 1=quadra). La scelta del modello che meglio descrive i dati sperimentali è stata basata sull'osservazione del minor valore ottenuto con il Test di verifica *Akaike's Information Criterion-AIC* (Fryer and Shepherd, 1996).

Si fa presente che i valori di lunghezza riportati per ciascuna delle specie studiate si riferiscono, alla lunghezza totale per i pesci, alla lunghezza del mantello per i cefalopodi e alla lunghezza del carapace per i crostacei.

Al fine di poter confrontare le distribuzioni di frequenza delle catture ottenute dai due sacchi, per ciascuna delle specie vengono mostrate le distribuzioni di frequenza normalizzate sia del sacco che del cover, ottenute dividendo la somma degli individui a ciascuna taglia per il numero delle cale effettuate con lo specifico sacco. Insieme alle curve di selettività ottenute dalle singole cale replicate vengono proposte le relative curve medie di selettività ottenute sia dai dati combinati secondo la metodologia suggerita da Wileman *et al.* (1996), sia la curva media di selettività ottenuta con il metodo di Fryer (1991) che tiene conto della variabilità fra le cale (*between-haul variation*).

Il coefficiente di selezione (*Selection Factor, SF*) riportato nei grafici e nel testo viene calcolato in base a quest'ultima metodologia, ritenuta scientificamente più rigorosa. E' stato anche calcolato il rapporto di selezione RS (Liu *et al.*, 1985; D'Onghia *et al.*, 1998), dato dal rapporto fra il numero di individui di una data specie presenti nel cover ed il numero di individui totale (Sacco+Cover), indipendentemente dalla taglia. A questo proposito al fine di eliminare ogni possibile variabilità causata dal numero di cale effettuate, si è modificato questo indice normalizzandolo. In pratica per ogni specie, RS è stato calcolato dividendo il numero di individui medio per cala nel cover per il numero medio di individui totalmente catturato dal sacco e dal cover per ogni cala. Questo indice così modificato può contribuire, sebbene in modo approssimativo, a valutare la capacità di fuga dal sacco di una determinata specie, permettendo di confrontare rapidamente le prestazioni dei due sacchi con diversa apertura o tipologia di maglia e le specie fra loro.

Analisi dell'efficienza

Nel protocollo generale si è previsto di formulare indicativamente, per ciascuna delle specie bersaglio e per le specie più abbondanti, una valutazione comparativa dell'efficienza dei due sacchi testati in mare in termini di peso e numero di esemplari.

Durante le prove in mare della campagna preliminare si era evidenziato che sia la selettività che l'efficienza della rete non venivano influenzate dall'utilizzo di un cover montato esternamente ai sacchi (Figura 28). Per questo motivo i dati analizzati riguardano tutte le cale sia della campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03) sia delle due campagne di selettività (30/08/04 – 06/10/04).

Durante queste prove, al termine di ogni cala, le catture del sacco e del cover venivano pesate separatamente e le diverse specie presenti classificate al più basso livello sistematico. Successivamente per ogni specie veniva rilevato il numero e il peso totale. Nel caso di sub-campionamento delle catture, si sono seguite le procedure citate precedentemente nell'analisi statistica della selettività. Poiché la durata delle cale è stata spesso differente, nell'analisi dei dati, le catture di ciascuna specie sono state standardizzate al fine di ottenere i rendimenti espressi come numero e peso di individui per ora di pesca. I rendimenti medi di pesca di ciascun sacco sono stati, quindi, messi a confronto per evidenziare eventuali differenze di efficienza.

Tutti i test statistici sono stati eseguiti utilizzando il pacchetto software *SPSS v.13*. La Normalità (*Shapiro-Wilk test*) ed omogeneità della varianza (*Levene's test*) sono state preliminarmente verificate. In molti casi queste assunzioni non erano rispettate, quindi una comune trasformazione $\ln(x+1)$ è stata applicata a tutti i dati. In generale questo tipo di trasformazione ha dato buoni risultati quindi tutte le analisi statistiche sono state compiute sui dati così trasformati.

Poiché la media dei dati originali può essere ipersensibile ai valori estremi e gli intervalli di confidenza molto larghi, McConnaughey e Conquest (1993) hanno suggerito di usare un estimatore denominato *Media Geometrica* (\overline{GM} , *Geometric Mean*) che ha migliori proprietà statistiche. La media geometrica è stata elencata nelle varie tabelle ed utilizzata per tutte le analisi comparative fra i due sacchi. Questo estimatore è stato calcolato esponenziando la media dei dati *log*-trasformati, come descritto precedentemente, e quindi sottraendo uno:

$$\overline{GM} = e^{\frac{\sum_1^n \ln(X+1)}{n}} - 1$$

Un'analisi della varianza a due vie (*Two-way analysis of variance, ANOVA*) è stata infine utilizzata per confrontare l'efficienza di cattura, sia in termini di peso che di numero, delle principali specie regolarmente ed abbondantemente catturate durante le tre campagne in mare. I fattori utilizzati nell'ANOVA sono stati il "tipo di sacco" (fattore A) e la zona di pesca (fattore B). Nel nostro caso è stato necessario prendere in considerazione il secondo fattore di variabilità per ridurre la varianza d'errore, isolando gli effetti dovuti alla differente zona di pesca. E' ovvio che esistono altri fattori possibili, tuttavia la zona di pesca è la principale causa che può determinare le differenze più sensibili, determinando una forte variabilità nei dati sperimentali.

Questa doppia classificazione di ogni misura può avere una duplice finalità: **i)** analizzare separatamente quale sia il contributo del fattore principale e quale quello del secondo fattore; **ii)** eliminare l'effetto del secondo fattore sulla varianza d'errore, quando l'interesse fosse indirizzato solo verso il primo ed il secondo fosse considerato esclusivamente come un elemento di forte perturbazione.

Sebbene sia molto interessante studiare la differenza, in termini di abbondanza e densità fra le varie zone di pesca, non fa parte degli obiettivi di questo studio. Pertanto nel nostro caso, il metodo è stato utilizzato al solo scopo di ridurre sensibilmente la varianza d'errore e quindi di aumentare la probabilità di trovare differenze significative tra le medie del fattore ritenuto più importante e cioè il tipo di sacco.

Rispettando le convenzioni statistiche dell'analisi della varianza a due vie, le diverse modalità del primo fattore, quello ritenuto più importante, sono state chiamate **trattamenti**; mentre le modalità del secondo fattore sono state chiamate **blocchi**.

Essendo il fattore più importante il "tipo di sacco" si hanno 2 trattamenti (ML=maglia a losanga ed MQ=maglia quadra). Poiché durante le tre campagne di pesca sono stati effettuati campionamenti in cinque diverse zone sono stati classificati 5 blocchi (P-A, P-B, S-C, S-D, S-E: cfr. Appendice A).

BLOCCHI	TRATTAMENTI		Medie
	ML	MQ	
P-A (0-15 m)	X_{11}	X_{12}	$\bar{X}_{.1}$
P-B (16-30 m)	X_{21}	X_{22}	$\bar{X}_{.2}$
S-C (0-20 m)	X_{31}	X_{32}	$\bar{X}_{.3}$
S-D (30-50 m)	X_{41}	X_{42}	$\bar{X}_{.4}$
S-E (150-200 m)	X_{51}	X_{52}	$\bar{X}_{.5}$
Medie	$\bar{X}_{.1}$	$\bar{X}_{.2}$	\bar{X}

L'analisi della varianza a due criteri di classificazione, è chiamata anche analisi a blocchi randomizzati e quando si hanno due o più repliche per ogni blocco, l'analisi si dice a blocchi randomizzati con repliche. In questo caso è plausibile supporre che le misure per ciascun blocco siano tra loro più simili: l'errore o residuo sarà misurato mediante esse, sulla base dello scarto di ogni replica dalla media del blocco.

In questo studio è stato applicato tale approccio presentando l'analisi dell'interazione con gli esperimenti fattoriali e utilizzando il modello lineare od additivo.

Con due criteri di classificazione ed una sola osservazione, ogni dato può essere rappresentato come:

$$X_{pk} = \mu + \alpha_p + \beta_k + R_{pk}$$

dove μ è la media generale; α_p è l'effetto del trattamento che, in riferimento alla popolazione, può essere indicato come differenza della media μ_p del p -esimo trattamento dalla media generale μ e quindi equivalente a $\alpha_p = \mu_p - \mu$; β_k è l'effetto del blocco, indicato dalla differenza tra la media μ_k del k -esimo trattamento e la media generale μ e quindi equivalente a $\beta_k = \mu_k - \mu$; R_{pk} è la quota residua, che ingloba sia tutti gli altri fattori non considerati e gli effetti di campionamento, sia l'interazione tra i due fattori che, con una sola osservazione per casella, non può essere stimata.

In riferimento ai dati campionari raccolti con i nostri esperimenti in mare, ogni singolo valore X_{pk} è stimato come somma di 4 valori:

$$X_{pk} = \bar{\bar{X}} + (\bar{X}_p - \bar{\bar{X}}) + (\bar{X}_k - \bar{\bar{X}}) + R_{pk}$$

che dipendono rispettivamente dalla media generale $\bar{\bar{X}}$, dall'effetto del fattore A, che per ogni trattamento è stimato mediante la differenza $(\bar{X}_p - \bar{\bar{X}})$, dall'effetto del fattore B, che per ogni blocco è stimata dalla differenza $(\bar{X}_k - \bar{\bar{X}})$, da tutti gli altri fattori non considerati e dall'interazione tra i due fattori A e B, compresi entrambi nella quantità R_{pk} .

Quando si studiano due o più fattori a vari livelli, spesso l'interesse è rivolto ad analizzare non solo i singoli effetti, ma le interazioni tra i fattori: se, come e quanto ogni livello o modalità di un fattore interagisce con quelli degli altri fattori, esaminati in tutte le combinazioni. Nel nostro caso avendo due fattori, si parla di interazione di primo ordine o di interazione a due fattori ($\alpha\beta$).

Nel nostro caso, quando nel modello ANOVA a due fattori con repliche esiste interazione, allora il trattamento (*tipo di Sacco*) che risulta migliore o peggiore in termini di efficienza di pesca per un blocco (*Zona di pesca*) non ottiene lo stesso risultato in un altro blocco, poiché si ha un ulteriore fattore di inibizione o di potenziamento per almeno una media. In questo caso la differenza tra le medie dei trattamenti non può essere generalizzata e si deve ricorrere all'analisi della varianza all'interno di ogni blocco (ANOVA ad una via) o ad un semplice *Student's t-test*, per esaminare l'effetto del trattamento all'interno di ciascun blocco.

Le differenze sono state considerate significative quando la probabilità risultante (*Sign. p*) era inferiore a 0.05 ed altamente significativa quando era inferiore a 0.01.

Per ogni specie analizzata, un *Coefficiente di Efficienza (EC)* fra i due sacchi è stato infine calcolato come rapporto della media del sacco tradizionale e del sacco sperimentale a maglia quadra. Questo calcolo è stato effettuato sottraendo le due medie dei dati *log*-trasformati e quindi esponenziando il risultato (Finney, 1971). Per le specie presenti in più di una zona, le medie marginali (*Marginal Means*), calcolata con l'ANOVA, è stata utilizzata al fine di fornire un singolo coefficiente.

Analisi della ricchezza specifica (Richness)

Come per l'analisi dell'efficienza i dati analizzati riguardano tutte le cale sia della campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03) sia delle due campagne di selettività (30/08/04 – 06/10/04).

Per ognuna delle 5 aree campionate (P-A, P-B, S-C, S-D, S-E: *cfr.* Appendice A) è stata calcolata la ricchezza media specifica per cala, suddividendo le catture in tre categorie: specie bersaglio, altre specie e totale. Un'analisi della varianza a due vie (*Two-way analysis of variance, ANOVA*) è stata successivamente condotta per confrontare la ricchezza specifica per ciascuna delle tre categorie di specie catturate. I fattori utilizzati nell'ANOVA sono stati il "*tipo di sacco*" e la zona di pesca.

Le differenze sono state considerate significative quando la probabilità risultante (*Sign. p*) era inferiore a 0.05 ed altamente significativa quando era inferiore a 0.01.

9. RISULTATI

Principali caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali tessili

La pezza di rete scelta per la costruzione dei sacchi è stata individuata tra quelle attualmente utilizzate nella pesca a strascico commerciale delle marinerie del centro Adriatico. L'apertura delle maglie del sacco tradizionale e del sacco sperimentale sono state misurate, in conformità al R.E. 129/2003, durante la campagna di pesca preliminare (22/09/03 – 01/10/03). L'apertura si riferisce alla distanza interna tra due opposte giunzioni (nodi). Il valore dell'apertura della maglia è risultato di 38.7 mm e di 38.6 mm rispettivamente per il sacco con maglia a losanga e per il sacco a maglia quadra (Tabella 7). Il valore dell'apertura di maglia, ottenuto con il misuratore ICES, è stato poi utilizzato nelle successive elaborazioni dei dati di selettività.

La densità lineare del filato, utilizzato per il confezionamento dei due sacchi, è risultata pari a R4348tex (Tabella 8). Per quanto riguarda il poliammide, una buona correlazione ($R^2=0.9932$) esiste tra la densità lineare $LD[\text{tex}]$ ed il diametro del filato $d[\text{mm}]$: $LD = 661.21 \cdot d^{1.9642}$ (ICES CM, 2002/B:02). In accordo con la precedente relazione, il diametro del filato della maglia è risultato essere di 2.61 mm.

La Tabella 9 riassume i principali parametri fisico-meccanici, caratteristici delle due tipologie di maglia. I dati ricavati dalle prove di trazione sono riportati dettagliatamente provino per provino nella Tabella 10. Alcuni valori sono stati eliminati perché non ritenuti conformi con la norma tecnica di riferimento. I risultati delle prove di trazione, eseguite per confrontare le prestazioni tra la maglia a losanga e la maglia quadra, hanno evidenziato una differenza significativa del carico massimo $CM[\text{kN}]$, del modulo elastico secante $SEM[\text{N/tex}]$ e della tenacità $T[\text{g/tex}]$. Mentre, non è stata rilevata alcuna differenza per quanto riguarda l'allungamento, sia al carico massimo sia al 75% del carico massimo. Il CM della maglia quadra (0.721 kN) è del 27.1% minore rispetto al CM della

maglia a losanga (0.989 kN). Tuttavia anche con una diminuzione significativa della forza di rottura, la stabilità strutturale della rete armata con sacco a maglia quadra non è stata compromessa in quanto durante il traino della rete ogni maglia del sacco è sicuramente sottoposta a forze inferiori alla forza di rottura della maglia quadra. Infatti, le forze misurate dalle celle di carico montate sulla punta delle braccia della rete hanno rilevato forze inferiori a 20 kN (Tabella 12). Anche supponendo per assurdo che tutta questa resistenza sia dovuta al solo moto del sacco, si avrebbe per il sacco a maglia quadra avente una circonferenza di 70 maglie, una resistenza di circa 285 N per ciascuna maglia. In queste condizioni estreme si ha un coefficiente di sicurezza pari a circa 2.5.

L'allungamento al carico massimo, $E\%$ e al 75% del carico massimo $E_{75\%}$ non hanno mostrato differenze significative tra le due tipologie di maglia, anche se la differenza sul valore medio è rispettivamente di 2.7 e 3.0 punti percentuali.

Dalle prove di trazione è evidente che anche il SEM e la tenacità hanno la stessa tendenza del CM , con una diminuzione del valore medio, nel caso della maglia quadra, rispettivamente di 26.8% e di 27.1%. In Figura 29 sono riportate tutte le curve forza di trazione/allungamento provino per provino sia nel caso della maglia a losanga che della maglia quadra. Da queste curve sono state successivamente ricavate le curve medie dei carichi in funzione dell'allungamento sia della maglia a losanga che della maglia quadra (Figura 30). Queste curve mostrano che le caratteristiche fisico-meccaniche delle due configurazioni possono ritenersi molto simili, specialmente fino a forze di 285 N, a cui corrisponde per entrambe un allungamento di circa il 40%.

Tabella 7 – Apertura della maglia a losanga (ML) e delle maglia quadra (MQ) rispettivamente del sacco tradizionale e sperimentale. Le misure sono ottenute con il misuratore ICES e con il misuratore triangolare con 5 kg di peso applicato (T5) e con 1 kg di peso applicato (T1).

		ML				MQ							
		T5		T1		ICES		T5		T1			
	ICES	DRY	WET	DRY	WET	DRY	WET	DRY	WET	DRY	WET		
		37	38	39	40	36	36	37	38	40	40	35	37
		36	38	39	39	36	35	39	38	39	40	35	35
		36	39	39	39	36	36	38	39	40	40	35	35
		36	39	39	39	36	36	39	39	40	40	36	36
		36	38	39	38	36	36	38	38	40	39	35	37
		37	38	39	39	35	35	39	38	40	39	34	36
		36	38	38	38	36	36	37	38	40	39	35	36
		36	38	38	38	36	37	38	37	40	39	35	38
		35	39	39	39	36	37	38	38	41	41	36	36
		35	39	40	39	35	36	38	38	41	42	35	39
		36	39	40	38	35	35	38	38	42	42	35	36
		35	38	40	38	35	36	39	38	42	41	35	35
		35	38	39	38	36	36	36	38	41	41	36	35
		37	38	40	41	36	36	36	39	41	41	36	35
		36	39	40	40	36	36	37	40	40	41	36	36
		36	40	40	40	36	35	37	41	41	41	36	35
		37	40	40	40	35	36	36	41	43	42	35	35
		37	40	38	40	35	35	37	40	42	41	35	37
		37	39	39	39	36	36	37	39	42	40	34	35
		36	39	39	40	36	35	38	38	41	41	34	35
		36	-	-	-	-	-	-	38	42	-	35	36
Mean	36.1	38.7	39.2	39.1	35.7	35.8	37.6	38.6	40.9	40.5	35.1	36.0	
SD	0.7	0.7	0.7	0.9	0.5	0.6	1.0	1.1	1.0	1.0	0.7	1.1	

Tabella 8 – Densità del filato utilizzato per la costruzione dei sacchi. La determinazione della densità lineare del filato (Titolo) è in accordo con la norma tecnica UNI 8747. Le misurazioni sono state effettuate su un minimo di 20 campioni validi prelevati dalla pezza di rete prima della costruzione dei sacchi. P=Peso del campione, L=Lunghezza del campione, LD=Densità lineare del campione, d=diametro del filato.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Media	Std. Dev.
P	[mg]	57.53	54.12	51.87	57.45	58.22	50.57	57.67	51.53	57.37	56.56	58.41	54.80	58.31	57.54	56.79	56.10	56.18	56.15	53.62	54.68	-	-
L	[mm]	12.79	11.88	12.02	12.97	13.35	11.80	12.65	12.02	12.51	13.14	13.35	12.94	14.22	13.14	12.66	13.41	12.45	13.67	13.00	12.79	-	-
LD	[Rtex]	4498	4556	4315	4429	4361	4286	4559	4287	4586	4304	4375	4235	4101	4379	4486	4183	4512	4108	4125	4275	4348	153
d*	[mm]	2.65	2.67	2.60	2.63	2.61	2.59	2.67	2.59	2.68	2.60	2.62	2.57	2.53	2.62	2.65	2.56	2.66	2.53	2.54	2.59	2.61	0.05

* Parametro stimato secondo la formula: $LD = 661.21 \cdot d^{1.9642}$ (ICES CM, 2002/B:02)

Tabella 9 – Principali caratteristiche fisico-meccaniche della maglia a losanga (ML) e della maglia quadra (MQ). Di ogni maglia vengono riportate la media (in grassetto) e la deviazione standard della forza di rottura *CM*, dell'allungamento massimo *E%*, dell'allungamento al 75%, del Modulo di Elasticità Secante *SEM* e della tenacità *T*.

ML					MQ				
CM	E%	SEM	E_{75%}	T	CM	E%	SEM	E_{75%}	T
[kN]	[%]	[N/tex]	[%]	[g/tex]	[kN]	[%]	[N/tex]	[%]	[g/tex]
0.989	61.6%	0.168	58.0%	10.96	0.721 **	64.3%	0.121 **	55.0%	7.99 **
0.059	7.2%	0.017	5.2%	0.66	0.116	6.8%	0.018	8.0%	1.28

Tutti i provini sono stati testati come raccomandato dalla norma ISO 1806 (2002).

* 0.01 < Sig. < 0.05; ** Sig. < 0.01.

Tabella 10 – Risultati dei test dinamometrici effettuati su una serie di provini a maglia a losanga (ML) e a maglia quadra (MQ). Di ogni provino vengono riportati la forza di rottura *CM*, l’allungamento massimo *E%*, l’allungamento al 75%, il Modulo di Elasticità Secante *SEM* e la tenacità *T*.

N.	ML					MQ				
	CM [kN]	E% [%]	SEM [N/tex]	T [g/tex]	E75% [%]	CM [kN]	E% [%]	SEM [N/tex]	T [g/tex]	E75% [%]
1	0.961	-	-	10.646	55.8%	1.005	-	-	11.133	61.1%
2	0.920	58.4%	0.171	10.198	51.3%	0.785	52.8%	0.161	8.703	44.9%
3	0.947	-	-	10.494	53.1%	0.733	62.6%	0.127	8.118	51.9%
4	1.020	-	-	11.303	54.7%	0.817	66.9%	0.133	9.052	58.4%
5	1.026	-	-	11.370	59.3%	0.733	60.8%	0.131	8.122	52.9%
6	0.971	-	-	10.756	56.8%	0.708	59.1%	0.130	7.850	49.2%
7	0.971	-	-	10.763	51.7%	0.513	60.1%	0.093	5.689	49.0%
8	0.934	-	-	10.351	58.2%	0.727	65.7%	0.120	8.059	57.0%
9	1.074	-	-	11.902	67.3%	0.639	78.7%	0.088	7.079	65.8%
10	0.965	66.7%	0.157	10.697	59.2%	0.582	63.0%	0.100	6.449	53.8%
11	1.068	-	-	11.838	66.6%	0.683	54.2%	0.137	7.569	47.4%
12	0.960	-	-	10.633	62.0%	0.691	-	-	7.657	48.1%
13	0.911	-	-	10.097	58.0%	0.794	74.5%	0.116	8.794	60.4%
14	1.088	-	-	12.058	62.3%	0.508	-	-	5.629	37.9%
15	0.937	53.1%	0.192	10.385	46.6%	0.648	63.1%	0.112	7.180	54.4%
16	0.975	-	-	10.801	49.7%	0.729	65.0%	0.122	8.081	56.1%
17	0.967	68.3%	0.154	10.721	61.8%	0.746	69.0%	0.117	8.268	59.1%
18	1.089	-	-	12.064	61.4%	0.587	63.1%	0.101	6.508	52.0%
19	0.979	-	-	10.848	62.2%	0.862	-	-	9.548	74.7%
20	1.111	-	-	12.313	61.9%	0.796	73.5%	0.118	8.824	64.8%
21	0.921	-	-	10.207	58.0%	0.843	68.0%	0.135	9.345	59.7%
22	0.983	-	-	10.890	61.3%	0.732	57.5%	0.138	8.111	50.7%
23	0.971	-	-	10.757	55.5%	-	-	-	-	-

Tutti i provini sono stati testati come raccomandato dalla norma ISO 1806 (2002).

Comportamento e prestazioni della rete durante le fasi di pesca

Complessivamente le prove hanno avuto esito positivo, in quanto tutte le misure previste sono state effettuate. Solo durante alcune cale non è stato possibile misurare alcuni parametri (Cala 1335: forze di traino della rete; Cala 1339: apertura orizzontale della rete), ma trattandosi di casi isolati, è stato possibile stimare i dati mancanti (Tabella 12). Le due condizioni operative che sono state messe a confronto riguardavano l’utilizzo di cavi di traino di diversa lunghezza: 150 m a 17 m di profondità e 200 m a circa 27 m di profondità. In Appendice B, dalla Figura 49 alla Figura 64, vengono riportati i grafici dei principali parametri acquisiti in funzione del tempo intercorso dall’inizio della cala. Questi grafici risultano particolarmente interessanti al fine di osservare il tempo di assestamento dell’attrezzatura in fase di pesca.

Tutte queste informazioni sono state utilizzate come riferimento in entrambe le campagne di selettività, durante le quali non si è potuto utilizzare il sistema per lo studio delle prestazioni della rete. In Tabella 12 vengono riportati i valori medi e le deviazioni standard di ogni parametro acquisito durante le cale. Come è evidenziato dai grafici, per tutta la campagna di pesca si è cercato di mantenere una velocità di traino compresa tra 3.5 e 4 nodi, valore comunemente utilizzato dalla pesca a strascico commerciale. In tutte le combinazioni provate, si può osservare che la maggiore lunghezza di cavo di traino, ovvero di maggiore profondità di fondale, incrementa in modo considerevole la distanza fra i divergenti e di conseguenza l’apertura orizzontale della rete. Inoltre, l’aumento dell’apertura orizzontale non provoca una riduzione apprezzabile di quella verticale. Gli sforzi di traino della sola rete *STR*[kgf] non sono invece significativamente diversi (*Sig.*= 0.072) quando il cavo di traino assume valori più elevati, così come le forze misurate a bordo. A questo proposito è stata effettuata un’analisi della varianza a due vie (Tabella 11) che evidenzia come questo comportamento sia “consistente” con il fattore Sacco (Interazione Sacco*Cavo: *Sig.*= 0.304). Risulta invece significativa la variabile velocità di traino (*Sig.*=0.001).

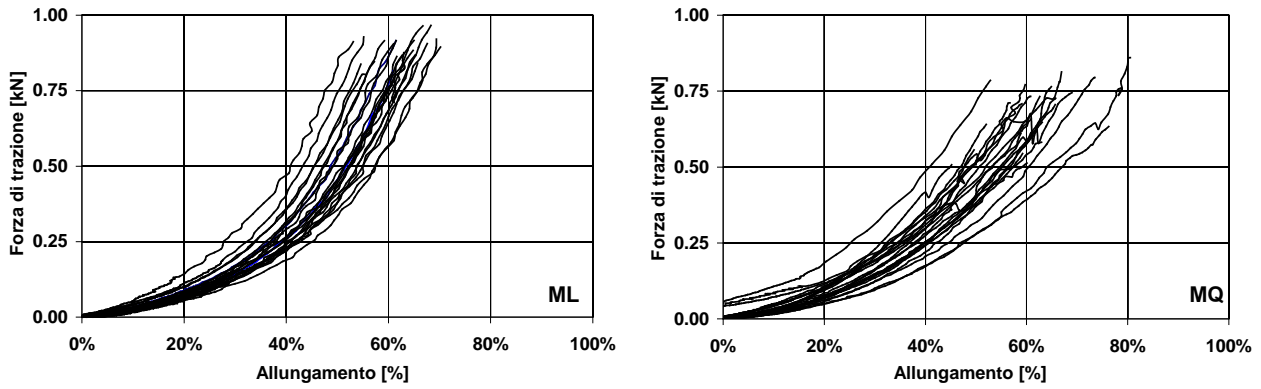


Figura 29 – Curve forza di trazione/allungamento risultanti dai test dinamometrici. I provini a maglia a losanga (ML) e a maglia quadra (MQ) sono stati testati rispettando le raccomandazioni ISO 1806 (2002).

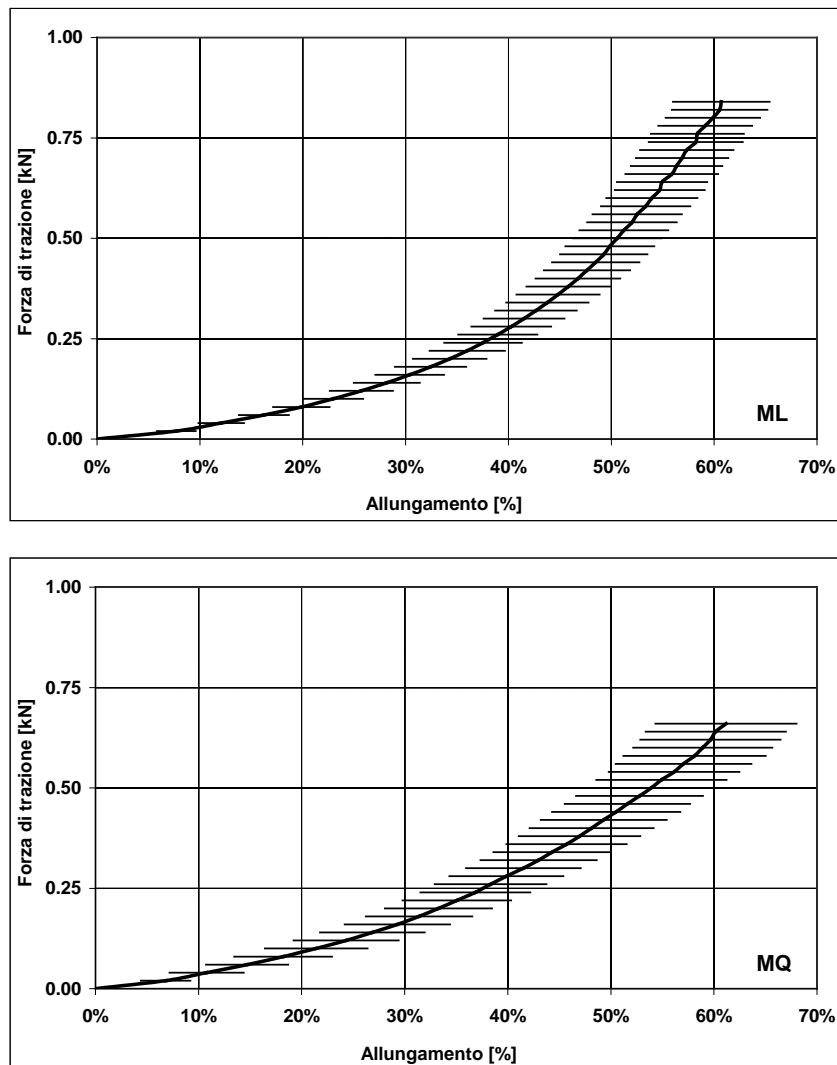


Figura 30 – Curve forza di trazione/allungamento medie e deviazione standard risultanti dai test dinamometrici. Le curve medie sono state ricavate mediando le curve dei provini a maglia a losanga (ML) e a maglia quadra (MQ).

La potenza sviluppata dal motore principale durante le operazioni di pesca è di circa 200 kW ed i valori misurati hanno andamenti proporzionali agli sforzi di traino misurati a bordo. La variabilità dipende chiaramente anche dalle condizioni meteo marine, per esempio stato del mare e direzione della corrente, che influiscono sulla resistenza al moto del sistema nave-attrezzatura da pesca. In particolare, durante la cala 1334, si è riscontrato un elevato valore medio della potenza, pari a 333 kW, dovuto proprio alle avverse condizioni marine. Il consumo di combustibile è risultato essere mediamente di circa 50 kg/h con variazioni che chiaramente seguono il valore della potenza sviluppata dal motore principale. Il consumo di combustibile non deve essere considerato un valore assoluto valido per tutte le imbarcazioni da pesca, perché esso è fortemente dipendente dalla forma della carena e dall'apparato propulsivo installato sulla nave.

Tabella 11 – Analisi della varianza a due vie. Variabile dipendente: Forza di traino della rete STR [kgf]; fattori: Cavo e Sacco; Covariata: Velocità di traino VT [kn].

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	301205.085(a)	4	75301.271	5.804	.008
Intercept	93101.802	1	93101.802	7.176	.020
SACCO * CAVO	14928.821	1	14928.821	1.151	.304
SACCO	3460.061	1	3460.061	.267	.615
CAVO	50325.975	1	50325.975	3.879	.072
VT	272698.444	1	272698.444	21.020	.001
Error	155679.856	12	12973.321		
Total	52761165.000	17			
Corrected Total	456884.941	16			

(a) R Squared = 0.659 (Adjusted R Squared = 0.546)

Levene's Test of Equality of Error Variances

Dependent Variable: STR [kgf]

F	df1	df2	Sig.
1.900	3	13	.179

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

Alla luce dei risultati descritti in precedenza, si è proceduto alla valutazione di eventuali differenze nel comportamento della rete causate dall'utilizzo dei due diversi sacchi. In particolare la resistenza totale della rete STR [kgf], la distanza dei divergenti DD [m], l'apertura orizzontale AO [m] e l'apertura verticale della rete AV [m] sono stati ulteriormente analizzati al fine di ottenere dei modelli matematici che ne descrivessero l'andamento.

Sono state scelte come variabili indipendenti del modello la variabile nominale tipo di sacco (ML ed MQ), la velocità di traino VT [kn], la profondità P [m], la corrente D [-] pari a +1 se favorevole e a -1 se contraria al moto di traino. Il modello lineare generale, può essere riassunto come segue:

$$y = \beta_0 + \alpha_1 ML + \alpha_2 MQ + \alpha_3 D + \beta_1 VT + \beta_2 P$$

dove y sta ad indicare di volta in volta il parametro in oggetto. E' stata realizzata la Tabella 13 che riporta i valori dei coefficienti di correlazione lineare calcolati sia con il metodo *Stepwise Regression* che con il metodo *Generalized Linear Model (GLM)*. Contemporaneamente sono stati realizzati alcuni grafici che mettono in relazione i più significativi di tali parametri (Figura 31).

Tutti i modelli riportati in Tabella 13 evidenziano un'elevata significatività statistica ($Sig. < 0.001$) e un buon adattamento ai valori sperimentali acquisiti ($R^2 > 0.770$).

Per ogni parametro analizzato, non si sono rilevate differenze significative tra le due configurazioni. In particolare, sia nel metodo *Stepwise Regression* che nel *GLM*, i coefficienti α_1 ed α_2 non sono mai risultati significativi. Il primo approccio selezionava solo quei parametri realmente significativi ed eliminava automaticamente quelli ridondanti, mentre con il metodo *GLM* si aveva la possibilità

di mantenere una variabile nel modello anche non significativa ed evidenziarne il contributo. Per questo motivo, al fine di mostrare graficamente le effettive differenze causate dall'utilizzo dei due sacchi, si sono mantenute in tutti i modelli le variabili nominali *ML* ed *MQ* anche se esse risultavano non significative (Tabella 13). Le analisi statistiche hanno evidenziato una ragionevole dipendenza lineare fra la resistenza totale della rete al moto di avanzamento *STR*[kgf] e la velocità di traino *VT*[kn], ma una migliore stima è stata ottenuta correlando *STR* con il quadrato della velocità (*Sig.*<0.001, Tabella 13).

Mentre il modello *Stepwise Regression* non trova differenze tra la resistenza della rete con sacco con maglia a losanga e la resistenza della rete con sacco a maglia quadra, il modello *GLM* evidenzia che il sacco con maglia a losanga ha una resistenza di traino superiore di appena 33.5 kgf su 1750 kgf di media totale (Figura 31). Dal punto di vista predittivo, per quanto riguarda l'apertura verticale della rete *AV*[m], la regressione non ha trovato nessuna variabile significativa ed in Figura 31 non è stato inserito nessun modello corrispondente. Mentre il modello *GLM* ha messo in evidenza come l'apertura verticale rimane praticamente costante alle due condizioni operative (cavo di traino 150 m e 200 m) con una differenza non significativa fra i due sacchi (*ML*: 1.238m; *MQ*: 1.235 m. Tabella 13, Figura 31). Sia l'apertura orizzontale della rete *AO*[m] che la distanza dei divergenti *DD*[m] risultano significativamente correlati alla profondità di pesca *P*[m], ovvero al cavo di traino (Tabella 13). Questo effetto era già stato osservato su reti analoghe da Sala (2002), così come si era osservato che queste differenze si attenuano all'aumentare della lunghezza del cavo di traino. Anche in questo caso il modello *GLM* mostra come il tipo di sacco utilizzato non influenza significativamente i due parametri (*AO*[m]: $\alpha_1 = -0.372$, *Sig.*=0.359; $\alpha_2 = 0.000$. *DD*[m] $\alpha_1 = -2.328$, *Sig.*=0.227; $\alpha_2 = 0.000$. Tabella 13).

Tabella 12 – Parametri rilevati nelle diverse cale della campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03), utilizzando il sacco tradizionale con maglia a losanga (ML) ed il sacco sperimentale a maglia quadra (MQ). Al fine di evidenziare un eventuale effetto di mascheramento (*masking*), in alcune cale è stato utilizzato il cover (x). Parametri misurati alle diverse profondità P[m]; lunghezza del cavo di traino CT[m]; velocità di traino VT[kn]; potenza POT[kW]; consumo carburante CC[kg/h]; forza di traino totale STT[kgf]; forza di traino della rete STR[kgf]; apertura orizzontale della rete AO[m]; apertura verticale della rete AV[m]; distanza fra i divergenti DD[m].

Tipo Sacco	N. cala	Cover	P [m]	CT [m]	VT [kn]	POT [kW]	CC [kg/h]	STT [kgf]	STR [kgf]	AO [m]	AV [m]	DD [m]	
ML	1329	x	17.5	150	3.47 ± 0.04	128.6 ± 1.4	42.4 ± 14.1	2313 ± 44	1535 ± 15	16.8 ± 0.3	1.32 ± 0.13	83.7 ± 1.6	
	1330	x	18.0	150	3.80 ± 0.03	145.0 ± 0.9	48.9 ± 10.1	2502 ± 43	1851 ± 15	15.2 ± 0.2	1.22 ± 0.03	76.9 ± 1.0	
	1331	x	18.0	150	3.79 ± 0.03	156.1 ± 0.8	51.7 ± 9.0	2771 ± 62	1973 ± 20	15.5 ± 0.2	1.25 ± 0.10	81.8 ± 0.8	
	1326	-	17.0	150	3.76 ± 0.07	169.4 ± 1.8	46.7 ± 9.9	2593 ± 73	1674 ± 62	17.3 ± 0.6	1.30 ± 0.14	86.5 ± 3.2	
	1340	-	25.5	200	3.61 ± 0.13	165.0 ± 3.4	48.7 ± 12.2	2814 ± 66	1829 ± 43	19.3 ± 0.5	1.23 ± 0.04	99.3 ± 3.3	
	1341	-	27.5	200	3.67 ± 0.11	154.9 ± 0.8	48.0 ± 13.2	2696 ± 55	1843 ± 32	19.0 ± 0.4	1.24 ± 0.04	98.2 ± 0.9	
	1342	-	27.0	200	3.59 ± 0.10	160.4 ± 0.6	48.4 ± 13.0	2706 ± 46	1841 ± 26	19.2 ± 0.5	1.23 ± 0.04	98.9 ± 1.1	
	1343	-	29.0	200	3.50 ± 0.06	153.0 ± 1.8	48.8 ± 12.5	2494 ± 70	1674 ± 47	19.5 ± 0.4	1.25 ± 0.03	97.8 ± 1.2	
MQ	1332	x	16.5	150	3.50 ± 0.07	174.9 ± 3.9	51.6 ± 8.0	2542 ± 133	1658 ± 58	16.7 ± 0.2	1.27 ± 0.14	84.5 ± 1.5	
	1333	x	16.5	150	3.69 ± 0.08	146.0 ± 3.7	47.0 ± 10.0	2696 ± 136	1744 ± 40	16.3 ± 0.4	1.35 ± 0.16	82.2 ± 1.8	
	1334	x	16.5	150	3.78 ± 0.14	244.3 ± 4.3	65.7 ± 5.2	3005 ± 288	2053 ± 111	16.4 ± 0.5	1.37 ± 0.11	86.4 ± 1.1	
	1335	x	17.0	150	3.61 ± 0.10	131.5 ± 3.5	44.2 ± 11.7	2565 ± 126	1788 *	-	15.8 ± 0.2	1.26 ± 0.06	77.7 ± 1.0
	1327	-	16.5	150	3.65 ± 0.13	159.9 ± 4.3	47.4 ± 9.6	2364 ± 78	1516 ± 52	18.1 ± 0.5	1.31 ± 0.13	90.2 ± 2.4	
	1328	-	16.5	150	3.48 ± 0.03	133.9 ± 1.3	45.4 ± 12.8	2344 ± 43	1467 ± 19	16.5 ± 0.2	1.23 ± 0.10	84.4 ± 0.8	
	1336	-	27.0	200	3.71 ± 0.11	173.9 ± 1.6	51.8 ± 8.0	2868 ± 100	1928 ± 59	19.7 ± 0.8	1.22 ± 0.04	99.8 ± 1.1	
	1337	-	27.0	200	3.67 ± 0.12	154.6 ± 5.4	48.2 ± 10.7	2770 ± 131	1848 ± 73	19.4 ± 0.7	1.22 ± 0.04	96.3 ± 1.2	
	1338	-	27.0	200	3.59 ± 0.10	189.2 ± 3.6	56.4 ± 7.2	3106 ± 137	2132 ± 90	18.1 ± 0.7	1.23 ± 0.03	94.7 ± 1.6	
	1339	-	25.0	200	3.64 ± 0.14	135.6 ± 6.7	46.1 ± 10.7	2586 ± 160	1687 ± 107	19.6 *	-	1.24 ± 0.07	99.9 ± 1.9

* Dato stimato

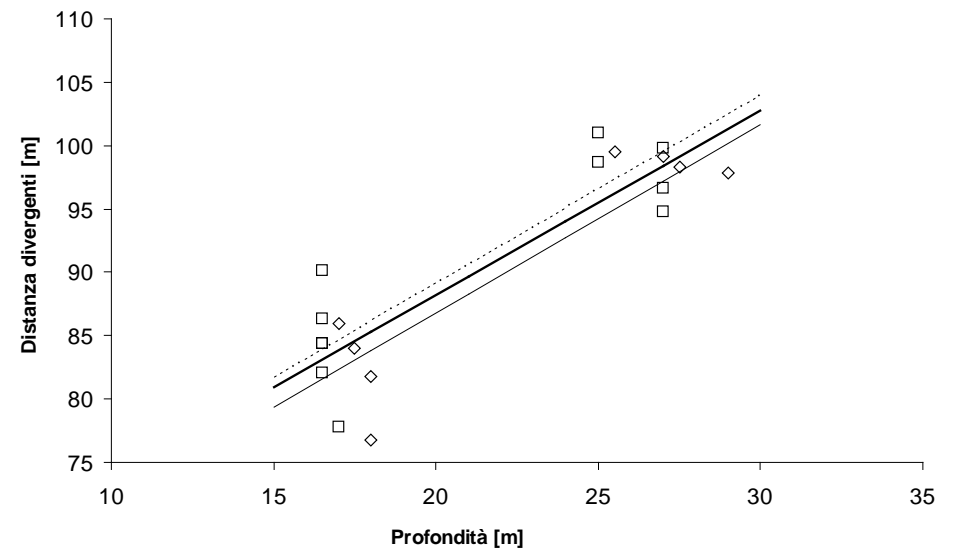
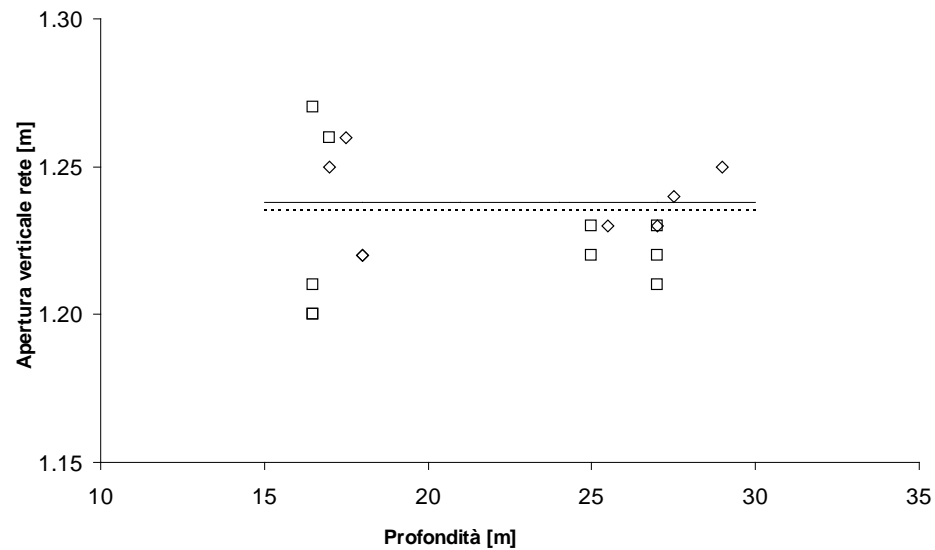
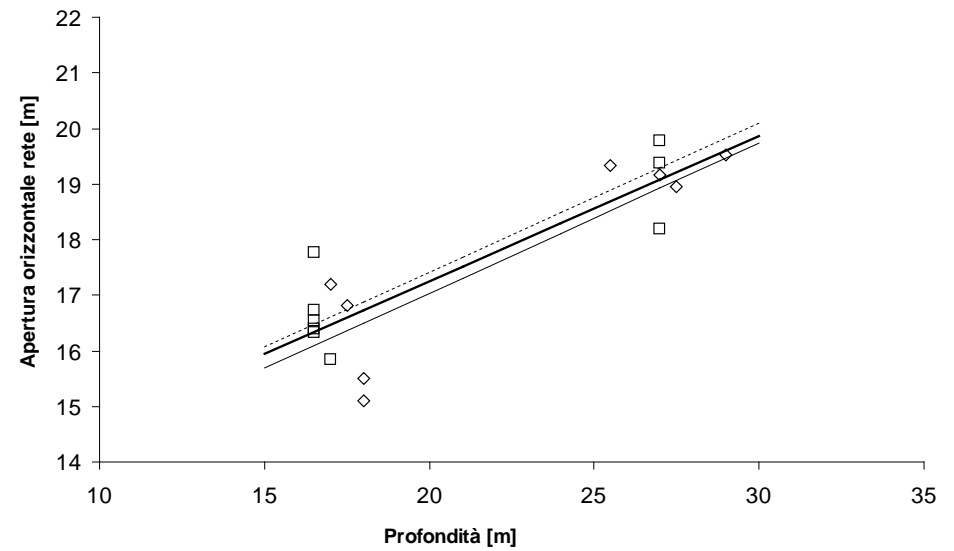
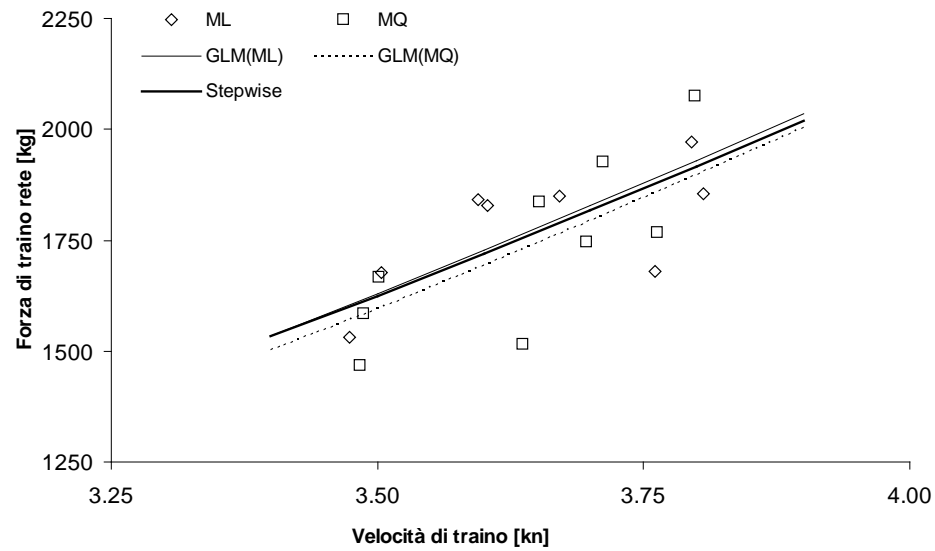


Figura 31 – Principali misure effettuate sulla rete armata con il sacco tradizionale con maglia a losanga (ML) e con il sacco a maglia quadra (MQ): forza di traino, apertura orizzontale e verticale della rete e distanza dei divergenti. I grafici riportano oltre ai dati sperimentali anche i modelli ottenuti con i due diversi approcci statistici: *Stepwise Regression* e *Generalized Linear Model (GLM)*.

Tabella 13 – Metodo *Stepwise Regression*: calcolo dei valori dei coefficienti di correlazione lineare, Errore Standard (*Asymptotic Std. Error, A.S.E.*), coefficiente di correlazione (R^2) e Significatività del modello (*Sig.*). *STR*[kgf]: forza di traino della rete, *AO*[m]: apertura orizzontale della rete, *AV*[m]: apertura verticale della rete, *DD*[m]: distanza fra i divergenti. Per il calcolo di tali modelli si è proceduto partendo dal modello generalizzato: $y = \beta_0 + \alpha_1 ML + \alpha_2 MQ + \alpha_3 D + \beta_1 VT + \beta_2 P$ in cui y rappresenta il parametro di cui si intendeva calcolare la relazione, *VT* è la velocità di traino, *ML* (sacco a losanga) ed *MQ* (sacco a maglia quadra) sono variabili nominali e rappresentano il tipo di sacco utilizzato ed hanno valori 0 o 1; *D* è la variabile *Dummy* che rappresenta la “corrente” a cui è stato assegnato valore +1 quando la cala è stata eseguita con corrente a favore e -1 con corrente contraria, *P*[m] è la profondità di campionamento; $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \beta_0, \beta_1, \beta_2$ sono le costanti calcolate per mezzo dell’applicazione delle procedure iterative.

	<i>STR</i> [kg]			<i>AO</i> [m]			<i>AV</i> [m]			<i>DD</i> [m]		
	Estimate	A.S.E.	<i>Sig.</i>	Estimate	A.S.E.	<i>Sig.</i>	Estimate	A.S.E.	<i>Sig.</i>	Estimate	A.S.E.	<i>Sig.</i>
β_0	-	-	-	12.039	0.818	<0.001	-	-	-	59.162	4.137	<0.001
α_1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
α_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
α_3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
β_1	132.676^(a)	2.369	<0.001	-	-	-	0.339	0.003	>0.001	-	-	-
β_2	-	-	-	0.261	0.038	<0.001	-	-	-	1.452	0.137	<0.001
<i>DF</i>	(1, 15)			(2, 16)			-			(2, 18)		
R^2	0.996			0.792			-			0.780		
<i>Sig.</i>	<0.001			<0.001			-			<0.001		

^(a) Coefficiente che moltiplica VT^2

Tabella 13 – Metodo *Generalized Linear Model (GLM)*: Continua.

	STR [kg]			AO [m]			AV [m]			DD [m]		
	Estimate	A.S.E.	Sig.	Estimate	A.S.E.	Sig.	Estimate	A.S.E.	Sig.	Estimate	A.S.E.	Sig.
β_0	-	-	-	12.031	0.821	>0.001	-	-	-	59.391	4.072	>0.001
α_1	-53.215	476.284	0.913	-0.372	0.392	0.359	1.238	0.011	>0.001	-2.328	1.852	0.227
α_2	-86.700	472.303	0.857	0.000	-	-	1.235	0.009	>0.001	0.000	-	-
α_3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
β_1	137.341^(a)	35.540	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-
β_2	-	-	-	0.269	0.039	>0.001	-	-	-	1.486	0.186	>0.001
<i>DF</i>	(3, 17)			(3, 17)			(1, 19)			(3, 19)		
R^2	0.996			0.777			0.999			0.800		
<i>Sig.</i>	>0.001			>0.001			>0.001			>0.001		

(a) Coefficiente che moltiplica VT^2

Parametri di selettività delle principali specie catturate

Le prove di selettività sono state svolte nel periodo 30/08/2004 – 06/10/2004. Complessivamente sono state realizzate 48 cale con il metodo del coprisacco (*Covered codend method*), di cui 28 cale condotte con sacco tradizionale e 20 con sacco sperimentale (Tabella 6).

Lo studio è stato adeguatamente approfondito non solo per le tre specie bersaglio: *Merluccius merluccius* (Nasello o merluzzo), *Mullus barbatus* (Triglia di fango) e *Parapenaeus longirostris* (Gambero rosa), ma anche per un certo numero di specie, risultate abbondanti nelle catture. In particolare è stato possibile stimare tutti i parametri di selettività per le seguenti specie: *Arnoglossus laterna* (Zanchetta o suacia), *Illex coindettii* (Totano), *Pagellus erythrinus* (Pagello fragolino), *Trachurus mediterraneus* (Suro), *Trisopterus minutus capelanus* (Cappellano o busbana) e *Nephrops norvegicus* (Scampo).



Arnoglossus laterna (Zanchetta o suacia)

Per entrambi i sacchi le distribuzioni di frequenza normalizzate di *A. laterna* (Figura 32a) sono risultate comprese nel range 4.0-16.0 cm, e sono riferite a 11 individui catturati mediamente per cala dal sacco tradizionale (ML) e 33 individui catturati dal sacco sperimentale (MQ). In entrambi i sacchi, le distribuzioni di taglia hanno una moda di 9.5-10.0 cm. I rapporti di selezione sono risultati pari a 83.2% e 68.7%, rispettivamente per la maglia a losanga e per la maglia quadra, evidenziando un “indice di fuga” di circa 1.2 volte maggiore nel caso della maglia a losanga. L’interpolazione dei dati sperimentali del sacco a maglia a losanga (ML) ha ricavato per questa specie un $L_{50\%}$ pari a 8.30 cm, un intervallo di selezione (SR) di 1.18 cm ed un fattore di selezione (SF) pari a 2.15 (Tabella 14, Figura 32). Per il sacco a maglia quadra (MQ), le analisi hanno fornito i seguenti risultati: $L_{50\%}$ pari a 7.61 cm, SR di 0.77 cm, SF pari a 1.97 (Tabella 14, Figura 32). L’analisi comparativa dei parametri di selettività dei due sacchi, illustrata nel grafico $L_{50\%}$ -versus- SR di Figura 32c, permette di evidenziare che, sebbene vi sia stata una diminuzione sia della lunghezza di ritenuta che dell’intervallo di selezione, queste diminuzioni non sono significative in quanto le due ellissi, che rappresentano gli intervalli di confidenza di $L_{50\%}$ ed SR , si sovrappongono in entrambe le dimensioni.



Illex coindettii (Totano)

Il numero medio di esemplari catturati per ogni cala dalla rete armata con il sacco con maglia a losanga (ML) è stato di 152, di cui 136 nel sacco e 16 nel cover (Figura 33). L’intervallo di taglia del sacco è tra 3.0 – 22.5 cm, con una moda attorno a 10.0 cm. Il rapporto di selezione è fra i più bassi (10.5%), dimostrando una bassa capacità selettiva del sacco tradizionale verso questa specie.

Le catture del sacco a maglia quadra sono state mediamente inferiori (97 individui per cala) e mediamente nel cover era presente il 22.0% delle catture (27 individui per cala). Il confronto dei rapporti di selezione, a livello indicativo, suggeriscono che il sacco a maglia quadra si dimostra di oltre 2 volte più selettivo del sacco tradizionale. L’intervallo di taglia del sacco sperimentale è fra 4.5 – 18.0 cm, con una lunghezza modale di 11.0 cm. Osservando le distribuzioni di frequenza di Figura 33a si può notare che i due sacchi hanno un intervallo di taglie molto simile, mentre la curva del cover relativo al sacco a maglia quadra presenta una distribuzione bimodale con il secondo picco attorno ad 8.0 cm mancante nel sacco tradizionale (Figura 33a).

Per questa specie i parametri di selettività con maglia a losanga sono risultati i seguenti: $L_{50\%}$ di 4.90 cm, SR piuttosto ristretto e pari a 0.97 cm, fattore di selezione SF pari a 1.27 (Tabella 14, Figura 33). Per la maglia quadra le curve di selezione ottenute dalle singole cale replicate mostrano che per tutto l’intervallo di taglia, le percentuali di ritenuta sono molto variabili. Di conseguenza, le pendenze delle due curve medie ottenute sono poco accentuate e l’ellisse MQ, rappresentante gli intervalli di confidenza dell’ $L_{50\%}$ e dell’ SR (Figura 33c), è molto ampio. Ciononostante l’ $L_{50\%}$, pari a

8.38 cm, è risultato significativamente superiore al valore ottenuto con la maglia a losanga. Anche il fattore di selezione SF , pari a 2.17, è risultato essere aumentato significativamente del 71% rispetto a quello ottenuto con la maglia a losanga. Mentre l'intervallo di selezione SR , seppur maggiore (1.90 cm) non è risultato significativamente diverso (cfr. grafico $L_{50\%}$ -versus- SR , Figura 33c).



Merluccius merluccius (Nasello o merluzzo)

Per questa specie l'analisi esplorativa preliminare dei dati, di cui si riportano in dettaglio i risultati in Appendice D, ha riscontrato un'influenza significativa della zona di pesca, ovvero della profondità di campionamento, sui parametri di selettività. Questo fatto è probabilmente legato all'assenza degli esemplari di piccole dimensioni in alcune zone di pesca (S-C ed S-D). Per questo motivo sono state eseguite due diverse analisi statistiche, suddividendo le cale in due blocchi aventi differenti range batimetrici: 0-50 m (Zona S-C ed S-D) e 150-200 m (Zona S-E). Una descrizione più approfondita di queste zone è fornita nell'Appendice A.

Zona S-C ed S-D, range batimetrico 0-50 m. Per il sacco con maglia a losanga, le distribuzioni di taglia sono risultate comprese nel range 9.5 – 43 cm con una moda di 15 cm e riferita ad una media di 99 individui per cala (Figura 34a). Il sacco ritiene quasi totalmente gli individui anche più piccoli di questa specie (rapporto di selezione 0.2%, Tabella 14) ed infatti nel cover è risultato presente un solo nasello di 13 cm. Per questo motivo, non è stato possibile procedere con ulteriori analisi della selettività in grado di fornire risultati plausibili (cfr. Appendice D, Figura 67). Al contrario, il sacco a maglia quadra, ha riportato un rapporto di selezione normalizzato del 9.2%, dimostrando che anche in una zona con bassa percentuale di individui giovanili il sacco sperimentale ha comunque operato una certa selezione. In particolare, l'analisi dei dati ha determinato che gli esemplari sfuggiti mediamente alle maglie del sacco sono circa 8 per cala ed appartengono alle taglie nel range 8.5 – 16.5 cm con moda di 13.5 cm (Figura 34a). Come si evince dalla Figura 34a, l'intervallo di taglia delle catture del sacco a maglia quadra è risultato molto simile alla curva relativa al sacco tradizionale, con un range di 12.0 – 39.0 cm e moda di 16.0 cm. Mediamente sono stati catturati 79 individui per cala e cioè circa 20 individui in meno rispetto al sacco tradizionale, tuttavia più del 58% di questi è al di sotto della taglia minima di cattura (MLS = 20 cm, Reg. CE n. 1626/94). L'intervallo di selezione (SR) è risultato poco esteso, circa 1.42 cm (Tabella 14), determinando una pendenza molto netta delle due curve di selezione medie (Figura 34). Gli altri parametri di selettività sono risultati i seguenti: $L_{50\%}$ di 13.25 cm e fattore di selezione SF di 3.43 (Tabella 14). La determinazione dei parametri di selettività si è basata sull'analisi di sole 5 cale valide (Figura 77). Per questo motivo la Figura 34c mostra un'ellisse, che sottintende il 95% dei valori di $L_{50\%}$ -versus- SR , molto ampia. Questo fatto evidenzia che con solo 5 cale, la determinazione dei parametri di selettività può essere molto imprecisa e potrebbe compromettere una valutazione comparativa dei risultati.

Zona S-E, range batimetrico 150-200 m. Questa zona si localizza nell'area delle "Fosse" di Pomo (Appendice A). L'area è estremamente importante dal punto di vista ecologico poiché rappresenta una vera e propria area di nursery per una delle più importanti specie commerciali adriatiche come il nasello. In tutte le cale effettuate in questa zona sono stati catturati individui di questa specie, tuttavia l'analisi esplorativa preliminare dei dati sperimentali, di cui si riportano in dettaglio i risultati in Appendice D (Figura 68 e Figura 78), ha evidenziato che alcune cale non fornivano risultati consistenti per procedere con un'ulteriore analisi della selettività e sono state scartate.

Si sono avute catture abbondanti con entrambi i sacchi provati, mediamente le catture maggiori 254 esemplari per cala sono stati catturati con il sacco tradizionale (ML), mentre il sacco a maglia quadra ha catturato 131 individui (Figura 35a). Le perdite derivanti dall'uso della maglia quadra sono state sostanziali e pari a 123 esemplari in meno per cala, tuttavia oltre il 96% delle perdite si sono attestate al di sotto della taglia minima di cattura (MLS = 20 cm, Reg. CE n. 1626/94).

Nel complesso l'intervallo di taglia delle catture è risultato compreso tra 5.0 – 64.0 cm (ML) e 7.0 – 51.5 cm (MQ), con la maggior parte degli esemplari aventi taglia minore di 31.0 cm. I rapporti di

selezione normalizzati sono risultati del 5.9% e del 60.6%, rispettivamente per la maglia a losanga e per la maglia quadra. Tali rapporti suggeriscono, a livello indicativo, che vi sono differenze sostanziali fra le due tipologie di armamento. Dalle stime dei parametri di selettività basate sui dati sperimentali di ritenzione e calcolate per singola cala, si evidenzia una differenza significativa per la taglia di ritenzione al 50%, che per la maglia a losanga (ML) è risultata pari a 8.26 cm e per la maglia quadra (MQ) pari a 14.17 cm (Tabella 14, Figura 35). Anche per quanto riguarda l'intervallo di selezione, l'*SR* della maglia quadra è risultato più elevato (3.64 cm), determinando una pendenza della curva meno accentuata di quella relativa alla maglia a losanga, il cui *SR* è risultato pari a 1.74 cm (Tabella 14). Tuttavia in questo caso l'analisi statistica non ha evidenziato una differenza significativa (Figura 35c). E' comunque da tener presente che l'analisi della selettività sia della maglia a losanga che della maglia quadra è basata su sole 5 cale valide per parte (cfr. Figura 68, Figura 78) e come per il range batimetrico 10-60 m, forse con un numero maggiore di cale valide, si sarebbe potuto avere una determinazione dei parametri di selettività in maniera più rigorosa ed evidenziare, anche per l'intervallo di selezione, una differenza significativa.



Mullus barbatus (Triglia di fango)

La scelta del momento e del luogo di campionamento è risultato molto importante soprattutto per questa specie che presenta accrescimenti veloci e che viene pescata molto precocemente. Il periodo di campionamento è stato scelto in modo da poter avere l'intervallo delle taglie presenti nella popolazione, tale da interessare l'intervallo di selezione, non compromettendo la possibilità di ottenere una buona stima dei parametri di selettività. Delle 28 cale effettuate con il sacco a maglia a losanga (ML) non tutte sono stati utilizzate nell'analisi della selettività. In particolare, molte cale sono state escluse a causa della scarsità o mancanza di esemplari nelle catture (Figura 69). Per quanto riguarda la maglia quadra (MQ), delle 20 cale effettuate, 10 cale hanno fornito materiale sufficiente all'analisi della selettività (Figura 79). In entrambi i sacchi i risultati migliori sono stati ottenuti nei campionamenti condotti nello strato batimetrico 10-60 m (zone S-C ed S-D). Le distribuzioni sono risultate comprese nel range 4.0 – 18.0 cm (moda 10 cm) e 6.5 – 19.0 cm (moda 11 cm), rispettivamente con maglia a losanga e con maglia quadra, e sono riferite a 3217 individui (ML) e 1136 individui (MQ) catturati mediamente per cala (Figura 36a). Il rapporto di selezione passa dal 10.7% per la maglia a losanga al 53.1% per la maglia quadra, evidenziando una migliore capacità selettiva di quest'ultima nei confronti di questa specie con perdite anche cospicue del numero di esemplari. In particolare si sono persi circa 2081 esemplari per cala, tuttavia oltre il 57% delle perdite si sono avute al di sotto della taglia minima di cattura ($MLS = 11$ cm, Reg. CE n. 1626/94). Il valore $L_{50\%}$ ed *SF*, stimati per la maglia a losanga (ML), sono risultati significativamente differenti da quelli ottenuti con la maglia quadra (MQ). Da un $L_{50\%}$ di 7.76 cm (ML), con fattore di selezione (*SF*) di 2.00 ed intervallo di selezione (*SR*) di 1.86 cm, si è passati a 10.91 cm (MQ), con *SF* di 2.83 ed *SR* di 1.43 cm (Tabella 14, Figura 36).



Pagellus erythrinus (Pagello fragolino)

Le distribuzioni di frequenza normalizzate di *P. erythrinus* (Figura 37) sono risultate comprese nel range 4.0-17.5 cm (ML) con cattura media di 170 individui per il sacco tradizionale (ML) e 4.5-20.5 cm con cattura media di 28 individui per il sacco sperimentale (MQ). Dal confronto delle strutture in taglie, sono emerse sostanziali differenze per quanto riguarda le taglie inferiori a 11 cm (Figura 37a). Le perdite derivanti dall'utilizzo del sacco sperimentale, seppur sostanziali e pari ad una media di 142 individui per cala, si sono quasi completamente concentrate (96%) per le taglie inferiori a 12 cm e quindi al di sotto della taglia minima specificata dal Reg. CE n. 1626/94, che vieta per questa specie la cattura di animali inferiori a 12 cm.

Con il 71.1% degli individui rilasciati, la maglia a losanga ha riportato il suo miglior rapporto di selezione. Tuttavia l'89.8% ottenuto dalla maglia quadra mette in luce una migliore e quasi totale capacità selettiva del sacco sperimentale. Fra tutte le cale effettuate con il sacco tradizionale 7 sono state incluse nell'analisi dei parametri di selettività (Figura 70). Mentre del sacco sperimentale solo 5 sono state analizzate (Figura 80). I parametri di selettività, riportati in Tabella 14 e Figura 37, indicano per la maglia a losanga un $L_{50\%}$ pari a 7.56 cm, un SR pari a 2.43 ed un SF di 1.95. Per questa specie, la sperimentazione della maglia quadra ha incrementato, anche se non significativamente (Figura 37c), il valore della lunghezza di ritenuta al 50% che è risultato pari a 9.67 cm, con corrispondente SF di 2.50. Al contrario, osservando gli ellissi del grafico $L_{50\%}$ -versus- SR (Figura 37c), si può notare che vi è stata una differenza significativa dell'intervallo di selezione che è diminuito per la maglia quadra a 1.36 cm.



Parapenaeus longirostris (Gambero rosa)

Per questa specie i dati analizzati sono riferiti alla sola zona S-E. Le cale ritenute idonee ad essere inserite nell'analisi finale dei parametri di selettività sono state 5 per il sacco con maglia a losanga e 7 per il sacco a maglia quadra (Figura 71 e Figura 81).

Per ogni cala i due sacchi hanno catturato mediamente 46 individui (ML) e 73 (MQ). Il sacco sperimentale ha avuto un numero di animali nel cover di oltre 7 volte superiore rispetto al sacco tradizionale. Questo ha causato un differente rapporto di selezione: 23.5% per il sacco con maglia a losanga e 58.5% per il sacco a maglia quadra. Per entrambi i sacchi la struttura in taglie degli esemplari catturati in questa zona è risultata molto simile (Figura 38a), in particolare si evidenziano 3 picchi ben distinti ed una distribuzione compresa tra 0.9 – 3.5 cm per la maglia a losanga ed 1.0 – 4.0 cm per la maglia quadra. La selezione dei due sacchi ha praticamente interessato lo stesso intervallo di taglie determinando lo stesso intervallo di selezione (Tabella 14, SR : 0.24 cm ML; 0.26 cm MQ). Per quanto riguarda la taglia di ritenuta al 50%, la maglia quadra è risultata più selettiva ($L_{50\%}=1.49$ cm, $SF=0.39$) contro l' $L_{50\%}$ di 1.20 cm e SF di 0.31 della maglia a losanga (Tabella 14). Anche in questo caso, l'analisi statistica non ha evidenziato una differenza significativa nei valori di $L_{50\%}$ (Figura 38c). Tuttavia, osservando l'estensione dell'ellisse ML si potrebbe dire che con un numero maggiore di cale valide si sarebbe potuto restringere l'estensione dell'intervallo di confidenza al 95% ed evidenziare una differenza significativa nella taglia di ritenzione al 50%.



Trachurus mediterraneus (Suro)

I 298 individui, catturati mediamente dal sacco tradizionale (ML) nel corso delle due campagne di selettività (Tabella 6), hanno presentato taglie comprese tra 5.5 – 31.5 cm con moda di 10.0 cm. Mentre con soli 14 individui le taglie del sacco sperimentale (MQ) sono comprese tra 5.5 – 25.0 cm con moda di 8.5 cm (Figura 39a). I rapporti di selezione sono stati 53.8% (ML) e 93.7% (MQ), quest'ultimo dimostra quindi una capacità selettiva quasi totale nei confronti di questa specie.

Le perdite significative (Tabella 16: zona S-C) riportate dal sacco MQ, pari a 284 individui in meno per cala, sono comunque limitate quasi completamente (98%) a catture al di sotto della taglia minima imposta dal Reg. CE n. 1626/94, che preclude per questa specie la cattura di animali al di sotto di 12 cm. Le cale valide per l'analisi dei parametri di selettività sono state 10 per il sacco tradizionale e 7 per il sacco sperimentale (Figura 72, Figura 82). Come si può notare dalla Figura 39b, i dati sperimentali della maglia a losanga si adattano molto bene alle singole curve delle cale replicate ed alle curve medie. In particolare, la taglia di ritenzione al 50% è risultata di 9.71 cm con un intervallo di selezione (SR) di 2.75 cm. In base all' $L_{50\%}$ ottenuto è stato possibile calcolare il corrispondente fattore di selezione, che è risultato pari a 2.51 (Tabella 14). Per la maglia quadra è stato possibile stimare un'ogiva di selezione media (Tabella 14, Figura 39b), tuttavia, a causa dello scarso numero di esemplari presenti nel sacco (14 individui), le percentuali di ritenuta per taglia hanno presentato una certa variabilità, causando un intervallo di confidenza molto ampio sia per SR

che per $L_{50\%}$ (Figura 39c). La taglia di ritenuta al 50%, è risultata maggiore e pari a 13.12 cm e corrispondente SF di 3.40, al contrario l'intervallo di selezione è leggermente diminuito a 2.43 cm (Tabella 14). Dal confronto dei parametri di selettività ottenuti risulta evidente che, l'applicazione della maglia quadra, ha significativamente aumentato la taglia di ritenuta al 50%. Mentre l'analisi statistica non ha evidenziato un effetto significativo sul valore del parametro SR , nonostante questo abbia subito una lieve diminuzione (Figura 39c).



Trisopterus minutus capelanus (Cappellano o busbana)

Il sacco tradizionale (ML) ha catturato mediamente 34 individui per cala (Figura 40a) con taglie comprese tra 6.0 – 22.0 cm ed una moda pari a 10.0 cm. Il sacco a maglia quadra presenta una cattura media di 24 individui per cala (Figura 40a). La distribuzione di taglie del sacco sperimentale è completamente diversa, in particolare la moda risulta maggiore del sacco tradizionale e pari a 12.5 cm con un range di taglie tra 7.5 – 22.5 cm.

I rapporti di selezione sono risultati del 23.2% e del 71.6%, rispettivamente con maglia a losanga e quadra, evidenziando un “indice di fuga” di oltre 3 volte maggiore con la maglia quadra.

Per la maglia a losanga, a causa della variabilità delle percentuali di ritenuta per taglia e dell'analisi basata soltanto su 5 cale valide (Figura 73), vi è stata un'alta variabilità nella stima dei valori sia di SR che di $L_{50\%}$ (Figura 40c). La taglia di ritenzione al 50% della maglia a losanga è risultata di 8.11 cm e corrispondente SF di 2.10, mentre l'intervallo di selezione risulta di 2.07 cm (Tabella 14).

Per quanto riguarda la stima dei parametri di selettività della maglia quadra, le cale analizzate sono state 7 (Appendice D, Figura 83). Come si evince dalla Figura 40c, sia per la minore variabilità delle percentuali di ritenuta per taglia, sia per l'analisi basata su un maggior numero di cale, la variabilità dell' SR e dell' $L_{50\%}$ risulta approssimativamente dimezzata. I parametri di selettività ottenuti con questo sacco indicano rispetto al sacco tradizionale, un aumento significativo dell' $L_{50\%}$, che è risultato pari a 11.26 cm e di conseguenza anche del SF , pari a 2.92 (Tabella 14). Al contrario, l'intervallo di selezione è risultato piuttosto ristretto e diminuito a 1.65 cm, ma non significativamente diverso dal sacco tradizionale (Figura 40c).



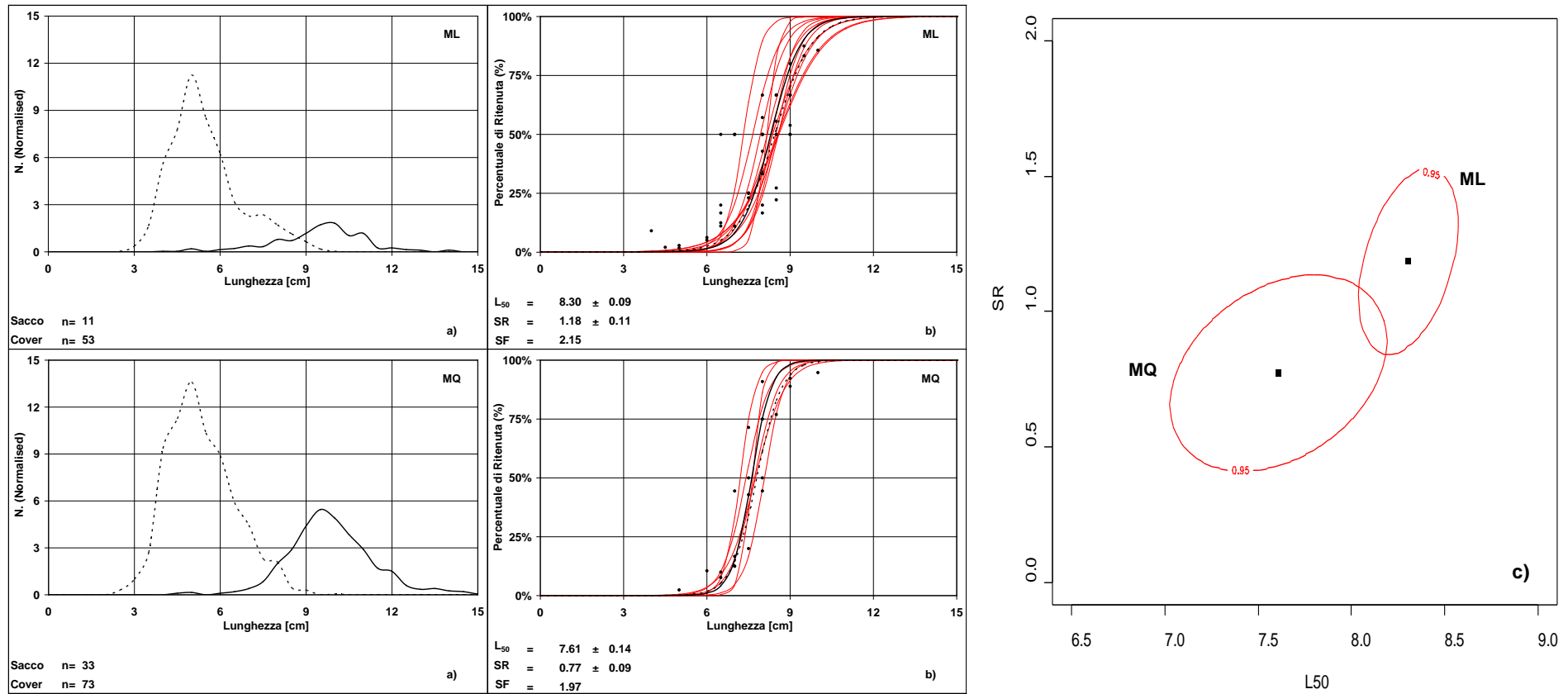
Nephrops norvegicus (Scampo)

Le cale analizzate sono state effettuate nell'area delle “Fosse” di Pomo (Appendice A: Zona S-E). Come per il nasello l'area rappresenta una vera e propria nursery per questa specie. L'analisi esplorativa preliminare dei dati sperimentali (Appendice D: Figura 74, Figura 84), ha evidenziato che soltanto 3 cale per il sacco tradizionale e 6 cale per il sacco sperimentale fornivano risultati consistenti per procedere con l'analisi della selettività.

Mediamente le catture maggiori si sono avute con il sacco sperimentale (233 individui per cala), mentre il sacco tradizionale ha catturato 187 individui (Figura 41a). Questo aumento è causato da catture tendenzialmente maggiori con la maglia quadra e pari a 54 individui in più per cala al di sopra della taglia minima regolamentare (MLS = 2 cm di cefalotorace, Reg. CE n. 1626/94), ma di 7 individui in meno al di sotto della taglia minima. Nel complesso l'intervallo di taglia delle catture è risultato compreso tra 1.1 – 5.5 cm (ML) e 1.2 – 5.2 cm (MQ) di lunghezza del cefalotorace. I rapporti di selezione normalizzati sono stati del 3.6% e del 17.8%, rispettivamente per la maglia a losanga e per la maglia quadra. Tali rapporti suggeriscono, a livello indicativo, che vi è stato un “indice di fuga” di quasi 5 volte maggiore con la maglia quadra.

La taglia di ritenzione al 50% per la maglia a losanga è risultata pari a 1.46 cm con SF di 0.38 e a 1.91 cm con SF di 0.49 per la maglia quadra (Figura 41). Al contrario l'intervallo di selezione della maglia quadra è risultato più elevato (0.37 cm), determinando una pendenza della curva meno accentuata di quella relativa alla maglia a losanga, il cui SR è risultato pari a 0.28 cm (Figura 41b).

A causa del basso numero di cale effettuate con il sacco tradizionale, non è stato possibile effettuare un test statistico attendibile che potesse valutare la differenza fra i due sacchi (Figura 41c).



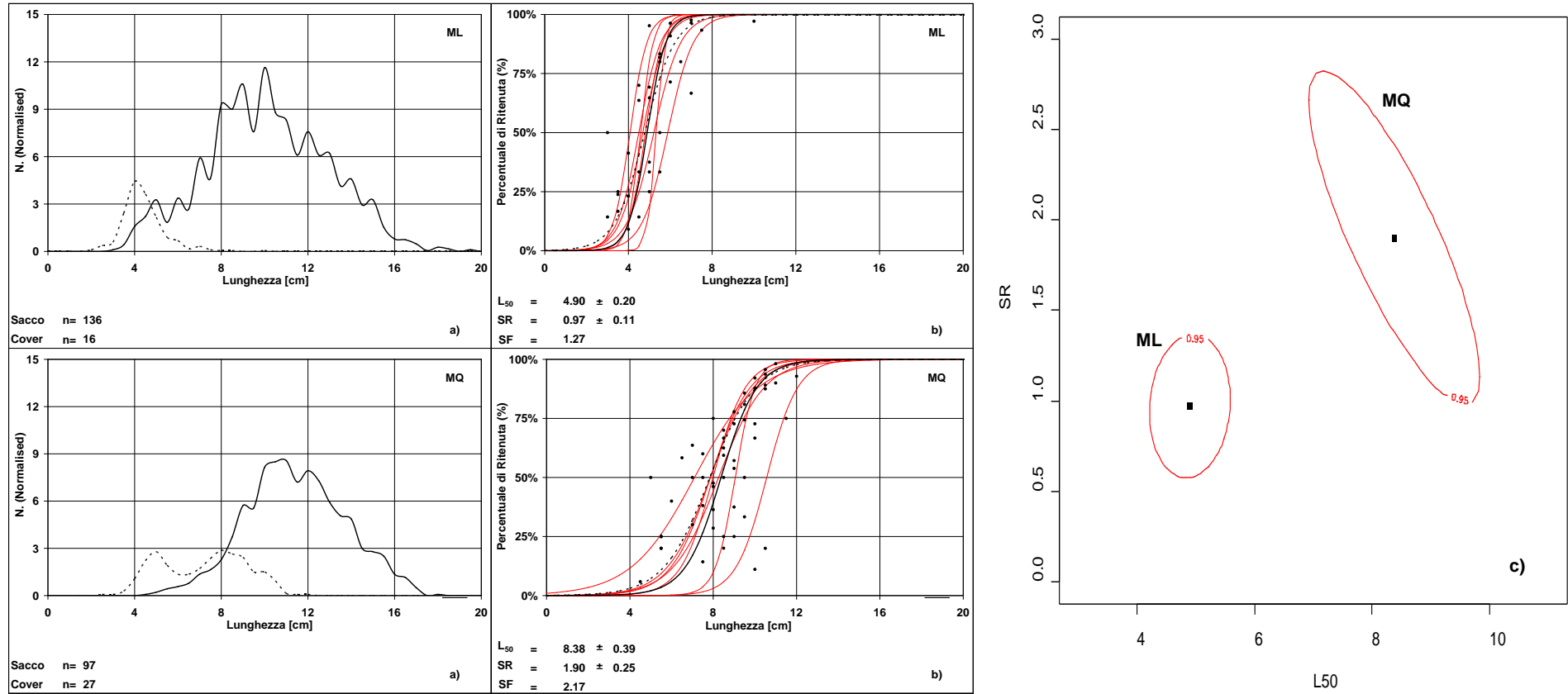


Figura 33 – *Illex coindettii* (Zona S-D, S-E). **a)** Distribuzione di taglia normalizzata delle catture ottenute mediamente per cala nel cover (---) e nel sacco (—) con maglia a losanga (ML) e con maglia quadra (MQ); **b)** dati sperimentali (●), curve di selettività delle singole cale replicate (—), curve medie ottenute in accordo con Fryer (—) e basate sull'analisi dei dati combinati (---); **c)** $L_{50\%}$ versus SR , gli ellissi sono stati calcolati in base alla varianza dei parametri stimati e rappresentano graficamente gli intervalli di confidenza sia di $L_{50\%}$ che di SR .

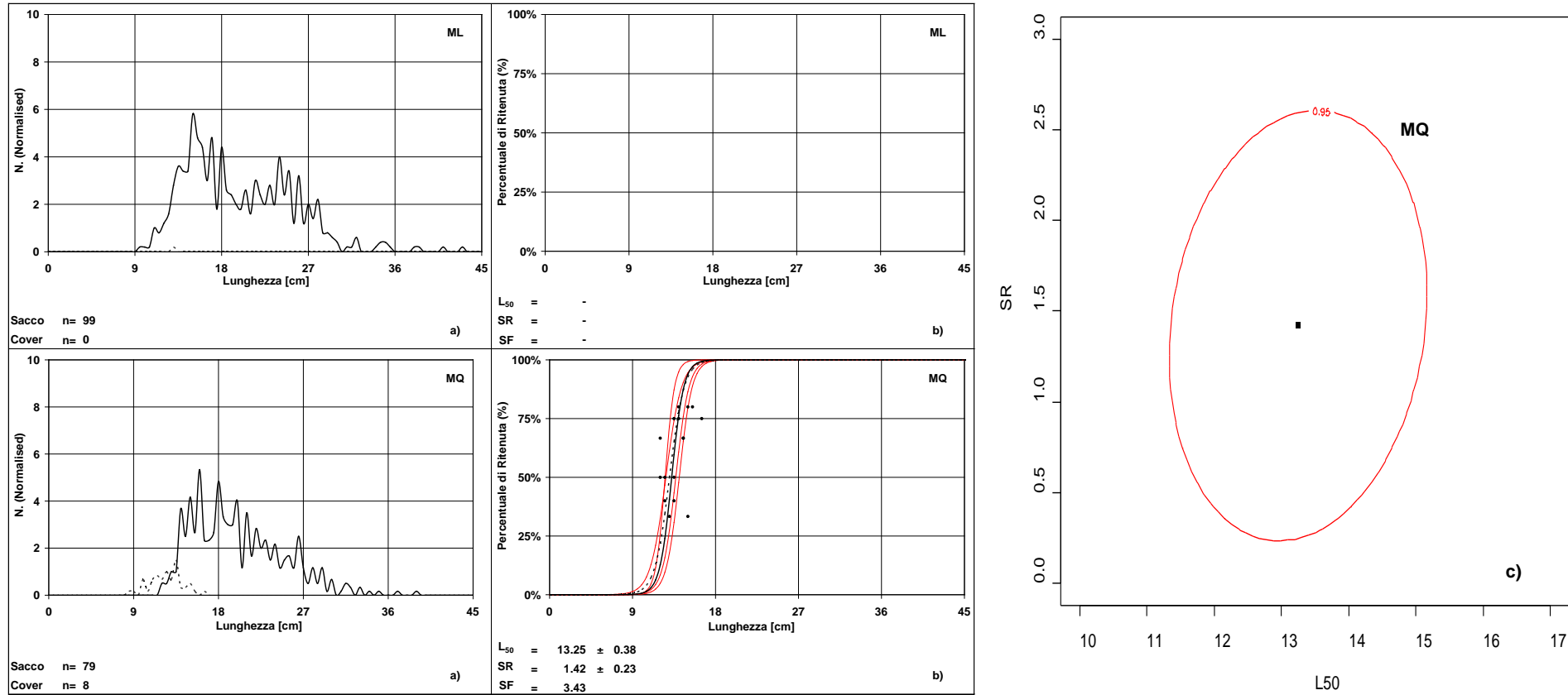
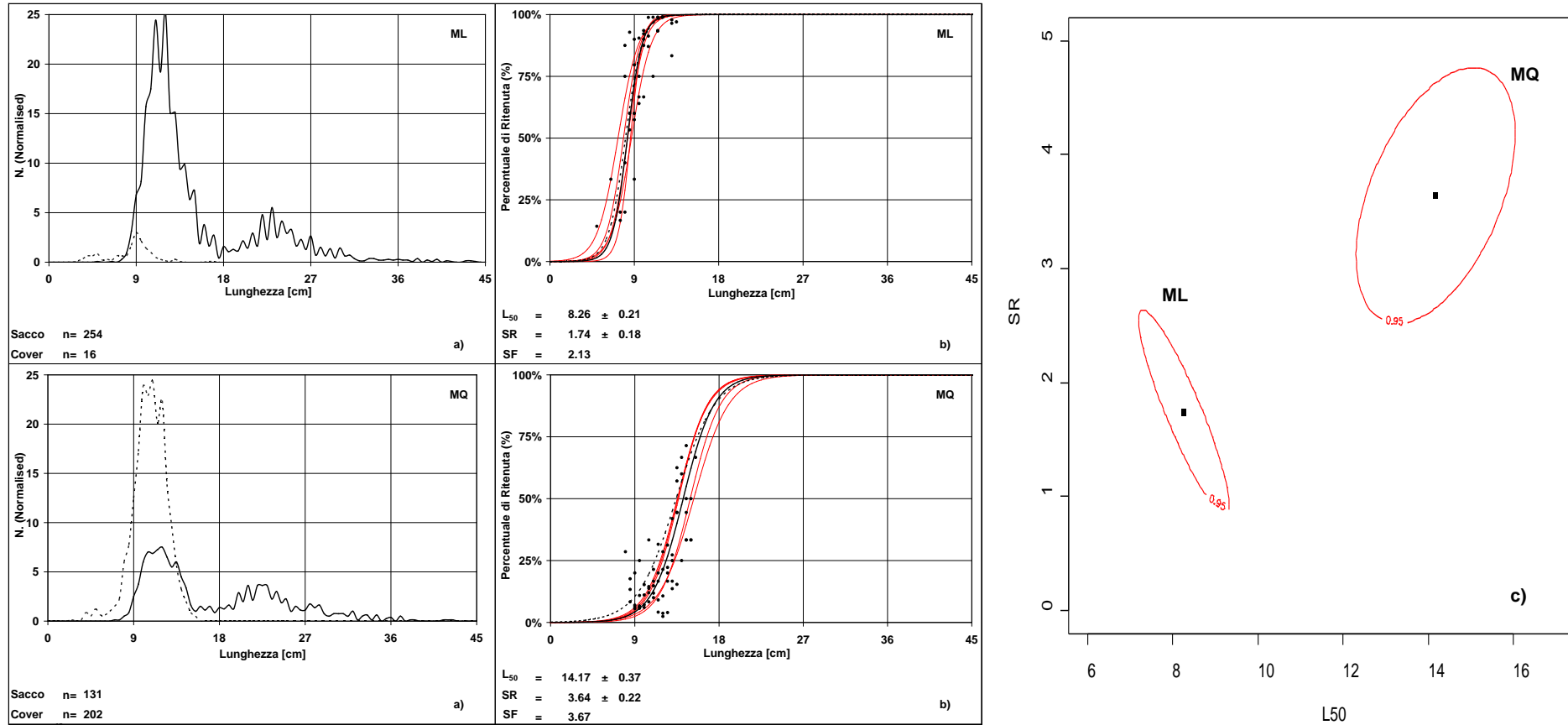
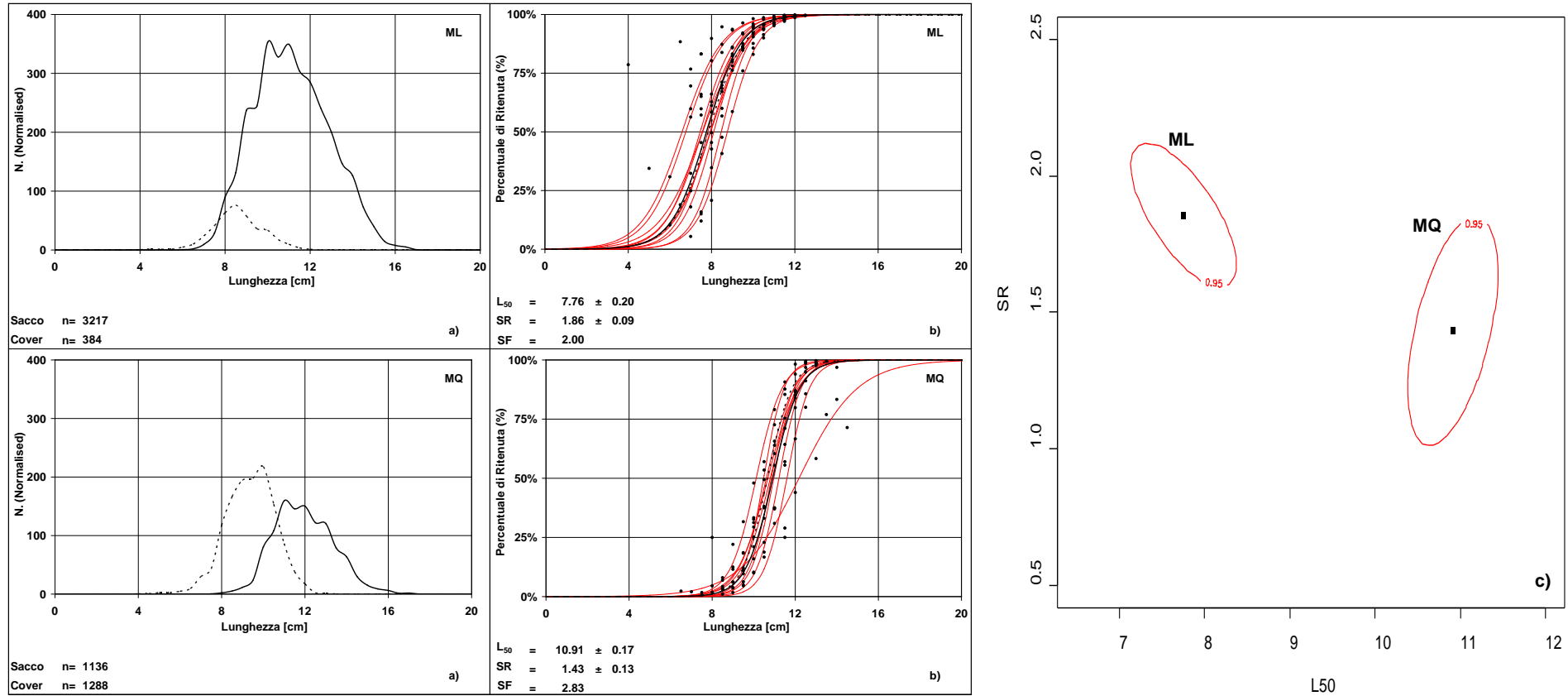


Figura 34 – *Merluccius merluccius* (Range batimetrico 0-50 m: Zona S-D). **a)** Distribuzione di taglia normalizzata delle catture ottenute mediamente per cala nel cover (---) e nel sacco (—) con maglia a losanga (ML) e con maglia quadra (MQ); **b)** dati sperimentali (●), curve di selettività delle singole cale replicate (—), curve medie ottenute in accordo con Fryer (—) e basate sull'analisi dei dati combinati (---); **c)** $L_{50\%}$ versus SR , gli ellissi sono stati calcolati in base alla varianza dei parametri stimati e rappresentano graficamente gli intervalli di confidenza sia di $L_{50\%}$ che di SR .





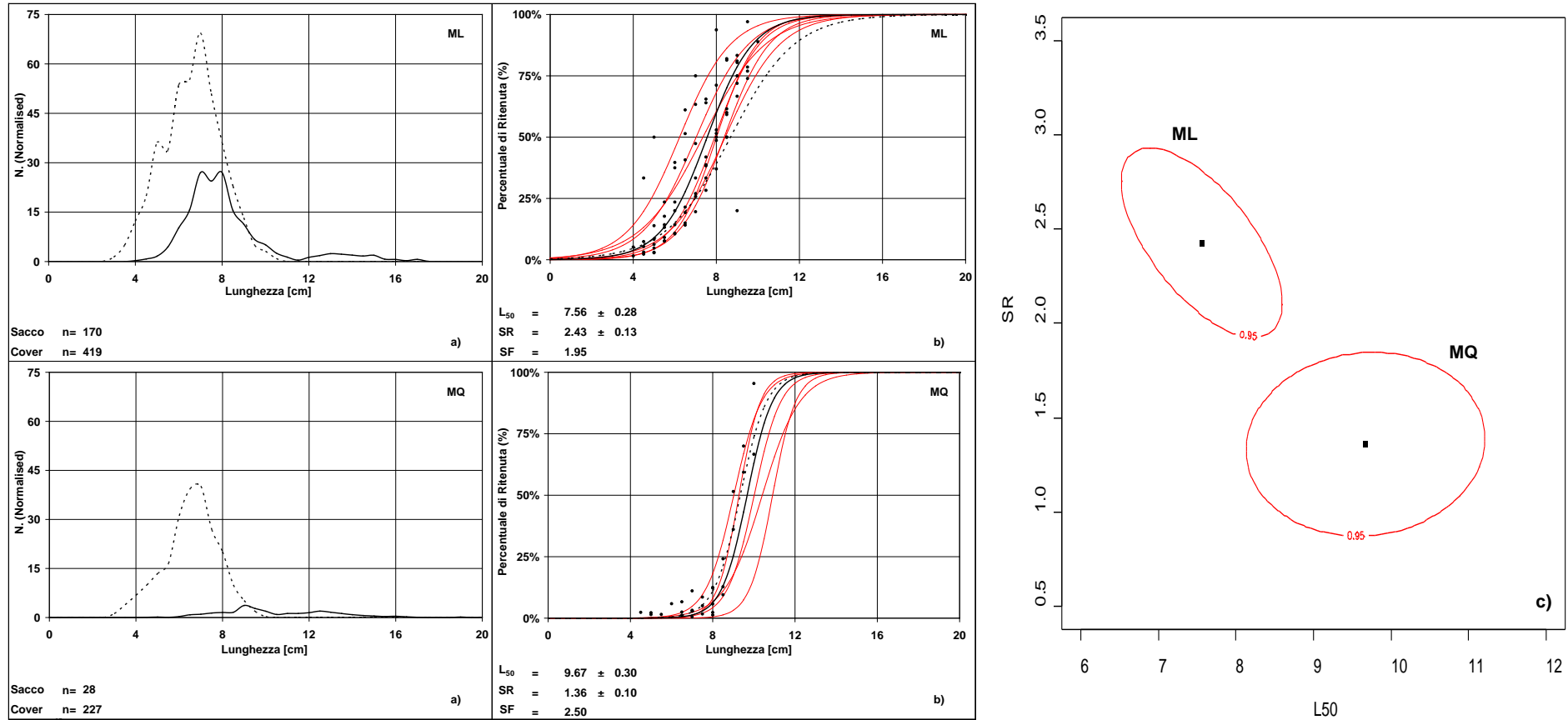


Figura 37 – *Pagellus erythrinus* (Zona S-C, S-D). **a)** Distribuzione di taglia normalizzata delle catture ottenute mediamente per cala nel cover (---) e nel sacco (—) con maglia a losanga (ML) e con maglia quadra (MQ); **b)** dati sperimentali (●), curve di selettività delle singole cale replicate (—), curve medie ottenute in accordo con Fryer (—) e basate sull'analisi dei dati combinati (---); **c)** $L_{50\%}$ versus SR, gli ellissi sono stati calcolati in base alla varianza dei parametri stimati e rappresentano graficamente gli intervalli di confidenza sia di $L_{50\%}$ che di SR.

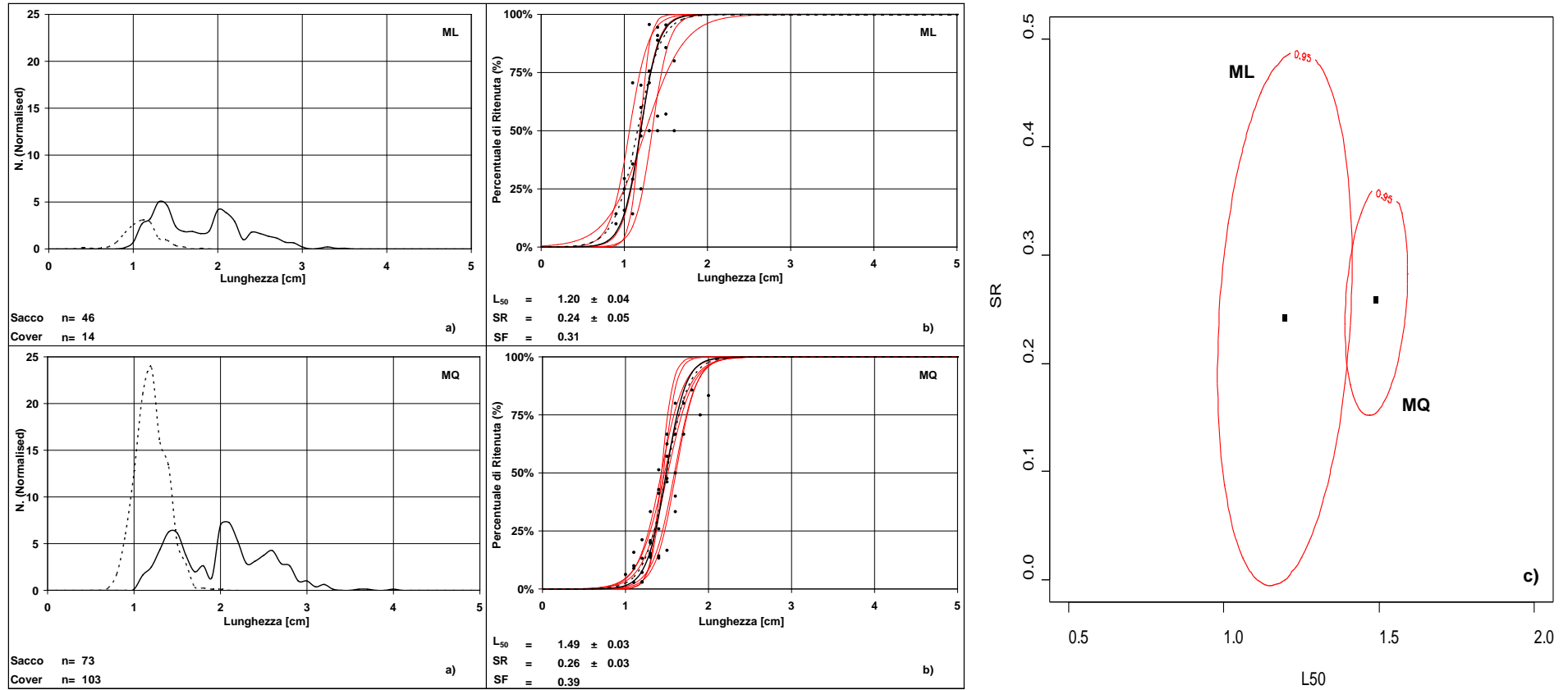


Figura 38 – *Parapaeneus longirostris* (Zona S-E). **a)** Distribuzione di taglia normalizzata delle catture ottenute mediamente per cala nel cover (---) e nel sacco (—) con maglia a losanga (ML) e con maglia quadra (MQ); **b)** dati sperimentali (●), curve di selettività delle singole cale replicate (—), curve medie ottenute in accordo con Fryer (—) e basate sull'analisi dei dati combinati (---); **c)** $L_{50\%}$ versus SR, gli ellissi sono stati calcolati in base alla varianza dei parametri stimati e rappresentano graficamente gli intervalli di confidenza sia di $L_{50\%}$ che di SR.

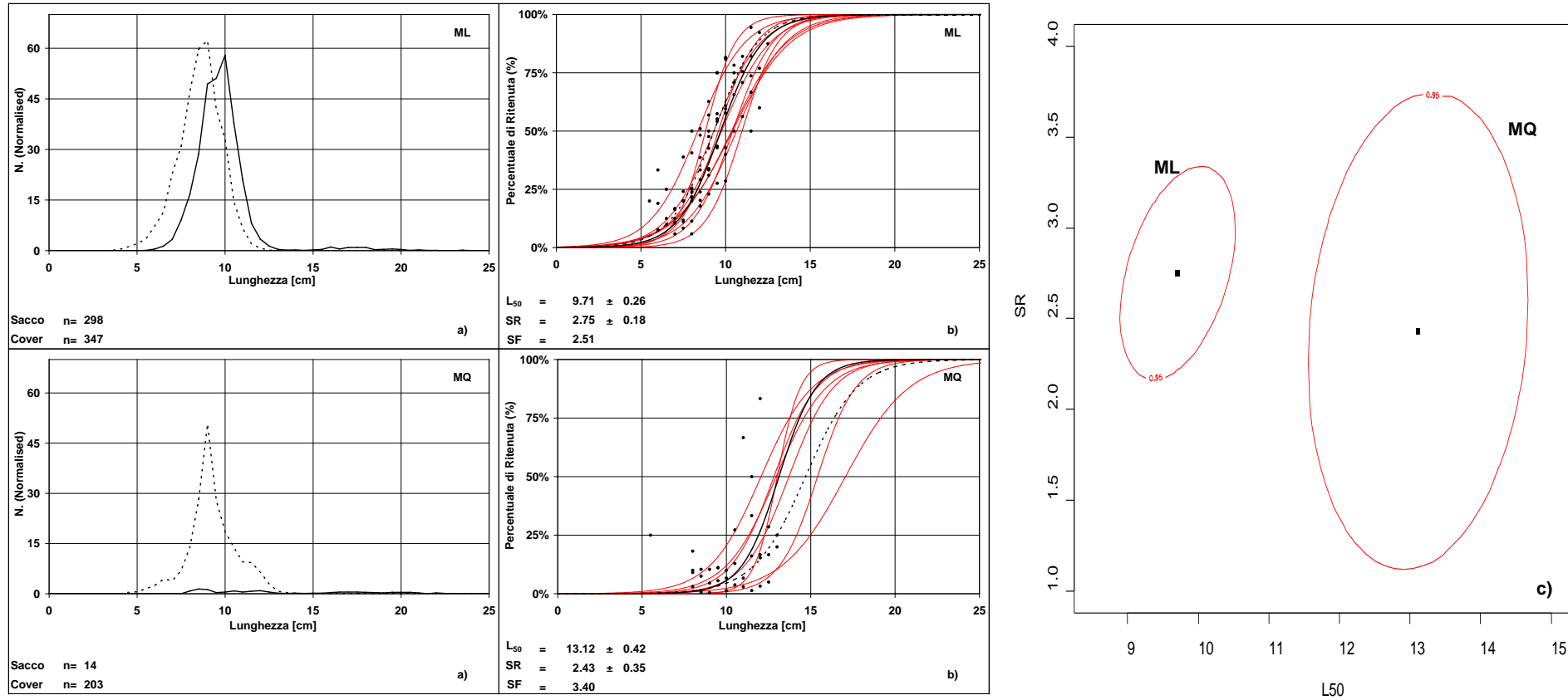


Figura 39 – *Trachurus mediterraneus* (Zona S-C, S-D). **a)** Distribuzione di taglia normalizzata delle catture ottenute mediamente per cala nel cover (---) e nel sacco (—) con maglia a losanga (ML) e con maglia quadra (MQ); **b)** dati sperimentali (●), curve di selettività delle singole cale replicate (—), curve medie ottenute in accordo con Fryer (—) e basate sull'analisi dei dati combinati (---); **c)** $L_{50\%}$ versus SR , gli ellissi sono stati calcolati in base alla varianza dei parametri stimati e rappresentano graficamente gli intervalli di confidenza sia di $L_{50\%}$ che di SR .

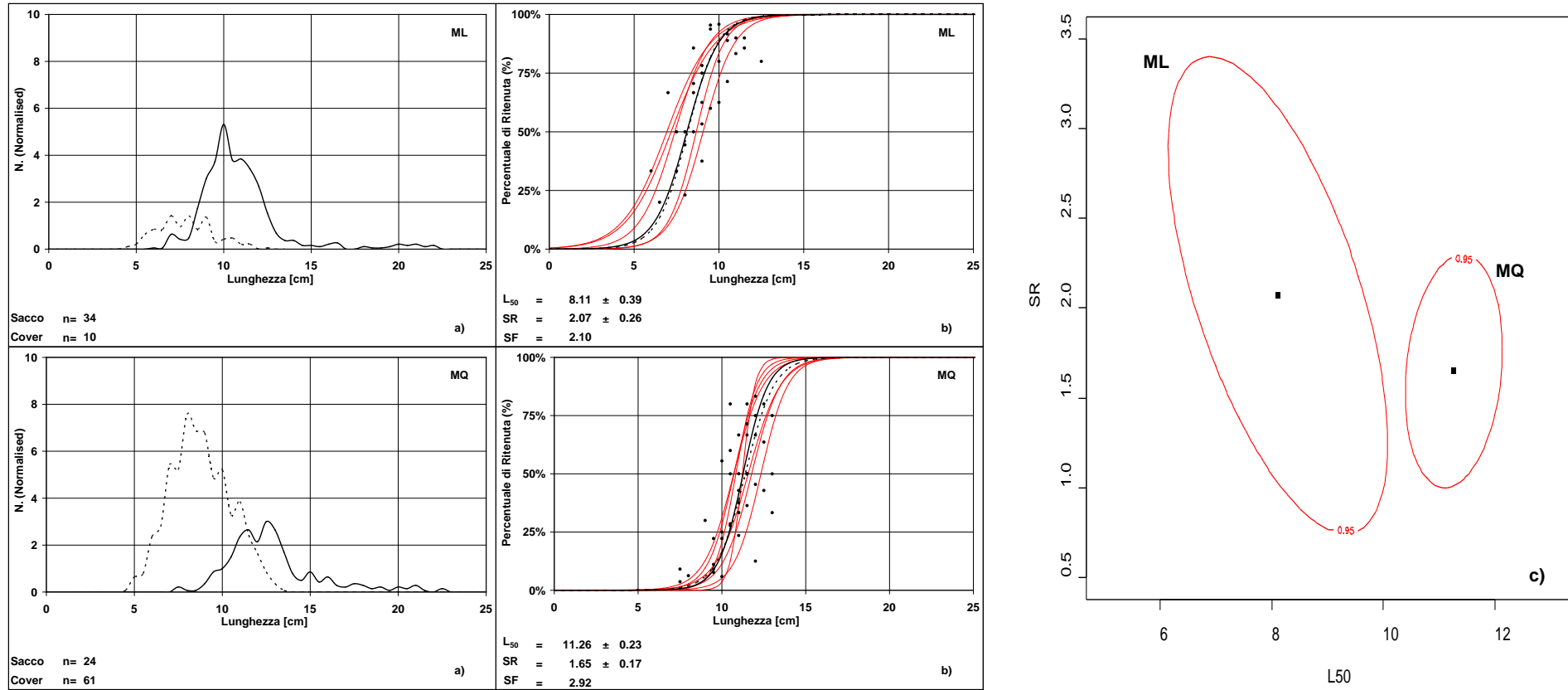


Figura 40 – *Trisopterus minutus capelanus* (Zona S-D, S-E). **a)** Distribuzione di taglia normalizzata delle catture ottenute mediamente per cala nel cover (---) e nel sacco (—) con maglia a losanga (ML) e con maglia quadra (MQ); **b)** dati sperimentali (●), curve di selettività delle singole cale replicate (—), curve medie ottenute in accordo con Fryer (—) e basate sull'analisi dei dati combinati (---); **c)** $L_{50\%}$ versus SR , gli ellissi sono stati calcolati in base alla varianza dei parametri stimati e rappresentano graficamente gli intervalli di confidenza sia di $L_{50\%}$ che di SR .

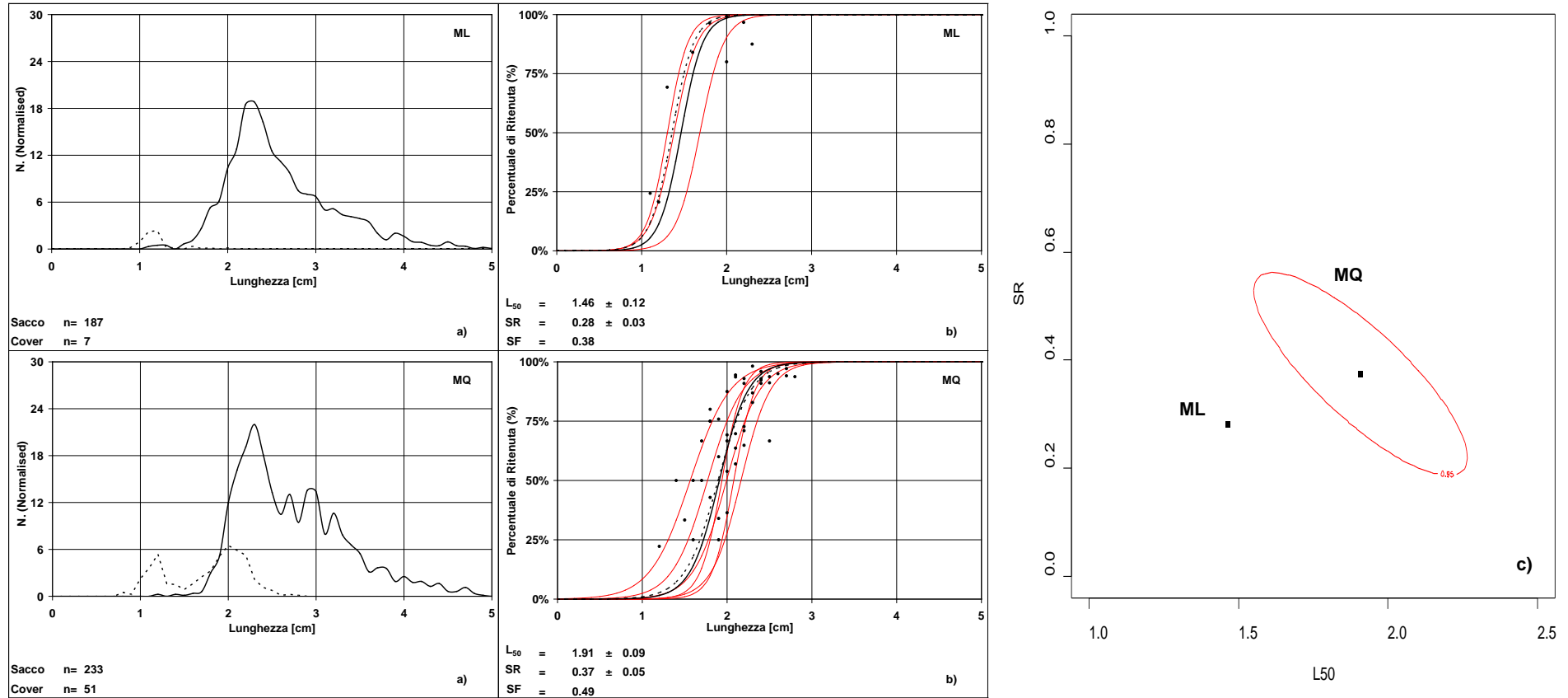


Figura 41 – *Nephrops norvegicus* (Zona S-E). **a)** Distribuzione di taglia normalizzata delle catture ottenute mediamente per cala nel cover (---) e nel sacco (—) con maglia a losanga (ML) e con maglia quadra (MQ); **b)** dati sperimentali (●), curve di selettività delle singole cale replicate (—), curve medie ottenute in accordo con Fryer (—) e basate sull'analisi dei dati combinati (---); **c)** $L_{50\%}$ versus SR, gli ellissi sono stati calcolati in base alla varianza dei parametri stimati e rappresentano graficamente gli intervalli di confidenza sia di $L_{50\%}$ che di SR.

Influenza di alcune variabili esplicative (fixed effects) sui parametri di selettività

Oltre alla configurazione della maglia (maglia quadra o a losanga), un certo numero di variabili esplicative di cui si è previsto l'effetto sulla variazione dei parametri di selettività $L_{50\%}$ ed SR nelle cale replicate (*between-haul variation*), sono state analizzate durante questo studio.

Poiché è stato dimostrato che la dimensione totale della cattura nel sacco può significativamente influenzare la selettività condizionando la fuga di alcune specie attraverso le maglie del sacco (Suuronen *et al.*, 1991; Madsen and Moth-Poulsen, 1994; O'Neill and Kynoch, 1996; Madsen *et al.*, 1998), sono stati investigati gli effetti di questa variabile sull' $L_{50\%}$ ed SR .

Gli effetti della profondità di campionamento sono stati anch'essi analizzati, poiché la distribuzione di taglia e la composizione delle specie sono profondità dipendenti (Campos *et al.*, 2003). Inoltre, anche la durata della cala è stata aggiunta come possibile variabile esplicativa.

Di tutte queste variabili, è stato trovato che, solo per *Mullus barbatus* (triglia di fango), la dimensione della cattura nel sacco ha avuto un ruolo significativo nella variazione dei parametri di selettività nelle cale replicate, influenzando negativamente $L_{50\%}$ (Tabella 15).

Il modello di Fryer (1991) è stato utilizzato per investigare la variazione fra le cale dei parametri logistici, v_1 e v_2 , ovvero dei parametri $L_{50\%}$ ed SR , e la loro dipendenza dalle variabili esplicative: configurazione della maglia (m_i), profondità di campionamento (p_i) e dimensione totale della cattura nel sacco (c_i). Per *M. barbatus* il miglior modello, basato sul più basso valore di AIC (*Akaike's Information Criterion*) è stato:

$$E\left(\begin{matrix} L_{50\%} \\ SR \end{matrix}\right) = \begin{pmatrix} \alpha_1 + \alpha_3 m_i + \alpha_5 c_i \\ \alpha_2 + \alpha_4 m_i \end{pmatrix}$$

I valori dei parametri *alpha* sono riportati in Tabella 15 insieme agli errori standard e i *t-values*, i quali danno un'idea dell'importanza di ogni variabile nel modello. I risultati ottenuti evidenziano che l'intervallo di ritenuta (SR) diminuisce con l'introduzione della maglia quadra ($\alpha_4 = -0.522$), mentre la lunghezza di ritenuta al 50% viene positivamente influenzata dalla maglia quadra ($\alpha_3 = 2.864$). La dimensione della cattura nel sacco ha un effetto molto ridotto ma comunque significativo sull' $L_{50\%}$ mostrando di influenzare negativamente la fuga di questa specie. Questa relazione fra $L_{50\%}$ e cattura del sacco è mostrata graficamente in Figura 42. Un incremento di 100 kg nella cattura causa una diminuzione di circa 63 mm nell' $L_{50\%}$ sia nel sacco a maglia quadra che nel sacco tradizionale.

Tabella 15 – Parametri stimati (*Estimate*) per *Mullus barbatus* (triglia di fango) secondo il modello di Fryer (1991). In tabella, oltre alla stima di alcune variabili esplicative analizzate, vengono riportati l'Errore standard (*S.E.*), i gradi di libertà (*dof*), il *t-value* ed il *p-value* (* 0.01 < Sig. < 0.05; ** Sig. < 0.01).

	<i>Estimate</i>	<i>S.E.</i>	<i>t-Value</i>	<i>dof</i>	<i>p-Value</i>
α_1 (L_{50} , Constant)	8.342	0.227	36.809	34	0.000 **
α_2 (SR , Constant)	1.854	0.078	23.919	34	0.000 **
α_3 (L_{50} , Mesh configuration)	2.864	0.232	12.348	34	0.000 **
α_4 (SR , Mesh configuration)	-0.522	0.107	-4.880	34	0.000 **
α_5 (L_{50} , Codend catch)	-0.006	0.002	-3.493	34	0.001 **
α_6 (SR , Codend catch)	-	-	-	-	-
α_7 (L_{50} , Depth)	-	-	-	-	-
α_8 (SR , Depth)	-	-	-	-	-
α_9 (L_{50} , Durata)					
α_{10} (SR , Durata)					

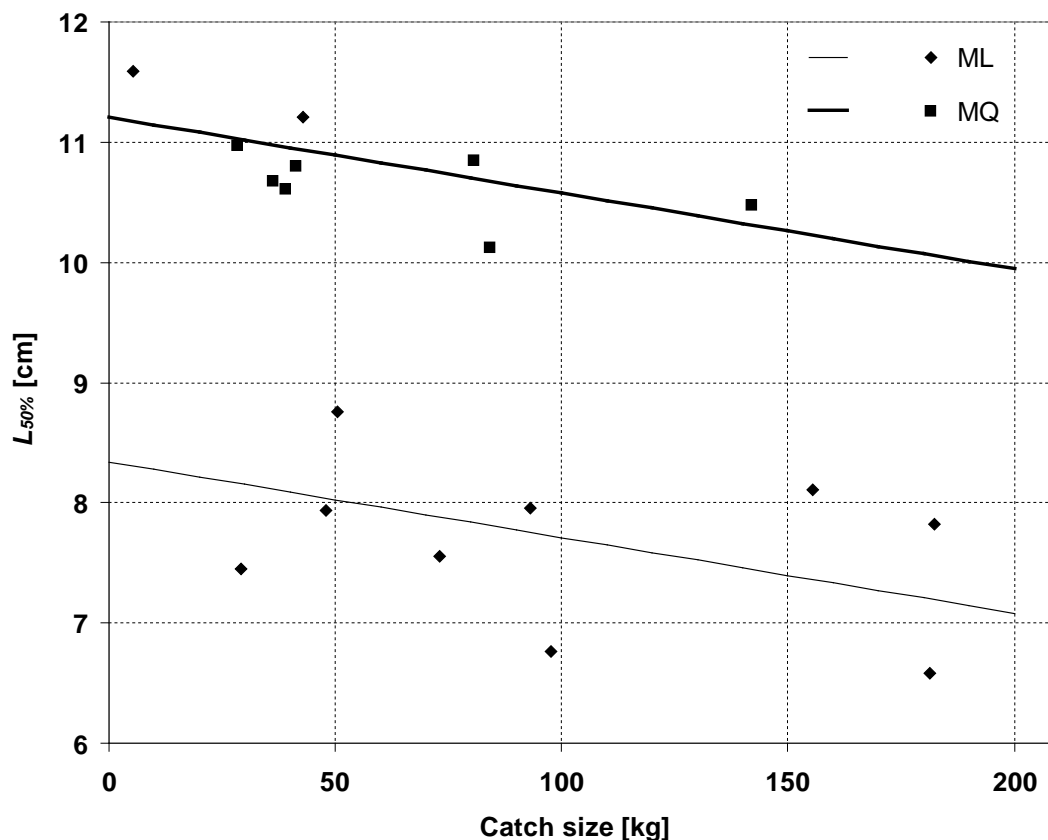


Figura 42 – Valori della lunghezza di ritenuta al 50% ($L_{50\%}$) per *Mullus barbatus* (triglia di fango) in funzione della dimensione della cattura nel sacco (Catch size). ML=sacco con maglia a losanga; MQ=sacco con maglia quadra.

Efficienza

In Appendice C sono riportati il numero ed il peso standardizzati all'ora di pesca delle specie catturate in ciascuna cala. Nella Tabella 16 sono indicati per ciascun sacco e per ogni zona campionata i rendimenti medi orari in numero e peso delle principali specie commerciali catturate. Generalmente le catture più abbondanti in termini numerici sono state realizzate con la rete tradizionale, mentre solo in alcuni casi la rete sperimentale ha catturato un numero di individui superiore (Tabella 16, Figura 43). In particolare, gli unici casi in cui il sacco a maglia quadra ha catturato un numero considerevolmente superiore rispetto all'altra rete riguardano lo scampo (*Nephrops norvegicus*) catturato durante la campagna di selettività in prossimità di Pomo (Zona S-E) e il gambero rosa (*Parapenaeus longirostris*) durante la campagna di selettività nella zona S-E. In generale, ovvero per tutte le aree campionate, l'ANOVA ha mostrato differenze significative solo nel caso di *Alloteuthis media* (Sig. < 0.001) e di *Loligo vulgaris* (Sig. < 0.05). Nei casi in cui l'analisi della varianza non è riuscita ad individuare un effetto significativo del trattamento (tipo di sacco), consistente per tutte le aree campionate, si è effettuato un semplice *Student's t-test*, per esaminare l'effetto del trattamento all'interno di ciascuna zona. In Tabella 16 sono riportate oltre alla taglia media della lunghezza totale per i pesci, della lunghezza del carapace per i crostacei e della lunghezza del mantello per i molluschi, la media geometrica ed i coefficienti di variazione del numero e peso degli individui catturati da ogni sacco, la differenza ottenuta con i test statistici ed i coefficienti di efficienza (EC).

Anche in termini di peso, la maglia a losanga ha generalmente avuto catture superiori (Tabella 16, Figura 44). In questo caso però sono aumentati i casi in cui la rete sperimentale ha catturato quantitativi sensibilmente superiori. Gli esempi più rappresentativi riguardano la triglia nella zona P-A (*Mullus barbatus*), lo scampo (*Nephrops norvegicus*) e il gambero rosa (*Parapenaeus*

longirostris) durante la campagna di selettività nella zona S-E, la testola (*Trigla lucerna*) e la busbana (*Trisopterus m. capelanus*). In generale, l'analisi della varianza ha evidenziato differenze altamente significative solo per il calamaretto (*Allotheutis media*) mentre per le specie in cui si è riscontrata un'interazione sacco*zona il *t-test* ha rilevato differenze solo in pochissimi casi.

Le discrepanze osservate tra i rendimenti in numero e quelli in peso sono spiegabili osservando le lunghezze medie riportate in Tabella 16, dalle quali si evidenzia che le specie catturate con il sacco sperimentale hanno lunghezze medie superiori rispetto a quelle del sacco tradizionale. Infine, il coefficiente ML/MQ calcolato sulle catture totali è risultato pari a 1.34, dimostrando in generale rendimenti superiori nel sacco tradizionale, questa differenza tuttavia non risulta significativa (*Sig.*=0.298) ed il più delle volte è da attribuire a catture di esemplari di scarso valore commerciale (Tabella 16).

Ricchezza specifica (Richness)

Complessivamente sono state catturate 99 specie con il sacco tradizionale e 87 specie con il sacco a maglia quadra. Questa differenza può trovare una giustificazione nel fatto che un numero superiore di specie è riuscito a sfuggire alla cattura con il sacco a maglia quadra. Infatti nel cover relativo al sacco tradizionale sono state individuate soltanto 66 specie mentre nel cover del sacco sperimentale ben 71. Nei campionamenti condotti con sacco tradizionale, 9 specie sono state rinvenute esclusivamente nel cover, tuttavia si tratta sempre di quantità esigue, di esemplari di piccole dimensioni e di nessun interesse commerciale appartenenti per esempio ai generi *Aphya*, *Gaidropsarus*, *Lesuerigobius*, *Mauricolus*, ecc. Al contrario ben 42 specie, per la maggior parte di rilevanza commerciale, sono risultate esclusive del sacco e non compaiono nelle catture del cover, evidenziando che ben poche specie di interesse riescono a sfuggire in fase di pesca dalla maglia a losanga. Nelle prove effettuate con sacco a maglia quadra, come accennato, un numero di specie superiore rispetto a quello registrato con sacco a maglia a losanga è stato rinvenuto unicamente nel cover (21 specie) e solo 37 specie (contro le 42 osservate nel sacco tradizionale) comparivano nelle catture del sacco ma non nel cover. In tutte le aree campionate e per ciascuna categoria, il sacco tradizionale ha catturato generalmente un numero di specie superiore rispetto al sacco sperimentale (Tabella 17). In base alla media marginale, la maglia a losanga ha catturato complessivamente circa 2 specie in più rispetto al sacco a maglia quadra (ML: 19.7, MQ: 17.1).

L'analisi della varianza a due vie (fattori: Sacco e Zona) condotta per ciascuna delle tre categorie ha evidenziato che il trattamento (*tipo di sacco*) ottiene lo stesso risultato in tutte le aree campionate (i.e. interazione *sacco*zona* non significativa), quindi la differenza tra le medie dei due sacchi può essere generalizzata all'interno di ogni categoria. Per le principali specie commerciali, esiste soltanto una differenza imputabile alle aree campionate (*Sig.* < 0.001) ma non al sacco utilizzato (*Sig.* = 0.286). Sia per la categoria altre specie che per la totalità delle catture la differenza nel numero di specie catturate dai due sacchi sembra essere influenzata significativamente non solo dalla zona (*Sig.* < 0.001) ma anche dal sacco impiegato (*Sig.* < 0.05).

Tabella 17 – Numero medio di specie differenti catturate per cala, calcolate separatamente per i due sacchi e per le cinque zone campionate. In base al valore economico, le specie sono state suddivise in due categorie: specie commerciali ed altre specie. L'analisi dei dati è stata effettuata su ciascuna delle due categorie e sul totale delle specie catturate. (A = ANOVA test; *=significativo, $0.01 < Sig. < 0.05$; **= altamente significativo, $Sig. < 0.01$).

	ZONA	N. Medio di specie		Test. Sig. p		
		ML	MQ			
Principali specie commerciali	P-A	11.8	9.2	A	ZONA	0.000 **
	P-B	11.0	11.5		SACCO	0.286
	S-C	10.5	10.4		ZONA*SACCO	0.059
	S-D	11.2	9.8			
	S-E	5.9	7.0			
	Media marginale	10.1	9.6			
Altre specie	P-A	8.0	7.8	A	ZONA	0.000 **
	P-B	13.8	7.8		SACCO	0.018 *
	S-C	8.4	7.9		ZONA*SACCO	0.174
	S-D	18.2	14.2			
	S-E	14.4	14.3			
	Media marginale	12.5	10.4			
TOTALE	P-A	19.8	17.0	A	ZONA	0.000 **
	P-B	24.8	19.3		SACCO	0.022 *
	S-C	18.9	18.3		ZONA*SACCO	0.201
	S-D	29.4	24.0			
	S-E	20.2	21.3			
	Media marginale	19.7	17.1			

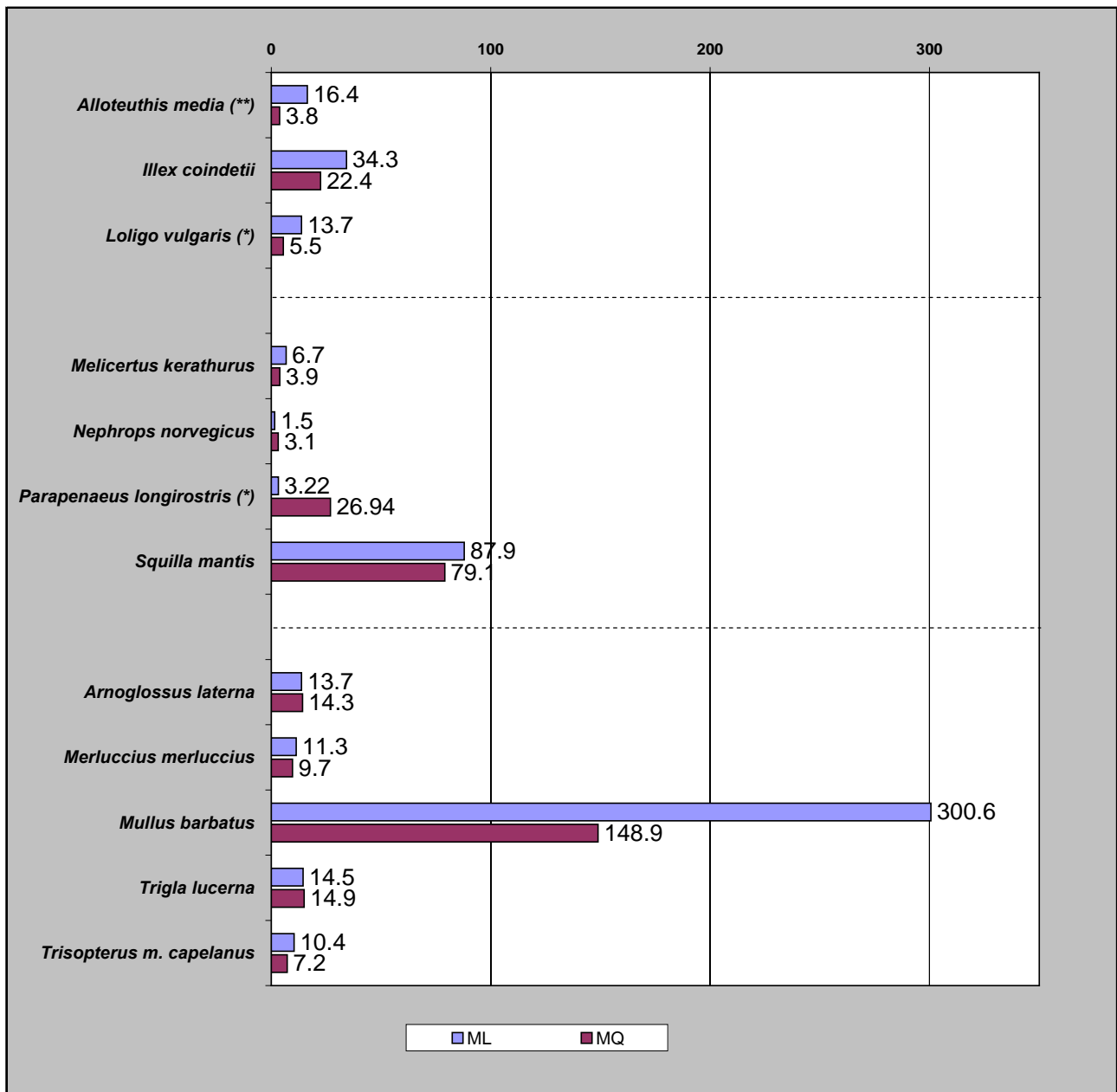


Figura 43 – Rendimenti medi orari in numero di individui delle principali specie commerciali catturate con il sacco con maglia a losanga (ML) rispetto al sacco a maglia quadrata (MQ). * $0.01 < Sig. < 0.05$; ** $Sig. < 0.01$.

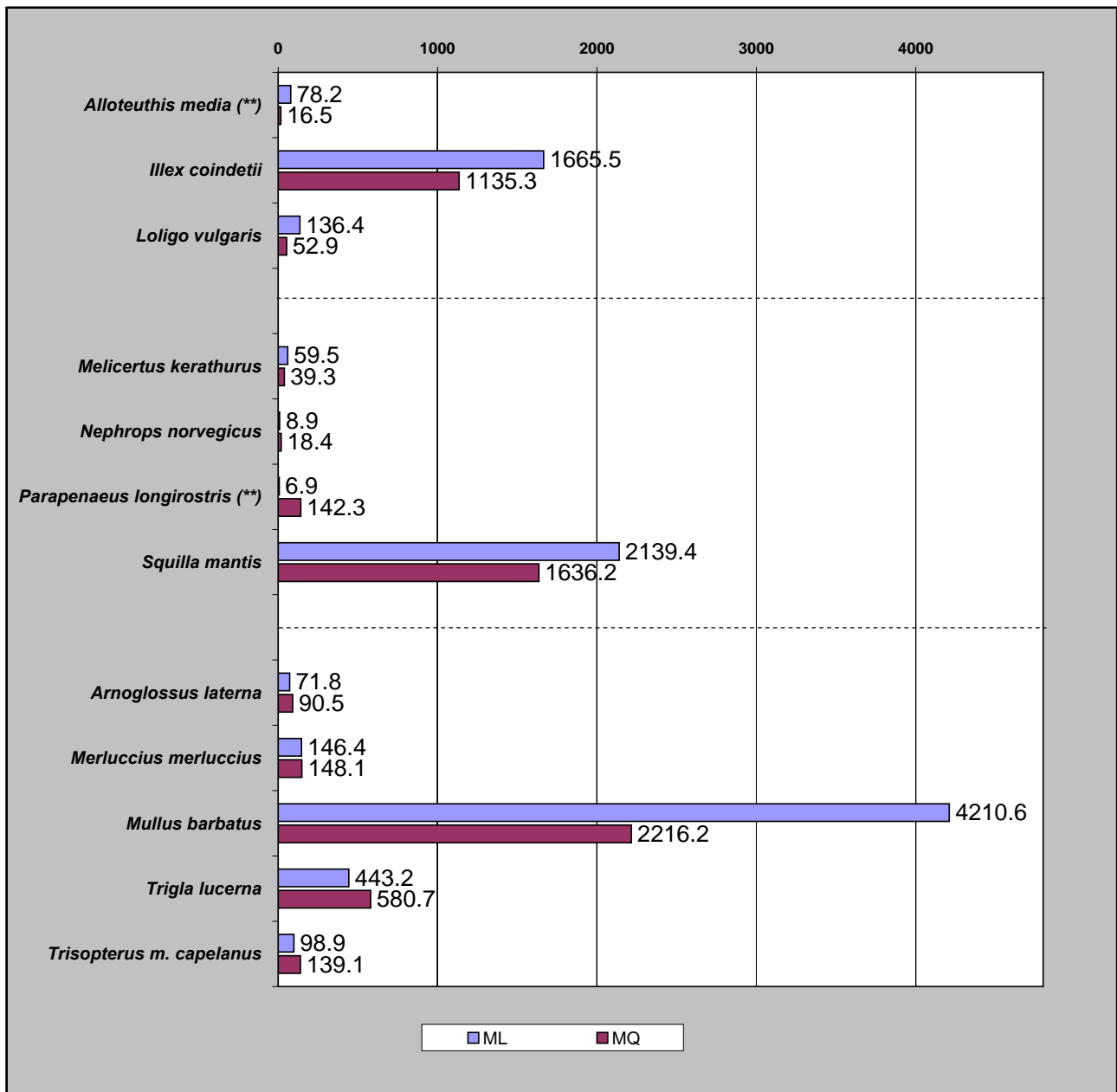


Figura 44 – Rendimenti medi orari in peso (g/h) delle principali specie commerciali catturate con il sacco con maglia a losanga (ML) rispetto al sacco a maglia quadra (MQ). * $0.01 < Sig. < 0.05$; ** $Sig. < 0.01$.

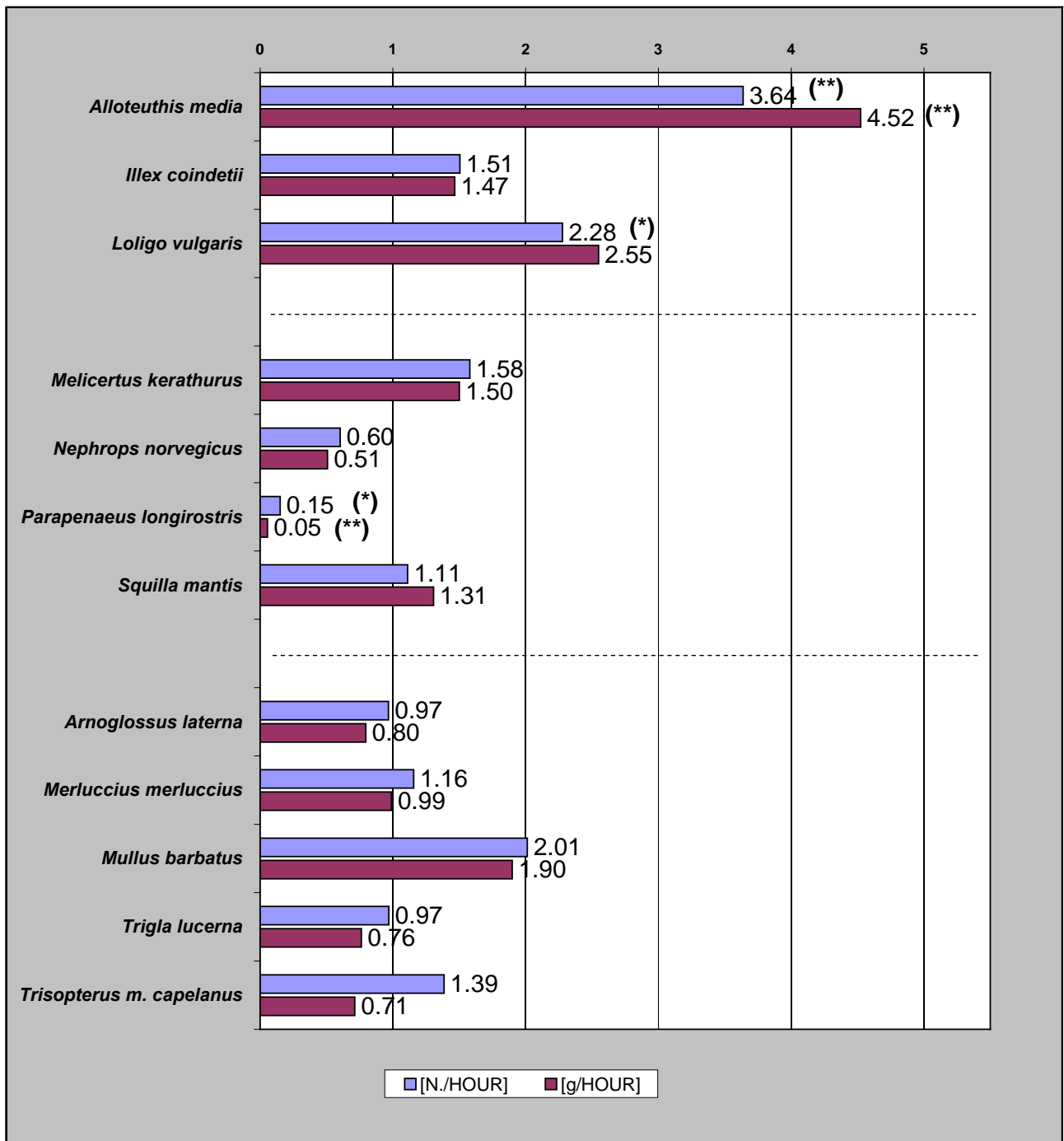


Figura 45 – Efficienza del sacco a maglia a losanga rispetto al sacco a maglia quadra sulle catture delle principali specie commerciali. * 0.01<Sig.<0.05; ** Sig.<0.01.

10. DISCUSSIONI E CONCLUSIONI

Il Progetto di Ricerca ha consentito di colmare alcune lacune esistenti circa l'impiego di sacchi a maglia quadra. Attualmente esistono pochi studi in Mediterraneo sull'argomento per cui risultava fino ad ora difficile una valutazione razionale delle effettive potenzialità di una rete a strascico con sacco a maglia quadra.

I risultati raggiunti nel presente studio consentono di poter affermare che la rete a strascico di tipo italiano, armata con sacco a maglia a losanga o con sacco a maglia quadra, non ha variazioni del comportamento idrodinamico durante le fasi di pesca. Anche se esistono differenze, per quanto riguarda alcune caratteristiche fisico-meccaniche tra la maglia a losanga e la maglia quadra è tuttavia possibile ritenere che la stabilità strutturale della rete armata con sacco a maglia quadra non viene compromessa in quanto, durante il traino della rete, ogni maglia del sacco è sicuramente sottoposta ad una forza inferiore alla propria forza di rottura.

Inoltre in questo studio è stato dimostrato che la resistenza idrodinamica totale della rete, la distanza dei divergenti, l'apertura verticale ed orizzontale della rete non hanno mostrato differenze significative tra le due configurazioni e non vengono influenzate dall'impiego dei due diversi sacchi, rimanendo praticamente costanti nelle due condizioni operative.

Le differenze più evidenti emerse tra le due diverse tipologie di sacco riguardano i parametri di selettività: lunghezza di ritenuta al 50% ($L_{50\%}$), intervallo di selezione (SR) e fattore di selezione (SF), calcolati per alcune delle più importanti specie commerciali.

Nel complesso i valori dell' $L_{50\%}$ ottenuti con il sacco sperimentale sono risultati superiori a quelli ottenuti con il sacco tradizionale, testimoniando che, in accordo con i risultati ottenuti in altre aree del Mediterraneo (Petraakis and Stergiou, 1997; Tokac *et al.*, 1998), la maglia quadra è molto più selettiva rispetto alla maglia a losanga.

Tra le specie analizzate, il *Merluccius merluccius* (nasello o merluzzo) sembra essere ritenuto quasi totalmente dal sacco a maglia losanga, mentre il sacco a maglia quadra sembra aver operato una buona selezione. La differenza tra i due sacchi è stata ancor più evidente analizzando i rapporti di selezione normalizzati che sono risultati pari a 5.9% e 60.6% rispettivamente per la maglia a losanga e per la maglia quadra.

Analogamente per *Mullus barbatus* (triglia di fango) il fattore di selezione (SF) ottenuto con maglia losanga è risultato pari a 2.00, non discostandosi in maniera sostanziale dai valori calcolati per la specie in altri studi condotti in Italia (Ferretti e Frogliola, 1975; Lembo *et al.*, 2002). Per questa specie le differenze tra i parametri di selettività calcolati per i due diversi sacchi sono risultate significative. In particolare, con la maglia quadra il fattore di selezione è aumentato del 41% circa, passando a 2.83.

I due sacchi hanno mostrato una tendenza analoga anche per il *Parapenaeus longirostris* (gambero rosa). Nonostante il numero di esemplari catturato non sia stato molto abbondante, tuttavia anche per questa specie il sacco a maglia quadra è risultato più selettivo. I valori del $L_{50\%}$ sono risultati pari a 1.20 cm e 1.49 cm rispettivamente per la maglia a losanga e per la maglia quadra.

Tutte le altre specie non direttamente oggetto del Progetto di Ricerca per le quali è stato approfondito lo studio della selettività, hanno mostrato un incremento dei valori dei parametri di selezione, con l'unica eccezione, come era lecito attendersi, del pesce piatto *Arnoglossus laterna* (zanchetta o suacia). I casi più evidenti riguardano *Illex coindettii* (totano), in cui $L_{50\%}$ è passato da 4.90 cm calcolati per il sacco a losanga a 8.38 cm per il sacco a maglia quadra, con un incremento del fattore di selezione (SF) pari al 71% e *Pagellus erythrinus* (pagello fragolino), in cui il fattore di selezione è incrementato da 1.95 a 2.50.

Come accennato in precedenza l'unica eccezione ha riguardato la zanchetta: infatti i dati hanno evidenziato per il sacco a maglia a losanga un "indice di fuga" superiore del 20% rispetto quello calcolato per il sacco a maglia quadra. I medesimi risultati sono stati ottenuti da altri studi e per altre specie di pesci piatti. Una spiegazione plausibile potrebbe essere nel fatto che durante il traino la maglia a losanga viene stirata in direzione della sua diagonale maggiore per cui le possibilità di fuga per un pesce piatto sono maggiori.

La maggior capacità selettiva della rete armata con sacco a maglia quadra è emersa chiaramente anche analizzando la ricchezza specifica delle catture. Nel caso della maglia a losanga si ha un maggior numero di specie catturate ma la differenza riscontrata può trovare una giustificazione nel fatto che molte specie di scarso valore commerciale sono riuscite a sfuggire alla cattura con la maglia quadra e sono state ritrovate nel cover. In particolare, l'impiego di sacchi differenti sembra avere avuto un'influenza significativa nella categoria individuata come "altre specie".

Nel corso del progetto è stato possibile stimare i rendimenti delle principali specie di importanza commerciale. Tali stime contribuiscono ad ampliare il quadro conoscitivo degli attrezzi in uso nelle marinerie e a fornire nuovi elementi di valutazione. Poiché queste stime sono basate su un campionamento realizzato simulando la pesca commerciale hanno un valore puramente indicativo e rappresentativi di una tendenza a seguito dell'introduzione di una misura gestionale basata su un attrezzo più selettivo.

Generalmente le catture più abbondanti in termini numerici sono state realizzate con la rete tradizionale, mentre solo in alcuni casi la rete armata con sacco a maglia quadra ha catturato un numero di individui superiore. Tuttavia l'analisi statistica ha mostrato differenze significative solo per due specie di Cefalopodi (*A. media* e *L. vulgaris*). E' evidente che le perdite nel breve periodo di risorse economicamente importanti come i Cefalopodi ed altri Sepiolidi di piccola taglia allo stadio adulto non potrebbero essere compensate nel medio-lungo termine. Al contrario la maglia a losanga ha mostrato una efficienza molto bassa per alcune specie di Crostacei come il *Nephrops norvegicus* (scampo) ed il *Parapenaeus longirostris* (gambero rosa). Fra i Teleostei non si registrerebbe invece questo fenomeno almeno in condizioni paragonabili a quelle del periodo considerato.

Considerando i rendimenti in peso, le differenze delle catture tra i due sacchi sono risultate meno evidenti di quelle osservate in numero. Anche in peso, la maglia a losanga ha generalmente realizzato catture superiori sebbene in questo caso siano aumentati i casi in cui la rete sperimentale ha catturato quantitativi sensibilmente superiori. Le discrepanze osservate tra i rendimenti in numero e quelli in peso sono spiegabili osservando le lunghezze dalle quali si evince che le specie catturate con il sacco sperimentale avevano lunghezze medie superiori rispetto a quelle del sacco tradizionale.

11. RACCOMANDAZIONI GESTIONALI

La ricerca ha dimostrato che i sacchi a maglia quadra in generale migliorano la selettività della maggior parte delle specie di interesse economico e non riducono irrimediabilmente le catture. Si può quindi ipotizzare un graduale passaggio all'obbligo di usare sacchi a maglia quadra nella pesca a strascico con reti a divergenti.

Nella discussione, in corso a livello comunitario, della revisione del regolamento 1626/94 si sta proponendo il passaggio dalla maglia da 40 mm a losanga alla maglia quadra da 40 mm.

Se questa proposta diventasse regolamento non resterebbe altro da fare che adeguarsi nei tempi e nei modi previsti. Se invece la proposta venisse rinviata o stralciata, e quindi non inserita nel nuovo regolamento per il Mediterraneo, si porrà il problema se introdurla comunque nella pesca italiana.

Le prove eseguite ed i risultati ottenuti, anche se non totalmente esaustivi della complessità specifica e tecnica della pesca a strascico Mediterranea, consigliano comunque di passare all'uso della maglia quadra almeno per certe specie ed in alcune circostanze.

Può essere utile una introduzione di questa misura in modo graduale e sperimentale in modo da non farla diventare una imposizione, ma di renderla accettabile, anzi apprezzata dagli operatori, che naturalmente prima di accettare una misura così rivoluzionaria per loro la vogliono conoscere, discutere e sperimentare.

Inoltre, per rendere più facile ed accettabile l'introduzione nella pesca professionale della maglia quadra, può essere utile prevedere di iniziare la pesca con queste reti dopo gli ormai tradizionali fermi biologici ottenendo con questo un doppio vantaggio: da una parte al termine del fermo la

presenza nelle nostre acque di molti giovanili e l'uso della maglia quadra favorirebbe la fuga e quindi la sopravvivenza di pesci sottomisura, ottenendo un vantaggio per la pesca nei mesi successivi; dall'altra parte per i pescatori che sono più disposti a perdere le forme giovanili.

12. DIVULGAZIONE DEI RISULTATI

Avendo la ricerca una indubbia valenza gestionale sulla pesca, si ritiene opportuno consigliare una divulgazione dei risultati tra i vari operatori del settore.

Gli argomenti da divulgare sono di varia natura: da quelli tipicamente tecnologici legati ai modi di armamento della maglia quadra nella giunzione con la maglia a losanga a quelli più propriamente legati alla selettività ed alle implicazioni che questi comportano nella pesca professionale.

Tra i fruitori della divulgazione dei risultati, oltre al mondo scientifico, indubbiamente interessato all'argomento, vi sono soprattutto i gestori della pesca comunitari, italiani e regionali che è opportuno conoscano bene queste misure tecniche che hanno forti conseguenze sulla selettività, sulla redditività ed in generale sulla attività di pesca presente e futura.

Non va dimenticato che tra i fruitori dei risultati di questa ricerca vi sono i pescatori. Trattasi, infatti, di una ricerca con risvolti pratici molto forti e con conseguenze che possono essere decisive sulla pesca professionale. Ben poco sanno oggi i pescatori di questa tecnica di armamento dei sacchi e delle conseguenze che causa. Non si ha, infatti, alcuna esperienza nel mondo della pesca di questo tipo di tecnica, anzi l'argomento stesso è completamente ignoto ai pescatori. Prima, quindi, di introdurre nella regolamentazione l'obbligo di uso della maglia quadra è bene divulgare, far conoscere, spiegare questo metodo di armamento.

Ciò può essere fatto da una parte pubblicando parzialmente o integralmente il presente rapporto, ma, conoscendo la ritrosia dei pescatori alla lettura di pubblicazioni scientifiche, forse sarebbe più opportuno prevedere convegni, seminari, incontri per dibattere questa tecnica di armamento, spiegando cosa si deve fare per metterla in atto e cosa ci si può attendere da una sua applicazione.

Un metodo anche migliore per divulgare i risultati di questa ricerca potrebbe essere quello di fare delle prove comparative di pesca tra le due reti una col sacco armato a losanga ed una col sacco armato a maglia quadra, direttamente su motopescherecci professionali.

13. References / BIBLIOGRAFIA

14. Anon., 1995a. Consideration of recently tested methods for changing the selectivity of towed fishing gears. *EU Concerted Action Contract report*.
15. Anon., 1995b. Report on advice on Baltic cod mesh selection. *ICES Fishing technology and Fish Behaviour Working Group Meeting, Aberdeen, 19-21 April, 1995*.
16. Campos A., Fonseca P., Erzini K., 2003. Size selectivity of diamond and square mesh codends for four by-catch species captured in the crustacean fishery off the Portuguese south coast. *Fish. Res.* 60: 79-97.
17. COM 589/2003. Proposta di Regolamento del Consiglio relativo alle misure di gestione per lo sfruttamento sostenibile delle risorse della pesca nel Mar Mediterraneo e recante modifica dei Regolamenti (CEE) n. 2847/93 e (CE) n. 973/2001.
18. ConStat, 1995. CC selectivity. Gronspættevej 10, DK-9800 Hjørring, Denmark.
19. D'Onghia G., Mastrototaro F., Maiorano P., Basanisi M., 1998. Selettività della rete a strascico utilizzata sui fondi di scarpata (250-750 m) dello Ionio (Mediterraneo Centrale). *Biol. Mar. Medit.*, 5 (2): 437-448 pp.
20. Draper N. R., Smith H., 1966. Applied regression analysis. *Wiley*, New York: 407 pp.
21. EC Model Ver. 1.1 Help Module Finney D.J., 1971. Statistical method in biological assay. *Griffin*, London: 668 pp.

22. Ferretti M., Froglija C., 1975. Results of selectivity experiments with different trawls on more important Adriatic demersal fish. *Quad. Lab. Technol. Pesca*, 2(1): 3-16 pp.
23. Finney D.J., 1971. Statistical method in biological assay. *Griffin*, London: 669 pp.
24. Fiorentini L., Sala A., Hansen K., Cosimi G., Palumbo V., 2004. Comparison between model testing and full-scale trials of new trawl design for Italian bottom fisheries. *Fisheries Science* 70: 349-359.
25. Froglija C., Gramitto M.E., 1985. Diurnal changes in fisheries resources catchability by bottom trawl in the Adriatic Sea. *FAO fish. rep.* 345, 111-118 pp.
26. Fryer R.J., 1991. A model of between-haul variation in selectivity. *ICES J. Mar. Sci.* 48, 281-290.
27. Fryer R.J., Shepherd J.G., 1996. Models of codend size selection. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science* 19: 51-58 pp.
28. Laird N. M., Ware J. H., 1982. Random Effects Models for Longitudinal Data. *Biometrics* 38: 963-974 pp.
29. Lembo G., Carbonara P., Silecchia T., Spedicato M. T., 2002. Prove di pesca a strascico con rete a doppio sacco per la valutazione della selettività dell'attrezzo e della qualità del prodotto. *I Quaderni Scientifici della Lega Pesca N.2*.
30. Liu H.C., Sainsbury K. L., Chiu T. S., 1985. Trawl cod-end selectivity for some fish of North-Western Australia. *Fisheries Research*, 3: 105-129 pp.
31. Madsen N., Moth-Poulsen T., 1994. Measurement of the selectivity of Nephrops and demersal round fish species in conventional and square mesh panel codends in the Northern North Sea. International Council for the Exploration of the Sea. CM 1994/B:14, 10 pp.
32. Madsen N., Moth-Poulsen T., Lowry N., 1998. Selectivity experiments with window codends fished in the Baltic Sea cod (*Gadus morhua*) fishery. *Fish. Res.* 36, 1-14.
33. McConnaughey R.A., Conquest L., 1993. Trawl survey estimation using a comparative approach based on lognormal theory. *Fish. Bull.* 91 (1): 107-118 pp.
34. McCullagh P., Nelder J.A., 1989. Generalized Linear Models, 2nd Edition. *Chapman & Hall*, London, 511 pp.
35. Millar R.B., 1994. Sampling from trawl gears used in size selectivity experiments. *ICES J. Mar. Sci.* 51, 293-298 pp.
36. O'Neill F.G., Kynoch R.J., 1996. The effect of cover mesh size and codend catch size on codend selectivity. *Fish. Res.* 28, 291-303.
37. Petrakis G. and Stergiou K., 1997. Size selectivity of diamond and square mesh codends for four commercial Mediterranean fish species. *ICES journal of Marine science*, 54: 13-23 pp.
38. Pope J.A., Margetts A.R., Hamley J.M., Akyüz E.F., 1975. Manual of methods for fish stock assessment. *FAO fish. Tech. pap.* 41 (1). 46 pp.
39. Regolamento (CEE) n. 2847/93 del Consiglio, del 12 ottobre 1993, che istituisce un regime di controllo applicabile nell'ambito della politica comune della pesca.
40. Regolamento (CE) n. 1626/94 del Consiglio, del 27 giugno 1994, che istituisce misure tecniche per la conservazione delle risorse della pesca nel Mediterraneo.
41. Regolamento (CE) n. 973/2001 del Consiglio, del 14 maggio 2001, che stabilisce alcune misure tecniche di conservazione per taluni stock di grandi migratori.

42. Regolamento (CE) n. 129/2003 della Commissione, del 24 gennaio 2003, che fissa norme dettagliate per la misura della dimensione delle maglie e dello spessore del filo ritorto delle reti da pesca.
43. Relini G., 2000. La ricerca sulla pesca: le risorse demersali. *Biol. Mar. Medit.*, 7 (4): 13-45 pp.
44. Robertson J.H.B., 1986. Design and construction of square mesh cod-ends. *Scottish Fisheries Information Pamphlet*. 12: 1-10 pp.
45. Robertson J.H.B., 1993. Design and fitting of square mesh windows in whitefish and prawn trawls and seine nets. *Scottish Fisheries Information Pamphlet*. 20:1-8 pp.
46. Sala A., 2002. Development of fuel saving bottom trawl.. Report of the ICES Fisheries Technology Committee Working Group on Fishing Technology and Fish Behaviour, Sète (France), ICES CM 2002/B.01: 53 pp.
47. Stewart P. A. M., Robertson J. H. B., 1985. Small mesh codend covers. *Scottish Fisheries Information Pamphlet*, 32: 11 pp.
48. Strange E.S., 1978. A guide to the preparation of net drawings. *Scottish Fisheries Information Pamphlet*. 2: 1-18 pp.
49. Suuronen P., Millar R.B., Jarvik A., 1991. Selectivity of diamond and hexagonal mesh codends in pelagic herring trawls: evidence of a catch size effect. *Finn. Fish. Res.* 12, 143-156.
50. Tokaç A., Lök A., Tosunoğlu Z., Metin C., Ferro R.S.T., 1998. Cod-end selectivities of a modified bottom trawl for three fish species in the Aegean Sea. *Fisheries Research*, 39: 17-31 pp.
51. UNI 8022, 2002 (Parte II). “Reti da pesca – Determinazione della forza di rottura della maglia della pezza, Metodo per reti senza nodo”.
52. UNI 8023, 1979. “Fili per pezze di reti da pesca, Designazione nel sistema tex”.
53. UNI 8738, 1985 (Parte I). “Reti da pesca – Determinazione dell’apertura di maglia, Metodo a carico longitudinale”.
54. UNI 8738, 1986 (Parte II). “Reti da pesca – Determinazione dell’apertura di maglia, Metodo per reti a strascico con strumento triangolare”.
55. UNI 8747, 1986. “Reti da pesca – Determinazione del titolo risultante (massa per unità di lunghezza) della rete senza nodo”.
56. Wileman D.A., Ferro R.S.T., Fonteyne R., Millar R.B., 1996. Manual of methods of measuring the selectivity of towed fishing gears. *ICES Coop. Res. Rep.* N.215.

57. Appendice A: Descrizione delle zone di campionamento

La campagna preliminare condotta principalmente per la messa a punto dell'attrezzatura, il perfezionamento delle procedure di campionamento, ma anche per raccogliere dati indicativi dell'efficienza e della selettività dei due sacchi, è stata realizzata nel periodo compreso tra il 22/09/03 e il 01/10/03 in due aree situate di fronte al tratto di costa compreso tra Ancona e Senigallia, caratterizzate da due differenti profondità: il blocco individuato come P-A era situato all'interno della batimetria dei 15 m (Figura 46), quello P-B a profondità comprese tra 16 e 30 m (Figura 46). Le due zone presentano fondali sabbio-fangosi ampiamente sfruttati dalla pesca professionale soprattutto dalle imbarcazioni che effettuano pesca a strascico che proprio in tarda estate, che coincide in genere con il ritorno all'attività dopo il fermo biologico estivo, riescono a realizzare le pescate più abbondanti dell'anno. La zona è caratterizzata da un fondale di natura sabbiosa o sabbio-fangosa che declina verso il largo molto dolcemente. In questa zona la piattaforma continentale è piuttosto ristretta e gli abbondanti apporti di acque dolci, provenienti soprattutto dalla parte settentrionale del bacino Adriatico, influenzano sensibilmente sia la salinità che la produttività delle acque. La bassa profondità e la debole inclinazione del fondale riducono sensibilmente i tempi di ricambio delle masse d'acqua; infatti, le frequenti tempeste risospingono sedimenti dal fondo mettendo in circolo nutrienti che in acque basse creano le condizioni ecologiche per determinare un'alta produttività. In questa zona la massa d'acqua è interessata da importanti variazioni termiche con temperature superficiali di oltre 28°C in estate e 6-8°C in inverno (soprattutto con venti di Bora secchi e freddi). Al contrario le temperature al fondo si mantengono in un range di temperatura più ristretto compreso tra 10 e 17°C. In alcuni periodi dell'anno caratterizzati dal perdurare di condizioni di mare calmo, alte temperature superficiali e intensi apporti di acque dolci, si viene a creare una stratificazione della colonna d'acqua con separazione delle acque superficiali più calde e meno salate da quelle in profondità più calde e salate. Questa situazione può innescare blooms algali e conseguenti periodi di ipossia o anossia sul fondo. Le caratteristiche dei sedimenti (generalmente molli e privi di asperità), la bassa profondità e la debole inclinazione del fondale rendono questa zona particolarmente idonea ad essere sfruttata da attrezzi a traino sul fondo (reti a strascico e rapidi per specie demersali e pesci piatti in generale, draghe idrauliche per molluschi bivalvi) e a mezz'acqua (reti volanti per piccoli pelagici). Le cale effettuate durante la campagna sperimentale per ottenere dati utili per lo studio della selettività della triglia sono state condotte nel periodo compreso fra il 30/08/04 e il 06/10/04 in tre distinte aree. La prima, identificata come S-C, era situata al largo di Fano ad una profondità compresa tra 15 e 21 m (Figura 46); in questa zona nel periodo scelto per i campionamenti è possibile riscontrare sia gli adulti della specie sia i giovanili che durante l'estate erano migrati sotto costa, dove sussistevano le condizioni ambientali idonee per accrescersi in fretta, e che in questo periodo si disperdono invece verso il largo. Le caratteristiche della zona sono del tutto analoghe a quanto riportato per la zona sfruttata in fase preliminare, per cui è soggetta a forti escursioni stagionali di temperatura, risente fortemente degli abbondanti apporti fluviali che si traducono in una ricca produzione primaria soprattutto nel periodo primaverile. I fondali sono intensamente sfruttati da attrezzi a traino, soprattutto strascico, rapidi e reti volanti.

Le cale effettuate per lo studio della selettività del gambero rosa e del nasello sono state condotte in una zona individuata nei pressi delle "Fosse" di Pomo (S-E), che in termini geologici è più corretto definire depressioni (Figura 46). Queste sono due aree contigue situate al largo della costa di Pescara che coprono una superficie di 2.286 km², raggiungono una profondità massima di 273 m e comunicano mediante un canale con la più vasta depressione meridionale con fondali profondi oltre i 1200 m che segnano il confine con il Mar Ionio. In questa zona le acque del fondo sono piuttosto stagnanti e il loro rinnovo con acque dense formatesi durante l'inverno provenienti dal nord Adriatico non avviene tutti gli anni. Quando si verifica il rinnovo è evidenziato da un incremento della densità, dell'ossigeno e da un simultaneo decremento della temperatura sul fondo che tra un rinnovo e l'altro mostra un trend crescente ma che comunque si mantiene in genere abbastanza costante intorno ai 10-12 °C. Le "Fosse" di Pomo sono estremamente importanti dal

punto di vista ecologico poiché rappresentano vere e proprie aree nursery per alcune delle più importanti specie commerciali adriatiche come i naselli (*Merluccius merluccius*) e gli scampi (*Nephrops norvegicus*). La zona viene attualmente intensamente sfruttata, in determinati periodi dell'anno, da imbarcazioni che attuano pesca a strascico; l'area sfruttata dalla pesca è compresa tra le isobate dei 100 e 200 m per una superficie complessiva di 9.363 km². Fino a qualche anno fa la zona di Pomo veniva poco battuta dalla pesca professionale perché difficilmente accessibile a causa delle profondità piuttosto elevate, mentre le attuali potenze dei motori consentono di operare agevolmente anche in questi fondali. Recentemente le risorse della zona vengono insidiate anche tramite palangari di fondo che, catturando i grossi riproduttori, hanno causato negli ultimi anni un impoverimento dello stock di naselli. La zona di Pomo viene inoltre battuta da tonnare volanti per la cattura di tonno rosso nel periodo primaverile, e per l'alalunga nel periodo tardo estivo. Altre cale sono state effettuate in una zona situata a profondità comprese tra 25 e 53 m (S-D) allo scopo di raccogliere dati supplementari sulle specie suddette e sul moscardino, ma come accennato nel testo, le esigue informazioni ottenute non hanno permesso di approfondire uno studio di selettività per quest'ultima specie. Le 5 zone individuate nella campagna preliminare e nelle altre due per lo studio della selettività e dell'efficienza sono comprese all'interno delle seguenti coordinate espresse in gradi decimali:

P-A:	43.6960 – 13.4363	P-B:	43.7552 – 13.4952	
	43.7286 – 13.4504		43.8383 – 13.2956	
	43.8622 – 13.3443		43.6693 – 13.3915	
	43.7789 – 13.2367		43.8029 – 13.2854	
S-C	43.9706 – 13.0158	S-D	44.0324 – 13.3637	S-E
	43.8996 – 13.2743		44.0385 – 13.0151	42.5501 – 15.3125
	44.2430 – 13.1871		43.8796 – 13.2594	42.7211 – 14.5553
	43.8325 – 13.1970		43.9328 – 12.9640	43.1030 – 14.5405
				43.4355 – 15.2365

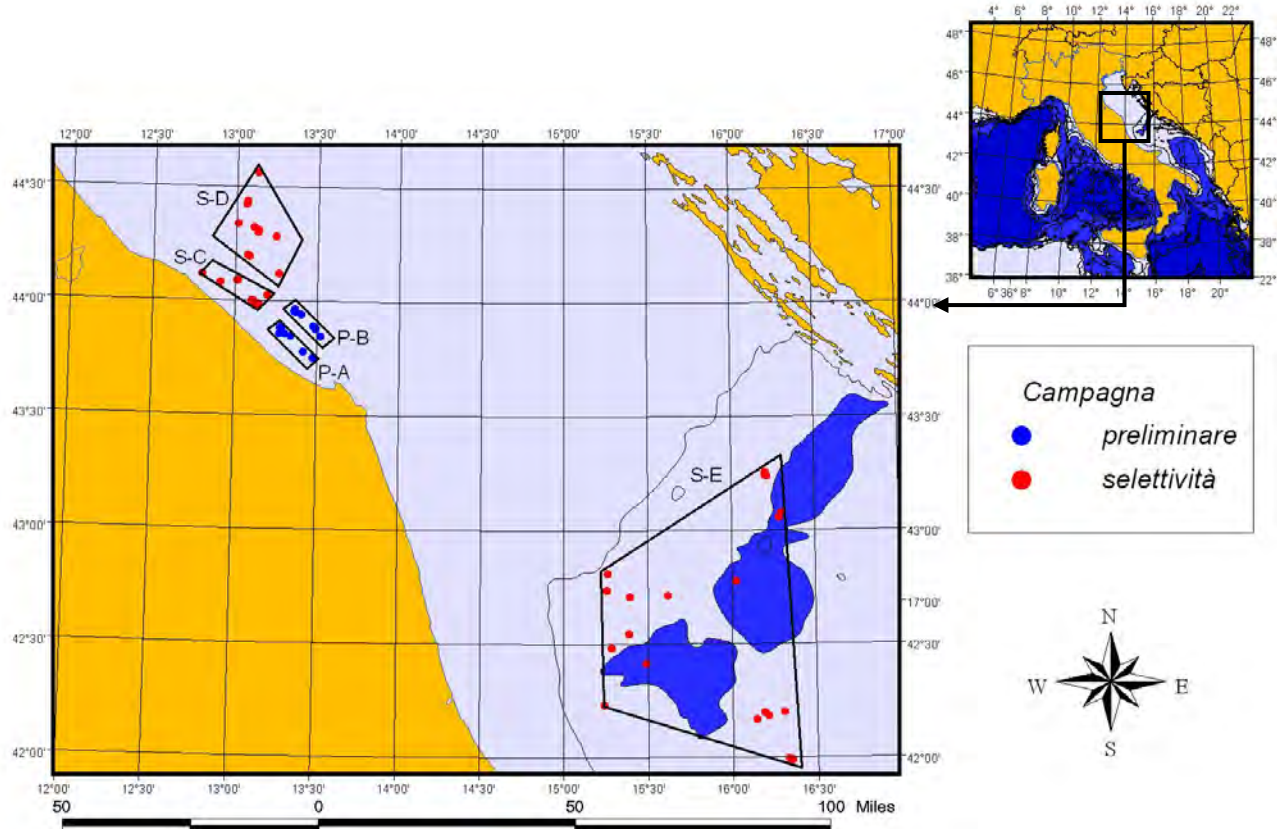


Figura 46 – Localizzazione delle cale effettuate durante la campagna preliminare (Area P-A e P-B: 22/09/03 – 01/10/03), della prima (30/08/04 – 07/09/04) e della seconda (22/09/04 – 06/10/04) campagna di selettività (Aree S-C, S-D, S-E).

58. Appendice B: Principali parametri geometrici e fisico-meccanici della rete

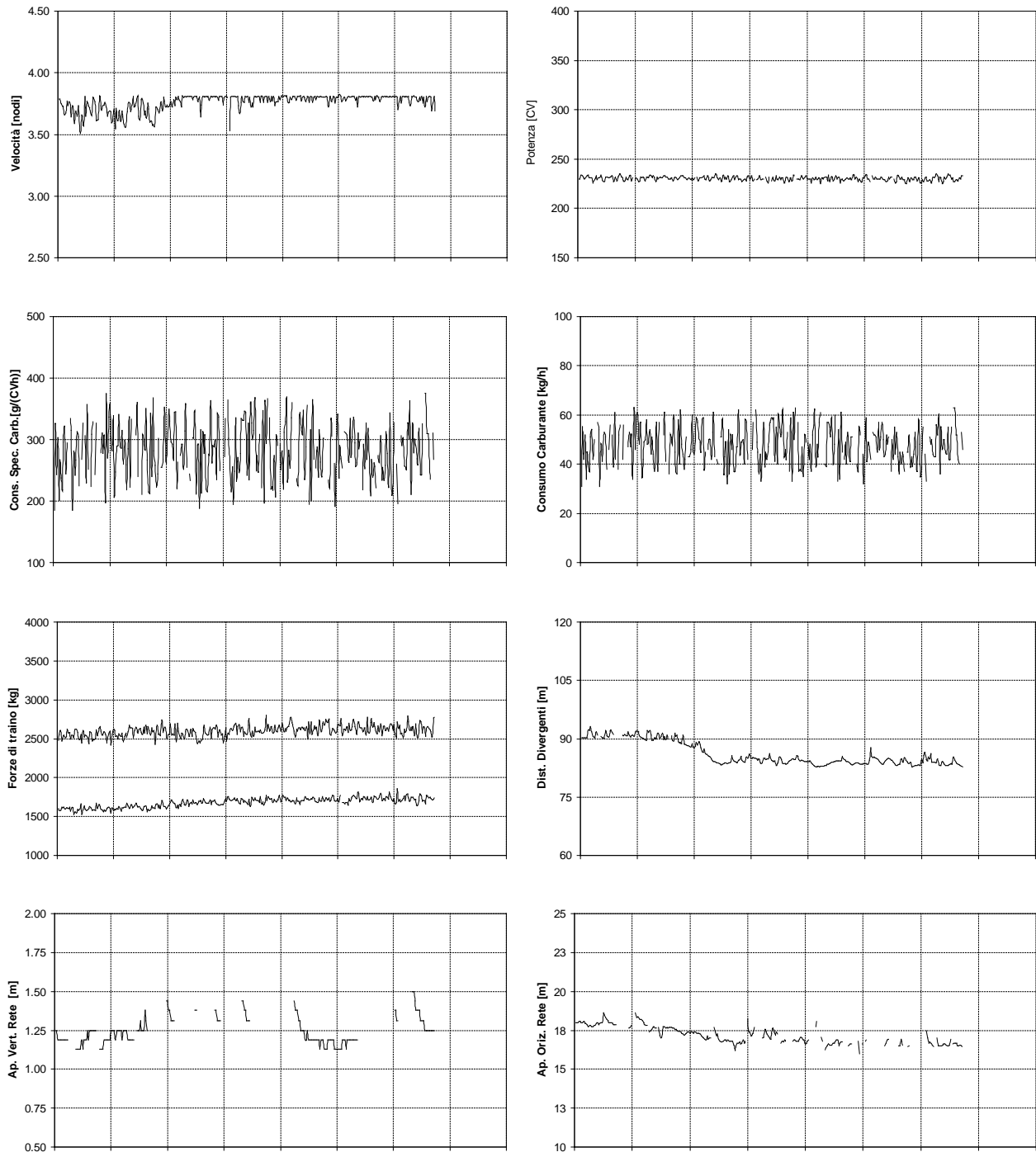


Figura 47 – Cala 1326. File dati CE050.S03. Sacco tradizionale. Principali parametri geometrici e fisico-meccanici in funzione del tempo, acquisiti durante la campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03). Nel grafico delle forze di traino sono riportati sia i valori misurati a bordo che sulla rete.

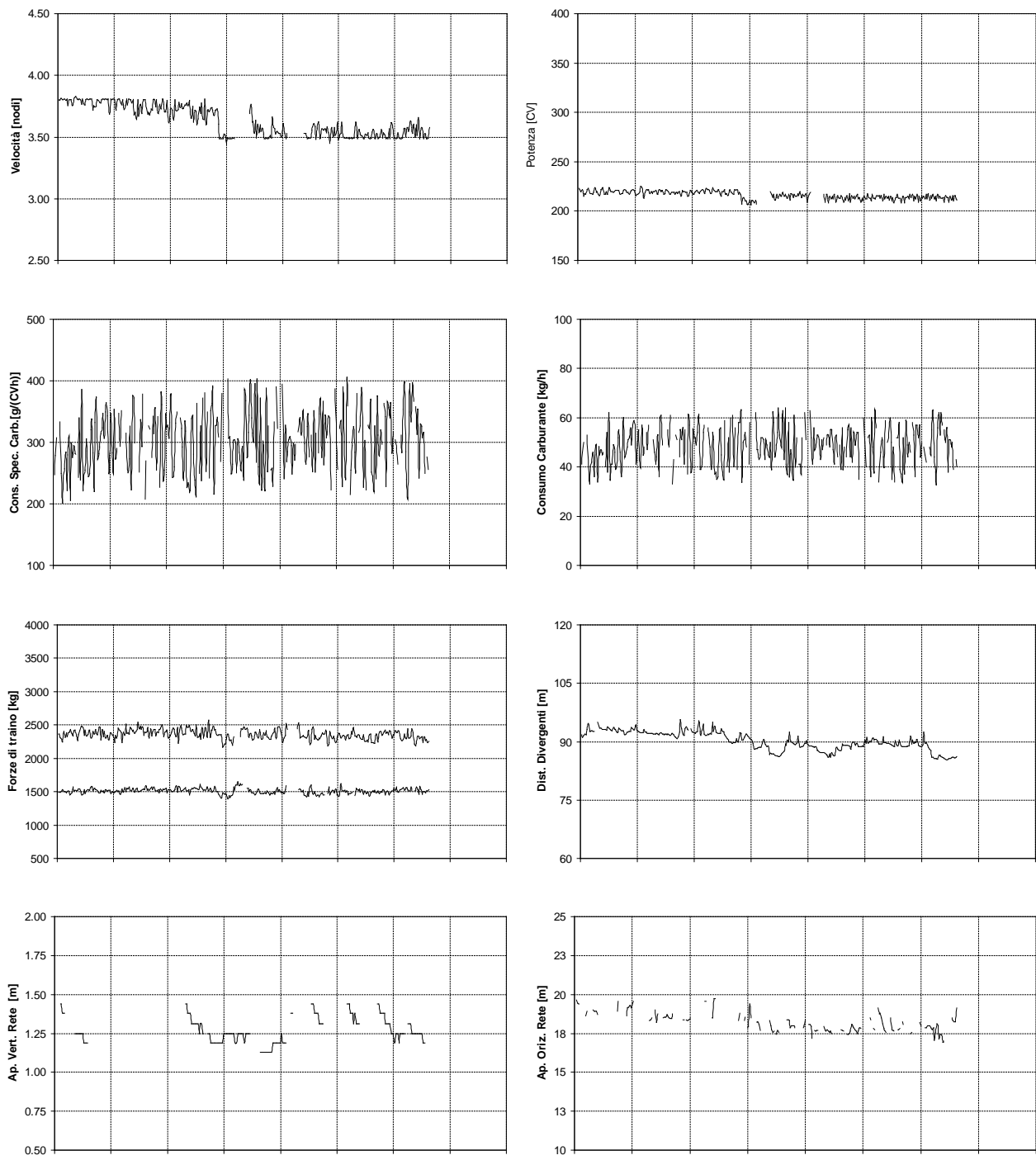


Figura 48 – Cala 1327. File dati CE051.S03. Sacco sperimentale. Principali parametri geometrici e fisico-meccanici in funzione del tempo, acquisiti durante la campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03). Nel grafico delle forze di traino sono riportati sia i valori misurati a bordo che sulla rete.

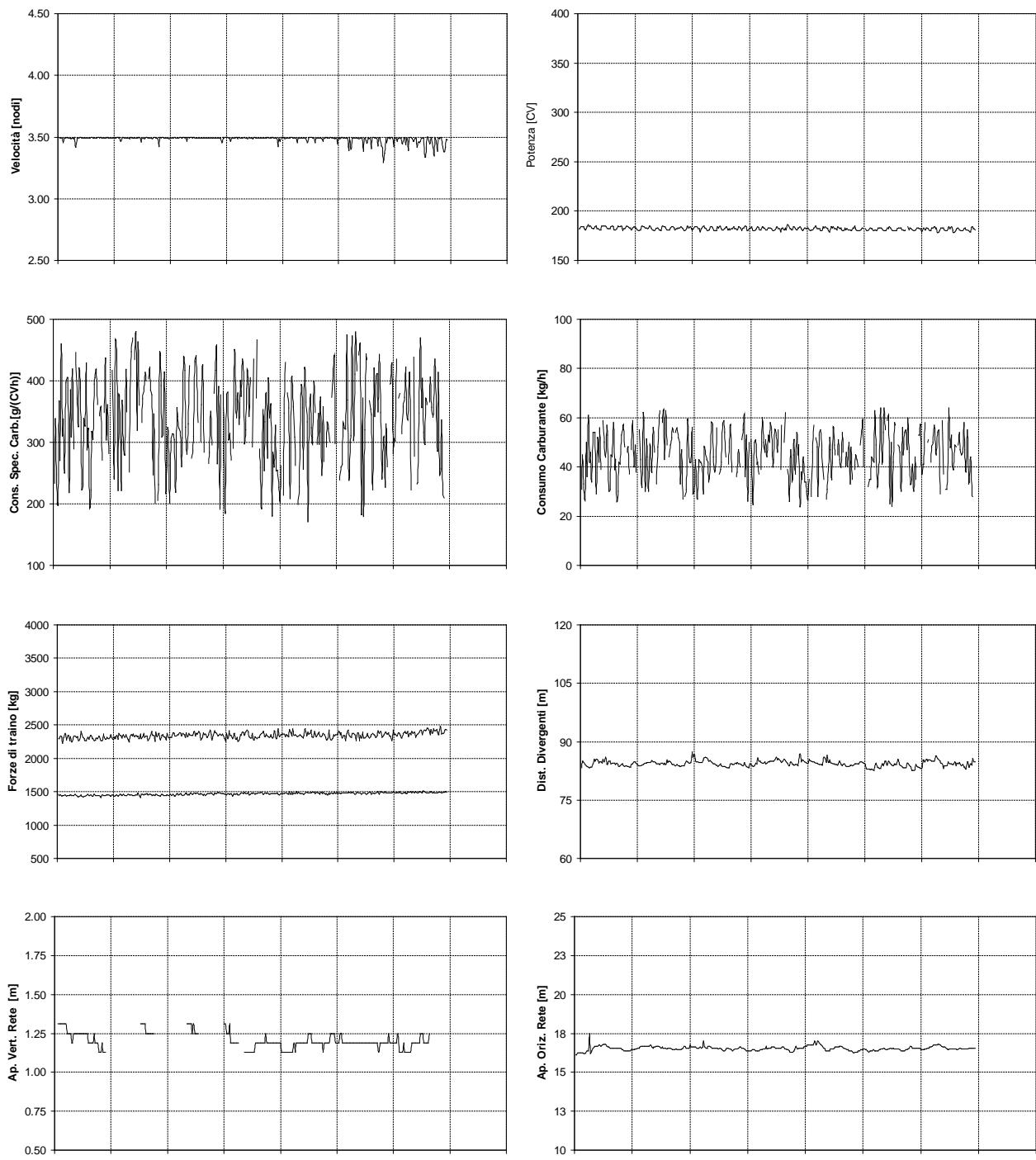


Figura 49 – Cala 1328. File dati CE052.S03. Sacco sperimentale. Principali parametri geometrici e fisico-meccanici in funzione del tempo, acquisiti durante la campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03). Nel grafico delle forze di traino sono riportati sia i valori misurati a bordo che sulla rete.

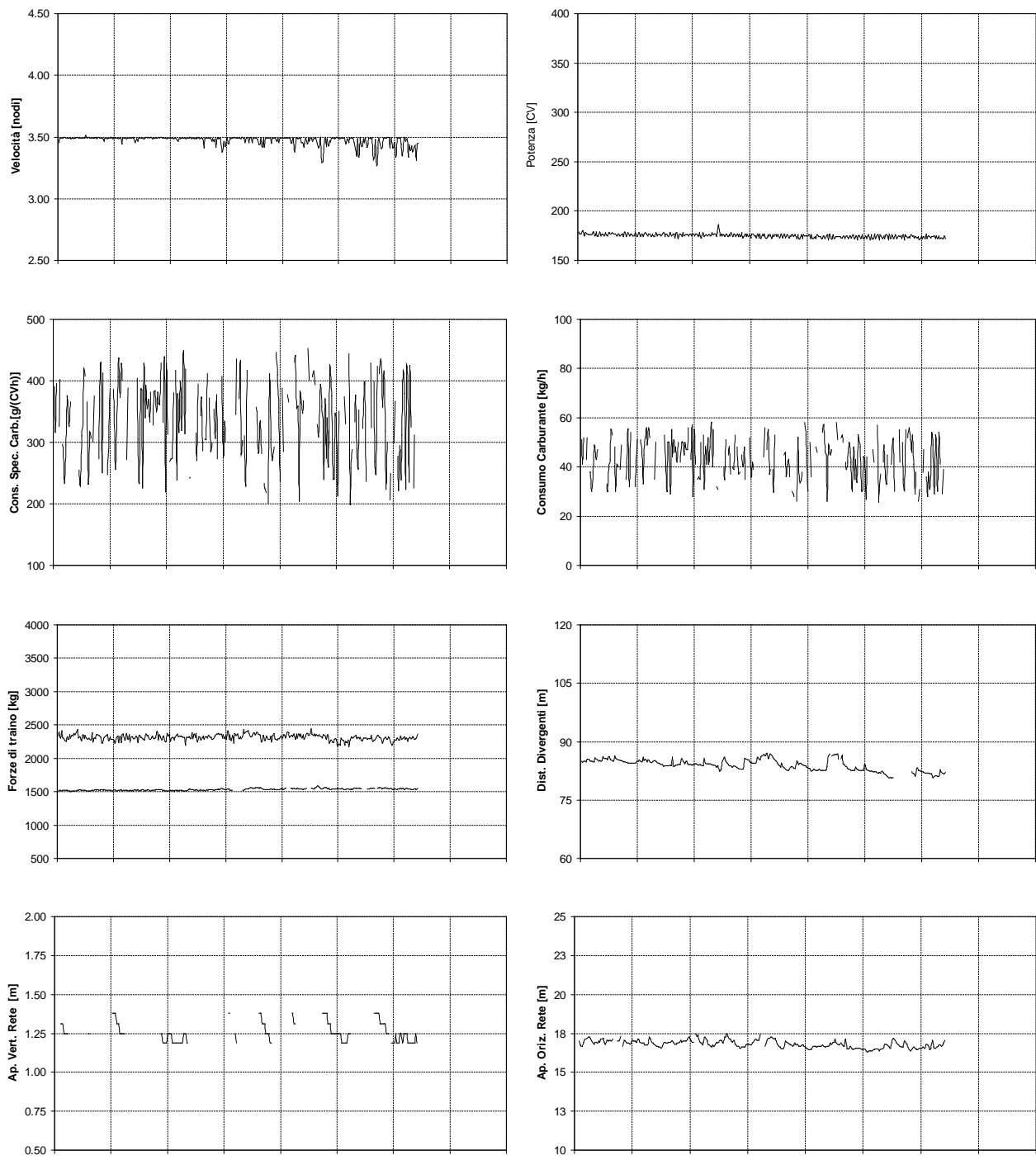


Figura 50 – Cala 1329. File dati CE053.S03. Sacco tradizionale. Principali parametri geometrici e fisico-meccanici in funzione del tempo, acquisiti durante la campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03). Nel grafico delle forze di traino sono riportati sia i valori misurati a bordo che sulla rete.

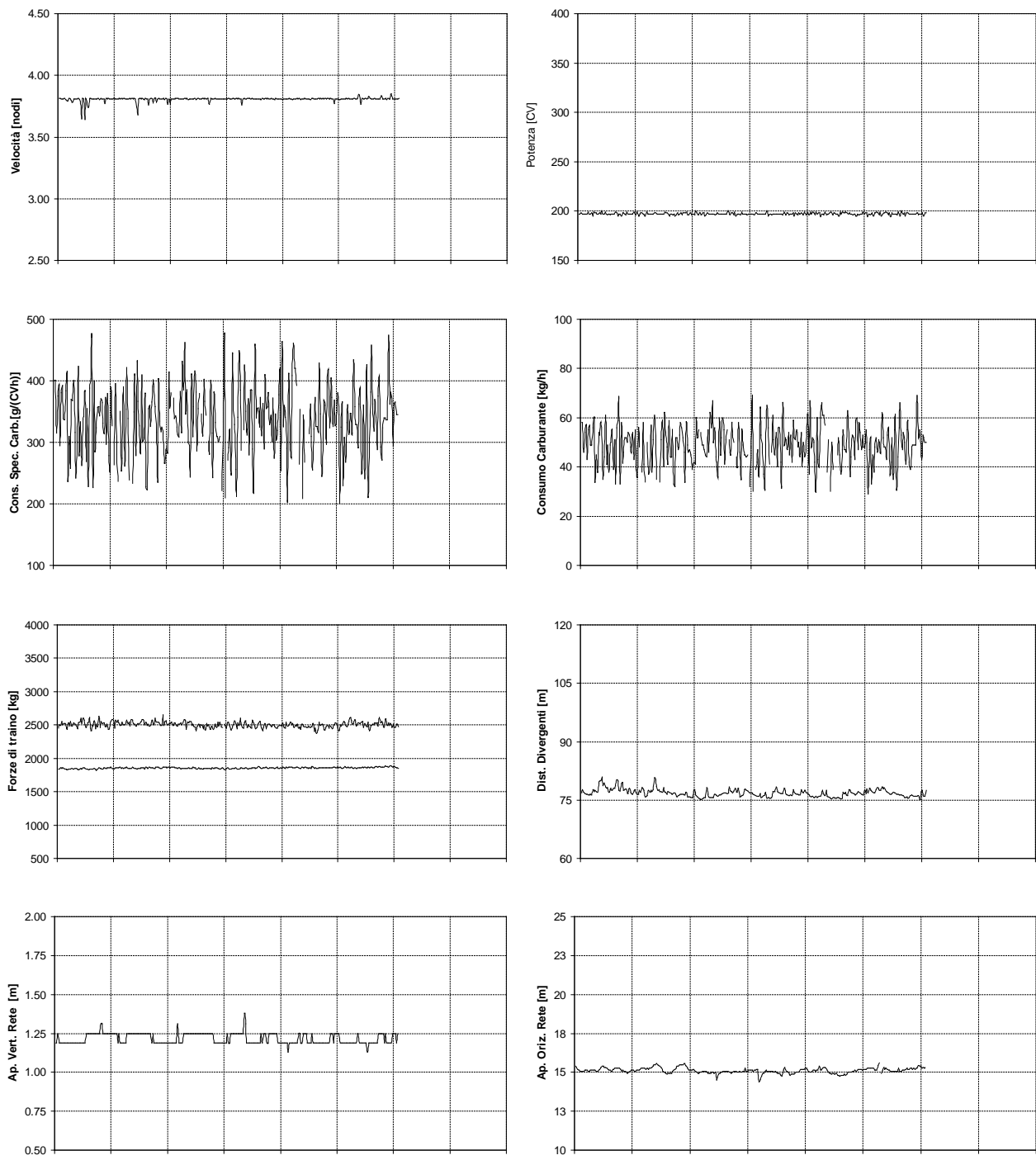


Figura 51 – Cala 1330. File dati CE054.S03. Sacco tradizionale. Principali parametri geometrici e fisico-meccanici in funzione del tempo, acquisiti durante la campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03). Nel grafico delle forze di traino sono riportati sia i valori misurati a bordo che sulla rete.

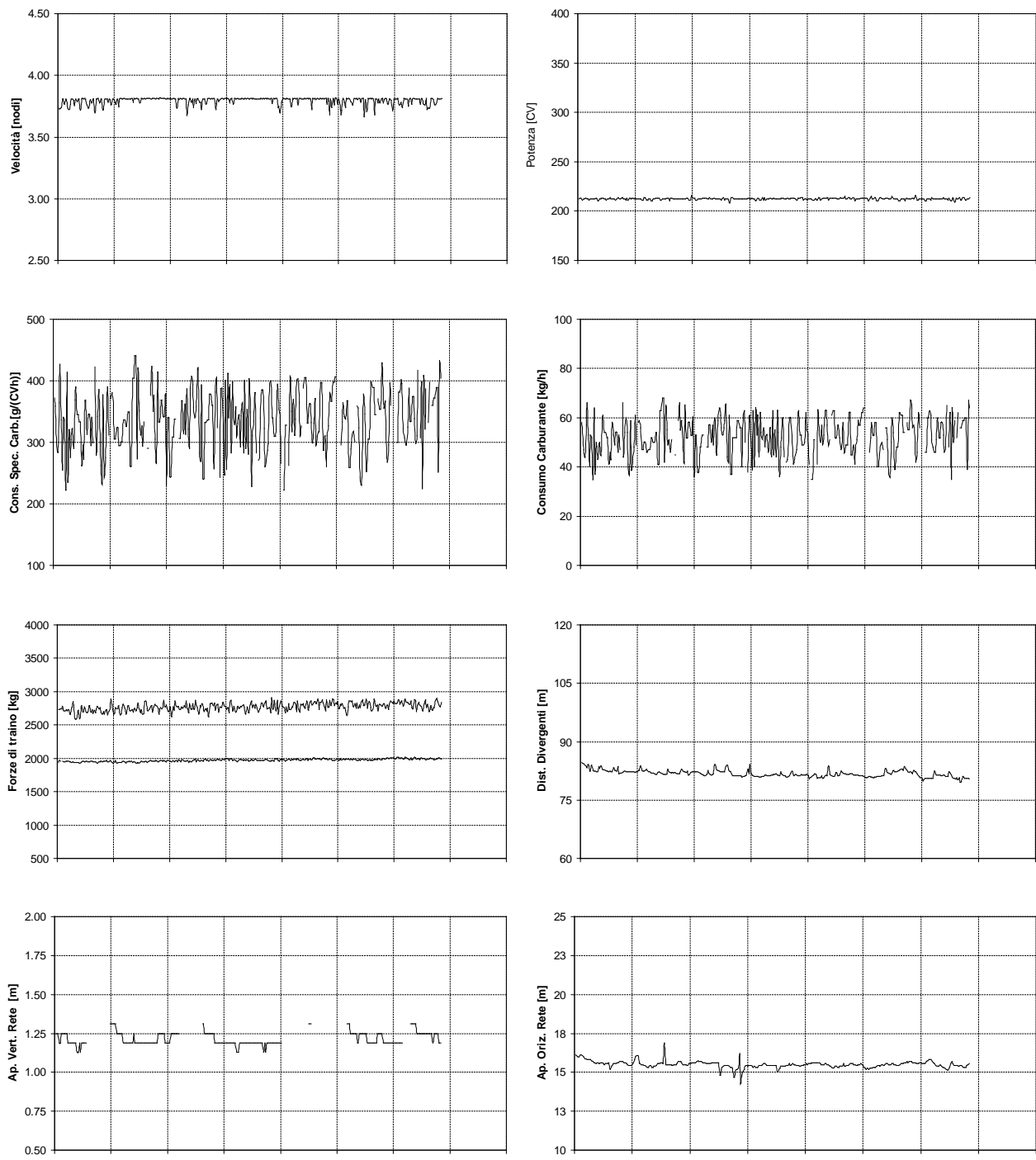


Figura 52 – Cala 1331. File dati CE055.S03. Sacco tradizionale. Principali parametri geometrici e fisico-meccanici in funzione del tempo, acquisiti durante la campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03). Nel grafico delle forze di traino sono riportati sia i valori misurati a bordo che sulla rete.

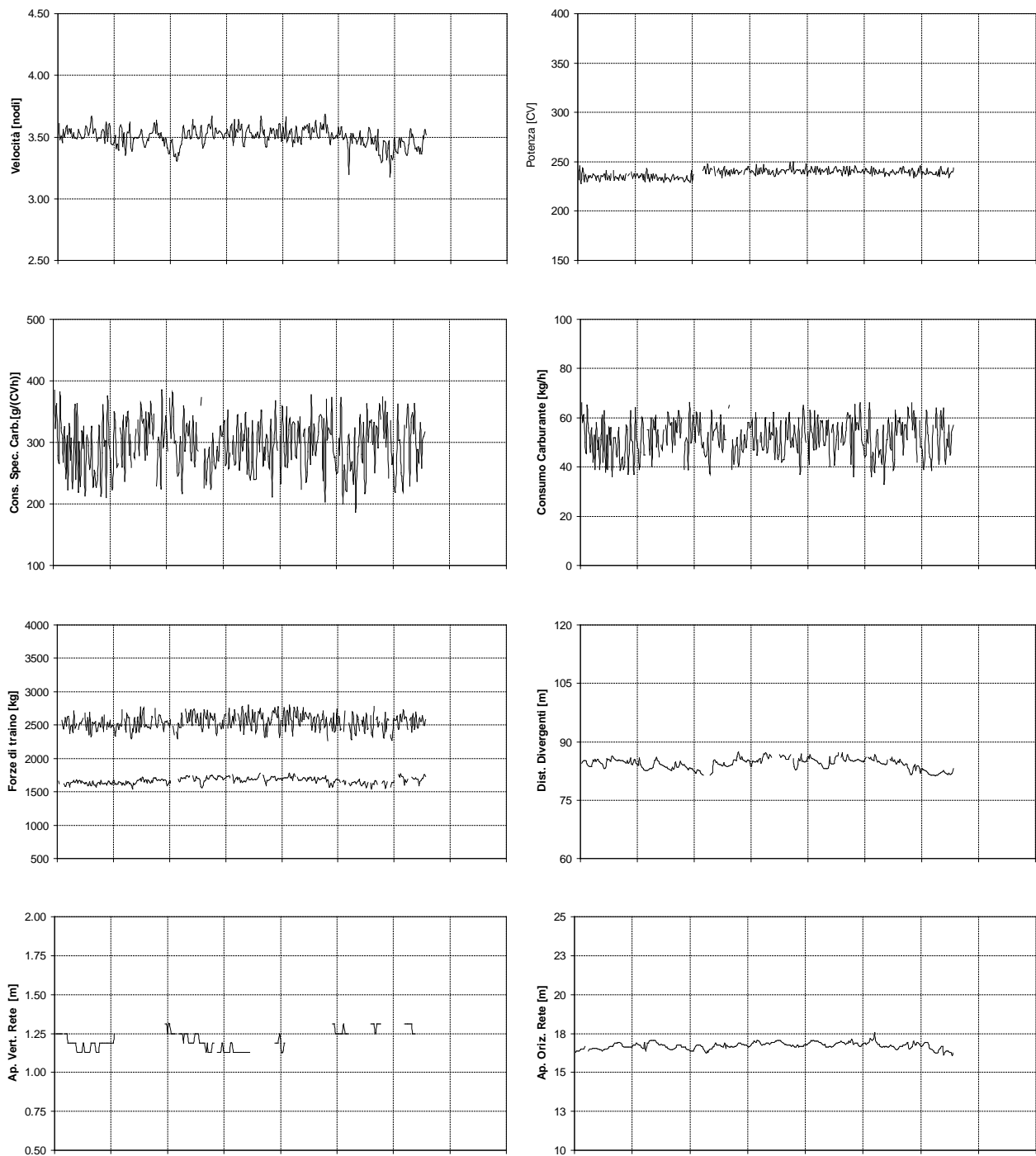


Figura 53 – Cala 1332. File dati CE056.S03. Sacco sperimentale. Principali parametri geometrici e fisico-meccanici in funzione del tempo, acquisiti durante la campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03). Nel grafico delle forze di traino sono riportati sia i valori misurati a bordo che sulla rete.

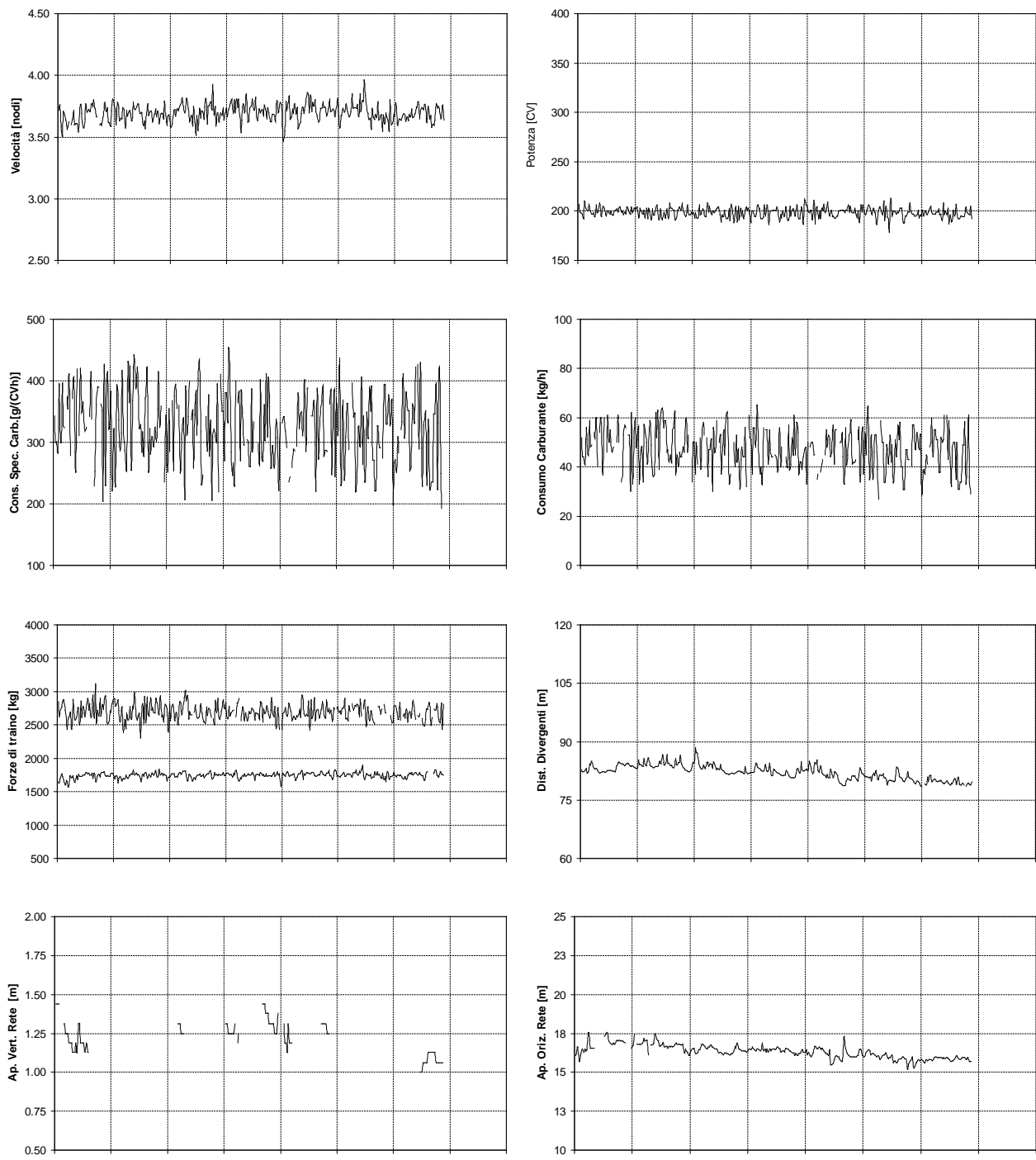


Figura 54 – Cala 1333. File dati CE057.S03. Sacco sperimentale. Principali parametri geometrici e fisico-meccanici in funzione del tempo, acquisiti durante la campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03). Nel grafico delle forze di traino sono riportati sia i valori misurati a bordo che sulla rete.

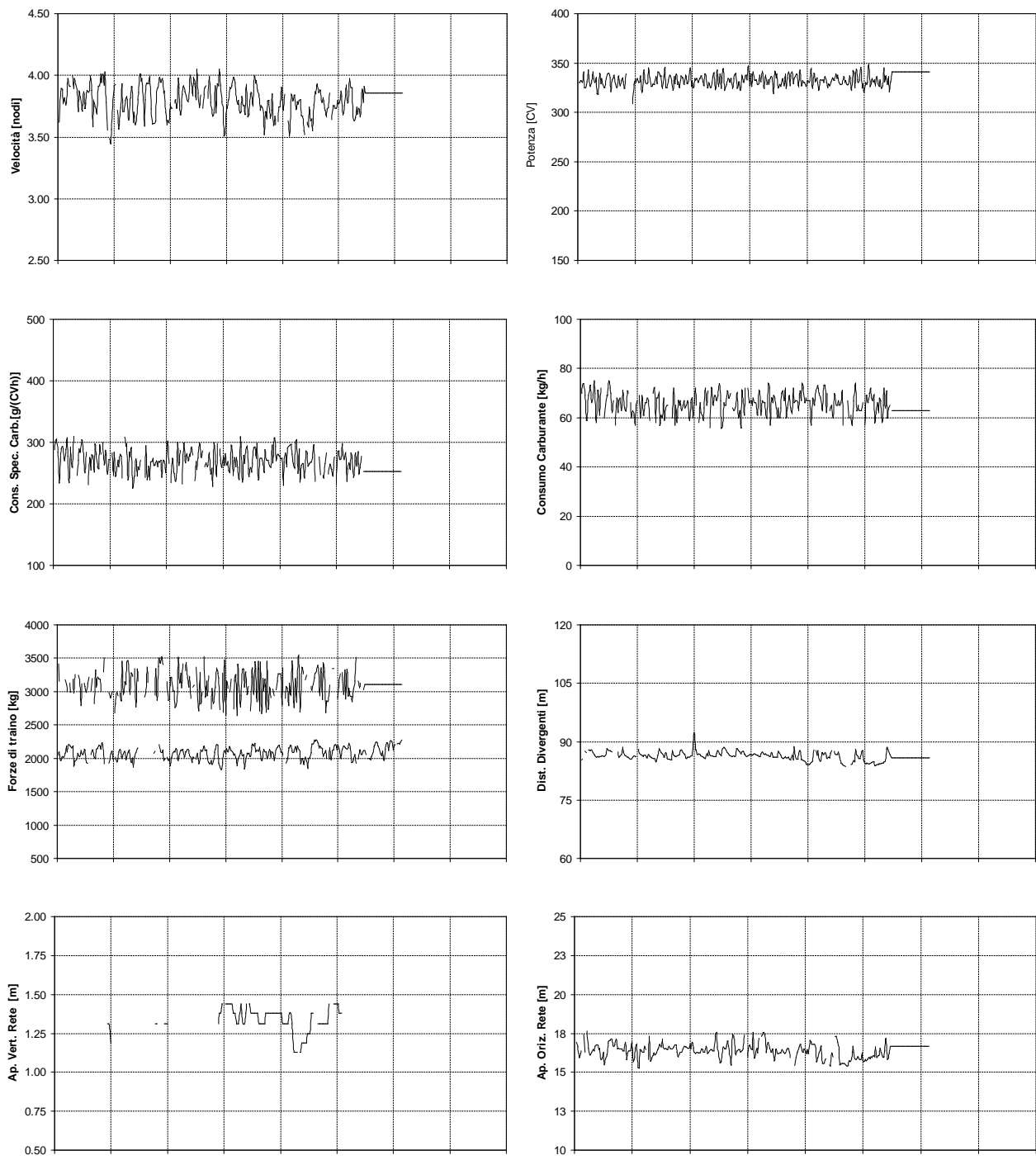


Figura 55 – Cala 1334. File dati CE058.S03. Sacco sperimentale. Principali parametri geometrici e fisico-meccanici in funzione del tempo, acquisiti durante la campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03). Nel grafico delle forze di traino sono riportati sia i valori misurati a bordo che sulla rete.

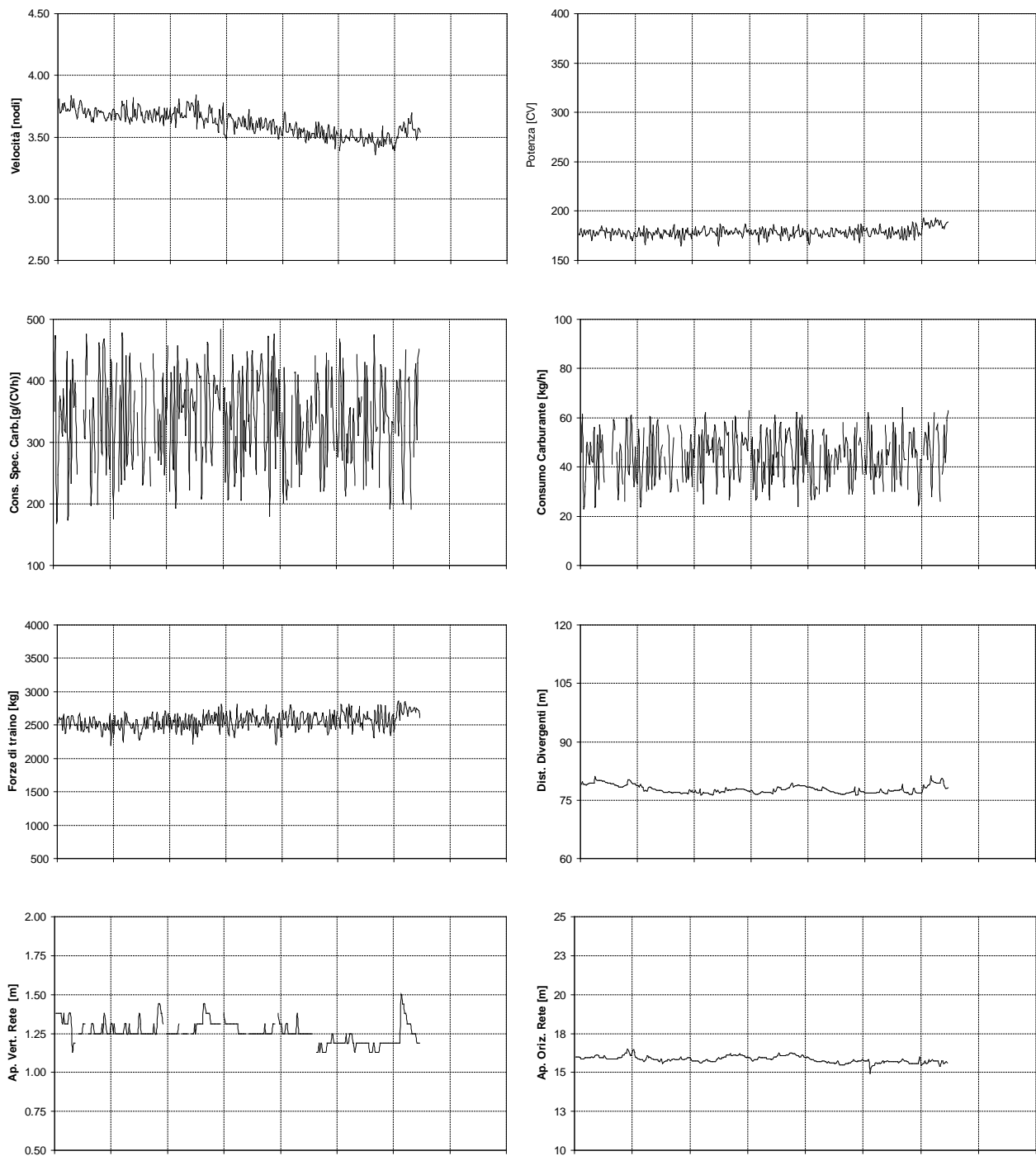


Figura 56 – Cala 1335. File dati CE059.S03. Sacco sperimentale. Principali parametri geometrici e fisico-meccanici in funzione del tempo, acquisiti durante la campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03). Nel grafico delle forze di traino sono riportati sia i valori misurati a bordo che sulla rete.

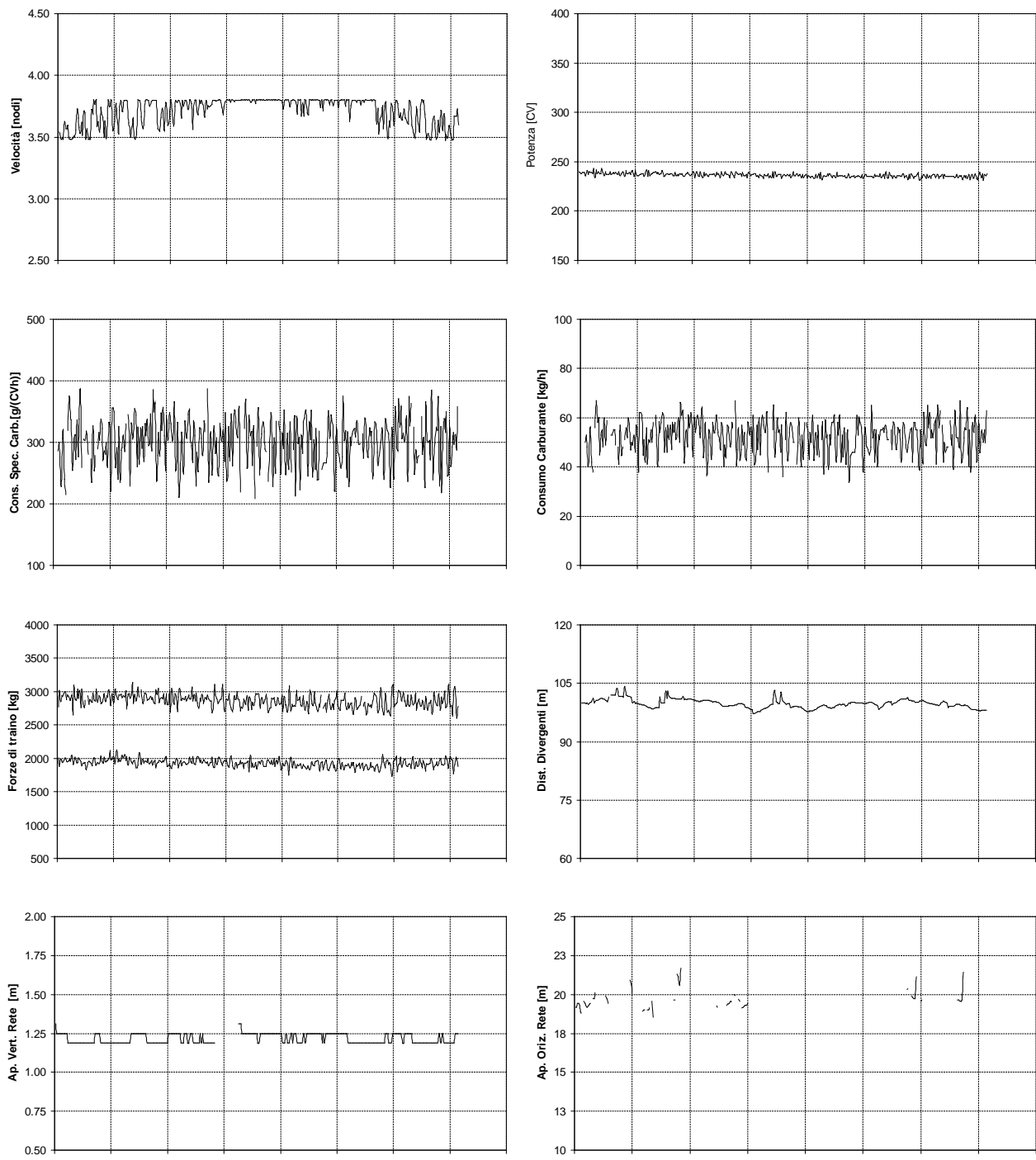


Figura 57 – Cala 1336. File dati CE060.S03. Sacco sperimentale. Principali parametri geometrici e fisico-meccanici in funzione del tempo, acquisiti durante la campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03). Nel grafico delle forze di traino sono riportati sia i valori misurati a bordo che sulla rete.

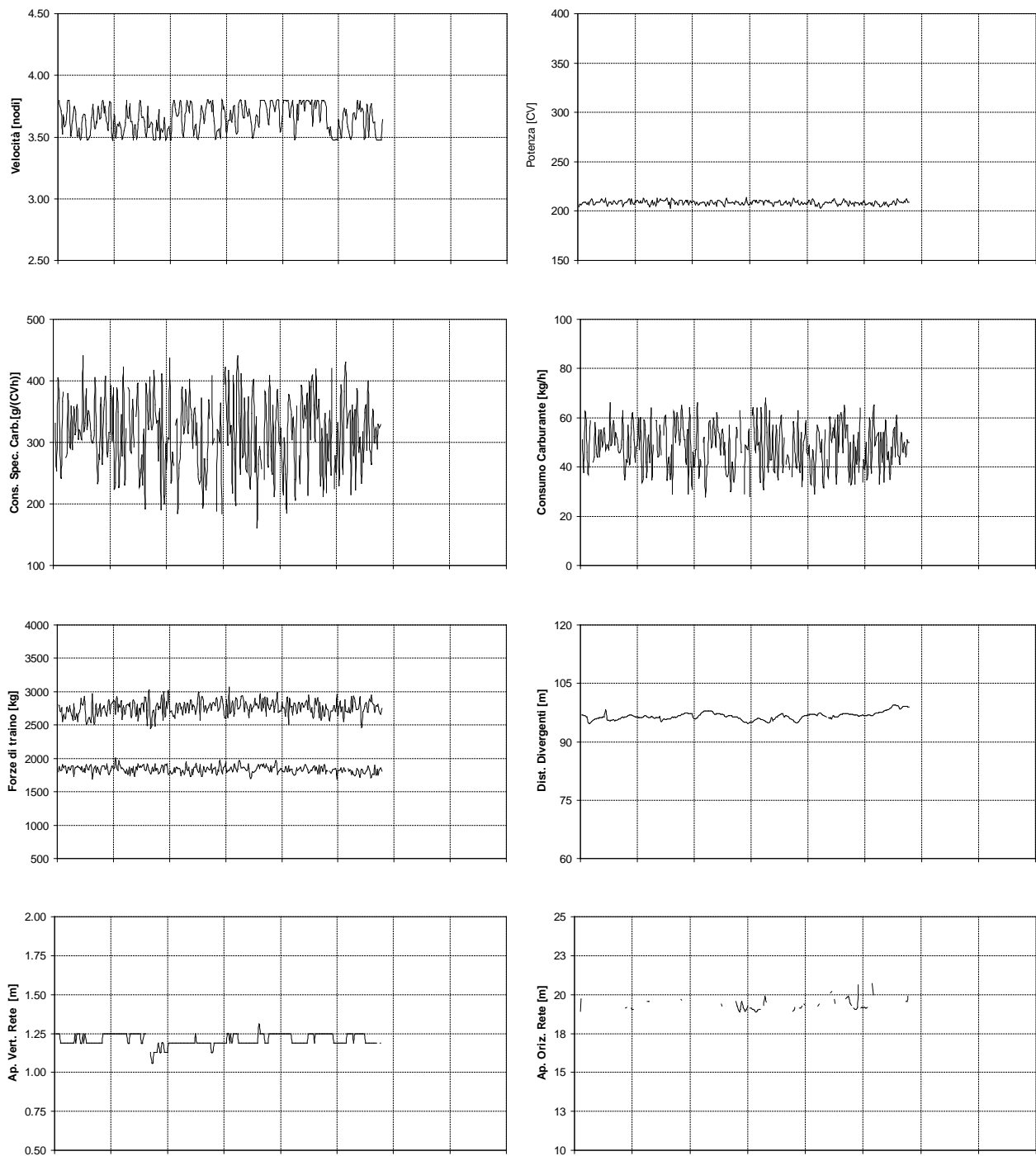


Figura 58 – Cala 1337. File dati CE061.S03. Sacco sperimentale. Principali parametri geometrici e fisico-meccanici in funzione del tempo, acquisiti durante la campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03). Nel grafico delle forze di traino sono riportati sia i valori misurati a bordo che sulla rete.

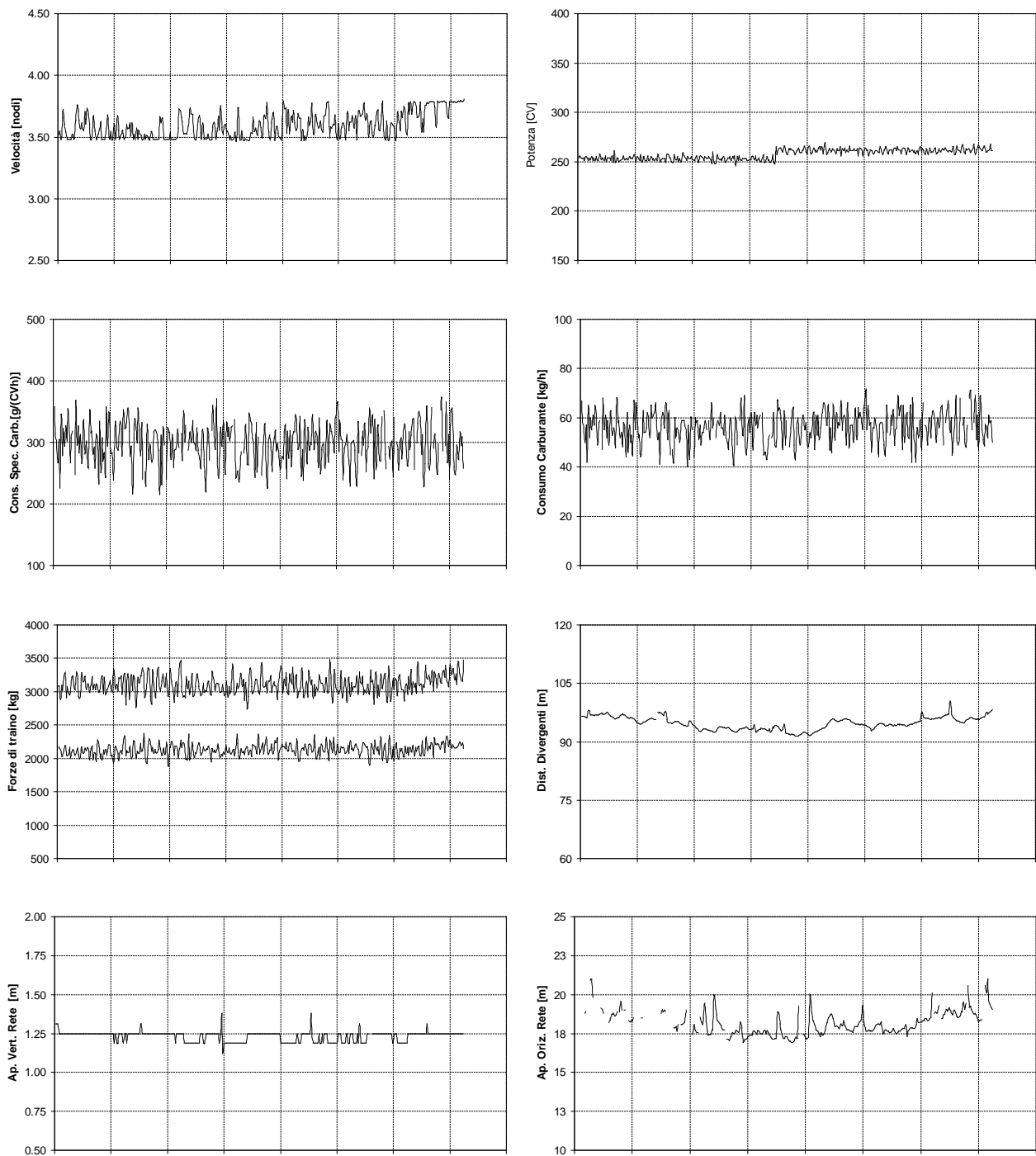


Figura 59 – Cala 1338. File dati CE062.S03. Sacco sperimentale. Principali parametri geometrici e fisico-meccanici in funzione del tempo, acquisiti durante la campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03). Nel grafico delle forze di traino sono riportati sia i valori misurati a bordo che sulla rete.

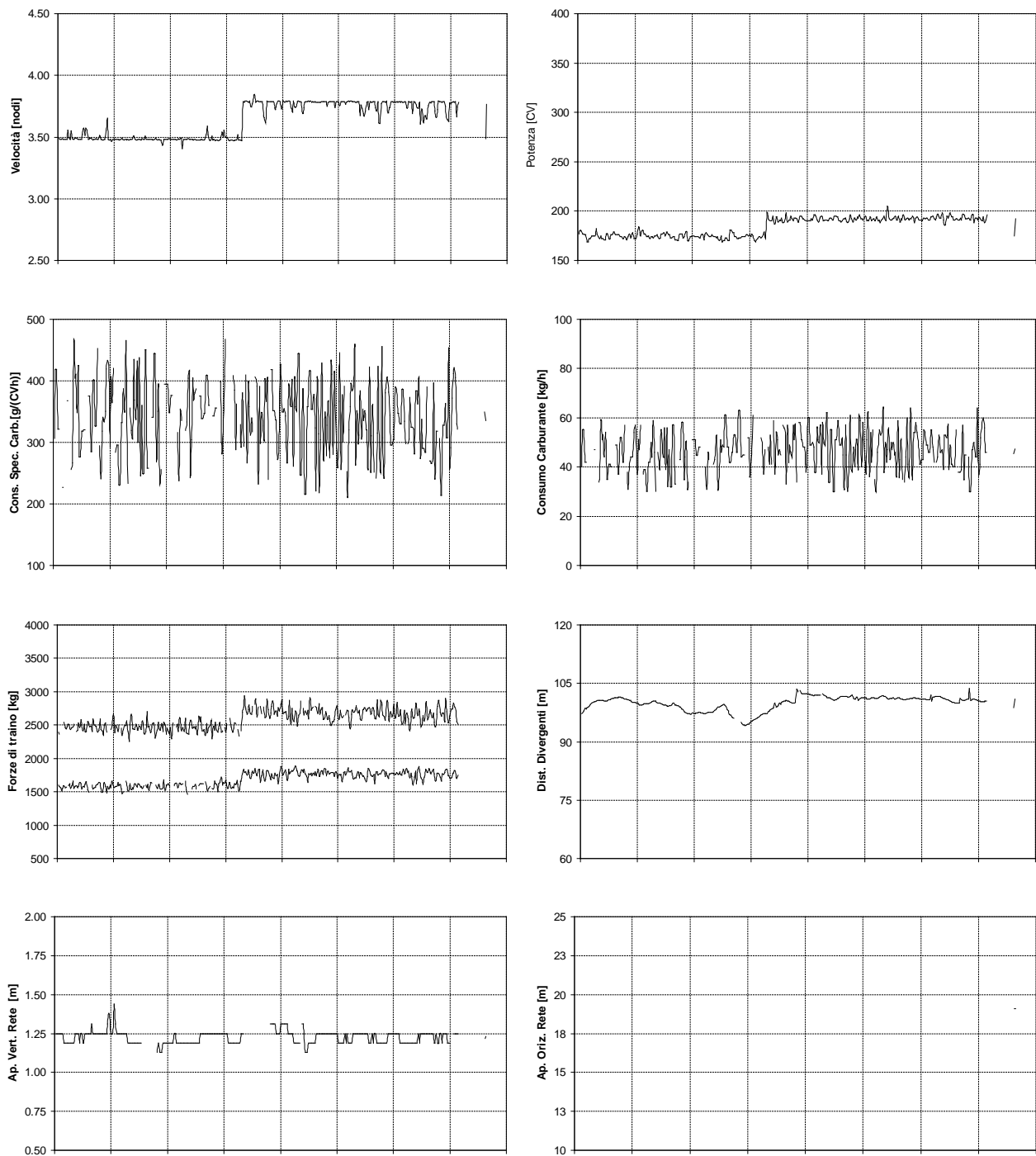


Figura 60 – Cala 1339. File dati CE063.S03. Sacco sperimentale. Principali parametri geometrici e fisico-meccanici in funzione del tempo, acquisiti durante la campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03). Nel grafico delle forze di traino sono riportati sia i valori misurati a bordo che sulla rete.

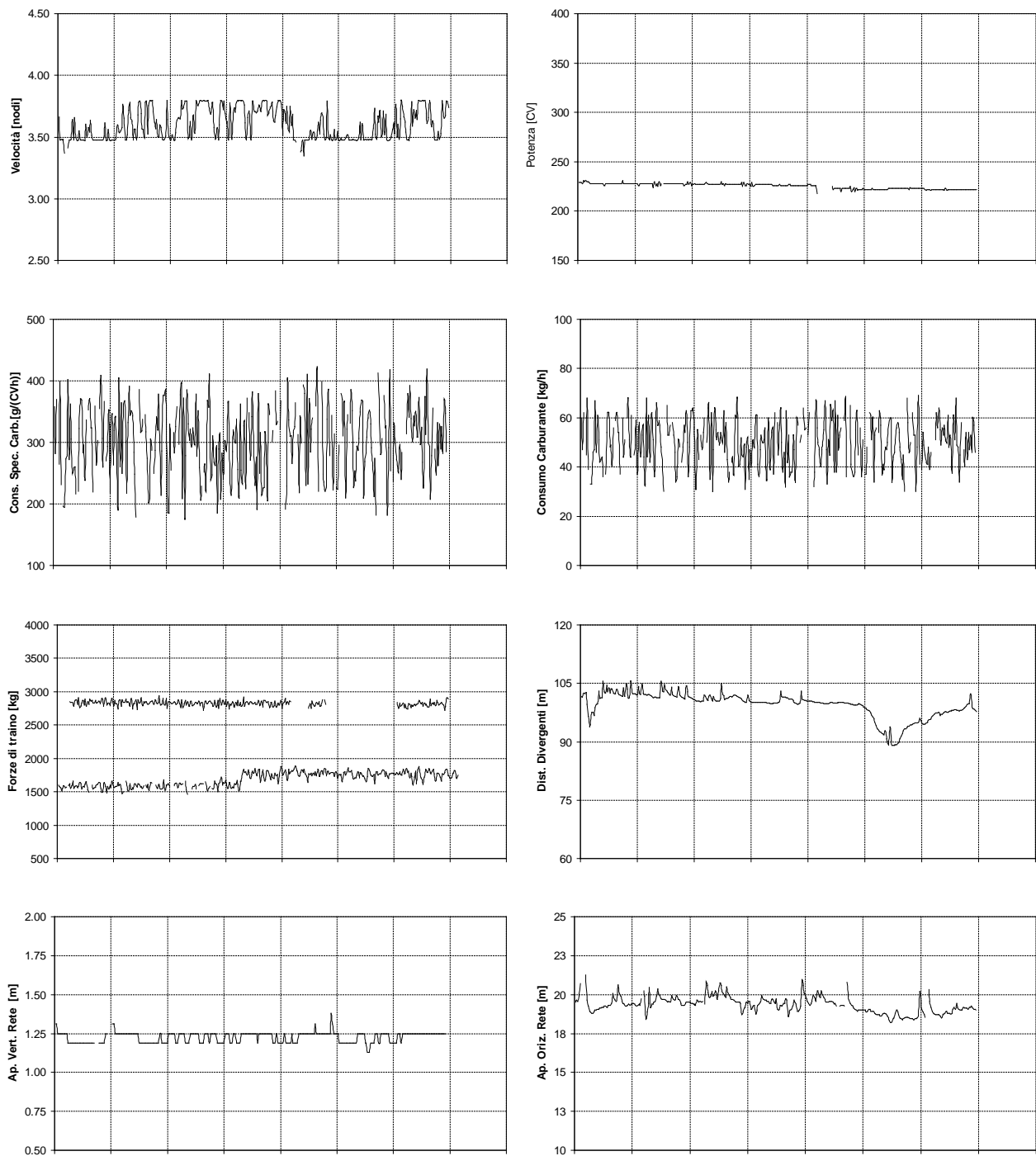


Figura 61 – Cala 1340. File dati CE064.S03. Sacco tradizionale. Principali parametri geometrici e fisico-meccanici in funzione del tempo, acquisiti durante la campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03). Nel grafico delle forze di traino sono riportati sia i valori misurati a bordo che sulla rete.

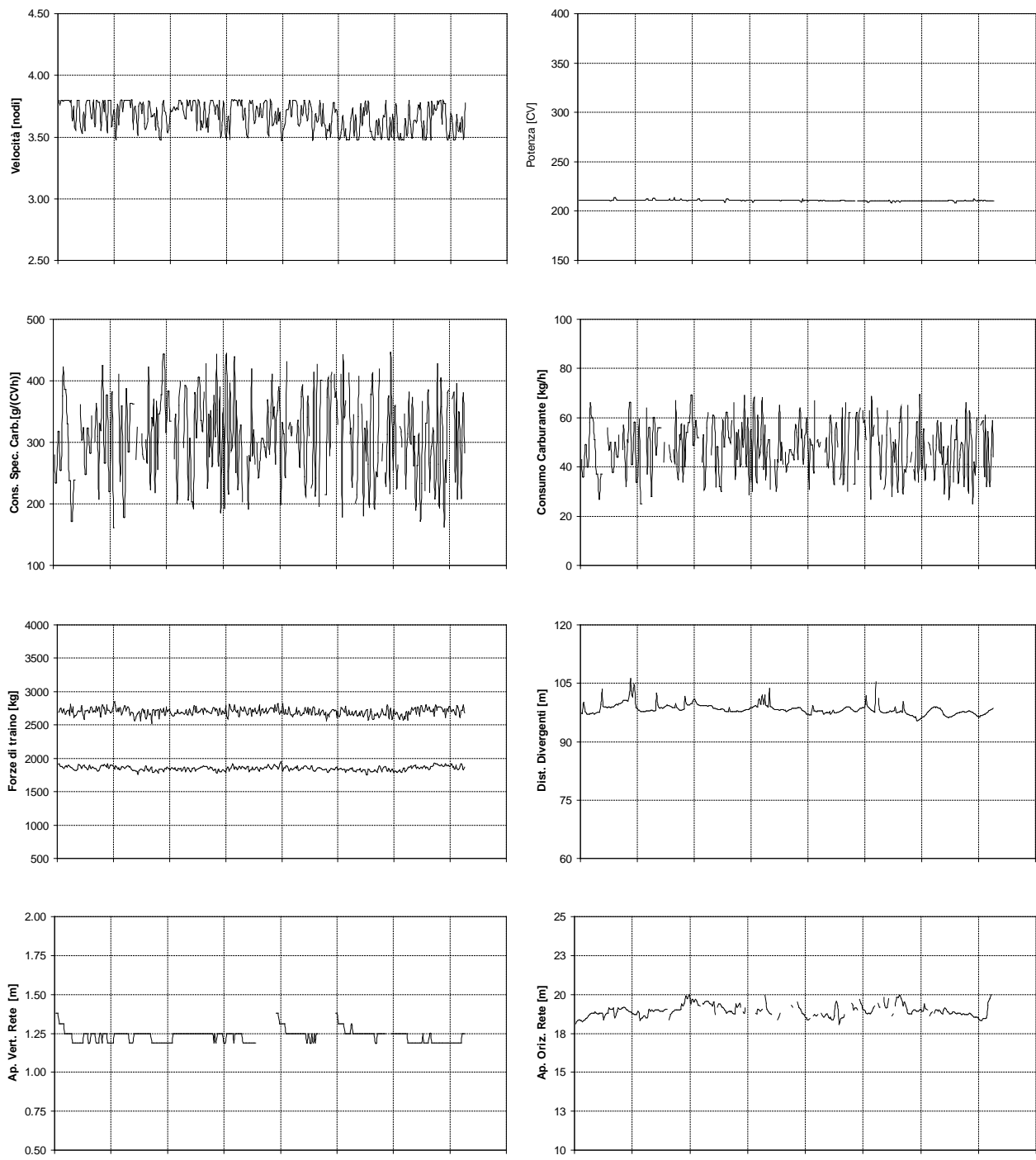


Figura 62 – Cala 1341. File dati CE065.S03. Sacco tradizionale. Principali parametri geometrici e fisico-meccanici in funzione del tempo, acquisiti durante la campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03). Nel grafico delle forze di traino sono riportati sia i valori misurati a bordo che sulla rete.

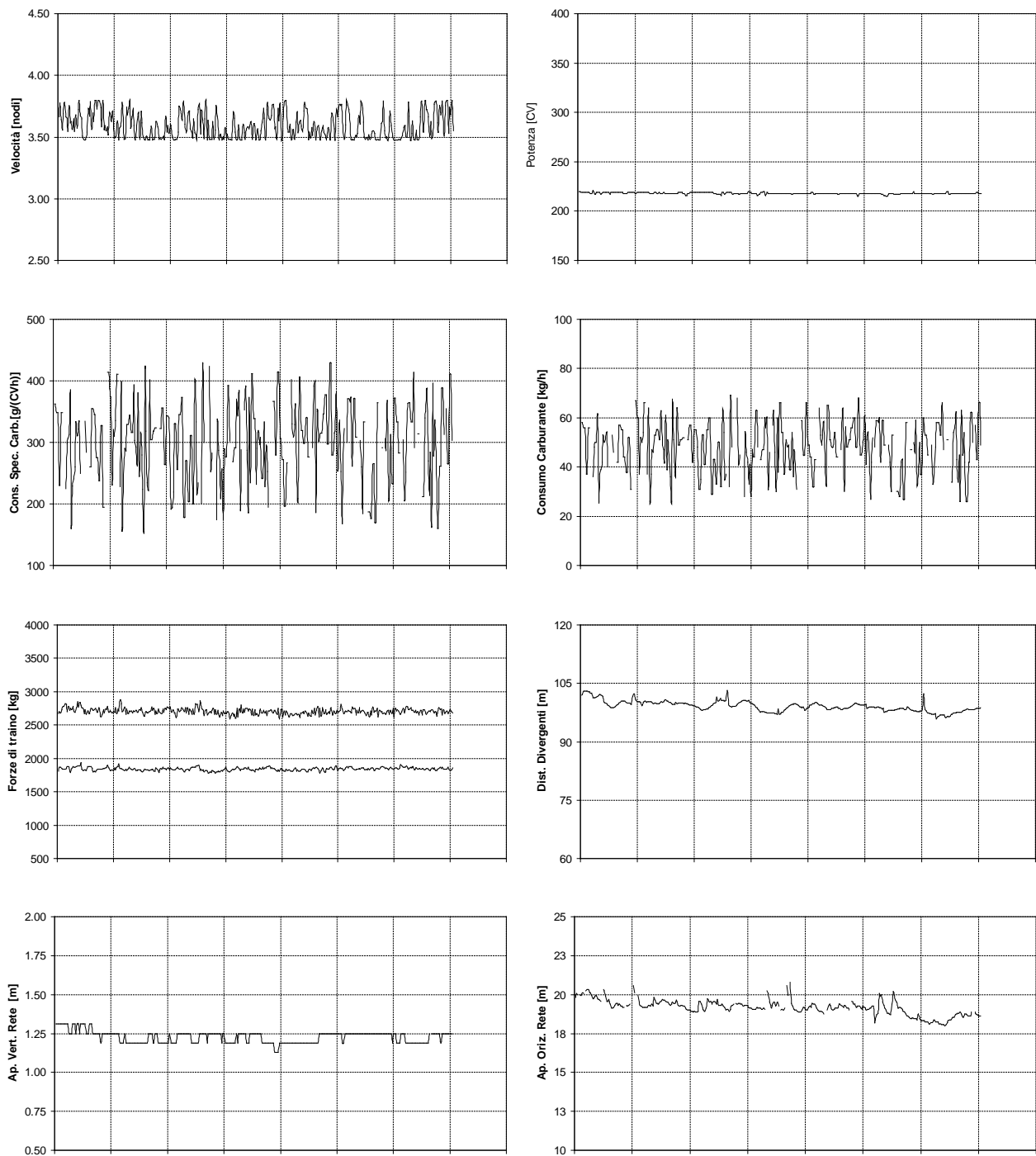


Figura 63 – Cala 1342. File dati CE066.S03. Sacco tradizionale. Principali parametri geometrici e fisico-meccanici in funzione del tempo, acquisiti durante la campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03). Nel grafico delle forze di traino sono riportati sia i valori misurati a bordo che sulla rete.

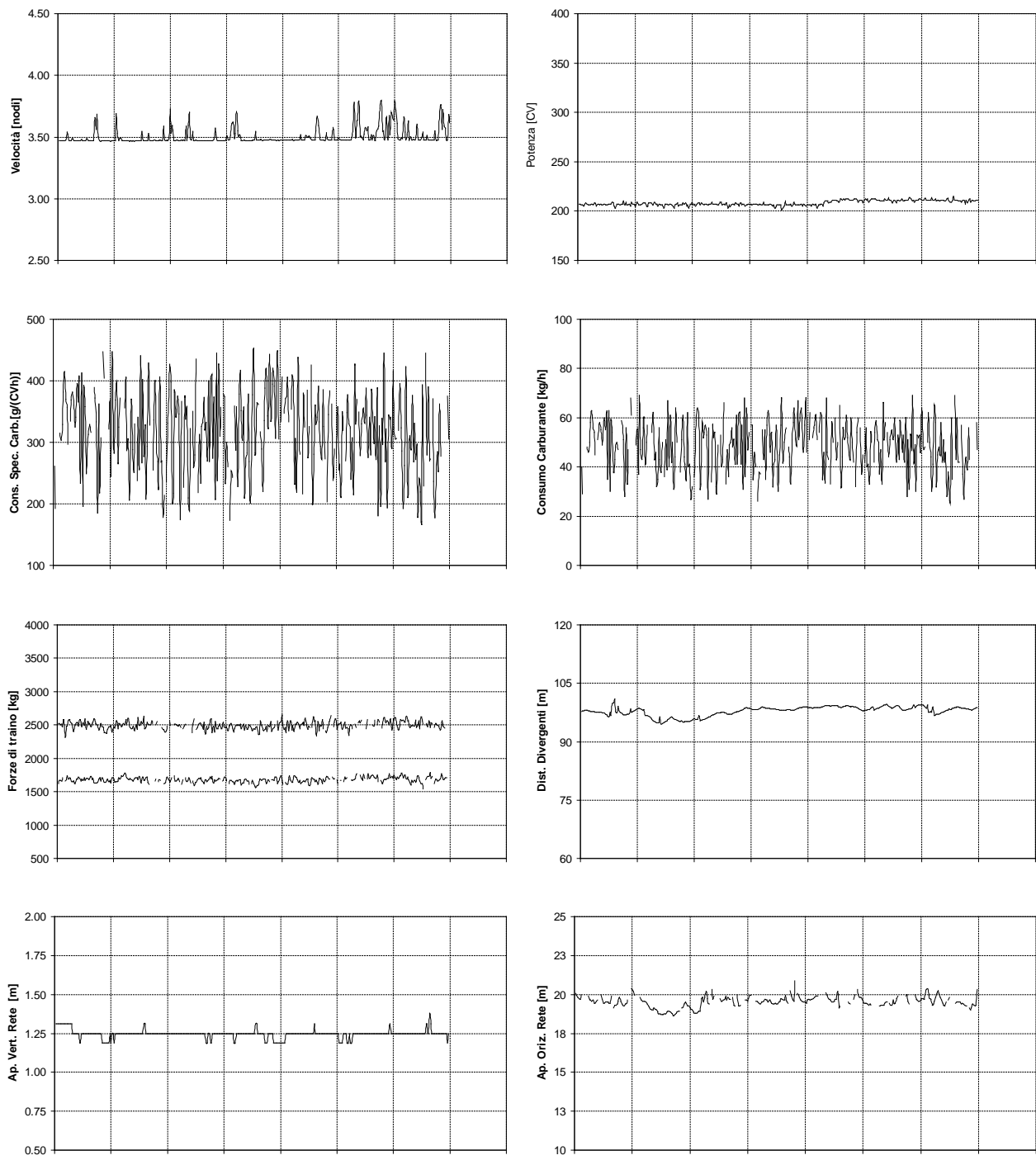


Figura 64 – Cala 1343. File dati CE067.S03. Sacco tradizionale. Principali parametri geometrici e fisico-meccanici in funzione del tempo, acquisiti durante la campagna preliminare (22/09/03 – 01/10/03). Nel grafico delle forze di traino sono riportati sia i valori misurati a bordo che sulla rete.

59. Appendice C: Catture standardizzate in peso ed in numero di individui per ora di pesca di tutte le specie campionate

60. Appendice D: Analisi esplorativa preliminare dei dati di selettività delle cale replicate: distribuzioni di taglia, curve di selettività, *Deviance residual plots*.

Lo studio è stato adeguatamente approfondito per *Merluccius merluccius* (Nasello o merluzzo), *Mullus barbatus* (Triglia di fango) e *Parapenaeus longirostris* (Gambero rosa), *Arnoglossus laterna* (Zanchetta o suacia), *Illex coindettii* (Totano), *Pagellus erythrinus* (Pagello fragolino), *Trachurus mediterraneus* (Suro), *Trisopterus minutus capelanus* (Cappellano o busbana) e *Nephrops norvegicus* (Scampo).

La presente analisi esplorativa è stata eseguita al fine di identificare le cale valide da inserire nella stima dei parametri di selettività. Per ciascuna delle specie analizzate la valutazione delle cale potenziali, da includere nella successiva analisi della selettività, avviene in tre distinte fasi di cui si riportano i corrispondenti grafici. In particolare, la decisione finale se mantenere o rifiutare una specifica cala è basata sulle seguenti informazioni:

1. esame esplorativo del numero di individui nelle diverse classi di lunghezza, così come sull'estensione dell'intervallo delle classi. Una cala è considerata come potenziale candidata per essere inclusa nell'analisi a condizione che, all'interno di un relativamente ampio intervallo di lunghezze, sia presente un "*sufficiente*" numero di individui tali da fornire le proporzioni di ritenuta tra 0 ed 1.
2. Calcolo delle curve di selettività delle singole cale. Una cala è eliminata dall'analisi successiva, nel caso di parametri di selettività e corrispondente varianza non consistente con le altre cale.
3. Esame del grafico denominato *Deviance Residual Plots* di ciascuna cala replicata. Questi grafici forniscono una misura della bontà dell'adattamento della curva di selettività di ogni singola cala ai dati sperimentali. Il modello è corretto quando i residui della devianza risultano approssimativamente indipendenti ed uniformemente distribuiti.

I grafici in grigio rappresentano le cale effettuate nella zona analizzata ma escluse dalla successiva analisi della selettività. Poiché lo spazio a disposizione non è sufficiente per illustrare in maniera dettagliata tutte le informazioni, i grafici seguenti, oltre a contribuire in un certo modo ad ampliare le informazioni riportate nel resto del presente rapporto, vogliono soprattutto illustrare la complessità del lavoro affrontato in fase preliminare.

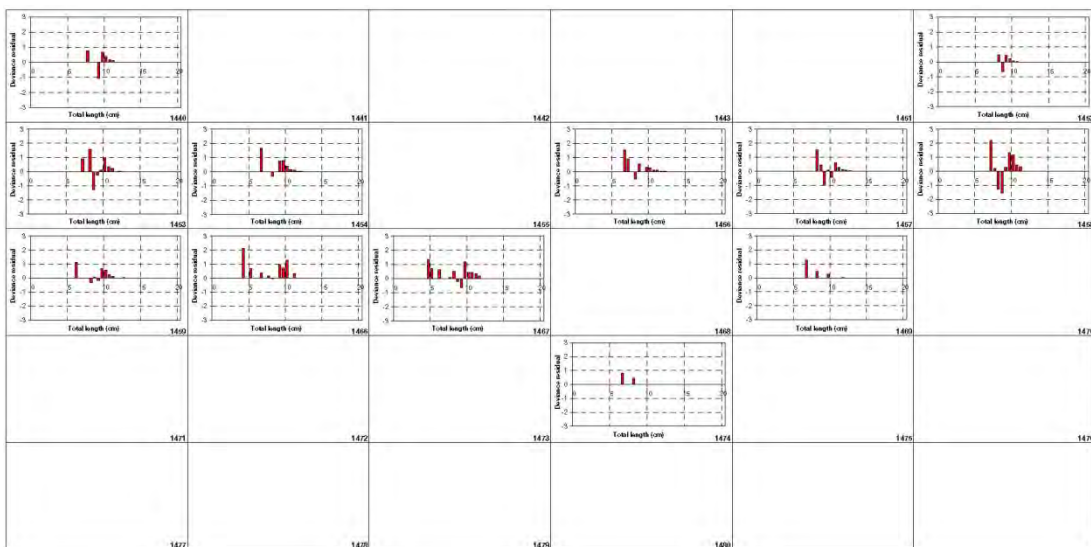
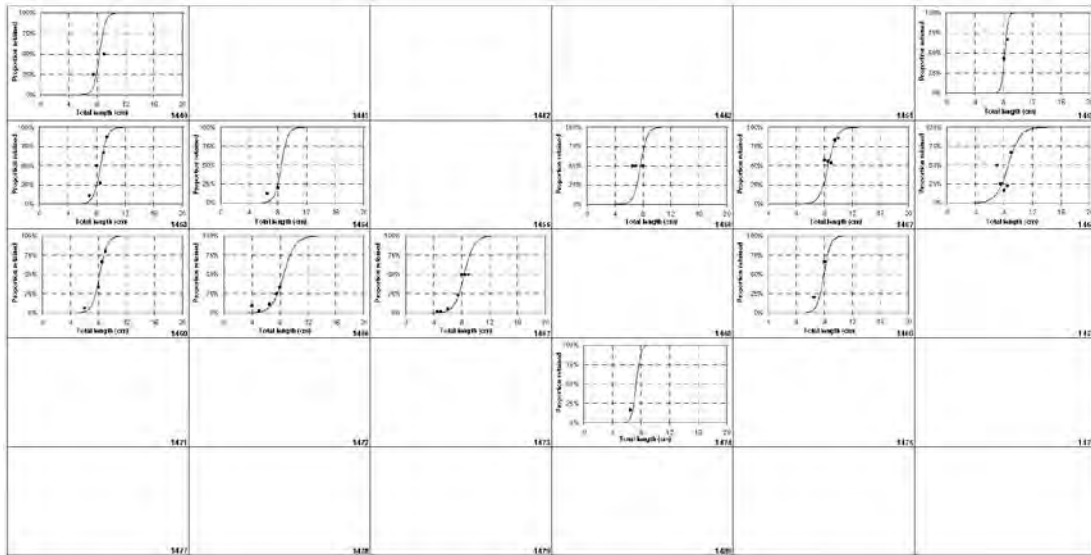
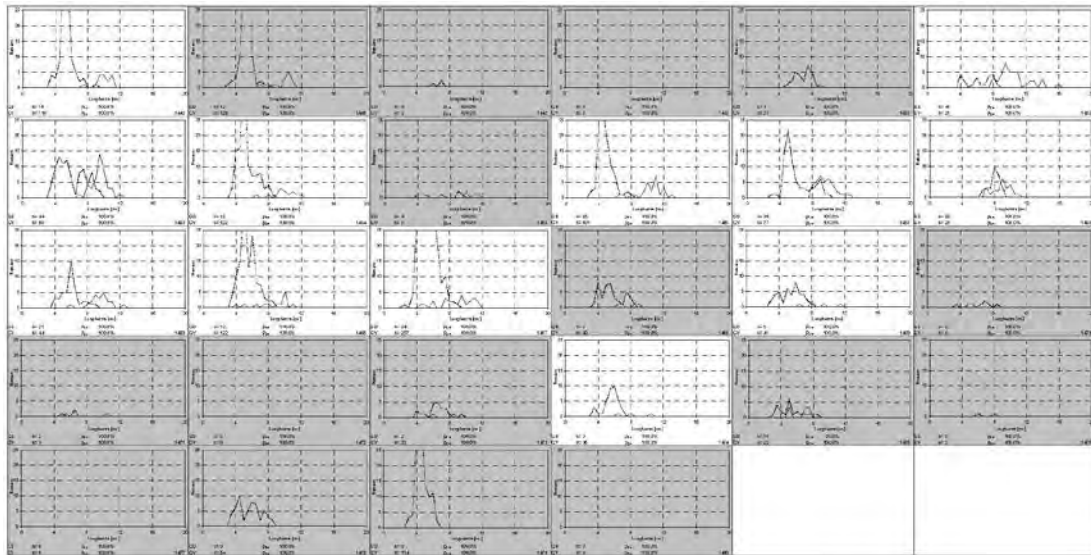


Figura 65 – *Arnoglossus laterna* (sacco con maglia a losanga: Zona S-C, S-D, S-E). Grafico in alto: Distribuzione di taglia delle catture ottenute in ciascuna cala nel sacco (—) e nel cover (---). Grafico in mezzo: curva di selettività delle singole cale replicate e dati sperimentali. Grafico in basso: *deviance residual plots* di ciascuna cala replicata.

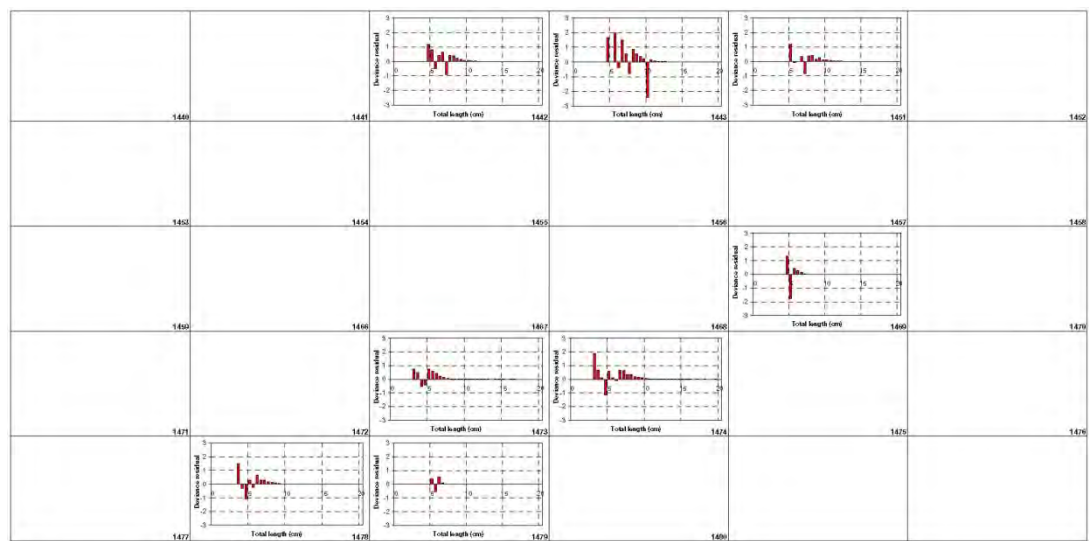
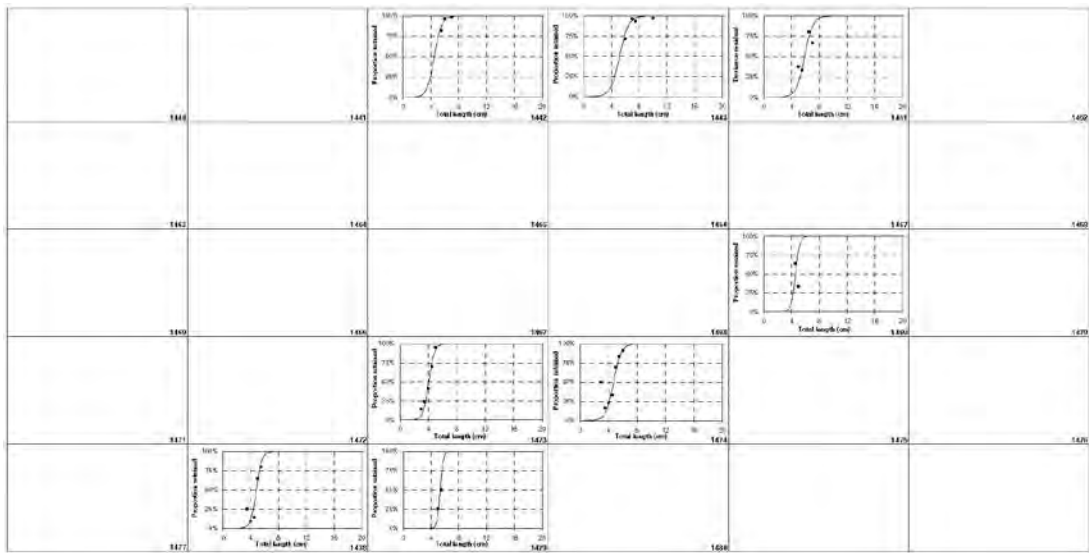
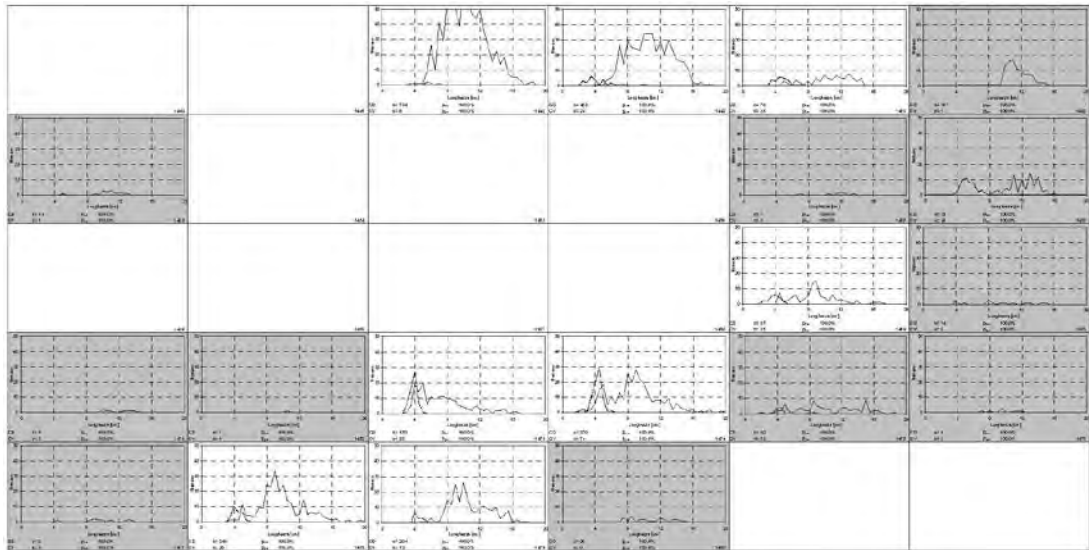


Figura 66 – *Illex coindetii* (sacco con maglia a losanga: Zona S-D, S-E). Grafico in alto: Distribuzione di taglia delle catture ottenute in ciascuna cala nel sacco (—) e nel cover (---). Grafico in mezzo: curva di selettività delle singole cale replicate e dati sperimentali. Grafico in basso: *deviance residual plots* di ciascuna cala replicata.

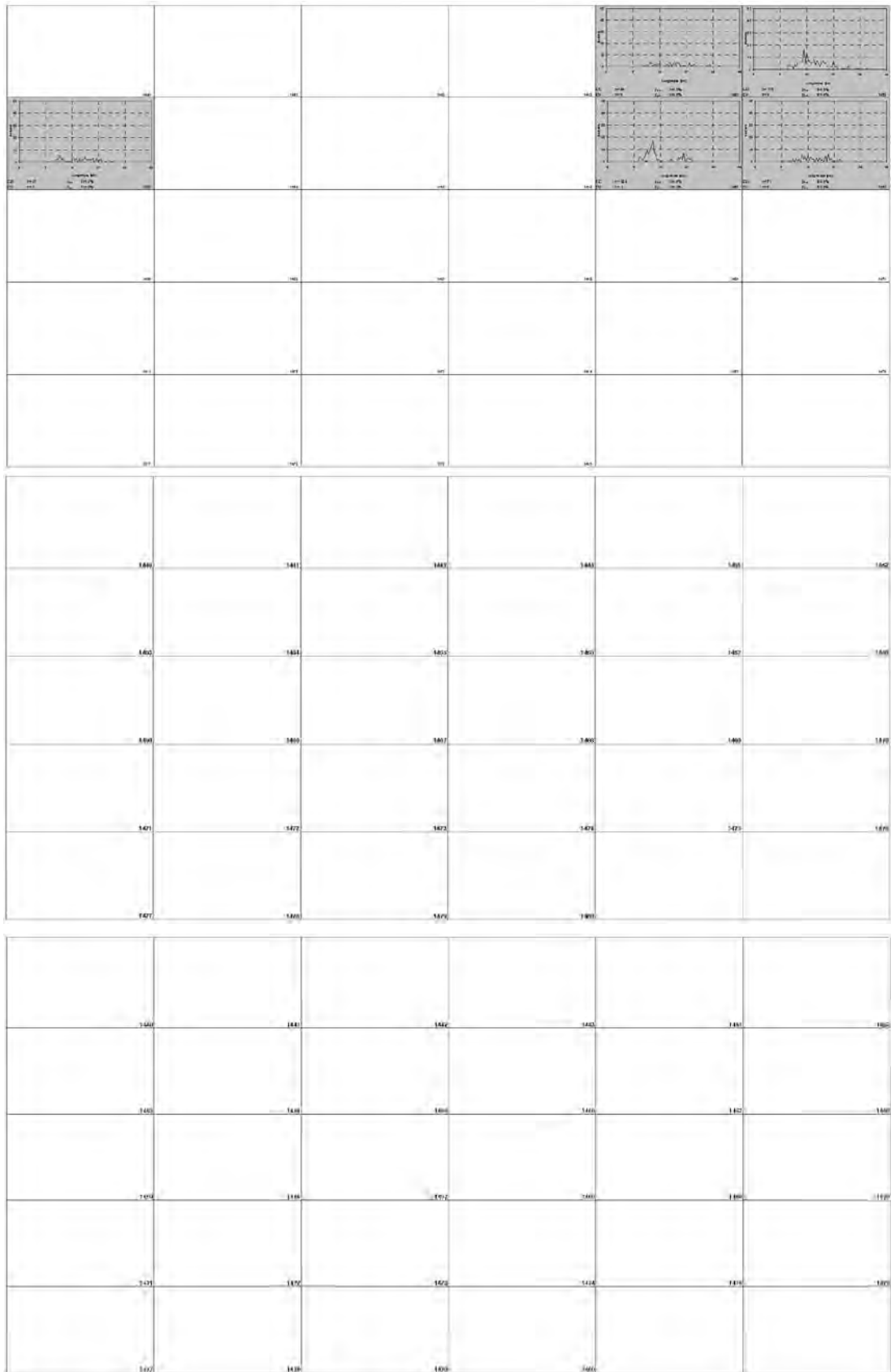


Figura 67 – *Merluccius merluccius* (sacco con maglia a losanga: Zona S-D – Range batimetrico di 0-50m). Grafico in alto: Distribuzione di taglia delle catture ottenute in ciascuna cala nel sacco (—) e nel cover (---). Grafico in mezzo: curva di selettività delle singole cale replicate e dati sperimentali. Grafico in basso: deviance residual plots di ciascuna cala replicata.

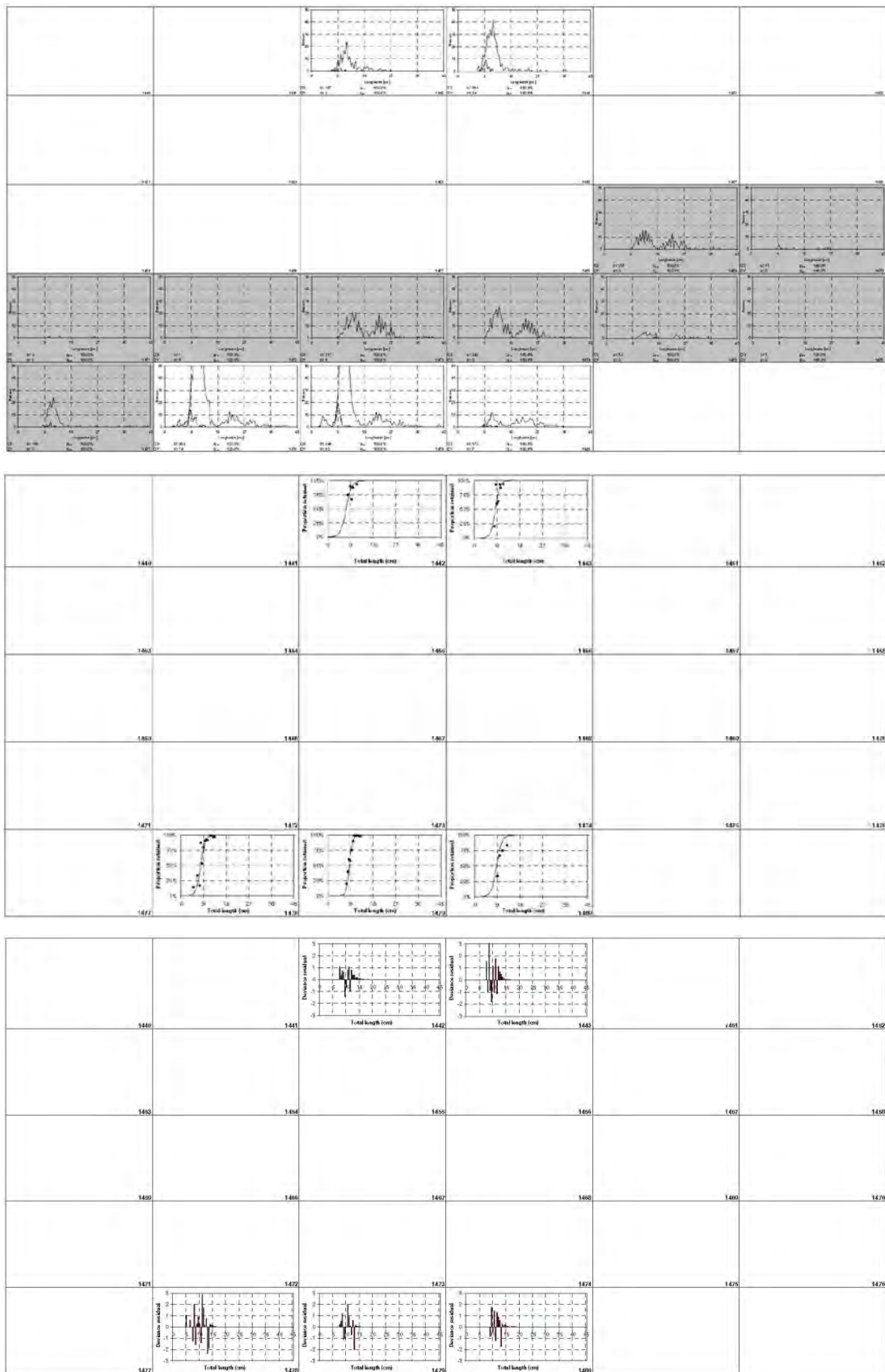


Figura 68 – *Merluccius merluccius* (sacco con maglia a losanga: Zona S-E – Range batimetrico di 150-200m). Grafico in alto: Distribuzione di taglia delle catture ottenute in ciascuna cala nel sacco (—) e nel cover (---). Grafico in mezzo: curva di selettività delle singole cale replicate e dati sperimentali. Grafico in basso: *deviance residual plots* di ciascuna cala replicata.

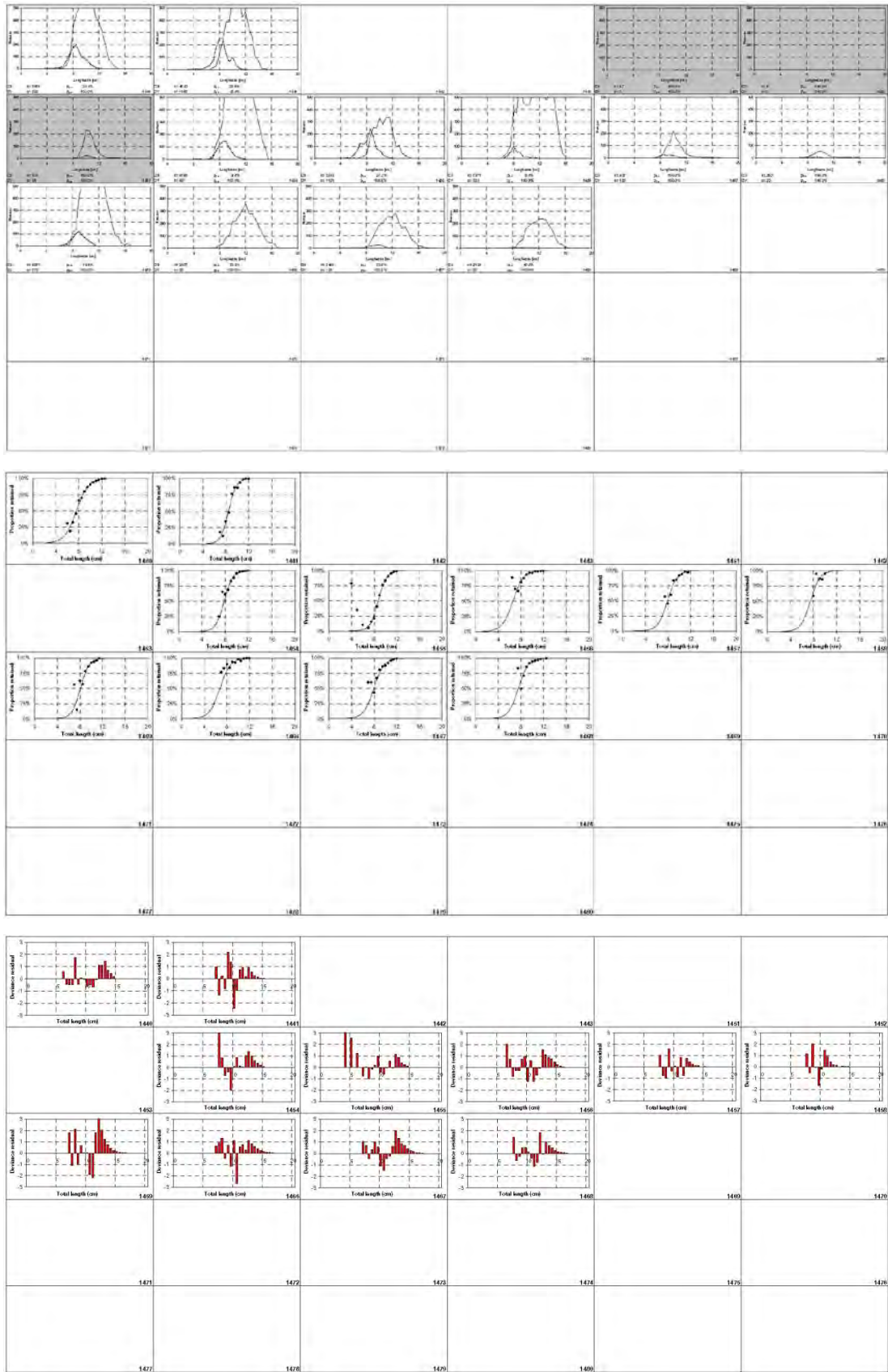


Figura 69 – *Mullus barbatus* (sacco con maglia a losanga: Zona S-C, S-D). Grafico in alto: Distribuzione di taglia delle catture ottenute in ciascuna cala nel sacco (—) e nel cover (---). Grafico in mezzo: curva di selettività delle singole cale replicate e dati sperimentali. Grafico in basso: deviance residual plots di ciascuna cala replicata.

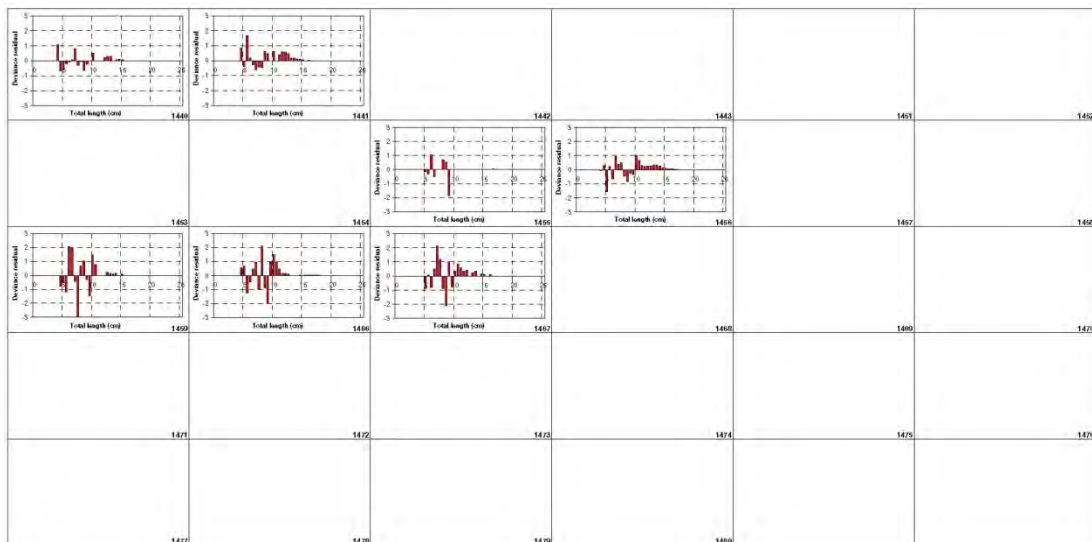
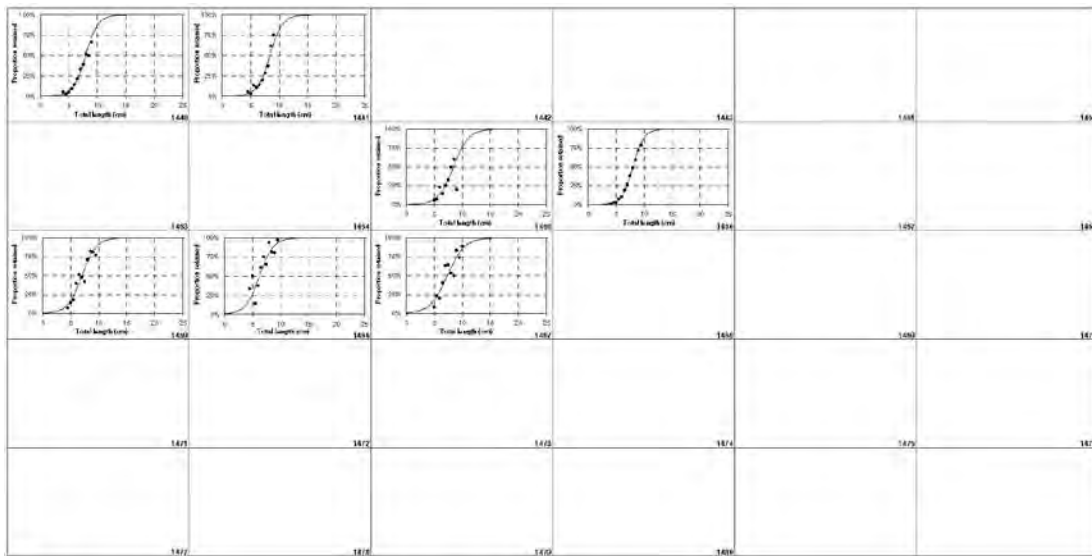
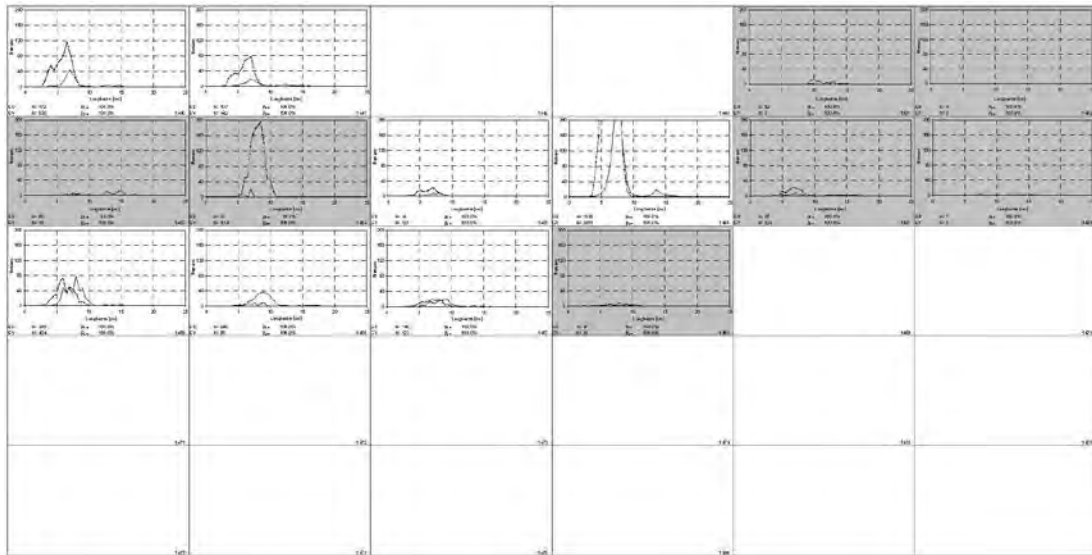


Figura 70 – *Pagellus erythrinus* (sacco con maglia a losanga: Zona S-C, S-D). Grafico in alto: Distribuzione di taglia delle catture ottenute in ciascuna cala nel sacco (—) e nel cover (---). Grafico in mezzo: curva di selettività delle singole cale replicate e dati sperimentali. Grafico in basso: deviance residual plots di ciascuna cala replicata.

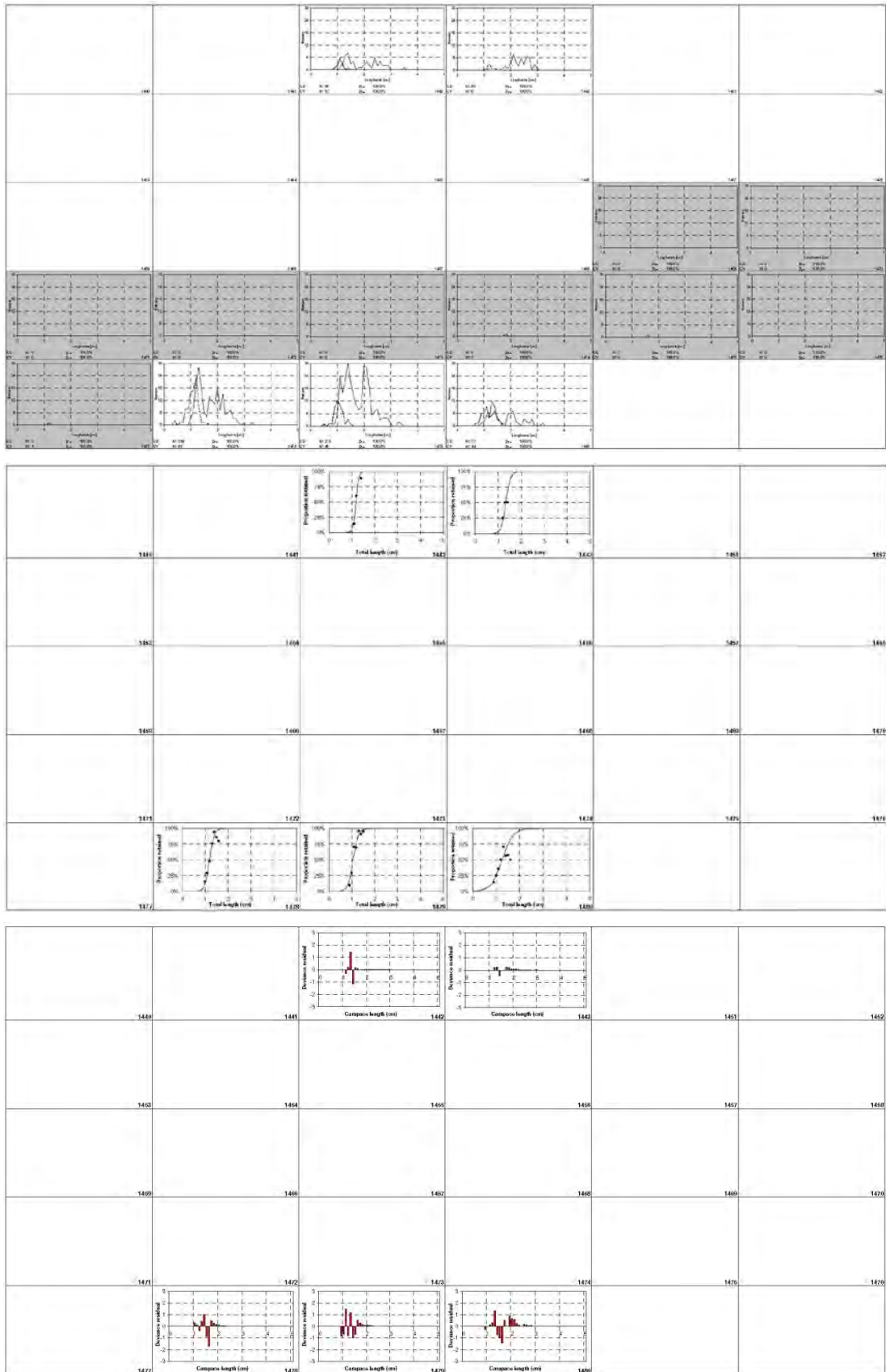


Figura 71 – *Parapenaeus longirostris* (sacco con maglia a losanga: Zona S-E). Grafico in alto: Distribuzione di taglia delle catture ottenute in ciascuna cala nel sacco (—) e nel cover (---). Grafico in mezzo: curva di selettività delle singole cale replicate e dati sperimentali. Grafico in basso: deviance residual plots di ciascuna cala replicata.

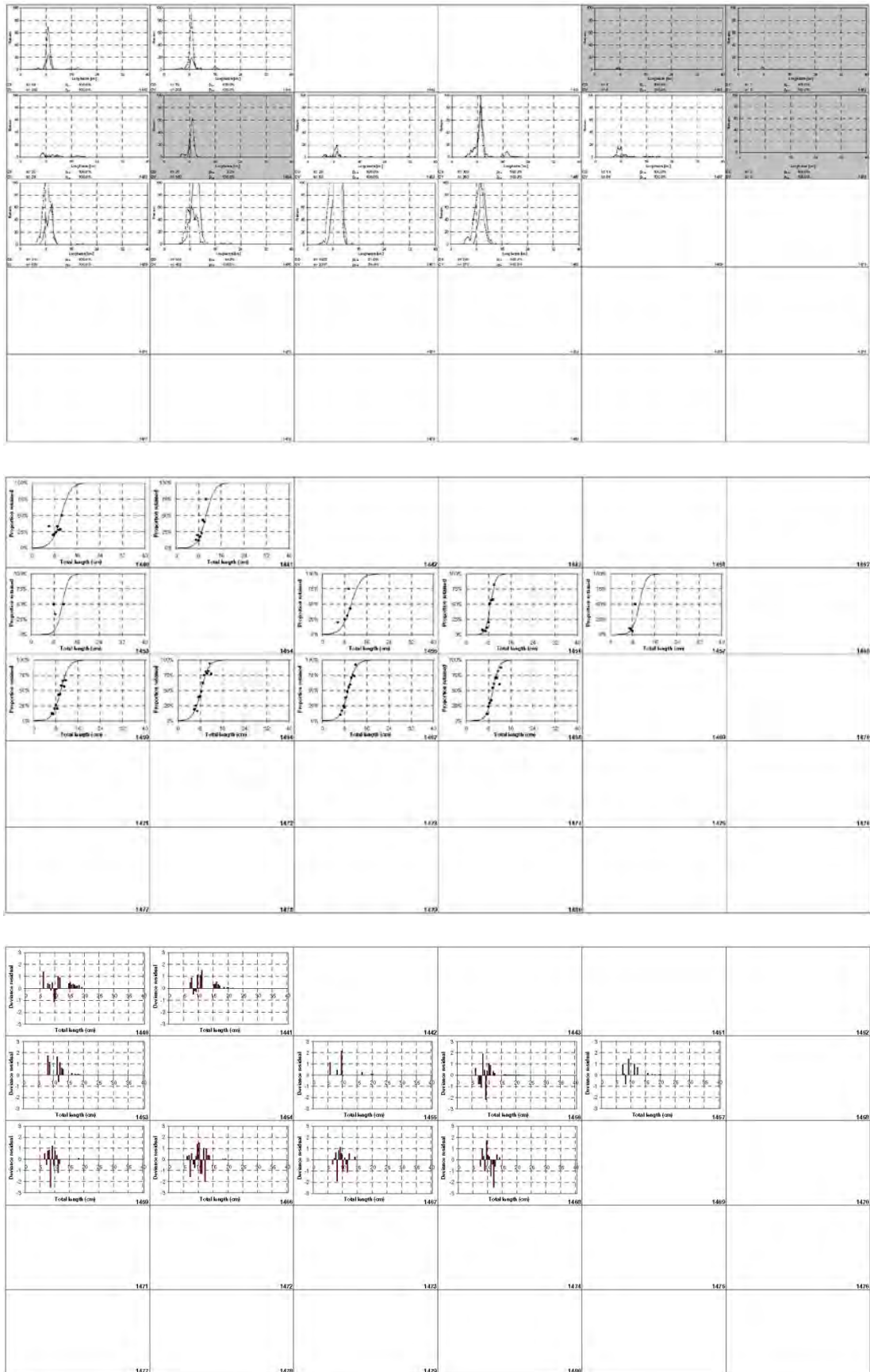


Figura 72 – *Trachurus mediterraneus* (sacco con maglia a losanga: Zona S-C, S-D). Grafico in alto: Distribuzione di taglia delle catture ottenute in ciascuna cala nel sacco (—) e nel cover (---). Grafico in mezzo: curva di selettività delle singole cale replicate e dati sperimentali. Grafico in basso: deviance residual plots di ciascuna cala replicata.

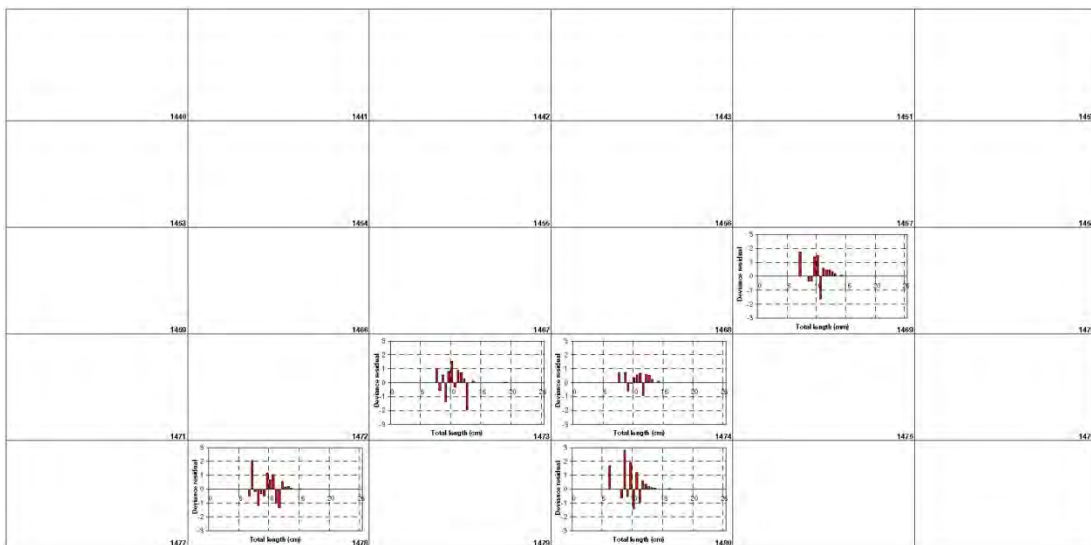
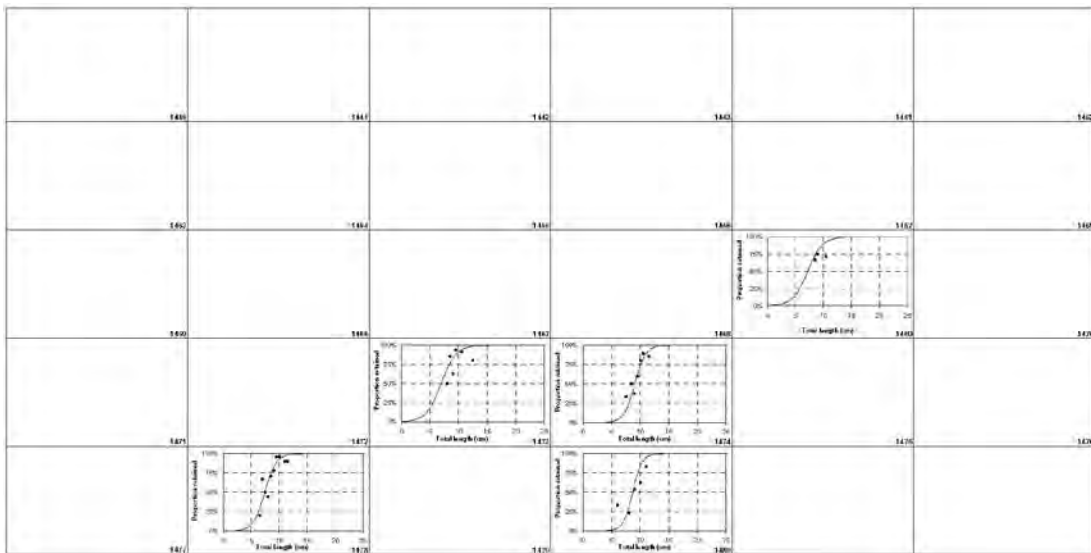
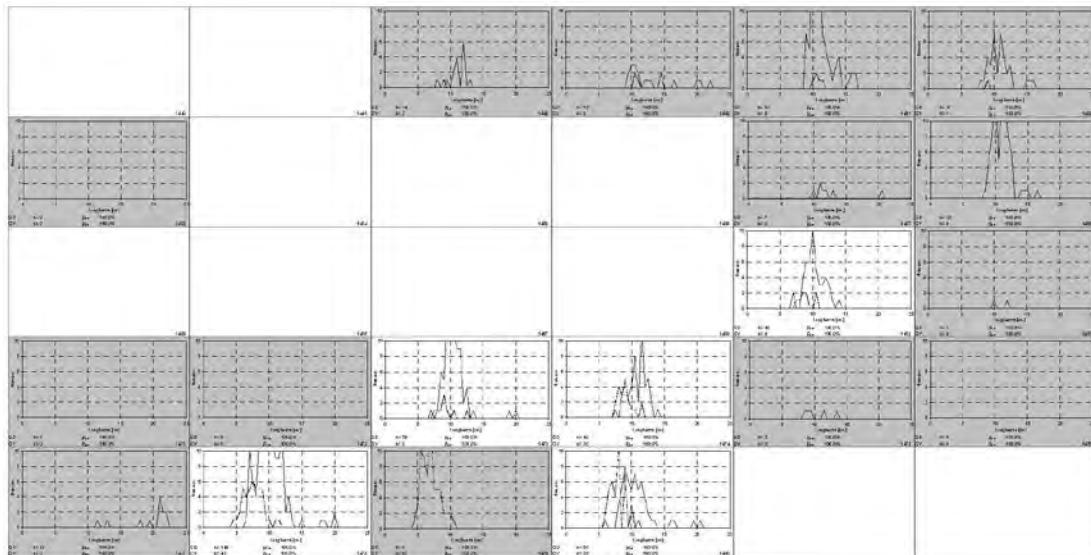


Figura 73 – *Trisopterus minutus capelanus* (sacco con maglia a losanga: Zona S-D, S-E). Grafico in alto: Distribuzione di taglia delle catture ottenute in ciascuna cala nel sacco (—) e nel cover (---). Grafico in mezzo: curva di selettività delle singole cale replicate e dati sperimentali. Grafico in basso: deviance residual plots di ciascuna cala replicata.

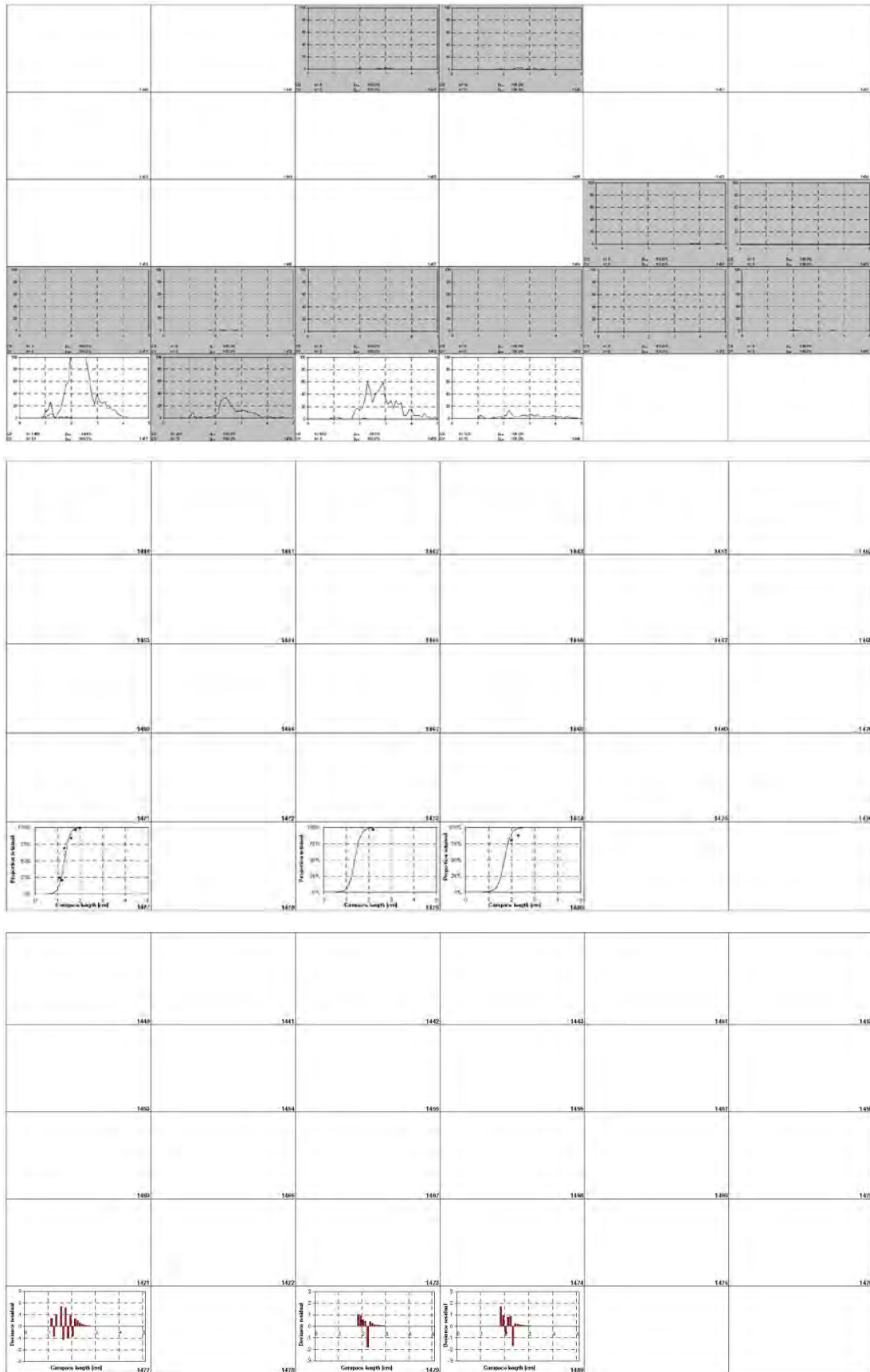


Figura 74 – *Nephrops norvegicus* (sacco con maglia a losanga: Zona S-E). Grafico in alto: Distribuzione di taglia delle catture ottenute in ciascuna cala nel sacco (—) e nel cover (---). Grafico in mezzo: curva di selettività delle singole cale replicate e dati sperimentali. Grafico in basso: deviance residual plots di ciascuna cala replicata.

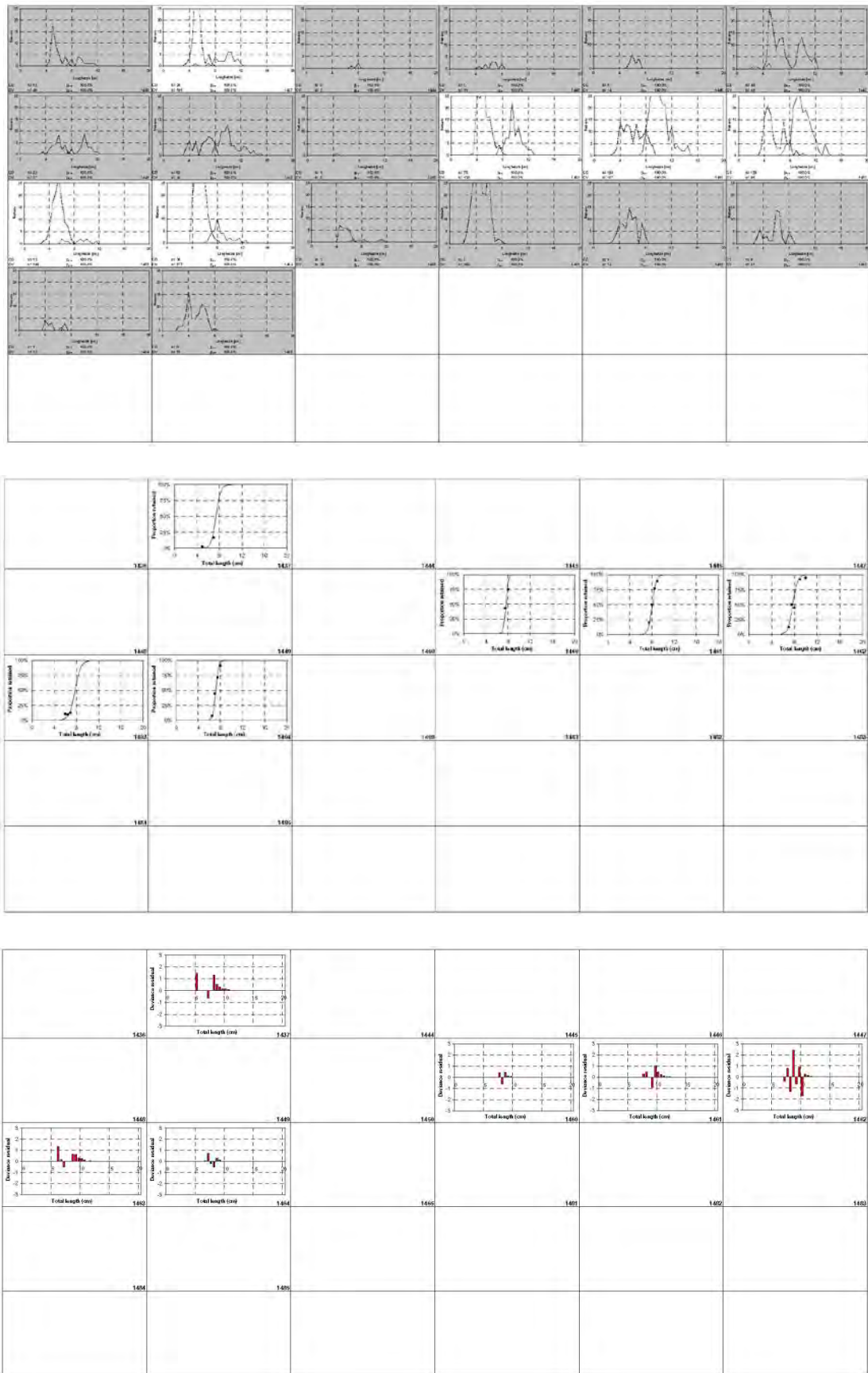


Figura 75 – *Arnoglossus laterna* (sacco con maglia quadra: Zona S-C, S-D, S-E). Grafico in alto: Distribuzione di taglia delle catture ottenute in ciascuna cala nel sacco (—) e nel cover (---). Grafico in mezzo: curva di selettività delle singole cale replicate e dati sperimentali. Grafico in basso: deviance residual plots di ciascuna cala replicata.

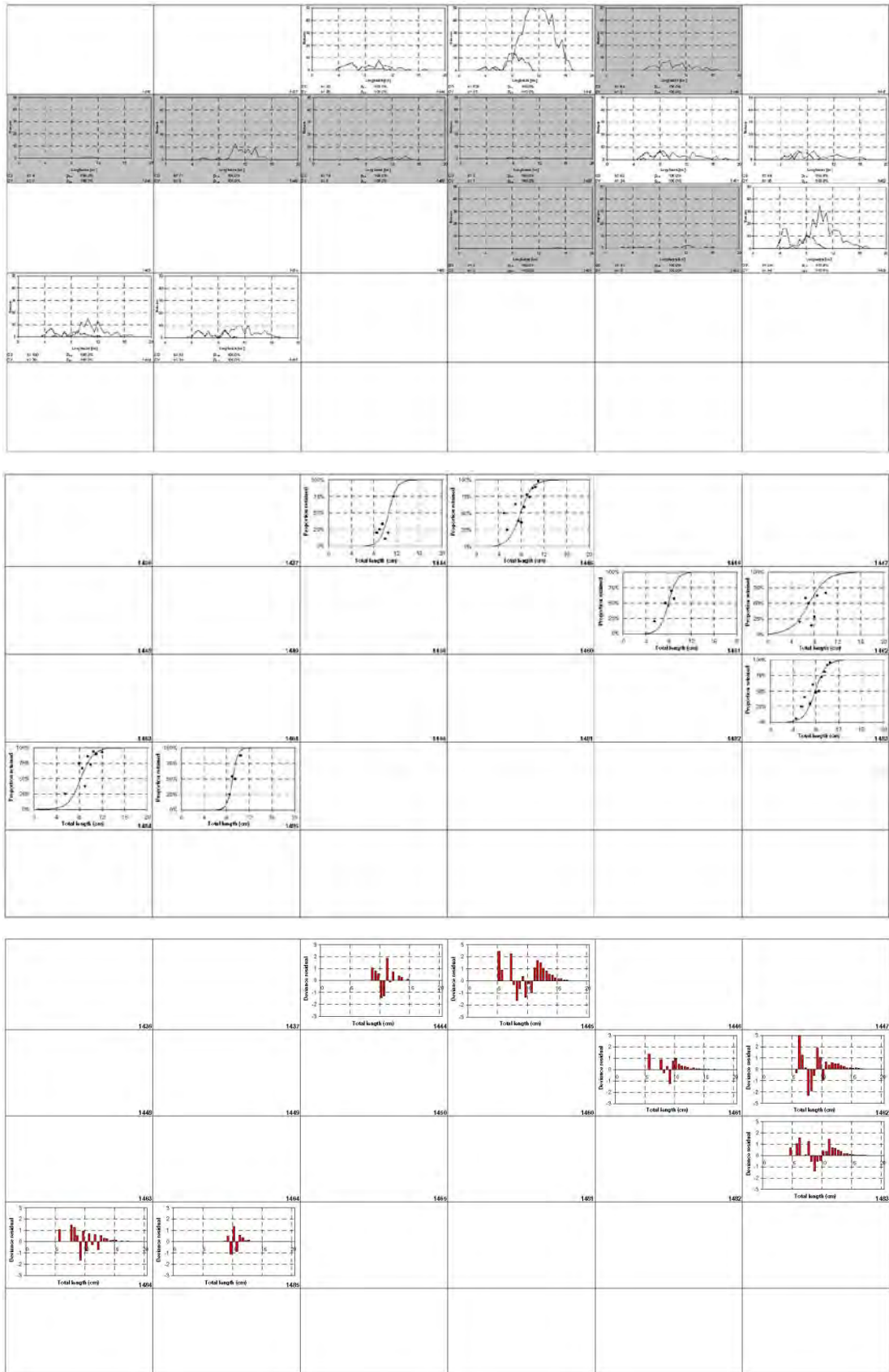


Figura 76 – *Illex coindetii* (sacco con maglia quadra: Zona S-D, S-E). Grafico in alto: Distribuzione di taglia delle catture ottenute in ciascuna cala nel sacco (—) e nel cover (---). Grafico in mezzo: curva di selettività delle singole cale replicate e dati sperimentali. Grafico in basso: deviance residual plots di ciascuna cala replicata.

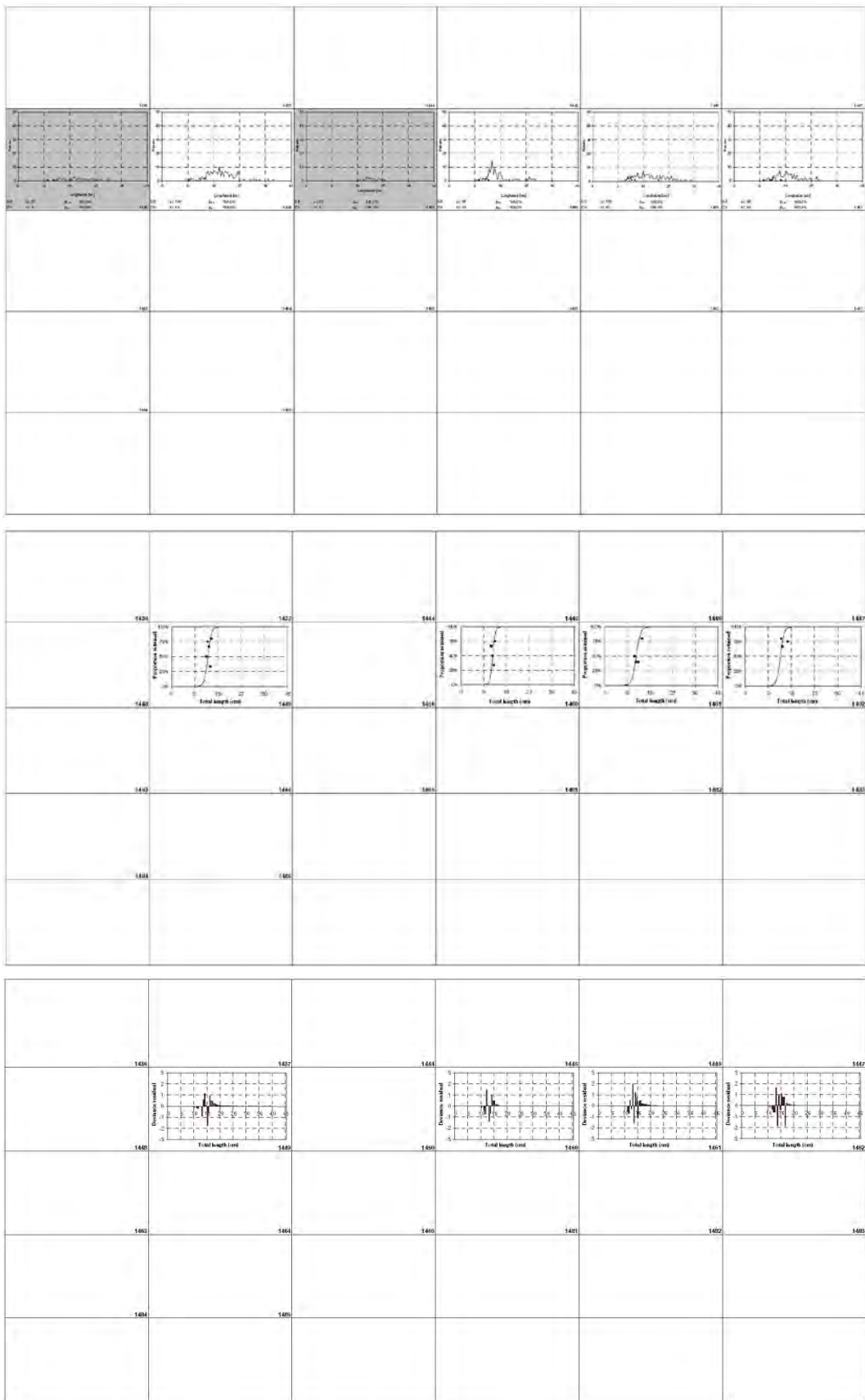


Figura 77 – *Merluccius merluccius* (sacco con maglia quadra: Zona S-D – Range batimetrico di 0-50m). Grafico in alto: Distribuzione di taglia delle catture ottenute in ciascuna cala nel sacco (—) e nel cover (---). Grafico in mezzo: curva di selettività delle singole cale replicate e dati sperimentali. Grafico in basso: deviance residual plots di ciascuna cala replicata.

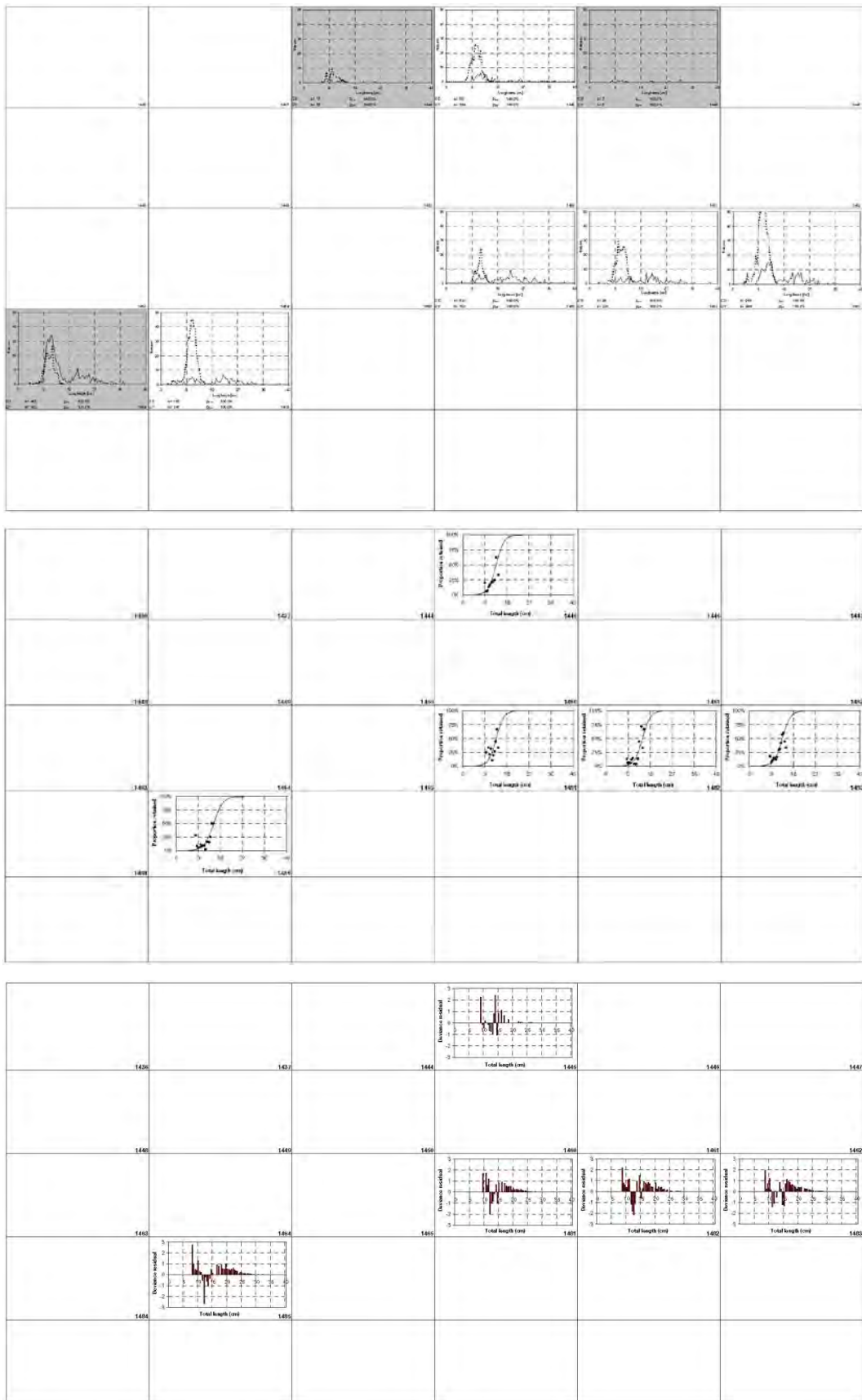


Figura 78 – *Merluccius merluccius* (sacco con maglia quadra: Zona S-E – Range batimetrico 150-200m). Grafico in alto: Distribuzione di taglia delle catture ottenute in ciascuna cala nel sacco (—) e nel cover (---). Grafico in mezzo: curva di selettività delle singole cale replicate e dati sperimentali. Grafico in basso: deviance residual plots di ciascuna cala replicata.

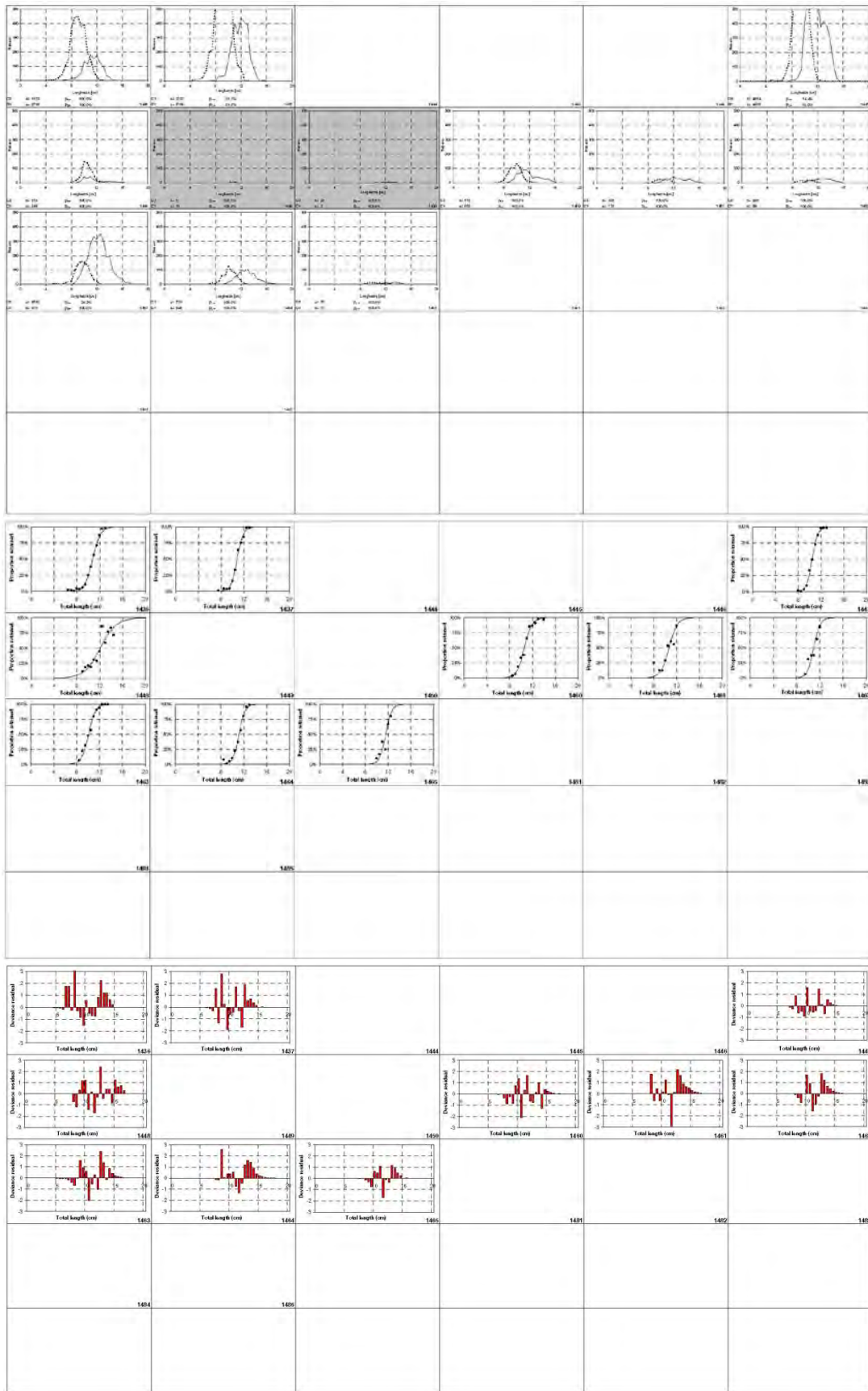


Figura 79 – *Mullus barbatus* (sacco con maglia quadra: Zona S-C, S-D). Grafico in alto: Distribuzione di taglia delle catture ottenute in ciascuna cala nel sacco (—) e nel cover (---). Grafico in mezzo: curva di selettività delle singole cale replicate e dati sperimentali. Grafico in basso: deviance residual plots di ciascuna cala replicata.

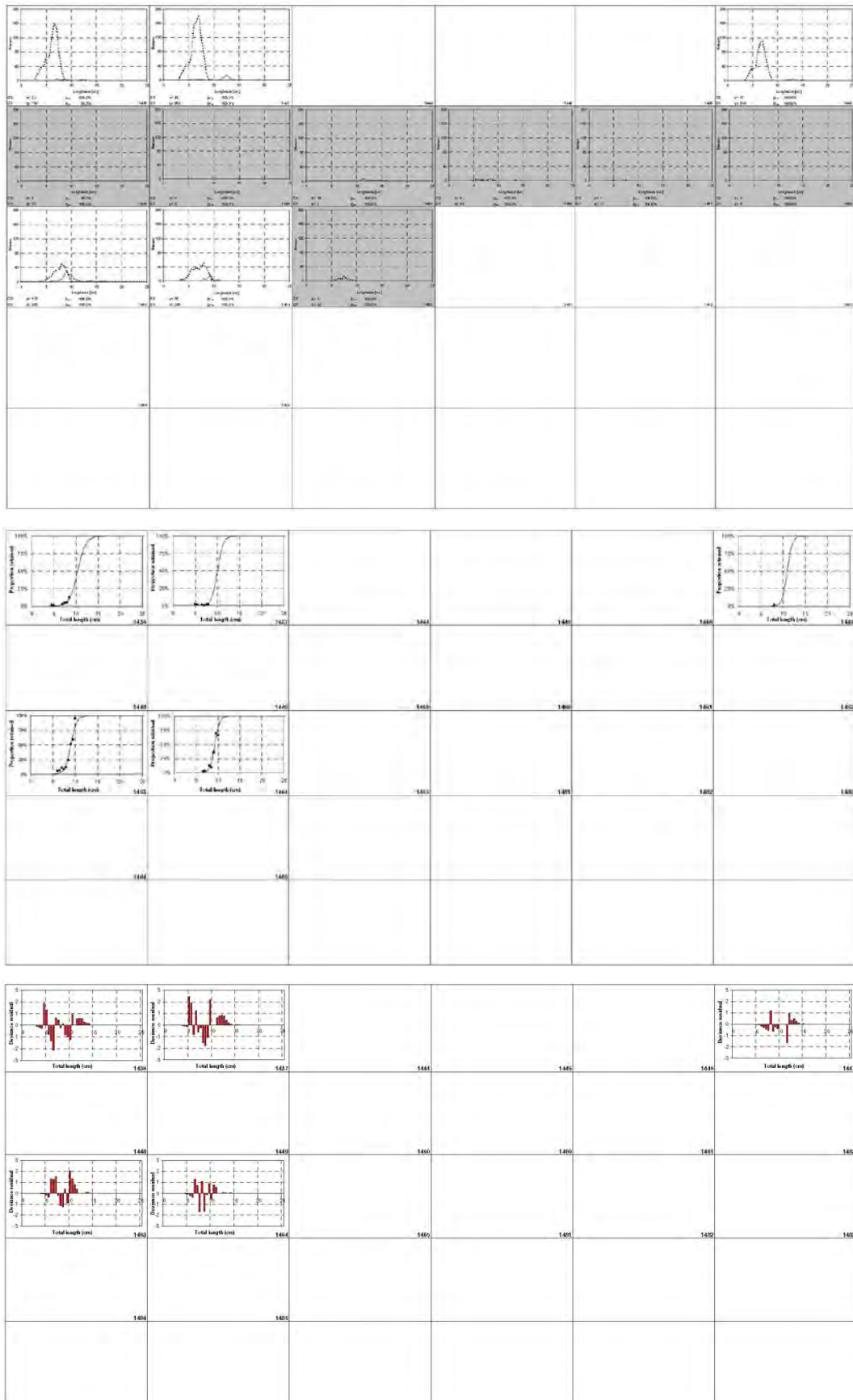


Figura 80 – *Pagellus erythrinus* (sacco con maglia quadra: Zona S-C, S-D). Grafico in alto: Distribuzione di taglia delle catture ottenute in ciascuna cala nel sacco (—) e nel cover (---). Grafico in mezzo: curva di selettività delle singole cale replicate e dati sperimentali. Grafico in basso: deviance residual plots di ciascuna cala replicata.

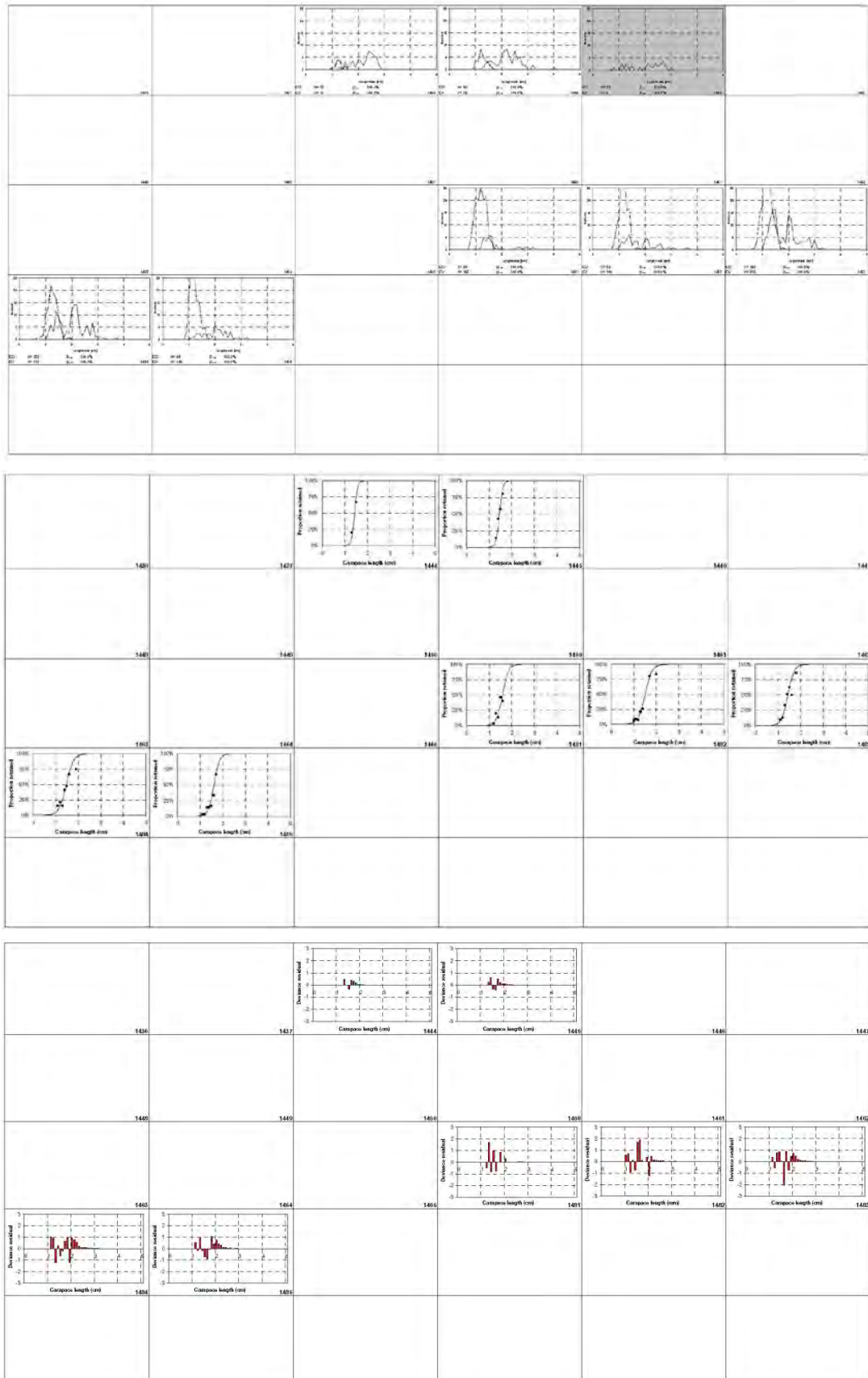


Figura 81 – *Parapenaeus longirostris* (sacco con maglia quadra: Zona S-E). Grafico in alto: Distribuzione di taglia delle catture ottenute in ciascuna cala nel sacco (—) e nel cover (---). Grafico in mezzo: curva di selettività delle singole cale replicate e dati sperimentali. Grafico in basso: deviance residual plots di ciascuna cala replicata.

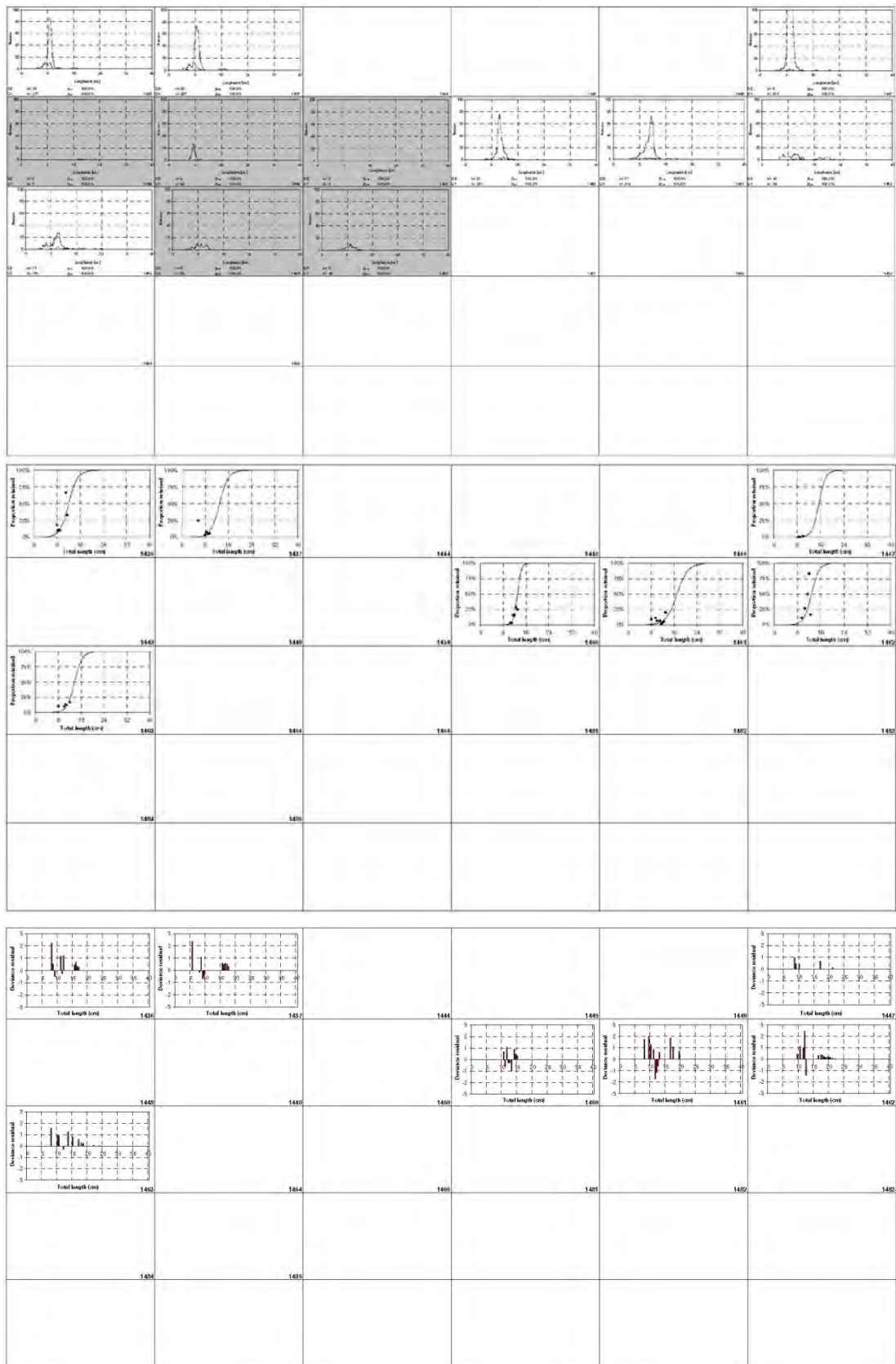


Figura 82 – *Trachurus mediterraneus* (sacco con maglia quadra: Zona S-C, S-D). Grafico in alto: Distribuzione di taglia delle catture ottenute in ciascuna cala nel sacco (—) e nel cover (---). Grafico in mezzo: curva di selettività delle singole cale replicate e dati sperimentali. Grafico in basso: deviance residual plots di ciascuna cala replicata.

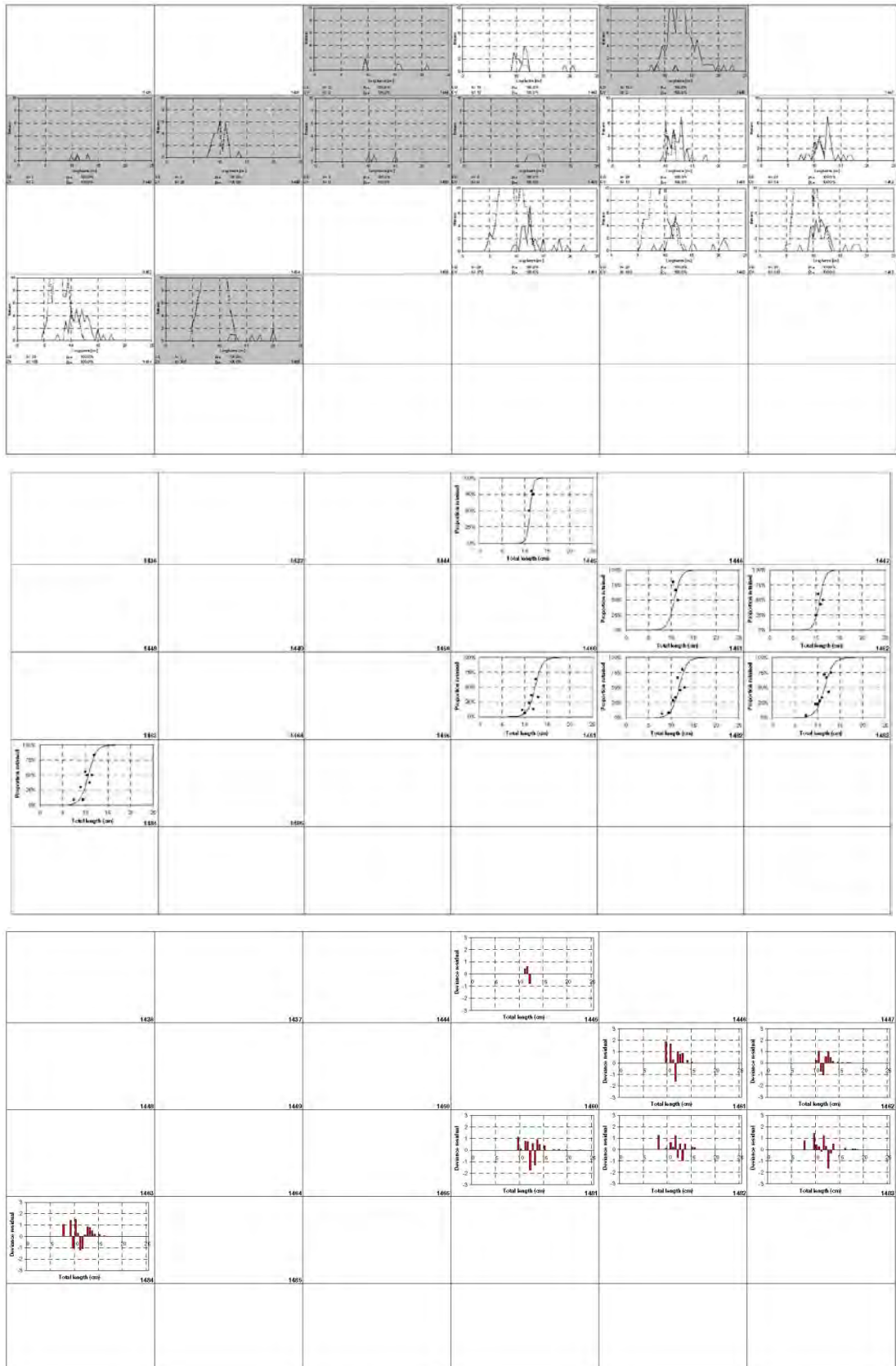


Figura 83 – *Trisopterus minutus capelanus* (sacco con maglia quadra: Zona S-D, S-E). Grafico in alto: Distribuzione di taglia delle catture ottenute in ciascuna cala nel sacco (—) e nel cover (---). Grafico in mezzo: curva di selettività delle singole cale replicate e dati sperimentali. Grafico in basso: deviance residual plots di ciascuna cala replicata.

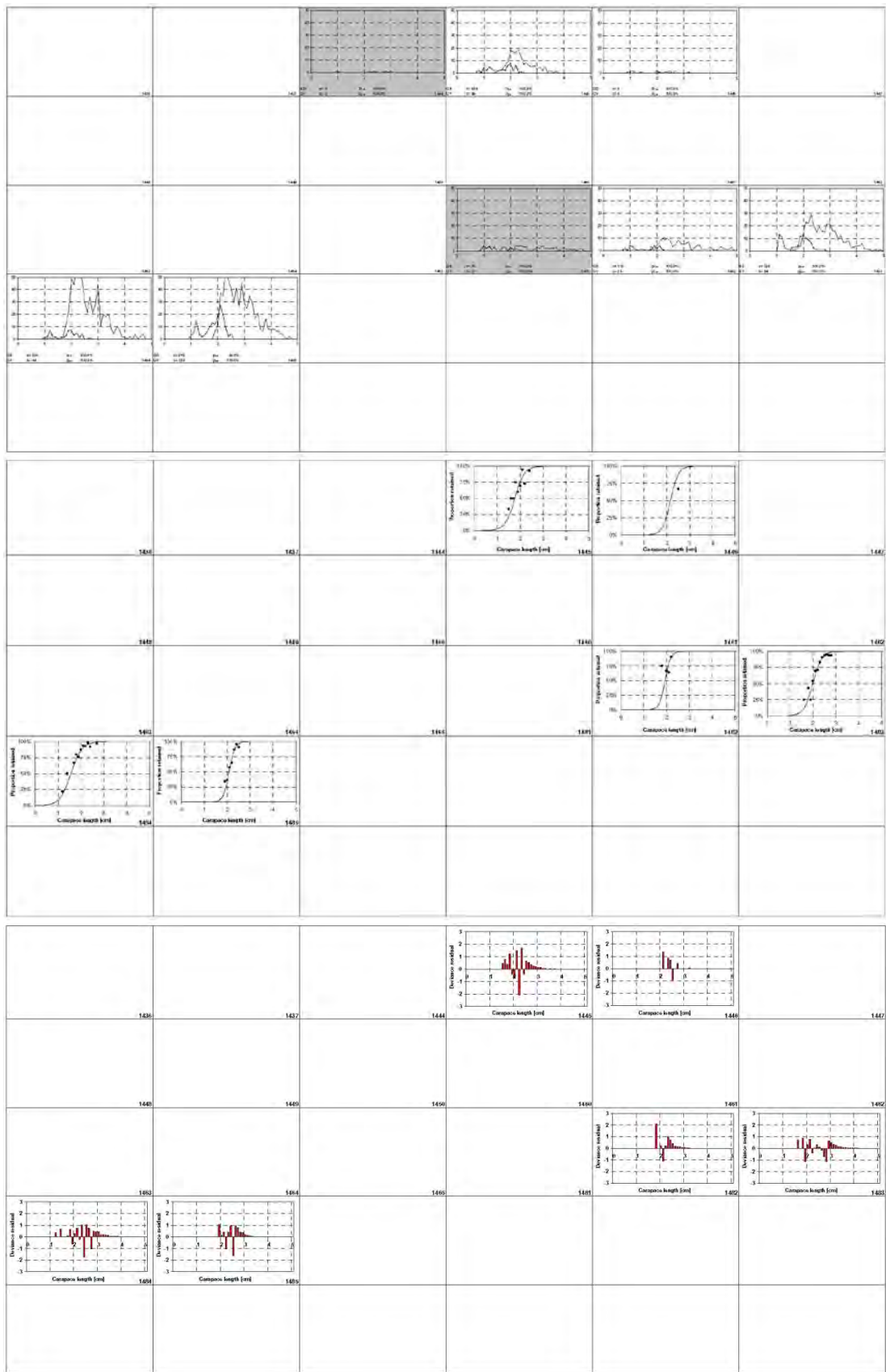


Figura 84 – *Nephrops norvegicus* (sacco con maglia quadra: Zona S-E). Grafico in alto: Distribuzione di taglia delle catture ottenute in ciascuna cala nel sacco (—) e nel cover (---). Grafico in mezzo: curva di selettività delle singole cale replicate e dati sperimentali. Grafico in basso: deviance residual plots di ciascuna cala replicata.